

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarstvo

(Online)

Volumen 56, broj 1 (2025)

ISSN 0351-9503 (Print)

ISSN 2956-0594 (Online)

DOO INDUSTRIJSKO BILJE NOVI SAD



INDUSTRIJSKO BILJE

www.indbilje.co.rs

Izdavač(i)*Publisher(s)*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija – Tehnologija prerade uljarica, Tehnologija biljnih ulja i masti
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

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

University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Novi Sad, Serbia – Oilseed Processing Technology, Vegetable Oils and Fats Technology

Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia, Novi Sad, Serbia

„Industrial crops“ LLC, Novi Sad, Serbia

Uređivački odbor*Editorial board*

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

Dr Olga Čurović, „Industrijsko bilje“ d.o.o., Novi Sad, Srbija

Zoran Nikolovski, dipl. inž., „Sojaprotein“ d.o.o., Bečej, Srbija

Prof. dr Biljana Pajin, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija

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

Prof. dr Biljana Rabrenović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Srbija

Gordan Parenta, dipl. inž., „Dijamant“ d.o.o., Zrenjanin, Srbija

Milan Ševo, dipl. inž., „Sojaprotein“ d.o.o., Bečej, Srbija

Nada Grbić, dipl. inž., Fabrika ulja „Banat“ a.d., Nova Crnja, Srbija

Dragan Trzin, dipl. inž., „Victoriaoil“ d.o.o., Šid, Srbija

Mirjana Grujić, dipl. hem., „Vital“ a.d., Vrbas

Prof. György Karlovits, Ph.D., Corvinus University, Budapest, Hungary

Branislav Dozet, Ph.D., KWS Group, KWS Magyarország Kft., Bábolna, Hungary

Prof. Mirjana Bocevska, Ph.D., Faculty of Technology and Metalurgy, Skopje, Macedonia

Prof. Vlatko Marušić, Ph.D., Mechanical Engineering Faculty, Slavonski Brod, Croatia

Glavni i odgovorni urednik*Editor in chief*

Prof. dr Ranko Romanić

Urednik*Editor*

Dr Olga Čurović

Tehnička priprema i dizajn*Technical preparation and design*

Prof. dr Ranko Romanić

Adresa redakcije*Editorial board address*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad – Tehnologija prerade uljarica, Tehnologija biljnih ulja i masti, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Republika Srbija

Telefon: 021 485 3700; Fax: 021 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs

University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad – Oilseed Processing Technology, Vegetable Oils and Fats Technology, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Republic of Serbia

Phone: +381 21 485 3700; Fax: +381 21 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs

ISSN*ISSN*

(Štampano izdanje)

(Print)

0351-9503

ISSN*ISSN*

(Online)

(Online)

2956-0549

UDK*UDC*

633.85+664.3

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

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

<https://www.tf.uns.ac.rs/en/science-and-research/publications/50-english/science-and-research/publications/552-uljarstvo.html>

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 56, broj 1

(Online)

Godina 2025

SADRŽAJ

CONTENT

1. Čurović O.
PROIZVODNJA ULJANIH BILJNIH USEVA U SVETU 4
(Pregledni rad)
PRODUCTION OF OIL CROPS IN THE WORLD
(Review paper)
2. Đukić V., Miladinović J., Latković D., Mamlić Z., Đorđević V., Vasiljević M., Brankov T.
UTICAJ LOKALITETA GAJENJA I SORTE NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE 12
(Originalni naučni rad)
INFLUENCE OF CULTIVATION LOCATION AND VARIETY ON SOYBEAN YIELD AND QUALITY
(Original scientific paper)
3. Đukić V., Miladinović J., Mamlić Z., Đorđević V., Čeran M., Jaćimović S., Randelović P.
UTICAJ KASNIJIH ROKOVA SETVE NA KVALITET SOJE 22
(Originalni naučni rad)
INFLUENCE OF LATER SOWING DATES ON SOYBEAN QUALITY
(Original scientific paper)
4. Bajagić M., Mamlić Z., Fačara L., Đukić V., Miladinović J., Cvijanović G., Dozet G.
UTICAJ PREDSETVENE PRIMENE AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE 30
(Originalni naučni rad)
THE INFLUENCE OF THE INTENDED APPLICATION OF AMMONIUM NITRATE ON THE QUALITY OF SOYBEANS
(Original scientific paper)
5. Cvijanović V., Mamlić Z., Đukić V., Miladinović J., Čeran M., Bajagić M., Cvijanović G.
PROMENA KVALITETA ZRNA SOJE USLED FOLIJARNE PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA 37
(Originalni naučni rad)
CHANGES IN THE QUALITY OF SOYBEANS DUE TO FOLIAR APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS
(Original scientific paper)
6. Mitrović S., Rajković D., Stevanović M.
INSTALACIJA I PUŠTANJE U RAD NOVE LINIJE DEGUMIRANJA SA TOPLOM NEUTRALIZACIJOM KAPACITETA 100 TONA NA DAN 47
(Stručni rad)
INSTALLATION AND COMMISSIONING OF A NEW DEGUMMING LINE WITH HOT NEUTRALIZATION, CAPACITY 100 TONS PER DAY
(Technical paper)

7. Lužaić T., Nedić Grujin K., Nikolovski B., Maksimović Z., Romanić R.
**OPTIMIZACIJA UKLANJANJA VOSKOVA IZ SUNCOKRETOVOG ULJA
PRIMENOM CELULOZNIH FILTRACIONIH SREDSTAVA TOKOM
VINTERIZACIJE** 56
(Originalni naučni rad)
*OPTIMIZATION OF WAX REMOVAL FROM SUNFLOWER OIL USING
CELLULOSE-BASED FILTRATION AIDS DURING WINTERIZATION*
(Original scientific paper)
8. Ćirković A., Demin M., Fotirić-Akšić M., Rabrenović B.
**VALORIZACIJA NUSPROIZVODA PRERADE VOĆA RODA PRUNUS:
HLADNO PRESOVANA ULJA SEMENA ŠLJIVE, KAJSIJE I VIŠNJE** 67
(Originalni naučni rad)
*VALORISATION OF BY-PRODUCTS FROM THE PROCESSING OF FRUITS OF THE
GENUS PRUNUS: COLD-PRESSED PLUM, APRICOT, AND SOUR CHERRY SEED OIL*
(Original scientific paper)
9. Stožinić M., Lončarević I., Šojić B., Romanić R., Lužaić T., Gere A.
**OKSIDATIVNA STABILNOST NAMENSKE MASTI ZA KAKAO KREM
PROIZVODE OBOGAĆENE PROTEINSKIM PRAHOM ACHETA DOMESTICUS** 79
(Originalni naučni rad)
*OXIDATIVE STABILITY OF SPECIALIZED FAT INTENDED FOR COCOA CREAM
PRODUCTS ENRICHED WITH ACHETA DOMESTICUS PROTEIN POWDER*
(Original scientific paper)
10. Šarac V., Koruga M., Sremčev B., Nikolovski Z., Ševo M.
LABORATORIJSKE METODE ZA ODREĐIVANJE AFLATOKSINA U SOJI 87
(Stručni rad)
*LABORATORY METHODS FOR THE DETERMINATION OF AFLATOXINS
IN SOYBEAN*
(Technical paper)
11. Dozet B., Gruber B., Kismányoky A., Mikolčević D., Petrache T., Hodoba B., Toth A.
**THE EFFECT OF SEED TREATMENT ON SUNFLOWER ROOT DEVELOPMENT,
MEASURED WITH MINIRHIZOTRONS** 94
(Original scientific paper)
*UTICAJ TRETMANA SEMENA NA RAZVOJ KORENOVOG SISTEMA
SUNCOKRETA MEREN MINIRIZOTRONIMA*
(Originalni naučni rad)

Prilozi

Supplements

- | | |
|--|-----|
| IN MEMORIAM – Akademik DRAGAN ŠKORIĆ | 104 |
| <i>IN MEMORIAM – Academician DRAGAN ŠKORIĆ</i> | |
| INFORMACIJE O ODRŽAVANJU SKUPOVA | 106 |
| <i>INFORMATION ON THE ORGANIZATION OF MEETINGS</i> | |
| UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA | 109 |
| <i>INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS</i> | |

PROIZVODNJA ULJANIH BILJNIH USEVA U SVETU

Dr Olga Čurović✉

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

IZVOD

U radu se najpre analizira planeta Zemlja, njena veličina i osnovni potencijali u zemljištu i vodenim površinama kao osnovnim resursom bez kog se danas ne može govoriti o poljoprivrednoj proizvodnji. Po svom sastavu planeta Zemlja se sastoji od 70,9% vode i 29,1% kopna. Voda i kopno-zemljište imaju važnu ulogu za proizvodnju u agroindustrijskom kompleksu. Nagli rast stanovništva je ovde dobio mesto iz razloga što je premašen broj od 8 milijardi ljudi na Zemlji zabrinuo one koji mogu da utiču na njegovo naglo smanjenje, a koji su sebe postavili za odgovorne da stvaraju uslove života i svetskog poretka. U nastavku rada se analizira ostvarena proizvodnja uljanih biljnih useva i ulja kao i njihova potrošnja. Osim toga spomenula sam i vokabular koji se danas koristi u svakodnevnom životu i njegovo značenje.

Ključne reči: planeta Zemlja, poljoprivredno i obradivo zemljište, stanovništvo, proizvodnja uljanih biljnih vrsta.

PRODUCTION OF OIL CROPS IN THE WORLD

ABSTRACT

The paper first analyzes the planet Earth, its size and basic potentials in soil and water areas as a basic resource without which today we cannot talk about agricultural production. According to its composition, the planet Earth consists of 70.9% water and 29.1% land. Water and land play an important role for production in the agro-industrial complex. A rapid population growth has taken place here due to the fact that the number of 8 billion people on Earth has been exceeded, it has worried those who can influence its sudden decrease and who have made themselves responsible for creating the conditions of life and world order. In the continuation of the work, the realized production of oil crops and oil, as well as their consumption, is analyzed. In addition, I mentioned the vocabulary that is used in everyday life today and its meaning.

Key words: planet Earth, agricultural and arable land, population, production of oilseeds.

SVETSKO, A GLOBALNO

U dosadašnjim analizama tematiku u radu smo posmatrali kao „svetski” fenomen. Sve što se odnosilo na svetsko, svaki podatak, bilo da je to samo broj ili događaj pa i odluka, podrazumevalo se da je svima dostupna ili je imaju, bez obzira da li je kod svakog u

✉ Dr Olga Čurović

Železnička 17/br. I, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Tel. +381 21 661 6633

E-mail: office@indbilje.co.rs; olga@indbilje.co.rs

primeni ili ne. Krajem dvadesetog veka terminologija se menja ne samo formalno već i suštinski i umesto „svetsko” u dvadeset prvom veku svet postaje „globalan”. Globalna je proizvodnja, globalno je tržište, globalne su klimatske promene, globalne su epidemije i dr. U čemu je suština pojma „globalno” i šta ga razlikuje od pojma „svetsko”. Po mom mišljenju globalno uvek potiče od neke Svetske organizacije kao ustanove, Foruma i sl., i često je njihov stav u vidu odluke ili preporuke naredbodavan ili obavezujući. Setimo se samo korone, pa i zelene agende, rodne ravnopravnosti i drugo. Osim toga ovaj period je podrazumevao globalnu ekonomiju naspram nacionalne ekonomije kojoj danas stremi SAD, a po tom ugledu i ostale razvijene zemlje. Ovakvo obrazloženje će biti primenjeno u ovom radu.

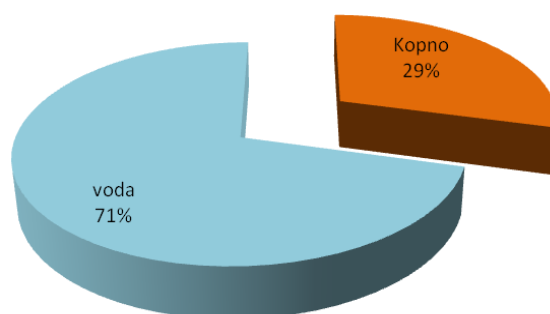
PLANETA ZEMLJA

Koje su pretpostavke i karakteristike planete Zemlje za odvijanje poljoprivredne proizvodnje. U tom smislu prikazala sam u brojkama jedan od osnovnih faktora za odvijanje ne samo poljoprivredne proizvodnje već i bilo koje druge životne aktivnosti, a to je zemljište. U ovom radu namerno su izostavljeni ostali faktori kao što su klima i lokalni vremenski uslovi, ljudski potencijali, primena agrotehnike, društveno-politički uslovi itd.

Živimo na planeti Zemlji ne razmišljajući mnogo o njoj. Zato sam odlučila da se podsetimo njene veličine. Prema poslednjim podacima (The World Factbook), planeta Zemlja se prostire na ukupno: 510,072 miliona km², od čega je:

- kopno 148,94 miliona km²,
- dok su vodene površine 361,9 miliona km².

Prema ovim pokazateljima sastav planete Zemlje je 70,9% vode i 29,1% kopna. Voda se smatra da je izvor života i kao takva je važan njen osobeni sastav (slika 1).



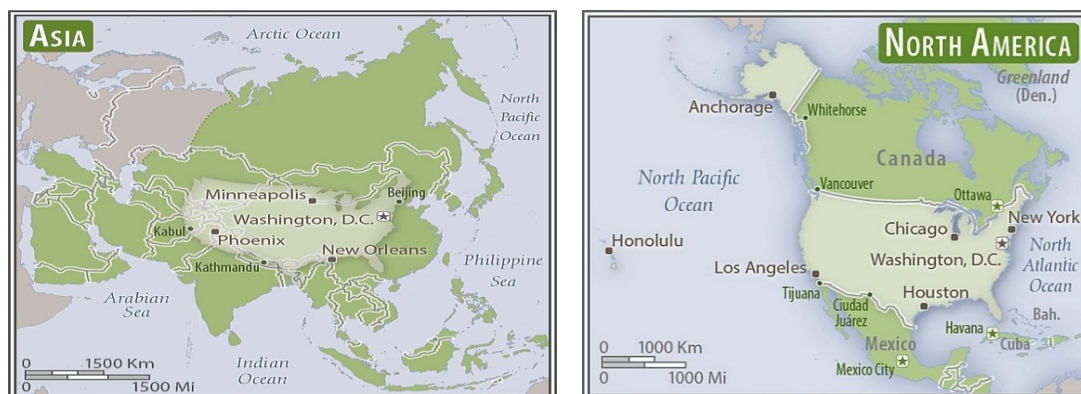
Slika 1. Planeta Zemlja
Figure 1. Planet Earth

Oko 97,5% vode na Zemlji je slana voda. Ostatak od 2,5% slatke, sveže vode, oko dve trećine je zamrznuto, uglavnom zaključano u antarktičkim ledenim pločama i planinskim glečerima širom sveta. Kada bi se sav površinski led na Zemlji potpuno otopio, nivo mora bi porastao za oko 70 m.

Procenjuje se da je Bajkalsko jezero, koje se nalazi u Rusiji istovremeno najdublje jezero na svetu i da sadrži jednu petinu svetskih svežih površinskih voda.

Veličina države i rudna bogatstva koje ima su najvažniji za stabilnu, ekonomski nezavisnu i suverenu politiku jedne zemlje. Posebno se ističe veličina Sjedinjenih Američkih Država u odnosu na planetu Zemlju, ponovnom željom SAD da bude jedina svetska supersila i po veličini. Danas je situacija takva da je ukupna kopnena površina Zemlje oko 16 puta veća od površine Sjedinjenih Američkih Država, kao i da je Rusija (najveća zemlja u svetu) takođe veća od SAD za 1,8 puta sa duplo manje stanovnika. Nije slučajno da su pojedini kontinenti prikazani u komparaciji sa Sjedinjenim Američkim Državama. Sjedinjene Američke Države u poređenju sa zemljama po kontinentima navedene su na sledeći način, a odabrala sam samo neke (slika 2).

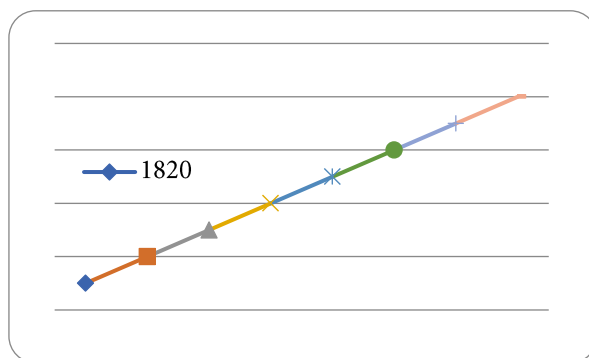
Konačnom pojavom SAD kao jedine svetske supersile sredinom XX veka je krajem 1999. agresijom nad SFR Jugoslavijom njena dominacija postepeno slabila. Zato sada državno i političko rukovodstvo SAD radi na tome da se ponovo nametne njena dominacija u novom milenijumu, XXI veku.



Slika 2. Mapa poređenja SAD, 9.826.675 km²- Azija, 44.568.500 km²; SAD, 9.826.675 km² - Severna Amerika, 24.473.000 km²

Figure 2. Area comparison map USA, 9.826.675 km² - Asia, 44.568.500 km²; USA, 9.826.675 km² - North America, 24.473.000 km²

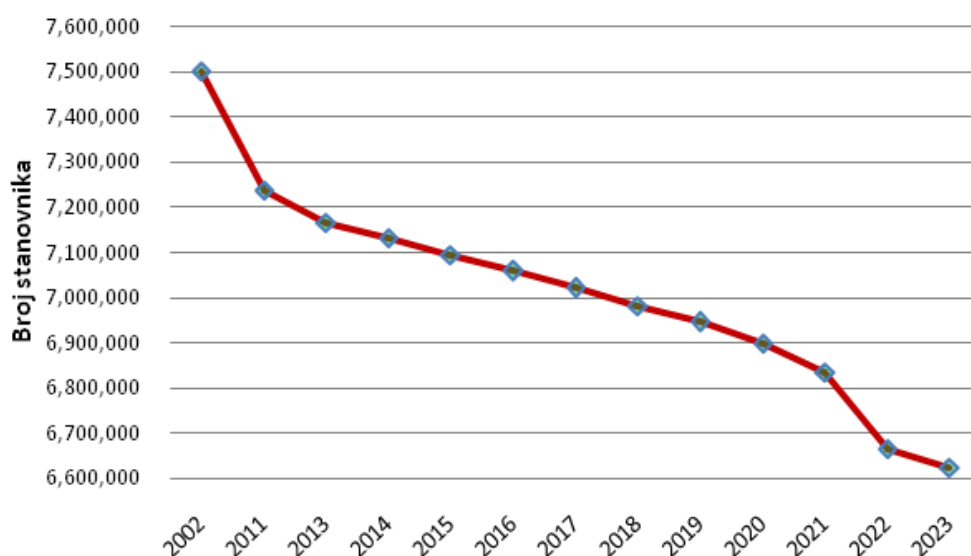
Zemlja je planeta na kojoj živi čovek. U XXI veku se često ne gleda blagonaklono na broj stanovnika danas. Istine radi, stanovništvo na planeti nastavlja da se bzo širi. Stopa rasta stanovništva po proceni (The World Factbook) iz 2021. godine iznosila je 1,03%. Sa napomenom da ova stopa rezultira sa 154 rođenih svakog minuta odnosno 2,6 ljudi rođenih svake sekunde. Međutim, **stopa nataliteta po podacima iz 2024. godine je povećana na 260 rođenih svakog minuta ili 4,3 rođenih svake sekunde širom sveta, dok je stopa smrtnosti rezultirala sa 121 umrlih svakog minuta ili 2 smrtna slučaja svake sekunde širom sveta** (slika 3).



Slika 3. Broj stanovnika u svetu u milijardama

Figure 3. World population in billions

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku prirodni priraštaj u Srbiji je negativan i ušao je u fazu odumiranja srpskog stanovništva. Na 1000 stanovnika kako beleži naša statistika u 2023. godini je 9,2 rođeno a 14,7 umrlo. Ovaj podatak je nešto bolji od prethodnih, recimo da je 2021. godine broj rođenih na 1000 stanovnika iznosio 9,1, dok je broj umrlih na 1000 stanovnika iznosio 20 (slika 4).



Slika 4. Broj stanovnika u Srbiji

Figure 4. Serbia population

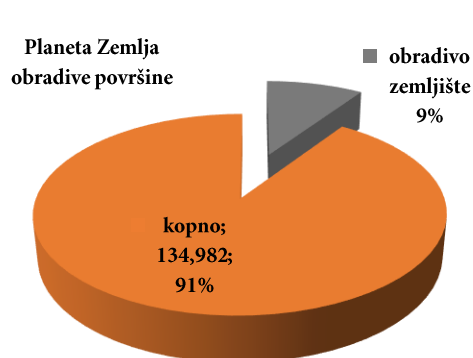
PROIZVODNJA ULJANIH BILJNIH USEVA

Analiza poljoprivredne proizvodnje, posebno uljanih biljnih useva, u svetu je posmatrana prema potencijalima koje planeta Zemlja ima. Ona daje mogućnost da poljoprivredni proizvođači ostvare i dođu do sve boljih rezultata, kroz ukupno poljoprivredno i obradivo zemljište.

Organizacija za hranu i poljoprivredu koja je pri Ujedinjenim nacijama, daje podatke za 2014. godinu da poljoprivredno zemljište u svetu zauzima ukupnih 4.900 Mha koje se koristi za poljoprivredu. Od toga obradivo zemljište iznosi 1.417 Mha što čini 28,9% od ukupnog poljoprivrednog zemljišta. Međutim, ako se uporedi sa ukupnim

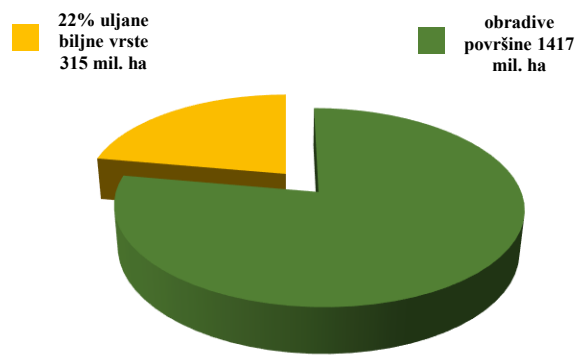
kopnenim delom planete Zemlje (148,940 miliona km²), obradive površine izražene u km² su 14,170 miliona km², što iznosi 9,5% (slika 5).

Proizvodnja odnosno setva uljanih biljnih useva (soja, uljana repica, suncokret) se obavlja na oko 220 miliona hektara, sto iznosi 15,5% od obradivih površina (slika 6).



Slika 5. Planeta Zemlja, obradive površine

Figure 5. Planet Earth, arable land



Slika 6. Površine pod uljanim biljnim vrstama

Figure 6. Area under the oilseeds

Međutim, sa ostalim uljanim usevima i biljem koristi se oko 315 miliona hektara, što iznosi 22,2% u odnosu na obradive površine (tabela 1).

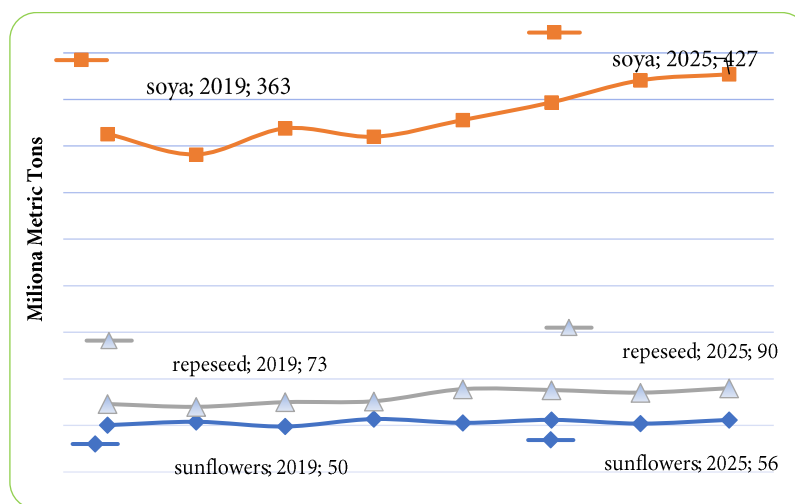
Tabela 1. Proizvodnja uljarica u svetu

Table 1. World production of oilseeds

Production	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	2025/26
Oilseed, Copra	5,77	6,03	6,00	6,21	5,80	5,87
Oilseed, Cottonseed	39,94	39,54	40,50	39,69	41,89	41,07
Oilseed, Palm Kernel	19,09	18,88	19,75	19,59	20,33	20,79
Oilseed, Peanut	50,69	52,12	49,80	49,76	51,28	51,78
Oilseed, Rapeseed	75,44	76,65	89,86	89,90	85,10	89,56
Oilseed, Soybean	369,63	360,53	378,35	396,93	420,87	426,82
Oilseed, Sunflowerseed	48,87	56,86	52,78	56,00	51,91	56,22
Total	609,42	610,60	637,04	658,08	677,16	692,10

Proizvodnja uljanih useva poslenjih pet godina globalnih kriza ostvaruju sukcesivno godišnje rekordne rezultate. Ukupna proizvodnja uljanih useva samo od 2020/21. godine do danas porasla je za 83 miliona tona ili za približno 14%. Prema podacima USDA procene su da će u nastupajućoj 2025/26. sezoni ostvariti rekornu proizvodnju ukupnih uljanih useva sa 315 miliona hektara i rekordnom proizvodnjom od 692 miliona tona. Najveće učešće permanentno zauzima soja sa 146 miliona hektara i rekordnom proizvodnjom od 427 miliona tona, odnosno najvećim učešćem od 62% u odnosu na ukupnu proizvodnju. Ovom povećanju je doprinela veća proizvodnja soje u Južnoj Americi, odnosno Brazilu.

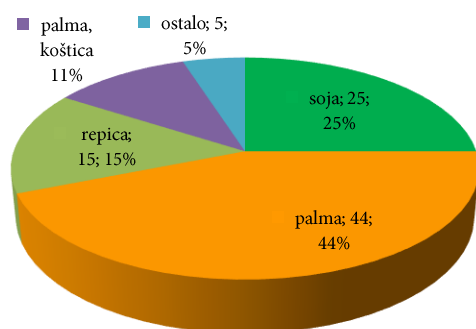
Po izveštaju USDA, nakon prošlogodišnje suše koja je smanjila prinose širom Evrope, očekuje se značajan oporavak i za uljanu repicu i za suncokret. Svetska proizvodnja suncokreta će porasti za 4 miliona tona zahvaljujući značajnom oporavku u Evropskoj uniji, Ukrajini i Rusiji na oko 56 miliona tona. Uljana repica je druga po doprinosu dobrih rezultata u proizvodnji uljanih useva u svetu. Sa preko 43 miliona hektara očekuje se u 2025/26. sezoni da ostvari oko 90 miliona tona. Suncokret je na stabilnom trećem mestu sa očekivanom proizvodnjom sa 28 miliona hektara od preko 56 miliona tona zrna suncokreta. Proizvodnja suncokreta zauzima stabino treće mesto u proizvodnji uljanih useva u svetu od 8%.



Slika 7. Proizvodnja soje, uljane repice i suncokreta

Figure 7. World production of soybean, rapeseed and sunflowerseed

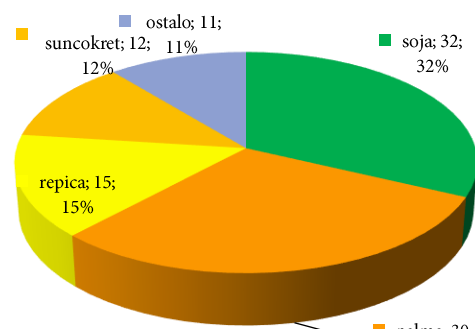
Ne samo da raste proizvodnja već se očekuje da će prerada uljarica biti rekordna, 580 miliona tona, uglavnom zbog povećane potrošnje soje i oporavka prerade suncokreta i uljane repice. Samim tim da proizvodnja i prerada rastu, očekuje se da će i potrošnja uljarica i biljnog ulja porasti za 3% i 2% respektivno (slike 7-9).



Industrijska potrošnja biljnog ulja 2025/26

Slika 8. Industrijska potrošnja biljnog ulja 2025/26

Figure 8. Industrial consumption of vegetable oil 2025/26



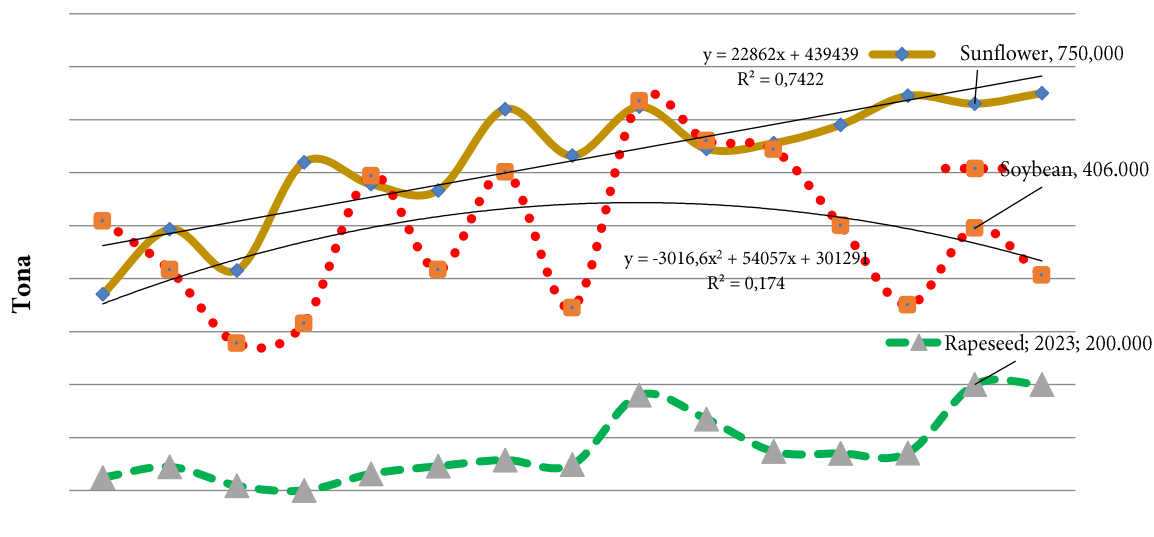
Potrošnja biljnog ulja 2025/26 u %

Slika 9. Potrošnja biljnog ulja 2025/26
Figure 9. Vegetable oil consumption 2025/26

PROIZVODNJA ULJANIH USEVA U SRBIJI

Proizvodnja biljnih uljanih useva osetljivih na visoke temperature i nedostatak vode u dužem vremenskom periodu u Srbiji su pretrpeli gubitke zbog velike suše, koja je imala najveći negativan uticaj na prinose kukuruza i soje. Suncokret, otporniji na visoke temperature je imao minimalne gubitke, pa je u 2022. godini ostvario rekordnu proizvodnju do tada, od oko 750 hiljada tona. Kao što se iz prikazanog grafikona vidi, soja je imala oscilacije u proizvodnji pod uticajem vremenskih uslova koji joj nisu pogodovali. Nagli skok je ostvarila 2018. godine zbog visokih prinosa (3,5 t/ha), pa se izjednačava sa suncokretom u proizvodnji tri godine zaredom. Sledeće 2021. godine njena proizvodnja pada za oko 150 hiljada tona ili 23%. U 2022. godini sa preko 270 hiljada hektara ostvaruje proizvodnju samo 350 hiljada tona. Proizvodnja soje poslednjih godina, zbog permanentne suše i niskih prinosa, obeshrabruje poljoprivredne proizvođače za setvu. Istovremeno i fabrike za preradu imaju bojazan od pojave aflatoksina sto bi ponovo ugrozilo ceo lanac proizvodnje i prerade ove sirovine.

Proizvodnja uljane repice, kao što se vidi iz grafikona (slika 10), je najmanje zastupljena u setvenom planu na našim poljima, a njena proizvodnja u poslednje dve godine se kreće oko 200 hiljada tona.



Slika 10. Proizvodnja suncokreta, soje i uljane repice u Srbiji

Figure 10. Production of Sunflowerseed, Soybean and Rapeseed in Serbia

ZAKLJUČAK

Planeta Zemlja raspolaže sa 29,1% kopna i 70,9% vodenih površina od ukupno 510,072 miliona km². Na raspolaganju za obradivo poljoprivredno zemljište je 14,170 milona km², sto je 9,5% od ukupnog kopnenog zemljišta izraženo u km².

Površine pod uljanim biljnim usevima i biljem zauzimaju 22% od ukupnih obradivih površina, dok soja, suncokret, uljana repica po površini zauzimaju 15,5%.

Proizvodnja uljanih useva poslenjih pet godina globalnih kriza ostvaruje sukcesivno godišnje rekordne rezultate. Od 2020/21. godine do danas porasla je za 83 miliona tona ili za približno 14%. Procene su da će u nastupajućoj 2025/26. sezoni ostvariti rekordnu

proizvodnju ukupnih uljanih useva sa 315 miliona hektara i rekordnom proizvodnjom od 692 miliona tona.

Stopa rasta stanovništva na planeti Zemlji se poslenjih godina naglo širi. Stopa nataliteta po podacima iz 2021. godine iznosila je 1,03 što je po proračunima natalitet iznosio 2,6 rođenih svake sekunde. Stopa nataliteta po podacima iz 2024. godine iznosi 260 rođenih svakog minuta ili 4,3 rođenih svake sekunde, dok je stopa smrtnosti 121 umrlih svakog minuta, odnosno 2 smrtna slučaja svake sekunde širom sveta.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku prirodni priraštaj u Srbiji je negativan i ušao je u fazu odumiranja srpskog stanovništva. Na 1000 stanovnika kako beleži naša statistika u 2023. godini je 9,2 rođeno a 14,7 umrlo. Ovaj podatak je nešto bolji od prethodnih, recimo da je 2021. godine broj rođenih na 1000 stanovnika iznosio 9,1, dok je broj umrlih na 1000 stanovnika iznosio 20.

Napomena

Ovaj rad je prezentovan na 66. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, sa međunarodnim učešćem, održanom od 22. juna do 27. juna 2025. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

COCERAL. (2025). European association of trade in cereals, oilseeds, rice, pulses, olive oil, oils and fats, animal feed and agrosupply. <http://www.coceral.com/>
Čurović, O. (2021). Proizvodnja i prerada industrijskog bilja. Industrijsko bilje d.o.o. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). FAO. <https://www.fao.org/>

Republički zavod za statistiku Srbije. (2024). Statistički podaci Republike Srbije. <https://www.stat.gov.rs/>
The World Factbook. (n.d.). Central Intelligence Agency. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
U.S. Department of Agriculture. (2025). USDA. <https://www.usda.gov/>

UTICAJ LOKALITETA GAJENJA I SORTE NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE

*Vojin Đukić[✉], Jegor Miladinović, Dragana Latković, Zlatica Mamlić, Vuk Đorđević,
Marjana Vasiljević, Teodora Brankov*

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

IZVOD

Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa soje u različitim godinama mora se pristupiti sortnoj agrotehnici i izvršiti pravilnu rejonizaciju sorti soje. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine NS sorti soje na četiri lokacije u 2024. godini. Sorta soje NS Atlas ostvarila je najviši prinos zrna ($2.744,5 \text{ kg ha}^{-1}$), sorta NS Kaća najviši sadržaj proteina (44,40%), a sorta NS Apolo imala je najviši sadržaj ulja (19,63%), dok je najviši prinos proteina i ulja po jedinici površine ostvaren sa sortom soje NS Atlas ($1.133,9 \text{ kg ha}^{-1}$ i $530,1 \text{ kg ha}^{-1}$).

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

INFLUENCE OF CULTIVATION LOCATION AND VARIETY ON SOYBEAN YIELD AND QUALITY

ABSTRACT

In order to achieve high and stable soybean yields in different years, varietal agrotechnics must be applied and proper rezoning of soybean varieties must be carried out. The aim of this work is to analyze yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of NS soybean varieties at four locations in 2024. The NS Atlas soybean variety had the highest grain yield ($2,744.5 \text{ kg ha}^{-1}$), the NS Kaća variety had the highest protein content (44.40%), and the NS Apolo variety had the highest oil content (19.63%), while the highest protein and oil yield per unit area was achieved with the NS Atlas soybean variety ($1,133.9 \text{ kg ha}^{-1}$ and 530.1 kg ha^{-1}).

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

UVOD

Višelokacijski ogledi soje podrazumevaju ogledе sa istim sortama i istom primenom agrotehničkih mera na različitim lokalitetima kako bi se sagledao uticaj lokaliteta gajenja i pravilno izvršila rejonizacija sorti soje. Izuzetno je važno da odabrane sorte za pojedine lokalitete gajenja budu ne samo dobro prilagođene konkretnim

✉ Dr Vojin Đukić, naučni savetnik
Odeljenje za leguminoze
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485
E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017). Prednost pri odabiru sortimenta treba dati novostvorenim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promenjene klime, odnosno onim sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018). Prinosi soje variraju zavisno od lokaliteta gajenja i vremenskih prilika u datom regionu (Đukić i sar., 2021), a novije sorte soje imaju veći prinos u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja (Đukić i sar., 2021a). Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015). Prinos i kvalitet zrna soje je pod direktnim uticajem hraniva dostupnih biljkama i meteorološkim uslovima na pojedinim lokalitetima i godinama (Miladinov i sar. 2018). Variranja u sadržaju proteina i ulja u zrnu soje veća su između pojedinih lokaliteta, nego između pojedinih sorti soje (Đukić i sar., 2024). Prinosi proteina i ulja po jedinici površine zavise od prinosa zrna i sadržaja proteina i ulja (Đukić i sar., 2023). Najviši prinos zrna soje, najviši procenat ulja u zrnu i najviši prinos ulja po jedinici površine ostvaren je na lokalitetu Sremska Mitrovica, najviši procenat proteina na lokalitetu Pančevo, a najviši prinos proteina po jedinici površine na lokalitetu Karavukovo (Đukić i sar., 2025).

