Agroekološki uvjeti uzgoja industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj

Parić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:102467

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

MARIO PARIĆ

AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, kolovoz, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
AGROEKOLOGIJA – AGROEKOLOGIJA

MARIO PARIĆ

AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

DIPLOMSKI RAD

MENTOR: izv.prof.dr.sc. Mario Sraka

ZAGREB, kolovoz, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Mario Parić**, JMBAG 1003074795, rođen 15.10.1991. u Slavonskom Brodu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana **10.08.2017**

_____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Mario Parić**, JMBAG 1003074795, naslova

AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:		potpisi:
1. Izv.prof.dr.sc. Mario Sraka	mentor	_____
2. Prof.dr.sc. Jasminka Butorac	član	_____
3. Prof.dr.sc. Ivica Kisić	član	_____

SADRŽAJ

1. UVOD....1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA....2
3. PREGLED LITERATURE....3
3.1. Morfologija industrijske konoplje....3
3.1.1. Korijen....3
3.1.2. Stabljika....4
3.1.3. List....4
3.1.4. Cvat i cvijet....5
3.1.5. Plod....6
3.2. Ulje konoplje....7
3.3. Agrotehnički uvjeti uzgoja....8
3.3.1. Zahtjev konoplje za toplinom, vodom, svjetlosti, relativnom vlagom zraka....8
3.3.2. Zahtjev konoplje za tlom....8
3.3.3. Zahtjev konoplje za obradom tla i plodoredom....9
3.3.4. Zahtjev konoplje za hranivima....10
3.3.5 Sjetva....10
3.3.6. Mjere njege i zaštita usjeva....11
3.3.7. Žetva....11
4. MATERIJALI I METODE....12
4.1. Terenska istraživanja....12
4.2. Laboratorijska istraživanja....14
4.3. Agrotehnika....18
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA....20
5.1. Agroekološki uvijeti tijekom istraživanja....20
5.1.1. Značajke tala istraživanih područja....20
5.1.1.1. Pedosistemska pripadnost....20
5.1.1.2. Fizikalne i kemijske značajke....22
5.1.2. Značajke klime istraživanog područja....25
5.2. Evapotranspiracija i bilanca oborinske vode u tlu....31

5.2.1. Evapotranspiracija.....31
5.2.2. Bilanca oborinske vode u tlu.....33
5.3. Komponente prinosa konolje.....36
6. ZAKLJUČCI.....43
7. LITERATURA.....44
7.1. Popis slika.....47
7.2. Popis tablica 48
8. ŽIVOTOPIS.....49

SAŽETAK

Diplomskog rada studenta **Maria Parića**, naslova

AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Ovim radom želi se utvrditi i analizirati agroekološke uvijete uzgoja industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj na primjeru dva OPG-a (Biljevec kod Varaždina i Unčani kod Dvora na Uni) s ciljem utvrđivanja utjecaja različitih klimatskih i pedoloških prilika na visinu prinosa sjemena kao i ostalih komponenata prinosa konoplje. Klimatske prilike su analizirane temeljem višegodišnjih podataka DHMZ-a o oborinama, temperaturi, insolaciji, brzini vjetra i relativnoj vlazi zraka. Pedološke prilike su analizirne iz uzoraka tla dubine 0-25 i 25-50 u prirodnom i narušenom stanju za što su se koristitile standardne analitičke metode. Evapotranspiracija se izračunala korištenjem programa CROPWAT, a potencijalni viškovi ili manjkovi vode modificiranom metodom Palmera. Prinos sjemena na lokaciji Biljevec iznosio je 1,2 t/ha, dok je u Unčanima iznosio 0,5 t/ha. Veću masu 1000 sjemenki, kao i broj biljaka po m^2, imamo na lokaciji Unčani, dok na lokaciji Biljevec imamo dvostruko više sjemenki po biljci. Sjeme i ulje konoplje analizirali su se na udio ulja i sastav masnih kiselina koji su zadovoljavajući na obje lokacije dok je sastav masnih kiselina bio podjednak uz optimalan omjer ω-6:ω-3 masnih kiselina. Agroekološki uvijeti uzgoja industrijske konoplje bili su podobniji na lokaciji Biljevec gdje vidimo da je konoplja biljka koja voli teksturno lakša tla, dobre vodozračne odnose, veću insolaciju te manje količine vode tijekom vegetacije (osim u fazi pojačanog stvaranja nadzemne mase). Uz agroekološke uvijete, također je bitna obrada i priprema tla za sjetvu, razmak unutra i između redova te gnojidba.

Ključne riječi: konoplja, agroekološki uvjeti, komponente prinosa, tlo

SUMMARY

Of the masters's thesis – student Mario Parić, entitled

AGROECOLOGICAL BREEDING OF INDUSTRIAL HEMP IN REPUBLIC OF CROATIA

This study was made to identify and analyze the agro-environmental conditions of cultivation of hemp in the Republic of Croatia in the example of two OPG (Biljevec near Varaždin and Unčani near Dvor na Uni) to determine the impact of different climatic and soil conditions on the yield of seeds. The climate data analyzed based on several years of MHS on rainfall, temperature, insolation, wind velocity, and relative humidity. Pedological conditions were analyzed from soil samples of depth 0-25 and 25-50 cm in natural and disturbed condition for which standard analytical methods were used. Evapotranspiration is calculated using the CROPWAT program, and potential surpluses or defects are water-modifying the Palmer method. The seed yield at the Biljevec site was 1.2 t/ha, while in the unčani 0.5 t/ha. The largest mass of 1000 seeds, as well as the number of plants per m^2, we have at the location of Uncani, while at Biljevec we have twice as many seeds per plant. In the seed and hemps oil, the proportion of fatty acids and fatty acid content was satisfying at both sites while the fatty acid composition was similar with the optimum ratio of ω-6: ω-3 fatty acids. Agro-ecological conditions of cultivation of industrial hemp were better at the location of Biljevec where's conclusion that hemp is a plant that loves texture lighter soils, good air-water conditions, more insolation and less water during the growing season (except at the stage of increased production overhead mass). In addition to agro-ecological conditions, is also a great importance of bit processing and preparing the soil for sowing, spacing in and between the lines and fertilization.

Key words: Hemp, agroecological conditions, components of the yeild, soil

1. UVOD

Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.) se stoljećima proizvodila za dobivanje vlakna i sjemena koji su korišteni širom svijeta za industrijske i konzumentske potrebe. Ta drevna biljka tijekom vremena (posebice početkom 20. st.) uvelike je izgubla svoje mjesto na poljoprivrednim površinama naglim razvitkom industrije i širenjem globalizacije koja je imala negativan učinak na njenu proizvodnju zbog promjene zakonodavstva, ali i primjenom jeftinijih i manje kvalitetnih sirovina za potrebe industrije. Sjeme konoplje se uglavnom upotrebljava za proizvodnju konopljinog ulja, koje se koristi u prehrani, industrijskim proizvodima, proizvodima za osobnu higijenu, te kao hrana za ljude i ptice, dok se pogače koje dobivamo kod proizvodnje ulja koriste kao hrana za životinje. Stabljika se koristi za dobivanje nekoliko tisuća proizvoda, kao što su građevinski materijal, papir, industrijski i potrošački tekstil, vlakno, dok se listovi koriste za dobivanje komposta, stelje i malča. Novim istraživanjima i otkrićima, konoplja se počela koristiti ujedno kao obnovljivi oblik energije za dobivanje biogoriva, bioplina i bioetanola (Augustinović i sur., 2012a).

Konoplja se dobro prilagođava klimatskim i pedološkim uvjetima, međutim količina i kvaliteta sjemena variraju ovisno o sortimentu, značajkama tla, kao i agrotehnici i tehnologiji proizvodnje. Radi raznolikosti pedološkog pokrova i klime Hrvatska ima veliki potencijal za uzgoj ove industrijske biljke, a proizvođači uvodeći konoplju u svoj plodored dobivaju čisto i prorahljeno tlo jer konoplja razvija veliku nadzemnu masu i vrlo učinkovito prekriva cijelu poljoprivrednu površinu spriječavajući tako rast korova. Osnovno svojstvo industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*) je nizak sadržaj tetrahidrokanabinola (THC-a) koji mora biti manji od 0,2% u suhoj tvari (NN 18/12, 57/16), te se time uvelike razlikuje od psihoaktivne konoplje (*Cannabis indica* L. subsp. *indica*) čiji udio THC-a u suhoj tvari može iznositi 5-25%. Nedozrele sjemenke mogu sadržavati veći postotak THC-a, na što imaju značajan utjecaj i agroekološki uvjeti proizvodnje.

Zakonodavstvo Republike Hrvatske početkom 2012. godine donijelo je odluku kojom se mjenja Zakon o suzbijanju zlouporabe droga (NN 80/13), te se industrijska konoplja može ponovno sijati na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj. Prema zakonu sjeme se može koristiti za potrebe prehrambene industrije, dok se stabljika i dalje mora zaoravati, odnosno ne smije se koristiti za daljnju obradu.

U Europskoj Uniji u 2013. godini zasijano je između 10.000-15.000 hektara (Carus i sur., 2013) industrijske konoplje dok je u Republici Hrvatskoj u 2013. godini zabilježena sjetva na samo 176 hektara (Agroklub, 2014) dok u 2014. godini dolazi do blagog rasta, te se konoplja sije na 658 hektara (Agroklub, 2014).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je utvrditi i analizirati agroekološke uvjete uzgoja industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj na primjeru dva obiteljsko poljoprivredna gospodarstva u okolici Varaždina i Dvora na Uni. Pojedinačni ciljevi bi uključivali utvrditi klimatske i pedološke prilike na odabranim lokacijama, kao i tehnologiju proizvodnje, utvrditi visinu i kvalitetu prinosa sjemena, te dati procjenu pogodnosti odabranih lokaliteta za uzgoj konoplje. Dobiveni rezultati potvrdit će ili demantirati pretpostavku da se industrijska konoplja dobro prilagođava različitim uvjetima uzgoja.

3. PREGLED LITERATURE

Konoplja je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka koju je čovjek počeo uzgajati da bi podmirio svoje potrebe za odjećom. Podrijetlom je iz ravnica sredšnje Azije. Poznavale su je sve drevne kulture (Kina, Asir, Babilon, Palestina) te se preko Indije i antičkih kultura širi i u druge dijelove tada poznatog svijeta. U srednjem vijeku konoplja se proširila sve do Skandinavije i Sredozemlja. U Hrvatskoj je konoplja uzgajana i prerađivana u platno, najviše za seljačke potrebe, a u 18. st. postaje tržni proizvod te se uzgajala sve do kraja 20. st. kada je prestala proizvodnja konoplje za vlakno u RH, te se početkom 21.st. počela proizvoditi samo konoplja za sjeme (Pospišil, 2013).

Prema trenutnoj botaničkoj klasifikaciji konoplja pripada porodici *Cannabinaceae* i rodu *Cannabis* koja sadrži vrstu *Cannabis sativa* L. koja ima više varijeteta: *Cannabis sativa var. vulgaris* (obična konoplja); *Cannabis sativa var. Indica* Lam (indijska konoplja); *Cannabis sativa var. indica* Lam. *subvar. gigantea* (divovska konoplja) i *Cannabis sativa var. ruderalis* Janisch (divlja konoplja). Od tih varijeteta gospodarsko značenje ima samo *Cannabis sativa var. vulgaris L.,* koja se dijeli na zemljopisne skupine (tipove): sjevernoruski tip, srednjoruski tip, južni ili talijanski tip te azijski tip (Butorac, 2009).

3.1. Morfologija industrijske konoplje

C. sativa je jednogodišnja biljka koja može izrasti 2-4 metra (Bouloc i sur., 2013), te Ranalli (1999) tvrdi da može izrasti i do 5 metara, ovisno o varijetetu. Kod konoplje uzgajane za biomasu važno je postići što veći prinos, dok je kod uzgoja konoplje za vlakno uz visoke prinose neophodno postići što veću kvalitetu stabljike. Morfološka svojstva konoplje kao što su visina, debljina, tehnička dužina stabljike, broj nodija i dužina internodija važan su pokazatelj njezine kvalitete (Augustinović i sur., 2012b).

3.1.1. Korijen

U odnosu na nadzemnu masu korijenov sustav biljke je slabo razvijen, osobito u prvim fazama (od nicanja pa do cvatnje) kada mu je usisna moć vrlo slaba. U prosjeku, korijen iznosi 8-9% ukupne biomase biljke. Uspoređujući ju sa drugim ratarskim kulturama, konopljin korijen (Slika 1) je slabije razvijen i ima manju usisnu moć, ali je tolerantniji na zaslanjena tla. Ima vretenast oblik te iz vrata glavnog korijena izbija bočno korijenje koje se prostire do 50 cm u stranu čime se stvara gusta mreža korijenja (Pospišil, 2013). Kako muške biljke imaju kraću fazu rasta nego ženske, tako imaju i slabije razvijen korijen. Glavni se korijen može razviti do dubine od 2 m (u rahlim tlima), dok sekundarni korijen tvori većinu korjenovog sustava na dubini od 10-60 cm (Bouloc i sur, 2013).



Slika 1. Prikaz korijena industrijske konoplje

(Izvor: https://sensiseeds.com/blog/wp-content/uploads/2014/09/1-1.jpg)

3.1.2. Stabljika

Stabljika je u početku je zeljasta, ali nakon 3-4 tjedna vegetacije odrveni, uglavnom je svijetlo zelene do tamno zelene boje. Broj nodija i dužina internodija najviše ovisi o količini svjetla i gustoći sklopa u kojoj se konoplja uzgaja, ali i samoj vrsti. Stabljika je šuplja, samo je pri dnu ispunjena parenhimom te joj se promjer smanjuje kako idemo od dna prema vrhu. Morfološke karaktersitike kao što su visina i promjer, mogu varirati ovisno o vrsti, uvjetima uzgoja, ali i stadiju razvoja u kojem se biljka nalazi. Muške biljke su 10-15% više od ženskih jedinki, ali su ženske zato šire (Bouloc i sur., 2013). Što je veća gustoća sjetve biljke

će biti niže i obrnuto. Stabljika raste u dužinu povećanjem broja nodija koji nisu jasno izraženi. Smješteni su na dijelovima gdje izbijaju dva nasuprotna lista – na tim mjestima ostaju ožiljci tj. drveni dio koji je s unutrašnje strane zadebljao i na njemu se šupljina smanjuje za ¼ do 1/6 promjera stabljike. Isto tako, važni su broj i duljina internodija čiji broj varira od 6 do 15, a duljina od 5 do 40 cm. Debljina stabljike najviše ovisi o vegetacijskom prostoru te je najveća u predjelu donje trećine njezine visine. Optimalna debljina iznosi između 3,5 i 8,4 mm (Butorac, 2009.)

3.1.3. List

List konoplje (Slika 2) je prstast s različitim brojem režnjeva. Oblik i veličina listova kao i broj režnjeva direktno ovisi o genetskom podrijetlu biljke. Na mladim biljkama prvi par listova najčešće ima samo jedan režanj, drugi par listova tri režnja, a treći par pet režnjeva. Kod većine biljaka podrijetlom iz centralne Azije broj režnjeva ne prelazi broj pet, dok kod drugih vrsta taj broj može doći i do trinaest (Hazekamo, 2007), no uvijek ih je neparan broj. Od sredine prema vrhu stabljike listovi su sve sitniji i manje izdijeljeni. Plojka lista je s donje strane dlakava. Boja listova varira od svijetlozelene do intezivno zelene, a peteljke i glavne žile nervature lista mogu biti obojeni antocijanom. Listovi ženskih biljaka su veći i imaju više segmenata.

