

## Masne kiseline u semenu divlje konoplje (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *spontanea* Vavilov)

Bojana Špirović-Trifunović<sup>1</sup>, Dejan Nedeljković<sup>2</sup>, Darko Stojićević<sup>3</sup>, Božić Dragana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd-Zemun

<sup>2</sup>Bayer d.o.o., Omladinskih brigada 88b, Beograd

<sup>3</sup>Akademija tehničkih strukovnih studija, Odsek za primenjene inženjerske nauke,

Nemanjina 2, Požarevac

e-mail: spirovic@agrif.bg.ac.rs

### REZIME

Divlja konoplja (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *spontanea*) predstavlja poseban varijet industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa*) za koji se smatra da je nastao aklimatizacijom industrijske konoplje na uslove ruderalnih staništa u Istočnoj Evropi. Na području Srbije se sreće pored puteva, na međama, utrinama, smetlištima i sličnim mestima, ali i kao korov na njivama. Usled velike popularnosti industrijske konoplje koja se može koristiti za različite namene (sirovina za prehrambenu i farmaceutsku industriju, proizvodnja bezglutenskog brašna, biodizela, deterdženata, u narodnoj medicini), veliki broj istraživača je analizirao njeno seme, uključujući i analize masnih kiselina u njemu. Međutim, podataka o zastupljenosti i sastavu masnih kiselina (čije poznavanje može imati hemotaksonomski, ekološki, evolucioni i nutritivni značaj) u semenu divlje konoplje nema.

Za analizu masnih kiselina u semenu divlje konoplje semenski materijal je sakupljen sa dve lokacije. Nakon ekstrakcije heksanom, određivanje estara masnih kiselina je rađeno kapilarnom gasnom hromatografijom. Hromatografski pikovi u uzorku su identifikovani poređenjem retencionih vremena sa retencionim vremenima estara masnih kiselina u analitičkom standardu smese 37 estara masnih kiselina. Masno kiselinski sastav je izražen kao relativni maseni udeo ukupnih masnih kiselina.

Analizom masnih kiselina u semenu divlje konoplje utvrđeno je prisustvo 15 različitih kiselina, sa udelom od 17,5% (U1) i 14,7% (U2) u odnosu na ukupnu masu semena. Kao najzastupljenije izdvojile su se linoleinska (45,3 i 47,5%) i  $\alpha$ -linoleinska (13,6 i 15,5%) kiselina. Od 15 detektovanih masnih kiselina samo 4 su zasićene sa zastupljenošću od oko 12%. U znatno većem udelu (oko 88%) zastupljene su nezasićene masne kiseline, što ukazuje na značajnu nutritivnu vrednost ovog semena.

**Ključne reči:** masne kiseline, divlja konoplja, GC-FID.

## UVOD

*Cannabis sativa* L. je jednogodišnja zeljasta vrsta koja pripada fam. *Cannabaceae* (*Cannabinaceae*), pri čemu postoje različiti pristupi kada je u pitanju taksonomija ove vrste. Prema jednom gledištu postoji samo jedna vrsta pod imenom *C. sativa*, dok su svi drugi nazivi samo sinonimi ove vrste (Small and Cronquist, 1976; Ranalli, 1999). Drugo gledište ukazuje da postoje najmanje dve vrste (*C. sativa* i *C. indica*) (Emboden, 1977). U južnoj i jugoistočnoj Evropi se gaje jednodome i dvodome sorte industrijske konoplje (*C. sativa* subsp. *sativa*) radi dobijanja vlakana, ulja i opojne smole (Bažgi et al., 2003). U Evropskoj Uniji je dozvoljena upotreba njenog semena samo ako sadrži male količine psihoaktivne supstance tetrahidrokanabinola ( $< 2 \text{ g kg}^{-1}$ ) (EU Council regulation, 2008). Inače, semena ove vrste imaju veliku nutritivnu vrednost, pri čemu sadrže 27–36% vlakana, 25–35% masti i 21–28% proteina (Alonso-Esteban et al., 2020). Industrijska konoplja je kod nas u prošlosti gajena na značajnim površinama i korišćena kao tekstilna biljka, ali i za druge namene, nakon čega je bila potpuno zapostavljena. Međutim, u današnje vreme raste interesovanje za njenim uzgajanjem usled toga što se može upotrebljavati za različite namene i to pre svega kao sirovina za prehrambenu i farmaceutsku industriju, proizvodnju bezglutenskog brašna, biodizela, deterdženata, a koristi se i u narodnoj medicini. Smatra se da je aklimatizacijom industrijske konoplje na uslove ruderalnih staništa u Istočnoj Evropi nastao poseban varijetet *Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *spontanea* Vavilov (divlja konoplja) (Connell, 1981). Divlja konoplja je kod nas rasprostranjena na području Vojvodine i u dolinama velikih reka, a sreće se van poljoprivrednih površina (pored puteva, na međama, smetlištima i sličnim mestima) i kao korov na njivama (Vrbničanin i sar., 2015). Ova vrsta se odlikuje niskim sadržajem psihoaktivnih kanabinoida, a bogata je drugim nutritivno značajnim sastojcima, koji mogu imati blagotvorno dejstvo po ljudsko zdravlje (Nagy et al., 2019). Uprkos tome što se divlja konoplja u Istočnoj Evropi koristi u tradicionalnoj medicini za lečenje poremećaja nervnog sistema (depresije i anksioznosti) (Ratsch, 1998), za oporavak nakon teških fizičkih aktivnosti (Jorge, 2006), lečenje kardiovaskularnih tegoba i artritisa (Nagy et al., 2019), u Evropskoj farmakopeji se ne spominje kao lekovita biljka (European Pharmacopoeia, 2013).

