

Agroecological conditions of industrial hemp production in the western Pannonian agricultural subregion and fatty acids composition of hemp seed oil

Agroekološki uvjeti uzgoja industrijske konoplje u zapadno Panonskoj poljoprivrednoj podregiji Hrvatske i sastav masnih kiselina ulja sjemena

Mario SRAKA¹ (✉), Dubravka ŠKEVIN², Marko OBRANOVIĆ², Jasminka BUTORAC³,
Ivan MAGDIĆ¹

¹ University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Department of Food Engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

³ University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Forage and Grassland, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

✉ Corresponding author: msraka@agr.hr

ABSTRACT

Hemp is cultivated worldwide and it is adapted to a wide range of agroecological conditions. However, the yield level and the hemp seed oil quality depend on their variability, as well as on cultivars and agrotechnical cultivation measures. The objective of this study was determined climatic and pedological conditions of industrial hemp production, cultivar *Fedora 17*, on two family farms in the area of the western Pannonian agricultural subregion, which occupies about 18.5% of the total area of the Republic of Croatia where 555,198 ha agricultural land is located. It was determined the composition of fatty acids in the hemp seed oil grown during the investigation years 2016 and 2017. Pedological conditions were determined by standard field and laboratory methods, climatic features based on 30-yr analysis (1986-2015) of climatic data while the composition of fatty acid in hemp seed oil is determined by gas chromatography after seeds cold pressing. Results indicate a great heterogeneity of the pedological conditions at the investigated locations, while climatic conditions during the hemp vegetation differed significantly only in average air temperatures. The heterogeneity of the agroecological conditions, primarily pedophysical characteristics, influenced on hemp seed yield which depending on the location and year in which the study was conducted ranged from 350-1,200 kg/ha, but not influenced on fatty acids composition in the oil that was of satisfactory quality at both locations and in both years of investigations.

Keywords: climate, fatty acids composition, hemp, soil

SAŽETAK

Konoplja se uzgaja širom svijeta i prilagođena je širokom rasponu agroekoloških uvjeta. Međutim visina prinosa i kvaliteta ulja sjemena konoplje ovisi o varijabilnosti agroekoloških uvjeta, kao i o uzgajanom kultivaru i agrotehničkim mjerama uzgoja. Cilj ovoga istraživanja je utvrditi klimatske i pedološke uvjete uzgoja industrijske konoplje sorte *Fedora 17* na dva OPG-a na području zapadno Panonske poljoprivredne podregije koja zauzima oko 18,5% od ukupne površine

Hrvatske i gdje se nalazi 555.198 ha poljoprivrednog zemljišta. Određen je i sastav masnih kiselina u ulju sjemena konoplje tijekom vegetacijskih godina 2016. i 2017. Pedološke prilike su određene standardnim terenskim i laboratorijskim metodama, klimatske značajke temeljem analize 30 godišnjeg (1986-2015) niza klimatskih podataka, dok je sastav masnih kiselina u ulju određen plinskom kromatografijom nakon hladnog prešanja sjemena konoplje. Rezultati ukazuju na veliku heterogenost pedoloških prilika na istraživanim lokacijama, dok su se klimatski uvjeti tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje značajno razlikovali samo u prosječnim temperaturama zraka. Heterogenost agroekoloških uvjeta, prvenstveno fizikalnih značajki tla, je utjecala na visinu prinosa sjemena konoplje, koji je ovisno o lokaciji i godini istraživanja varirao od 350-1200 kg/ha, ali nije utjecala na sastav masnih kiselina u ulju koje je bilo zadovoljavajuće kvalitete na obje lokacije u obje godine istraživanja.

Ključne riječi: klima, konoplja, sastav masnih kiselina, tlo

DETAILED ABSTRACT

Hemp (*Cannabis sativa* L.) is one of the oldest cultivated plants that is believed to have originated in central Asia. Traditionally considered a multiuse crop, industrial hemp has been widely cultivated and used throughout history for its fibre, nutritional and medicinal properties. Hemp has been adapted to many different agroecological conditions and these characteristics helped spread from Central Asia to the Europe. Hemp seed oil is rich in nutrients and components that have a beneficial effect on health. Hemp has very interesting composition of fatty acids, especially high content of polyunsaturated fatty acids, essential linoleic and linolenic acid. Hemp cultivation works well with the principles of ecological agriculture as it does not require pesticide application and functions as a natural herbicide.

Hemp is cultivated worldwide and it is adapted to a wide range of agroecological conditions. However, the yield level and the hemp seed oil quality depend on their variability, as well as on cultivars and agrotechnical cultivation measures. The objective of this study was determined climatic and pedological conditions of industrial hemp production, cultivar *Fedora 17*, on two family farms (which applying ecological production principles) in the area of the western Pannonian agricultural subregion, which occupies about 18.5% of the total area of the Republic of Croatia where 555,198 ha agricultural land is located. Location Biljevec (area of the field is 1.2 hectares) is located southwest of Varaždin at 46°17'26" north latitude and 16°11'45" east longitude, at 180 m above sea level. Location Unčani (area of the field is 1.4 hectares) is located southwest of Hrvatska Kostajnica at 45°07'32" north latitude and 16°25'14" east longitude, at 114 m above sea level. Standard crop management was used for cultivation of industrial hemp for seed. Sowing rate was 40 kg/ha on both locations.

Pedological conditions were determined by standard field and laboratory methods, climatic features based on 30-yr analysis of (1986-2015) climatic data while the composition of fatty acid in oil is determined by gas chromatography after hemp seed cold pressing. Monthly values of the reference evapotranspiration were calculated using the Penman-Monteith method and using the computer program CROPWAT (Smith, 1992). The FAO method (Doorenbos and Pruitt, 1977) was used to calculate the hemp evapotranspiration. Hydrological calculation of soil water balance was performed according to the corrected and calibrated Palmer model using the computer program Hidrokalk (Tanić and Vidaček, 1989). Statistical analysis of climatic data and fatty acids composition in hemp seed oil was performed according to variance analysis method (ANOVA) and application of t-test using computer program SAS 9.3.1.

Results indicate a great heterogeneity of the pedological conditions at the investigated sites, while climatic conditions during the hemp vegetation differed significantly only in average air temperatures (with $P < 0.01$). The heterogeneity of the agroecological conditions, primarily physical characteristics of the soil, influenced on hemp seed yield which depending on location and year in which the study was conducted ranged from 350-1,200 kg/ha, but not influenced on fatty acids composition in oil that was of satisfactory quality at both locations and in both years of research. Average sample of hemp seed from Biljevec had 34.7% and average sample from Unčani 31.7% of oil content (expressed on dry matter). The sum of essential fatty acids (linoleic -LA and *alpha* linolenic - ALA) of hemp seed oil from both locations and from both crop years is in the range between 69.7% and 72.4%. Saturated fatty acids represent 10.6–11.1% of total fatty acids.

Results of calculation of evapotranspiration indicate that for Biljevec location, it is necessary to ensure 503.4 mm water in average for normal growth and development of hemp, while for the location of Unčani 480 mm water. Hydrological calculation of precipitation water balance in soils identified water deficit during hemp vegetation that were 91.7 mm in 2016 respectively 212.9 mm in 2017 on Biljevec site, while on Unčani site they were 37.4 mm in 2016 and 223.5 mm in 2017.

