

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonija Hunjet
Diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer Biljna proizvodnja

**PRIMJENA *Trichoderma* spp. I RAZLIČITOG OSVJETLJENJA KOD
UZGOJA MLADIH BILJAKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE**

Diplomski rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonija Hunjet
Diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer Biljna proizvodnja

**PRIMJENA *Trichoderma* spp. I RAZLIČITOG OSVJETLJENJA KOD
UZGOJA MLADIH BILJAKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić, predsjednica
2. doc. dr. sc. Ivana Varga, mentorica
3. prof. dr. sc. Suzana Kristek, članica

Osijek, 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.2. Cilj istraživanja.....	2
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Općenito o <i>Trichoderma</i> spp.	3
2.2. Mehanizmi djelovanja	4
2.3. <i>Trichoderma</i> spp. kao bio-gorivo	5
2.4. Biofungicidi i stanje na tržištu.....	5
2.5. Značaj i uporaba industrijske konoplje.....	6
2.6. Botanička klasifikacija industrijske konoplje.....	8
2.7. Morfološke osobine industrijske konoplje	8
2.7.1. Korijen industrijske konoplje	8
2.7.2. Stabljika industrijske konoplje	9
2.7.3. List industrijske konoplje	9
2.7.4. Cvijet i plod industrijske konoplje	10
3. MATERIJAL I METODE	11
3.1. Uzgoj biljaka u kontroliranim uvjetima.....	11
3.1.1. Tretirano sjeme prahom mikrobiološkog pripravka s <i>Trichoderma</i> spp.	13
3.1.2. Tretirano tlo sa prahom i tekućinom mikrobiološkog pripravka s <i>Trichoderma</i> spp.....	13
3.1.3. Kontrola	15
3.2. Određivanje morfoloških pokazatelja.....	16
3.3. Statistička analiza podataka.....	17
4. REZULTATI	18
4. 1. Morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje	18
4. 2. Masa mladih biljaka industrijske konoplje.....	20
4. 3. Broj listova industrijske konoplje.....	21
4. 3. Kutijasti dijagrami morfoloških pokazatelja	22
5. RASPRAVA.....	25
6. ZAKLJUČAK.....	30
7. POPIS LITERATURE.....	31
8. SAŽETAK.....	34
9. SUMMARY	35
10. PRILOZI.....	36

1. UVOD

Svaki poljoprivredni proizvođač, ali i čovjek koji se ne bavi poljoprivrednom proizvodnjom zna koliko je poljoprivredno tlo dragocjen resurs. Poljoprivredno tlo je dobro od interesa za Republiku Hrvatsku i ima njezinu osobitu zaštitu. No, glavna uloga poljoprivrednog zemljišta koja mu je namijenjena u poljoprivrednoj proizvodnji, u proizvodnji hrane, od vitalnog je interesa za cijelu populaciju, ali i državu. No, kako svugdje postoje problemi ni poljoprivredno zemljište nije ostalo pošteđeno zbog prekomjerne primjene kemijskih sredstava te zagađenja poljoprivrednog tla i lošeg utjecaja na okoliš. S obzirom na zahtjevniji i brži način života gdje je teže proizvesti određenu količinu hrane, ali i doći do kvalitetne hrane. Sve više proizvođača odlučuje se na uvođenje alternativnih mjera u zaštiti bilja, gdje zaslužno mjesto nalaze kako biološki preparati tako i ostale nepesticidne mjere zaštite (Grahovac i sur., 2009.).

Biopesticidi podrazumijevaju primjenu mikroorganizama ili produkata njihovog metabolizma koji su korisni i nisu štetni za okoliš, ljude niti biljke i djeluju ciljano na štetne organizme. Podjela biopesticida izvršena je prema vrsti organizama koje suzbijaju, a to su: bioinsekticide, biofungicide i bioherbicide. U Hrvatskoj je ta podjela također prihvaćena (Igrc-Barčić i Maceljki, 2001.).

Gljive roda *Trichoderma* su saprofitske gljive koje se smatraju kao najznačajnijom skupinom mikroorganizama koje možemo pronaći u većini obradivih tala, uglavnom u korijenu biljke, tlu i biljnom otpadu. Ova gljiva može biti učinkovita protiv brojnih drugih patogena poput nematoda i bakterija, a ne samo gljiva što pokazuje aktivacija obrambenog mehanizma na biljci (Franjković, 2015.).

Pokus se odvijao na biljci industrijskoj konoplji (*Cannabis sativa* L.) čiji uzgoj posljednjih pet godina bilježi tendenciju porasta. Zbog svog utjecaja, karakteristika i uzgoja pojedini stručnjaci je nazivaju još biljkom kraljicom. Industrijska konoplja je jednogodišnja kultura koja se upotrebljava u našoj svakodnevici u različitim oblicima poput lijeka, kozmetike, dio prehrane za životinje i ljude, njezinih vlakana kao industrijske biljke (Šimić, 2018.).

