



Proizvodnja i

Prerada

Uljarica

Zbornik radova

63. Savetovanje industrije ulja

Production and Processing of Oilseeds

Proceedings of the 63rd Oil Industry Conference

PROfessional DEHULLING SOLUTIONS FOR OIL CRUSHING PLANTS CONVENTIONAL AND HIGH PROTEIN EXTRACTIONS



 **elica**
www.elica-pro.com



63. SAVETOVANJE
63rd CONFERENCE

PROIZVODNJA I PRERADA
ULJARICA

sa međunarodnim učešćem

PRODUCTION AND
PROCESSING OF OILSEEDS

with international participation

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

Herceg Novi, Crna Gora
26. jun - 1. jul 2022.

IZDAVAČI

PUBLISHERS

UNIVERZITET U NOVOM SADU, TEHNOLOŠKI FAKULTET NOVI SAD
UNIVERSITY OF NOVI SAD, FACULTY OF TECHNOLOGY NOVI SAD
INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NOVI SAD,
INSTITUT OD NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU
INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS NOVI SAD,
NATIONAL INSTITUTE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
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., Gordan 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
Doc. 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

ISBN 978-86-6253-154-4

ŠTAMPA

PRINT



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

SADRŽAJ

CONTENTS

Dr Olga Čurović

TRŽIŠTE ULJANIH USEVA U VREME COVID-19 I UKRAJINSKE KRIZE

OILSEED MARKET AT THE TIME OF

COVID-19 AND THE UKRAINIAN CRISIS 7

Vladimir Miklič, Dragana Miladinović, Siniša Jocić, Sreten Terzić, Sandra Cvejić,

Nada Hladni, Sonja Gvozdenac, Brankica Babec, Ana Marjanović Jeromela

20. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA

O SUNCOKRETU U NOVOM SADU, 2022.

20th INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE IN NOVI SAD, 202217

Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Milan Jocković, Nemanja Ćuk, Nedjeljko Klisurić,

Ilija Radeka, Simona Jaćimović, Nada Grahovac, Vladimir Miklič

UTICAJ KLIMATSKIH FAKTORA NA

PRINOS ULJA NS HIBRIDA SUNCOKRETA

IMPACT OF CLIMATE FACTORS

ON OIL YIELD OF NS SUNFLOWER HYBRIDS 25

Simona Jaćimović, Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Vladimir Miklič,

Ilija Radeka, Milan Jocković, Nedjeljko Klisurić, Biljana Kiprovski

UTICAJ LOKALITETA NA SADRŽAJ I PRINOS

ULJA U HIBRIDIMA SUNCOKRETA IZ MREŽE MIKRO OGLEDA

INFLUENCE OF LOCATION ON OIL CONTENT AND YIELD IN

SUNFLOWER HYBRIDS FROM THE MICRO EXPERIMENTAL NETWORK33

Ranko Romanić, Tanja Lužaić, Nada Grahovac, Nada Hladni, Sandra Cvejić, Siniša Jocić

DOBIJANJE ULJA SEMENA SUNCOKRETA NOVIH

KONZUMNIH HIBRIDA POSTUPKOM „HLADNOG”

PRESOVANJA - ISPITIVANJE ISKORIŠĆENJA I KAPACITETA

PRODUCTION OF COLD PRESSED OIL FROM THE NEW CONFECTIONARY

SUNFLOWER HYBRIDS - YIELD AND CAPACITY INVESTIGATION 41

Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Gordana Dozet,

Gorica Cvijanović, Jelena Marinković, Simona Jaćimović

PRINOS I KVALITET NS SORTI SOJE U

MREŽI MAKROOGLEDA 2021. GODINE

YIELD AND QUALITY OF NS SOYBEAN

VARIETIES IN THE MACRO TRIALS IN 2021 49

Danijela Stojanović, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Gordana Dozet, Marija Bajagić, Simona Jaćimović KVALITET PERSPEKTIVNIH LINIJA SOJE U PROCESU REGISTRACIJE U 2021. GODINI QUALITY OF PROSPECTIVE SOY LINES IN THE REGISTRATION PROCESS IN 2021	57
Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Danijela Stojanović, Vuk Đorđević, Predrag Randelović, Marina Čeran, Dragana Miljaković KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2022. GODINI QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2022	65
Dragana Miljaković, Jelena Marinković, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Ana Marjanović Jeromela, Branislava Tintor, Gorica Cvijanović SADRŽAJ ULJA I PROTEINA U ZRNU SOJE ZAVISNO OD GUSTINE SETVE OIL AND PROTEIN CONTENT IN SOYBEAN GRAIN DEPENDING ON SOWING DENSITY	73
Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Jegor Miladinović, Simona Jaćimović, Marina Čeran, Olga Kandelinskaja KVALITET SEMENA SOJE SA OBOJENOM SEMENJAČOM SOYBEAN SEED QUALITY WITH COLORED SEEDER.....	81
Zlatica Mamlić, Asija Abduladim, Vojin Đukić, Marija Bajagić, Jegor Miladinović, Gordana Dozet, Gorica Cvijanović UTICAJ PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE INFLUENCE OF APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS ON SOYBEAN PROTEIN AND OIL CONTENT	89
Nikola Rakašćan, Ikanović Jela, Popović Vera, Ljubiša Živanović, Mirko Indić, Anđela Spahić, Gordana Dražić, Ljubiša Kolarić UTICAJ INOKULANATA NA SADRŽAJ ULJA U ZRNU SOJE INFLUENCE OF INOCULANTS ON OIL CONTENT IN SOYBEAN SEED	97
Vera Popović, Jela Ikanović, Ljubica Šarčević Todosijević, Nađa Vukeljić, Vladimir Filipović, Vladimir Strugar, Pavel Cerovski, Marija Rogić VARIRANJE SADRŽAJA ULJA U SORTAMA ULJANOG LANA NS MARKO I NS PRIMUS U USLOVIMA KLIMATSKIH PROMENA VARIABILITY OF OIL CONTENT IN LINSEED VARIETIES NS MARKO AND NS PRIMUS IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS	109

Ana Marjanović Jeromela, Sandra Cvejić, Biljana Kiprovska, Nada Grahovac, Simona Jaćimović, Dragana Rajković, Sonja Gvozdenac, Velimir Mladenov, Dragana Miladinović, Danijela Stojanović, Slađana Rakita, Olivera Đuragić, Milan Kostić, Olivera Stamenković, Vlada Veljković LANIK, MANJE GAJENA ULJARICA SA VIŠESTRUKOM UPOTREBOM U ISHRANI LJUDI I ŽIVOTINJA CAMELINA, MINOR OIL CROP WITH MULTIPLE USE AS FOOD AND FEED	123
Dragana Rajković, Ana Marjanović Jeromela, Lato Pezo, Ankica Kondić Špika PRIMENA MODELA VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE U POLJOPRIVREDI I INDUSTRIJI ULJA APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL IN AGRICULTURE AND OIL INDUSTRY	133
Ištvan Tot, Gordan Parenta, Borislav Mrakić POBOLJŠANJE RADA LINIJE APSORPCIJE U POGONU EKSTRAKCIJE FABRIKE ULJA DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN IMPROVING OF THE ABSORPTION LINE IN THE OIL FACTORY EXTRACTION PLANT DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN	139
Miljan Kračković, Bojan Cvetković, Dragan Trzin, Marijana Pavlović, Dejan Kancko, Zorica Stojanović REKONSTRUKCIJA LINIJE ZA HLAĐENJE ULJA U POGONU RAFINERIJE RECONSTRUCTION OF THE OIL COOLING LINE IN THE REFINERY PLANT....	145
Biljana Rabrenović, Steva Lević, Viktor Nedović, Ana Salević, Mališa Antić, Vladislav Rac, Marko Malićanin, Vesna Rakić TEHNOLOGIJA INKAPSULACIJE BILJNIH ULJA: PRIMER INKAPSULACIJE HLADNO PRESOVANOG ULJA IZ SEMENKI GROŽĐA ENCAPSULATION OF VEGETABLE OILS: GRAPE SEED OIL CASE STUDY	151
Vesna Vujasinović, Bojana Kalenjuck Pivarski, Ivana Ćirić, Jovana Bajkanović POTENCIJAL PRIMENE PRIRODNIH ANTIOKSIDANASA ZA STABILIZACIJU ULJA I MASTI ZA PRŽENJE APPLICATION OF NATURAL ANTIOXIDANTS FOR STABILIZATION OF FRYING OILS AND FATS	159
Vesna Vujasinović, Nemanja Lakić, Biljana Rabrenović, Lazar Pejić, Miloš Bjelica NUTRITIVNI KVALITET ULJA ZA PRŽENJE U UGOSTITELJSKIM OBJEKTIMA BEOGRADA NUTRITIVE QUALITY OF FRYING OILS IN CATERING FACILITIES OF BELGRADE	167

Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Jovana Petrović, Zoran Nikolovski, Danica Zarić, Vladimir Šarac, Petar Jovanović MOGUĆNOST POVEĆANJA SADRŽAJA PROTEINA U CRNOJ ČOKOLADI DODATKOM SOJINOG KONCENTRATA I SOJINOG IZOLATA THE POSSIBILITY OF INCREASING OF PROTEINS IN BLACK CHOCOLATE BY ADDITION OF SOY CONCENTRATE AND SOY ISOLATE	175
Jovana Petrović, Biljana Pajin, Ivana Lončarević, Dragana Šoronja-Simović, Ivana Nikolić, Jovana Doroslovac, Danica Zarić UTICAJ SOJINE LJUSKE NA OSOBINE TESTA ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA INFLUENCE OF SOYBEAN HUSK ON COOKIE DOUGH	185
Ljiljana Popović, Ranko Romanić, Tea Sedlar, Jelena Čakarević PILOT-SCALE PROIZVODNJA PROTEINSKOG IZOLATA IZ NUSPROIZVODA INDUSTRIJE ULJA PILOT-SCALE PRODUCTION OF PROTEIN ISOLATE FROM BY-PRODUCTS OF OIL INDUSTRY	193
Ljiljana Vujačić, Gordana Nović, Jovana Doroslovac KVALITET PROIZVODA OD MESA SA DODATKOM SOJE QUALITY OF MEAT PRODUCTS WITH SOY ADDED	199
Senka Popović, Danijela Šuput, Nevena Hromiš, Jovana Ugarković MOGUĆNOST PRIMENE PROTEINA SOJE U 3D ŠTAMPI POSSIBILITY OF SOY PROTEIN APPLICATION IN 3D PRINTING	207
Vladimir Šarac, Jovana Doroslovac, Branislav Sremčev ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA TEHNIKOM TOTALNOG SAGOREVANJA - DUMAS DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT TOTAL COMBUSTION METHODS - DUMAS	217
Aleksandar Fišteš, Nataša Đurišić-Mladenović, Ranko Romanić, Biljana Pajin PRIMENA UREĐAJA RAPIDOXY 100 ZA ODREĐIVANJE OKSIDATIVNE STABILNOSTI RAZLIČITIH TIPOVA UZORAKA APPLICATION OF RAPIDOXY 100 FOR DETERMINATION OF OXIDATIVE STABILITY OF DIFFERENT TYPE OF SAMPLES	225
INDEX AUTORA	237
PRILOG - NAJAVA SKUPOVA	239

TRŽIŠTE ULJANIH USEVA U VREME COVID-19 I UKRAJINSKE KRIZE

Dr Olga Čurović

Poslovna zajednica Industrijsko bilje d.o.o., Novi Sad, Srbija

IZVOD

Osnovni cilj rada je, da se ukaže da poljoprivredna proizvodnja i tržište zavise pored osnovnih i od drugih faktora. U datim okolnostima kakve su danas, poljoprivredna proizvodnja u velikoj meri zavisi od društveno političkih događaja u zemlji i svetu. U radu je dat prikaz tržišta i proizvodnje uljanih useva i ulja u vremenima punim izazova XXI veka. Mislilo se da se agresijom na Srbiju krajem prošlog veka završilo sa nemilim događajima, međutim nije tome kraj. Pojava gripa Covid-19 koja je poprimila pandemijske razmere dovela je do poremećaja tržišta, nestašice roba i skoka cena. Cene su rasle, jer roba nije bilo na tržištu (gde je tražnja) zbog nemogućnosti transporta, dok je proizvodnje bilo dovoljno. Ovaj period je bio I. faza i razlog za skok cena. S početkom specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu, nastavljena je nestašica roba na tržištu i rast cena. To je II. faza poremećaja tržišta. Rusija i Ukrajina su zemlje koje proizvode i izvoze pšenicu, uljane useve, pre svega suncokret i ulje, kao i druge proizvode i u velikoj meri snabdevaju evropsko tržište.

Ključne reči: uljani usevi, proizvodnja, tržište, cene, društveno-politički događaji

OILSEED MARKET AT THE TIME OF COVID-19 AND THE UKRAINIAN CRISIS

ABSTRACT

The main goal of this paper is to point out that agricultural production and the market depend on other factors in addition to the basic ones. In the given circumstances as they are today, agricultural production largely depends on socio-political events in the country and the world. The paper presents the market and production of oilseeds and oils in the times full of challenges of the XXI century. It was thought that with the aggression against Serbia at the end of the last century was the end with unpleasant events, but that is not the end of it. The outbreak of Covid-19 flu, which has reached pandemic proportions, has led to market disruptions, shortages of goods and soaring prices. Prices rose because the goods were not on the market (where there is demand) due to the impossibility of transport, while production was sufficient. This period

was phase I and the reason for the price jump. With the beginning of Russia's special military operation on Ukraine, the shortage of goods on the market and the growth of prices continued. This is phase II market disruption. Russia and Ukraine are countries that produce and export wheat, oilseeds, primarily sunflower and oil, as well as other products and largely supply the European market.

Key words: oilseeds, production, market, prices, socio-political events

UVOD

Veliki događaji koji se dešavaju od NATO bombardovanja naše zemlje (tada Jugoslavije), i nadalje u ovih dvadeset dve godine XXI veka zaslužuju da se zabeleže, ne umanjujući osnovnu temu ovog Savetovanja. U sklopu teme na ovom Savetovanju proizvodnje i prerade industrije ulja, biće prikazana proizvodnja uljanih useva i ulja u Srbiji i svetu, zatim kretanja na tržištu i cenovni uticaj na proizvodnju. Upravo zato će biti dat osvrt na osnovne faktore koji se moraju ispuniti da bi se mogla odvijati poljoprivredna proizvodnja. Oni jesu poznati i do danas nisu promenjeni, međutim, kada je reč o društveno-političkim događajima i promenama i oni će biti uzeti u obzir.

Uticaj osnovnih faktora na poljoprivredno-prehrambenu proizvodnju

Uticaji osnovnih faktora na poljoprivredno-prehrambenu proizvodnju su poznati. Kakva god bila poljoprivredna proizvodnja ona na svoj način utiče na tržišna kretanja. Definisani uslovi za odvijanje poljoprivredne proizvodnje zavise od nekoliko faktora:

A Osnovni uslovi

- plodnost zemljišta;
- klima sa mikroklimatskim promenama;
- čovek na osnovu agroekologije određuje agrotehniku;

B Sa jačanjem države na poljoprivrednu proizvodnju utiče:

- društveno-političko uređenje;
- ekonomska politika sa agrarnom politikom;

C Najnoviji spoljni uticaji, sistemski dovedeni do vrhunca:

- uticaj svetskog tržišta u uslovima globalizacije;
- širenje gripa i prerastanje u pandemiju pod nazivom Covid-19;
- početkom 2022. godine počinje ukrajinska kriza, i prerasta u svetsku.

Nikada se nije toliko pričalo o poljoprivredno-prehrambenoj proizvodnji, odnosno o proizvodnji hrane kao što je to ovih dana. Pojavom pandemije Covid-19, od naredne 2020. godine, je velika pažnja data proizvodnji hrane i snabdevenosti tržišta. Po podacima ne samo USDA već i evropske i naše statistike, pandemija nije imala negativnog uticaja na poljoprivrednu proizvodnju soje i suncokreta (slika 1 i 2). Proizvodnja je rasla.

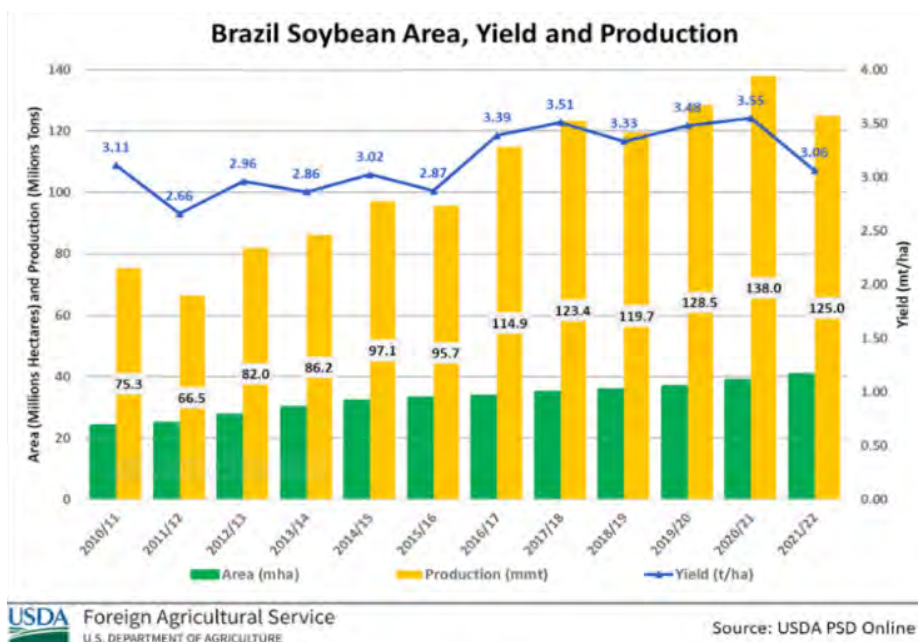


Slika 1. Svetska proizvodnja soje
Figure 1. World soybean production



Slika 2. Svetska proizvodnja suncokreta
Figure 2. World sunflower production

Proizvodnja soje u svetu je u vreme Covid-19 povećana za preko 8%, dok su prognoze za 2021/2022. godinu smanjene samo za 4,5% u odnosu na prethodnu godinu. Proizvodnja soje u Brazilu kao najvećem proizvođaču ima slična kretanja (slika 3).



Slika 3. Proizvodnja soje u Brazilu
Figure 3. Soybean production in Brazil

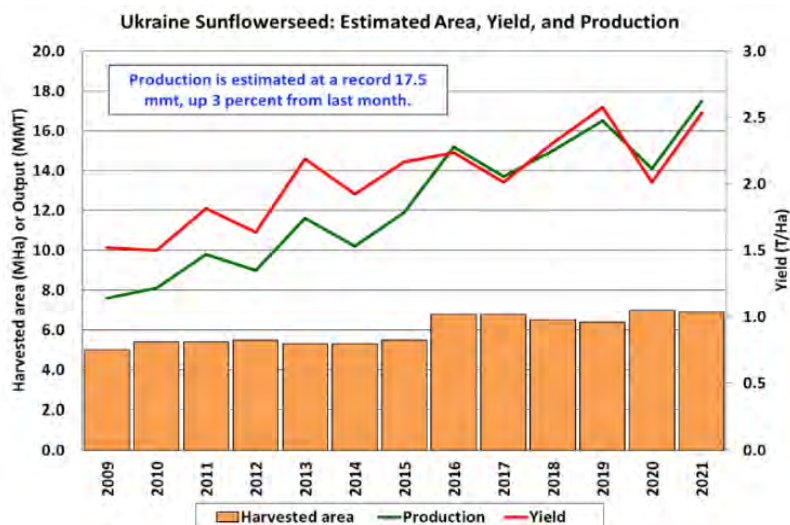
U dužem vremenskom periodu od 15 godina, proizvodnja soje je povećala površine za 35%, a proizvodnju čak za 65%.

Suncokret je u istom periodu povećao površine u svetu za 17%, dok je proizvodnju povećao za 51%. Bez obzira na solidnu proizvodnju, tržište je poremećeno. Došlo je do nestašice roba u odnosu na ranije isporuke, i cene su počele da „skaču“. Šta je tome doprinelo, osim pandemije gripa (Covid-19), nalogane su i mere za sprečavanje gripa, a osim toga, grip još uvek traje. Svetska zdravstvena organizacija je najavljivala, pratila, kontrolisala preko svoje već odavno uspostavljene mreže u svim državama sveta, davala uputstva i mere za odbranu od Covid-19. Mere su bile u cilju da se smanji širenje bolesti, međutim s druge strane one su zbog zahteva za vakcinacijom, restrikcijama u saobraćaju i izolacijama ne samo pojedinaca već i gradova, regija pa i država, dovele do negativnog uticaja na promet roba i snabdevenost tržišta. Upravo pandemija i sprovedene mere na zahtev Svetske zdravstvene organizacije su prvi i pravi razlog (I. faza) za povećanje cena poljoprivredno-prehrambenih proizvoda na svetskom tržištu.

Na slikama 4 i 5 su prikazane površine, prinosi i proizvodnja suncokreta u Rusiji i Ukrajini.



Slika 4. Rusija: površine, prinosi i proizvodnja suncokreta
Figure 4. Russia: areas, yields and sunflower production



Slika 5. Ukrajina: površine, prinosi i proizvodnja suncokreta
Figure 5. Ukraine: areas, yields and sunflower production

I nadalje, tokom 2021. godine Kina je povećavala uvoz uljanih useva i ulja. Uvezla je 100 miliona tona soje i najveća je zemlja u preradi soje, mada proizvodi pet puta manje. Dok je Rusija u istom periodu povećavala izvozne carine, ne samo za suncokret, ulje već i za druge proizvode koji se odnose na hranu. Ovako povećana

tražnja izazvana je ne samo velikim uvozom i tražnjom uljanih useva i ulja, već i smanjenim izvozom (ponudom) zbog povećanja carina i taksi. I to je dovelo do poremećaja tržišta i povećanja cena.

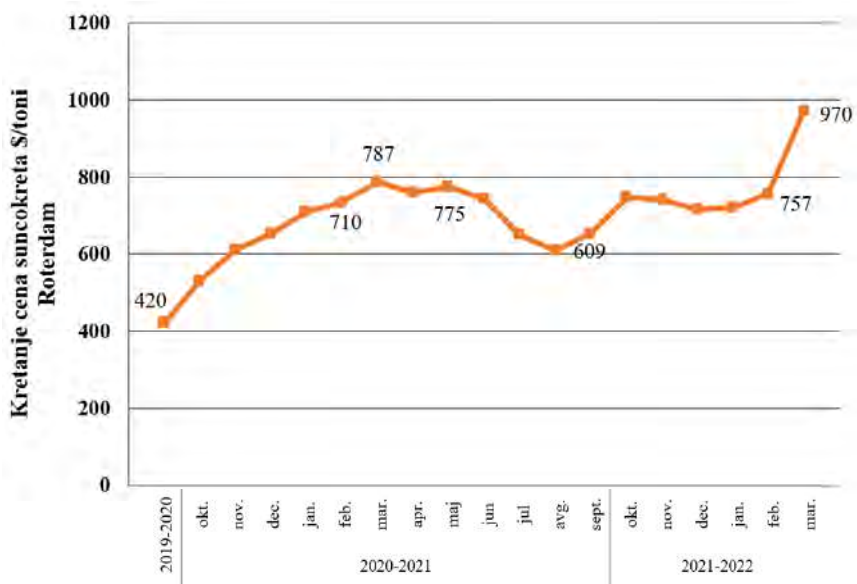
Rusija je jedna od vodećih zemalja u proizvodnji pšenice 11% (85 mil. tona), suncokreta 27% (13,3 mil. tona), šećera od šećerne repe 16% (6,0-8,5 mil. tona) i drugih poljoprivrednih proizvoda. U proizvodnji suncokreta zajedno sa Ukrajinom čini 55-60% svetske proizvodnje, a u izvozu suncokretovog ulja, zajedno pokrivaju 80% svetskog tržišta (slike 4 i 5). Nije malo razloga zbog kojih su Zapadna Evropa i Amerika sa svojim saveznicima veliku pažnju posvetile Ukrajini i Rusiji koja je najveći snabdevač Evrope gasom, naftom, mineralnim đubrivom i drugim proizvodima.

I nakon dve i po godine, pandemija još uvek traje, sa najavom širenja novih mutiranih virusa, prema upozorenjima iz SZO, nadovezuje se ukrajinska, koja je odmah postala svetska kriza. Specijalna vojna operacija Rusije u Ukrajini od 24. februara ove godine dovela je do novih poremećaja tržišta (II. faza), jer je onemogućen izvoz iz Ukrajine, a sa druge strane Evropska unija i SAD su odmah uvele sankcije Rusiji sa istim ishodom. Rusiji su sankcije uvedene od svih institucija u svetu pa i od UN, a gotovo sve su pod direktnom kontrolom Zapada. S obzirom na značaj poljoprivredne proizvodnje ove dve zemlje i nemogućnosti izvoza, tržište je oskudevalo u proizvodima od pšenice, suncokreta, ulja i dr.

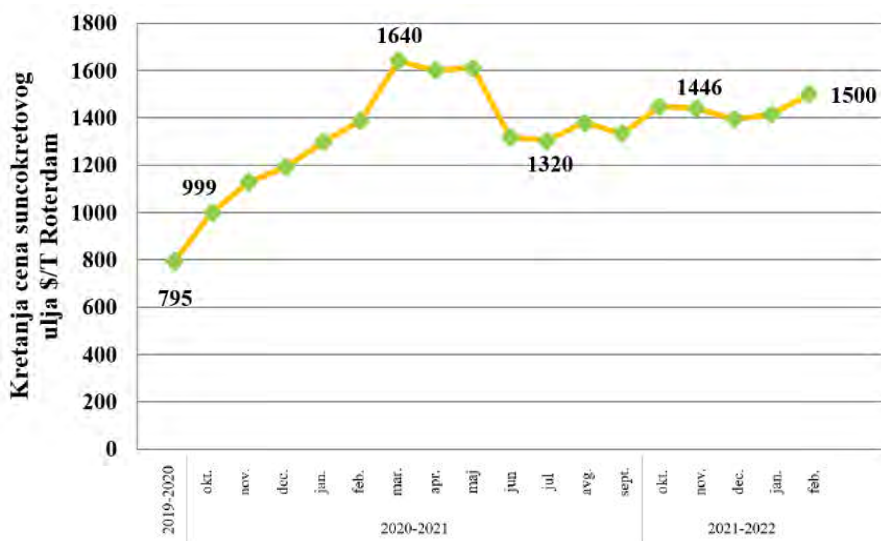
Ukrajina je ipak izvezla 415.000 tona žitarica u martu 2022. godine drumskim i železničkim putem preko zapadne granice, preko Poljske i Rumunije. Ovo je pad od 79% u odnosu na isti mesec pre godinu dana. Ukrajina će do kraja sezone po proceni moći da izveze i 745.000 tona uljarica drumovima i železnicom što će biti dovoljno za neposredne zahteve EU. Ukrajina je izvezla još 107.000 tona sirovog suncokretovog ulja tokom meseca marta. Ministarstvo poljoprivrede Ukrajine, sa druge strane kaže da je prolećna setva u zemlji 30% manja nego pre godinu dana zbog rata koji je u toku u zemlji. U nekim regionima setva je smanjena za 70%. Ukrajina ipak izvozi na evropsko tržište, dok je pritisak na sve zemlje sveta da ne kupuju ruske proizvode, međutim, za vodeće zemlje EU ne važi zabrana uvoza ruskog gasa i nafte.

Kretanje cena suncokreta i suncokretovog ulja (\$/toni) na berzi u Roterdamu, u periodu po mesecima u periodu 2020-2021. i 2021-2022. godine, u odnosu na 2019-2020. godinu, prikazano je grafički na slikama 6 i 7.

Cene poljoprivrednih proizvoda i proizvoda i hrane za životinjsku i ljudsku upotrebu su poskupele sa prognozama da se ništa neće vratiti na staro stanje, odnosno da, od ovih događaja više neće biti jeftina hrana. U vreme Covid-19 suncokret je poskupeo oko 87%, dok u vreme ukrajinske krize od kraja februara do početka aprila 2022. godine, 28%. Posmartajući kumulativno od kraja 2019. do aprila 2022. godine cena suncokreta je porasla za 130% na svetskom tržištu, dok je cena jestivog ulja u istom periodu porasla za 88% (slike 6 i 7).



Slika 6. Kretanje cena suncokreta (\$/toni, Rotterdam)
Figure 6. Trends of sunflower prices (\$/ton, Rotterdam)

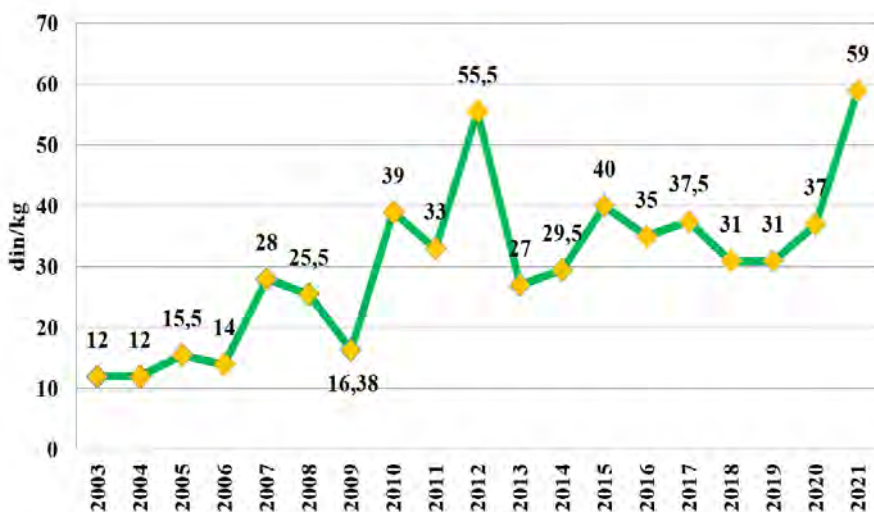


Slika 7. Kretanje cena suncokretovog ulja (\$/toni, Rotterdam)
Figure 7. Trends of sunflower oil prices (\$/ton, Rotterdam)

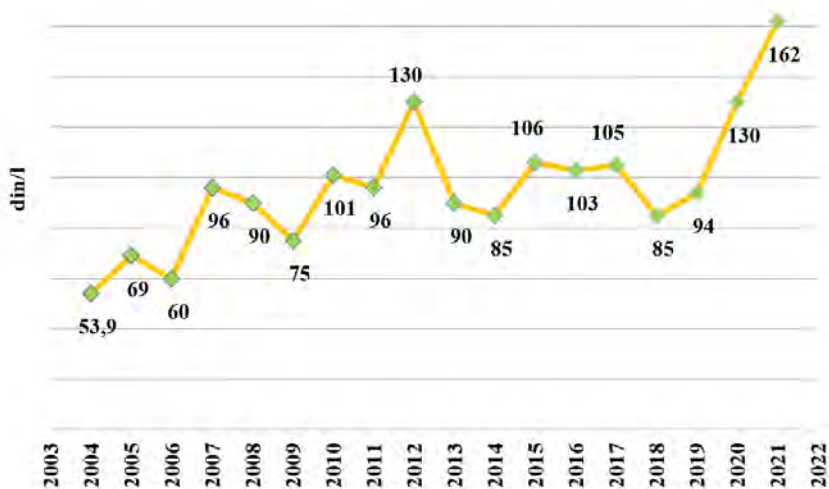
U isto vreme tržište ulja postaje uzburkano zbog turbulencija sa palminim uljem koje čini 40% proizvodnje svih biljnih ulja. Palminom ulju je pretilo da će potražnja iz Kine pasti, zbog Covid-19 blokade u zemlji. Ali u petak (22. aprila ove godine) nakon zatvaranja tržišta, došao je novi „potres” na tržištu, jer je indonežanski predsednik najavio da će zabraniti sav izvoz palminog ulja od 28. aprila ove godine. Malezijska vlada je zadržala izvoznu carinu za sirovo palmينو ulje od 8%, podigla je referentnu cenu na 1.564,64 \$/toni. Zbog ovih mera već se prave računice i predviđaju posledice ovih mera na cene ostalih ulja. Još jedno povećanje cena poljoprivredno-prehrambenih proizvoda, i ne samo njih već i inputa (gasa, nafte, D2 goriva, đubriva, semena, zaštitnih sredstava, ostale hemije i dr.). U stvarnosti sve je poskupelo, svi proizvodi nevezano da li su u direktnom reprolancu ili ne.

Osnovna sirovina za proizvodnju biljnih ulja su naravno uljani usevi. Posmatrajući situaciju od nastanka pandemije Covid-19, zatim oružane operacije Rusije na Ukrajinu, sve to je imalo velikog uticaja na tržište i cene hrane uopšte. Kretanja cena na svetskom tržištu i tržištu u Srbiji su pokazala da kriza nije lokalna, već je odmah bila svetska.

Na slikama 8 i 9 grafički je prikazano kretanje cena suncokreta i suncokretovog ulja (din/kg) u Srbiji, u periodu 2003. do 2021. godine, odnosno 2004. do 2022. godine.



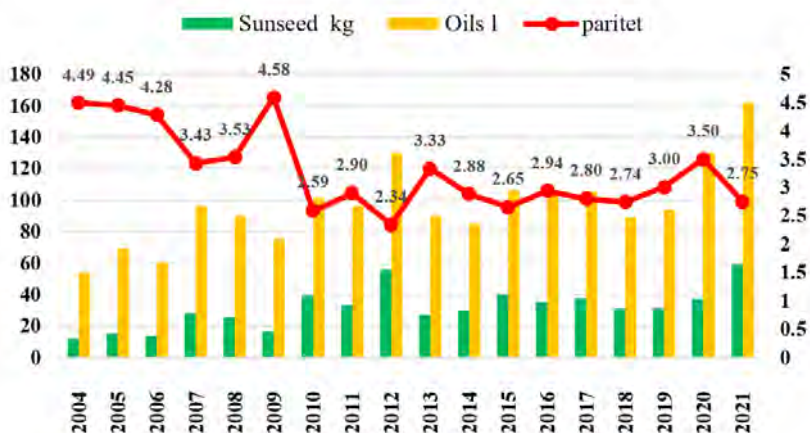
Slika 8. Kretanje cena suncokreta (din/kg) u Srbiji u periodu 2003-2021. godine
Figure 8. Trends in sunflower prices (din/kg) in Serbia, 2003-2021



Slika 9. Kretanje cena jestivog ulja (din/l) u Srbiji u periodu 2004-2022. godine
 Figure 9. Trends in edible oil prices (din/l) in Serbia, 2004-2022

Slična su kretanja na srpskom tržištu (slike 8 i 9). Otkupna cena suncokreta, u celom ovom periodu, je porasla 90%, dok je cena jestivog suncokretovog ulja porasla 70%, zahvaljujući Uredbi Vlade Srbije o ograničenju visine cena osnovnih životnih namirnica i vraćanje na dan od 15. novembra 2021. godine. Cena ulja je niža od one koja bi trebala da bude po osnovu cena osnovne sirovine i ostalih manipulativnih troškova (utovar, istovar, sušenje i dr.), bar u istoj srazmeri rasta cena inputa.

Paritetan odnos otkupnih cena suncokreta i cena ulja je trenutno najlošiji za fabrike ulja u poslednjih 10 godina (slika 10).



Slika 10. Paritet otkupnih cena suncokreta i cena ulja u Srbiji u periodu 2004-2021. godine
 Figure 10. Parity of purchase prices of sunflower seed and oil prices in Serbia, 2004-2021

Pandemije, sankcije i sukobi su istorijski događaji koji se dešavaju i danas. Pojedinačno i sveobuhvatno, odnosno, zajedno njihov uticaj je podjednako važan, kao i prethodno izneti faktori u pojedinim fazama, na tržišna kretanja. Uticaj društveno-političkih događaja na proizvodnju uljanih useva je u ovom radu ukratko prikazan, međutim osvrst na novi društveno-politički poredak koji tek sledi, ostaje kao obaveza za naredna Savetovanja.

ZAKLJUČAK

1) Osnovni uslovi za poljoprivrednu proizvodnju su ispunjeni i doprineli su da uljani usevi imaju uzlazni trend u proizvodnji u poslednjih 15 godina. Solidna proizvodnja uljanih useva, nije zahtevala da se bavimo kvalitetom zemljišta, klimatskim uslovima, agroekologijom i dr.;

2) Društveno-političke prilike i događaji, kao spoljni i unutrašnji faktori, su doveli do opšteg poremećaja i male ponude roba na tržištu. Pojava gripa Covid-19, naredne 2020. godine, koji prerasta u pandemiju, utiče na poremećaje tržišta, što dovodi do porasta cena uljanih useva, ulja i drugih proizvoda. Poremećaj tržišta zbog Covid-19 je I. faza rasta cena uljanih useva, ulja i hrane uopšte;

3) Ukrajina i Rusija su najveći proizvođači, a ujedno i snabdevači evropskih zemalja u osnovnim proizvodima hrane kao sto su pšenica, brašno, suncokret, ulje i proizvodi, i ostali proizvodi. Specijalna vojna operacija Rusije u Ukrajini dovela je do novog poremećaja tržišta i skoka cena, pre svega zbog još veće nestašice roba na tržištu (II. faza);

4) Uvođenje sankcija na sankcije Rusiji, na proizvode bez kojih se ne može: gas, nafta, mineralno đubrivo, dovelo je do skoka cena energenata, hrane uopšte, što je lančano prouzrokovalo da ama baš sve poskupi;

5) Prognoze i procene proizvodnje stanja snabdevenosti tržišta u našoj zemlji zavise od događaja u svetu. Srbija je agrarna zemlja, sa poljoprivrednom proizvodnjom iznad domaćih potreba u proizvodnji pšenice, kukuruza, suncokreta, soje, ulja i dr. Uticaj svetskog tržišta i cena na domaće će usmeriti poljoprivrednu proizvodnju u smeru onih proizvoda koji će dati veći profit.

LITERATURA

1. COCERAL - European association of trade in cereals, oilseeds, rice, pulses, olive oil, oils and fats, animal feed and agrosupply, <http://www.coceral.com/>, 2022.
2. Čurović, O. (2021). Proizvodnja i prerada industrijskog bilja 2019-2020. godine, Poslovna zajednica „Industrijsko bilje”, d.o.o., Novi Sad.
3. RZSS - Republički zavod za statistiku Srbije, <https://www.stat.gov.rs/>, 2022.
4. USDA - U. S. Department of Agriculture, <https://www.usda.gov/>, 2022.

20. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O SUNCOKRETU U NOVOM SADU, 2022.

*Vladimir Miklič, Dragana Miladinović, Siniša Jocić, Sreten Terzić, Sandra Cvejić,
Nada Hladni, Sonja Gvozdenac, Brankica Babec, Ana Marjanović Jeromela*

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

IZVOD

ISA (International Sunflower Association), je međunarodno udruženje sastavljeno od pojedinaca i pravnih lica zainteresovanih za promovisanje istraživanja i razvoj proizvodnje suncokreta. Cilj Udruženja je unapređenje međunarodne saradnje na agronomskom, oplemenjivačkom, tehničkom i nutritivnom nivou, te osiguravanje bliskih veza između istraživača i proizvođača. Svake 4 godine ISA organizuje međunarodne konferencije koje okupljaju veliki broj naučnika i stručnjaka iz celog sveta. Domaćin konferencije dolazi iz zemlje koja ima značajnu proizvodnju suncokreta i/ili visok nivo istraživanja na suncokretu. 2022. godine domaćin je bio Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada, u Novom Sadu 20-23.06., što je veliko priznanje srpskoj nauci. Rad konferencije je bio podeljen u 10 sekcija gde su prezentovana dostignuća iz sledećih oblasti: oplemenjivanje, proizvodnja i kvalitet semena i ulja, konzumni suncokret, genetički resursi, biotehnologija, biljna proizvodnja i modeliranje, otpornost na biotički i abiotički stres, volovod i ekonomija i tržište. Preko 400 učesnika sa preko 200 radova dalo je doprinos daljem razvoju svih aspekata proizvodnje suncokreta na globalnom nivou.

Ključne reči: suncokret, ISA, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, međunarodna konferencija

20TH INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE IN NOVI SAD, 2022

ABSTRACT

ISA (International Sunflower Association), is an international association composed of individuals and legal entities interested in promoting research and development of sunflower production. The goal of the Association is to promote international cooperation at the agronomic, breeding, technical and nutritional levels, and to ensure close links between researchers and producers. Every 4 years, ISA organizes international conferences that bring together a large number of scientists and experts

from around the world. The host of the conference comes from a country that has significant sunflower production and/or a high level of research on sunflower. In 2022, the host is the Institute of Field and Vegetable Crops from Novi Sad, in Novi Sad on June 20-23, which is a great recognition of Serbian science. The work is divided into 10 sections where achievements in the field are presented: breeding, production and quality of seeds and oils, confectionery sunflower, genetic resources, biotechnology, plant production and modeling, resistance to biotic and abiotic stress, broomrape and economy and market. Over 400 participants with over 200 papers contribute to the further development of all aspects of sunflower production on a global scale.

Key words: sunflower, ISA, Institute of Field and Vegetable Crops, international conference

ISA (INTERNATIONAL SUNFLOWER ASSOCIATION)

(<https://www.Isasunflower.Org/>)

ISA (International Sunflower Association) je međunarodno udruženje osnovano od pojedinaca i pravnih lica zainteresovanih za promovisanje istraživanja i razvoj proizvodnje suncokreta, slika 1.



Slika 1. Logo Međunarodne asocijacije za suncokret
Figure 1. Logo of ISA (International Sunflower Association)

Cilj udruženja je unapređenje međunarodne saradnje na agronomskom, oplemenjivačkom, tehničkom i nutritivnom nivou, te osiguravanje bliskih veza između istraživača i proizvođača.

Da bi ispunila svoje ciljeve, ISA:

- preuzima odgovornost za izbor datuma i lokacija za međunarodne konferencije o suncokretu svake četiri godine i igra aktivnu ulogu u njihovim organizacijama;
- doprinosi koordinaciji simpozijuma o suncokretu između dve konferencije;
- obezbeđuje da se različiti aspekti proučavaju na ovim skupovima: biologija, poboljšanje sorti, hemijska kontrola bolesti, itd...;
- učestvuje u izboru vodećih stručnjaka za suncokret za dodeljivanje Pustovojtove nagrade;
- zadužena je za publikacije vezane za suncokret (bilten, zbornik radova i izvoda sa simpozijuma, itd...).

Udruženje čine fizička i pravna lica specijalizovana za suncokret: a) sponzori, b) aktivni članovi, i c) počasni članovi. Sponzori su pravna lica (kompanije, firme, univerziteti itd.) koja plaćaju godišnju pretplatu, aktivni članovi su osobe koje se učlanjuju u udruženje (pojedinci, grupno članstvo) koji plaćaju godišnju članarinu, počasni članovi su zaslužni dugogodišnji članovi ISA koji ne plaćaju članarinu.

Udruženjem upravlja Bord direktora u kome su predstavnici najvažnijih država kada su u pitanju proizvodnja i istraživanja na suncokretu. Trenutno (2016-2022. godine) članovi Borda su:

- Dr Vladimir Miklič, Srbija (predsednik i predstavnik ISA sponzora)
- Etienne Pilorge, Francuska (sekretar, blagajnik)
- Guliermo Pozzi, Argentina
- Dr Valentina Encheva, Bugarska
- Dr Nicolas Langlade, Francuska
- Dr Laszlo Hargitay, Mađarska
- Dr Sujatha Mulpuri, Indija
- Dr Gian Paolo Vanozzi, Italija
- Dr Maria Duca, Moldavija
- Dr Maria Joita-Pacureanu, Rumunija
- Dr Yakov Demurin, Rusija
- Dr Stevan Maširević, Srbija
- Louis Schoonraad, Južna Afrika
- Dr Leonardo Velasco, Španija
- Dr Yalcin Kaya, Turska, bivši predsednik
- Dr Brent Hulke, SAD
- Prof. dr Jun Zhao, NR Kina
- Dr Katerina Makliak, Ukrajina

Nedavni događaji koji su se desili u organizaciji ISA:

- The Sunflower Genetic Resources for Breeding: „Germplasm Evaluation and Conservation Webinar”, Moldova, 21.06.2021. godine
https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/News/Flyer_Webinar.pdf
- Workshop on Climate Change – Sunflower Resistance to Drought, Bucharest, Romania, 19-20.08.2021. godine
<https://www.incda-fundulea.ro/drought/index.php>
- Webconference on Sunflower and Pollinators, Toulouse, France, 6-7.10.2021. godine
https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/News/ISA_Sunflower_Pollinators_1st_Web_Conference_Program.pdf

MEĐUNARODNE KONFERENCIJE O SUNCOKRETU

Međunarodne konferencije o suncokretu najveći su događaji ove vrste u svetu. Organizuju se svake 4. godine. Veliki broj stručnjaka, naučnika iz naučnih institucija, semenskih i hemijskih kuća iz celog sveta okuplja se kako bi razmenili znanje iz svih oblasti istraživanja i proizvodnje suncokreta.

Glavne teme konferencija su: oplemenjivanje, biotehnologija, proizvodnja semena, fiziologija biljaka, zaštita bilja, prerada suncokreta, tržište... Pod okriljem ISA, konferencije organizuje izabrani domaćin. To je najčešće naučna institucija iz zemlje u kojoj postoji značajna proizvodnja suncokreta, kao i visok nivo naučnih istraživanja na suncokretu. Pregled vremena i lokacija održavanja konferencija u periodu od 1964. godine do danas, dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Međunarodne konferencije o suncokretu - istorijat
Table 1. International Sunflower Conferences - history

Datum/ Date	Međunarodne konferencije o suncokretu/International Sunflower Conferences	Mesto/ Place	Država/ Country
17-18.06. 1964.	1 st International Sunflower Conference	Texas	USA
17-18.08. 1966.	2 nd International Sunflower Conference	Morden, Ma- nitoba	Canada
13-15.08. 1968.	3 rd International Sunflower Conference	Crookston, Minnesota	USA
23-25.06. 1970.	4 th International Sunflower Conference	Memphis, Tennessee	USA
25-29.06. 1972.	5 th International Sunflower Conference	Clermont- Ferrand	France
22-24.07. 1974.	6 th International Sunflower Conference	Bucharest	Romania
27.06- 03.07. 1976.	7 th International Sunflower Conference	Krasnodar	USSR
23-27.07. 1978.	8 th International Sunflower Conference	Minneapolis, Minnesota	USA
08-13.06. 1980.	9 th International Sunflower Conference	Torremolinos	Spain
14-18.03. 1982.	10 th International Sunflower Conference	Surfers Paradise	Australia
10-13.03. 1985	11 th International Sunflower Conference	Mar del Plata	Argentina
25-29.07. 1988.	12th International Sunflower Conference	Novi Sad	Yugosla- via
07-11.09. 1992.	13 th International Sunflower Conference	Pisa	Italy

12-20.06. 1996.	14 th International Sunflower Conference	Beijing/ Shenyang	PR China
12-15.06. 2000.	15 th International Sunflower Conference	Toulouse	France
29.08- 02.09. 2004.	16 th International Sunflower Conference	Fargo, Dakota	USA
08-12.06. 2008.	17 th International Sunflower Conference	Cordoba	Spain
27.02- 01.03. 2012.	18 th International Sunflower Conference	Mar del Plata & Balcarce	Argentina
29.05- 03.06. 2016.	19 th International Sunflower Conference	Edirne	Turkey
20-23.06. 2022.	20th International Sunflower Conference	Novi Sad	Serbia

**20. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O SUNCOKRETU,
NOVI SAD, SRBIJA, 20.-23.06.2022. GODINE**
<https://isc2020.com/>

Jubilarna 20. Međunarodna konferencija o suncokretu održana je 2022. godine u Novom Sadu, nakon dve godine odlaganja usled pandemije Covid-19, slika 2.



Slika 2. Logo 20. Međunarodne konferencije o suncokretu
Figure 2. Logo of 20th International Sunflower Conference

Domaćin konferencije bio je Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Ovo je prvi put da je jedna institucija dobila čast i obavezu da po drugi put bude domaćin konferencije, s obzirom da je 12. Međunarodna konferencija o suncokretu održana 1988. godine, takođe u Novom Sadu, u tadašnjoj Jugoslaviji, i takođe u organizaciji Instituta. To mnogo govori o značaju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada u svetskim razmerama, kada su u pitanju istraživanja na suncokretu.

Naučni radnici Instituta su još sedamdesetih godina, među prvima u svetu stvorili hibride suncokreta i uveli ih u proizvodnju umesto sorti, prvi su pronašli izvor otpornosti na bolest Phomopsis i stvorili otporne hibride, prvi u Evropi su stvorili Clearfield® hibrid suncokreta i uvek bili lideri u uvođenju novih tehnologija (ExpressSun®/SUMO®, Clearfield® Plus...). U Institutu je stvoreno preko 700 hibrida suncokreta koji se uspešno gaje u preko 30 zemalja sveta. Za svoj doprinos u istraživanjima na suncokretu nagradom Pustovojta nagrađeni su i Prof. dr Tihomir Vrebalov, akademik Dragan Škorić, Prof. dr Stevan Maširević, kao i dr Luka Ćuk, ponikao u Institutu.

Program konferencije je osmišljen kroz rad po sekcijama:

- Sekcija 1: Oplemenjivanje – Novi/stari ciljevi i izazovi oplemenjivanja
- Sekcija 2: Proizvodnja i kvalitet semena, ulja i sačme – zahtevi tržišta
- Sekcija 3: Konzumni suncokret – kultura u razvoju
- Sekcija 4: Genetski resursi – ulaganje za budućnost
- Sekcija 5: Biotehnologija i omiksi – stari problemi, novi alati
- Sekcija 6: Proizvodnja useva i modeliranje – stabilnost prinosa u promjenjivom okruženju
- Sekcija 7: Otpornost na biotički stres – nove i očekivane štetočine i bolesti
- Sekcija 8: Otpornost na abiotički stres – izazovi promene okruženja
- Sekcija 9: Volvod – stalni izazov
- Sekcija 10: Ekonomija i tržište – trendovi i perspektive
- Sekcija 11: Buduće perspektive – novi i tekući projekti

Kao plenarni predavači na konferenciji pozvani su vrhunski svetski naučnici iz raznih oblasti aktuelnih istraživanja na suncokretu:

- Dr. Felicity Vear, France
- Dr. Yakov Demurin, VNIIMK, Russia
- Dr. Chao-Chien Jan, China
- Dr. Sreten Terzić, IFVCNS, Serbia
- Dr. Brent Hulk, USDA ARS, USA
- Dr. Philippe Debaeke, INRA, France
- Dr. Leire Molinero Ruiz, CSIC, Spain
- Dr. Nicolas Langlade, INRA, France
- Dr. Stéphane Muñoz, INRA, France
- Etienne Pilorgé, Terres Inovia, France
- Dr Nicky Creux, FABI, South Africa

Tokom konferencije koja se odvijala u Master centru Novosadskog sajma, održana je i Generalna skupština ISA na kojoj su usvojene važne odluke vezane za funkcionisanje ove asocijacije i izabran novi sastav Borda ISA. Besprekornoj organizaciji cele konferencije značajno je doprinela ovlašćena novosadska agencija PanaComp, inače posebno specijalizovana za kongresni turizam i slične događaje (<https://www.panacomp.net/pocetna/>).

Posednjeg dana konferencije održan je tradicionalni Dan polja na Odeljenju za suncokret na Rimskim šančevima. Pored tradicionalne svetske kolekcije hibrida

suncokreta gde su se predstavile semenske kuće i naučne institucije iz celog sveta, prikazana je i najveća evropska kolekcija divljih vrsta suncokreta koju poseduje Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada i koja je jedan od temelja uspešnog oplemenjivačkog programa. Sponzori konferencije (Syngenta, Corteva, Limagrain, Sanrui, KWS, Feed and Seed Technologies DOO, Lidea, Wintersteiger, Timac agro, Kitte i dr.), prikazali su svoja dostignuća u službi proizvodnje suncokreta.

Konferenciju su podržali i časopisi Ratarstvo i povrtarstvo, OCL (Oilseeds and fats, Crops and Lipids), Agronomy, Plants i Helia. Veliku podršku dali su i Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Autonomne Pokrajine Vojvodine i Kongresni biro Srbije.

20. Međunardona konferencija o suncokretu je jedan od najvećih naučnih događaja organizovan poslednjih godina u Srbiji. Preko 200 prezentovanih naučnih radova, kao i direktni kontakti mnogobrojnih naučnika i stručnjaka iz celog sveta doprineće daljem razvoju svih aspekata proizvodnje suncokreta na globalnom nivou.

Zahvalnica

Ovaj rad je nastao kao rezultat projekta TR-31025: Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologije proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Dokumentacija Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, <https://nsseme.com/>
2. Dokumentacija Međunarodne asocijacije za suncokret ISA (International Sunflower Association), <https://www.isasunflower.org/>
3. Dokumentacija Međunarodne konferencije o suncokretu (International Sunflower Conference), <https://isc2020.com/>
4. <https://www.panacomp.net/pocetna/>

UTICAJ KLIMATSKIH FAKTORA NA PRINOS ULJA NS HIBRIDA SUNCOKRETA

*Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Milan Jocković, Nemanja Ćuk, Nedjeljko Klisurić,
Ilija Radeka, Simona Jaćimović, Nada Grahovac, Vladimir Miklič*

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

IZVOD

Klimatske promene utiču negativno na proizvodnju suncokreta. Jedna od mera ublažavanja uticaja ekstremnih klimatskih pojava je oplemenjivanje na poboljšanu adaptabilnost suncokreta na različite uslove gajenja. Cilj rada bio je da se ispita uticaj različitih godina i lokaliteta na prinos ulja kod 12 standardnih, uljanih hibrida suncokreta. Eksperimentalni ogledi su postavljeni tokom četiri vegetacione sezone (2018, 2019, 2020 i 2021) u 52 klimatske sredine (u dve godine na 15 lokaliteta, jednom na 14 i jednom na 8). Hibrid NS Ronin (G7) se izdvojio sa najvećom stabilnošću praćenom visokim prinosom ulja i smatra se adaptabilnim na razlike u uslovima sredine. Stabilni hibridi, sa visokim prinosom ulja bili su i hibridi NS Kiril (G9), NS Providens (G11) i NS Zmaj (G12). Ostvareni rezultati prinosa ulja pomenutih hibrida i njihova adaptabilnost u različitim sredinama opravdavaju poverenje koje su im ukazali proizvođači suncokreta i u Srbiji i u inostranstvu.

Ključne reči: suncokret, hibridi, ulje, spoljašnja sredina, klima

IMPACT OF CLIMATE FACTORS ON OIL YIELD OF NS SUNFLOWER HYBRIDS

ABSTRACT

Climate change negatively affects sunflower production. One of the measures to mitigate the effects of extreme weather events is breeding to improve the adaptability of sunflower to different growing conditions. This study aimed to examine the influence of different years and locations on oil yield in 12 standard, oil sunflower hybrids. Experimental trials were set up during four vegetation seasons (2018, 2019, 2020 and 2021) in 52 environments (in two years at 15 locations, once at 14 and once at 8). Sunflower hybrid NS Ronin (G7) was distinct as the most stable, followed by high oil yield and considered adaptable to environmental conditions differences. Stable hybrids with high oil yield were also hybrids NS Kiril (G9), NS Providence

(G11) and NS Zmaj (G12). The achieved results of oil yield of the mentioned hybrids and their adaptability in different environments justify the trust placed in them by sunflower producers in Serbia and abroad.

Key words: sunflower, hybrids, oil, environment, climate

UVOD

Klimatske promene su posledica složenih abiotičkih i biotičkih procesa i ogledaju se kroz statistički značajne promene klimatskih parametara, dok u užem smislu predstavljaju promene koje se direktno ili indirektno pripisuju ljudskim aktivnostima koje menjaju sastav atmosfere i koje se razlikuju od klimatskih varijabilnosti koje se beleže tokom dužeg vremenskog perioda (Popović i sar. 2014). Promena klime dovodi do ekstremnih klimatskih događaja, kao što su suše, poplave, toplotni talasi, uragani koji utiču negativno na poljoprivrednu proizvodnju (IPCC, 2014). Među posledicama klimatskih promena, suša predstavlja jednu od najznačajnijih pretnji gajenim biljkama menjajući njihove biohemijske, biološke i morfogenetske procese, što dovodi do promena u razvoju, rastu i produktivnosti biljaka (Fukayama i sar. 2011). S obzirom da se klimatske promene ne mogu zaustaviti, neophodno identifikovati promene u biljci koje omogućavaju njihovo prilagođavanje na ekstremne klimatske uslove i primeniti ih u procesu oplemenjivanja. Stvaranje novih sorti tolerantnih na sušu i generalno stres je prioritet i u konvencionalnom i za modernom (biotehnološkom) oplemenjivanju biljaka.

Gruissem i sar. (2012) sugerišu na važnost proučavanja biljaka koje su adaptabilnije, odnosno imaju veći kapacitet prilagođavanja u odnosu na modifikacije izazvane klimatskim promenama. Među takvim biljkama je suncokret, četvrta po važnosti uljana biljna vrsta u svetu, koji pokazuje tolerantnost na uslove vodnog stresa s obzirom na dobro razvijen korenov sistem (Miladinović i sar. 2019). Iako je suncokret umereno tolerantan na sušu, dugo izlaganje sušnim uslovima značajno smanjuje prinos semena i ulja suncokreta i utiče i na kvalitet ulja na globalnom nivou (Hussain i sar. 2018). Pored toga, efekti stresa od suše koji utiču na produktivnost suncokreta nisu isti u svim fazama rasta i razvoja. Izloženost suši u nekim specifičnim fenofazama kao što su klijanje, cvetanje i nalivanje semena su najkritičniji i mogu da uzrokuju smanjenje prinosa suncokreta do 50% (Keipp i sar. 2020). Nedostatak vode u fazama rasta i razvoja može uticati i na sadržaj ulja i proteina u semenu. Vodni stres smanjuje sadržaj ulja u suncokretu (Nel i sar. 2002) dok se sadržaj proteina u fazi zrelosti povećava (Ebrahimi i sar. 2009). Prema tome, suncokret se u budućim sistemima gajenja može koristiti kao uljano-proteinska biljna vrsta, umereno tolerantna na sušu, ekološki prihvatljiva i prilagođena proizvodnji sa niskim unosom pesticida i đubriva (Debeake i sar. 2017).

Klimatske promene imaju značajne socio-ekonomske posledice za poljoprivredu Republike Srbije (Popović i sar. 2014). Konkretni pokazatelji ovih promena u Srbiji predstavljaju sušne godine, a koje su sve učestalije. Ekstremno sušne godine prati visoka temperatura letnjih meseci u periodu jun, jul i avgust (preko 35°C), niska

relativna vlažnost vazduha (manja od 35%), nedostatak i loš godišnji raspored padavina. Poznavanje uticaja faktora sredine na rast i razvoj useva moglo bi da smanji mogućnosti značajnog gubitka prinosa i unapredi selekciju specifičnih sorti (Marjanović-Jeromela i sar., 2011). S obzirom da je genotip fiksiran dok okruženje pokazuje varijaciju kroz godine i lokalitete, pronalaženje najproduktivnijeg hibrida za specifične uslove životne sredine moguće je testiranjem u različitim godinama. Cilj ovog rada je da se ispita uticaj različitih godina i lokaliteta na prinos ulja kod 12 standardnih uljanih hibrida suncokreta.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je ispitano 12 hibrida suncokreta standardnog uljanog tipa koji su stvoreni u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu (G1-G12). Eksperimentalni ogledi su postavljeni na više lokaliteta, označenih kao sredine (E) tokom četiri vegetacione sezone (2018, 2019, 2020 i 2021). Prve i druge godine ogledi su postavljeni na 15 lokaliteta (E1-E15), treće na 14 (E1-E14), dok su u 2021. godine postavljeni na 8 (E1-E8), što je ukupno činilo 52 sredine. Osnovni klimatske podaci za četiri vegetacione sezone u Vojvodini (gde se svi ispitivani lokaliteti nalaze) prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Klimatski podaci za četiri vegetacione sezone u Vojvodini (izvor: RHMZ)

Table 1. Climate data for four vegetation seasons in Vojvodina (source: RHMZ)

Godina Year	Odstupanje od Tsr dugogodišnje Deviation from Tavr perennial (°C)	Br. dana sa Tmax No. days with Tmax >20°C	Br. dana sa Tmax No. days with Tmax >30°C	Br. dana sa Tmax No. days with Tmax >35°C	Br. kišnih dana No. Rainy days	Ostvarene vegetacijske padavine u mm Realized vegetation precipitation in mm	Ostvarene vegetacijske padavine u % Realized vegetation precipitation in %
2018	+2,2	173	42	0	54	382	106
2019	+1,2	131	36	1	54	424	118
2020	+0,8	152	37	1	44	332	91
2021	+0,6	141	50	13	44	296	81

Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja, a veličina osnovne parcele bila je 28 m². U cilju isključivanja uticaja rubnog efekta za analize su se koristile biljke iz dva srednja reda. Veličina neto parcele iznosila je 13,3 m² (0,7 × 0,25 × 76 m). Prinos semena dobijen je merenjem mase semena od glava biljka

iz srednja dva reda osnovne parcelice, korigovan na 11% vlage i preračunat u t ha⁻¹. Sadržaj ulja utvrđen je analizom uzoraka semena sa svake parcelice korišćenjem NMR aparata. Prinos ulja izračunat je množenjem prinosa semena i relativne vrednosti sadržaja ulja i izražen je u t ha⁻¹.

Za statističku obradu korišćena je metoda glavnog aditivnog efekata i multiplikativna interakcija (AMMI) koja kombinuje tradicionalnu ANOVA i analizu glavnih komponenti (PCA) u jednu analizu predloženu od strane Zobel-a i sar. (1988). Interakcija genotip i spoljašnja sredina (GE) je procenjena korišćenjem kombinacija godine i lokaliteta kao sredine (E) za svaki pojedinačan genotip (G). AMMI biplot predstavlja vizuelizaciju rezultata GE interakcija koje se postavljaju na ordinatu (IPC1) i srednje vrednosti genotipa i sredina koji se stavljaju na apscisu. Biplot oslikava glavne efekte svakog genotipa i sredine, kao i stabilnost genotipova i prilagođenost sredini. Za utvrđivanje značajnosti izvora varijacije korišćen je F-test. Statistička obrada i vizuelizacija podataka urađenja je korišćenjem programa GenStat, izdanje 12.

REZULTATI I DISKUSIJA

Klimatske prilike u Vojvodini u toku četiri vegetacione sezone ukazuju na uočljive godišnje varijacije temperatura vazduha i količine padavina (tabela 1). Kao najekstremnija godina izdvaja se 2021. u kojoj je bilo čak 13 dana sa temperaturama preko 35°C i niskom količinom padavina u toku vegeacione sezone (296 mm). U sušnije godine se svrstava i 2018. u kojoj je bilo 42 dana sa temperaturama preko 30°C i visokim odstupanjem srednje temperature vazduha od dugogodišnje prosečene temperature. Umereno tople godine bile su 2019 i 2020. u kojima je takođe bio veliki broj dana preko 30°C. Vegetaciona sezona 2019. godine odlikovala se većom količinom padavina u svim lokalitetima, što je uticalo na nešto veći pritisak bolesti, ali nije rezultiralo manjim prinosima ulja. Kao što je ranije istaknuto, suncokret je jedna od najvažnijih uljanih biljnih vrsta koja se može gajiti u različitim klimatskim uslovima, posebno umereno sušnim.

U biljnoj proizvodnji, stabilnost prinosa semena i ulja suncokreta se smatra najvažnijom socioekonomskom kategorijom, posebno u ekstremnim klimatskim uslovima sredine (Jocković et al. 2019). Zbog toga je od suštinske važnosti da se oplemenjivanjem obezbede stabilni hibridi sa dobrim prinosima semena i ulja u različitim agroekološkim uslovima sredine (Moghaddam i Pourdad, 2011), što se postiže njihovim ispitivanjem u više lokaliteta i godina. U radu je ispitivano 12 hibrida suncokreta u četiri godine u čak 52 sredine (u dve godine 15 lokaliteta, jednom 14 i jednom 8). AMMI analiza varijanse dala je jasan uvid u razlike između hibrida i sredina i podelila GE interakciju na dve glavne komponente koje su zajedno činile IPC1 i IPC2. Ukupnu prosečnu vrednost prinosa ulja testiranih hibrida suncokreta u četiri godine ispitivanja varirala je od 1,584 t ha⁻¹ za hibrid NS Fantazija (G5) do 1,994 t ha⁻¹ zabeleženo za hibrid NS Zmaj (G12) (tabela 2). Po visokom prinosu ulja izdvajaju se još i hibridi NS Ronin (G7), NS Kiril (G9) i NS Providens (G11), koji

su su u svim godinama ostvarili prinose ulja iznad proseka. Pokazatelji su i njihove IPCA1 vrednosti (koje se odnose na glavne elemente- genotip i sredinu), koje su bile pozitivne što ukazuje da su hibridi bili sposobni da iskoriste uslove sredine kako bi ostvarili više prinose ulja.

Tabela 2. Srednje vrednosti prinosa ulja ispitivanih hibrida suncokreta i IPCA vrednosti
Table 2. Mean oil yield values of tested sunflower hybrids and scores

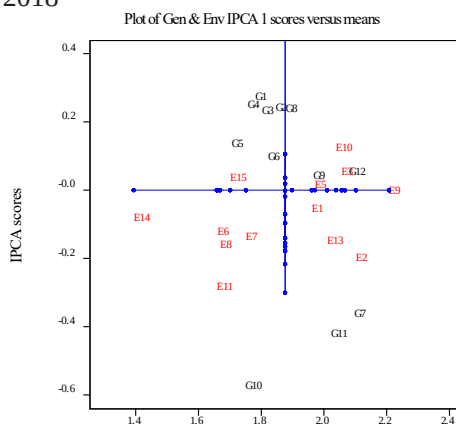
Hibridi Hybrids	Srednje vrednosti prinosa ulja Mean oil yield values (t ha ⁻¹)	IPCAg [1]	IPCAg [2]
G1 Duško	1,667	0,21884	0,58091
G2 NS Oskar	1,799	-0,97706	-0,18247
G3 NS Konstantin	1,780	-0,46782	-0,07699
G4 NS Romeo	1,727	-0,03982	0,26304
G5 NS Fantazija	1,587	-0,01797	0,61657
G6 NS Leonardo	1,757	-0,27860	0,12693
G7 NS Ronin	1,989	0,10789	-0,46893
G8 NS Kruna	1,797	0,12578	0,04142
G9 NS Kiril	1,953	0,37161	-0,04074
G10 NS Veles	1,657	0,34583	-0,22662
G11 NS Providens	1,942	0,46611	-0,16733
G12 NS Zmaj	1,997	0,14521	-0,46578

Analiza AMMI biplota ukazuje da hibridi i sredine pozicionirane oko apscise imaju nizak efekat interakcije, odnosno pokazuju dobru adaptabilnost. Ordinata predstavlja srednju vrednost hibrida i sredina, a levi i desni položaj u odnosu na ordinatu pokazuje niže, odnosno više vrednosti. Analizom ispitivanih sredina u četiri godine, utvrđeno je da nijedna sredina nije bila konstantno stabilna (slika 1). U 2018. godini (E9) pokazao najveću stabilnost za proizvodnju jer najniže vrednosti IPC1. U 2019 i 2020. godini sredina (E5) je pokazala najniže vrednosti interakcije i definisana je kao najstabilnija za prinos ulja. U 2021. godini (E3) sredina se pokazala najstabilnijom u pogledu prinosa ulja.