During cultivation industrial hemp in this area, it is necessary to pay more attention to pedological characteristics and agrotechnical cultivation measures, which will ensure high quality of hemp seed oil as well as higher yields.

UVOD

Konoplja (*Cannabis sativa* L.) je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka u svijetu porijeklom iz Centralne Azije (Li, 1974; Zlas i sur., 1993; Oomah i sur., 2002). Tradicionalno se uzgajala za dobivanje vlakna, pozdera i sjemena, koji su korišteni za industrijske i konzumentske potrebe (Kriese i sur., 2004; Vera i Hanks, 2004; House i sur., 2010; Pospišil, 2013). Radi dobre prilagodljivosti na različite klimatske uvjete konoplja se brzo proširila iz Azije, te se uzgaja na oko 25.000 ha u Europskoj Uniji (Carus i Sarmiento, 2016).

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske (Evidencija proizvođača industrijske konoplje tijekom 2012. godine u Republici Hrvatskoj industrijska konoplja je uzgajana na samo 107 ha (12 dozvola), a 2015. te površine rastu na 1660 ha (181 dozvola), dok se procjenjuje da danas ova kultura zauzima oko 2500 ha, najviše u Panonskoj poljoprivrednoj regiji (Ministarstvo poljoprivrede, 2012 i 2015).

Ulje sjemena konoplje je bogato hranjivim tvarima i komponentama koje pozitivno utječu na zdravlje. Vrlo je interesantan sastav masnih kiselina, posebice visoki sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, esencijalnih linolne i linolenske kiseline (Kriese i sur., 2004). Iako se konoplja brzo prilagođava klimatskim i pedološkim prilikama staništa, te spada među vrlo prilagodljive ratarske kulture, heterogenost ekoloških prilika, primijenjene agrotehnike i kultivara može dovesti do morfoloških i fizioloških promjena same biljke, te utjecati na visinu prinosa i sastava masnih kiselina u ulju sjemena (Pasković, 1966; Matthäus i Brühl, 2008; Kiralan i sur., 2010).

Konoplja se dobro uklapa i u principe ekološke poljoprivrede jer ne zahtijeva primjenu pesticida, a funkcionira kao prirodni herbicid (Bócsa i Karus, 1998; Ranalli, 1999; Barron i sur., 2003).

Slijedom navedenoga provedena su istraživanja o agroekološkim uvjetima uzgoja konoplje za dobivanje sjemena na području Republike Hrvatske, konkretno na dva obiteljska poljoprivredna gospodarstva u zapadno Panonskoj poljoprivrednoj podregiji u okolici Varaždina (lokacija Biljevec) i u okolici Hrvatske Kostajnice (lokacija Unčani) koji primjenjuju ekološke principe uzgoja. Ciljevi istraživanja jesu utvrditi da li postoje razlike između klimatskih i pedoloških prilika odabranih lokacija, te da li one utječu na visinu prinosa i sastav masnih kiselina u ulju sjemena konoplje. Dobiveni rezultati poslužiti će procjeni pogodnosti utvrđenih agroekoloških uvjeta za uzgoj ove vrijedne kulture.

MATERIJALI I METODE

Lokacije i terenska istraživanja

Istraživanja su provedena na dva OPG-a u zapadno Panonskoj poljoprivrednoj podregiji Republike Hrvatske, čije lokacije prikazuju slike 1 i 2. Lokacija Biljevec (OPG Cerjan, Slika 1) nalazi se jugozapadno od Varaždina na 46°17'26" sjeverne geografske širine i 16°11'45" istočne geografske dužine na nadmorskoj visini od 180 m. Površina parcele na kojoj je provedeno istraživanje je 1,2 ha. Lokacija Unčani (OPG Janković, Slika 2) nalazi se jugozapadno od Hrvatske Kostajnice na 45°07'32" sjeverne geografske širine i 16°25'14" istočne geografske dužine, na 114 m nadmorske visine. Površina pokusne parcele je 1,4 ha, a udaljena je oko 200 metara od rijeke Une.

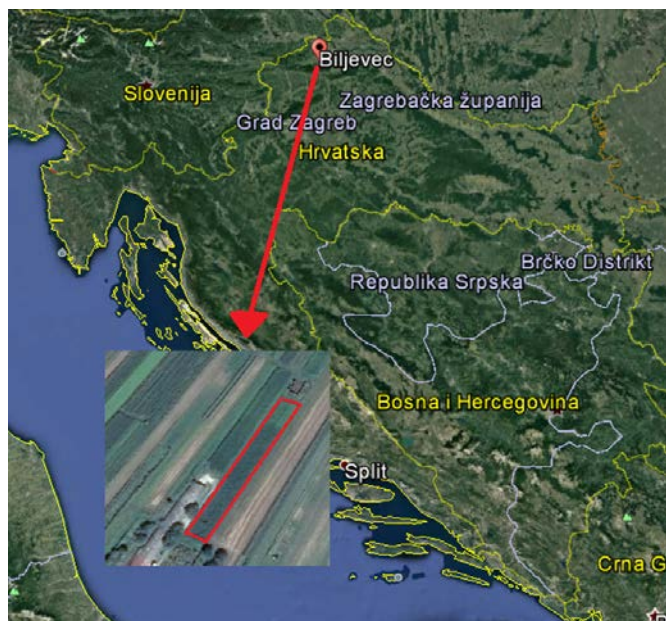


Figure 1. Location Biljevac (Source: Google Earth, 2017)

Slika 1. Lokacija Biljevac (Izvor: Google Earth, 2017)

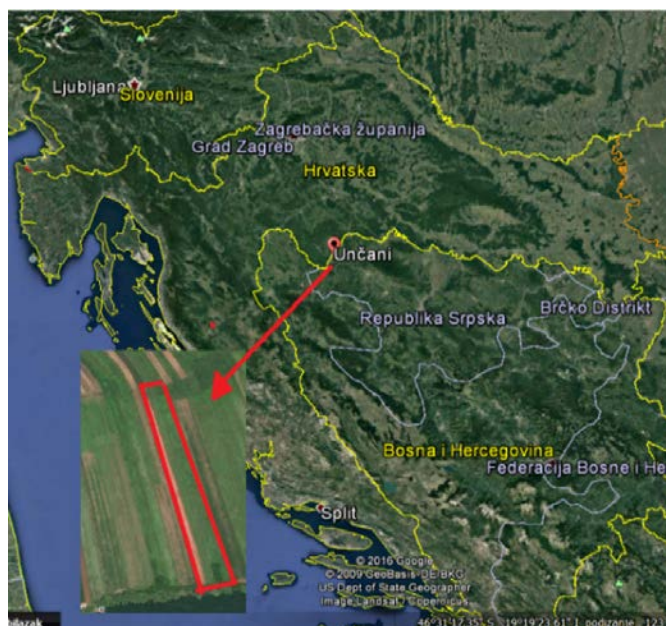


Figure 2. Location Unčani (Source: Google Earth, 2017)

Slika 2. Lokacija Unčani (Izvor: Google Earth, 2017)

Na obje lokacije posijana je industrijska konoplja sorta *Fedora 17* (Francuska), pri čemu je provedena uobičajena agrotehnika za uzgoj industrijske konoplje namijenjene proizvodnji sjemena. Osnovna obrada tla je obavljena u jesen na dubinu od 25 cm, a dopunska obrada drljanjem u travnju i frezanjem početkom svibnja. Gnojidba je obavljena stajskim gnojem, gnojem peradi, te kombinacijom ekoloških (bioloških i organskih) gnojiva

i poboljšivača tla (Proeco 21 NPK, Granosono Evo, Zeosand Eko). Na lokaciji Biljevac sjetva je obavljena 7. svibnja 2016. i 29. travnja 2017., a na lokaciji Unčani 5. svibnja 2016. i 2. svibnja 2017. Količina sjemena za sjetvu iznosila je 40 kg/ha na obje lokacije. Na lokaciji Biljevac žetva je obavljena 29. rujna 2016. i 2017., a na lokaciji Unčani 27. rujna 2016. i 23. rujna 2017. godine.