1.2. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje uz primjenu *Trichoderma* spp. i različitog osvjetljenja u kontroliranim uvjetima.

U ovome diplomskom radu kako bi se utvrdio utjecaj primjene *Trichoderma* spp. na porast mladih biljaka industrijske konoplje pri plavom i bijelom svjetlu mjerile su se sljedeće komponente: dužina stabljike i korijena, masa stabljike i korijena, dužina stabljike i masa stabljike, dužina korijena i masa korijena, broj listova na stabljici i težina listova na stabljici.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Općenito o *Trichoderma* spp.

Gljive iz roda *Trichoderma* spominju se još od 1974. godine kao zelena plijesan, a kasnije znane kao nesavršene i brzorastuće gljivice. Gljive *Trichoderma* su razvile različite mehanizme poput mikroparazitizma i antibioze kako bi opstale u tlu (Kubicek i sur., 2001.).

Antibiotička i antifugalna svojstva vrste *Trichoderma* spp. poznata su od 1930.-ih, gdje nakon pokusnog apliciranja ona se počinje koristiti u zaštiti usjeva od biljnih patogena jer antibiotici čine dio njihovog sekundarnog metabolizma koji utječu na druge mikroorganizme, povećavajući rast i produktivnost biljke i unosa hranjivih tvari. Ove gljive rastu trofički prema hifama drugih gljiva, razgrađuju staničnu stijenku ciljanog gljivičnog organizma izlučivanjem različitih litičkih enzima (Grahovac i sur., 2009.).

Pozitivni učinci gljiva ovog roda na biljke predmet su brojnih istraživanja u kojima se analizirala učinkovitost ove gljive u kontroli bolesti u uzgoju mnogih biljnih i povrtnih kultura, ukrasnog bilja i voća. Prema nedavnim istraživanjima pokazan je potencijal *Trichoderma* spp. za kontrolu raka stabljike kupusnjača, uzrokovanog *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* (Kaczmarek i Jedryczka, 2011.), pri čemu učinkovitost ovisi o rezistentnosti gena patogena usporedno na biljku koja je napadnuta. *Trichoderma* spp. također se koriste u kontroli bakterijskih i virusnih štetnika usjeva (Hanson i Howell, 2002.). Učinkovitost gljiva *Trichoderma* spp. potvrđena je i u drugim kontrolama poput kontrole korova, bakterija i kontroli virusnih štetnika u usjevu.

U konvencionalnoj poljoprivredi kojoj je glavni cilj maksimaliziranje prinosa po jedini poljoprivredne površine došlo je do ozbiljnog narušavanja bioraznolikosti te gljivice ovog roda pomažu u uspostavljanju ponovne ravnoteže. Zbog široke primjene pozitivnih učinaka poput poticanja brze razgradnje komposta, utjecaja otpornosti biljke na stres, rasta biljke, povećanju prinosa, bioremedijacije, proizvodi roda *Trichoderma* spp. koriste se u većini svijeta za biološku kontrolu. Bettiol i Morandi (2008.) naglašavaju da se korištenjem gljiva *Trichoderma* spp. troškovi uzgoja u odnosu na korištenje drugih sredstava znatno smanjuju.

Prema brojnim autorima u svijetu, navedenim činjenicama i rezultatima u istraživanju gljive roda *Trichoderma* spp. možemo uočiti pozitivna saznanja.

2.2. Mehanizmi djelovanja

Poznato je da gljivica *Trichoderma* spp. oko 70 godina ima sposobnost napadati druge gljive i proizvoditi antibiotike koji utječu na druge patogene putem antagonističkih mehanizama. Tijekom sedamdesetgodišnjeg perioda otkrivene su razne svrhe korištenja mehanizama. To uključuje mikroparazitizam, antibiozu, kompeticiju za prostor i hranjive tvari (Kubicek i sur., 2001.).

Gljiva *Trichoderma* spp. ima mikroparazitsku složenu strategiju koja se postiže na više načina, a to je da izravno ubija biljnog patogena i druge gljive koje su povezane sa biljkom te detekcijom biljnog patogena putem kemijskih podražaja izvan organizma, prodiranjem patogena u hife i parazitiranjem sadržaja stanične stjenke. Ovaj način mehanizma se smatra važnim za uspjeh biološke kontrole. Mikoparazitizam je zasnovan na odnosu micelija antagonista i patogena nakon čega izlučevine enzima obavljaju degradaciju staničnog zida domaćina (Kubicek i sur., 2001.). Gljive roda *Trichoderma* poznate su po lučenju snažnog hidrolitičkog multienzimskog kompleksa (hitinaza, beta1,3- glukonaza, beta-1,6-glukonaza, alfa-1,3 glukonaza, proteaza te celulaza) (Čačić, 2017.).