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

MATERIJAL I METODE RADA

U ovome radu analizirani su rezultati prinosa, sadržaja proteina i ulja i prinosa proteina i ulja po jedinici površine deset NS sorti soje različitih grupa zrenja na četiri lokaliteta. U ogledu su bile sorte soje iz 000 grupe zrenja NS Kaća i NS Olympus, iz 00 grupe zrenja Merkur, iz 0 grupe zrenja NS Maximus i NS Atlas, iz I grupe zrenja NS Apolo i NS Hogar, iz II grupe zrenja Rubin i iz III grupe zrenja Senka i Monte, a lokaliteti su bili Karavukovo, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor. Ogled je izveden u četiri ponavljanja po standardnoj metodici za izvođenje sortnih ogleda, uz kontrolu stručnjaka iz poljoprivrednih stručnih službi. U fazi tehnološke zrelosti obavljena je žetva, merenje mase uzoraka i vlage zrna i izvršen je obračun prinosa po jedinici površine sa 14% vlage. Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje određivan je u PSS Sombor. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Posmatrajući prosečne prinose deset sorti soje na četiri lokaliteta (tabela 1), uočavaju se statistički veoma značajno viši prinosi sorti NS Atlas ($2744,5 \text{ kg ha}^{-1}$), Merkur ($2568,0 \text{ kg ha}^{-1}$), NS Hogar ($2542,8 \text{ kg ha}^{-1}$), NS Apolo ($2529,5 \text{ kg ha}^{-1}$) i Rubin ($2404,8 \text{ kg ha}^{-1}$) u odnosu na sorte Senka ($2105,8 \text{ kg ha}^{-1}$), NS Kaća ($2114,8 \text{ kg ha}^{-1}$), Monte ($2191,5 \text{ kg ha}^{-1}$), NS Maximus ($2220,3 \text{ kg ha}^{-1}$) i sortu NS Olympus ($2244,8 \text{ kg ha}^{-1}$).

Najviši prosečni prinosi deset različitih sorti soje ostvareni su na lokalitetima Karavukovo (2824,7 kg ha^{-1}) i Sremska Mitrovica (2746,2 kg ha^{-1}), statistički veoma značajno viši u odnosu na prinose ostvarene na lokalitetima Sombor (2115,6 kg ha^{-1}) i Pančevo (1780,1 kg ha^{-1}).

Posmatrajući istu sortu na različitim lokalitetima uočava se da su sorte soje Senka i Monte imale najveća variranja prinosa (Senka 3217 kg ha^{-1} na lokalitetu Karavukovo i 1439 kg ha^{-1} na lokalitetu Pančevo, a sorta Monte 3248 kg ha^{-1} na lokalitetu Karavukovo i 1667 kg ha^{-1} na lokalitetu Sombor). Najmanja variranja prinosa imale su sorte Rubin i NS Maximus (sorta Rubin 2798 kg ha^{-1} na lokalitetu Karavukovo i 2008 kg ha^{-1} na lokalitetu Sombor, a sorta NS Maximus 2442 kg ha^{-1} na lokalitetu Sombor i 1611 kg ha^{-1} na lokalitetu Pančevo).

Posmatrajući isti lokalitet a različite sorte soje uočava se da je na lokalitetu Karavukovo najviši prosečan prinos ostvaren sa sortom NS Atlas (3447 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose sorti NS Maximus (2432 kg ha^{-1}), NS Kaća (2474 kg ha^{-1}), NS Apolo (2568 kg ha^{-1}), NS Hogar (2581 kg ha^{-1}), NS Olympus (2603 kg ha^{-1}), Rubin (2798 kg ha^{-1}), Merkur (2879 kg ha^{-1}) i Senka (3217 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu Monte (3248 kg ha^{-1}). Na lokalitetu Pančevo najviši prinos ostvaren je sa sortom NS Apolo (2077 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sorte Senka (1439 kg ha^{-1}), NS Kaća (1489 kg ha^{-1}), NS Olympus (1517 kg ha^{-1}), NS Maximus (1611 kg ha^{-1}) i Monte (1768 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na sorte NS Atlas (1952 kg ha^{-1}), NS Hogar (1959 kg ha^{-1}) i Merkur (1962 kg ha^{-1}).

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

Sorta (A)	Lokalitet (B)				Prosek A
	Karavukovo	Pančevo	S. Mitrovica	Sombor	
NS Kaća	2.474	1.489	2.525	1.971	2.114,8
NS Olympus	2.603	1.517	2.869	1.990	2.244,8
Merkur	2.879	1.962	3.097	2.334	2.568,0
NS Maximus	2.432	1.611	2.396	2.442	2.220,3
NS Atlas	3.447	1.952	2.952	2.627	2.744,5
NS Apolo	2.568	2.077	3.212	2.261	2.529,5
NS Hogar	2.581	1.959	3.360	2.271	2.542,8
Rubin	2.798	2.027	2.786	2.008	2.404,8
Senka	3.217	1.439	2.182	1.585	2.105,8
Monte	3.248	1.768	2.083	1.667	2.191,5
Prosek B	2.824,7	1.780,1	2.746,2	2.115,6	2.366,7
LSD	A	B	A×B	B×A	
1%	124,3	198,5	136,4	211,0	
5%	60,1	93,7	66,2	105,3	

Na lokalitetu Sremska Mitrovica najviši prinos zabeležen je kod sorte NS Hogar (3360 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sorte Monte (2083

kg ha^{-1}), Senka (2182 kg ha^{-1}), NS Maximus (2396 kg ha^{-1}), NS Kaća (2525 kg ha^{-1}), Rubin (2786 kg ha^{-1}), NS Olympus (2869 kg ha^{-1}), NS Atlas (2952 kg ha^{-1}) i Merkur (3097 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu NS Apollo (3212 kg ha^{-1}). Na lokalitetu Sombor najviši prinos ostvaren je sa sortom NS Atlas (2627 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sorte Senka (1585 kg ha^{-1}), Monte (1667 kg ha^{-1}), NS Kaća (1971 kg ha^{-1}), NS Olympus (1990 kg ha^{-1}), Rubin (2008 kg ha^{-1}), NS Apollo (2261 kg ha^{-1}), NS Hogar (2271 kg ha^{-1}) i Merkur (2334 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu NS Maximus (2442 kg ha^{-1}).

Prosečan sadržaj proteina u zrnu deset sorti soje na četiri lokaliteta prikazan je u tabeli 2.

Posmatrajući prosečan sadržaj proteina u zrnu soje po sortama (tabela 2), uočava se da je najveći sadržaj proteina imala sorta soje NS Kaća (44,40%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sve ostale sorte soje (NS Atlas 41,23%, NS Hogar 41,55%, NS Apollo 42,08%, Rubin 42,15%, NS Maximus 42,55%, Merkur 42,63%, Monte 42,83%, NS Olympus 43,00%, Senka 43,08%). Povišen sadržaj proteina u zrnu imale su i sorte Senka i NS Olympus.

Posmatrajući prosečan sadržaj proteina po lokalitetima uočava se da je na lokalitetima Karavukovo (43,36%) i Pančevo (43,32%) ostvaren statistički veoma značajno viši sadržaj proteina u zrnu soje u odnosu na lokalitete Sombor (42,01%) i Sremska Mitrovica (41,50%).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%)

Table 2. Average protein content (%)

Sorta (A)	Lokalitet (B)				Prosek A
	Karavukovo	Pančevo	S. Mitrovica	Sombor	
NS Kaća	45,0	44,9	44,7	43,0	44,40
NS Olympus	43,9	42,7	44,4	41,0	43,00
Merkur	41,6	42,7	43,9	42,3	42,63
NS Maximus	44,9	45,1	39,6	40,6	42,55
NS Atlas	43,6	41,6	39,0	40,7	41,23
NS Apollo	39,7	42,2	42,7	43,7	42,08
NS Hogar	40,5	44,0	39,9	41,8	41,55
Rubin	45,1	42,3	38,9	42,3	42,15
Senka	44,3	43,9	42,4	41,7	43,08
Monte	45,0	43,8	39,5	43,0	42,83
Prosek B	43,36	43,32	41,50	42,01	42,55
LSD	A	B	A×B	B×A	
1%	0,62	0,76	0,66	0,81	
5%	0,41	0,57	0,33	0,60	

Posmatrajući istu sortu na različitim lokalitetima uočava se da je najveća razlika u sadržaju proteina ostvarena sa sortom Rubin (45,1% na lokalitetu Karavukovo i 38,9% na lokalitetu Sremska Mitrovica), dok je najmanje variranje sadržaja proteina

zabeleženo kod sorte NS Kaća (45,0% na lokalitetu Karavukovo i 43,0% na lokalitetu Sombor).

Posmatrajući isti lokalitet a različite sorte, uočava se da je na lokalitetu Sremska Mitrovica zabeleženo najveće variranje u sadržaju proteina između pojedinih sorti soje (44,7% kod sorte NS Kaća i 38,9% kod sorte Rubin), dok je najmanje variranje u sadržaju proteina zabeleženo na lokalitetu Sombor (43,7% kod sorte NS Apolo i 40,6% kod sorte NS Maximus). Na lokalitetu Karavukovo najviši sadržaj proteina zabeležen je kod sorte Rubin (45,1%), kao i kod sorti NS Kaća i Monte (45,0%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod sorti NS Apolo (39,7%), NS Hogar (40,5%), Merkur (41,6%), NS Olympus (43,9%) i NS Atlas (43,6%), kao i statistički značajno viši sadržaj proteina u odnosu na sortu Senka (44,3%). Na lokalitetu Pančevo najviši sadržaj proteina zabeležen je kod sorte NS Maximus (45,1%), kao i kod sorte NS Kaća (44,9%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod ostalih sorti soje u ogledu (NS Atlas 41,6%, NS Apolo 42,2%, Rubin 42,3%, NS Olympus i Merkur 42,7%, Monte 43,8%, Senka 43,9% i NS Hogar 44,0%). Na lokalitetu Sremska Mitrovica najviši sadržaj proteina zabeležen je kod sorti NS Kaća (44,7%) i NS Olympus (44,4%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod sorti Rubin (38,9%), NS Atlas (39,0%), Monte (39,5%), NS Maximus (39,6%), NS Hogar (39,9%), Senka (42,4%) i NS Apolo (42,7%). Statistički značajno viši sadržaj proteina u zrnu soje zabeležen je i kod sorte NS Kaća u odnosu na sortu Merkur (43,9%). Na lokalitetu Sombor najviši sadržaj proteina zabeležen je kod sorti NS Apolo (43,7%), kao i kod sorti NS Kaća i Monte (43,0%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod sorti NS Maximus (40,6%), NS Atlas (40,7%), NS Olympus (41,0%), Senka (41,7%) i NS Hogar (41,8%) i statistički značajno viši sadržaj proteina u odnosu na sorte soje Merkur i Rubin (42,3%).

Prosečan sadržaj ulja u zrnu deset sorti soje na četiri lokaliteta prikazan je u tabeli 3.

Posmatrajući prosečan sadržaj ulja u zrnu soje po sortama (tabela 3), uočava se da je najveći sadržaj ulja imala sorta NS Apolo (19,63%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte NS Kaća (18,45%), NS Olympus (18,63%), NS Hogar (18,85%), Merkur (18,88%), Monte (18,90%) i Senka (19,05%), kao i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sortu NS Atlas (19,25%).

Posmatrajući prosečan sadržaj ulja po lokalitetima uočava se da je na lokalitetu Sremska Mitrovica (20,15%) ostvaren statistički veoma značajno viši sadržaj ulja u zrnu u odnosu na lokalitete Sombor (18,19%), Karavukovo (18,69%) i Pančevo (19,14%).

Posmatrajući istu sortu na različitim lokalitetima uočava se da je najveća razlika u sadržaju ulja ostvarena sa sortom Senka (21,4% na lokalitetu Sremska Mitrovica i 17,1% na lokalitetu Sombor), dok je najmanje variranje sadržaja ulja zabeleženo kod sorte NS Apolo (19,9% na lokalitetu Sremska Mitrovica i 19,1% na lokalitetu Sombor). Posmatrajući isti lokalitet a različite sorte, na lokalitetu Karavukovo je zabeleženo najveće variranje u sadržaju ulja između pojedinih sorti soje (19,9% kod sorte NS Atlas i 16,4% kod sorte NS Kaća), dok je najmanje variranje u sadržaju ulja zabeleženo na

lokalitetu Pančevo (19,8% kod sorte NS Apolo i 18,3% kod sorte Senka). Na lokalitetu Karavukovo najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorte NS Atlas (19,9%), kao i kod sorte NS Apolo (19,7%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Kaća (16,4%), NS Olympus (17,7%), NS Hogar (17,9%), Monte (18,3%) i Merkur (18,8%). Na lokalitetu Pančevo najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorte NS Apolo (19,8%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod sorti Senka (18,3%), Monte (18,7%), NS Kaća (18,9%), Merkur (19,0%), NS Maksimus i NS Atlas (19,2%), kao i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sorte NS Olympus i Rubin (19,4%). Na lokalitetu Sremska Mitrovica najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorti Senka (21,4%) i Monte (21,3%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod ostalih sorti soje u ogledu (NS Olympus 19,6%, NS Atlas i NS Hogar 19,7%, Merkur, NS Maximus i NS Apolo 19,9%, NS Kaća 20,0% i Rubin 20,1%). Na lokalitetu Sombor najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorti NS Apolo (19,1%), kao i kod sorti NS Maksimus i Rubin (18,9%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod sorti Senka (17,1%), Monte (17,3%), NS Olympus i Merkur (17,8%), NS Atlas (18,2%) i NS Hogar (18,3%) i statistički značajno viši sadržaj ulja u odnosu na sortu NS Kaća (18,5%).

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja (%)

Table 3. Average oil content (%)

Sorta (A)	Lokalitet (B)				Prosek A
	Karavukovo	Pančevo	S. Mitrovica	Sombor	
NS Kaća	16,4	18,9	20,0	18,5	18,45
NS Olympus	17,7	19,4	19,6	17,8	18,63
Merkur	18,8	19,0	19,9	17,8	18,88
NS Maximus	19,4	19,2	19,9	18,9	19,35
NS Atlas	19,9	19,2	19,7	18,2	19,25
NS Apolo	19,7	19,8	19,9	19,1	19,63
NS Hogar	17,9	19,5	19,7	18,3	18,85
Rubin	19,4	19,4	20,1	18,9	19,45
Senka	19,4	18,3	21,4	17,1	19,05
Monte	18,3	18,7	21,3	17,3	18,90
Prosek B	18,69	19,14	20,15	18,19	19,04

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	0,44	0,49	0,47	0,55
5%	0,30	0,33	0,32	0,36

Posmatrajući prosečne prinose proteina po jedinici površine po sortama (tabela 4), uočava se da je najviši prinos proteina ostvaren sa sortom NS Atlas (1133,9 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos proteina u odnosu na sorte Senka (910,7 kg ha^{-1}), NS Kaća (939,5 kg ha^{-1}), NS Maximus (939,7 kg ha^{-1}), Monte (943,9 kg ha^{-1}), NS Olympus (970,1 kg ha^{-1}) i Rubin (1013,1 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos proteina u odnosu na sortu NS Hogar (1049,3 kg ha^{-1}).

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

Sorta (A)	Lokalitet (B)				
	Karavukovo	Pančevo	S. Mitrovica	Sombor	Prosek A
NS Kaća	1113	669	1129	848	939,5
NS Olympus	1143	648	1274	816	970,1
Merkur	1198	838	1360	987	1095,6
NS Maximus	1092	727	949	991	939,7
NS Atlas	1503	812	1151	1069	1133,9
NS Apolo	1019	876	1372	988	1063,9
NS Hogar	1045	862	1341	949	1049,3
Rubin	1262	857	1084	849	1013,1
Senka	1425	632	925	661	910,7
Monte	1462	774	823	717	943,9
Prosek B	1226,2	769,5	1140,6	887,6	1006,0

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	67,4	103,7	73,6	107,0
5%	47,5	70,7	51,9	72,3

Posmatrajući prosečne prinose proteina po lokalitetima zapažaju se statistički veoma značajno viši prinosi na lokalitetima Karavukovo (1226,2 kg ha⁻¹) i Sremska Mitrovica (1140,6 kg ha⁻¹) u odnosu na lokalitete Pančevo (769,5 kg ha⁻¹) i Sombor (887,6 kg ha⁻¹). Posmatrajući istu sortu na različitim lokalitetima uočava se da je najveća razlika u prinosu proteina ostvarena sa sortom Senka (1425 kg ha⁻¹ na lokalitetu Karavukovo i 661 kg ha⁻¹ na lokalitetu Sombor), dok je najmanje variranje prinosa proteina zabeleženo kod sorte NS Maximus (1092 kg ha⁻¹ na lokalitetu Karavukovo i 727 kg ha⁻¹ na lokalitetu Pančevo).

Posmatrajući isti lokalitet a različite sorte soje uočava se da je na lokalitetu Karavukovo najviši prosečan prinos proteina ostvaren sa sortom NS Atlas (1503 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose proteina kod sorti NS Apolo (1019 kg ha⁻¹), NS Hogar (1045 kg ha⁻¹), NS Maximus (1092 kg ha⁻¹), NS Kaća (1113 kg ha⁻¹), NS Olympus (1143 kg ha⁻¹), Merkur (1198 kg ha⁻¹) i Rubin (1262 kg ha⁻¹), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu Senka (1425 kg ha⁻¹). Na lokalitetu Pančevo najviši prinos proteina ostvaren je sa sortom NS Apolo (876 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viši prinos proteina u odnosu na sorte Senka (632 kg ha⁻¹), NS Olympus (648 kg ha⁻¹), NS Kaća (669 kg ha⁻¹) i NS Maximus (727 kg ha⁻¹), kao i statistički značajno viši prinos proteina u odnosu na sortu soje Monte (774 kg ha⁻¹). Na lokalitetu Sremska Mitrovica najviši prinos proteina zabeležen je kod sorte NS Apolo (1372 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viši prinos proteina u odnosu na sorte Monte (823 kg ha⁻¹), Senka (925 kg ha⁻¹), NS Maximus (949 kg ha⁻¹), Rubin (1084 kg ha⁻¹), NS Kaća (1129 kg ha⁻¹) i NS Atlas (1151 kg ha⁻¹) i statistički značajno viši prinos proteina u odnosu na sortu NS Olympus (1274 kg ha⁻¹). Na lokalitetu Sombor najviši prinos ostvaren je sa sortom NS Atlas (1069 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viši

prinos u odnosu na sorte Senka (661 kg ha^{-1}), Monte (717 kg ha^{-1}), NS Olympus (816 kg ha^{-1}), NS Kaća (848 kg ha^{-1}), Rubin (849 kg ha^{-1}) i NS Hogar (949 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos proteina u odnosu na sorte Merkur (987 kg ha^{-1}), NS Apolo (988 kg ha^{-1}) i NS Maximus (991 kg ha^{-1}).

Posmatrajući prosečne prinose ulja po jedinici površine po sortama (tabela 5), uočava se da je najviši prinos ulja ostvaren kod sorte NS Atlas (530,1 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte NS Kaća (389,2 kg ha^{-1}), Senka (406,4 kg ha^{-1}), Monte (414,3 kg ha^{-1}), NS Olympus (417,9 kg ha^{-1}), NS Maximus (429,9 kg ha^{-1}), Rubin (468,9 kg ha^{-1}), NS Hogar (480,4 kg ha^{-1}) i Merkur (486,5 kg ha^{-1}) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sortu NS Apolo (497,1 kg ha^{-1}).

Tabela 5. Prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 5. Average oil yield (kg ha^{-1})

Sorta (A)	Lokalitet (B)				
	Karavukovo	Pančevo	S. Mitrovica	Sombor	Prosek A
NS Kaća	406	281	505	365	389,2
NS Olympus	461	294	562	354	417,9
Merkur	541	373	616	415	486,5
NS Maximus	472	309	477	462	429,9
NS Atlas	686	375	582	478	530,1
NS Apolo	506	411	639	432	497,1
NS Hogar	462	382	662	416	480,4
Rubin	543	393	560	380	468,9
Senka	624	263	467	271	406,4
Monte	594	331	444	288	414,3
Prosek B	529,5	341,3	551,4	386,0	452,0

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	35,11	57,3	41,2	60,6
5%	21,6	33,5	26,3	35,8

Posmatrajući prosečne prinose ulja po lokalitetima zapaža se da su statistički veoma značajno viši prinosi zabeleženi na lokalitetima Sremska Mitrovica (551,4 kg ha^{-1}) i Karavukovo (529,5 kg ha^{-1}) u odnosu na lokalitete Pančevo (341,3 kg ha^{-1}) i Sombor (386,0 kg ha^{-1}).

Posmatrajući istu sortu na različitim lokalitetima uočava se da je najveća razlika u prinosu ulja ostvarena sa sortom Senka (624 kg ha^{-1} na lokalitetu Karavukovo i 263 kg ha^{-1} na lokalitetu Pančevo), dok je najmanje variranje prinosa ulja zabeleženo kod sorte NS Maximus (477 kg ha^{-1} na lokalitetu Sremska Mitrovica i 309 kg ha^{-1} na lokalitetu Pančevo).

Posmatrajući isti lokalitet a različite sorte soje uočava se da je na lokalitetu Karavukovo najviši prosečan prinos ulja ostvaren sa sortom NS Atlas (686 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ulja ostalih sorti soje u ogledu (NS Kaća 406 kg ha^{-1} , NS Olympus 461 kg ha^{-1} , NS Hogar 462 kg ha^{-1} , NS Maximus 472 kg ha^{-1} , NS Apolo 506 kg ha^{-1} , Merkur 541 kg ha^{-1} , Rubin 543 kg ha^{-1} , Monte 594 kg ha^{-1} i Senka

624 kg ha^{-1}). Na lokalitetu Pančevo najviši prinos ulja ostvaren je sa sortom NS Apolo (411 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos ulja u odnosu na sorte Senka (263 kg ha^{-1}), NS Kaća (281 kg ha^{-1}), NS Olympus (294 kg ha^{-1}), NS Maximus (309 kg ha^{-1}) i Monte (331 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos ulja u odnosu na sorte Merkur (373 kg ha^{-1}) i NS Atlas (375 kg ha^{-1}). Na lokalitetu Sremska Mitrovica najviši prinos ulja zabeležen je kod sorte NS Hogar (662 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos ulja u odnosu na sorte Monte (444 kg ha^{-1}), Senka (467 kg ha^{-1}), NS Maximus (477 kg ha^{-1}), NS Kaća (505 kg ha^{-1}), Rubin (560 kg ha^{-1}), NS Olympus (562 kg ha^{-1}) i NS Atlas (582 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos ulja u odnosu na sortu NS Apolo (639 kg ha^{-1}). Na lokalitetu Sombor najviši prinos ulja ostvaren je sa sortom NS Atlas (478 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sorte Senka (271 kg ha^{-1}), Monte (288 kg ha^{-1}), NS Olympus (354 kg ha^{-1}), NS Kaća (365 kg ha^{-1}), Rubin (380 kg ha^{-1}), Merkur (415 kg ha^{-1}) i NS Hogar (416 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos ulja u odnosu na sortu NS Apolo (432 kg ha^{-1}).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Po visini prinosa izdvajaju se sorte NS Atlas, Merkur, NS Hogar i NS Apolo.

Po povišenom sadržaju proteina u zrnu izdvojile su se sorte NS Kaća, Senka, NS Olympus i Monte a po povišenom sadržaju ulja sorte NS Apolo, Rubin, NS Maximus i Senka.

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

Najviši prinos zrna soje, najviši procenat proteina u zrnu i najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren je na lokalitetu Karavukovo, najviši procenat ulja i najviši prinos ulja po jedinici površine na lokalitetu Sremska Mitrovica.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, br. ugovora: 451-03-136/2025-03/ 200032, uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, 6788, Soybean Yield Prediction Using Multi-omics Data Integration – SoyPredict i u okviru projekta Horizon Europe „Valorization Legumes Related Ecosystem Services” (acronym VALERECO) br. 1011354272.

LITERATURA

- 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. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 21–26. jun 2015, Herceg Novi, Crna Gora, 87–91.
- 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. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, 21–27. januar 2018, Zlatibor, Srbija, 34–44.
- 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. Savetovanja agronoma i

- poljoprivrednika Srbije (SAPS), 31.01–03.02.2021, Zlatibor, Srbija, 14–22.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Čeran, M., Latković, D., Đorđević, V., & Cvijanović, V. (2024). Uticaj lokaliteta gajenja na prinos i kvalitet zrna soje u 2023. godini. Zbornik radova 65. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 23–28. jun 2024, Herceg Novi, Crna Gora, 57–63.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Đorđević, V., Vasiljević, M., Randelović, P., & Bukonja, S. (2025). Sadržaj i prinos ulja NS sorti soje na četiri lokaliteta u 2024. godini. Zbornik radova 66. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 22–27. jun 2025, Herceg Novi, Crna Gora, 49–54.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Čeran, M., Đalović, I., Dozet, G., & Kostić, M. (2021a). Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2020. godine. Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun–02. jul 2021, Herceg Novi, Crna Gora, 77–83.
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Vasiljević, S., Randelović, P., & Čeran, M. (2023). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2023. godini. Zbornik radova 64. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25–30. jun 2023, Herceg Novi, Crna Gora, 45–53.
- 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. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17–22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora, 73–78.
- 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.
- 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, Srbija, 11–20.

UTICAJ KASNIJIH ROKOVA SETVE NA KVALITET SOJE

*Vojin Đukić[✉], Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Vuk Đorđević, Marina Čeran,
Simona Jaćimović, Predrag Ranđelović*

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

IZVOD

Optimalno vreme setve soje vezano je za temperaturu zemljišta. Soja se seje kada se temperatura zemljišta ustali na 10-12°C, a pomeranjem datuma setve i odabirom sorti različite dužine vegetacionog perioda može se uticati na ostvareni prinos zrna soje.

Ranije sorte soje u ogledu ostvarile su najviše prinose pri setvi u aprilu mesecu, dok su kasnije sorte najviše prinose ostvarile pri majskoj setvi, pošto su ove sorte dočekale jesenje kiše zbog čega su ostvarile viši prinos. Najviši sadržaj proteina ostvaren je pri setvi 30. aprila, a najviši sadržaj ulja kod setve 10. maja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine šest sorti soje pri kasnijim rokovima setve: 22. aprila, 30. aprila i 10. maja.

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

INFLUENCE OF LATER SOWING DATES ON SOYBEAN QUALITY

ABSTRACT

The optimal time for sowing soybeans is related to soil temperature. Soybeans are sown when the soil temperature reaches 10-12°C, and by moving the sowing date and choosing varieties with different lengths of the growing season, the yield of soybeans can be influenced.

The earlier soybean varieties in the experiment achieved the highest yields when sown in April, while the later varieties achieved the highest yields when sown in May, since these varieties received the autumn rains, which is why they achieved a higher yield. The highest protein content was achieved when sowing on April 30, and the highest oil content after sowing on May 10. The aim of this work is to analyze the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of six soybean varieties at the later sowing dates: April 22, April 30 and May 10.

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

UVOD

Setva soje uvek se započinje sa kasnijim sortama soje, dužeg vegetacionog perioda, pošto ove sorte značajno reaguju na kasniju setvu smanjenjem prinosa, dok rane sorte

[✉] Dr Vojin Đukić, naučni savetnik
Odeljenje za leguminoze
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485
E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

soje mogu da se seju u dužem vremenskom intervalu, pošto kod njih nije toliko izraženo smanjenje prinosa zrna kao kod kasnijih sorti. Sorte soje grupe zrenja II treba sejati u prvoj polovini aprila, sorte I grupe zrenja seju se tokom aprila, sorte 0 grupe zrenja mogu se sejati i tokom maja, sorte 00 grupe zrenja do kraja juna, a sorte soje 000 grupe zrenja do kraja prve dekade jula (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). 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). U zadnjoj deceniji sve češće imamo tople zime, bez snega, hladna proleća i sušna leta sa ekstremnim toplotnim talasima, zbog čega je neophodno prilagoditi vreme setve novonastalim uslovima. Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa ograničavajući faktor u proizvodnji soje javlja se nedostatak vlage u kritičnim fazama rasta i razvoja biljaka (Đukić i sar., 2022). Količina padavina tokom vegetacionog perioda nije pravi pokazatelj određene godine jer raspored padavina u vremenu ima veći uticaj na rast i razvoj biljaka (Đukić i sar., 2023). U poslednjim godinama primetan je rast kako godišnjih, tako i vegetacionih temperatura, ali i produžetak hladnog vremena tokom aprila i početkom maja meseca, što direktno utiče na optimalno vreme setve soje (Đukić i sar., 2025). Vremenom setve može se uticati na rast i razvoj biljaka soje, što se odražava na ostvareni prinos, međutim prognoze vremena za duži vremenski period uglavnom nisu relevantne i podložne su promenama u vremenu (Đukić i sar., 2025).

Cilj ovoga rada je da se sagleda uticaj kasnijih rokova setve na prinos i kvalitet zrna različitih sorti soje i mogućnost gajenja soje u kasnijim rokovima setve.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju proučavanja uticaja kasnih rokova setve na prinos i kvalitet zrna soje postavljen je ogled, tokom 2024. godine, sa šest sorti soje različite dužine vegetacionog perioda (Galina, NS Atlas 0 grupa zrenja, NS Apollo, NS Zmaj I grupa zrenja, Rubin i NS Validus II grupa zrenja). Rokovi setve bili su: prvi rok setve 22. aprila, drugi rok setve 30. aprila i treći rok setve 10. maja. 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 leguminoze 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 rokove setve ostvaren je sa sortom soje NS Atlas (2.520 kg ha⁻¹), što je uz prinose ostvarene sa sortama Rubin (2.261 kg ha⁻¹) i

NS Validus (2.018 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sorte soje NS Zmaj (1.789 kg ha^{-1}), NS Apolo (1.517 kg ha^{-1}) i Galina (1.219 kg ha^{-1}).

Posmatrano po rokovima setve može se uočiti da je najviši prinos ostvaren pri kasnoj setvi, 10. maja (1.947 kg ha^{-1}), statistički značajno viši u odnosu na prinose pri rokovima setve od 30. aprila (1.871 kg ha^{-1}) i 22. aprila (1.844 kg ha^{-1}).

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

Sorta Variety (A)	Rokovi setve Sowing dates (B)			Prosek Average A
	1. rok setve	2. rok setve	3. rok setve	
Galina	1.254	1.360	1.044	1.219
NS Atlas	2.593	2.590	2.378	2.520
NS Apolo	1.489	1.534	1.529	1.517
NS Zmaj	1.726	1.693	1.949	1.789
Rubin	2.005	2.182	2.595	2.261
NS Validus	1.999	1.867	2.188	2.018
Prosek Average B	1.844	1.871	1.947	1.888
LSD	A	B	A×B	B×A
1%	112,1	186,7	124,3	199,5
5%	46,4	79,2	52,6	91,0

Posmatrajući istu sortu po različitim rokovima setve, uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos zabeležen pri setvi 30. aprila (1.360 kg ha^{-1}), što je uz prinos ostvaren pri setvi 22. aprila (1.254 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kasnu setvu 10. maja (1.044 kg ha^{-1}). Kod sorte NS Atlas najviši prinos zrna zabeležen je pri setvi 22. aprila (2.593 kg ha^{-1}), što je uz prinos ostvaren setvom 30. aprila (2.590 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kasnu setvu 10. maja (2.378 kg ha^{-1}). Sa sortom NS Apolo najviši prinos je ostvaren setvom 30. aprila (1.534 kg ha^{-1}), a najniži setvom 22. aprila (1.489 kg ha^{-1}). Sorte soje NS Zmaj, Rubin i NS Validus najviše prinose ostvarile su pri setvi 10. maja (NS Zmaj 1.949 kg ha^{-1} , Rubin 2.595 kg ha^{-1} , NS Validus 2.188 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na setvu 22. aprila (NS Zmaj 1.726 kg ha^{-1} , Rubin 2.005 kg ha^{-1} i NS Validus 1.867 kg ha^{-1}). i setvu 30. aprila (NS Zmaj 1.693 kg ha^{-1} , Rubin 2.182 kg ha^{-1} i NS Validus 1.999 kg ha^{-1}). Najviši prinosi soje u najkasnijem roku setve ostvaren je sa sortama soje duže vegetacije (NS Zmaj, Rubin i NS Validus), sorte Galina i NS Apolo najviši prinos ostvarile su u drugom roku setve, dok je sorta NS Atlas najviši prinos ostvarila u prvom roku setve. U prvom i drugom roku setve najviši prinos ostvaren je sa ranom sortom soje NS Atlas, dok je u trećem roku setve najviši prinos ostvaren sa kasnijom sortom soje Rubin. Ovi rezultati pokazuju da ostvarena visina prinosa prvenstveno zavisi od vremenskih prilika u pojedinim godinama. U godini sa izraženim sušnim periodom, nedostatkom padavina i veoma visokim temperaturama, kao što je bila

proizvodna 2024. godina, sorte soje dužeg vegetacionog perioda su u najkasnijem roku setve u zelenom stanju dočekale jesenje kiše, zbog čega je bilo bolje nalivanje zrna, što se pozitivno odrazilo na visinu prinosa soje (Đukić i sar. 2025). Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Dozet i sar., 2013).

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

Najviši sadržaj proteina u zrnju soje (tabela 2) zabeležen je kod sorte Rubin (41,23%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod sorti Galina (40,37%), NS Apolo (40,27%), NS Atlas (38,80%) i NS Zmaj (38,57%), kao i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod sorte NS Validus (40,93%).

Posmatrano po rokovima setve može se uočiti da je najviši prosečan sadržaj proteina zabeležen u drugom roku setve, setvom 30. aprila (40,27%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na setvu 10. maja (39,85%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (39,97%).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja (%)

Table 2. Average protein and oil content (%)

Sorta Variety (A)	Rokovi setve Sowing dates (B)							
	1. rok setve		2. rok setve		3. rok setve		Prosek Average A	
	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje
Galina	40,6	21,6	40,4	21,9	40,1	22,3	40,37	21,93
NS Atlas	38,6	23,3	39,2	23,3	38,6	23,7	38,80	23,43
NS Apolo	40,5	22,0	40,7	22,0	39,6	22,8	40,27	22,27
NS Zmaj	38,4	23,4	38,5	23,7	38,8	23,5	38,57	23,53
Rubin	40,9	22,9	41,7	22,6	41,1	23,0	41,23	22,83
NS Validus	40,8	22,5	41,1	22,4	40,9	22,6	40,93	22,50
Prosek Average B	39,97	22,62	40,27	22,65	39,85	22,98	40,03	22,75

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	0,46	0,37	0,42	0,39
5%	0,25	0,17	0,21	0,18

LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	0,24	0,22	0,23	0,24
5%	0,13	0,12	0,12	0,13

Posmatrajući istu sortu po različitim rokovima setve, uočava se da je kod sorte Galina najviši sadržaj proteina zabeležen pri setvi 22. aprila (40,6%), a najniži setvom 10. maja (40,1%). Kod sorte NS Atlas najviši sadržaj proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 30. aprila (39,2%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod setve 22. aprila i 10. maja (38,6%). Kod sorte NS Apolo najviši sadržaj proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 30. aprila (40,7%), što je uz sadržaj proteina kod setve 22. aprila (40,5%) statistički veoma značajno viša vrednost

u odnosu na sadržaj proteina kod setve 10. maja (39,6%). Kod sorte NS Zmaj najviši sadržaj proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 10. maja (38,8%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod setve 22. aprila (38,4%) i 30. aprila (38,5%). Kod sorte Rubin najviši sadržaj proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 30. aprila (41,7%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod setve 10. maja (41,1%) i 22. aprila (40,9%). Kod sorte NS Validus najviši sadržaj proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 30. aprila (41,1%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod setve 22. aprila (40,8%). Najveći broj sorti soje najviši sadržaj proteina imao je u drugom roku setve (NS Atlas 39,2%, NS Apolo 40,7%, Rubin 41,7% i NS Validus 41,1%).

Najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorte NS Zmaj (23,53%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte Rubin (22,83%), NS Validus (22,50%), NS Apolo (22,27%) i Galina (21,93%).

Posmatrano po rokovima setve može se uočiti da je najviši prosečan sadržaj ulja zabeležen u trećem roku setve, setvom 10. maja (22,98%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (22,62%) i u odnosu na setvu 30. aprila (22,65%).

Posmatrajući istu sortu po različitim rokovima setve, uočava se da je kod sorte Galina najviši sadržaj ulja zabeležen pri setvi 10. maja (22,3%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod setve 30. aprila (21,9%) i 22. aprila (21,6%). Kod sorte NS Atlas najviši sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 10. maja (23,7%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina kod setve 22. aprila i 30. aprila (23,3%). Kod sorte NS Apolo najviši sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 10. maja (22,8%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod setve 22. aprila i 30. aprila (22,0%). Kod sorte NS Zmaj najviši sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 30. aprila (23,7%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod setve 22. aprila (23,4%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 10. maja (23,5%). Kod sorte Rubin najviši sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 10. maja (23,0%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod setve 30. aprila (22,6%). Kod sorte NS Validus najviši sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa setvom 10. maja (22,6%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod setve 30. aprila (22,4%). Najviši sadržaj ulja u zrnju kod većine sorti ostvaren je pri trećem roku setve (Galina 22,3%, NS Atlas 23,7%, NS Apolo 22,8%, Rubin 23,0%, NS Validus 22,6%).

Prosečan prinos proteina i ulja u zrnju soje prikazan je u tabeli 3.

Najviši prinos proteina po jedinici površine (tabela 3) zabeležen je kod sorte NS Atlas (978 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte Galina (492 kg ha^{-1}), NS Apolo (611 kg ha^{-1}), NS Zmaj (690 kg ha^{-1}) i NS Validus (826 kg ha^{-1}) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sortu Rubin (932 kg ha^{-1}).

Posmatrano po rokovima setve može se uočiti da je najviši prosečan prinos proteina zabeležen u trećem roku setve, setvom 10. maja (776 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (737 kg ha^{-1}).

