



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA**

**Biotehnologija i savremeni pristup
u gajenju i oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka

3. novembar 2022.

Zbornik radova

**Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i
oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

www.institut-palanka.rs

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Urednici

Dr Slađana Savić, naučni saradnik

Dr Marina Dervišević, naučni saradnik

Tehnički urednik

Ljiljana Radisavljević

Štampa

ArtVision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-05-3





**Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
je finansijski podržalo održavanje skupa i štampanje Zbornika
radova.**

**UTICAJ LOKALITETA NA SADRŽAJ MASNIH KISELINA U
ULJU SEMENA ŠAFRANIKE**

**THE INFLUENCE OF LOCATION ON THE FATTY ACID
CONTENT OF SAFFLOWER SEED OIL**

Nada Grahovac¹, Ana Marjanović Jeromela^{1*}, Zvonimir Sakač¹, Dragana Rajković¹, Željko Milovac¹, Olivera Đuragić², Danijela Stojanović³, Biljana Kiprovska¹

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad*

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

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

* *Autor za korespondenciju: ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs*

Izvod

Lokalitet gajenja, sa svojim zemljišnim i klimatskim specifičnostima, ima značajan uticaj na hemijski sastav biljaka. Cilj ovog rada je sagledavanje uticaja lokaliteta na sadržaj masnih kiselina u ulju šafranike. Genotip SO1 ostvario je najviši sadržaj oleinske, linolne i linolenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Najviši sadržaj arahidonske, eikozapentaenoinske i behenske kiseline zabeležen je za genotip SO2, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Na lokalitetu Sombor uočen je najviši sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), dok je najviši sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA) ostvaren na lokalitetu Rimski šančevi, a na lokalitetu Pančevo je zabeležen najviši sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u ulju šafranike.

Ključne reči: masnokiselinski sastav, lokalitet gajenja, šafranika, ulje

Abstract

The location of cultivation, with its soil and climate specificities, has a significant impact on the chemical composition of plants. The aim of this paper is to analyze the influence of locality on the content of fatty acids in safflower oil. Genotype SO1 achieved the highest content of oleic, linoleic and linolenic acids, on average for all investigated localities. The highest content of arachidonic, eicosapentaenoic and behenic acids was recorded for the genotype SO2, on average for all investigated localities. The highest MUFA content was observed at the Sombor location, while the highest SFA content was achieved at the Rimski šančevi location, and the highest PUFA content in safflower oil was recorded at the Pančevo location.

Key words: fatty acid composition, cultivation location, saffron, oil

Uvod

Šafranika (*Carthamus tinctorius* L., fam. *Asteraceae*) je jednogodišnja, grmolika biljka, kožastih, jajolikih i nazubljenih, tamnozelenih listova. Cvet šafranike je jarkožute do narandžaste boje, koja sušenjem prelazi u crvenu (Dajue and Mündel, 1996). Cvetna glava može da sadrži 15 do 20 semena po glavici. Seme šafranike razvija dubok koren (do 1 m dubine) koji omogućava napredovanje i u sušnim sredinama sa sezonskim kišama. Dobro podnosi sušu, jake vetrove, oluje s gradom i poplave. Dužina vegetacije šafranike je 130-140 dana, tako da se može uzgajati u oblastima sa umerenom klimom ili imati dva useva u polusušnoj godini (Herdrich, 2001).

Cvetovi šafranike su se prvo koristili kao boja (sirovina za dobijanje žute i crvene boje) za hranu i tkanine, posebno pre nego što su postale dostupne jeftinije anilinske boje. Danas se šafranika koristi kao uljarica. Iz semena se dobija jestivo ulje za ishranu ljudi (ulje za salatu, ulje za kuvanje i margarin) i domaćih životinja, dok se samo seme koristi kao hrana za ptice, latice za čaj, a prašnici za dobijanje prirodnih prehramenih boja i kao začim, jer predstavljaju jeftiniju zamenu za šafran.

Osobenost ulja šafranike ogleda se u visokom sadržaju linolne kiseline i vitamina E i K. Osim u ishrani, ulje se koristi i u farmaceutskoj industriji, za proizvodnju preparata za negu suve kože.

Ulje šafranike, ali i cela biomasa, može da se koristi i za proizvodnju biogoriva. U novije vreme pojavili su se pokušaji da se genetski modifikovanom šafranikom proizvede insulin.