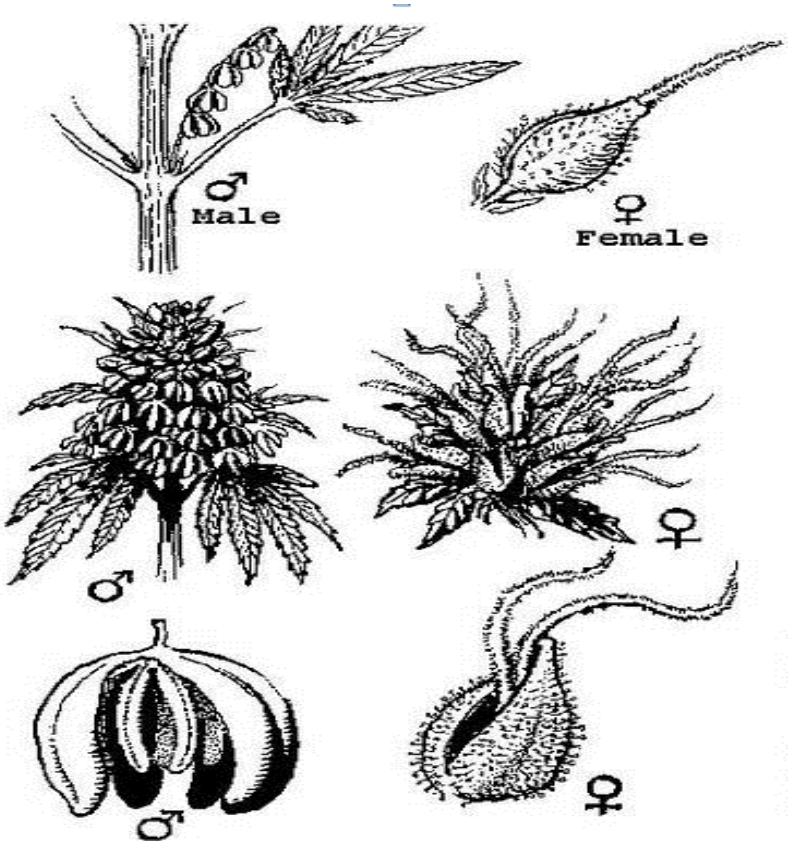


Slika 2. Prikaz morfološke razlike lista između *Cannabis sativa* L. i *Cannabis indica* L.

(Izvor: http://www.leafscience.com/2014/06/19/indica-vs-sativa-understanding-differences/)

3.1.4. Cvat i cvijet

Industrijska konoplja je dvodomna biljka što znači da postoje muška i ženska biljka. Muške biljke su ponešto više te se zbog svjetlije boje nazivaju „bjelojke“ (Gadžo i sur., 2011). Cvjetovi muških biljaka su u obliku metlice koja je smještena na vrhu stabljike i bočnih grana. Nalaze se na dugim cvjetnim stapkama, a sastoje se od peterodijelnog perigona i pet prašnika s dosta velikim prašnicima. Velik broj žutih cvjetova daje žućkastu boju cijeloj metlici muških biljaka (Pospišil, 2013). Ženska biljka pokazuje više robustan izgled zbog svojih kraćih grana i gustog rasta lista, te je životni vijek ženske biljke duži. Ženske biljke zovu se „crnojke“ ili „sjemenjače“ jer su tamnije zelene boje od muških i donose sjeme. Cvjetovi su skupljeni u cvat oblika klasa koji se nalazi u pazuhu listova u gornjem dijelu stabljike. Ženska cvat je veća, lisnatija i kompaktnija od muške cvati. Ženski cvjetovi su sjedeći, a sastoje se od perigona i tučka s dvije njuške te su svijetlozelene boje (Pospišil, 2013). Razlike između muške i ženske biljke konoplje nalaze se na slici 3.



Slika 3. Razlika između muške i ženske biljke konoplje

(Izvor: http://www.breedbay.co.uk/gallery/data/500/m_and_f-pic1.jpg)

Nejednako sazrijevanje biljaka oba spola otežava samu žetvu i proizvodnju vlakna i sjemena, pa se žetva muških biljaka mora izvršiti ranije što uzrokuje gaženje ženskih biljaka (smanjenje prinosa sjemena i vlakna) i veći utrošak rada. Ako se žetva vrši po sazrijevanju ženskih biljaka dobije se dobar prinos sjemena, ali i loše vlakno jer vlakno muških biljaka u trenutku sazrijevanja ženskih (5-6 tjedana prije) gubi tehničku vrijednost, te se iz toga razloga preporuča korištenje jednodomnih biljki za proizvodnju vlakna (Stojanović i sur., 2016).

3.1.5. Plod

Plod konoplje je sjeme i naziva se „orašac“ (Slika 4). Jajastog je oblika, sa strane spljošten te je omotan ljuskom koja štiti sjeme od mehaničkih povreda. Sastoji se od ljuske ploda, sjemene ljuske, endosperma i klice. Embrio je bijele boje, povijen i potpuno ispunjava unutrašnjost sjemenke. Prema tome, endosperma ima malo ili ništa. Boja ploda nije stalna, a uglavnom ovisi o podrijetlu, sorti i zrelosti. Može biti srebrnastosiva, tamnosiva, smeđezelena, a ponekad i smeđa. Boje se prelijevaju, a zbog pruga i žilica dobiva se izgled neke vrste mozaika. Masa 1 000 sjemenki, ovisno o tipu i sorti konoplje, varira od 13-18 grama za srednjoeuropski tip pa do 18-25 grama za južni tip. Masa 1 000 sjemenki kod jednodomnih sorti iznosi 12 do 16 grama, hektolitarska masa varira od 50-55 kg (Pospišil, 2013). Sjeme vrlo brzo gubi klijavost, a potpuno će ga izgubiti za dvije godine ako se ne skladišti u odgovarajućim uvjetima. Prema tome, mora se uskladištiti na temperaturi od 2 do 3°C uz 8,6% relativne vlage zraka (Justice i Bass, 1978).



Slika 4. Neoljušteno sjeme industrijske konoplje

(Izvor: http://www.hempseedoil.eu/blog/food-ingredients-from-germinated-hemp-seeds)-

3.2. Ulje konoplje

Sjeme konoplje je sirovina za dobivanje ulja, koje se koristi kao jestivo ili tehničko ulje. Konoplja se odlikuje relativno niskim prinosom ulja po jedinici površine. Prema Pospišilu (2013) sadržaj ulja u sjemenu iznosi oko 30%, dok je potencijalni prinos ulja po jedinici površine 250-500 kg/ha. Konopljino sjeme sadrži 25-38% ulja, 22% bjelančevina, 16% celuloze, 5% ugljikohidrata i 19% mineralnih tvari pri 9% vode. U ulju sjemena konoplje dominiraju linolna (54%), oleinska (15%), α-linolenska (14%) i palmitinska kiselina (0,7%). Pasković (1966) navodi da postotak linolne kiseline može iznositi i do 70%. Isto tako, navodi da navodnjavanjem sjeme ima oko 31,6% ulja dok u sjemenu gdje nije primjenjeno navodnavanje postotak ulja je nešto niži te iznosi 28,7%. Količina ulja ovisi ne samo o sorti konoplje, već i o agrotehničkim uvjetima uzgoja, kao i o zrelosti same sjemenke. Utvrđeno je da u sjemenu konoplje nema škroba, a najviše ima P_2O_5 – skoro 50%. Ulje se dobiva prešom (hladnom i toplom – 23-28%) ili ekstrakcijom (30-32%), spada u lako sušiva ulja, te se upotrebljava između ostalog i za izradu boja i lakova. Ulje konoplje je vrlo tražena sirovina za farmaceutske, kozmetičke, prehrambene i tehničke svrhe (Pospišil, 2013).

3.3. Agrotehnički uvjeti uzgoja konoplje

Konoplja se vrlo brzo prilagođava staništu i ekološkim uvjetima. Pritom se mijenjaju njezina morfološka i fiziološka svojstva. Najbolje uspijeva u toploj, nešto vlažnijoj kontinentalnoj klimi, gdje uspijeva kukuruz (Pospišil, 2013).

3.3.1. Zahtjevi konoplje za toplinom, vodom, svjetlosti, relativnom vlagom zraka

Sjeme konoplje klije već kod temperature tla od 1°C do 2°C (Bouloc i sur., 2013). Za normalno klijanje potrebno je da se temperatura tla ustali na 7°C, a srednja dnevna temperatura zraka na 12-16°C. Za visok prinos konoplje osobito su značajne srednje temperature zraka mjesec dana nakon nicanja koje moraju biti veće od 15°C. Optimalna temperatura za intenzivan rast konoplje je 20-25°C uz dovoljnu vlažnost tla. Niske temperature (posebice ispod 0°C) izazivaju na konoplji duboke morfološke modifikacije. Uslijed mraza može doći do koagulacije stanične plazme i smrzavanja vode koja ispunjava međustanične prostore.

Konoplja ima velike zahtjeve za svjetlosti, odlično raste na visoravnima gdje je insolacija vrlo jaka. Konoplja je biljka kratkog dana. Skraćivanjem dnevnog osvjetljenja ubrzava se razvoj biljke, ali se smanjuje visina stabljike te nastaju morfološke promjene u građi i obliku listova. Zahtjeva relativno velike količine oborina jednolično raspoređene tijekom vegetacije. Transpiracijski koeficijent, ovisno o sorti i ekološkim uvjetima, prosječno iznosi 600-700. Za vegetacijsko razdoblje konoplje u trajanju od četiri mjeseca (vlakno) potrebno je oko 300-400 mm oborina, a za pet ili šest mjeseci (sjeme) do 500 mm (Pasković, 1966). Najviše vode treba u prvih šest tjedana rasta, odnosno od kraja drugog tjedna poslije sjetve pa sve dok ne razvije četvrti par listova. Tada konoplja prekrije površinu tla i smanjuje evaporaciju. Olujni pljuskovi vrlo štetno djeluju na konoplju jer zbijaju tlo, lome mlade biljke, a oštećuju starije. Tijekom cijele vegetacije zahtjeva umjerenu relativnu vlagu zraka od oko 70-80 % (Pospišil, 2013).

3.3.2. Zahtjevi konoplje za tlom

Konoplju se preporuča sijati na srednje teškim tlima, pjeskovito-ilovastim do glinasto-pjeskovitim, dobre strukture, dobro dreniranim. Za optimalne rezultate Pospišil

(2013) navodi da pH tla mora biti između 6-7,5. Tla s pH reakcijom ispod 5 nipošto nisu pogodna za uzgoj konoplje. Tlo mora biti bogato hranivima, dok na tlima sa nižom količinom hraniva daje značajno manje prinose. Za konoplju su najpovoljnija aluvijalna tla sa dosta humusa (Pospišil, 2013). U Hrvatskoj se konoplja najviše uzgajala na aluvijalnim tlima u dolini Save, Drave, Dunava, Mure i njihovih pritoka (gdje podzemna voda nije visoka). Konoplja za proizvodnju sjemena nema velikih zahtjeva glede tla (Butorac, 2009).

3.3.3. Zahtjevi konoplje za plodoredom i obradom tla

Nema posebne zahtjeve za predusjev i može se bez teškoća uključiti u svaki plodored. Podnosi i monokulturu dvije do tri godine na plodnim tlima, ali zahtjeva temeljitu obradu tla te svake godine primjenu visokih količina organski i mineralnih gnojiva. Uzgojem u monokulturi konoplja neravnomjerno i jednostrano koristi hraniva, a značajno se povećava napad bolesti i štetnika zbog čega se preporuča uzgoj u plodoredu (Pospišil, 2013). Najbolji predusjevi za konoplju jesu krumpir, soja, strne žitarice i djetelina. Zbog rezidua herbicida u tlu nije uputno sijati konoplju nakon kukuruza i šećerne repe. Dobar je predusjev za ozimu pšenicu, uljanu repicu i šečernu repu (Butorac, 2009). Konoplja je izvrstan predusjev jer ostavlja tlo čisto od korova i bogato hranivima.

Konoplja traži duboko i dobro obrađeno tlo. Ako je predusjev strna žitarica, nakon prašenja strništa bit će dovoljno vremena da se obavi oranje na dubinu od 25 do 35 cm. Time se u tlo unosi polovica ili dvije trećine mineralnih fosfornih i kalijevih gnojiva te stajski gnoj (ako ga ima), a u jesen se obavlja duboko oranje. Ako je pretkultura bila nekakava okopavina, može se obaviti samo srednje duboko oranje pri povoljnoj vlažnosti tla. (Butorac, 2009). Konoplja vrlo nepovoljno reagira na osnovnu obradu tla obavljenu u proljeće. Dubljim oranjem postiže se veći prinos stabljike, odnosno vlakna i sjemena. U našim uvjetima dubina jesenskog oranja treba iznositi 30-40 cm čime se omogućuje bolje nakupljanje vode u tlu koju će konoplja moći koristiti ljeti kad joj najviše treba. Kod svih zahvata treba nastojati da površina bude što ravnija. U rano proljeće, kada se tlo dovoljno prosuši, treba drljačama zatvoriti zimsku brazdu, a neposredno pred sjetvu sjetvospremačem pripremiti tlo za sjetvu (Pospišil, 2013).

3.3.4. Zahtjevi konoplje za hranivima

Upojna moć korijena konoplje je slaba te je korijen fiziološki nesposoban iz tla usvajati hraniva ako se ona nalaze u ograničenim količinama ili ako se nalaze u teško topivim spojevima (Pospišil, 2013). Pri gnojidbi treba voditi računa da konoplja ima nizak koeficijent iskorištenja hraniva iz tla, zbog čega, gnojidbu treba vršiti s povećanim količinama gnojiva (HAH, 2011). Dušik povećava prinos stabljike, a razmjerno smanjuje prinos vlakna. Fosfor ubrzava dozrijevanje konoplje, a u kombinaciji sa dušikom i kalijem povisuje količinu i kvalitetu stabljike i vlakna. Pozitivno djeluje na elastičnost i otpor vlakna na izvlačenje. Biljka ga usvaja tijekom cijele vegetacije. Kalij utječe na tvorbu stanica vlakna i stvara kompaktnije snopiće vlakna. Ako u tlu ima dovoljno kalija, muške biljke produljuju fazu cvatnje i stvaraju veliku količinu peludi. Nedostatak kalija se odražava u slabom rastu i nižem prinosu stabljike i vlakana koja postaju slabije čvrstoće. Povećana gnojidba dušikom (više od 110 kg/ha) povećava i prinos vlakna konoplje, ali smanjuje njihovu kvalitetu. Količinu od 2/3 fosfornih i kalijevih te 1/3 dušičnih gnojiva treba primijeniti u osnovnoj obradi tla, preostalu 1/3 fosfornih i kalijevih, te 1/3 dušičnih gnojiva treba unijeti u tlo pred sjetvu. Preostalom 1/3 dušičnih gnojiva (20-40 kg/ha dušika) obavlja se prihranjivanje (Pospišil, 2013). Stajski gnoj pozitivno djeluje na prinos sjemena konoplje, ali mora biti dodan dovoljno rano da se do sjetve mineralizira. Za prosječan prinos sjemena pri uzgoju konoplje za sjeme u tlo se dodaje od 125 do 150kg dušika, 70-90kg fosfora i 120 do 160kg kalija. Prva se prihrana obavlja 20-ak dana nakon nicanja konoplje, a druga 20-ak dana nakon prve prihrane. Konoplja se prihranjuje KAN-om (Butorac, 2009).

Prema nitratnoj direktivi tijekom jedne kalendarske godine dozvoljeno je gnojenje najviše do 210 kg/ha dušika (N) u početnom četverogodišnjem razdoblju, a nakon isteka četverogodišnjeg razdoblja dozvoljeno je gnojenje sa 170 kg/ha kako bi se smanjilo onečišćenje podzemnih voda jer se nitrati ne zadržavaju u tlu i lako se ispiru.