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja (kg ha^{-1})

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

Sorta Variety (A)	Rokovi setve Sowing dates (B)							
	1. rok setve		2. rok setve		3. rok setve		Prosek Average A	
	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje
Galina	509	271	549	298	419	233	492	267
NS Atlas	1.001	604	1.015	603	918	564	978	590
NS Apolo	603	328	624	337	605	349	611	338
NS Zmaj	663	404	652	401	756	458	690	421
Rubin	820	459	910	493	1.067	597	932	516
NS Validus	816	450	767	418	895	494	826	454
Prosek Average B	737	417	753	424	776	448	755	429

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	47,3	83,6	53,5	86,9
5%	29,6	52,8	34,0	54,4

LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	27,4	49,6	33,5	52,9
5%	15,9	27,8	20,6	30,1

Posmatrajući istu sortu po različitim rokovima setve, uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos proteina zabeležen pri setvi 30. aprila (549 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina ostvaren pri setvi 10. maja (419 kg ha^{-1}) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (509 kg ha^{-1}). Kod sorte NS Atlas najviši prinos proteina zabeležen je pri setvi 30. aprila (1.015 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kasnu setvu 10. maja (918 kg ha^{-1}). Sa sortom NS Apolo najviši prinos proteina je ostvaren setvom 30. aprila (624 kg ha^{-1}), a najniži setvom 22. aprila (603 kg ha^{-1}). Sorte soje NS Zmaj, Rubin i NS Validus najviše prinose proteina ostvarile su pri setvi 10. maja (NS Zmaj 756 kg ha^{-1} , Rubin 1.067 kg ha^{-1} , NS Validus 895 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na setvu 22. aprila (NS Zmaj 663 kg ha^{-1} , Rubin 820 kg ha^{-1} i NS Validus 816 kg ha^{-1}). i setvu 30. aprila (NS Zmaj 652 kg ha^{-1} , Rubin 910 kg ha^{-1} i NS Validus 767 kg ha^{-1}).

Najviši prinos ulja po jedinici površine zabeležen je kod sorte NS Atlas (590 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte Galina (267 kg ha^{-1}), NS Apolo (338 kg ha^{-1}), NS Zmaj (421 kg ha^{-1}), NS Validus (454 kg ha^{-1}) i Rubin (516 kg ha^{-1}).

Posmatrano po rokovima setve može se uočiti da je najviši prosečan prinos ulja zabeležen u trećem roku setve, setvom 10. maja (448 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (417 kg ha^{-1}).

Posmatrajući istu sortu po različitim rokovima setve, uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos ulja zabeležen pri setvi 30. aprila (298 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren pri setvi 10. maja (233 kg ha^{-1}) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (271 kg ha^{-1}). Kod sorte NS Atlas najviši prinos ulja zabeležen je pri setvi 22. aprila (604 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kasnu setvu 10. maja (564 kg ha^{-1}). Sa sortom NS Apollo najviši prinos ulja je ostvaren setvom 10. maja (349 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na setvu 22. aprila (328 kg ha^{-1}). Sorte soje NS Zmaj, Rubin i NS Validus najviše prinose ulja ostvarile su pri setvi 10. maja (NS Zmaj 458 kg ha^{-1} , Rubin 597 kg ha^{-1} , NS Validus 494 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na setvu 22. aprila (NS Zmaj 404 kg ha^{-1} , Rubin 459 kg ha^{-1} i NS Validus 450 kg ha^{-1}). i setvu 30. aprila (NS Zmaj 401 kg ha^{-1} , Rubin 493 kg ha^{-1} i NS Validus 418 kg ha^{-1}). Da je najviši prinos proteina i ulja po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Sorte soje 0 grupe zrenja najviši prinos ostvarile su pri setvi u aprilu mesecu, dok je pri majskoj setvi najviše smanjen prinos, a kod kasnih sorti, II grupe zrenja najviši prinos ostvaren je pri majskoj setvi, pošto su ove sorte u zelenom stanju dočekale jesenje kiše, što je dovelo do boljeg nalivanja zrna, što se odrazilo i na povećanje prinosa soje. Najviši sadržaj proteina ostvaren je pri setvi 30. aprila, a najviši sadržaj ulja kod setve 10. maja. Prinosi i kvalitet soje pri redovnim rokovima setve i pri zakasneloj setvi zavise od temperaturnih i padavinskih uslova u toku vegetacionog perioda soje.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, br. ugovora: 451-03-136/2025-03/ 200032, uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, 6788, Soybean Yield Prediction Using Multi-omics Data Integration – SoyPredict i u okviru projekta Horizon Europe „Valorization Legumes Related Ecosystem Services” (acronym VALERECO) br. 1011354272.

LITERATURA

- Đukić, V., & Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje. In S. Balešević-Tubić & J. Miladinović (Eds.), *Semenarstvo soje* (pp. 53–114). Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Đukić, V., Cvijanović, G., & Dozet, G. (2013). Changes in the technology of soybean production. In *Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy* (Advances in Environmental Engineering and Green Technologies Book Series, pp. 1–22). IGI Global.
- 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 XXIV Savetovanja o*

- biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15–16. mart 2019, 215–220.
- 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. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 21–27. januar 2018, 34–44.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Randelović, P., Vasiljević, M., Ilić, A., Valan, D., & Merkulov Popadić, L. (2022). Soja u 2021. godini. Zbornik referata 56. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 2. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 30. januar – 3. februar 2022, 69–77.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Vasiljević, M., Bukonja, S., & Ilić, A. (2025). Sadržaj proteina i ulja u NS sortama soje pri kasnijim rokovima setve. Zbornik radova 66. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“, 22–27. jun 2025, Herceg Novi, Crna Gora, 55–58.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Marinković, J., Jaćimović, S., Ilić, A., & Valan, D. (2023). Soja u 2022. godini. Zbornik referata 57. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 3. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 30. januar – 3. februar 2023, 26–33.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., & Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“, 16–21. jun 2019, Herceg Novi, Crna Gora, 63–69.

UTICAJ PREDSETVENE PRIMENE AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE

Marija Bajagić¹, Zlatica Mamlić², Libuška Fačara³, Vojin Đukić^{2✉}, Jegor Miladinović²,
Gorica Cvijanović¹, Gordana Dozet⁴

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

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

³Srednja poljoprivredna škola u Baču, Bač, Srbija,

⁴Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola, Srbija

IZVOD

Prevelike doze azotnih đubriva dovode do smanjenja prinosa soje, jer smanjuju formiranje kvržica na korenu i njihovu efikasnost u usvajanju azota iz vazduha.

Primena AN-a u količini od 100 kg ha⁻¹ statistički je veoma značajno povećala prinos soje, prinos proteina po jedinici površine i statistički značajno povećala prinos ulja po jedinici površine. Statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina zabeleženo je kod primene AN-a od 300 kg ha⁻¹ i 200 kg ha⁻¹, u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda, dok se na istim varijantama sadržaj ulja statistički veoma značajno smanjivao. Najviši sadržaj ulja zabeležen je na kontrolnoj varijanti ogleda, a povećanjem doza AN-a sadržaj ulja u zrnju soje se smanjivao. Veće doze azota dovode do smanjenja prinosa zrna, smanjenja prinosa proteina i ulja po jedinici površine, povećanja sadržaja proteina u zrnju i smanjenju sadržaja ulja u zrnju soje.

Ključne reči: azot, đubrenje, amonijum nitrat, sadržaj proteina, sadržaj ulja.

THE INFLUENCE OF THE INTENDED APPLICATION OF AMMONIUM NITRATE ON THE QUALITY OF SOYBEANS

ABSTRACT

Excessive doses of nitrogen fertilizers lead to a decrease in the yield of soybeans, because they reduce the formation of nodules on the roots and their efficiency in absorbing nitrogen from the air. Application of AN in the amount of 100 kg ha⁻¹ statistically significantly increased soybean yield, protein yield per unit area and statistically significantly increased oil yield per unit area. A statistically very significant increase in protein content was recorded when applying AN of 300 kg ha⁻¹ and 200 kg ha⁻¹, compared to the control variant of the experiment, while the oil content statistically significantly decreased in the same variants. The highest oil content was recorded in the control variant of the experiment, and with increasing doses of

✉ Dr Vojin Đukić, naučni savetnik

Odeljenje za leguminoze

Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Tel. +381 21 489 8485

E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

AN, the oil content in soybeans decreased. The highest oil content was recorded in the control variant of the experiment, and with increasing doses of AN, the oil content in soybeans decreased.

Key words: nitrogen, fertilizer, ammonium nitrate, protein content, oil content.

UVOD

Dugo vremena je vladalo mišljenje da soju ne treba intenzivno đubriti pošto ona dobro koristi rezidualna hraniva koja ostaju u zemljištu iza preduseva, ali za visoke i stabilne prinose soje, neophodno je u zemljište uneti određenu količinu hraniva na osnovu analize zemljišta i planiranog prinosa (Eltreki i sar., 2020a). Primena mineralnih đubriva u intenzivnoj biljnoj proizvodnji neophodna je radi postizanja visokih prinosa, a pored određivanja količine đubriva, veoma bitno je i pravovremena primena hraniva (Đukić i sar., 2021). Gajenjem leguminoza povećava se azotni bilans u zemljištu, a humifikacijom i mineralizacijom žetvenih ostataka leguminoza povećava se organski azot (Mamlić i sar., 2023). Primena đubriva treba da se zasniva na principu kontrole plodnosti zemljišta, odnosno održavanju ili poboljšanju plodnosti zemljišta u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa (Đukić i Dozet, 2014). Primena manjih doza azotnih đubriva doprinosi povećanju prinosa, a količine azota veće od 50 kg ha⁻¹ dovode do smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2009). Veće doze azota unešene u zemljište mogu dovesti i do smanjenja prinosa soje (Eltreki i sar., 2020b). Primena većih količina azota kod soje ima smisla samo na izrazito kiselim zemljištima i ako ne dolazi do formiranja kvržica na korenu biljaka (Đukić i sar., 2021). Fosforna i kalijumova đubriva unose se u zemljište sa osnovnom obradom zemljišta u jesen, dok se azotna đubriva primenjuju u proleće, sa prvim prohodom u predsetvenoj pripremi (Đukić i Dozet, 2014). Predsetvena primena AN-a povećava prinos soje, prinos proteina i ulja po jedinici površine, kao i sadržaj proteina u zrnu soje (Mamlić i sar., 2023b). Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama, a efikasnost primenjenog đubriva zavisi od količine hraniva u zemljištu, od potreba biljaka za određenim elementima, od stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018). Najveći efekat na povećanje prinosa zrna i prinosa ulja po jedinici površine ima jesenja primena NPK đubriva uz predsetvenu primenu azotnog đubriva AN (Dozet i sar., 2021). Povećanjem predsetvenih doza AN-a preko 100 kg ha⁻¹ smanjuje prinos zrna soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine (Fačara i sar., 2025). Cilj ovih istraživanja je analiza uticaja predsetvene primene različitih količina azotnog đubriva AN na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i na prinos proteina i ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

U rezultatima dvogodišnjih istraživanja analizirani su uticaji predsetvene primene azotnog đubriva amonijum nitrata na prinos, sadržaj proteina i ulja i prinos proteina i ulja po jedinici površine kod srednje kasne sorte soje Rubin. Varijante ogleda bile su sledeće: kontrola – bez predsetvene primene AN-a, predsetvena primena AN-a u količini od 100 kg ha⁻¹, predsetvena primena AN-a u količini od 200 kg ha⁻¹ i

predsetvena primena AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} . Ogled je izveden u četiri ponavljanja po standardnoj metodici za izvođenje ogleda, a osnovno đubrenje vršeno je na osnovu analize zemljišta. Predsetvena primena AN-a vršena je sa predsetvenom pripremom zemljišta za soju. U fazi tehnološke zrelosti obavljena je žetva, merenje uzoraka i vlage zrna, na osnovu čega je izvršen obračun prinosa po jedinici površine sa 14% vlage. Sadržaj proteina i ulja u zrnju soje određivan je u laboratoriji Odeljenja za leguminoze. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja, kao i za prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticao različitih količina azotnog đubriva AN na prinos soje prikazan je u tabeli 1. Prosečan prinos zrna soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 2653,3 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos soje je bio 3122,0 kg ha^{-1} , što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren u 2024. godini (2184,5 kg ha^{-1}). Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos ostvaren pri predsetvenoj primeni azotnog đubriva AN u količini od 100 kg ha^{-1} (2781,0 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (2612,0 kg ha^{-1}). Najniži prinos soje ostvaren je na varijanti ogleda sa primenom 300 kg ha^{-1} AN-a (2511,5 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno niži prinos u odnosu na primenu 100 kg ha^{-1} i 200 kg ha^{-1} AN-a (2708,5 kg ha^{-1}).

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

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)		Prosek B Average B
	2023	2024	
Kontrola	3078	2146	2612,0
AN 100 kg ha^{-1}	3245	2317	2781,0
AN 200 kg ha^{-1}	3184	2233	2708,5
AN 300 kg ha^{-1}	2981	2042	2511,5
Prosek A Average A	3122,0	2184,5	2653,3

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	246,7	152,0	257,4	288,2
5%	182,2	116,5	193,1	227,3

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši prinos soje zabeležen primenom AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (3245 kg ha^{-1}), a najniži prinos na varijanti ogleda sa primenom AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (2981 kg ha^{-1}), ali u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (3078 kg ha^{-1}) nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu soje. U 2024. godini najviši prinos soje zabeležen je na varijanti ogleda sa primenom AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (2317 kg ha^{-1}), a najniži

prinos na varijanti ogleda sa primenom AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (2042 kg ha^{-1}), ali u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (3078 kg ha^{-1}) nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu soje. Statistički veoma značajno veći prinos soje ostvaren je u obe godine na varijantama ogleda sa primenom 100 kg ha^{-1} AN-a u odnosu na primenu AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (3245 kg ha^{-1} i 2317 kg ha^{-1} u odnosu na 2981 kg ha^{-1} i 2042 kg ha^{-1}). U 2023. godini statistički značajno veći prinos zabeležen je i na varijanti ogleda sa primenom 200 kg ha^{-1} AN-a (3184 kg ha^{-1}) u odnosu na primenu 300 kg ha^{-1} AN-a.

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

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

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

Dubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)					
	2023		2024		Prosek B Average B	
	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje
Kontrola	39,08	19,40	40,23	19,60	39,66	19,50
AN 100 kg ha^{-1}	39,60	19,13	41,04	19,28	40,32	19,21
AN 200 kg ha^{-1}	39,94	18,86	41,37	19,09	40,66	18,98
AN 300 kg ha^{-1}	40,16	18,70	41,45	19,11	40,81	18,91
Prosek A Average A	39,70	19,02	41,02	19,27	40,36	19,15

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	0,42	0,36	0,39	0,38
5%	0,26	0,20	0,25	0,21

LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	0,31	0,28	0,29	0,28
5%	0,20	0,18	0,18	0,19

Prosečan sadržaj proteina u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 40,36%. U 2023. godini sadržaj proteina iznosio je 39,70%, što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na 2024. godinu (41,02%).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši sadržaj proteina ostvaren na varijanti ogleda sa predsetvenom primenom AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (40,81%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (39,66%) i primenu AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (40,32%). Statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda zabeleženo je i kod primene AN-a u količini od 200 kg ha^{-1} (40,66%), kao i kod primene AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} .

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši sadržaj proteina zabeležen kod primene AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (40,16%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda

(39,08%) i primenu AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (39,60%). Statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda zabeleženo je i kod primene AN-a u količini od 200 kg ha^{-1} (39,94%), kao i kod primene AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} . U 2024. godini najviši sadržaj proteina zabeležen je kod primene AN-a u količini od 300 kg ha^{-1} (41,45%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (40,23%) i primenu AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (41,04%). Statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda zabeleženo je i kod primene AN-a u količini od 200 kg ha^{-1} (41,37%), kao i kod primene AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} .

Prosečan sadržaj ulja u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 19,15%. U 2023. godini sadržaj ulja iznosio je 19,02%, što je statistički značajno niža vrednost u odnosu na 2024. godinu (19,27%).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši sadržaj ulja ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleda (19,50%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na primenu Azotnog đubriva AN u količini od 300 kg ha^{-1} (18,91%), 200 kg ha^{-1} (18,98%) i 100 kg ha^{-1} (19,21%).

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši sadržaj ulja zabeležen na kontrolnoj varijanti ogleda (19,40%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod primene 300 kg ha^{-1} AN-a (18,70%) i 200 kg ha^{-1} AN-a (18,86%), kao i statistički značajno viša vrednost u odnosu na primenu 100 kg ha^{-1} AN-a (19,13%). U 2024. godini najviši sadržaj ulja zabeležen je na kontrolnoj varijanti ogleda (19,60%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod primene 300 kg ha^{-1} AN-a (19,11%), 200 kg ha^{-1} AN-a (19,09%) i 100 kg ha^{-1} AN-a (19,28%).

Prinos proteina i ulja u zrnju soje

Prosečan prinos proteina i ulja u zrnju soje prikazan je u tabeli 3.

Prosečan prinos proteina po jedinici površine, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 1071 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos proteina iznosio je 1239 kg ha^{-1} , što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina ostvaren u 2024. godini (896 kg ha^{-1}).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos proteina ostvaren pri predsetvenoj primeni AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (1121 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (1036 kg ha^{-1}) i varijantu sa primenom 300 kg ha^{-1} AN-a (1025 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda, prinos proteina kod primene 200 kg ha^{-1} AN-a bio je statistički značajno viši (1101 kg ha^{-1}). Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši prinos proteina zabeležen na varijanti ogleda sa primenom 100 kg ha^{-1} AN-a (1285 kg ha^{-1}), što je bilo statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (1203 kg ha^{-1}), dok je na varijanti sa primenom 200 kg ha^{-1} (1272 kg ha^{-1}) prinos proteina bio statistički značajno viši.

Prosečan prinos ulja po jedinici površine, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 508 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos ulja iznosio je 594 kg ha^{-1} , što je statistički

veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren u 2024. godini (421 kg ha^{-1}).

Tabela 3. Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) i prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 3. Average protein yield (kg ha^{-1}) and average oil yield (kg ha^{-1})

Dubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)					
	2023		2024		Prosek B Average B	
	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje	Proteini	Ulje
Kontrola	1203	597	863	421	1036	509
AN 100 kg ha^{-1}	1285	621	951	447	1121	534
AN 200 kg ha^{-1}	1272	601	924	426	1101	514
AN 300 kg ha^{-1}	1197	557	846	390	1025	475
Prosek A Average A	1239	594	896	421	1071	508

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	77,6	68,5	72,1	70,1
5%	42,9	37,2	40,0	37,3
LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	36,5	33,3	34,6	37,6
5%	17,0	14,1	14,4	18,2

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos ulja ostvaren primenom 100 kg ha^{-1} AN-a (534 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (509 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda, prinos ulja kod primene 300 kg ha^{-1} AN-a iznosio je 475 kg ha^{-1} , što je bilo statistički veoma značajno smanjenje prinosa ulja.

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši prinos ulja zabeležen primenom AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (621 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja na kontrolnoj varijanti ogleda (597 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno niži prinos ulja u odnosu na kontrolu zabeležen je na varijanti ogleda sa primenom 300 kg ha^{-1} AN-a (557 kg ha^{-1}). U 2024. godini najviši prinos ulja zabeležen je kod primene AN-a u količini od 100 kg ha^{-1} (447 kg ha^{-1}), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja na kontrolnoj varijanti ogleda (421 kg ha^{-1}). Statistički značajno niži prinos ulja u odnosu na kontrolu zabeležen je na varijanti ogleda sa primenom 300 kg ha^{-1} AN-a (390 kg ha^{-1}).

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Predsetvena primena AN-a u optimalnoj količini povećava prinos soje, prinos proteina i ulja po jedinici površine, kao i sadržaj proteina u zrnju soje. Prevelike doze azotnog đubriva AN mogu smanjiti prinos soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Povećavanjem doza AN-a u predsetvenoj primeni povećava sadržaj proteina i smanjuju sadržaj ulja u zrnu soje.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, br. ugovora: 451-03-136/2025-03/200032 i uz podršku projekta Horizon Europe „Valorization Legumes Related Ecosystem Services” (acronym VALERECO) br. 1011354272.

LITERATURA

- Dozet, G., Miladinov Mamlić, Z., Đukić, V., Đurić, N., Miladinović, J., Jovanović-Todorović, M., & Cvijanović, G. (2021). Uticaj vremena primene NPK đubriva na sadržaj ulja u zrnu soje. Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun–2. jul 2021, Herceg Novi, Crna Gora, 101–107.
- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom (Doktorska disertacija). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Đukić, V., & Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje. U S. Balešević-Tubić & J. Miladinović (Ur.), Semenarstvo soje (str. 53–114). Novi Sad: Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović-Todorović, M., & Cvijanović, V. (2021). Prinos soje u zavisnosti od vremena primene NPK đubriva. Zbornik radova XXVI Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 12–13. mart 2021, Čačak, Srbija, 43–48.
- Eltreki, A., Cvijanović, G., Đurić, N., Đukić, V., Dozet, G., Cvijanović, M., & Miladinov, Z. (2020a). Uticaj NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na sadržaj i prinos ulja soje. Zbornik radova 61. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12–17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 55–62.
- Eltreki, A., Đukić, V., Cvijanović, G., Đurić, N., Miladinov, Z., Dozet, G., & Cvijanović, M. (2020b). Primena efektivnih mikroorganizama i NPK đubriva u cilju povećanja prinosa i kvaliteta soje. Uljarstvo, 51(1), 11–16.
- Fačara, L., Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., & Čeran, M. (2025). Uticaj azotnog đubriva na kvalitet zrna soje. Zbornik radova 66. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 22–27. jun 2025, Herceg Novi, Crna Gora, 59–62.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Dozet, G., Abdurhman, A., Dolapčev-Rakić, A., Sinjušin, A., & Đurić, N. (2023). Značaj gajenja leguminoza u biljnoj proizvodnji. Zbornik radova nacionalnog naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”, Smederevska Palanka, Srbija, 216–225.
- Mamlić, Z., Saleh Ali Abdulnabi, N., Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Đurić, N., & Uhlarik, A. (2023b). Interakcija vremena osnovne obrade i đubrenja na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Zbornik radova 64. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Crna Gora, 85–91.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., & Ranđelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Zbornik radova 59. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17–22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora, 73–78.

PROMENA KVALITETA ZRNA SOJE USLED FOLIJARNE PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA

*Vojin Cvijanović¹, Zlatica Mamlić², Vojin Đukić^{2✉}, Jegor Miladinović², Marina Čeran²,
Marija Bajagić³, Gorica Cvijanović³*

¹Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

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

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

IZVOD

Folijarna primena vodenih ekstrakata ima veliki uticaj na prinos i kvalitet zrna soje. Folijarna primena vodenog ekstrakta od mirođije, kore banane, medveđeg luka, ploda banane, koprive, pasiflore, korena maslačka, ploda đumbira, jestivog dela banane, ploda limuna, listova banane i listova čuvarkuće statistički značajno povećava prinos soje. Sadržaj proteina statistički značajno povećava primena vodenog ekstrakta od đumbira, mirođije, korena maslačka, pasiflore, ploda kivana, koprive, kore limuna, ploda banane, medveđeg luka, kore banane, ploda limuna i jestivog dela banane dok sadržaj ulja statistički značajno povećava vodeni ekstrakt od jestivog dela limuna.

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

CHANGES IN THE QUALITY OF SOYBEANS DUE TO FOLIAR APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS

ABSTRACT

Foliar application of aqueous extracts has a great influence on the yield and quality of soybeans. Foliar application of aqueous extract of fennel, banana peel, spring onions, banana fruit, nettle, passionflower, dandelion root, ginger fruit, edible part of banana, lemon fruit, banana leaves and sedum leaves statistically significantly increase soybean yield. The protein content is statistically significantly increased by the application of water extract from ginger, fennel, dandelion root, passionflower, quince fruit, nettle, lemon peel, banana fruit, bear onion, banana peel, lemon fruit and the edible part of the banana, while the oil content is statistically significantly increased by the water extract from the edible part of the lemon.

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

✉ Dr Vojin Đukić, naučni savetnik

Odeljenje za leguminoze

Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Tel. +381 21 489 8485

E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

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). Biljni materijal različitih vrsta sadrži različitu vrstu i količinu hraniva, kao i niz fiziološki aktivnih materija koji mogu imati pozitivan uticaj na rast i razvoj tretiranih biljaka, kao i kvalitet dobijenih proizvoda (Ćeran i sar., 2024), a primenom vodenih ekstrakata može se smanjiti upotreba mineralnih đubriva (Mamlić i sar. 2023). Folijarna prihrana soje u fazi intenzivnog porasta povećava prinos, ali i tehnološki kvalitet zrna soje (Miladinov i sar., 2018; Mamlić i sar., 2025), naročito u nepovoljnim godinama, sa izraženim sušnim periodom, ali i u povoljnim godinama za proizvodnju (Dozet i sar., 2015; Randelović i sar., 2019). Posmatrajući rezultate prinosa u ogledu sa primenom vodenih ekstrakata biljnog porekla, uočava se da je na varijantama ogleda sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (3.202 kg ha^{-1}), koprive i gaveza (3.188 kg ha^{-1}), kore banane (3.123 kg ha^{-1}), koprive (3.121 kg ha^{-1}) i soje (3.061 kg ha^{-1}) prinos statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu (2712 kg ha^{-1}), dok je prinos soje statistički značajno viši kod primene vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (3.052 kg ha^{-1}) (Mamlić i sar. 2023). Vodeni ekstrakti od lista mirođije, lista koprive, lista pasiflore, lista smokve, lista banane, lista asimine i lista čuvarkuće povećali su prinos soje (Mamlić i sar., 2024). U odnosu na kontrolu tretiranu vodom (2.906 kg ha^{-1}) statistički značajno viši prinosi bili su na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane i od koprive i gaveza (Mamlić i sar., 2022). Cilj ovoga rada je sagledavanje uticaja vodenih ekstrakata 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 proteina i ulja u zrnu soje i prinos proteina i ulja po hektaru. Ogled je postavljen na poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima sa sortom soje NS Apolo i sa varijantama ogleda: kontrola, kontrola sa folijarnom primenom vode u količini istoj kao primena razređenih vodenih ekstrakata i 18 varijanti primene vodenih ekstrakata (vodeni ekstrakti ploda banane, kore banane, jestivog dela banane, listova banane, ploda limuna, kore limuna, jestivog dela limuna, mirođije, medveđeg luka, koprive, korena maslačka, pasiflore, jestivog dela nara, jagoda, kivana, manga, ploda đumbira i listova čuvarkuće). Folijarni tretmani su vršeni u fazi intenzivnog porasta biljaka, sa količinom od 300 litara tečnosti po hektaru. Ogled je postavljen u tri ponavljanja, sa veličinom osnovne parcelice od 10 m^2 . Vodeni ekstrakti su pravljani tako što je jedan kilogram biljnog materijala prelišen sa 10 litara kišnice i uz svakodnevno mešanje sačekao je završetak fermentacije, nakon čega je vodeni ekstrakt proceden kroz gazu i pre folijarne upotrebe razređivan sa vodom u razmeri 1:15. Tokom vegetacionog perioda primenjene su standardne agrotehničke

mere za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti vršena je žetva, 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 su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog materijala na prinos zrna soje, u 2023. godini i 2024. godini prikazan je u tabeli 1.

Prosečan prinos soje u ogledu, za dve godine istraživanja iznosio je 2373 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos soje je bio 3005 kg ha^{-1} , što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren u 2024. godini (1741 kg ha^{-1}).

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

Dubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)		Prosek B Average B
	2023	2024	
Kontrola	2.694	1.506	2.100
Kontrola sa vodom	2.763	1.545	2.154
V. e.* ploda banane	3.227	2.032	2.630
V. e.* kore banane	3.363	2.017	2.690
V. e.* jestivog dela banane	2.956	1.948	2.452
V. e.* listova banane	2.946	1.765	2.356
V. e.* ploda limuna	3.309	1.588	2.449
V. e.* kore limuna	2.433	1.462	1.948
V. e.* jestivog dela limuna	2.676	1.511	2.094
V. e.* mirođije	3.566	2.131	2.849
V. e.* medveđeg luka	3.357	1.970	2.664
V. e.* koprive	3.316	1.940	2.628
V. e.* korena maslačka	3.155	1.861	2.508
V. e.* pasiflore incarnate	3.281	1.889	2.585
V. e.* jestivog dela nara	2.776	1.568	2.172
V. e.* jagoda	2.702	1.524	2.113
V. e.* kivana	2.669	1.484	2.077
V. e.* manga	2.755	1.642	2.199
V. e.* plod đumbira	3.339	1.602	2.471
V. e.* listova čuvaruće	2.818	1.842	2.330
Prosek A Average A	3.005	1.741	2.373

*V.e. – vodeni ekstrakt / aqueous extracts

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	226,8	189,4	218,8	195,5
5%	120,9	96,5	114,8	101,4

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od mirođije (2849 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (2154 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno povećanje prinosa soje zabeleženo je primenom vodenih ekstrakata od mirođije, kore banane (2690 kg ha^{-1}), medveđeg luka (2664 kg ha^{-1}), ploda banane (2630 kg ha^{-1}), koprive (2628 kg ha^{-1}), pasiflore (2585 kg ha^{-1}), korena maslačka (2508 kg ha^{-1}), ploda đumbira (2471 kg ha^{-1}), jestivog dela banane (2452 kg ha^{-1}), ploda limuna (2449 kg ha^{-1}) i listova banane (2356 kg ha^{-1}), dok je statistički značajno povećanje prinosa zabeleženo na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta od listova čuvarkuće (2330 kg ha^{-1}).

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u obe godine najviši prinos soje zabeležen primenom vodenog ekstrakta od mirođije (3566 kg ha^{-1} u 2023. godini i 2131 kg ha^{-1} u 2024. godini). U 2023. godini statistički veoma značajno povećanje prinosa u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (2763 kg ha^{-1}) zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od listova mirođije, kore banane (3363 kg ha^{-1}), medveđeg luka (3357 kg ha^{-1}), ploda đumbira (3339 kg ha^{-1}), koprive (3316 kg ha^{-1}), ploda limuna (3309 kg ha^{-1}), pasiflore (3281 kg ha^{-1}), ploda banane (3227 kg ha^{-1}) i korena maslačka (3155 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenog ekstrakta od jestivog dela banane (2956 kg ha^{-1}) i listova banane (2946 kg ha^{-1}) prinos soje bio statistički značajno viši. U 2024. godini statistički veoma značajno povećanje prinosa u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (1545 kg ha^{-1}) zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od mirođije, ploda banane (2032 kg ha^{-1}), kore banane (2017 kg ha^{-1}), medveđeg luka (1970 kg ha^{-1}), jestivog dela banane (1948 kg ha^{-1}), koprive (1940 kg ha^{-1}), pasiflore (1889 kg ha^{-1}), korena maslačka (1861 kg ha^{-1}), listova čuvarkuće (1842 kg ha^{-1}) i listova banane (1765 kg ha^{-1}).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

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

Prosečan sadržaj proteina u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 39,22%. U 2023. godini sadržaj proteina iznosio je 39,04%, što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na 2024. godinu (39,40%).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši sadržaj proteina ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od ploda đumbira (40,59%). Statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (38,76%) zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od đumbira, mirođije (40,01%), korena maslačka (39,82%), pasiflore (39,78%), ploda kivana (39,64%), koprive (39,56%), kore limuna (39,46%), ploda banane (39,39%), medveđeg luka (39,35%), kore banane (39,29%), ploda limuna (39,19%) i jestivog dela banane (39,16%), dok je statistički veoma značajno smanjenje sadržaja proteina zabeleženo na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna (38,22%) i ploda manga (38,32%).

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je najviši sadržaj proteina u obe godine ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od ploda đumbira (39,87% u 2023. godini i 41,30% u 2024. godini). U 2023. godini statistički

veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (38,72%) zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od đumbira, mirođije (39,60%), korena maslačka i pasiflore (39,37%), ploda kivana (39,33%), koprive (39,32%), kore limuna (39,30%), ploda banane (39,23%), medveđeg luka (39,22%), kore banane (39,20%), jestivog dela banane i ploda banane (39,13%), dok je statistički značajno povećanje zabeleženo na kontrolnoj varijanti ogleda bez primene vode. Statistički veoma značajno smanjenje sadržaja proteina zabeleženo je na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna (38,03%) i ploda manga (38,23%), dok je statistički značajno smanjenje sadržaja proteina zabeleženo kod primene vodenog ekstrakta od plodova jagoda (38,50%). U 2024. godini statistički veoma značajno povećanje sadržaja proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (38,79%) zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od đumbira, mirođije (40,42%), korena maslačka (40,27%), pasiflore (40,19%), ploda kivana (39,94%), koprive (39,80%), kore limuna (39,62%), ploda banane (39,55%), medveđeg luka (39,48%), kore banane (39,38%) i ploda limuna (39,24%), dok je statistički značajno povećanje sadržaja proteina zabeleženo na kontrolnoj varijanti ogleda bez primene vode (39,11%), jestivog dela banane (39,19%) i ploda limuna (39,24%). Statistički značajno smanjenje sadržaja proteina zabeleženo je na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna i ploda manga (38,40%).

Prosečan sadržaj ulja u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 23,06%. U 2023. godini sadržaj proteina iznosio je 23,07%, a u 2024. godini 23,05%.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši sadržaj ulja ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna (23,70%), što je bila statistički značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (23,49%). Statistički veoma značajno smanjenje sadržaja ulja u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode zabeleženo je kod primene vodenih ekstrakata od pasiflore (22,45%), đumbira, (22,46%), kivana (22,51%), mirođije (22,54%), korena maslačka (22,56%), koprive (22,71%), ploda banane i kore limuna (22,84%), medveđeg luka (22,93%), kore banane i jestivog dela banane (23,15%) i ploda limuna (23,16%), dok je kod primene vodenog ekstrakta od listova čuvarkuće (23,35%) sadržaj ulja statistički značajno smanjen.

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je najviši sadržaj ulja u obe godine ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna (23,53% u 2023. godini i 23,90% u 2024. godini). U 2023. godini statistički veoma značajno povećanje sadržaja ulja u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (23,25%) zabeleženo je kod primene vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna, dok je statistički značajno povećanje sadržaja ulja zabeleženo kod folijarne primene manga (23,37%) i jestivog dela nara (23,47%). Statistički veoma značajno smanjenje sadržaja ulja zabeleženo je na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od kivana (22,67%), pasiflore (22,77%), ploda banane (22,80%), koprive (22,84%), medveđeg luka (22,87%), mirođije (22,90%), đumbira (22,93%), korena maslačka (22,94%) i kore limuna (22,97%), dok je statistički značajno smanjenje sadržaja ulja zabeleženo kod primene vodenog ekstrakta od jestivog dela banane (23,03%) i ploda limuna (23,07%).

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

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)					
	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
	2023	2024	Prosek B Average B	2023	2024	Prosek B Average B
Kontrola	38,97	39,11	39,04	23,13	23,41	23,26
Kontrola sa vodom	38,72	38,79	38,76	23,25	23,74	23,49
V. e.* ploda banane	39,23	39,55	39,39	22,80	22,90	22,84
V. e.* kore banane	39,20	39,38	39,29	23,20	23,11	23,15
V. e.* jestivog dela banane	39,13	39,19	39,16	23,03	23,30	23,15
V. e.* listova banane	38,70	38,74	38,72	23,30	23,75	23,52
V. e.* ploda limuna	39,13	39,24	39,19	23,07	23,29	23,16
V. e.* kore limuna	39,30	39,62	39,46	22,97	22,72	22,84
V. e.* jestivog dela limuna	38,03	38,40	38,22	23,53	23,90	23,70
V. e.* mirođije	39,60	40,42	40,01	22,90	22,21	22,54
V. e.* medveđeg luka	39,22	39,48	39,35	22,87	23,02	22,93
V. e.* koprive	39,32	39,80	39,56	22,84	22,61	22,71
V. e.* korena maslačka	39,37	40,27	39,82	22,94	22,20	22,56
V. e.* pasiflore incarnate	39,37	40,19	39,78	22,77	22,15	22,45
V. e.* jestivog dela nara	38,73	38,87	38,80	23,47	23,68	23,56
V. e.* jagoda	38,50	38,62	38,56	23,23	23,81	23,51
V. e.* kivana	39,33	39,94	39,64	22,67	22,39	22,51
V. e.* manga	38,23	38,40	38,32	23,37	23,80	23,57
V. e.* plod đumbira	39,87	41,30	40,59	22,93	22,00	22,46
V. e.* listova čuvarkuće	38,77	38,93	38,85	23,17	23,55	23,35
Prosek A /Average A	39,04	39,40	39,22	23,07	23,05	23,06

*V.e.-vodeni ekstrakt / aqueous extracts

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	0,44	0,39	0,41	0,37
5%	0,23	0,18	0,21	0,16
LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	0,26	0,24	0,24	0,23
5%	0,14	0,13	0,12	0,12

U 2024. godini statistički značajno povećanje sadržaja ulja u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (23,74%) zabeleženo je kod primene vodenog ekstrakta od jestivog dela limuna, dok je statistički veoma značajno smanjenje sadržaja ulja zabeleženo kod folijarne primene đumbira (22,00%), pasiflore (22,15%), korena maslačka (22,20%), mirođije (22,21%), ploda kivana (22,39%), koprive (22,61%), kore

limuna (22,72%), ploda banane (22,90%), medveđeg luka (23,02%), kore banane (23,11%), ploda limuna (23,29%) i jestivog dela banane (23,30%). Statistički značajno smanjenje sadržaja ulja zabeleženo je na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta od listova čuvaruće (23,55%).

Prinos proteina i ulja po jedinici površine

Prinosi proteina i ulja po jedinici površine (tabela 3), zavise od prinosa zrna i sadržaja proteina i ulja (Đukić i sar., 2023).

Prosečan prinos proteina po jedinici površine, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 930 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos proteina iznosio je 1174 kg ha^{-1} , što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina ostvaren u 2024. godini (687 kg ha^{-1}).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos proteina ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od lista mirođije (1137 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (835 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno povećanje prinosa proteina zabeleženo je primenom vodenih ekstrakata od lista mirođije, kore banane (1056 kg ha^{-1}), medveđeg luka (1047 kg ha^{-1}), koprive (1038 kg ha^{-1}) ploda banane (1035 kg ha^{-1}), pasiflore (1025 kg ha^{-1}), korena maslačka i ploda đumbira (996 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenih ekstrakata od jestivog dela banane (960 kg ha^{-1}) i ploda limuna (959 kg ha^{-1}) zabeleženo statistički značajno povećanje prinosa proteina po jedinici površine.