Antibioza se odvija između dvije ili više vrsta mikroorganizama kao zaseban oblik antagonizma. Gljiva *Trichoderma* spp. sadrži bogate i značajne izvore sekundarnih metabolita koji mogu biti hlapljivi i ne hlapljivi. *Trichoderma* vrsta – *T. virens* i *T. reesei*— najveći su proizvođači sekundarnih metabolita (Gruber i sur., 2011.).

Kompeticija za prostor i hranjive tvari je standardni mehanizam kada su resursi ograničenih. Antagonistički mikroorganizmi proizvedeći sekundarne metabolite daju prednost nad svojim konkurentima. Antagonistički mikrobi koriste raspoložive resurse za rast, ostavljajući patogene s nedostatkom hranjivih tvari za njihov rast i posljedično gladovanjem (Lovrić, 2019.).

2.3. *Trichoderma* spp. kao bio-gorivo

Benefitna gljiva osim što posjeduje sposobnost natjecanja za hranjive tvari i prostor, djeluje i kao biološki agent protiv biljnih bolesti, a prvenstveno biljnih uzročnika bolesti u tlu bilo da se radilo o prisutnosti ili odsutnosti mikroorganizama (Čačić, 2017.).

Osim gore navedenih prednosti ova gljivica je od iznimne važnosti i kada su u pitanju alternativni izvor energije (Čačić, 2017.). S obzirom na onečišćenost okoliša gljivice ovog roda nose još jednu prednost, a to je da je upravo jedna od glavnih komponenti bio-goriva.

2.4. Biofungicidi i stanje na tržištu

Biološka kontrola podrazumijeva primjenu živih korisnih organizama (parazita, predatora, patogena, antagonista, kompetitora) i produkata njihovoga metabolizma (toksina, spora) u kontroli štetočinja, odnosno smanjenja njihove populacije ispod ekonomskih pragova štetnosti (Ravlić i Baličević, 2014.). Biološko suzbijanje štetočina i bolesti može zamijeniti tradicionalni način zaštite pesticidima zbog visoke efikasnosti, očuvanja zdravlja potrošača i proizvođača, lake primjene te ekološke podobnosti (Parađiković i sur., 2007.). Zbog intenzivnog korištenja kemijskih sredstava i štetnog djelovanja na ljude, životinje i okoliš sve veći interes je za biološku kontrolu koja može podrazumijevati i primjenu eteričnih ulja, ali i ekstrakata zbog antagonističkih mikroorganizama i njegovih produkata poput antibiotika, toksina i spora.

Biofungicidi su podijeljeni u tri skupine: biofungicidi na bazi gljiva, bakterija i kvasca. S obzirom da je tema diplomskog rada brzorastuća gljivica *Trichoderma* spp. više će se govoriti o biofungicidima na bazi gljive. Biofungicidi se mogu upotrijebiti u različitim formulacijama: emulzija, pelete, vodotopive granule, prašiva. Jedan od nedostataka ovih pripravaka je kratak rok čuvanja i način skladištenja koji se riješio enkapsulacijom mikroba, skuplji su u odnosu na kemijska sredstva, slabija i sporije djelovanje. Kako svako sredstvo nosi svoje nedostatke, tako nosi i prednosti u odnosu na kemijska sredstva: sigurnija uporaba i manja karenca, bezopasni za ciljane mikroorganizme (Igrc- Barčić i sur., 2001.).

Registracija sredstava koji su na bazi antagonističkih mikroorganizama podrazumijevaju strogu kontrolu i visoke troškove, stoga se takva sredstva registriraju kao promotori rasta i

poboljšivači tla. Prvi popularan biofungicid na tržištu je bio „Trichodex“ koji se zasnivao na izolatu T-39 te služio za suzbijanje sive plijesni (*Botrytis cinerea*) u voćarstvu i vinogradarstvu. Registrirani biofungicid nije otrovan, koristi se za vrijeme cvatnje, a karenca za vinovu lozu iznosi 14 dana dok za jagode 4 dana (Hopek, 2017.).

U Hrvatskoj je 2009. godine bio registriran samo jedan biofungicid na bazi gljive *Trichoderma harzianum* („Trichodex WP“), dok su još tri na bazi gljive *Aerobasidium pullulans* („Blossom protect“, „Boni protect“ i „Botector“) bila u procesu registracije (Lučić, 2009.). Navedeni biofungicidi više nisu dostupni na tržištu, dostupan je samo jedan a to je Proradix, registriran 2017. godine i zasniva se na bazi bakterije roda *Pseudomonas*. Dostupna sredstva na bazi gljive *Trichoderma harzianum* koja se nalaze na tržištu su „Trichostar“, „Trianium P“ i „Trianium G“, zatim fungicid „Promot Plus“ koji je na bazi dvije gljive *Trichoderma harzianum* i *Trichoderma koningii* (Ravlić i Baličević, 2014.).