3.3.5. Sjetva

U našim je uvjetima za sjetvu najpovoljnije vrijeme između 5-15. travnja (Pospišil, 2013) kada je temperatura tla 7-9°C, a temperatura zraka 12-16°C (Butorac, 2009). Treba izbjegavati sjetvu na teškim hladnim tlima s visokom razinom podzemne vode. Optimalna dubina sjetve je 2-4 cm (Pospišil, 2013). Dubina sjetve mora biti ravnomjerna jer se iznikle

biljke brzo razvijaju pa će svaka koja kasnije iznikle biti ugušena od razvijenijih biljaka zbog samoregulacije sklopa. Konoplja za sjeme sije se na međuredni razmak 50-70 cm te razmak u redu od 10-15 cm (sklop 95 000-140 000 biljaka/ha) (Butorac, 2009). Za sjetvu konoplje za sjeme potrebno je od 10 do 12 kg/ha sjemena, a za kombinirani uzgoj (sjeme i vlakno) treba obaviti s međurednim razmakom od 30 do 35 cm i pri tome utrošiti 40 do 50 kg/ha sjemena (Butorac, 2009). Za sjemensku proizvodnju konoplju uzgajamo u rjeđem sklopu.

3.3.6. Mjere njege i zaštita usjeva

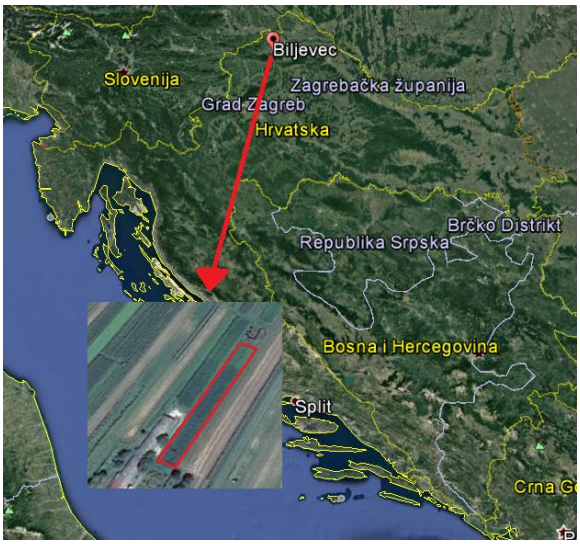
Njega konoplje obuhvaća prihranu dušikom, razbijanje pokorice i suzbijanje štetnika. Ako se između sjetve i nicanja stvori pokorica, treba je razbiti zvjezdastim ili mrežastim drljačma. Ako je potrebno suzbiti korove, to se obavlja kemijskim putem, tj. herbicidima. Od gljivičnih bolesti katkad se pojavljuje trulež konopljine stabljike (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.) i siva plijesan (*Botrytis cinerea* Pers.). Najveće štete konoplji nanose konopljin buhač (*Psylliodes attenuat*a Koch.), konopljin savijač (*Grapholitha compositella* F.) i kukuruzni moljac (*Pirausta nubilalis* Hbn.) Suzbijanje štetnika provodi se primjenom agrotehničkih, bioloških, mehaničko-fizičkih i kemijskih mjera (Pospišil, 2013).

3.3.7. Žetva

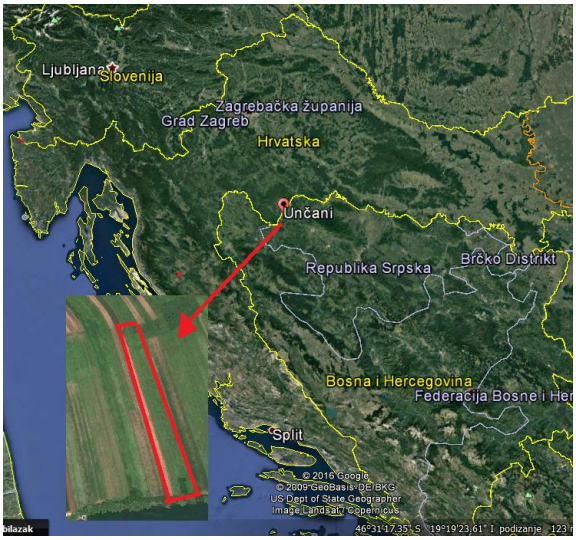
Osnovni problem u proizvodnji konoplje je žetva, odnosno nedostatak mehanizacije za žetvu po tehničko-ekonomskim karakteristikama. Primjena pojedinih strojeva (žitni kombajni i dr.) i uređaja za žetvu ovisi o namjeni konoplje. Imamo žetvu konoplje za vlakno (uz koje ide i žetva konoplje za industriju papira i hempflax ploče) i žetva konoplje za sjeme. Žetvu konoplje za sjeme najbolje je obaviti kada je sjeme zrelo oko 75%. Prosječan prinos u rijetkom sklopu je 0,5-1 t/ha, a maksimaln prinos je 1,2 t/ha (Pospišil, 2013). Nakon žetve sjeme treba očistiti od primjesa i osušiti na 13 do 14% vlage. Ako ne služi za sjetvu sljedeće godine, sjeme treba uskladištiti na temperaturi od 2 do 3°C (Butorac, 2009).

4. MATERIJALI I METODE

Istraživanja u sklopu izrade ovoga diplomskog rada su provedena na dva OPG-a, čije lokacije prikazuju Slike 5 i 6. Lokacija Biljevec (OPG Cerjan) nalazi se jugozapadno od Varaždina na 46°17'26.3"S i 16°11'45.4"I čija je nadmorska visina 180 m. Površina parcele na kojoj je provedeno uzorkovanje je oko 1,2 ha. Lokacija Unčani (OPG Janković) nalazi se jugozapadno od Dvora na Uni na 45°07'32.0"S 16°25'14.4"I, te na 114 m nadmorske visine. Površina pokusne parcele je oko 1,4 ha, te je udaljena oko 200 metara od rijeke Une.



Slika 5. Zemljopisni položaj lokacije Biljevec (Izvor: Google Earth, 2017.)



Slika 6. Zemljopisni položaj lokacije Unčani (Izvor: Google Earth, 2017.)

4.1. Terenska istraživanja

U sklopu terenskih istraživanja na obje lokacije iskopan je pedološi profil radi utvrđivanja sistematske pripadnosti tla, odnosno radi uzimanja pojedinačnih uzoraka u prirodnom i narušenom stanju iz svakoga horizonta. Lokaciju kopanja pedološkog profila utvrdili smo temeljem prethodnog sondiranja, odnosno odabirom onoga mjesta koje najbolje odgovaraju prosječnim svojstvima dominantnoga tla na pojedinoj lokaciji. Profil smo kopali do dubine matičnoga supstrata, odnosno do dubine djelovanja pedogenetskih procesa, što je u prosjeku iznosilo oko 1,0 metara dubine, pri čemu je sama dimenzija profila bila 2 m x 0,8 m. Prednja strana profila, koja se naziva i „lice“ profila, se nalazi na sjeveru kako bi bila pod

izravnim sunčevim osvjetljenjem, što je potrebno radi lakšega morfološkog opisa i fotografiranja samoga profila. Na suprotnoj strani od „lica“ profila nalaze se stepenice koje olakšavaju ulazak u profilnu jamu.

Pojedinačni uzorci za određivanje fizikalnih značajki tla uzeti su pomoću cilindra volumena 100 cm^3 iz sredine svakoga horizonta (Slika 7), u tri ponavljanja, počevši od gornjeg horizonta prema dolje. Na taj način je sačuvana prirodna struktura tla svakoga horizonta. Pojedinačni uzorci za određivanje mehaničkog sastava i kemijskih značajki tla uzeti su u narušenom stanju u PVC vrečice, pri čemu je uzorkovano oko 1,5 kg tla iz svakoga horizonta. Redoslijed uzimanja uzoraka u PVC vrećice je odozdo prema gore, odnosno od najdubljeg horizonta prema površinskom.



Slika 7. Uzimanje uzorka pomoću cilindra iz profila tla

(Snimio: Mario Parić, 2016)

Osim uzimanja pojedinačnih uzoraka iz pedološkog profila, na svakoj lokaciji su uzeti i prosječni uzorci tla pomoću pedoloških sondi radi određivanja opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem. Svaki prosječni uzorak sastavljen je od 6-7 dobro homogeniziranih pojedinačnih uzoraka dubine 0-30 cm. Od ukupne količine tla nakon homogenizacije odvojeno je oko 2 kg, što je predstavljalo reprezentativni prosječni uzorak za određivanje hraniva u tlu.

4.2. Laboratorijska i kabinetska istraživanja

Laboratorijska istraživanja obuhvatila su određivanje pedofizikalnih, pedokemijskih i hidropedoloških značajki iz pojedinačnih i prosječnih uzoraka. Uzorci u prirodnom stanju za određivanje pedofizikalnih značajki (cilindri) su odmah uzeti u postupak, dok su uzorci za određivanje mehaničkog sastava i kemijskih značajki tla prvo pripremljeni za analizu. Priprema uzoraka se sastoji od sušenja tla na sobnoj temperaturi (Slika 8), usitnjavanja tla pedološkim mlinom, te prosijavanju tla kroz sito promjera 2 mm, kako bi dobili sitnicu tla za laboratorijske analize.



Slika 8. Priprema uzoraka tla sa lokacije Biljevec

(Snimio: Mario Parić, 2016.)

Pedofizikalne značajke obuhvatile su određivanje retencijskog kapaciteta tla za vodu (Kv) prema normi HRN ISO 11465:2004, trenutačne vlage tla (Tv) gravimetrijski iz razlike težina vlažnoga i suhoga tla prema normi HRN ISO 11461:2001, gustoće volumne (ρ_v) prema normi HRN ISO 11272:2004, gustoće čvrstih čestica ($\rho_č$) prema normi HRN ISO 11508:2004, a ukupni sadržaj pora u tlu normom HRN ISO 11508:2004.

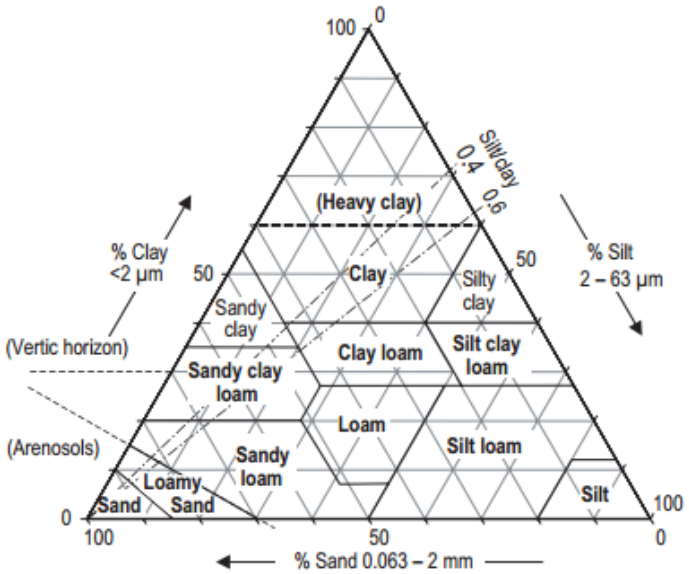
Mehanički sastav tla (Slika 9) određen je metodom prosijavanja i sedimentacije prema normi HRN ISO 11277:2011, uz prethodnu dezagregaciju uzorka natrijevim pirofosfatom.



Slika 9. Cilindri za sedimentaciju sa suspenzijama tla pripremljeni za pipetiranje

(Snimio: Mario Parić, 2016)

Teksturna oznaka tla određena je prema FAO (2006) korištenjem trokutu teksturnih klasa prikazanim na Slici 10.

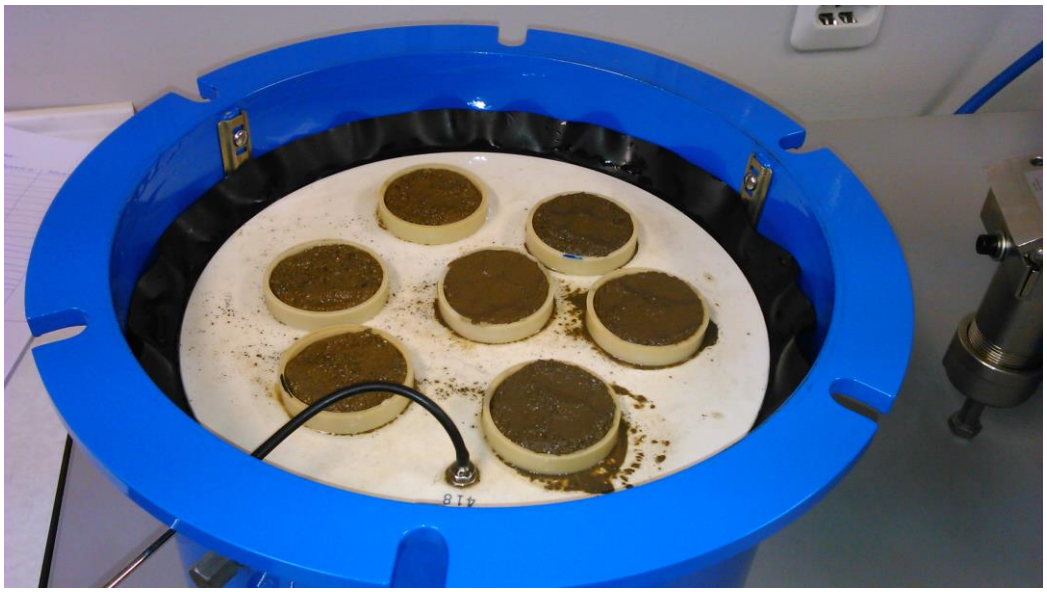


Slika 10. Određivanje teksturnih klasa tla pomoću trokuta

(Izvor: Food and agriculture organization of the United Nations (FAO), 2006.)

Hidropedološke analize obuhvatile su određivanje hidropedoloških konstanti tla – kapaciteta tla za vodu, točke venuća i količine biljkama pristupačne ili fiziološki aktivne vlage korištenjem tlačnog ekstraktora i tlačne membrane prema normi HRN EN ISO

11274:2014. Slika 11 prikazuje saturirane uzorke tla na keramičkoj ploči tlačnoga ekstraktora, prije zatvaranja aparata i upuhivanja zraka u aparat pod tlakom od 0,33 bara, koji se koristi za određivanje kapaciteta tla za vodu.



Slika 11. Uzorci tla u tlačnom ekstraktoru

(Snimio: Mario Parić, 2017)

Pedokemijske značajke su obuhvatile određivanje reakcije tla elektrometrijski prema normi HRN ISO 10390:2005, količine humus oksidacijom s kalijevim bikromatom metodom Tjurina, fiziološki ili biljci pristupačnih fosfora i kalija ekstrakcijom otopinom amonij-laktat-octene kiseline prema normi HRN ISO 19730:2008 iz površinskog sloja 0-30 cm dubine, pri čemu je kalij je određen metodom plamene fotometrije, a fosfor kolorimetrijskom metodom na spektrofotomeru, granične vrijednosti nalaze se u tablici 3. Ukupni dušik određen je metodom po Kjeldahlu prema normi HRN ISO 13878:2004, granične vrijednosti nalaze se u tablici 1.