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši prinos proteina zabeležen primenom vodenog ekstrakta od lista mirođije (1412 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno povećanje prinosa proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (1070 kg ha^{-1}) bilo je na varijantama sa primenom vodenih ekstrakata od mirođije, ploda đumbira (1331 kg ha^{-1}), kore banane (1318 kg ha^{-1}), medveđeg luka (1317 kg ha^{-1}), koprive (1304 kg ha^{-1}), ploda limuna (1295 kg ha^{-1}), pasiflore (1292 kg ha^{-1}), ploda banane (1266 kg ha^{-1}) i korena maslačka (1242 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenog ekstrakta od kore limuna (956 kg ha^{-1}) prinos proteina bio statistički značajno manji. U 2024. godini najviši prinos proteina zabeležen je na varijanti ogleda sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta od lista mirođije (861 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno povećanje prinosa proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (599 kg ha^{-1}) bilo je na varijantama sa primenom vodenih ekstrakata od ploda banane (804 kg ha^{-1}), kore banane (794 kg ha^{-1}), medveđeg luka (778 kg ha^{-1}), koprive (772 kg ha^{-1}), pasiflore (759 kg ha^{-1}) i korena maslačka (749 kg ha^{-1}).

Prosečan prinos ulja po jedinici površine, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 547 kg ha^{-1} . U 2023. godini prinos ulja iznosio je 693 kg ha^{-1} , što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na 2024. godinu (401 kg ha^{-1}).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočavamo da je najviši prinos ulja ostvaren pri folijarnoj primeni vodenog ekstrakta od lista mirođije (645 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (504 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno povećanje prinosa ulja zabeleženo je primenom vodenih ekstrakata od listova

mirođije, kore banane (623 kg ha^{-1}), medveđeg luka (610 kg ha^{-1}), ploda banane (600 kg ha^{-1}), koprive (598 kg ha^{-1}) i listova pasiflore (583 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenog ekstrakta od korena maslačka ($506,2 \text{ kg ha}^{-1}$), jestivog dela banane (567 kg ha^{-1}) ploda limuna (566 kg ha^{-1}) i ploda đumbira (559 kg ha^{-1}) zabeleženo statistički značajno povećanje prinosa ulja po jedinici površine.

Tabela 3. Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) i prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 3. Average protein yield (kg ha^{-1}) and average oil yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)					
	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
	2023	2024	Prosek B Average B	2023	2024	Prosek B Average B
Kontrola	1050	589	819	623	352	488
Kontrola sa vodom	1070	599	835	642	366	504
V. e.* ploda banane	1266	804	1035	736	465	600
V. e.* kore banane	1318	794	1056	780	466	623
V. e.* jestivog dela banane	1157	763	960	681	453	567
V. e.* listova banane	1140	684	912	686	419	553
V. e.* ploda limuna	1295	623	959*	763	369	566
V. e.* kore limuna	956	579	768	559	332	445
V. e.* jestivog dela limuna	1018	580	799	630	361	495
V. e.* mirođije	1412	861	1137	817	473	645
V. e.* medveđeg luka	1317	778	1047	768	453	610
V. e.* koprive	1304	772	1038	757	438	598
V. e.* korena maslačka	1242	749	996	724	413	568
V. e.* pasiflore incarnate	1292	759	1025	747	418	583
V. e.* jestivog dela nara	1075	609	842	652	371	511
V. e.* jagoda	1040	589	814	628	363	495
V. e.* kivana	1050	593	821	605	332	468
V. e.* manga	1053	631	842	644	390	517
V. e.* plod đumbira	1331	662	996	766	352	559
V. e.* listova čuvar kuće	1093	717	905	653	433	543
Prosek A /Average A						

*V.e.-vodeni ekstrakt / aqueous extracts

LSD proteini	A	B	A×B	B×A
1%	136,5	128,6	131,6	127,3
5%	93,8	87,2	89,0	86,5
LSD ulje	A	B	A×B	B×A
1%	83,9	78,0	80,5	77,8
5%	58,4	52,9	55,6	52,6

Kod primene vodenog ekstrakta od kore limuna (445 kg ha^{-1}) došlo je do statistički značajnog smanjenja prinosa ulja po jedinici površine.

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2023. godini najviši prinos ulja zabeležen primenom vodenog ekstrakta od lista mirođije (817 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno povećanje prinosa ulja u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (642 kg ha^{-1}) zabeleženo je kod primene vodenog ekstrakta od lista mirođije, kore banane (780 kg ha^{-1}), medveđeg luka (768 kg ha^{-1}), ploda đumbira (766 kg ha^{-1}), ploda limuna (763 kg ha^{-1}), koprive (757 kg ha^{-1}), pasiflore (747 kg ha^{-1}), ploda banane (736 kg ha^{-1}) i korena maslačka (724 kg ha^{-1}), a statistički veoma značajno smanjenje prinosa ulja bilo je na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta od kore limuna (559 kg ha^{-1}). U 2024. godini najviši prinos ulja zabeležen je na varijanti ogleda sa folijarnom primenom vodenog ekstrakta od listova mirođije (473 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda sa primenom vode (366 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno povećanje prinosa ulja zabeleženo je primenom vodenih ekstrakata od listova mirođije, od kore banane (466 kg ha^{-1}), ploda banane (465 kg ha^{-1}), jestivog dela banane i medveđeg luka (453 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenih ekstrakata od listova koprive (438 kg ha^{-1}) i listova čuvarkuće (433 kg ha^{-1}) zabeleženo statistički značajno povećanje prinosa ulja po jedinici površine.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Folijarna primena vodenih ekstrakata od biljnog materijala ima veliki uticaj na prinos zrna, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Vodeni ekstrakti od lista mirođije, kore banane, medveđeg luka, ploda banane, koprive, pasiflore, korena maslačka, ploda đumbira, jestivog dela banane, ploda limuna, listova banane i lista čuvarkuće statistički značajno povećavaju prinos zrna soje. Vodeni ekstrakti od đumbira, mirođije, korena maslačka, pasiflore, ploda kivana, koprive, kore limuna, ploda banane, medveđeg luka, kore banane, ploda limuna i jestivog dela banane statistički značajno povećavaju sadržaj proteina u zrnu, dok vodeni ekstrakt od jestivog dela limuna statistički značajno povećava sadržaj ulja. Vodeni ekstrakti od listova mirođije, kore banane, medveđeg luka, ploda banane, koprive, pasiflore, korena maslačka, jestivog dela banane i ploda limuna statistički značajno povećavaju prinos proteina i prinos ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, br. ugovora 451-03-136/2025-03/ 200032.

LITERATURA

Ćeran, M., Dozet, G., Alnaas, S. M., Đukić, V., Miladinović, J., Bajagić, M., & Jaćimović, S. (2024). Uticaj folijarne primene vodenih ekstrakata od listova biljaka na sadržaj ulja u zrnu soje. Zbornik radova 65. Savetovanja

industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 23–28. jun 2024, Herceg Novi, Crna Gora, 87–93.
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 of the Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015“, October 15–18, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 407–412.
- 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“, Smederevska Palanka, 285–292.
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Vasiljević, S., Randelović, P., & Čeran, M. (2023). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2023. godini. Zbornik radova 64. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 25–30. jun 2023, Herceg Novi, Crna Gora, 45–53.
- Mamlić, Z., Čeran, M., Đukić, V., Đorđević, V., Miladinović, J., Đurić, N., & Kandelinskaja, O. (2024). Folijarna primena vodenih ekstrakata od listova biljaka u cilju povećanja prinosa i kvaliteta zrna soje. Uljarstvo, 55(1), 52–59.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Dozet, G., Abdurhman, A., Dolapčev-Rakić, A., Sinjušin, A., & Đurić, N. (2023). Značaj gajenja leguminoza u biljnoj proizvodnji. Zbornik radova nacionalnog naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, 216–225.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Fačara, L., & Vasiljević, S. (2022). Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog porekla na prinos i kvalitet zrna soje. Uljarstvo, 53(1), 35–43.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Latković, D., Bajagić, M., Cvijanović, G., & Dozet, G. (2025). Uticaj folijarnih tretmana vodenim ekstraktima na kvalitet soje. Zbornik radova 66. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“, 22–27. jun 2025, Herceg Novi, Crna Gora, 63–68.
- 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. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“, Herceg Novi, Crna Gora, 73–78.
- Randelović, P., Đukić, V., Dozet, G., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., & Čeran, M. (2019). Povećanje prinosa soje folijarnom prihranom biljaka. Zbornik radova nacionalnog naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja – Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“, 18. oktobar 2019, Bačka Topola, 55–62.

INSTALACIJA I PUŠTANJE U RAD NOVE LINIJE DEGUMIRANJA SA TOPLOM NEUTRALIZACIJOM KAPACITETA 100 TONA NA DAN

Slobodan Mitrović¹✉, Dobrica Rajković¹, Marija Stevanović²

¹Fabrika ulja „Dunavka” d.o.o., Veliko Gradište, Srbija

²Visoka zdravstveno-sanitarna škola strukovnih studija „Visan”, Beograd, Srbija

IZVOD

U Fabrici ulja „Dunavka” d.o.o. u Velikom Gradištu uspešno je instalirana i puštena u rad nova linija za degumiranje sa toplom neutralizacijom, kapaciteta 100 tona na dan. Proces je poluautomatizovan i omogućava efikasno uklanjanje fosfatida i slobodnih masnih kiselina iz sirovih biljnih ulja, uz dobijanje ulja visokog kvaliteta, pogodnog za dalju obradu ili konzumaciju. Tehnološki sistem obuhvata sekvence za doziranje fosforne kiseline, kaustične sode, mešanje, separaciju sapunice, pranje i sušenje ulja. Postrojenje omogućava i vođeno degumiranje kao alternativni postupak. Prikazani su ključni procesni parametri, upravljanje linijom putem PLC-a i HMI panela, kao i rezultati rada u pogledu kvaliteta ulja. Dobijeni rezultati potvrđuju efikasnost sistema i opravdanost investicije u savremenu tehnologiju prerade ulja.

Ključne reči: degumiranje, neutralizacija, biljno ulje, automatsko upravljanje, sapunica, separatori.

INSTALLATION AND COMMISSIONING OF A NEW DEGUMMING LINE WITH HOT NEUTRALIZATION, CAPACITY 100 TONS PER DAY

ABSTRACT

A new 100-ton-per-day degumming line with hot neutralization has been successfully installed and commissioned at the „Dunavka” Oil Factory in Veliko Gradište, Serbia. The semi-automated process ensures efficient removal of phosphatides and free fatty acids from crude vegetable oils, resulting in high-quality oil suitable for further processing or consumption. The technological system includes sequences for phosphoric acid dosing, caustic soda neutralization, mixing, soapstock separation, washing, and oil drying. The facility also supports water degumming as an alternative method. Key process parameters, line operation via PLC and HMI, and oil quality results are presented. The results confirm the efficiency of the system and the justification of investment in modern oil refining technology.

Key words: degumming, neutralization, vegetable oil, automated control, soapstock, separators.

✉ Slobodan Mitrović, dipl. inž. tehnol.

Šef proizvodnje

Vladimira Popovića 8a, 11070 Novi Beograd, Republika Srbija

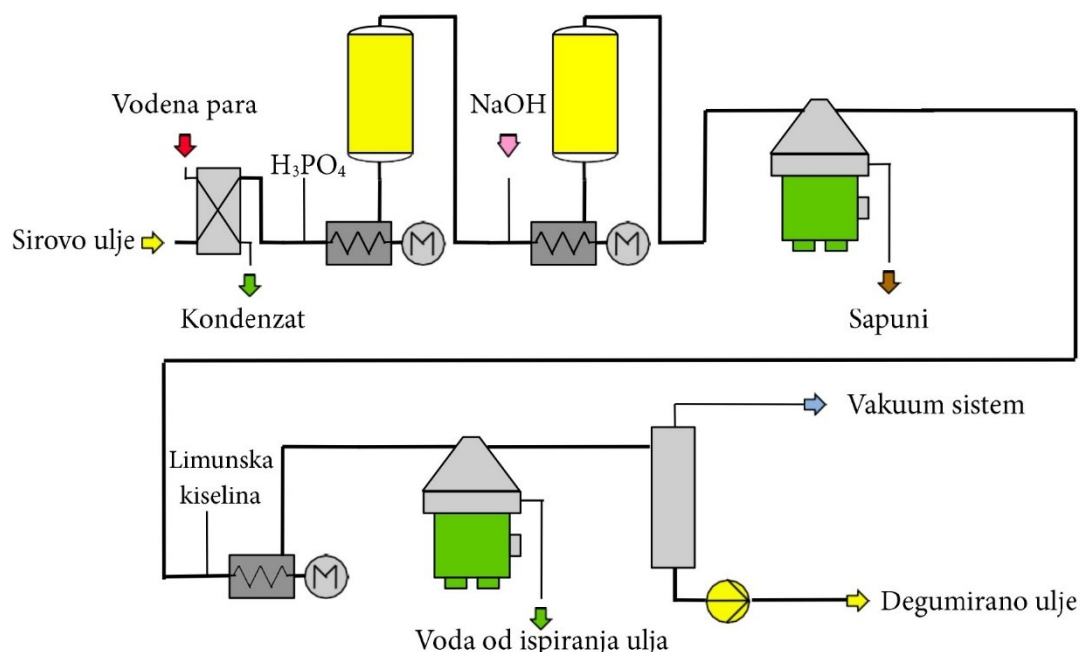
Tel. +381 12 766 2755

E-mail: slobodan.mitrovic@deltaagrar.rs

UVOD

Metoda degumiranja sa toplom neutralizacijom je pogodna za degumiranje i neutralizaciju sirovih biljnih ulja i ulja sa visokim sadržajem fosfatida. Slobodne masne kiseline i fosfolipidi u uljima ili mastima se pretvaraju u natrijumove sapune („sapune”) uz pomoć kaustične sode, a zatim se izdvajaju na centrifugalnom separatoru.

Ulje se u početku zagreva na optimalnu temperaturu procesa. Da bi se kondicionirali nehidratibilni fosfatidi, dodaje se mala količina koncentrovane fosforne kiseline i intenzivno meša sa uljem. Nakon kratkog vremena reakcije, dodaje se razblažena kaustična soda da neutrališe slobodne masne kiseline i fosfornu kiselinu. Nakon mešanja sa uljem, smeša se ili prenosi direktno u prvi separator ili prolazi kroz dalji reakcioni rezervoar. Ovo poslednje se preporučuje samo za ulja sa relativno visokim sadržajem fosfatida. Za odvajanje natrijumovih sapuna koriste se samočisteći separatori. Međutim, sadržaj zaostalih sapuna u neutralnom ulju je i dalje previsok za naredne faze procesa, pa se stoga mora dodatno smanjiti pranjem. U tu svrhu se u ulje dodaje vrela voda i intenzivno meša. Sapunasta voda za pranje (sapunica) se uklanja u drugom separatoru. Zakišeljavanjem vode za pranje limunskom ili fosfornom kiselinom može se postići nizak sadržaj zaostalih sapuna. U zavisnosti od naknadnog tretmana ulja, degumirano, neutralizovano i oprano ulje može da se osuši u vakuumu (slika 1).



Slika 1. Opšta shema degumiranja sa toplom neutralizacijom
Figure 1. General scheme of degumming with hot neutralization

1. Uslovi procesa

Postrojenje za degumiranje je projektovano za kontinuirani tretman biljnog jestivog ulja sa sledećim ograničenjima:

1.1. Objekat

Postrojenje je instalirano u zgradi sa zatvorenim zidovima sa svih strana i krovom otpornim na kišu. Odzračivanje se razmotrilo i instaliralo u skladu sa lokalnim propisima.

Ostala ograničenja: Ex Zone (nema);
Procesna oblast do MCC/PLC maks. 50 m razdaljine.

1.2. Klima

1.3. Kvalitet sirovog ulja

- Temperatura ulja: min. 20°C, maks. 70°C;
- Sadržaj FFA: 0,5–3,0%;
- Sadržaj fosfora: 100–800 ppm P;
- Sadržaj vlage i isparljivih materija: 0,25%;
- Sadržaj nečistoća: maks. 0,2%;
- Sadržaj neosapunjivih materija: maks. 1,5%.

1.4. Kvalitet degumiranog ulja koje se dobija

- Sadržaj FFA: maks. 0,1%;
- Sadržaj sapuna: 100 ppm (jedno pranje, bez dodatka limunske kiseline prilikom pranja);

50 ppm (jedno pranje, sa dodatkom limunske kiseline prilikom pranja);

- Sadržaj fosfora: 10 ppm P sa neutralizacijom; 100-150 ppm P vodenim degumiranjem;
- Sadržaj vlage i isparljivih materija: 0,1% sa sušenjem u vakuumu.

1.5. Dodatne komponente za proces

- Fosforna kiselina (*food grade*, bistra, bez sedimenata za kondicioniranje ulja);
- Kaustična soda (*food grade*, bistra, bez nečistoća za (delimičnu) neutralizaciju);
- Limunska kiselina (*food grade*, bistra, bez nečistoća za zakišeljavanje vode za pranje);
- Omekšana voda – procesna voda i radna voda za separatore;
- Instrumentalni vazduh;
- Hladna voda;
- Za hlađenje kondenzatora vakuumske jedinice;
- Za samočišćenje separatore;
- Vodena para, zasićena, suva i bez nečistoća;
- Za grejanje ulja;
- Za čišćenje cevi (sapuni).

1.7. Parametri procesa

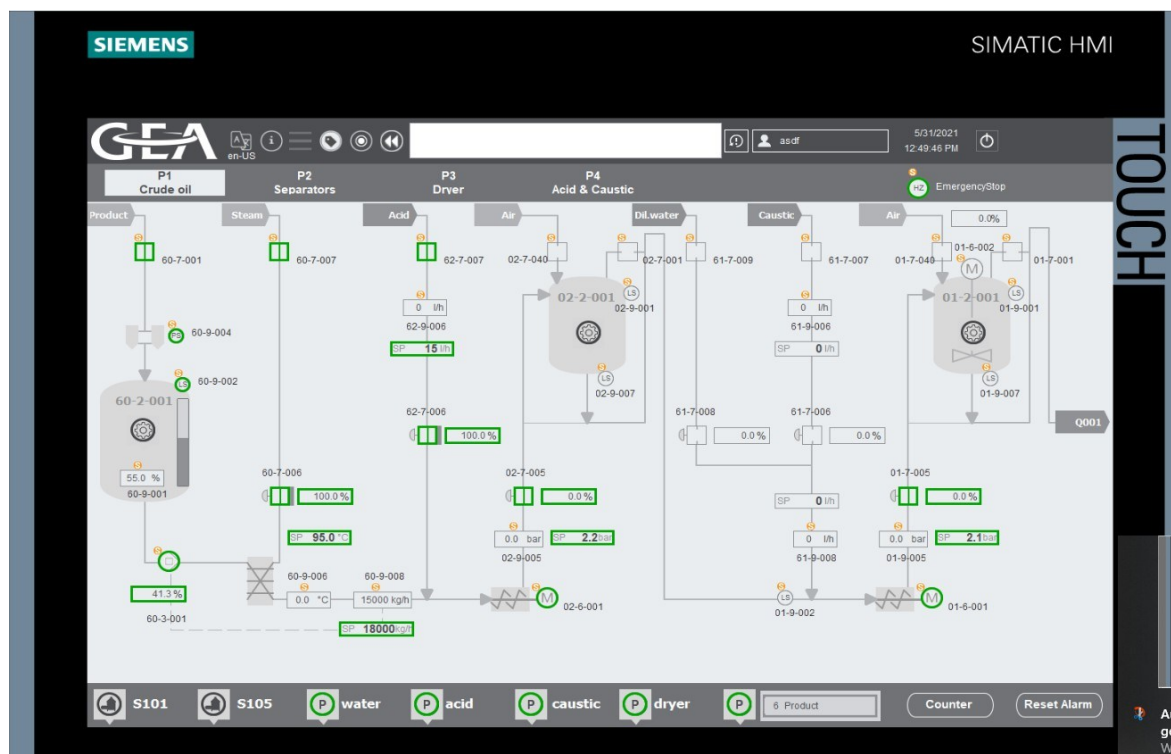
- Zagrevanje ulja: 75–90°C;
- Dodatak kiseline: 0,1–0,2% v/v fosforne kiseline (75%);
- Vreme zadržavanja kiseline: približno 5–10 minuta;
- Dodatak kaustične sode: 20–28°Be (14–22% v/v) koncentracija (potpuna neutralizacija; višak kaustične sode: 10–40%);
- Vreme zadržavanja kaustične sode: približno 10–15 minuta;
- Prvi separator za uklanjanje sapunice;

- Dodavanje vode za pranje: 5–10%;
- Drugi separator za uklanjanje vode za pranje i sapuna;
- Sušenje ulja.

2. Opis sistema i tehnologije postrojenja

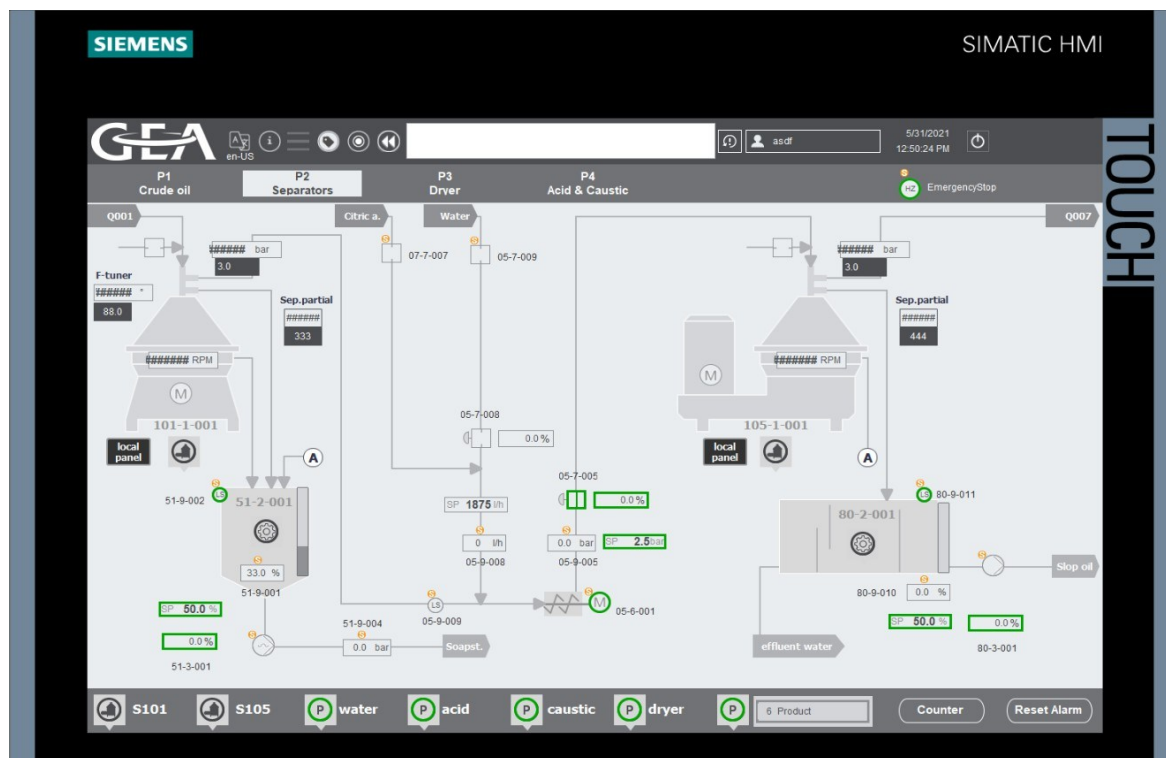
Postrojenje se sastoji od procesnih i uslužnih sekcija i upravljačkog sistema (HMI, PLC, MCC). Postrojenje je poluautomatizovano, što znači da je većina funkcija, uključujući izračunavanje količine doziranja za hemijska sredstva, kontrolu temperature, pritiska, nivoa, automatizovana (ipak u određenim slučajevima operateri moraju ručno da podešavaju npr. ventile). Pre pokretanja linije u selekciji linija označe se posude i sekcije koje su neophodne za rad i linija se pokreće klikom na taster „START”. Komplet upravljanje protocima i doziranjem upravlja PLC, a komande se zadaju na HMI panelu. Mogućnosti za degumiranja na odabranoj liniji koju je GEA isporučila su (slika 2, slika 3):

- Vodeno degumiranje;
- Degumiranje sa toplom neutralizacijom.



Slika 2. Vizuelizacija procesnih sekcija sirovog ulja (60), kondicioniranja kiseline (02) i neutralizacije (01)

Figure 2. Visualization of crude oil process sections (60), acid conditioning (02), and neutralization (01)

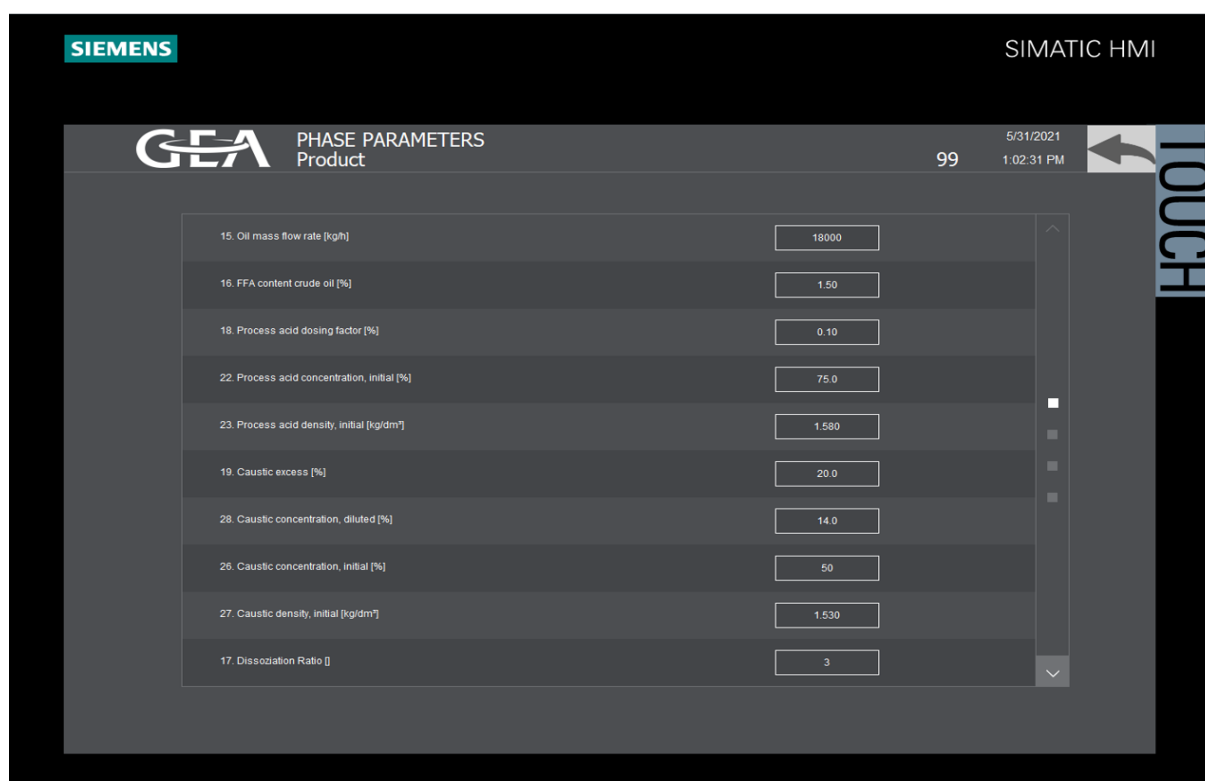


Slika 3. Vizuelizacija procesnih sekcija separatora neutralizacije (101), pranja (05), separatora za pranje (105) i sapunice (51)

Figure 3. Visualization of the process sections of the neutralization separator (101), washing (05), washing separator (105) and soapstock (51)

3. Podešavanje parametara

Odabirom „Parametri” otvoriće se stranica sa parametrima za postavljanje svih parametara koji se odnose na proces, kao što su karakteristike proizvoda i dodatnih hemijskih sredstava (FFA, sadržaj fosfora u ulju, molarna masa, početna koncentracija kiseline i sode itd.), parametri procesa (proizvodnja kapacitet i temperatura, količine doziranja, podešavanja pritiska za separatore i miksera itd.) i alarme i prekidače (slika 4).



Slika 4. Slika sekcije gde se unose parametri

Figure 3. Image of the section where parameters are entered

4. Pokretanje procesa degumiranja sa toplom neutralizacijom

Pritiskom na dugme „Start“ automatski će se pokrenuti unapred izabrane procesne jedinice. Ovo je obično „kiselina“, „kaustična“, „1. separator“, „2. separator“. Separatori se moraju pokrenuti pojedinačno pritiskom na dugme „Start“ unutar odgovarajuće stranice. Sekvence koje se dešavaju u toku pokretanja i održavanja procesa degumiranja sa toplom neutralizacijom su:

- Početak cirkulacije fosforne kiseline;
- Početak cirkulacije kaustične sode;
- Početak pripreme tople vode;
- Pokretanje pumpe za sirovo ulje i praćenje protoka preko masenog merača protoka;
- Zagrevanje ulja u pločastom izmenjivaču i kontrola temperature;
- Pokretanje miksera za kiselinu;
- Početak doziranja kiseline;
- Retencija u posudi za kiselu reakciju;
- Pokretanje miksera za kaustičnu sodu;
- Početak doziranja kaustične sode;
- Početak punjenja posude za hidrataciju i pokretanje mešača;
- Podešavanje rada prvog separatora;
- Pokretanje pumpe za sapunicu;
- Pokretanje miksera za pranje;
- Početak doziranja vode za pranje i kiseline;

- Podešavanje rada drugog separatora;
- Pokretanje pumpe za povrat ulja iz uljne komore dekantera;
- Pokretanje pumpe za izvlačenje ulja iz vakuum sušnice i kontrola nivoa.

U slučaju vodenog degumiranja sekvence koje se dešavaju u toku pokretanja i održavanja procesa degumiranja sa toplom neutralizacijom su:

- Početak pripreme tople vode;
- Pokretanje pumpe za sirovo ulje i praćenje protoka preko masenog merača protoka;
- Zagrevanje ulja u pločastom izmenjivaču i kontrola temperature;
- Pokretanje miksera za kiselinu;
- Pokretanje miksera za kaustičnu sodu;
- Početak doziranja omekšane vode za hidrataciju;
- Početak punjenja posude za hidrataciju i pokretanje mešača;
- Podešavanje rada prvog separatora;
- Pokretanje miksera za pranje;
- Pokretanje pumpe za izvlačenje ulja iz vakuum sušnice i kontrola nivoa.

5. Zaustavljanje procesa degumiranja

Linija se zaustavlja u slučaju većih problema. Ovo obuhvata celu fazu procesa sa izuzetkom separatora i cirkulacionih jedinica za hemiju. Sve jedinice u fazi procesa su isključene i svi automatski ventili su zatvoreni. Ako je linija zaustavljena jer je došlo do problema, problem se prvo mora otkloniti i alarm mora biti potvrđen u sistemu kontrole procesa pre nego što se linija može ponovo pokrenuti. Ako treba da se nastavi proizvodnja, klikne se na „Start” na ekranu proizvodnje. Tokom prekida proizvodnje, separatori se moraju puniti vodom svakih 20 min. najkasnije kada rade, inače bi se previše zagrejali i zaptivke bi se oštetile. Ako je planiran duži period prekida, separatori se moraju isključiti. U slučaju da se radi zaustavljanje procesa degumiranja sa toplom neutralizacijom, ako je izabrana faza programa koja isključuje liniju bez pražnjenja posude za sirovo ulje, pumpa sirovog ulja i linija se odmah zaustavljaju. Separatori i jedinice za cirkulaciju nastavljaju da rade. Ako je izabrana faza programa koja isključuje liniju sa pražnjenjem posude za sirovo ulje, pumpa sirovog ulja nastavlja da radi i celokupna linija dok se posuda za sirovo ulje ne isprazni. Praznu posudu za sirovo ulje indikuje nivo ulja koji je zadat ispod „DRAIN LEVEL” i ako maseni merač za sirovo ulje pokazuje protok 0. Ako su ova dva uslova ispunjena kreće naredna faza programa pražnjenja. Sekvence koje se dešavaju u toku zaustavljanja procesa degumiranja sa toplom neutralizacijom su:

- Zaustavljanje pumpe za sirovo ulje;
- Zaustavljanje zagrevanje ulja u pločastom izmenjivaču i kontrola temperature;
- Zaustavljanje doziranja kiseline;
- Zaustavljanje miksera za kiselinu;
- Pražnjenje posude za kiselu reakciju komprimovanim vazduhom;
- Zaustavljanje doziranja kaustične sode;
- Zaustavljanje miksera za kaustičnu sodu;

- Pražnjenje posude za hidrataciju komprimovanim vazduhom i zaustavljanje mešača;
- Zaustavljanje doziranja vode za pranje i kiseline;
- Zaustavljanje miksera za pranje;
- Izvlačenje ulja iz vakuum sušnice i zaustavljanje pumpe za transport degumiranog ulja;
- Automatsko ispiranje oba separatora;
- Zaustavljanje pumpe za povrat ulja iz uljne komore dekantera;
- Pražnjenje posude za sapunicu;
- Zaustavljanje pumpe za sapunicu;
- Produvavanje linije sapunice vodenom parom;
- Zaustavljanje pumpe za cirkulaciju i doziranje fosforne kiseline;
- Zaustavljanje pumpe za cirkulaciju i doziranje kaustične sode;
- Zaustavljanje grejanja procesne vode i cirkulacione pumpe za procesnu vodu.

U slučaju da se radi o vodenom degumiranju ulja sekvence koje se dešavaju u toku zaustavljanja procesa vodenog degumiranja su:

- Zaustavljanje pumpe za sirovo ulje;
- Zaustavljanje zagrevanje ulja u pločastom izmenjivaču i kontrola temperature;
- Zaustavljanje miksera za kiselinu;
- Zaustavljanje doziranja vode za hidrataciju;
- Zaustavljanje miksera za kaustičnu sodu;
- Pražnjenje posude za hidrataciju komprimovanim vazduhom i zaustavljanje mešača;
- Zaustavljanje miksera za pranje;
- Izvlačenje ulja iz vakuum sušnice i zaustavljanje pumpe za transport degumiranog ulja;
- Automatsko ispiranje separatora;
- Pražnjenje posude za sapunicu;
- Zaustavljanje pumpe za sapunicu;
- Produvavanje linije sapunice vodenom parom;
- Zaustavljanje grejanja procesne vode i cirkulacione pumpe za procesnu vodu.

ZAKLJUČAK

Oprema koja je instalirana za proces degumiranja je isporučena od strane GEA Westfalia.

Dobijeni rezultati automatskim radom linije vodenog degumiranja i degumiranja sa toplom neutralizacijom su:

Za vodeno degumirano ulje:

- Sadržaj FFA do 1,5% približno sadržaju FFA ulaznog ulja u proces;
- Sadržaj vlage i isparljivih materija maks. 0,1%;
- Sadržaj fosfora maks. 250 ppm u zavisnosti od vrste ulja koje je degumirano.

Za degumirano ulje sa toplom neutralizacijom:

- Sadržaj FFA do 0,1% ili do željenog stepena neutralizacije polaznog sirovog ulja;
- Sadržaj vlage i isparljivih materija maks. 0,1%;
- Sadržaj fosfora oko 10 ppm u zavisnosti od vrste ulja koje je degumirano.

Napomena

Ovaj rad je prezentovan na 66. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, sa međunarodnim učešćem, održanom od 22. juna do 27. juna 2025. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

Tehnička dokumentacija Fabrike ulja
„Dunavka” d.o.o., Veliko Gradište.

OPTIMIZACIJA UKLANJANJA VOSKOVA IZ SUNCOKRETOVOG ULJA PRIMENOM CELULOZNIH FILTRACIONIH SREDSTAVA TOKOM VINTERIZACIJE

*Tanja Lužaić¹, Katarina Nedić Grujin², Branislava Nikolovski¹,
Zoran Maksimović³, Ranko Romanić^{1,2}✉*

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

²Dijamant d.o.o., Zrenjanin, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet, Beograd, Srbija

IZVOD

U ovom radu ispitana je efikasnost celuloznih pomoćnih filtracionih sredstava tokom industrijskog procesa vinterizacije suncokretovog ulja. Efekti filtracije praćeni su kroz uklanjanje voskova, fosfolipida, sapuna, slobodnih masnih kiselina, vlage i karotenoida, u okviru 22 ciklusa proizvodnje. Primena celuloznih sredstava dovela je do smanjenja sadržaja voskova za više od 98%, sa krajnjim vrednostima ispod 3,5 mg/kg. Sapuni su u potpunosti uklonjeni, dok je zabeleženo i značajno smanjenje vlage (do 15%) i fosfolipida (do 95%). Prosečan gubitak karotenoida iznosio je $7,99 \pm 3,20\%$. Vreme filtracije pokazalo je jaku negativnu korelaciju sa početnim sadržajem voskova ($R^2 = -0,83$). Na osnovu početnih parametara kvaliteta ulja razvijeni su modeli za predikciju sadržaja voskova nakon filtracije, od kojih je najtačniji imao koeficijent determinacije $R^2 = 0,9427$. Dobijeni rezultati potvrđuju primenljivost celuloznih sredstava kao efikasne i održive alternative mineralnim filtracionim medijima.

Ključne reči: suncokretovo ulje, vinterizacija, filtraciona sredstva, celuloza, voskovi.

OPTIMIZATION OF WAX REMOVAL FROM SUNFLOWER OIL USING CELLULOSE-BASED FILTRATION AIDS DURING WINTERIZATION

ABSTRACT

This study evaluates the efficiency of cellulose-based filtration aids in the industrial winterization of sunflower oil. Filtration performance was assessed through the removal of waxes, phospholipids, soaps, free fatty acids, moisture, and carotenoids across 22 production cycles. The use of cellulose media resulted in more than 98% reduction of wax content, with final values below 3.5 mg/kg. Soaps were completely removed, while significant reductions in moisture (up to 15%) and phospholipids (up to 95%) were also achieved. Carotenoid loss was limited to an average of $7.99 \pm 3.20\%$. Filtration time was strongly inversely correlated with initial wax content ($R^2 = -0.83$). Multiple linear regression models were developed to predict post-filtration wax content using oil quality parameters prior to winterization. The most robust

✉ Dr Ranko Romanić, vanredni profesor
Katedra za inženjerstvo konzervisane hrane
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3700
E-mail: rankor@uns.ac.rs

model achieved $R^2 = 0.9427$. These findings confirm the applicability of cellulose-based media as efficient and sustainable alternatives to mineral filtration aids..