U sklopu terenskih istraživanja na obje lokacije iskopan je pedološki profil (dubine oko 1 m) radi utvrđivanja sistematske pripadnosti tla, odnosno radi uzorkovanja pojedinačnih uzoraka tla u prirodnom (uzeti pomoću cilindra volumena 100 cm³ iz sredine svakoga horizonta u tri ponavljanja) i narušenom (uzeti u PVC vrećice, oko 1,5 kg tla iz svakoga horizonta) stanju. Na svakoj lokaciji sa dubine 0-30 cm uzeti su i prosječni uzorci tla (sastavljeni od 15 homogeniziranih pojedinačnih) radi određivanja pH, sadržaja humusa, ukupnog dušika, te opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem. Za potrebe analize sastava masnih kiselina u ulju konoplje uzorkovano je i sjeme nakon žetve.

Laboratorijska i kabinetska istraživanja

Laboratorijska istraživanja obuhvatila su određivanje pedofizikalnih, pedokemijskih i hidropedoloških značajki iz pojedinačnih i prosječnih uzoraka prema standardnim metodama. Priprema uzoraka za određivanje fizikalnih i kemijskih značajki tla je prema normi HR ISO 11464:2009. Pedofizikalne značajke obuhvatile su određivanje retencijskog kapaciteta tla za vodu i zrak, te ukupnog sadržaja pora prema Gračaninu (Škorić, 1982), gustoće volumne prema normi HRN ISO 11272:2004, gustoće čvrstih čestica prema normi HRN ISO 11508:2004. Mehanički sastav tla određen je metodom prosijavanja i sedimentacije uz prethodnu dezagregaciju uzorka natrijevim pirofosfatom (Škorić, 1982). Teksturna oznaka tla određena je prema FAO (2006) korištenjem trokuta teksturnih klasa. Hidropedološke konstante tla – kapacitet tla za vodu, točka venuća i fiziološki aktivna vlaga – određeni su korištenjem tlačnog ekstraktora i tlačne membrane prema normi HRN ISO 11274:2004. Pedokemijske značajke su obuhvatile određivanje reakcije

tla elektrometrijski prema normi HR ISO 10390:2005, količine humusa oksidacijom s kalijevim bikromatom metodom Tjurina (JDPZ, 1966), biljci pristupačnih fosfora i kalija ekstrakcijom otopinom amonij-laktat-octene kiseline iz površinskog sloja 0-30 cm dubine, pri čemu je kalij je određen metodom plamene fotometrije, a fosfor kolorimetrijskom metodom na spektrofotometru. Ukupni dušik određen je metodom po Kjeldahlu prema normi HRN ISO 11261:2004.

Klimatske značajke analizirane su temeljem 30-godišnjeg (1986-2015) niza meteoroloških podataka (mjesečne količine oborina i prosječne mjesečne temperature zraka) dobivenih od Državnog hidrometeorološkog zavoda, te za 2016. i 2017. godinu u kojoj su provedena istraživanja. Za lokaciju Biljevec korišteni su podaci meteorološke postaje Varaždin (Državni hidrometeorološki zavod, 2016a i 2017a), dok su za lokaciju Unčani korišteni podaci meteorološke postaje Hrvatska Kostajnica (Državni hidrometeorološki zavod, 2016b i 2017b). Karakterizacija klimatskih prilika je obavljena prema Langovom kišnom faktoru.

Referentna evapotranspiracija izračunata je metodom Penman-Monteitha, korištenjem kompjuterskog programa CROPWAT (Smith, 1992). Za računanje evapotranspiracije kulture i izbor koeficijenta konoplje korištena je metoda FAO (Doorenbos i Pruitt, 1977). Hidrološki proračun komponenata bilance oborinske vode tla obavljen je prema korigiranom i kalibriranom modelu Palmera korištenjem računalnog programa Hidrokalk (Tanić i Vidaček, 1989).

Analiza ulja sjemena konoplje obavljena je u Laboratoriju za tehnologiju ulja i masti na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Određivanje količine vode provedeno je prema normi HRN EN ISO 665:2004, udjela ulja prema normi HRN EN ISO 659:2010, dok je sastav masnih kiselina ulja određen plinskom kromatografijom nakon hladnog prešanja sjemena konoplje i pripreme prema normama HRN EN ISO 5508:1999 i HRN EN ISO 5509:2004.

Statistička obrada klimatskih podataka i podataka o sastavu masnih kiselina u ulju sjemena konoplje obavljena

je prema metodi analize varijance (ANOVA) i primjenom t-testa korištenjem statističkog programa SAS 9.3.1.

REZULTATI I RASPRAVA

Klimatske značajke

Na lokaciji Biljevec prosječna godišnja količina oborina unutar 30-godišnjeg razdoblja (1986-2015) iznosi 848,7 mm (varira od 481,2 do 1312,2 mm), a prosječna godišnja temperatura zraka 10,9 °C (varira od 9,4 do 12,3 °C). Za isto razdoblje na lokaciji Unčani prosječna godišnja količina oborina je 954,3 mm (varira od 554,9 do 1450,8 mm), a prosječna godišnja temperatura zraka 11,6 °C (varira od 10,1 do 12,9 °C). Može se zaključiti da lokacija Biljevec ima prosječno suhlju i hladniju klimu u odnosu na Unčane, što potvrđuje i vrijednosti kišnog faktora po Langu (Slika 3). Tako klima na lokaciji Biljevec u prosjeku ima semihumidna obilježja ($K_f=78.5$), dok na lokaciji Unčani ona ima humidna obilježja ($K_f=82.9$). Postoji i trend smanjenja oborina i povećanja temperature zraka na istraživanim lokacijama. Statistička obrada klimatskih podataka (oborine i temperatura zraka) ukazuje da između istraživanih lokacija postoje statistički značajne razlike u promatranim parametrima (uz $P<0,01$) na nivou godine.

U tablicama 1 i 2 prikazane su mjesečne vrijednosti oborina i prosječne mjesečne temperature zraka tijekom vegetacije konoplje, kako za višegodišnje razdoblje (1986-2015), tako i za 2016. i 2017. godinu kada su provedena istraživanja. Statistički značajne razlike između lokacija su utvrđene samo za srednju temperaturu zraka vegetacijskog razdoblja (uz $P<0,01$), dok između oborina tijekom vegetacije konoplje razlike nisu bile značajne.