Tablica 1. Granične vrijednosti opskrbljenosti zemljišta ukupnim dušikom po Wohltmann-u

Klasa opskrbljenosti	Sadržaj ukupnog dušika	Granična vrijednost %
I	Vrlo bogata	> 0,3% N
II	Bogata	0,3-0,2% N
III	Dobro	0,2-0,1% N
IV	Srednje	0,1-0,06% N
V	Siromašna	0,06-0,03% N
VI	Vrlo siromašna	0,03-0,02% N
VII	Ograničene sposobnosti za uzgoj	0,02% N

(Izvor: Kemija tla – interna skripta za laboratorijske vježbe, Bensa i Sever, 2009)

Tablica 2. Opskrbljenost pristupačnim hranjivima (fosfor i kalij) temeljem njihova sadržaja u mg/100 g tla

Vrlo slaba	<5
Slaba	5-10
Umjerena	10-15
Dobra	15-20
Bogata	20-25
Vrlo bogata	>25

(Izvor: Kemija tla – interna skripta za laboratorijske vježbe, Bensa i Sever, 2009)

Klimatske značajke analizirane su korištenjem meteoroloških podataka (mjesečne količine oborina i mjesečna insolacija, te prosječne mjesečne vrijednosti temperature, relativne vlage zraka i brzine vjetra) dobivenih iz Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ), kako za višegodišnje razdoblje 1986-2015, tako i za 2016. godinu u kojoj su obavljena istraživanja. Za lokaciju Biljevec korišteni su podaci sa meteorološke postaje Varaždin, dok su za lokaciju Unčani korišteni podaci sa meteorološke postaje Hrvatska Kostajnica, osim insolacije za koju su korišteni podaci s meteorološke postaje Sisak.

Mjesečne vrijednosti referentne evapotranspiracije, koje su ujedno i ulazne komponente za hidrološki proračun bilance oborinske vode tla, izračunate su 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 (Vidaček, 1981).

Komponente prinosa konoplje za sjeme obuhvatila su određivanje broja biljaka po jedinici površine, broja sjemena po biljci, masu 1000 sjemenki, prinosa sjemena, te sadržaja vlage i nečistoće u sjemenu analizom 20-25 biljaka sa svake pokusne parcele. Analiza kvalitete sjemena i ulja konoplje obavljena je u Laboratoriju za tehnologiju ulja i masti na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Pri tome je određivanje količine vode provedeno prema normi HRN EN ISO 665:2004, udjela ulja prema normi HRN EN ISO 659:2010, dok je sastav masnih kiselina u ulju određen plinskom kromatografijom, nakon hladnog prešanja sjemena konoplje hladnim prešanjem i pripreme prema normama HRN EN ISO 5508:1999 i HRN EN ISO 5509:2004.

4.3. Agrotehnika

Na lokaciji Biljevec pokusna površina iznosila je 1,2 ha na kojoj je posijana sorta konoplje Fedora 17 koja je jednodomna biljka porijeklom iz Francuske. Može narasti oko 2-2,5 m, a vegetacijski period prosječno iznosi oko 135 dana te se sije diljem Europe. Sjetva je izvršena 7. svibnja 2016. godine sa normom sjetve oko 42 kg/ha. Na toj lokaciji konoplja je posijana drugu godinu za redom (prije toga pšenica i kukuruz uz gnojidbu pilećim gnojivom). Tlo je krajem zime potanjurano kako bi se usitnile stabljike od prethodnog usjeva konoplje te je izorano jednobraznim plugom. Osnovna obrada tla na 20 cm dubine obavljena je početkom travnja, a dopunska obrada rotodrljačama u dva navrata: sredinom travnja i na sam dan sjetve. Sjetva je izvršena žitnom sijačicom na razmak od 12,5 cm između redova i 10 cm u redu. Nisu korišteni nikakvi herbici niti druga sredstva za zaštitu bilja. Dio parcele je ručno pokošen, a ostalo kombajnom. Osnovna gnojidba je obavljena sa 300 kg/ha gnoja peradi (4,5 kg N/ha), a prihrane kombinacijom 150 kg/ha Proeca 21 NPK (biološko NPK gnojivo formulacije 7:7:7) i 150 kg/ha Granosono Evo (organsko mineralno dušično i fosforno gnojivo formulacije 6:16:0) gdje je prihranom dodano 19,5 kg/ha dušika. Žetva sjemena konoplje odrađena je žitnim kombajnom 25. rujna 2016. godine.

Na lokaciji Unčani pokusna površina je iznosila 1,4 ha na kojoj je također posijana sorta konoplje Fedora 17. Sjetva je obavljena 5. svibnja 2016. godine, a norma sjetve iznosila je 38 kg/ha. Prije konoplje na uzgajanoj površini uzgajao se lan. Osnovna obrada sastojala se od jesenskog oranja na dubinu 25 cm, a početkom travnja također je obavljena dodatna proljetna obrada tla drljanjem. Sjetva je odrađena sijačicom za pšenicu sa razmakom između redova od 12 cm, a u redu određenog razmaka nije bilo. Gnojidba je obavljena korištenjem stajskog gnoja oko 15 t/ha (75 kg N/ha) i Zeosanda Eko (min 80 % klinoptilolita (SiO_2) 65 - 71%, (Al_2O_3) 11 - 14 %, (Fe_2O_3) 2,3%, (CaO) 5,5 %)) oko 2 t/ha. Na uzgajanoj površini nikakvi herbicidi nisu korišteni unatrag deset godina. Bolesti se nisu javljale, ali je došlo do razvoja velike količine korova. Žetva sjemena konoplje izvršena je žitnim kombajnom 27. rujna 2016. godine.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

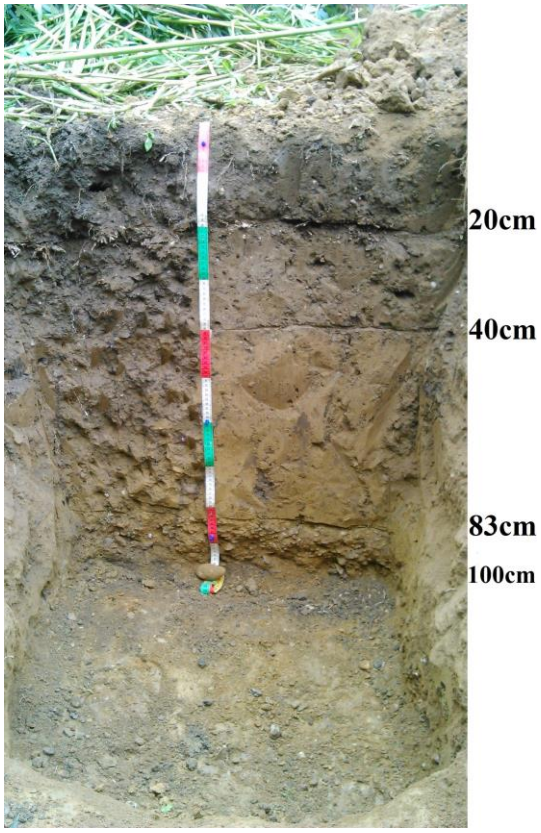
5.1. Agroekološki uvjeti tijekom istraživanja

Agroekološki uvjeti na lokacijama istraživanja obuhvaćaju značajke tla, značajke klime, te agrotehniku primijenjenu prilikom uzgoja konoplje.

5.1.1. Značajke tala istraživanih područja

5.1.1.1. Pedosistematska pripadnost

Prema sistematskoj pripadnosti tlo na lokaciji Biljevec je **livadsko fluvijalno, antropogenizirano** i pripada redu hidromorfnih tala koje karakterizira semiglejni način vlaženja, odnosno vlaženje oborinama koje se slobodno procjeđuju kroz tlo, dok se tek ispod 1,0 metar nalazi podzemna voda. Vertikalni presjek ovoga tla prikazuje slika 12.

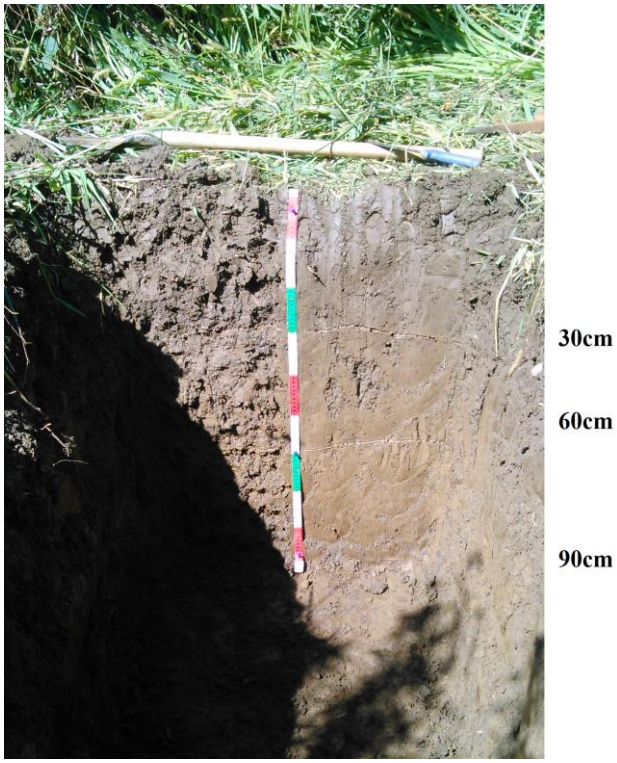


Slika 12. Livadsko fluvijalno tlo na lokaciji Biljevec

(Snimio: Mario Parić, 2016)

Ovo tlo se nalazi isključivo na području bivših poplavnih terena koji se pružaju uz veće ili manje rijeke. U Republici Hrvatskoj zauzima ukupno 86,671 ha što iznosi oko 1,5% od površine njenoga kopnenog dijela, od čega se unutar agroekosustava nalazi 72,278 ha, dok se unutar šumskih ekosustava nalazi 14,393 ha (Husnjak, 2014).

Na lokaciji Unčani je utvrđeno da se radi o **amfigleju nekarbonatnom mineralnom vertičnom, antropogeniziranom** koje pripada redu hidromorfnih tala koje karakterizira amfiglejni način vlaženja, odnosno dugotrajno 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 0,5-1,0 m dubine (Husnjak, 2014). Vertikalni presjek ovoga tla prikazuje slika 13.



Slika 13. Amfiglej nekarbonatni mineralni vertični na lokaciji Unčani

(Snimio: Mario Parić, 2016)

Amfiglej nastaje na području najnižih središnjih zona riječnih dolina s matičnim supstratom koji čine osrednje slojeviti holocenski fluvijalni nanosi. Ovaj tip tla u Republici Hrvatskoj zauzima ukupno 177,808 ha što iznosi oko 3,2% od ukupne površine tala u

Hrvatskoj, od čega se veći dio nalazi unutar agroekosustava (109,857 ha), dok se manji dio nalazi unutar šumskih ekosustava (67,951 ha) (Husnjak, 2014).

5.1.1.2. Fizikalne i kemijske značajke

Osnovne fizikalne i kemijske značajke tala u istraživanju prikazuju tablice 3-6. Prema mehaničkom sastavu tlo na lokaciji Biljevec je teksturo homogeno čitavom dubinom (praškasto ilovasto), pri čemu sadržaj gline ne prelazi 14%. Tlo na lokaciji Unčani je težeg teksturnog sastava (praškasto glinasto ilovasto u površinskom, odnosno praškasto glinasto u podpovršinskim horizontima), a sadržaj gline u svim horizontima prelazi 35% (Tablica 3).

Tablica 3. Mehanički sastav tla na lokacijama Biljevec i Unčani

Lokacija	**Dubina cm**	**Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu, %-ni sadržaj čestica,promjera mm**					**Teksturna oznaka**
		Krupni pijesak	**Sitni pijesak**	**Krupni prah**	**Sitni prah**	**Glina**	
		2,0-0,2	0,2-0,063	0,063-0,02	0,02-0,002	<0,002	
Biljevec	*0-20*	12,0	8,8	35,0	33,3	10,9	Praškasta ilovača
	20-40	11,0	9,4	35,8	32,6	11,2	Praškasta ilovača
	40-83	6,7	8,5	38,4	33,2	13,2	Praškasta ilovača
	83-100	45,0	10,3	21,7	16,2	6,8	Pjeskovita ilovača
Unčani	*0-30*	1,7	3,4	17,4	40,4	37,1	Praškasto glinasta ilovača
	30-60	1,2	3,5	16,1	37,9	41,3	Praškasta glina
	60-90	0,5	2,8	20,7	38,0	38,0	Praškasto glinasta ilovača

Prema rezultatima pedofizikalnih značajki (Tablica 4) tlo na lokaciji Biljevac je porozno čitavom dubinom, pri čemu ima osrednji do maleni kapacitet tla za vodu (količina mikropora), dok kapacitet tla za zrak (količina makropora) varira u širokom rasponu od osrednjeg do velikog. Tlo na lokaciji Unčani je porozno do malo porozno, međutim kapacitet tla za vodu (količina mikropora) je osrednji do velik, dok je kapaciteta tla za zrak (količina makropora) vrlo mali (Tablica 4).

Tablica 4. Fizikalne značajke tla na lokacijama Biljevec i Unčani

Lokacija	Dubina cm	Kapacitet tla za			Porozitet		Gustoća	
		vodu vol. %	ocjena	zrak vol. %	vol. %	ocjena	volumna g/cm^3	čvrstih čestica g/cm^3
Biljevec	0-20	39,3	osrednji	15,1	54,4	porozno	1,15	2,52
	20-40	40,3	osrednji	12,8	53,1	porozno	1,20	2,56
	40-83	42,5	osrednji	9,2	47,8	porozno	1,40	2,68
	83-100	31,6	malen	19,3	50,9	porozno	1,35	2,75
Unčani	0-30	45,1	velik	1,9	47,0	porozno	1,32	2,49
	30-60	42,6	osrednji	0,9	43,5	malo porozno	1,44	2,55
	60-90	40,6	osrednji	2,1	42,7	malo porozno	1,49	2,60

Budući da biljke ne mogu koristiti čitav raspon vlažnosti koji odgovara kapacitetu tla za vodu, već samo jedan njegov dio koji se naziva fiziološki aktivna ili biljkama pristupačna voda, a koja se računa iz razlike kapaciteta tla za vodu i točke venuća, u tablici 5 prikazujemo vrijednosti svih hidropedoloških konstanti za pojedine horizonte tla određene na tlačnom ekstraktoru i tlačnoj membrani, odnosno vrijednosti kapaciteta tla za vodu, točke venuća i fiziološki aktivne ili biljkama pristupačne vode izražene u mm za dubinu tla 0-60 cm.

Tablica 5. Hidropedološke konstante tla na lokacijama Biljevec i Unčani

Lokacija	Dubina	Kv	Tv	Fav	Dubina	Kv	Tv	Fav
	cm	% vol.	% vol.	% vol.	cm	mm	mm	mm
	0-20	39,3	20,4	18,9	0-20	78,6	40,8	37,8
Biljevec	20-40	40,3	20,6	19,7	20-40	80,6	41,2	39,4
	40-83	42,5	18,6	23,9	40-60	85,0	37,2	47,8
	83-100	32,6	18,7	13,9	**0-60**	**244,2**	**119,2**	**125,0**
	0-30	45,1	32,4	12,7	0-30	135,3	97,2	38,1
Unčani	30-60	42,6	26,2	16,4	30-60	127,8	78,6	49,2
	60-90	40,6	29,0	11,6	**0-60**	**263,1**	**175,8**	**87,3**

Tumač kratica: Kv – kapacitet tla za vodu**, Tv** – točka venuća, **Fav –** fiziološki aktivna voda

Rezultati pokazuju da na lokaciji Biljevec od ukupnog retencijskog kapaciteta tla za vodu koji za sloj tla 0-60 cm iznosi 244,2 mm na fiziološki aktivnu ili biljkama pristupačnu vodu otpada 125,0 mm što iznosi 51,2%, dok na nepokretnu vodu otpada 48,8% od retencijskog kapaciteta ili 119,2 mm. Na lokaciji Unčani kapacitet tla za vodu za sloj tla 0-60 cm iznosi 263,1 mm, u tom sloju ima i 87,3 mm (33,2%), dok je čak 175,8 mm (66,8%)

biljkama nepristupačne vode. Tako velike razlike između količine pristupačne i nepokretne vode posljedica su različitog mehaničkog sastava tla na ovim lokacijama. Lokacija Unčani sadrži oko 37-41% gline čitavom dubinom tla, a ona ima veliku sposobnost vezanja vode u nepristupačnom obliku za biljku, dok s druge strane na lokaciji Biljevec sadržaj gline ne prelazi 14%.