Šafranika se uzgaja u Aziji i Americi, sa preko polovine svoje proizvodnje u Indiji (uglavnom za domaće tržište biljnog ulja). Prosečni svetski prinos semena šafranike dostiže i do 900 kg/ha, međutim, proizvodnja je poslednjih godina nešto niža nego u prošlosti (FAOSTAT, 1994-2020).

Udeo ljuske u semenu šafranike je 35-45%. U zavisnosti od veličine ljuske, sadržaj ulja u semenu kreće se između 20 i 47% (Cosge i sar., 2007; Yeloojeh i sar., 2020; Kutsenkova i sar., 2020). Celo seme sadrži 27-32% ulja, 5-8% vlage, 14-17% proteina, 2-7% pepela i 32-40% sirovih vlakana (Gecgel i sar., 2007, Kutsenkova i sar., 2020, Kiproviski i sar., 2021).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja lokaliteta na masnokiselinski sastav ulja semena dva genotipa šafranike iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, kako bi se utvrdio potencijal za upotrebu ove slabo gajene, uljane, biljne vrste u prehrambenoj i prerađivačkoj industriji.

Materijal i metode rada

Masnokiselinski sastav i sadržaj ulja određen je u semenu (Slika 1) dva genotipa šafranike (SO1 i SO2) koji su deo kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, u kojoj se nalazi veći broj divergentnih genotipova šafranike (Marjanović Jeromela i sar., 2016). Seme iz kog je dobijeno ulje za analizu proizvedeno je 2017. godine na lokalitetima Sombor, Pančevo i Rimski šančevi u ogledima u kojima je primenjena metodika komisije za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede.

Ulje šafranike dobijeno je presovanjem semena uz pomoć hidraulične prese (Sirio, Mikodental, cc 400 bar). Uzorci ulja su čuvani u frižideru, u mraku na temperaturi od -40 °C do trenutka analize.

Masnokiselinski sastav ulja određen je gasnom hromatografijom. Priprema metilestara masnih kiselina izvedena je brzom modifikovanom metodom (Vukanović i sar., 1982). U epruvetu sa čepom dodato je ~150 mg ulja šafranike i 2,4 mL *n*-heksana, da bi se postiglo rastvaranje masti. Zatim je datom rastvoru dodato 0,6 mL 2 M KOH u metanolu i nakon mućkanja (20 sek), zatvorene epruvete su uronjene u vodeno kupatilo (70 °C) i inkubirane 1 min, pre dodavanja 1,2 mL M HCl u metanolu, kako bi se postiglo raslojavanje sadržaja u epruveti.



Slika 1. Seme šafranike

Nakon dekantovanja gornjeg sloja epruvete, u kojem se nalaze isparljivi metil estri masnih kiselina (FAME) u vijalu, 1 μ L dekanta je injektovano u gasni hromatograf (4000 HRGC Konik) koji je opremljen kapilarnom kolonom Omegawax 250 (30 m x 0,25 mm i.d. debljine filma 0,25 μ m, Supelco) i plameno-jonizujućim detektorom. Kontrola gasnog hromatografa, kao i akvizicija podataka izvedena je primenom softvera (Konikrom Plus version 2.3.0.195). Analize su izvedene primenom sledećeg temperaturnog programa: temperatura injektora 250°C, početna temperatura kolone od 150°C (1 min), uz porast brzinom od 12°C /min do konačne temperature od 250°C, koja je održavana narednih 8 min. Temperatura detektora iznosila je 250°C.

Kvalitativno određivanje masnokiselinskog sastava je izvedeno na osnovu retencionih vremena, a kvantitativno primenom modifikovane metode, pri čemu je standardni rastvor smeše metilestara korišćen za definisanje retencionih vremena i faktora odziva detektora (*response factor*).

Svi rezultati su statistički obrađeni uz pomoć programa *Microsoft Office Excel 2013*.

Rezultati i diskusija

Ulje šafranike odlikuje se jedinstvenim profilom masnih kiselina, pri čemu je dominantna linolna kiselina (C18:2, *cis*-9,12, ω -6, >70%) od polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Pored toga, ulje šafranike u većem udelu sadrži nezasićene masne kiseline i to oleinsku (C18:1, >10%), γ -linolensku (C18:3, ω -3, 0,2-0,25%) i arahidonsku (C20:4, 0,3-0,5%) kiselinu (Tabela 1 i 2).