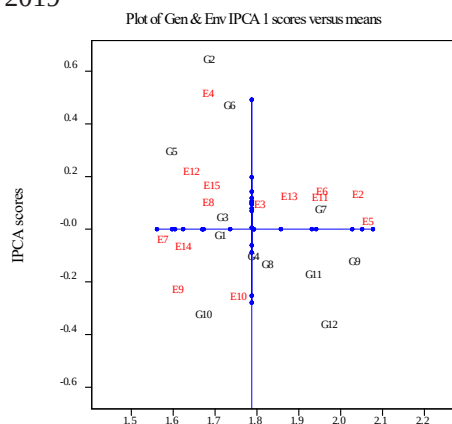
Prinosi ulja ispitivanih hibrida razlikovali su se u pogledu stabilnosti kroz četiri godine. U 2018. najstabilniji hibrid je NS Kiril (G9) sa prosekom iznad srednje vrednosti ogleda, dok je hibrid NS Zmaj (G12) imao i dobru stabilnost i visok prinos ulja. U 2019 i 2020. godini najmanju vrednost interakcije imao je hibrid Duško (G1) ali sa prinosom ispod proseka ogleda. U 2021. godini najmanju vrednost interakcije imao je hibrid NS Fantazija (G5) ali i ujedno najmanji prinos u toj godini. Hibrid suncokreta NS Ronin (G7) se izdvaja sa najnižom vrednošću interakcije i visokim prinosom ulja i smatra se stabilnim u svim ispitivanim godinama. Stabilni hibridi u svim godinama ispitivanja, sa visokim prinosom ulja, bili su i NS Kiril (G9) i NS Zmaj (G12). Imajući u vidu da klimatske faktore koji zavise od godine i dovode

do neočekivanih varijacija, upravo fokus treba da bude na hibridima sa visokim genetskim potencijalom za prinosa semena i ulja, široke adaptabilnosti i stabilnosti da bi se obezbedila sigurna i profitabilna proizvodnja suncokreta (Jocković i sar. 2019).

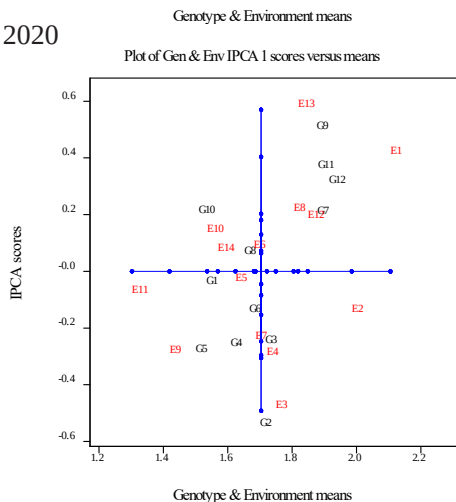
2018



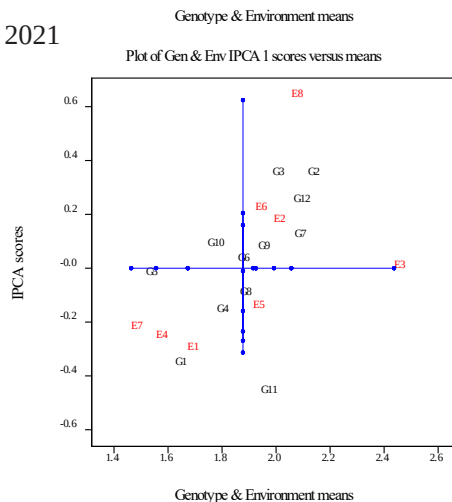
2019



2020



2021



Slika 1. AMMI biplot za interakciju genotipa (hibrida) i sredine (GEI) zasnovan na IPC1 vrednostima
Figure 1. AMMI biplot for GEI based on IPC1 scores

ZAKLJUČAK

AMMI analiza se pokazala pouzdana za dobijanje informacija o adaptabilnosti i stabilnosti hibrida ispitanih u različitim klimatskim sredinama i godinama.

Generalno se smatra da „idealni” genotip ima visok i stabilan prinos semena u različitim sredinama, ali je poželjna i specifična adaptacija na određene sredine (tj. visoke pozitivne vrednosti interakcije) kao i sposobnost genotipa da u potpunosti iskoristi povoljne uslove sredine. Hibridi sa najvišim prinosom ulja NS Ronin (G7), NS Kiril (G9), NS Providens (G11) i NS Zmaj (G12) pokazali su dobru opštu adaptivnost prema svim ispitivanim sredinama. Hibrid Ronin (G7) se izdvojio od ostalih hibrida sa najvećom stabilnošću praćenom visokim prinosom ulja i smatra se otpornijim na razlike u uslovima životne sredine. Analizirajući reprezentativnost i sposobnost razlikovanja testiranih sredina, nijedan lokalitet se nije izdvojio kao najidealniji.

Zahvalnica

Rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor broj 451-03-68/2022-14/200032 i Fond za nauku Republike Srbije, Program IDEJE, br. 7732457 (Projekat: SmartSun). Istraživanja u radu su sprovedena i uz podršku međunarodnih projekata: COST akcija CA18111 i CA16212 i IAEA projekat RER5024.

LITERATURA

1. Debaeke P, Casadebaig P, Flenet F, Langlade N (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. OCL, 24(1), p. D102.
2. Ebrahimi A, Maury P, Berger M, Calmon A, Grieu P, Sarrafi A. (2009). QTL mapping of protein content and seed characteristics under water-stress conditions in sunflower. Genome, 52(5), 419-430.
3. Fukayama H, Sugino M, Fukuda T, Masumoto C, Taniguchi Y, Okada M, Sameshima R, Hatanaka T, Misoo S, Hasegawa T, Miyao M. (2011). Gene expression profiling of rice grown in free air CO₂ enrichment (FACE) and elevated soil temperature. Field Crops Research. 121(1): 195-9.
4. Gruissem W, Lee CH, Oliver M, Pogson B. (2012). The global plant council: Increasing the impact of plant research to meet global challenges. Journal of Plant Biology, 55(5), 343-348.
5. Hussain M, Farooq S, Hasan W, Ul-Allah S, Tanveer M, Farooq M, Nawaz A (2018). Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. Agricultural Water Management 201, 152-166.
6. IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the Fifth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Field CB, VR Barros DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Billir, M Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Geniova, B Girma, ES Kissel, AN Levy, S MacCracken, PR Mastrandrea, LL White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1132.

7. Keipp K, Hütsch BW, Ehlers K, Schubert S. (2020). Drought stress in sunflower causes inhibition of seed filling due to reduced cell-extension growth. *J Agro Crop Sci.* 00: 1-12.
8. Marjanović-Jeromela A, Nagl N, Gvozdanović-Varga J, Hristov N, Kondić-Špika A, Vasić M, Marinković M. (2011). Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using AMMI model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46 (2): 174-181.
9. Miladinović D, Hladni N, Radanović A, Jocić S, Cvejić S. (2019). Sunflower and climate change: Possibilities of adaptation through breeding and genomic selection. In *Genomic designing of climate-smart oilseed crops*. Kole C (ed). Springer International Publishing. pp.173-238.
10. Moghaddam MJ, Pourdad SS. (2011). Genotype x 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.
11. Nel AA, Loubser HL, Hammes PS. (2002). Development and validation of relationships between sunflower seed quality and easily measurable seed characteristics for grading purposes. *South African Journal of Plant and Soil*, 19(4), 201-205.
12. Popović A, Babić V, Kravić N, Sečanski M, Prodanović S. (2014). Mogući pravci oplemenjivanja i poljoprivredne mere u cilju prilagođavanja biljaka na klimatske promene u Srbiji. *Selekcija i semenarstvo*. 20(2): 59-72.
13. Zobel RW, Wright MJ, Gauch HG. (1988). Statistical analysis of yield trial. *Agron J.* 80: 388-393.

UTICAJ LOKALITETA NA SADRŽAJ I PRINOS ULJA U HIBRIDIMA SUNCOKRETA IZ MREŽE MIKRO OGLEDA

*Simona Jaćimović, Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Vladimir Miklič, Ilija Radeka,
Milan Jocković, Nedjeljko Klisurić, Biljana Kiprovski*

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

IZVOD

Cilj ovog istraživanja je identifikacija razlike u prosečnom prinosu i sadržaju ulja u semenu hibrida suncokreta, gajenih u okviru mreže mikro ogleda. Posmatrani hibridi su gajeni na različitim lokalitetima u Vojvodini, tokom četiri vegetacione sezone. Agroekološki uslovi na lokalitetu L2 su najpovoljniji za postizanje visokih prinosa ulja. Prosečan sadržaj ulja u semenu svih ispitivanih hibrida varirao je u intervalu od 39,61 do 48,94%. Dobijeni rezultati ukazuju da hibridi imaju stabilne prinose i vrednosti sadržaja ulja pri proizvodnji na različitim lokalitetima u Srbiji.

Ključne reči: suncokret, prinos ulja, sadržaj ulja, mikro ogled

INFLUENCE OF LOCATION ON OIL CONTENT AND YIELD IN SUNFLOWER HYBRIDS FROM THE MICRO EXPERIMENTAL NETWORK

ABSTRACT

The aim of this research is to identify the difference in the average yield and oil content of sunflower hybrids, grown within the network of micro-experiments. The observed hybrids were grown in different localities in Vojvodina, during four growing seasons. Agroecological conditions at the L2 locality is the most favorable for achieving high oil yields. The average seed oil content, in all tested hybrids, varied in the range from 39,61 to 48,94%. The obtained results indicate that hybrids show stable yields and oil content during production at different locations in Serbia.

Key words: sunflower, oil yield, oil content, micro experiment

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jednogodišnja uljarica, koja se prvenstveno uzgaja zbog proizvodnje jestivog ulja u umerenoj i subtropskoj klimi širom sveta (Debaeke i Izquierdo, 2021). Jedna je od četiri najvažnije uljarice u svetu, posle soje, uljane repice i palminog semena.

Potencijal hemijskog sastava ulja suncokreta je prepoznat za industrijsku primenu, pa se suncokret uglavnom uzgaja za proizvodnju ulja visokog kvaliteta. Zbog visokog sadržaja mono- i polinezasićenih masnih kiselina, kao i vitamina E, suncokretovo ulje je najčešće korišćena vrsta ulja u ishrani ljudi. U odnosu na druga biljna ulja, suncokretovo ulje ima nešto veći udeo nezasićenih masnih kiselina i bioaktivnih jedinjenja (Debaeke i Izquierdo, 2021), što ga čini pogodnim za upotrebu u ishrani. Oplemenjivanjem suncokreta neprestano se stvaraju različiti hibridi koji favorizuju određene karakteristike biljke, semena i ulja. Stabilnost prinosa i sadržaj ulja, u različitim uslovima životne sredine, jedne su od najvažnijih osobina za proizvođače suncokreta, pa je oplemenjivanje uglavnom usmereno na povećanje prinosa i sadržaja ulja u semenu (Jocković i sar., 2018), kao osnovnog zahteva za dalju preradu. Uspeh u gajenju i proizvodnji suncokreta ne zavisi samo od genetskog potencijala genotipa već i od uslova sredine (Denčić i sar., 2011). Različiti lokaliteti odlikuju se karakteristikama u pogledu tipa zemljišta, količine padavina i temperature, stvarajući tako specifične mikroklimatske uslove. Uslovi za proizvodnju hibrida suncokreta variraju u zavisnosti od godine, pa se u godinama sa povoljnim uslovima za gajenje postižu visoki prinosi semena (Miklić i sar., 2011), a temperature i padavine u toku vegetacionog perioda u velikoj meri utiču na prinos. Suncokret je sve više izložen negativnim uticajima klimatskih promena, posebno visokim temperaturama i sušnim periodima, što neretko uzrokuje značajne varijacije i smanjenje prinosa semena (Debaeke i sar., 2021). Pokazalo se da je interakcija genotipa i okruženja izazovno polje za istraživanje među oplemenjivačima, genetičarima i proizvodnim agronomima (Cvejić i sar., 2019).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja lokaliteta na prinos semena i sadržaj ulja u semenu hibrida suncokreta iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, gajenog u agroekološkim uslovima Vojvodine.

MATERIJAL I METODE RADA

Prinos semena i sadržaj ulja u semenu dvadeset različitih genotipova suncokreta (*Helianthus annuus* L.), iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, ispitivano je u toku četiri proizvodne godine (2018-2021), na sedam lokaliteta u mreži mikro ogleda: (L1) Rimski Šančevi, (L2) Vrbas, (L3) Kikinda, (L4) Novo Miloševo, (L5) Zrenjanin, (L6) Pančevo, (L7) Vršac. Na svim lokalitetima primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju suncokreta, a u fazi tehnološke zrelosti semena suncokreta izvršena je žetva.

Obračun prinosa semena izvršen je na sadržaj vlage u semenu od 11%. Prinos ulja preračunat je kao proizvod prinosa semena i sadržaja ulja i izražen u $t\ ha^{-1}$. Ukupan sadržaj ulja u semenu određen je pomoću nuklearne magnetne rezonance (Maran Ultra Resonance NMR instrument, Resonance Instruments Ltd., Witney, UK) prema proizvođačkoj specifikaciji instrumenta, a u skladu sa standardom ISO 10565, 2008. Seme suncokreta je prosušeno u sušnici na 50 °C, 24h, pre neposrednog merenja. Pri razvijanju kalibracionog modela korišćeno je 15 uzoraka suncokreta, različitih genotipova iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Iako je korišćen mali broj kalibracionih uzoraka, zadovoljena je statistička varijacija, a dobijena kalibraciona kriva pokriva raspon od 58 do 17 % ulja. Kao referentne vrednosti sadržaja vlage i ulja u semenu, korišćeni su rezultati analiza semena izvršeni klasičnim fizičko-hemijskim metodama. Sadržaj vlage određen je gravimetrijski, sušenjem na 103 °C, 3h (SRPS EN ISO 665:2008), a sadržaj ulja u semenu suncokreta određen je modifikovanom metodom po Soxhlet-u. Svaki hibrid je analiziran u četiri ponavljanja, a dobijene vrednosti sadržaja ulja u celom semenu suncokreta izražene su kao % u odnosu na vazdušno suhu materiju (sadržaj vlage oko 8%).

Svi rezultati statistički su obrađeni u u programu Microsoft Office Excel 2016.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prinos ulja je glavni pokazatelj produktivnosti (Škorić i sar., 2005) i zavisi od prinosa semena i sadržaja ulja. Pacheco i sar. (2005), izvestili su da na seme suncokreta u velikoj meri utiču faktori životne sredine, kako između različitih godina na jednom lokalitetu, tako i između različitih lokaliteta u jednoj godini. U pogledu životne sredine, hibridi suncokreta su ostvarili najbolje prosečne prinose ulja, za četiri vegetacione sezone, na lokalitetu L2, čak $2,04\ t\ ha^{-1}$, dok su najniži prosečni prinosi ulja bili na lokalitetu L7, $1,62\ t\ ha^{-1}$. Na lokalitetu L3 je postignut značajno veći prinos ulja ($2,41\ t\ ha^{-1}$), u 2021 godini, u odnosu na prosečnu vrednost prinosa ulja za dati lokalitet što može biti posledica vremenskih uslova tokom vegetacione sezone, odnosno značajno manje količine padavina u vegetacionom periodu. U četvorogodišnjem periodu (2018-2021), opšti prosek prinosa ulja dvadeset hibrida iznosio je $1,83\ t\ ha^{-1}$ (tabela 1).

Seme ispitivanih hibrida suncokreta imalo je ukupan prosečan sadržaj ulja u rasponu od 39,61% do 48,94% (tabela 2). Na sastav ulja u semenu utiču različiti faktori, kao što su genetska struktura, sadržaj makro- i mikronutrijenata zemljišta i primenjena agronomska praksa. Literarni podaci pokazuju da se prosečan sadržaj ulja u suncokretu kreće se u rasponu od 22 do 55% (Gonzalez-Martin i sar., 2013; Akkaya, 2018). Takođe, značajan uticaj na prosečan sadržaj ulja u semenu suncokreta imaju i uslovi mikro lokaliteta, pre svega temperatura vazduha i količina padavina. Visoke temperature mogu izazvati smanjenje sadržaja ulja, što za direktnu posledicu ima i smanjenje prinosa ulja.

Tabela 1. Prosečan prinos ulja (t ha^{-1}) hibrida suncokreta iz mreže mikro ogleda
Table 1. Average oil yield (t ha^{-1}) of sunflower hybrids from the micro-experimental network

Godina/ Lokalitet Year/ Location	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Prosek Average	CV
2018	1,93	2,08	1,70	1,66	2,15	2,06	1,67	1,89	11,21
2019	2,11	2,04	1,53	1,68	1,63	1,75	1,97	1,82	12,25
2020	2,17	2,02	1,71	1,86	1,40	1,60	1,35	1,73	17,87
2021	1,63	2,03	2,41	1,60	1,92	1,97	1,49	1,86	17,06
Prosek Average	1,96	2,04	1,84	1,70	1,77	1,84	1,62	1,83	
CV	12,40	1,22	21,21	6,56	18,70	11,39	16,64		

Tabela 2. Prosečan sadržaj ulja (%) hibrida suncokreta iz mreže mikro ogleda
Table 2. Average oil content (%) of sunflower hybrids from micro-experimental network

Godina/ Lokalitet Year/ Location	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Prosek Average	CV
2018	46,80	47,23	44,78	44,69	47,26	48,94	47,10	46,68	3,21
2019	46,81	44,79	39,61	45,46	39,87	44,36	45,85	43,82	6,60
2020	46,09	46,13	42,23	47,10	47,86	47,73	48,21	46,48	4,41
2021	42,68	46,28	47,03	45,31	45,73	46,24	45,00	45,32	3,85
Prosek Average	45,34	46,11	43,41	45,64	45,18	46,82	46,54	45,58	
CV	5,44	2,18	7,38	2,25	8,08	4,22	3,03		

Najviši prosečan sadržaj ulja ispitivanih hibrida detektovan na lokalitetu L6, a najniži na lokalitetu L3, u 2018 i 2019 godini respektivno. Prosečan sadržaj ulja svih lokaliteta, za četiri vegetacione sezone, iznosio je 45,58% (tabela 2). Do sličnih rezultata u mreži mikro ogleda došli si Balalić i sar. (2008), gde je prosečan sadržaj ulja za 20 ispitivanih hibrida u 2007. godini za region Vojvodine iznosio 45,45%.

Tabela 3. Količina padavina i temperatura u vegetacionim sezonama 2018-2021**Table 3.** Rainfalls and temperature for growing seasons 2018-2021

		Količina padavina (mm) Rainfall (mm)	Prosečne temperature/Average temperature						
Sezona Season			IV	V	VI	VII	VIII	IX	Prosek Average
L1	2018	336	16.3	20.2	22.3	23.4	26.1	19.9	21.4
	2019	447	13.7	15.1	23.6	24.3	26.1	19.8	20.4
	2020	338	12.8	16.3	21.3	24.1	25.1	20.9	20.1
	2021	287	9.2	15.9	24.3	27.0	24.1	19.3	20.0
L2	2018	360	15.9	20.1	22.2	23.5	26.0	19.9	21.2
	2019	468	13.8	14.8	23.6	24.0	26.0	19.8	20.3
	2020	329	12.7	16.2	21.4	24.1	25.1	20.8	20.0
	2021	304	9.0	15.8	24.4	27.0	24.1	19.4	20.0
L3	2018	353	16.1	20.0	22.0	23.1	25.8	19.6	21.1
	2019	424	13.5	15.5	23.7	23.9	26.2	19.7	20.4
	2020	322	12.5	16.0	21.3	23.7	25.0	20.8	19.9
	2021	239	9.0	15.6	24.0	27.1	24.2	19.1	19.9
L4	2018	343	16.6	20.4	22.3	23.2	25.9	19.8	21.4
	2019	430	13.5	15.5	23.8	24.2	26.2	18.6	20.3
	2020	339	12.9	16.4	21.2	24.0	25.1	21.0	20.1
	2021	277	9.3	16.1	24.1	27.0	24.1	19.2	20.0
L5	2018	343	16.6	20.4	22.3	23.2	25.9	19.8	21.4
	2019	424	13.5	15.5	23.8	24.2	26.2	19.9	20.5
	2020	339	12.9	16.4	21.2	24.0	25.1	21.0	20.1
	2021	277	9.3	16.1	24.1	27.0	24.1	19.2	20.0
L6	2018	377	16.3	20.2	22.3	23.1	25.7	19.9	21.3
	2019	419	13.1	15.2	23.4	24.1	26.1	20.1	20.3
	2020	422	12.7	16.3	20.8	23.8	24.6	20.9	19.8
	2021	329	9.0	16.1	23.6	26.8	24.1	19.3	19.8
L7	2018	495	16.1	19.8	22.0	22.3	25.1	19.6	20.8
	2019	458	12.6	15.0	23.2	23.9	26.2	20.3	20.2
	2020	527	12.1	16.0	20.2	22.9	24.2	20.7	19.4
	2021	336	8.6	15.7	23.3	26.7	24.3	19.0	19.6

Meteorološki podaci su prikupljeni pomoću paketa „epicrop” u statističkom softveru R (tabela 3). Na lokalitetu L3 je postignut značajno veći sadržaj ulja (47,03%) u 2021 godini, u odnosu na prosečnu vrednost prinosa ulja za dati lokalitet, što može biti posledica ukupne količine padavina (239 mm) koja je bila manja od prosečnih vrednosti padavina za severnu Srbiju za period vegetacije (328 mm). Sezonu 2019. je karakterisala veća količina padavina od proseka, što objašnjava niži sadržaja ulja.

ZAKLJUČAK

Veliki izazov za proizvođače suncokreta predstavljaju postizanje stabilnih i visokih prinosa semena i ulja, u širokom spektru uslova životne sredine. Rezultati ukazuju da se hibridi proizvedeni u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo mogu preporučiti za proizvodnju u različitim agroekološkim sredinama u Srbiji. Analiza hibrida u sedam agroekoloških sredina, za četiri vegetacione sezone, pokazala je da je uticaj lokaliteta značajan u ukupnoj varijaciji prinosa ulja.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja koje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200032.

LITERATURA

1. Akkaya, M.R. (2018). Prediction of fatty acid composition of sunflower seeds by near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Food Science and Technology* 55(6), 2318-2325.
2. Balalić, I., Miklič, V., Jocić, S., Marinkovic, R., Cvejić, S., Hladni, N., Miladinović, D. (2012). Evaluation of NS sunflower hybrids in small-plot trials via hybrid × location interaction. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(3), 270-281.
3. Balalić, I., Miklič, V., Jocić, S., Crnobarac, J. (2008). Interakcija hibrida i lokaliteta za sadržaj i prinos ulja suncokreta. *Uljarstvo* 39, 1-2.
4. Cvejić, S., Jocić, S., Mladenov, V., Banjac, B., Radeka, I. Jocković, M. Jeromela-Marjanović, A., Miladinović D., Miklič, V. (2019). Selection of sunflower hybrids based on stability across environments. *Genetika*, 51, 81-92.
5. Debaeke, P., Casadebaig, P., Langlad N.B. (2021). New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *Agronomy* 28, 29.
6. Debaeke, P., Izquierdo N. (2021). Sunflower. *Crop Physiology Case Histories for Major Crops*, 482-517.
7. Denčić, S., Mladenov, N., Kobiljski, B. (2011). Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production* 5(1), 71-82.
8. Gonzalez-Martin, I., Villascusa-Garcia, V., Lopez-González, F., Oiz-Jiménez, C., Lobos-Ortega, I.A., Gordillo, A.B., Hernández-Hierro, J.M. (2013). Control of quali-

- ty and silo storage of sunflower seeds using near infrared technology. *Grasas Aceites*. 64(1), 30-35.
9. Jocković, M., Jocić, S., Prodanović, S., Cvejić, S., Ćirić, M., Čanak, P., Marjanović Jeromela, A. (2018). Evaluation of combining ability and genetic components in sunflower. *Genetika*, 50 (1), 187-198.
 10. Miklič, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić S., Hladni, N., Miladinović, D. (2011). Produktivnost NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima u Srbiji u 2010. godini. *Ratar. Povrt.*, 48, 57-66.
 11. Pacheco, R.M., Duarte, J.B., Vencovsky, R., Pinheiro, J.B., Oliviera, A.B. (2005). Use of supplementary genotypes in AMMI analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 110(5), 812-818.
 12. SRPS EN ISO 665:2008. Srpski standard. Seme uljarica - Određivanje sadržaja vlage i isparljivih materija, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
 13. Škorić, D., Joksimović, J., Jocić, S., Jovanović, D., Marinković, R., Hladni, N., Gvozdenović, S. (2005). Ocena vrednosti produktivnih svojstava NS-hibrida suncokreta. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 41, 21-33.

DOBIJANJE ULJA SEMENA SUNCOKRETA NOVIH KONZUMNIH HIBRIDA POSTUPKOM „HLADNOG” PRESOVANJA - ISPITIVANJE ISKORIŠĆENJA I KAPACITETA

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

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

Proizvodnja ulja postupkom hladnog presovanja pomoću pužnih presa je jedan od najstarijih načina izdvajanja ulja pri čemu je uticaj načina izdvajanja na kvalitet dobijenog ulja minimalan. Za dobijanje ulja uglavnom se koriste hibridi suncokreta sa većim sadržajem ulja u semenu (preko 40%), poznati kao uljani hibridi, međutim na tržištu postaju sve zastupljeniji i konzumni hibridi suncokreta koji imaju manji sadržaj ulja (oko 30%), a veći sadržaj proteina. Ovi hibridi uglavnom se koriste za direktnu konzumaciju, kao i u proizvodnji pekarskih i konditorskih proizvoda, međutim sadržaj ulja u ovim hibridima je čak veći u poređenju sa drugim uljaricama (npr. soji koja sadrži oko 20% ulja u semenu). U ovom radu ispitana je mogućnost primene konzumnih hibrida suncokreta u svrhu dobijanja hladno presovanog ulja. Semena tri najnovija konzumna hibrida suncokreta, kao i seme jednog uljanog hibrida presovana su pri istim uslovima i ispitano je iskorišćenje i kapacitet presovanja. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da potencijal za proizvodnju hladno presovanih ulja od semena konzumnih hibrida postoji, međutim potrebno je izvršiti optimizaciju procesa.

Ključne reči: suncokret, hibridi, presovanje, iskorišćenje, kapacitet

PRODUCTION OF COLD PRESSED OIL FROM THE NEW CONFECTIONARY SUNFLOWER HYBRIDS - YIELD AND CAPACITY INVESTIGATION

ABSTRACT

Oil production by cold pressing on a screw press is one of the oldest methods of oil separation, where the impact of the production method on the oil quality is

minimal. Sunflower hybrids with a higher seed oil content (over 40%), known as oily hybrids, are mainly used for oil production, however, sunflower hybrids with a lower oil content (about 30%) and higher protein content are becoming more common on the market. These (confectionary) hybrids are mainly used for direct consumption and the confectionery industry, however the oil content in these hybrids is even higher compared to other oilseeds (e.g. soybeans containing about 20% seed oil). In this paper, the possibility of using confectionary sunflower hybrids for cold-pressed oil production was investigated. The seeds of the three newest confectionary sunflower hybrids, as well as one oily hybrid were pressed under the same conditions and the yields and pressing capacity were tested. Based on the obtained results, it was concluded that the potential for the cold-pressed oil production from the confectionary hybrid seeds exists, however, it is necessary to optimize the process.

Key words: sunflower, hybrids, pressing, yield, capacity

UVOD

„Mehanička ekstrakcija” - presovanje 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 pod pritiskom podrazumeva upotrebu hidrauličnih ili pužnih presa koje pokreće motor (Bhuiya i sar., 2015; Guédé i sar., 2017). Prednosti pužnih u odnosu na hidraulične prese su njihovi neznatno poboljšani prinosi i sposobnost kontinualnog prilagođavanja obrade. Prinos ulja zavisi od predtretmana semena (ljuštenja, sušenja i enzimske obrade) i parametara procesa koji se primenjuju prilikom proizvodnje presovanih ulja (Çakaloğlu i sar., 2018). Mehanička ekstrakcija ulja zahteva niže početne troškove ulaganja, ali i obučeno osoblje za upravljanje ovakvim uređajima. Uređaji za hladno presovanje imaju jednostavnu radnu šemu u kojoj se seme uljarice dovodi na jedan ulaz, a na izlazu nastaju ulje i pogača (Çakaloğlu i sar., 2018). U principu, seme se postavlja između pregrada gde se pritiskom smanjuje zapremina dostupna semenu i na taj način vrši istiskivanje ulja iz semena (Elhassan, 2009; Nde i Foncha, 2020). Pužna presa sastoji se od levka za napajanje prese materijalom, pogonskog dela (elektromotor sa reduktorom), puža, plašta (tzv. košuljice ili korpe) i glave prese sa konusnim prstenom na izlazu (tzv. dizne).

Ključni parametri prilikom proizvodnje hladno presovanog ulja su karakteristike sirovine, tj. materijala za presovanje (vrsta sirovine, prisustvo ljuške, 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 usmerena su na ispitivanje uticaja procesnih parametara na prinos hladno presovanog ulja. Iako je mehaničko presovanje efikasno, obično rezultira vrlo malim prinosom ulja (Subroto i sar., 2015). Heriawan i sar. (2018) proučavali su konfiguraciju četiri vrste puževa različitih konstrukcija i dve vrste filtera za ulje pri mehaničkoj ekstrakciji ulja semena *Calophyllum inophyllum*

L. i zaključili da je potrebno izvršiti optimizaciju procesa presovanja u zavisnosti od korišćenog semenskog materijala, jer to može u velikoj meri uticati na prinos. Rombaut i sar. (2015) istraživali su uticaj procesnih parametara kao što su prečnik dizne (otvora) za pogaču na izlazu iz prese, temperatura predgrevanja glave prese, brzina rotacije puža, na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u dobijenom hladno presovanom ulju semenki grožđa. Promenljive u istraživanju bile su vrste semenki grožđa, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža (20-110 o/min) i prečnik dizne na izlazu iz prese (8, 10, 12 i 15 mm). U cilju uklanjanja taloga, ulja su centrifugirana (10 min, 3000 g, na sobnoj temperaturi) i u dobijenim uljima ispitan je sadržaj vlage, pepela i ukupnih fenola. Zaključeno je da je vreme skladištenja semenki pre sušenja i vreme berbe imalo najveći uticaj na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenola u ulju. Utvrđeno je i da je povećanje iskorišćenja ulja, kao i povećanje sadržaja fenolnih jedinjenja u ulju moguće kombinacijom procesnih parametara.

U ovom radu ispitana je mogućnost presovanja semena nekoliko najnovijih konzumnih hibrida suncokreta i ispitani su iskorišćenje semena i ulja, kao i protok semena i ulja kroz pužnu presu. Dobijeni rezultati poređeni su sa rezultatima ispitivanja uljanog hibrida NS Taurus da bi se utvrdio potencijal primene konzumnih hibrida u svrhu proizvodnje ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U radu je korišćeno seme tri najnovija konzumna hibrida suncokreta (NS-H-6792, NS-H-6791, NS-H-6320) i za poređenje, seme uljanog hibrida NS Taurus. Svi hibridi su gajeni na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 2020. godine pod standardnim uslovima gajenja bez navodnjavanja. Svi hibridi su dvoredni hibridi dobijeni ukrštanjem majčinskih linija, citoplazmatske muške sterilne i samooplodne očinske linije koje poseduju gene za obnavljanje plodnosti. Svi hibridi posejani su u tri bloka, slučajnom raspodelom. Osnovna veličina parcele iznosila je 13,3 m² (0,7 × 0,25 × 76), a sakupljeno je seme iz dva srednja reda i upotrebljeno za ispitivanja. Sakupljeno je do 10 kg semena svakog pojedinačnog hibrida, u zavisnosti od dobijene količine na eksperimentalnom polju. Reprezentativna količina semena (proizvodni i laboratorijski uzorci) čuvana je na temperaturi do 20°C do trenutka proizvodnje ulja (presovanja) i ispitivanja. Masa proizvodnog uzorka koji predstavlja masu materijala za presovanje kretao se od 3,852 do 5,162 kg. Posle 6 meseci skladištenja seme je presovano na pužnoj presi proizvođača SZR Mikron (Temerin, Srbija), snage pogonskog motora: 2,2 kW, serijski broj: 119, projektovanog kapaciteta 25-30 kg/h, pri frekvenciji motora od 33-34 o/min. Pre započetog procesa presovanja, presa je pomoću grejača zagrejana na radnu temperaturu (80-100°C). Temperature u ovom opsegu predstavljaju najniže temperature pri kojima ulje semena suncokreta počinje odmah da izlazi iz prese. Podešeni prečnik dizne na izlazu iz prese iznosio je 10 mm, izuzev kod konzumnih hibrida, gde je presovanje vršeno bez postavljene dizne, da bi

se izbeglo zagušenje materijala u presi. Nakon presovanja dobijena su dva proizvoda, pogača i ulje. Tokom presovanja, temperatura ulja na izlazu iz prese kretala se od 48,8 do 63,2°C. Ova metoda ekstrakcije ulja izabrana je zbog minimalnog, pre svega negativnog uticaja na sastav masnih kiselina i sadržaj minornih komponenata ulja.

Metode

Sadržaj vlage i isparljivih materija u semenu i pogači određen je prema metodi SRPS EN ISO 665:2020.

Sadržaj ulja u semenu i pogači određen je metodom ekstrakcije po Soxhlet-u (SRPS EN ISO 659:2011).

Iskorišćenje ulja (Y_o) izračunato je na osnovu sadržaja ulja u semenu (O_s), izraženog kao g ulja po g semena, i sadržaja ulja u pogači (O_c), izraženog kao g ulja po g pogače, dobijene nakon izdvajanja ulja pomoću pužne prese na osnovu jednačine (1) (Beerens, 2007; Karaj i Müller, 2011):

$$Y_o(\%) = \left[1 - \frac{O_c/(1-O_c)}{O_s/(1-O_s)} \right] \times 100 \quad (1)$$

Iskorišćenje semena (Y_s) predstavlja teorijsku vrednost i ukazuje na udeo semena potpuno iskorišćenog za proizvodnju ulja, a računa se, takođe na osnovu sadržaja ulja u semenu (O_s) i sadržaja ulja u dobijenoj pogači (O_c) pomoću jednačine (2) (Lužaić, 2021):

$$Y_s(\%) = 100 - \frac{O_c}{O_s} \times 100 \quad (2)$$

Protok materijala kroz presu (Q_s) daje podatke o realnom kapacitetu prese ostvarenom prilikom presovanja pojedinačnih hibrida, a računa se na osnovu količine materijala za presovanje (m) i vremena presovanja (τ) pomoću jednačine (3) (Lužaić, 2021):

$$Q_s\left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{m}{\tau} \times 60 \quad (3)$$

Protok ulja (Q_o) predstavlja količinu ulja u kg koja izađe iz prese u jednom času, a računa se na osnovu protoka materijala (Q_s) i iskorišćenja ulja (Y_o) prema jednačini (4):

$$Q_o\left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Q_s \times Y_o}{100} \quad (4)$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Sadržaj ulja u ispitanim konzumnim hibridima suncokreta kretao se od $24,72 \pm 0,72$ do $28,61 \pm 0,42\%$, dok je ispitani uljani hibrid imao značajno veći sadržaj, čak $42,51 \pm 0,93\%$ (tabela 1). Veća vrednost sadržaja vlage utvrđena je u semenu uzorka uljanog hibrida ($5,72 \pm 0,01\%$) u odnosu na ispitane konzumne hibride (od $3,61 \pm 0,08$ do $4,28 \pm 0,04\%$). Međutim, poznato je da na sadržaj vlage najveći uticaj imaju ambijentalni uslovi čuvanja te pomenute vrednosti nisu posledica različitosti hibrida već najverovatnije uslova manipulacije i čuvanja semena u pomenutoj godini gajenja.

Tabela 1. Sadržaj ulja u semenima i pogačama ispitivanih hibrida suncokreta
Table 1. The oil content of the seed and cake of the tested sunflower hybrids

Hibrid Hybrid	Seme/ Seed	Pogača/ Cake
	Sadržaj ulja/Oil content [%]	
NS-H-6792	$28,61 \pm 0,42$	$18,53 \pm 0,78$
NS-H-6791	$24,72 \pm 0,72$	$19,50 \pm 0,11$
NS-H-6320	$27,92 \pm 0,40$	$21,87 \pm 0,02$
NS Taurus	$42,51 \pm 0,93$	$19,92 \pm 0,31$
Sadržaj vlage/Moisture content [%]		
NS-H-6792	$3,61 \pm 0,08$	$5,08 \pm 0,09$
NS-H-6791	$3,86 \pm 0,04$	$5,53 \pm 0,01$
NS-H-6320	$4,28 \pm 0,04$	$4,87 \pm 0,13$
NS Taurus	$5,72 \pm 0,01$	$6,55 \pm 0,09$

U tabeli 2 prikazane su vrednosti parametara presovanja. Prilikom presovanja težnja je bila da podešeni uslovi presovanja budu istovetni kod svih uzoraka, međutim kod nekih uzoraka to nije bilo moguće. Presa je podešena na sledeći način: temperatura predgreivanja prese iznosila je $80-100^{\circ}\text{C}$, broj obrtaja puža podešen je na 33-34 o/min, zato što je dokazano da je pri manjem broju obrtaja puža iskorišćenje ulja veće, međutim sam proces traje duže, a temperatura dobijenog ulja je manja (Teh, 2016). U ispitivanju je odabran manji broj obrtaja sa ciljem dobijanja što većeg iskorišćenja ulja sa što boljim kvalitetom. Odabir broja obrtaja nije značajno uticao na vreme presovanja, budući da su količine semena za presovanje iznosile približno isto, oko 5 kg. Na izlazu iz prese postavljen je nastavak (dizna) prečnika 10 mm. Dizna se postavlja na glavu prese i služi za regulaciju pritiska u presi. Što je otvor manji, ovaj pritisak je veći i obrnuto (Dimić i Turkulov, 2000). Najveći prečnik dizne na izlazu iz prese odabran je jer povećanje pritiska u presi utiče na povećanje temperature izlaznog ulja, što dalje utiče na kvalitet dobijenog ulja. Konzumni hibridi presovani su bez dizne budući da dizna dovodi do zagušenja prese usled drugačijih karakteristika semena u odnosu na uljane hibride. Na temperaturu izlaznog ulja utiču temperatura predgreivanja prese, brzina obrtaja puža, prečnik dizne na izlazu iz prese,

ali i same karakteristike semena (Teh, 2016). Razlike u temperaturi izlaznih ulja mogu se smatrati posledicom različitih karakteristika semena. Najniža temperatura na izlazu ulja iz prese utvrđena je kod uljanog hibrida suncokreta ($44,8^{\circ}\text{C}$), dok su značajno više temperature na izlazu iz prese imala ulja dobijena presovanjem konzumnih hibrida (od $62,0$ do $63,2^{\circ}\text{C}$). Vreme presovanja zavisi od mase materijala za presovanje, broja obrtaja puža, kao i karakteristika semena. Najveća masa ulja ($1,248$ kg) dobijena je od hibrida NS Taurus koji je imao i najveći sadržaj ulja u semenu ($42,51\pm 0,93\%$), dok je najmanje ulja ($0,674$ kg) dobijeno presovanjem hibrida NS-H-6791 u kojem je utvrđen najmanji sadržaj ulja ($24,72\pm 0,72\%$), ali i najmanja masa materijala za presovanje kod konzumnih hibrida.

Tabela 2. Parametri presovanja semena ispitanih hibrida suncokreta
Table 2. Tested sunflower hybrids pressing parameters

Hibrid Hybrid	Brzina obrtaja puža Rotation speed [o/min]	Prečnik izlaza iz prese Nozzle [mm]	Masa materijala za presovanje, m Pressing material mass [kg]	Temperatura izlaznog ulja, t Oil temperature [$^{\circ}\text{C}$]	Vreme presovanja, τ Pressing time [min]	Masa dobijene pogače, m_c Cake mass [kg]	Masa ulja, m_o Oil mass [kg]
NS-H-6792	33-34	bez dizne	4,900	63,1	13	4,038	0,862
NS-H-6791	33-34	bez dizne	4,730	62,0	14	4,056	0,674
NS-H-6320	33-34	bez dizne	5,162	63,2	14	4,276	0,886
NS Taurus	33-34	10	3,852	48,8	11	2,604	1,248

Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 1 i 2 izračunate su vrednosti iskorišćenja ulja i semena, kao i protoka semena i ulja, a dobijene vrednosti prikazane su u tabeli 3. Vrednost iskorišćenja je izuzetno bitan ekonomski parametar. Iskorišćenje ulja ispitanih konzumnih hibrida iznosilo je od $38,45\pm 2,98$ do $58,88\pm 2,12\%$, iskorišćenje semena od $21,11\pm 1,87$ do $35,24\pm 1,61\%$. U poređenju sa iskorišćenjem ulja i semena uljanog hibrida ($78,64\pm 0,27$ i $53,14\pm 0,30\%$, redom) dobijene vrednosti su dosta niže. Za sat vremena presovanja konzumnih hibrida suncokreta nastaju značajne količine ulja, između $14,47$ i $22,19$ kg, što je 20 - 50% manje u odnosu na uljani hibrid za poređenje, kojeg nastane $27,54$ kg.

Tabela 3. Iskorišćenje i protok ulja dobijeni presovanjem
semena ispitanih hibrida suncokreta

Table 3. Yield and oil capacity obtained by pressing tested sunflower hybrid seeds

Hibrid Hybrid	Iskorišćenje ulja, Yo Oil yield [%]	Iskorišćenje semena, Ys Seed yield [%]	Protok ulja Oil capacity, Qo [kg/h]
NS-H-6792	58,88±2,12	35,24±1,61	22,19
NS-H-6791	38,45±2,98	21,11±1,87	12,99
NS-H-6320	39,26±1,91	21,66±1,21	14,47
NS Taurus	78,64±0,27	53,14±0,30	27,54

ZAKLJUČAK

U ispitanim konzumnim hibridima suncokreta dobijene su niže vrednosti sadržaja ulja u semenu u poređenju sa uljanim hibridom, međutim u sadržaju ulja u pogači nije utvrđena značajna različitost. Dobijeni rezultati ukazuju da je presovanje konzumnih hibrida moguće do istog nivoa kao i uljanih hibrida, međutim iskorišćenje ovih hibrida je znatno manje. Prosečno iskorišćenje ulja konzumnih hibrida iznosilo je 45,53%, dok je iskorišćenje semena iznosilo prosečno 26,01%. Kod uljanog hibrida vrednosti iskorišćenja ulja i semena su veće (78,64 i 53,14%, redom). Ako se uzme u obzir da je presovanje konzumnih i uljanog hibrida suncokreta rađeno pod istim uslovima može se zaključiti da potencijal za proizvodnju hladno presovanih ulja od semena konzumnih hibrida postoji, međutim potrebno je izvršiti odabir pužne prese odgovarajuće konstrukcije uz optimizaciju parametara procesa presovanja.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru Programa naučno-istraživačkog rada NIO u 2022. godini, evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200134.

LITERATURA

1. Beerens, P. (2007). Screw-pressing of *Jatropha seeds* for fuelling purposes in less developed countries. Eindhoven University of Technology Department of Sustainable Energy Technology Eindhoven, Netherlands, pp. 11-37.
2. 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.
3. Çakaloğlu, B., Özyurt, V.H., Ötleş, S. (2018). Cold press in oil extraction. Ukr. Food J., 7(4): 640-654.
4. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.

5. Elhassan, S.H.A.R. (2009). Mechanical Expression of Oil from Sesame (*Sesamum indicum* L.). Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
6. Guédé, S.S., Soro, Y.R., Kouamé, A.F., Brou, K. (2017). Optimization of Screw Press Extraction of *Citrillus Lanatus* Seed Oil and Physiochemical Characterization. J. Food Sci. Technol., 5(4): 35-46.
7. Heriawan, Y., Indartono, S., Ika, A.K. (2018). Optimization of mechanical oil extraction process of Nyamplung seeds (*Calophyllum inophyllum* L.) by flexible single screw extruder. AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics Inc.
8. Karaj, S., Müller, J. (2011). Optimizing mechanical oil extraction of *Jatropha curcas* L. seeds with respect to press capacity, oil recovery and energy efficiency. Ind. Crops Prod., 34(1): 1010-1016.
9. Lužaić, T. (2021). Mogućnosti i ograničenja proizvodnje hladno presovanog ulja i pogače od semena odabranih hibrida suncokreta najnovijeg sortimenta. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
10. Nde, D.B., Foncha, A.C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review. Processes, 8(2): 209.
11. Rombaut, N., Savoie, 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, Ind. Crops Prod., 63: 26-33.
12. SRPS EN ISO 659:2011. Srpski standard. Seme uljarica - Određivanje sadržaja ulja (Referentna metoda), Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
13. SRPS EN ISO 665:2020. Srpski standard. Seme uljarica - Određivanje sadržaja vlage i isparljivih materija, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
14. Subroto, E., Manurung, R., Heeres, H.J., Broekhuis, A.A. (2015). Optimization of mechanical oil extraction from *Jatropha curcas* L: Kernel using response surface method. Ind. Crops Prod., 63: 294-302.
15. Teh, H.E. (2016). Extraction and characterization of functional components from fruit and vegetable processing waste. Ph.D. Thesis, University of California, Davis.

PRINOS I KVALITET NS SORTI SOJE U MREŽI MAKROOGLEDA 2021. GODINE

*Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Zlatica Mamlić¹, Gordana Dozet²,
Gorica Cvijanović³, Jelena Marinković¹, Simona Jaćimović¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Srbija

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

³Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac, Srbija

IZVOD

Makroogledi se izvode radi rejonizacije sorti soje, odnosno 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 mreži makroogleda u 2021. godini. Sorta soje NS Fantast ostvarila je najviši prinos zrna (2.725 kg ha^{-1}), sorta Rubin najviši sadržaj proteina (40,1%), a sorte NS Atlas i NS Hogar najviši sadržaj ulja (21,5%), dok je najviši prinos proteina po jedinici površine (1.173 kg ha^{-1}) ostvaren sa sortom soje NS Hogar, a najviši prinos ulja sa sortama NS Atlas i NS Hogar (624 kg ha^{-1}).

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

YIELD AND QUALITY OF NS SOYBEAN VARIETIES IN THE MACRO TRIALS IN 2021

ABSTRACT

Macro-experiments are performed for the purpose of regionalization of soybean varieties, ie to select for individual cultivation sites those varieties that will achieve maximum yields in given agroecological conditions with minimal variations in different years. The aim of this paper is to consider the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of NS soybean cultivars in the macro-experimental network in 2021. NS Fantast soybean variety had the highest grain yield (2725 kg ha^{-1}), Rubin soybean highest protein content (40.1%), NS Atlas and NS Hogar cultivars the highest oil content (21.5%), while the highest protein yield per unit area (1173 kg ha^{-1}) achieved with the soybean variety NS Hogar, and the highest oil yield with the cultivars NS Atlas and NS Hogar (624 kg ha^{-1}).

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

UVOD

Makroogledi soje imaju cilj da pomognu rejonizaciju pojedinih sorti soje, odnosno da se na osnovu višegodišnjih oglada pravilno rasporede pojedine sorte po glavnim regionima gajenja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo u makroogledu soje testira sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja, koje su i najzastupljenije na našim parcelama. Pored standardnih sorti za navedene grupe zrenja, u ogledu su uključene sorte soje koje su već duži niz godina u proizvodnji, kao i novije sorte koje će se tek širiti u proizvodnji u narednom periodu. Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa soje potrebno je odabrati seme visokog kvaliteta, odnosno deklarirano seme, a pažnju treba posvetiti i pravilnom izboru sorti za pojedine regione gajenja (Vidić i sar., 2010). Za ostvarenje ovog cilja neophodno je sve agrotehničke mere primeniti pravilno i pravovremeno (Đukić i sar., 2018), ali moramo imati u vidu da su najvažnije agronomske i hemijske osobine svake sorte pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Zbog toga, izuzetno je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017). Prinosi soje variraju zavisno od lokaliteta gajenja i vremenskih prilika u datom regionu (Đukić i sar., 2021). 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). Novije sorte soje imaju veći prinos u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja (Đukić i sar., 2021a).

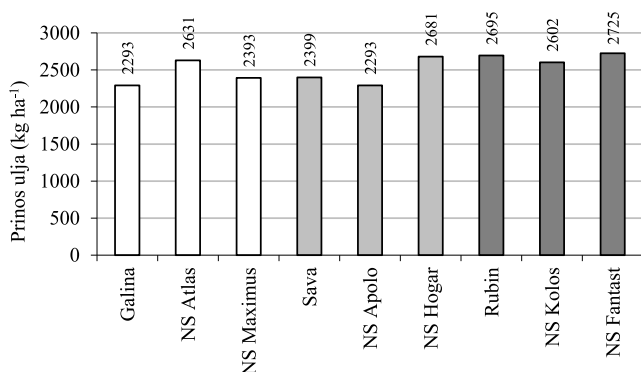
Cilj testiranja genotipova soje u mreži makro, demonstracionih i proizvodnih oglada upravo je pravilna rejonizacija, kako bi se odabrale sorte soje sa najvišim prinosom i najboljeg kvaliteta za pojedine regione gajenja (Miladinov i sar., 2019).

MATERIJAL I METODE RADA

Makroogledi soje u 2021. godini postavljeni su na 15 lokaliteta: Rimski Šančevi, Subotica, Bačka Topola, Sombor, Karavukovo, Vrbas, Vajska, Maglić, Kikinda, Zrenjanin, Pančevo, Vršac, Ruma, Šabac i Loznica. U makroogledu su zastupljene sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja (Galina, NS Atlas i NS Maximus iz 0 grupe, Sava, NS Apolo i NS Hogar iz I grupe 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.

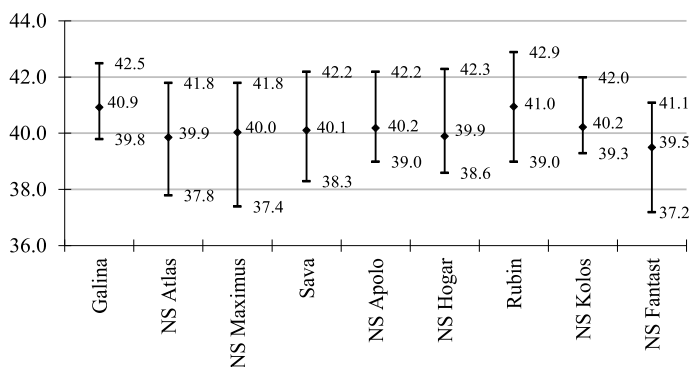
REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je grafički na slici 1. Belim stubićima obeležene su sorte 0 grupe, svetlo sivim sorte I grupe, a tamnije sivim sorte II grupe zrenja.



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

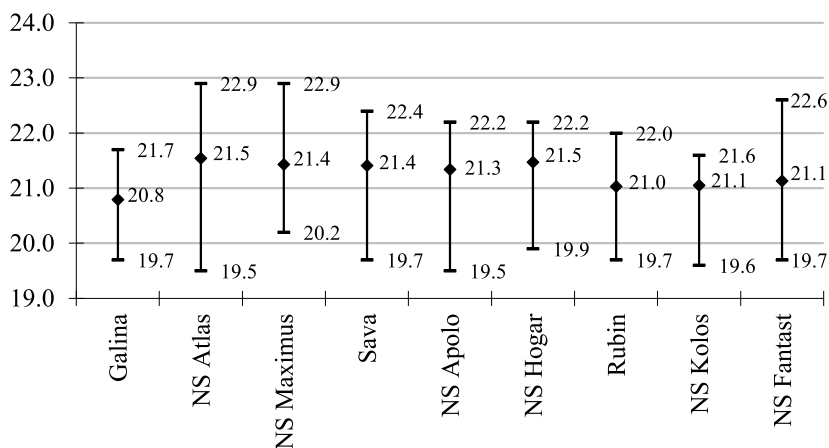
Najviši prinos u mreži makroogleda na 15 lokaliteta imala je sorta NS Fantast (2.725 kg ha⁻¹), a najniži prinos sorte Galina i NS Apolo (2.293 kg ha⁻¹). Posmatrano po grupama zrenja vidi se da se među sortama iz 0 grupe zrenja po prinosu izdvajaju sorte soje NS Atlas (2.631 kg ha⁻¹) i NS Maximus (2.393 kg ha⁻¹), u odnosu na sortu Galina (2.293 kg ha⁻¹). Kod srednjestasnih sorti, I grupe zrenja, izdvajaju se sorte NS Hogar (2.681 kg ha⁻¹) i Sava (2.399 kg ha⁻¹) u odnosu na sortu NS Apolo (2.293 kg ha⁻¹). Od kasnih sorti izdvajaju se po prinosu sorte NS Fantast (2.725 kg ha⁻¹) i Rubin (2.695 kg ha⁻¹), u odnosu na sortu NS Kolos (2.602 kg ha⁻¹).



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 zrnju (slika 2) veoma je varirao između pojedinih sorti soje, ali uopšteno se može reći da je u ovoj godini bio povećan sadržaj proteina u zrnju soje i kretao se u rasponu od 39,5% (NS Fantast) do 41,0% (Rubin). Po povišenom sadržaju proteina u zrnju izdvajaju se sorte Rubin (41,0%) i Galina (40,9%). Još veća variranja u sadržaju proteina bila su kod iste sorte, a na različitim lokalitetima. Najveća variranja sadržaja proteina zabeležena su kod sorte NS Maximus, kod koje je najniži sadržaj proteina bio na lokalitetu Sombor (37,4%), a najviši sadržaj na lokalitetu Zrenjanin (41,8%). Velike razlike bile su i kod sorti NS Atlas kod koje je najniži sadržaj proteina zabeležen na lokalitetu Ruma (37,8%), dok je najviši sadržaj bio na lokalitetu Maglić (41,8%), kod sorte Sava sa najnižim sadržajem proteina na lokalitetu Sombor (38,30%) i najvišim sadržajem na lokalitetu Zrenjanin (42,2%), kod sorte Rubin sa najnižim sadržajem proteina na lokalitetu Vajska (39,0%) i najvišim sadržajem na lokalitetu Zrenjanin (42,9%) i kod sorte Fantast sa najnižim sadržajem proteina na lokalitetu Vajska (37,20%) i najvišim sadržajem na lokalitetu Maglić (41,1%). Najmanje variranje sadržaja proteina u odnosu na lokalitete zabeležen je kod sorti Galina i NS Kolos. Sadržaj proteina kod sorte Galina kretao se u rasponu od 39,8% na lokalitetu Ruma do 42,5% na lokalitetu Rimski Šančevi, a kod sorte NS Kolos kretao se u rasponu od 39,3% na lokalitetu Subotica do 42,0% na lokalitetu Maglić.

Na lokalitetu Ruma zabeležen je najniži sadržaj proteina u zrnju soje i u proseku za sve sorte u ogledu je iznosio 39,3%, dok je na lokalitetu Maglić zabeležen najviši prosečan sadržaj proteina za sve sorte u makroogledu (41,8%).

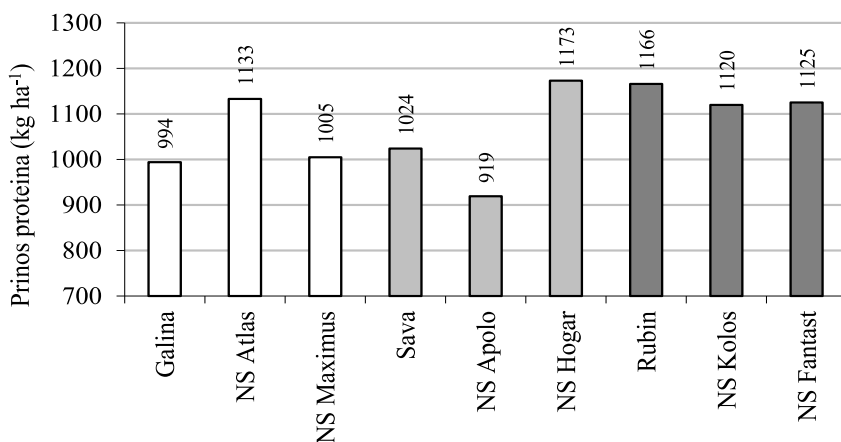


Slika 3. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj ulja NS sorti soje
Figure 3. Average amounts, minimum and maximum oil content NS variety

Prosečan sadržaj ulja u zrnju soje prikazan je grafički na slici 3. Najniži sadržaj ulja bio je kod sorte Galina (20,8%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti soje NS Atlas i NS Hogar (21,5%). Sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnju soje su

vezana svojstva i nalaze se u negativnoj korelaciji, odnosno ako se povećava sadržaj proteina, smanjuje se sadržaj ulja u zrnju i obrnuto (Dozet i sar., 2018). Visok sadržaj ulja zabeležen je i kod sorti NS Maximus i Sava (21,4%) i NS Apolo (21,3%), dok je nizak sadržaj ulja zabeležen kod sorti Galina (20,8%) i Rubin (21,0%). Prosečne vrednosti za sadržaj ulja za sve sorte soje u ogledu kretale su se od 19,8% na lokalitetu Maglić do 22,0% na lokalitetu Sombor. Najveća variranja u sadržaju ulja između različitih lokaliteta bila su kod sorti soje NS Atlas (19,5% na lokalitetu Maglić i 22,9% na lokalitetu Ruma) i NS Fantast (19,7% na lokalitetu Maglić i 22,6% na lokalitetu Vajska). Najmanje variranje sadržaja ulja u zrnju soje u odnosu na lokalitete zabeležen je kod sorti Galina i NS Kolos. Sadržaj ulja kod sorte Galina kretao se u rasponu od 19,7% na lokalitetu Rimski Šančevi do 21,7% na lokalitetu Sombor, dok se kod sorte NS Kolos kretao u rasponu od 19,6% na lokalitetu Maglić do 21,6% na lokalitetu Vajska.

Prosečan prinos proteina po jedinici površine prikazan je grafički na slici 4. Najviši prinos proteina ostvaren je sa sortom NS Hogar (1.173 kg ha⁻¹), a visoke vrednosti bile su i kod sorti Rubin (1.166 kg ha⁻¹), NS Atlas (1.133 kg ha⁻¹), NS Fantast (1.125 kg ha⁻¹) i NS Kolos (1.120 kg ha⁻¹).



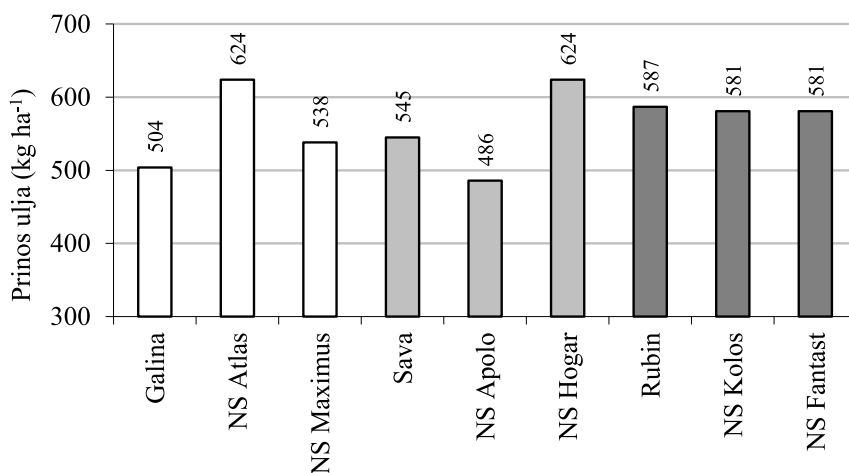
Slika 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje u mreži makroogleda
Figure 4. Average yield of NS protein of soybean varieties in the macro trial

Najniži prinos proteina imala je sorta NS Apolo (919 kg ha⁻¹), a najmanji prinos proteina, za sve sorte soje u ogledu, ostvaren je na lokalitetima Ruma (849 kg ha⁻¹) i Subotica (865 kg ha⁻¹) dok je najviši prinos proteina bio na lokalitetima Sombor (1.305 kg ha⁻¹) i Maglić (1.291 kg ha⁻¹).

Prosečan prinos ulja po jedinici površine prikazan je grafički na slici 5.

Prosečan prinos ulja kretao se od 486 kg ha⁻¹ kod sorte soje NS Apolo do 624 kg ha⁻¹ kod sorti NS Atlas i NS Hogar. Pored sorti soje NS Atlas i NS Hogar, po visini prinosa ulja po jedinici površine izdvajaju se i kasne sorte Rubin (587 kg ha⁻¹), NS

Kolos i NS Fantast (581 kg ha⁻¹). Najmanji prosečan prinos ulja po jedinici površine, za sve sorte soje u makroogledu, ostvaren je na lokalitetima Subotica (464 kg ha⁻¹) i Rimski Šančevi (467 kg ha⁻¹) dok je najviši prosečan prinos ulja bio na lokalitetima Sombor (741 kg ha⁻¹) i Maglić (608 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

Po visini prinosa izdvajaju se sorte NS Fantast i Rubin iz II grupe zrenja, NS Hogar i Sava iz I grupe zrenja i NS Atlas i NS Maximus iz 0 grupe zrenja.

Variranja u sadržaju proteina i ulja u zrnu soje veća su između pojedinih lokaliteta, nego između pojedinih sorti soje.

Po povišenom sadržaju proteina u zrnu u 2021. godini izdvojile su se sorte Rubin i Galina, dok se po povišenom sadržaju ulja izdvajaju sorte NS Atlas i NS Hogar.

Po visokom prinosu proteina i ulja po jedinici površine izdvajaju se sorte soje NS Hogar, Rubin i NS Atlas.

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., 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., Miladinov, Z., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Petrović, K., Balešević-Tubić, S., Valan, D., Ilić, A. (2021): Soja u 2020. godini. Zbornik referata, 55. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor 31.01.-03.02.2021., 14-22.
 4. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Čeran M., Đalović, I., Dozet, G., Kostić, M. (2021): Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2020. Godine, Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”
 5. Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013): Soja u 2012. godini. Zbornik referata 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 03-09.02.2013., 79-86.
 6. 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.
 7. Vidić, M., Hrustić, M., Miladinović, J., Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V. (2010): Novine u sortimentu soje. Rat Pov/Field Veg Crop Res. 47(1), 347-355.

KVALITET PERSPEKTIVNIH LINIJA SOJE U PROCESU REGISTRACIJE U 2021. GODINI

*Danijela Stojanović¹, Vojin Đukić², Jegor Miladinović², Zlatica Mamlić²,
Gordana Dozet³, Marija Bajagić⁴, Simona Jaćimović²*

¹Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija,

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Srbija

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

⁴Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

IZVOD

Oplemenjivači soje instituta za ratarstvo i povrtarstvo kontinuirano rade na stvaranju novih genotipova, od kojih se izdvajaju superiorne linije po visini prinosa i nakon višegodišnjih testiranja daju na dvogodišnje ispitivanje u Odeljenje za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. Ova testiranja vrše se na pet lokaliteta i da bi linija prošla registraciju neophodno je da ostvari u proseku za dve godine prinos viši od 3% u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, te prinosa proteina i ulja po jedinici površine linija soje u prvoj godini testiranja. Najviši prinos zrna imala je linija NS-L 410190 (3.623 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je linija NS-L 500091 (44,45%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorte NS Apollo (20,83%) i linije NS 500090 (20,53%).

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

QUALITY OF PROSPECTIVE SOY LINES IN THE REGISTRATION PROCESS IN 2021

ABSTRACT

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

soybean lines in the first year of testing. The highest grain yield was in the line NS-L 410190 (3623 kg ha⁻¹). The highest protein content was found in the NS-L 500091 line (44.45%), while the highest oil content was recorded in the NS Apollo variety (20.83%) and the NS 500090 line (20.53%).

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

UVOD

Soja je proteinsko-uljana, mahunarka, koja je u poslednjim decenijama postala glavni izvor biljnih proteina za ishranu ljudi i životinja i koristi se kao sirovina u mnogim granama industrije. Danas se od soje dobija više od 20.000 raznih proizvoda (Давыденко i sar., 2004). Soja sadrži svih osam esencijalnih aminokiselina, a po vrednosti sojini proteini su ravni proteinima životinjskog porekla (Cvijanović, 2017). Značaj soje u svetlu agronomske vrednosti je ogroman, jer ona usvaja atmosferski azot i prevodi ga u oblik dostupan biljkama, a nakon žetve u kvržicama na korenu soje ostaje vezani azot koji se ne ispira u dublje slojeve, već se postepeno oslobađa za naredni usev. Soja ostavlja čisto i rastresito zemljište, poboljšava njegovu strukturu, dobar je predusev većini gajenih biljaka i tehnologija proizvodnje je dosta jednostavna. Pored ekspanzije u proizvodnji u 20. veku, soju sa sigurnošću možemo nazvati i biljkom budućnosti, jer porastom svetske populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009).

Institut za ratarstvo i povrtarstvo je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, a o kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se NS sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje (Đukić i sar., 2021) i često su boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017).

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

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

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima korišteni su jednogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije, odnosno rezultati NS linija prve godine testiranja. Prikazani su podaci za osam perspektivnih linija soje (NS-L 500090, NS-L 500091 iz 00 grupe zrenja, NS-L 401189 iz 0 grupe zrenja, NS-L 410165, NS-L 410190, NS-L 510083 i NS-L 510098 iz I grupe zrenja i linije NS-L 420183 iz II grupe zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa

zrenja, NS Maximus, 0 grupa zrenja, NS Apolo, I grupa zrenja i Rubin, II grupa zrenja). Ovi ogledi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor, ali u 2021. godini zbog izrazite suše ogled nije uspeo na lokalitetu Sremska Mitrovica i analizirani su podaci za četiri lokaliteta. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1. Prosečan prinos NS linija i sorti soje u 2021. godini (kg ha⁻¹)

Table 1. Average yield of NS soybean variety in 2021. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	3.317	2.419	2.492	3.420	2.912
00	NS-L 500090	3.515	3.104	2.983	4.218	3.455
00	NS-L 500091	3.605	2.517	2.105	3.830	3.014
0	NS Maximus	3.905	2.795	2.484	4.302	3.372
0	NS-L 401189	3.663	3.567	2.837	4.306	3.593
I	NS Apolo	3.393	2.874	2.370	4.515	3.288
I	NS-L 410165	3.380	3.049	2.753	4.660	3.460
I	NS-L 410190	3.685	3.287	2.812	4.707	3.623
I	NS-L 510083	3.235	3.634	3.055	3.996	3.480
I	NS-L 510098	3.405	2.925	3.442	3.851	3.406
II	Rubin	3.584	3.207	2.987	3.757	3.384
II	NS-L 420183	3.903	3.303	3.297	4.118	3.655

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za sve lokalitete, ostvaren je sa kasnom linijom soje NS-L 420183 (3.655 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti zabeležen kod standarda za II grupu zrenja, sorte Rubin (3.384 kg ha⁻¹).

Visoki prinosi zabeleženi su i kod linija NS-L 410190 (3.623 kg ha⁻¹, I grupa zrenja) i NS-L 401189 (3.593 kg ha⁻¹, 0 grupa zrenja). Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

Kod veoma ranih genotipova soje linija NS-L 500090 u odnosu na sortu Merkur ostvarila je viši prinos za 18,65%, a linija NS-L 500091 za 3,50%. Rana linija soje NS-L 401189 imala je viši prinos u odnosu na sortu NS Maximus za 6,55%. Kod

srednjestasnih genotipova soje u odnosu na sortu NS Apolo linija NS-L 410165 imala je viši prinos za 5,23%, linija NS-L 410190 za 10,19%, linija NS-L 510083 za 5,84% i linija NS-L 510098 za 3,59%. Kasna linija NS-L 420183 ostvarila je viši prinos u odnosu na sortu Rubin za 8,01%. Iz ovih rezultata se vidi da su sve linije u prvoj godini ispitivanja ostvarile više prinose od 3% u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja, što je uslov da neki genotip soje bude registrovan kao nova sorta.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS linija i sorti soje u 2021. godini (%)

Table 2. Average protein content of NS soybean variety in 2021. (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	46,00	40,70	42,90	38,80	42,10
00	NS-L 500090	42,90	38,20	39,50	40,30	40,23
00	NS-L 500091	44,10	46,80	44,60	42,30	44,45
0	NS Maximus	45,20	40,40	44,60	43,20	43,35
0	NS-L 401189	38,50	38,40	41,00	41,30	39,80
I	NS Apolo	42,10	40,70	44,40	41,90	42,28
I	NS-L 410165	41,10	39,30	40,00	45,60	41,50
I	NS-L 410190	38,50	37,90	41,80	41,10	39,83
I	NS-L 510083	38,00	36,70	38,00	40,70	38,35
I	NS-L 510098	39,90	39,10	43,40	42,90	41,33
II	Rubin	41,90	42,50	38,80	43,00	41,55
II	NS-L 420183	40,90	39,00	41,50	41,30	40,68

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, dok sorte sa dužim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnju više ulja (Đukić i sar., 2013). Visok sadržaj proteina (tabela 2) zabeležen je kod linije NS-L 500091 (44,35%), sorte NS Maximus (43,35%), NS Apolo (42,28%) i Merkur (42,10%), dok je najniži sadržaj proteina zabeležen kod linija NS-L 510083 (38,35%), NS-L 401189 (39,80%) i NS-L 410190 (39,83%).

Najviši sadržaj ulja u zrnju soje (tabela 3) zabeležen je kod sorte NS Apolo (20,83%), linije NS-L 500090 (20,53%) i NS-L 510083 (20,25%) a najniži sadržaj kod rane linije NS-L 500091 (18,28%), kod koje je zabeležen najviši sadržaj proteina u zrnju i sorte NS Maximus (18,90%).