Kemijske značajke tla na lokacijama istraživanja prikazane su u tablici 6. Rezultati pokazuju da na lokaciji Biljevec tlo ima praktično neutralnu reakciju čitavom dubinom, a površinski sloj je dosta humozan, analogno tome i bogato opskrbljen dušikom, dok je i fiziološki aktivnim fosforom i kalijem dobro opskrbljen. Tlo na lokaciji Unčani ima slabo kiselu reakciju čitavom dubinom, dok se sadržaj humusa i hranjiva u površinskom sloju podudara sa interpretacijom rezultata lokacije Biljevec. Međutim tlo na lokaciji Unčani ima za 1,1% više humusa i za 0,08% više ukupnog dušika u površinskom sloju odnosu na tlo lokacije Biljevec, ali istovremeno i znatno manju količinu fiziološki aktivnog kalija.

Tablica 6. Kemijske značajke tla na lokacijama Biljevec i Unčani

Lokacija	**Dubina cm**	**pH**		**% humusa**	**Ukupni N %**	**Fiziološko aktivni mg/100 g tla**	
		H_2O	**MKCl**			**P_2O_5**	**K_2O**
Biljevec	0-20	7,1	6,6	3,5	0,21	46,6	>40
	20-40	7,1	6,6				
	40-83	7,2	6,5				
	83-100	7,2	6,5				
Unčani	0-30	7,1	6,2	4,6	0,29	46,0	25,5
	30-60	7,2	6,3				
	60-90	7,4	6,3				

Općenito se može reći da su pedološke prilike na istraživanim lokacijama dosta različte, što se naročito vidi u pedosistematskoj pripadnosti i načinu vlaženja, mehaničkom sastavu, fizikalnim i hidropedološkim značajkama, a manje u kemijskim značajkama tla na lokacijama Biljevec i Unčani.

5.1.2. Značajke klime istraživanih područja

Klimatski podaci mjesečnih oborina i insolacije, kao i prosječne vrijednosti temperature, relativne vlage zraka i brzine vjetra za razdoblje 1986-2015., kao i za 2016. godinu kada su provedena istraživanja za obje lokacije su prikazani u tablicama 7 i 8.

Podaci za lokaciju Biljevec (Tablica 7) pokazuju da je 2016. godine kada su provedena istraživanja ukupna godišnja količina oborina iznosila 886,0 mm što je u odnosu na višegodišnji prosjek od 848,8 mm za 37,2 mm više, pri čemu je 2016. bilo 8 vlažnijih, a 4 sušnija mjeseca od prosjeka. Prosječna godišnja temperatura zraka 2016. je bila 11,4^{o}C (višegodišnja je 10,9^{o}C), također sa 8 toplija, te 4 hladnija mjeseca u odnosu na višegodišnji prosjek. Prosječna godišnja relativna vlaga zraka u 2016. iznosila je 75% (višegodišnja je 76%), prosječna godišnja brzina vjetra je 2,0 m/s kao i višegodišnja, dok je godišnja insolacija iznosila 2060,6 sati, što je za 61,6 sati manje od višegodišnjeg prosjeka od 2122,2 sati. Prema tome mogli bi zaključiti da je 2016. godina bila na razini višegodišnjeg prosjeka, sa nešto većom količinom oborina i dosta manjom insolacijom.

Međutim analiza vegetacijskog razdoblja konoplje (travanj-rujan) ukazuje da je 2016. bilo 57,6 mm oborina manje od prosječnog vegetacijskog razdoblja, te je imala 11,6 sati više sunca od prosječne vegetacije. Najveća mjesečna količina oborina u 2016. godini tijekom vegetacije konoplje zabilježena je u lipnju (106,9 mm), a najmanja u rujnu (34,3 mm). Raspored oborina tijekom vegetacije konoplje također varira, tako da je u prva dva mjeseca vegetacije konoplje (svibanj-lipanj) bilo 45,1 mm više oborina od prosjeka, ali je tijekom srpanja-rujna zabilježeno čak 102,7 mm oborina manje u odnosu na prosječnu godinu, posebice u rujnu (71,1 mm), kada je palo samo 34,3 mm.

Iako ne postoje značajne razlike u prosječnoj temperaturi zraka tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje između 2016. i višegodišnjeg prosjeka, najveće razlike su zabilježene tijekom rujna, kada je mjesečna prosječna temperatura tijekom istraživanja bila za 2,0^{o}C viša u odnosu na višegodišnji prosjek za ovaj mjesec. Razlike u insolaciji tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje između 2016. i višegodišnjeg prosjeka iznosile su 11,6 sati, i najveće su bile tijekom rujna kada je u 2016. godini bilo 37,7 sati više sunca u odnosu na prosječno vegetacijsko razdoblje.

Tablica 7. Klimatske značajke tijekom istraživanja (2016), te višegodišnji prosjeci (1986-2015), lokacija Biljevec

Mjesec	Količina oborina (mm)		Temperatura zraka (°C)		Relativna vlaga zraka (%)		Brzina vjetra (m/s)		Insolacija (sati)	
	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-2015)
Siječanj	58,2	39,7	0,7	0,6	80	83	1,9	2,0	96,4	81,3
Veljača	125,3	46,9	6,5	2,0	76	77	2,3	2,1	70,3	111,6
Ožujak	68,3	50,4	7,0	6,2	73	71	2,5	2,3	115,4	159,1
Travanj	46,1	61,9	12,3	11,3	63	68	2,6	2,3	190,4	194,8
Svibanj	101,3	74,6	15,3	16,1	74	68	2,2	2,1	237,0	255,5
Lipanj	106,9	88,5	19,8	19,4	74	70	1,9	2,0	262,4	262,7
Srpanj	48,9	85,5	22,1	21,2	70	69	1,8	1,8	282,9	294,3
Kolovoz	94,6	89,6	19,4	20,5	74	72	1,6	1,6	277,7	273,6
Rujan	34,3	105,4	17,7	15,7	73	78	1,7	1,7	227,8	190,1
Listopad	88,0	83,6	9,7	10,8	81	81	1,7	1,8	111,6	143,8
Studeni	105,6	71,1	6,6	5,8	78	84	2,2	2,0	104,7	86,5
Prosinac	8,5	51,6	-0,6	1,2	83	85	1,6	2,0	84,0	68,9
Godišnje	886,0	848,8	11,4	10,9	75	76	2,0	2,0	2060,6	2122,2
U vegetaciji	386,0	443,6	18,9	18,6	73	71	1,8	1,8	1287,8	1276,2
Van vegetacije	500,0	405,2	6,0	5,4	76	78	2,1	2,1	772,8	846,0
	- vegetacijsko razdoblje									
	- van vegetacijsko razdoblje									

Podaci za lokaciju Unčani (Tablica 8) ukazuju da je 2016. godine kada su provedena istraživanja ukupna godišnja količina oborina iznosila 1118,5 mm što je u odnosu na višegodišnji prosjek od 1076,1 mm za 42,4 mm više, pri čemu je 2016. bilo čak 8 vlažnijih, a samo 4 sušnija mjeseca od prosjeka. Prosječna godišnja temperatura zraka 2016. je bila 10,9^{o}C (višegodišnja je 10,7^{o}C), također sa 8 toplija, te 4 hladnija mjeseca u odnosu na višegodišnji prosjek. Prosječna godišnja relativna vlaga zraka u 2016. iznosila je 87% (višegodišnja je 82%), prosječna godišnja brzina vjetra je 2,1 m/s kao i višegodišnja, dok je godišnja insolacija iznosila 1944,6 sati, što je za 18,3 sata manje od višegodišnjeg prosjeka od 1962,9 sati. Prema tome mogli bi zaključiti da je 2016. godina bila na razini višegodišnjeg prosjeka, sa nešto većom količinom oborina i manjom insolacijom.

Ako analiziramo samo vegetacijsko razdoblje (travanj-rujan) utvrđeni su slični trendovi kao i za čitavu godinu, pri čemu je 2016. bila vlažnija za 25 mm, te je imala tek 1,9 sati manje od prosječne godine. Najveća mjesečna količina oborina u 2016. godini tijekom vegetacije konoplje zabilježena je u svibnju (136,7 mm), a najmanja u rujnu (67,8 mm). Raspored oborina tijekom vegetacije konoplje se bitno razlikovao između 2016. godine i višegodišnjeg prosjeka.

Tablica 8. Klimatske značajke tijekom istraživanja (2016), te višegodišnji prosjeci (1986-2015), lokacija Unčani

Mjesec	Količina oborina (mm)		Temperatura zraka (°C)		Relativna vlaga zraka (%)		Brzina vjetra (m/s)		Insolacija (sati)	
	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-201.)	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986-2015)	2016	Prosjek (1986.-2015)
Siječanj	110,5	81,7	1,1	0,4	93	88	2,2	2,0	90,4	59,4
Veljača	165,1	76,1	6,0	1,7	91	84	2,1	2,1	57,1	95,4
Ožujak	106,0	68,4	6,8	6,1	93	77	2,3	2,2	100,7	150,4
Travanj	38,9	91,4	11,7	11,2	78	76	2,2	2,2	167,7	181,8
Svibanj	136,7	96,4	14,8	15,5	83	78	2,2	2,2	218,8	242,6
Lipanj	103,3	92,4	19,5	19,1	82	78	2,1	2,1	244,1	261,8
Srpanj	113,6	77,8	21,5	20,7	83	76	1,9	2,1	284,7	297,6
Kolovoz	76,1	88,1	18,7	20,3	85	78	2,1	2,1	267,7	266,7
Rujan	67,8	117,8	16,5	15,0	87	84	2,0	2,0	228,5	177,0
Listopad	93,6	94,1	9,2	10,9	90	87	2,0	2,0	111,9	120,8
Studeni	101,3	102,6	6,3	6,2	89	88	2,0	2,0	91,6	64,8
Prosinac	5,6	89,3	-0,8	1,2	90	91	1,7	2,0	81,4	44,6
Godišnje	1118,5	1076,1	10,9	10,7	87	82	2,1	2,1	1944,6	1962,9
U vegetaciji	497,5	472,5	18,2	18,1	84	79	2,1	2,1	1243,8	1245,7
Van vegetacije	621,0	603,6	5,8	5,4	89	84	2,1	2,1	700,8	717,2

- vegetacijsko razdoblje

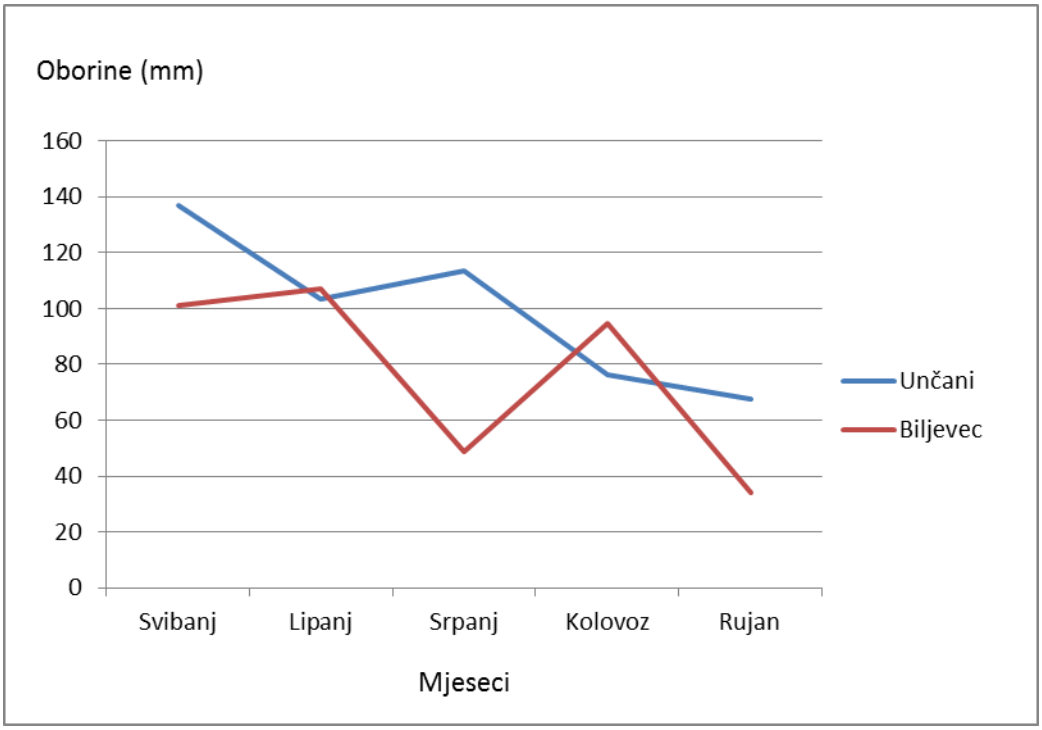
- van vegetacijsko razdoblje

Mjesečne količine oborina u prva tri mjeseca vegetacije konoplje (svibanj-srpanj) bile su za čak 87 mm veće u odnosu na prosječnu godinu, što je naročito izraženo u svibnju

(40,3 mm) i srpnju (35,8 mm). Međutim tijekom kolovoza i rujna zabilježeno je čak 62 mm oborina manje u odnosu na prosječnu godinu, posebice u rujnu kad su te razlike 50 mm. Najmanje razlike u prosječnim temperaturama zraka pojedinih mjeseci tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje između 2016. i višegodišnjeg prosjeka zabilježene tijekom lipnja (0,4^{o}C), a najveće tijekom kolovoza kada je prosječna temperatura tijekom istraživanja bila za 1,5^{o}C niža u odnosu na višegodišnji prosjek, odnosno za rujan kada je prosječna temperatura tijekom istraživanja bila za 1,5^{o}C viša u odnosu na višegodišnji prosjek za ovaj mjesec. Iako razlike u insolaciji tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje nisu bile velike između 2016. i višegodišnjeg prosjeka (svega 1,9 sati) i ovdje je vidljivo da je razdoblje svibanj-srpanj tijekom 2016. imalo za 54,4 sati manje sunca, dok je razdoblje kolovoz-rujan bilo 52,5 sati sunčanije od prosječne godine.

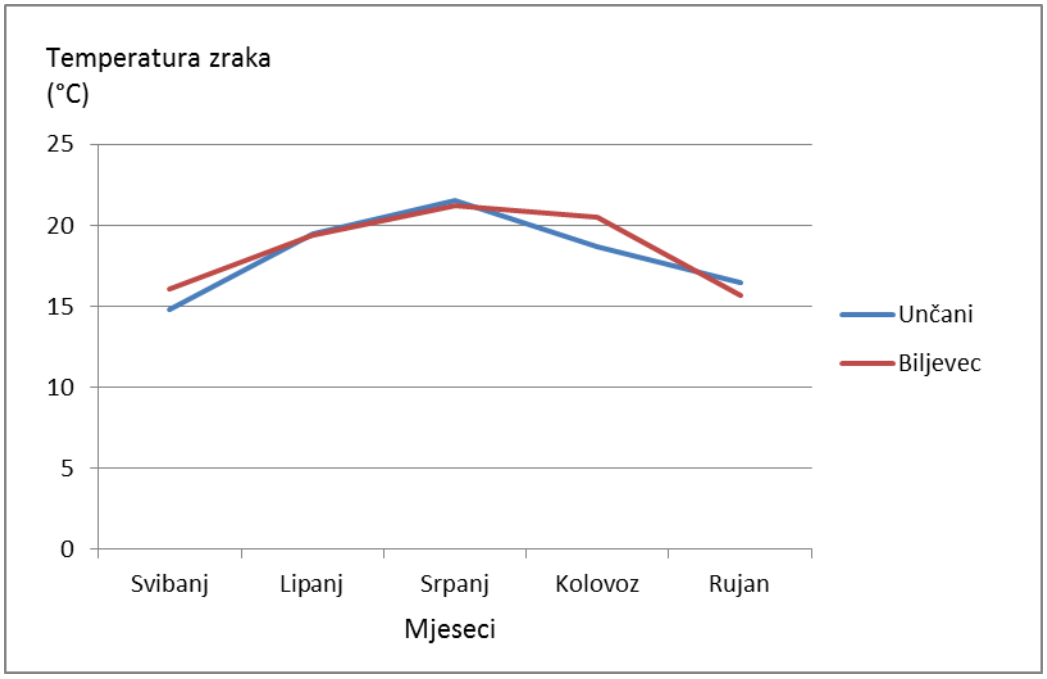
U grafikonima 1-3 usporedno su prikazani klimatski podaci (mjesečne količine oborina, prosječna mjesečna temperatura zraka i mjesečna insolacija) za vegetacijsko razdoblje konoplje (svibanj-rujan) tijekom 2016. godine na obje istraživane lokacije - Biljevec i Unčani.