Masne kiseline su mono-karbonske kiseline različitog stepena zasićenosti lanca. Dužina lanca masnih kiselina koje ulaze u sastav semena biljaka kreće se od 6 do 24 ugljenikova atoma, a stepen nezasićenosti lanca može varirati od 0 (zasićene masne kiseline) do 4 (nezasićene masne kiseline) (Voelker and Kinney, 2001). Voelker i Kinney (2001) su dali pregled velikog broja masnih kiselina koje se mogu naći u semenima skrivenosemenica, a među njima su najdominantnije dve zasićene (palmitinska i stearinska) i tri nezasićene (oleinska, linolna i  $\alpha$ -linolenska) kiseline. Na sastav masnih kiselina biljnih ulja i masti utiče veći broj faktora (zrelost biljke, vegetaciona sezona, tip zemljišta, klimatski uslovi, mikrobiološki uslovi i td.), usled čega ovaj sastav može da varira unutar iste vrste (Kostić, 2018). Na primer, kod nekih vrsta na višim temperaturama se povećava učestalost zasićenih kiselina (Linder, 2000; Ayerza, 2010). Onemli (2014) je potvrdio da na sadržaj masnih kiselina u semenu uljane repice značajno utiču zrelost semena i tip zemljišta. Mustafa i sar. (2016) su utvrdili da klimatski (temperature

i padavine) i zemljišni (plodnost i tip) uslovi osim uticaja na sadržaj ulja u semenima različitih biljnih vrsta, takođe utiču i na sastav masnih kiselina u ulju.

Poznavanje sastava masnih kiselina u lipidima semena može imati višestruki značaj. Više istraživača potvrdilo je da ovi podaci imaju hemotaksonomski značaj, odnosno mogu se koristiti kao taksonomski markeri pri determinaciji viših biljaka (Bağcı et al., 2003; Arslan & Tarıkahya Hacıoğlu, 2018). Osim toga, sastav masnih kiselina u semenu može uticati na mnoge aspekte biologije semena, poput energije klijanja, životne sposobnosti i dugovečnosti semena, brzine klijanja i rasta klijanaca (Levin, 1974; Linder, 2000). Bretagnolle i sar. (2016) ukazuju na evolucionu i ekološki značaj velike raznolikosti masnih kiselina biljaka. Takođe, od sastava masnih kiselina zavisi i nutritivna vrednost semena ukoliko se koristi u ishrani (Scorletti and Byrne, 2013).

Sastav masnih kiselina u semenu industrijske konoplje je analiziran od strane velikog broja autora (Bağcı et al., 2003; Callaway, 2004; Da Porto et al., 2012, 2015, Alonso-Esteban et al., 2020). Ova istraživanja su pokazala da sastav masnih kiselina u semenu ove vrste može biti veoma različit. Kao najzastupljenije izdvojene su linolna (linoleic),  $\alpha$ -linolenska ( $\alpha$ -linolenic), oleinska (oleic), palmitinska (palmitic) i  $\gamma$ -linolna ( $\gamma$ -linolenic) kiselina, dok su druge masne kiseline zastupljene u znatno manjim količinama (Callaway, 2004; House et al., 2010; Vonapartis et al., 2015). Za razliku od industrijske konoplje, prema našim saznanjima, ovakve analize semena do sada nisu rađene za divlju konoplju. Stoga je cilj ovog rada bio da se utvrdi udeo i sastav masnih kiselina u semenu ove korovske vrste.