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

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS linija i sorti soje u 2021. godini (%)**Table 3.** Average oil content of NS soybean variety in 2021. (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	20,30	20,10	17,30	20,50	19,55
00	NS-L 500090	20,40	23,10	18,10	20,50	20,53
00	NS-L 500091	19,90	17,80	16,60	18,80	18,28
0	NS Maximus	19,50	19,60	16,70	19,80	18,90
0	NS-L 401189	22,20	19,70	18,00	19,40	19,83
I	NS Apolo	21,30	20,70	21,80	19,50	20,83
I	NS-L 410165	19,30	20,00	19,70	19,40	19,60
I	NS-L 410190	20,10	21,20	17,60	20,70	19,90
I	NS-L 510083	20,70	20,70	19,80	19,80	20,25
I	NS-L 510098	23,30	20,40	17,80	19,20	20,18
II	Rubin	21,40	20,00	18,10	20,40	19,98
II	NS-L 420183	21,80	20,20	18,00	20,50	20,13

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

Najviši prosečan prinos proteina (tabela 4) imala je kasna linija NS-L 420183 (1.488 kg ha^{-1}), kod koje je zabeležen i najviši prinos zrna, a visoki rezultati zabeleženi su i kod sorte Merkur (1.465 kg ha^{-1}) i linije NS-L 410165 (1.453 kg ha^{-1}). Najniži prinos proteina bio je kod veoma rane sorte Merkur (1.226 kg ha^{-1}), koja je imala visok sadržaj proteina u zrnu, ali najniži prinos zrna. Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019).

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

Najviši prosečan prinos ulja (tabela 5) po jedinici površine zabeležen je kod kasne linije soje NS-L 420183 (739 kg ha^{-1}), koja je imala i najviši prinos zrna po jedinici površine, dok je najniži prinos ulja imala veoma rana linija soje NS-L 500091 (559 kg ha^{-1}), kod koje je zabeležen najniži sadržaj ulja u zrnu. Visok prinos ulja zabeležen je i kod linija NS-L 410190 (727 kg ha^{-1}), NS-L 401189 (716 kg ha^{-1}) i NS-L 500090 (710 kg ha^{-1}), a najniži prinos ulja kod veoma rane sorte Merkur (573 kg ha^{-1}). Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte (Đukić i sar. 2017).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS linija i sorti soje 2021. godine (kg ha⁻¹)**Table 4.** Average protein yield of NS soybean variety in 2021. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	1.526	984	1.069	1.327	1.226
00	NS-L 500090	1.508	1.186	1.178	1.700	1.393
00	NS-L 500091	1.590	1.178	939	1.620	1.332
0	NS Maximus	1.765	1.129	1.108	1.859	1.465
0	NS-L 401189	1.410	1.370	1.163	1.778	1.430
I	NS Apolo	1.429	1.170	1.052	1.892	1.386
I	NS-L 410165	1.389	1.198	1.101	2.125	1.453
I	NS-L 410190	1.419	1.246	1.175	1.935	1.444
I	NS-L 510083	1.229	1.334	1.161	1.626	1.338
I	NS-L 510098	1.359	1.144	1.494	1.652	1.412
II	Rubin	1.502	1.363	1.159	1.616	1.410
II	NS-L 420183	1.596	1.288	1.368	1.701	1.488

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS linija i sorti soje 2021. godine (kg ha⁻¹)**Table 5.** Average oil yield of NS soybean variety in 2021. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	673	486	431	701	573
00	NS-L 500090	717	717	540	865	710
00	NS-L 500091	717	448	349	720	559
0	NS Maximus	762	548	415	852	644
0	NS-L 401189	813	703	511	835	716
I	NS Apolo	723	595	517	880	679
I	NS-L 410165	652	610	542	904	677
I	NS-L 410190	741	697	495	974	727
I	NS-L 510083	670	752	605	791	704
I	NS-L 510098	793	597	613	739	686
II	Rubin	767	641	541	766	679
II	NS-L 420183	851	667	594	844	739

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Sve linije soje u prvoj godini ispitivanja ostvarile su više prinose u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja i povećanje prinosa je iznosilo od 3,50% do 18,65%, a sam ishod testiranja zavisi od rezultata koje će navedene linije soje ostvariti u drugoj godini ispitivanja.

Linija NS-L 500091 imala je najniži prinos u odnosu na ostale linije soje u ogledu, ali je ova linija imala viši sadržaj proteina u odnosu na standardnu sortu Merkur za 5,58%, odnosno ima povišen sadržaj proteina u zrnju, dok je linija NS-L 500090 imala viši sadržaj ulja u zrnju u odnosu na standardnu sortu za 5,01%.

Najviši prinos proteina po jedinici površine u ovim istraživanjima ostvaren je sa linijama NS-L 420183, NS-L 410165 i sortom NS Maximus, a najviši prinos ulja sa linijama NS-L 420183, NS-L 410190, NS-L 401189 i NS-L 500090.

LITERATURA

1. Cvijanović, Marija (2017): Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet Zemun, 1-217.
2. Đukić, V. (2009): Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet Zemun, 1-127.
3. Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015): Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 56. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, 2015. 87-91.
4. Đukić, V., 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.
5. 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.
6. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017): Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
7. Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013): Uticaj rejona gajenja na prinos i kvalitet soje. Zbor-

- nik radova 54. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, Herceg Novi, Crna Gora, 69-73.
8. Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021): Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini, Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 02. jul 2021., Herceg Novi, 85-92.
 9. 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.
 10. Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). Соя для умеренного климата, „Тэхналогія” Минск, Беларусь, 173.

KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2022. GODINI

*Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Danijela Stojanović², Vuk Đorđević¹,
Predrag Randelović¹, Marina Čeran¹, Dragana Miljaković¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

²Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija

IZVOD

U Odeljenju za soju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada do sada je registrovano 166 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 2022 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je sorta soje NS Westeros (4.321 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je sorta NS Aragonit (41,1%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Feba (21,9%) i NS Coral (21,6%).

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

QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2022

ABSTRACT

The Department of soybean, Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad has so far registered 166 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 2022. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection, at five locations, the highest yield had late soybean NS Westeros (4.321 kg ha⁻¹). The highest protein content was early variety NS Aragonit (41.1%), while the highest oil content was recorded in varieties NS Feba (21.9%) and NS Coral (21.6%).

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

UVOD

Soja je biljna vrsta koja zauzima sve veće površine u svetu i kao proteinsko uljana biljka veoma je tražena i cenjena namirnica za ljudsku i stočnu ishranu i sirovina za brojne grane industrije. Soja ima i veliki agrotehnički značaj, jer obogaćuje zemljište azotom i posle soje zemljište ostaje u dobrom fizičkom stanju, te je veoma dobra komponenta u plodoređu (Đukić i sar., 2010). 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 166 NS sorti soje, a preko 200 sorti registrovano je u inostranstvu. Institut za ratarstvo i povrtarstvo je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, a o kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je u širokoj paleti sorti soje, od veoma ranih, do veoma kasnih sorti (Randelović i sar., 2020).

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

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

MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu korišteni su dvogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije. Prikazani su podaci za šest novopriznatih sorti soje (NS Aragonit, NS Westeros i NS Feba, 00 grupe zrenja, NS Coral, NS Simba i NS Esos, II grupe zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa zrenja i Rubin, II grupa zrenja). Ovi ogledi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor i analizirani su podaci za 2020. i 2021. 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 2022. godini registrovano je šest NS sorti soje, tri veoma rane sorte (NS Aragonit, NS Westeros i NS Feba) i tri srednje kasne sorte (NS Coral, NS Simba i NS Esos). U radu su prikazani i rezultati standardnih sorti (Merkur i Rubin).

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2020-2021)
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet/Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	3.615	3.343	3.014	4.349	4.027	3.670
00	NS Aragonit	3.565	3.452	3.270	4.738	3.940	3.793
00	NS Westeros	4.013	4.211	3.667	4.711	5.006	4.321
00	NS Feba	3.702	3.572	3.495	4.560	4.341	3.934
II	Rubin	3.719	3.799	3.092	4.167	4.593	3.874
II	NS Coral	4.201	4.730	2.890	5.075	4.537	4.287
II	NS Simba	3.835	3.939	3.097	4.472	4.704	4.009
II	NS Esos	3.852	3.890	3.359	4.567	4.583	4.050

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za dve godine i sve lokalitete, ostvaren je sa novopriznatom sortom soje 00 grupe zrenja NS Westeros (4.321 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti zabeležen kod standarda za II grupu zrenja, sorte Rubin (3.874 kg ha⁻¹).

Novopriznate sorte soje moraju ostvariti bolje rezultate u poređenju sa standardnim sortama u dvogodišnjem periodu na pet lokaliteta tokom testiranja u komisijskim ogledima, a razlika u prinosu mora biti veća od 3% (Đukić i sar. 2018). Novopriznata sorta soje iz 00 grupe zrenja, NS Aragonit ostvarila je prinos za 3,35% veći u odnosu na standardnu sortu Merkur, novopriznata sorta soje NS Westeros iz 00 grupe zrenja, 17,74% u odnosu na standardnu sortu, a sorta NS Feba iz 00 grupe zrenja, za 7,19% veći prinos u odnosu na sortu soje Merkur. Novopriznate srednje kasne sorte iz II grupe zrenja u odnosu na standardnu sortu Rubin imale su veći prinos za 10,66% (NS Coral), 3,48% (NS Simba), 4,54% (NS Esos). Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje (%), (2020-2021)**Table 2.** Average protein content of NS soybean variety (%), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	39,9	40,5	42,0	40,3	38,9	40,3
00	NS Aragonit	39,0	41,7	42,6	43,2	39,0	41,1
00	NS Westeros	40,3	38,4	42,0	39,5	39,4	39,9
00	NS Feba	40,3	38,7	42,4	39,8	39,0	40,0
II	Rubin	41,5	39,6	40,6	38,0	40,5	40,0
II	NS Coral	41,5	40,7	41,0	37,0	41,1	40,2
II	NS Simba	40,2	40,3	41,0	36,6	41,6	39,9
II	NS Esos	41,5	39,6	40,6	38,0	40,5	40,1

U ovim ispitivanjima (tabela 2) najveća prosečna vrednost za sadržaj proteina na pet lokaliteta u trajanju od dve godine zabeležena je kod sorte soje iz 00 grupe zrenja NS Aragonit (41,1%), dok je najniži sadržaj proteina zabeležen kod rane sorte soje iz 00 grupe zrenja NS Westeros i srednje kasne sorte iz II grupe zrenja NS Simba (39,9%). Visok sadržaj proteina zabeležen je i kod veoma rane sorte iz 00 grupe zrenja, Merkur (40,3%), kao i kod srednje kasne sorte iz II grupe zrenja, NS Coral (40,2%). Razlike u prinosu i kvalitetu zrna soje između pojedinih lokaliteta su veće u odnosu na razlike između pojedinih sorti (Đukić i sar., 2018).

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%), (2020-2021)**Table 3.** Average oil content of NS soybean variety (%), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet/Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	21,1	20,7	20,2	22,6	21,6	21,2
00	NS Aragonit	21,0	21,4	20,0	21,5	21,2	21,0
00	NS Westeros	20,3	21,7	20,4	22,9	21,9	21,5
00	NS Feba	21,7	21,5	20,7	23,6	21,9	21,9
II	Rubin	22,1	21,7	20,3	21,5	21,9	21,5
II	NS Coral	23,8	21,1	20,7	21,1	21,3	21,6
II	NS Simba	22,0	22,5	20,0	21,3	20,9	21,3
II	NS Esos	21,4	21,0	19,9	21,6	21,2	21,0

Najviši sadržaj ulja u zrnu soje (tabela 3), u proseku za dve godine i pet lokaliteta, zabeležen je kod sorte soje iz 00 grupe zrenja, NS Feba (21,9%), a visok sadržaj ulja zabeležen je i kod sorti NS Coral (21,6%), NS Westeros i Rubin (21,5%). Najniži sadržaj ulja zabeležen je kod rane sorte iz 0 grupe zrenja, NS Aragonit i srednje kasne sorte soje NS Esos (21,0%). 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).

Najviši prosečan prinos proteina (tabela 4) u dvogodišnjem testiranju imala je sorta soje iz 00 grupe zrenja, NS Westeros (1.721 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen i najviši prinos zrna, a visoki rezultati zabeleženi su i kod srednje kasnih sorti soje iz II grupe zrenja NS Coral (1.718 kg ha⁻¹) i NS Esos (1.610 kg ha⁻¹).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2020-2021)
Table 4. Average protein yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet/Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	1.442	1.354	1.264	1.752	1.565	1.476
00	NS Aragonit	1.390	1.439	1.391	2.047	1.538	1.561
00	NS Westeros	1.617	1.615	1.540	1.861	1.971	1.721
00	NS Feba	1.490	1.381	1.480	1.815	1.692	1.572
II	Rubin	1.543	1.504	1.255	1.583	1.859	1.549
II	NS Coral	1.741	1.923	1.183	1.878	1.863	1.718
II	NS Simba	1.542	1.587	1.268	1.637	1.958	1.598
II	NS Esos	1.587	1.642	1.391	1.598	1.831	1.610

Najniži prinos proteina bio je kod standardne sorte iz 00 grupe zrenja, Merkur (1.476 kg ha⁻¹). Od novopriznatih sorti najniži prinos proteina zabeležen je kod veoma rane sorte iz 00 grupe zrenja, NS Aragonit (1.561 kg ha⁻¹). Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019); Miladinov i sar. (2020).

Najviši prosečan prinos ulja (tabela 5) po jedinici površine zabeležen je kod sorte soje iz 00 grupe zrenja, NS Westeros (930 kg ha⁻¹), koja je imala i najviši prinos zrna, kao i kod sorte soje iz II grupe zrenja NS Coral (926 kg ha⁻¹), dok je najniži prinos ulja zabeležen kod veoma rane sorte koja je standard za 00 grupu zrenja, Merkur (783 kg ha⁻¹) i novopriznate sorte soje iz 00 grupe zrenja NS Aragonit (798 kg ha⁻¹).

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2020-2021)
Table 5. Average oil yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	763	690	607	983	870	783
00	NS Aragonit	747	737	652	1.019	835	798
00	NS Westeros	815	914	746	1.079	1.096	930
00	NS Feba	802	766	722	1.076	951	863
II	Rubin	820	824	626	896	1.004	834
II	NS Coral	998	998	598	1.071	964	926
II	NS Simba	844	886	619	952	983	857
II	NS Esos	822	815	667	986	972	852

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 Aragonit, Merkur i NS Coral, visok sadržaj ulja kod sorti NS Feba i NS Coral.

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 Westeros i NS Coral koje su ostvarile najviši prinos zrna.

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., Balešević-Tubić, S., Cvijanović, G., Đorđević, V., Dozet, G., Popović, V., Tatić, M. (2010): Sadržaj ulja u semenu soje u zavisnosti od primenjenog azota. Uljarstvo, vol. 41., br. 1-2, 19-22.
3. Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015): Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 56. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, 87-91.
4. 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.

5. 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 idustrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12-17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 39-45.
6. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019): Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. godini. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, 71-78.
7. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018): Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 65-71.
8. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017): Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
9. Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021): Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini. Zbornik radova 62. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 2. jul 2021, Herceg Novi, Crna Gora, 85-92.
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, Z., Đukić, V., Randelović, P., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L., Čeran, M., Krsmanović, S. (2020): Sadržaj ulja i proteina aktuelnog NS sortimenta soje. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 31-37.
12. 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.
13. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013): Soja u 2012. godini. Zbornik referata 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 03-09.02.2013., 79-86.
14. 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), 22-28. januar 2017., Zlatibor, 11-20.
15. Randelović, P., Stojanović, D., Đukić, V., Petrović, K., Dozet, G., Vasiljević, M., Miljković, 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.

SADRŽAJ ULJA I PROTEINA U ZRNU SOJE ZAVISNO OD GUSTINE SETVE

Dragana Miljaković¹, Jelena Marinković¹, Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Branislava Tintor¹, Gorica Cvijanović²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

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

IZVOD

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

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

OIL AND PROTEIN CONTENT IN SOYBEAN GRAIN DEPENDING ON SOWING DENSITY

ABSTRACT

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

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

UVOD

Optimalan broj biljaka po jedinici površine je jedna od bitnih pretpostavki visokog prinosa, a kod soje zavisi od grupe zrenja, sorte, agroklimatskog rejona gajenja,

vremena setve, sistema obrade, količine padavina, plodnosti zemljišta i niza drugih činilaca (Đukić i Dozet, 2014). Ranije sorte soje imaju manju visinu, formiraju manju lisnu masu i ove sorte se seju u gušćem sklopu, dok su kasnije sorte soje većeg habitusa i za pravilan rast biljaka potrebno im je obezbediti veći životni prostor, zbog čega im više odgovara ređi sklop biljaka (Đukić i sar., 2019).

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

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

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

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju proučavanja gustine setve na kvalitativne osobine zrna soje postavljen je dvogodišnji ogled, tokom 2019. godine i 2020. godine, sa tri sorte soje različite dužine vegetacionog perioda (Galina 0 grupa zrenja, Sava I grupa zrenja i Rubin II grupa zrenja) i četiri gustine setve (300.000, 400.000, 500.000 i 600.000 biljaka po hektaru). Ogled je postavljen u tri ponavljanja, a veličina osnovne parcele je iznosila 10 m², odnosno četiri reda soje dužine pet metara sa međurednim rastojanjem od 50 cm. Tokom vegetacije primenjena je standardna agrotehnika za soju, a nakon žetve izmerena je masa uzoraka, vlaga zrna, obračunat je prinos soje po jedinici površine i u laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj ulja i proteina u zrnu. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj ulja i proteina u zrnu, kao i prinos ulja i proteina po jedinici površine. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za sve gustine setve, ostvaren je sa kasnom sortom soje Rubin (3.447 kg ha⁻¹), dok je najniži prinos zabeležen kod rane sorte soje Galina (3.167 kg ha⁻¹).

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

Sorta Variety	Broj biljaka/Number of plants				Prosek Average
	300.000	400.000	500.000	600.000	
Galina	2.959	3.305	3.401	3.002	3.167
Sava	3.136	3.630	3.593	3.274	3.408
Rubin	3.215	3.727	3.575	3.271	3.447
Prosek/Average	3.103	3.554	3.523	3.182	-

Posmatrajući prosečne prinose soje po pojedinim gustinama setve, uočava se da je najviši prinos ostvaren pri gustini setve od 400.000 biljaka po hektaru (3.554 kg ha⁻¹), dok je pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru ostvaren i najniži prinos soje (3.103 kg ha⁻¹).

Posmatrajući prinose po pojedinim sortama soje uočava se da je kod rane sorte Galina najviši prinos zabeležen pri sklopu od 500.000 biljaka po hektaru (3.401 kg ha⁻¹), a sa povećanjem ili smanjenjem gustine setve prinos se smanjivao.

Kod srednjestase sorte Sava (3.630 kg ha⁻¹) i kasne sorte soje Rubin (3.727 kg ha⁻¹) najviši prinos ostvaren je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru, a povećanjem ili smanjenjem broja biljaka po jedinici površine prinos se smanjivao.

Ovi rezultati su u saglasnosti sa preporukama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo da se rane sorte soje iz 0 grupe zrenja seju sa 500.000 klijavih zrna po hektaru, srednjestase sorte soje iz I grupe zrenja sa 450.000 klijavih zrna i kasne sorte soje II grupe zrenja sa 400.000 klijavih zrna po hektaru. Pri najređem sklopu biljaka (300.000 po hektaru) došlo je do smanjenja prinosa za 13,00% kod sorte Galina, za 13,61% kod sorte Sava i za 13,74% kod sorte Rubin, a pri najgušćem sklopu biljaka (600.000 po hektaru) došlo je do smanjenja prinosa za 11,73% kod sorte Galina, za 6,12% kod sorte Sava i za 7,51% kod sorte Rubin.

Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Dozet i sar., 2013).

Tabela 2. Prosečan sadržaj ulja (%)
Table 2. Average oil content (%)

Sorta Variety	Broj biljaka/Number of plants				Prosek Average
	300.000	400.000	500.000	600.000	
Galina	21,65	22,27	22,06	22,48	22,12
Sava	23,00	22,60	22,83	22,41	22,71
Rubin	21,97	22,37	22,45	22,52	22,33
Prosek/Average	22,21	22,41	22,45	22,47	-

Najviši sadržaj ulja u znu soje (tabela 2) zabeležen je kod sorte Sava (22,71%), a najniži kod sorte Galina (22,12%).

Posmatrano po sklopovima, najniži sadržaj ulja zabeležen je pri najređem sklopu biljaka (300.000 biljaka po hektaru) i iznosio je 22,21%, a sa povećanjem gustine

setve povećavao se i sadržaj ulja u zrnju, tako da je najviša vrednost zabeležena pri najgušćem sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (22,47%).

Kod rane sorte Galina najviši sadržaj ulja zabeležen je pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (22,48%), a najniži sadržaj ulja pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (21,65%).

Kod srednjestasne sorte Sava najviši sadržaj ulja zabeležen je pri sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (23,00%), a najniži sadržaj ulja pri najgušćem sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (22,41%).

Kod kasne sorte soje Rubin najviši sadržaj ulja zabeležen je pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (22,52), a najniži sadržaj ulja pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (21,97%).

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, dok sorte sa dužim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnju više ulja (Đukić i sar., 2013). Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar. 2018).

Najviši sadržaj proteina u zrnju soje (tabela 3) zabeležen je kod kasne sorte soje Rubin (38,78%), a najniži kod rane sorte Galina (37,61%). Posmatrano po sklopovima biljaka najviši sadržaj proteina zabeležen je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (38,72%), a najniži sadržaj proteina pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (37,59%).

Posmatrano po sortama soje uočava se da je sadržaj proteina kod sorte Galina varirao od 36,57% pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru do 38,30% pri sklopu od 500.000 biljaka po hektaru. Kod sorte Sava sadržaj proteina je varirao od 37,71% pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru do 38,99% pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru. Kod sorte Rubin sadržaj proteina se kretao od 38,49% pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru do 39,29% pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru.

Tabela 3. Prosečan sadržaj proteina (%)

Table 3. Average protein content (%)

Sorta Variety	Broj biljaka/Number of plants				Prosek Average
	300.000	400.000	500.000	600.000	
Galina	37,70	37,87	38,30	36,57	37,61
Sava	37,92	38,99	38,66	37,71	38,32
Rubin	38,55	39,29	38,80	38,49	38,78
Prosek/Average	38,06	38,72	38,59	37,59	-

Najviši prinos ulja po jedinici površine (tabela 4) zabeležen je kod sorte Sava (774 kg ha⁻¹), a najniži kod sorte Galina (700 kg ha⁻¹).

Posmatrano po sklopovima, najniži prinos ulja zabeležen je pri najređem sklopu biljaka (300.000 po hektaru) i iznosio je 689 kg ha⁻¹, a najviši prinos ulja po jedinici površine zabeležen je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (797 kg ha⁻¹).

Kod rane sorte Galina najviši prinos ulja zabeležen je pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (675 kg ha⁻¹), a najniži prinos ulja pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (641 kg ha⁻¹).

Kod srednjestasne sorte Sava najviši prinos ulja zabeležen je pri sklopu od 400.000 i 500.000 biljaka po hektaru (820 kg ha⁻¹), a najniži prinos ulja pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (721 kg ha⁻¹).

Kod kasne sorte soje Rubin najviši prinos ulja po jedinici površine zabeležen je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (834 kg ha⁻¹), a najniži sadržaj ulja pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (706 kg ha⁻¹).

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

Table 4. Average oil yield (kg ha⁻¹)

Sorta Variety	Broj biljaka/Number of plants				Prosek Average
	300.000	400.000	500.000	600.000	
Galina	641	736	750	675	700
Sava	721	820	820	734	774
Rubin	706	834	803	737	770
Prosek/Average	689	797	791	715	-

Najviši prosečan prinos proteina (tabela 5) imala je kasna sorta soje Rubin (1.337 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen i najviši prinos zrna, a najniži prinos proteina po jedinici površine kod rane sorte soje Galina (1.192 kg ha⁻¹) koja je imala i najniži prinos zrna.

Posmatrano po sklopovima uočava se da je najviši prinos proteina po jedinici površine zabeležen pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (1.377 kg ha⁻¹), a sa porastom ili smanjenjem broja biljaka po jedinici površine prinos proteina se smanjivao.

Kod rane sorte Galina najviši prinos proteina zabeležen je pri sklopu od 500.000 biljaka po hektaru (1.303 kg ha⁻¹), a najniži prinos proteina pri najgušćem sklopu od 600.000 biljaka po hektaru (1.098 kg ha⁻¹).

Kod srednjestasne sorte Sava najviši prinos proteina po jedinici površine zabeležen je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (1.415 kg ha⁻¹), a najniži prinos proteina pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (1.189 kg ha⁻¹).

Kod kasne sorte soje Rubin najviši prinos proteina po jedinici površine zabeležen je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru (1.464 kg ha⁻¹), a najniži sadržaj proteina pri najređem sklopu od 300.000 biljaka po hektaru (1.239 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).

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

Table 5. Average protein yield (kg ha⁻¹)

Sorta Variety	Broj biljaka/Number of plants				Prosek Average
	300.000	400.000	500.000	600.000	
Galina	1.116	1.252	1.303	1.098	1.192
Sava	1.189	1.415	1.389	1.235	1.307
Rubin	1.239	1.464	1.387	1.259	1.337
Prosek/Average	1.181	1.377	1.360	1.197	-

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Najviši prinos rana sorta Galina ostvarila je pri sklopu od 500.000 biljaka po hektaru, dok su srednjestasna sorta Sava i kasna sorta Rubin najviši prinos ostvarile pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru.

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

Najviši sadržaj proteina ostvaren je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru, posmatrano po sortama Sava i Rubin 400.000 biljaka po hektaru i kod sorte Galina 500.000 biljaka po hektaru.

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

LITERATURA

1. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Chapter 1 from the Book - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
2. 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.
3. Đukić, V., Dozet G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović): Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
4. Đukić, V., Dozet, G., Miladinov, Z., Cvijanović, M., Vasiljević, M., Cvijanović, G., Randelović, P. (2019): Promena morfoloških osobina soje pri različitom sklopu biljaka. Zbornik radova 1., XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. mart, 2015-220.
5. Đukić, V., Miladinov, Z., Eltreki, A., Dozet, G., Randelović, P., Cvijanović, G., Cvijanović, M. (2020): Uticaj sklopa biljaka na broj i masu zrna soje. Zbornik radova naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Selo i poljoprivreda” 30. septembar 2020, Bijeljina, 81-91.
6. Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013): Uticaj rejona gajenja na prinos i kvalitet soje. Zbornik radova 54. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, Herceg Novi, Crna Gora, 69-73.

7. Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora 73-78.
8. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019): Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.

KVALITET SEMENA SOJE SA OBOJENOM SEMENJAČOM

*Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Mamlić², Jegor Miladinović²,
Simona Jaćimović², Marina Čeran², Olga Kandelinskaja³*

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

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

³Institut eksperimentalne botanike „V. F. Kuprevič”,

Nacionalna akademija nauka Belorusije, Minsk, Belorusija

IZVOD

Institut za ratarstvo i povrtarstvo poseduje veoma bogatu kolekciju različitih genotipova soje iz celog sveta, koje se razlikuju po svojim morfološkim osobinama, dužini vegetacionog perioda, tolerantnosti na stresne uslove proizvodnje, bolesti i štetočine, boji cveta, dlačica, tipu rasta, sadržaju proteina i ulja, boji semenjače itd. Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet genotipova soje obojene semenjače iz kolekcije i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja. Linije 4, 5 i 6 se izdvajaju po visini prinosa u svojim grupama zrenja, linije 1,5,6 i 7 po sadržaju proteina, a linije 2 i 5 po sadržaju ulja u zrnu.

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

SOYBEAN SEED QUALITY WITH COLORED SEEDER

ABSTRACT

The Institute of Field and Vegetable Crops has a very rich collection of different soybean genotypes from around the world, which differ in their morphological characteristics, length of vegetation period, tolerance to stressful production conditions, diseases and pests, flower colour, growth type, protein and oil content, seed colour, etc. The aim of this paper is to consider the quality of soybean genotypes of coloured seedlings from the collection and compare them with standard varieties for individual maturation groups. Lines 4, 5 and 6 are distinguished by the height of yield in their ripening groups, lines 1,5,6 and 7 by protein content, and lines 2 and 5 by content of oil in grains.

Key words: Collection of soyabean geonotypes, 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 veoma povoljnog uticaja na zemljište, 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).

Institut za ratarstvo i povrtarstvo poseduje veoma bogatu kolekciju različitih genotipova soje iz celog sveta, koje se razlikuju po svojim morfološkim osobinama, dužini vegetacionog perioda, tolerantnosti na stresne uslove proizvodnje, bolesti i štetočine, boji cveta, dlačica, tipu rasta, sadržaju proteina i ulja, boji semenjače i td., što predstavlja veoma dobru osnovu za proces selekcije i stvaranja novih genotipova soje. U industrijskoj preradi uglavnom se ceni i traži zrno soje bez obojene semenjače, mada zrno soje sa obojenom semenjačom ne zaostaje po kvalitetu i zbog povećanog prisustva fiziološki aktivnih materija može se koristiti u farmaceutskoj industriji, kozmetici i za posebne namene.

Sorte soje sa dužim vegetacionim periodom imaju veći potencijal za prinos i u većini godina sa takvim sortama se ostvaruju i viši prinosi zrna u odnosu na sorte sa kraćim vegetacionim periodom (Dozet i sar. 2022).

Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet genotipova soje obojene semenjače iz kolekcije i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

U 2021. godini postavljen je ogled radi analize kvaliteta pojedinih linija soje sa obojenom semenjačom, različite dužine vegetacionog perioda, iz kolekcije Odeljenja za soju i standardnih sorti soje. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja sa veličinom osnovne parcele od 10 m², odnosno četiri reda soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i dužina redova pet metara. Analiziran je sadržaj proteina i ulja veoma ranih genotipova (00 grupa zrenja): Merkur, Blackstar crne semenjače, linija 1 i linija 2 crne semenjače, linija 3 i linija 4 zelene semenjače, rani genotipovi (0 grupa zrenja): Galina, NS Maximus i linija 5 smeđe semenjače, srednjestasi genotipovi (I grupa zrenja): NS Apolo i linija 6 maslinasto zelene semenjače i zelenog endosperma i kasni genotipovi (II grupa zrenja): sorta Rubin i linija 7 smeđe boje semenjače. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve izmeren je sadržaj proteina i ulja u laboratoriji Odeljenja za soju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Najviši prosečan prinos zrna u ovom ogledu (tabela 1), ostvaren je sa sortom soje Rubin (3.807 kg ha⁻¹), a najniži sa linijom 1 (2.718 kg ha⁻¹). Od veoma ranih

genotipova (00 grupe zrenja) linija soje zelene semenjače broj 4 (3.142 kg ha⁻¹) imala je viši prinos od standardne sorte Merkur (3.085 kg ha⁻¹), dok su linije sa zelenom semenjačom broj 3 (2.936 kg ha⁻¹), kao i linije sa crnom semenjačom 1 (2.718 kg ha⁻¹) i 2 (2.862 kg ha⁻¹) imale niži prinos u odnosu na sortu soje Merkur. Linija broj 5 sa smeđom bojom semenjače (3.612 kg ha⁻¹) imala je viši prinos u odnosu na standardnu sortu za 0 grupu zrenja NS Maximus (3.518 kg ha⁻¹), dok je sorta Galina (3.119 kg ha⁻¹) ostvarila najniži prinos od genotipova iz 0 grupe zrenja. Linija soje 6, sa maslinasto zelenom semenjačom i zelenim endospermom (3.644 kg ha⁻¹) ostvarila je viši prinos u odnosu na sortu NS Apollo (3.282 kg ha⁻¹), dok je linija broj 7 sa smeđom semenjačom (3.718 kg ha⁻¹) imala niži prinos u odnosu na standardnu sortu soje za II grupu zrenja Rubin (3.807 kg ha⁻¹). Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Dozet, 2006; Dozet, 2009; Đukić, 2009.; Dozet i sar., 2013.; Dozet i sar., 2015.; Dozet i sar. 2018).

Tabela 1. Prosečan prinos analiziranih genotipova soje (kg ha⁻¹)

Table 1. Average yield of NS soybean genotypes (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Linija soje Soybean lines	Boja semenjače Seed colour	Prinos Yield
00	Merkur	Žuta	3.085
00	Blackstar	Crna	3.040
00	Linija 1	Crna	2.718
00	Linija 2	Crna	2.862
00	Linija 3	Zelena	2.936
00	Linija 4	Zelena	3.142
0	Galina	Žuta	3.119
0	NS Maximus	Žuta	3.518
0	Linija 5	Smeđa	3.612
I	NS Apollo	Žuta	3.282
I	Linija 6	Maslinasto zelena	3.644
II	Rubin	Žuta	3.807
II	Linija 7	smeđa	3.718

Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, međutim selekcijom su stvorene i mnoge sorte sa dužim vegetacionim periodom sa povišenim sadržajem proteina (Đukić i sar., 2020). U ovim ispitivanjima (tabela 2) najveća prosečna vrednost za sadržaj proteina zabeležena je kod linije broj 5, sa smeđom bojom semenjače, 0 grupe zrenja (43,90%), linije broj 1 sa crnom bojom semenjače, 00 grupe zrenja (43,85%), linije broj 6 sa maslinasto zelenom bojom semenjače, I grupe zrenja (43,59%) i linije broj 7 sa smeđom bojom semenjače, II grupe zrenja (43,06%), dok je najniži sadržaj proteina imala sorta soje NS Maximus, 0 grupe zrenja (40,74%). Povišen sadržaj ulja zabeležen je kod linije broj 5, smeđe boje semenjače iz 0 grupe zrenja (21,43%),

linije broj 2, crne semenjače iz 00 grupe zrenja (21,39%), sorte soje Blackstar, crne boje semenjače iz 00 grupe zrenja (21,25%) i sorte Rubin iz II grupe zrenja (21,11%). Najniži sadržaj ulja zabeležen je kod linije broj 4, zelene boje semenjače iz 00 grupe zrenja (19,64%), kao i kod sorte Galina iz 0 grupe zrenja (19,80%).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja analiziranih genotipova soje (%)

Table 2. Average protein and oil content of NS soybean genotypes (%)

Grupa zrenja Maturity group	Linija soje Soybean lines	Boja semenjače Seed colour	Sadržaj proteina Protein content	Sadržaj ulja Oil content
00	Merkur	Žuta	42,67	20,19
00	Blackstar	Crna	42,55	21,25
00	Linija 1	Crna	43,85	20,71
00	Linija 2	Crna	42,35	21,39
00	Linija 3	Zelena	42,08	20,12
00	Linija 4	Zelena	42,79	19,64
0	Galina	Žuta	41,46	19,80
0	NS Maximus	Žuta	40,74	20,99
0	Linija 5	Smeđa	43,90	21,43
I	NS Apolo	Žuta	40,77	20,98
I	Linija 6	Maslinasto zelena	43,59	20,93
II	Rubin	Žuta	40,76	21,11
II	Linija 7	smeđa	43,06	20,95

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, međutim selekcijom su stvorene i mnoge sorte sa dužim vegetacionim periodom sa povišenim sadržajem proteina (Đukić i sar., 2020). U ovim ispitivanjima (tabela 2) najveća prosečna vrednost za sadržaj proteina zabeležena je kod linije broj 5, sa smeđom bojom semenjače, 0 grupe zrenja (43,90%), linije broj 1 sa crnom bojom semenjače, 00 grupe zrenja (43,85%), linije broj 6 sa maslinasto zelenom bojom semenjače, I grupe zrenja (43,59%) i linije broj 7 sa smeđom bojom semenjače, II grupe zrenja (43,06%), dok je najniži sadržaj proteina imala sorta soje NS Maximus, 0 grupe zrenja (40,74%). Povišen sadržaj ulja zabeležen je kod linije broj 5, smeđe boje semenjače iz 0 grupe zrenja (21,43%), linije broj 2, crne semenjače iz 00 grupe zrenja (21,39%), sorte soje Blackstar, crne boje semenjače iz 00 grupe zrenja (21,25%) i sorte Rubin iz II grupe zrenja (21,11%). Najniži sadržaj ulja zabeležen je kod linije broj 4, zelene boje semenjače iz 00 grupe zrenja (19,64%), kao i kod sorte Galina iz 0 grupe zrenja (19,80%).

Najviši prinos proteina po jedinici površine (tabela 3), zabeležen je kod linije broj 7, smeđe boje semenjače iz II grupe zrenja (1.601 kg ha^{-1}), dok su visoki prinosi proteina bili i kod linija broj 6, sa maslinasto zelenom bojom semenjače, iz I grupe zrenja (1.588 kg ha^{-1}), linije broj 5, sa smeđom bojom semenjače iz 0 grupe zrenja (1.586 kg ha^{-1}) i kod sorte Rubin iz II grupe zrenja (1.552 kg ha^{-1}). Najniži prinos proteina zabeležen je

kod linija broj 1 i 2, crne boje semenjače iz 00 grupe zrenja (1.192 kg ha^{-1} i 1.212 kg ha^{-1}). Najviši prinos ulja po jedinici površine ostvaren je sa sortom soje Rubin iz II grupe zrenja (804 kg ha^{-1}), dok su visoki prinosi ulja zabeleženi i kod linije broj 7 sa smeđom bojom semenjače iz II grupe zrenja (779 kg ha^{-1}), linije broj 5, smeđe boje semenjače iz 0 grupe zrenja (774 kg ha^{-1}) i linije broj 6, sa maslinasto zelenom bojom semenjače iz I grupe zrenja (763 kg ha^{-1}). Linija soje broj 1, sa crnom bojom semenjače iz 00 grupe zrenja imala je najniži prinos ulja po jedinici površine (563 kg ha^{-1}). 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 prinos proteina i ulja analiziranih genotipova soje (kg ha^{-1})

Table 3. Average protein and oil yield of NS soybean genotypes (kg ha^{-1})

Grupa zrenja Maturity group	Linija soje Soybean lines	Boja semenjače Seed colour	Prinos proteina Protein yield	Prinos ulja Oil yield
00	Merkur	Žuta	1.316	623
00	Blackstar	Crna	1.294	646
00	Linija 1	Crna	1.192	563
00	Linija 2	Crna	1.212	612
00	Linija 3	Zelena	1.235	591
00	Linija 4	Zelena	1.344	617
0	Galina	Žuta	1.293	618
0	NS Maximus	Žuta	1.433	739
0	Linija 5	Smeđa	1.586	774
I	NS Apolo	Žuta	1.338	689
I	Linija 6	Maslinasto zelena	1.588	763
II	Rubin	Žuta	1.552	804
II	Linija 7	smeđa	1.601	779

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).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Linija 4 sa zelenom bojom semenjače, linija 5 sa smeđom bojom semenjače i linija 6 sa maslinasto zelenom bojom semenjače i zelenim endospermom odlikuju se visokim prinosom u odnosu na standardne sorte iz pojedinih grupa zrenja.

Među analiziranim linijama soje sa obojenom semenjačom mogu se izdvojiti genotipovi sa povišenim sadržajem proteina (linija 5 sa smeđom semenjačom, linija 1

sa crnom semenjačom, linija 6 sa maslinasto zelenom semenjačom i linija 7 sa smeđom semenjačom) i sa povišenim sadržajem ulja (linija 5 sa smeđom semenjačom i linija 2 sa crnom semenjačom), koji mogu poslužiti kao polazni materijal za stvaranje novih sorti soje sa poboljšanim hemijskim sastavom zrna.

Linije 7 sa smeđom semenjačom, 6 sa maslinasto zelenom semenjačom i 5 sa smeđom semenjačom ostvarile su visok prinos proteina i ulja po jedinici površine.

LITERATURA

1. Dozet, G. (2006): Prinos i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupe zrenja u uslovima navodnjavanja, Magistarska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str. 73.
2. Dozet, G. (2009): Uticaj đubrenja predkulture azotom i primene Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, str. 154.
3. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013): Changes in the Technology of Soybean Production, Ch. 1 from the Book - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
4. Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Đurić, N., Kostadinović, Lj., Jakšić, S., Cvijanović, G. (2015): Influence of organic and conventional methods of growing on qualitative properties of soybean. Book of Proceedings from Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015”, October 15-18, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 407-412.
5. 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, str. 79-84.
6. Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Cvijanović, G., Jakšić, S., Kandelinskaja, O. (2022): Uticaj folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na prinos soje. Zbornik radova XXVII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 25-26 mart, 2022. 111-116.
7. Đukić, V. (2009): Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet, Zemun, 1-127.
8. Đukić, V., 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
 12. 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.
 13. 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.

UTICAJ PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE

*Zlatica Mamlić¹, Asija Abduladim², Vojin Đukić¹, Marija Bajagić³, Jegor Miladinović¹,
Gordana Dozet², Gorica Cvijanović⁴*

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, Dvorovi, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac, Srbija

IZVOD

Folijarna primena vodenih ekstrakata ima pozitivan uticaj na na prinos i kvalitet zrna soje. Folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane povećala je prinos soje za 18,07%, sadržaj proteina za 1,64%, smanjila sadržaj ulja za 0,22%, povećala prinos proteina za 19,87% i prinos ulja za 16,58%, dok je primena vodenog ekstrakta koprive i gaveza povećala prinos soje za 17,55%, sadržaj proteina za 1,70%, smanjila sadržaj ulja za 1,44%, povećala prinos proteina za 19,39% i prinos ulja za 15,93%. Folijarna primena vode povećala je sadržaj ulja za 1,62%, a vodenog ekstrakta koprive za 1,17%.

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

INFLUENCE OF APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS ON SOYBEAN PROTEIN AND OIL CONTENT

ABSTRACT

Foliar application of aqueous extracts has a positive effect on the yield and quality of soybean grains. Foliar application of aqueous extract of banana fruit increased soybean yield by 18.07%, protein content by 1.64%, reduced oil content by 0.22%, increased protein yield by 19.87% and oil yield by 16.58%, while the use of aqueous extract of nettle and comfrey increased soybean yield by 17.55%, protein content by 1.70%, decreased oil content by 1.44%, increased protein yield by 19.39% and oil yield by 15.93 %. Foliar application of water increased the oil content by 1.62%, and water extract of nettle by 1.17%.

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

UVOD

Vodeni ekstrakti biljnog materijala sve se više koriste u proizvodnji biljaka, cvećarstvu, povrtarstvu, ali i u ratarstvu, kako u organskoj, tako i u konvencionalnoj proizvodnji (Đukić i sar., 2021). Folijarna đubriva sadrže elemente koje biljke lako usvajaju, a njihova efikasnost zavisi od količine hraniva u zemljištu, potrebe biljaka za određenim elementima, stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018). Folijarna prihrana soje u fazi intenzivnog porasta povećava prinos (Miladinov i sar., 2018; Randelović i sar., 2018), naročito u nepovoljnim godinama, sa izraženim sušnim periodom, ali i u povoljnim godinama za proizvodnju (Dozet i sar., 2013; Dozet i sar., 2015; Randelović i sar., 2019). Pored visokog i stabilnog prinosa kod proizvodnje soje veoma je bitan i tehnološki kvalitet zrna. Da se različitim folijarnim đubrivima može uticati na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje u svojim istraživanjima potvrdili su Miladinov i sar. (2018).

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

MATERIJAL I METODE RADA

U dvogodišnjem ogledu sagledan je uticaj folijarne primene vodenih ekstrakata na prinos, sadržaj ulja i proteina u zrnu soje i prinos ulja i proteina po hektaru. Ogled je postavljen na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima sa sortom soje I grupe zrenja NS Apolo i sa varijantama ogleda: kontrola, kontrola sa folijarnom primenom vode u količini istoj kao primena razređenih vodenih ekstrakata, varijanta sa primenom vodenog ekstrakta banane, vodenog ekstrakta kore banane, vodenog ekstrakta koprive, vodenog ekstrakta koprive i gaveza, vodenog ekstrakta ovojnih listova luka, vodenog ekstrakta vršnih grančica vrbe i vodenog ekstrakta vršnih delova biljaka soje. Svi folijarni tretmani su vršeni u fazi intenzivnog porasta biljaka, pre faze cvetanja soje, sa količinom od 300 litara tečnosti po hektaru u kojoj je razređen vodeni ekstrakt u razmeri 1:15. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice od 10 m² (četiri reda soje, međuredni razmak od 50 cm i pet metara dužine). Vodeni ekstrakti su pravljani tako što je jedan kilogram biljnog materijala premliven sa 10 litara kišnice i uz svakodnevno mešanje sačekano je završetak fermentacije, nakon čega je vodeni ekstrakt proceđen kroz gazu i pre folijarne upotrebe razređivan sa vodom u omeru 1:15. Tokom vegetacionog perioda primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom malog radnog zahvata, izmerena je masa i vlaga zrna i obračunat prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

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

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama

Table 1. Weather conditions in the study years

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

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

Prinos soje

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

Tabela 2. Prosečan prinos zrna soje (kg ha⁻¹)
Table 2. Average soybean grain yield (kg ha⁻¹)

Godina Year Đubriva Fertilizers	2020	2021	Prosek Average
Kontrola	3.462	1.962	2.712
Kontrola sa vodom	3.581	2.231	2.906
V. e.* ploda banane	3.927	2.477	3.202
V. e.* kore banane	3.911	2.335	3.123
V. e.* koprive	3.872	2.370	3.121
V. e.* koprive i gaveza	3.964	2.412	3.188
V. e.* ovojnih listova luka	3.791	2.313	3.052
V. e.* vrbe	3.715	2.262	2.989
V. e.* biljaka soje	3.824	2.297	3.061
Prosek/Average	3.783	2.295	3.039
* V.e. - vodeni ekstrakt / aqueous extracts			

Svi vodeni ekstrakti povećali su prinos soje u odnosu na kontrolnu varijantu i kontrolnu varijantu gde je folijarno primenjena voda. Prosečan prinos soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 3.039 kg ha⁻¹. U povoljnijoj 2020. godini prosečan prinos soje je iznosio 3.783 kg ha⁻¹, dok je u 2021. godini ostvaren prinos od 2.295 kg ha⁻¹.

Najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (2.712 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (3.462 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 1.962 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Na varijanti oglada sa primenom vodenih ekstrakta ploda banane i koprive i gaveza zabeleženi su najviši prinosi soje u dvogodišnjim istraživanjima (3.202 kg ha⁻¹ i 3.188 kg ha⁻¹), kao i po godinama istraživanja (u 2020. godini 3.964 kg ha⁻¹ kod primene vodenog ekstrakta koprive i gaveza i 3.927 kg ha⁻¹ kod primene vodenog ekstrakta ploda banane, a u 2021. godini 3.202 kg ha⁻¹ kod primene vodenog ekstrakta ploda banane i 3.188 kg ha⁻¹ kod primene vodenog ekstrakta koprive i gaveza).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3. Prosečan sadržaj proteina u ogledu iznosio je 39,08% (u 2020. godini 38,63% i u 2021. godini 39,54%). Na kontrolnoj varijanti sa folijarnom primenom vode ostvaren je najniži sadržaj proteina u proseku za obe godine (38,50%), kao i po godinama (38,21% u 2020. godini i 38,78% u 2021. godini). Na varijanti sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza zabeležen je najviši sadržaj proteina, kako u dvogodišnjim istraživanjima (39,57%), tako i u 2020. godini (38,94%), dok je u 2021. godini najviši sadržaj proteina zabeležen na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta banane (40,29%). Na

varijanti sa primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza sadržaj proteina je povećan za 1,70%, kod primene vodenog ekstrakta ploda banane za 1,64%, vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka za 0,98%, vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje za 0,59%, vodenog ekstrakta od koprive i vodenog ekstrakta od vršnih grančica vrbe za 0,10%, dok je kod primene vodenog ekstrakta od kore banane sadržaj proteina isti kao na kontrolnoj varijanti.

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

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

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

Prosečan sadržaj ulja u znu soje u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 22,28% (22,91% u 2020. godini i 21,65% u 2021. godini). U proseku za obe godine, najniži sadržaj ulja zabeležen je na varijanti sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza (21,95%), tako i u 2021. godini (21,14%), dok je u 2020. godini najniži sadržaj ulja zabeležen na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta ploda banane (22,75%). Najviši sadržaj ulja u proseku za obe godine bio je na kontrolnoj varijanti sa folijarnom primenom vode (22,63%), kao i u 2021. godini (22,16%), dok je u 2020. godini najviši sadržaj ulja zabeležen na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta koprive (23,12%). Na kontrolnoj varijanti ogleda sa primenom vode povećan je sadržaj ulja za 1,62% u odnosu na kontrolnu varijantu, na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta koprive za 1,17%, vodenog ekstrakta kore banane za 0,22%, vodenog ekstrakta vrbe za 0,18%, dok je kod primene vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka sadržaj ulja isti kao na kontrolnoj varijanti. Posmatrajući zbir vrednosti za sadržaj proteina i ulja vidimo da je on na varijanti ogleda sa primenom vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka povećan za 0,61%, na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta od koprive za 0,48% i kod primene vodenog ekstrakta od vršnih grančica vrbe za 0,14% u odnosu na kontrolu. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Dozet i sar. (2018) da se primenom vodenog ekstrakta koprive povećava

i sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu, odnosno došlo je do povećanja kapaciteta za nakupljanje hranjivih materija u zrnu.

Prinos proteina i ulja u zrnu soje

U tabeli 4 prikazan je prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine. Prosečan prinos proteina u proseku za dve godine iznosio je 1.185 kg ha^{-1} . U 2020. godini prosečan prinos proteina iznosio je 1.462 kg ha^{-1} , dok je u 2021. godini prinos proteina veoma nizak (908 kg ha^{-1}), zbog znatno nižih prinosa zrna u nepovoljnoj godini za proizvodnju soje. U proseku za obe godine, najniži prinos proteina zabeležen je na kontrolnoj varijanti (1.052 kg ha^{-1}), kao i po godinama (1.334 kg ha^{-1} u 2020. godini i 771 kg ha^{-1} u 2021. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (1.261 kg ha^{-1}), a posmatrano po godinama uočavamo da je najviši prinos proteina u 2020. godini ostvaren primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza (1.544 kg ha^{-1}), dok je u 2021. godini najviši prinos proteina zabeležen kod primene vodenog ekstrakta ploda banane (998 kg ha^{-1}).

Prosečan prinos ulja u ogledu iznosio je 682 kg ha^{-1} , a po godinama, 866 kg ha^{-1} u 2020. godini i 497 kg ha^{-1} u 2021. godini. Najniži prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima zabeležen je na kontrolnoj varijanti (609 kg ha^{-1}), odnosno po godinama istraživanja (792 kg ha^{-1} u 2020. godini i 425 kg ha^{-1} u 2021. godini).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) i prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 4. Average protein yield (kg ha^{-1}) and average oil yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers	Godina Year	Prinos proteina (kg ha^{-1}) Protein yield (kg ha^{-1})			Prinos ulja (kg ha^{-1}) Oil yield (kg ha^{-1})		
		2020	2021	Prosek Average	2020	2021	Prosek Average
Kontrola		1.334	771	1.052	792	425	609
Kontrola sa vodom		1.368	865	1.117	827	494	661
V. e.* ploda banane		1.524	998	1.261	893	527	710
V. e.* kore banane		1.507	918	1.212	898	506	702
V. e.* koprive		1.503	926	1.215	895	520	707
V. e.* koprive i gaveza		1.544	969	1.256	902	510	706
V. e.* ovojnih listova luka		1.469	921	1.195	863	504	683
V. e.* vrbe		1.430	892	1.161	855	489	672
V. e.* biljaka soje		1.476	912	1.194	872	497	685
Prosek /Average:		1.462	908	1.185	866	497	682
* V.e.-vodeni ekstrakt / aqueous extracts							

Najviši prinos ulja u proseku za obe godine istraživanja zabeležen je na varijanti sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta ploda banane (710 kg ha^{-1}), u 2020. godini na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza (902 kg ha^{-1}), a

u 2021. godini na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (527 kg ha⁻¹). Vremenski uslovi u pojedinim godinama imaju veoma veliki uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje (Đukić i sar., 2017).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dvogodišnjih rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

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

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

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

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

LITERATURA

1. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013): Changes in the Technology of Soybean Production, Ch. 1 from the Book - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
2. 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.
3. Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Đurić, N., Kostadinović, Lj., Jakšić, S., Cvijanović, G. (2015): Influence of organic and conventional methods of growing on qualitative properties of soybean. Book of Proceedings from Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015”, October 15-18, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 407-412.
4. 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.
5. Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, O., Miljaković, D. (2021): Uticaj vodenog ekstrakta banane i koprive sa gavezom na prinos soje. Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”, 15. decembar 2021. Smederevska Palanka, 285-292.

6. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017): Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun 2017, Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
7. 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.
8. Randelović, P., Đukić, V., Dozet, G., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov Z., Čeran, M. (2019): Povećanje prinosa soje folijarnom prihranom biljaka. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine”. 18. oktobar, 2019., Bačka Topola, 55-62.
9. Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov Popadić, L. (2018): Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje, Zbornik radova 1. Domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji - stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse”, Bačka Topola, 26. oktobar 2018. 211-217.

UTICAJ INOKULANATA NA SADRŽAJ ULJA U ZRNU SOJE

*Nikola Rakašćan¹, Ikanović Jela^{1,2}, Popović Vera³, Ljubiša Živanović²,
Mirko Inđić², Anđela Spahić⁴, Gordana Dražić¹, Ljubiša Kolarić²*

¹Univerzitet Singidunum, Beograd, Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

⁴Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija

IZVOD

U ovoj studiji ispitivan je uticaj različitih inokulanata na osobine kvaliteta sorte soje, 0 grupe zrenja. Eksperiment je izveden u Staroj Pazovi tokom 2019. u tri varijante: kontrola, *Rizol* i tečni *Azotofksin*. Analizirani su sledeći parametri kvaliteta: prinos zrna, sadržaj ulja i prinos ulja. Rezultati istraživanja su pokazali da je na ispitivane parametre kvaliteta soje najveći uticaj ispoljio inokulant *Rizol*, nešto manji tečni *Azotofksin*, dok je kontrolna varijanta dala najlošije rezultate.

Ključne reči: soja, prinos zrna, sadržaj ulja, prinos ulja, inokulanti.

INFLUENCE OF INOCULANTS ON OIL CONTENT IN SOYBEAN SEED

ABSTRACT

The influence of different inoculants was examined in this study on the quality traits of soybean varieties, 0 ripening groups. The experiment was performed in Stara Pazova during 2019. in three variants: control, *Rizol* and liquid *Azotofixin*. The following quality parameters were analyzed: oil content, oil yield and grain yield. The results of the research showed that on examined soybean quality parameters the greatest influence was exerted by the inoculant *Rizol*, slightly less liquid *Azotofixin*, while the control variant gave the worst results.

Key words: soybean, grain yield, oil content, oil yield, inoculants.

UVOD

Soja ima veliki privredni značaj koji se ogleda u velikoj hranljivoj, energetske i vitaminske vrednosti semena, koje ima vrlo značajnu ulogu u ishrani ljudi, domaćih

životinja, i u industrijskoj preradi. Predstavlja jednu od najvažnijih poljoprivrednih biljaka kako u svetu tako i u našoj zemlji. Najveći proizvođači u svetu su Brazil, SAD i Argentina. U hemijskom sastavu zrna ogleda se značaj soje, u kome se nalazi oko 40% proteina i oko 20% ulja, više od 60% hranljivih materija vrlo upotrebljivih u razne svrhe. Uvođenjem soje u proizvodnju u našoj zemlji počinju istraživanja kvržičnih bakterija. Preparati kvržičnih bakterija danas su u širokoj upotrebi u mnogim zemljama pod različitim nazivima. Fiksacija azota je značajan proces u održavanju života na ovoj planeti, jer omogućuje konverziju inertnog gasovitog azota u amonijum jon, čime se povećavaju zalihe mineralnog azota, koji je neophodan za rast i razviće biljaka. Sadržaj ulja i proteina zavisi od agroekoloških uslova (Hrustić i sar., 1998; Stevanović i sar., 2016a; 2016b; Popović i sar., 2012; 2013; 2016; 2018; 2019a, 2019b; 2020; Ikanović i Popović, 2020). Genotipovi novije generacije ostvarili su veći sadržaj proteina, a zabeležena je negativna korelacija između prinosa zrna i sadržaja proteina.

Dobar mikrobiološki preparat treba da sadrži efektivne kvržične bakterije sposobne da u simbiotskoj zajednici sa biljkom fiksiraju što više azota iz atmosfere. Otuda je veoma važna selekcija soje na efikasnost. Odabrani sojevi treba da formiraju kvržice efikasne za azotofiksaciju na korenu biljke i da obezbede biljci dovoljne količine fiksiranog azota. Soja je biljka sa povećanim sadržajem proteina, odatle se ogledaju vrlo visoki zahtevi za azotom, kao leguminozna biljka najveći deo azota obezbeđuje azotofiksacijom (Hrustić i sar., 1998; Lakić i sar., 2018; Popović i sar., 2013; 2020).

Povećane količine azota deluju destimulativno na kvržične bakterije i na fiksaciju iz vazduha utvrdili su i Stevanović i sar. (2016a; 2016b). Ukoliko u zemljištu nema povećanih količina azota, a kvržice na korenu su dobro formirane, 60-70% azota potrebnog za formiranje biomase usvaja se iz atmosfere. Ako se biljka opredeljuje između zemljišnog i atmosferskog azota biljka azotno hranivo usvaja iz zemljišta bez obzira na prisustvo kvržičnih bakterija (Hrustić i sar., 1998; Glamočlija i sar., 2012; 2015; 2019; Lakić i sar., 2018).

Kompetitivnost sojeva za inokulaciju može se povećati ako se genetskim inženjeringom napravi da produkuju materije koje su inhibitorne za ekspresiju gena u prirodnim populacijama. Azotofiksacija počinje približno dve nedelje nakon nicanja, tada je bitno da mladi ponici soje budu obezbeđeni potrebnim količinama azota zbog čega Plazinić i sar., (2005) preporučuju u predsetvenoj primeni manje količine azota (30 do 50 kg ha⁻¹).

Stevanović i sar. (2016a) su ispitivali pronalaženje optimalnih količina azotnih hraniva za uspešnu proizvodnju soje i uticaja inokulacije (tretiranja) semena mikrobiološkim preparatom Nitragin-om na produktivnost komponenti prinosa. Primenom mikrobiološkog biofertilizatora na seme soje maksimalno se koristi prirodni proces simbiozne fiksacije azota u gajenju soje. Bakterizacijom se smanjuje upotreba mineralnog azota čime se ostvaruje ekonomski i ekološki efekat u proizvodnji soje.

U ovoj studiji ispitivan je uticaj različitih inokulanata na osobine kvaliteta sorte soje, 0 grupe zrenja.

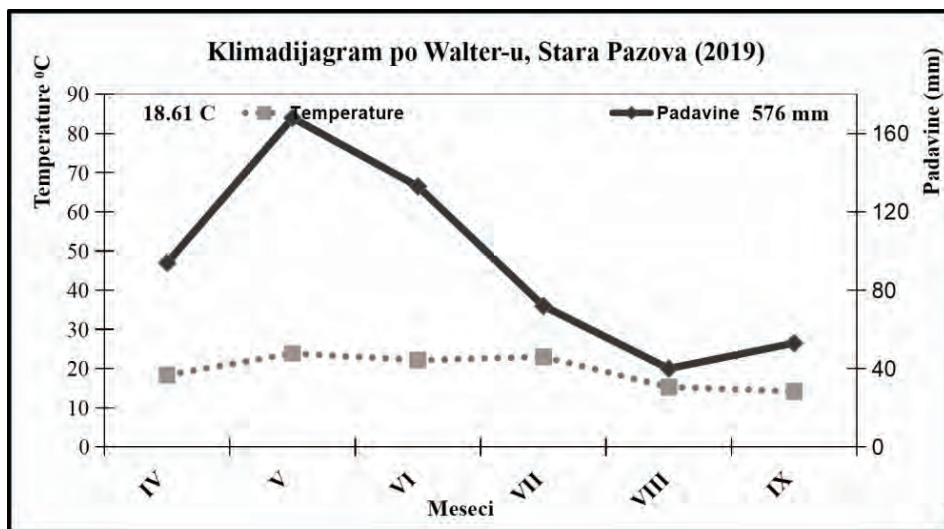
MATERIJAL I METODE RADA

U ovoj studiji testirana je sorta soje, 0 grupe zrenja na oglednim parcelama Napredak doo, u Staroj Pazovi, 2019. godine na parcelama od po 30 m² (1,5m x 20m). Ogled je izveden u tri ponavljanja na černozeru, sa dobrim fizičkim i hemijskim osobinama. Eksperiment je izveden u Staroj Pazovi tokom 2019. u tri varijante: 1. K - kontrola, 2. R- *Rizol* i 3. A- tečni *Azotofiksin*. Tokom izvođenja ogleda primenjena je optimalna tehnologija gajenja. Setva je obavljena u optimalnom roku početkom aprila meseca. Žetva je obavljena kada su biljke soje bile u tehnološkoj zrelosti. Analizirani su sledeći parametri: prinos semena (kg ha⁻¹), sadržaj ulja (%) i prinos ulja (kg ha⁻¹). Sadržaj ulja određen je na aparatu *NIR analizator* u fabrici ulja Dunavka u Velikom Gradištu. Za statističku obradu podataka upotrebljen je program Statistica, version 12. Dobijeni podaci prikazani grafički i tabelarno.

Rizol za soju iz je mikrobiološko đubrivo koje se koristi za inokulaciju semena soje sa bakterijama koje fiksiraju azot i obrazuju kvržice na korenu. *Rizol* za soju sadrži efektivne sojeve simbioznih azotofiksatora koji poseduju visoku nitrogenaznu aktivnost. Nanošenjem ovih bakterija na seme, pospešuje se obrazovanje kvržica u korenu. Bakterije (simbiozni azotofiksatori) preko korenskih dlačica dospevaju u unutrašnjost korena (parenhima) gde počinju ubrzano da se dele, usled čega se formira kvržica u kojoj ove bakterije fiksiraju azot i direktno ga predaju biljci. Tečni azotofiksin je takođe mikrobiološko đubrivo koje se koristi za inokulaciju semena soje sa bakterijama koje fiksiraju azot i obrazuju kvržice na korenu. Nastao je kao rezultat dugogodišnjeg rada i ispitivanja na Institutu za zemljište, a sa ciljem praćenja i uvođenja novih tehnologija u doradi soje i inokulaciji semena soje bakterijama u momentu dorade i očuvanja istih do momenta unošenja semena u zemljište (setve). Preparat je još u fazi testiranja i ispitivanja, te nije dostupan u slobodnoj prodaji na tržištu.

Meteorološki uslovi

Za uspešno gajenje ratarskih biljaka potrebno je da agroekološki uslovi budu u optimumu, ili što bliže optimumu. Najznačajniji agroekološki činioci su klimatski faktori i zemljište. Od njih u velikom stepenu zavisi prinos i kvalitet gajenih vrsta biljaka. Tokom istraživanja praćeni su i analizirani najvažniji meteorološki pokazatelji - raspored i količine padavina i toplotni uslovi tokom vegetacionog perioda biljaka. Klimatski uslovi za proizvodnju su veoma nepredvidljivi i promenljivi i u velikoj meri utiču na proizvodnju (Caeter et al., 2004; Kolarić i sar., 2014; Terzić i sar., 2017; Milanović i sar., 2020). Podaci o mesečnim količinama padavina i prosečnim temperaturama vazduha za 2019. godinu dobijeni su iz Hidrometeorološke stanice Sremska Mitrovica, koji su očitavani na aparatu postavljenom u Staroj Pazovi neposredno uz parcele na kojima je postavljen ogled prikazani su grafički na slici 1.



Slika 1. Temperature i padavine u vegetacionom periodu, 2019, Srbija
Figure 1. Temperatures and precipitation in the vegetation period, 2019, Serbia

Potreba za vodom je različita tokom razvoja i razvića biljke. Najveća potreba za vodom je tokom cvetanja i nalivanja zrna soje. Potrebe soje za vodom zavise od sorte i grupe zrenja-GZ: sorte 000 i 00 GZ oko 430 mm, sorte 0 GZ- 450 mm, sorte I GZ - 470 mm, sorte II GZ - 490 mm i sorte III GZ oko 500 mm. U godini istraživanja (2019.) ustanovljene su srednje dnevne temperature u periodu mart-septembar 2019. u visini od 18,61°C. Prosečna količina padavina za navedeni period iznosila je 576 mm po m², slika 1.

Zemljišni uslovi

Tip zemljišta na kojima su ogledi bili izvedeni je černoziem. To je zemljište semiaridnog stepskog područja. Matični supstrat na kome je formiran ovaj tip zemljišta je karbonatni les, eolski sediment sa 20-30% CaCO₃. Na manjim površinama černoziem je nastao na pretaloženom lesu, aluvijumu i eolskom pesku. Mehanički sastav mu je vrlo povoljan - ilovast. Karakteriše se dobrom mrvičastom strukturom, stabilnim agregatima i dobrom propustljivošću za vodu. Černoziem se nalazi u prvoj bonitetnoj klasi. Ovoj klasi pripadaju vrlo dobra zemljišta, sa moćnim humusno-akumulativnim horizontom, ilovastim mehaničkim sastavom i dobrom strukturom, slike 2, 3 i 4.



Slika 2. Uzorci biljaka i zemljišta za analizu (Indić, 2021)

Figuree 2. Samples of plants and soil from for analysis (Indić, 2021)



Slika 3. Slabo obrazovane kvržice na korenu u K-bez inokulacije (Indić, 2021)

Figure 3. Poorly formed nodules at the root in K-without inoculation (Indić, 2021)



Slika 4. Dobro obrazovane kvržice na korenu u varijanti sa Rizol-om (Indić, 2021)

Figure 4. Well-formed nodules at the root in the variant with Rizol (Indić, 2021)

Černozem je pogodan je za navodnjavanje, čijom se primenom na ovom tipu zemljišta postižu visoki i stabilni prinosi gajenih biljaka. Odlikuje se povoljnim vodno-vazдушnim i toplotnim režimom, i lako se obrađuje, kao i neutralnom do slabo alkalnom hemijskom reakcijom, dobro je obezbeđen humusom i biljnim hranivima (Glamočlija i sar., 2015). Na osnovu analize zemljišta rađene u akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje zemljišta PSS Sremska Mitrovica. Rezultati su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta
Table 1. Agrochemical properties of soil

Parametar Dubina/ Dept (cm)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Ukupan N/Total (%)	AlP ₂ O ₅ mg/100g	AlK ₂ O mg/100g
0-30	7,10	13,2	3,0	0,20	16,6	16,0

Zemljište je neutralne reakcije i dobro je obezbeđeno ukupnim azotom. Sadržaj CaCO₃ na dubini od 0-30 iznosi 13,2% da je zemljište karbonatno. Sadržaj humusa je 3,0 % što ukazuje da je zemljište obezbeđeno humusom, kao i fosforom i kalijumom, tabela 1.

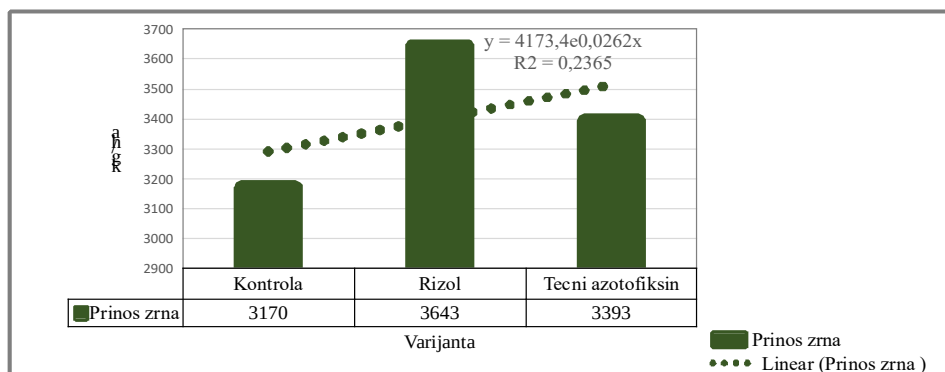
REZULTATI I DISKUSIJA

U ovoj studiji ispitivan je uticaj inokulanta na produktivne i hemijske osobine soje. Rezultati istraživanja za prinos zrna, sadržaj i prinos ulja prikazani su u tabeli 2. Prosečan prinos zrna za sve varijante iznosio je 3402,02 kg ha⁻¹. Najmanji prinos zrna bio je u kontrolnoj varijanti (3170 kg ha⁻¹), zatim u varijanti sa tečnim azotofiksinom (3393 kg ha⁻¹) dok je najveći prinos zrna ostvaren u varijanti sa primenom mikrobiološkog preparata Rizol (3643,02 kg ha⁻¹). U varijanti sa Rizol-om ostvaren je statistički značajno veći prinos u odnosu na kontrolu, slika 5.