Prema grafu 1 mjesečne količine oborina na lokaciji Biljevec su tijekom svibnja, srpnja i rujna bile znatno manje u odnosu na lokaciju Unčani, dok su tijekom lipnja i kolovoza bile više. Rezultati ukazuju da na lokaciji Unčani postoji trend smanjivanja količina oborina od početka vegetacije prema kraju, dok na lokaciji Biljevec postoje dva zabilježena maksimuma: jedan u lipnju, a drugi u kolovozu. S druge strane na lokaciji Biljevec su zabilježena i dva razdoblja sa znatno manjom količinom oborina od prosjeka: u srpnju je palo svega 48,9 mm oborina, a u rujnu tek 34,3 mm, što je znatno manje od prosječne godine. Može se zaključiti da je tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine lokacija Unčani (497,5 mm) bila vlažnija u odnosu na lokaciju Biljevec (386,0 mm), ukupno za 111,5 mm.



Graf 1. Dinamika mjesečnih količina oborina tijekom vegetacije konoplje (svibanj-rujan) u 2016. godini na lokacijama Biljevec i Unčani

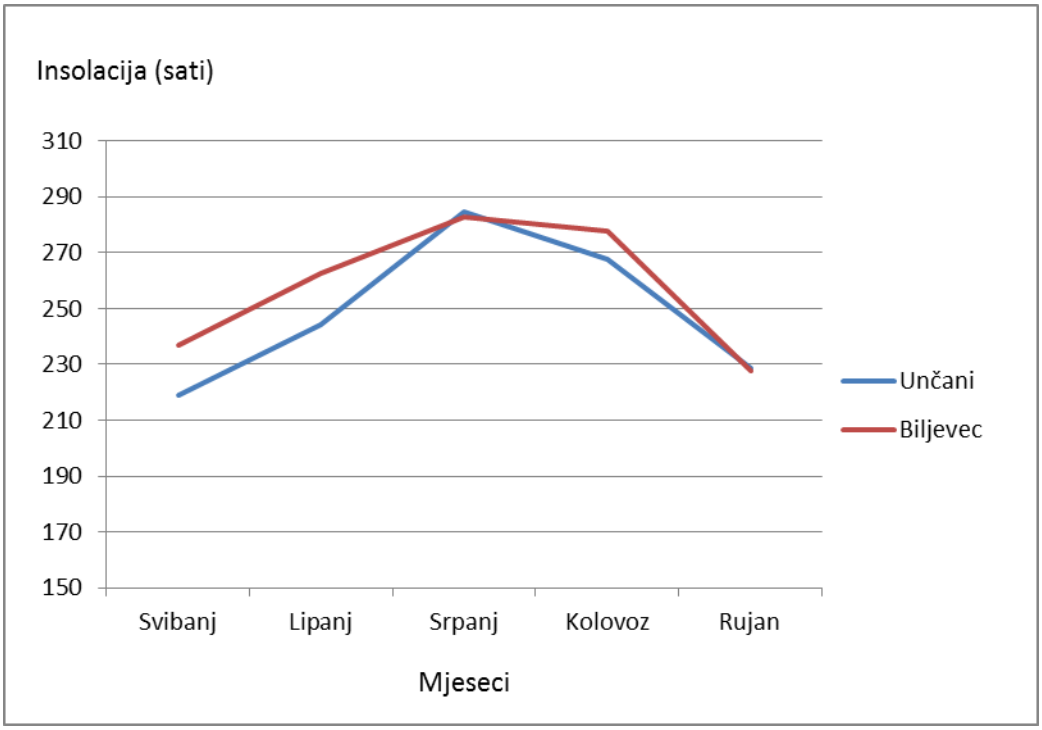
Dinamika prosječnih mjesečnih temperatura zraka (Graf 2) zabilježenih tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine pokazuje da su na lokaciji Biljevec temperature varirale od 17,7^{o}C (rujan) do 22,1^{o}C (srpanj), a na lokaciji Unčani od 14,8^{o}C (svibanj) do 21,5^{o}C (srpanj). U vrijeme sjetve konoplje u svibnju, temperature zraka su iznosile oko 15°C na obje lokacije što je iznad donje granice srednje dnevne temperature za sjetvu konoplje koja prema prema Pospišilu (2013) iznosi 12°C. Na obje lokacije postoji trend porasta temperatura do srpnja, a zatim smanjivanje prema kraju vegetacije konoplje. Tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine lokacija Biljevac (prosječna mjesečna temperatura 18,9^{o}C) je gotovo čitavo vrijeme bila toplija u odnosu na lokaciju Unčani (prosječna mjesečna temperatura 18,2^{o}C) u prosjeku za 0,7^{o}C.



Graf 2. Dinamika prosječnih mjesečnih temperatura zraka tijekom vegetacije konoplje (svibanj-rujan) u 2016. godini na lokacijama Biljevec i Unčani

Dinamika mjesečnih vrijednosti insolacije (Graf 3) zabilježenih tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine prati trendove zabilježene za prosječne mjesečne temperature. Tako su na lokaciji Biljevec mjesečne vrijednosti insolacije varirale od 227,8 sati (rujan) do 282,9 sati (srpanj), a na lokaciji Unčani od 218,8 sati (svibanj) do 284,7 sati (srpanj). Tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine na lokaciji Biljevac (ukupna insolacija 1287,8 sati) je bilo 44,0 sati više sunca u odnosu na lokaciju Unčani (ukupna insolacija 1243,8 sati).

Iz podataka tablica 7 i 8 također se može zaključiti da je prema prosječnoj brzini vjetra i relativnoj vlazi zraka tijekom vegetacijskog razdoblja konoplje 2016. godine lokacija Unčani (2,1 m/s prosječna brzina vjetra i 84% prosječna relativna vlaga zraka) bila sa više vjetra i veće relativne vlage zraka u odnosu na lokaciju Biljevec (1,8 m/s prosječna brzina vjetra i 73% prosječna relativna vlaga zraka).



Graf 3. Dinamika mjesečnih insolacija tijekom vegetacije konoplje (svibanj-rujan) u 2016. godini na lokacijama Biljevec i Unčani

Može se generalno zaključiti da se klimatski uvjeti tijekom vegetacije konoplje (svibanj-rujan) u 2016. godini na lokacijama istraživanja (Biljevec i Unčani) značajno ne razlikuju u odnosu na višegodišnje razdoblje (1986-2015), osim u količini oborina na lokaciji Biljevec gdje je u 2016. godini palo značajno manje oborina tijekom srpnja i rujna u odnosu na prosječnu godinu. Međutim uspoređujući lokacije međusobno postoje razlike u svim analiziranim klimatskim parametrima.

5.2. Evapotranspiracija i bilanca oborinske vode u tlu

5.2.1. Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je jedna od najznačajnijih komponenti hidrološkog ciklusa i vodnog režima tla. Ona predstavlja količinu vode koja se kombiniranim procesima evaporacije i transpiracije gubi s određene površine u određenom vremenu. U uvjetima

optimalne opskrbljenosti biljaka i tla vodom moguće je ostvariti i maksimalnu potrošnju vode za ovaj proces koja predstavlja referentnu evapotranspiraciju (ETo) (Doorenbos i Pruit, 1977), dok je u uvjetima nedovoljne opskrbljenosti količina stvarno utrošene vode manja i predstavlja vrijednost aktualne ili stvarne evapotranspiracije (SE). Prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije za obje lokacije istraživanja u višegodišnjem razdoblju (1986-2015) prikazani su u tablici 9.

Rezultati ukazuju da su sve mjesečne vrijednosti na lokaciji Biljevec više u odnosu na lokaciju Unčani, te da ukupna godišnja vrijednost referentne evapotranspiracije na lokaciji Biljevec za 54,5 mm veća nego ona na lokaciji Unčani. Maksimalne vrijednosti na obje lokacije zabilježene su u srpnju, bez značajnijih odstupanja, dok su najveće veće mjesečne razlike zabilježene tijekom svibnja (12,4 mm) i lipnja (9,0 mm).

Tablica 9. Referentna evapotranspiracija (ETo) za višegodišnje razdoblje (1986-2015) na lokacijama Biljevec i Unčani, mm

Lokacija	**Mjeseci**												**God.**
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	
Biljevec	12,4	22,4	46,5	72,0	108,5	123,0	133,3	114,7	69,0	40,3	21,0	12,4	775,5
Unčani	12,4	16,8	40,3	66,0	96,1	114,0	130,2	111,6	66,0	37,2	18,0	12,4	721,0

Budući da pojedine kulture u različitim stadijima razvoja imaju specifične mogućnosti i potrebe za korištenjem vode, u obračun evaptranspiracije kulture se uvodi koeficijent kulture (k_c), kojim se korigira vrijednost referentne evapotranspiracije za svaku pojedinu kulturu. Tako mjesečne vrijednosti koeficijenata konoplje (k_c) variraju od 0,45 za mjesec svibanj i početak vegetacije konoplje do 1,15 za mjesece srpanj i kolovoz kada je evapotranspiracija i najveća. Uvažavajući prosječne višegodišnje (1986-2016) vrijednosti referentne evapo-transpiracije, kao i koeficijente konoplje izračunata je evapotranspiracija konoplje tijekom vegetacijskog razdoblja (svibanj-rujan) za oba istraživana lokaliteta (Tablica 10). Rezultati ukazuju da je za uzgoj konoplje na lokaciji Beljevec potrebno osigurati prosječno 503,4 mm vode godišnje, dok su za lokaciju Unčani potrebne prosječne količine od 480,0 mm. Rezultati se podudaraju sa podacima Pospišila (2013), koji navodi da je za vegetacijsko razdoblje konoplje koja se proizvodi za sjeme u trajanju od pet ili šest mjeseci potrebno osigurati do

500 mm vode. Najveće potrebe za vodom se javljaju tijekom srpnja na obje lokacije, pri čemu nema značajnijih razlika u mjesečnim vrijednostima.

Tablica 10. Evapotranspiracija konoplje (ETk) tijekom vegetacijskog razdoblja (svibanj-rujan) na lokacijama Biljevec i Unčani, mm

Lokacija	Vegetacijsko razdoblje (svibanj-rujan)					Ukupno u vegetaciji
	V	VI	VII	VIII	IX	
Biljevec	48,8	110,7	153,3	131,9	58,7	503,4
Unčani	43,2	102,6	149,7	128,3	56,1	480,0

5.2.2. Bilanca oborinske vode u tlu

Bilanca oborinske vode tla, odnosno sveukupne kvantitativne promjene vode u određenom vremenskom razdoblju, uzimaju u obzir sve elemente prihoda i potrošnje vode u tlu. Osnovna je svrha izrade bilance vode u tlu određivanje nedostataka ili viškova vode na određenoj lokaciji. U tablicama 11 i 12 prikazani su rezultati mjesečnih vrijednosti pojedinih komponenata vodne bilance (stvarne evapotranspiracije, promjena zaliha fiziološki aktivne vode u tlu, dubinskog otjecanja vode iz tla, te manjkova vode u tlu) za obje lokacije istraživanja izračunatih prema korigiranom modelu Palmera (Vidaček, 1981). Ulazni podaci korišteni za ovaj proračun su: mjesečne oborine tijekom 2016. godine, mjesečna prosječna referentna evapotranspiracija u vrijeme van vegetacijskog razdoblja (listopad-travanj), mjesečna prosječna evapotranspiracija konoplje (ETk) u razdoblju vegetacije (svibanj-rujan), zalihe fiziološki aktivne vode (FAv) površinskog (0-10 cm) i podpovršinskog (10-60 cm) sloja tla, te retencijski kapacitet tla za vodu (Kv) potpovršinskog sloja (10-60 cm). Za semiglej aluvijalno tlo dubine 60 cm na lokaciji Biljevec ukupne zalihe Fav su 125,2 mm (19,5 mm u površinskom i 105,7 mm u podpovršinskom sloju), a ukupni Kv je 245,4 mm (39,9 mm u površinskom i 205,5 mm u podpovršinskom sloju). Za amfiglej dubine 60 cm na lokaciji Unčani ukupne zalihe Fav su 96,1 mm (12,0 mm u površinskom i 84,1 mm u podpovršinskom sloju), a ukupni Kv je 261,9 mm (40,4 mm u površinskom i 221,5 mm u podpovršinskom sloju).

Za lokaciju Biljevec i semiglej aluvijalno tlo **ukupni godišnji manjak oborinske vode** (u izrazu PE-AE) tijekom 2016. godine iznosi 91,1 mm, pri čemu se tijekom vegetacije

konoplje javlja manjak od 88,0 mm što iznosi 17,5 % od ukupnih potrebnih količina vode. Najveći mjesečni manjak od 43,1 mm je zabilježen u srpnju, tablica 11. Istovremeno je zabilježen **ukupni godišnji višak oborinske vode** (u izrazu OT) od 250 mm, pri čemu je utvrđeno da se on javlja i početkom vegetacije konoplje (29,7 mm) u svibnju i posljedica je toga što su popunjene zalihe fiziološki aktivne vode tla, a količina oborina (101,3 mm), je veća od potrebe konoplje za vodom u ovom mjesecu (49 mm).