2.5. Značaj i uporaba industrijske konoplje

Razlika između industrijske konoplje i kanabisa je vrlo mala te se zbog toga početkom devedesetih u zapadnim zemljama zabranio uzgoj zbog zlouporabe narkotika. Konoplja je biljka koja se prvo uzgajala u Kini, a zatim središnjoj Aziji, pa tako možemo reći da i potiče iz tih zemalja. Najveći proizvođači konoplje za vlakno su Sjeverna Koreja, Kina, Rumunjska, Ukrajina i Španjolska, dok se u Republici Hrvatskoj pedesetih godina uzgajala puno više, no sada se uzgaja na vrlo malim površinama.

Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.) je jednogodišnja, dvodomna biljka koja svakodnevno privlači pažnju i ima široku uporabu u različitim granama industrije. Najveća prednost je izrada proizvoda koje možemo dobiti od biljke i pronaći na tržištu, preko 25000 tisuća. *Cannabis sativa* se smatra najstarijom kulturom u povijesti koja se uzgaja zbog prirodnih vlakana i sjemena. Kudjelja, odnosno dugo konopljino vlakno, zbog svoje čvrstoće, izdržljivosti i dužine do 5 m, koristi se u tekstilnoj industriji, dok kučina služi za izradu veziva, pokrivača te vodoinstalaterskih brtvi (Butorac, 2009.). Upravo zbog gore navedenih osobina, konopljina vlakna služe u proizvodnji unutrašnjih ukrasnih traka i kočnog sustava u automobilskoj industriji, ali i izradu ribarske opreme. Konopljina vlakna se dijele na kratka i dugačka vlakna, od dugačkih vlakana se dobije meki papir (vrećice za čaj, filter za cigarete, papir za izradu novčanica), a od kraćih vlakana grublji papir (karton,

novinski papir). Pozder je drvenasti dio stabljike koji se dobije nakon izdvajanja vlakna iz stabljike i koristi se kao toplinski izolator u građevinarstvu (Božić-Ostojčić i sur., 2015.).

Sjeme sadrži 25-35 % ulja koje ima vrlo povoljan omjer omega-3 i omega-6 masnih kiselina, te 20-25 % proteina u kojima su sadržane svih 20 aminokiselina uključujući i esencijalne (Božić-Ostojčić i sur., 2015.). Osim u ljekovite svrhe, ulje se još koristi u industriji boja i lakova i kozmetičkoj industriji, za ishranu ljudi i mješavinu hrane za ptice. Smanjuje kolesterol i visoki krvni tlak, a u posljednje vrijeme se sve više ispituje u liječenju tumora. Ekstrakcijom cvjetova indijske konoplje tekućim ugljičnim dioksidom dobiva se ulje koje sadrži CBD, terpene, flavonoide, antioksidanse i većinu hranjivih tvari, a pomaže u liječenju anksioznosti i depresije, epileptičkih napada, upalnih stanja, psihoze, karcinoma, mučnina i povraćanja, te neurodegenerativnih poremećaja (Mathre, 1997.). U Republici Hrvatskoj od 2016. godine je stupio zakon o propisivanju, izdavanju i korištenju lijeka u vremenskom periodu od 30 dana najviše i ne većom dozom od 7,5 grama kojeg može prepisat samo doktor opće medicine po preporuci specijaliste. Uzgoj industrijske konoplje je moguć sa ukupnim sadržajem THC-a od 0,2 %, u Hrvatskoj ima tendencija porasta uzgoja osobito u Slavoniji. Prema Agroklubu (2021.), industrijsku konoplju uzgajalo je 158 poljoprivrednih gospodarstava, sa tendencijom pada od 22 poljoprivredna gospodarstva (2019. – 2020.). Najvećih 5 proizvođača (Tablica 1.) konoplje u Republici Hrvatskoj uzgaja na 557,26 ha.

Tablica 1. Top 5 proizvođača konoplje u Republici Hrvatskoj 2020. godine (Agroklub 2021.)

RB	Nazivi tvrtke/subjekta	Površina pod industrijskom konopljom(ha)
1.	Moira d.o.o.	192,41
2.	Dam d.o.o.	108,88
3.	Števinović Mirko	92,14
4.	Proxima herbs d.o.o.	91,10
5.	Braniteljska zadruga Agro-Invest	72,73

2.6. Botanička klasifikacija industrijske konoplje

Konoplja je jednogodišnja drevna i kultivirana biljka koja pripada porodici Cannabinaceae i rodu *Cannabis*. Rod *Cannabis* ima tri vrste, Industrijska konoplja *Cannabis sativa* L. koja se najviše uzgaja u Europi i Indijsku konoplju *Cannabis indica* koja se najviše uzgaja kako i samo ime kaže, u Indiji i divlju vrstu *Cannabis ruderalis* Jan (Gadžo i sur., 2011.).

Tablica 2. Botanička klasifikacija *Cannabis sativa* L. (Chandra i sur., 2017.)