Tabela 2. Prosečne vrednosti ispitivanih parametara soje
Table 2. Average values of tested soybean parameters

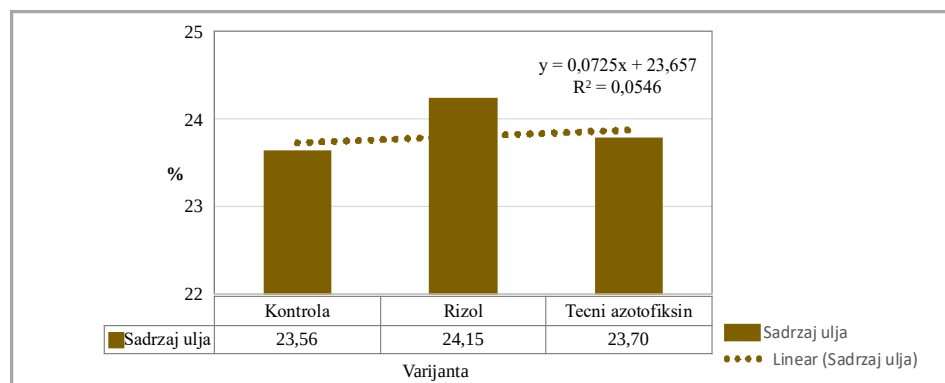
Parametar Parameter	Kontrola Control	Rizol	Azotofiksin Tečni/Liquid	Prosek Average	Std. dev.
Prinos zrna, kg ha ⁻¹	3.170,00	3.643,02	3.393,05	3402,02	236,64
Sadržaj ulja, %	23,56	24,15	23,70	23,80	0,31
Prinos ulja, kg ha ⁻¹	746,85	879,78	804,15	810,26	66,68

Ostvareni rezultati za sadržaj ulja prikazani su u tabeli 2. Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje za sve varijante, iznosio je 23,80 %.



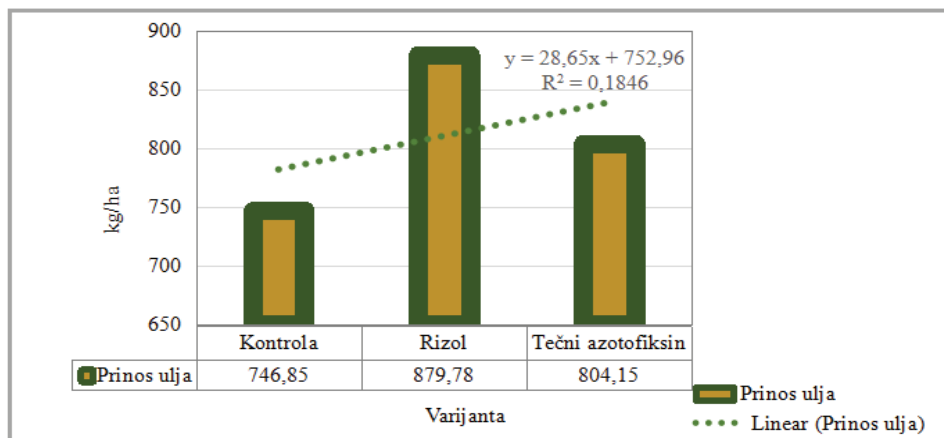
Slika 5. Uticaj inokulanata na prinos zrna soje, 2019, Srbija
Figure 5. Impact of inoculants on soybean yield, 2019, Serbia

Najmanji sadržaj ulja bio je u kontrolnoj varijanti (23,56 %), zatim u varijanti sa tečnim azotofiksinom (23,70 %) dok je najveći sadržaj ulja ostvaren u varijanti sa mikrobiološkim preparatom Rizol (24,15 %). U varijanti sa rizolom ostvaren je statistički značajno veći sadržaj ulja u odnosu na kontrolu, slika 6.



Slika 6. Uticaj inokulanata na sadržaj ulja u zrnju soje, 2019, Srbija
Figure 6. Impact of inoculants on soybean oil content, 2019, Serbia

Prosečan prinos ulja za sve varijante iznosio je 810,26 kg ha⁻¹. Najmanji prinos ulja bio je u kontrolnoj varijanti (746,85 kg ha⁻¹), zatim u varijanti sa tečnim azotofiksinom (804,15 kg ha⁻¹) dok je najveći prinos ulja ostvaren u varijanti sa primenom mikrobiološkog preparata Rizol (879,78 kg ha⁻¹). U varijanti sa rizolom ostvaren je statistički značajno veći prinos ulja u odnosu na kontrolu, slika 7.



Slika 7. Uticaj inokulanata na prinos ulja soje, 2019, Srbija
Figure 7. Impact of inoculants on soybean oil yield, 2019, Serbia

Primenom preparata za inokulaciju soje ostvaren je veći prinos zrna i prinos ulja i veći sadržaj ulja u zrnu soje. U skladu sa našim istraživanjima su i rezultati mnogih svetskih i domaćih istraživanja. Primenom preparata za inokulaciju soje ostvaruje se simbiotička veza između korena i azoto-fiksirajućih bakterija. Kvržične bakterije imaju svojstvo da u simbiozi sa biljkom domaćinom stvaraju aktivne nodule-kvržice (biološke „fabrike” azota) na njenom korenu i da tada fiksiraju azot iz vazduha. Potencijalno, prema La Rue i Pattersonu, ovim načinom proizvodnje možemo dobiti 60-180 kg N ha⁻¹ (Martinez-Romero and Caballero-Mellando, 1996; Hrustić i sar., 1998; Glamočlija i sar., 2015; Stevanović i sar., 2016a; Popović i sar., 2014a; 2014b; 2015; 2016; 2018; 2019a; 2019b; 2016b; Ikanović i sar., 2021), što može značajno smanjiti upotrebu azotnih đubriva u proizvodnji soje i uticati na povećanje prinosa i kvaliteta zrna.

Jedan od uslova za postizanje visokih i stabilnih prinosa je pravilna azotna prihrana i predsetvena inokulacija (tretiranje) semena mikrobiološkim preparatom-biofertilizatorom, neposredno pred setvu soje. Koeficijent iskorišćenja azota u ishrani soje zavisi od sorte, plodnosti zemljišta, pH, vodnog režima i oblika upotrebljenog azota. Popović i sar. (2012; 2013; 2015; 2016; 2018; 2019b) u svojim rezultatima istaživanja navode da je uticaj faktora sredine na produktivnost genotipova soje bio evidentan. Visoka negativna korelacija postojala je između sadržaja proteina i ulja. Za ostvarenje profitabilne i ekonomski opravdane proizvodnje soje preporučuje se primena azotnih hraniva uz obaveznu predsetvenu inokulaciju semena mikrobiološkim biofertilizatorom (Stevanović i sar., 2016a).

ZAKLJUČAK

Soja daje visoke prinose u povoljnim godinama za proizvodnju. Imajući u vidu veću količinu padavina u agroekološkim uslovima Stare Pazove, tokom vegetacionog perioda soje u 2019. godini, ostvareni su visoki prinosi soje. Primenom mikrobioloških preparata na semenu soje pre setve ostvaren je veći prinos zrna, prinos ulja i sadržaj ulja u zrnu soje u odnosu na kontrolnu varijantu. Ekonomski efekti primene mikrobioloških preparata su vidljivi i poželjna je njihova primena u cilju povećanja prinosa soje. Za ostvarenje profitabilne i ekonomski opravdane proizvodnje soje preporučuje se primena predsetvene inokulacije semena mikrobiološkim biofertilizatorom.

Zahvalnica

Istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (brojevi grantova: 451-03-68/2022-14/200116; 200032; 200045).

LITERATURA

1. Glamočlija, Đ. (2012): Posebno ratarstvo - žita i zrnene mahunarke. Poljoprivredni fakultet Beograd.
2. 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.
3. Glamočlija Đ., Ugrenović V., Đurić N., Popović V., Mladenović Glamočlija M., Filipović V. (2019): Produktivnost genotipova soje u divergentnim godinama na černozeu. Drugi domaći naučno-stručni skup "Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji-stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse", Bačka Topola, ISBN 978-86-7747-612-0, 135-142.
4. Carter, T., Nelson, R., Sneller, C., Cui., Z. (2004): Genetic Diversity in Soybean. In Boerna, H., Specht, J. (Ed): Soybeans: Improvement, production and use, Third edition, American society of agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 303-450.
5. Ikanović, Popović V. (2020): Organska biljna proizvodnja. Knjiga. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Bijeljina, B&H. 1-240.
6. Ikanović J., Indić M., Rakašćan N., Popović V., Živanović Lj., Kolarić Lj., Dražić G, (2021): Uticaj mikrobiološkog đubriva na produktivnost i kvalitet semena soje - *Glycine max* L. Selo i poljoprivredu. Bijeljina, 100-112.
7. Kolaric Lj., Zivanovic Lj., Popović V., Ikanović J. (2014): Influence of inter-row spacing and cultivar on the yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. "Agriculture and Forestry", Poljoprivreda i sumarstvo. Podgorica, ISSN: 0554-5579; 60, 2, 167-176.
8. Lakić, Ž., Glamočlija, Đ., Kondić, D., Popović, V., Pavlović, S.(2018): Krmne biljke i žita u funkciji zaštite zemljišta od degradacije. Banja Luka, 1-405.
9. Martinez-Romero, E. and Caballero-Mellando, J. (1996): *Rhizobium phylogenies and bacterial genetic diversity*. Critical Rev. Plant Science, No 15, pp. 113-140.

10. Milanović, T., Popović, V., Vučković, S., Popović, S., Rakašćan, N. & Petković Z. (2020): Analysis of soybean production and biogas yield to improve eco-marketing and circular economy. *Economics of Agriculture*, Belgrade, 67 (1): 50-60.
11. Hrustić, M., Vidić, M., Jocković, Đ. (1998): Soja, monografija. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
12. Martinez-Romero, E. and Caballero-Mellando, J. (1996): Rhizobium phylogenies and bacterial genetic diversity. *Critical Rev. Plant Science*, No 15, pp. 113-140.
13. Plazinić, V., Anđelović, S. (2005): Ispitivanje kvantitativno-kvalitativnih svojstava nekih sorata i linija soje u redovnoj i postrnoj setvi, *Zbornik naučnih radova*, Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 11, 1-2: 103-108.
14. Popović V., Vidic M., Jockovic Dj., Ikanovic J., Jaksic S., Cvijanović G. (2012): Variability and correlations between yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Genetika*, Belgrade, 44, 1, 33-45.
15. Popović V., Glamočlija Đ., Sikora V., Đekić V., Červenski J., Simić D., Ilin S. (2013): Genotypic specificity of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] under conditions of foliar fertilization. *Rom. Agricultural Research*, 30, 259-270
16. Popović V., Miladinović J., Vidić M., Mihailovic V., Ikanović J., Đekić, V., Ilic A. (2014a): Genotype × environment interaction between yield and quality components of soybean [*Glycine max*]. *Agriculture and Forestry*. Podgorica, ISSN:0554-5579; 60, 2: 33-46.
17. Popović V., Kolarić, Lj., Zivanovic Lj., Ikanović J., Srebric M., Simić D., Đekić V., Sikora V. (2014b): Uticaj vegetacionog prostora na: Povećanje suve mase u jedinici vremena - Relativnu brzinu rasta (RGR) biljaka. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, Beograd, 20, 1-2, 21-33.
18. Popović V., Miladinović J., Vidić M., Vučković S., Dolijanović Ž., Ikanović J., Zivanovic Lj., Kolarić, Lj. (2015): Suša limitirajući faktor u proizvodnji soje. Efekat navodnjavanja na prinose i kvalitet soje [*Glycine max* L. Merr.]. *Zbornik Instituta PKB Agroekonomik*, 21, 1-2, 11-21.
19. Popovic V., Tatic M., Sikora V., Ikanovic J., Drazic G., Djukic V., Mihailovic B., Filipovic V., Dozet G., Jovanovic Lj., Stevanovic P. (2016): Variability of Yield and Chemical Composition in Soybean Genotypes Grown Under Different Agroecological Conditions of Serbia. *Romanian Agricultural Research*, 33, 29-39.
20. Popović V., Živanović Lj., Kolarić Lj., Ikanović J., Popović S., Simić D., Stevanović P. (2018): Efekat azotnih hraniva na komponentu prinosa soje (*Glycine max*). *Zbornik Instituta PKB Agroekonomik*. 24, 1-2, 101-110.
21. Popović, V., Mihailović, V., Vučković, S., Ikanović, J., Rajičić, V., Terzić, D., Simić, D. (2019a): Prospects of *Glycine max* Production in the World and in the Republic of Serbia. Chapter 7. Ed. Janjev. I. Book: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVAScience publishers, INC., USA, ISBN: 978-1-53614-897-8, p. 171-194. p. 1-391.
22. Popović, V., Stevanović, P., Vučković, S., Ikanović, J., Rajičić, V., Bojović, R., Jakšić, S. (2019b): Influence of CAN fertilizer and seed inoculation with NS Nitragin on *Glycine max* plant on pseudogley soil type. *ACS -Agriculturae Conspectus Scientificus*, Croatia, 84 (2): 162-171.
23. Popović V., Vučković S., Jovović Z., Ljubičić N., Kostić M., Rakašćan N., Glamočlija-Mladenović M., Ikanović J. (2020): Genotype by year interaction effects on soybean

- morpho-productive traits and biogas production. Genetika, Belgrade, 52, 3: 1055-1073.
24. Stevanović P., Popović V., Ikanović J., Sikora V., Filipović V., Ugrenović V., Kolarić Lj., Tabaković M. (2016a): Efekat lokaliteta, azotnih hraniva i inokulacije semena biofertilizatorom NS Nitragin-om na produktivnost komponente prinosa soje (*Glycine max*). Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 22, 1-2: 85-97.
 25. Stevanović P., Popović V., Glamočlija Đ., Tatić M., Spalević V., Jovović Z., Simić D., Maksimović L. (2016b): Uticaj azotnih hraniva na nodulaciju soje (*Glycine max*) na černozeu i pseudogleju. Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 22: 67-76.
 26. Terzić D., Radović J., Marković J., Popović V., Milenković J., Vasić T., Filipović V. (2017): Uticaj združivanja useva i načina setve na energetske i proteinske vrednosti kukuruza i soje u postnoj setvi. Zbornik Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 23,1-2: 20-27.

VARIRANJE SADRŽAJA ULJA U SORTAMA ULJANOG LANA NS MARKO I NS PRIMUS U USLOVIMA KLIMATSKIH PROMENA

*Vera Popović¹, Jela Ikanović², Ljubica Šarčević Todosijević³, Nađa Vukeljić⁴,
Vladimir Filipović⁵, Vladimir Strugar¹, Pavel Cerovski¹, Marija Rogić¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Republika Srbija

³Visoka zdravstveno-sanitarna škola strukovnih studija „Visan”, Beograd, Srbija

⁴Univerzitet Crne Gore, Biotehnični fakultet, Podgorica, Crna Gora

⁵Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić”, Beograd, Srbija

IZVOD

U ovoj studiji istražujemo koncept prilagođavanja klimatskim promenama iz aspekta analize uticaja promena na proizvodnju lana. Testirani su parametri kvaliteta sorti uljanog lana NS Marko i NS Primus, koje su selekcionisane u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Eksperimenti su izvedeni na parcelama Instituta, u tri ponavljanja, u trogodišnjem periodu. Godina istraživanja je imala značaj uticaj na ispitivane parametre proizvodnje lana. Rezultati istraživanja su pokazali značajna variranja sadržaja ulja po godinama. Primenom nove poboljšane tehnologije proizvodnje uspešno možemo da se suočimo sa promenama koje su nastupile, a koje izvesno opredeljuju pravce budućeg razvoja.

Ključne reči: *Linum usitatissimum* L., energija klijanja, masa 1000 zrna, sadržaj ulja

VARIABILITY OF OIL CONTENT IN LINSEED VARIETIES NS MARKO AND NS PRIMUS IN CLI- MATE CHANGE CONDITIONS

ABSTRACT

In this study, we explore the concept of adaptation to climate change from the aspect of analyzing the impact of changes on linseed production. The quality parameters of linseed varieties NS Marko and NS Primus were tested, which were selected at the Institute of Field and Vegetable Crops. The experiments were performed on the plots of the Institute, in three replications, over a three-year period. The year of research had

a significant impact on the examined parameters of linseed production. The results of the research showed significant variations in oil content over the years. By applying new improved production technology we can successfully face the changes that have taken place, and which certainly determine the directions of future development.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., germination energy, 1000-seed mass, oil content

UVOD

Linum usitatissimum L. - uljani lan je jedna od ekonomski najznačajnijih svetskih uljarica. Postoje različite sorte lana: prediva, koje se gaje zbog vlakna (tekstilni lan) i uljane (uljani lan). Seme lana ima veliki biološki značaj, bogato je uljem (35-45%), esencijalnim masnim kiselinama, proteinima, vlaknima, lignanima, flavonoidima i fenolnim kiselinama. U zdravstveno bezbednoj ishrani poželjno je seme lana i hladno ceđeno laneno ulje. Više od 70% ovog ulja sastoji se od polinezasićenih masnih kiselina, od čega najviše ima alfa-linolenske kiseline (55-71% ALK), esencijalne omega-3 masne kiseline i linolne kiseline (12-18% LK), esencijalne omega-6 masne kiseline. Veliki broj istraživanja pokazao je da osnovni biološki efekti omega-3 masnih kiselina mogu da im obezbede značajnu ulogu u prevenciji i lečenju hroničnih oboljenja kao što su: dijabetes tipa 2, oboljenja bubrega, reumatozni artritis, visok krvni pritisak, koronarna oboljenja srca, moždani udar i određeni tipovi raka (Moris, 2003; Popović i sar., 2017; 2018a, 2018b; 2019a).

Proizvodnja lana u velikoj meri zavisi od meteoroloških uslova, koji se iz godine u godinu značajno menjaju. Prilagođavanje i ublažavanje klimatskih promena postaje urgentno višedimenzionalno i interdisciplinarno područje razmatranja i istraživanja. Klimatske promene nisu više samo pitanje zaštite životne sredine i ekološke svesti, već obuhvata glavne teme ovog veka: ekonomski rast, energetska bezbednost i održivu životnu sredinu (Simurdić i sar. 2010). One su globalne po svojim uzrocima i posledicama, tako da samo zajednička međunarodna akcija može pokrenuti efektivna i efikasna rešenja na različitim nivoima. Posledice klimatskih promena se ne mogu predviđati sa potpunom izvesnošću ali se već zna dovoljno da se mogu razmatrati rizici u domenu povećanja temperature vazduha, dostupnosti pijaće vode, smanjenja biodiverziteta, kvaliteta hrane, odnosno ukupnih uslova življenja i uticaja na ljudsko zdravlje. Ostvariti transformaciju ka klimatski-pametnom svetu (a climate-smart world) zahteva da se deluje sada, da se deluje udruženo, i da se deluje na više frontova (WDR, 2010). Klimatske promene se ispoljavaju kroz negativne posledice po hidrologiju i vodne resurse, poljoprivredu, šumarstvo, biodiverzitet i po zdravlje građana. Kod nas su praćene prvenstveno u domenu temperatura i padavina. Količina i raspored padavina i srednje dnevne temperature vazduha analizirani su u periodu od 30 godina (1987-2016) u Bačkom Petrovcu, u centralnoj Vojvodini. Zabeleženo je povećanje srednje dnevne temperature vazduha tokom celog vegetacionog perioda, u proseku 5,7%, u odnosu na prethodni period (1948-1990). Prema vodnom bilansu na osnovu kojih se procenjuje suša, redovan i povećan deficit raspoložive vode za biljke

primećen je uglavnom u julu i avgustu mesecu, uprkos ukupnoj zabeleženoj sumi padavina koja je jednaka ili nešto veća od prethodno dobijenog proseka. Evidentne su i velike oscilacije prinosa ratarskih useva, zbog različitih vremenskih uslova. Prosečni prinosi zabeleženi u periodu 2006-2014. za najznačajnije useve: kukuruz, suncokret, soju i šećernu repu, varirali su između 12,09% i 24,49% i iznosili su za kukuruz 5,19 t ha⁻¹, šećernu repu 46,42 t ha⁻¹, suncokret 2,34 t ha⁻¹ i soju 2,58 t ha⁻¹ i bili su veći u odnosu na prethodni period za 2,16%, 19,39%, 38,71% i 17,81%. Analizirani meteorološki podaci ukazuju na potrebu za navodnjavanjem, čime bi se održala i poboljšala plodnost zemljišta, regulisala voda u zemljištu i režim hranljivih materija, i na taj način pružila osnova za uspešniju biljnu proizvodnju (Maksimović i sar., 2018). U skladu sa ovim istraživanjima rađena su i istraživanja i za druge biljne vrste i lokalitete u Srbiji. Rezultatima mernih stanicama je na više lokacija, na višedecenijskom kretanju (1961-2017.) za temperature na području Srbije, zabeležena tendencija rasta od 0,36°C po dekadi, dok je u periodu 1981-2017. godine trend rasta temperatura bio 0,60°C po dekadi. Evidentno je da je trend rasta srednje godišnje temperature u Srbiji veći od trenda rasta srednje globalne temperature. U periodu, 1950-2017., devet od deset najtoplijih godina registrovano je posle 2000. godine. Uočen je i trend produženja trajanja toplotnih talasa (toplotni talas je period od minimum 6 dana tokom kojih je maksimalna dnevna temperatura veća od očekivane maksimalne temperature za doba godine u kome se posmatra) za 4 dana po dekadi, dok je istovremeno došlo do opadanja broja mraznih dana (kada je minimalna temperatura ispod 0°C) i ledenih dana (kada je maksimalna temperatura ispod 0°C), za 2, odnosno 1 dan manje po dekadi. Republika Srbija se poslednjih decenija suočila sa sušama i poplavama. Klimatolozi su pomoću klimatskih modela, predvideli kretanje klime u Republici Srbiji u tri naredna tridesetogodišnja perioda: 2011-2040., 2041-2070. i 2071-2100. Za period 2011-2040. je predviđeno podizanje prosečne temperature u između 0,5°C i 0,9°C. Temperature će u periodu 2041-2070. biti veće za 1,8-2,2°C, krajem veka očekuje povećanje temperature od preko tri stepena: 3,6-4,0°C. Zagrevanje će biti najviše izraženo u letnjoj sezoni, kad će temperature preći prag od 4,0°C u odnosu na bazni period (1961-1990.). Sektor poljoprivrede u Srbiji čini 10% BDP-a, poslednjih godina beleži značajne gubitke, prvenstveno zbog intenziviranja sušnih perioda. Zbog suše su u 2012. godini zabeleženi gubici od oko 2 milijarde dolara. Druga strana uticaja klimatskih promena su intenzivne kiše u kratkim vremenskim intervalima koje mogu izazvati poplave. Ekonomski gubici od majskih poplava 2014. godine bili su oko 1,4 milijarde dolara. U budućnosti se, zbog klimatskih promena, prognoziraju intenzivnije padavine, učestalija pojava velikih voda i šanse za pojavu poplava, <https://www.economia.rs/klimatske-promene-u-srbiji/>. U ovakvim izmenjenim uslovima u ratarskoj proizvodnji se primenom adekvatne tehnologije gajenja i setvom adaptabilnih sorti može ostvariti uspešna proizvodnja.

Prinos semena i sadržaj proteina i ulja u semenu su najvažniji agronomski parametri u proizvodnji uljanog lana. Prinos semena i sastav semena lana su složena kvantitativna svojstva, koja određuje genotip, sa manjim ili velikim efektom, životna

sredina, kao i interakcija genotipa i sredine ($G \times E$) (Leonov i sar., 1987). Cilj ove studije bio je da se ispita uticaj promenljivih vremenskih uslova i genotipa na sadržaj ulja u sortama uljanog lana "NS Marko" i "NS Primus".

MATERIJAL I METODE RADA

U ovoj studiji testirane su dve sorte uljanog lana: „NS Marko” i „NS Primus”, na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, u Bačkom Petrovcu ($\varphi N 45^\circ 20'$, $\lambda E 19^\circ 40'$, 82 m nm), kod Novog Sada, u centralnoj Vojvodini, u tri ponavljanja na parcelama od po 10 m² (2×5 m), u trogodišnjem testiranju, 2017-2019. Eksperimenti su izvedeni na černozeu, sa dobrim fizičkim i hemijskim osobinama. Predusev je bio proso. Tokom izvođenja ogleda primenjena je optimalna tehnologija gajenja za lan. Setva je obavljena u optimalnom roku sredinom aprila meseca u sve tri godine. Žetva je obavljena u tehnološkoj zrelosti lana. Pored mehaničkih mera zaštite useva od korova tokom vegetacionog perioda primenjene su u hemijske mere zaštite. Protiv širokolisnih korova sredinom maja meseca, kada su biljke lana bile porasta 10 cm, u svim godinama primenjen je herbicid Basagran (2,25 l/ha, aktivna materija: bentazon u obliku Na-soli 480g/L) uz okvasivač Dash (**aktivna materija:** mešavina metil-palmitata, metil-oleata, fosfatni estar etoksiliranih masnih alkohola i oleinsku kiselinu). Za uskolisne korove primenjen je Kletox (aktivna materija: Kletodim 120 g/l) (2l/ha). Takođe je primenjen i korektivni tretman deset dana kasnije primenom herbicida Basagran (2,25 l/ha) uz okvasivač Dash (1l/ha) i herbicid Harmony (8 g/ha, **aktivna materija:** Tifensulfuron-metil 750 g/kg). U sušnoj 2018. godini primenjeno je navodnjavanje useva dva puta sa po 30 mm vode. Posle žetve analizirani su sledeći parametri semena: kljavost, %, energija klijanja, %, čistoća, %, masa 1000 semena, g, vlaga (%) i sadržaj ulja (%). Sadržaj vlage određen je gravimetrijski a sadržaj ulja metodom po Soxhlet-u. Za obradu podataka upotrebljena je deskriptivna statistika. Dobijeni podaci su prikazani grafički i tabelarno.

Zemljišni uslovi

Eksperimenti su izvedeni na zemljištu, tipa černozeu. Rezultati na osnovu analize zemljišta, rađene u akreditovanoj laboratoriji za zemljište - LAZa, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, prikazani su u tabeli 1.

Zemljište je bilo blago alkalne reakcije i dobro je obezbeđeno ukupnim azotom. Sadržaj CaCO₃ na dubini od 0-30 cm iznosio je 4,7%, što ukazuje da je zemljište bilo srednje karbonatno. Zemljište je bilo slabo obezbeđeno humusom, sadržaj humusa je iznosio 2,4 %, i je imalo visok nivo Al-K₂O i P₂O₅, tabela 1.

Matični supstrat na kome je formiran černozeu je karbonatni les, eolski sediment sa 20-30% CaCO₃. Černozeu se nalazi u prvoj bonitetnoj klasi, vrlo dobrom zemljištu, sa dobrom strukturom, stabilnim agregatima, dobrom propustljivošću za vodu, pogodan je za navodnjavanje (Glamočlija i sar., 2015; Lakić i sar., 2018).

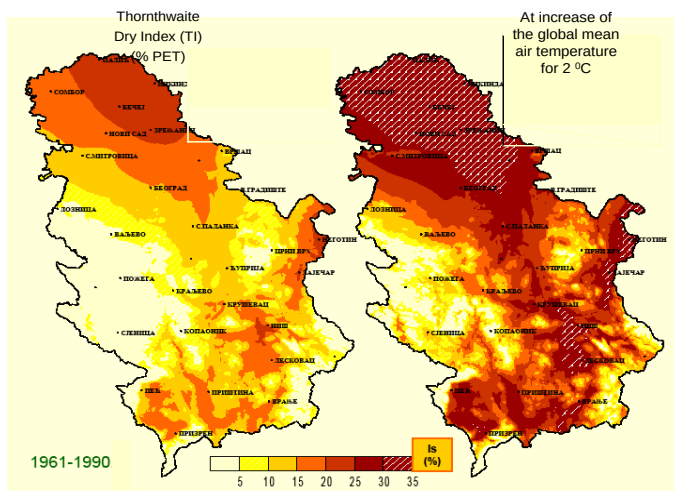
Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta
Table 1. Agrochemical properties of soil

Parametar	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Ukupan N/Total (%)	AlP ₂ O ₅ mg/100g	AlK ₂ O mg/100g
Dubina/ Dept (cm)						
0-30	7,3	4,7	2,4	0,20	37,6	36,0

REZULTATI I DISKUSIJA

Meteorološki uslovi

Za uspešnu proizvodnju uljanog lana potrebno je da agroekološki uslovi budu u optimumu ili što bliže optimumu. Klimatski faktori i zemljište su najvažniji agroekološki činioci od kojih zavisi uspeh proizvodnje. Tokom istraživanja praćeni su i analizirani najvažniji meteorološki pokazatelji - raspored i količina padavina i toplotni uslovi tokom vegetacionog perioda biljaka lana. Klimatski uslovi za proizvodnju su promenljivi i u velikoj meri utiču na proizvodnju (Maksimović i sar., 2001; 2002; Filipović i sar., 2013; Popović i sar., 2012; 2015; 2017; 2019a; 2019b; 2020a-c; Šarčević Todosijević i sar., 2019; Ikanović i Popović, 2020). Thornthwaite (1948) je opisao klimatski ciklus balansiranjem kišnih padavina, potencijalnom evapotranspiracijom i stanja vodnog zemljišnog kapaciteta.



Slika 1. Povećanje Thornthwaite suvog indeksa na osnovu srednje dnevne vrednosti temperatura vazduha raste za 2°C (Maksimović i sar., 2018)

Figure 1. Thornthwaite dry index increase based on mean daily air temperatures increase by 2°C (Maksimović et al., 2018)

Svi podaci su bazirani na mesečnim padavinama, srednjim temperaturnim podacima i prosečnim kapacitetima zadržavanja vode u zemljištu. Vlažna klima ima pozitivan uticaj vrednosti TI a suva klima ima negativne vrednosti. TI se može koristiti za predviđanje aktivne zone i suvog profila zemljišta. Maksimović i sar. (2018) navode da se Thornthwaite Indeks vlage (TI) može koristiti za karakterizaciju ciklične prirode klime, slika 1.

Analizom temperaturnih uslova u vazduhu i uslova vlažnosti (odnosi između količine padavina, evapotranspiracije i vlage u zemljištu) dobijaju se vrednosti agroklimatskih parametara i indeksa koji određuju klimatske uslove u biljnoj proizvodnji. Padavine i evapotranspiracija su podjednako važni klimatski faktori. Na slici 1 prikazan je suvi TI na osnovu kojeg se vidi da su srednje dnevne vrednosti temperatura vazduha porasle za 2°C.

Količina i raspored padavina i srednje dnevne temperature vazduha u periodu 2017-2019, prikazane su u tabelama 2 i 3.

Tabela 2. Srednje mesečne temperature vazduha (°C) na meteorološkoj stanici Bački Petrovac

Table 2. Mean monthly air temperatures (°C) at weather station Bački Petrovac

Months	Average 1948-1990	Average 1987-2016.	2017.	2018.	2019.	Int. var. 2017-2019.
April	11,4	12,0	11,7	17,3	13,0	5,6
May	16,5	17,7	18,4	20,5	15,2	5,3
June	19,6	20,8	23,5	21,3	23,5	2,2
July	21,1	22,5	24,5	22,3	22,8	2,2
August	20,5	21,9	24,0	24,2	24,0	0,2
September	16,7	16,9	17,4	18,6	18,0	1,2
IV-IX	17,6	18,6	19,9	20,7	19,4	1,3

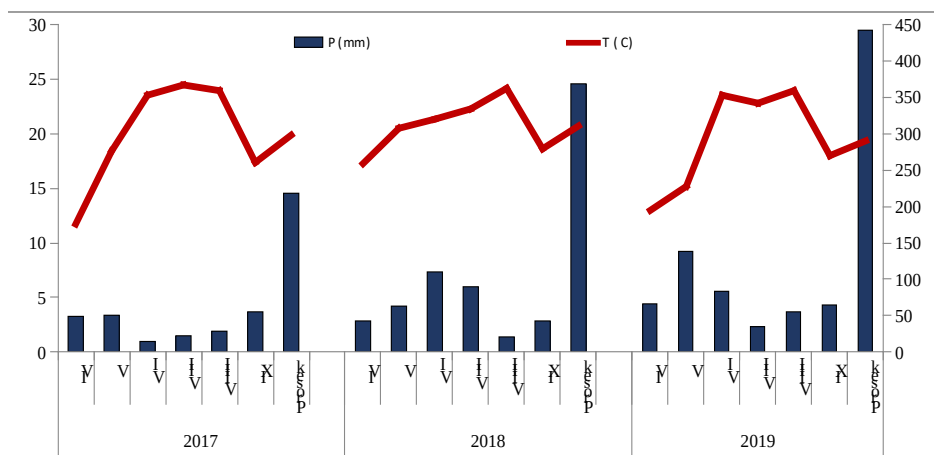
Tabela 3. Ukupna količina padavina (mm) na meteorološkoj stanici Bački Petrovac

Table 3. Sum of precipitation (mm) at the weather station Bački Petrovac

Months	Average 1948-1990.	Average 1987-2016.	2017.	2018.	2019.	Int. var. 2017-2019.
April	47,4	46,5	48,6	42,3	66,3	24,0
May	58,4	69,6	50,2	63,1	138,0	87,8
June	84,9	81,1	14,5	110,0	83,8	95,5
July	55,9	66,5	22,1	89,2	34,5	67,1
August	58,5	50,7	28,1	21,1	55,8	34,7
September	41,5	56,2	55,4	42,7	64,3	21,6
IV-IX	346,5	370,7	218,9	368,4	442,7	223,8

Srednje temperature vazduha tokom vegetacionog perioda bile su 18,6°C prema 30-godišnjim podacima (1987-2016) u Bačkom Petrovcu, što je za 1,0°C više u odnosu na vegetacioni period 1948-1990. U poređenju sa podacima iz trogodišnjeg istraživanja (2017-2019) koji su prikazani u istraživanjima porast srednjih dnevnih temperatura vazduha primećuje se u svim mesecima, posebno u aprilu i maju za 5,6 i 5,3°C i u junu i julu (2,2°C) kao i tokom celog vegetacionog perioda (1,3°C), tabela 2, slika 2.

Na ovom području tokom vegetacionog perioda zabeležene su ukupne količine padavina od 370,5 mm prema 30-godišnjim podacima (1987-2016) u Bačkom Petrovcu što je za 24,2 mm više u odnosu na vegetacioni period 1948-1990. U poređenju sa podacima iz istraživnog perioda (2017-2019) evidentno je veliko variranje padavina u trogodišnjem periodu. Druga ispitivana godina (2018) bila je približna prosečnim godinama dok je u prvoj godini (2017) bilo značajno manje padavina, svega 218,9 mm. U trećoj godini, 2018, tokom vegetacionog perioda, bilo je više 72,0 mm padavina od višegodišnjeg proseka (1987-2016) i 223,8 mm više u odnosu na prvu godinu istraživanja, tabela 3, slika 2.



Slika 2. Temperature i padavine u vegetacionom periodu lana, 2017-2019, Srbija
Figure 2. Temperatures and precipitation in the linseed vegetation period, 2017-2019, Serbia

Parametri kvaliteta lana

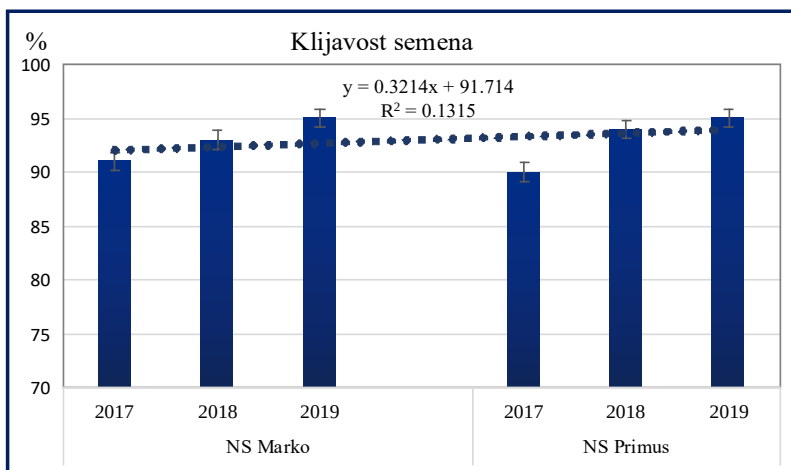
Rezultati ispitivanih parametara uljanog lana prikazani su u tabeli 4. Sorte lana „NS Marko” i „NS Primus” imale su prosečnu klijavost semena od 93,0%. Najmanja klijavost semena lana zabeležena je za obe sorte u prvoj ispitanoj godini (91,0% i 90,0%), zatim u drugoj testiranoj godini (93,0% i 94,0%) dok je najveća klijavost ostvarena u 2019. godini (95,0 %), slika 3a.

Prosečna energija klijanja za sorte lana „NS Marko” i „NS Primus” iznosila je 84,0% i 83,5%. Najveća energija klijanja semena lana zabeležena u 2019. godini (86,0 i 85,5%), slika 3b.

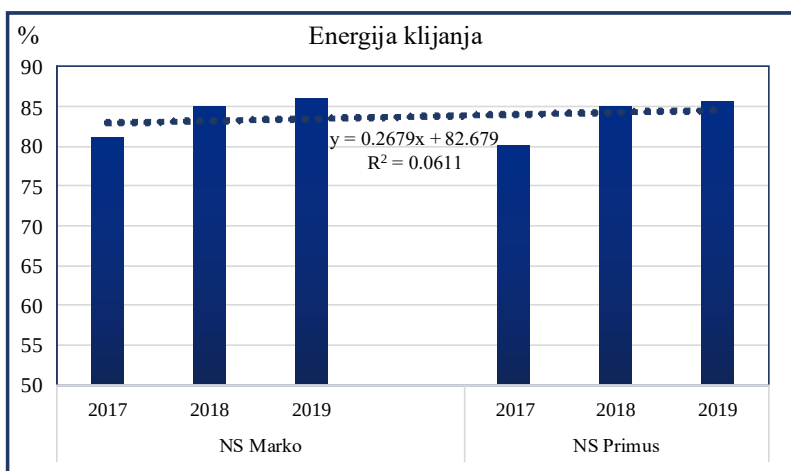
Tabela 4. Prosečne vrednosti ispitivanih parametara uljanog lana
Table 4. Average values of tested oil flax parameters

Parametar/ Parameter	Min	Max	Prosek/ Average	Std. dev.
NS Marko				
<i>Klijavost semena, %</i>	91,0	95,0	93,0	2,0
<i>Energija klijanja</i>	81,0	85,0	84,0	2,7
Čistoća semena, %	96,0	99,0	97,4	1,53
<i>Masa 1000 semena, g</i>	4,7	5,9	5,2	0,61
<i>Vlaga semena, %</i>	6,9	7,1	6,8	0,20
Sadržaj ulja u semenu, %	39,5	41,5	40,7	0,85
NS Primus				
<i>Klijavost semena, %</i>	90,0	95,0	93,0	2,7
<i>Energija klijanja</i>	80,0	85,5	83,5	3,04
Čistoća semena, %	97,0	98,0	97,3	0,6
<i>Masa 1000 semena, g</i>	4,6	5,8	5,13	0,6
<i>Vlaga semena, %</i>	6,8	7,0	6,9	0,1
Sadržaj ulja u semenu, %	39,2	41,0	40,0	0,91

Prosečna čistoća semena za sorte lana „NS Marko” i „NS Primus” iznosila je 97,4% i 97,3%. Najveća čistoća semena zabeležena je u 2019. godini (99,0 i 98,0%). Prosečna vlaga semena za sorte „NS Marko” i „NS Primus” iznosila je 6,8% i 6,9%. Najveća vlaga semena zabeležena u 2019. godini (7,1% i 7,0%), tabela 4.



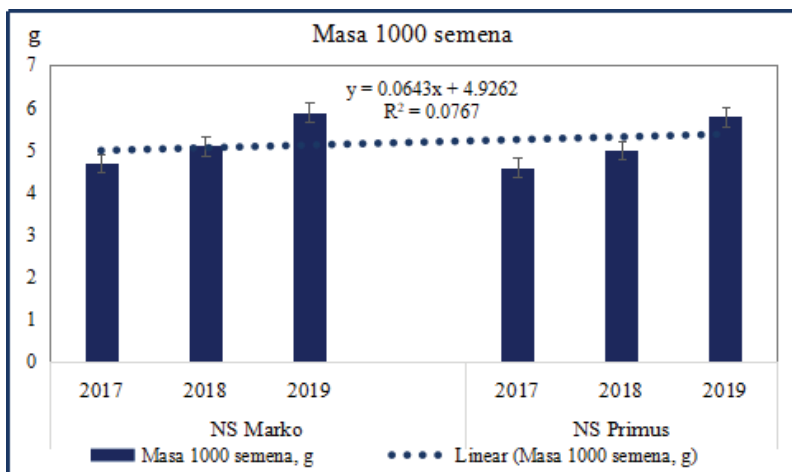
a.



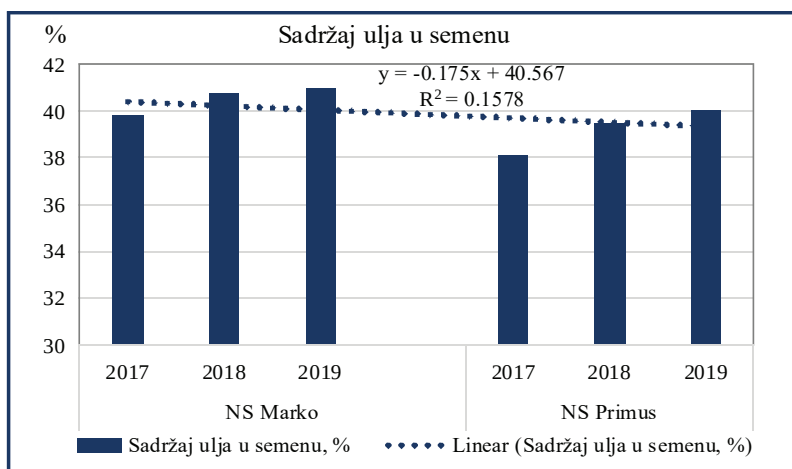
b.

Slika 3. Uticaj godine na klijavost semena, a), i energiju klijanja, 2017-2019., b)
Figure 3. Influence of the year on seed germination a) and germination energy, 2017-2019, b)

Prosečna masa 1000 semena za sorte lana „NS Marko” i „NS Primus” iznosila je 5,2 g i 5,13 g. Najmanja masa 1000 semena lana zabeležena je za obe sorte u prvoj ispitivanoj godini (4,7 g i 4,6 g), zatim u drugoj ispitivanoj godini (5,1 g i 5,0 g) dok je najveća masa 1000 semena ostvarena u 2019. godini (5,9 g i 5,8 g), slika 4a.



a.



b.

Slika 4. Uticaj godine na masu 1000 semena a) i sadržaj ulja u semenu lana, b)
Figure 4. Influence of the year on 1000-seed mass a) and linseed oil content, b)

Prosečan sadržaj ulja za sorte lana „NS Marko” i „NS Primus” iznosio je 40,7% i 40,0%. Najmanji sadržaj ulja u semenu lana za obe sorte bio je u prvoj testiranoj godini (39,8 % i 39,2%), zatim u drugoj godini (40,8 % i 39,8%) dok je najveći sadržaj ulja ostvaren u 2019. godini (41,5% i 40,99%), slika 4b.

Sadržaj ulja u semenu lana je kvantitativno svojstvo koje se može promeniti oplemenjivanjem. Prema brojnim literaturnim navodima uslovi spoljašnje sredine koji vladaju tokom faze porasta, kao i specifičnost sorte, bitni su činioci koji utiču na hemijski sastav semena lana. Na povećanje prinosa i kvaliteta semena lana u

različitim uslovima spoljašnje sredine, pored primene optimalne tehnologije gajenja veliki uticaj ima i pravilan izbor sorte. Suša izaziva velike štete u svim granama privrede. Agrotehničkim merama mogu se ublažiti nepovoljni uslovi koji imaju veliki uticaj na prinos i kvalitet zrna lana. U sušnim godina neophodno je primena navodnjavanja u usevu lana (Popović i sar., 2017, 2018a; 2019a) u cilju ostvarenja profitabilne proizvodnje.

Plan za borbu protiv suše ima tri glavne komponente: praćenje i ranu najavu, procenu rizika i smanjenje negativnih efekata - navodnjavanjem. Potrebno je stalno praćenje svih relevantnih parametara (temperature, padavina, izolacija, vetra, evapotranspiracije, vlažnosti zemljišta, nivoa podzemnih voda i dr.), jer pravo stanje omogućava pravovremeno sagledavanje prvih znakova pojave suše (Spasov, 2003). Meteorološki podaci zabeleženi u centralnoj Vojvodini ukazuju na potrebu pojačanog navodnjavanja. Navodnjavanjem bi se očuvala i poboljšala plodnost poljoprivrednog zemljišta i regulisao vodni i hranljivi režim zemljišta, što bi obezbedilo uslove za uspešniju biljnu proizvodnju (Maksimović i sar., 2018).

Prema najnovijim procenama Međudržavnog panela za promenu klime vezanim za regionalne promene, u regionu Južne Evrope, kome pripada i Srbija ali i zemlje u okruženju, Crna Gora, Hrvatska, BiH i dr., pored trenda porasta temperature vazduha i isparavanja, u narednom periodu se očekuje dalje smanjenje broja dana sa snežnim padavinama i pokrivačem, smanjenje padavina u toplom periodu godine praćeno smanjenjem protoka vode, vlažnosti zemljišta i raspoloživosti vodnih resursa. Pored promena u srednjim vrednostima klimatskih faktora, predviđaju se i promene u učestalosti i intenzitetu klimatskih ekstrema. Zbog nepovoljnih efekata na proizvodnju hrane i energije, vodosnabdevanje, biološku raznovrsnost i ljudsko zdravlje, region Južne Evrope se u Izveštaju Međudržavnog panela za promenu klime svrstava u regione sveta koji su veoma osetljivi na klimatske promene (IPCC, 2007). Intenzitet i ozbiljnost posledica klimatskih promena se razlikuje po biogeografskim regionima Evrope. Podatak da je južna Evropa među najranjivijim regionima Evrope, dovodi prilagođavanje klimatskim promenama i njihovo ublažavanje, u sam centar dugoročnog, kontinualnog i integralnog procesa prostornog planiranja na zemljištu Srbije. Klimatske promene su istakle nove vrednosti koje postaju značajne za određivanje prioriteta prostornog razvoja, a koje su do novih saznanja predstavljale pretežno marginalni okvir planiranja.

Klimatske promene i ekstremni vremenski uslovi, posebno poplave i suša i njihove posledice, predstavljaju izazov sa kojim se suočava poljoprivredna proizvodnja u svetu i kod nas. Uspešna proizvodnja lana u sušnim godinama moguća je uvođenjem navodnjavanja i stvaranjem sorti uljanog lana tolerantnih na različite biotičke i abiotičke stresove odnosno stvaranjem sorti adaptabilnih na specifične, izmenjene vremenske i proizvodne uslove. Institut za ratarstvo ima dve visokoprinosne sorte uljanog lana, „NS Marko” i „NS Primus” koje su pokazale odlične performanse u ispitivanim proizvodnim godinama.

ZAKLJUČAK

Za ostvarenje profitabilne i ekonomski opravdane proizvodnje uljanog lana preporučuje se primena optimalne sortne tehnologije gajenja, pravilna i pravovremena setva, setva sertifikovanog semena novosadskih sorti uz primenu navodnjavanja u sušnim godinama.

Klimatske promene i ekstremni vremenski uslovi, posebno poplave i suša i njihove posledice, predstavljaju izazov sa kojim se suočava i proizvodnja uljanog lana.

Uspešna proizvodnja lana u sušnim godinama moguća je setvom sorti uljanog lana koje su tolerantne na biotičke i abiotičke stresove i navodnjavanjem useva.

Sa visokoprinosnim i stabilnim sortama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, sortama „NS Marko” i „NS Primus” ostvaruje se profitabilna i ekonomski opravdana proizvodnja uljanog lana.

Zahvalnica

Istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (brojevi grantova: 451-03-68/2022-14/200032; 200003; 200116); i bilateralnog projekta Srbija-Crna Gora, 2019-2022: Alternative cereals and oil crops as a source of healthcare food and an important raw material for the production of biofuel./Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva.

LITERATURA

1. Filipović V., Popović V., Glamočlija Đ., Jaramaz M., Jaramaz D., Anđelović S., Tabaković M. (2013): Genotype and soil type influence on morphological characteristics, yield and oil content of oil flax. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, Sofia, Bulgaria, 20, 1: 89-96.
2. 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.
3. Ikanović, Popović V. (2020): Organska biljna proizvodnja. Knjiga. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Bijeljina, B&H. 1-240.
4. IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
5. Lakić, Ž., Glamočlija, Đ., Kondić, D., Popović, V., Pavlović, S.(2018): Krmne biljke i žita u funkciji zaštite zemljišta od degradacije. Banja Luka, 1-405.
6. Leonov S.A., Vinogradov P., Cejve V. (1987): Agrotehnika lana. Moskva. 1-200.
7. Maksimović L., Dragović S. (2002): Water Requirements of Field Crops and Irrigation Efficiency in the Agro-ecological Conditions of the Vojvodina Province, Yugoslavia. Proceedings of 2nd International Workshop on „Research on Irrigation and

- Drainage”, Skopje, Republic of Macedonia, 141-148.
8. Maksimović L., Popović V, Stevanović P. (2018): Water and irrigation requirements of field crops. Agriculture and forestry, Podgorica, 64, 1: 133-144. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.1.16
 9. Maksimović, L., Dragović, S. (2001): Potrebe za vodom i efekat navodnja ratarskih biljaka. Radovi X jubilarnog Kongresa JDPZ, Vrnjačka Banja, registracioni broj 132, 1-9, CD.
 10. Morris, D. (2003): Flax: A Health and Nutrition, Flax Council of Canada, Winnipeg, p. 1.
 11. Popović V, Marjanović Jeromela A, Sikora V, Mihailović V, Stojanović D, Grahovac N, Ikanović J, Aćimović M (2019a): Sadržaj ulja i tokoferola u semenu sorte uljanog lana NS Primus. 60. Savetovanje industrije ulja. Proizvodnja i prerada uljarica. 16-21.06.2019. Herceg Novi, 107-120.
 12. Popović V., Jovović Z., Marjanović-Jeromela A., Sikora V., Mikić S., Bojovic R., Lj. Šarčević Todosijejić (2020a): Climatic change and agricultural production. GEA (Geo Eco-Eco Agro) Inter. Conference, Podgorica; 27-31.05.2020, <http://www.gea.ucg.ac.me>, p. 160-166.
 13. Popović V., Ljubičić N., Kostić M., Radulović M., Blagojević D., Ugrenović V., Popović D., Ivošević B. (2020b): Genotype × Environment Interaction for Wheat Yield Traits Suitable for Selection in Different Seed Priming Conditions. Plants - Basel. 9,12: 1804; ISSN: 2223-7747, <https://doi.org/10.3390/plants9121804>
 14. Popović V., Marjanović Jeromela A., Jovović Z., Janković S., Filipović V., Kolarić Lj., Ugrenović V., Šarčević-Todosijejić Lj. (2019b): Linseed (*Linum usitatissimum* L.) production trends in the World and in Serbia. Ed. Janjev. I. Chapter 5. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVA Science publishers, SA, ISBN: 978-1-53614-897-8, p. 123-148. p. 1-383.
 15. Popović V., Marjanović-Jeromela A. Živanović Lj., Sikora V., Stojanović D., Kolarić Lj., Ikanović J. (2017): Produktivnost i blagodeti uljanog lana *Linum usitatissimum* L. Zbornik radova 58. Savet. Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23.6.2017, Herceg Novi, 95-105.
 16. Popović V., Miladinović J., Vidić M., Vučković S., Dolijanović Ž., Ikanović J., Živanović Lj., Kolarić, Lj. (2015): Suša limitirajući faktor u proizvodnji soje. Efekat navodnjavanja na prinose i kvalitet soje [*Glycine max* L. Merr.]. Zbornik Instituta PKB Agroekonomik, 21, 1-2, 11-21.
 17. Popović V., Sikora V., Maksimović L., Kiproviski B., Marjanović Jeromela A., Mihailović N., Raičević V. (2018a): NS Primus - sorta uljanog lana odličnog tehnološkog kvaliteta. Zbornik referata. 51. Savet. agronoma i poljoprivrednika Srbije. Zlatibor, 21-27.1.2018, 68-80.
 18. Popović V., Tatić M., Vučković S., Glamočlija Đ., Dolijanović Ž., Dozet G., Kiproviski B. (2018b): Potencijal semena i komponenti kvaliteta lana *Linum usitatissimum* L. XXXII Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. 19-20.02.2018. Padinska Skela, Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik. 24, 1-2: 111-122.
 19. Popović V., Vidic M., Jockovic Dj., Ikanovic J., Jaksic S., Cvijanović G. (2012): Variability and correlations between yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Genetika, Belgrade, 44, 1, 33-45.

20. Popović V., Vučković S., Jovović Z., Ljubičić N., Kostić M., Rakašćan N., Glamočlija-Mladenović M., Ikanović J. (2020c): Genotype by year interaction effects on soybean morpho-productive traits and biogas production. *Genetika*, Belgrade, 52, 3: 1055-1073.
21. Popović V., Miladinović J., Vidić M., Vučković S., Dolijanović Ž., Ikanović J, Zivanovic Lj., Kolarić, Lj. (2015): Suša limitirajući faktor u proizvodnji soje. Efekat navodnjavanja na prinos i kvalitet soje [*Glycine max* (L.) Merr.]. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 11-20.
22. raumplan.iaus.ac.rs/bitstream/id/1209/DB_ODz-2011-KlimPromProstPlan.pdf
23. Šarčević Todosijević Lj., Popović V., Popović S., Živanović Lj. (2019): The possibility of the use of allelopathic relationships in plant growing. Chapter 4. Ed. Janjev. I. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVA Science publishers, USA, ISBN: 978-1-53614-897-8, p. 105-122, p. 1-383.
24. Simurdić M. (2010). Klimatske promene: studije i analize. Evropski pokret u Srbiji, Knjiga. Beograd.
25. Spasov P. (2003): Pojava suše u Srbiji, njeno pracenje i mogućnosti prognoze. *Vodoprivreda*. 35, 201-202, 30-36.
26. Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38(1): 55-94. <https://doi.org/10.2307/210739>
27. WDR (2010): The World Bank - World Development Report 2010 (WDR10), The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, USA.
28. www.economia.rs/klimatske-promene-u-srbiji

LANIK, MANJE GAJENA ULJARICA SA VIŠESTRUKOM UPOTREBOM U ISHRANI LJUDI I ŽIVOTINJA

*Ana Marjanović Jeromela¹, Sandra Cvejić¹, Biljana Kiprovski¹, Nada Grahovac¹,
Simona Jaćimović¹, Dragana Rajković¹, Sonja Gvozdenac¹, Velimir Mladenov²,
Dragana Miladinović¹, Danijela Stojanović³, Slađana Rakita⁴, Olivera Đuragić⁴,
Milan Kostić⁵, Olivera Stamenković⁵, Vlada Veljković^{5,6}*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

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

³Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, Srbija

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije,
Bulevar cara Lazara 1, Novi Sad, Srbija

⁵Univerziteta u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija

⁶Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, Srbija

IZVOD

Lanik je uljana biljna vrsta koja daje rentabilne prinose, čak i u nepovoljnijim uslovima za gajenje. Bolje podnosi sušu u odnosu na većinu drugih uljarica. Sa visokim prinosom ulja jedinstvenog kvaliteta, seme lanika je bogato polinezasićenim masnim kiselinama i predstavlja dragoceni izvor ω -3 i ω -6 masnih kiselina. Trend korišćenja proteina iz biljnih izvora je uslovio efikasnije korišćenje sačme lanika i njegovu upotrebu u ishrani.

Ključne reči: *Camelina sativa*, lanik, poljoprivreda, industrija, masne kiseline, alternativne uljarice

CAMELINA, MINOR OIL CROP WITH MULTIPLE USE AS FOOD AND FEED

ABSTRACT

Camelina is an oil crop which provides profitable yields, even in unfavorable growing conditions. It tolerates drought better than most other oilseed crops. With a high yield of oil of unique quality, camelina is rich in polyunsaturated fatty acids and is a valuable source of ω -3 and ω -6 fatty acids. The trend of using proteins from plant sources has conditioned the better use of camelina meal and its use in nutrition.

Key words: *Camelina sativa*, false flax, agriculture, industry, fatty acids, alternative oilseed crops

UVOD

Lanik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] je uljana biljna vrsta koja pripada porodici kupusnjača (fam. *Brassicaceae*). To je jednogodišnja biljka, dugog dana, koja se može gajiti i kao ozimi i jari usev (Marjanović Jeromela i sar., 2019). Ozime sorte imaju duži vegetacioni period od nicanja do žetve (250–260 dana) u odnosu na jare sorte (85–100 dana).

Lanik zahteva skromne agronomske uslove gajenja u pogledu: zemljišta, hraniva, temperatura i padavina. Lako usvaja vodu i hranljive materije iz zemlje i nema velike potrebe za azotom. Iz ovih razloga se često gaji na marginalnim, slanim i zemljištima manje plodnosti ili polusušnim područjima (Zanetti i sar., 2021). Ne odgovaraju mu teška zemljišta na kojima se lako stvara pokorica, kao ni močvarna zemljišta. Ima male potrebe za vodom tokom cele vegetacione sezone i bolje podnosi sušu u svim fenofazama od većine drugih uljarica. Međutim, izražena suša, naročito u fazi cvetanja i nalivanja semena, može se negativno odraziti na prinos (Čanak i sar., 2020; Marjanović Jeromela i sar., 2021; Kuzmanović i sar., 2021).

Veliki agro-ekonomski potencijal lanika kao industrijske uljarice uočen je još 1996. godine (Vollmann i sar. 1996). Od tada, interesovanje za ulje, uljanu pogaču i vlakna lanika i novorazvijene proizvode zasnovanih na njima sve više raste. Danas, lanik se smatra visoko vrednom uljaricom, sa raznovrsnim primenama čitave biomase i semena lanika, kao i glavnih proizvoda od njih: slame, ulja, pogače, proteina i biohemikalija. Kao energetska biljna vrsta, lanik se koristi za proizvodnju biogoriva (biodizela i mlaznog biogoriva). Zahvaljujući specifičnom sastavu ulja, u porastu je i broj istraživanja sa lanikom kao sirovinom za proizvodnju drugih vrednih proizvoda. Poslednjih godina objavljen je veliki broj radova koji daju preglede potencijalnih upotreba lanika u ishrani ljudi i životinja, kao i u hemijskoj i drugim industrijama (Vollman i sar, 2015; Zanetti i sar., 2017; Jouzani i sar., 2018; Aslam i sar., 2019; Taylor i sar, 2019, Zanetti i sar, 2021).

KVALITET SEMENA

Najvažniji deo biljke lanika je seme. U zavisnosti od genotipa i uslova gajenja, sadržaj ulja u semenu lanika varira od 23,6% do 43,7% (Marjanović Jeromela i sar., 2018; Rakita i sar., 2022). Sirovo ulje lanika je bistra tečnost žute boje, dok je rafinisano ulje lanika bezbojno do blede žuto (Crowley i Fröhlich, 1998). Boja ulja uglavnom zavisi od prisustva karotenoida i hlorofila, i njihovog kvantitativnog odnosa (Sizova i sar., 2003). Ono sadrži oko 90% nezasićenih masnih kiselina (oko 60% PUFA), a od toga oko 30% čine mononezasićene masne kiseline (MUFA) i oko 10% zasićene masne kiseline (SFA). Od PUFA posebno na nutritivnu vrednost ulja utiče prisustvo α -linolenske kiseline (C18:3, ALA) koja čini skoro 28-50%, dok je ideo linolne kiseline (C18:2, LA) od 15 do 23% (Kurasiak-Popowska i sar., 2019). U poređenju sa lanom, koji predstavlja glavni izvor ω -3 masnih kiselina, visok sadržaj

ALA u ulju lanika predstavlja odličnu alternativu ovom tipu ulja (Zanetti i sar., 2021). Među MUFA masnim kiselinama značajan je sadržaj oleinske kiseline (C18:1, ω -9) koji se kreće od 13,5 do 18,7% (Gugel i Falk, 2006; Krzyżaniak i sar., 2019; Kurasiak-Popowska i sar., 2019; Rakita i sar., 2022). Pored oleinske kiseline u ulju lanika prisutna je eruka kiselina (C22:1) u relativno maloj količini (0-4,2%) dok se cis-11-eikozenska kiselina (C20:1) proizvodi umesto toga kao glavna masna kiselina dugog lanca u količini od oko 15%, koja se u prirodi retko javlja u biljnim uljima. U pogledu eruka kiseline za gajenje se odabiraju sorte sa sadržajem ove kiseline manjim od maksimalne dozvoljene količine u biljnim uljima za ljudsku ishranu [$\leq$ 2% (prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za biljna ulja, za seme vrsta *Brassica napus* L., *B. campestris* L., *B. juncea* L., jer lanik još uvek nije obuhvaćen ovim pravilnikom)].

Danas postoje sorte lanika koje sadrže i do 73% polinezasićenih masnih kiselina u ulju. Hrastar i sar. (2009) objavili su gotovo iste opsege zasićenih (10%), monozasićenih (30%) i polinezasićenih (60%) masnih kiselina za 53 sorte lanika iz svih poznatih svetskih regiona, kao i da sorte iz regiona Severne Amerike imaju najveći sadržaj α -linolenske kiseline. Na osnovu visokog sadržaja ukupnih nezasićenih masnih kiselina i α -linolenske kiseline, ove sorte su dragocen izvor ulja sa visokom dodatkom vrednošću za primenu u prehrambenoj industriji. Takođe, sadržaj mononezasićenih masnih kiselina, ga čini pogodnim za upotrebu u industriji biodizela. Osim toga, lanik ima relativno mali sadržaj glukozinolata (9-36 $\mu\text{mol/g}$ suvog semena) u poređenju sa drugim krstašicama (Schuster i Friedt, 1998), 14,5-23,4 $\mu\text{mol/g}$ u pogači (Matthäus i Zubr, 2000) i 8,6-30,5 $\mu\text{mol/g}$ u ulju (Maršalkienė i sar., 2020) u zavisnosti od genotipa i uslova sredine rasta.

ULJE LANIKA U ISHRANI LJUDI

Zbog velikog udela polinezasićenih masnih kiselina, ulje lanika je podložno autooksidaciji, što je uzrok nešto kraćeg roka trajanja ovog ulja (Belayneh i sar., 2015). Međutim, ulje lanika ima izuzetno visok sadržaj tokoferola od 410–800 $\mu\text{g/g}$ (Budin i sar., 1995; Abramović i sar., 2007; Zajac i sar., 2020), koji mu pružaju visoku oksidacionu stabilnost i produžuju rok trajanja. Među tokoferolima, gama tokoferol (oko 90%) predstavlja izomer koji dominira u odnosu na ostale. Pored antioksidativne aktivnosti, ova jedinjenja utiču na ukus i boju ulja (Kurasiak-Popowska i sar., 2019). Ulje lanika ima nizak sadržaj zasićenih masnih kiselina povoljan odnos ω -6 i ω -3 masnim kiselinama koji varira od 1,3 do 2,6 (Kurasiak-Popowska i sar., 2019). S tim u vezi preporuke nadležnih organizacija u najvećoj meri usmerene su ka smanjenju odnosa ω -6 i ω -3 masnim kiselinama u ishrani sa sadašnjih 20 (ili više):1 na opseg vrednosti od 1:1 do 4:1 u skladu sa nutritivnim potrebama stanovništva (Belayneh i sar., 2015). Na osnovu svega predhodno navedenog ulje lanika ima izvanredan potencijal da zadovolji rastuću potražnju za visokokvalitetnim jestivim uljima (Zubr, 1997). Pored značajne uloge u ishrani, ω -3 masne kiseline, uključujući kombinaciju EPA i DHA kiseline, imaju pozitivan efekat u razvoju dece, prevenciji i terapiji

kardiovaskularnih i malignih bolesti i kod različitih poremećaja mentalnog zdravlja (Vranešić Bender, 2011).

Uprkos malom sadržaju zasićenih masnih kiselina i vrednim bioaktivnim jedinjenima, ulje lanika nije smatrano visokokvalitetnim jestivim uljem zbog relativno visokog sadržaja eruka kiseline većine genotipova ove vrste. Međutim, razvojem poboljšanih sorti lanika kroz oplemenjivanje, sadržaj Gugel i Falk, 2006eruka kiseline se može smanjiti (Gugel i Falk, 2006), što je i postignuto u savremenim oplemenjivačkim (Zanetti i sar, 2021; Marjanović Jeromela i sar, 2021). Ulje semena lanika ima relativno malu viskoznost [0,029- 0,03 (40°C), Pa·s] što ga čini poželjnom komponentom u mešavinama ulja i često se koristi kao dodatak hrani i u pripremi mnogih proizvoda na bazi ulja, kao što su margarin i prelive za salate (Crowley i Fröhlich, 1998; Zaleckas i sar. 2012). Na ambalaži ovih proizvoda često se vidno ističe da oni sadrže povećan sadržaj ω -3 masnih kiselina, kao marketinški doprinos njihovom plasmanu. Margarin i prelive na bazi ulja lanika imaju slična fizička svojstva i sličnu stabilnost, kao i konvencionalni proizvodi na bazi komercijalnih ulja tokom nekoliko meseci skladištenja na sobnoj temperaturi, bez kvarenja mirisa (Crowley i Fröhlich, 1998). Takođe, ulje lanika može da se koristi pri termičkoj obradi namirnica, ali ne na suviše visokim temperaturama, zbog razvoja nepoželjnih mirisa i oksidacije polinezasićenih masnih kiselina (Ni Eidhin i O'Beirne, 2010).

UPOTREBA LANIKA ZA ISHRANU ŽIVOTINJA

Ulje i pogača lanika koriste se kao hrana za životinje i predstavljaju značajan izvor energije, kao ulje bogato ω -3 masnim kiselinama i kao hrana bogata visokokvalitetnim proteinima. Zbog velike količine polinezasićenih masnih kiselina, ovo ulje može da se koristi u akvakulturi, kao alternativa ribljem ulju u količini od 50–100% (Ye i sar., 2016; Toyas-Vargas i sar., 2020). Pored toga, seme lanika se koristi i kao hrana za ptice (Cvejić i sar., 2016).

Pogača lanika, koja zaostaje nakon hladnog presovanja semena, obično sadrži 10-12% ulja i 40% proteina (Pilgeram i sar., 2007). Takođe, bogat je izvor esencijalnih ω -3 i ω -6 masnih kiselina, od kojih su najzastupljenije linolna (oko 20%) i α -linolenska kiselina (35%). Dodatkom lanika u ishrani životinja postiže se obogaćenje animalnih proizvoda esencijalnim masnim kiselinama koje imaju pozitivan uticaj na zdravlje ljudi (Dragojlović i sar., 2021). Pogača lanika, bogata je proteinima koja sadrži uravnotežen profil esencijalnih (leucin, valin, lizin, izoleucin i fenilalanin) i neesencijalnih aminokiselina (glutaminska i asparaginska kiselina, arginin, prolin i serin) (Almeida i sar., 2013; Hixson i sar., 2014; Pekel i sar., 2015), ali i ugljenim hidratima, mineralima (Ca, P, Mn, Cu, Fe i Zn) i vitaminima (B 1-3, 5-7, 9) (Zubr, 2010; Zajac i sar. 2020). Sadržaj glukozinolata u pogači lanika niži je nego kod ostalih vrsta roda kupusnjača, što je čini poželjnijom kao sirovinom za pripremu stočne hrane (Pilgeram i sar., 2007). Nakon odgovarajuće pripreme, kao što su desolventizacija (tj. uklanjanja zaostalog rastvarača), mlevenje i ekstruzija ili peletiranje, pogača ili sačma lanika koristi se u ishrani životinja ili kao sekundarna

sirovina za dalju preradu. Ova primena sačme i ulja lanika mogla bi u budućnosti da smanji oslanjanje na riblje brašno i riblje ulje. Nedavno su hidrolizati pogače lanika valorizovani kao hranljivi i energetske izvori za gajenje kvasca *Rhodospiridium toruloides* za proizvodnju karotenoida (Bertacchi i sar., 2020), od koji je najznačajniji β -karoten koji je provitamin vitamina A. Pored toga, veoma značajano jedinjenje iz grupe karotenoida koje pripada ksantofilima, astaksantin (boja u prehrambenoj industriji i snažan antioksidans) ekstrahovano je iz semena genetički modifikovanog lanika natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom sa prinosom od 421 mg/g ulja (Xie i sar., 2019).