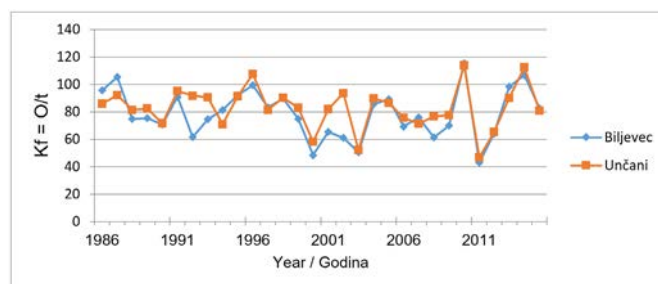


Figure 3. Lang's Rain-Factor for the period 1986-2015

Slika 3. Kišni faktor po Langu za razdoblje 1986.-2015. godina

Table 1. Monthly rainfall (mm) for the 2016. and 2017. growing period and 30-yr average for locations Biljevec and Unčani**Tablica 1.** Mjesečne oborine (mm) za vegetacijsko razdoblje 2016. i 2017. godine i 30-godišnji prosjek za lokacije Biljevec i Unčani

Month Mjesec	Location Biljevec Lokacija Biljevec			Location Unčani Lokacija Unčani		
	2016	2017	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)	2016	2017	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)
V	101,3	66,7	74,6	136,7	102,4	96,4
VI	106,9	84,5	88,5	103,3	38,3	92,4
VII	48,9	54	85,5	113,6	58,9	77,8
VIII	94,6	42,2	89,6	76,1	32,8	88,1
IX	34,3	242,1	105,4	67,8	157,6	117,8
Total in vegetation Ukupno u vegetaciji	386	489,5	443,6	497,5	390	472,5

Obzirom da je za vegetacijsko razdoblje konoplje od 5 mjeseci potrebno do 500 mm oborina (Pasković, 1966; Pospišil, 2013), postoji realna mogućnost pojave manjka vode jer višegodišnji prosjek oborina za istraživane lokacije varira od 443,6 mm do 472,5 mm (Tablica 1). Vegetacijsko razdoblje konoplje u 2016. godini karakterizira iznad prosječna količina oborina zabilježena u svibnju i lipnju na obje lokacije (Tablica 1), te u rujnu 2017. godine. Ovako velike količine oborina u rujnu 2017. godine uzrokovale su i značajno osipanje sjemena konoplje na obje lokacije,

što se odrazilo i na prinos sjemena konoplje, koji je na obje lokacije bio niži nego 2016. godine. Kao suhi se mogu izdvojiti na lokaciji Biljevec srpanj i rujna 2016. godine, te srpanj i kolovoz 2017. godine. Manja količina oborina od prosječne utvrđena je na lokaciji Unčani u rujnu 2016. godine, te u lipnju, srpnju i kolovozu 2017. godine.

Prosječne temperature zraka na istraživanim lokacijama za ukupno vegetacijsko razdoblje konoplje tijekom 2016. i 2017. nisu se statistički značajno razlikovale od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 2).

Table 2. Mean monthly temperature (°C) for the 2016 and 2017 growing period and 30-yr average for locations Biljevec and Unčani**Tablica 2.** Prosječne mjesečne temperature (°C) za vegetacijsko razdoblje 2016. i 2017. godine i 30-godišnji prosjek za lokacije Biljevec i Unčani

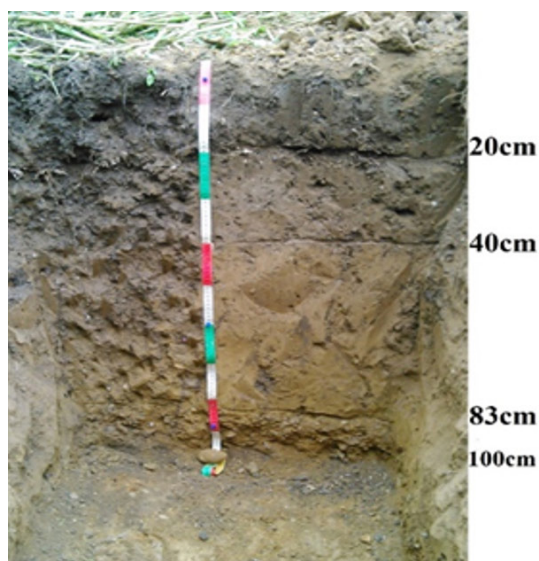
Month Mjesec	Location Biljevec Lokacija Biljevec			Location Unčani Lokacija Unčani		
	2016	2017	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)	2016	2017	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)
V	15,3	16,6	16,1	14,8	15,6	15,5
VI	19,8	21,7	19,4	19,5	20,9	19,1
VII	22,1	22,7	21,2	21,5	21,8	20,7
VIII	19,4	22,1	20,5	18,7	21,9	20,3
IX	17,7	14,4	15,7	16,5	14,2	15
Average in vegetation Prosječno u vegetaciji	18,9	19,5	18,6	18,2	18,9	18,1

Međutim utvrđene su statistički značajne razlike u prosječnim temperaturama između samih lokacija (uz $P < 0,01$). Mjesečne vrijednosti temperature zraka su tijekom 2016. godine bile uglavnom ispodprosječne, a tijekom 2017. godine iznadprosječne. Izuzetak za obje lokacije predstavlja rujan koji je 2016. godine bio topliji od prosjeka, a tijekom 2017. godine hladniji.

U vrijeme sjetve konoplje (svibanj) prosječne temperature zraka su iznosile 15-16 °C na obje lokacije što je iznad donje granice srednje temperature za sjetvu konoplje koja prema Pospišilu (2013) za naše uvjete iznosi 12 °C. Budući da za europsko područje uzgoja optimalne temperature tijekom pet mjeseci vegetacije konoplje za sjeme prosječno iznose od 16-18 °C (Pasković, 1966), odnosno suma temperatura tijekom vegetacije treba biti 2200-2800 °C (Pospišil, 2013), opći zaključak je da temperatura na istraživanom području ne predstavlja ograničavajući faktor uzgoja konoplje.

Pedološke značajke

Tlo na lokaciji Biljevec je livadsko fluvijalno i karakterizira ga vlaženje oborinama koje se slobodno procjeđuju, dok se tek ispod 1 metar nalazi podzemna voda. Vertikalni presjek ovoga tla prikazuje slika 4a, građa profila je P-P/C-C-Gso. U Republici Hrvatskoj zauzima ukupno 86.671 ha što iznosi oko 1,5% od ukupne površine (Husnjak, 2014).



Tlo na lokaciji Unčani je amfiglej, nekarbonatni, mineralni, vertični koji ima vlaženje površinskog dijela profila stagnirajućim površinskim vodama (oborine, poplavne vode, slivene vode), dok je s donje strane vlaženo visokim podzemnim vodama koje dopiru unutar zone od 0,5-1 m dubine. Vertikalni presjek ovoga tla prikazuje slika 4b, a građa profila je P-Gr-Gso-Gr. U Republici Hrvatskoj zauzima ukupno 177.808 ha što iznosi oko 3,2% od ukupne površine (Husnjak, 2014).