Carstvo	Plantae
Podcarstvo	Trachebionta
Odjeljak	Spermatophyta
Pododjeljak	Magnoliophyta
Razred	Magnoliopsida
Podrazred	Hamamelidadae
Red	Urticales
Porodica	Canabaceae
Rod	<i>Cannabis</i>

Gospodarsko značenje koje se dijeli na zemljopisne tipove ima *Cannabis sativa* var. *vulgaris* L.:

- Sjevernoruski tip
- Srednjoruski tip
- Južni ili talijanski tip
- Azijski tip

2.7. Morfološke osobine industrijske konoplje

2.7.1. Korijen industrijske konoplje

Korijen konoplje je vretenast, a volumen i dubina ovise o tipu tla, klimatskim uvjetima, kvalitetnoj agrotehnici. Glavni čimbenik koji utječe na volumen i dubinu korijena je spol biljke jer muške biljke imaju kraću vegetaciju, a ženske dužu vegetaciju. Glavni korijen može prodrijeti u tlo do dubine od dva metra dok sekundarno korijenje koje čini glavninu volumena doseže dužinu od 10 do 60 centimetara (Bouloc i sur., 2013.). Velika prednost

snažnog razvijenog korijenovog sustava industrijske konoplje je ta što mu je tolerantnost na koncentraciju soli u tlu u odnosu na druge gospodarski važne kulture bolja.

2.7.2. Stabljika industrijske konoplje

Stabljika industrijske konoplje je uspravna, šuplja, svijetlo zelene do tamno zelene boje i prekrivena četinjskim dlačicama (Slika 1.). U početnim fazama razvoja stabljika konoplje je nježna i zeljasta, a starenjem postaje drvenasta. Stabljika konoplje može narasti od 2 do 5 metara visine, u našim uvjetima naraste 2 do 3 metra. Visina stabljike ovisi o tipu konoplje, spolu biljke, sklopu biljke, klimatskim uvjetima, području uzgoja. Muške biljke su 10-15 % više od ženskih jedinki, ali su ženske zato šire (Bouloc i sur., 2013.). Debljina stabljike industrijske konoplje iznosi 6 do 8 milimetara, ali na debljinu stabljike dodatno utječe i širina vegetacijskog prostora.



Slika 1. Stabljika industrijske konoplje (Hunjet, A.)

2.7.3. List industrijske konoplje

Listovi (Slika 2.) su složeni i krupniji od muških biljaka industrijske konoplje. U početnim fazama razvoja listovi su elastični, a starenjem postaju grubi. Listovi su sastavljeni od plojke

koja je s donje strane dlakava, dok je s gornje strane glatka. Rastu na nodiju gdje se listovi nalaze jedan nasuprot drugog, a pri vrhu su nazubljeni i veličina lista se smanjuje. Boja lista se kreće od svjetlo zelene do tamno zelene boje i uvijek ih je neparan.



Slika 2. List industrijske konoplje (Hunjet, A.)

2.7.4. Cvijet i plod industrijske konoplje

Konoplja je stranooplodna dvodomna biljka kojoj su cvjetovi smješteni na odvojenim biljkama i razlikuju se po biološkim osobinama i morfološkim osobinama. Muški cvjetovi su u obliku metlice te se sastoji se od omotača i 5 prašnika koji se razvijaju na stabljikama koje su svjetlije zelene boje i prije dozrijevaju. Velik broj žutih cvjetova daje žućkastu boju cijeloj metlici muških biljaka (Pospišil, 2013.). Ženski cvjetovi se nalaze zbijeni između gustih listova koji se razvijaju na biljkama koje nazivamo crnojke zbog stabljike koja je tamno zelene boje i nosi sjeme. Ženski cvjetovi su sastavljeni od ovojnog listića, perigona i tučka sa dvije njuške (Butorac, 2009.). U usjevima uglavnom prevladavaju ženski cvjetovi u odnosu na muške, što bilježi i Augustinović i sur. (2012.) u svom istraživanju gdje bilježi omjere ženskih i muških cvjetova 57:43, 61:39 i 57:43.

Plod konoplje je orašac, jajastog oblika. Plod industrijske konoplje sastoji se od ljuske ploda, sjemene ljuske, klice i endosperma. Površina omotača je glatka i sjajna, a boja varira od svijetlozelene, sivozelene i mozaične boje zbog pruga i žilica. Prema brojnim istraživanjima koji se uzgajaju, masa 1000 sjemenki varira od 10 do 20 grama.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Uzgoj biljaka u kontroliranim uvjetima

Pokus diplomskog rada bio je postavljen u posudama u fitotronu kroz kraće vremensko razdoblje (30 dana), kako bi se utvrdio utjecaj primjene mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. (Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek), na porast mladih biljaka konoplje pri plavom i bijelom svjetlu.