KORIŠĆENJE LANIKA U NEPREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Ulje lanika se koristi u hemijskoj industriji za različite namene, poput proizvodnje plastičnih masa i podnih obloga (linoleuma), štamparske boje, lakova i kitova (Friedt i sar., 1994), kao zamena za petrolej (ulje za svetiljke), u sprejevima za pesticide i mazivima. Zbog visokog sadržaja ω -3 masnih kiselina, ono može da se koristi i kao sirovina u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (Zubr, 1997). Poslednjih godina poraslo je interesovanje za gajenje lanika i zbog mogućnosti korišćenja njegovog ulja kao sirovine za proizvodnju biogoriva – biodizela i mlažnog biogoriva (Moser, 2010). Specifični proizvodi na bazi pogače lanika, koji nisu povezani sa hranom, mogu se koristiti kao bioinsekticidi, usled povišenog sadržaja bioaktivnih komponenti poput glukozinolata i polifenolnih jedinjenja (Cao i sar., 2015; Rojas et al., 2017), zatim za biosterilizaciju zemljišta (Ma i sar., 2015), bio-ulja (Boateng i sar., 2010) i druge hemikalije visoke vrednosti, kao što su poliol, koji su alternativa ricinusovom ulju (Omonov i sar., 2017). Poliol na bazi ulja lanika dobijaju se kontrolisanom epoksidacijom ovog ulja korišćenjem *in-situ* formirane permravlje kiseline i naknadnom hidroksilacijom putem kiselo katalizovanog otvaranja epoksidnog prstena alkoholom (Omonov i sar., 2017). Slama, nadzemni deo biljke zaostao posle žetve, koristi za proizvodnju celuloznih vlakana i proizvoda na bazi istih, kao što su papir i iverice (Zubr, 1997).

ZAKLJUČAK

Lanik je uljana biljna vrsta koja može biti alternativa za uključivanje u različite sisteme poljoprivredne proizvodnje i diverzifikaciju agroekosistema. Među višestrukim upotrebama proizvoda dobijenih od lanika, ističe se i njegovo korišćenje i u proteinskim smešama za ishranu životinja, s obzirom na značajan nedostatak proteina za stočnu hranu, kao i potrebu za alternativnim izvorima proteina u ishrani ljudi. Seme lanika je vredan izvor prirodnih antioksidanata, posebno tokoferola, polifenola, a njegovo ulje, bogato ω -3 masnim kiselinama, predstavlja sirovinu sa potencijalom za uključivanje u lance proizvodnje hrane za životinje i ljude. Posebno vredni rezultati očekuju se od razvoja i primene biorafinerija zasnovane na integralnoj

upotrebi cele biomase lanika s obzirom na veliku dodatnu vrednost njegovog ulja, pogače i slame.

Prateći nove trendove i porast potražnje za ovom uljanom biljnom vrstom, Institut za ratarstvo i povrtarstvo je registrovao prve dve sorte lanika u Srbiji - NS Zlatka i NS Slatka. S obzirom na njihove proizvodne i osobine kvaliteta, ove sorte mogu zadovoljiti sve potrebe domaćih proizvođača i prerađivača, kako u pogledu prinosa, tako i sadržaja i kvaliteta ulja (Marjanović Jeromela i sar., 2018).

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine: „Potencijal ulja od lanika i šafranike kao funkcionalnog dodatka u hrani za kućne ljubimce” (projekat br. 142-451-2609/2021-01), „Lanik kao održiva biljna vrsta: karakterizacija i potencijal primene (projekat br. 142-451-2297/20221-02,) kao i Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na finansijskoj podršci (projekti br. 451-03-68/2022-14/200032, 451-03-68/2022-14/ 200134 i 451-03-68/2022-14/200133).

Rad je realizovan u okviru aktivnosti Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka na promene klime - Climate Crops, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo i Tehnološkog fakulteta u Leskovcu, Univerziteta u Nišu.

LITERATURA

1. Abramović, H., Butinar, B., Nikolić, V. (2007). Changes occurring in phenolic content, tocopherol composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil during storage. *Food Chem*, 104(3): 903–909.
2. Almeida, F. N., Htoo, J. K., Thomson, J., Stein, H. H. (2013). Amino acid digestibility in camelina products fed to growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 93: 335–343.
3. Aslam, M., Usama, M., Nabi, H., Ahmad, N., Parveen, B., Bilawal Akram, H. M., Zafar, U. B. (2019). *Camelina sativa* biodiesel cope the burning issue of global warming; current status and future predictions. *Mod. concepts dev. agron.*, 3, MCDA.
4. Belayneh, H. D., Wehling, R. L., Cahoon, E., Ciftci, O. N. (2015). Extraction of omega-3-rich oil from *Camelina sativa* seed using supercritical carbon dioxide. *J. Supercrit. Fluids*, 104: 153–159.
5. Bertacchi, S., Bettiga, M., Porro, D., Branduardi, P. (2020). Camelina sativa meal hydrolysate as sustainable biomass for the production of carotenoids by *Rhodospiridium toruloides*. *Biotechnol. Biofuels*, 13: 47.
6. Boateng, A., Mullen, C., Goldberg, N. (2010). Producing stable pyrolysis liquids from the oil-seed press cakes of mustard family plants: pennycress (*Thlaspi arvense* L.) and camelina (*Camelina sativa*). *Energy and Fuels* 24: 6624–6632.
7. Budin, J. T, Breene, W. M., Putnam, D. H. (1995). Some compositional properties of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) seeds and oils. *J Am Oil Chem Soc*, 72: 309–315.

8. Cao, Y., Gu, Z., Muthukumarappan, K., Gibbons, W. (2015). Separation of glucosinolates from camelina seed meal via membrane and acidic aluminum oxide column. *J. Liq. Chromatogr. Relat.*, 38: 1273–1278.
9. Crowley, J. G., Fröhlich, A. (1998). Factors Affecting the Composition and Use of Camelina, Teagasc, Dublin, Ireland. 1–19.
10. Cvejić, S., Marjanović Jeromela, A., Vollmann, J., Jocić, S., Bogdanović, S., Miladinović, D., Imerovski, I. (2016). Značaj gajenja lanik (*Camelina sativa* L.) – novog izvora biljnih ulja 57. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, 19-24.6.2016. 51–68.
11. Čanak P, Marjanović-Jeromela A, Vujošević B, Kiprovska B, Mitrović B, Alberghini B, Facciola E, Monti A, Zanetti F. (2020). Is drought stress tolerance affected by biotypes and seed size in the emerging oilseed crop camelina? *Agronomy* 10 (12), 1856.
12. Dragojlović, D., Rakita, S., Stojkov, V., Vidosavljević, S., Đuragić, O., Marjanović Jeromela, A., Cvejić, S. (2021). Cold-pressed camelina cake as a source of essential fatty acids in animal nutrition. 18th Euro Fed Lipid Congress and Expo, 18-21 October, 2021, online, 293.
13. Friedt, W., Büchsen-Schütz-Nothdurft, A., Bickert, C., Schuster, A. (1994). Züchterische und produktionstechnische Bearbeitung von Lein und Leindotter in Hinblick auf eine Verwendung als nachwachsender Rohstoff. *Vorträge für Pflanzenzüchtung*, 30: 158–172.
14. Gugel, R. K., Falk, K. C. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 86: 1047–1058.
15. Hixson, S. M., Parrish, C. C., Anderson, D. M. (2014). Full substitution of fish oil with camelina (*Camelina sativa*) oil, with partial substitution of fish meal with camelina meal, in diets for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and its effect on tissue lipids and sensory quality. *Food Chem.*, 157: 51–61.
16. Hrastar, R., Petrisic, M., Ogrinc, N., Kosir, I. (2009). Fatty acid and stable carbon isotope characterization of *C. sativa* oil: implications for authentication. *J. Agric. Food Chem.* 57: 579–585.
17. Jouzani, G. S., Sharafi, R., Soheilvand, S. (2018). Fueling the future; plant genetic engineering for sustainable biodiesel production. *Biofuel Res. J.*, 5, 82945.
18. Krzyżaniak, M., Stolarski, M. J. (2019). Life cycle assessment of camelina and crambe production for biorefinery and energy purposes. *J. Clean. Prod.*, 237.
19. Kurasiak-Popowska, D.; Ryńska, B.; Stuper-Szablewska, K. (2019). Analysis of distribution of selected bioactive compounds in *Camelina sativa* from seeds to pomace and oil. *Agronomy*, 9: 168.
20. Kuzmanović B., Petrović S., Nagl N., Mladenov V., Grahovac N., Zanetti F., Eynck C., Vollmann J., Jeromela A.M. (2021): Yield-Related Traits of 20 Spring Camelina Genotypes Grown in a Multi-Environment Study in Serbia. *Agronomy*, 11, 858.
21. Ma, Y., Gentry, T., Hu, P., Pierson, E., Gu, M., Yin, S. (2015). Impact of brassicaceous seed meals on the composition of the soil fungal community and the incidence of *Fusarium* wilt on chili pepper. *Appl. Soil Ecol.*, 90: 41–48.
22. Marjanović Jeromela A, Cvejić S, Jocić S, Miladinović D, Vollman, J (2019): Risultati e prospettive nel miglioramento genetico delle colture de olio .In: Oli e grassi, Guliano Mosca (Ed), Edagricole di New Business Media srl, Milano, Italia, 197-205.

23. Marjanović Jeromela A, Cvejić S, Jocić S, Mitrović P, Milovac Ž, Jocković M, Terzić S, Stojanović D (2018). NS Zlatka i NS Slatka – Prve srpske sorte lanika (*Camelina sativa*, L. Crantz). VI Simpozijum sekcije za oplemenjivanje organizama i IX Simpozijum društva selekcionera i semenara. 7-11.5.2018. Vrnjačka Banja, Srbija. 215.
24. Marjanović Jeromela, A., Cvejić, S., Mladenov, V., Kuzmanović, B., Adamović, B., Stojanović, D., & Vollmann, J. (2021). Technological quality traits phenotyping of *Camelina* across multienvironment trials. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 71(8): 667-673.
25. Maršalkienė, N., Žilėnaitė, L., & Karpavičienė, B. (2020). Oil content and composition in seeds of *Camelina sativa* and *Crambe abyssinica* cultivars. *J. Elem.* 25: 1399-1412.
26. Matthäus, B., & Zubr, J. (2000). Variability of specific components in *Camelina sativa* oilseed cakes. *Ind. Crops Prod.* 12(1): 9-18.
27. Moser, B. R. (2010). *Camelina* (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: golden opportunity or false hope? *Lipid Technol.*, 22: 270–273.
28. Ni Eidhin, D., O’Beirne, D. (2010). Oxidative stability and acceptability of camelina oil blended with selected fish oils. *Eur J Lipid Sci Technol.*, 112: 878–886.
29. Omonov, T. S., Kharraz, E., Curtis, J. M. (2017). *Camelina* (*Camelina sativa*) oil polyols as an alternative to Castor oil. *Ind. Crops Prod.*, 107: 378–385.
30. Pekel, A. Y., Kim, J. I., Chapple, C., Adeola, O. (2015). Nutritional characteristics of camelina meal for 3-week-old broiler chickens. *Poultry Science*, 94: 371–378.
31. Pilgeram, A. L., Sands, D. C., Boss, D., Dale, N., Wichman, D., Lamb, P., Lu, C., Barrows, R., Kirkpatrick, M., Thompson, B., Johnson, D. L. (2007). *Camelina sativa*, A Montana omega-3 and fuel crop. In *Issues in new crops and new uses*. J. Janick and A. Whipkey (eds.). ASHS Press, Alexandria, VA.
32. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Sl. list SCG”, br. 23/2006 i “Sl. glasnik RS”, br. 43/2013
33. Rakita, S., Spasevski, N., Đuragić, O., Stojkov, V., Ana Jeromela Marjanović, Sandra Cvejić, Federica Zanetti (2022). Procena nutritivne vrednosti semena lanika (*Camelina sativa* L. Crantz) XXXIV Nacionalna konferencija procesna tehnika i energetika u poljoprivredi PTEP 2022, 03-08.4.2022. Sokobanja
34. Rojas, M. Morales-Ramos, Juan Berhow, Mark. (2017). Potential of *Camelina sativa* L. Crantz as a Biopesticide for *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae).
35. Schuster, A., Friedt, W. (1998). Glucosinolate content and composition as parameters of quality of *Camelina* seed. *Ind. Crops Prod.*, 7: 297–302.
36. Sizova, N. V., Pikulev, I. V., Chikunova, T. M. (2003). Fatty acid composition of *Camelina sativa* (L.) Crantz oil and the selection of an optimal antioxidant. *Khimiya Rastitel’nogo Syr’ya*, 2: 27–31.
37. Taylor, D. C., Smith, M. A., Fobert, P., Mietkiewska, E., & Weselake, R. J. (2019). Metabolic engineering of higher plants to produce bio-industrial oils. In: M. Moo-Young (Ed.), *Comprehensive Biotechnology*, vol. 4, (2nd ed.), Elsevier, Amsterdam, Boston. 67–85
38. Toyas-Vargas, E. A., Parrish, C. C., Viana, M. T., Carreón-Palau, L., Magallón-Servín, P., Magallón-Barajas, F. J. (2020). Replacement of fish oil with camelina (*Camelina*

- sativa*) oil in diets for juvenile tilapia (var. GIFT *Oreochromis niloticus*) and its effect on growth, feed utilization and muscle lipid composition. *Aquaculture*, 523, 735–777.
39. Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H., Ruckenbauer, P. (1996). Improvement of *Camelina sativa*, an underexploited oilseed. *Progress in New Crops*. ASHS Press, Alexandria, VA 1, 357–362.
 40. Vollmann, J., Eynck, C. (2015). Camelina as a sustainable oilseed crop: Contributions of plant breeding and genetic engineering. *Biotechnol. J.*, 10: 525–535.
 41. Vranešić Bender, D. (2011). Omega-3 masne kiseline – svojstva i djelovanje. *Dijetetika*, 17: 234–240.
 42. Xie, L., Cahoon, E., Zhang, Y., Ciftci, O. N. (2019). Extraction of astaxanthin from engineered *Camelina sativa* seed using ethanol-modified supercritical carbon dioxide. *J. Supercrit. Fluids*. 143: 171–178.
 43. Ye, C. L., Anderson, D. M., Lall, S. P. (2016). The effects of camelina oil and solvent extracted camelina meal on the growth, carcass composition and hindgut histology of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr in freshwater. *Aquaculture*, 450: 397–404.
 44. Zając, M., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Klebaniuk, R. (2020). Inclusion of camelina, flax, and sunflower seeds in the diets for broiler chickens: apparent digestibility of nutrients, growth performance, health status, and carcass and meat quality traits. *Animals*, 10(2): 321.
 45. Zaleckas, E., Makarevičienė, V., Sendžikienė, E. (2012). Possibilities of using *Camelina sativa* oil for producing biodiesel fuel. *Transport*, 27: 60–66.
 46. Zanetti F, Alberghini B, Marjanović-Jeromela A, Grahovac N, Rajković D, Kiprovski B, Monti A. (2021). Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agron Sustain Dev* 41, 2.
 47. Zanetti, F.; Eynck, C.; Christou, M.; Krzyżaniak, M.; Righini, D.; Alexopoulou, E.; Stolarski, M.J.; Van Loo, E.N.; Puttick, D.; Monti, A. (2017). Agronomic performance and seed quality attributes of *Camelina* (*Camelina sativa* L. crantz) in multi-environment trials across Europe and Canada. *Ind. Crop. Prod.*, 107: 602–608.
 48. Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products*, 6, 113–119.
 49. Zubr, J. (2010). Carbohydrates, vitamins and minerals of *Camelina sativa* seed. *Nutr. Food Sci.*, 40, 523–531.

PRIMENA MODELA VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE U POLJOPRIVREDI I INDUSTRIJI ULJA

Dragana Rajković¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Lato Pezo², Ankica Kondić Špika¹

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

²Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd, Srbija

IZVOD

Veštačka neuronska mreža (VNM) predstavlja matematički alat veštačke inteligencije, koju čini mreža međusobno povezanih neurona, koji poput mozga imaju sposobnost obrade podataka, učenja, i pamćenja. Model VNM pruža bolje predviđanje u odnosu na model višestruke linearne regresije. Modeli za mašinsko učenje su naročito primenljivi za proučavanje živih organizama kod kojih su prisutne kompleksne interakcije između promenljivih. Primena modela VNM je značajna za predviđanje prinosa i kvaliteta useva, odnosno sirovina u industriji ulja, klasifikaciju vrsta.

Ključne reči: veštačke neuronske mreže, prinos, poljoprivreda, mašinsko učenje, veštačka inteligencija

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL IN AGRICULTURE AND OIL INDUSTRY

ABSTRACT

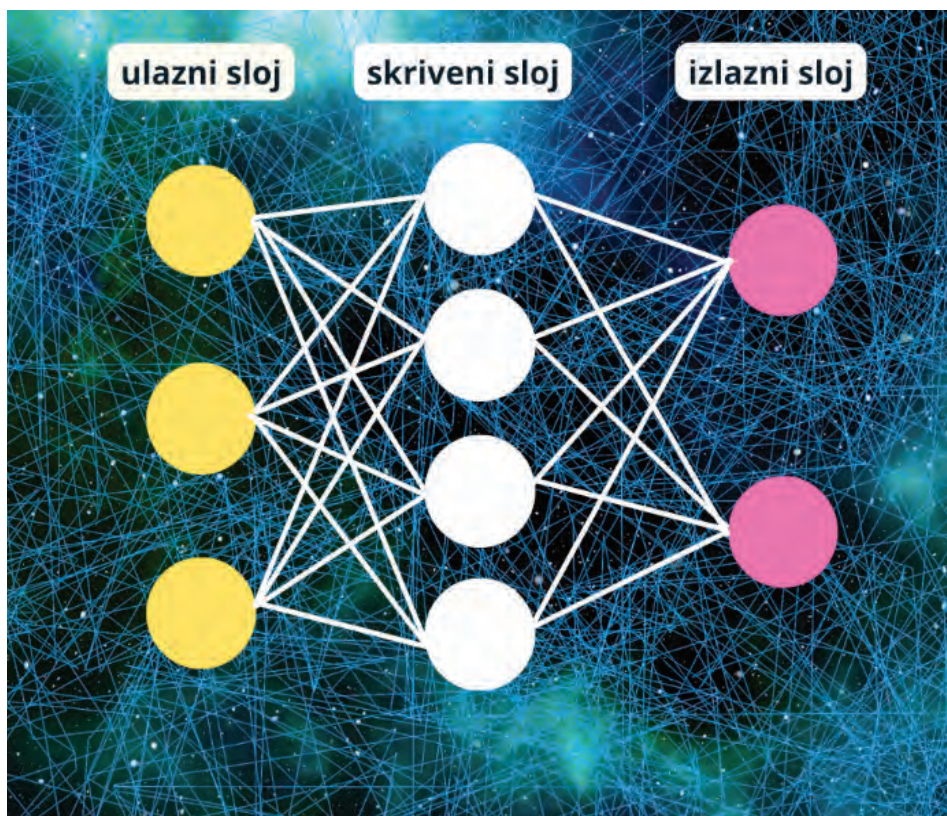
Artificial neural network (ANN) is a mathematical tool in artificial intelligence, made up of interconnected neurons. Similar to brain, these neurons have the ability to process data, learn, and memorize. The ANN model provides better prediction compared to the multiple linear regression. Machine learning models are handy for studying living organisms in which complex interactions between variables exist. The application of the ANN model is important for predicting the yield and quality of crops, as well as of raw materials in the oil industry, for the classification of species.

Key words: artificial neural network, yield, agriculture, machine learning, artificial intelligence

UVOD

Neuronske mreže

Nervni sistem čoveka čini kompleksna mreža neurona koji su međusobno povezani dendritima. Inspiracija za razvijanje veštačke neuronske mreže (VNM) bio je upravo nervni sistem živih organizama. Veštačka neuronska mreža je sačinjena od tri sloja, ulaznog, skrivenog i izlaznog koji su međusobno povezani (slika 1). Centralno postavljeni beli krugovi na slici predstavljaju neurone, linije koje su sa leve strane su analozi dendrita, a sa desne strane ka izlaznom sloju analozi aksona. Unutar veštačke neuronske mreže neuroni međusobno šalju signale i ovakva vrsta mreža je sposobna za učenje.



Slika 1. Veštačku neuronsku mrežu čine ulazni, skriveni i izlazni sloj (fotografija Rajković, D.)

Figure 1. Artificial neural network model with input, hidden and output layer (photo Rajković, D.)

Pre početka praktičnog korišćenja VNM potrebno je da se mreža trenira, odnosno da se neuroni obuče za obradu zadataka. Za razliku od ljudskog mozga čije učenje je dugotrajan proces, učenje kod VNM je brzo.

Upotreba veštačke inteligencije i modela veštačke neuronske mreže u poljoprivredi

Danas gotovo da nema naučne oblasti u kojoj se ne primenjuju VNM. VNM su već našle praktičnu primenu u poljoprivredi za predviđanje i klasifikaciju. Na osnovu većeg broja nezavisnih promenljivih se mogu predvideti njihovi efekti na proizvodnju, potvrditi prisustvo patogena i/ili štetočina, kontrolisati zakorovljenost i potreba za navodnjavanjem zemljišta.

Utvrđeno je da se na osnovu podataka dobijenih hiperspektralnom kamerom u fazi punog razvoja mahune najbolje može predvideti prinos soje uz korišćenje višeslojne neuronske mreže (Yoosefzadeh-Najafabadi i sar., 2021). Ista grupa autora je pokazala da je predviđanje prinosa soje modelom VNM preciznije na lokalnom nivou, u odnosu na predviđanje na nivou regiona, ili države. Niedbala i sar. (2019) su testirali nekoliko modela za predviđanje prinosa uljane repice koji su se razlikovali po datumima, odnosno fazama razvoja u kojima se biljka nalazi u datom periodu da bi utvrdili na osnovu kog modela se najsigurnije može predvideti prinos. Zaključili su da je najmanju grešku u predviđanju imao model koji je predviđao prinos kada je uljana repica bila u fazi nalivanja semena (kraj maja). Pored toga, zapaženo je da je vreme setve najvažnija nezavisna promenljiva za sve analizirane modele. Svakako, korišćenje ne samo ANN, nego i regresionih modela je pouzdanije u slučaju upotrebe u agroklimatskim i pedološkim uslovima sličnim onim koji su korišćeni za razvijanje modela.

Razvojem novih tehnologija za fenotipizaciju biljaka stvara se velika količina podataka zasnovana na fotografijama. Zbog lakšeg rada, odnosno obrade podataka, značajno je razvijanje modela za klasifikaciju zasnovanih na principima veštačke inteligencije. Modeli mašinskog učenja se mogu primenjivati i za klasifikaciju semena soje na osnovu morfoloških i fizioloških karakteristika (de Medeiros i sar., 2020). Takođe, mašinskim učenjem se može uspešno razlikovati šest vrsta gajenog i divljeg suncokreta (Kaur i sar., 2022).

Mogućnosti primene veštačke neuronske mreže u uljarskoj industriji

Predviđanje sadržaja ulja u semenu uljarica je od globalnog značaja za industriju, ekonomiju i privredne subjekte. Nekoliko istraživanja je potvrdilo mogućnost korišćenja VNM za predviđanje sadržaja ulja uljanih biljnih vrsta. Na osnovu vrednosti apsorbance merene na različitim talasnim dužinama Yang i sar. (2014) su testirali nekoliko modela za analizu sadržaja ulja uljane repice. Nakon učenja mreže, tj. treniranja seta podataka testirali su efikasnost odabranih modela. Njihovi rezultati sugerišu da je najmanju relativnu srednju kvadratnu

grešku imala višeslojna mreža propagacije unapred (eng. *multilayer feed forward network*) sa osam neurona. Podaci o sadržaju masnih kiselina u repičinom ulju se mogu koristiti za predviđanje oksidativne stabilnosti ulja primenom VNM (Dehghani i sar., 2012). U radu Rajković i sar. (2022) model VNM je korišćen za predviđanje nekoliko parametara prinosa, kao i sadržaja ulja i proteina u semenu uljane repice. Meteorološki (srednje dnevne temperature i količina padavina) i podaci o genotipovima su korišćeni kao ulazni set podataka. Najviše vrednosti koeficijenta determinacije (veće od 0,7) za sve analizirane osobine su dobijene za model VNM sa osam neurona u skrivenom sloju.

VNM se mogu koristiti za predviđanje hemijskog sastava i senzornih karakteristika maslinovog ulja (Gonzalez-Fernandez i sar., 2018). Tako se može predvideti sadržaj fenola, štetnih malonaldehida koji nastaju oksidacijom ulja, utvrditi da li je uzorak ulja ekstra devičanski, ili nižeg stepena kvaliteta. Pored navedenog, VNM se u poslednje vreme dosta koriste u svrhu provere autentičnosti i geografskog porekla maslinovog ulja. Mašinskim učenjem se može proveriti autentičnost i drugih biljnih ulja (uljane repice sa niskim i visokim sadržajem eruka kiseline, visokooleinskog i niskoooleinskog suncokretovog ulja, kukuruznog, sojinog i susamovog ulja) (Lim i sar., 2020). Zanimljiva je i primena VNM za predviđanje fizičko-hemijskih promena maslinovog ulja na osnovu vrste korišćene ambalaže i izlaganja sunčevoj svetlosti.

Seme susama ima veoma visok sadržaj ulja u odnosu na druge uljane biljne vrste poput uljane repice, soje i kikirikija (Ke i sar., 2010). Koristeći veći broj osobina koje su u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem ulja u semenu susama, Abdipur i sar. (2018) su testirali potencijal VNM i modela višestruke linearne regresije (MLR) za predviđanje sadržaja ulja. Analizom glavnih komponenata su broj analiziranih osobina smanjili na trećinu. Njihovi rezultati su ukazali na veću efikasnost i tačnost VNM (viši koeficijent determinacije, manje vrednosti relativne srednje kvadratne greške i srednje apsolutne greške) u odnosu na MLR. Broj čaura po biljci, broj dana od cvetanja do zrelosti i visina biljke su osobine koje su najviše uticale na sadržaj ulja u susamu u oba ispitivana modela (Abdipur i sar., 2018).

ZAKLJUČAK

Različiti matematički alati veštačke inteligencije se koriste u poljoprivredi i industriji ulja. Oni olakšavaju proizvodnju i analize kvaliteta. Veštačke neuronske mreže se mogu primenjivati za predviđanje prinosa, parametara kvaliteta, klasifikaciju i determinaciju vrsta. Njihovim korišćenjem, moguće je smanjiti broj promenljivih koje se analiziraju i time umanjiti troškove analize i/ili radne snage. Efikasnost modela VNM je velika, što je važno za njeno dalje razvijanje i korišćenje. Umreženi sa drugim uređajima veštačke inteligencije, kao npr. uz veštački jezik, veštačke neuronske mreže imaju potencijal za korišćenje u oceni senzornih karakteristika ulja i drugih proizvoda.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200032. Rad je realizovan u okviru aktivnosti Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka na promene klime - *Climate Crops*, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

LITERATURA

1. Abdipour, M., Ramazani, S.H.R., Younessi-Hmazekhanlu, M., Niazian, M. (2018). Modeling Oil Content of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Using Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression Approaches. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 95(3): 283–297. doi:10.1002/aocs.12027
2. de Medeiros, A.D., Capobianco, N.P., da Silva, J.M., da Silva, L.J., da Silva, C.B., dos Santos Dias, D.C.F. (2020). Interactive machine learning for soybean seed and seedling quality classification. *Sci. Rep.*, 10: 11267. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68273-y>
3. Dehghani, A.A., Mohammadi, Z.B., Maghsoudlou, Y., Mahoonak, A.S. (2012). Intelligent Estimation of the Canola Oil Stability Using Artificial Neural Networks. *Food Bioprocess Tech.*, 5: 533–540. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0314-8>
4. Gonzalez-Fernandez, I., Iglesias-Otero, M. A., Esteki, M., Moldes, O. A., Mejuto, J. C., Simal-Gandara, J. (2018). A critical review on the use of artificial neural networks in olive oil production, characterization and authentication. *Crit. Rev. Food Sci.*: 1–14. doi:10.1080/10408398.2018.1433628
5. Kaur, R., Jain, A., Kumar, S. (2022). Optimization classification of sunflower recognition through machine learning. *Mater. Today: Proc.*, 51: 207-211. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.182>
6. Ke, T., Mao, H., Hui, F.L., Dong, C.H., Chai, G.H., Liu, S.Y. (2010). Bioinformatics analysis and functional annotation of complete expressed sequence tag collection for oil crops. *Chin. J. Bioin.*, 8: 165–170.
7. Lim, K., Pan, K., Yu, Z., Xiao, R.H. (2020). Pattern recognition based on machine learning identifies oil adulteration and edible oil mixtures. *Nat. Commun.*, 11: 5353. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19137-6>
8. Niedbała, G., Piekutowska, M., Weres, J., Korzeniewicz, R., Witaszek, K., Adamski, M., Pilarski, K., Czechowska-Kosacka, A., Krysztofiak-Kaniewska, A. (2019). Application of artificial neural networks for yield modeling of winter rapeseed based on combined quantitative and qualitative data. *Agronomy*, 9: 781. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120781>
9. Rajković, D., Marjanović Jeromela, A., Pezo, L., Lončar, B., Zanetti, F., Monti, A., Kondić Špika, A. (2022). Yield and Quality Prediction of Winter Rapeseed - Artificial Neural Network and Random Forest Models. *Agronomy*, 12: 58. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010058>
10. Yang, D., Li, H., Cao, C., Chen, F., Zhou, Y., Xiu, Z. (2014). Analysis of the Oil Content of Rapeseed Using Artificial Neural Networks Based on Near Infrared Spectral Data. *J. Spectrosc.*, 2014: 901310. <https://doi.org/10.1155/2014/901310>

11. Yoosefzadeh-Najafabadi, M., Earl, H.J., Tulpan, D., Sulik, J., Eskandari, M. (2021). Application of Machine Learning Algorithms in Plant Breeding: Predicting Yield from Hyperspectral Reflectance in Soybean. *Front. Plant Sci.*, 11: 624273. doi: 10.3389/fpls.2020.624273

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

Ištvan Tot, Gordan Parenta, Borislav Mrakić

Dijamant d.o.o., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

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

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

Ključne reči: razmenjivač toplote, apsorpcija, heksan, uštede

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

ABSTRACT

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

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

Key words: heat exchanger, absorption, hexane, savings

UVOD

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

Apsorpciono ulje prolazi nadole kroz ispunu u koloni apsorbera, protivstrujno heksanskim isparenjima, vodenoj pari i vazduhu. Mineralno ulje većinom apsorbuje pare heksana a ostatak vodene pare i vazduha odlazi kroz odbijač plamena u atmosferu

pomoću izlaznog ventilatora. Zasićeno apsorpciono ulje sa hladnim heksanom pomoću pumpe se transportuje do apsorbera, kroz razmenjivač toplote, gde se zagreva izmenom toplote sa vrućim apsorpcionim uljem iz stripa. Potom se dalje zagreva u grejaču mineralnog ulja. Ovaj cevni izmenjivač zagreva ulje na željenu temperaturu za stripovanje. Para heksana, stripovana, izdvojena iz apsorpcionog ulja i vodena para odlaze u vakuum kondenzator na regeneraciju. Vruće apsorpciono ulje se skuplja u donjem sudu stripa Desorbera i pumpa se pumpom desorbera, kroz razmenjivač toplote ulje/ulje. Posle toga delimično ohlađeno ulje ulazi u izmenjivač ulje/voda gde se vodom hladi na temperaturu koja ne sme da bude veća od 35°C, pre ulaza u apsorber. Protok mineralnog ulja u apsorpcionom sistemu je 60 lit/min.

PRISUTNI PROBLEM U RADU APSORPCIONOG SISTEMA

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

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

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

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

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

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

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

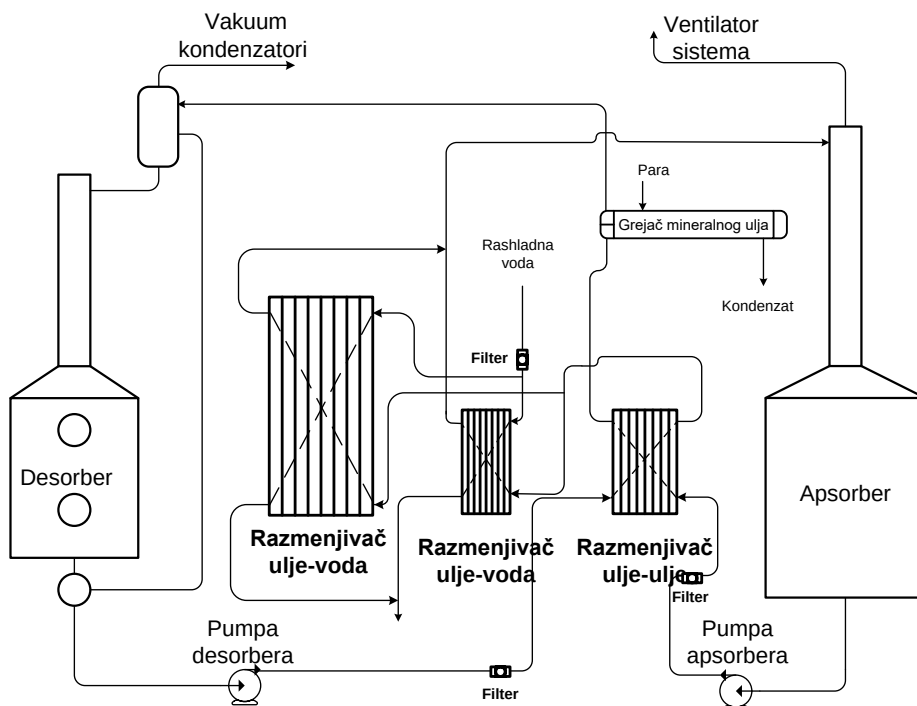
Temperatura rashladne vode je slična u maju i septembru, dok je temperatura apsorpcionog ulja 35°C. Temperatura apsorpcionog ulja u junu, julu i avgustu prelazi i iznad 40°C.

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

POVEĆANJE SNAGE RAZMENJIVAČA TOPLOTE

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

Ugradnja dodatnog razmenjivača toplote je prikazana na slici 1.



Slika 1. Apсорциони систем у погону екстракције
Figure 1. The absorption system in the extraction plant

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

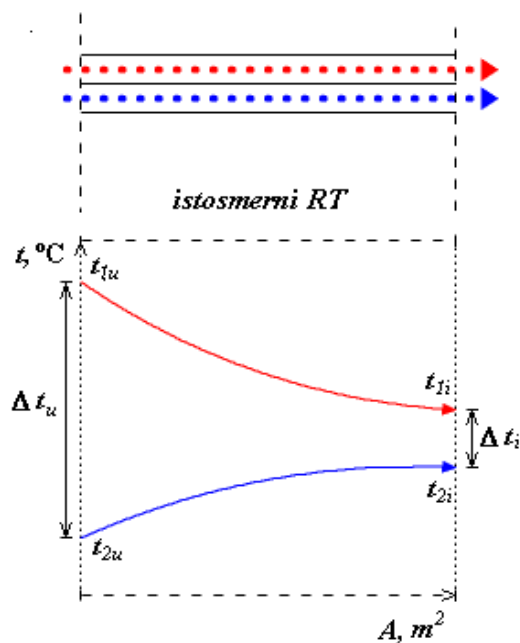


Slika 2. Razmenjivači toplote ulje-voda paralelno povezani
Figure 2. Oil-water heat exchangers connected in parallel

ANALIZA RADA APSORPCIONOG SISTEMA SA RAZMENJIVAČEM TOPLOTE VEĆE SNAGE

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

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



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

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

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

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

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

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

ZAKLJUČAK

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

LITERATURA

1. Uputstvo za rukovanje postrojenjem za proizvodnju sirovog ulja ekstrakcijom, Simon-Rosedowns Ltd.
2. Tehnička dokumentacija Dijamant d.o.o., Zrenjanin

REKONSTRUKCIJA LINIJE ZA HLAĐENJE ULJA U POGONU RAFINERIJE

*Miljan Kračković, Bojan Cvetković, Dragan Trzin,
Marijana Pavlović, Dejan Kancko, Zorica Stojanović*

Victoriaoil d.o.o., Šid, Srbija

IZVOD

Tokom procesa rafinacije suncokretovog ulja temperatura na izlazu iz pogona rafinerije bila je 45-50 °C. Javila se potreba za snižavanjem temperature izlaznog rafinisanog ulja iz više razloga. U ovom radu opisano je kako se došlo do manje izlazne temperature rafinisanog ulja, pomoću rekonstrukcije na liniji hlađenja i ukrštanja tokova ulja.

Ključne reči: hlađenje, rafinisano ulje

RECONSTRUCTION OF THE OIL COOLING LINE IN THE REFINERY PLANT

ABSTRACT

During the process of refining sunflower oil, the temperature at the outlet of the refinery was 45-50 °C. There was a need to lower the temperature of the refined oil outlet for several reasons. This paper describes how the refined oil outlet temperature was decreased by reconstructing the cooling line and crossing oil flows.

Key words: cooling, refined oil

UVOD

Sada već davne 2007. godine pušten je u rad pogon rafinerije gde se temperatura izlaznog rafinisanog ulja kretala u intervalu od 45 do 50 °C. U toku leta, kada se javljaju temperaturni ekstremi, temperatura izlaznog rafinisanog ulja se povećavala i dostizala je čak do 55°C. Jedan od primarnih zadataka bio je snižavanje temperature izlaznog rafinisanog ulja, te su urađene određene izmene, kao i rekonstrukcija na izlaznoj liniji rafinisanog ulja. Izmenjivač toplote koji se do trenutka rekonstrukcije koristio kao ekonomajzer (sirovog suncokretovog ulja i degumiranog suncokretovog ulja) ovom rekonstrukcijom dobio je ulogu ekonomajzera (sirovog suncokretovog

ulja i rafinisanog ulja). Ove izmene pratio je novi izmenjivač toplote (rashladna voda- rafinirano ulje), nova pumpa i „pufer” tank.

Poboljšanje na liniji hlađenja donelo je mnoge benefite. Na izlazu iz pogona, ulje je hladnije, smanjen je utrošak električne energije za hlađenje prilikom punjenja u boce i isporuke, takođe je povećana oksidativna stabilnost ulja

OPIS TEHNOLOŠKOG POSTUPKA PROCESA RAFINACIJE

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

Prva faza fizičke rafinacije obuhvata sekciju hladnog degumiranja ulja u kojoj se pored fosfolipida, sapuna i drugih neželjenih supstanci vrši i izdvajanje dela voskova. Uz pomoć centrifugalnog separatora izdvajaju se fosfatidi i voskovi, u vidu težefaze, na temperaturi od 24 °C. Dobijeno degumirano ulje u sebi sadrži pigmente, jone teških metala, kao i razne druge nepoželjne komponente. Navedene supstance se uklanjaju iz ulja u najvećem mogućem stepenu, u sekciji beljenja sa prirodnim apsorpcionim sredstvom - zemljom za beljenje. Sekcija vinterizacije podrazumeva otklanjanje zaostalih voskova koji su prošli proces degumiranja i koji se pomoću filtracionog medijuma perlita uklanjaju u potpunosti.

U finalnoj sekciji rafinacije - dacidifikacije sa deodorizacijom uklanjaju se slobodne masne kiseline (SMK), koje imaju nižu tačku ključanja u poređenju sa biljnim uljima i ovo omogućava uklanjanje (SMK) specijalno dizajniranom metodom destilacije uz dodavanje direktne pare i pod vakuumom.

PROBLEMI U VEZI HLAĐENJA RAFINISANOG ULJA

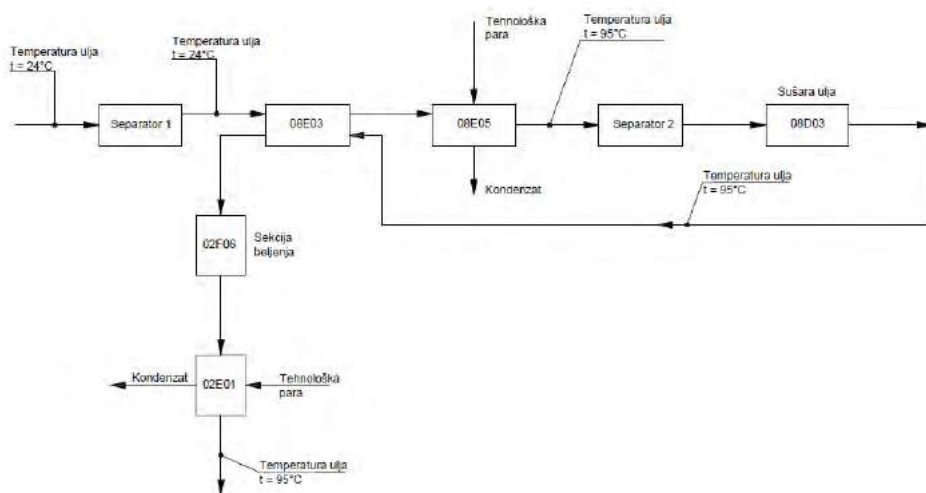
Jedan od glavnih razloga pristupa ovom projektu je ostvarenje povećanja kapaciteta rinfuzne isporuke rafinisanog ulja, kao i omogućavanje rada punione ulja u punom kapacitetu u letnjim mesecima. Zahtevi kupaca su se promenili i javila se potreba da prilikom svake isporuke ulje bude rashlađeno na određenu temperaturu koja se kretala u opsegu od 22 do 25 °C. Pojedini kupci i zahtevi tržišta dirigovali su predloge za isporuku u određenom temperaturnom režimu od 16 do 18 °C. Takođe, za normalan rad pogona punione, neophodno je ulje ohladiti na 17 °C.

U prethodnim godinama, kada je rinfuzna isporuka bila u manjem obimu, ulje smo mogli ohladiti pomoću „čiler”-skog sistema pogona punione. Povećanjem potreba za rinfuznom isporukom i zahtevima za hlađenjem ulja, kapacitet pogona punione doveden je u pitanje. Tokom hlađenja rinfuzne isporuke, kapacitet „čilera” koji bi se koristio za potrebe pogona punione i hlađenja ulja koje se koristi za flaširanje na 17 °C bio je zauzet.

U periodu kada proizvodnja flaširanog ulja nije radila punim kapacitetom hlađenje nije predstavljalo veliki problem. Međutim, kada se javila potreba za maksimalnim

kapacitetom flaširanja i maksimalnom isporukom rafinisanog ulja, nastale su poteškoće. Problem hlađenja ulja izazvao je dodatnu potrošnju električne energije tokom procesa hlađenja i troškove održavanja „čilerskog” sistema, kao i česte zastoje u pogonu punione zbog nedostatka ohlađenog ulja, kao i usporenu isporuku rafinisanog ulja u cisterne. Uzeta je u razmatranje kupovina većeg „čilerskog” sistema koji bi služio u pogonu rafinerije za hlađenje ulja, ali i zamenio dva manja čilera u pogonu rafinerije.

Proračunom je utvrđeno da prilikom hlađenja ulja čilerskim sistemom pogona punione troši se 50 € električne energije po cisterni isporučenog ulja. Ako se računa na količinu od 1000 t na mesečnom nivou, dolazi se do iznosa od 2.000 €, što bi na godišnjem nivou potrošnje električne energije iznosilo 24.000 €. Ušteda je takođe što se ulje uz pomoć čilerskog sistema hladi za samo 5-8 °C, umesto 25-30 °C jer se za hlađenje u većoj meri koristi voda sa rashladnih kula, a samo za navedenih 5-8 °C električna energija za čilerski sistem. Procena je da se na ovaj način ostvaruje dodatna ušteda od 20.000 €. Period povrata investicije je oko 1,25 godina (slika 1).



Slika 1. Šema toka ulja pre rekonstrukcije
Figure 1. Oil flow scheme before reconstruction

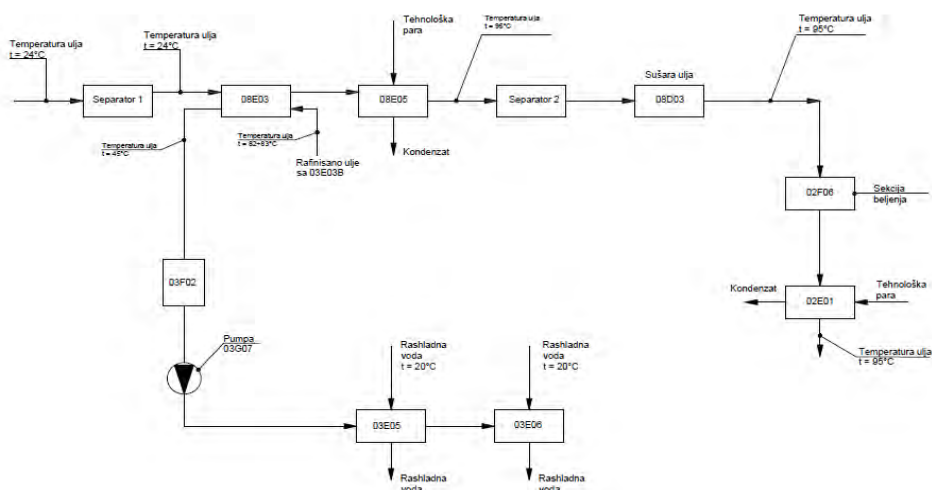
IZMENE NA LINIJI ZA HLADJENJE ULJA

Pored već postojećih izmenjivača, kako bi se postigla željena izlazna temperatura od 22-25 °C, ugrađena je sledeća oprema (slika 2):

- ✓ Nov izmenjivač 03E05 (voda-ulje)
- ✓ Nova pumpa 03G07
- ✓ Novi sud 03F02 zapremine 3 m³

Promena toka ulja izvršena je na više mesta. U ekonomajzeru 08E03 ukršteni su tokovi sirovog suncokretovog i rafinisanog ulja. Temperatura rafinisanog ulja spušta se sa 80 °C na 45 °C. Sirovo ulje koje je potrebno za proces, treba ugrijati sa temperature od 24 °C na 68 °C.

Rafinisano ulje nakon razmene toplote odlazi u novi prihvatni sud 03F02. Nakon razmene, novom pumpom 03G07 odlazi do izmenjivača 03E05 u kome se vrši razmena temperature sa rashladnom vodom. Posle navedenih razmena, ulje ide na krajnji izmenjivač toplote 03E06, gde se ulje dodatno hladi rashladnom vodom, a postoji i mogućnost hlađenja propilen glikolom iz „čilerskog” sistema, u kom slučaju se ulje može ohladiti i na 10 °C. Izlazna temperatura ulja u slučaju kada se i za krajnji izmenjivač koristi voda zavisi od temperature rashladne vode. Ova temperatura zavisi od perioda godine i varira u intervalu od 16 °C do 26 °C, dok je izlazna temperatura ulja veća za 2 do 3 °C od temperature rashladne vode. To znači da na izlazu dobijamo rafinisano ulje temperature 18-29 °C.



Slika 2. Šema toka ulja nakon rekonstrukcije
Figure 2. Oil flow scheme after reconstruction

ZAKLJUČAK

1. Promenom namene izmenjivača 08E03 i dodatkom nove pumpe, novog izmenjivača, novog prihvatnog suda dobili smo željenu izlaznu temperaturu rafinisanog ulja.
2. Postignuta je bolja oksidativna stabilnost ulja sniženjem temperature na kojoj se ulje skladišti.
3. Omogućen je maksimalan kapacitet pogona punione u letnjim mesecima, izbegnuta su ograničenja u pogledu količine rafinisanog ulja koje se može isporučiti u cisterne.
4. Ostvaruje se značajna ušteda u potrošnji električne energije

LITERATURA

1. Tehnička dokumentacija Victoriaoil d.o.o., Šid.
2. Uputstvo za rukovanje pogonom rafinerije „Lurgi”.

TEHNOLOGIJA INKAPSULACIJE BILJNIH ULJA: PRIMER INKAPSULACIJE HLADNO PRESOVANOG ULJA IZ SEMENKI GROŽĐA

*Biljana Rabrenović¹, Steva Lević¹, Viktor Nedović¹, Ana Salević¹, Mališa Antić¹,
Vladislav Rac¹, Marko Malićanin², Vesna Rakić¹*

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

²Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet u Kruševcu, Srbija

IZVOD

U ovom radu su prikazani rezultati inkapsulacije ulja dobijenog hladnim presovanjem semenki grožđa iz domaće proizvodnje vina. Za inkapsulaciju ulja su korišćene metode elektrostatičke ekstruzije i sprej sušenja. Korišćenjem obe metode su dobijeni inkapsulati zadovoljavajućih morfoloških karakteristika i relativno visoke inkapsulacione efikasnosti (80-90%). Međutim, inkapsulati dobijeni metodom sprej sušenja su se pokazali lošijim kada su u pitanju sadržaj ulja i prinos inkapsulata u odnosu na inkapsulate dobijene elektrostatičkom ekstruzijom. Pored toga, prednost inkapsulata dobijenih metodom elektrostatičke ekstruzije je i u tome **što** su nerastvorni u vodi, **što** im pruža mogućnosti za **širu** primenu u prehrambenoj industriji. Inkapsulacija ulja dobijenog hladnim presovanjem semenki grožđa bi mogla da doprinese boljem iskorišćenju otpada iz proizvodnje vina, a u isto vreme reši neke probleme vezane za inkorporaciju ulja u prehrambene proizvode.

Ključne reči: ulje semenki grožđa; inkapsulacija; elektrostatička ekstruzija; sprej sušenje

ENCAPSULATION OF VEGETABLE OILS: GRAPE SEED OIL CASE STUDY

ABSTRACT

This paper presents the results of encapsulation of oil obtained by cold pressing of grape seeds from domestic wine production. Electrostatic extrusion and spray drying were used as methods for oil encapsulation. By using both methods, encapsulates of satisfactory morphological characteristics and relatively high encapsulation efficiency (80-90%) were obtained. However, spray-dried encapsulates have proven to be inferior in terms of oil content and encapsulate yield compared to those obtained by electrostatic extrusion. In addition, the advantage of encapsulates

obtained by electrostatic extrusion is that they are insoluble in water, which gives them opportunities for wider application in the food industry. Encapsulation of oil obtained by cold pressing of grape seeds could contribute to better utilization of waste from wine production and at the same time solve some problems related to the incorporation of oil into food products.

Keywords: grape seed oil, encapsulation, electrostatic extrusion, spray drying

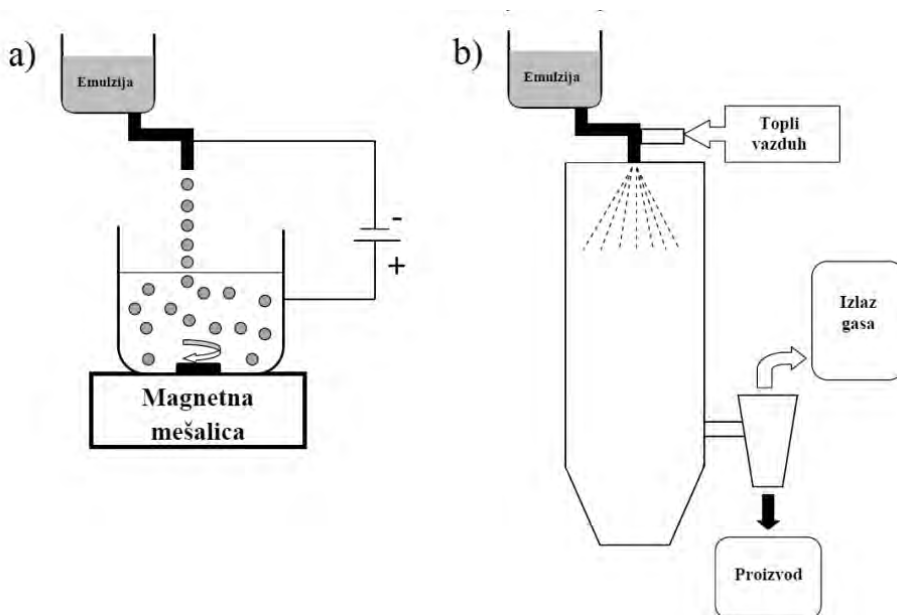
UVOD

Zahvaljujući brojnim sastojcima izuzetno značajnim sa nutritivnog aspekta, kao i pozitivnim zdravstvenim efektima kojima doprinose, biljna ulja su poslednjih decenija u fokusu istraživanja koja su imala za cilj proizvodnju funkcionalne hrane, tj. prehrambenih proizvoda obogaćenih dodacima sa izraženim svojstvima korisnim za zdravlje ljudi. Među mnogim važnim komponentama biljnih ulja posebno mesto zauzimaju nezasićene masne kiseline, zbog svojih blagotvornih efekata, prvenstveno na kardiovaskularni sistem. Međutim, upravo prisustvu dvostrukih veza u nezasićenim masnim kiselinama predstavlja i najveću prepreku za njihovo uspešno i bezbedno korišćenje kao funkcionalnih dodataka hrani, zbog sklonosti prema oksidaciji koja dovodi do formiranja produkata koji su sa zdravstvenog aspekta nepoželjni kao i do neželjenih senzornih karakteristika finalnog proizvoda (Ruiz i sar., 2017; Bakry i sar., 2016). Inkapsulacija predstavlja važan korak u proizvodnji funkcionalnih dodataka hrani na bazi biljnih ulja, kojim je moguće ostvariti efekat zaštite od oksidacije i takođe prevesti ulja u „čvrsto stanje“, što može biti od velikog značaja u slučajevima kada tehnološki postupak proizvodnje prehrambenog proizvoda to zahteva. Osim toga, od interesa je i uticaj inkapsulacije na digestiju i apsorpciju lipida u ljudskom organizmu (Chew i sar., 2018). Naime, dokazano je da se ugrađivanjem biljnih ulja u različite nosače može poboljšati njihova biodostupnost i bioiskoristljivost, na koje utiču kako sastav nosača (polisaharidni, proteinski, itd.) tako i njihova mikrostruktura, dimenzije površine i njena permeabilnost za supstance aktivne u digestiji, kao što su enzimi i kiseline (Shen i sar., 2011). Samim tim, izbor adekvatnih materijala i inkapsulacionih metoda mora biti izvršen imajući u vidu karakteristike aktivne komponente, kao i finalnog proizvoda i tehnološkog procesa za koji su inkapsulati namenjeni. Inkapsulate biljnih ulja moguće je dobiti različitim metodama, kao što su sprej sušenje (Carneiro i sar., 2013; Polavarapu i sar., 2011), koacervacija (Katona i sar., 2010) i elektrostatička ekstruzija (Salević i sar., 2018).

U ovom radu predstavljeni su rezultati dve metode inkapsulacije - sprej sušenja i elektrostatičke ekstruzije u čvrste, najčešće polisaharidne nosače, a korišćeno je hladno presovano ulje semenki grožđa sorte Pinot Noir.

Metoda elektrostatičke ekstruzije zasniva se na proticanju smeše aktivne komponente i rastvora koji sadrži prekursor nosača, kroz kapilaru na čijem se vrhu, pod uticajem elektrostatičkog polja, formiraju sitne kapi. Kapi se potom prevode u čestice postupkom geliranja, uz dodatak potrebnih gelirajućih agenasa (Đorđević i sar., 2015; Salević i sar., 2018). Uprošćena šema procesa elektrostatičke ekstruzije

prikazana je na slici 1a. Kao nosač se veoma često koristi natrijum alginat, a kao sredstvo za geliranje rastvor kalcijum hlorida (Zuidam i Shimoni, 2010; Lević, 2015).



Slika 1. Pojednostavljena šema procesa: elektrostatičke ekstruzije (a) i sprej sušenja (b)
Figure 1. Simplified presentations of encapsulation methods: electrostatic extrusion (a) and spray drying (b)

Metoda sprej sušenja je veoma zastupljena i najviše ispitivana metoda inkapsulacije, kojom se dobijaju suvi i stabilni prahovi. Zasniva se na procesu raspršivanja emulzije koja sadrži aktivnu komponentu i nosač u komoru za sušenje, pod uticajem zagrejanog vazduha. U toku ovog procesa dolazi do brzog isparavanja rastvarača i formiranja čestica. Čestice se potom odvajaju na nižoj izlaznoj temperaturi (slika 1b). Kako temperatura ulaznog vazduha iznosi 150 do 220 °C, a izlaznog 50-80 °C (Zuidam i Shimoni, 2010), postoji potencijalna opasnost od pregrevanja materijala, koje može negativno da deluje na aktivnu komponentu. Takođe, i materijal nosača mora biti zadovoljavajuće termostabilnosti kao i rastvorljivosti u vodi (gumiarabika, proteini soje, proteini mleka, maltodekstrini, želatin).

MATERIJALI I METODE RADA

Materijal

U ovom radu za dobijanje hladno presovanog ulja korišćene su semenke grožđa, sorte Pinot Noir, berba 2021., iz vinarije Zmajevac, Srbija.

Kao nosač za inkapsulaciju kod elektrostatičke ekstruzije korišćen je natrijum alginat (Carl Roth, Nemačka) dok je kalcijum hlorid (Carl Roth, Nemačka) korišćen kao sredstvo za geliranje. Za inkapsulaciju ulja metodom sprej sušenja je kao nosač korišćen maltodekstrin Cargill (Palco, Srbija) uz dodatak rastvora natrijum-alginata (rastvor 1% w/w) (Carl Roth, Nemačka). Natrijum citrat dihidrat je nabavljen od Sigma-Aldrich. Ostale hemikalije su bile analitičke čistoće.

Metode

Izdvajanje ulja

Za dobijanje ulja postupkom hladnog presovanja korišćena je pužna presa „Gorenje”, kapaciteta 2 kg/h, snage 650W. Temperatura ulja na izlazu iz prese nije prelazila 45°C. Izdvojeno ulje je, nakon 24 h taloženja, odvajano od taloga i čuvano u staklenim epruvetama na temperaturi frižidera od 4°C do momenta inkapsulacije.

Inkapsulacija ulja

Za inkapsulaciju ulja iz semenki grožđa korišćene su dve metode inkapsulacije: elektrostatička ekstruzija i sprej sušenje.

Procedura inkapsulacije metodom elektrostatičke ekstruzije se sastojala od formiranja emulzije ulje (sadržaj u emulziji 10 % w/w)-Na alginat (2 % w/w rastvor) korišćenjem mehaničkog homogenizatora Ultra-Turrax® T25 (Janke and Kunkel Ika-Labortechnik, Nemačka), pri 10000 o/min i vremenu homogenizacije od 5 minuta. Dobijanje čestica Ca-alginata sa inkapsulisanim uljem je vršeno pomoću uređaja za elektrostatičku ekstruziju VAR V1 (Nisco Engineering Inc.,

Švajcarska). Protok emulzije (70 ml/h) kroz sistem je vršen špric pumpom (Pump 11, Harvard Apparatus, SAD). Ostali parametri elektrostatičke ekstruzije: prečnik igle - 1,1 mm; rastojanje igla/rastvor za geliranje - 2 cm; napon-6kV; za geliranje je korišćen 1,5 % w/w rastvor kalcijum hlorida; period geliranja - 60min. Nakon geliranja, čestice su odvojene iz rastvora za geliranje, isprane sa destilovanom vodom i osušene na 30 °C tokom 24 h.

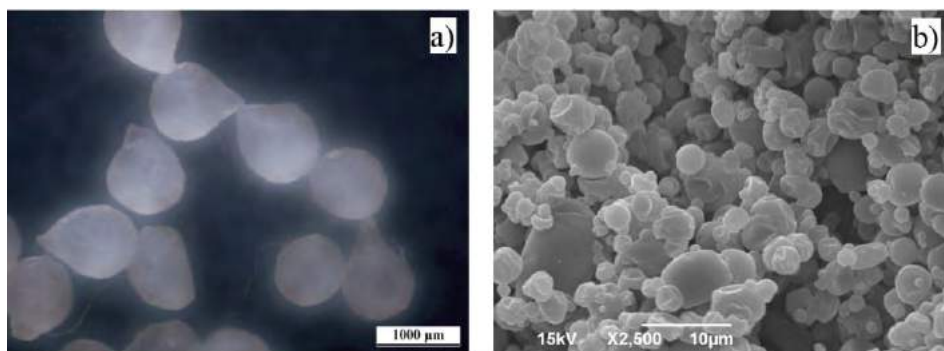
Inkapsulacija ulja metodom sprej sušenja je obuhvatala formiranje emulzije kao kod metode elektrostatičke ekstruzije s tim što je odnos ulje : rastvor Na-alginata : maltodekstrin bio 1 : 20 : 4. Prvo je maltodekstrin rastvoren u rastvoru Na-alginata na magnetnoj mešalici a onda je dodato ulje i pripremljena je emulzija prema već opisanom postupku. Za sprej sušenje je korišćen sprej sušač Büchi mini B-290 (Švajcarska) pri sledećim procesnim uslovima: temperatura vazduha za sušenje - 130 °C; izlazna temperatura - 75 ± 2 °C; protok gasa za sušenje - 600 L/h; protok tečnosti - 8 ml/min.

Ispitivanja morfoloških karakteristike inkapsulata dobijenih metodom elektrostatičke ekstruzije je vršeno pomoću binokularne lupe Leica XTL-3400D (Leica, Nemačka), dok su inkapsulati dobijeni metodom sprej sušenja ispitivani skenirajućim elektronskim mikroskopom (JEOL JSM-6390LV, Japan), pri čemu su pre analize presvučeni slojem zlata na uređaju BALTEC SCD 005. Veličina čestica

inkapsulata je određena primenom programa ImageJ. Kod određivanja tehnoloških karakteristika inkapsulata (tabela 1), čestice Ca-alginata su pre ekstrakcije ulja n-heksanom rastvarane u rastvoru natrijum citrata (Levic i sar., 2015). Proračun tehnoloških parametara je dat u tabeli 1.

REZULTATI I DISKUSIJA

Primenom metoda elektrostatičke ekstruzije i sprej sušenja uspešno je inkapsulisano hladno presovano ulje semenki grožđa u inkapsulate na bazi Ca-alginata i maltodekstrina (slika 2).



Slika 2. Fotografije inkapsulata sa uljem iz semenki grožđa: inkapsulati na bazi Ca-alginata dobijeni elektrostatičkom ekstruzijom (a) i inkapsulati dobijeni sprej sušenjem (b)

Figure 2. Photos of the encapsulates with grapeseed oil: encapsulates based on Ca-alginate obtained by electrostatic extrusion (a) and encapsulates obtained by spray drying (b)

Inkapsulati dobijeni metodom elektrostatičke ekstruzije (slika 2a) su u obliku sfernih ili izduženih **čestica** sa veličinom koja je bila u opsegu 900-1000µm i relativno kompaktnom strukturom. Prema Levic i sar. (2015) Ca-alginat je prihvatljiv nosač za inkapsulaciju hidrofobnih komponenti ali i za njihovo kontrolisano otpuštanje bilo u uslovima digestivnog sistema (ispitivanja *in vitro*), ili pak za kontrolisano otpuštanje/zaštitu pri povećanim temperaturama u uslovima pripreme hrane. Ono što treba istaći je da natrijum alginat predstavlja dobar stabilizator emuzija, što je jedan od razloga za visoku inkapsulacionu efikasnost inkapsulata na bazi ovog nosača (tabela 1). Kako su emulzije korišćene u ovom radu bile stabilne tokom procesa inkapsulacije, nije bilo potrebe dodavati dodatne količine drugih emulgatora, što ide u prilog primeni alginata u procesima inkapsulacije jestivih ulja i njihove primene u proizvodnji hrane. Pored toga, elektrostatička ekstruzija omogućava kontrolisanje veličine čestica promenom procesnih parametara, a pre svega preko kontrole viskoziteta rastvora/emuzije i primenjenog napona. Pored toga, dobijeni inkapsulati su nerastvorni u vodi, što ih čini pogodnim za dodatke u proizvode čije dobijanje zahteva dodatak

vode prilikom proizvodnje (npr. masa za dobijanje peciva i testa).

Metodom sprej sušenja su dobijene čestice sa prosečnom veličinom oko 6 μm i oblikom koji odgovara česticama dobijenim ovom metodom inkapsulacije (Kalušević i sar., 2017). Iako se postupkom sprej sušenja dobijaju u jednom tehnološkom procesu suve čestice inkapsulata (nema dodatnog sušenja), tehnološke karakteristike sprej sušenih inkapsulata ulja iz semenki grožđa (tabela 1) pokazale su se lošijim u odnosu na inkapsulate dobijene metodom elektrostatičke ekstruzije (nizak prinos inkapsulata i sadržaj ulja). Pored toga, nedostatak sprej sušenja je i primena visokih temperatura (iznad 100 °C) za dobijanje inkapsulata, što može dodatno negativno uticati na hemijsku stabilnost inkapsulisanog ulja. Takođe, inkapsulati dobijeni sprej sušenjem su rastvorljivi u vodi, što umanjuje opseg njihove potencijalne primene.

Tabela 1. Tehnološke karakteristike dobijenih inkapsulata
Table 1. Technological properties of the obtained encapsulates

Inkapsulat	Veličina inkapsulata (μm)¹	Inkapsulaciona efikasnost (%)²	Sadržaj ulja u inkapsulatu (%)³	Prinos inkapsulata (%)⁴
Ca-alginatne čestice	998 $\pm$ 56	90,2 $\pm$ 2,1	77,1 $\pm$ 1,2	76,3 $\pm$ 3,6
Inkapsulati dobijeni sprej sušenjem	6,7 $\pm$ 2,1	82,2 $\pm$ 3,1	13,2 $\pm$ 1,4	43,2 $\pm$ 3,3

¹ Za merenje veličine čestica su uzete najduže dimenzije čestica (n=30).

² Inkapsulaciona efikasnost je određena kao odnos mase ekstahovanog ulja i teorijskog sadržaja ulja u inkapsulatima (u g).

³ Sadržaj ulja u inkapsulatima je određen kao odnos mase ekstahovanog ulja i mase inkapsulata (bez vode).

⁴ Prinos inkapsulata je određen kao odnos mase dobijenog inkapsulata i mase polaznih komponenti emulzije (bez vode).

ZAKLJUČAK

Ulje dobijeno iz smenenki grožđa postupkom hladnog presovanja je uspešno inkapsulisano u Ca-alginatne čestice metodom elektrostatičke ekstruzije i u smeši nosača metodom sprej sušenja, pri čemu je ostvarena visoka inkapsulaciona efikasnost od preko 80 %. Međutim, sprej sušenje se pokazalo kao nepovoljnija metoda sa aspekta prinosa čestica, koji je bio ispod 50 %, ali i sa aspekta sadržaja ulja od samo 13 %. S druge strane, Ca-alginatne čestice su pokazale superiorne rezultate kada je u pitanju sadržaj ulja i prinos čestica (preko 75 %). Ovo pruža mogućnosti za

razvoj u vodi nerastvornih inkapsulata sa uljem iz semenki grožđa za dalje primene u prehrambenoj industriji.. Pored toga, inkapsulacija ovako dobijenog ulja predstavlja i korak dalje ka upotrebi semenki koje kao otpad zaostaju nakon prerade grožđa u proizvodnji vina u domaćim vinarijama.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekta Eureka E!13299 HEALTHYSEED kao i Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2022. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200116.