Tabela 1. Sastav masnih kiselina (%) u ulju šafranike od SO1 genotipa

Masna kiselina (%)	Lokalitet			Prosek
	Sombor	Pančevo	Rimski šančevi	
Miristinska (C14:0)	0,18	0,15	0,15	0,16
Palmitinska (C16:0)	6,99	6,15	6,32	6,49
Stearinska (C18:0)	3,86	3,17	2,98	3,34
Oleinska (C18:1)	13,75	14,35	12,86	13,66
Linolna (C18:2)	74,10	75,24	76,64	75,33
Linolenska (C18:3)	0,31	0,24	0,29	0,28
Arahidonska (C20:4)	0,40	0,34	0,36	0,36
Eikozapentaenoinska (C20:5)	0,16	0,15	0,14	0,15
Behenska (C22:0)	0,25	0,23	0,26	0,25
Σ SFA	11,28	9,70	9,71	9,98
Σ MUFA	13,75	14,35	12,86	13,65
Σ PUFA	74,97	75,97	77,43	75,97

Σ SFA= suma zasićenim masnih kiselina; Σ MUFA= suma mononezasićenim masnih kiselina;
 Σ PUFA= suma polinezasićenih masnih kiselina

Sadržaj zasićenih masnih kiselina, dominantno palmitinske i stearinske kiseline, je nizak. Posmatrano po genotipovima, uočava se da je viši sadržaj linolne masne kiseline, u proseku za tri analizirana lokaliteta, zabeležen kod genotipa SO1 (75,33%) u odnosu na genotip SO2 (75,31%). Kod istog genotipa uočava se viši sadržaj oleinske (13,66%) i linolenske kiseline (0,28%), u odnosu na SO2 genotip u proseku za sve analizirane lokalitete. Posmatrajući sadržaj linolne kiseline u ulju pojedinačnih genotipova po lokalitetima uočavamo da je njen sadržaj bio

u rasponu od 73,39% (genotip SO2 na lokalitetu Sombor) do 76,90% (genotip SO2 na lokalitetu Pančevo), dok je sadržaj oleinske kiseline bio u rasponu od 11,18% (genotip SO2 na lokalitetu Pančevo) do 15,94% (genotip SO2 na lokalitetu Sombor). Najveće variranje uočeno je za oleinsku kiselinu po pojedinačnim genotipovima za genotip SO2 (11,18% na lokalitetu Pančevo do 15,94% na lokalitetu Sombor). Kod genotipa SO1 zabeleženo je najmanje variranje sadržaja eikozapentaenoinske kiseline u odnosu na pojedinačne lokalitete (0,14% na lokalitetu Rimski šančevi do 0,16% na lokalitetu Sombor).

Tabela 2. Sastav masnih kiselina (%) u ulju šafranike od SO2 genotipa

Masna kiselina (%)	Lokalitet			Prosek
	Sombor	Pančevo	Rimski šančevi	
Miristinska (C14:0)	0,14	0,18	0,17	0,17
Palmitinska (C16:0)	6,38	7,05	7,56	7,00
Stearinska (C18:0)	3,12	3,71	3,45	3,42
Oleinska (C18:1)	15,94	11,18	11,97	13,03
Linolna (C18:2)	73,39	76,90	75,65	75,31
Linolenska (C18:3)	0,25	0,20	0,32	0,26
Arahidonska (C20:4)	0,35	0,38	0,45	0,40
Eikozapenta-enoinska (C20:5)	0,19	0,16	0,15	0,17
Behenska (C22:0)	0,24	0,24	0,29	0,26
Σ SFA	9,88	11,18	11,47	10,84
Σ MUFA	15,94	11,18	11,97	13,03
Σ PUFA	74,18	77,64	76,57	76,13

Σ SFA= suma zasićenim masnih kiselina; Σ MUFA= suma mononezasićenim masnih kiselina;
Σ PUFA= suma polinezasićenih masnih kiselina

Masnokiselinski sastav je jedan od glavnih pokazatelja oksidacione sposobnosti ulja tokom skladištenja i termičke obrade (Radusheva i sar. 2019). Ulje bogato polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA) sklono je oksidacionim promenama (degradaciji), što rezultuje nestabilnošću i kratkim rokom trajanja. Suprotno ovome, visok sadržaj stabilne, mononezasićene (MUFA), oleinske kiseline produžuje rok trajanja ulja, što ulje bogato ovom masnom kiselinom čini poželjnim u prehrambenoj