## MATERIJAL I METODE

**Biljni materijal.** Seme divlje konoplje za analizu masnih kiselina je prikupljeno sa dva lokaliteta (Požarevac i Vladimirovci), u jesen 2016. godine. Uzorci semena (U1-lokalitet Požarevac i U2-lokalitet Vladimirovci) su nakon prikupljanja dopremljeni u laboratoriju, očišćeni, potom osušeni na vazduhu pri sobnoj temperaturi (20-22°C) i ishomogenizovani pomoću blendera (Pbi International, Sumbeam).

**Ekstrakcija masnih kiselina.** Masne kiseline iz ishomogenizovanog semena su ekstrahovane heksanom (HPLC čistoće, Baker ultra resi-analyzed, Holland). Odmereno je oko 0,5 g (sa preciznošću od 0,00001 g) semena na analitičkoj vagi (Denver instrument, USA) u flašice od 12 ml. Dodato je po 10 ml heksana u svaku flašicu. Uzorci su zatim stavljeni 1 sat u ultrazvučno kupatilo (Vabsonic SB-8L T, Srbija) radi poboljšanja ekstrakcije, a zatim su ostavljeni preko noći. Ekstrakti su filtrirani preko filter papira, Whatman No 1. Filtrati su upareni u struji azota. Uljani ekstrakti nakon uparavanja su rastvoreni u 1 ml heksana i derivatizovani pomoću 1 ml 14% bortrifluoridnog reagensa u metanolu (14% BF<sub>3</sub>/MeOH, Supelco, Bellefonte, USA). Smesa je zagrevana 1 sat na 100°C, a zatim ohlađena na sobnu temperaturu. Estri masnih kiselina su ekstrahovani heksanom uz dodatak 1 ml vode (HPLC čistoće, Purelab® ELGA, Vivendi Water Systems Ltd UK). Uzorci su mučkani 1 minut na vorteksu (Bibby Scientific™ Stuart™ Variable Speed SA8 Vortex Mixer) nakon čega je odvojen gornji heksanski sloj i koncentrovan

u struji azota (gas 4.5, Meser, Srbija) do zapremine od 50  $\mu\text{L}$  (Kang and Wang, 2005; Kostić et al., 2017; Barać et al., 2018).

**GC-FID analiza masnih kiselina.** Određivanje estara masnih kiselina je rađeno kapilarnom gasnom hromatografijom na gasnom hromatografu sa plameno-jonizacionim detektorom (GC/FID) (Agilent Technologies 6890, USA), koji je opremljen *split/splitless* injektorom, plameno-jonizacionim detektorom i kolonom SP-2560 (100 m, i.d. 0,25 mm; 0,20  $\mu\text{m}$ ; Supelco, Bellefonte, USA). Temperatura injektora je bila podešena na 250°C, a temperatura detektora na 260°C. Kao noseći gas korišćen je helijum sa protokom od 5 ml  $\text{min}^{-1}$ . Injekciona zapremina je bila 1  $\mu\text{L}$ , a injektor je podešen u *splitless* mod. Za razdvajanje masnih kiselina je korišćen temperaturni program: početna temperatura 50°C (zadržavanje 5 min) do 240°C (zadržavanje 20 min) sa skokom temperature 4°C  $\text{min}^{-1}$ . Ukupno vreme analize je iznosilo 72,5 min. Hromatografski pikovi u uzorku su identifikovani poređenjem retencionih vremena sa retencionim vremenima estara masnih kiselina u analitičkom standardu smese 37 estara masnih kiselina (Supelco 37 Component FAME Mix, Bellefonte, USA). Masno kiselinski sastav je izražen kao relativni maseni udeo ukupnih masnih kiselina (Kostić et al., 2017; Barać et al., 2018).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Brojna istraživanja (Linder, 2000; Ayerza, 2010; Onemli, 2014; Mustafa et al., 2016; Kostić, 2018) su pokazala da na udeo i sastav masnih kiselina u semenu biljaka mogu uticati različiti faktori (zrelost biljke, vegetaciona sezona, tip zemljišta, klimatski uslovi, mikrobiološki uslovi i td.), usled čega se u okviru iste vrste mogu dobiti veoma raznoliki rezultati. Tako je u uzorcima semena divlje konoplje prikupljenim sa dve različite lokacije udeo ukupnih masnih kiselina iznosio 17,5% (U1) i 14,7% (U2) (Tabela 1). To je znatno manje u odnosu na rezultate do kojih su došli Bağci i sar. (2003), koji su iz semena *C. sativa*, koja se čuvaju u banci gena Egejskog poljoprivrednog instituta (Aegean Agricultural Research Institute) u Izmiru, ekstrahovali 31,79% ukupnih masnih kiselina. Alonso-Esteban i sar. (2020) su utvrdili da način ekstrakcije ulja iz semena industrijske konoplje utiče kako na prinos ulja, tako i na utvrđen sadržaj masnih kiselina.