LITERATURA

1. Bakry, A.M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M.Y., Mousa, A., Liang, L. (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15: 143-182.
2. Carneiro, H.C.F., Tonon, R., Grosso, C.R.F., Hubinger, M.D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *J. Food Eng.* 115: 443-451.
3. Chew, S.C., Tan, C.P., Nyam, K.L. (2018). In-vitro digestion of refined kenaf seed oil microencapsulated in b-cyclodextrin/gum arabic/sodium caseinate by spray drying. *J. Food Eng.* 225: 34-41.
4. Đorđević, V., Balanč, B., Belščak-Cvitanović, A., Lević, S., Trifković, K., Kalušević, A., Kostić, I., Komes, D., Bugarski, B., Nedović, V. (2015). Trends in encapsulation technologies for delivery of food bioactive compounds. *Food Eng. Rev.* 7: 452-490.
5. Kalušević, A.M., Lević, S.M., Čalija, B.R., Milić, J.R., Pavlović, V.B., Bugarski, B.M., Nedović, V.A. (2017). Effects of different carrier materials on physicochemical properties of microencapsulated grape skin extract. *J. Food Sci. Technol.* 54(11): 3411-3420.
6. Katona, J. M., Sovilj, V. J. Petrovic, L. B. (2010). Microencapsulation of oil by polymer mixture-ionic surfactant interaction induced coacervation. *Carbohydr. Polym.* 79: 563-570.
7. Lević, S., Lijaković, I.P., Đorđević, V., Rac, V., Rakić, V., Knudsen, T.Š., Pavlović, V., Bugarski, B., Nedović, V. (2015): Characterization of sodium alginate/D-limonene emulsions and respective calcium alginate/D-limonene beads produced by electrostatic extrusion. *Food Hydrocolloids*, 45: 111-123.
8. Polavarapu, S., Oliver, C.M., Ajlouni, S., Augustin, M.A. (2011). Physicochemical characterisation and oxidative stability of fish oil and fish oil–extra virgin olive oil microencapsulated by sugar beet pectin. *Food Chem.* 127: 1694–1705.
9. Ruiz, J.C.R., De La Luz Ortiz Vazquez, E., Campos, M.R.S. (2017). Encapsulation of vegetable oils as source of omega-3 fatty acids for enriched functional foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57: 1423-1434.

10. Salević, A., Kalušević, A., Lević, S., Nedović, V. (2018). Inkapsulacija bioaktivnih jedinjenja sporednih proizvoda prerade voća. *J. Agric. Sci.* 63(2): 113-137.
11. Shen, Z., Apriani C., Weerakkody R., Sanguansri L., Augustin M.A. (2011). Food Matrix Effects on in Vitro Digestion of Microencapsulated Tuna Oil Powder. *J. Agric. Food Chem.* 59: 8442-8449.
12. Zuidam, N.J., Shimoni, E. (2010). Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to make them. In: Zuidam, N.J., Nedovic, V.A (Eds.), *Encapsulation Technologies for Food Active Ingredients and Food Processing*. Springe, Dordrecht, 3-29.

POTENCIJAL PRIMENE PRIRODNIH ANTIOKSIDANASA ZA STABILIZACIJU ULJA I MASTI ZA PRŽENJE

Vesna Vujasinović, Bojana Kalenjuk Pivarski, Ivana Ćirić, Jovana Bajkanović

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

IZVOD

Prženje hrane u dubokoj masnoći je veoma složen proces u kome se usled primenjenih uslova degradiraju efekti zaštite većine prirodno prisutnih ili dodatih antioksidanasa. Sintetički antioksidansi se često dodaju uljima za prženje da bi se usporili procesi termo-oksidacije tokom proizvodnje ili čuvanja prženih proizvoda. Međutim, prihvatanje sintetičkih antioksidanasa od strane potrošača u novije vreme znatno opada. Shodno tome, raste interesovanje za potragu za efikasnim prirodnim antioksidansima za prženje, posebno iz fenolnih komponenata uobičajenih začina i začinskih bilja. U ovom radu je dat kraći literaturni pregled o nekim prirodnim antioksidansima, njihovom izvorima i uticaju pri uslovima prženja hrane.

Ključne reči: minorne komponente ulja, prženje, prirodni antioksidansi, fenoli

APPLICATION OF NATURAL ANTIOXIDANTS FOR STABILIZATION OF FRYING OILS AND FATS

ABSTRACT

Frying of food in deep fat is a very complex process in which the protecting effects of most naturally occurring or added antioxidants are degraded due to the applied conditions. Synthetic antioxidants are often added to frying oils to slow down the thermo-oxidation process during the production or storage of fried products. However, consumer acceptance of synthetic antioxidants has declined significantly in recent years. Consequently, there is a growing interest in the search for effective natural antioxidants for frying, especially from the phenolic components of common spices and herbs. This paper gives a brief literature review of some natural antioxidants, sources and their impact under frying conditions of food.

Key words: minor components of oil, frying, natural antioxidants, phenols

UVOD

Prženje u dubokoj masnoći je proces u kojem se hrana, potpuno uronjena u masnoću, termički obrađuje pri temperaturi, najčešće, 150-200 °C. Iako je prženje od davnina poznat metod toplotne obrade, konzumiranje pržene hrane je poslednjih 50 godina u značajnoj ekspanziji. Ova “varljivo” jednostavna tehnika prženja je suštinski veoma komplikovana zbog uslova koji se primenjuju tokom procesa, termoozetljivosti medijuma za prženje i raznovrsnosti hrane za prženje. Različiti faktori koji utiču na stabilnost procesa i kvalitet ulja tokom prženja mogu se podeliti u dve grupe:

- *spoljni* ili *egzogeni faktori*, koji uključuju temperaturu prženja, vreme prženja, prisustvo kiseonika (vazduha), vrstu friteze i dr., i sa ovim faktorima osobe koje izvide prženje mogu da manipulišu;
- *unutrašnji* ili *endogeni faktori* su specifični za svako ulje/mast koje se koristi za prženje i uključuju prvenstveno sastav masnih kiselina i njihovu distribuciju u triacilglicerolima, kao i količine i sastav minornih komponenata u ulju (Blumenthal, 1991; Kochar i Gertz, 2004).

Do sada je identifikovano više od 500 različitih hemijskih jedinjenja, kao rezultat seta vrlo kompleksnih reakcija koje se odigravaju tokom prženja. Veliki broj ovih jedinjenja može negativno uticati na senzorska svojstva, održivost i zdravstvenu bezbednost pržene hrane (Gertz, 2001). Danas je već dobro poznato da prisustvo antioksidanasa može produžiti upotrebu ulja za prženje, kao i održivost proizvoda. Zavisno od strukturnih karakteristika, mehanizam delovanja antioksidanata uključuje: „scavenging” efekat – uklanjanje slobodnih radikala, “heliranje”-vezivanje jona metala sa prooksidativnim dejstvom, hvatanje singlet kiseonika, inaktivaciju senzitera, kreiranje barijera za kiseonik, razlaganje ili uklanjanje razgradnih produkata itd. U uobičajenim procesima prženja gde je dostupnost kiseonika ograničena njegovom rastvorljivošću i prisustvom vodene pare u sistemu, ne-radikalna, odnosno, kiselinski katalizovana dimerizacija i polimerizacija nezasićenih masnih kiselina su dominantne (Gertz, 2004; Marmesat i sar., 2010; Aladedunye i sar., 2017) i njihovo poznavanje je od velikog značaja.

Antioksidansi namenjeni za primenu u uljima/mastima za prženje treba da su stabilni pri visokim temperaturama i najčešće se dodaju u ulje još u fazi proizvodnje (na kraju rafinacije) u cilju zaštite ulja tokom transporta, skladištenja i primene (Senanayake, 2018).

Antioksidansi se svrstavaju u nekoliko grupa kao prirodni, sintetički/veštački ili polusintetički (hemijski modifikovani prirodni antioksidansi). Prirodni antioksidansi mogu biti endogenog (unutrašnjeg) ili egzogenog (spoljašnjeg) porekla, odnosno oni koji nastaju „in situ” (na licu mesta) u samom procesu. Endogeni antioksidansi (tabela 1) su prirodni sastojci neosapunjivih materija ulja i masti prisutni u količinama od oko 3-5% ukupnih lipida (Yanishlieva-Maslarova, 2001). Međutim, zbog određenih nedostataka prirodnih antioksidanasa, kao što su: slabija aktivnost, slaba termička stabilnost i gubitak njihovog sadržaja tokom procesa prženja, brojni sintetski

antioksidansi se često koriste da bi se poboljšala termo-oksidativna otpornost ulja/ masti. Ipak, treba reći da je upotreba sintetskih antioksidanasa ograničena zbog njihove nedovoljne efikasnosti pri uslovima prženja i uočenih štetnih efekata na zdravlje potrošača, te najnoviji trendovi u ovoj oblasti su fokusirani na primenu, pre svega, fenolnih ekstrakata iz različitih delova biljaka.

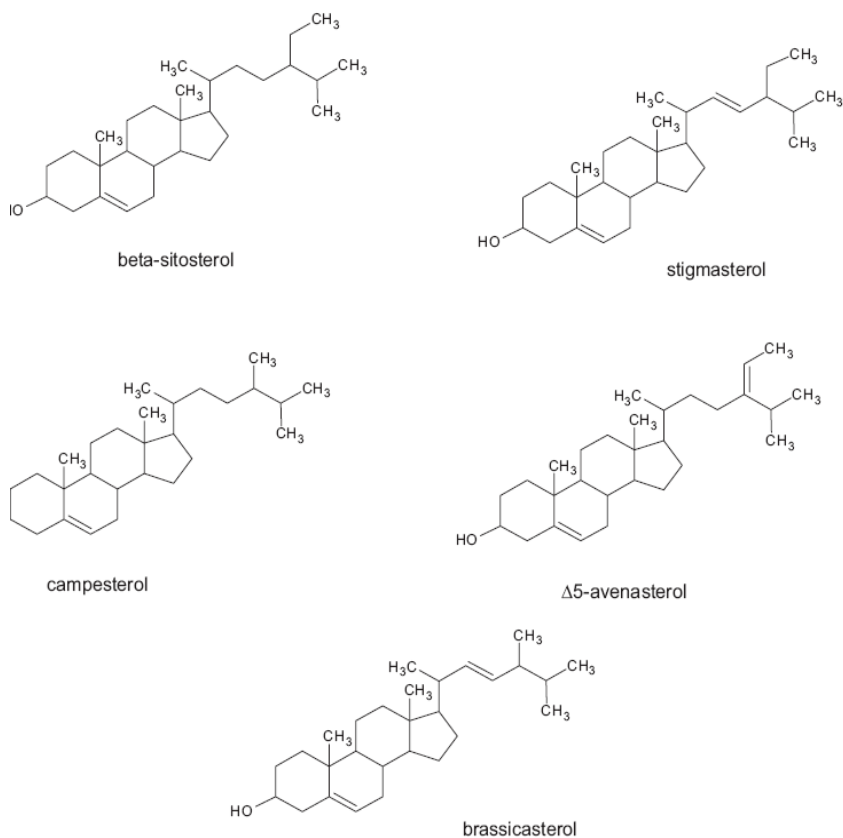
Tabela 1. Prirodni egzogeni antioksidansi u jestivim uljima i mastima
Table 1. Common natural antioxidants in edible oils and fats

Vrsta sastojka/ Class of compounds	Primer/ Examples
Ugljovodonici	Skvalen
Fitosteroli	β -sitosterol, stigmasterol
Tokohromanoli	α -, β -, γ -, δ -tokoferol/tokotrienol
Fenolna jedinjenja	Fenolne kiseline, flavonoidi, izoflavonoidi
Karotenoidi	Karoteni, ksantofil
Fosfolipidi	Fosfatidilholin, fosfatidiletanolamin

PRIRODNI ENDOGENI ANTIOKSIDANSI

Najvažniji endogeni antioksidansi su tokoferoli i tokotrienoli, u literaturi poznati kao tokohromanoli. Smatra se da lipidni peroksi-radikali reaguju sa tokoferolima znatno brže nego sami lipidi, te se tokohromanoli smatraju izvrsnim “hvatačima” slobodnih radikala. Nažalost, tokohromanoli su termički nestabilni i samo delimično štite ulje od oksidacije tokom procesa prženja (Marmesat i sar., 2010). Pojedina biljna ulja kao što su devičansko maslinovo i susamovo, zatim ulje pirinčanih mekinja i dr. sadrže osim tokoferola i druge antioksidanse (Čorbo i sar., 2016), te se mogu dodati drugim uljima radi poboljšanja stabilnosti tokom prženja.

U novije vreme se posebna pažnja posvećuje fitosterolima i njihovoj ulozi u procesu prženja. Naime, glavni sastojci neosapunjivih materija biljnih ulja su steroli (slika 1), za koje se smatra da poboljšavaju stabilnost ulja pri prženju (Singh, 2013). Njihova uloga se svodi, pre svega, na anti-polimerizacioni potencijal β -sitosterola i ostalih fitosterola bez bočnog lanca etildiena (Winkler i Warner, 2008). Ova činjenica je posebno važna budući da su upravo sadržaj ukupnih polarnih materija i sadržaj polimera najšire prihvaćeni kao primarni i najvažniji hemijski pokazatelji promene kvaliteta ulja tokom procesa prženja (Stier, 2020).



Slika 1. Endogeni fitosteroli u uljima za prženje
Figure 1. Common phytosterols present in frying oils

PRIRODNI ANTIOKSIDANSI BILJAKA, ZAČINA, BOBIČASTOG VOĆA I OSTALIH BILJNIH IZVORA

Brojni antioksidansi iz poljoprivrednih proizvoda, kao i nusproizvoda prerade voća/povrća, sadrže visoke koncentracije antioksidativnih sastojaka, uglavnom fenola, koji se mogu koristiti za poboljšanje stabilnosti ulja i masti. To su npr.: listovi masline, semenke grožđa (Vujasinović i sar. 2016a; Vujasinović i sar. 2016b), pogača masline, listovi zelenog i crnog čaja, godži semenke, paradajz, bambus, kurkuma, kora/ljuska citrusa, korijander, listovi spanaća itd. (Blasi i Cossignani, 2020). Prema ispitivanjima Farag i sar. (2007) dodatak sirovog soka od presovanih listova maslina u suncokretovo ulje je značajno povećalo termo-oksidativnu stabilnost ulja pri diskontinualnom prženju (180 °C, 5 sati, tokom 5 dana) u odnosu na ukupne polarne materije, polimere, kiselinski i peroksidni broj. Prema Jamilah i sar. (1998) etanolni ekstrakt kore citrusa u koncentraciji od 0,2% u palm-oleinu

pokazao je značajni antioksidativni i anti-polimerizacioni efekat (prženje pri 180 °C, po 5 sati, 4 dana).

Začini i određene biljne vrste kao što su ruzmarin, origano, majoran, žalfija, timijan, bosiljak, karanfilić, cimet, muskatni oraščić, šafran, kim i biber su odavno poznati kao veoma značajni izvori potencijalnih antioksidanasa (Yanishlieva, 2001; Yanishlieva i sar., 2006; Brewer, 2011). Aktivne komponente ovih izvora su fenolni mono- i diterpeni, fenolne kiseline i njihovi derivati, gingeroli, diarilheptanoidi (npr. kurkumin), fenolni amidi (npr. kapsaicin) i flavonoidi (kvercentin, luteolin, kaempferol itd.). Njihov antioksidativni efekat pri ambijentalnim i skladišnim uslovima je dobro poznat. Međutim, njihov uticaj u procesima prženja u dubokoj masnoći do sada nije dovoljno ispitan. Ipak postoje podaci koji potvrđuju da 0,1% ekstrakt ruzmarina značajno smanjuje formiranje dimera i degradaciju tokoferola u repičinom ulju pri prženju čipsa (162 °C) (Gordon i Kourimska, 1995). Osim toga, i antioksidativni efekat ruzmarina je odavno poznat (Valenzuela i Nieto, 1996; Karlovits, 2014). Prema rezultatima istraživanja Tohma i Turan (2015) sami listovi biljke, kao i ekstrakt i esencijalno ulje ruzmarina (*Rosmarinus officinalis* L.), se mogu veoma uspešno koristiti za produženje stabilnosti lešnikovog ulja u procesu prženja. Ulje sa dodatkom aditiva ruzmarina je imalo manji sadržaj konjugovanih diena i polarnih materija, kao i manji anisidinski broj u odnosu na kontrolno ulje. Komercijalni ekstrakt ruzmarina i žalfije u koncentraciji od 0,04% je značajno povećao stabilnost palm-oleina tokom prženja (Jaswir i Che Man, 2002). Danas se već i u našoj zemlji (iako je asortiman ovakvih proizvoda skroman) proizvodi čips od kukuruznog brašna sa dodatkom biljnog ekstrakta ruzmarina, kao antioksidansa. Patel i sar. (2013) su objavili podatke o značajnom povećanju stabilnosti ghee maslaca dodatkom 0,5% ekstrakta korijandera. Bandak i Oreopoulou (2011) su, praćenjem promena sadržaja polarnih materija, konjugovanih diena i peroksidnog broja, došli do zaključka da je ekstrakt majorana izuzetno efikasan u inhibiciji oksidacije ulja u procesu prženja. Bensmira i sar. (2007) su, takođe, zaključili da dodatak lavande i/ili timijana u ulje suncokreta poboljšava njegovu termičku stabilnost i, posledično, produžava vreme prženja.

Osim detaljno ispitanih začinskih biljaka i ekstrakti određenih vrsta voća (jabuka, trešnje i sl.) i bobičastog voća (npr. zova, borovnica, grožđe itd.) su takođe značajni izvori antioksidanasa u medijumu za prženje. Aktivne komponente ovih ekstrakata, pre svega polifenolna jedinjenja, su znatno termo-stabilnija u odnosu na obične sintetičke i prirodne endogene antioksidanse koji se lako razgrađuju ili su isparljivi tokom prženja (Gupta i sar., 2004; Gangcheng i sar. 2019). Posebno je zanimljiva činjenica da ekstrakt ljuske nara veoma povoljno utiče na termičku stabilnost suncokretovog ulja (Iqbal i sar., 2008). U prilog primene prirodnih antioksidanasa govori i činjenica da je njihova rastvorljivost u vodi u znatno širem opsegu u odnosu na sintetičke (Valenzuela i Nieto, 1996).

SEKUNDARNI ANTIOKSIDANSI „IN SITU”

Termičkom razgradnjom endogenih i egzogenih antioksidanasa mogu nastati sekundarni antioksidansi sa značajnim potencijalom inhibicije, npr. sesamol iz sesamolina, ili kvercentin iz kvercentin glikozida. Nedavno je objavljeno da reakcijom između endogenih fitosterola i dodatih fenolnih kiselina tokom prženja “in situ” nastaju sekundarni antioksidansi (Aladedunye i Przybylski, 2012).

Formiranje proizvoda Maillard-ove reakcije je već dobro poznat primer „in situ” generacije antioksidanasa u procesu prženja. Ovaj proces, naime, uključuje reakcije između amina (iz amino kiselina ili proteina) i karbonilnog dela ugljenih hidrata/šećera. Nutritivna, biološka i antioksidativna svojstva ovih novo-nastalih jedinjenja su već široko ispitana. Međutim, osim aminokiselina i aminofosfolipidi, kao što je npr. fosfatidiletanolamin, može reagovati i dati proizvode sa potencijalnim antioksidativnim efektima. Poznato je da proizvodi Maillard-ove reakcije ispoljavaju aktivnost u hvatanju slobodnih radikala, međutim, u procesu njihovog formiranja verovatno dolazi i do uklanjanja/blokiranja određenih sekundarnih proizvoda oksidacije aldehidnog tipa i na taj način se produžava stabilnost ulja za prženje (Aladedunye i Przybylski, 2012).

ZAKLJUČAK

U skladu sa sve većim interesovanjima potrošača za „prirodnim” proizvodima, istraživanja prirodnih antioksidanasa, kao alternative sintetičkim, se intenziviraju. Prirodni antioksidansi, osim što povećavaju održivost i dužu upotrebu ulja za prženje, mogu da pruže i zdravstveni benefit konzumentima pržene hrane. U tom smislu ekstrakti fenolnih jedinjenja iz tradicionalnih začina, začinskih biljaka i ostalih izvora se sve više istražuju u cilju njihove primene u procesima prženja hrane. Njihov efekat u ovoj oblasti, nažalost, do sada nije dovoljno istražen. Dok je primena određenih prirodnih antioksidanasa u procesima prženja bez sumnje opravdana, njihova komercijalna primena će zasigurno u velikoj meri zavisiti od cene u odnosu na sintetičke antioksidanse, kao i određenih ograničenja (npr. senzorski uticaj) primene prirodnih antioksidanasa u nekim proizvodima.

LITERATURA

1. Aladedunye, F. A., R. Przybylski (2012). Antioxidative properties of phenolic acids and interaction with endogenous minor components during frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113: 1465-1473.
2. Aladedunye, F., Przybylski, R., Matthaus, B. (2017). Performance of antioxidative compounds under frying conditions: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57: 1539-1561.
3. Bandak, G., V. Oreopoulou (2011). Inhibition of lipid oxidation in fried chips and cookies by *Majorana syriaca*. *Int. J. Food Sci. Technol.* 46: 290-296.

4. Bensimar, M., B. Jiang, C. Nsambina, T. Jian (2007). Effect of lavender and thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperature. *Food Res. Int.*, 40 (3): 341-346.
5. Blasi, F., L. Cossignani (2020). An overview of natural extracts with antioxidant activity for the improvement of the oxidative stability and shelf life of edible oils. *Process*, 8: 956-971. doi:103390/pr8080956
6. Blumenthal, M. M. (1991). A new look at the chemistry and physics of deep fat frying. *Food Tech* 45 (1): 68-74.
7. Brewer, M. S. (2011). Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Compr. Rev. Food Sci. Saf.*, 10: 221-247.
8. Čorbo, S., E. Dimić, V. Vujasinović, A. Čaušević, Z. Ašimović (2016). Fatty acid composition and antioxidants in cold-pressed vegetable oils. *Works of the Faculty of agriculture and food sciences, University of Sarajevo*, LXI (66/1): 108-112.
9. Farag, R. S., E. A. Mahmoud, A. M. Basuny (2007). Use crude olive leaf juice as a natural antioxidant for the stability of sunflower oil during heating. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42: 107-115.
10. Gertz, C. (2001). Determination of polymerized (dimeric and oligomeric) triglycerides content at low level. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 103: 181-184.
11. Gertz, C. (2004). Optimizing the baking and frying process using oil-improving agents. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106: 736-745.
12. Gordon, M. H., L. Kourimska (1995). The effects of antioxidants on changes in oils during heating and deep frying. *J. Sci. Food Agric.*, 68: 347-353.
13. Gupta, M., K. Warner, P. J. White (2004). *Frying technology and practices*, Champaign, Illinois, USA, pp. 77-90.
14. Halliwell, B., R. Aeschbach, J. Loliger, O. I. Aruomna (1995). The characterization of antioxidants. *Food Chem. Toxicol.*, 33: 601-617.
15. Iqbal, S., S. Haleem, M. Akhtar, M. Zia-ul-Haq, J. Akbar (2008). Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. *Food Res. Int.*, 41: 194-200.
16. Jamilah, B., Y. B. Che Man, T L. Ching (1998). Antioxidant activity of citrus hystrix peel extract in RBD palmolein during frying of fish crackers. *J. Food Lipids*, 5: 149-157.
17. Jaswir, I., Y. B. Che Man (2002). Monitoring the effect of natural antioxidants on changes of refined palm olein during deep-fat frying by Fourier transform infrared spectroscopy. *Pak. J. Appl. Sci.*, 2: 209-215.
18. Karlovits, Gy. (2014). Tajna istarske pršute. Uspomena na prof. dr Biserku Oštrić-Matijašević (1926-2001). *Uljarstvo*, 45(1): 3-11.
19. Kochar, S. P., C. Gertz (2004). New theoretical and practical aspects of the frying process. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106: 722-727.
20. Marmesat, S., A. Morales, J. Velasco, M C. Dobarganes (2010). Action and fate of natural and synthetic antioxidants during frying. *Grasas y Aceites*, 61(4): 333-340.
21. Patel, S., S. Shende, S. Arora, A. K. Singh (2013). An assessment of the antioxidant potential of coriander extracts in ghee when stored at high temperature and during deep fat frying. *Int. J. Dairy Technol.*, 66: 207-213.
22. Senanayake, N. (2018). Enhancing oxidative stability and shelf life of frying oils with antioxidants. *INFORM*, 29(8): 6-13.

23. Singh, A. (2013). Sitosterol as an antioxidant in frying oils. *Food Chem.*, 137: 62-67.
24. Stier, R.F. (2020). How different cultures and habits influence the safety of fried foods. *INFORM*, 31(5): 16-19.
25. Tohma, S., S. Turan (2015). Rosemary plant (*Rosmarius officinalis* L.), solvent extract and essential oil can be used to extend the usage life of hazelnut oil during deep frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 117: 1978-1990.
26. Valenzuela, A. B., S. K. Nieto (1996). Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. *Grasas y Aceites*, 47(3): 186-196.
27. Vujasinović V., M. Bjelica, V. Večei-Funda, N. Vuksanović (2016b). Valorizacija kornine grožđa - hladno ceđeno ulje iz koštica, 12. Regionalna konferencija „Životna sredina ka Evropi”, Beograd, Zbornik radova, pp. 176-179.
28. Vujasinović, V., M. Bjelica, T. Lužaić, S. Dimić (2016a). Hladno-presovano ulje koštica grožđa - realnost i budućnost. *Uljarstvo*, 47 (1): 85-97.
29. Winkler, J. K., K. Warner (2008). Effect of phytosterol structure on thermal polymerization of soybean oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110: 1068-1077.
30. Yanishlieva, N. V., E. Marinova, J. Pokorny (2006). Natural antioxidants from herbs and spices. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108: 776-793.
31. Yanishlieva-Maslarova, N. V. (2001). Inhibiting oxidation. In: *Antioxidants in Food*, Eds. J. Pokorny, N. Yanishlieva, M. Gordon, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, England, pp. 22-70.
32. Yanishlieva-Maslarova, N. V. (2001). Sources of natural antioxidants: vegetables, fruits, herbs, spices and teas. In: *Antioxidants in Food*, Eds. J. Pokorny, N. Yanishlieva, M. Gordon, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, England, pp. 210-263.

NUTRITIVNI KVALITET ULJA ZA PRŽENJE U UGOSTITELJSKIM OBJEKTIMA BEOGRADA

*Vesna Vujasinović¹, Nemanja Lakić²,
Biljana Rabrenović³, Lazar Pejić³, Miloš Bjelica⁴*

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

²Tehnička škola sa domom učenika, Apatin, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija

IZVOD

U ovom radu je, na osnovu anketnog ispitivanja, prikazana informisanost ugostiteljskog osoblja o procesu prženja hrane u dubokoj masnoći i poznavanje temperaturnih režima u cilju proizvodnje zdravstveno bezbedne pržene hrane. Anketno istraživanje je sprovedeno u 30 ugostiteljskih objekata na području Beograda. Osim toga, nutritivni kvalitet masnoće koja se koristi u fritezama u pomenutim objektima je ispitan na bazi sadržaja ukupnih polarnih materija i polimera. Rezultati ukazuju na činjenicu da sadržaj ukupnih polarnih materija i polimernih triacilglicerola varira u širokom opsegu, kako kod uzoraka suncokretovog ulja, tako i kod palminog ulja koji su korišćeni za prženje. Ustanovljeno je da je čak kod 43% uzoraka masnoća za prženje dostignut kritični nivo kvaliteta nakon čega bi trebale biti zamenjene, međutim ove masnoće su i dalje bile u upotrebi.

Ključne reči: prženje hrane, kvalitet ulja, ukupne polarne materije, polimeri

NUTRITIVE QUALITY OF FRYING OILS IN CA- TERING FACILITIES OF BELGRADE

ABSTRACT

This paper, based on a survey, presents staff awareness of the process of frying food in deep fat and knowledge of temperature regimes in order to produce healthy safe fried food in 30 restaurants in Belgrade. In addition, the nutritional quality of the fat used in deep fryers in the same facilities was examined based on the content of total polar matters and polymers. The results indicate that the content of total polar matters and polymeric triacylglycerol varies widely, both in sunflower oil and palm oil samples used in a frying process. It was found that even 43% of all frying fat samples reached a critical level of quality to be replaced, but were still in use.

Key words: frying of food, oil quality, total polar matters, polymers

UVOD

Prženje je jedna od najstarijih i najčešće primenjivanih metoda pripreme hrane širom sveta, neovisno od različitih kultura i različitih običaja populacije. Široko se primenjuje, kako u domaćinstvima i ugostiteljstvu/keteringu, tako i u industriji gotove hrane. Pržena hrana se odlikuje prijatnim senzorskim svojstvima, kao što su: hrskava tekstura, veoma privlačni atributi arome, ukusa i mirisa i zlatnožuta boja. Osim toga, veoma je značajan faktor i to da se pržena hrana lako i brzo sprema (Pokorny i Reblova, 1999). Zbog ovih činjenica potrošnja pržene hrane je u dramatičnom porastu, naročito u zapadnim zemljama, a porast se beleži i u zemljama u razvoju, bez obzira na preporuke nutricionista o smanjenju udela masnoće u ishrani i zdravstveno bezbednoj hrani (Hosseini i sar., 2016; Aladedunye i sar., 2017).

Može se reći da „svako ko ima neku posudu i izvor toplote” može pržiti hranu, međutim nije lako pripremiti prženu hranu koja bi ujedno bila i ukusna i zdravstveno bezbedna. Prženje je, dakle, proces koji se koristi od davnina i koji još i dan danas ima niz otvorenih pitanja bez preciznog odgovora. Postoje tri metode prženja, koje obuhvataju prženje u tiganju i prženje u plitkoj i dubokoj masnoći, pri čemu je osnovna razlika između ovih metoda u količini upotrebljenog ulja. U procesu prženja hrane u dubokoj masnoći ulje je kontinualno (sa uzastopnim ponavljanjem) izloženo uticaju visoke temperature, kisonika iz vazduha i vode iz hrane, pri čemu se intenzivno odvijaju različite hemijske reakcije, najčešće oksidacija, hidroliza i polimerizacija, koje prouzrokuju pogoršanje kvaliteta ulja (Blumenthal, 1991; Stier, 2004). Kao rezultat ovih reakcija u ulju se pojavljuju razne toksične komponente termo-oksidativne degradacije, uključujući mono- i diacilglicerole, aldehide, ketone, alkohole, polimere i druga polarna jedinjenja. Ova jedinjenja, osim što smanjuju održivost prženog proizvoda, negativno utiču na senzorski, funkcionalni, nutritivni i zdravstveni kvalitet ulja za prženje (Chiou i Kalogeropoluos, 2017). Rezultati medicinskih istraživanja svedoče o tome da razne hronične upale, neurodegenerativne bolesti (Alzheimer i Parkinson-ova bolest), dijabetes i neki tipovi kancera mogu biti izazvani aldehydima iz ulja za prženje (Goicoechea, 2008; Voulgaridou i sar., 2011).

Zabrinutost o zdravstvenoj bezbednosti pržene hrane još od ranih 1970-ih je podstakla široki krug naučnika na istraživanje procesa prženja i kvaliteta masnoće za prženje. Objavljeni su brojni rezultati, kako laboratorijskih ispitivanja (Marmesat i sar., 2007; Petersen i sar., 2013; Aydar, 2020), tako i rezultati kontrole kvaliteta masnoće ugostiteljskih objekata (Vahčić i Hruškar, 1999; Andrikopoulos i sar. 2003; Sebastian i sar., 2004). Od 1973. godine, kad je organizovan prvi međunarodni simpozijum na temu prženja hrane, 2020. godine je bio održan već deseti simpozijum sa ciljem da se harmonizuju propisi o prženju hrane širom Evropske Unije. U devet evropskih država su definisani propisi za kvalitet ulja i masti za prženje u poslovanju restorana, prema kojima je limitiran sadržaj ukupnih polarnih materija – TPM u ulju najviše do 24-27%. Prema preporuci sadržaj polimera bi trebao da bude manji od 12%, a osnovni indeks kvaliteta su senzorni parametri pržene hrane (Stier, 2020).

Cilj ovog rada je bio da se, na osnovu anketnog ispitivanja sagleda informisanost osoba o procesu prženja hrane u dubokoj masnoći i poznavanje temperaturnih režima sa aspekta proizvodnje zdravstveno bezbedne pržene hrane u više ugostiteljskih objekata na području Beograda. Osim toga, nutritivni kvalitet upotrebljene masnoće u fritezama tokom procesa prženja hrane u istim objektima ispitan je na bazi sadržaja ukupnih polarnih materija i polimera.

MATERIJAL I METODE RADA

Anketno istraživanje je obavljeno u 30 slučajno odabranih „a la carte” ugostiteljskih objekata na teritoriji Beograda od kojih je 15 restorana bilo sa dnevnim kapacitetom od 100 obroka, 11 sa kapacitetom od 150 obroka, a 4 restorana sa dnevnom proizvodnjom više od 250 obroka. Ovaj deo istraživanja je sproveden metodom anketiranja šefova kuhinja i menadžera putem upitnika, a dobijeni podaci su obrađeni deskriptivnom statistikom.

Analiza kvaliteta korišćenog ulja za prženje sa aspekta zdravstvene bezbednosti sprovedena je određivanjem sadržaja ukupnih polarnih materija primenom standardne laboratorijske metode adsorpcione kolonske hromatografije IUPAC 2.507 (IUPAC, 1992). Sadržaj polimerizovanih triacilglicerola u ulju dobijen je računski na bazi ukupnih polarnih materija (Marmesat i sar., 2007).

12 uzoraka rafinisanog suncokretovog ulja i 18 uzoraka palminog ulja uzeti su neposredno iz friteze u količini od oko 300 ml, brzo ohlađeni i do ispitivanja su čuvani u frižideru pri temperaturi od 4-8 °C. U svakom restoranu je za prženje korišćena jedna vrsta masnoće.

REZULTATI I DISKUSIJA

Analize rezultati anketnog ispitivanja

Analizom rezultata anketnog ispitivanja došlo se do podatka da se u globalu 25% jela toplotno obrađuje prženjem u dubokoj masnoći. Svaki ispitivani restoran, u proseku, imao je u ponudi deset jela koja se pripremaju prženjem. Rezultati anketnog ispitivanja menadžmenta i šefova kuhinja o poznavanju temperaturnih režima prženja hrane u dubokoj masnoći prikazani su u tabeli 1.

Na osnovu podataka iz tabele 1 može se konstatovati da je relativno velika većina ispitanika (77%) bila upoznata sa temperaturnim režimom prženja hrane u dubokoj masnoći, međutim, ipak 23% ispitanika je imalo negativan odgovor. Rezultati takođe pokazuju da se u većini (73%) objekata proces prženja obavljao pri temperaturi od 180 do 200 °C, a u čak 27% restorana hrana se pržila pri temperaturi od 220 °C i više. Prema literaturnim podacima tipične vrednosti temperature prženja variraju između 130-180 °C, a ponekad iznad 200 °C (Pokorny i Reblova, 1999). Prema podacima Mlcek i sar. (2015) temperature prženja hrane u restoranima u Češkoj su u opsegu od 160 do 195 °C. Uzimajući u obzir ove podatke, može se konstatovati da su temperature prženja

hrane u našim restoranima više. Na temperaturu prženja bi se posebno trebala obratiti pažnja u onim restoranima gde se koristi standardno suncokretovo ulje, koje je veoma podložno oksidaciji pri visokim temperaturama (Jorge i sar., 1996; Dimić i sar., 1998).

Tabela 1. Rezultati ankete u ugostiteljskim objektima
vezano za prženje hrane u dubokoj masnoći

Table 1. Results of a survey in catering establishments related to deep-fat frying

Pitanje Qestion	Odgovor Answer	Udeo Share (%)	Odgovor Answer	Udeo Share (%)	Odgovor Answer	Udeo Share (%)
Poznavanje temperaturnog režima	Da	77	-	-	Ne	23
Na kojoj temperaturi se vrši prženje?	180-200 °C	73	220 °C	23	>220 °C	4
Kada se menja ulje u fritezi?	2-3 dana	53	-	-	5-7 dana	47

Iz tabele 1 je posebno zanimljiva činjenica koja se tiče vremena zamene masnoće u fritezama, budući da se u skoro polovini restorana ulje menjalo nakon 5 do 7 dana, a u drugoj polovini nakon 2 do 3 dana. Treba reći da je pitanje kvaliteta ulja korišćenog u procesu prženja veoma kompleksno zbog brojnih mogućih promena zavisno od uslova procesa, karakteristika ulja i prirode hrane za prženje. Definisanje onog vremena kad ulje za prženje dostigne nivo maksimalne sigurnosti u odnosu na pogoršanje kvaliteta je i u današnje vreme veliki izazov. Prema podacima iz literature, prženje može biti u kontinuitetu 6-60 puta pre zamene ulja. Budući da se ulje za prženje absorbuje u prženu hranu, njegova količina se postepeno smanjuje, te se s vremena na vreme dodaje sveže ulje. Suštinski se, verovatno, samo mala količina od ukupnog ulja greje sve vreme tokom prženja (Pokorny i Reblova, 1999).

Sadržaj ukupnih polarnih materija i polimera u ulju

Kako bi se sagledao nutritivni kvalitet uzoraka ulja u procesu prženja u restoranima na području Beograda određen je sadržaj ukupnih polarnih materija i sadžaj polimerizovanih triglicerida. Naime, upravo ova dva pokazatelja se najširim konsenzusom preporučuju za kontrolu kvaliteta upotrebljenih ulja za prženje (Gertz, 2000). Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 2.

Ukupne polarne materije ukazuju na sadržaj neisparljivih razgradnih produkata nastalih procesom prženja, pri čemu razgradni produkti najvećim delom obuhvataju polimere i dimere triacilglicerola, oksidovane triacilglicerol-monomere, diacilglicerole, slobodne masne kiseline, aldehide, alkohole, ketone, epoxide i druge

neosapunjive materije. Prema Gertz (2000) udeo polimerizovanih triglicerida u obliku dimera, trimera ili polimera u frakciji TPM iznosi oko 50%.

Tabela 2. Sadržaj ukupnih polarnih materija (TPM) i polimera (PTG) u ulju za duboko prženje

Table 2. Content of total polar materials (TPM) and polymerized triacylglycerols (PTG) in deep-fried oil

Uzorak/Sample	TPM (%)	PTG (%)
<i>Suncokretovo ulje</i>		
polazno ulje (prosečno)	7,90±0,58	1,55±0,85
ulje iz friteze - najmanja vrednost*	11,90±0,26	4,39±0,18
ulje iz friteze - najveća vrednost*	44,32±0,01	27,44±0,006
<i>Palmina mast</i>		
polazna mast (prosečno)	7,7±0,98	1,41±0,80
mast iz friteze - najmanja vrednost**	13,53±0,36	5,56±0,26
mast iz friteze - najveća vrednost**	45,60 ± 0,02	28,35±0,01

* najmanje i najveće vrednosti od 12 uzoraka suncokretovog ulja

** najmanje i najveće vrednosti od 18 uzoraka palmine masti

Rezultati u tabeli 2 ukazuju na činjenicu da sadržaj TPM i polimernih triacilglicerola varira u širokom opsegu, kako kod uzoraka suncokretovog ulja, tako i palmine masti. Analizom uzoraka upotrebljenih masnoća iz svih 30 restorana može se zaključiti sledeće:

- kod tri uzorka (od ispitanih 12, što čini 25%) suncokretovog ulja sadržaj TPM je iznad 25%, a sadržaj polimera iznad 12%;
- kod deset uzoraka (od ispitanih 18, što čini 55%) palmine masti sadržaj TPM je iznad 27%, a sadržaj polimera iznad 12%.

Prema De Alzaa i sar. (2018) sadržaj TPM u standardnom suncokretovom ulju nakon zagrevanja u vremenu od 6h pri temperaturi od 180 °C iznosio je 21,75%. Mlcek i sar. (2015) su objavili min. i max. vrednosti TPM u ulju za prženje u restoranima Češke koje su iznosile 5,0 i 27,1% u suncokretovom ulju i 6,3 i 31,8% u palminom ulju, respektivno. Isti autori su uočili veći sadržaj TPM u ulju sa povećanjem temperature prženja. Prema rezultatima ispitivanja Paunović i sar. (2020), kao medijum za prženje čipsa palm olein je bio znatno povoljniji u odnosu na suncokretovo ulje.

Sumirajući rezultate u tabeli 2 može se reći da je 43% svih uzoraka masnoća za prženje dostiglo kritični nivo kvaliteta da budu zamenjeni, međutim i dalje su bili u upotrebi. Slične rezultate publikovali su Vahčić i Hruškar (1999), pri čemu je 41% upotrebljenih ulja u restoranima Zagreba bilo lošeg kvaliteta, a u restoranima Češke je čak 60% ulja bilo lošeg kvaliteta (na bazi TPM) (Mlcek i sar. (2015).

Prema rezultatima istraživača kvaliteta i zdravstvene bezbednosti ulja za prženje u restoranima u Torontu veliki broj uzoraka masnoća koji su još bili u upotrebi ili su već bili zamenjeni imali su izuzetno visoke vrednosti *p*-anisidinskog broja, na osnovu čega su autori postavili pitanje toksikološke sigurnosti hrane pripremljene u

takvoj masnoći (Sebastian i sar., 2014). Prema Senanayake (2018) *p*-anisidinski broj nakon 40. ciklusa prženja čipsa (2 min. 30 s., pri 200 °C) u repičinom ulju iznosio je 46,2. Po našim prethodnim istraživanjima, vrednosti *p*-anisidinskog broja u uzorcima masnoće za prženje su se kretale u rasponu od 8 do 90 (Lakić i sar., 2020).

ZAKLJUČAK

Procesima termičke degradacije ulja i masti tokom prženja nastaju razna jedinjenja koja mogu biti štetna za konzumente. Nestručno ili nepravilno praćenje vremena zamene ulja za prženje u restoranima je rizik za javno zdravlje. Kontrola kvaliteta ulja je složen problem. Određivanje sadržaja ukupnih polarnih materija i polimera daje pouzdane podatke za zamenu masnoće, međutim, standardne laboratorijske metode ovih pokazatelja su dugotrajne i nisu pogodne za rutinsku kontrolu. Brzi testovi za permanentnu kontrolu još uvek nisu u širokoj primeni u našim restoranima, najverovatnije iz razloga što su skupi, posebno u restoranima manjih kapaciteta.

Preporučujemo da nadležni organi za javno zdravlje uključe inspekciju za redovnu kontrolu kvaliteta ulja za prženje.

LITERATURA

1. Aladedunye, F., Przybylski, R., Matthaus, B. (2017). Performance of antioxidative compounds under frying conditions: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57: 1539-1561.
2. Andrikopoulos, N. K., G. Boskou; G. V. Z. Dedoussis, A. Chiou, V. A. Tzamtzis, A. Papathabasiou (2003). Quality assessment of frying oils and fats from 63 restaurants in Athens, Greece. *Food Service Technology*, 3: 49-59.
3. Aydar, A.Y. (2020). The relationship between the contact angle and some quality parameters of frying oils. *Riv Ital Sost Grasse*, 97(2): 1-7.
4. Blumenthal, M.M. (1991). A new look at the chemistry and physics of deep fat frying. *Food Tech* 45 (1): 68-74.
5. Chiou, A., N. Kalogeropoulos, N. (2017). Virgin olive oil as a frying oil. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16: 632-646.
6. De Alzaa, F., C. Guillaume, L. Ravetti (2018). Evaluation of chemical and physical changes in different commercial oils during heating. *Acta scientific nutritional health*, 2(6): 2-11.
7. Dimić, E., J. Turkulov, Ž., Vrbaški, N., Keser (1998). Oksidativne promene sun-cokretovog ulja različitog kvaliteta tokom prženja krompira. III Jugoslovenski sim-pozijum prehrambene tehnologije, Zbornik radova, Sveska III, Tehnologija ratarskih proizvoda pp 34-38, Beograd.
8. Gertz, Ch. (2000). Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102: 566-572.
9. Goicoecheva, E. (2008). Toxic oxygenated α,β -unsaturated aldehydes and their study in foods: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 119-136.
10. Hosseini, H., M. Ghorbani, N. Meshginfar, A.S. Mahoonak (2016). A review on fry-

- ing: Procedure, fat, deterioration progress and health hazards. *J Am Oil Chem soc*, 93: 445-466.
11. IUPAC (1992). Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. 1st Supplement to 7th edn. Oxford, Pergamon Press.
 12. Jorge, N., G. Marquez-Ruiz, M. martin-Polvillo, M V. Ruiz-Mendez, M. C. Dobarganes (1996). Influence of dimethylpolysiloxane addition to frying oil: performance of sunflower oil in discontinuous and continuous laboratory frying. *Grasas y Aceites*, 47(1-2): 20-25.
 13. Lakić, N., V. Vujasinović, B. Rabrenović, S. Dimić, M. Bjelica (2020). Review of the quality of oil during food frying in catering facilities. XXIV International Eco-Conference, XI Safe Food, 23-25th September, Novi Sad, Serbia, Proceedings, pp. 353-359.
 14. Marmesat, S., E. Rodrigues, J. Velasco, C. Dobarganes (2007). Quality of used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. *Int J Food Sci Technol.*, 42: 601-608.
 15. Mlcek, J., H. Drubzikova, P. Valasek, J. Sochor, T. Jurikova, M. Borkovcova, M. Baron, S. Balla (2015). Assessment of total polar materials in frying fats from Czech restaurant. *Ital. J. Food Sci.*, 27: 160-165.
 16. Paunović D. M., M. A. Demin, T. S. Petrović, J. V. Marković, V. B. Vujasinović, B. B. Rabrenović (2020). Quality parameters of sunflower oil and palm olein during multiple frying. *Journal of Agriculture Science*, 65(1): 61-68.
 17. Petersen, K.D., G. Jahreis, M. Busch-Stockfisch, J. Fritsche (2013). Chemical and sensory assessment of deep-frying oil alternatives for the processing of French fries. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 115:935-945.
 18. Pokorny, J., Z. Reblova (1999). Effect of food components on changes in frying oil. *Food Technol. Biotechnol.*, 37(2): 139-143.
 19. Sebastian, A., S. M. Ghazani, A. G. Marangoni (2014). Quality and safety of frying oils used in restaurants. *Food Research International*, 64: 420-423.
 20. Senanayake, N. (2018). Enhancing oxidative stability and shelf life of frying oils with antioxidants. *INFORM*, 29(8): 6-13.
 21. Stier, R.F. (2004). Tests to monitor quality of deep-frying fats and oils. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 106(1): 766-771.
 22. Stier, R.F. (2020). How different cultures and habits influence the safety of fried foods. *INFORM*, 31(5): 16-19.
 23. Vahčić, N., M. Hruškar (1999). Quality and sensory evaluation of used frying oil from restaurants. *Food Technol. Biotechnol.*, 37(2): 107-112.
 24. Voulgaridou, G.P., I. Anestopoulos, R. Franco, M.I. Panayiotidis, A. Pappa (2011). DNA damage induced by endogenous aldehydes: Current state of knowledge. *Mutation Research*, 711, 13.

MOGUĆNOST POVEĆANJA SADRŽAJA PROTEINA U CRNOJ ČOKOLADI DODATKOM SOJINOG KONCENTRATA I SOJINOG IZOLATA

*Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹, Zoran Nikolovski²,
Danica Zarić³, Vladimir Šarac², Petar Jovanović⁴*

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

²Sojaprotein d.o.o., Bečej, Srbija

³IHS Tehno experts d.o.o., istraživačko razvojni centar, Beograd, Srbija

⁴Fabrika čokolade Eugen Chocolate, Gložan, Srbija

IZVOD

Jedan od osnovnih principa daljeg razvoja konditorske industrije je razvoj novih proizvoda koji bi bili opravdani kako sa ekonomskog tako i zdravstvenog aspekta budući da je tržište sve više u potrazi za funkcionalnom hranom koja može da poboljša način života. Iz tog razloga su današnja istraživanja usmerena na kreiranje funkcionalnih konditorskih proizvoda, obogaćenih različitim komponentama koje utiču na poboljšanje nutritivne vrednosti finalnog proizvoda. Crna čokolada je visokovredan konditorski proizvod koji prvenstveno sadrži ugljenohidrate i masti, sa visokim udelom mikronutrijenata kao što su minerali, polifenolna jedinjenja i vitamini. Budući da crna čokolada sadrži svega 5-6% proteina, u okviru ovog istraživanja proizvedena je crna čokolada sa dodatkom 10 i 15% sojinog koncentrata i sojinog izolata kako bi se ispitao i međusobno uporedio njihov uticaj na povećanje sadržaja proteina i kvalitet dobijenih čokolada.

Ključne reči: crna čokolada, sojin koncentrat, sojin izolat, raspodela veličina čestica, reološke osobine, čvrstoća, hemijski sastav, senzorske karakteristike

THE POSSIBILITY OF INCREASING OF PROTEINS IN BLACK CHOCOLATE BY ADDITION OF SOY CONCENTRATE AND SOY ISOLATE

ABSTRACT

One of the basic principles of further development of the confectionery industry is the development of new products that would be justified from both the economic and health aspects, since the market is increasingly looking for functional food

that can improve the way of life. For this reason, today's research is focused on creating functional confectionery products, enriched with various components that can improve nutritional value of the final product. Dark chocolate is a high-value confectionery product that primarily contains carbohydrates and fats, with a high content of micronutrients such as minerals, polyphenolic compounds and vitamins. Since dark chocolate contains only 5-6% of protein, the aim of this research was to produce dark chocolate with the addition of 10 and 15% of soy concentrate and soy isolate in order to compare their impact on protein content and quality of enriched chocolates.

Keywords: dark chocolate, soy concentrate, soy isolate, particle size distribution, rheological properties, hardness, chemical composition, sensory characteristics

UVOD

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 (Sl. Glasnik RS, br. 24/2019). Crna čokolada u svom sastavu sadrži kakao masu i kakao maslac poreklom iz kakao zrna, šećer u prahu i prirodan emulgator lecitin. Kakao masa predstavlja samleveni prženi endosperm kakao zrna i nutritivno je vrlo vredna budući da sadrži sve nutrijente neophodne za rast i razvoj. Najveći udeo kakao mase (oko 55%) čini kvalitetna mast kakao maslac bogat vitaminima (A, B, D, E i K), zatim ugljenihidrati (vlakna 17%, skrob 8% i šećeri 1%), proteini (11%), polifenoli - flavanoli (3%), alkaloidi (teobromin 1,5% i kofein 0,2%), organske kiseline (1,3%), voda (1%), kao i 1% mineralnih materija (kalijum, natrijum, kalcijum, magnezijum, gvožđe, fosfor, cink, bakar, mangan) (Pajin, 2014). U skladu sa tim, nutritivna vrednost crne čokolade je veća što je veći sadržaj kakao mase u njenom sirovinskom sastavu, a manji sadržaj šećera (Lončarević i sar., 2018a).

Sadržaj proteina u crnim čokoladama je svega oko 5-6% i potiču iz kakao mase, budući da crna čokolada ne sadrži mleko u prahu. Zato postoji ideja da se kreira crna čokolada sa dodatkom proteina, što podrazumeva određene izmene u sirovinskom sastavu (Lončarević i sar., 2018b).

Primena proteina (u obliku koncentrata, izolata i hidrolizata) u kreiranju proteinski obogaćenih proizvoda je aktuelna već više decenija unazad. Proizvodnja proteina iz mleka je efikasnija od proizvodnje proteina poreklom iz mesa, ali, u isto vreme, najefikasnija i najisplativija je proizvodnja proteina iz biljaka kao što su soja i različite vrste žitarica (Fox, 2001). Mnogobrojna istraživanja su pokazala da ishrana bogata sojinim proteinima može smanjiti nivo lošeg holesterola u krvi. Takođe je utvrđeno da redovna konzumacija sojinih proteina utiče na smanjenje rizika od bolesti i poremećaja kao što su osteoporoza, kancer debelog creva i kancer prostate (Cho i sar., 2008).

Naša prethodna istraživanja su imala za cilj međusobno poređenje dodatka proteina poreklom iz životinjskih derivata (mlečni izolat), životinjskih proteina

(hidrolizat kolagena) i biljnih proteina (proteini soje) na kvalitet crne čokolade. Rezultati su pokazali veoma sličan kvalitet ovih čokolada, sa manjim razlikama u pogledu fizičkih i senzorskih karakteristika i sadržaju proteina (Lončarević i sar., 2018b).

Ovaj rad ima za cilj poređenje uticaja biljnih proteina poreklom iz sojinog koncentrata i sojinog izolata na sadržaj proteina, fizičke i senzorske karakteristike crne čokolade.

MATERIJAL I METODE RADA

U eksperimentalnom radu je korišćena crna čokolada (60% kakao delova), proizvedena u fabrici Kondima Endelhardt, Nemačka. Kontrolni uzorak čokolade i čokolade sa dodatkom proteina proizvedene su u Fabrici čokolade Eugen Chocolate iz Gložana. Kontrolni uzorak crne čokolade (u daljem tekstu Č-kontrol) je dobijen tako što je čokolada otopljena na 50°C i temperirana najpre 60 minuta na 42°C i 60 minuta na 29°C u temperirci (Selmi Top Ex, Italija). Zatim je istemperirana čokoladna masa hlađena 30 minuta u tunelu za hlađenje (TUN 800/1200, Selmi Top Ex, Italija) na 14°C, istresana iz kalupa i svaka čokolada je pojedinačno pakovana (15 × 10 g svaki kalup). Čokolade sa dodatkom sojinog koncentrata i izolata su proizvedene pod istim uslovima, gde je otopljenu čokoladnu masu na 42°C dodato 10 ili 15% sojinog koncentrata ili sojinog izolata, nakon čega je čokoladna masa temperirana, hlađena, dozirana u kalupe i pakovana pod istim uslovima kao i kontrolni uzorak čokolade.

Kao izvor dodatih proteina korišćeni su:

- o Koncentrat soje (68% proteina, Sojaprotein, Srbija) pri čemu su dobijeni uzorci čokolada: Č-konc10, Č-konc15.
- o Izolat soje (86% proteina, Sojaprotein, Srbija) pri čemu su dobijeni sledeći uzorci čokolada: Č-izolat10, Č-izolat15.

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

Reološke karakteristike čokoladne mase određene su na rotacionom viskozimetru Rheo Stress 600, Haake, na radnoj temperaturi od 40°C. Korišćen je pribor Z20 DIN (cilindar). Krive proticanja određene su merenjem histerezisnih petlji (napon smicanja u zavisnosti od brzine smicanja) u opsegu brzine smicanja od 0-60 1/s. Uzorak je najpre termostatiran 300 s na temperaturi 40°C. Brzina smicanja povećavana je od 0-60 1/s u trajanju od 180 sekundi, zatim je održavana 60 sekundi na maksimalnoj brzini od 60 1/s, a smanjivanje brzine smicanja od 60-0 1/s takođe je trajalo 180 sekundi.

Čvrstoća čokolada je analizirana korišćenjem teksturometra Texture Analyser (Stable Micro System, UK) po metodi 3-Point Bending Rig HDP/3PB. Merena je

jačina upotrebljene sile koja dovodi do preloma čokolade.

Hemijske karakteristike čokolada definisane su određivanjem sadržaja vlage, pepela, proteina, masti i ukupnih prehrambenih vlakana standardnim metodama (AOAC, 2000). Sadržaj ugljenih hidrata određen je na osnovu izraza: $100\% - (\% \text{ vlage} + \% \text{ proteina} + \% \text{ ukupnih masti} + \% \text{ pepela} + \% \text{ ukupnih vlakana})$ (FAO 2003). Energetska vrednost proizvoda (KJ/100g) je izračunata koristeći konverzije faktore (Sl. Glasnik RS, br. 19/2017, 16/2018, 17/2020, 118/2020, 17/2022, 23/2022 i 30/2022) kao: $E = (\% \text{ proteina} + \% \text{ ugljenih hidrata}) \cdot 17 + \% \text{ ukupne masti} \cdot 37 + \% \text{ vlakana} \cdot 8$

Senzorske karakteristike čokolada određene su od strane 8 obučениh ocenjivača, treniranih prema standardu ISO 8586-1. Tokom dvosatnih obuka, panelisti su upoznati sa terminima koji se koriste u senzorskoj analizi čokolade prema ISO 5492 (2008) standardu. Nakon završene obuke, panelisti su razvili skalu najznačajnijih parametara kvaliteta koji će se koristiti u senzorskoj analizi: intenzitet boje (ekstremno svetla – optimalna – ekstremno tamna); sjaj površine (mat – optimalno – ekstremno sjajno); struktura preloma (ravan prelom besprekorne strukture – nejednačena struktura sa grubim i mrvičastim prelomom); čvrstoća (ekstremno meko – optimalno – ekstremno tvrdo); topivost (sporo - brzo); peskovitost (glatko – zrnavo); slatkoća (slabo izražena – jako izražena), miris (prijetan – stran, neprijatan), ukus (prijetan – stran, neprijatan). Senzorska ocena čokolade je sprovedena 24 h nakon pripreme uzorka u senzorskoj laboratoriji, u zasebnim kabinama, koje su osvetljene fluorescentnim svetlom. Uzorci su servirani u belim plastičnim tanjirima, obeleženim trocifrenim brojevima. Ocenjivači su koristili skalu od 1 do 7 (1 - najmanji intenzitet; 7 - najveći intenzitet) prema standardu ISO 4121 (2002).

REZULTATI I DISKUSIJA

Čokolada predstavlja suspenziju čvrstih čestica (u crnoj čokoladi tamnih kakao čestica i šećera u prahu) dispergovanih u kontinualnoj masnoj fazi (koju u crnoj čokoladi čini kakao maslac). U skladu sa tim, količina kakao maslaca i raspodela veličina čestica uslovljavaju reološke karakteristike čokolade i strukturu gotovog proizvoda. Pri razvoju novih čokoladnih proizvoda, veoma je važno pratiti uticaj novih dodataka na raspodelu veličina čvrstih čestica i reološke karakteristike čokolade (Lončarević i sar., 2021).

U Tabeli 1 prikazani su parametri raspodele veličina čestica gde $D[4,3]$ predstavlja usrednjenu vrednost prečnika svih čestica; parametar $d(0,1)$ ukazuje da 10% zapremine uzorka ima čestice koje su manje od vrednosti za $d(0,1)$, a 90% zapremine uzorka ima čestice veće od te vrednosti; parametar $d(0,5)$ označava da 50% zapremine uzorka ima čestice koje su manje od vrednosti za $d(0,5)$, a 50% zapremine uzorka ima čestice veće od date vrednosti; parametar $d(0,9)$ ukazuje da 90% zapremine uzorka ima čestice koje su manje od vrednosti za $d(0,9)$, a 10% zapremine uzorka ima čestice veće od te vrednosti.

Tabela 1. Raspodela veličina čvrstih čestica u uzorcima
Table 1. Particle size distribution of solid particle in samples

Uzorak	Parametar raspodele veličine čestica (μm)			
	d(0,1)	d(0,5)	d(0,9)	D[4,3]
Sojin koncentrat	7,10	26,33	57,32	29,97
Sojin izolat	16,75	49,55	113,26	58,41
Č-kontrol	2,55	7,78	24,55	11,11
Č-konc10	2,69	9,15	35,49	14,74
Č-konc15	3,02	10,47	40,78	17,41
Č-izolat10	2,43	9,42	48,71	20,24
Č-izolat15	2,42	9,98	59,95	23,25

Sojin izolat ima veće vrednosti svih parametara raspodele veličina čestica u poređenju sa koncentratom soje. Dodatak 10 i 15% sojinog koncentrata i sojinog izolata u crnu čokoladu uticao je na povećanje vrednosti svih parametara raspodele veličina čestica u obogaćenim čokoladama u poređenju sa kontrolnim uzorkom crne čokolade. Posmatrajući obogaćene čokolade sa istom koncentracijom dodatih proteina, krupnije čestice u sojinom izolatu uzrokovale su veće vrednosti d(0,5) i srednji zapreminski prečnik u čokoladama sa sojinim izolatom. Međutim, čak i sa dodatkom maksimalne količine sojinog izolata, srednji prečnik zapreminske raspodele ima vrednost 23,25 μm, čime se izbegava peskovitost koja bi u velikoj meri narušila senzorske karakteristike čokolade (Bolenz i sar., 2013).

Reološke karakteristike čokoladne mase utiču na sam proces proizvodnje, a kasnije i na senzorske karakteristike gotovog proizvoda (Lončarević i sar., 2018c). U skladu sa tim, količina masne faze ima veliki uticaj na reološke karakteristike čokoladne mase, gde redukovanje sadržaja masti utiče na povećanje viskoziteta i otežan transport čokoladne mase, otežano doziranje čokoladne mase u kalupe i lošiju topivost i mazivost prilikom konzumiranja finalnog proizvoda (Lončarević i sar., 2019). Unošenje čvrstih čestica sojinog koncentrata i izolata u sirovinski sastav čokolade, u skladu sa dodatom količinom, smanjilo je sadržaj masne faze i uticalo je na reološke karakteristike obogaćenih čokolada. Reološki parametri, prinosni napon i viskozitet po Casson-u, dobijeni su softverski, ekstrapolacijom za velike brzine smicanja, i dobijene vrednosti su prikazane u tabeli 2.

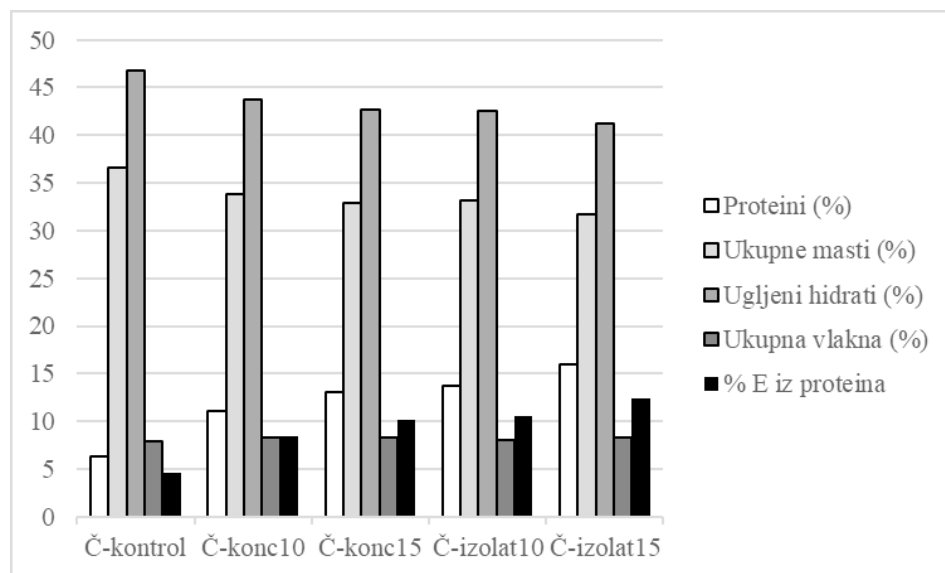
Tabela 2. Prinosni napon po Casson-u, viskozitet po Casson-u i čvrstoća čokolada
Table 2. Casson yield stress, Casson viscosity and hardness of chocolate samples

Uzorak	Reološke karakteristike		Teksturalne osobine
	Prinosni napon (Pa)	Viskozitet (Pa·s)	Čvrstoća (g)
Č-kontrol	7,23	1,11	1392
Č-konc10	8,19	2,42	1250
Č-konc15	11,52	4,16	1032
Č-izolat10	9,18	2,53	1297
Č-izolat15	12,09	3,55	1271

Dodatak izolata soje u čokoladu je u većoj meri uticao na povećanje vrednosti prinosnog napona čokoladne mase, pri čemu je kod ovih uzoraka čokolada potrebno primeniti veću silu kako bi čokoladna masa na primenjenoj temperaturi počela da protiče. S druge strane, viskozitet uzoraka čokolade sa dodatkom 10% sojinog koncentrata i 10% sojinog izolata imaju približno istu vrednost Casson-ovog viskoziteta, dok uzorak čokolade sa dodatkom 15% koncentrata soje ima najveću vrednost viskoziteta po Casson-u. Značajno povećana vrednost viskoziteta u uzorku Č-konc15 je posledica najveće specifične površine čvrstih čestica i najmanje količine kakao maslaca koji ih oblaže, kao i najveće količine vode koju sojin koncentrat onosi u čokoladnu masu. To je uzrokovalo otežano doziranje čokoladne mase sa 15% sojinog koncentrata u kalupe, pri čemu čokoladna masa nije mogla da popuni uglove kalupa, a nakon hlađenja i istresanja čokolade iz kalupa dobijen je proizvod neujednačenog oblika.

Kontrolni uzorak čokolade ima najveću čvrstoću, gde dodatak koncentrata i izolata soje utiče na opadanje čvrstoće čokolada, u skladu sa dodatkom količinom. Pri tome, posmatrajući istu količinu dodatih proteina, čokolade sa sojinim koncentratom imaju manju čvrstoću budući da imaju veću specifičnu površinu čestica za koju nije bilo dovoljno masne faze da ih obloži.

Sadržaj proteina, ukupne masti, ugljenih hidrata, ukupnih vlakana, kao i energetska vrednost dobijena iz proteina kontrolnog uzorka čokolade i uzoraka čokolade sa dodatkom 10 i 15% sojinog koncentrata i izolata prikazan je na slici 1.



Slika 1. Hemijski sastav čokolada i energetska vrednost dobijena iz proteina
Figure 1. Chemical composition of chocolates and energy value derived from proteins

Prema Pravilniku o prehranbenim i zdravstvenim izjavama koje se navode na deklaraciji hrane („Sl. glasnik RS”, br. 51/2018 i 103/2018) na prehranbenom proizvodu mogu da stoje sledeće nutritivne izjave: *izvor proteina* - kada se najmanje 12% energetske vrednosti namirnice obezbeđuje iz proteina; *visok sadržaj proteina* - kada se najmanje 20% energetske vrednosti namirnice obezbeđuje iz proteina.

Dok kontrolni uzorak čokolade ima svega 6,26% proteina i u skladu sa tim 4,64% energetske vrednosti koja je obezbeđena iz proteina, dodatak sojinog koncentrata i izolata povećava udeo proteina u obogaćenim čokoladama uz smanjenje udela masti i ugljenih hidrata, u skladu sa dodatkom koncentracijom proteina. Dodatak obe vrste proteina pri koncentraciji od 10% u crnu čokoladu nije obezbedio 12% energetske vrednosti iz proteina, dok je sojin izolat pri koncentraciji od 15% uticao na dobijanje sadržaja proteina u čokoladi od 15,98%, pri čemu se 12,42% energetske vrednosti ove čokolade obezbeđuje iz proteina. U skladu sa tim, na deklaraciji crne čokolade sa dodatkom 15% sojinog izolata može stajati nutritivna izjava „izvor proteina”.

Prijatan miris i ukus su dva najvažnija senzorska atributa čokolade budući da od njih zavisi prihvatljivost čokolade od strane potrošača (Godočiková i sar., 2019). U tabeli 3 prikazan je uticaj sojinog koncentrata i sojinog izolata u količini od 10 i 15% na senzorske karakteristike obogaćenih crnih čokolada.

Dodatak proteina čokoladi sa 60% kakao delova je imao značajan uticaj na promenu boje čokolade. Obogaćene čokolade su dobile svetliju boju, gde intenzitet braon boje opadao sa povećanjem koncentracije sojinog koncentrata i sojinog izolata. Čokolade sa sojinim koncentratom imale su svetliju boju, bez sjaja, dok sjaj nije u velikoj meri narušen dodatkom sojinog izolata. Dodatak proteina takođe nije u većoj meri narušio strukturu preloma obogaćenih čokolada, ali je zbog nedostatka masne faze uticao na smanjenu topivost, naročito u uzorku Č-konc15.

Tabela 3. Senzorske karakteristike čokolada
Table 3. Sensory characteristics of chocolates

	Uzorak				
	Č-kontrol	Č-konc10	Č-konc15	Č-izolat10	Č-izolat15
Boja	4,1	3,3	2,5	3,7	3,2
Sjaj	4,0	2,5	1,6	3,8	3,6
Struktura preloma	1,3	1,5	1,9	1,4	1,7
Čvrstoća	4,1	3,4	3,0	3,7	3,4
Topivost	6,3	5,3	4,7	5,8	5,5
Peskovitost	1,2	1,6	2,0	2,2	2,5
Slatkoća	4,3	3,8	3,3	3,7	3,3
Miris	1,2	2,4	3,1	1,4	1,6
Ukus	1,3	2,2	2,8	1,5	1,5

Nedostatak masne faze je naglasio i peskovitost kao posledicu prisustva čestica koje nisu obavijene masnom fazom, što je bilo najviše izraženo u uzorku Č-izolat¹⁵ koji ima najkrupnije čestice. Dodatak koncentrata soje se negativno odrazio na miris i ukus obogaćenih čokolada, gde se izdvajao miris i ukus po koncentratu. Miris i ukus čokolade nije bio narušen dodatkom sojinog izolata, gde je, naprotiv, smanjena slatkoća sa povećanjem sadržaja ovih proteina, što se pozitivno odrazilo na ukus crne čokolade sa 60% kakao delova koja ima dosta intenzivnu slatkoću budući da sadrži oko 40% šećera.