Key words: sunflower oil, winterization, filtration aids, cellulose, waxes.

UVOD

Vinterizacija predstavlja važnu fazu u rafinaciji biljnih ulja, a njena osnovna funkcija je uklanjanje voskova i triacilglicerola sa visokim tačkama topljenja. Ova procedura je posebno značajna za suncokretovo ulje koje, u poređenju sa većinom drugih biljnih ulja, sadrži znatno veće količine voskova (Broughton i sar., 2018). Voskovi su estri masnih kiselina dugog lanca i alkohola, koji sadrže između 34 i 50 ugljenikovih atoma, i karakteriše ih tačka topljenja u intervalu od 70 do 80 °C (Carelli i sar., 2002; Martini i Añón, 2003; Kanya i sar., 2007). Najveći deo voskova potiče iz suncokretove ljuske (Dijkstra i Van Opstal, 1989; Kupiec i sar., 2020). Zbog njihove sklonosti kristalizaciji na sobnoj temperaturi i izazivanja vizuelnog zamućenja, voskovi se smatraju nepoželjnim komponentama u finalnom proizvodu (Martini i Añón, 2003; Nedić Grujin i sar., 2023). Proces vinterizacije se obično sprovodi nakon prethodnih koraka rafinacije – uključujući degumiranje, neutralizaciju i beljenje – i neposredno pre deodorizacije (Gupta, 2017; Gharby, 2022).

Jedna od prvih frakcija koja se uklanja u procesu rafinacije su fosfolipidi, kroz degumiranje. Najzastupljeniji među njima u suncokretovom ulju su fosfatidna kiselina, fosfatidil holin, fosfatidil etanolamin i fosfatidil inozitol (Dijkstra i Van Opstal, 1989). Njihovo prisustvo može negativno uticati na kristalizaciju voskova, čak i kada su oni prisutni u niskim koncentracijama (Morrison i Robertson, 1975; Rivarola i sar., 1988). Slično tome, sapuni i slobodne masne kiseline, koji se ne uklone u potpunosti tokom neutralizacije, mogu negativno uticati na poroznost filtracione pogače, kao i izazvati promene ukusa i boje tokom deodorizacije (Gupta, 2017).

Vlaga, kao nepoželjna komponenta, može ubrzati hidrolitičke procese u ulju, što dovodi do povećanja sadržaja slobodnih masnih kiselina i zamućenja (Orhevba i sar., 2013). S druge strane, karotenoidi, prirodni biljni pigmenti i snažni antioksidansi, predstavljaju poželjnu komponentu suncokretovog ulja (Grompone, 2005; Grompone, 2020). Međutim, tokom procesa rafinacije, njihova koncentracija se značajno smanjuje, što umanjuje antioksidativni potencijal ulja (Kondal Reddy i sar., 2001; Erten, 2004; Topkafa i sar., 2013; Ma i sar., 2023).

Tradicionalna metoda vinterizacije podrazumeva spor proces kristalizacije voskova uz sporo mešanje, nakon čega sledi njihovo izdvajanje filtracijom pomoću odgovarajućih filtera (Manjula i Subramanian, 2006; Chalapud i sar., 2017). Ova kristalizacija se sprovodi na temperaturama nižim od 15 °C, sa minimalnim vremenom zadržavanja od četiri sata (Gupta, 2017; Gharby, 2022). Alternativno, koristi se i metoda vinterizacije u prisustvu rastvarača poput n-heksana, čime se smanjuje viskoznost ulja i olakšava izdvajanje voskova. Filtracija se u tom slučaju obavlja pri još nižim temperaturama, najčešće između -5 °C i -7 °C, što rezultira značajnim smanjenjem troškova procesa (Bockisch, 1998; Chalapud i sar., 2017).

Specifičnosti voskova čine filtraciju u okviru vinterizacije složenijom u odnosu na druge faze prerade. Čestice voskova su fine, deformabilne i sklone zapušavanju pora filtera, što može skratiti trajanje filtracionog ciklusa (Ripperger i sar., 2012). Kako bi se ublažio ovaj efekat, uobičajena je upotreba pomoćnih sredstava za filtraciju, čija granulacija, hemijska stabilnost i čistoća moraju biti pažljivo odabrani. Najčešće korišćena sredstva su perlit i dijatomejska zemlja, pri čemu se sredstvo prvo nanosi kao početni sloj na površinu filtera, a zatim se kontinuirano dozira tokom filtracije (Smith, 1998; Buyel i sar., 2015). Ovakva strategija smanjuje otpor u filtracionom sloju i omogućava stabilan protok i bolju efikasnost separacije. U poslednje vreme, sve veću pažnju privlače pomoćna filtraciona sredstva na bazi prirodnih celuloznih vlakana (Nechiporchuk i sar., 2016). Njihove prednosti uključuju nisku nasipnu masu, što smanjuje ukupnu potrošnju, ali i gubitke ulja zarobljenog u filtracionoj pogači. Zbog male gustine vlakana, ova sredstva se lako distribuiraju u ulju, bez taloženja, dok njihova struktura omogućava stvaranje finog filtracionog sloja koji zadržava i najmanje čestice, čime se postiže visoka bistrina filtrata (Dahlstrom i sar., 1997). Ipak, važno je napomenuti da se tokom vinterizacije ne uklanjaju svi voskovi – voskovi sa kraćim ugljeničnim lancima (ispod 42 atoma) ostaju prisutni u gotovom ulju (Carelli i sar., 2002).

Rezidualni proizvod filtracije je filtraciona pogača. Kada se koriste perlit ili dijatomejska zemlja, pogača se uglavnom smatra otpadom i odlaže se ili sagoreva, jer nema dalju upotrebnu vrednost. Nasuprot tome, pogača dobijena upotrebom celuloznih sredstava može imati sekundarnu namenu, npr. u proizvodnji stočne hrane, jer ne sadrži toksične komponente ni štetne kristalne strukture. Dodatna prednost celuloznih vlakana je što ne izazivaju habanje na površinama filtera ili pumpi, a zbog svoje mrežaste strukture lako se uklanjaju sa opreme po završetku filtracije (Du i sar., 2011; Di Pretoro i Manenti, 2020). Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita efikasnost celuloznih pomoćnih filtracionih sredstava tokom industrijskog procesa vinterizacije suncokretovog ulja. Poseban akcenat stavljen je na kvantitativnu procenu uklanjanja voskova i drugih nepoželjnih komponenti, kao i na razvoj matematičkih modela koji omogućavaju predikciju sadržaja voskova nakon filtracije, na osnovu početnih parametara kvaliteta sirovog ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U ovom istraživanju ispitivan je proces filtracije suncokretovog ulja tokom industrijske vinterizacije, pri čemu je primenjen postupak tzv. „vlažne” vinterizacije, koji podrazumeva izdvajanje voskova pomoću separatora. Pre samog procesa vinterizacije, ulje je bilo podvrgnuto fazama kiselog degumiranja i neutralizacije, dok je nakon filtracije sprovedena deodorizacija. Kapacitet rafinacijskog postrojenja iznosio je 200 tona sirovog ulja dnevno.

Filtracija je sprovedena korišćenjem specijalizovanih celuloznih sredstava – jedno sredstvo korišćeno je za početni nanos (označeno kao FA-P), dok su tokom same filtracije primenjivana dva različita sredstva za doziranje (FA-I i FA-II). Inicijalni sloj

formiran je cirkulacijom uljne suspenzije filtracionog sredstva FA-P preko filter ramova, čime se obezbeđuje homogena raspodela sloja na površinu filtera. Nakon formiranja ovog sloja, započinjala je filtracija uz istovremeno doziranje FA-I ili FA-II u ulje.

Filtracija se prekidala po dostizanju maksimalnog radnog pritiska od 3,6 bara ili kada bi ukupna potrošnja filtracionih sredstava (nanos + doziranje) dostigla 460 kg po ciklusu. Celokupan proces odvijao se na temperaturi ulja od 16 °C. Za odvajanje filtracione pogače korišćena su dva horizontalna filtera (Amafilter BV, Holandija), čiji je svaki kapacitet iznosio 6880 litara. Svaki filter sadrži 30 ramova površine 2 m², što daje ukupnu filtracionu površinu od 60 m². Filteri su radili naizmenično, a nakon završetka ciklusa, pogača se sušila 15 minuta pomoću komprimovanog vazduha.

Uzorci za analizu uzimani su na ulazu i izlazu iz filtera tokom svakog od ukupno 22 analizirana ciklusa filtracije. Za svaku filtraciju, uzorkovano je po 0,8 do 1 l ulja u PET boce zapremine 1 l, zatvorene originalnim dvodelnim zatvaračima, neposredno nakon početka svakog ciklusa, na namenskom mestu za uzorkovanje.

Metode

Prilikom procesa filtracije u toku vinterizacije ulja suncokreta, kod svakog ciklusa filtracije praćeno je filtracije t (h) tj. vreme trajanja filtracionog ciklusa, a beležena je i količina dodatog filtracionog sredstva za nanos Q_n (kg) i za doziranje Q_d (kg), kao i ukupna količina utrošenog filtracionog sredstva Q (kg).

Sadržaj voskova u suncokretovom ulju pre filtracije određen je gravimetrijskom metodom koju su detaljno opisali Oštrić-Matijašević i Turkulov (1973) i Nedić Grujin i sar. (2023). Sadržaj voskova u uzorcima ulja nakon horizontalnog ramskog filtera bio je nizak, ispod granice kvantifikacije gravimetrijskom metodom. U ovom slučaju, sadržaj voskova je praktično određen kao prag zamućenosti ulja, najmanja količina voskova koja izaziva zamućenje ulja, u uslovima ispitivanja. Ulje je držano određeno vreme na definisanoj niskoj temperaturi: 0, 5, 7, 12 ili 15 °C, posmatrano vizuelno i zabeleženo je vreme potrebno za pojavu zamućenosti ulja. Ova metoda se takođe koristi za procenu „otpornosti“ ulja na kristalizaciju i najčešće se koristi za kontrolu procesa vinterizacije (Turkulov i sar., 1986; Chulu i sar., 1989; Botha i Mailer, 2001). Uzorci ulja su zagrevani na 130 °C uz stalno mešanje. Kasnije su uzorci ohlađeni na 25 °C, stavljeni u vodeno kupatilo na 0 °C. Posle 5,5 h, uzorci ulja su vizuelno posmatrani na zamućenost. Ukoliko nije došlo do zamućenja, kvantitativna (gravimetrijska) metoda ne može da se primeni i sadržaj voskova je manji od 14 mg/kg (Turkulov i sar., 1986; Grompone, 2005; AOCS, 1986).

Sadržaj vlage je određen prema ISO 662 (2016).

Sadržaj ukupnih fosfolipida dobijen je spektrofotometrijski, prema AOCS (1989).

Sadržaj sapuna je određen volumetrijski, prema AOCS (1985).

Sadržaj slobodnih masnih kiselina meren je prema ISO 660 (2020).

Sadržaj ukupnih karotenoida (kao β -karoten) određena je spektrofotometrijskom metodom (British Standard, 1977) merenjem apsorbanije čistog uzorka ulja na 445 nm korišćenjem UV/VIS spektrofotometra T80+ („PG Instruments“, UK).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav voskova, vlage, fosfolipida, sapuna, slobodnih masnih kiselina i karotenoida u ispitivanim uzorcima suncokretovog ulja u velikoj meri zavisi od karakteristika sirovog ulja, kao i prethodno sprovedenih faza rafinacije. Nakon filtracije, odlučujući uticaj na prisustvo ovih komponenti imaju uslovi same filtracije, uključujući količinu primenjenog pomoćnog filtracionog sredstva i trajanje procesa.

S obzirom da voskovi predstavljaju najznačajniji parametar u oceni kvaliteta rafinisanog ulja, njihovo prisustvo u uljima pre filtracije, i pored prethodne neutralizacije, ostaje iznad granice prihvatljivosti (14 mg/kg), kako je definisano u literaturi (Gupta, 2017). U ovom istraživanju identifikovan je širok opseg početnih koncentracija voskova, pri čemu su ekstremne vrednosti zabeležene u uzorcima U8 (549 ± 11 mg/kg) i U16 (281 ± 8 mg/kg). Nakon tretmana celuloznim filtracionim sredstvom, sadržaj voskova značajno je smanjen, i to za više od 98% u svim slučajevima. Najviši nivo voskova u filtriranim uljima bio je zabeležen u uzorcima U i U13 (3,21 mg/kg), dok su najniže vrednosti registrovane kod U9 i U16 (2,89 mg/kg). Slična efikasnost prijavljena je i u ranijim studijama (Mitrović i sar., 2009; Stojanović i sar., 2018).

Fosfolipidi i slobodne masne kiseline, iako spadaju u minorne komponente sirovog ulja, mogu značajno uticati na tok i uspešnost vinterizacije, posebno na kristalizaciju voskova (Smith i sar., 2011). Njihovo uklanjanje dominantno se ostvaruje tokom degumiranja i neutralizacije, ali rezultati pokazuju da su i nakon ovih koraka prisutni u određenim količinama. U analiziranim uzorcima, koncentracije fosfolipida pre filtracije dostizale su do 80 mg/kg (U8, U13), dok su posle filtracije u velikom broju uzoraka bile ispod granice detekcije. U pojedinim uzorcima, ostaci fosfolipida posle filtracije kretali su se između 4 i 38 mg/kg, što je značajno niže u poređenju sa vrednostima u enzimatski degumiranim uljima (Lamas i sar., 2014; 2016).

Sadržaj sapuna, nastalih reakcijom slobodnih masnih kiselina sa bazom, takođe varira u zavisnosti od uslova prethodne prerade. Najviša koncentracija sapuna u uzorcima pre filtracije iznosila je 119 mg/kg (U2), dok su minimalne vrednosti bile oko 30 mg/kg (U15). Nakon primene celuloznih filtracionih sredstava, sapuni su efikasno uklonjeni i nisu detektovani u filtriranim uzorcima.

Sadržaj vlage predstavlja jedan od ključnih indikatora kvaliteta ulja, kako u sirovom, tako i u rafinisanom stanju. Prisustvo vlage u ulju je nepoželjno iz više razloga, pre svega ekonomskih interesa i pitanja kvaliteta (Bockisch, 1998). Pre filtracije, sadržaj vlage u uljima varirao je između 0,06% i 0,23%, dok su posle filtracije izmerene vrednosti bile u rasponu od 0,08% do 0,28%. Blago smanjenje vlage ukazuje na dodatni efekat filtracije u stabilizaciji ulja.

Slobodne masne kiseline nastaju usled hidrolize triacilglicerola, najčešće kao posledica nepravilnog skladištenja ili obrade semena (Tynek i sar., 2011). Njihovo prisustvo narušava oksidativnu stabilnost ulja (Mistry i Min, 1987). U ispitivanim uzorcima, SMK pre filtracije kretale su se od 0,07% do 0,12%, dok su nakon filtracije detektovane u opsegu od 0,08% do 0,11%, što ukazuje na delimično smanjenje tokom filtracionog procesa.

Karotenoidi, kao glavni pigmenti suncokretovog ulja (Grompone, 2005; Grompone, 2020), prisutni su u različitim koncentracijama u zavisnosti od sirovine i procesa. U ovom ispitivanju, sadržaj ukupnih karotenoida u uljima pre filtracije bio je između 4,75 i 6,55 mg/kg, dok je nakon filtracije uočen pad u rasponu od 4,57 do 5,98 mg/kg. Procenjena prosečna efikasnost uklanjanja karotenoida iznosila je $7,99 \pm 3,20\%$.

Na kraju, višestruka linearna regresiona analiza pokazala je da se sadržaj voskova nakon filtracije (V posle) može uspešno predvideti na osnovu početnih vrednosti voskova (V pre), vlage (Vl pre), slobodnih masnih kiselina (SMK pre), fosfolipida (F pre), sapuna (S pre) i karotenoida (K pre). Dobijeni modeli prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Modeli za predviđanja sadržaja voskova u ulju nakon vinterizacije na osnovu parametara kvaliteta polaznog ulja

Table 1. Models for predicting wax content in oil after winterization based on the quality parameters of the initial oil

Oznaka modela Model	Jednačina modela Model equation
Model 1	$V \text{ posle} = 0,971 V \text{ pre} - 0,060 Vl \text{ pre} + 0,011 SMK \text{ pre} + 2,596$
Model 2	$V \text{ posle} = 0,938 V \text{ pre} - 0,05 Vl \text{ pre} + 0,038 F \text{ pre} + 2,611$
Model 3	$V \text{ posle} = 1,030 V \text{ pre} - 0,05 Vl \text{ pre} - 0,090 S \text{ pre} + 2,598$
Model 4	$V \text{ posle} = 0,981 V \text{ pre} - 0,06 Vl \text{ pre} + 0,078 K \text{ pre} + 2,517$
Model 5	$V \text{ posle} = 0,930 V \text{ pre} + 0,006 SMK \text{ pre} + 0,050 F \text{ pre} + 2,591$
Model 6	$V \text{ posle} = 1,030 V \text{ pre} + 0,000 SMK \text{ pre} - 0,100 S \text{ pre} + 2,583$
Model 7	$V \text{ posle} = 0,967 V \text{ pre} - 0,030 SMK \text{ pre} + 0,080 K_{\text{pre}} + 2,527$
Model 8	$V \text{ posle} = 1,160 V \text{ pre} - 0,130 F \text{ pre} - 0,140 S \text{ pre} + 2,562$
Model 9	$V \text{ posle} = 1,030 V \text{ pre} - 0,070 F \text{ pre} + 0,065 K \text{ pre} + 2,504$

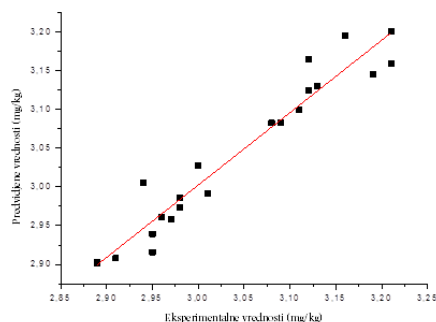
Takođe je izvršena validacija matematičkih modela kako bi se utvrdila njihova statistička validnost, a dobijeni statistički parametri su prikazani u tabeli 3

Tabela 3. Parametri validacije i jednačine dobijenih modela

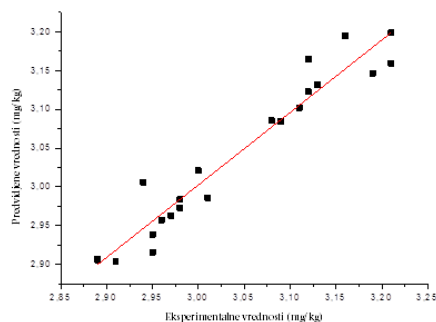
Table 3. Validation parameters and equation of obtained models

Oznaka modela Model	Parametri Parameters				
	R	R ²	F	Odsečak Intercept	Nagib Slope
Model 1	0,9666	0,9344	85,41	0,1995	0,9344
Model 2	0,9668	0,9349	86,12	0,1979	0,9349
Model 3	0,9685	0,9380	90,82	0,1883	0,9380
Model 4	0,9696	0,9400	94,05	0,1822	0,9400
Model 5	0,9656	0,9324	82,70	0,2056	0,9324
Model 6	0,9675	0,9360	87,75	0,1945	0,9360
Model 7	0,9680	0,9266	89,41	0,1911	0,9371
Model 8	0,9709	0,9427	98,71	0,1741	0,9427
Model 9	0,9686	0,9383	91,21	0,1875	0,9383

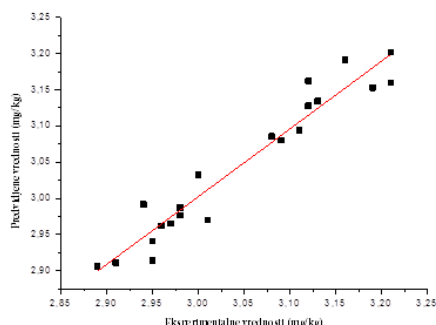
Dobijene vrednosti parametara R i R^2 ukazuju na veoma jaku ($R > 0,9$), dok dobijene visoke vrednosti F ukazuju na dobro poklapanje podataka. Radi testiranja validnosti dobijenih modela, prikazani su i grafikoni predviđenih u odnosu na eksperimentalno uočene vrednosti sadržaja voskova u ulju nakon vinterizacije na slici 1.



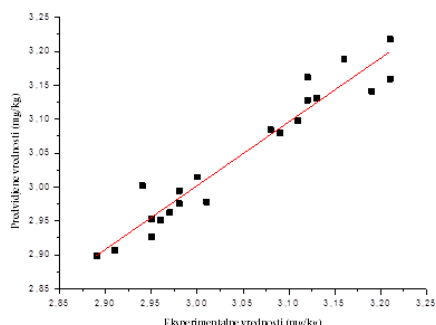
Model 1



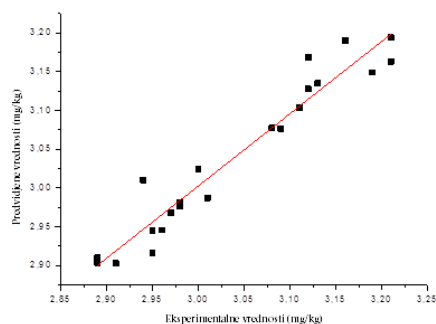
Model 2



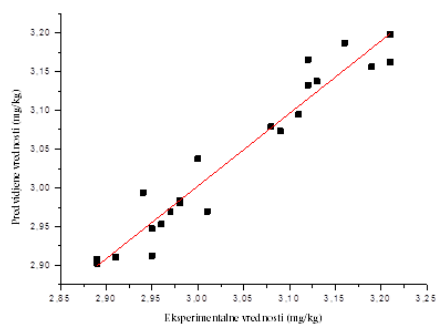
Model 3



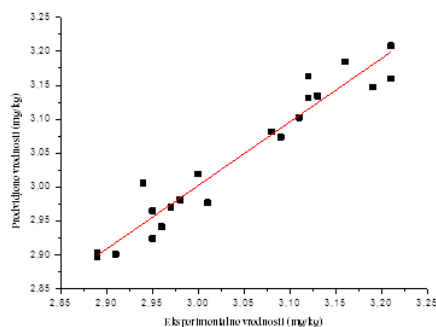
Model 4



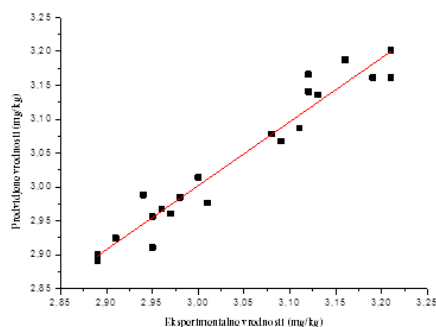
Model 5



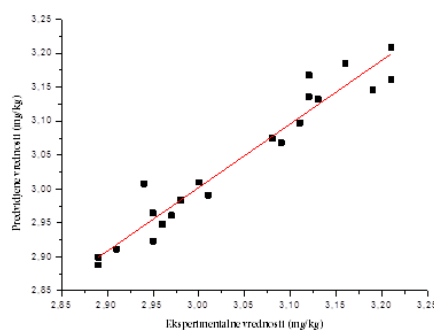
Model 6



Model 7



Model 8



Model 9

Slika 1. Grafici predviđenih u odnosu na eksperimentalno utvrđene vrednosti sadržaja voskova u vinterizovanom ulju

Figure 1. Graphs of predicted versus experimentally observed wax content values in winterized oil

Kod statistički dobrih modela, vrednosti nagiba su veoma blizu jedinici, dok vrednosti odsečka teže nuli. Dobijene vrednosti nagiba od 0,9324 do 0,9427, kao i odsečki od 0,1741 do 0,2056 ukazuju na statistički jako dobre modele na osnovu kojih je moguće izvršiti predikciju sadržaja voskova u vinterizovanom ulju na osnovu parametara kvaliteta polaznog ulja.

U industrijskim uslovima analizirano je ukupno 22 ciklusa filtracije. Početak svakog ciklusa zahteva ravnomerno nanošenje zaštitnog sloja filtracionog sredstva preko filter rama, u količini od 0,5 do 1 kg po kvadratnom metru (Gupta, 2017). Ovaj sloj ima višestruku funkciju – sprečava začepljenje pora na ramovima, omogućava zadržavanje sitnih čestica iz ulja i doprinosi postizanju željene bistrine filtrata (Dahlstrom i sar., 1997; Buyel i sar., 2015; Smith, 1998). Analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da ulja sa nižim sadržajem voskova zahtevaju duže vreme filtracije, što potvrđuje i izražena negativna korelacija između trajanja filtracije i sadržaja voskova ($R^2 = -0,83$), prikazana u tabeli 3. Minimalno vreme filtracije zabeleženo je kod uzorka 13 i iznosilo je 7 sati, dok je najduži filtracioni ciklus trajao 39 sati, uočen kod uzorka 16.

Pored toga, utvrđeno je da na vreme filtracije negativno utiču i sadržaj fosfora i sapuna u ulja, dok dodatak filtracionog sredstva pozitivno utiče na dužinu trajanja filtracije, onda dodatak filtracionog sredstva dovodi do prolongiranja pada pritiska na filteru. Takođe, značajna negativna korelacija između Q i F pre i S pre ($-0,55$ i $-0,46$, redom), pokazuje da fofolipidi i sapuni zaostali u ulju nakon degumiranja i neutralizacije utiču na povećanje potrošnje filtracionog sredstva u toku vinterizacije.

Tabela 3. Korelacije između ispitanih procesnih parametara filtracije i parametara kvaliteta ulja**Table 3.** Correlations between examined filtration process parameters and oil quality parameters

	t	Qn	Qd	Q	V posle	V pre	VI pre	SMK pre	F pre	S pre	K pre
t	1										
Qn	0,19	1									
Qd	0,55	-0,11	1								
Q	0,64	-0,07	0,99	1							
V posle	-0,83	-0,04	-0,62	-0,68	1						
V pre	-0,88	-0,14	-0,59	-0,66	0,97	1					
VI pre	-0,15	-0,13	-0,06	-0,08	-0,02	0,03	1				
SMK pre	0,41	0,09	0,13	0,17	-0,40	-0,41	0,25	1			
F pre	-0,58	0,04	-0,51	-0,55	0,75	0,76	-0,05	-0,53	1		
S pre	-0,77	-0,01	-0,39	-0,46	0,64	0,71	0,11	-0,23	0,46	1	
K pre	0,39	0,31	0,14	0,18	-0,11	-0,19	0,09	0,33	0,03	-0,35	1

Podobljano su označene statistički značajne korelacije ($p < 0,05$).

ZAKLJUČAK

Primena celuloznih filtracionih sredstava u industrijskoj vinterizaciji suncokretovog ulja pokazala je visoku efikasnost u uklanjanju nepoželjnih komponenti, naročito voskova i sapuna. U svim ispitivanim uzorcima sadržaj voskova nakon filtracije bio je ispod granice kvantifikacije, čime je postignuta željena bistrina ulja i ispunjeni zahtevi kvaliteta. Razvijeni regresioni modeli omogućavaju pouzdanu predikciju sadržaja voskova posle filtracije, što predstavlja koristan alat za optimizaciju procesa u industrijskim uslovima. Pored toga, upotreba celuloznih, prirodnih sredstava predstavlja ekološki i ekonomski prihvatljiviju alternativu u odnosu na mineralna filtraciona sredstva, te doprinosi održivosti tehnologije prerade jestivih ulja.

Zahvalnica

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

LITERATURA

- AOCS Official Method Cc 11-53 (1986). Cold Test. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemists' Society, ed. D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, USA, pp. 1.
- AOCS Official Method Ca 12-55 (1989). Phosphorus in Oil. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, ed. D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, USA, pp. 1–2.
- Bockisch, M. (1998) Fats and Oils Handbook, 1st ed.; Elsevier: Urbana, Illinois, pp. 345–445.
- Botha, I., Mailer, R. J. (2001). Evaluation of cold-test methods for screening cloudy canola oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 78: 395–399.
- British Standard (1977). British standard method of analysis of fats and fatty oils -

- Determination of carotene in vegetable oils, British Standard Illustration, London.
- Broughton, R., Ruíz-Lopez, N., Hassall, K.L., Martínez-Force, E., Garcés, R., Salas, J.J., Beaudoin, F. (2018). New insights in the composition of wax and sterol esters in common and mutant sunflower oils revealed by ESI-MS/MS. *Food Chem.*, 269: 70–79.
- Buyel, J.F., Opdensteinen, P., Fischer, R. (2015). Cellulose-based filter aids increase the capacity of depth filters during the downstream processing of plant-derived biopharmaceutical proteins. *Biotechnol. J.*, 10: 584–591.
- Carelli, A.A., Frizzera, L.M., Forbito, P.R., Crapiste, G.H. (2002). Wax composition of sunflower seed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 763–768.
- Chalapud, M. C., Bäuml, E. R., Carelli, A. A. (2017). Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 119.
- Chulu, C.L., Barlow, P., Hole M. (1989). Cloudiness in Zambian Sunflower Oil: Effect of Storage Temperature and Wax Levels. *Trop. Sci.*, 29: 33–38.
- Dahlstrom, D.A., Bennett, R.C., Emmett, R.C., Harriott, Jr. P., Laros, T., Leung, W., McCleary, C.S., Morey, A.M.B., Oldshue, J.Y., Priday, G. (1997). *Liquid-Solid Operations and Equipment*, pp. 1-133. u: Editori, R. H. Perry, D. W. Green, Perry's Chemical Engineers' Handbook, McGraw-Hill Companies Inc., New York, USA.
- Di Pretoro, A., Manenti, F. (2020). Filtration, pp. 47–57. u: Editori, A. Di Pretoro, F. Manenti, Non-conventional Unit Operations: Solving Practical Issues, Springer.
- Dijkstra, A.J., Van Opstal, M. (1989). The total degumming processes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66: 1002–1009.
- Du, L., Chen, X., Li, W., Zhu, Q. (2011). A study on enhancement of filtration process with filter aids diatomaceous earth and wood pulp cellulose. *Chin. J. Chem. Eng.*, 19: 792–798.
- Erten Y. (2004). Use of Domestic Minerals for Vegetable Oil Bleaching. Master Thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir, Turkey.
- Gharby, S. (2022). Refining Vegetable Oils: Chemical and Physical Refining. *Sci. World J.*, 6627013.
- Grompone, M. A. (2020). Sunflower and High-Oleic Sunflower Oils. In *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 7th ed.; Shahidi F., Ed.; John Wiley & Sons, Volume 1, pp. 1–54.
- Grompone, M.A. (2005). Sunflower Oil. In *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6th ed.; Shahidi F., Ed.; John Wiley & Sons, Volume 2, pp. 154–196.
- Gupta, M. (2017). *Practical Guide to Vegetable Oil Processing*, 2nd ed.; AOCS Press, pp. 41–78.
- ISO 660 (2020). Animal and vegetable fats and oils — Determination of acid value and acidity. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 662 (2016). Animal and vegetable fats and oils — Determination of moisture and volatile matter content. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kanya, T.C.S., Rao, L.J., Sastry, M.C.S. (2007). Characterization of wax esters, free fatty alcohols and free fatty acids of crude wax from sunflower seed oil refineries. *Food Chem.*, 101: 1552–1557.
- Kondal Reddy, K., Subramanian, R., Kawakatsu, T., Nakajima, M. (2001). Decolorization of vegetable oils by membrane processing. *Eur. Food Res. Technol.*, 213: 212–218.
- Lamas, D.L., Constenla, D.T., Raab, D. (2016). Effect of degumming process on physicochemical properties of sunflower oil. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 6: 138–143.
- Lamas, D.L., Crapiste, G.H., Constenla, D.T. (2014). Changes in quality and composition of sunflower oil during enzymatic degumming process. *LWT*, 58: 71–76.
- Ma, G., Wang, Y., Li, Y., Zhang, L., Gao, Y., Li, Q., Yu, X. (2023). Antioxidant properties of lipid concomitants in edible oils: A review. *Food Chem.*, 422: 136219.
- Manjula, S., Subramanian, R. (2006). Membrane Technology in Degumming, Dewaxing, Deacidifying, and Decolorizing Edible Oils. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 46: 569–592.
- Martini, S., Añón, M.C. (2003). Crystallization of sunflower oil waxes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80: 525–532.

- Mistry, B. S., Min, D. B. (1987). Effects of Fatty Acids on the Oxidative Stability of Soybean Oil. *J. Food Sci.*, 52: 831–832.
- Mitrović, S., Dimić, E., Grujin, K., Muc, S. (2009). New technological process of removing of waxes from the oil in Dijamant A.D. *Uljarstvo/Journal of edible oil industry*, 1: 67–72.
- Morrison, W.H., Robertson, J.A. (1975). Solvent winterization of sunflower seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52: 148–150.
- Nedić Grujin, K., Lužaić, T., Pezo, L., Nikolovski, B., Maksimović, Z., Romanić, R. (2023). Sunflower Oil Winterization Using the Cellulose-Based Filtration Aid—Investigation of Oil Quality during Industrial Filtration Probe. *Foods*, 12: 2291.
- Orhevba, B.A., Chukwu, O., Oguagwu, V., Osunde, Z.D. (2013). Effect of Moisture Content on some Quality Parameters of Mechanically Expressed Neem Seed Kernel Oil. *Int. J. Eng. Sci.*, 2: 1–7.
- Oštrić-Matijašević, B., Turkulov, J. (1973). Determination of Waxes in Sunflower Grains, Shells and Oil. Modified Method of Extraction. *Rev. fr. corps gras*, 20: 5–10.
- Ripperger, S., Gösele, W., Alt, C. (2012). Filtration, 1. Fundamentals, pp. 678–708. u: Editor, C. Goldmann, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol 14, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co: KGaA, Weinheim, Germany.
- Rivarola, G., Añón, M.C., Calvelo, A. (1988). Influence of phospholipids on the crystallization of waxes in sunflower seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 65: 1771–1773.
- Smith, G. (1998). Filter aid filtration, pp. 1–69. u: Ediori, T. H. Meltzer, M. W. Jorntz, Filtration in the Biopharmaceutical Industry, Vol 1, Marcel Dekker Inc.: New York, USA.
- Smith, K.W., Bhaggan, K., Talbot, G., Van Malssen, K.F. (2011). Crystallization of fats: Influence of minor components and additives. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 88: 1085–1101.
- Stojanović Z., Šarac V., Kojčin A. (2018). Praćenje promene sadržaja voskova u suncokretovom ulju tokom procesa rafinacije turbidimetrijskom metodom. *Uljarstvo*, 49: 55–60.
- Topkafa, M., Ayyildiz, H., Arslana, F. N., Kucukkolbasi, S., Durmaz, F., Sen, S., Kara, H. (2013). Role of Different Bleaching Earths for Sunflower Oil in a Pilot Plant Bleaching System. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 63: 147–154.
- Turkulov, J., Dimić, E., Karlović, D., Vukša, V. (1986). The effect of temperature and wax content on the appearance of turbidity in sunflowerseed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 63: 1360–1363.
- Tynek, M., Hazuka, Z., Pawłowicz, R., Dudek, M. (2001). Changes in the frying medium during deep-frying of food rich in proteins and carbohydrates. *J. Food Lipids*, 8: 251–261.

VALORIZACIJA NUSPROIZVODA PRERADE VOĆA RODA *PRUNUS*: HLADNO PRESOVANA ULJA SEMENA ŠLJIVE, KAJSIJE I VIŠNJE

Aleksandra Ćirković, Mirjana Demin, Milica Fotirić-Akšić, Biljana Rabrenović✉

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

IZVOD

Veliko interesovanje za održivim izvorima bioaktivnih jedinjenja podstakla je pokušaje upotrebe nusproizvoda prerade voća kroz ekološki prihvatljive tehnologije. U ovom istraživanju, semena šljive (*Prunus domestica* L.), kajsije (*Prunus armeniaca* L.) i višnje (*Prunus cerasus* L.) ispitivana su kao potencijalne sirovine za upotrebu u ljudskoj ishrani, tj. kao polazna sirovina za proizvodnju hladno presovanih ulja. Analizirani su hemijski sastav semena, peroksidni, kiselinski i jodni broj dobijenih hladno presovanih ulja, kao i sastav i sadržaj masnih kiselina GC-FID metodom, oksidativna stabilnost Rancimat metodom i određeni su nutritivni indeksi. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da su sva tri ulja bogata nezasićenim masnim kiselinama od kojih su najzastupljenije bile oleinska i linolna. Vrednosti peroksidnog i kiselinskog broja bile su značajno ispod maksimalno dozvoljenih granica za jestiva biljna ulja, čime je potvrđen dobar kvalitet ulja. Vrednosti jodnog broja su ukazale na umeren stepen nezasićenosti. Oksidativna stabilnost je varirala između uzoraka, pri čemu je najveću otpornost na oksidativno kvarenje pokazalo ulje semena šljive.

Ključne reči: seme voća, hladno presovana ulja, masne kiseline, oksidativna stabilnost.

VALORISATION OF BY-PRODUCTS FROM THE PROCESSING OF FRUITS OF THE GENUS *PRUNUS*: COLD-PRESSED PLUM, APRICOT, AND SOUR CHERRY SEED OIL

ABSTRACT

The growing interest in sustainable sources of bioactive substances has led to efforts to utilise by-products of fruit processing through environmentally friendly technologies. In this study, the seeds of plum (*Prunus domestica* L.), apricot (*Prunus armeniaca* L.) and sour cherry (*Prunus cerasus* L.) were analysed as potential raw materials for human nutrition, specifically for the production of cold-pressed oils. The chemical composition of the seeds, peroxide value, acid value, and iodine value of the obtained cold-pressed oils were determined, and the composition and content of fatty acids were analysed using the GC-FID method. Oxidation stability was assessed using the Rancimat method, and nutritional indices were determined. The results showed that all three oils are rich in unsaturated fatty acids, with oleic acid and linoleic acid being the most abundant. The peroxide and acid values were well below the maximum permitted levels for edible vegetable oils, confirming the good quality of the oils.