Prema mehaničkom sastavu (Tablica 3) tlo na lokaciji Biljevec je teksturo homogeno čitavom dubinom, jedino je najdublji horizont lakšeg teksturnog sastava, pri čemu sadržaj gline ne prelazi 14% niti u jednom horizontu. Tlo na lokaciji Unčani je težeg teksturnog sastava čitavom dubinom profila, a sadržaj gline u svim horizontima prelazi 35%.

Konoplja se može uzgajati na različitim tlima, ali najbolje podnosi strukturalno dobro drenirana, ilovasta tla (Van der Werf, 1991; Pospišil, 2013). Iako Amaducci i sur. (2008) u svojim istraživanjima utvrđuju da tla ilovaste do praškasto glinaste ilovaste teksture sa 21-31% glinene komponente nisu utjecala na ujednačenost razvoja korijena konoplje, Gregori (2006) utvrđuje da je razvoj korijena konoplje manje izražen u teksturalno lakšim tlima, a glinasta tla imaju još veći utjecaj na redukciju razvoja korijena, a što se može reflektirati i na prinos vlakna i sjemena. Prema



Figure 4. Soil profile on locations Biljevec (a) and Unčani (b) (Foto: I. Magdić, 2016)

Slika 4. Profil tla na lokacijama Biljevec (a) i Unčani (b) (Foto: I. Magdić, 2016)

tome lokacija Biljevec je prema teksturi tla pogodnija za uzgoj konoplje u odnosu na lokaciju Unčani.

Rezultati pedofizikalnih značajki (Tablica 4) ukazuju da, analogno mehaničkom sastavu, tlo na lokaciji Biljevec je porozno čitavom dubinom, pri čemu ima osrednji do maleni kapacitet tla za vodu, dok kapacitet tla za zrak varira u širokom rasponu od osrednjeg do velikog. Tlo na

lokaciji Unčani je porozno do malo porozno, kapacitet tla za vodu je osrednji do velik, dok je kapacitet tla za zrak vrlo mali.

Budući da biljke ne mogu koristiti čitav raspon vlažnosti već samo jedan njegov dio (fiziološki aktivna ili biljkama pristupačna voda), u tablici 5 su prikazane vrijednosti hidropedoloških konstanti (kapacitet tla za vodu, točka

Table 3. Mechanical composition of soil

Tablica 3. Mehanički sastav tla

Location Lokacija	Soil depth Dubina tla (cm)	Sand ¹ Pijesak ¹ (%)	Silt ¹ Prah ¹ (%)	Clay ¹ Glina ¹ (%)	Texture class Teksturna oznaka
Biljevec	0-20	20,8	68,3	10,9	Silty loam Praškasta ilovača
	20-40	20,4	68,4	11,2	Silty loam Praškasta ilovača
	40-83	15,2	71,6	13,2	Silty loam Praškasta ilovača
	83-100	55,3	37,9	6,8	Sandy loam Pjeskovita ilovača
Unčani	0-30	5,1	57,8	37,1	Silty clay loam Praškasto glinasta ilovača
	30-60	4,7	54	41,3	Silty clay Praškasta glina
	60-90	3,3	58,7	38	Silty clay loam Praškasto glinasta ilovača

¹Sand - size fraction 2-0.063 mm; silt - size fraction 0.063-0.002 mm; clay - size fraction <0.002 mm.

Pijesak - veličina frakcije 2-0.063 mm; prah - veličina frakcije 0.063-0.002 mm; glina - veličina frakcije <0.002 mm.

Table 4. Pedophysical properties

Tablica 4. Pedofizikalne značajke

Location Lokacija	Soil depth Dubina tla (cm)	Soil capacity for Kapacitet tla za		Total porosity Ukupni porozitet (% vol.)	Density of soil Gustoća tla	
		Water Vodu (% vol.)	Air Zrak (% vol.)		Bulk Volumna (g/cm ³)	Specific Čvrstih čestica (g/cm ³)
Biljevec	0-20	39,3	15,1	54,4	1,15	2,52
	20-40	40,3	12,8	53,1	1,2	2,56
	40-83	42,5	9,2	47,8	1,4	2,68
	83-100	31,6	19,3	50,9	1,35	2,75
Unčani	0-30	45,1	1,9	47	1,32	2,49
	30-60	42,6	0,9	43,5	1,44	2,55
	60-90	40,6	2,1	42,7	1,49	2,6

Table 5. Hydopedological properties**Tablica 5.** Hidropedološke značajke

Location Lokacija	Soil depth Dubina tla (cm)	Soil water capacity Kapacitet tla za vodu (mm)	Wilting point Točka venuća (mm)	Available water capacity Fiziološki aktivna voda (mm)
Biljevec	0-20	78,6	40,8	37,8
	20-40	80,6	41,2	39,4
	40-60	85	37,2	47,8
	0-60	244,2	119,2	125
Unčani	0-30	135,3	97,2	38,1
	30-60	127,8	78,6	49,2
	0-60	263,1	175,8	87,3

venuća i fiziološki aktivna voda) za dubinu tla 0-60 cm gdje se i razvija glavna masa korijena konoplje.

Tla na lokaciji Biljevec unatoč manjem kapacitetu tla za vodu u odnosu na lokaciju Unčani, ima veće količine pristupačne ili fiziološki aktivne vode do dubine od 60 cm. Razlike u količini pristupačne vode između lokacija posljedica su različitog mehaničkog sastava tla. Lokacija Unčani sadrži 37-41% gline čitavom dubinom tla, a ona ima veliku sposobnost vezanja vode u nepristupačnom obliku, dok s druge strane na lokaciji Biljevec sadržaj gline ne prelazi 14%, pa su i manje količine nepristupačne vode.

Rezultati analize kemijskih značajki tla (Tablica 6) ukazuju da nema značajnijih razlika između lokacija istraživanja. Konoplja dobro uspijeva na širokom rasponu pH vrijednosti, ali najbolje rezultate postiže na slabo kiselim i neutralnim tlima pH od 6-7,5 (Bócsa i Karus, 1998; Pospíšil, 2013; Amaducci i sur., 2015). Razvoju konoplje pogoduju tla bogata hranjivima sa povećanim sadržajem organske tvari (Dempsey, 1975; Van der Werf, 1991; Ranalli i Venturi, 2004). Prema navedenom zaključujemo da kemijske značajke tla na obje lokacije nisu ograničavajući faktor za uzgoj konoplje.