Sjetva industrijske konoplje obavljena je 2022. godini na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Prva sjetva obavljena je 4. 2. 2022. i konoplja je stavljena u komoru pod bijelim svjetlom, a druga sjetva konoplje koja je stavljena u komoru pod plavim svjetlom obavljena je 13. 4. 2022. godine (Slika 3.).



Slika 3. Sjetva industrijske konoplje u laboratoriju 2022. godine (Hunjet, A.)

Sjemenke sorte industrijske konoplje Finola (Slika 4.) posijane su u posude od $0,0398\text{ m}^2$ napunjene supstratom Potgrond H (Klasmann) (400 grama supstrata po posudi) koji je prethodno steriliziran (Slika 5.). Za potrebe pokusa bio je potreban izračun mase 1000 sjemenki koje su ručno prebrojane i izvagane (11,08 grama).



Slika 4. Sjeme industrijske konoplje Fiola (Hunjet, A.)



Slika 5. Tuttnauer sterilizator tla (Varga, I.)

Potgrond H je mješavina smrznutog crnog sphagnum treseta i finog bijelog sphagnum treseta u kojem je dodano vodotopivo gnojivo i mikroelementi. Namijenjen u proizvodnji rasada povrća, za kontejnere i hranjive kocke. Struktura mu je fina (0-5 mm).

Potgrond H sadrži:

- Dodano gnojivo (g l^{-1}): 1,5
- Sumpor, S: 150 mg l^{-1}
- Dušik, N: 210 mg l^{-1}

- Fosfor, P_2O_5 : 150 mg l^{-1}
- Kalij, K_2O : 270 mg l^{-1}
- Magnezij, Mg: 100 mg l^{-1}

3.1.1. Tretirano sjeme prahom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp.

U prvom dijelu pokusa tretirano je sjeme industrijske konoplje *Trichoderma* spp. na nosaču biolit (Slika 6.). U ovome tretmanu sjeme tretiramo *Trichoderma* spp. na nosaču biolit u količini 0,12 grama na 11,8 grama sjemenki (masa 1000 sjemenki). U 4 aluminijske posude stavljeno je 300 grama prethodno izvaganog supstrata, zatim 100 sjemenki tretiranog sjemena u redove i prekriveno s dodatnih 100 grama supstrata.



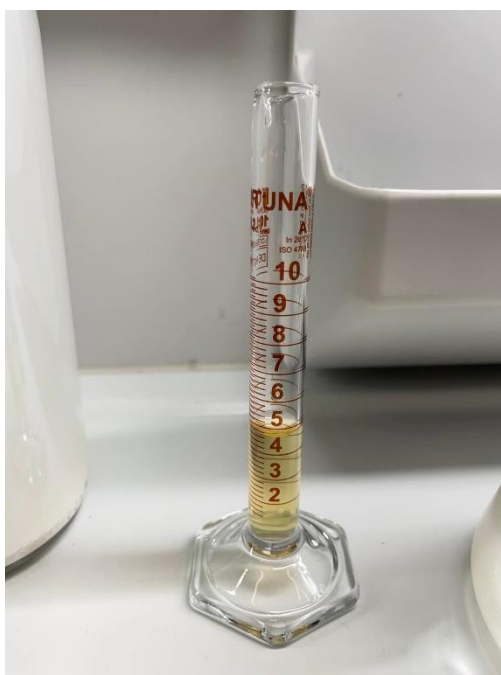
Slika 6. *Trichoderma* spp. na nosaču biolit mikrobiološkog pripravka (Hunjet, A.)

3.1.2. Tretirano tlo sa prahom i tekućinom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp.

U drugom dijelu pokusa predtretman supstrata obavljen je tako što je u sterilizirani supstrat umiješano 80 grama *Trichoderma* spp. na nosaču biolit (Slika 7.) i 48 mililitara (Slika 8.) *Trichoderma* spp. u tekućem mediju (1600 grama supstrata).



Slika 7. Mikrobiološki pripravak *Trichoderma* spp. (Hunjet, A.)



Slika 8. Mjerenje tekućeg medija mikrobiološkog pripravka *Trichoderma* spp. (Hunjet, A.)

Nakon toga, dodano je 150 mililitara vode i sve zajedno dobro promiješano kako bi se smjesa sjedinila. Za postavljanje pokusa korištene su 4 posudice za jedan tretman (4 ponavljanja) i u svaku je dodano 300 grama tretiranog supstrata, zatim 100 sjemenki konoplje sorte Finola te na kraju još 100 grama tretiranog supstrata (Slika 9.).



Slika 9. Dodavanje završnih 100 grama tla na sjeme industrijske konoplje (Hunjet, A.)

3.1.3. Kontrola

Kontrolni tretman posijan je bez tretiranog sjemena i supstrata. U supstrat je dodano samo 150 mililitara vode radi vlažnosti. Postupak je ponavljen također u 4 ponavljanja (Slika 10.).