**Tabela 1.** Udeo ukupnih masnih kiselina u uzorcima semena divlje konoplje

**Table 1.** Fatty acid composition of wild hemp seed samples

Uzorak	Lokacija	Masa prazne flašice	Masa flašice sa uljem	Masa ulja	Odmerena masa semena	% ulja u semenu
U1	Vladimirovci	9,54743	9,63581	0,08838	0,50421	17,5
U2	Požarevac	9,51349	9,5943	0,08081	0,55005	14,7

**Tabela 2.** Zastupljenost pojedinačnih masnih kiselina u uzorcima semena divlje konoplje  
**Table 2.** Percentage of individual fatty acids in wild hemp seed samples

Masne kiseline		Udeo masnih kiselina (%)		Tip masne kiseline
		U1	U2	
palmitinska	C16	6	6	zasićena
stearinska	C18	3,1	3,1	zasićena
oleinska	C18:1n9c	7	6,8	nezasićena
elaidinska	C18:1n9t	4,9	4,2	nezasićena
linoleinska	C18:2n6c	45,3	47,5	nezasićena
linoleaidinska	C18:2n6t	3,8	3,2	nezasićena
γ- linoleinska	C18:3n6	2,2	2,1	nezasićena
α- linoleinska	C18:3n3	13,6	15,5	nezasićena
arhaidinska	C20	1,3	1,2	zasićena
cis-11-eikozanoinska	C20:1n9	1,4	0,8	nezasićena
cis-11,14-eikozadienska	C20:2	5	4,3	nezasićena
cis-8,11,14-eikozatrienska	C20:3n6	1,9	1,6	nezasićena
cis-11,14,17- eikozatrienska	C20:3n3	1,1	1	nezasićena
behenska	C22	2,1	1,9	zasićena
erukinska	C22:1n9	1,2	0,9	nezasićena

Pojedinačne masne kiseline detektovane u uzorcima semena divlje konoplje su prikazane u Tabeli 2. Sastav masnih kiselina u oba analizirana uzorka je bio isti, pri čemu je detektovano 15 (od 37 analiziranih) različitih masnih kiselina. Petrović i sar. (2015) su detektovali 17 masnih kiselina u ulju iz semena industrijske konoplje, pri čemu su najzastupljenije bile linoleinska (56,2%) i α-linoleinska (17,2%). Iste kiseline su bile najzastupljenije i u uzorcima U1 i U2, pri čemu je udeo linoleinske (C18:2n6c) bio 45,3 i 47,5%, a α-linoleinske (C18:3n3) 13,6 i 15,5%, što je znatno manje nego u uzorcima ulja iz industrijske konoplje. Slično tome, Bağcı i sar. (2003) su u prethodno pomenutom semenu *C. sativa* kao najzastupljeniju izdvojili linoleinsku kiselinu, čiji udeo u ukupnom sadržaju masnih kiselina je bio manji (32,80%) nego u uzorcima analiziranim u ovom radu. Osim linoleinske, ovi autori su utvrdili visok udeo oleinske (19,70%) i palmitinske (11,20%) kiseline. Alonso-Esteban i sar. (2020) su utvrdili znatno viši udeo linoleinske kiseline u neoljuštenim (54,99–57,36%) i komercijalno dostupnim (54,95–57,31%) semenima industrijske konoplje. Udeo linoleinske kiseline u ukupnom sadržaju masnih kiselina u dve različite sorte (Yugo i Felina) industrijske konoplje koje se uzgajaju u Kanadi je bio 47-57% (Blade et al., 2006). Da Porto i sar. (2012) su utvrdili da su linoleinska, α-linoleinska i oleinska kiselina najzastupljenije u semenu industrijske konoplje sorte Felina. Udeo linoleinske kiseline u ovom semenu je bio oko 59%, što je znatno više nego u uzorcima U1 i U2. Takođe, njihove analize su pokazale i nešto veći udeo α-linoleinske kiseline (oko 18%) nego u uzorcima