Table 6. Pedomchemical properties**Tablica 6.** Pedokemijske značajke

Location Lokacija	Year Godina	pH		Humus content Sadržaj humusa (%)	Total nitrogen Ukupni dušik (%)	Physiologically active (mg/100 g of soil) Fiziološki aktivni	
		H ₂ O	M KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O
Biljevec	2016	7,1	6,6	3,5	0,21	46,6	40
	2017	7	6,5	3,9	0,25	41,8	37,7
Unčani	2016	7,1	6,2	4,6	0,29	46	25,5
	2017	7,2	6,3	4,8	0,31	39,1	29,3

Općenito se može reći da su pedološke prilike na istraživanim lokacijama dosta heterogene, što se naročito vidi u mehaničkom sastavu, fizikalnim i hidropedološkim značajkama tla, dok su razlike u kemijskim značajkama manje izražene. Utvrđena heterogenost se odrazila i na prinos sjemena konoplje koji značajno ovisi o pedološkim značajkama (Pasković, 1966; Gregory, 2006). Prema Pospišilu (2013) prosječan prinos sjemena konoplje varira od 0,5 do 1 t/ha, a maksimalni prinos je oko 1,2 t/ha. Augustinović i sur. (2016) u sličnim klimatskim ali različitim pedološkim uvjetima utvrđuju da je tijekom 2015. godine prinos sjemena konoplje *Fedore* 17 varirao ovisno o gustoći sklopa u širokim granicama od 782 do 1598 kg/ha. Na lokaciji Biljevec utvrđeni prinosi sjemena konoplje variraju od 900 kg/ha (2017. godina) do 1200 kg/ha (2016. godina). Utvrđeni prinosi na lokaciji Unčani su radi slabijih fizikalnih značajki bili znatno niži: 500 kg/ha utvrđeni 2016. godine, odnosno samo 350 kg/ha postignuti 2017. godine. Pokazalo se da i lokacija, ali i godina uzgoja imaju statistički značajan utjecaj na visinu prinosa sjemena konoplje.

Bilanca oborinske vode u tlu

Na sjevernoj hemisferi konoplja treba 500-700 mm fiziološki aktivne vode za postizanje optimalnih prinosa, naročito za vrijeme intenzivnog porasta tijekom lipnja i srpnja (Bócsa i Karus, 1998; Di Bari i sur., 2004). Prema rezultatima proračuna evapotranspiracije za lokaciju Biljevec je potrebno prosječno osigurati za normalan rast i razvoj konoplje 503,4 mm vode, dok je za lokaciju Unčani potrebno 480 mm.

Bilanca vode pokazuje manjkove i viškove koji se javljaju u tlu tijekom određenog vremenskog razdoblja. Za lokaciju Biljevec prosječni manjak vode (M) je 62,5 mm, pri čemu se u vegetaciji konoplje javlja i prosječni višak vode (V) od 15,7 mm utvrđen u svibnju (Tablica 7). Tijekom 2016. godine su potrebne količine vode (ETK) u vegetaciji konoplje bile na razini prosječne godine, ali su utvrđeni veći manjak i veći višak oborinske vode. Još nepovoljnija bilanca je utvrđena u vegetaciji 2017. godine. Radi nepovoljne raspodjele oborina tijekom vegetacije

konoplje, kao i visokih maksimalni dnevnih temperatura tijekom srpnja i kolovoza (oko 37-38 °C), utvrđeni manjak vode iznosio je čak 212,9 mm. Istovremeno radi velikih količina oborina tijekom rujna utvrđen je i višak vode od 75,5 mm.

Za lokaciju Unčani prosječni manjak vode (M) u vegetacijskom razdoblju konoplje je 76,5 mm, pri čemu se javlja i prosječni višak vode (V) od 69 mm utvrđen tijekom svibnja i rujna (Tablica 8).

Tijekom vegetacije 2016. godine koja je po količini oborina bila vlažnija od prosječne utvrđeni su i veći viškovi, ali i manji manjak vode u odnosu na prosjek. Značajniji viškovi se javljaju na početku vegetacije tijekom svibnja na što je konoplja jako osjetljiva (Pospišil, 2013). Tijekom vegetacije 2017. godine, radi 107,6 mm manje oborina i 0,7 °C veće prosječne temperature u odnosu na 2016. godinu, utvrđen je i značajno veći ukupni manjak vode od 223,5 mm.

Utvrđeni manjkovi vode koji se dominantno javljaju tijekom srpnja i kolovoza, ali i viškovi vode koji se u pojedinim godinama javljaju uglavnom početkom vegetacijskog razdoblja (svibanj), ali i tijekom rujna, utjecali su i na prinos sjemena konoplje na obje lokacije. Za lokaciju Biljevec prinos je varirao od 1200 kg/ha (2016. godina) do 900 kg/ha (2017. godina), odnosno za lokaciju Unčani od 500 kg/ha (2016. godina) do svega 350 kg/ha (2017. godina). Iako konoplja postiže zadovoljavajuće prinose i u uvjetima suhoga ratarenja, rezultati ukazuju na opravdanost primjene natapanja, posebice u ekstremnim klimatskim godinama o čemu govore i podaci o natapanju konoplje u Turskoj, Španjolskoj i Čileu (Dempsey, 1975), odnosno u mediteranskim uvjetima uzgoja (Lloveras i sur., 2006).

Sastav masnih kiselina u ulju sjemena konoplje

Prije proizvodnje ulja hladnim prešanjem u uzorcima sjemena konoplje određen je udjel ulja i vode. Prosječni uzorak sjemena s lokacije Biljevec imao je 34,7%, a s lokacije Unčani 31,7% ulja na suhu tvar. U literaturi se navode rasponi od 29,6-36,5% ulja, na što utječu brojni čimbenici kao što su kultivar, klimatski uvjeti, lokacije i

Table 7. Balance of precipitation soil water (mm) at Biljevec location**Tablica 7.** Bilanca oborinske vode u tlu (mm) na lokaciji Biljevec

Month Mjesec	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)			2016 year 2016. godina			2017 year 2017. godina		
	ETk*	V*	M*	ETk*	V*	M*	ETk*	V*	M*
V	48,8	15,7	0	44,4	28,9	0	51,3	0	0
VI	110,7	0	1,6	107,2	0	0	132	0	20,3
VII	153,3	0	33,1	157,2	0	43,1	182,2	0	88,4
VIII	131,9	0	27,9	128	0	23,7	160,1	0	104,3
IX	58,7	0	0	67,1	0	24,8	51,5	75,5	0
Total in vegetation Ukupno u vegetaciji	503,4	15,7	62,5	503,8	28,9	91,7	577,1	75,5	212,9

*ETk – crop evapotranspiration, V – surplus of water in soil, D – soil water deficit.

ETk – evapotranspiracija kulture, V – višak vode u tlu, D – manjak vode u tlu.

Table 8. Balance of precipitation soil water (mm) at Unčani location**Tablica 8.** Bilanca oborinske vode u tlu (mm) na lokaciji Unčani

Month Mjesec	Long term average Višegodišnji prosjek (1986-2015)			2016 year 2016. godina			2017 year 2017. godina		
	ETk*	V*	M*	ETk*	V*	M*	ETk*	V*	M*
V	43,2	53,2	0	38,8	80,9	0	43,7	58,7	0
VI	102,6	0	0	97,5	5,8	0	116,1	0	42,8
VII	149,7	0	45,7	143	0	11	162,6	0	78,8
VIII	128,3	0	30,9	114,8	0	26,5	149,4	0	101,9
IX	56,1	15,9	0	58,9	0	0	45,9	37,2	0
Total in vegetation Ukupno u vegetaciji	480	69	76,5	452,9	86,7	37,4	517,6	95,9	223,5

*ETk – crop evapotranspiration, V – surplus of water in soil, D – soil water deficit.

ETk – evapotranspiracija kulture, V – višak vode u tlu, D – manjak vode u tlu.

godine uzgoja (Matthäus i Brühl, 2008; Kiralan i sur., 2010).