ZAKLJUČAK

Dodatak sojinog koncentrata u čokoladu se pokazao kao neprihvatljiv budući da veće količine uzrokuju naglo povećanje viskoziteta čokoladne mase i velike teškoće tokom doziranja u kalupe. Kao rezultat dobijaju se čokolade nepravilnog oblika bez sjaja, sa mirisom i ukusom na koncentrat, koje ne sadrže dovoljno proteina da bi se mogle deklarirati kao „izvor proteina”.

S druge strane, čokolade sa dodatkom 15% izolata soje mogu imati nutritivnu izjavu „izvor proteina” budući da obezbeđuju preko 12% energetske vrednosti iz proteina. U ovim čokoladama je došlo do povećanja veličine čestica koje i dalje imaju srednji prečnik u prihvatljivom intervalu (15-30 μm), ali usled nedostatka masne faze uzrokuju manju pojavu peskovitosti tokom žvakanja i slabiju topivost. S druge strane, viskozitet ovakvih čokolada, iako povećan, nije otežavao doziranje čokoladne mase u kalupe pri čemu su dobijene čokolade odgovarajućeg sjaja, svetlije boje, željene strukture i veoma prijatnog ukusa sa smanjenom slatkoćom.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat 451-03-68/2022-14/200134).

LITERATURA

1. AOAC (2000), Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
2. Bolenz, S., Manske, A. (2013). Impact of fat content during grinding on particle size distribution and flow properties of milk chocolate. Eur. Food Res. Technol., 236: 863-872.
3. Cho M. J., Shen R., Mooshegian R. (2008): U.S. Patent No. 7,332,192. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
4. FAO (2003). Food energy-methods of analysis and conversion factors. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome.
5. Fox P. F. (2001): Milk proteins as food ingredients. Int. J. Dairy Technol. 54(2): 41-55.
6. Godočiková, L., Ivanišová, E., Noguera-Artiaga, L., Carbonell-Barrachina, A. A., Kačaniova, M. (2019): Biological activity, antioxidant capacity and volatile profile of enriched Slovak chocolates. J Food Nutr Res, 58(3): 283-293.

7. ISO 4121 (2002). Sensory analysis. Methodology. Evaluation of food product by methods of using scales. International Organization for Standardization, Switzerland.
8. ISO 5492 (2008). Sensory analysis. Vocabulary. International Organization for Standardization, Switzerland.
9. ISO 8586-1 (1993). Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors - part 1: Selected assessors. International Organization for Standardization, Switzerland.
10. Lončarević, I., Pajin, B., Fišteš, A., Tumbas Šaponjac, V., Petrović, J., Jovanović, P., Vulić, J., Zarić, D. (2018c): Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *LWT - Food Sci. Technol.*, 92: 458-464.
11. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Nikolić, I., Maravić, N., Ačkar, Đ., Šubarić, D., Zarić, D., Miličević, B. (2021): White chocolate with resistant starch: impact on physical properties, dietary fiber content and sensory characteristics. *Molecules*, 26: 5908.
12. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Nikolovski, Z., Zarić, D., Jovanović, P., Rutić, T. (2018b): Primena proteina poreklom iz soje, mleka i kolagena u kreiranju proteinski obogaćene čokolade, *Uljarstvo*, 49 (1): 29-35.
13. Lončarević, I., Pajin, B., Torbica, A., Tumbas Šaponjac, V., Petrović, J., Zarić, D. (2018a): Analysing the dependence between cocoa solids in chocolate and the content of polyphenols, minerals and dietary Fiber, pp. 137-149, u: Editor, Bonifacia Zayas Espinal, *The Diversified Benefits of Cocoa and Chocolate*, Nova Science Publishers, New York.
14. Lončarević, I., Pajin, B., Tumbas Šaponjac, V., Petrović, J., Vulić, J., Fišteš, A., Jovanović, P. (2019): Physical, sensorial and bioactive characteristics of white chocolate with encapsulated green tea extract. *J. Sci. Food Agric.*, 99: 5834-5841.
15. Pajin, B. (2014). *Tehnologija čokolade i kakao proizvoda*, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.
16. Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane („Sl. Glasnik RS”, br. 19/2017, 16/2018, 17/2020, 118/2020, 17/2022, 23/2022 i 30/2022).
17. Pravilnik o kakao i čokoladnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu („Sl. Glasnik RS”, br. 24, 2019. godine).
18. Pravilnik o prehrambenim i zdravstvenim izjavama koje se navode na deklaraciji hrane („Sl. Glasnik RS”, br. 51/2018 i 103/2018).

UTICAJ SOJINE LJUSKE NA OSOBINE TESTA ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA

*Jovana Petrović¹, Biljana Pajin¹, Ivana Lončarević¹, Dragana Šoronja-Simović¹,
Ivana Nikolić¹, Jovana Doroslovac², Danica Zarić³*

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

²Sojaprotein d.o.o., Bečej, Srbija

³IHS naučno tehnološki park zemun d.o.o., Beograd, Srbija

IZVOD

Jedan od vodećih trendova u prehrambenoj industriji jeste proizvodnja novih, funkcionalnih proizvoda uz iskorišćenje i valorizaciju sporednih proizvoda svih grana prehrambene industrije. Sojina ljuska predstavlja sporedni proizvod prerade soje, ili se eventualno koristi kao sirovina za proizvodnju hrane za životinje. Zbog visokog sadržaja prehrambenih vlakana (više od 70%) sojina ljuska ima veliki potencijal kao sirovina za dobijanje proizvoda koji će imati pozitivan uticaj na zdravlje ljudi. U radu su ispitane karakteristike testa sa dodatkom sojine ljuske u cilju sagledavanja mogućnosti korišćenja sojine ljuske u industrijskoj proizvodnji čajnog peciva.

Ključne reči: sojina ljuska, čajno pecivo, reološke karakteristike testa, senzorska analiza

INFLUENCE OF SOYBEAN HUSK ON COOKIE DOUGH

ABSTRACT

One of the leading trends in the food industry is the production of new, functional products with the use and valorization of by-products of all branches of the food industry. Soybean husk is a by-product of soybean processing, or possibly used as a raw material for animal feed production. Due to the high content of dietary fiber (more than 70%), soybean husk has great potential as a raw material for obtaining products that will have a positive impact on human health. The paper examines the characteristics of the cookie dough with the addition of soybean husk in order to consider the possibility of using soybean husk in the industrial production of cookies.

Key words: soybean husk, cookies, dough rheological characteristics, sensory analysis

UVOD

U svetu, kao i kod nas, brojna istraživanja usmerena su u pravcu proizvodnje novih, funkcionalnih proizvoda koji će imati pozitivan uticaj na zdravlje ljudi. Konditorski proizvodi često su tema rasprave među nutricionistima zbog svog karakterističnog sirovinskog sastava usled sadržaja visokog udela šećera i masti. Ipak, u poslednje vreme, sve je više konditorskih proizvoda, posebno različitih vresta keksa, koji zahvaljujući dodatku novih, funkcionalnih sirovina postaju nosioci nutrijenata neophodnih ili veoma korisnih u ishranu ljudi. Poseban trend u prehrambenoj industriji jeste iskorišćenje sporednih proizvoda koji obiluju prehrambenim vlaknima, proteinima, polifenolnim jedinjenjima, kao sirovina za proizvodnju novih proizvoda.

Prilikom prerade soje i dobijanja ulja i brašna, sojina ljuska zaostaje kao glavni sporedni proizvod. Ipak, sojina ljuska sadrži značajne količine prehrambenih vlakana i fenolnih jedinjenja koja imaju antioksidativna svojstva, što je veoma značajno sa nutritivnog aspekta, te se može koristiti u proizvodnji nekih novih proizvoda namenjenih za ishranu ljudi. Sadržaj prehrambenih vlakana u soji je veći od 70%. Prehrambena vlakna sojine ljuske se uglavnom sastoje od celuloze, hemiceluloze, pektina i lignina.

Hleb i keks sa visokim sadržajem vlakana sve su prihvatljiviji od strane potrošača kao glavni izvor prehrambenih vlakana (El-Soukari i El-Sherif, 1998). Pored hipoholesterolemijskog efekta, prehrambena vlakna imaju potencijalni uticaj i kao pomoćno sredstvo u ishrani u lečenju opstipacije (Anderson, 1995). Preporučeno je da populacija poveća unos prehrambenih vlakana iz različitih izvora u svojoj ishrani (FDA, 1987). Madar i Stark (1995) u svom istraživanju došli su do zaključka da dodatak prehrambenih vlakana, kao što su ljuske sojinog zrna, u količini od 10% u hranu, dovodi do značajnog smanjenja nivoa holesterola u krvi.

Kako svaka nova sirovina utiče na karakteristike testa za proizvodnju keksa, što je veoma značajno za podešavanje parametara u industrijskim uslovima proizvodnje, u ovom radu ispitan je uticaj zamene pšeničnog brašna sojinom ljuskom u proizvodnji čajnog peciva na reološke i teksturalne karakteristike testa.

MATERIJAL I METODE RADA

Priprema čajnog peciva

Kontrolni uzorak (uzorak K) proizveden je samo od pšeničnog brašna (T-500, „Danubius” Novi Sad), a u ostalim uzorcima pšenično brašno zamenjeno je samlevenom sojinom ljuskom u količini od 5% (uzorak SL5), 10% (uzorak SL10) i 15% (uzorak SL15). Čajno pecivo izrađeno je po sledećoj formuli: pšenično brašno, odnosno smeša pšenično-sojino brašno: 200 g; biljna mast („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 u cilju dobijanja testa sa 22% vlage (Pajin, 2009).

Raspodela veličine čestica

Raspodela veličina čestica pšeničnog brašna i samlevene sojine ljuske određena je metodom difrakcije laserske svetlosti. Merenja su realizovana pomoću uređaja Mastersizer 2000 (Malvern Instruments, UK) i jedinice za dispergovanje praškastih uzorka Scirocco 2000.

Definisanje kvaliteta testa

Kvalitet testa za čajno pecivo definisan je određivanjem fizičkih (tvrdoća testa, rastegljivosti i otpor pri rastezanju testa) i reoloških pokazatelja (krive puzanja).

Tvrdoća 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 dubini prodiranja 2 mm u testo. Maksimalna sila na dubini od 2 mm predstavlja tvrdoću testa.

Rastegljivost i otpor pri rastezanju testa

U cilju definisanja rastegljivosti i otpora pri rastezanju testa primenjena je mikrometoda Kieffer Dough & Gluten Extensibility (Sams, 1999). Nakon zamesa i odmaranja od 3 sata u testu su uklonjeni unutrašnji naponi, što je omogućilo lako oblikovanje i pripremu uzoraka za analizu.

Određivanje viskoelastičnih osobina testa - Krive puzanja testa (creep & recovery test)

Krivama puzanja definisane su reološke osobine testa merenjem deformacije testa u funkciji vremena pri konstantnom naponu smicanja. Nakon faze delovanja napona posmatran je period oporavka sistema kada uzorak pokušava da povрати deo svoje prvobitne strukture. Merenja su izvedena na rotacionom viskozimetru Haake Rheo Stress 600 primenom pribora ploča-ploča sa zazorom od 2 mm u linearnom viskoelastičnom režimu (amplituda deformacije proporcionalno odgovara amplitudi primenjenog napona smicanja) (Sozer, 2009). Sušenje testa tokom analize je sprečeno upotrebom teflonske zaštite. U toku creep faze (150 s) primenjen je konstantni napon smicanja od 30 Pa. Nakon delovanja napona testo se oporavljalo 300 s.

Senzorska analiza

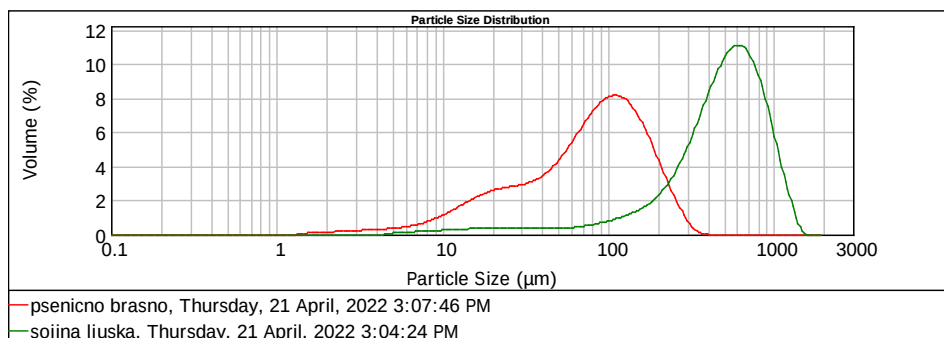
Čajno pecivo ocenjeno je od strane 30 ocenjivača. Ocenjivači su ocenjivali boju, izgled površine, ukus, tvrdoću, zrnavost i opštu prihvatljivost proizvoda korišćenjem skale sa 7 bodova (1 - veoma mi se ne dopada, 2 - ne dopada mi se, 3 - malo mi se ne

dopada, 4 - nit mi se dopada, nit mi se ne dopada, 5 - malo mi se dopada, 6 - dopada mi se, 7 - veoma mi se dopada) (Resurrection, 2008).

REZULTATI I DISKUSIJA

Raspodela veličine čestica

Veličina čestica sirovina koje se koriste u proizvodnji čajnog peciva može značajno uticati na reološke osobine testa i karakteristike gotovog proizvoda. Na slici 1 prikazana je raspodela veličine čestica pšeničnog brašna i samlevene sojine ljuske. Vrednosti srednjih masenih prečnika zapreminske raspodele čestica koje pokazuju da je 50% čestica uzorka manje od te vrednosti, a 50% veće ($d(0.5)$), 10% čestica uzorka manje od te vrednosti, a 90% veće ($d(0.1)$) i da je 90% čestica manje a 10 % veće od te vrednosti ($d(0.9)$) prikazane su u tabeli 1. Vrednost $D[4,3]$ predstavlja zapreminski srednji prečnik i predstavlja srednju vrednost prečnika svih čestica (Stojanović i sar., 2010).



Slika 1. Raspodela veličine čestica pšeničnog brašna i samlevene sojine ljuske

Figure 1. Particle size distribution of wheat flour and soy hulk after milling

Čestice sojine ljuske koje su korišćene za zames čajnog peciva kao zamena dela pšeničnog brašna značajno su veće od čestica pšeničnog brašna koje se uobičajeno koristi u proizvodnji ove vrste proizvoda. Ovako krupne čestice mogu ometati stvaranje glutenske mreže testa, usled čega testo koje se dobija može biti slabo, nepovezano, neelastično i nerastegljivo. Vrednost zapreminskog srednjeg prečnika raspodele veličine čestica pšeničnog brašna ($D[4,3]$) koja iznosi 91,26 μm značajno je manja od $D[4,3]$ vrednosti raspodele veličine čestica uzorka sojine ljuske nakon mlevenja koja iznosi čak 532,61 μm.

Tabela 1. Raspodela veličine čestica pšeničnog brašna i samlevene sojine ljuske**Table 1.** Particle size distribution of wheat flour and soy hulk after milling

	Pšenično brašno	Samlevena sojina ljuska
d (0.1) (μm)	16,27	151,89
d (0.5) (μm)	80,46	510,23
d (0.9) (μm)	182,66	933,08
D [4,3] (μm)	91,26	532,61

Tvrdoća testa

Rezultati otpora pri rastezanju, rastegljivosti i tvrdoće testa dati su u tabeli 2. Kod uzoraka testa u kojima je deo brašna zamenjen sojinom ljuskom došlo je do očekivanog povećanja tvrdoće testa s obzirom na to da je tvrdoća testa direktna posledica sadržaja vlage u testu i sposobnosti hidratacije sastavnih komponenti. Sojina ljuska sadrži veoma visok procenat prehrambenih vlakana koja imaju visoku moć upijanja vode, te voda ostaje delimično nedostupna za hidrataciju ostalim komponentama testa.

Tabela 2. Vrednosti teksturalnih karakteristika ispitivanih uzoraka testa**Table 2.** Textural characteristics of the dough

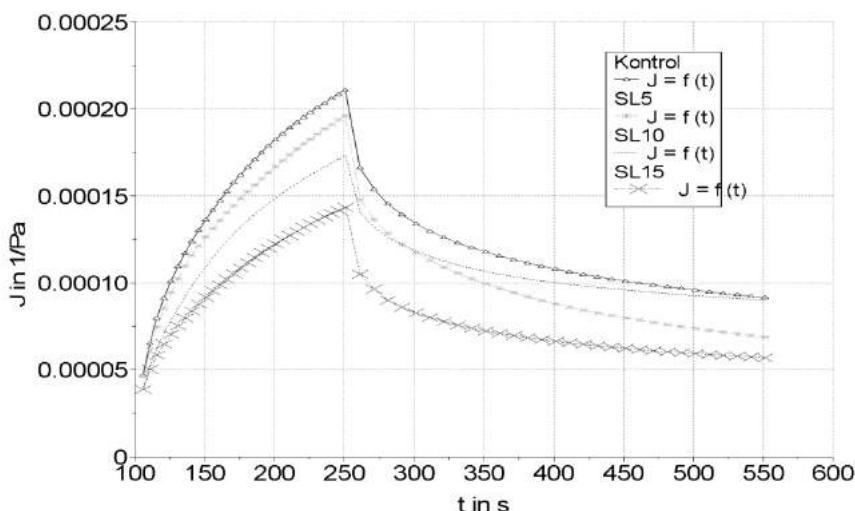
Uzorak	Tvrdoća testa (g)	Rastegljivost (mm)	Otpor pri rastezanju (g)
K	153,20±17,11	11,04±0.77	28.83±0.71
SL5	175,89±11,42	10,46±0,89	35,19±2,16
SL10	184,77±7,47	9,65±1,41	35,75±2,37
SL15	194,35±8,41	7,57±1,00	23,17±1,14

Rastegljivost se značajno smanjuje kod uzoraka sa sojinom ljuskom u odnosu na kontrolni uzorak. Ovo smanjenje može biti posledica smanjenja sadržaja glutena, jer rastegljivost testa i otpor pri rastezanju su direktno zavisni od sadržaja i kvaliteta glutena u testu.

Pored toga što krupne čestice sojine ljuske fizički ometaju stvaranje glutenske mreže, a usled velike moći upijanja vode, onemogućavaju hidrataciju čestica brašna i formiranje proteinskih lanaca u testu. Ako ima dovoljno vode, proteinski lanci brzo reaguju međusobno i formiraju unakrsne veze između čestica brašna i formiraju kvalitetnu glutensku strukturu, što nije slučaj sa uzorcima sa dodatkom sojine ljuske, usled sposobnosti njenih sastojaka da vezuju vodu, pa tako vrednosti za rastegljivost opadaju. Otpor testa se povećava kod uzoraka SL5 i SL10 u odnosu na kontrolni uzorak jer se povećava i tvrdoća testa ovih uzoraka, kao što je prikazano u tabeli 2, međutim kod uzorka SL15 dolazi do smanjenja otpora pri istezanju, verovatno usled prisustva veće količine krupnih čestica čiji dodatak za doprinosi nepovezanoj strukturi testa koja priža veoma mali otpor delovanju sile prilikom istezanja.

Krive puzanja (creep & recovery test)

Krive puzanja ispitivanih uzoraka testa prikazane su na slici 2.

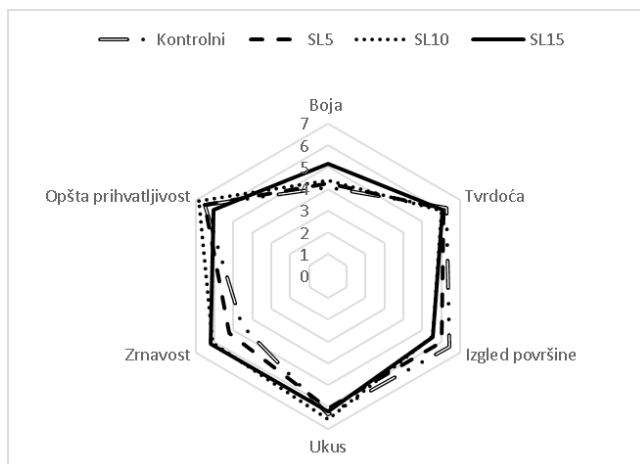


Slika 2. Krive puzanja ispitivanih uzoraka testa
Figure 2. Creep and recovery curves of examined dough samples

Pod uticajem konstantnog napona intermolekularne veze u uzorku se istežu. Ova faza opisana je prvim delom krive puzanja. Faza puzanja praćena je fazom oporavka, u kojoj nema dejstva napona i tokom koje se uspostavlja ravnoteža između intermolekularnih veza, a sistem delimično oporavlja od dejstva napona (Nikolić, 2015). Krive ukazuju na karakteristično viskoelastično ponašanje sistema, sa izvesnom sposobnošću oporavka i delimičnog vraćanja u prvobitni oblik nakon prestanka delovanja napona. Zamena dela pšeničnog brašna sojinom ljuskom, uzrokovala je smanjenje vrednosti J_{max} , (maksimalna vrednost puzavosti sistema u creep fazi) što znači da ovi uzorci testa imaju manje prilagodljivu strukturu delovanju napona usled manjeg sadržaja glutena. Testa sa višim vrednostima J_{max} , poput kontrolnog uzorka u ovom slučaju, su mekša i imaju veću restegljivost što je ovde i očekivano kada se uzmu u obzir i parametri teksturalne analize uzoraka.

Senzorska analiza

Ocene dobijene od strane ocenjivača prikazane su na slici 3, a izgled uzoraka čajnog peciva na slici 4.



Slika 3. Senzorska ocena čajnog peciva sa dodatkom sojine ljuske
Figure 3. Sensory analysis of cookies with the addition of soy husk

Kao što se može videti na osnovu ocena, ocenjivačima se veoma svideo proizvod sa dodatkom sojine ljuske. Ocenjivači su imali informaciju da je to proizvod koji je obogaćen vlaknima i da njegovo konzumiranje može imati pozitivan uticaj na njihovo zdravlje, te su najbolje ocene za ukus čajnog peciva dobili uzorci sa dodatkom sojine ljuske. Usled prisustva veće količine krupnijih čestica u uzorku SL15, ovaj uzorak je imao nešto niže ocene za izgled površine i zrnavost. Najbolje ocenjen uzorak u pogledu ukusa i opšte prihvatljivosti bio je uzorak SL10, koji je bio bolje ocenjen čak i u odnosu na kontrolni uzorak.



Slika 4. Izgled uzoraka čajnog peciva sa dodatkom sojine ljuske
Figure 4. Appearance of cookies samples with the addition of soy husk

ZAKLJUČAK

Rezultati u ovom radu pokazali su da sojina ljuska, sporedni proizvod u preradi soje, može biti uspešno uključena u proizvodnju čajnog peciva. Negativan uticaj zamene dela pšeničnog brašna sojinom ljuskom na karakteristike testa može se korigovati dodatkom veće količine vode u zames i produžavanjem vremena mešenja testa, te će buduća istraživanja biti usmerena u tom pravcu. Senzorska analiza od strane potrošača pokazala je da postoji veoma veliki potencijal iskorišćenja sojine ljuske kao jeftine i dostupne sirovine za industrijsku proizvodnju ove vrste proizvoda.

Zahvalnica

*Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Program br: 451-03-68/2022-14/200134).*

LITERATURA

1. FDA, Food and Drug Administration. (1987). Physiological effects and health consequences of dietary fiber. Health and Human Services, Washington. Fed. Regis, 1975, 40, 56, 12907.
2. Anderson, T. (1995). Functional properties lead to healthier snacks with sugar beet fiber. Food Tech. Europe 1, 5, 124-126.
3. El-Soukary, F.A., El-Sherif, S. A. (1998). Physiological responses of rats to high-fiber biscuit diets containing several sources of hulls or bran. Menofiya J. Agric. Res., 23 (6): 1635-1655.
4. Madar, Z., Stark, A. (1995). Possible mechanisms by which dietary fibers affect lipid metabolism. Agro. Food Industry. 6: 40-42.
5. Nikolić, I. (2015): Fizičke i senzorske karakteristike funkcionalnih prehrambenih namaza na bazi celuloznih hidrokoloida i brašna pogače uljane tikve, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Pajin, B. (2009). Praktikum iz tehnologije konditorskih proizvoda. Univerzitet u Novom Sadu. Tehnološki fakultet. Novi Sad
7. Resurrection, A.V.A. (2008). Consumer sensory testing for food product development. In A. L. Brody. J. B. Lord (Eds.). Developing new product for a changing marketplace (pp. 5-25). (second ed.). FL. USA: CRC Press Taylor and Francis Group.
8. Sams, C.E. (1999): Preharvest factors affecting postharvest texture, Postharvest Biology and Technology, 15, 3, 249-254.
9. Sozer N. (2009): Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums, Food Hydrocolloids, 23, 849-855.
10. Stojanović, Z., Marković, S., Uskoković, D. (2010). Measurement of particle size distribution using laser light diffraction. Tehnika-Novij materijali. 19(5). 1-15.

PILOT-SCALE PROIZVODNJA PROTEINSKOG IZOLATA IZ NUSPROIZVODA INDUSTRIJE ULJA

Ljiljana Popović, Ranko Romanić, Tea Sedlar, Jelena Čakarević

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

IZVOD

U ovom radu ispitan je potencijal *pilot scale* proizvodnje proteinskog izolata iz pogače koja zaostaje u postupku dobijanja ulja iz jezgra koštice šljive. Sagledani su parametri tehnološkog postupka i poređeni sa produkcijom izolata na laboratorijskom nivou. Dobijeni prinos proteinskog izolata i njegov sadržaj proteina, ukazuju na veliki potencijal za proizvodnju proteina iz ovog nedovoljno iskorišćenog nusproizvoda. *Pilot scale* proizvodnja se pokazala kao neophodan korak u razvoju ovog tehnološkog procesa pre njegove industrijske eksploatacije. Protein iz semena šljive može postati ozbiljan konkurent na tržištu afirmisanih biljnih proteina.

Ključne reči: uljane pogače, *pilot-scale* proizvodnja, biljni proteini, valorizacija nusproizvoda

PILOT-SCALE PRODUCTION OF PROTEIN ISOLATE FROM BY-PRODUCTS OF OIL INDUSTRY

ABSTRACT

In this paper, the potential of *pilot scale* production of protein isolate from oil cake which remains from the process of oil production from plum kernels was investigated. The parameters of the technological process were considered and compared with the production of isolates at the laboratory scale. The obtained yield of protein isolate, its protein content, indicate a great potential for protein production from this underutilized by-product. *Pilot scale* production proved to be a necessary step in the development of this technological process before its industrial exploitation. Plum seed protein can become a promising competitor in the market of well-known plant proteins.

Key words: oil cakes, *pilot-scale* production, plant proteins, valorization of by-products

UVOD

Otprilike jedna trećina proizvodnje hrane (oko 1,3 milijarde tona) godišnje se gubi ili rasipa širom sveta. Ovaj gubitak se javlja u celom lancu snabdevanja,

a upravljanje takvim otpadom i nusproizvodima zahteva oko 143 milijarde evra širom sveta. Konkretno, otpad i/ili nusproizvodi industrijskog bilja, voća i povrća koji se akumuliraju u prehrambenoj agroindustriji uglavnom se sastoje od semena, ljuske, pogače/sačme ili komine (Sharma i sar., 2021). Bez obzira na poreklo, ove nedovoljno iskorišćene rezidualne biomase su bogate različitim visoko vrednim sastojcima, uključujući proteine, karotenoide, fenolna jedinjenja, dijetetska vlakna, polinezasićene masne kiseline, itd. Uzimajući tu činjenicu u obzir, nudi se velika mogućnost za inovacije zasnovane na upotrebi otpadnih sirovina/nusproizvoda koji su još uvek nedovoljno iskorišćeni. Značajan udeo nusproizvoda predstavlja bogat izvor proteina, pogodnih za produkciju visokovrednih proteinskih proizvoda (u formi brašna, izolata ili koncentrata) i na taj način nudi mogućnost prehrambenim kompanijama i primarnim proizvođačima za inovativna rešenja.

Sa tim u vezi, šljiva (*Prunus domestica* L.), veoma rasprostranjeno voće sa globalnom svetskom proizvodnjom od 12,61 miliona metričkih tona (FAOSTAT, 2020) prerađuje se u visoko vredne proizvode poput džemova, želea, nektara, suvog voća i jakih alkoholnih pića. Tom prilikom se generiše velika količina otpada (koštice, pokožica i komina) koji se prvenstveno potcenjuje i nedovoljno koristi, uglavnom baca u životnu sredinu ili šalje na deponije ili spaljuje, što dovodi do negativnog ekološkog uticaja. Koštica šljive čine 9–11% ukupne mase ploda, dok jezgra koja se nalazi unutar koštice predstavlja 17–20% mase koštice (Rabrenović i sar., 2021).

Jezgra šljive su od najveće važnosti zbog prisustva dovoljnih količina eteričnih ulja (32–49,5%) (Yurdugul i Bozuglu, 2009), dijetetskih proteina (35–38,1%) (Gonzalez-García i sar., 2014), mikronutrijenta, i bioaktivnih jedinjenja koja su uglavnom nedovoljno korišćena i potcenjena (Savic i sar., 2015). Jezgro koštice šljive se pokazalo kao obećavajuća sirovina za proizvodnju ulja zbog visokog procenta nezasićenih masnih kiselina (Kiralán i sar., 2018), zatim tokoferola (Gornas i sar., 2015), proteina i bioaktivnih peptida (Gonzalez-García i sar., 2014). Visok sadržaj oleinske masne kiseline (56,6–61,8%) čini jezgro šljive odličnom sirovinom za proizvodnju ulja sa svim nutritivno vrednim komponentama (Rabrenović i sar., 2021). Pogača zaostala nakon proizvodnje ulja predstavlja izvor proteina koji mogu biti konvertovani u bioaktivne peptide koji su korisni za prehrambenu, kozmetičku i farmaceutsku industriju (Bolarinwa i sar., 2016).

Generalno, pronalaženje novih izvora, pored konvencionalnih, životinjskih, poput mesa, ribe, mleka, jaja, ključni je prioritet u razvoju proteinskih sastojaka.

Zbog globalnog trenda ishrane zasnovane na biljnim proteinima, ali i usled porasta cena i ograničene količine proteina **životinjskog** porekla, u poslednje vreme vlada veliko interesovanje (kako sa ekonomskog tako i sa ekološkog aspekta) za alternativne izvore proteina (slika 1), u koje spadaju biljke, nusproizvodi prerade biljaka, insekti i mikroalge. Tržište alternativnih proteina u stalnom je porastu, a najveći izazovi u proizvodnji, nametnuti od strane potrošača, jesu održivost, nutritivna vrednost, cena, deklarisanje i, naravno, senzorske i teksturalne osobine finalnog proizvoda (Popović, 2022).



Slika 1. Alternativni izvori proteina
Figure 1. Alternative sources of protein

Pilot-scale proizvodnja proteinskog izolata

Prvi korak u razvoju novog biljnog proteina iz novog izvora se odvija u laboratoriji, pri **čemu** se veoma male količine ekstrahuju iz novog izvora. Ali da bi postojala sigurnost u održivu proizvodnju tog proteina, mora biti proizveden u velikoj količini. Ako ne postoji mogućnost za povećanje proizvodnje tzv. *scale up* izabrani protein može ostati neiskorišćen.

Postoji **širok** izbor izvora za nove biljne proteine, ali postoje i mnogi izazovi koje treba prevazići na putu od inicijalne ekstrakcije do proizvodnje u punom obimu. Vrlo **često** može biti potreban dokaz o održivosti da bi bila opravdana finansijska sredstva potrebna za projekat, dalji razvoj ili konačnu proizvodnju. Proizvođači hrane, sa druge strane, **žele** da budu sigurni da mogu isplativo pretvoriti zanimljivi nusproizvod ili otpad u produkt spreman za tržište, ili kreirati probnu proizvodnju neophodnu za podnošenje prijave za patent. U svakom slučaju, postoji velika razlika između ekstrakcije male količine proteina u laboratorijskim uslovima u odnosu na razvoj potpunog proizvodnog procesa.

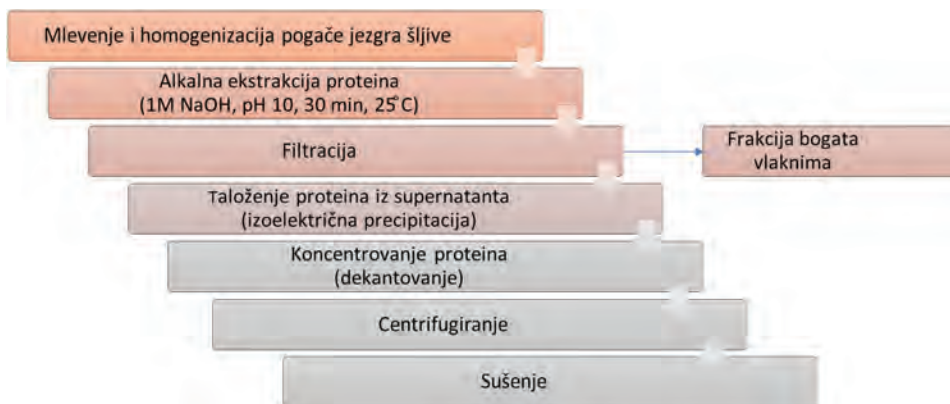
Pilot postrojenja simuliraju uslove proizvodnog pogona pune veličine, omogućavajući pokretanje razvijenog laboratorijskog procesa ekstrakcije u većem obimu i sagledavanju kako on funkcioniše. Takođe, mogu se isprobati različiti koraci u procesu proizvodnje, tehnika i oprema. U pilot postrojenju može doći do izvođenja određenih operacija drugim redosledom u cilju poboljšanja rezultata. Svakako za maksimalno **iskorišćenje** potrebna je stručnost i metodičan pristup zasnovan na nauci.

Povećanje nivoa je samo jedan od izazova u razvoju proizvodnje novog biljnog proteina. Drugi mogu uključiti osiguranje bezbednosti, pružanje prijatnog ukusa, smanjenje otpada, identifikaciju i testiranje mogućih primena, rafiniranje, ekstrakcije i još mnogo toga.

Zbog svega gore navedenog, cilj ovog rada je bio da se izvrši *pilot-scale* proizvodnja proteinskog izolata iz pogače jezgra **šljive**. Izvedeno je praćenje parametara procesa i dobijeni proteinski izolat poređen je sa uzorkom dobijenim u laboratorijskim uslovima.

Opis tehnološkog postupka dobijanja proteinskog izolata

Postupak ekstrakcije proteina prikazan je na slici 2 (Čakarević i sar., 2019). Odmašćena pogača se suspenduje u laboratorijskoj čaši sa destilovanom vodom u odnosu 1:10 na pH 10 i ekstrakcija se izvodi tokom 30 min. Nakon ekstrahovanja u alkalnoj sredini, smeša je filtrirana uz pomoć vakuumu, a zatim je pH filtrata podešen na 5,00, dodavanjem rastvora HCl, u cilju taloženja proteina. Centrifugiranjem dobijeni ostatak je sakupljen i osušen na temperaturi od 50°C.



Slika 2. Tehnološki postupak izolovanja proteina
Figure 2. Technological process of protein isolation

Scale-up process

Podizanje procesa izolacije proteina na veću zapreminu (tzv. *scale up*) izvedeno je u ekstraktoru zapremine 45 l opremljenom regulatorom temperature i mehaničkom mešalicom. Sadržaj čvrste supstance u suspenziji je povećan sa 10% u laboratorijskom eksperimentu na 15% u eksperimentima sa uvećanim razmerama na pilot postrojenju, jer je mehanička mešalica omogućavala rukovanje viskoznom suspenzijom u poređenju sa magnetnom mešalicom u laboratorijskoj čaši. U *pilot scale* procesu, 3 kg samlevene pogače jezgra šljive pomešano je sa 20 l vode da bi se dobila suspenzija sa 15% (w/v) čvrstog sadržaja. Gusta smeša je podešena na pH 10,0 sa 10M NaOH. Nakon ekstrakcije, suspenzija je podvrgnuta filtraciji sa filterom veličine pora 250 µm da bi se odvojili filtrat bogat proteinima i retentat bogat vlaknima. Filtrat je prebačen u ekstraktor gde je podešena na pH 5,0 dodatkom 10M HCl, da bi se izvelo taloženje proteina. Smeša je ostavljena preko noći da se u potpunosti istaloži. Nakon toga sadržaj je dekantovan i centrifugiran. Dobijeni talog osušen je na temperaturi od 50°C, samleven i poslat na dalju analizu.

Tabela 1. Prinos i sadržaj proteinskog izolata dobijenog u dva tipa proizvodnje
Table 1. Protein yield and content in two types of production

Vrsta produkcije	Prinos proteinskog izolata (%)	Sadržaj proteina (%)
Laboratorijska	11,25 ± 0,5	97,94 ± 0,71
Pilot	9,45 ± 0,8	95,52 ± 0,91

ZAKLJUČAK

Dobijeni prinos proteinskog izolata i sadržaj proteina u njemu, ukazuju na veliki potencijal za proizvodnju proteina iz ovog nedovoljno iskoroišćenog nusproizvoda. *Pilot scale* proizvodnja se pokazala kao neophodan korak u razvoju ovog tehnološkog procesa pre njegove industrijske eksploatacije. Protein iz jezgra koštice šljive može postati ozbiljan konkurent na tržištu afirmisanih biljnih proteina.

Zahvalnica

Pilot postrojenje za ekstrakciju proteina projektovala je, izradila i donirala kompanija „EVROBROD” d.o.o., Zrenjanin.

LITERATURA

1. Bolarinwa, I.F., Olaniyan, S.A., Olatunde, S.J., Ayandokun, F.T., Olaifa, I.A. (2016). Effect of processing on amygdalin and cyanide contents of some Nigerian foods, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(2): 106-113.
2. Čakarević, J., Vidović, S., Vladić, J., Jokić, S., Pavlović, N., Popović, Lj. (2019b). Plum oil cake protein isolate: a potential source of bioactive peptides, *Food and Feed Research*, 46(2): 171-178.
3. FAOSTAT (2020). FAO statistics, food and agriculture organization of the united nations. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc/visualize>.
4. Gonzalez-García, E., Marina, M.L., García, M.C. (2014). Plum (*Prunus domestica* L.) by-product as a new and cheap source of bioactive peptides: Extraction method and peptides characterization, *Journal of Functional Foods*, 11: 428-437.
5. Gornas, P., Misina, I., Gravite, I., Lacis, G., Radenkovs, V., Olsteine, A., Rubauskis, E. (2015). Composition of tocochromanols in the kernels recovered from plum pits: The impact of the varieties and species on the potential utility value for industrial application, *European Food Research and Technology*, 241: 513-520.
6. Kiralan, M., Kayahan, M., Kiralan, S.S., Ramadan, M.F. (2018). Effect of thermal and photo oxidation on the stability of cold-pressed plum and apricot kernel oils, *European Food Research and Technology*, 244: 31-42.
7. Popović, Lj. (2022). Proteini i biohemijske transformacije, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.

8. Rabrenović, B.B., Demin, M.A., Basić, M.G., Pezo, L.L., Paunović, D.M., Sovtić, F.S. (2021). Impact of plum processing on the quality and oxidative stability of cold-pressed kernel oil, *Grasas y Aceites*, 72: Article e395.
9. Savic, I.M., Nikolic, V.D., Savic-Gajic, I.M., Nikolic, L.B., Ibric, S.R., Gajic, D.G. (2015). Optimization of technological procedure for amygdalin isolation from plum seeds (*Pruni domesticae semen*), *Frontiers of Plant Science*, 6: 276.
10. Sharma, M., Usmani, Z., Gupta, V. K., Bhat, R. (2021). Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments, *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(4): 535-563.
11. Yurdugul, S., Bozoglu, F. (2009). Studies on antimicrobial activity and certain chemical parameters of freeze-dried wild plums (*Prunus* spp.), *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9): 1434-1441.

KVALITET PROIZVODA OD MESA SA DODATKOM SOJE

Ljiljana Vujačić, Gordana Nović, Jovana Doroslovac

¹SP Laboratorija a.d., Bečej, Srbija

²Sojaprotein d.o.o, Bečej, Srbija

IZVOD

U okviru ovog rada dat je osvrt na kvalitet proizvoda od mesa sa dodatkom belančevinastih proizvoda soje, ciljano prateći sadržaj proteina i sadržaj fosfora jer se u proizvode od mesa može dodavati fosfor, a proizvodi od soje već sadrže fosfor. Fosfor je neophodan za normalno funkcionisanje ćelija, ali povećan unos fosfora može izazvati zdravstvene probleme. U proizvodima od mesa, sadržaj ukupnog fosfora, izražen kao procenat fosfor(V)-oksida, ograničen je na maksimalno 8 g/kg gotovog proizvoda. U periodu od 2011. do 2021. kvalitet proizvoda od mesa sa dodatkom soje praćen je određivanjem sadržaja proteina i sadržaj fosfora, a u isto vreme ti parametri praćeni su i u deset vrsta sojinih proizvoda koji imaju primenu u mesnoj industriji. Dobijeni rezultati za belančevinaste proizvode iskorišćeni su da se izračuna faktor za konverziju iz procenta proteina u procenat fosfora. Na osnovu tog faktora za belančevinaste proizvode i iskustvenog faktora za konverziju procenta proteina u procenat fosfora za meso, može se izračunati sadržaj fosfora u proizvodu od mesa sa dodatkom soje. Ovaj podatak pokazuje da, ako se proizvodi od soje dodaju u preporučenoj količini od 2 do 4%, dodavanje proizvoda od soje u mesne prerađevine ne utiče značajno na sadržaj fosfora, u poređenju sa proizvodima od mesa koji nemaju dodate proizvode od soje.

Ključne reči: sadržaj fosfora, sadržaj proteina, sojini proizvodi, mesne prerađevine

QUALITY OF MEAT PRODUCTS WITH SOY ADDED

ABSTRACT

Within this paper, a review of the quality of meat products with the addition of soy protein products is given, targeting the protein content and phosphorus content because phosphorus can be added to meat products and soy products already contain phosphorus. Phosphorus is necessary for the normal functioning of cells, but increased phosphorus intake can cause health problems. In meat products, the

content of total phosphorus, expressed as a percentage of phosphorus(V)-oxide, is limited to a maximum of 8 g/kg of finished product. In the period 2011-2021, the quality of meat products with the addition of soy was monitored by determining the protein content and phosphorus content, and at the same time these parameters were monitored in ten types of soy products that are used in the meat industry. The obtained results for protein products were used to calculate the conversion factor from the percentage of protein to the percentage of phosphorus. The obtained results for protein products were used to calculate the conversion factor from the percentage of protein to the percentage of phosphorus. Based on this factor for protein products and the experiential factor for the conversion of the percentage of protein into the percentage of phosphorus for meat, the phosphorus content of the meat product with the addition of soy can be calculated. This data shows that if soy products are added in the recommended amount of 2-4%, the addition of soy products to meat products does not significantly affect the phosphorus content, compared to meat products that do not have added soy products.

Key words: phosphorus content, protein content, soybean products, meat products

UVOD

Među namirnicama biljnog porekla danas sve značajnije mesto zauzimaju proizvodi bogati belančevinama, od kojih posebno mesto zauzimaju proizvodi od soje koje karakteriše veliki stepen iskorišćenosti proteina u organizmu, prisustvo mineralnih sastojaka i vitamina, dijetetskih vlakna i fitomehijskih sastojaka (izoflavoni, saponini, fitosteroli). Zbog toga oni se sve više koriste u pripremi različitih vegetarijanskih jela, tako i različitih vrsta jela sa mesom, ali i kao dodaci u proizvodima od mesa (kobasice, konzerve, usitnjeno oblikovano meso i dr). Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa (Sl. glasnik RS, br. 50/2019) navodi u Čl. 21 da se u proizvodnji poluproizvoda i proizvoda od mesa mogu upotrebljavati belančevinasti proizvodi u skladu sa posebnim propisom o belančevinastim proizvodima.

Odredbe ovog Pravilnika ne ograničavaju korišćenje proteinskih proizvoda od soje u proizvodnji prerađevina od mesa, osim za nekolicinu proizvoda koji su taksativno navedeni u samom Pravilniku (hrenovka, frankfurter, parizer, kranjska kobasica, tirolska kobasica).

Proteinski proizvodi od soje mogu se upotrebljavati u proizvodnji poluproizvoda od mesa iz grupe roštilj meso, proizvoda od mesa pod nazivom „viršla” i proizvoda od mesa pod drugim nazivom iz grupe barenih kobasica, kuvanih kobasica i dimljenih proizvoda od mesa, kao i proizvoda od mesa iz podgrupe konzervi od mesa u komadima, konzervi od usitnjenog mesa i jela od mesa u konzervi, na način propisan ovim Pravilnikom.

Praćenje kvaliteta proizvoda od mesa sa dodatkom soje, kroz ovaj rad baziraće se na sadržaju fosfora i sadržaju proteina u njima.

U Čl. 4, tač. 34 Pravilnika o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i

proizvoda od mesa (Sl. glasnik RS br. 50/2019) definisano je da je sadržaj ukupnog fosfora, izražen kao sadržaj P_2O_5 [g/kg] max. 8.

Fosfor se u proizvode od mesa dodaje u obliku fosforne kiseline, fosfata, di-, tri- i polifosfata i njihovih smeša. Razlozi za dodavanje fosfata uključuju povećanje efekta kapaciteta zadržavanja vode zajedno sa kuhinjskom solju, poboljšanje emulgovanja masti i povećanje pH vrednosti. Takođe, mnogi mikroorganizmi postaju manje otporni na dejstvo fosfata. Samo meso već sadrži fosfor u obliku slobodnih fosfatnih jedinjenja koja su veoma važna za biohemijske promene u mišićima tokom života. Sojini proizvodi, koji se često koriste u mesnoj industriji, sadrže i fosfor. Oko 70% ukupnog sadržaja fosfora u soji je uskladišteno kao fitati, koji je heksafosfatna so mioinozitola i postoji u kombinaciji sa raznim mineralnim jonima. Fitati postaju snažno povezani sa proteinima u ekstraktu i koprecipitiraju sa proteinima u kiseloj sredini, kao što su oni koji se koriste u komercijalnoj proizvodnji. Relativno visoka koncentracija fitata u sojinim proteinskim proizvodima mogla bi uticati na bioraspoloživost proteina, gvožđa, cinka i drugih minerala u tragovima.

Sadržaj proteina u proizvodima od mesa i proizvodima od mesa sa dodatkom sojinih proteinskih proizvoda definisan je posebno za svaku vrstu proizvoda. Za neke vrste proizvoda je taj sadržaj isti i sa, i bez dodatka sojinih proteinskih proizvoda (npr. U Čl. 71 Pravilnika, navedeno je da fino usitnjene barene kobasice i fino usitnjene barene kobasice koje se stavljaju u promet pod drugim nazivom imaju isti sadržaj proteina min. 10%, u Čl. 72 Pravilnika se navodi da je viršla limitirano može da sadrži najviše 2% belančevinastih proizvoda, dok je sadržaj proteina min. 11%, u Čl. 77 Pravilnika navodi se da grubo usitnjene barene kobasice i grubo usitnjene barene koje se stavljaju u promet pod drugim nazivom imaju isti sadržaj proteina min. 12%, u Čl. 82 Pravilnika stoji da barene kobasice sa komadima mesa i barene kobasice sa komadima mesa koje se stavljaju u promet pod drugim nazivom imaju isti sadržaj proteina min. 14%, dok u Čl. 87 Pravilnika stoji da kobasice i jetrene pašete moraju da imaju sadržaj ukupnih proteina min. 9%, a ako se stavljaju u promet pod drugim nazivom min. 8% i td.).

Na osnovu važećeg Pravilnika o kvalitetu belančevinastih proizvoda i mešavina belančevinastih proizvoda za prehrambenu industriju, belančevinasti proizvodi od uljarica (soje) podeljeni su na sledeće grupe:

1. Punomasni proizvodi (brašno i griz) u kojima je sadržaj proteina min. 38% i sadržaj masti min. 18%;
2. Malomasni proizvodi (brašno i griz) u kojima je sadržaj proteina min. 45% i sadržaj masti max. 9%;
3. Obezmašćeni proizvodi od soje (brašno i griz) u kojima je sadržaj proteina min. 47% i sadržaj masti max. 2%;
4. Koncentrovane belančevine soje, u kojima je sadržaj proteina min. 65% i sadržaj masti max. 2%;
5. Izolovane belančevine soje, u kojima je sadržaj proteina min. 86% i sadržaj masti max. 1%;
6. Strukturne belančevine soje

Zbog visokog sadržaja ulja (i nezaćenih masnih kiselina u njemu) punomasni i malomasni proizvodi od soje se izbegavaju u mesnoj industriji.

Sojini proizvodi koji se koriste u industriji mesa dele se u dve grupe:

1. Proteinski emulgatori - grupa funkcionalnih aditiva na bazi proteinskih proizvoda, koji se karakterišu povećanjem funkcionalnih svojstava (apsorpcija vode, emulgovanje masti, želiranje i bubrenje, pozitivan uticaj na konzistenciju i sočnost), npr. lecitinirano tostovano sojino brašno, sojin proteinski koncentrat, funkcionalne mešavine sojinih proteina i hidrokoloida (više vrsta sa različitim sadržajem proteina)

2. Nutritivna punila (delimično mogu zameniti meso), npr. lecitinirano tostovano sojino brašno, obezmašćeno tostovano sojino brašno, teksturirani sojini proteini - ljustice, teksturirani sojini proteini.

Cilj ovog rada je da se prikaže uticaj dodavanja belančevinastih proizvoda od soje u proizvode od mesa, praćenjem sadržaja proteina i fosfora, u uzorcima analiziranim u SP Laboratoriji, Bečej, u poslednjih deset godina.

MATERIJAL I METODE RADA

Kontrolom kvaliteta sojinih proizvoda, SP Laboratorija je počela da se bavi još od svog osnivanja 1983. godine. Za sva ispitivanja koja su rađena u sojinim proizvodima i proizvodima od mesa sa dodatkom belančevina soje SP Laboratorija je akreditovana prema SRPS ISO/IEC 17025/2017 (obim akreditacije dostupan na sajtu akreditacionog tela Srbije, www.ats.rs).

Za analizu u ovom radu korišćeni su podaci dobijeni u SP Laboratoriji, analizom uzoraka proizvoda od mesa sa dodatkom soje sa tržišta u periodu od 2011. do 2021. godine, kao i podaci dobijeni praćenjem kvaliteta deset vrsta sojinih proizvoda koji imaju primenu u mesnoj industriji za isti period.

Kao parametri praćeni su sadržaj fosfora i sadržaj proteina i njihova međusobna veza, kao i promene njihovog sadržaja tokom deset godina.

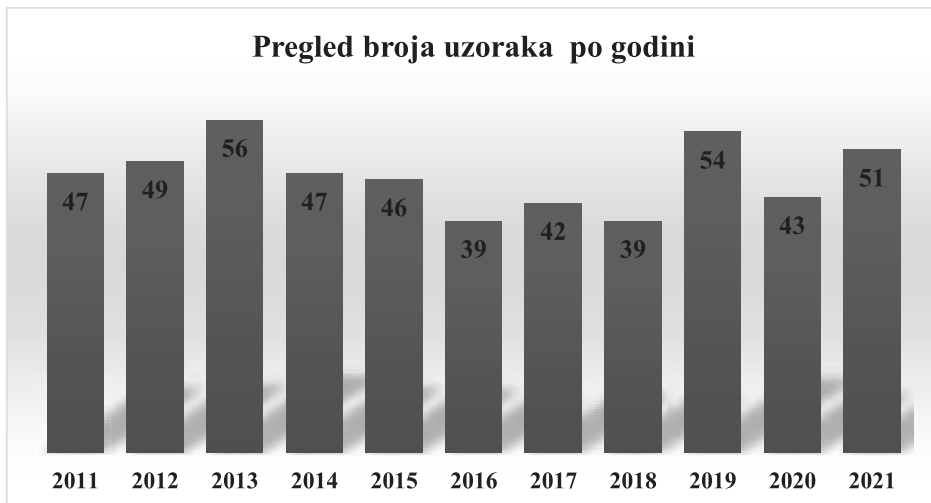
Ukupni sadržaj fosfora u proizvodima od soje je određen spektrofotometrijskom metodom (NMKL57 2nd Ed.:1994).

Ukupni sadržaj fosfora u proizvodima od mesa je određen spektrofotometrijskom metodom (SRPS ISO 13730:1999).

Sadržaj proteina je određen metodom totalnog sagorevanja - Dumas (AOAC 992.15:1996 i SRPS EN ISO 16634-1).

REZULTATI I DIKUSIJA

U periodu od 2011. do 2021. godine, u SP Laboratoriji, je analizirano više stotina uzoraka proizvoda od mesa sa dodatkom belančevina soje.



Slika 1. Pregled broja uzoraka po godini
Figure 1. Overview of the number of samples per year

Na slici 1, grafički je prikazan pregled broja uzoraka po godinama i vidi se da nije imao značajnije fluktuacije po godinama. Broj analiziranih uzoraka po godinama je bio sličan i kretao se od 50 do 60. Svi analizirani uzorci su zadovoljili zahteve Pravilnika za minimalan sadržaj proteina (u zavisnosti vrste uzorka od 8% do 14% proteina) i maksimalnim sadržajem fosfora izraženim kao fosfor(V)-oksid (maks. 8,0 g/kg).

Tokom istog perioda praćen je sadržaj proteina i sadržaj fosfora u deset vrsta sojinih proizvoda koji imaju primenu u mesnoj industriji. Tokom ovog perioda u ovim proizvodima nisu uočene promene u sadržaju fosfora i sadržaju proteina koje bi uticale na kvalitet proizvoda u kojima se oni koriste kao dodaci.

Uočeno je da proizvodi koji imaju veći sadržaj proteina imaju i veći sadržaj fosfora.

Rezultati prikazani u tabeli 1 pokazuju procenat ukupnog sadržaja fosfora (P %), sadržaj ukupnog fosfora, izražen kao procenat fosfor(V)-oksid (P₂O₅ %), faktor za konverziju iz procenta proteina u procenat fosfora u konačnom proizvodu dobijenom od proteina soje (f P %) i faktor za konverziju iz procenta proteina u sadržaj fosfora, izražen kao g/kg fosfor(V)-oksida u finalnim proizvodima dobijenom od sojinog proteina (f P₂O₅ g/kg).

Tabela 1. Sadržaj fosfora u sojinim proizvodima različitog oblika
Table 1. Phosphorus content in soybean products in different forms

Sojini proizvodi različitog oblika/Soybean products in different forms	*P (%)	P2O5 (%)	f P %	f P2O5 g/kg	*Protein (%)
Obezmašćeno tostovano sojino brašno	0,67	1,54	0,0127	0,291	52,7
Lecitinirano sojino brašno	0,73	1,67	0,0145	0,332	50,4
Tradicionalni sojin koncentrat	0,81	1,86	0,0120	0,275	67,5
Funkcionalne mešavine sojinih proteina i hidrokoloida - 1	0,69	1,58	0,0116	0,266	59,4
Funkcionalne mešavine sojinih proteina i hidrokoloida - 2	0,68	1,56	0,0133	0,305	51,1
Funkcionalne mešavine sojinih proteina i hidrokoloida - obojene	0,71	1,63	0,0123	0,281	57,9
Teksturirani sojin protein -ljuspice	0,64	1,47	0,0125	0,286	51,3
Teksturirani sojin protein -komadići	0,65	1,49	0,0131	0,300	49,6
Teksturirani sojin protein -obojene ljuspice	0,66	1,51	0,0126	0,290	52,2
Teksturirani sojin proteinski koncentrat	0,84	1,92	0,0128	0,293	65,8

*Prosečne vrednosti tokom perioda od 2011. do 2021. godine

Sojini belachevinasti proizvodi se mogu dodavati i u većim procentima u proizvode od mesa, ali količina od 2 do 4% je uobičajena za proizvode kod kojih se žele sačuvati organoleptičke karakteristika gotovog proizvoda.

Takođe, računski se može odrediti očekivani sadržaj fosfora u proizvodima od mesa u kojima 2% proteina potiče od sojinih belachevinastih proizvoda.

U tabeli 2 prikazan je računski dobijen sadržaj fosfora u proizvodima od mesa u kojima 2% proteina potiče od belančevina soje.

Table 2. Calculated phosphorus content in meat products
Tabela 2. Računski dobijen sadržaj fosfora u proizvodima od mesa

Proizvodi od mesa	P (%)	P2O5 (g/kg)
Proizvod sa 12% proteina iz mesa (bez proteina soje)	0,127	2,915
Proizvod sa 10% proteina iz mesa i 2% proteina iz sojinih proizvoda (izuzev lecitiniranog brašna)	0,132	3,023
Proizvod sa 10% proteina iz mesa i 2% of proteina iz lecitiniranog brašna	0,135	3,092

Sadržaj fosfora u proizvodima od mesa koji sadrže 2% proteina soje je izračunat na osnovu iskustvenog faktora konverzije za procenat proteina u procenat fosfora dobijenog iz mesa od 0,0106 i prosečnom faktoru iz tabele 1.

Proizvodi sa većim sadržajem proteina imaju i veći sadržaj fosfora, izuzev lecitiniranog sojinog brašna, gde je sadržaj fosfora povećan dodatkom lecitina. Faktori konverzije f P % bili su između 0,0116 i 0,0133 (tabela 1), sa izuzetkom lecitiniranog sojinog brašna, gde je iznosio 0,0145. Takođe f P2O5 g/kg bio između 0,266 i 0,305, sa izuzetkom lecitiniranog sojinog brašna, gde je bio 0,332. Prosečan f P % za sve ispitivane proizvode osim lecitiniranog brašna iznosio je 0,013, a prosek f P2O5 g/kg 0,287.

Na osnovu ovih faktora, 12% proteina iz mesa sadrži 0,127% fosfora, dok 10% proteina iz mesa i 2% proteina iz sojinih proizvoda (osim lecitiniranog brašna) sadrži ukupno 0,132% fosfora, odnosno 12% proteina iz mesa sadrži 2,915 g/kg fosfora izraženog kao P2O5, dok 10% proteina iz mesa i 2% proteina iz sojinih proizvoda (osim lecitiniranog brašna) sadrži ukupno 3,023 g/kg fosfora izraženog kao P2O5. Za lecitinirano sojino brašno, za 10% proteina iz mesa i 2% proteina iz lecitiniranog brašna, količine su 0,135% fosfora i 3,092 g/kg fosfora izraženo kao P2O5.

ZAKLJUČAK

Proizvodi od soje se mogu dodavati u proizvode od mesa u skladu sa Čl. 21 Pravilnika o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa (Sl. glasnik RS, br. 50/2019).

Proizvodi od mesa sa dodatkom soje moraju biti pravilno deklarirani, odnosno naziv proizvoda mora odgovarati njegovom sastavu.

Ako se proizvodi od soje dodaju mesnim proizvodima u preporučenoj količini od 2 do 4%, ne mogu značajno povećati nivo fosfora u finalnim mesnim proizvodima u odnosu na mesne proizvode koji ne sadrže dodate proizvode od soje.

LITERATURA

1. AOAC 992.15 (1996). Crude protein in Meat and Meat Products Including Pet Foods, Combustion Method. AOAC Official Method of Analysis.
2. Brooks J.R., Morr C.V. (1984). Phosphorus and Phytate Content of Soybean Protein Components. J. Agric. Food Chem., 32: 672-674.
3. ISO 13730 (1996). Meat and meat products - Determination of total phosphorus content - Spectrometric method, International Organisation for Standardization.
4. Modić, P. (2004). Najznačajnija hranljiva i dijetetska svojstva sojinih proizvoda kao mogući potencijal za izradu kvalitetnih proizvoda od mesa, Tehn. mesa, 45(5-6): 177-188.
5. Pravilnik o kvalitetu belančevinastih proizvoda i mešavina belančevinastih proizvoda za prehrambenu industriju (Sl. list RS br. 41/85, 56/2003-dr.pavilnik, 4/2004-dr pravilnik).
6. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, Sl. glasnik RS br. 50/2019.
7. Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane, Sl. list SFRJ br. 15/1987.
8. Rahelić S. (1978). Osnove tehnologije mesa. Školska knjiga, Zagreb.
9. Saičić S., Vranić D., Trbović D., Pavlov N. (2008). Sadržaj ukupnog fosfora u proizvodima od mesa. Tehn. Mesa, 49(3-4): 147-52.
10. SRPS EN ISO 16634-1 (2010). Food products - Determination of the total nitrogen content by combustion method according to the Dumas principle and calculation of the crude protein content - Oilseeds and animal feeding stuffs, Part 1, Institute for Standardization of Serbia.

MOGUĆNOST PRIMENE PROTEINA SOJE U 3D ŠTAMPI

Senka Popović, Danijela Šuput, Nevena Hromiš, Jovana Ugarković

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

IZVOD

Tehnologije trodimenzionalnog (3D) štampanja omogućavaju ne samo brži razvoj biokonstrukcija, već i odgovor na zahtev za prilagođenu proizvodnju, nudeći personalizovana rešenja u bioinženjeringu, prehrambenoj, farmaceutskoj i drugim granama industrije. 3D štampanje je izuzetno svestran sistem proizvodnje koji se može primeniti na različitim materijalima, kao što su keramika, metali, polimeri i dr. Velika inovacija u ovoj oblasti je primena biopolimernih materijala kao mastila za 3D štampanje. U ovom radu prikazana je mogućnosti primene proteina soje za 3D štampanje, prednosti i nedostaci proteina soje za ovu namenu, kao i uslovi za primenu i oblici koji se mogu odštampati.

Ključne reči: 3D štampa, aditivna proizvodnja, biopolimeri, proteini soje

POSSIBILITY OF SOY PROTEIN APPLICATION IN 3D PRINTING

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) printing technologies enable not only faster development of bioconstruction, but also response to the demand for customized production, offering a personalized solution in bioengineering, food, pharmaceutical and other industries. 3D printing is an extremely versatile production system that can be applied to a variety of materials, such as ceramics, metals, polymers, etc. A great innovation in this area is the use of biopolymer materials as inks for 3D printing. This paper presents the possibility of using soy protein for 3D printing, the advantages and disadvantages of soy protein for this purpose, as well as the conditions for use and forms that can be printed.

Key words: 3D printing, additive production, biopolymers, soy proteins

UVOD

Trodimenzionalno (3D) štampanje, takođe poznato kao aditivna proizvodnja (AM), je proces nanošenja slojeva materijala da bi se konstruisala trodimenzionalna

struktura sa visokom preciznošću iz kompjuterski podržanog dizajna (computer aided design, CAD). Primenom 3D štampanja, sa visokim stepenom reproduktivnosti, moguće je proizvesti složene 3D proizvode, sa precizno kontrolisanom arhitekturom (spoljni oblik, unutrašnja geometrija pora i međusobna povezanost).

Trodimenzionalno (3D) štampanje je revolucionarna i najsavremenija metoda aditivne proizvodnje za izradu složenih arhitektura sa jedinstvenim strukturama i različitim svojstvima. Razvoj procesa 3D štampanja omogućava proizvodnim kompanijama brz i jednostavan prelaz od dizajna 3D štampanih prototipova do proizvodnje krajnjih proizvoda.

Poslednjih godina povećano je interesovanje za proizvodnjom malih, personalizovanih serija objekata namenjenih bioinženjerskoj, prehrambenoj i farmaceutskoj primeni zbog brojnih prednosti, uključujući npr. proizvodnju malih serija lekova sa prilagođenim dizajnom, pojednostavljivanje lanca snabdevanja i proširenje dostupnog proizvoda. Ova nova tehnika ima veliki potencijal za izradu proizvoda sa složenom arhitekturom i geometrijom, a posebno je prilagođen za upotrebu u regenerativnoj medicini.

S obzirom na rastući potencijal primene 3D štampe, bez obzira koja tehnologija i tehnika 3D štampanja je primenjena, važno je obratiti pažnju na izvore materijala za štampu (mastila), zbog primene, ekološke prihvatljivosti proizvoda koji se štampa ali i zbrinjavanja preostale sirovine.

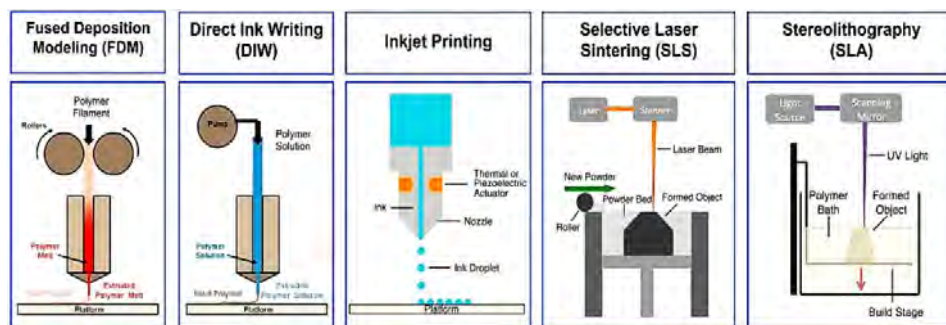
Prirodni materijali na bazi biomase pokazuju velike prednosti u pogledu biorazgradivosti i ekološke prihvatljivosti, ali s druge strane, ovi biopolimeri se ne mogu koristiti u svojim izvornim oblicima, zbog loših mehaničkih svojstava i ograničene mogućnosti štampanja. S tim u vezi, u ovom preglednom radu prikazan je potencijal proteina soje kao mastila za 3D štampu.

TEORIJSKI DEO

Aditivna proizvodnja je tehnika podrazumeva uzastopno dodavanje slojeve sadržaja da bi se formirao 3D model koji zahteva korišćenje kompjuterskog 3D dizajna, kao i 3D štampača i procesa za razvoj fizičkog modela koji je zasnovan na originalnom modelu (Gu i sar., 2013; Kim i sar., 2020; Markstedt i sar., 2019; Valvez i sar., 2020; Yang i sar., 2018). Poslednjih godina, aditivna proizvodnja (AM) se često koristila kao efikasan način izrade prototipova i generisanja delova sa velikom specifičnom površinom (Valvez i sar., 2020). Nudi mogućnost kreiranja proizvoda sa većim dimenzionalnom preciznošću od većine drugih pristupa modeliranju (Dhinakaran i sra., 2020). 3D štampa kontroliše princip aditivne proizvodnje (AM) koji se uobičajeno naziva i brza izrada prototipa (rapid prototyping, RP). Takođe kontroliše i proizvodnju oblika, kod kojih je uključen niz metoda koje koriste proces sloj po sloj za razvoj delova ili predmeta obično male veličine, ograničene količine i prilagođenog dizajna (Gu i sar., 2013).

U 3D štampi dostupne su različite tehnike aditivne proizvodnje (slika 1) - modelovanje fuzionisanim taloženjem (fused deposition modelling, FDM), direktno

taloženje metala (direct metal deposition, DMD), selektivno lasersko sinterovanje (selective laser sintering, SLS), inkjet modeliranje (inkjet modelling, IJM) i stereolitografija (stereo-lithography, SLA) (Shahbazi i Jäger, 2021). Svaka tehnika je drugačija u pogledu metode i materijala koji se koriste za proizvodnju (Dhinakaran i sar., 2020). Iako postoji mnogo dostupnih pristupa vezanih za 3D štampanje, tehnika koja se široko koristi je modelovanje fuzionim taloženjem (FDM). FDM se obično koristi u procesima aditivne proizvodnje kada se proizvode praktični prototipovi na bazi različitim termoplasta zbog sposobnosti proizvodnje složenih proizvoda visokog kvaliteta. Ova metoda aditivne proizvodnje omogućava dobijanje proizvoda sa većom izdržljivošću, preciznošću dimenzija, hrapavosti površine (Solomon i sar., 2020).



Slika 1. Grafički prikaz različitih sistema aditivne proizvodnje (Shahbazi i Jäger, 2021)
Figure 1. Graphics representing different additive manufacturing systems (Shahbazi and Jäger, 2021)

Uzimajući u obzir značajno znanje o biopolimerima i njihovim svojstvima, istraživanje materijala za štampu (mastila) od biopolimera je inovativna ideja koja je privlači interesovanje naučnika širom sveta.

Polimeri na bio-bazi (biopolimeri, bioplastika) su proizvodi dobijeni od živih organizama kao što su biljke, drveće i alge. Kako industrija bioplastike raste, neophodno je pojasniti razlike između termina „na bio-bazi - biopolimeri” i „biorazgradivi”. Biorazgradivi materijal je onaj koji se može prirodno razgraditi od strane mikroorganizama, dok je materijal na bio-bazi, odnosno biopolimer dobijen iz poljoprivrednih resursa kao što su kukuruz ili soja ili iz nusproizvoda prehrambene industrije. Bioplastika može biti biorazgradiva. Međutim, materijal na biološkoj bazi ne garantuje biorazgradivost.