Slika 10. Sijanje industrijske konoplje u redove (Hunjet, A.)

3.2. Određivanje morfoloških pokazatelja

Žetva konoplja koja je bila pod bijelim svjetlom (Slika 11.) obavljena je 4. 3. 2022. godine, a za konoplju koja je bila u kontroliranim uvjetima pod plavim svjetlom obavljena je 12. 5. 2022. godine. Za određivanje morfoloških parametara industrijske konoplje, iz svakog tretmana je prikupljeno po 20 biljaka. Ukupno je analizirano 240 pojedinačnih biljaka.



Slika 11. Industrijska konoplja 20. dan pod bijelim svjetlom (Hunjet, A.)

U Laboratoriju za analizu ratarskih usjeva na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek određena je dužina korijena, dužina stabljike (Slika 12.), masa korijena, masa stabljike, masa listova i broj listova iz svih 12 posuda uzgojene industrijske konoplje. Korijen stabljike je najprije pročišćen od zemlje pod vodom.



Slika 12. Određivanje dužine stabljike industrijske konoplje (Hunjet, A.)

Listovi su ručno skidani sa stabljike industrijske konoplje. Nakon skidanja i vaganja listova sa stabljike, listovi su pohranjeni u vrećice koje su stavljene u laboratorijski zamrzivač (Slika 13.) na $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ za daljnje analize.



Slika 13. Laboratorijski zamrzivač u kojeg su pohranjeni listovi industrijske konoplje (Hunjet, A.)

3.3. Statistička analiza podataka

Dobiveni rezultati uneseni su u MS Office program Microsoft Excel te obrađeni pomoću statističkog programa SAS Enterprise Guide 7.1. Razlika između srednjih vrijednosti za sve tretmane i njihovu interakciju prikazana je na razini značajnosti od 0,05 i 0,01 (najmanja značajna razlika – LSD test).

Najznačajniji morfološki parametri (dužina stabljike i korijena) prikazani su i kutijastim dijagramima (Box-plot) izrađenim u statističkom programu SAS Enterprise guide 7.1.

Kutijasti dijagram koji prikazuje odnos minimuma, maksimuma, donjega i gornjega kvartila i medijanu podataka napravljen je za komponente prinosa morfoloških karakteristika svih mladih biljaka industrijske konoplje koji su bili uključeni u istraživanje.

4. REZULTATI

4. 1. Morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje

Prosječna dužina korijena u ovom istraživanju iznosila je 5,4 cm (Tablica 3.). Svjetlo je imalo vrlo značajan utjecaj ($p < 0,01$) na dužinu korijena koja je bila za 3,1 cm manja pod plavim svjetlom u odnosu na dužinu korijena uzgajanih pod bijelim svjetlom.

Najmanju i najveću dužinu korijena bilježimo kod istog tretmana sjeme + supstrat, gdje je najmanja dužina korijena iznosila 4,2 cm, a najveća dužina 7,3 cm.

Tablica 3. Morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje

Svjetlo (A)	<i>Trichoderma</i> spp. (B)			
	Kontrola	Sjeme	Sjeme + supstrat	Prosjek
Dužina korijena (cm)				
Plavo svjetlo	5,2	4,6	4,2	4,6
Bijelo svjetlo	6,5	4,9	7,3	6,2
Prosjek	5,9	4,7	5,7	5,4
LSD 0,05 (A) = 0,43	LSD 0,05 (B) = 0,54		LSD 0,05 (AB) = 0,71	
LSD 0,01 (A) = 0,56	LSD 0,01 (B) = 0,71		LSD 0,01 (AB) = 0,93	
Dužina stabljike (cm)				
Plavo svjetlo	15,0	13,2	12,3	13,5
Bijelo svjetlo	17,5	19,6	18,9	18,7
Prosjek	16,3	16,4	15,6	16,1
LSD 0,05 (A) = 0,95	LSD 0,05 (B) = NS		LSD 0,05 (AB) = 1,62	
LSD 0,01 (A) = 1,25	LSD 0,01 (B) = NS		LSD 0,01 (AB) = 2,13	
Dužina biljke (cm)				
Plavo svjetlo	20,2	17,7	16,4	18,1
Bijelo svjetlo	24,0	24,6	26,1	24,9
Prosjek	22,1	21,1	21,3	21,5
LSD 0,05 (A) = 1,07	LSD 0,05 (B) = NS		LSD 0,05 (AB) = 1,81	
LSD 0,01 (A) = 1,40	LSD 0,01 (B) = NS		LSD 0,01 (AB) = 2,39	

Najmanja dužina stabljike bila je 12,3 cm, dok je najveća dužina stabljike bila 19,6 cm, prosječna visina stabljike iznosila je 16,1 cm. U ispitivanome tretmanu zabilježena je

značajna razlika dužine stabljike od kontrole pod plavim i bijelim svjetlom (2,5 cm) u odnosu na tretman sjemena (6,4 cm) i sjemena + supstrat (6,6 cm).