Uz udjel ulja, sastav masnih kiselina predstavlja specifičnu karakteristiku uljarskih sirovina. Sastav masnih kiselina u uzorcima ulja iz sjemena konoplje sa lokacija Biljevec i Unčani, uzgojenih tijekom 2016. i 2017. godine prikazan je u tablici 9.

Ulje sjemena konoplje sadrži visok udjel obje esencijalne masne kiseline (linolna-LA i alfa linolenska-ALA), i to skoro 75% od ukupnih masnih kiselina (Matthäus i Brühl, 2008). Udjel LA i ALA u ulju sjemena konoplje sa lokacija Biljevec i Unčani nalazi se u rasponu od 69,7 do 72,4% (Tablica 9). Uz ove biološki vrijedne masne kiseline u uzorcima je identificirana i γ -linolenska

Table 9. Fatty acid profile of hempseed oil samples**Tablica 9.** Sastav masnih kiselina u uzorcima ulja sjemena konoplje

Fatty acid* (% of total amount) Masna kiselina* (% od ukupnih)	Location Biljevec Lokacija Biljevec		Location Unčani Lokacija Unčani	
	2016	2017	2016	2017
C16:0	6,6	6,3	6,9	6,6
C16:1	0	0,1	0	0,1
C18:0	3,2	3	2,9	2,9
C18:1	13,9	13,7	15,5	12,8
C18:2 ω-6	56,2	56,2	55,4	56,6
C 18:3 ω-6	2,1	2,5	2,6	2,8
C18:3 ω-3	16,2	15,8	14,3	15,7
C20:0	0,8	0,9	0,9	0,9
C20:1	0,4	0,4	0,4	0,4
C22:0	0	0,4	0,4	0,3
Σ SFA	10,6	10,6	11,1	10,7
Σ LA + ALA	72,4	72	69,7	72,3
ω-6:ω-3	3,6	3,7	4	3,8

*C 16:0 palmitic/palmitinska; C16:1 palmitoleic/palmitoleinska; C18:0 stearic/stearinska; C18:1 oleic/oleinska; C18:2 ω-6 linoleic/linolna LA; C18:3 ω-3 α – linolenic/linolenska ALA; C18:3 ω-6 γ-linolenic/linolenska GLA; C20:0 arachidic/arahidska; 20:1 eicosenoic/eikozenska; 22:0 behenic/behenska; Σ SFA – sum of saturated fatty acids/zbroj zasićenih masnih kiselina, Σ LA + ALA sum of essential fatty acids/zbroj esencijalnih masnih kiselina, ω-6:ω-3 – ratio of omega 6 and omega 3 fatty acids/omjer omega 6 i omega 3 masnih kiselina

kiselina (GLA). Ona ulja koja sadrže ovu masnu kiselinu, imaju vrlo visoku nutritivnu vrijednost. Udjel GLA u ulju iz sjemena konoplje je pod utjecajem genetskih faktora, a navodi se raspon od 0,34 do 6,8% (Matthäus i Brühl, 2008; Callaway i Pate, 2009). GLA u uzorcima ispitanim u ovom radu nalazi se unutar tog raspona. Osim LA, ALA i GLA, rijetka i biološki važna masna kiselina ulja iz sjemena konoplje je stearidonska masna kiselina (SDA, C 18:4, ω-3). Njezin udjel nalazi se u rasponu 0.06-2% (Callaway i sur., 1997; Mölleken i Theimer, 1997; Kiralan i sur., 2010), no u uljima ispitanim u našem radu nije identificirana. Općenito se smatra da su ulja iz sjemena uzgojenog u uvjetima vrlo hladne klime bogata GLA i SDA jer one čuvaju stanice sjemena od smrzavanja (Callaway i Pate,

2009). Zasićene masne kiseline u našim uzorcima čine 10,6-11,1% od ukupnih masnih kiselina, a ti su rezultati dobro usporedivi s rezultatima iz literature (Matthäus i Brühl, 2008; Kiralan i sur., 2010).

Ulje sjemena konoplje sa lokacija Biljevec i Unčani u obje godine istraživanja je imalo dobar omjer ω-6:ω-3 masnih kiselina (3,6-4:1), a njegovo konzumiranje može dovesti do uravnotežene prehrane (Simopoulos, 2002; Schwab i sur., 2006).

Iako neki autori utvrđuju statistički značajan utjecaj klime, lokacije i godine uzgoja na sastav masnih kiselina ulja iz sjemena konoplje (Matthäus i Brühl, 2008; Kiralan i sur., 2010), u ovom radu analiza varijance je pokazala

da ne postoji statistički značajna razlika u sastavu masnih kiselina između uzoraka s obzirom na lokaciju i s obzirom na godinu uzgoja.

ZAKLJUČCI

Na području zapadno Panonske poljoprivredne podregije utvrđena je velika heterogenost pedoloških značajki na istraživanim lokacijama uzgoja konoplje, prvenstveno u fizikalnim i hidropedološkim svojstvima, što se odrazilo i na visinu ostvarenih prinosa. Na tlu lakšeg teksturnog sastava i većeg kapaciteta fiziološki aktivne vode ovisno o godini uzgoja prinosi sjemena konoplje variraju od 900-1200 kg/ha. Međutim na teksturno težim tlima i manjeg kapaciteta fiziološki aktivne vode oni iznose svega 350-500 kg/ha. Klimatske prilike su povoljne za uzgoj konoplje, pri čemu su tijekom vegetacijskog razdoblja utvrđene statistički značajne razlike jedino u srednjim mjesečnim temperaturama između lokacija. Rezultati ukazuju da se tijekom vegetacije konoplje (svibanj-rujan) može javiti i značajni manjak vode u tlu, pa se za ostvarivanje visokih i sigurnih prinosa preporuča natapanje. Nije se pokazalo da lokacija i godina uzgoja imaju statistički značajan utjecaj na sastav masnih kiselina u ulju sjemena konoplje. Na obje lokacije i u obje godine istraživanja ulje ima dobar sastav masnih kiselina koji mu daje visoku nutritivnu vrijednost.

Prilikom uzgoja industrijske konoplje na ovom području potrebno je više pažnje posvetiti pedološkim značajkama i tehnologiji proizvodnje, što će uz visoku kvalitetu ulja sjemena osigurati i visoke prinose.