Tablica 11. Rezultati hidrološkog proračuna bilance oborinske vode za semiglej aluvijalno tlo na lokaciji Biljevec za 2016. godinu

Kultura: konoplja Tlo: ilovasto
Lokalitet: Biljevec 0-60 cm

								Zaliha FAV			
Mjesec	**O**	**ET0/ETk**	**G1**	**G2**	**Pu**	**OT**	**AE**	**Z1**	**Z2**	**Z=Z1+Z2**	**PE-AE**
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
I	58,2	12	0,0	0,0	0,0	45,8	12,4	19,5	105,7	125,2	0,0
II	125,3	22	0,0	0,0	0,0	102,9	22,4	19,5	105,7	125,2	0,0
III	68,3	47	0,0	0,0	0,0	21,8	46,5	19,5	105,7	125,2	0,0
IV	46,1	72	19,5	3,3	0,0	0,0	68,9	0,0	102,4	102,4	3,1
V	101,3	49	0,0	0,0	22,8	29,7	48,8	19,5	105,7	125,2	0,0
VI	106,9	111	3,8	0,0	0,0	0,0	110,7	15,7	105,7	121,4	0,0
VII	48,9	153	15,7	45,6	0,0	0,0	110,2	0,0	60,1	60,1	43,1
VIII	94,6	132	0,0	10,9	0,0	0,0	105,5	0,0	49,2	49,2	26,4
IX	34,3	59	0,0	5,8	0,0	0,0	40,1	0,0	43,3	43,3	18,5
X	88,0	40	0,0	0,0	47,7	0,0	40,3	19,5	71,5	91,0	0,0
XI	105,4	21	0,0	0,0	34,2	50,2	21,0	19,5	105,7	125,2	0,0
XII	8,5	12	3,9	0,0	0,0	0,0	12,4	15,6	105,7	121,3	0,0
Godišnje	886	730	43	66	105	250	639				91,1
U veget.	386	504	20	63	23	30	415				88,0
Van veg.	500	226	23	3	82	221	224				3,1

Tumač kratica:
O = oborine
ET0 = evapotranspiracija referentna
ETk = evapotranspiracija kulture
G1 = gubitak vode iz površinskog sloja
G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja
Pu = punjenje tla vodom
OT = otjecanje vode
AE = aktualna evapotranspiracija
Z1 = zaliha u površinskom sloju
Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
FAV = fiziološki akivna voda

Za lokaciju Unčani i amfiglejno tlo **ukupni godišnji manjak oborinske vode** (u izrazu PE-AE) tijekom 2016. godine iznosi 58,9 mm, pri čemu se tijekom vegetacije konoplje javlja manjak od 49,5 mm što iznosi 10,3 % od ukupnih potrebnih količina vode. Najveći mjesečni manjak od 34,6 mm je zabilježen u kolovozu, tablica 12. Istovremeno je zabilježen **ukupni godišnji višak oborinske vode** (u izrazu OT) od čak 501 mm, pri čemu je utvrđeno da se on javlja i tijekom vegetacije konoplje (76 mm) uglavnom u svibnju. Taj je mjesec palo čak 136,7 mm oborina, pri čemu je potreba konoplje za vodom bila tek 43 mm.

Tablica 12. Rezultati hidrološkog proračuna bilance oborinske vode za amfiglejno tlo na lokaciji Unčani za 2016. godinu

Kultura: konoplja Tlo: glinasto
Lokalitet: Unčani 0-60 cm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			PE-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
I	110,5	12	0,0	0,0	0,0	98,1	12,4	12,0	84,1	96,1	0,0
II	165,1	17	0,0	0,0	0,0	148,3	16,8	12,0	84,1	96,1	0,0
III	106,0	40	0,0	0,0	0,0	65,7	40,3	12,0	84,1	96,1	0,0
IV	38,9	66	12,0	5,7	0,0	0,0	56,6	0,0	78,4	78,4	9,4
V	136,7	43	0,0	0,0	17,7	75,7	43,2	12,0	84,1	96,1	0,0
VI	103,3	103	0,0	0,0	0,0	0,7	102,6	12,0	84,1	96,1	0,0
VII	113,6	150	12,0	9,2	0,0	0,0	134,8	0,0	74,9	74,9	15,0
VIII	76,1	128	0,0	17,7	0,0	0,0	93,8	0,0	57,3	57,3	34,6
IX	67,8	56	0,0	0,0	11,7	0,0	56,1	11,7	57,3	69,0	0,0
X	93,9	37	0,0	0,0	27,1	29,6	37,2	12,0	84,1	96,1	0,0
XI	101,3	18	0,0	0,0	0,0	83,3	18,0	12,0	84,1	96,1	0,0
XII	5,6	12	6,8	0,0	0,0	0,0	12,4	5,2	84,1	89,3	0,0
Godišnje	1119	683	31	33	57	501	624				58,9
U veget.	498	480	12	27	30	76	431				49,5
Van veg.	621	203	19	6	27	425	193				9,4

Tumač kratica:
O = oborine
ET0 = evapotranspiracija referentna
ETk = evapotranspiracija kulture
G1 = gubitak vode iz površinskog sloja
G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja
Pu = punjenje tla vodom
OT = otjecanje vode
AE = aktualna evapotranspiracija
Z1 = zaliha u površinskom sloju
Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
FAV = fiziološki akivna voda

5.1.4. Komponente prinosa konoplje

Komponente prinosa konoplje obrađene u ovom radu obuhvatile su određivanje broja biljaka po jedinici površine, broja sjemena po biljci, masu 1000 sjemenki te prinos sjemena. Također je određen udio vode i ulja u sjemenu te sastav masnih kiselina u ulju konoplje sa obje lokacije. Rezultati komponenata prinosa prikazani u tablici 13.

Tablica 13. Komponente prinosa konoplje na istraživanim lokacijama

Komponenta prinosa	**Lokacija**	
	Biljevec	**Unčani**
Broj biljaka po m^2	41	49
Broj sjemenki po biljci	541	210
Masa 1000 sjemenki, g	20,6	21,2
Prinos sjemena konoplje, t/ha	1,2	0,5

Na slici 14. prikazana je konoplja sa lokacije Biljevec u 69-om danu vegetacije. Konoplja je vrlo dobro razvijena, visina biljaka uglavnom je oko 2 metra, a korov je slabo izražen.



Slika 14. Industrijska konoplja na lokaciji Biljevec

(Snimio: Mario Parić, srpanj 2016)

Na slici 15 imamo konoplju sa lokacije Unčani u 87-om danu vegetacije, pri čemu prevladavaju biljke čija visina uglavnom ne prelazi 1,6 metara, a korov je prilično izražen.



Slika 15. Industrijska konoplja na lokaciji Unčani

(Slikao: Mario Parić, kolovoz 2016.)

Prema komponentama prinosa na lokaciji Biljevec prinos sjemena iznosio je 1,2 t/ha, dok je u Unčanima iznosio 0,5 t/ha. Veću masu 1000 sjemenki, kao i broj biljaka po m^2, imamo na lokaciji Unčani, dok na lokaciji Biljevec imamo više sjemenki po biljci – dvostruko više nego na lokaciji Unčani. Prema Pospišilu (2013) jednodomna konoplja ima masu 1000 sjemenki oko 12 do 16 g dok rezultati sa lokacija Biljevec i Unčani iznose 20,6 g i 21,2 g (tablica 13) što je iznad prosjeka.

Sjetva je odrađena početkom svibnja na obje lokacije, sa normom sjetve na lokaciji Unčani 38 kg/ha, dok je norma sjetve na lokaciji Biljevec iznosila 42 kg/ha. Prema preporukama za sjetvu konoplje uzgajane za sjeme, ona se mora sijati na rijetki sklop pri sjetvenoj normi 10 do 12 kg/ha. Na obje lokacije imamo preveliku normu sjetve uz razmak od 10-12 cm u redu te 12-12,5 cm između redova, no međuredni razmak mora iznositi 50 do 70 cm te 10-15 cm razmaka u redu. Gustoća sklopa na lokaciji Biljevec iznosila je oko 410 000 biljaka/ha, a na lokaciji Unčani oko 490 000 biljaka/ha što je za proizvodnju sjemena pregust

sklop te bi on prema Butorac (2009) trebao iznosti oko 95 000 - 140 000 biljaka/ha. Na lokaciji Biljevac odrađena je proljetna obrada tla u travnju uz drljanje neposredno prije sjetve, dok je sjetva odražena žitnom sijačicom. Na lokaciji Unčani sjetva je odrađena žitnom sijačicom, no prije je odrađena dodatna proljetna obrada tla drljanjem. Obzirom da na uzgajanoj površini nisu korišteni nikakvi herbicidi poslijednjih 10 godina, korov se nesmetano razvijao jednako kao i konoplja te je došlo do pasivnog gušenja konoplje i sporijeg razvoja nadzemne mase. Radi spriječavanja razvoja korova ili njegovog uništavanja potrebno je osigurati dobru obradu i pripremu tla za sjetvu uz obradu tla neposredno prije sjetve, što omogućuje konoplji zasjenjivanje korova, ili upotreba herbicida.

Konoplja kao kultura troši znatne količine vode zbog formiranja velike nadzemne mase, ali ne podnosi površinske vode (njihovo dugotrajnije zadržavanje). Prema klimatskim podacima proilazi da je lokacija Unčani u vegetaciji (497,5 mm) bila vlažnija od lokacije Biljevec (386,0 mm) za 111,5 mm. Također, Unčani imaju veći kapacitet tla za vodu uz veću količinu biljkama nepristupačne vode (175,8 mm). Sadržaj gline na lokaciji Unčani iznosi od 37 do 41% čime ima veliku sposobnost vezanja vode u nepristupačnom obliku za biljku dok na lokaciji Biljevec imamo veću količinu biljkama pristupačne vode (125mm) uz nizak sadržaj gline u tlu (oko 14%) – lakše teksturno tlo. Na lokaciji Biljevec u svibnju je palo 101,3 mm vode dok je potreba konoplje za vodom bila 49 mm, ali obzirom na lakše teksturno tlo nije bilo površinskoga zadržavanja ili zadržavanja vode u profilu tla te je došlo do nesmetanog razvoja biljki dok je na lokaciji Unčani u svibnju palo čak 136,7 mm oborina, pri čemu je potreba konoplje za vodom bila tek 43 mm. Višak vode doveo je do usporenog razvoja biljaka u prvih 30 dana vegetacije, uz veće količine biljkama nepristupačne vode, jer je došlo do površinskog zadržavanja vode kao i težeg procjeđivanja vode kroz profil tla.

Na obje lokacije imamo podjednak ukupni dušik (0,2-0,29 %) uz manjak kalija na lokaciji Unčani. Prema Pospišilu (2013) manjak kalija odražava se u slabom rastu i nižem prinosu stabljike, a na lokaciji Unčani bilježimo manje oko 15 mg kalija/100g tla nego na lokaciji Biljevec što se odrazilo i na visinu rasta konoplje. Na lokaciji Unčani u osnovnoj gnojidbi je korišteno 15 t/ha stajskog gnoja (oko 75 kg/ha dušika), a u prihrani je korišten poboljšivać tla (Zeosand Eko) koji u sebi nema dušika, fosfora i kalija, a konoplji je potrebno osigurati dovoljno hraniva u lako pristupačnom obliku od početka vegetacije jer je upojna moć korijena konoplje slaba te je korijen fiziološki nesposoban iz tla usvajati hraniva ako se

ona nalaze u ograničenim količinama ili ako se nalaze u teško topljivim spojevima. Isto tako, preporuča se koristiti barem oko 30 t/ha stajskog gnojiva. Na lokaciji Biljevec preporuka je koristiti gnojivo sa više dušika u osnovnoj gnojidbi, tj više od 300 kg/ha gnoja peradi (4,5 kg/ha dušika). Prihranom je uneseno oko 19,5 kg/ha dušika što odgovara 1/6 dušićnih gnojiva potrebnih konoplji. Ostatak treba unijeti kod osnovne i predsjetvene obrade tla te povećati prihranu na 40 kg/ha dušika. Apsorpcija dušika najveća je tijekom 20-25 dana od nicanja nakon čega apsorpcija postaje sve manja (Pospišil, 2013). Prihrana se primjenjuje 20-ak dana nakon nicanja konoplje te 20-ak dana od prve prihrane.

Tla na obje lokacije su dosta humozna uz gotovo identičan pH. Na lokaciji Biljevec prosjek temperature u vegetaciji iznosi 18,9°C gdje su najveće temperature u srpnju (22,1°C), a najmanje u svibnju (15,3°C). Prosječna relativna vlaga zraka u vegetaciji iznosila je 73% uz prosječnu brzinu vjetra 2,0 m/s i 1287,8 sučanih sati. Na lokaciji Unčani prosjek temperature u vegetaciji iznosio je 18,2°C gdje su najveće temperature zabilježene također u srpnju (21,5°C), a najmanje u svibnju (14,8°C). Na obje lokacije postoji trend porasta temperatura do srpnja, a zatim smanjivanje prema kraju vegetacije. U Unčanima prosječna relativna vlaga zraka iznosila je 79%, što je za 8% više nego na lokaciji Biljevec, uz prosječnu brzinu vjetra 2,1 m/s i 1243,8 sunčanih sati, što je za 43 sunčana sata manje nego na lokaciji Biljevec.

Uzorci sjemena i ulja konoplje sa lokacija Biljevec i Unčani analizirani su u laboratoriju za analizu ulja i masti na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te su određeni osnovni parametri kvalitete: udio vode i ulja u sjemenu (Tablici 14), te sastav masnih kiselina (Tablici 15).

Tablica 14. Osnovni parametri kvalitete sjemena konoplje

Lokacija	**Udio vode u sjemenu (%)**	**Udio ulja u sjemenu (%)**	**Ulje na suhu tvar (%)**
Biljevec	5,4	32,9	34,7
Unčani	7,7	29,3	31,7

Prema Pospišilu (2013) konopljino sjeme sadrži 25-38% ulja, 22% bjelančevina, 16% celuloze, 5% ugljikohidrata i 19% mineralnih tvari pri 9% vode čime vidimo da je udio vode u sjemenu i udio ulja u sjemenu zadovoljavajući na obje lokacije. Na lokaciji Biljevec imamo manje vode, a više ulja u sjemenu nego na lokaciji Unčani gdje imamo više vode, a manje ulja u sjemenu.

Sastav masnih kiselina ulja konoplje je karakterističan jer sadrži najznačajnije esencijalne (linolna i linolenska) kiseline te tokoferol. Brojna klinička ispitivanja pokazala su da ulje konoplje ima pozitivno djelovanje na imunološki sustav i opće zdravstveno stanje organizma (Callaway i sur., 2005). Međutim, valja napomenuti da zbog svog kemijskog sastava ono ima slabu oksidacijsku stabilnost te se stoga tijekom proizvodnje i skladištenja mora poduzeti sve da se očuva od ubrzanog kvarenja (lako kvarljivo). Znanstvena literatura navodi podatak da se THC mora zagrijati da bi bio biološki aktivan (mora se dekarboksilirati) što ukazuje da je THC u hladno prešanim uljima neaktivan. Sama sjemenka ne sadrži THC, ali može se naći sa vanjske strane ljuske. Obzirom da se ulje konoplje proizvodi hladnim prešanjem gdje temperatura ne prelazi 50 ºC, THC u ulju ostaje u svom neaktivnom obliku (HAH, 2011). α-linolenska masna kiselina (18:3) i stearidonska masna kiselina (18:4) ubrajaju se u skupinu omega-3 masnih kiselina koje odlikuje protuupalna aktivnost i značajna uloga u prevenciji kroničnih bolesti. γ-linolenska masna kiselina također je značajna za zdravlje jer djeluje kao prekursor prostaglandina te pomaže u reguliranju metaboličkih funkcija. Iako se ne ubraja u esencijalne masne kiseline, organizam γ- linolensku masnu kiselinu često zbog nedostatne učinkovitosti enzima delta-6-desaturaze ne može sintetizirati konverzijom iz linolenske kiseline, pa ju je potrebno unositi hranom (Callaway i sur, 2005).

U tablici 15 nalazi se sadržaj masnih kiselina iz ulja i sjemena konoplje za obje uzorkovane lokacije. Palmitinska kiselina na obje lokacije je podjednaka te unutar graničnih vrijednosti. Sadržaj stearinske i oleinske kiseline veći je na obje lokacije od prosječnih vrijednosti sadržanih u tablici 16. Sadržaj linolne kiseline na obje lokacije je podjednak i iznosi 55,4 % do 56,1 % dok Leizer i sur.(2000) navode kako sadržaj linolne kiseline može biti i do 62 %. Sadržaj α-linolenske kiseline na lokaciji Unčani iznosi 14,3 % dok na lokaciji Biljevec iznosi 16,2% što je unutar prosječnih vrijednosti koje se kreću od 15-25 %. Sadržaj γ-linolenske u Unčanima iznosi 2,6 % dok u Biljevcu iznosi 2,1 % što je unutar prosječnh vrijednosti koje se kreću u rasponu od 1,8 do 4 %.