✉ Dr Biljana Rabrenović, redovni profesor
Katedra za tehnologiju ratarskih proizvoda
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Republika Srbija
Tel. +381 11 441 3269
E-mail: biljanar@agrif.bg.ac.rs

The iodine values indicated a moderate degree of unsaturation. Oxidative stability varied between samples, with plum seed oil showing the highest resistance to oxidative spoilage.

Key words: fruit seed, cold-pressed oils, fatty acids, oxidative stability.

UVOD

Posle industrijske prerade voća na globalnom nivou zaostaju velike količine otpada nusproizvoda, uglavnom u obliku pokožice, pulpe, listova, koštica, semena itd. (Rodríguez-Blázquez i sar., 2023; Chauhan i sar., 2021). Neadekvatno odlaganje ove vrste otpada (nusproizvoda) može dovesti do negativnih posledica po bezbednost životne sredine, ekonomsku održivost i posredno kvalitet prehrambenih proizvoda (kontaminacija vode i zemljišta, akumulacija štetnih materija u biljkama, razvoj mikotoksina i patogenih mikroorganizama itd.) (Tsegaye i sar., 2021).

Iz navedenih razloga jedan od ciljeva održivog razvoja je da se značajno smanji količina otpada poljoprivredno-prehrambene industrije koja dospeva na deponije i da se ujedno redukuju i gubici hrane (Persaud i Dagher, 2021). U svetu je aktuelna prerada plodova iz porodice *Rosaceae* roda *Prunus*, kao što su breskva (*Prunus persica*), kajsija (*Prunus armeniaca*), šljiva (*Prunus domestica*) i trešnja (*Prunus avium*) (Rodríguez-Blázquez i sar., 2023). Ostaci od prerade voća sadrže značajne količine ugljenih hidrata (celulozu, pektin, skrob), proteine i lipide (Mirabella i sar., 2014). Kao najperspektivniji pristup prerade nusproizvoda voća pokazala se njihova upotreba u vidu sirovina za dobijanje različitih jedinjenja koja se mogu koristiti kao dodaci ishrani, sredstva za obogaćivanje hrane, kozmetički preparati, boje za hranu i konzervansi (Ravindran i Jaiswal, 2016).

Rod *Prunus* u Srbiji ima veliki privredni značaj. Prosečna godišnja proizvodnja šljive u periodu 2014-2023 godine prema Kljajić i sar. (2025) iznosila je 441420 t, prosečna proizvodnja kajsije za period 2016-2018 godine iznosila je 30784 t prema Milatović i sar. (2020) i prosečna proizvodnja višnje za isti period prema podacima Kljajić i sar. (2024) iznosila je 125214 t. Prema Ilić i sar. (2004) u Srbiji, na godišnjem nivou zaostaje ~ 393.500 t nusproizvoda prerade šljive, ~ 1.577 t nusproizvoda prerade kajsije (Šošarić i sar., 2015), dok za količinu nusproizvoda prerade višnje u Srbiji ovi podaci nisu dostupni.

Glavni nusproizvod prerade šljive, kajsije i višnje je koštica u kojoj je seme koje je bogat izvor nezasićenih masnih kiselina, proteina, vlakana, ugljenih hidrata, polifenola, vitamina i drugih bioaktivnih jedinjenja (Rodríguez-Blázquez i sar., 2023; Górnas i sar., 2016). Semena roda *Prunus* se karakterišu značajnom količinom ulja u svom sastavu te se iz opravdanih razloga mogu koristiti za dobijanje hladno presovanog ulja (Khalil i sar., 2022). Hladno presovana ulja ovih semena se karakterišu dominantnim udelom oleinske i linolne masne kiseline, što ukazuje na dobru oksidativnu stabilnost ovih ulja (Rodríguez-Blázquez i sar., 2023; Savić i sar., 2020).

Pored nutritivno značajnih komponenti, semena šljive, višnje i kajsije, sadrže i cijanogeni glikozid (amigdalinal) zbog koga je neophodno adekvatno tehnološko tretiranje kao i kvantitativno određivanje pre upotrebe u prehrambenoj industriji

(Marković i sar., 2023). Iako prisustvo amigdalina u semenima roda *Prunus* predstavlja na izvestan način ograničenje u upotrebi, brojna istraživanja su pokazala da se amigdalina ne može detektovati ili može detektovati u tragovima u hladno presovanim uljima, zbog njegove niske liposolubilnosti (Jin i sar., 2018; Pawar i Nema, 2023), te se ova ulja vode kao bezbedna za ljudsku upotrebu (Carrà i sar., 2025).

Cilj ovog istraživanja je bio ispitivanje osnovnog hemijskog sastava semena šljive, kajsije i višnje, karakterizacija dobijenih hladno presovanih ulja, određivanje peroksidnog, kiselinskog i jodnog broja, utvrđivanje masnokiselinskog sastava i nutritivnih indeksa (indeks aterogenosti i indeks trombocitogenosti) kao i određivanje oksidativne stabilnosti dobijenih ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Koštice šljive i kajsije su dobijene kao nusproizvod proizvodnje sušenog voća, a koštice višnje kao nusproizvod proizvodnje smrznutog voća. Semena su posle mehaničkog razbijanja koštica ručno odvajana. Navedena semena sušena su na sobnoj temperaturi 24 sata, a zatim su hladno presovana pomoću pužne prese (OP650W, Gorenje, Slovenija) u laboratorijskim uslovima. Tokom postupka presovanja, najviša temperatura izlaznog ulja bila je 47 °C, što je bilo u skladu sa preporukom da se hladno presovanje vrši na temperaturi ispod 50 °C kako bi se sačuvale bioaktivne komponente (Natić i sar., 2020). Posle filtriranja, hladno presovana ulja semena šljive (UŠ), kajsije (UK) i višnje (UV) su sipana u plastične ependorf epruvete od 2 mL i čuvana u frižideru za dalje analize.

Metode

Određivanje hemijskog sastava semena

Sadržaj vlage, ukupnog pepela, sirovih proteina i ulja u semenima određeni su po standardnim metodama SRPS EN ISO 665:2020, SRPS ISO 749:2014, SRPS ISO 1871:2013 i SRPS EN ISO 659:2011, redom. Rezultati su izraženi na suvu materiju u %.

Određivanje peroksidnog, kiselinskog i jodnog broja

Peroksidni broj (Pbr) i kiselinski broj (Kbr) određeni su prema standardnim metodama SRPS EN ISO 660:2015 i SRPS EN ISO 3960:2016, redom. Jodni broj (Jbr) je određen prema SRPS EN ISO 3961:2019.

Određivanje sastava i sadržaja masnih kiselina

Sastav i sadržaj masnih kiselina ulja određen je postupkom gasne hromatografije prema standardnoj metodi SRPS EN ISO12966-2: 2017 na uređaju GC 6890 sa split-splitless injektorom i plameno jonizujućim detektorom (FID). Metil estri masnih kiselina pripremljeni su prema standardnoj metodi SRPS EN ISO 12966-1: 2015, a za njihovo razdvajanje korišćena je kapilarna kolona Supelco SP -2560 čije su dimenzije bile: dužina 100 m x unutrašnji prečnik 0,25 mm x debljina filma 0,20 µm (Supelco, Bellefonte, SAD), sa brzinom protoka od 5 mL/min i pomoću helijuma kao mobilne faze. Temperatura injektora bila je 250 °C, a detektora 260 °C. Zapremina injektovanog uzorka bila je 1 µL, a odnos distribucije injektora bio je podešen na 20:1. Temperatura

kolone programirana je od početnih 50 °C (u trajanju od 5 min) do 240 °C (u trajanju od 20 min), sa linearnom promenom temperature od 4 °C/min. Identifikacija hromatografskih pikova u uzorcima izvršena je poređenjem relativnih vremena zadržavanja metil estara masnih kiselina iz uzoraka tretiranih standardom Supelco 37, mešavinom metil estara.

Izračunavanje nutritivnih indeksa

Na osnovu udela pojedinih masnih kiselina određeni su nutritivni indeksi, indeks aterogenosti (IA) i indeks trombogenosti (IT), prema empirijski dobijenim formulama (Ulbricht i Southgate, 1991):

$$IA = \frac{C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0}{\Sigma MUFA + \Sigma PUFA n - 6 + \Sigma PUFA n - 3}$$

$$IT = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0.5\Sigma MUFA + 0.5\Sigma PUFA n - 6 + 3\Sigma PUFA n - 3}$$

Određivanje oksidativne stabilnosti ulja

Oksidativna stabilnost ulja određena je Rancimat testom koji je podrazumevao određivanje indukcionog perioda u satima (h). Rancimat test urađen je po standardnoj metodi AOCS Standard Method Cd 12b:1992. Izmereno je po 2,5 g ulja u kivete za testiranje. Uzorak je potom zagrevan na 105 °C u Rancimat uređaju uz protok vazduha kroz uzorke 20 L/h.

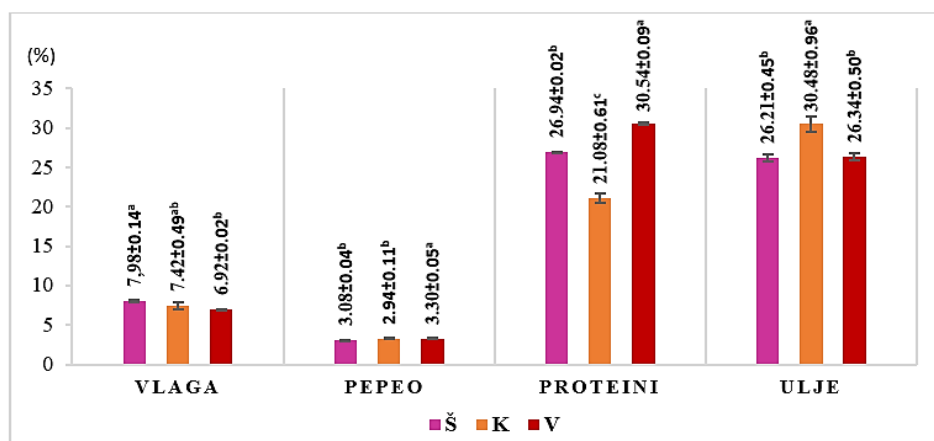
Statistička analiza

Statistička analiza je sprovedena korišćenjem statističkog softvera STATISTICA 12. Rezultati su izraženi kao srednja vrednost $\pm$ SD. Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) je sprovedena u cilju poređenja srednjih vrednosti dobijenih rezultata. Tuckey test značajne razlike (HSD) je primenjen kako bi se utvrdila statistička razlika između uzoraka na nivou pouzdanosti od 95% ($p < 0,05$).

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav semena

Određivanje osnovnog hemijskog sastava semena je značajno zbog utvrđivanja nutritivne vrednosti, kvaliteta finalnog proizvoda, potencijalnog zdravstvenog značaja i mogućnosti upotrebe u različitim industrijama (Kurt i Atalar, 2018). Nekonvencionalne uljarice mogu biti odličan izvor bioaktivnih komponenti (lipida, proteina, dijetnih vlakana, masnih kiselina, antioksidanata i drugih) (Sheikh i sar., 2022). Rezultati ispitivanih semena su pokazali optimalan sadržaj vlage i pepela i značajan udeo proteina i ulja, na osnovu kojih su se semena šljive, kajsije i višnje mogla smatrati adekvatnom sirovinom za dobijanje hladno presovanog ulja dobrog kvaliteta. Rezultati hemijskog sastava ispitivanih semena su prikazani na slici 1.



Slika 1. Hemijski sastav ispitivanih semena

Figure 1. Composition of analysed seeds

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost $\pm$ SD ($n=3$). Različita slova u koloni ukazuju na značajnu razliku prema Tukey's testu ($p<0,05$). Š-seme šljive; K-seme kajsije; V-seme višnje.

Sadržaj vlage u uzorcima bio je 7,98% (šljiva), 7,42% (kajsija) i 6,92% (višnja), što je prema rezultatima Khan i Hanna (1983) optimalano za primenu postupka hladnog presovanja. Soxhlet ekstrakcijom je utvrđeno da se seme kajsije izdvojilo sa najvećim sadržajem ulja od 30,48%. Semena šljive (Š) i višnje (V) imala približan udeo ulja od ~26%. Iako su semena Š i V imala niži sadržaj ulja u odnosu na seme kajsije (K), i u poređenju sa rezultatima Uluata i Ozdemir (2017), ona su se mogla smatrati ekonomski i tehnološki održivim izvorima ulja. U uzorcima je detektovan značajan udeo proteina: 26,94% (Š), 21,08% (K) i 30,54% (V). Veći sadržaj ulja u semenu K mogao se objasniti nižim sadržajem proteina, što je u saglasnosti sa obrnutom vezom između sadržaja proteina i ulja koju su kod uljarica objasnili Hossain i sar. (2019). Rezultati hemijskog sastava semena Š bili su u okviru vrednosti datih u Sheikh i sar. (2022): 27,57-35,91%, 36,52-50% i 2,2-5,18% za sadržaj proteina, ulja i pepela, redom. Rezultati ovog istraživanja za seme K bili su u saglasnosti sa sadržajem proteina 18–32% i sadržajem ulja od 35–55% prema Akhone i sar. (2022) i Pawar i sar. (2023). Rezultati hemijskog sastava semena V su bili u skladu sa rezultatima objavljenim u Yilmaz i sar. (2018), koji su utvrdili da seme višnje sadrži 29,3% proteina, 17-36% ulja i 4,4% pepela. Varijacije u rezultatima mogle su se objasniti različitim sortama voća, geografskim poreklom, različitim uslovima gajenja, uslovima i dužinom skladištenja, metodama određivanja i dr.

Peroksidni, kiselinski i jodni broj

Peroksidni broj (Pbr) i kiselinski broj (Kbr) su važni indikatori kvaliteta ulja. Pbr je indikator nivoa oksidacije lipida i sadržaja primarnih produkata oksidacije (Dimić i sar., 2003). Kbr predstavlja meru sadržaja slobodnih masnih kiselina u uljima i ukazuje na kvalitet polazne sirovine (Dimić i sar., 2003). Jodni broj (Jbr) je indikator kontrole kvaliteta i autentifikacije jestivih ulja i pokazatelj je stepena nezasićenosti ulja (Yan i

sar., 2018). Rezultati navedenih parametara analiziranih uzoraka ulja prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Peroksidni, kiselinski i jodni broj ulja ispitivanih semena

Table 1. Peroxide, acid and iodine value of analysed seeds oil

Parametar	UŠ	UK	UV
Peroksidni broj (mmolO ₂ /kg)	0,22±0,01 ^a	0,10±0,03 ^b	0,06±0,01 ^c
Kiselinski broj (mgKOH/g)	0,67±0,01 ^a	0,48±0,03 ^b	0,28±0,01 ^c
Jodni broj (gJ ₂ /100g)	102,33±2,60 ^b	107,52±2,20 ^b	115,81±3,06 ^a

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost ± SD (n=3).

Različita slova u koloni ukazuju na značajnu razliku prema Tukey's testu (p<0,05).

UŠ – ulje semena šljive; UK – ulje semena kajsije; UV – ulje semena višnje).

Dobijene vrednosti Pbr i Kbr bile su u granicama koje su propisane Pravilnikom (2013) za ovu kategoriju ulja. Uzorci ulja imali su niske vrednosti Pbr, 0,22 mmolO₂/kg ulje semena šljive (UŠ), 0,10 mmolO₂/kg ulje semena kajsije (UK) i 0,06 mmolO₂/kg ulje semena višnje (UV), dok je maksimalno dozvoljena vrednost prema Pravilniku (2013) 7,5 mmol O₂/kg. U literaturi su se mogle naći vrednosti Pbr od 0-4,3 mmolO₂/kg (ulje semena šljive), 0,2–2,5 mEqO₂/kg (ulje semena kajsije) i 0,99 mEqO₂/kg (ulje semena višnje) (Rabrenović i sar., 2021; Pawar i sar., 2023; Kazempour-Samak i sar., 2021). Vrednosti Kbr su bile od 0,67 mgKOH/g (UŠ), 0,48 mgKOH/g (UK) i 0,28 mgKOH/g (UV), i bile su ispod 4 mg KOH/g, maksimalne propisane vrednosti (Pravilnik, 2013) za hladno presovana ulja. U literaturi se navode sledeće vrednosti za Kbr za ulje semena šljive (0,2-3,7 mg KOH/g) (Rabrenović i sar., 2021), semena kajsije (0,36–0,43 mgKOH/g) (Wu i sar., 2024) i semena višnje (1,36 mg KOH/g) (Kazempour-Samak sar., 2021).

Vrednosti Jbr uzoraka bile su 102,33 gJ₂/100g (UŠ), 107,52 gJ₂/100g (UK) i 115,81 gJ₂/100g (UV). Rezultati su bili u saglasnosti sa rezultatima drugih istraživanja: vrednosti Jbr za ulje semena šljive ~ 90–120 gJ₂/100g (Górnaš i sar., 2017), kajsije ~ 99–105 gJ₂/100g (Stryjecka i sar., 2019) i višnje ~ 118–123 gJ₂/100g (Stryjecka i sar., 2022).

Varijacije u rezultatima u odnosu na rezultate drugih istraživanja mogle su se objasniti različitim sortama, geografskim poreklom, uslovima gajenja, uslovima skladištenja, obradom semena, parametarima hladnog presovanja i dr. Rezultati su potvrdili da su odabrana semena bila dobrog kvaliteta bez obzira na prethodnu obradu plodova.

Sastav i sadržaj masnih kiselina

Sastav i sadržaj masnih kiselina detektovanih u uzorcima ulja dati su u tabeli 2. Po sadržaju u svim uzorcima ulja su dominantne bile oleinska i linolna masna kiselina. Sadržaj oleinske kiseline bio je 72,92%, 51,48% i 40,90% za hladno presovano UŠ, UK i UV, redom. Linolna kiselina bila je zastupljena sa 20,76% (UŠ), 40,99% (UK) i 51,18% (UV). Palmitinska, zasićena masna kiselina (SFA), bila je detektovana u svim uzorcima ulja, za značajnim udelom: 4,81%, (UŠ), 5,12% (UK) i 5,64% (UV), dok je udeo stearinske kiseline bio 0,74 (UŠ), 0,61% (UK) i 0,97% (UV). Atik i sar. (2022) i Kiralan i sar. (2018) su u ulju semena šljive detektovali 75,4% oleinske kiseline, što je bilo u saglasnosti sa rezultatima dobijenim u ovom istraživanju. Rezultati sadržaja masnih

kiselina u ulju semena kajsije i višnje bili su bliski vrednostima datim u radu Rodríguez-Blázquez i sar. (2023) za ulje semena kajsije i Yilmaz i sar. (2020) za ulje semena višnje. Sadržaj SFA u uzorcima bio je 5,77% (UŠ), 5,96% (UK) i 7,22% (UV). Rezultati sadržaja SFA za ulje semena šljive i višnje su bili u intervalima datim u radu Atik i sar. (2022), dok Rodríguez-Blázquez i sar. (2023) navode slične rezultate za udeo SFA u ulju semena kajsije.

Tabela 2. Sastav i sadržaj masnih kiselina u ispitivanim uljima

Table 2. Fatty acid (FA) composition and content

Masne kiseline (%)	UŠ	UK	UV
C14:0	0,03±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a	0,05±0,03 ^a
C16:0	4,81±0,41 ^a	5,12±0,02 ^a	5,64±0,41 ^a
C16:1	0,37±0,06 ^b	0,51±0,04 ^a	0,14±0,04 ^c
C17:0	0,13±0,05 ^a	0,09±0,01 ^b	-
C17:1	0,05±0,02 ^a	0,04±0,02 ^a	0,07±0,03 ^a
C18:0	0,74±0,06 ^b	0,61±0,04 ^c	0,97±0,14 ^a
C18:1	72,92±3,40 ^a	51,48±1,11 ^b	40,90±1,41 ^c
C18:2	20,76±2,14 ^c	40,99±2,62 ^b	51,18±1,10 ^a
γ-C18:3	-	-	0,03±0,01
C18:3	0,03±0,02 ^b	0,10±0,04 ^a	0,10±0,03 ^a
C20:0	0,06±0,02 ^c	0,11±0,02 ^b	0,49±0,07 ^a
C20:1	0,03±0,01 ^b	0,06±0,01 ^b	0,16±0,04 ^a
C22:0	-	-	0,03±0,02
C24:0	-	-	0,04±0,02
C24:1	-	-	0,06±0,01
SFA	5,77	5,96	7,22
MUFA	73,37	52,09	41,33
PUFA	20,79	41,09	51,31
IA	0,01	0,05	0,01
IT	0,02	0,12	0,02

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost ± SD (n=3). Različita slova u koloni ukazuju na značajnu razliku prema Tukey's testu ($p < 0,05$). IA-indeks aterogenosti; IT-indeks trombogenosti; SFA-zasićene masne kiseline; MUFA-mononezasićene masne kiseline; PUFA-polinezasićene masne kiseline; UŠ – ulje semena šljive; UK – ulje semena kajsije; UV – ulje semena višnje).

Ispitivana ulja su bila bogata mononezasićenim masnim kiselinama (MUFA) i polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA). Sadržaj MUFA bio je 73,37% (UŠ), 52,09% (UK) i 43,33% (UV). Atik i sar. (2022) su utvrdili sadržaj MUFA u ulju semena šljive i višnje 73,72% i 38,49%, redom. Isti autori su objavili sadržaj PUFA 17,88% i 54,05% u ulju semena šljive i semena višnje, redom. Sadržaji MUFA i PUFA bili su bliski rezultatima objavljenim u Rodríguez-Blázquez i sar. (2023): 52,7% (MUFA) i 39,5% (PUFA) u ulju semena kajsije. Najveći sadržaj PUFA u UV bio je očekivan, s

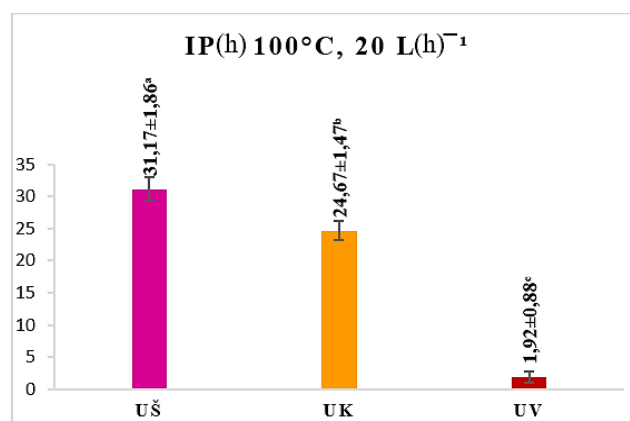
obzirom na najveću vrednost Jbr (tabela 1). Rezultati PUFA u uzorcima ulja pratili su očekivani redosled višnja > kajsija > šljiva, koji je pratio vrednosti Jbr u uljima.

Indeks aterogenosti (IA) i indeks trombocitogenosti (IT) su parametri koji se odnose na nutritivni kvalitet ulja. UŠ imalo je niske vrednosti IA (0,01) i IT (0,02) koje su bile niže od vrednosti koje su naveli Rabrenović i sar. (2021): IA je bio u intervalu 0,07-0,08, dok je IT imao vrednosti 0,15-0,19. Vrednosti IA (0,05) i IT (0,12) UK bile su u skladu sa rezultatima Ying i sar. (2018) kod kojih su IA i IT iznosili 0,05 i 0,11, redom. Vrednosti IA (0,01) i IT (0,02) UV bili su niži od navedenih u radu Rodríguez-Blázquez i sar. (2023) kod kojih su vrednosti IA i IT bile 0,09 i 0,28, redom.

Varijacije u rezultatima mogle su se objasniti različitim vrstama voća, uslovima pripreme uzoraka, uslovima ekstrakcije, uslovima skladištenja. Niske vrednosti ovih parametara ukazivale su na dobar nutritivni kvalitet ulja i njihov potencijal za bezbednu primenu u ljudskoj ishrani.

Oksidativna stabilnost ulja

Oksidativna stabilnost biljnih ulja je važan parametar kvaliteta koji pokazuje koliko dugo ulje može biti zaštićeno od oksidacije. Na grafiku (slika 2) prikazani su rezultati oksidativne stabilnosti hladno presovanih ulja semena šljive, kajsije i višnje izraženi kao indukcion period (IP) u satima.



Slika 2. Oksidativna stabilnost hladno presovanih ulja ispitivanih semena

Figure 2. Oxidative stability of cold-pressed oils of the analysed seeds

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost ± SD (n=3). Različita slova ukazuju na značajnu razliku prema Tukey's testu ($p < 0,05$); UŠ – ulje semena šljive; UK – ulje semena kajsije; UV – ulje semena višnje).

Na oksidativnu stabilnost ulja najveći uticaj ima sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) (Grajzer i sas., 2020). S obzirom na sastav masnih kiselina, UŠ je pokazalo najbolju oksidativnu stabilnost s obzirom da je IP bio 31,17 h. Ovaj rezultat je bio u skladu sa podacima koje su objavili Rabrenović i sar. (2021) za hladno presovano ulje semena šljive (IP od 38,7 h). IP uzorka UK je bio 24,67 h, što je bilo za ~ 9 h više od rezultata datih u radu Gıda i sar. (2016). Najnižu oksidativnu stabilnost

imalo je hladno presovano UV sa IP od 1,92 h, što je bilo duplo manje od vrednosti koju su naveli Kazempour-Samak i sar. (2021) za istu vrstu ulja.

Razlike u rezultatima mogle su se objasniti različitim vrstama voća, uslovima skladištenja, različitim metodama i slično. Najniža oksidativna stabilnost hladno presovanog UV u odnosu na ostale uzorke, mogla se objasniti različitom obradom voća, tj. seme V je jedino uzeto kao nusproizvod proizvodnje zamrznutog voća.

ZAKLJUČAK

Hladnim presovanjem semena, nusproizvoda prerade voća, izabranih predstavnika roda *Prunus* (šljiva, kajsija i višnja), mogu se dobiti ulja koja su po svom sastavu veoma nutritivno vredna i pogodna za upotrebu u ljudskoj ishrani. Dobijena ulja imala su visok sadržaj mononezasićene oleinske kiseline, naročito ulje semena šljive, što je potvrđeno najdužim indukcionim periodom u odnosu na ulje semena kajsije i višnje. Esencijalna linolna kiselina je bila dominantna u ulju semena kajsije i višnje. Istraživanjem je potvrđeno da se preradom semena voća po principima zelene tehnologije dobijaju jestiva ulja sa odličnim nutritivnim i funkcionalnim svojstvima, čime se može doprineti održivoj valorizaciji nusproizvoda prerade voća.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2025. godini između Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu, evidencioni broj ugovora: 451-03-137/2025-03/200116.

LITERATURA

- Akhone, M. A., Bains, A., Tosif, M. M., Chawla, P., Fogarasi, M., Fogarasi, S. (2022). Apricot Kernel: Bioactivity, Characterization, Applications, and Health Attributes. *Foods*, 11(15).
<https://doi.org/10.3390/foods11152184>.
- AOCS Cd-12b (1992): American Oil Chemists' Society. Sampling and analysis of commercial fats and oils; Oil Stability Index.
- Atik, I., Karasu, S., Sevik, R. (2022). Physicochemical and bioactive properties of cold press wild plum (*Prunus spinosa*) and sour cherry (*Prunus cerasus*) kernel oils: Fatty acid, sterol and phenolic profile. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 2021:1-10.
- Carrà, F., Jaouhari, Y., Disca, V., Cecchi, L., Mulinacci, N., Giovannelli, L., Ferreira-Santos, P., Martakos, C. I., Thomaidis, S. N., Gallina, A., Arlorio, M. (2025). A comparative study of bioactive and volatile components in cold-pressed apricot and peach kernel oils: implications for nutritional, nutraceuticals and cosmetics functional properties. *Food Bioscience*, 68.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106585>.
- Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M. U., Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production*, 295.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126438>.
- Dimić, E., Škorić, D., Romanić, R., Jocić, S. (2003): Kvalitet i tehničko-tehnološke karakteristike semena oleinskog suncokreta. *Uljarstvo*, 34(1-2):45-50. Novi Sad.
- Gıda, A., Uluata, S., Yazar, Y. S., Çekirdek, K., Biyokimyasal, Y., Ve, Ö., Stabilitesi, O., Ekstraksiyon, Ü., Etkisi, Y. (2016). Effect of Extraction Method on Biochemical Properties and Oxidative Stability of Apricot Seed Oil. *Akademik Gıda*, 14(4):333-340.

- Górnaś, P., Rudzińska, M., Raczyk, M., Mišina, I., Soliven, A., Segliņa, D. (2016). Composition of bioactive compounds in kernel oils recovered from sour cherry (*Prunus cerasus* L.) by-products: Impact of the cultivar on potential applications. *Industrial Crops and Products*, 82:44–50. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.010>.
- Górnaś, P., Rudzińska, M., Soliven, A. (2017). Industrial by-products of plum *Prunus domestica* L. and *Prunus cerasifera* Ehrh. as potential biodiesel feedstock: Impact of variety. *Industrial Crops and Products*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.02.014>.
- Grajzer, M., Szmalc, K., Kuźmiński, L., Witkowski, M., Kulma, A., Prescha, A. (2020). Characteristics and antioxidant potential of cold-pressed oils-possible strategies to improve oil stability. *Foods*, 9(11):1630. <https://doi.org/10.3390/foods9111630>.
- Hossain, Z., Johnson, E. N., Wang, L., Blackshaw, R. E., Gan, Y. (2019). Comparative analysis of oil and protein content and seed yield of five Brassicaceae oilseeds on the Canadian prairie. *Industrial Crops and Products*, 136:77–86. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.001>.
- Ilić, M., Grubor, B., Tešić, M. (2004). The state of biomass energy in Serbia. *Thermal Science*, 8(2):5–20. <https://doi.org/10.2298/tsci0402005i>.
- Jin, F., Wang, J., Regenstein, J. M., Wang, F. (2018). Effect of roasting temperatures on the properties of bitter apricot (*Armeniaca sibirica* L.) kernel oil. *Journal of Oleo Science*, 67(7):813–822. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17212>.
- Kazempour-Samak, M., Rashidi, L., Ghavami, M., Sharifan, A., Hosseini, F. (2021). Sour cherry (*Cerasus vulgaris* Miller) kernel oil as the novel functional edible oil: Sensory evaluation and antioxidant and physicochemical properties. *Journal of Food Quality*, (4):1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/5529613>.
- Khalil, M. N. A., Farghal, H. H., Farag, M. A. (2022). Outgoing and potential trends of composition, health benefits, juice production and waste management of the multi-faceted Grapefruit Citrus X paradisi: A comprehensive review for maximizing its value. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(4):935–956. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1830364>.
- Khan, L. M., Hanna, M. A. (1983). Expression of oil from oilseeds-A review. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 28:495–503. [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(83\)90113-0](https://doi.org/10.1016/0021-8634(83)90113-0).
- Kiralan, M., Kayahan, M., Kiralan, S. S., Ramadan, M. F. (2018). Effect of thermal and photo oxidation on the stability of coldpressed plum and apricot kernel oils. *European Food Research and Technology*, 244(1):31–42. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2932-0>.
- Klajić, N., Vuković, P., Paraušić, V. (2024). Production and economic characteristics of sour cherry cultivation in the Republic of Serbia. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 6(2): 157–168. <https://doi.org/10.5937/WBJAE2402157K>.
- Klajić, N., Vuković, P., Simonović, Z. (2025). Production-economic indicators of plum growing in the Republic of Serbia. *The Annals of the Faculty of Economics in Subotica*. <https://doi.org/10.5937/AnEkSub2500012K>.
- Kurt, A., Atalar, I. (2018). Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82:186–195. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.04.011>.
- Makovi, C. M., Parker, C. H., Zhang, K. (2023). Determination of Amygdalin in Apricot Kernels and Almonds Using LC-MS/MS. *Journal of AOAC International*, 106(2):457–463. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsac154>.
- Milatovic, D., Đurovic, D., Zec, G. (2020). Growth and productivity of apricot cultivars in the Belgrade area. *Journal of Pomology*, 54(207–208):25–31.
- Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food

- manufacturing waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, 65:28-41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>.
- Natić, M., Dabić Zagorac, D., Ćirić, I., Meland, M., Rabrenović, B., Fotirić Akšić, M. (2020). Cold pressed oils from genus *Prunus*. In: Ramadan FM (Ed). *Cold pressed oils, green technology, bioactive compounds, functionality, and applications*. Academic Press, Elsevier, London United Kingdom. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00056-6>.
- Pawar, K. R., Nema, P. K. (2023). Apricot kernel characterization, oil extraction, and its utilization: a review. *Food Science and Biotechnology*, 32(3):249–263. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01228-3>.
- Persaud, N., Dagher, R. (2021). The United Nations: 2030 Sustainable Development Goals Agenda. In: Persaud, N. and Dagher, R. (Eds). *The Role of Monitoring and Evaluation in the UN 2030 SDGs Agenda*. Palgrave Macmillan, Cham; 2021; p. 1-41. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70213-7_1.
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list SCG, br.23/2006 i Službeni glasnik RS, br. 43/2013-dr. pravilnik
- Rabrenović, B., Demin, M., Basić, M., Pezo, L., Paunović, D., Sovtić, F. (2021). Impact of plum processing on the quality and oxidative stability of cold-pressed kernel oil. *Grasas y Aceites*, 72(1):e395. <http://dx.doi.org/10.3989/GYA.0100201>.
- Ravindran, R., Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34 (1): 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>.
- Rodríguez-Blázquez, S., Gómez-Mejía, E., Rosales-Conrado, N., León-González, M. E., García-Sánchez, B., Miranda, R. (2023). Valorization of *Prunus* Seed Oils: Fatty Acids Composition and Oxidative Stability. *Molecules*, 28(20). <https://doi.org/10.3390/molecules28207045>.
- Savić, I., Savić Gajić, I., Gajic, D. (2020). Physico-chemical properties and oxidative stability of fixed oil from plum seeds (*Prunus domestica* linn.). *Biomolecules*, 10(2):294. <https://doi.org/10.3390/biom10020294>.
- Sheikh, M. A., Anjum, N., Manzoor, A., Ubaid, M., Hameed, F., Saini, C. S., Sharma, K. H. (2022). Plum wastes and by-products. In: Muzaffar, K., Ahmad Sofi, S., Ahmad Mir, S. (Eds). *Handbook of fruit wastes and by-products: chemistry, processing technology, and utilization*. CRC Press, Boca Raton pp 209-223. <https://doi.org/10.1201/9781003164463>.
- SRPS EN ISO 12966-1:2015. Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 12966-2:2017. Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 3960:2016. Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 3961:2019. Animal and vegetable fats and oils. Determination of iodine value. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 659:2011. Oilseeds. Determination of oil content (Reference method). Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 660:2015. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid value and acidity. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS EN ISO 665:2020. Oilseeds. Determination of moisture and volatile matter content. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS ISO 1871:2013. Food and feed products. General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method. Institute for Standardization of Serbia.
- SRPS ISO 749:2014. Oilseed residues. Determination of total ash. Institute for Standardization of Serbia.
- Stryjecka, M., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Michalak, M., Rachoń, L., Głowacka, A. (2019). Chemical composition and antioxidant properties of oils from the seeds of five apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Journal of Oleo Science*, 68(8). <https://doi.org/10.5650/jos.ess19121>.

- Stryjecka, M., Michalak, M., Cymerman, J., Kiełtyka-Dadasiewicz, A. (2022). Comparative Assessment of Phytochemical Compounds and Antioxidant Properties of Kernel Oil from Eight Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). Cultivars. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27030696>.
- Šoštarić, T., Petrović, M., Milojković, J., Lačnjevac, Č., Čosović, A., Stanojević, M., Stojanović, M. (2015). Application of apricot stone waste from fruit processing industry in environmental cleanup: Copper biosorption study. *Fruits*, 70(5):271-280. <https://doi.org/10.1051/fruits/2015028>.
- Tsegaye, B., Jaiswal, S., Jaiswal, A. K. (2021). Food waste biorefinery: Pathway towards circular bioeconomy. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061174>.
- Ulbricht TLV, Southgate DAT (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet* 338(8773):985-92. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
- Uluata, S., Ozdemir, N. (2017). Evaluation of chemical characterization, antioxidant activity and oxidative stability of some waste seed oil. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(1):48. <http://dx.doi.org/10.24925/turjaf.v5i1.48-53.909>.
- Wu, H., Zhang, L., Cui, R., Zhang, C., Xu, M., Liu, W., Wang, M., Liu, R., Xu, L., Song, L. (2024). Effect of screw pressing temperature on apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels oil quality properties and apricot kernels protein isolate functional properties. *LWT*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117002>.
- Yan, H., Zhang, J., Gao, J., Huang, Y., Xiong, Y., Min, S. (2018). Towards improvement in prediction of iodine value in edible oil system based on chemometric analysis of portable vibrational spectroscopic data. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33022-9>.
- Yilmaz, E., Keskin, O., Ok, S. (2020). Valorization of sour cherry and cherry seeds: cold press oil production and characterization. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 26(3):228-240.
- Yılmaz, F. M., Görgüç, A., Karaaslan, M., Vardin, H., Ersus Bilek, S., Uygun, Ö., Bircan, C. (2018). Sour cherry by-products: compositions, functional properties and recovery potentials - A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(22):3549-3563. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1496901>.
- Ying, Q., Wojciechowska, P., Siger, A., Kaczmarek, A., & Rudzińska, M. (2018). Phytochemical Content, Oxidative Stability, and Nutritional Properties of Unconventional Cold-pressed Edible Oils. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(7). <https://doi.org/10.12691/jfnr-6-7-9>.

OKSIDATIVNA STABILNOST NAMENSKE MASTI ZA KAKAO KREM PROIZVODE OBOGAĆENE PROTEINSKIM PRAHOM *ACHETA DOMESTICUS*

Milica Stožinić¹, Ivana Lončarević¹✉, Branislav Šojić¹, Biljana Pajin¹,
Ranko Romanić¹, Tanja Lužaić¹, Attila Gere²

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

²Institut za prehrambenu nauku i tehnologiju, Mađarski univerzitet
za poljoprivredu i nauke o životu, Budimpešta, Mađarska

IZVOD

U toku prethodne decenije svest potrošača, kao i zahtevi za hranom, značajno su se promenili. Savremeni potrošači sve više teže namirnicama koje imaju povoljan nutritivni sastav, nisku energetske vrednost i pozitivan uticaj na zdravlje. Posebno je izražena potražnja za hranom obogaćenom proteinima, koja se smatra važnim segmentom balansirane ishrane.