LITERATURA

- Amaducci, S., Zatta, A., Raffanini, M., Venturi, G. (2008) Characterisation of hemp (*Cannabis sativa* L.) roots under different growing conditions. *Plant and soil*, 313 (1-2), 227.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9695-0>
- Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F.H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G., Cosentino, S.I. (2015) Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, 68, 2-16.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.041>
- Augustinović, A., Serini, E., Peremin Volf, T., Andreato Koren, M., Dadaček, N., Ivanek Martinčić, M. (2016) Prinos sjemena i suhe stabiljke konoplje u ovisnosti o sorti i gustoći sklopa. *Agronomski glasnik*, 78 (4), 133-144. Available at: <https://hrcak.srce.hr/180190> [Accessed 25 May 2018].
- Barron, A., Coutinho, J., English A., Gergely, S., Lidouren, E. (2003) Integrating hemp in organic farming systems: A focus on the United Kingdom, France and Denmark. København: The Royal Agricultural and Veterinary University. Available at: <https://northcoasthemp.wholistic.com.au/wp-content/uploads/2008/08/integrating-hemp-in-organic-farming-systems.pdf> [Accessed 10 May 2018].
- Bócsa, I., Karus, M. (1998) The cultivation of hemp: botany, varieties, cultivation and harvesting. Sebastopol: Hempstechl.
- Callaway, J.C., Tennilä, T., Pate, D.W. (1997) Occurrence of "omega-3" stearidonic acid (cis-6,9,12,15-octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sativa* L.) seed. *Journal of the International Hemp Association*, 3, 61-63. Available at: www.internationalhempassociation.org/jiha/iha03208.html [Accessed 15 February 2018].
- Callaway, J.C., Pate, D.W. (2009) Hempseed oil. In: Moreau, R., Kamal-Eldin, A., eds. *Gourmet and health-promoting specialty oils*. Urbana: AOCS Press, 185-214. Available at: http://finola.fi/wp-content/uploads/2017/10/Callaway_and_Pate_Hempseed_AOCS_Review_2009.pdf [Accessed 15 February 2018].
- Carus, M., Sarmiento, L. (2016) The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibers, shivs, seeds and flowers. Huerth: European Industrial Hemp Association. Available at: http://eiha.org/media/2017/12/17-03_European_Hemp_Industry.pdf [Accessed 10 February 2019].
- Državni hidrometeorološki zavod (2016a). Meteorološki podaci za meteorološku postaju Varaždin za 2016. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.
- Državni hidrometeorološki zavod (2016b). Meteorološki podaci za meteorološku postaju Hrvatska Kostajnica za 2016. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.
- Državni hidrometeorološki zavod (2017a). Meteorološki podaci za meteorološku postaju Varaždin za 2017. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.
- Državni hidrometeorološki zavod (2017b). Meteorološki podaci za meteorološku postaju Hrvatska Kostajnica za 2017. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.
- Dempsey, J.M. (1975) *Hemp in fiber crops*. Gainesville: University of Florida Press.
- Di Bari, V., Campi, P., Colucci, R., Mastorilli, M. (2004) Potential productivity of fibre hemp in southern Europe. *Euphytica*, 140 (1-2), 25-32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4751-1>
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. (1977) *Crop water requirements*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- FAO (2006) *Guidlines for soil description*. 4th edition. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Gregory, P.J. (2006) *Plant roots: Growth, activity and interaction with soils*. Oxford: Blackwell Publishing.
- House, J.D., Neufeld, J., Leson, G. (2010) 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.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1021/jf102636b>
- HRN EN ISO 659:2010 Oilseeds - Determination of oil content (reference method). Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN EN ISO 665:2004 Oilseeds - Determination of moisture and volatile matter content. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN EN ISO 5508:1999 Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids. Zagreb: Croatian Standards Institute.

- HRN EN ISO 5509:2004 Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 10390:2005 Soil quality - Determination of pH. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 11261:2004 Soil quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 11272:2004 Soil quality Determination of dry bulk density. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 11274:2004 Soil quality - Determination of the water-retention characteristic - Laboratory methods. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 11464:2009 Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 11508:2004 Soil quality - Determination of particle density. Zagreb: Croatian Standards Institute.
- HRN ISO 13878:2004 Soil quality - Determination of total nitrogen content by dry combustion („elemental analysis“). Zagreb: Croatian Standards Institute.
- Husnjak, S. (2014) Sistematika tala Hrvatske. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada.
- JDPZ (1966) Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. Kemijske metode ispitivanja zemljišta. Beograd: JDPZ.
- Kiralan, M., Göl, V., Metin Kara, S. (2010) Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 8 (2), 385-390.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5424/sjar/2010082-1220>
- Kriese, U., Schumann, E., Weber, W., Beyer, M., Brühl, L. (2004) Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. Euphytica, 137 (3), 339-351.
DOI: <https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000040473.23941.76>
- Li, H.I. (1974) The origin and use of *Canabis* in eastern Asia linguistic - cultural implications. Economic Botany, 28 (3), 293-301.
DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02861426>
- Lloveras, J., Santiveri, F., Gorchs, G. (2006) Hemp and flax biomass and fiber production and linseed yield in irrigated Mediterranean condition. Journal of Industrial Hemp, 11 (1), 3-15.
DOI: https://dx.doi.org/10.1300/J237v11n01_02
- Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske (2012). Evidencija proizvođača industrijske konoplje. Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske.
- Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske (2015). Evidencija proizvođača industrijske konoplje. Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske.
- Matthäus, B., Brühl, L. (2008) Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. European Journal of Lipid Science and Technology, 110 (7), 655-661. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700311>
- Mölleken, H., Theimer, R.R. (1997) Survey of minor fatty acids in *Cannabis sativa* L. fruits of various origins. Journal of the International Hemp Association, 4, 500-504. Available at: <http://www.druglibrary.net/olsen/HEMP/IHA/jiha4107.html> [Accessed 12 February 2018].
- Oomah, B.D., Busson, M., Godfrey, D.V., Drover, J.C. (2002) Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. Food Chemistry, 76 (1), 33-43.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00245-X)
- Pasković, F. (1966) Predivo bilje, I. dio - konoplja, lan i pamuk. Zagreb: Nakladni zavod znanje.
- Pospišil, M. (2013) Ratarstvo II. dio - industrijsko bilje. Čakovec: Zrinski d.d.
- Ranalli, P. (1999) Advances in hemp research. New York, London: Food Products Press.
- Ranalli, P., Venturi, G. (2004) Hemp as a raw material for industrial applications. Euphytica, 140 (1-2), 1-6.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4749-8>
- Schwab, U.S., Callaway, J.C., Erkkilä, A.T., Gynther, J., Uusitupa, M.I., Järvinen, T. (2006) Effects of hempseed and flaxseed oils on the profile of serum lipids, serum total and lipoprotein lipid concentrations and haemostatic factors. European Journal of Nutrition, 45 (8), 470-77.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00394-006-0621-z>
- Simopoulos, A.P. (2002) Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune disease. Journal of the American College of Nutrition, 21 (6), 495-505.
DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2002.10719248>
- Smith, M. (1992) CROPWAT - A computer program for irrigation planning and management. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Škorić, A. (1982) Priručnik za pedološka istraživanja. Zagreb: Fakultet poljoprivrednih znanosti.
- Tanić, S., Vidaček, Ž. (1989) Hidrokalk - kompjuterski programski paket za proračun bilance oborinske vode u tlu. Zagreb: Fakultet poljoprivrednih znanosti.
- Van der Werf, H.M.G. (1991) Agronomy and crop physiology of fibre hemp. A literature review. CABO Report 142. Wageningen: Center for Agrobiological Research. Available at: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/346939> [Accessed 15 March 2018].
- Vera, C.I., Hanks, A. (2004) Hemp production in Western Canada. Journal of Industrial Hemp, 9 (2), 79-86.
DOI: https://doi.org/10.1300/J237v09n02_08
- Zlas, J., Stark, h., Seligman, J., Levy, R., Werker, E., Breuer, A., Mechoulam, R. (1993) Early medical use of cannabis. Nature, 363, 215.
DOI: <https://doi.org/10.1038/363215a0>