Tablica 15. Sastav masnih kiselina ulja i sjemena

Lokacija	Masne kiseline (% od ukupnih)								
	Palmitinska kis.	**Stearinska kis.**	**Oleinska kis.**	**Linolna kis.**	**γ-linolenska kis.**	**α-linolenska kis.**	**Arahinska kis.**	**Eikosenoinska kis.**	**n.i.**
	C16:0	C18:0	C18:1c	C18:2c	C18:3n6	C18:3n3	C20:0	C20:1	
Biljevec - ulje	6,6	3,2	13,7	56,1	2,1	16,2	0,8	0,4	0,7
Biljevec - sjeme	6,6	3,1	14	56,3	2,1	16,2	0,8	0,4	0,7
Unčani - ulje	6,9	2,9	15,4	55,4	2,6	14,3	0,9	0,4	0,8
Unčani - sjeme	6,9	2,9	15	56,1	2,5	14,4	0,9	0,4	0,8
* n.i.- nije identificirano									

Tablica 16. Sastav masnih kiselina u ulju konoplje prema nekim autorima

Masne kiseline	Ulje konoplje (% od ukupnih)	
	Callaway i sur. (2005)	Leizer i sur. (2000)
Palmitinska (C16:0)	5	5,00-7,00
Stearinska (C18:0)	2	1,00-2,00
Oleinska (C18:1)	9	8,00-13,00
Linolna (C18:2ω6)	56	52,00-62,00
α-linolenska (C18:3ω3)	22	15,00-25,00
γ-linolenska (C18:4ω6)	4	3,00-4,00
Arahinska (C20:0)	-	0,39-0,79
Eikosenoinska (C20:1)	-	0,51
Polinezasićene masne kiseline	84	-
Omjer ω-3/ω-6	1:2,5	1:2,9

Prema navedenim podacima na lokaciji Unčani imamo više palmitinske, oleinske, γ-linolenske i arahainske kiseline u konopljinom ulju nego na lokaciji Biljevec gdje imamo više stearinske, linolne te α-linolenske kiseline dok je sadržaj eikosenoinske kiseline jednak na obje lokacije. Sadržaj masnih kiselina u sjemenu gotovo je identičan sadržaju masnih kiselina u ulju. Naposljetku, na lokaciji Unčani ujedno imamo 0,1% više neidentificiranih masnih kiselina u ulju i sjemenu.

Omjer ω-3:ω-6 masnih kiselina u ulju na lokaciji Biljevec iznosi 1:3,5, a na lokaciji Unčani 1:3,9. Omjer ω-3:ω-6 masnih kiselina u sjemenu gotovo je identičan onima u ulju. Prema prosječnim vrijednostima masnih kiselina u ulju konoplje (tablica 16) možemo zaključiti da analizirani uzorci ulja sa obje lokacije imaju blago povećan omjer ω-3:ω-6 masnih kiselina što predstavlja optimalan omjer višestruko nezasićenih masnih kiselina

6. ZAKLJUČCI

Provedena su istraživanja o agroekološkim uvjetima uzgoja industrijske konoplje na dva obiteljska poljoprivredna gospodarstva Biljevec (okolica Varaždina) i Unčani (okolica Hrvatske Kostajnice) u Republici Hrvatskoj. Rezultati pokazuju opravdanu pretpostavku da se industrijska konoplja relativno dobro prilagođava različitim uvjetima uzgoja, mada postoje znatne razlike u komponentama prinosa između istraživanih lokacija dok je sadržaj masnih kiselina u ulju podjednak na obje lokacije. Temeljem dobivenih i obrađenih podataka može se zaključiti:

1. Agroekološki uvijeti uzgoja industrijske konoplje bili su podobniji na lokaciji Biljevec gdje se konoplja pokazala kao biljka koja voli teksturno lakša tla, dobre vodozračne odnose, veću insolaciju te manje količine vode tijekom vegetacije (osim u fazi pojačanog stvaranja nadzemne mase). Na lokaciji Biljevec tijekom vegetacije konoplje zabilježeno je čak 111,5 mm oborina manje, ali istovremeno i prosječna temperatura je bila za 0,7^{o}C veća, a bilo je i 44 sati više sunca u odnosu na lokaciju Unčani. Prema komponentama prinosa na lokaciji Biljevec prinos sjemena iznosio je 1,2 t/ha, dok je u Unčanima iznosio 0,5 t/ha. Veću masu 1000 sjemenki, kao i broj biljaka po m^2, imamo na lokaciji Unčani, dok na lokaciji Biljevec imamo gotovo dvostuko više sjemenki po biljci nego na lokaciji Unčani.

2. Uz agroekološke uvijete, također je bitna agrotehnika kao i sam proces sjetve držeći se preporučenog razmaka unutar i između redova čime dolazi do zasjenjivanja i gušenja korova što na obje lokacije nije bio slučaj, ali pogotovo na lokaciji Unčani. Konoplja podnosi velike koncentracije gnojiva, a i ima povećane zahtjeve za dušikom u prvoj fazi rasta, stoga je potrebno pravilno gnojiti tijekom osnovne i predsjetvene obrade tla uz kasniju prihranu dovoljnim količinama dušika nakon nicanja biljki.

. 3. Analizom ulja i sjemena sa obje lokacije utvrđeno je da je udio vode i ulja u sjemenu zadovoljavajući na obje lokacije. Analizom sastava masnih kiselina u ulju vidimo da imamo podjednake vrijednosti analiziranih masnih kiselina u uzorcima ulja sa obje lokacije. Omjer ω-3:ω-6 masnih kiselina iznosi 1:3,5 na lokaciji Biljevec i 1:3,9 na lokaciji Unčani te predstavlja optimalan omjer višestruko nezasićenih masnih kiselina koji se preporuča kao jedna od stavki uravnotežene prehrane.

7. LITERATURA

1. Agroklub (2013) <http://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/zahtjevi-za-uzgoj-konoplje-premasili-ocekivanja/14017/> Pristupljeno 3. siječnja 2017.

2. Augustinović Z., Andreata-Koren M., Butorac J., Ivanek-Martinčić M., Kisela A., Pospišil M., (2012a). Prinos konopljine stabljike sorte Kompolti u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

3. Augustinović Z., Andreata-Koren M., Butorac J., Ivanek-Martinčić M., Pospišil M., Šumbena N. (2012b). Samoregulacija sklopa, odnos ženskih i muških biljaka i morfološka svojstva industrijske konoplje u ovisnosti o gustoći sjetve i gnojidbi dušikom, Agronomski glasnik 4:189-206

4. Bensa A., Sever Z., (2009). Kemija tla – interna skripta za laboratorijske vježbe, Agronomski fakuletet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju

5. Bouloc P., Allegret S., Arnaud L. (2013). Hemp – Industrial Production and Uses, CABI, UK

6. Butorac, J. (2009): Predivo bilje, Kugler d.o.o., Zagreb

7. Callaway J., Schwab U., Harvima I., Halonen P. Mykkänen O., Hyvönen P. Järvinen T. (2005): Efficacy of dietary hempseed oil inpatients with atopic dermatitis. Journal of Dermatological Treatment 16:87-94.

8. Carus M., Karst S., Kauffmann A., Hobson J., Bertuccelli S. (2013). The European Hemp Industry: Cultivation, proccessing and applications for fibres, shivs and seeds, European Industrial Hemp Association

9. Doorenbos J., Pruitt W.O. (1977): Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24 (revised), FAO, Rome.

10. Gadžo D., Đikić M., Mijić A. (2011). Industrijsko bilje, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu

11. Guidelines for soil description, Food and agriculture organization of the united nations (FAO), Rome, 2006

12. HAH (Hrvatska agencija za hranu), (2011): Znanstveno mišljenje o utjecaju na zdravlje proizvoda od konoplje koji se konzumiraju (ulje, sjemenke), Osijek

13. Hazekamo A. (2007). Cannabis: Extracting the medicine, Profeschrift Universiteit Leiden, PrintPartners Ipskamp B.V., Amsterdam, The Netherlands
14. HRN ISO 11277:2011 - Određivanje raspodjele veličine čestica (mehaničkog sastava) u mineralnom dijelu tla -- Metoda prosijavanja i sedimentacije
15. HRN ISO 11461:2001 - Gravimetrijska metoda trenutačne vlage tla (Tv) gravimetrijski iz razlike težina vlažnoga i suhoga tla prema normi
16. HRN ISO 19730:2008 - AL metoda, Ekstrakcija tragova elemenata s DTPA, s NH4NO3, Određivanje na AAS, ICPOES, ICP-MS, spektrofotometrija
17. HRN ISO 11508:2004 - ukupni sadržaj pora u tlu
18. HRN ISO 11465:2004 - Određivanje suhe tvari i sadržaja vode na osnovi mase - Gravimetrijska metoda (ISO 11465:1993+Cor 1:1994)
19. HRN ISO 11272:2004 - Određivanje volumne gustoće suhog tla (ISO 11272:1998)
20. HRN ISO 11508:2004 - Određivanje gustoće čvrstih čestica (ISO 11508:1998)
21. HRN EN ISO 11274:2014 - Određivanje sposobnosti zadržavanja vode - Laboratorijske metode (ISO 11274:1998+Cor 1:2009; EN ISO 11274:2014)
22. HRN ISO 13878:2004 - Kakvoća tla -- Određivanje sadržaja ukupnog dušika suhim spaljivanjem (“elementarna analiza”) (ISO 13878:1998)
23. HRN EN ISO 665:2004, Uljarice - Određivanje količine vode i hlapljivih tvari.
24. HRN EN ISO 659:2010, Uljarice - Određivanje udjela ulja.
25. HRN EN ISO 5508:1999, Životinjske i biljne masti i ulja - Analiza metilnih estera masnih kiselina plinskom kromatografijom.
26. HRN EN ISO 5009:2004, Životinjske i biljne masti i ulja - Priprava metilnih estera masnih kiselina
27. HRN EN ISO 10390:2005, Određivanje pH-vrijednosti (ISO 10390:2005)
28. Husnjak S. (2014). Sistematika tala Hrvatske, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
29. Justice O. L., Bass L.N. (1978). Principles and practices of seed storage. Agriculture Handbook No. 506. U.S. Government Printing office, Washington D.C.
30. Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov S., Raskin I. (2000). The Composition of Hemp Seed Oil and Its Potential as an Important Source of Nutrition. *J. Nutra.Funct. Med. Foods* 4: 35-53.

31. Pasković F. (1966). Predivo bilje, I. dio – konoplja, lan i pamuk, Nakladni zavod Znanje, Zagreb

32. Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih droga u veterinarstvu, NN 18/12, 57/16 <http://www.narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_02_18_505.html> Pristupljeno 25. siječnja 2017

33. Pospišil M. (2013). Ratarstvo II. dio - industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec

34. Ranalli P. (1999). Advances in Hemp Research, Food Products Press, An Imprint od The Haworth Press, Inc.

35. Smith M. (1992). CROPWAT- A computer program for irrigation planning and management. FAO, Irriagtion and drainage paper, No. 46.,Rome.

36. Stojanović A., Sikora V., Brdar-Jokanović M., Kiprovski B. (2016). Jednodoma industrijska konoplja, XXI Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, Vol. 21:23, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

37. Vidaček Ž. (1981). Procjena proizvodnog prostora i prikladnost tla za natapanje u istočnoj Slavoniji i Baranji, Doktorska disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb

38. Zakon o suzbijanju zlouporabe droga (NN 80/13) < https://www.zakon.hr/z/293/Zakon-o-suzbijanju-zlouporabe-droga> Pristupnjeno 8. siječnja 2017.

Popis slika 7.1.

Slika 1. Prikaz korijena industrijske konoplje.....3
Slika 2. Prikaz morfološke razlike između *Cannabis sativa* L. i *Cannabis indica* L. 4
Slika 3. Razlike između muške i ženske biljke konoplje.....5
Slika 4. Neoljušteno sjeme industrijske konoplje.....6
Slika 5. Zemljopisni položaj lokacije Biljevec.....12
Slika 6. Zemljopisni položaj lokacije Unčani.....12
Slika 7. Uzimanje uzoraka pomoću cilindra iz profila tla.....13
Slika 8. Priprema uzorka tla sa lokacije Biljevec.....14
Slika 9. Cilindri za sedimentaciju sa suspenzijama tla pripremljeni za pipetiranje.....15
Slika 10. Određivanje teksturnih klasa tla pomoću trokuta.....15
Slika 11. Uzorci tla u tlačnom ekstratoru.....16
Slika 12. Livadsko-fluvijalno tlo na lokaciji Biljevec.....20
Slika 13. Amfiglej nekarbonatni mineralni vertični na lokaciji Unčani.....21
Slika 14. Industrijska konoplja na lokaciji Biljevec.....36
Slika 15. Industrijska konoplja na lokaciji Unčani.....37

Popis tablica 7.2.

Tablica 1. Granične vrijednosti opskrbljenosti zemljišta ukupnim dušikom po Wohltmann-u.....18
Tablica 2. Opskrbljenost pristupačnim hranjivima (fosfor i kalij) temeljem njihova sadržaja u mg/100g tla 18
Tablica 3. Mehanički sastav tla na lokacijama Biljevec i Unčani 22
Tablica 4. Fizikalne značajke tla na lokacijama Biljevec i Unčani 23
Tablica 5. Hidropedološke konstante tla na lokacijama Biljevec i Unčani 23
Tablica 6. Kemijske značajke tla na lokacijama Biljevec i Unčani 24
Tablica 7. Klimatske značajke tijekom istraživanja (2016), te višegodišnji prosjeci (1986-2015), lokacija Biljevec 26
Tablica 8. Klimatske značajke tijekom istraživanja (2016), te višegodišnji prosjeci (1986-2015), lokacija Unčani 27
Tablica 9. Referentna evapotranspiracija (ETo) za višegodišnje razdoblje (1986-2015) na lokacijama Biljevec i Unčani 32
Tablica 10. Evapotranspiracija konoplje (ETk) tijekom vegetacijskog razdoblja (svibanj-rujan) na lokacijama Biljevec i Unčani, mm 33
Tablica 11. Rezultati hidrološkog proračuna bilance oborinske vode za semiglej aluvijalno tlo na lokaciji Biljevec za 2016. godinu 34
Tablica 12. Rezultati hidrološkog proračuna bilance oborinske vode za semiglej aluvijalno tlo na lokaciji Unčani za 2016. godinu 35
Tablica 13. Komponente prinosa konoplje na istraživanim lokacijama 37
Tablica 14. Osnovni parametri kvalitete sjemena konoplje 39
Tablica 15. Sastav masnih kiselina ulja i sjemena 41
Tablica 16. Sastav masnih kiselina u ulju konoplje prema nekim autorima.....41

ŽIVOTOPIS

Osobni podaci

Prezime i Ime: Parić Mario

Datum rođenja: 15. listopada 1991.

Adresa: V.Nazora 43, 35410 Nova Kapela

Broj mobilnog telefona: 091/ 564-5382

E-mail: mparic@hotmail.com

Državljanstvo: Hrvatsko

Narodnost: Hrvat

Obrazovanje

2013. – danas Diplomski studij, Agroekologija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

2010. – 2013. Preddiplomski studij, Sanitarno inženjerstvo, Zdravstveno veleučilište u Zagrebu, Mlinarska cesta 38, 10000 Zagreb, Hrvatska

2006. – 2010. Opća gimnazija Nova Gradiška, Trg Kralja Tomislava 9, Nova Gradiška, Hrvatska

2010. Lidrano iz novinarstva na državnoj razini

2015. Rektorova nagrada

Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik(ci): Hrvatski jezik

Drugi jezik(ci): Engleski jezik (aktivno)

Vješto baratanje Internetskim preglednicima, Microsoft Office alatima (Word, Excel i PowerPoint), položen vozački ispit B kategorije, jednogodišnje iskustvo organizacije i managementa u tekstilnoj industriji, višegodišnje iskustvo u trgovini hranom i pićem