Kakao krem proizvodi tradicionalno se ubrajaju u visokokalorične konditorske namirnice, ali zahvaljujući svom sastavu i popularnosti predstavljaju pogodan medijum za obogaćivanje funkcionalnim sastojcima. Povećana proizvodnja visokoproteinskih proizvoda istovremeno nameće potrebu za većim iskorišćenjem izvora proteina. Kako tradicionalni izvori ne mogu u potpunosti da zadovolje savremene zahteve tržišta, sve veća pažnja usmerava se ka alternativnim, održivim izvorima, među kojima se izdvaja *Acheta domesticus*.

Cilj ovog istraživanja bio je obogaćenje namenske masti namenjene za kakao krem proizvode dodatkom proteina *Acheta domesticus* u različitim koncentracijama (10%, 12,5% i 15%) i procena njihove oksidativne stabilnosti. Rezultati ove studije su pokazali da obogaćeni uzorci imaju višu stabilnost u poređenju sa kontrolnim uzorkom, ukazujući na mogućnost primene proteinskog praha u proizvodnji kakao krem proizvoda u cilju povećanja nutritivnog, kao i oksidativnog profila konditorskih proizvoda.

Ključne reči: alternativni izvori proteina, *Acheta domesticus*, masnokiselinski sastav, oksidativna stabilnost.

OXIDATIVE STABILITY OF SPECIALIZED FAT INTENDED FOR COCOA CREAM PRODUCTS ENRICHED WITH *ACHETA DOMESTICUS* PROTEIN POWDER

ABSTRACT

Over the last decade, consumer awareness and food requirements have changed significantly. Modern consumers increasingly seek foods that have a favorable nutritional composition, low

✉ Dr Ivana Lončarević, docent

Katedra za inženjerstvo ugljenohidratne hrane

Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Tel. +381 21 485 3788

E-mail: ivana.loncarevic@uns.ac.rs

energy value and a positive impact on health. There is a particularly strong demand for protein-enriched foods, which are considered an important segment of a balanced diet.

Cocoa cream products are traditionally considered high-calorie confectionery products, but due to their composition and popularity, they represent a suitable medium for enrichment with functional ingredients. The increased production of products with a high protein content simultaneously imposes the need for greater use of protein sources. As traditional sources cannot fully meet modern market demands, increasing attention is being directed towards alternative, sustainable sources, among which *Acheta domesticus* stands out.

The aim of this study was to enrich a specialized fat intended for cocoa cream products with *Acheta domesticus* protein at different concentrations (10%, 12.5%, and 15%) and to assess its oxidative stability. The results demonstrated that the enriched samples exhibited higher oxidative stability compared to the control, highlighting the potential application of cricket protein powder in cocoa cream formulations to enhance both the nutritional and oxidative profiles of confectionery products.

Key words: alternative protein sources, *Acheta domesticus*, fat acid content, oxidative stability.

UVOD

Savremeni trendovi potrošača značajno su se menjali tokom godina, pri čemu se korisnici sve više okreću funkcionalnim proizvodima koji imaju pozitivan uticaj na zdravlje. Dodatno, njihovi zahtevi obuhvataju proizvode sa visokim udelom proteina. Jedno od ključnih pitanja 21. veka jeste obezbeđivanje raspoloživosti osnovnih resursa – zemljišta, vode i hrane (Farkas i sar., 2025). Usled brzog rasta svetske populacije i ograničenih količina obradivog zemljišta i vode, sve veći značaj dobija pronalazak sirovina koje, pored povoljnog nutritivnog sastava, imaju i pozitivan uticaj na ekosistem planete (Farkas i sar., 2025; Aiking, 2025). U tom kontekstu, potraga za novim izvorima proteina postaje sve aktuelnija tema u oblasti prehrambene tehnologije.

Povećana potražnja za visokoproteinskom hranom dovela je do intenzivnijeg iskorišćenja postojećih proteinskih resursa. Međutim, s obzirom na to da tradicionalni izvori proteina ne mogu u potpunosti da zadovolje rastuće potrebe tržišta, sve veća pažnja usmerava se ka primeni alternativnih izvora proteina. Pored biljnih proteina iz mahunarki, žitarica i uljarica, u alternativne izvore ubrajaju se i proteini mikroalgi, kao i proteini insekata (Grossman i Weiss, 2021).

U poslednje vreme zabeležen je porast interesovanja za proteinima dobijenim iz insekata, pre svega zbog njihovih ekonomskih, ali i ekoloških prednosti u odnosu na tradicionalne izvore animalnog porekla. Prednost uzgoja i primene proteinskog praha vrste *Acheta domesticus* ogleda se u značajno manjim potrebama za resursima – za njihov uzgoj neophodno je svega 15 m² zemljišta i 15,4 L vode, što predstavlja oko 13,3 puta manju potrebu za površinom i čak 1000 puta manju potrebu za vodom u poređenju sa tradicionalnim izvorima animalnih proteina (Liceaga, 2022).

Polazeći od navedenog, cilj ovog istraživanja jeste određivanje oksidativne stabilnosti namenske masti MKP obogaćene različitim koncentracijama (10, 12,5 i 15%) proteinskog praha *Acheta domesticus*, koja se primenjuje za proizvodnju kakao krem

proizvoda. Dodatno, u radu je ispitan masnokiselinski sastav upotrebljene MKP namenske masti, kao i toplotne osobine MKP masti.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U radu je primenjena rafinisana biljna mast, dobijena procesom parcijalnog hidrogenovanja jestivog rafinisanog sojinog ulja- MKP mast (Dijamant, Zrenjanin). Za obogaćenje namenske masti upotrebljen je proteinski prah *Acheta domesticus* (Thailand Uniwue, Udon Thani).

Metode

Određivanje sastava masnih kiselina u namenskim mastima

Sastav masnih kiselina u MKP masti određena je primenom gasne hromatografije prema metodi ISO 5508:1990.

Priprema obogaćenih masti

Namenska mast (MKP) je obogaćena sa 10, 12,5 i 15% proteinskog praha *Acheta domesticus*. Homogenizacija je izvršena upotrebom IKA Disperser T25 digital (IKA, Kina) pri 4000 o/min u trajanju od 1 minuta.

Određivanje toplotnih karakteristika namenske masti

Toplotne osobine MKP masti, određena je upotrebom uređaja DSC 910, Thermal analyzer 990 i Dynamic mechanical analyzer (TA, Instruments, USA). Uzorak je zagrevan brzinom od 5 °C/min u temperaturnom opsegu od 25 do 50 °C.

Određivanje oksidativne stabilnosti uzoraka

Oksidativna stabilnost namenskih masti određena je korišćenjem uređaja Rapid Oxy 100 (Anton Paar, Nemačka). U staklenu posudicu je odmereno 3 g uzorka, koji je zatim postavljen u komoru uređaja. Nakon uvođenja kiseonika do pritiska od 700 kPa, komora se zagreva na 140 °C. Prilikom reakcije između uzorka i kiseonika, dolazi do smanjenja pritiska unutar komore, kao posledica potrošnje kiseonika. Analiza traje do trenutka kada pritisak opadne za 10%, što predstavlja kraj oksidacionog procesa, a vreme do tog pada definiše se kao indukcion period i izražava se u minutima. Uzorci su skladišteni na sobnoj temperaturi (25 °C) pre određivanja oksidativne stabilnosti (Anton Paar, 2022).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina

U tabeli 1 je prezentovan sadržaj mononezasićenih, polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina prisutnih u MKP namenskoj masti. Značaj masnokiselinskog sastava ogleda se pored konzistencije, već i u oksidativnoj stabilnosti masti tokom perioda skladištenja.

Iz priložene tabele se može uočiti da je zastupljenost mononezasićenih masti u MKP masti najveći – 49,22%, potom udeo polinezasićenih - 29,60 %, dok najmanji udeo imaju zasićene masne kiseline – 21,11 %. Dalje, najdominantnija masna kiselina je oleinska masna kiselina (48,98%) koja je manje podložna oksidaciji u poređenju sa linolnom

(29,53%) koja je druga najzastupljenija masna kiselina u uzorku MKP masti (Damodaran, Parkin i Fennema, 2007). Linolna kiselina je zastupljena u *cis*- i u *trans*-obliku, od čega *trans*- oblik iznosi 0,92%, koji se javlja kao posledica procesa hidrogenacije. Takođe, oleinska masna kiselina je zastupljena u oba oblika, pri čemu je *trans*- oblik, koji je nepoželjan zbog negativnog uticaja na nivo holesterola (Mensink i Katan, 1990), zastupljen u visokom udelu od 13%, koji je takođe prisutan usled parcijalnog procesa hidrogenacije.

Tabela 1. Sastav masnih kiselina namenskih biljnih masti

Table 1. Fatty acid composition of fats

Masna kiselina (%)	MKP
Kaprilna (C8:0)	n.d.
Kaprinska (C10:0)	n.d.
Laurinska (C12:0)	0,13
Miristinska (C14:0)	0,21
Palmitinska (C16:0)	12,01
Stearinska (C18:0)	6,43
Arahinska (C20:0)	0,52
Behenijska (C22:0)	1,58
Lignocerinska (C24:0)	0,23
Palmitoleinska (C16:1)	0,09
Oleinska (C18:1)	48,98
C18:1 trans	13,0
C18:1 cis	35,98
C20:1	0,15
Linolna (C18:2)	29,53
C18:2 trans	0,92
C18:2 cis	28,61
Linolenska (C18:3)	0,07

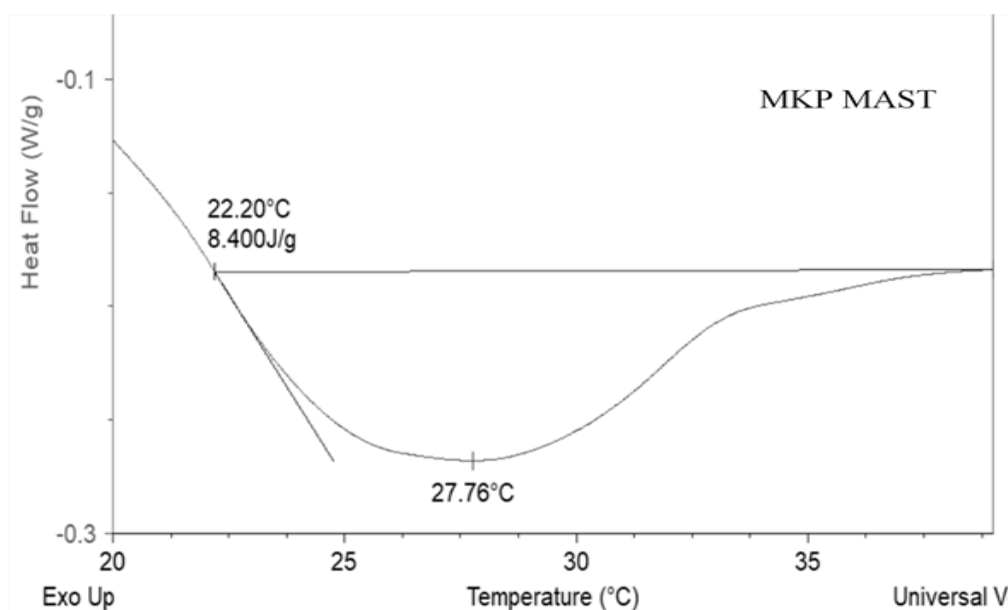
n.d. - nije detektovano

Iz priložene tabele se može uočiti da je zastupljenost mononezasićenih masti u MKP masti najveći – 49,22%, potom udeo polinezasićenih - 29,60 %, dok najmanji udeo imaju zasićene masne kiseline – 21,11 %. Dalje, najdominantnija masna kiselina je oleinska masna kiselina (48,98%) koja je manje podložna oksidaciji u poređenju sa linolnom (29,53%) koja je druga najzastupljenija masna kiselina u uzorku MKP masti (Damodaran, Parkin i Fennema, 2007). Linolna kiselina je zastupljena u *cis*- i u *trans*-obliku, od čega *trans*- oblik iznosi 0,92%, koji se javlja kao posledica procesa hidrogenacije. Takođe, oleinska masna kiselina je zastupljena u oba oblika, pri čemu je *trans*- oblik, koji je nepoželjan zbog negativnog uticaja na nivo holesterola (Mensink i

Katan, 1990), zastupljen u visokom udelu od 13%, koji je takođe prisutan usled parcijalnog procesa hidrogenacije.

Određivanje toplotnih karakteristika namenske masti

Toplotne karakteristike MKP masti su prikazane na slici 1. Određeni su sledeći parametri: temperatura pri kojoj započinje proces topljenja, tačka topljenja i entalpija topljenja. Na povišenim temperaturama mast prelazi iz čvrstog u tečno agregatno stanje. Tokom zagrevanja najpre dolazi do omekšavanja, odnosno topljenja triglicerida sa nižom tačkom topljenja, dok se sa daljim porastom temperature postepeno tope i trigliceridi sa višom tačkom topljenja (Pajin, 2009). Stoga, masti ne poseduju jasno definisanu tačku topljenja, već karakterističan interval topljenja (Pajin, 2009).



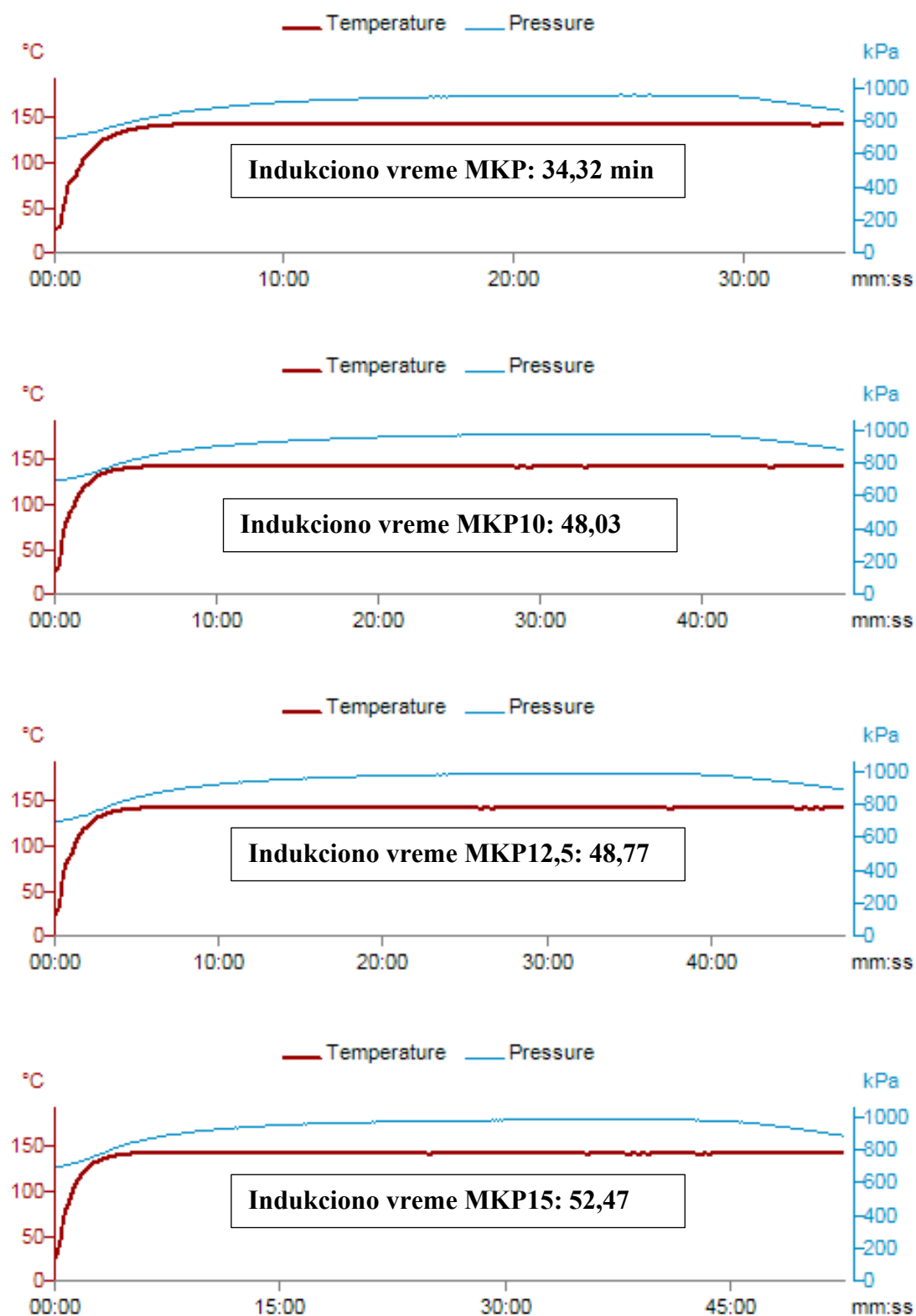
Slika 1. Intervali topljenja MKP namenske masti za krem proizvode

Figure 1. Melting intervals of MKP fat intended for spreadable cream products

Kao što je prikazano na slici 1, MKP mast pokazuje širok temperaturni interval topljenja, što ukazuje na izražene plastične karakteristike. Proces topljenja započinje na 22,20 °C, dok tačka topljenja iznosi 22,76 °C. Niži sadržaj masnih kiselina u MKP masti objašnjava topljenje pri nižim temperaturama. Vrednost entalpije topljenja od 8,400 J/g ukazuje na relativno uređen sistem, pri čemu je za prelazak iz čvrstog u tečno agregatno stanje neophodno uložiti veću količinu toplotne energije.

Određivanje oksidativne stabilnosti uzoraka

Na slici 2 su prikazana indukciona vremena koja predstavljaju oksidativnu stabilnost MKP masti, kao i obogaćenih uzoraka MKP masti sa 10, 12,5 i 15% (MKP10, MKP12,5 i MKP15 redom). Oksidativna stabilnost proizvoda ima izuzetno veliki značaj, jer direktno utiče na uslove skladištenja i rok trajanja. Oksidativne promene u hrani dovode do razvoja neprijatnih ukusa i mirisa, gubitka hranljivih i bioaktivnih materija, kao i do stvaranja potencijalno toksičnih jedinjenja. Na taj način, lipidi i namirnice koje ih sadrže postaju nepogodni za konzumaciju (Shahidi i Zhong, 2010).



Slika 2. Indukcioni period MKP masti, kao i obogaćenih uzoraka masti MKP10, MKP12,5 i MKP15 respektivno

Figure 2. Induction period of MKP fat, as well as enriched fat samples MKP10, MKP12.5 and MKP15 respectively

Kao što je prikazano na slici 2, indukcioni period ispitivanih uzoraka povećavao se sa dodatkom proteinskog praha *Acheta domesticus*. Najduži indukcioni period zabeležen je kod uzorka MKP15 (52,47 min), dok je najkraći uočen kod kontrolnog uzorka, MKP masti (34,32 min). Dobijeni rezultati ukazuju da je dodatak proteinskog praha pozitivno uticao na oksidativnu stabilnost namenskih masti namenjenih proizvodnji kakao krem proizvoda. Ovakav efekat može se objasniti prisustvom antioksidativne aktivnosti proteinskog praha *Acheta domesticus*, što je potvrđeno i u studiji Nino i sar. (2021).

ZAKLJUČAK

U radu je ispitan uticaj proteinskog praha insekta *Acheta domesticus* u različitim koncentracijama (10, 12,5 i 15%) na oksidativnu stabilnost namenske masti MKP. Dodatno, ispitan je masnokiselinski sastav, kao i toplotne karakteristike MKP masti. MKP mast u svom sastavu pretežno sadrži mononezasićene i višenezasićene masne kiseline, među kojima je najdominantnija oleinska kiselina, koja je manje podložna oksidaciji u poređenju sa linolnom, sledećom najzastupljenijom masnom kiselinom. Nakon određivanja toplotnih osobina, uočeno je da se MKP mast topi u širokom temperaturnom intervalu, pokazujući plastične osobine. Na osnovu rezultata analize oksidativne stabilnosti uzoraka, utvrđeno je da dodatak proteinskog praha pozitivno utiče na oksidativnu stabilnost MKP masti. Ovaj rezultat otvara mogućnosti primene proteinskog praha *Acheta domesticus* u pripremi kakao krem proizvoda, u cilju poboljšanja nutritivnog, ali i oksidativnog profila obogaćenih konditorskih proizvoda.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost (broj projekta: 003773601 2025 09418 003 000 000 001 04 002), kao i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj programa: 451-03-136/2025-03/200134 i 451-03-137/2025-514 03/200134).

LITERATURA

- Aiking, H. (2011). Future protein supply. Trends in Food Science & Technology, 22(2-3), 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>
- Anton Paar (2024). Determination of Oxidation Stability – a User Guideline. Relevant for: Food Industry; Anton Paar: Graz, Austria.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (Eds.). (2007). *Fennema's food chemistry*. CRC press.
- Farkas, V. I., Máté, M., Takács, K., & Jánosi, A. (2025). The House Cricket (*Acheta domesticus* Linnaeus) in Food Industry: Farming, Technological Challenges, and Sustainability Considerations. Applied Sciences, 15(17), 9494. <https://doi.org/10.3390/app15179494>
- Grossmann, L., & Weiss, J. (2021). Alternative protein sources as technofunctional food ingredients. Annual Review of Food Science and Technology, 12(1), 93-117. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-062520-093642>
- Liceaga, A. M. (2022). Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 101, pp. 129-152). Academic

- Press.
<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2022.04.002>
- Mensink, R. P., & Katan, M. B. (1990). Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New England Journal of Medicine*, 323(7), 439-445. DOI: 10.1056/NEJM199008163230703
- Pajin (2009). Praktikum iz tehnologije konditorskih proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija, str. 14,15,16.
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical society reviews*, 39(11), 4067-4079. DOI: [10.1039/B922183M](https://doi.org/10.1039/B922183M)
- Nino, M. C., Reddivari, L., Ferruzzi, M. G., & Liceaga, A. M. (2021). Targeted Phenolic Characterization and Antioxidant Bioactivity of Extracts from Edible *Acheta domesticus*. *Foods*, 10(10), 2295. <https://doi.org/10.3390/foods10102295>
- ISO 5508:1990: Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids.

LABORATORIJSKE METODE ZA ODREĐIVANJE AFLATOKSINA U SOJI

Vladimir Šarac✉, Mirjana Koruga, Branislav Sremčev, Zoran Nikolovski, Milan Ševo

Sojaprotein d.o.o., Bečej, Srbija

IZVOD

Aflatoksini su spadaju u najtoksičnije mikotoksine, nastaju kao sekundarni metaboliti plesni *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*. U soji i žitaricama pojavljuju se u oblicima B1, B2, G1 i G2. B1 je najzastupljeniji i njegov udeo ide i do 80% u zbiru svih.

Priprema uzorka za analizu predstavlja najizazovniji deo analize delom zbog većeg broja manualnih koraka što zbog nehomogenosti raspodele aflatoksina.

Najčešće klasične metode su HPLC i LC tehnike i opšte su prihvatljive i standardizovane.

Ključne reči: aflatoksini, plesni, metode.

LABORATORY METHODS FOR THE DETERMINATION OF AFLATOXINS IN SOYBEAN

ABSTRACT

Aflatoxins are among the most toxic mycotoxins, they are formed as secondary metabolites of the moulds *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. In soybeans and cereals, they appear in the forms B1, B2, G1 and G2. B1 is the most common and its share goes up to 80% in the sum of all.

The preparation of the sample for analysis is the most challenging part of the analysis partly due to the large number of manual steps and due to the inhomogeneity of the aflatoxin distribution.

The most common classical methods are HPLC and LC techniques and are generally acceptable and standardized.

Key words: aflatoxins, molds, methods.

UVOD

Metabolizam plesni i sinteza mikotoksina

Plesni, ili buđi su višecelijski heterotrofni organizmi, koji pripadaju carstvu gljiva. Tokom svog rasta i razvoja plesni stvaraju veliki broj jedinjenja, koji se mogu podeliti na primarne i sekundarne metabolite. Primarni metaboliti plesni, kao na primer amino kiseline, alkoholi i organske kiseline, su neophodni za osnovne metaboličke procese, rast i razmnožavanje (James i sar., 2005). Sekundarni metaboliti su jedinjenja koja

✉ Vladimir Šarac, dipl. inž. tehnol.

Direktor sektora laboratorijskih i razvojnih ispitivanja

Industrijska 1, 21220 Bečej, Republika Srbija

Tel. +381 21 681 1607

E-mail: vladimir.sarac@adm.com

mikroorganizmi, biljke i gljive proizvode radi odbrane i adaptacije, a nisu neophodna za osnovne životne funkcije. Mikotoksini predstavljaju grupu sekundarnih metabolita plesni koji imaju važnu ulogu u međusobnoj konkurenciji mikroorganizama, kao i u odbrani od nepovoljnih uslova sredine. Može se reći da deluju kao hemijsko oružje plesni, jer inhibiraju rast ili ubijaju konkurentske mikroorganizme. Njihova sinteza zavisi od genetske predispozicije plesni, kao i od fizičko-hemijskih uslova sredine u kojoj plesni rastu. Sa aspekta raširenosti pojedinih vrsta plesni, kao i činjenice da se mnoge vrste koriste u proizvodnji namirnica animalnog porekla, potrebno je istaći da mogućnost sinteze mikotoksina ne zavisi samo od vrste, nego i od soja plesni. Aflatoksini su jedni od najtoksičnijih mikotoksina. Iako je poznato da aflatoksine sintetiziraju samo *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*, postoje sojevi obe vrste koji ne proizvode toksine. Gljive koje stvaraju aflatoksine mogu da kontaminiraju useve u polju, tokom žetve, ili u skladištu, a najčešće se razvijaju u proizvodima koji nisu dovoljno osušeni nakon žetve ili se čuvaju pri relativno visokim temperaturama. Ljudi dolaze u kontakt sa aflatoksinima jedući kontaminiranu hranu biljnog, ili životinjskog porekla poput mesa i mlečnih proizvoda dobijenih od životinja koje su bile hranjene aflatoksinima kontaminiranom stočnom hranom. Prehrambeni proizvodi kontaminirani aflatoksinima poput kukuruza i orašastih plodova predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje ljudi i životinja zbog svojih kancerogenih i hepatotoksičnih svojstava (Cai i sar., 2020; Macri i sar., 2020).

Iako soj plesni poseduje genetski potencijal da produkuje određeni mikotoksin, stepen sinteze zavisi od dostupnosti hranljivih materija iz supstrata u kome plesan raste. Vrlo malo toksina se sintetizira u laboratorijskim uslovima za vreme brzog razvoja plesni na hranljivim podlogama. Sa druge strane, u slučaju da neki nutrijent (sastojak hranljive podloge) nedostaje ili limitira razvoj plesni, biosinteza mikotoksina se odvija veoma intenzivno. Prisustvo aminokiselina u hranljivoj podlozi, kao što su glutaminska i asparaginska, stimuliše sintezu mikotoksina, a prisustvo cinka je neophodno za maksimalnu produkciju. Smatra se da jon cinka stimuliše glikolizu tokom stacionarne faze rasta plesni, čime je omogućeno nastajanje dovoljne količine acetil koenzima A neophodnog za sintezu toksina, iako ovo jedinjenje nije potrebno za dalji rast plesni. Čak i kada su količina i odnos hranljivih materija optimalni za biosintezu mikotoksina, fizički uslovi sredine u kojoj plesan raste imaju izrazit uticaj na produkciju mikotoksina. Generalno, smatra se da između temperature i vlažnosti, a posebno AW vrednosti supstrata, postoji izrazita interakcija koja značajno utiče na stepen sinteze toksina. Pored nabrojanih, u prirodnim uslovima postoji veliki broj faktora koji utiču na rast i metabolizam plesni. Prisustvo antimikrobnih supstanci poreklom od drugih mikroorganizama, biljaka na kojima plesni rastu ili dodatih primenom agrotehničkih mera, znatno smanjuje biosintezu mikotoksina. S druge strane, prisustvo drugih mikotoksina stimuliše sintezu aflatoksina iako inhibira rast plesni. Smatra se da hemijska struktura mikotoksina igra značajnu ulogu u toksičnosti pojedinih predstavnika s obzirom da se promenom strukture (otvaranjem laktonskog ili

epoksidnog prstena) stvaraju manje toksična ili netoksična jedinjenja, a u nekim slučajevima i toksičniji metaboliti (Brčin, 2008).

Aflatoksini

Aflatoksini su mešavina srodnih hemijskih jedinjenja bisfuranokumarinskog tipa. Serija aflatoksina sa oznakom B ima u strukturi molekula ciklopentanski prsten, dok se kod serije G umesto prstena nalazi lakton. Tri strukturne varijacije molekula aflatoksina daju familiju od osam aflatoksina, a aflatoksin B1 je najvažniji mikotoksin uopšte u pogledu zastupljenosti i toksičnosti. Najvažniji prirodni predstavnici aflatoksina su aflatoksini B1, B2, G1 i G2. Dehidrovani derivati ovih aflatoksina su aflatoksini M1, M2 i P1 i izlučuju se mlekom, mokraćom i fecesom kao proizvodi metabolizma aflatoksina B1 i B2. Aflatoksin B1 je najjači karcinogen, a za njim slede G1, M1 i B2. U najvećoj količini je obično prisutan aflatoksin B1, dok su aflatoksini B2 i G1 zastupljeni u malim količinama (James i sar., 2005).

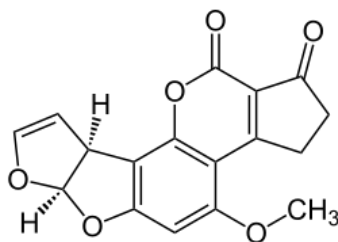
Pod UV svetlošću navedeni toksini fluoresciraju u različitim bojama:

- aflatoksin B1 i B2 – plavo,
- aflatoksin G1 – zeleno,
- aflatoksin G2 – plavo zeleno,
- aflatoksin M1 – plavo ljubičasto i
- aflatoksin M2 – ljubičasto.

S obzirom na opšte zdravstvene probleme koje izazivaju, kao i prisustvo u različitim prehrambenim proizvodima, aflatoksini su jedna od najznačajnijih grupa mikotoksina. Toksikološki se mogu smatrati četvorostrukom pretnjom, jer su snažni toksini, karcinogeni, teratogeni i mutageni agensi (Bočarov, 1996).

Poreklo i osobine aflatoksina

Aflatoksin B1 (slika 1) je beli ili beložućkasti prah bez mirisa. Slabo je rastvorljiv u vodi, nerastvorljiv u nepolarnim rastvaračima, a u većini organskih rastvarača (hloroform, metanol, etanol, dimetil sulfoksid) je rastvorljiv. Aflatoksin B1 je bisfuranokumarin molekulske formule $C_{17}H_{12}O_6$.



Slika 1. Aflatoksin B1

Figure 1. Aflatoxine B1

Aflatoksini koje proizvode skoro svi sojevi *A. parasiticus* toksigeni, a sinteza aflatoksina kod *A. flavus* varira od soja do soja. Postoji pretpostavka da i mnoge druge

plesni iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium* i *Rhizopus* mogu proizvoditi aflatoksine, ali samo u jako malim količinama.

DETEKCIJA AFLATOKSINA

Uzorkovanje

Veličina uzorka soje za analizu aflatoksina u skladu sa Uredbom (EZ) br. 401/2006 zavisi od veličine partije i broja primarnih uzoraka (tabela 1). U nastavku je pregled preporučenih veličina:

Masa primarnog (inkrementalnog) uzorka: obično min. 100 grama po tački uzorkovanja.

Tabela 1. Broj primarnih uzoraka po partiji
Table 1. Number of primary samples per lot

Veličina partije (kg)	≤50	50–500	500–1.000	1.000–20.000	>20.000
Minimalan broj primarnih uzoraka	ceo uzorak (nema kombinovanja)	≤ 3 primarna uzorka	5	10	100 za svaku partiju (ili delje- nje na podpartije ≤20 t)

Kombinovani (složeni) uzorak: nastaje mešanjem svih primarnih uzoraka iz partije. Minimalna masa složenog uzorka: 1 kg (poželjno 2–3 kg za dovoljan materijal za analizu i arhivu).

Laboratorijski uzorci

Iz složenog uzorka se priprema analitički uzorak i uzorak za čuvanje (retention sample), svaki mase najmanje 500 g, prema potrebi laboratorije. Zbog heterogene raspodele aflatoksina, preporučuje se da:

- uzorkovanje obuhvata različite tačke (dubina, visina, površina),
- uzorci budu dobro homogenizovani pre analize,
- da se koriste čista, suva i netoksična pakovanja (npr. papirne kese ili zatvorene PE vreće).

Priprema uzorka za analizu

Grubo mlevenje uzorka, 10 kg (partija veća od 20 t).

Fino mlevenje uzorka, 0,3–0,5 kg.

Ekstrakcija polarnim rastvaračima.

Filtracija ili dekantovanje (centrifugiranje).

Derivatizacija sa pogodnim kolonama, imunoafinitetne, kod instrumentalnih metoda za povećanje osetljivost.

Očitavanje rezultata

Određivanje aflatoksina u soji je važno, jer soja može biti kontaminirana tokom skladištenja, naročito u uslovima visoke vlažnosti i toplote. Najčešće ispitivani aflatoksini u soji su Aflatoksin B1, B2, G1 i G2, a ponekad i M1 u prerađenim proizvodima.

U nastavku sledi pregled najčešćih metoda za određivanje aflatoksina u soji i njihovih tipičnih LOQ (Limit of Quantification) vrednosti:

1. ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*)

Opis: Brza imunološka metoda pogodna za skrining soje na aflatoksine.

LOQ u soji: ~1–5 µg/kg

Prednosti: Brza, relativno jeftina, može analizirati mnogo uzoraka.

Nedostaci: Mogućnost lažno pozitivnih/negativnih rezultata, slabija selektivnost.

2. HPLC-FLD (*Tečna hromatografija sa fluorescencijskim detektorom*)

Opis: Najčešće korišćena metoda za tačno kvantitativno određivanje aflatoksina.

LOQ u soji: ~0.1–0.5 µg/kg (uz postkolonsku derivatizaciju – npr. sa bromiranjem)

Prednosti: Pouzdana, široko prihvaćena u regulativama.

Nedostaci: Duže vreme pripreme uzorka, potrebna obuka.

3. LC-MS/MS (*tečna hromatografija – tandem masa*)

Opis: Najosetljivija metoda, koristi se za potvrdu i ispitivanja tragova.

LOQ u soji: ~0.01–0.1 µg/kg

Prednosti: Visoka specifičnost i osetljivost, mogućnost istovremene detekcije više aflatoksina.

Nedostaci: Skupa oprema, visokoobučeni analitičari.

4. Brzi testovi (*Lateral Flow Devices*)

Opis: Terenski testovi sa test-trakama.

LOQ u soji: ~2–10 µg/kg

Prednosti: Brzi rezultati (5–10 min), jednostavna primena.

Nedostaci: Niža preciznost, pogodno samo za preliminarni skrining.

5. Tankoslojna hromatografija (TLC)

Opis: Starija metoda, koristi UV za vizuelizaciju.

LOQ u soji: ~1–10 µg/kg

Prednosti: Jeftina, pogodna za osnovne laboratorije.

Nedostaci: Niska preciznost i osjetljivost.

Za regulatornu kontrolu i izvoz se najčešće koriste HPLC-FLD ili LC-MS/MS, jer ispunjavaju zakonske zahteve za niske granice detekcije (npr. EU maksimalni nivo za aflatoksin B1 u sirovim žitaricama i mahunarkama je 2 µg/kg).

Prema propisima Evropske unije, Srbije i Sjedinjenih Američkih Država maksimalno dozvoljeni nivo aflatoksina u soji je prikazan u daljem tekstu.:

Evropska unija (EU)

Prema Uredbi (EU) 2023/915, koja je stupila na snagu 25. aprila 2023. godine, maksimalni dozvoljeni nivoi aflatoksina za uljarice, uključujući soju, su:

Aflatoksin B1: 5,0 µg/kg

Zbir aflatoksina B1, B2, G1 i G2: 10,0 µg/kg

Ovi nivoi se odnose na proizvode koji su namenjeni za fizičku obradu (npr. sortiranje) pre nego što se plasiraju na tržište za krajnjeg potrošača ili za upotrebu kao sastojak u hrani.

Srbija je uskladila svoje propise sa EU standardima. Prema dostupnim informacijama:

Aflatoksin B1: 2 µg/kg

Ukupni aflatoksini (B1 + B2 + G1 + G2): 4 µg/kg

Ovi nivoi se primenjuju na žitarice i njihove derivate namenjene za ljudsku ishranu

Sjedinjene Američke Države (FDA)

Američka Agencija za hranu i lekove (FDA) je postavila sledeće „action levels” (nivo delovanja) za aflatoksine:

Ukupni aflatoksini (B1 + B2 + G1 + G2): 20 µg/kg (ppb)

Ovaj nivo se primenjuje na sve prehrambene proizvode, uključujući soju, namenjene za ljudsku ishranu.

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih informacija jasno je da se oblast određivanja može podeliti u dve grupe, a samim tim i tehnikama:

- hrana za životinje, sve tehnike i
- hrana za ljude, HPLC-FLD i LC-MS/MS.

Napomena

Ovaj rad je prezentovan na 66. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, sa međunarodnim učešćem, održanom od 22. juna do 27. juna 2025. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

Bočarov-Stančić, A. (1996). Uticaj ekoloških i drugih faktora na rasprostranjenje plesni i mikotoksina u žitaricama i mogućnost njihove dekontaminacije, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki i Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Brčín, J. (2008). Sinteza i metabolizam mikotoksina strnih žita, Diplomski rad. Viša tehnička škola u Zrenjaninu.