U1 (13,6%) i U2 (15,5%). U uzorku U1, pored najzastupljenijih masnih kiselina (linoleinske i  $\alpha$ -linoleinske) sa udelom većim od 1% detektovane su palmitinska, stearinska, oleinska, elaidinska, linoleaidinska,  $\gamma$ -linoleinska,  $\alpha$ -linoleinska, arahidinska, cis-11-eikozanoinska, cis-11,14-eikozadienska, cis- cis-8,11,14-eikozatrienska, cis-11,14,17- eikozatrienska, erucinska i beheinska. U uzorku U2 sve nabrojane kiseline izuzev cis-11- eikozenoinske (udeo 0,8%) i erucinske (udeo 0,9%) su takođe bile zastupljene sa udelom većim od 1%.

Linder (2000), kao i Voelker i Kinney (2001) ukazuju da većina biljnih vrsta sintetiše veoma malu količinu zasićenih masnih kiselina, što je utvrđeno i za uzorke U1 (12,5%) i U2 (12,2%). Od 15 detektovanih masnih kiselina u ovim semenima, samo 4 (palmitinska, stearinska, arahidinska i beheinska) su zasićene, pri čemu su palmitinska (6%) i stearinska (3,1%) kiselina zastupljene sa većim udelom. Slične rezultate dobili su Petrović i sar. (2015) pri analizi komercijalnog ulja industrijske konoplje u Hrvatskoj, pri čemu se udeo zasićenih masnih kiselina u ovom ulju kretao od 9,43 do 11,33%, a najdominantnije su bile palmitinska i stearinska kiselina. S druge strane, nezasićene masne kiseline se smatraju veoma korisnim u ljudskoj ishrani kada se nalaze u prehrambenim proizvodima (Scorletti and Byrne, 2013). U tom smislu se posebno ističe seme industrijske konoplje koje sadrži visok procenat nezasićenih masnih kiselina (pre svega linoleinske,  $\gamma$ -linoleinska) (Da Porto et al., 2012; Smeriglio et al., 2016). Slično tome, u semenu divlje konoplje je utvrđen izuzetno visok procenat nezasićenih masnih kiselina (U1: 87, 5%; U2: 87,8%), što je u saglasnosti sa podacima o zastupljenosti masnih kiselina u semenu industrijske konoplje (Pojić et al., 2014; Vonapartis et al., 2015; Vecka et al., 2019, Babiker et al., 2021). Dobijeni podaci u ovom istraživanju ukazuju na potencijalnu mogućnost upotrebe semena divlje konoplje u ishrani.

## ZAKLJUČAK

Udeo i sastav masnih kiselina u semenu divlje konoplje slični su kao u semenu industrijske konoplje. U oba analizirana uzorka bile su zastupljene iste masne kiseline (15 različitih kiselina je detektovano), pri čemu je za većinu utvrđen isti udeo. Dominantne su nezasićene kiseline (oko 88%), dok su samo 4 kiseline zasićene. Sa najvećim udelom su zastupljene linoleinska (45,3 i 47,5%) i  $\alpha$ -linoleinska (13,6 i 15,5%) kiselina, što ukazuje na značajnu nutritivnu vrednost ovog semena.

## ZAHVALNICA

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije je podržalo ovo istraživanje (evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200116).