Da bi se biopolimer mogao koristiti kao mastilo za 3D štampanje mora da poseduje odgovarajuće karakteristike na smicanje, viskoelastične i tiksotropne karakteristike. Odabirom mastila odgovarajućih karakteristika izbegavaju se poteškoće u procesu štampanja materijala sa velikim stepenom umrežavanja, a koji omogućava odabranom polimernom mastilu da obezbedi 3D arhitekturu nakon štampanja. Kada je polimerno mastilo izloženo stalnom naprezanju, njihove veze mogu da se depolimerizuju, što dovodi do slabljenja mehaničkih osobina i gubitka strukturalnog integriteta. Većina

biopolimernih mastila suštinski ne poseduje odgovarajuće ponašanje protoka za štampanje. Međutim, modifikacijom viskoziteta biopolimera može se poboljšati rezolucija nanetih slojeva, preciznost štampanja, i shodno tome, dobiti dobro definisana geometrija proizvoda.

Proteini soje u 3D štampi

Popularnost soje je među ostalim proteinima izazvana njenom primenom u farmaceutskim, bioinženjerskim i zdravim prehrambenim proizvodima, kao i činjenicom da je isplativ proizvod i obećava održivi izvori biljnih proteina sa širokim spektrom upotrebe. Protein soje je svestrani materijal prirodnog porekla koji se već široko koristi u prehrambenoj industriji, a koji je poslednjih godina našao primenu kao obnovljiva alternativa plastici. Nova istraživanja i saznanja u vezi sa sojinim proteinom kao novim biomaterijalom su se stalno povećavala kao rezultat njegove niske cene i dostupnosti. Dodatne prednosti sojinih proteina u odnosu na druge prirodne proteine su biljno poreklo i dobra mogućnost prerade. Štaviše, može se mešati sa drugim materijalima da bi se dobila različita hemijska i mehanička svojstva. Protein soje kao izvor esencijalnih i neesencijalnih amino kiselina pokazuje odgovarajući nutritivni kvalitet i fizičko-hemijske karakteristike koje treba primeniti kao biopolimerno mastilo za proces 3D štampanja.

Kao relativno nov materijal za bioštampanje, sojin protein je pokazao povoljne rezultate u polju 3D štampanja. Može poboljšati ponašanje sistema i može se ekstrudirati kroz vrh mlaznice i deponovati za izradu različitih 3D štampanih konstrukcija. Međutim, sojin protein se ne može štampati sam i potreban mu je biopolimeri nosač u svrhu uključivanja u 3D štampane mreže.

Zbog nedostatka dovoljne količine životinjskih proteina i težnje za zdravijim životom i smanjenim uticajem na životnu sredinu, globalna potražnja za biljnim proteinima se povećava.

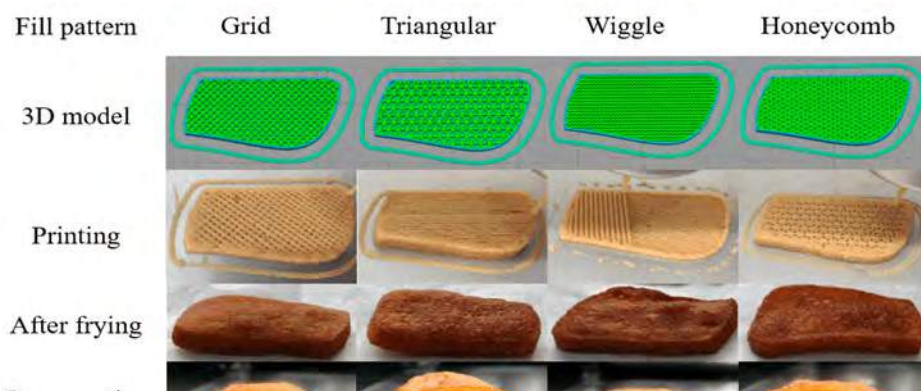
Istraživanja autora Mirazimi i sar. (2022) su pokazala da se sojin protein može uspešno primeniti kao dodatak pire krompiru u cilju modifikacije teksturalnih i nutritivnih osobina pire krompira, namenjenih ishrani bolesnika sa disfagijom. Naime, pacijenti oboleli od disfagije imaju problem sa gutanjem, te je neophodno modifikovati teksturu hrane namenjene ovoj kategoriji ljudi, u cilju omekšavanja hrane i njenog lakšeg gutanja. U svom radu, Mirazimi i sar. (2022) su dodavali različite koncentracije proteina soje i agar, u cilju modifikacije tekture pire krompira. Upotrebom 3D štampe, autori su proizveli specifičnu hranu na posebnu kategoriju konzumenata, a rezultati su pokazali da je agar uticao na bolje oblikovanje tokom štampe i viskoznije ponašanje mastila, dok je sojin protein uticao na same teksturalne osobine (slika 2).



Slika 2. 3D štampani oblik S9A (9 g sojinog proteina i 0,2 g agara) (Miramizi i sar., 2022)

Figure 2. 3D printed shape S9A (9 g soy protein and 0.2 g agar) (Miramizi et al., 2022)

U svojoj studiji, autori Chen i sar. (2021), ispitali su mogućnost upotrebe teksturiranog sojinog proteina (TSP) i „drawing” sojinog proteina (DSP) kao sirovine za proizvode nalik šnicli, pomoću tehnologije 3D štampanja. Ispitana je razlika u teksturi između prženih 3D štampanih uzoraka i prženih komercijalnih pileća prsa (kontrola). Rezultati pokazuju da različite formulacije mastila (TSP i DSP) i dodati hidrokoloidi (ksantanska guma, konjac guma, natrijum alginat, guar guma, natrijum karboksimetil celuloza i hidroksietil celuloza) imaju ključan uticaj na uspeh štampanja. Mastilo sastavljeno od TSP i ksantan gume imalo je najbolje štamarske karakteristike, a dobijeni uzorak najbolji integritet nakon prženja. Utvrđeno je da različiti obrasci punjenja i stepen punjenja imaju značajnu uticaj na svojstva teksture prženih uzoraka. Kada je korišćen obrazac za popunjavanje u obliku trougla pri stepenu punjenja od 60%, proizvod je imao najveću čvrstoću, žvackljivost i gumastost u poređenju sa kontrolnim uzorkom (slika 3). Ova istraživanja dokazuju mogućnost 3D štampanja zasnovanog na biljnim proteinima za proizvodnju hrane nalik na šniclu sa teksturalnim svojstvima sličnim pilećim prsima.



Slika 3. Prženi 3D štampani uzorci sa različitim obrascima punjenja (stepen punjenja 60%) (Chen i sar., 2021)

Figure 3. Fried 3D printed samples with different infill patterns (60% infill ratios) (Chen et al., 2021)

U studiji Wang i Liu (2021) uspešno je razvijena formulacija gel materijala na bazi sojinih proteina i glutena za 3D štampanje, korišćenjem termoosetljivog kakao putera da bi se ispitala njegova izvodljivost za pripremu analoga mesa. Ispitan je uticaj proteina, skroba i natrijum alginata na ekstruzionu formabilnost i tačnost štampe. Ekstruzionu formabilnost testa od sojinog proteinskog izolata bila je znatno bolja od one od proteina graška. Dodatak odgovarajuće količine kakao putera, Tveen-80 i natrijum alginata bili su neophodni za postizanje superiornih performansi 3D štampanja. Termosenzitivni kakao puter obezbedio je fluidnost testa tokom 3D štampanja iznad sobne temperature i analog mesa je zadržalo oblik nakon očvršćavanja na sobnoj temperaturi. Ova istraživanja ukazala su na novu formulaciju mastila za 3D štampanje u cilju dobijanja supstituenata animalnim proizvodima.

Chien i Shah (2012) su modifikovali sojin protein toplotom i umrežavanjem enzima da bi kreirali nosače sa potencijalno različitom namenom. Rezultati su pokazali da je enzimski tretman povećao vreme razgradnje za 1 nedelju i povećao održivost ljudskih mezenhimskih matičnih ćelija (hMSC). Potencijalno, nosači na bazi proteina soje mogu se uspešno integrisati u regenerativnu medicinu, ali je potrebno potpuno poznavanje optimalne gustine proteina i poroznosti nosača, kao i kontrolisane razgradnje. Bazirajući se na prethodnim istraživanjima, Chien i sar. (2013a, 2016) su uspešno sintetisali porozni nosač na bazi sojinog proteina koristeći tehnike 3D štampanja. U ovoj studiji primenjen je denaturisani sojin protein, kao biomasilo za kreiranje specifičnih 3D konstrukcija. Pripremljena je suspenzija sojinog proteina i ubačena u polietilenski špric, a zatim ekstrudirana kroz 3D bioploter. Za štampanje nosača sa kontrolisanom geometrijom pora, korišćene su suspenzije koje se sastoje od različitih koncentracija sojinog proteina i glicerola, koji je dodat u cilju podešavanja jasno definisanog masenog protoka. Da bi se povećao maseni protok, pritisak ekstruzije je povećavan, a svaki niži ili viši pritisak davao bi proizvode nejasnih konstrukcija. Utvrđeno je da je brzina protoka mastila vitalni faktor koji se može koristiti za predviđanje mogućnosti štampanja biomaterijala, kao i pomoć, kao indikator, u svrhu kontrole kvaliteta. Dobijeni nosači inokulisani su ljudskim mezenhimskim matičnim ćelijama (human mesenchymal stem cells, hMSC), koje su preživele na svim nosačima, pri čemu su netretirani i termički tretirani nosači imale najveću efikasnost vezivanja ćelija. Chien i sar. (2013a) su naveli da je mogućnost štampanja sojinih proteina uglavnom bila korisna jer je proces štampanja mogao da se obavi na sobnoj temperaturi, koja je pogodna za nosače lekova ili skelete za inokulaciju i rast ćelija.

Pored studija sirovih komponenti, postoje neki noviji istraživački radovi na poboljšanju 3D štampanja proizvoda korišćenjem sojinog proteina. S tim u vezi, Fan i sar. (2020) ispitali su uticaje prethodnog mikrotalasnog tretmana i ugradnje soli na mogućnost štampanja i samoodržive performanse mastila za štampanje na bazi sojinog proteinskog izolata sa dodatkom jagode u obliku praha. Funkcionalna svojstva mastila za štampanje su pokazala da mikrotalasni tretman i dodavanje soli značajno poboljšavaju mogućnost štampanja i samoodrživo ponašanje mešavine mastila.

Chen i sar. (2019) su primenili mešavinu sojinog proteinskog izolata, alginata i želatina za ekstruziono štampanje hrane. Oni su pokazali da mastilo na bazi proteina soje ima dobre karakteristike smicanja, pri čemu su želatin i alginat izazvali značajno povećanje indeksa konzistencije i poboljšali mehanička svojstva. Štaviše, parametri otpornosti, čvrstoće i žvakaljivosti štampanih uzoraka poboljšani su u štampanoj mešavini proteina soje/želatina, podržavajući prilagođenu 3D matricu nakon tehnike štampanja. Rezultati su takođe pokazali da je sojin protein pomešan sa alginatom i želatinom odštampan sa precizno prilagođenim oblikom, a uključivanje veće količine želatina je dalo oblik sa finijom rezolucijom.

U svom radu, Phuhongsung i sar. (2020) pripremili su mastilo za 3D štampu mešajući sojin proteinski izolat sa ksantanom u prisustvu rastvora NaCl. Pripremljeno mastilo je dobro odštampano sa odgovarajućom rezolucijom i preciznim geometrijama. Na osnovu dobijenih rezultata, redložili su da je izolat sojinog proteina/ksantansko mastilo u prisustvu 1 g/100 mL rastvora NaCl optimalno mastilo za štampanje.

Protein soje takođe ima mogućnosti da se primeni kao nosač lekova i za zarastanje rana. S obzirom da fizička svojstva nativnog sojinog proteina nisu optimalna, mogu se kombinovati sa drugim prirodnim polimerima u cilju povećanja njegove biostabilnosti. Olami i sar. (2015) se napravili kompozitnu strukturu koja se sastoji od proteina soje i alginata da bi se ispitao profil oslobađanja leka klindamicin. Oslobađanje leka je imalo efekat smanjenja brzine oslobađanja tokom 4 dana. U skladu sa oslobađanjem, došlo je do značajnog smanjenja vitalnosti bakterija. Peles i Zilberman (2012) su došli do sličnih saznanja primenom matrice od sojinog proteinskog izolata u koji je inkorporiran gentamicin. Uočeno je smanjenje stope oslobađanja leka tokom 4 nedelje. Ovi rezultati, dobijeni korišćenjem sojinog proteina, jasno potvrđuju njihovu mogućnost primene za platforme za lekove i nosače ćelija.

Defekti kostiju i hirurški tretmani zahtevaju implantate koji podržavaju rast novih tkiva. Niska imunogenost i regeneracija tkiva su važni za implantaciju biomaterijala. Soja sadrži izoflavone za koje se zna da ublažavaju proliferaciju tumorskih ćelija i usporavaju imunokompetentnu ćelijsku aktivnost. Santin i sar. (2007) proučavali su efekte koštanog punila dobijenog od sojine surutke na ponašanje ćelija osteoblasta. Novi biomaterijal je napravljen od odmašćene sojine surutke. Otkrili su da punioci smanjuju proliferaciju osteoblasta i stimulišu povećanje kolagena kada se ugrađuju *in vitro*. Dobijeni materijal ima potencijala da se može koristiti za izradu filmova, poroznih nosača i granula. Dobijeni rezultati pokazuju potencijal upotrebe mastila na bazi sojinog proteina za smanjenje inflamatornog odgovora makrofaga izazvanog implantatima, kao i za odlaganje resorpcije kostiju. Studija Chien i sar. (2013b) proučavala je efekte sojinog proteina za *in vivo* ugrađene implantate. Rezultati ispitivanja su pokazali da su se nosači od sojinih proteina razgradili za 14 dana, dok je nosačima od goveđeg kolagena (odobrenih od FDA) bilo potrebno mnogo duže, čak 56 dana, da se razgrade. Da bi se ispitali efekti nosača na bazi sojinog proteina na imuni odgovor, primenjene su različite količine proteina. Manja količina sojinog proteina u nosaču nije izazvala toliko zapaljenja kao nosač sa većom masom proteina. Naprotiv, nosač sa više proteina, manjom poroznošću i sporijom razgradnjom imao je

ozbiljniji imuni odgovor. Vremenom su se formirala antitela specifična za soju nakon implantacije nosača, ali nisu otkrivene alergije.

ZAKLJUČAK

Razvoj primene 3D štampanje izaziva veliko interesovanje naučnika, a posebno interesna je mogućnost zamene sintetskih materijala, novim, ekoliški prihvatljivijim biopolimernim materijalima. Biopolimeri poseduju velik potencijal kao mastila sa visokim kvalitetom štamparskih performansi. Ipak, ograničenja u primeni biopolimera ogledaju se u neadekvatnim karakteristikama materijala, prvenstveno mehaničkim svojstvima i optežanom podešavanju protoka. U cilju poboljšanja osobina biopolimera, moguća je modifikacija ili kombinacija više različitih biopolimera.

Optimizovani biomaterijali i tehnike 3D štampe mogu se dobro spojiti radi dobijanja 3D konstrukcija poboljšanih osobina, mogućnošću zadržavanja oblika, samoizlečenjem, biokompatibilnošću, i termoreverzibilnim svojstvima.

U tom smislu, proteini soje, sami ili u kombinaciji sa drugim komponentama, nalaza svoje mesto kao mastilo za 3D štampu, kako prehrambenih proizvoda, tako i implantanata ali i nosača za lekove, matične ćelije i dr.

Zahvalnica

Istraživanja u okviru ovog rada su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat broj 451-03-68/2022-14/200134.

LITERATURA

1. Chen, J., Mu, T., Goffin, D., Blecker, C., Richard, G., Richel, A., Haubruge, E. (2019). Application of soy protein isolate and hydrocolloids based mixtures as promising food material in 3D food printing. *Journal of Food Engineering*, 261: 76–86.
2. Chen, Y., Zhang, M., Bhandari, B. (2021). 3D printing of steak-like foods based on textured soybean protein. *Foods*, 10: 2011.
3. Chien, K. B.; Shah, R. N. U.S. Patent US14/980,132, 2016.
4. Chien, K.B., Aguado, B.A., Bryce, P.J., Shah, R.N. (2013b). In vivo acute and humoral response to three-dimensional porous soy protein scaffolds, *Acta Biomaterialia*, 9: 8983–8990.
5. Chien, K.B., Makridakis, E., Shah, R.N. (2013a). Three-dimensional printing of soy protein scaffolds for tissue regeneration. *Tissue Engineering Part C Methods*, 19: 417–426.
6. Chien, K.B., Shah, R.N. (2012). Novel soy protein scaffolds for tissue regeneration: Material characterization and interaction with human mesenchymal stem cells, *Acta Biomaterialia*, 8: 694–703.
7. Dhinakaran, V., Manoj Kumar, K.P., Bupathi Ram, P.M., Ravichandran, M., Vinayagamoorthy, M. (2020). A review on recent advancements in fused deposition modeling. *Materials Today: Proceedings*, 27: 752-756.

8. Fan, H., Zhang, M., Liu, Z., Ye, Y. (2020). Effect of microwave-salt synergetic pretreatment on the 3D printing performance of SPI-strawberry ink system. *LWT*, 122, 109004.
9. Gu, S.H., Nicolas, V., Lalis, A., Sathirapongsasuti, N., Yanagihara, R. (2013). Complete genome sequence and molecular phylogeny of a newfound hantavirus harbored by the Doucet's musk shrew (*Crocidura douceti*) in Guinea Infection. *Genetics and Evolution*, 20: 118-123.
10. Mirazimi, F., Saldo, J., Sepulcre, F., Gràcia, A., Pujola, M. (2022). Enriched puree potatowith soy protein for dysphagia patients by using 3D printing. *Food Frontiers*, 1–10.
11. Olami, H., Berdichevsky, I., Zilberman, M. (2015). Novel soy protein blend scaffolds loaded with antibiotics: Drug release profile bacterial inhibition effects, *Advanced Biomaterials and Devices in Medicine*, 2: 23–31.
12. Peles, Z., Zilberman, M. (2012). Novel soy protein wound dressings with controlled antibiotic release: Mechanical and physical properties, *Acta Biomaterialia*, 8: 209–217.
13. Phuhongsung, P., Zhang, M., Devahastin, S. (2020). Investigation on 3D printing ability of soybean protein isolate gels and correlations with their rheological and textural properties via LF-NMR spectroscopic characteristics. *LWT*, 122, 109019.
14. Santin, M., Morris, C., Standen, G., Nicolais, L., Ambrosio, L. (2007). A new class of bioactive and biodegradable soybean-based bone fillers. *Biomacromolecules*, 8: 2706–2711.
15. Shahbazi, M., Jäger, H. (2021). Current status in the utilization of biobased polymers for 3D printing process: a systematic review of the materials, processes, and challenges. *ACS Applied Bio Materials*, 4: 325–369.
16. Solomon, I.J., Sevel, P., Gunasekaran, J. (2020) A review on the various processing parameters in FDM. *Materials Today: Proceedings*.
17. Valvez, S., Santos, P., Parente, J., Silva, M., Reis, P. (2020). 3D printed continuous carbon fiber reinforced PLA composites: A short review *Procedia Structural Integrity*, 25: 394-399.
18. Wang, S. & Liu, S. (2021). 3D printing of soy protein- and gluten-based gels facilitated by thermosensitive cocoa butter in a model study. *ACS Food Science & Technology*, 1: 1990–1996.
19. Yang, E., Miao, Sh., Zhong, J., Zhiyong, Zh., Mills, D.K., Zhang, L.G. (2018). Biobased polymers for 3D printing of bioscaffolds. *Polymer Reviews*, 58(4): 668-687.

ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA TEHNIKOM TOTALNOG SAGOREVANJA - DUMAS

Vladimir Šarac, Jovana Doroslovac, Branislav Sremčev

Sojaprotein d.o.o., Bečej, Srbija

IZVOD

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

Ključne reči: Kjeldahl, Dumas, proteini

DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT TOTAL COMBUSTION METHODS - DUMAS

ABSTRACT

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

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

Key words: Kjeldahl, Dumas, proteins

UVOD

Proteini (belančevine) su makromolekuli izgrađeni od jednog, ili više peptidnih lanaca u čijoj osnovi se nalaze aminokiseline. Ulaze u sastav i strukturu svih živih bića. Enzimi, hormoni, antitela, albumini, globulini, histoni su samo neki od primera ove velike grupe jedinjenja. Biljni proteini predstavljaju najvažniji izvor proteina za ishranu životinja, a u današnje vreme preuzimaju primat i kao izvor proteina za ishranu ljudi. Najrasprostranjenija i najzastupljenija sirovina koja se koristi kao izvor biljnih proteina je soja. Soja predstavlja i uljaricu i proteinsku sirovinu, od koje se

dobijaju proteinski proizvodi i ulje. Proteinski proizvodi od soje mogu imati sadržaj proteina od 10% (sojina ljuska) do 95% (sojin izolat). Na osnovu sadržaja proteina proizvodi od soje se dele u nekoliko grupa: 1. punomasni i malomasni proizvodi (38-45%), 2. bezmasni proizvodi (44-52%), 3. sojini proteinski koncentraci - SPC (60-70%), 4. sojini izolati (90-95%) i 5. ostali „nus“-proizvodi kao što su ljuska, melasa, ostatak od proizvodnje izolata. Ova disperzija materijala i proizvoda jasno pokazuje značaj kontrole sadržaja proteina i blagovremeno dobijanje informacije o sadržaju proteina. Sam proces proizvodnje zahteva brzo i efikasno određivanje sadržaja proteina kako u polaznom materijalu tako i u pojedinim fazama proizvodnje.

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

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

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

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

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

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

ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA METODOM PO DUMAS-U

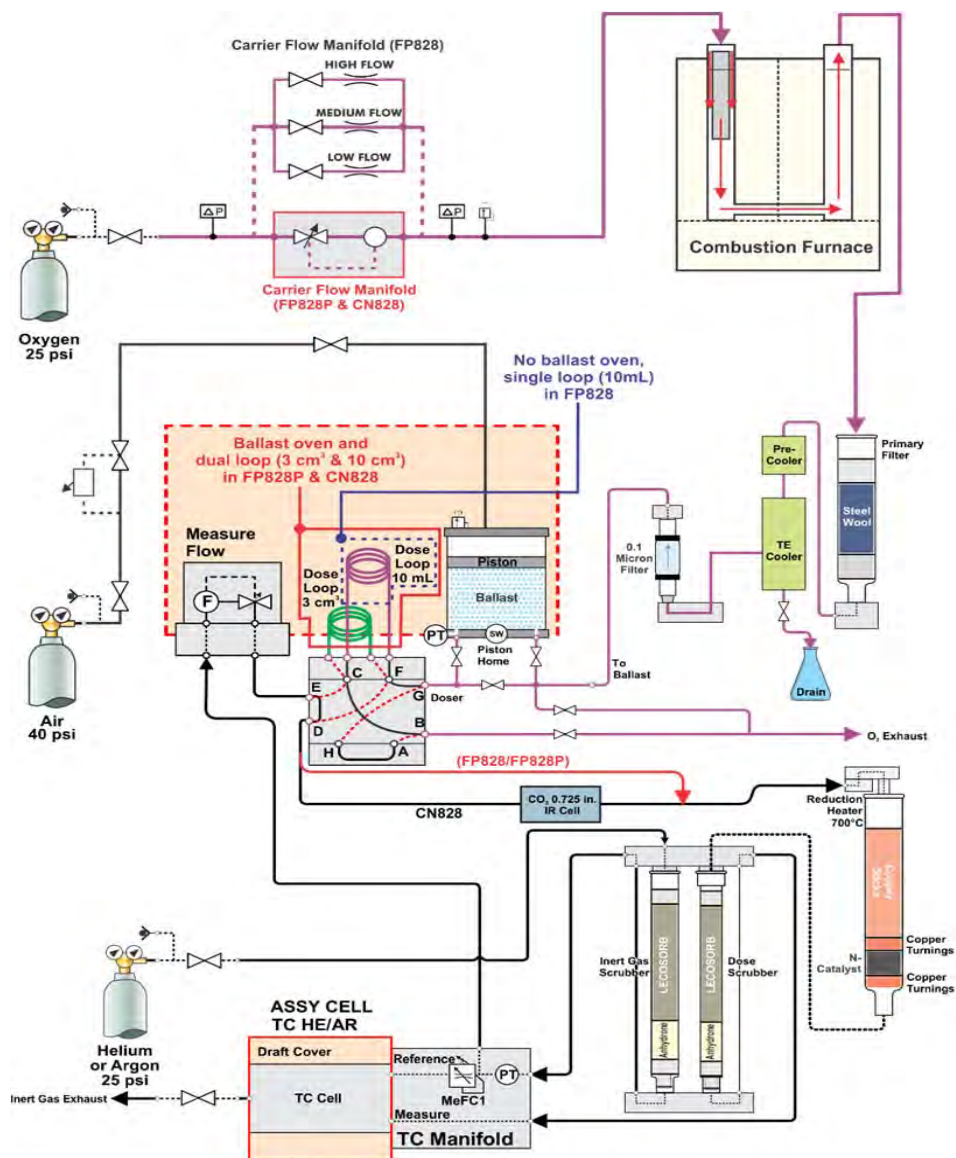
Metoda po Dumas-u zasniva se na određivanju ukupnog sadržaja azota, sagorevanjem uzorka u cevi za sagorevanje, na temperaturi od najmanje 960°C obogaćenju kiseonikom. Pri tome gasoviti razgradni proizvodi ostaju u zatvorenom sistemu. Gasovi koji nastaju prilikom sagorevanja se pri tome uvode u cevi (kolone)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

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

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

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

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



Slika 1. Šematski prikaz Dumas aparature - LECO FP828
Figure 1. Dumas apparatuses - LECO FP828



Slika 2. LECO FP828
Figure 2. LECO FP828

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

MATERIJAL I METODE RADA

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

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

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

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

REZULTATI I DISKUSIJA

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

Tabela 1. Prosečan sadržaj proteina (% s.m.) za SPC

Table 1. SPC average protein content (% d.b.)

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

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

metode je 0,11% (uzorak 3). Prosečan sadržaj proteina metodom po Kjeldahl-u bio je 68,11%, a metodom po Dumasu 68,33%.

Prosečna razlika između metoda za svih 10 uzoraka je 0,22%.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (% s.m.) za sojinu melasu

Table 2. Soya mollasses average protein content (% d.b.)

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

Sadržaj proteina u uzorcima sojine melase određen metodom po Kjeldahl-u je bio u opsegu 4,95-5,76%, a metodom po Dumas-u 5,21-5,51%. Evidentno je da je razlika između rezultata sadržaja proteina dobijenih Kjeldahl i Dumas metodama koja se pojavljuje mala, najviše do 0,37% (uzorak 8), u odnosu na apsolutnu vrednost sadržaja proteina i to ponovo u korist Dumas metode. Najveća razlika u korist Kjeldahl metode je 0,06% (uzorak 4). Prosečan sadržaj proteina metodom po Kjeldahl-u bio je 5,33%, a metodom po Dumas-u 5,51%. Prosečna razlika između metoda za svih 10 uzoraka je 0,18%.

ZAKLJUČAK

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

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

Dumas metoda ima sledeće prednosti:

- brzina dobijanja rezultata, svega nekoliko minuta naspram 2 sata kod Kjeldahl metode;
- ne koriste se agresivne i opasne hemikalije;

- uklanjanje otpadnih hemikalija i
- cena po analizi je niža, računajući potrošni materijal, radnu snagu i uklanjanje otpadnih hemikalija.

LITERATURA

1. Jung, S., Rickert, D.A., Deak, N.A., Aldin, E.D., Recknor, J., Johnson, L.A., Murphy, P.A. (2003). Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80: 1169.
2. MEBAK 1 Metode analiza (2000). Određivanje azota metodom po Dumas-u (slad i cerealije), tačka 2.5.2.2, usaglašeno sa EBC metodom (prevod: Dr Slobodan Gaćeša) Novi Sad.
3. Rajković, D., Marjanović Jeromela, A., Šarac, V., Stojanović, Z. (2020). Varijabilnost sadržaja proteina uljane repice. 61. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, 12-17.06.2020., Herceg Novi, Crna Gora, str. 79-85.
4. Simonne, A.H., Simonne, E.H., Eitenmiller, R.R., Mills, H.A., Cresman, C.P., III (1997). Could the Dumas Method Replace the Kjeldahl Digestion for Nitrogen and Crude Protein Determinations in Foods?, *J. Sci. Food Agric.*, 73: 39-45.
5. SRPS EN ISO 16634-1 (2010). Prehrambeni proizvodi - Određivanje sadržaja ukupnog azota sagorevanjem u skladu sa Dumasovim principom i izračunavanje sadržaja sirovih proteina - Deo 1: Seme uljarica i hrana za životinje, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
6. SRPS ISO 5983-1 (2010). Hrana za životinje - Određivanje sadržaja azota i izračunavanje sadržaja sirovih proteina - Deo 1: Metoda po Kjeldalu, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
7. Tan, S.H., Mailer, R.J., Blanchard, C.L., Agboola, S.O. (2010). Canola Proteins for Human Consumption: Extraction, Profile, and Functional Properties. *Journal of Food Science*, 76(1). doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01930.x
8. Upustvo proizvođača LECO FP828.
9. Vujačić, Lj., Nović, G., Pešić, Č. (2015). Značaj i prednost metode totalnog sagorjevanja pri određivanju sadržaja proteina. 56. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, 21-26.06.2015. Herceg Novi, Crna Gora, str. 205-215.

PRIMENA UREĐAJA RAPIDOXY 100 ZA ODREĐIVANJE OKSIDATIVNE STABILNOSTI RAZLIČITIH TIPOVA UZORAKA

Aleksandar Fišteš, Nataša Đurišić-Mladenović, Ranko Romanić, Biljana Pajin

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

IZVOD

Podaci o oksidativnoj stabilnosti različitih tipova uzoraka značajni su prilikom definisanja optimalnih uslova za njihovo čuvanje, a takođe i pri utvrđivanju vremena njihovog čuvanja, tj. roka trajanja, tokom kojeg se mogu koristiti, bez nastalih nepoželjnih promena i kao zdravstveno bezbedni. U slučaju biodizela, koji predstavlja smešu alkil estara masnih kiselina, oksidativna stabilnost je karakteristika definisana standardom o kvalitetu, te time predstavlja važan parametar za puštanje ovakvog goriva u promet. Na stabilnost utiču tri glavna faktora: temperatura, svetlost i sadržaj rastvorenog (apsorbovanog) kiseonika, koji u najvećoj meri izazivaju promene koje se dešavaju na uljima/mastima i proizvodima od njih. Njihova oksidacija se smatra glavnim uzrokom degradacije hemijskog sastava proizvoda na bazi ulja/masti. Metode koje se primenjuju za određivanje stabilnosti ulja (biodizela) zasnivaju se na ubrzanoj oksidaciji uzorka, pod uticajem jednog ili više faktora, koji ubrzavaju ovaj proces. U ovom radu biće prikazane mogućnosti primene uređaja RapidOxy 100 za određivanje oksidativne stabilnosti različitih tipova uzoraka.

Ključne reči: oksidativna stabilnost, hrana, ulja/masti, RapidOxy 100, biodizel

APPLICATION OF RAPIDOXY 100 FOR DETERMI- NATION OF OXIDATIVE STABILITY OF DIFFER- ENT TYPE OF SAMPLES

ABSTRACT

Data on oxidative stability of different types of samples are important when defining the optimal conditions for their storage, and also when determining the time of their storage, i.e. shelf life, during which they can be used, without any undesirable changes and as health safe. With respect to biodiesel, which represents a mixture of alkyl esters of fatty acids, oxidative stability is a fuel property defined by the relevant quality standard, so it is very important parameter for placing this fuel on the

market. Stability is affected by three main factors: temperature, light and dissolved (absorbed) oxygen content, which mostly cause changes that occur in the oils/fats and in the related products. Their oxidation is considered to be the main cause of chemical composition degradation of products based on oil/fat. The methods used to determine the stability of the oil (biodiesel) are based on the accelerated oxidation of the sample, under the influence of one or more factors that accelerate this process. This paper will present the possibilities of using the RapidOxy 100 to determine the oxidative stability of different types of samples.

Key words: oxidative stability, food, oils/fats, RapidOxy 100, biodiesel

UVOD

Oksidativna stabilnost je karakteristika proizvoda koja ukazuje na postojanost (nepromenljivost) hemijskog sastava tog proizvoda u odnosu na procese oksidacije prvenstveno ulja/masti ili derivata viših masnih kiselina u njima. Cilj rada je predstaviti postojeće metode određivanja ove karakteristike sa posebnim osvrtom na prednosti i nedostatke novog uređaja na našem tržištu namenjenog za ubrzanu oksidaciju radi utvrđivanja oksidativne stabilnosti prehrambenih proizvoda i biodizela.

Metode određivanja oksidativne stabilnosti u prehrambenoj industriji

Metode koje se primenjuju za određivanje stabilnosti pre svega se odnose na ulja/masti i značajno manje na proizvode koji sadrže ulja/masti, a zasnivaju se na ubrzanoj oksidaciji uzorka, pod uticajem jednog ili više faktora, koji ubrzavaju ovaj proces. Najčešće se u praksi primenjuju metode kod kojih se oksidacija ubrzava pod uticajem toplote (Dimić i Turkulov, 2000; Caruso i sar., 2017; Karlovits i sar., 2019). Najčešće se određivanjem stabilnosti ulja/masti koje sadrži jedan proizvod, određuje održivost samog proizvoda, odnosno vreme za koje se on može sačuvati od jače izraženih posledica usled oksidacije ulja/masti u njemu (Dimić, 2005). Prikaz metoda, koje se najčešće koriste za određivanje oksidativne stabilnosti, a time i održivosti, kao i njihovih karakteristika dat je u tabeli 1 (Kilcast i Subramaniam, 2000; Rios i sar., 2014; Romanić, 2022).

Schaal-oven test ili samo **Oven test** je jedan od najstarijih i najjednostavnijih testova za ispitivanje oksidativne stabilnosti ulja i masti. Ubrzana oksidacija uzorka se postiže povećanjem temperature, u ovom slučaju najčešće na 60-70°C, u toku vremena, a najčešće se prati porast peroksidnog broja ili promene senzorskih svojstava uzorka, kao i promene sadržaja konjugovanih diena i triena, odnosno promene anisidinskog broja. Rezultati ovog testa se mogu izraziti na nekoliko načina i to kao: vreme u danima za koje karakteristike koje se prate dostignu određene vrednosti, vrednosti karakteristika koje se prate nakon određenog vremena (obično četiri dana testa) ili vreme u danima za koje se utvrdi pojava užglosti putem senzorskog ispitivanja (Romanić, 2022).

Tabela 1. Metode/testovi za određivanje oksidativne stabilnosti ulja i masti
Table 1. Methods/tests for determining the oxidative stability of oils and fats

Metoda/test	Ispitivani parametar	Uslovi i karakteristike
Test pri ambijentalnim uslovima	peroksidi, promene senzorskih svojstava (miris i ukus)	atmosferski pritisak, sobna temperatura, suviše spor i zahteva mnogo vremena
Schaal-oven test ili Oven test	peroksidi, promene senzorskih svojstava (miris i ukus)	atmosferski pritisak, temperatura 60-70°C, daje dobru korelaciju sa uobičajenim uslovima i vremenom čuvanja
AOM test (<i>Active Oxygen Method</i>) ili Swift test	peroksidi	produvavanje vazduha, temperatura 98°C, ne reprezentuje uobičajene uslove čuvanja, daje podatke za procenu održivosti
Rancimat test OSI (<i>Oil stability index</i>) test	nižemolekularne kiseline (provodljivost)	automatizovane verzije AOM testa, Rancimat aparat i OSI instrument
Metoda apsorpcije kiseonika	apsorbovani kiseonik	atmosferski pritisak, temperatura 80-100°C, ne reprezentuje uobičajene uslove čuvanja, daje podatke za procenu održivosti
Test na bazi fluorescentnog svetla	peroksidi, promene senzorskih svojstava (mirisa i ukusa)	atmosferski pritisak, sobna temperatura, brzo „screening” testiranje, fotooksidativne promene

AOM test (Active Oxygen Method) ili Swift test zasniva se na produvavanju vazduha kroz zagrejano ulje, čime se ubrzava njegova oksidacija. Periodično se određuje vrednost peroksidnog broja, kako bi se utvrdilo vreme za koje ulje oksidiše. Potpuno automatizovana verzija ovog testa je **Rancimat test** koji se takođe zasniva na ubrzanom kvarenju ulja ili masti pri povišenim temperaturama i produvavanju vazduha kroz uzorak, pri čemu se indukcioni period određuje merenjem provodljivosti, koja zavisi od količine izdvojenih nižemolekularnih isparljivih kiselina. Određivanje indukcionog perioda je relativno lako, jer pri kraju indukcionog perioda nastaju značajne količine isparljivih jedinjenja, od čega najveći deo čini mravlja kiselina. Takođe, u manjoj meri nastaju i sirćetna, propionska, buterna i kapronska kiselina. Uvođenjem ovih jedinjenja iz reakcione posude u destilovanu vodu i merenjem porasta provodljivosti indirektno se može pratiti tok oksidacije ulja. Na ovom principu izrađeni su komercijalni aparati za određivanje održivosti. Rancimat aparat „Methrom AG” i OSI instrument „Omion” rade na principu AOM. Sadržaj isparljivih kiselina pomoću oba aparata određuje se konduktometrijski, sa automatskim registrovanjem provodljivosti u funkciji vremena. Dužina indukcionog perioda može se odrediti pri

različitim uslovima temperature i protoka vazduha. Oba aparata imaju mogućnost ispitivanja održivosti ulja i masti u širokom temperaturnom opsegu, npr. 40-220°C (Romanić, 2022).

Postoje i uređaji kod kojih se ubrzana oksidacija postiže povišenom temperaturom (i do 180°C) i istovremenim uticajem kiseonika pod pritiskom (700 kPa i više) na uzorak, dobija se takođe indukcioni period u minutima ili satima. Takvi uređaji su **RapidOxy** „Anton Paar” i **Oxytest** „Velp” (Kilcast i Subramaniam, 2000; Romanić, 2022).

Indukcioni period neposredno ukazuje na otpornost ulja prema oksidaciji. Što je indukcioni period duži, oksidativna stabilnost, tj. održivost ulja je bolja. Održivost pojedinih rafiniranih ulja izražena kao indukcioni period dobijen pomoću Rancimat testa data je u tabeli 2 (Romanić, 2022).

Tabela 2. Održivost pojedinih rafiniranih ulja izražena kao indukcioni period određen Rancimat testom
Table 2. Shelf-life of some refined oils expressed as induction period determined by the Rancimat test

Vrsta ulja ili masti	Indukcioni period (sati), na temperaturi, t (°C)
Ulje semena suncokreta (suncokretovo ulje) - standardni, linolni tip	7,1 - 12,2 (t = 100°C) 3,5 - 6,3 (t = 120°C)
Ulje semena (zrna) soje (sojino ulje)	10,5 (t = 100°C)
Ulje semena (zrna) uljane repice (repičino ulje)	14,0 (t = 100°C)
Ulje ploda arašida (kikirikija) (kikirikijevo ulje)	13,2 - 29,2 (t = 100°C)
Ulje kukuruznih klica (kukuruzno ulje)	18,9 (t = 100°C)
Ulje perikarpa ploda masline (maslinovo ulje)	19,6 - 29,4 (t = 100°C)
Ulje perikarpa ploda palme (palmino ulje/mast)	42,5 (t = 100°C)

Nekoliko opštih faktora, tokom čuvanja, utiče na oksidativnu stabilnost ulja/ masti. Ti faktori mogu biti stepen nezasićenosti masnih kiselina, odnosno relativni sadržaj oleinske i linolne kiseline u ulju. Zatim održivost može da zavisi i od uslova proizvodnje, načina dobijanja (presovanjem ili ekstrakcijom pomoću rastvarača), vrste rafinacije (sirovo, rafinisano, deodorisano itd.), dodatka antioksidansa, načina pakovanja (u zatvorenoj ambalaži, u inertoj atmosferi itd.) i dr. Sa druge strane, na oksidativnu stabilnost ulja utiču i uslovi čuvanja kao što je vreme čuvanja, temperatura, uticaj svetlosti i sl. (Smith i sar., 2004; Grompone, 2005).

Uređaj RapidOxy 100 za određivanje oksidativne stabilnosti i održivosti

RapidOxy 100 je uređaj malih dimenzija za brzo, sigurno i lako određivanje oksidativne stabilnosti koji se koristi kao alternativa tradicionalnim metodama određivanja oksidativne stabilnosti (slika 1). Instrument daje indukcioni period kao meru određivanja oksidativne stabilnosti. RapidOxy 100 zahteva malu količinu uzorka, iz kojeg prethodno nije potrebno ekstrahovati ulje i/ili mast, a zatvoreni

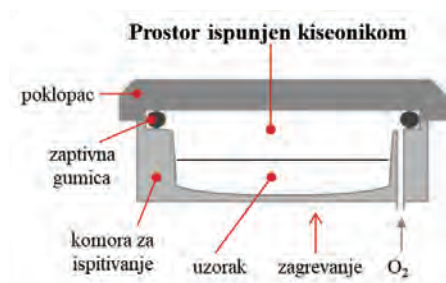
sistem garantuje visoku preciznost rezultata ispitivanja u kratkom vremenu, što su osnovne razlike u poređenju sa drugim metodama ispitivanja oksidativne stabilnosti i održivosti (RapidOxy 100, 2022a).



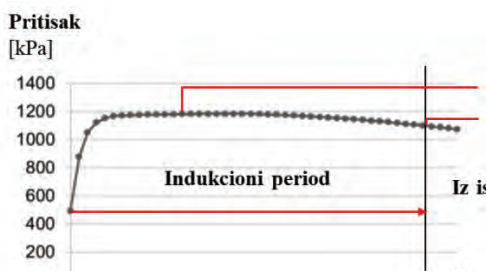
Slika 1. Uređaj RapidOxy 100 i različiti tipovi uzoraka (RapidOxy 100, 2022a)

Figure 1. RapidOxy 100 instruments and different types of samples (RapidOxy 100, 2022a)

RapidOxy 100 ubrzava proces oksidacije ispitivanog uzorka korišćenjem povišene temperature i povišenog pritiska kiseonika. To je brza metoda ispitivanja za određivanje oksidativne stabilnosti bez potrebe za prethodnom pripremom uzorka. RapidOxy 100 je pogodan za određivanje oksidativne stabilnosti uzoraka kada su dostupne male količine skupih uzoraka. Indukcioni period u minutima predstavlja vreme koje je proteklo između početka zagrevanja uzorka u komori za ispitivanje i pada pritiska za 10% od maksimalnog polaznog pritiska (slika 2a). Kao i obično, uzorci sa kraćim indukcionom periodom imaju manju oksidativnu stabilnost od uzoraka sa dužim indukcionim periodom (slika 2b).



a)



b)

Slika 2. Uređaj RapidOxy 100: a) komora za ispitivanje, b) indukcioni period (RapidOxy 100, 2022a)

Figure 2. RapidOxy 100 instruments: a) test chamber, b) induction period (RapidOxy 100, 2022a)

U tabeli 3 dati su preporučeni uslovi određivanja oksidativne stabilnosti različitih tipova uzoraka pomoću uređaja RapidOxy 100, preporučeni od strane proizvođača uređaja.

Tabela 3. Preporučeni uslovi određivanja oksidativne stabilnosti različitih tipova uzoraka hrane i goriva pomoću uređaja RapidOxy 100 (RapidOxy 100, 2022a; RapidOxy 100, 2022c; RapidOxy 100, 2022d)

Table 3. Recommended conditions for determining the oxidative stability of different types of food and fuel samples using the RapidOxy 100 (RapidOxy 100, 2022a; RapidOxy 100, 2022c; RapidOxy 100, 2022d)

	Proizvod	Preporučena temperatura ispitivanja	Početni pritisak	Količina uzorka	Završetak ispitivanja
Hrana	Ulje konoplje	100°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%
	<i>Chia</i> seme	100°C	700 kPa	3 g	pmax - 10%
	Kakao masa	120°C	700 kPa	5 g	pmax - 10%
	Kukuruzno brašno	80°C	700 kPa	1 g	pad pritiska nakon 20 h
	Jestiva ulja (suncokretovo, repičino, maslinovo)	120°C, 140°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%
	Riblje brašno	120°C	700 kPa	4 g	pmax - 10%
	Seme konoplje	80°C	700 kPa	2 g	pad pritiska nakon 20 h
	Margarin	140°C	700 kPa	3 g	pmax - 10%
	Majonez	100°C	700 kPa	4 g	pmax - 10%
	Mleko u prahu	60°C, 80°C	700 kPa	4 g	pad pritiska nakon 20 h
	Prirodni i sintetički estri (soja, suncokret)	140°C, 160°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%
	Nutella, kakao pasta, sojin lecitin	80°C, 100°C	700 kPa	5 g	pad pritiska nakon 20 h
	Ulje mente	100°C, 120°C, 140°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%
	Proteinski prah konoplje	80°C	700 kPa	4 g	pad pritiska nakon 20 h
Fosilna goriva	Dizel	140°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%
	Benzin	140°C	500 kPa	5 ml	pmax - 10%
	Lož ulje	140°C	700 kPa	5 ml	pmax - 10%

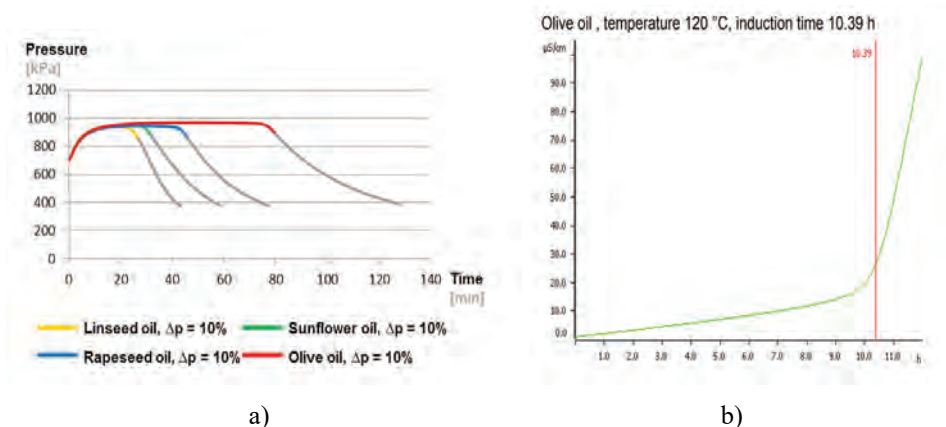
U tabeli 4 dati su rezultati određivanja oksidativne stabilnosti različitih tipova uzoraka pomoću uređaja RapidOxy 100.

Tabela 4. Rezultati određivanja oksidativne stabilnosti ulja iz različitih faza proizvodnje i kakao mase pomoću uređaja RapidOxy 100 u poređenju sa rezultatima dobijenim Rancimat testom (RapidOxy 100, 2022a; RapidOxy 100, 2022b)

Table 4. Results of determination of oxidative stability of different oils and cocoa mass using RapidOxy 100 compared with results obtained by the Rancimat test (RapidOxy 100, 2022a; RapidOxy 100, 2022b)

Uzorak	Indukcioni period			
	RapidOxy 100		Rancimat test	
	120°C 700 kPa t [min]	140°C 700 kPa t [min]	100°C 20 l/h t [h]	120°C 20 l/h t [h]
Sirovo suncokretovo ulje	73,83	24,58	10,17	2,56
Neutralno suncokretovo ulje	64,70	22,48	8,96	2,37
Vinterizovano suncokretovo ulje	65,46	21,61	8,84	2,29
Vinterizovano, filtrirano suncokretovo ulje	66,26	22,71	10,11	2,90
Deodorizovano suncokretovo ulje	74,68	25,38	12,94	3,72
Jestivo suncokretovo ulje	70,86	24,53	11,60	3,58
Jestivo repičino ulje	106,60	34,30	18,71	5,24
Kakao masa A	356,32	-	-	-
Kakao masa B	343,78	-	-	-
Kakao masa C	318,49	-	-	-
Kakao masa D	303,27	-	-	-

Na slici 3 prikazana je kriva promene pritiska tokom vremena prilikom određivanja indukcionog perioda pomoću uređaja RapidOxy 100 (slika 3a), odnosno kriva promene provodljivosti tokom vremena kod određivanja oksidativne stabilnosti pomoću uređaja Rancimat (slika 3b).



a) b)
Slika 3. Indukcioni period: a) uređaj RapidOxy 100,
 b) Rancimat (Application Bulletin, 2022; RapidOxy 100, 2022d)

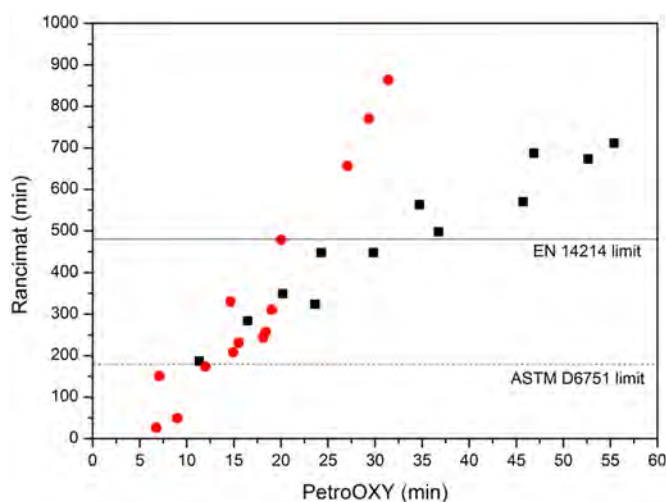
Figure 3. Induction period:

a) RapidOxy 100, b) Rancimat (Application Bulletin, 2022; RapidOxy 100, 2022d)

Oksidativna stabilnost biodizela

Stabilnost je važna karakteristika goriva, koja odražava postojanost njihovih fizičko-hemijskih karakteristika. Loša oksidativna stabilnost predstavlja jedan od glavnih nedostataka biodizela u poređenju sa fosilnim dizel gorivom, što je posledica razlike u hemijskom sastavu ova dva goriva, i to prvenstveno prisustva nezasićenih masnih kiselina u alkil estrima masnih kiselina biodizela za razliku od preovlađujućih zasićenih ugljovodonika u dizelu. Oksidacija biodizela se odvija preko niza lančanih reakcija uz učešće radikala. Tokom primarnih reakcija oksidacije nastaju hidroperoksidi, koji su nestabilni te se dalje razlažu na proizvode sekundarne oksidacije koji se mogu podeliti na monomerne proizvode (imaju istu dužinu lanca kao i prvobitna jedinjenja, ali su im različite funkcionalne grupe), oligomerne (proizvodi velikih molekulskih masa) i proizvode kratkih lanaca (kraćih od prvobitnih jedinjenja) (Tomić i sar., 2019). Promena sastava biodizela utiče na promene bitnih karakteristika ovog goriva, i to najčešće do povećanja kiselinskog broja (usled povećanja sadržaja organskih kiselina), viskoznosti i taloga (usled povećanja sadržaja jedinjenja velikih molekulskih masa) (Tomić i sar., 2013), što nadalje utiče na slabije iskorišćenje goriva i lošiju emisiju gasova procesa sagorevanja (Tomić i sar., 2019). Najefikasniji način poboljšanja oksidativne stabilnosti biodizela je dodatak antioksidanasa, međutim ovo utiče na povećanje inače visoke i na tržištu najčešće nekonkurentne cene ovog biogoriva u odnosu na konvencionalna fosilna goriva (Rankov Šicar i sar., 2021). Zbog toga je važno pristupiti pažljivom doziranju antioksidativnih aditiva i to u minimalnoj meri koja obezbeđuje zadovoljavajuću stabilnost biodizela u skladu sa propisanom (minimalnom) vrednošću prema relevantnom standardu o kvalitetu (EN14214 Tečni naftni proizvodi - Metilestri masnih kiselina (MEMK) za primenu u dizel-motorima i za potrebe zagrevanja - Zahtevi i metode ispitivanja).

Uobičajeno se određivanje oksidativne stabilnosti biodizela vrši Rancimat metodom (u skladu sa standardom EN14112) čiji rezultat u vidu indukcionog perioda se direktno upoređuje sa zahtevom definisanim standardom EN14214. Da bi biodizel (i to u vidu smeše metil estara masnih kiselina) bio prihvatljiv na tržištu sa aspekta oksidativne stabilnosti, njegov indukcioni period određen na 110°C mora biti bar 8 h, što čini ovu metodu vremenski zahtevnom, naročito u slučaju ispitivanja uticaja različitih doza aditiva i/ili velikog broja različitih uzoraka. Stoga, alternativne metode za određivanje oksidativne stabilnosti pomoću kojih se brže dobija uvid u ovu karakteristiku biodizela imaju prednost u odnosu na standardnu Rancimat metodu, naročito ako se radi o seriji uzoraka koji se na taj način mogu u kraćem vremenu uporediti.



Slika 4. Poređenje rezultata dobijenih primenom Rancimat metode i tzv. PetroOxy metode (po principu određivanja identična metodi RapidOxy) pri ispitivanju različitih uzoraka biodizela (Botella i sar., 2014)

(■ biodizel bez aditiva, ● biodizel sa aditivom)

Figure 4. Comparison of the results obtained using the Rancimat method and the so-called PetroOxy methods (identical to the RapidOxy method) when testing different samples of biodiesel (Botella et al., 2014)

(■ biodiesel without additives, ● biodiesel with additive)

Jedna od ovakvih alternativnih metoda je RapidOxy metoda koja se bazira na potpuno drukčijem principu određivanja oksidativne stabilnosti od Rancimat metode. Rancimat metoda obezbeđuje nepotpunu analizu oksidativne stabilnosti uzorka, jer se samo visoko isparljivi oksidativni proizvodi nastali kombinacijom isparavanja pod uticajem povišene temperature i brze vazdušne struje, detektuju kao posledica njihove provodljivosti u test ćeliji sa destilovanom vodom. S druge strane, određivanje stabilnosti pomoću RapidOxy uređaja uključuje uticaj svih isparljivih i neisparljivih jedinjenja na oksidativnu stabilnost. Na taj način, može se reći da RapidOxy uređaj

obezbeđuje potpunu analizu oksidativne stabilnosti uzorka kroz merenje indukcionog perioda u vezi sa gubitkom pritiska u atmosferi kiseonika (Neumann i sar., 2008; Botella i sar., 2014). Različiti rezultati koji se dobijaju pomoću ove dve metode se pripisuju različitim oksidativnim statusima ispitivanih uzoraka pod uslovima koji u njima vladaju (Botella i sar., 2014). Postoji nekoliko objavljenih studija koje porede ove dve metode sa ciljem uspostavljanja korelacije između njihovih rezultata u odnosu na uzorke biodizela (Neumann i sar., 2008; Araújo i sar., 2009; Botella i sar., 2014). Ustanovljeno je postojanje linearne zavisnosti između rezultata ove dve metode, pri čemu u velikoj meri zavisi od porekla biodizela i prisustva antioksidativnih aditiva (slika 4). Prvi rezultati određivanja oksidativne stabilnosti uzoraka biodizela sintetizovanog na Univerzitetu u Novom Sadu dobijeni primenom uređaja RapidOxy 100 predstavljeni su u tabeli 5.

Tabela 5. Oksidativna stabilnost uzoraka biodizela određena primenom uređaja RapidOxy 100 u odnosu na „RapidOxy indukциони period” rafinisanog suncokretovog ulja određen pri istim uslovima

Table 5. Oxidative stability of biodiesel samples determined using RapidOxy 100 in comparison to „RapidOxy induction period” of refined sunflower oil determined under the same conditions

Uzorak	Oksidativna stabilnost (RapidOxy 100) na 110°C, min
Biodizel od ulja divlje leske	42,0
Biodizel od ulja suncokreta (uzorak 1)	17,3
Biodizel od ulja suncokreta (uzorak 2)	12,0
Ulje suncokreta	149,7

Dosadašnja ispitivanja su pokazala dobru ponovljivost (ispod 5%) i reproduktivnost (ispod 8%) rezultata dobijenih metodom na bazi smanjenja pritiska kiseonika (PetroOXY) (Neumann i sar., 2008), kao i značajnu korelaciju sa rezultatima dobijenim primenom Rancimat metode (veće od 0,90) (Neumann i sar., 2008). Uzimajući dodatno u obzir da je ovo znatno brža metoda od Rancimat metode, PetroOXY/RapidOxy metoda je pogodna za buduću standardizaciju i normative. Upravo nacrt standarda naSRPS EN 16091:2020 (Tečni naftni proizvodi - Srednji destilati i goriva metilestara masnih kiselina (MEMK) i mešavine - Određivanje oksidativne stabilnosti brzom metodom pomoću pokazivača male skale) utvrđuje metodu za određivanje oksidativne stabilnosti goriva srednjih destilata, goriva metil estara masnih kiselina (MEMK) i njihove mešavine, pod ubrzanim uslovima, merenjem indukcionog perioda do utvrđene prekidne tačke u reakcionoj posudi sa uzorkom i kiseonikom. Ipak, potrebna su dalja opsežna međulaboratorijska ispitivanja različitih biodizel goriva sa i bez aditiva, kako bi

se utvrdile granične vrednosti na osnovu kojih bi se na isti način kao i pomoću Rancimat metode mogla izabrati goriva koja će u dovoljno dugom periodu skladištenja ostati nepromenjenog, stabilnog sastava i osobina.

ZAKLJUČAK

RapidOxy 100 zahteva malu količinu uzorka, iz kojeg prethodno nije potrebno ekstrahovati ulje i/ili mast, a zatvoreni sistem garantuje visoku preciznost rezultata ispitivanja u kratkom vremenu, što su osnovne razlike u poređenju sa drugim metodama ispitivanja oksidativne stabilnosti i održivosti.

Bez obzira na stanje, teksturu i reološka svojstva koje ima uzorak, RapidOxy 100 je jednako pogodan za merenja kod širokog spektra tečnih, viskoznih, čvrstih, zrnastih, praškastih uzoraka. Iako je metoda standardizovana samo prema ASTM D8206, pomoću njega se na lak i pouzdan način mogu izvesti određivanja oksidativne stabilnosti i održivosti uzoraka svih navedenih proizvoda u cilju ispitivanja kvaliteta i održivosti, poboljšanja postojećih i razvoja novih proizvoda.

Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat rada na projektu, evidencioni broj: 680-00-00030/1/2021-02, finansiranom od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Uprave za agrarna plaćanja.

LITERATURA

1. Application Bulletin (2022). Oxidation stability of oils and fats - Rancimat method, No. 204/2 e, Metrohm AG, Herisau, Switzerland (www.metrohm.com).
2. Araújo, S.V., Luna, F.M.T., Rola, E.M.Jr., Azevedo, D.C.S., Cavalcante, C.L.Jr. (2009). A rapid method for evaluation of the oxidation stability of castor oil FAME: influence of antioxidant type and concentration. Fuel Processing and Technology, 90: 1272-1277.
3. Botella, L., F. Bimbela, L. Martin, J. Arauzo, J. L. Sanchez, Oxidation stability of biodiesel fuels and blends using the Rancimat and PetroOXY methods. Effects of 4-allyl-2,6-dimethoxyphenol and catechol as biodiesel additives on oxidation stability. Frontiers in Chemistry 2 (2014) 43.
4. Caruso, M.C., Galgano, F., Colangelo, M.A., Condelli, N., Scarpa, T., Tolve, R., Favati, F. (2017). Evaluation of the oxidative stability of bakery products by OXITEST method and sensory analysis, Eur. Food Res. Technol., 243: 1183-1191.
5. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.

7. Grompone, M.A. (2005). Sunflower Oil, pp. 655-725, in: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2, J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.
8. Karlovits, G., Pajin, B., Szedljak J.I., Bognár E. (2019). Metode za određivanje roka trajanja konditorskih proizvoda. V. regionalno savetovanje konditorske industrije, Beograd.
9. Kilcast, D., Subramaniam, P. (2000). The stability and shelf-life of food. Woodhead Publishing, Cambridge, USA.
10. Neumann, A., Jebens, T., Wiembicki, V. (2008). A method for determining oxidation stability of petrodiesel, biodiesel, and blended fuels. American Laboratory, 40: 22-26.
11. Rankov Šicar, M., Mičić, R., Tomić, M., Đurišić-Mladenović, N. (2021). Efficiency of different additives in improvement of oxidation stability of fatty acid methyl esters with different properties. Journal of Serbian Chemical Society, 86: 739-752.
12. RapidOxy 100 (2022a). H82IA011EN-A: Determination of Oxidation Stability - a User Guideline. Relevant for: food industry, cosmetics industry, pharmacy, petro industry, Anton Paar GmbH (www.anton-paar.com).
13. RapidOxy 100 (2022b). H82IA008EN-A: Oxidation Stability of Cocoa Mass and Vanilla Extracts. Relevant for: Food Industry, Anton Paar GmbH (www.anton-paar.com).
14. RapidOxy 100 (2022c). H82IA007EN-A: Fuel: Diesel Testing. Relevant for: Petroleum Industry, Research & Development, Anton Paar GmbH (www.anton-paar.com).
15. RapidOxy 100 (2022d). H82IA005EN-A: RapidOxy 100: Oxidation Stability of Edible Oils. Relevant for: Food Industry, Anton Paar GmbH (www.anton-paar.com).
16. Rios, R.V., Pessanha, M.D.F., Almeida, P.F., Viana, C.L., Lannes, S.C. (2014). Applications of fats in some foods products. Food Sci. Technol., 34: 3-15.
17. Romanić, R. (2022). Praktikum iz tehnologije prerade uljarica, elektronsko CD izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
18. Smith, J.O., Daifas, D.P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., El-Khoury, A. (2004). Shelf life and safety concerns bakery products - a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 44:19-55.
19. Tomić, M., Đurišić-Mladenović, N., Mičić, R., Simikić, M., Savin, L. (2019). Effects of accelerated oxidation on the selected fuel properties and composition of biodiesel, Fuel, 235: 269-276.
20. Tomić, M., Ivanišević, M., Mičić, R., Savin, L., Simikić, M. (2013). Uticaj starenja na promenu viskoziteta i kiselinskog broja biodizela proizvedenog od različitih sirovina. Savremena poljoprivredna tehnika, 39: 133-142.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

- Abduladim A. 89
Antić M. 151
- Babec B. 17
Bajagić M. 57, 89
Bajkanović J. 159
Bjelica M. 167
- Čakarević J. 193
Čurović O. 7
- Ćeran M. 65, 81
Ćirić I. 159
Ćuk N. 25
- Cerovski P. 109
Cvejić S. 17, 25, 333, 41, 123
Cvetković B. 145
Cvijanović G. 49, 73, 89
- Doroslovac J. 185, 199, 217
Dozet G. 49, 57, 82, 89
Dražić G. 97
- Đorđević V. 65
Đukić V. 49, 57, 65, 73, 81, 91
Đuragić O. 123
Đurišić-Mladenović N. 225
- Filipović V. 109
Fišteš A. 225
- Grahovac N. 25, 41, 123
Gvozdenac S. 17, 123
- Hladni N. 17, 41
Hromiš N. 207
- Ikanović J. 109
Indić M. 97
- Jaćimović S. 25, 33, 49, 57, 81, 123
Jocić S. 17, 25, 33, 41
- Jocković M. 25, 33
Jovanović P. 175
- Kalenjuk Pivarski B. 159 Kancko D. 145
Kandelinskaja O. 81
Kiprović B. 33, 123
Klisurić N. 25, 33
Kolarić Lj. 97 Kondić Špika A. 133
Kostić M. 123
Kračković M. 145
- Lakić N. 167
Lević S. 151
Lončarević I. 175, 185
Lužaić T. 41
- Malićanin M. 151
Mamlić Z. 49, 57, 81, 89
Marinković J. 49, 73
Marjanović Jeromela A. 17, 73, 123, 133
Miklić V. 17, 25, 33
Miladinović D. 17, 123
Miladinović J. 49, 57, 65, 73, 81, 89
Miljaković D. 65, 73
Mladenov V. 123
Mrakić B. 139
- Nedović V. 151
Nikolić I. 185
Nikolovski Z. 175
Nović G. 199
- Pajin B. 175, 185, 225
Parenta G. 139
Pavlović M. 145
Pejić L. 167
Petrović J. 175, 185
Pezo L. 133
Popović Lj. 193
Popović S. 207
Popović V. 97, 109
- Rabrenović B. 151, 167

Rac V. 151
Radeka I. 25, 33
Rajković D. 123, 133
Rakašćan N. 97
Rakić V. 151
Rakita S. 123
Randelović P. 65
Rogić M. 109
Romanić R. 41, 193, 225

Salević A. 151
Sedlar T. 192
Spahić A. 97
Sremčev B. 217
Stamenković O. 127
Stojanović D. 57, 65, 123
Stojanović Z. 145
Strugar V. 109

Šarac V. 175, 217
Šarčević Todosijević Lj. 109
Šoronja-Simović D. 185
Šuput D. 207

Terzić S. 17
Tintor B. 73
Tot I. 139
Trzin D. 145

Ugarković J. 207

Veljković V. 123
Vujačić Lj. 199
Vujasinović V. 159, 167
Vukeljić N. 109

Zarić D. 175, 185

Živanović Lj. 97

NAJAVA SKUPA

**2nd International Conference on
Advanced Production and Processing ICAPP
Faculty of Technology Novi Sad, Novi Sad, Serbia
20th - 22nd October 2022**



2nd International Conference on Advanced Production and Processing (ICAPP) održaće se u Novom Sadu, u Srbiji **od 20. do 22. oktobra 2022. godine**, u organizaciji **Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Univerziteta u Novom Sadu**.

2nd ICAPP je sveobuhvatna naučna konferencija sa fokusom na napredna istraživanja proizvodnje i prerade u različitim oblastima tehnologije. ICAPP je osnovan i počeo sa radom 2019. godine na matičnoj ustanovi Tehnološkom fakultetu Novi Sad, u Srbiji. Prvoj (1st ICAPP) konferenciji prisustvovalo je preko 300 istraživača iz 22 zemlje regiona i sveta.

2nd ICAPP posvećen je najnovijim dostignućima i otkrićima u oblasti tehnologije po sledećim sekcijama: Prehrambena tehnologija, Biotehnologija, Nutraceutici i farmacija, Inženjerstvo materijala, Petrohemijско inženjerstvo, Inženjerstvo životne sredine, Hemijско inženjerstvo i Održivi razvoj.

Glavni cilj konferencije je predstavljanje i diskusija o najnovijim dostignućima i inovacijama, kao i novim naučnim u okviru navedenih tema konferencije. Pored toga, cilj konferencije je da okupi profesionalce i naučne radnike i da podstakne njihovo povezivanje, kreiranje novih ideja, zajedničkih istraživanja, novih projekata i inovacija.

Više informacije o konferenciji, rokovima i registraciji nalaze se na web stranici konferencije <https://www.tf.uns.ac.rs/en/icap.html>.

Sledeći 3rd ICAPP biće organizovan 2024. godine.

Prof. dr Biljana Pajin,
Dekan Tehnološkog fakulteta Novi Sad i
Predsednik Konferencije

NAJAVA SKUPA

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

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



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

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



Doc. dr Ranko Romanić

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

633.85(082)

665.3(082)

САВЕТОВАЊЕ “Производња и прерада уљарица” (63 ; Херцег Нови ; 2022)

Zbornik radova / 63. savetovanje “Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, 26. jun - 1. jul 2022. = Proceedings = 63rd Conference “Production and Processing of Oilseeds” with international participation ; [uređivački odbor Biljana Pajin ... et al.]. - Novi Sad : Tehnološki fakultet : Institut za ratarstvo i povrtarstvo : Industrijsko bilje, 2022 (Novi Sad : Feljton). - 241 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki rad. - Rezime na engl. jeziku uz svaki rad. - Registar.

ISBN 978-86-6253-154-4

а) Уљарице - Производња - Зборници б) Уљарице - Прерада - Зборници

COBISS.SR-ID 67938569



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





rezervni delovi za pužne prese



novi valjci /usluga rifovanja i brušenja



ISBN 978-06-6253-154-4



9 788662 531544 >

rezervni delovi za ekstrudere