Cai, P., Zheng, H., She, J., Feng, N., Zou, H., Gu, J., Yuan, Y., Liu, X., Liu, Z., Bian, J. (2020). Molecular Mechanism of Aflatoxin-Induced Hepatocellular Carcinoma Derived from a

- Bioinformatics Analysis. *Toxins*, 12(3), 203.
<https://doi.org/10.3390/toxins12030203>
- Hussain, Z., Khan, M.Z., Khan, A. (2010). Residues of aflatoxin B1 in broiler meat: Effect of age and dietary aflatoxin B1 levels. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3304-3307.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A. (2005). *Modern Food Microbiology*, pp. 709-711, Springer, NY, USA.
- Koruga, M. (2019). Sadržaj mikotoksina u kukuruzu rod 2014-2016 godine tokom prijema u silose u Vojvodini, Specijalistički rad, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.
- Kos, J., Mastilović, J., Janić Hajnal, E., Sarić, B. (2013). Natural occurrence of aflatoxins in maize harvested in Serbia during 2009–2012. *Food Control*, 34, 31-34.
- Macri, A.M., Pop, I., Simeanu, D., Toma, D., Sandu, I., Pavel, L.L., Mintas, O.S. (2020). The occurrence of aflatoxins in nuts and dry nuts packed in four different plastic packaging from the Romanian market. *Microorganisms*, 9(1), 61.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9010061>
- Mašek, T., Šerman, V. (2006). Utjecaj mikotoksina na zdravlje i proizvodnost preživača, *Krmiva*, 48(1): 19-31.
- Wyatt, D.R. (2005). *Mycotoxin Interactions*, in: D.E. Diaz (Ed.), *The Mycotoxin Blue Book*, pp. 269-278, Nottingham University Press, Nottingham, England.

THE EFFECT OF SEED TREATMENT ON SUNFLOWER ROOT DEVELOPMENT, MEASURED WITH MINIRHIZOTRONS

*Branislav Dozet¹✉, Benjamin Gruber², Andras Kismanyoky¹, Dominik Mikolčević³,
Tomel Petrache⁴, Bogdan Hodoba⁵, Attila Toth¹*

¹KWS Magyarország Kft., Hungary

²KWS SAAT SE & Co. KGaA, Germany

³KWS Sjeme d.o.o., Croatia

⁴KWS Seminte S.R.L., Romania

⁵KWS Srbija d.o.o., Srbija

ABSTRACT

We measured the distribution of root densities down to 60 cm depth, across two locations. In Croatia plants treated with seed treatment 2 tended to produce fewer roots in the upper 50 to 250 mm of soil than the control or treatment 1 in both week 25 and week 28. In contrast, in Hungary plants treated with seed treatment 1 tended to produce fewer roots between 50 to 200 mm of soil than the control or seed treatment 2. Such research allows us to collect enough information on root development under the influence of different treatments and choose best one for commercial development.

Key words: sunflower, minirhizotrons, root, biostimulants.

UTICAJ TRETMANA SEMENA NA RAZVOJ KORENOVOG SISTEMA SUNCOKRETA MEREN MINIRIZOTRONIMA

IZVOD

Istraživana je raspodele gustine korena u površinskom sloju zemljišta do 60 cm na dve lokacije. Na lokaciji u Hrvatskoj, biljke tretirane tretmanom semena 2 imale su tendenciju da proizvedu manje korena u gornjem sloju zemljišta na dubini od 50 do 250 mm nego kontrolna grupa ili tretman 1, kako u 25. tako i u 28. nedelji merenja. Nasuprot tome, na lokaciji u Mađarskoj biljke tretirane tretmanom semena 1 imale su tendenciju da proizvedu manje korena između 50 i 200 mm zemljišta nego kontrolna grupa ili tretman semena 2. Takvo istraživanje nam omogućava da prikupimo dovoljno informacija o razvoju korena pod uticajem različitih tretmana i da izaberemo najbolji tretman biostimulatorima za dalji komercijalni razvoj.

Ključne reči: suncokret, minirizotroni, koren, biostimulatori.

✉ Dr Branislav Dozet
International Sunflower Product Manager
Kőrisfa utca 1, 2943 Bábolna, Hungary
Tel. +36 20 405 9869
E-mail: branislav.dozet@kws.com

INTRODUCTION

Plant root research has always been very demanding, even though the role of the root in plant development is acknowledged as being as important as the above ground part of plant. In addition to attaching the plant to the substrate, the root also absorbs water and minerals. In addition to these functions, the root can store nutrients in organs such as beet or tubers.

The role of roots in sunflower is like that of most plant species. While the primary sunflower root contributes substantially to maintaining the stability of the whole plant, the lateral roots that extend more horizontally have a dominant role in the absorption of water and nutrients.

Transparent-walled rhizotrons are widely used in the study of root growth and development, but they have often been used indoors with non-soil substrates. There was a need for technology that would follow the root in the conditions where the plants are usually grown – in the field. This is how the idea of minirhizotrons was born. Although it did not resemble the minirhizotron that is more widely used today, it is believed that the first minirhizotron was proposed by Bates in 1937, on fruit by incorporating a window for observing the roots. The minirhizotrons that we currently use with transparent tubes inserted into the soil in the zone of the root system were most likely first implemented by Waddington in 1971.

More widespread use of minirhizotrons allowed root growth, root interactions with root parasites, and root turnover to be measured root distribution in the greenhouse, etc. This technology is also very useful to monitor the interaction of the growth and development of the roots in comparison to aerial parts of the plant, for example in different treatments of seeds with growth stimulators.

However, minirhizotrons are not the irreplaceable solution, because there are root parameters that cannot be quantified as they need to be physically in our hands to measure, such as the fresh or dry mass of the roots, the chemical composition or the presence of microbes such as fungi or bacteria. The development of technology has made it possible, with the help of minirhizotrons, in addition to the possibility of observing and measuring root growth, to identify other organisms in the soil such as arthropods, nematodes, annelids, but also saprophytes or fungal mycelia (Gliszek et al., 2013).

In the past, it was often necessary to dig soil profiles to study root growth under field conditions. Loose et al. (2024) followed the growth of sunflower roots in depth at two locations in Brazil by digging profiles, and by visual assessment. The results showed that a lack of water led to the penetration of roots into the depth, while an excess of water encouraged the growth of roots near the surface. This is what experienced sunflower producers know from their fields, that wet spring conditions lead to weaker penetration of the roots into deeper soil layers, resulting in less stability of the plants and easier lodging. But this also has consequences for subsequent dry periods - the plants drop their leaves, they are less able to tolerate stress because the root system, which is developed more in the surface layer, is not able to adequately supply the plant

with water. That is why it is more favourable for the sunflower to experience more moderate conditions in its initial stages of development, so that the plants can "root" well and more easily withstand stressful conditions, usually during the summer months. Under such conditions the root penetrates deeper into the soil, providing the plant with a good foundation of roots, and later enough water from the deeper layers of the soil. Thus, empirical knowledge received scientific confirmation in the work of the author from Brazil.

Roots are of vital importance to the ability of a plant to resist drought stress, and minirhizotrons can help to understand this interaction. According to Jocković et al. (2024) such research is mainly focused in sunflower on examining the effect of drought on root development, but recently more and more research focused on identifying genes and genetic markers responsible for drought tolerance. For this type of research to be successful, it is very important to have a genetic diversity of material.

There are several vital phases in the use of minirhizotrons as a technology to study roots. These are the installation of transparent tubes in the soil in the root growth zone, a system for taking photos inside the tubes and finally analysis and interpretation of the results.

The use of minirhizotrons on sunflowers *in situ*, is rare in the literature. We assume that the reason may be the rather complex installation. Eisenberg H. et al. (2005) conducted used containers under greenhouse conditions to study basic aspects of the interaction between the host (sunflower) and a parasite (broomrape), including the effect of chemical treatment on the parasite. Ma et al. (2021) used minirhizotrons to monitor different soil salinity treatments in sunflower, leading the authors to conclude that it is possible to simulate the growth and development of roots in dependence of soil salinity, which has a direct consequence in predicting plant yield.

KWS started research using minirhizotrons in 2015 on sugar beets. As part of the sunflower seed treatment project, the main objective in sunflower is to determine the advantages or disadvantages of biostimulators applied to sunflower seeds, and on the growth and development of sunflower plants, especially in the initial phenological stages. The basic idea was to apply the experience of measuring the growth and development of corn or sugar beet roots to sunflower, using a minirhizotron.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in 2023 and 2024 at two locations. One was at the test station in KWS in Hungary near the city of Pecs, and the other in Croatia near the city of Osijek.

In the first year we used a commercial analyser CI-600 In-Situ Root Imager manufactured by CID Bio-science Inc. based in the USA. Although the device is widely used, as can be seen in the scientific literature, and can produce very high-quality images, for us it was unsuitable for a large number of tubes, so it was necessary for KWS to develop its own device with a significantly higher throughput and faster image analysis software. Therefore, in 2024, instead of using the CI-600, we used our

own in-house root recording hardware and software. This allowed us to perform recording and analysis significantly faster and more efficiently.

In 2023, we selected 3 hybrids from the KWS portfolio that have a different genetic basis in their creation and are commercial hybrids in the KWS company. In the second year, we concentrate on one hybrid which is the main hybrid in the KWS portfolio and 2 seed treatments. The experience we gathered during the 2 years of research were related to the correct placement of the tube for observing the roots, determining the best recording phase, and then analysing and interpreting the results

The proper design of the field trial was our first challenge. In the first year, we set up the experiment along the length of the plot, where all repetitions were in a line, due to the movement of the excavator, which requires a lot of space. In the second year, we installed the Randomized Complete Block design, also adapted to the movement of the excavator.

The main goal was to investigate root growth in a depth of up to 50 cm to the response to two different seed treatments. Biostimulants from different manufacturers were compared under untreated or standard treatments with the fungicides Lumisena® and Maxim XL®.

The placement of the observation tubes is also very important, both in terms of the length of the tube and the angle of placement. The angle at which we installed the tubes was 35°. The angle of the tube installation depends on the purpose of the experiment. They can be from 0° to 90° and there are no rules. Research on the optimal placement angle is rare in the literature and is heavily dependent on the scientific question being addressed. Given that the goal of our research was research in parts of the soil closer to the surface and in earlier stages of plant development, we decided on an angle of 35°. We did not notice any significant fogging and condensation of the tubes. Also, that angle allowed us to intercept more sunflower plants in the viewing angle. This was especially important to us in the first year of research when we installed the tubes before emergence.

We used a soil coring machine consisting of a percussive system for driving sampling tubes of the diameter of the plexiglass tube into the ground. Afterwards, this sampling tube is removed, creating a hole into which the plexiglass minirhizotron tube is installed. Tube placement can be done before emergence, after sowing, or after emergence. Experience has shown us that it is better to do it after emergence, when we can already see that the plants have sprouted and are developing normally. If we work after emergence, it is possible to correct the placement of the pipes and get better results at the end. The tubes were 120 cm long, with 100 cm in the ground and 20 cm above the ground. Tubes laying is a demanding job, both in time and physical labour, requiring a coordinated team. Due to vibrations, malfunctions and breakage of sampling tubes are possible, so it is necessary to have several replacements. When laying tubes, it is necessary to maintain tight contact between the minirhizotron tube and the soil surface. Therefore, it is often necessary to use a wooden hammer to drive the tube into place, being careful to avoid damaging the tube. The tubes must also be

washed and dried before installation, they must be well-sealed and not damaged during the installation, otherwise there will be water condensation in the tubes and a bad recording. Given that the structure of the soil in which we laid the tubes in both locations is excellent, we had no major problems neither with drilling nor with pipe installation, but we assume that in non-structured soils or very compacted soils, tubes installation may be more difficult. As mentioned, drilling the drilled hole and properly placed minirhizotrons are extremely important for proper root growth, so the hole size must completely match the diameter of the pipe. The diameter of the pipe we made for the sunflower was 70 mm. We used tubes identical to those that were used for similar research in other species, only shorter in order to focus primarily on early root development.

Research that we have been doing with biostimulants applied to sunflower seeds for several years, and in 2023 using a minirhizotron, helped us to concentrate in 2024 on a smaller number of biostimulants (2) that showed the most promising results. This allowed us to increase the number of tubes per treatment and obtain more accurate results.

In order to protect the pipes from moisture, light or the entry of foreign objects the tubes are closed with rubber plugs, and then with plastic caps immediately after installation, and soil is piled up so that the pipe is practically covered to exclude light from entering. From time to time the plot needs to be visited and considering that in this experiment phenological observations were also made on the above-ground part, this was not a problem in our case.

In 2023, the time required for scanning was about 15 minutes per plot. This is why we decided to use the KWS internally developed root scanner as well as internally developed software for data processing in 2024, which significantly reduced the time needed to scan one plot by 2 times, which is a significant time saving, considering that the picture quality could be maintained to a sufficient standard. The KWS root camera images the upper 180 degrees of the minirhizotron tube throughout the different depths of the tube. Imaging was undertaken in week 25 (18th, 21st & 24th of June), and for Croatia also in week 28 (12th July) of 2024.

Image analysis was undertaken either using the RootSnap software provided with the CI-600 scanner, or a convolutional neural network trained by KWS to detect roots in images taken with our in-house camera. The image analysis creates a mask from the images where roots are segmented from the images. In a post-processing step the masks are then analysed to determine root traits, such as the number of root pixels present per image, for example. The approach can consider to be somewhat similar to the approach published by Smith et al (2022). Subsequently the data was analysed statistically using a generalised additive model (GAM) for each location and measurement time point individually. Finally, the root pixels per image as a proportion of the total area of soil imaged, is plotted as the root density distribution at different depths below the soil surface.

Although there is no research on how many tubes are needed to measure the impact of one treatment of this type, our experience has shown that a minimum of 10 tubes per treatment seems satisfactory, although we think that it depends on several factors (Figure 1).



Figure 1. Process of tubes installation and root scanning in 2023.

Technology has advanced remarkably in the use of minirhizotrons. If we compare the minirhizotron device used by Upchurch and Ritchie published in the *Agronomy Journal* in 1983 on 53 mm installed tubes, we can see the difference in the size of the equipment used in that research more than 40 years ago and today. Pictures shown in this paper demonstrate that the size of the equipment has been reduced by several times, making minirhizotrons affordable for significantly wider use, including applications in sunflower root research.

RESULTS AND DISCUSSION

Image quality but also scanning speed is vital. The imaging system developed by KWS delivers an image quality that is satisfactory for quantifying roots with the help of neural networks (Figure 2) and is faster than previous commercial systems we have

used. Additionally, although not reported here, we were able to link the locations of our minirhizotron tubes to other information arising from the field, as the tube location is georeferenced.

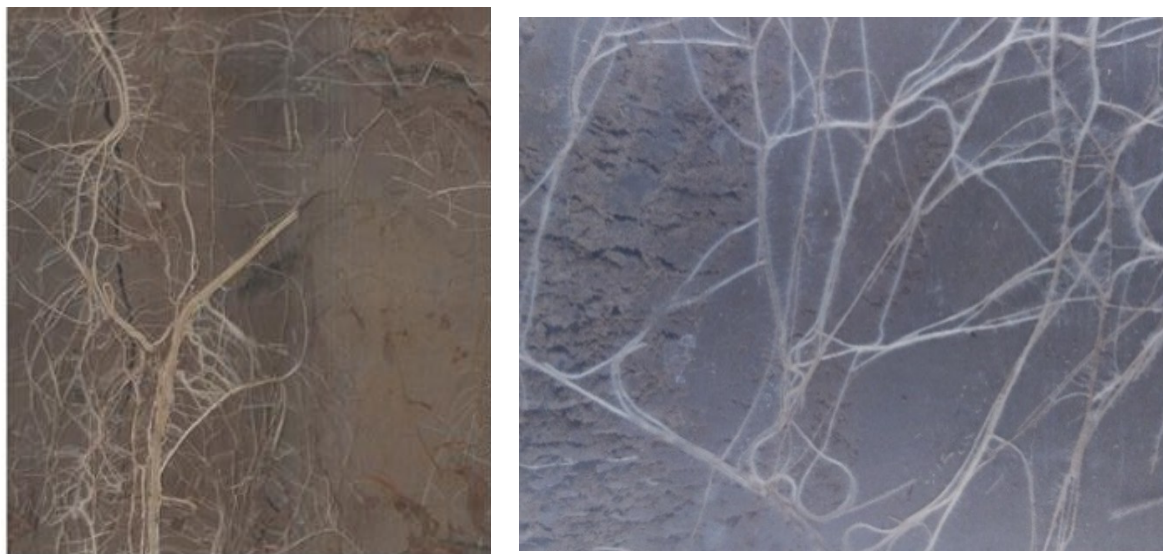


Figure 2. Example images obtained with the two imaging systems used to date, being the CI-600 (left) and the KWS imaging system (right). Note that the total image size is approximately 216×196 mm for the CI-600, compared to approximately 47×36 mm for the KWS system

We measured the distribution of root densities down to 60 cm depth, across two locations early in the season. Sunflower grown in Croatia tended to exhibit a greater density of roots in the upper soil layers and grew deeper than in Hungary (Figure 3a,c). While the majority of roots grew to a maximum of 30 cm depth, corresponding approximately to the depth of the ploughing zone, fewer roots were found down to 60 cm, the maximum depth measured in these trials. In Croatia, where the root measurement was repeated 3 weeks later, roots were observed in greater densities, and slightly deeper in the soil profile than week 25 (Figure 3a,b).

The effect of the seed treatment on root growth differed between the two locations in 2024. In Croatia plants treated with seed treatment 2 tended to produce fewer roots in the upper 50 to 250 mm of soil than the control or treatment 1 in both week 25 and week 28 (Figure 3a,b). In week 28 this effect was significant between 100 and 200 mm in depth. In contrast, in Hungary plants treated with seed treatment 1 tended to produce fewer roots between 50 to 200 mm of soil than the control or seed treatment 2 (Figure 3c). Interestingly, although differences between seed treatments could be observed in the upper soil layers, the total root growth, calculated by summing the root density across all depths, was not significantly different between any treatments (Figure 4). It could however be observed that the total root production in Hungary was lower than in Croatia.

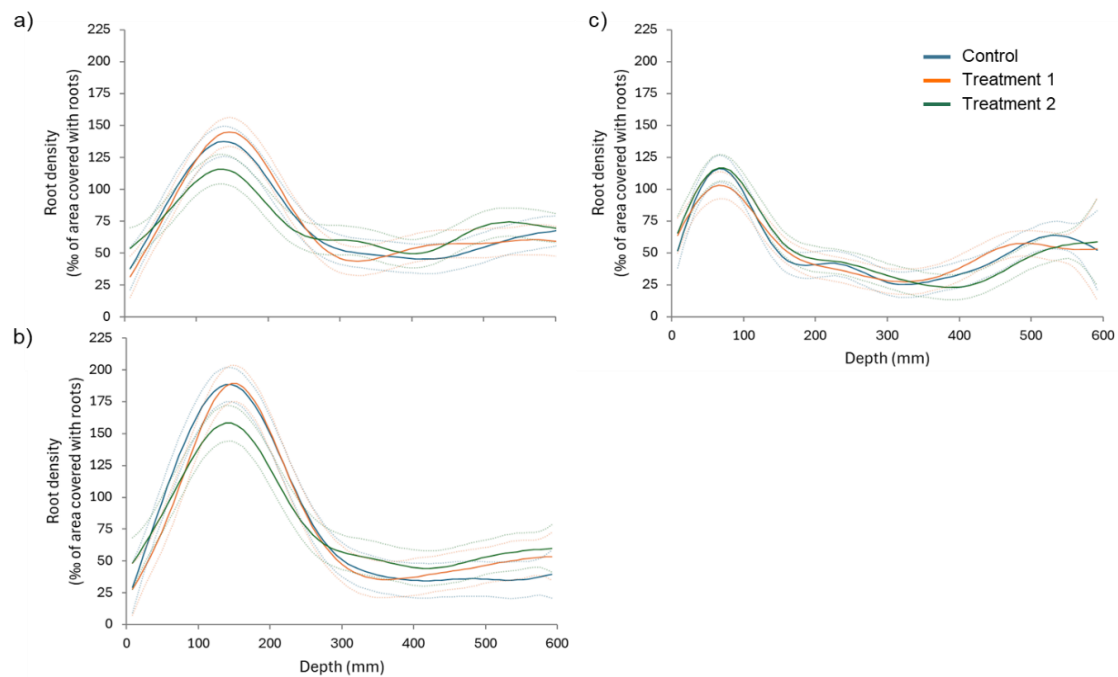


Figure 3. Root density distribution at different depths below the soil surface in Croatia (a and b) and in Hungary (c) for the two seed treatments and the control for week 25 (a and c) and 28 (b)

The plots show the results of the GAM analysis of the root quantification arising from the convolutional neural network, expressed as the amount of root surface promille of the surface area of the minirhizotron. The solid line represents the root growth of the individual treatment, and the dotted lines represent the upper and lower bounds of the 95% confidence interval, coloured for the respective treatment.

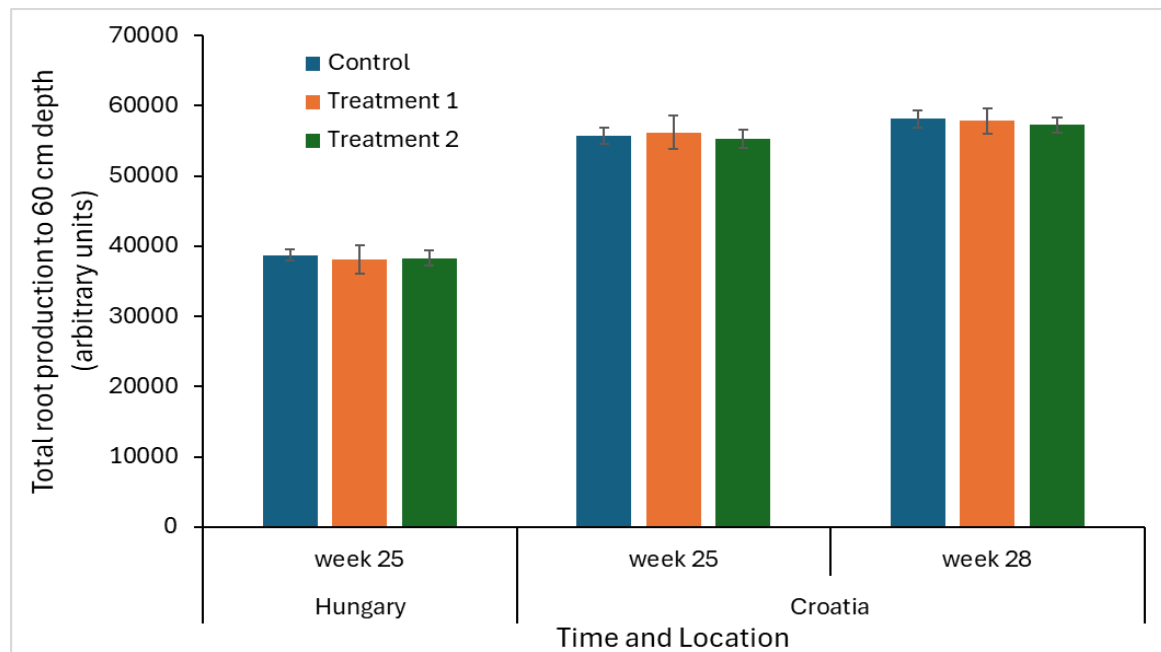


Figure 4. Total root production for different seed treatments at two locations

The results of the GAM model at all depths were taken to determine the area under the curve for each plot, thereby representing the total root production in the upper 60 cm of soil. Values represent means $\pm$ standard deviations, calculated on a per plot basis from the GAM model.

Such research allows us not only to collect enough information on root development under the influence of different treatments, but also in other projects especially related to drought and adaptability of hybrids to different soil and climate conditions, as well as new treatments of sunflower seeds. In this study, we see that the effect of seed treatments on root development may be dependent on local effects, although the data presented is from a single year only. To fully understand our knowledge on the effect of seed treatments on roots growth, it will be necessary to gather information from subsequent years, and ideally, additional locations. In addition, the fact that we focused our research more on the surface layer, where according to the literature, the actual mass of the roots may be underestimated using minirhizotrons (REFERENCE), must also be considered when interpreting these results for their contribution to early plant development.

Although sunflower tolerates drought better than many other agricultural crops, the lack of water leads to various changes and negative effects both in the below and above-ground parts, such as the height of plants, the number and size of leaves and petioles, the diameter of the head, the number of fertilized flowers, the mass of a thousand seeds and others. Early plant development is critical to a good crop establishment, and later stress resilience, therefore we see a need to better understand these processes, and the contribution of seed treatments to early plant vigour and stress tolerance.

LITERATURE

- Bates, G. H. (1937). A device for the observation of root growth in the soil. *Nature*, 139, 966–967. <https://doi.org/10.1038/139966a0>
- Eizenberg, H., Shtienberg, D., Silberbush, M., & Ephrath, J. E. (2005). A new method for in situ monitoring of the underground development of *Orobancha cumana* in sunflower (*Helianthus annuus*) with a mini-rhizotron. *Annals of Botany*, 96(6), 1137–1140. <https://doi.org/10.1093/aob/mci265>
- Głuszek, S., Sas Paszt, L., Sumorok, B., Derkowska, E., & Kozera, R. (2013). Application of the minirhizotron technique to studying the roots of fruit plants. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 7(18), 45–53.
- Jocković, M., Jocić, S., Cvejić, S., Dedić, B., Jocković, J., Ćuk, N., Radanović, A., Jeromela, A. M., Miklič, V., & Miladinović, D. (2024). Unveiling sunflower morphological and phenological adaptations to drought stress. *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 31, Article 29, 1–12. <https://doi.org/10.1051/ocl/2024029>
- Loose, L. H., Heldwein, A. B., da Silva, J. R., Leonard, M., Bartoluzzi, M. P., & Pitol, L. D. (2024). Sunflower root growth and distribution under varied water regimes in two edaphoclimatic conditions. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 46, 1–11.
- Ma, T., Zeng, W., Li, G., Wu, J., & Huang, J. (2021). Predicting the rooting depth, dynamic root distribution and the yield of sunflower under different soil salinity and nitrogen applications. *Industrial Crops and Products*, 170, 113749.

- <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113749>
- Smith, A. G., Han, E., Petersen, J., Olsen, N. A. F., Giese, C., Athmann, M., Dresbøll, D. B., & Thorup-Kristensen, K. (2022). RootPainter: Deep learning segmentation of biological images with corrective annotation. *New Phytologist*, 236(2), 774–791. <https://doi.org/10.1111/nph.18387>
- Upchurch, D. R., & Ritchie, J. T. (1983). Root observations using a video recording system in mini-rhizotrons. *Agronomy Journal*, 75, 1009–1015. <https://doi.org/10.2134/agronj1983.00021962007500060025x>
- Waddington, J. (1971). Observation of plant roots in situ. *Canadian Journal of Botany*, 49, 1850–1852. <https://doi.org/10.1139/b71-260>

IN MEMORIAM**Akademik DRAGAN ŠKORIĆ**

1937 – 2025.

ODLAZAK DOAJENA OPLEMENJIVANJA SUNCOKRETA

Sa dubokim poštovanjem opraštamo se od akademika Dragana Škorića, dugogodišnjeg upravnika Zavoda za uljane kulture, istaknutog naučnika i čoveka koji je svoj celokupni radni vek, pune 42 godine, posvetio nauci, suncokretu, razvoju poljoprivrede i Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Akademik Škorić preminuo je 18. novembra 2025. godine u Novom Sadu, u 88. godini života.

Njegovo ime ostaće trajno upisano u istoriju naše kuće kao ime vizionara koji je postavio temelje modernog oplemenjivanja suncokreta, ne samo u našoj zemlji, već i u svetskim okvirima.

Diplomirao je na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu 1963. godine, a već naredne godine postao je deo tima našeg Instituta. Od pozicije asistenta do vodećeg svetskog autoriteta u genetici uljanih kultura, profesor Škorić je gradio svoju karijeru upravo ovde, u Novom Sadu. Kao upravnik Zavoda za uljane kulture (1989–2006) i predsednik Upravnog odbora Instituta u dva mandata, dao je nemerljiv doprinos kadrovskom jačanju, organizaciji i tehnološkom opremanju naših laboratorija, stvarajući preduslove za vrhunske naučne rezultate koje Institut danas postiže.

Akademik Škorić je bio ključna figura u internacionalizaciji „NS Seme” sortimenta. Njegov naučni rad i autoritet otvorili su vrata našem suncokretu širom planete.

Rukovodio je brojnim međunarodnim projektima, uključujući i značajne programe u Iranu, Indiji i Kini, gde je direktno doprineo osnivanju Kinesko-srpskog centra za oplemenjivanje suncokreta. Njegova uloga glavnog koordinatora FAO istraživačke mreže za suncokret (1989–2010) pozicionirala je naš Institut u sam centar evropskih i svetskih naučnih tokova.

Pored naučnog rada, ostavio je dubok trag kao glavni i odgovorni urednik međunarodnog časopisa *HELIA*, koji je pod njegovim vođstvom postao referenca za istraživače suncokreta iz celog sveta. Za svoj rad nagrađen je najvišim priznanjima, među kojima se posebno ističe prestižna *Pustovoit Award*, koju dodeljuje Međunarodna asocijacija za suncokret (ISA) za izuzetan doprinos razvoju nauke.

Akademik Škorić nije bio samo naučnik svetskog glasa; bio je mentor koji je insistirao na naučnoj izvrsnosti, profesor emeritus Univerziteta u Novom Sadu i redovni član Srpske akademije nauka i umetnosti. Njegova zaostavština ogleda se u hibridima koji se seju na milionima hektara, u generacijama istraživača koje je usmerio i u ugledu koji Institut danas uživa u svetu.

Institut za ratarstvo i povrtarstvo izražava iskreno saučešće porodici, prijateljima i kolegama akademika Škorića. Pamtićemo ga kao jednog od graditelja našeg Instituta i čoveka čija su dela nadživela njegovo vreme.

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

INFORMACIJA O ODRŽANOM SKUPU



PROIZVODNJA I PRERADA ULJARICA

- sa međunarodnim učešćem -

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

22 - 27. jun 2025. godine

66th CONFERENCE

PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS

- with international participation -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Montenegro

June 22 - 27, 2025

U periodu od 22. do 27. juna 2025. godine u Herceg Novom u Crnoj Gori (Hunguest Hotel „Sun Resort”, www.hunguesthotels.com/cs/hotels) održano je **66. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem**. Organizatori ovog skupa su Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad i Poslovna zajednica proizvođača biljnih ulja „Industrijsko bilje” DOO Novi Sad – Savet tehnologa industrije ulja.

Na skupu je u toku pet dana održano više od 30 predavanja u vidu usmenih i video prezentacija, a skupu je prisustvovalo preko 50 učesnika - naučnih radnika, tehnologa, oplemeljivača, selekcionera, kolega iz industrije ulja i iz firmi koje se bave razvojem, proizvodnjom i ugradnjom opreme i potrošnih materijala za industriju ulja, ali i drugih gostiju.

Više informacija se može dobiti putem e-maila: office@indbilje.co.rs ili videti na web sajtovima www.indbilje.co.rs; www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.



Prof. dr Ranko Romanić

INFORMACIJA O ODRŽANOM SKUPU

20. Euro Fed Lipid kongres
12-15. oktobar 2025. godine

20th Euro Fed Lipid Congress and Expo
October 12-15, 2025



„Euro Fed Lipid e.V. - Evropska federacija za nauku i tehnologiju lipida”, odnosno „DGF - German Society for Fat Science” su organizovali, sada već tradicionalni 20. Evropski i svetski Kongres o lipidima pod nazivom „Euro Fed Lipid Congress & Expo”. Kongres je održan od **12. do 15. oktobra 2025. godine u Lajpcigu (Nemačka)** i okupio je **437 učesnika iz više od 40 zemalja sveta**. Kongres je još jednom potvrdio svoj značaj kao jedno od vodećih međunarodnih okupljanja u oblasti nauke i tehnologije lipida.

Naučni program obuhvatio je aktuelne teme iz oblasti lipidomike, oksidacije lipida, održivih i zelenih tehnologija prerade, kao i nutritivne i funkcionalne uloge lipida. Program je realizovan kroz plenarna i predavanja po pozivu, usmena saopštenja i poster prezentacije, uz izraženu interdisciplinarnu razmenu između akademske zajednice i industrije. Poseban akcenat stavljen je na uključivanje mladih istraživača, kao i na stručne kratke kurseve posvećene savremenim tehnološkim i analitičkim pristupima.

Pored naučnog programa, kongres je obeležen i brojnim pratećim aktivnostima koje su doprinele umrežavanju i razmeni ideja.

Na skupu je najavljeno da će se **naredni Euro Fed Lipid Congress** održati za dve godine, **2027. godine u Roterdamu (Holandija)**, gde se očekuje nastavak uspešne tradicije i dalji razvoj nauke i tehnologije lipida.

Prof. dr Ranko Romanić

NAJAVA I INFORMACIJA O ODRŽAVANJU SKUPA

67. AVETOVANJE

PROIZVODNJA I PRERADA ULJARICA

- sa međunarodnim učešćem -

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

21 - 26. jun 2026. godine

67th CONFERENCE

PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS

- with international participation -

Hunguest Hotel „Sun Resort“, Herceg Novi, Montenegro

June 21 - 26, 2026



Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju i Industrijsko bilje d.o.o. Novi Sad i Savet tehnologa industrije ulja, u kontinuitetu i bez prekida, uprkos brojnim izazovima i krizama u zemlji i svetu, organizuju **67. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica“** sa međunarodnim učešćem.

Savetovanje će biti održano u periodu **21–26. juna 2026. godine** u Herceg Novom, u Crnoj Gori, u hotelu **Hunguest Hotel Sun Resort**.

Više informacija dostupno je putem e-maila office@indbilje.co.rs, kao i na internet prezentacijama organizatora: www.indbilje.co.rs, www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.



Prof. dr Ranko Romanić

UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA**OPŠTE NAPOMENE**

Časopis „Uljarstvo“ objavljuje: **originalne naučne radove, pregledne i stručne radove** i druge priloge (prikaze knjiga, izveštaje sa naučnih i drugih skupova, informacije i drugo).

Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate sopstvenih istraživanja koji moraju da budu tako obrađeni i izloženi da eksperimenti mogu da se ponove, a rezultati da se provere.

Pregledni rad predstavlja sveobuhvatni pregled jedne oblasti ili problematike, zasnovan na objavljenim podacima iz literature, koji se u radu prikazuju, analiziraju i raspravljaju.

Stručni rad sadrži praktična rešenja ili ukazuje na razvoj struke i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Sve prispele radove redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljivanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzenata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorima.

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

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

PRIPREMA RUKOPISA

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

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

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

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

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

Naslov rada sa indeksom označava da je rad saopšten na nekom naučnom skupu, čiji se tačan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa na kraju rada. U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se za sve autore puno ime i prezime, naziv institucije, adresa kao i mejl adresa autora zaduženog za korespondenciju.

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

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

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

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

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

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

Primeri navođenja punih naziva korišćenih literaturnih izvora:

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

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

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

Diplomski, magistarski, specijalistički i seminarski radovi, doktorske disertacije: Petrović, J. (2009). Tehnološki kvalitet semena oleinskog suncokreta sa izmenjenim sastavom tokoferola, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

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

Rad saopšten na skupu i štampan u zborniku, u celini ili kao abstrakt: Dozet, B., Vuković, Z. (2007). Perspektive oleinskog tipa suncokreta u Srbiji. 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 21-26.

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

Internet stranice: [www.fao.org \(http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf\)](http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf), 10.03.2011.

Standardi: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Radove treba dostaviti na adresu:

Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet Novi Sad
Časopis Uljarstvo
21000 Novi Sad
Bulevar cara Lazara 1
Republika Srbija

odnosno na mejl adresu:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

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

Uredništvo

INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS**GENERAL INFORMATION**

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

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

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

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

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

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

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

MANUSCRIPT PREPARATION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

In the text, quoted literature is indicated by the author's name and year of publication. The authors are responsible for the accuracy of all the information given in the literature. The references to the literature contain: the surname and the initials of the names of one or more authors, the year, the title, the title of the journal without abbreviations (may be abbreviated but only according to the World List of Scientific Periodicals), the number of volumes (number of the journal or month are given only for journals in each number of page marking begin with number 1) and the numbers

of pages on which the quoted work begins and ends. In the case of a book, it is necessary to indicate the author, title, publisher name, place and year of publication and the citation page. Details about referencing literature are given in the Template file. All literature references listed in the literature must be mentioned both in the text and vice versa.

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

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

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

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

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

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

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

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

Website: www.fao.org (<http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf>), 10.03.2011.

Standards: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Manuscripts should be sent to the following address:

University of Novi Sad

Faculty of Technology

Uljarstvo - Journal of Edible Oil Industry

Bulevar cara Lazara 1

21000 Novi Sad

Republic of Serbia

as well by mail address:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Only for the prepared papers which are submitted to the editorial office (editorial board) **by July 31** of the current year at the latest and which are taken into the process of preparation for publication (review, proofreading, technical preparation ...), is there

a possibility to publish in the issue of the journal „Uljarstvo“ (Journal of Edible Oil Industry) for the same year. Otherwise, the papers will enter the publication procedure for the issue in the next year (volumen).

Editorial board



TEHNOLOŠKI
FAKULTET
NOVI SAD



POUZDAN
I STRUČAN

PARTNER
U VAŠEM
POSLOVANJU

Tehnološki fakultet Novi Sad,
sa tradicijom dugom 65 godina,
ima studijske programe iz oblasti:

Prehrambeno inženjerstvo,
Biotehnologija,
Hemijsko inženjerstvo,
Farmaceutsko inženjerstvo i
Inženjerstvo materijala.

Fakultet obrazuje vrhunske
profesionalce na osnovnim i master
studijama, kao i na doktorskim
akademske studijama.

Pored toga, nudi i specijalističke
akademske studije u oblasti
Mikrobiološka
bezbednost hrane.

Bogata saradnja sa privredom
omogućava studentima
Tehnološkog fakulteta Novi Sad
sticanje praktičnih znanja,
dok privredi pruža pomoć i
podršku u primeni
najnovijih naučnih dostignuća,
s ciljem modernizacije
i unapređenja poslovanja.



Bulevar cara Lazara 1
21000 Novi Sad
Republika Srbija

Telefon:
+381 21 485 3600

www.tf.uns.ac.rs



TehnoloskiFakultetUNS



tehnoloski_fakultet_uns