## LITERATURA

- Alonso-Esteban, J. I., González-Fernández, M. J., Fabrikov, D., Torija-Isasa, E., Sánchez-Mata, M. C., Guill-Guerrero, J. L.: Hemp (*Cannabis sativa* L.) Varieties: Fatty Acid Profiles and Upgrading of  $\gamma$ -Linolenic Acid-Containing Hemp Seed Oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 122 (7), 1900445, 2020.
- Arslan, Y., Tarıkahya Hacıoğlu, B.: Seed fatty acid compositions and chemotaxonomy of wild safflower (*Carthamus* L., *Asteraceae*) species in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42, 45-54, 2018.
- Ayerza, R.: Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87, 1161-1165, 2010.
- Babiker E. E., Uslu, N., Al Juhaimi, F., Mohamed Ahmed, I. A., Ghaffoor, K., Özcan, M. M., Almusallam, I. A.: Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *LWT*, 139, 110537, 2021.
- Bağcı, E., Bruehl, L., Aitzetmuller, K., Altan Y.: Chemotaxonomic Approach to the Fatty Acid and Tocochromanol Content of *Cannabis sativa* L. (*Cannabaceae*). *Turkish Journal of Botany*, 27, 141-147, 2003.
- Barać, M., Kresojević, M., Špirović Trifunović, B., Pešić, M., Vučić, T., Kostić, A., Despotović, S.: Fatty acid profiles and mineral content of Serbian traditional white brined cheeses. *Mlječarstvo*, 68 (1), 37-45, 2018.
- Stanford, F., Blade, S. F., Ampong-Nyarko, K., Przybylski, R.: Fatty Acid and Tocopherol Profiles of Industrial Hemp Cultivars Grown in the High Latitude Prairie Region of Canada. *Journal of Industrial Hemp*, 10(2), 33-43, 2006.
- Bretagnolle, F., Matejček, A., Gregoire, S., Reboud, X., Gaba, S.: Determination of fatty acids content, global antioxidant activity and energy value of weed seeds from agricultural fields in France. *Weed Research*, 56 (1), 78-95, 2016.
- Callaway, J. C.: Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140, 65-72, 2004.
- Connell C. R.: *Marijuana Botany: An Advanced Study*. Ronin Publishing, Inc., Berkeley, California, USA, 1981.
- Da Porto, C., Decorti, D., Natolino, A.: Potential oil yield, fatty acid composition, and oxidation stability of the hempseed oil from four *Cannabis sativa* L. cultivars. *Journal Dietary Supplements*, 12 (1), 1-10, 2015.
- Da Porto, C., Decorti D., Tubaro, F.: Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*, 36 (1), 401-404, 2012.
- Emboden W. A.: A taxonomy for *Cannabis*. *Taxon*, 26, 110, 1977.
- EU Council Regulation (EC) No 1124/2008. of 12 November 2008 amending Regulations (EC) No 795/2004, (EC) No 796/2004 and (EC) No (1973/2004, as regards the hemp varieties eligible for direct payments under Council Regulation (EC) No 1782/2003. *Official Journal of the European Union*. 14.11.2008. L 303/7. 2008.
- European Pharmacopoeia*, 9<sup>th</sup> Ed.: Council of Europe, Strasbourg, France, 2013.
- House, J. D., Neueld, J., Leson, G.: Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 11801-11807, 2010.
- Jorge, C.: *Marijuana Horticulture: The Indoor/Outdoor Medical Grower's Bible*, 5<sup>th</sup> edn., Van Patten Publishing, Vancouver, Canada, 12, 2006.
- Kang, J. X., Wang J.: A simplified method for analysis of polyunsaturated fatty acids. *BMC Biochemistry* 6 (5), 1-4, 2005.
- Kostić, A. Ž., Maćukanović-Jocić M. P., Špirović Trifunović, B. D., Vukašinović, I. Ž., Pavlović, V. B., Pešić, M. B.: Fatty acids of maize pollen - Quantification, nutritional and morphological evaluation. *Journal of Cereal Science*, 77, 180-185, 2017.
- Kostić, M.: Ekstrakcija ulja iz semena konoplje (*Cannabis sativa* L.) i njegova primena u sintezi biodizela. Doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu, 2018.
- Levin, D. A.: Oil content of seeds: an ecological perspective. *The American Naturalist*, 108, 193- 206, 1974.