industriji. Najviši sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA) (11,47%) određen je u ulju šafranike kod analiziranog SO2 genotipa, na lokalitetu Rimski šančevi. Za isti genotip je zabeležen i viši sadržaj ukupnih SFA (10,84%), kao i PUFA (76,13%), u proseku za sva tri ispitivana lokaliteta. Sadržaj ukupnih MUFA (13,65%) bio je viši za analizirani genotip SO1, u proseku za sva tri ispitivana lokaliteta. Najveće variranje sadržaja MUFA u ulju šafranike po pojedinačnim genotipovima zabeleženo je kod genotipa SO2 (od 11,18% na lokalitetu Pančevo do 15,94% na lokalitetu Sombor). Kod SO1 genotipa zabeleženo je najmanje variranje sadržaja MUFA u ulju šafranike u odnosu na pojedinačne lokalitete (od 12,86% na lokalitetu Rimski šančevi do 14,35% na lokalitetu Pančevo).

Zaključak

Lokalitet gajenja ima značajan uticaj na sadržaj masnih kiselina u ulju semena šafranike. Genotip SO1 ostvario je viši sadržaj oleinske, linolne i linolenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Veći sadržaji arahidonske, eikozapentaenoinske i behenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete, zabeleženi su kod genotipa SO2. Ulje biljaka šafranike koje su gajene na lokalitetu Rimski šančevi imale su najviši sadržaj SFA, dok je najviši sadržaj MUFA zabeležen u ulju biljaka sa lokaliteta Sombor. Biljke šafranike gajene na lokalitetu Pančevo imale su najviši sadržaj PUFA u ulju.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, koji je podržao projekat “Potencijal ulja od lanika i šafranike kao funkcionalnog dodatka u hrani za kućne ljubimce” (EB: 142-451-2609/2021-01), kao i Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (EB: 451-03-68/2022-14/ 200032). Rad je realizovan u okviru aktivnosti Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka na promene klime - Climate Crops, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

Literatura

- Coşge, B., Gürbüz, B., Kiralan, M. (2007). Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(3).
- Dajue Li, Hans-Henning Mündel (1996). Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute.
- FAOSTAT (FAOSTAT, 1994-2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed on 22 Feb 2022).
- Gegel, U., Demirci, M., Esendal, E., Tasan, M. (2007). Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(1), 47-54. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1007-3>
- Herdrich, N. (2001). Safflower Production Tips/Alternative Crops for Dryland Agriculture in the Intermountain Pacific Northwest. Cooperative extension Washington State University. EB1890. [https:// research.wsulibs.wsu.edu:8443/xmlui/bitstream/handle/2376/6906/eb1890.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://research.wsulibs.wsu.edu:8443/xmlui/bitstream/handle/2376/6906/eb1890.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kiprovski B, Jaćimović S, Zeremski T, Grahovac N, Marjanović Jeromela A. (2021). Nutritional value of underutilised oil crop *Carthamus tinctorius* L. Working Group Seed Science and Certification (GPZ/GPW)– Section IV Seeds (VDLUFA), Scientific Seed Symposium “Seed Production in Times of Climate Change” 09-10.03.2021. Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) Online, p. 23.
- Kutsenkova, V.S., Nepovinnykh, N.V., Guo, Q., 2020. Using of safflower seeds as a protein fortifier for shortbread. *Food Hydrocolloids*, 105, 105808. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105808>
- Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M. A., Khlif, M., Cossentini, M. (2008). Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 982-988.
- Marjanović-Jeromela A., Kondić Špika, A., Miladinović, D., Dimitrijević, A., Imerovski, I., Jocković, M., Simić, A., Terzić, S., (2016), Phenotypic and molecular evaluation of genetic diversity in NS safflower (*Carthamus tinctorius* L.) collection. *Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad*, № 131, 91-98.
- Vukanović, Lj., A. Timko i P. Zečević (1982), Jedna brza metoda za pripremanje metil estara, Savetovanje tehnologa industrije ulja, Zbornik radova, Beograd, 314 – 322.

Yeloojeh, K.A., Saeidi, G., Sabzalian, M.R. (2020). Drought stress improves the composition of secondary metabolites in safflower flower at the expense of reduction in seed yield and oil content. *Industrial Crops and Products*, 154, 112496. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112496>.

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

НАЦИОНАЛНИ научно-стручни скуп са међународним учешћем
Биотехнологија и
савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2022 ; Смедеревска
Паланка)

Zbornik radova / Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja,
Smederevska Palanka 3. novembar 2022. ; [urednici Slađana Savić, Marina
Dervišević]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2022
(Starčevo : ArtVision). - 349 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 9: Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-89177-05-3

а) Биљке - Оплемењивање - Зборници б) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 78390537