- Linder, C. R.*: Adaptive evolution of seed oils in plants: accounting for the biogeographic distribution of saturated and unsaturated fatty acids in seed oils. *The American Naturalist*, 156, 442– 458, 2000.
- Mustafa, H. S. B., Hasan, E., Hassan, M., Sarwar, S., Qayyum, A., Mahmood, T.*: Influence of climatic conditions on chemical configuration of seeds in safflower, soybean, linseed and sesame. *Natural Sciences*, 14, 125–140, 2016.
- Nagy, D. U., Cianfaglione, K., Maggi, F., Sut, S., Dall'Acqua, S.*: Chemical Characterization of Leaves, Male and Female Flowers from Spontaneous Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Growing in Hungary. *Chemistry & Biodiversity*, 16(3), e1800562, 2019.
- Onemli, F.*: Fatty Acid Content of Seed at Different Development, Stages in Canola on Different Soil Types with Low Organic Matter. *Plant Production Science*, 17 (3), 253-259, 2014.
- Petrović, M., Debeljak, Ž., Kezić, N., Džidara, P.*: Relationship between cannabinoids content and composition of fatty acids in hempseed oils. *Food Chemistry*, 170, 218-225, 2015.
- Pojić, M., Misan, A., Sakac, M., Dapevic Hadnadev, T., Saric, B., Milovanovic, I.*: Characterization of byproducts originating from hemp oil processing, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (51), 12436-12442, 2014.
- Ranalli, P.*: Advances in hemp research. Food Production Press, Binghamton, USA, 1999.
- Ratsch, C.*: Marijuana Medicine: A World Tour of the Healing and Visionary Powers of Cannabis. VT: Healing Arts Press, Rochester, USA, 1998.
- Scorletti, E., Byrne, C. D.*: Omega-3 fatty acids, hepatic lipid metabolism, and nonalcoholic fatty liver disease. *Annual Review of Nutrition*, 33, 231-248, 2013.
- Small, E., Cronquist, A.*: A practical and natural classification for *Cannabis*. *Taxon*, 25, 405–435, 1976.
- Smeriglio, A., Galati, E. M., Monforte, M. T., Lanuzza, F., D'Angelo, V., Circosta, C.*: Polyphenolic compounds and antioxidant activity of cold-pressed seed oil from Finola cultivar of *Cannabis sativa* L. *Phytotherapy Research*, 30, 1298-1307, 2016.
- Vecka, M., Staňková, B., Kutová, S., Tomášová, P., Tvrzická, E., Žák, A.*: Comprehensive sterol and fatty acid analysis in nineteen nuts, seeds, and kernel. *SN Applied Sciences*, 1 (12), 1531, 2019.
- Voelker, T., Kinney, A. J.*: Variations in the biosynthesis of seed-storage lipids. *Annual Review of Plant Biology*, 52, 335– 361, 2001.
- Vonapartis, E., Aubin, M. P., Seguin, P., Mustafa, A. F., Charron, J. B.*: Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 8-12, 2015.
- Vrbničanin, S., Malidža, G., Gavrić, M.*: Kriterijumi, metode i rezultati kartiranja alohtonih invazivnih korova na području Srbije. U: Invazivni korovi: invazivni procesi, ekološko-genetički potencijal, unošenje, predviđanje, rizici, širenje, štete i kartiranje (Vrbničanin, S., Ed.). *Herbološko društvo Srbije, Beograd*, 233-315, 2015.

## **Fatty acids in wild hemp seeds (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *spontanea* Vavilov)**

### **SUMMARY**

Wild hemp (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *spontanea*) is a special variety of industrial hemp (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa*), which is believed to have originated from the acclimatization of industrial hemp to the ruderal habitat conditions of Eastern Europe. In Serbia it is found along roads, on field edges, stubble fields, garbage dumps etc., but also as a weed in fields. Due to the great popularity of industrial hemp, which can be used for various purposes (as raw material in food and pharmaceutical industry, in the production of gluten-free flour, biodiesel, detergents, in folk medicine), many researchers have analyzed its seeds, including analysing their fatty

acids content. However, even though this knowledge can be of chemotaxonomic, ecological, evolutionary and nutritional significance, there is no data on the presence and composition of fatty acids in wild hemp seeds

For the analysis of fatty acids in wild hemp seeds, the seed material was collected from two locations. After the extraction with hexane, determination of fatty acid esters was performed by capillary gas chromatography. Chromatographic peaks in the samples were identified by comparing the retention times with the retention times of the fatty acid esters in the analytical standard of a mixture of 37 fatty acid esters. The fatty acid composition is expressed as the relative mass fraction of the total fatty acids.

The analysis of fatty acids in wild hemp seeds reveals the presence of 15 different acids, with content of 17.5% (U1) and 14.7% (U2) in relation to the total seed weight. Linoleic (45.3 and 47.5%) and  $\alpha$ -linoleic (13.6 and 15.5%) acids were the most dominant. Of the 15 detected fatty acids, only 4 are saturated, with a representation of about 12%. Unsaturated fatty acids are present in a significantly higher proportion (about 88%), which indicates the nutritional value of these seeds.

**Key words:** fatty acids, wild hemp, GC-FID.