Prosječna dužina biljke iznosila je 21,5 cm. Najveći utjecaj bijelog svjetla na dužinu biljke zabilježen je kod tretmana sjeme + supstrat koji je iznosio 26,1 cm, dok je pod plavim svjetlom najznačajniji utjecaj od 20,2 cm zabilježen kod kontrole. Na dužinu cijele biljke značajan utjecaj kod sva tri tretmana bilježi bijelo svjetlo u odnosu na plavo svjetlo.

Pregledavajući sva tri parametra pod utjecajem plavog i bijelog svjetla na morfološke karakteristike konoplje uviđamo najveći značaj razlike kod porasta u dužini korijena (3,1 cm), stabljike (6,6 cm) i cijele biljke (9,7 cm) kod tretmana sjeme+ supstrat u odnosu na tretman kontrole i tretman sjemena.

4. 2. Masa mladih biljaka industrijske konoplje

Prema rezultatima ovog istraživanja prosječna masa korijena iznosila je 0,07 grama (Tablica 4.). Plavo svjetlo je imalo vrlo značajan utjecaj na masu korijena kod kontrole (0,10 grama), a najmanji utjecaj kod tretmana sjemena s *Trichoderma* spp. na nosaču biolit (0,05 grama). Kod bijelog svjetla najmanji utjecaj na masu korijena bilježi tretman sjemena (0,04 grama), a najveći utjecaj kod tretmana sjeme + supstrat (0,11 grama). U sva tri tretmana pod plavim i bijelim svjetlom bilježimo isti prosjek 0,07 grama.

Tablica 4. Masa svježe tvari mladih biljaka industrijske konoplje

Svjetlo (A)	<i>Trichoderma</i> spp. (B)			
	Kontrola	Sjeme	Sjeme + supstrat	Prosjek
Masa korijena (g)				
Plavo svjetlo	0,10	0,05	0,06	0,07
Bijelo svjetlo	0,07	0,04	0,11	0,07
Prosjek	0,08	0,05	0,09	0,07
LSD 0,05 (A) = NS	LSD 0,05 (B) = 0,02		LSD 0,05 (AB) = 0,03	
LSD 0,01 (A) = NS	LSD 0,01 (B) = 0,03		LSD 0,01 (AB) = 0,04	
Masa stabljike (g)				
Plavo svjetlo	0,44	0,31	0,30	0,35
Bijelo svjetlo	0,42	0,45	0,42	0,43
Prosjek	0,43	0,38	0,36	0,39
LSD 0,05 (A) = 0,03	LSD 0,05 (B) = 0,04		LSD 0,05 (AB) = 0,05	
LSD 0,01 (A) = 0,04	LSD 0,01 (B) = 0,05		LSD 0,01 (AB) = 0,07	
Masa biljke (g)				
Plavo svjetlo	0,78	0,53	0,49	0,60
Bijelo svjetlo	0,67	0,69	0,70	0,69
Prosjek	0,72	0,61	0,60	0,64
LSD 0,05 (A) = 0,05	LSD 0,05 (B) = 0,06		LSD 0,05 (AB) = 0,09	
LSD 0,01 (A) = 0,07	LSD 0,01 (B) = 0,08		LSD 0,01 (AB) = 0,11	
Masa listova jedne biljke (g)				
Plavo svjetlo	0,24	0,16	0,13	0,18
Bijelo svjetlo	0,17	0,20	0,17	0,18
Prosjek	0,21	0,18	0,15	0,18
LSD 0,05 (A) = NS	LSD 0,05 (B) = 0,02		LSD 0,05 (AB) = 0,03	
LSD 0,01 (A) = NS	LSD 0,01 (B) = 0,03		LSD 0,01 (AB) = 0,04	

U sorti Finola, prisutnost *Trichoderme* spp. dovela je do značajnog rezultata prosječne mase stabljike kod kontrole koja iznosi 0,43 grama. Najveća masa stabljike iznosila je 0,45 grama, dok je najmanja masa iznosila 0,30 grama.

Prosječna masa biljke industrijske konoplje u ovome istraživanju iznosila je 0,64 grama. Masa biljke u kontroli pod plavim svjetlom koja iznosi 0,78 grama jedina bilježi veću masu biljke u odnosu na rezultate bijelog svjetla. Svjetlo je imalo vrlo značajan utjecaj na masu biljke koja je bila za 0,21 grama manja pod plavim svjetlom u odnosu na masu biljke uzgajanih pod bijelim svjetlom.

Najveći značaj mase listova jedne biljke (Tablica 4.) pod plavim svjetlom zabilježena je u kontroli i iznosila 0,24 grama, dok je pod bijelim svjetlom zabilježena u tretmanu sjeme i iznosila je 0,20 grama. Prosječna masa listova jedne biljke iznosila je 0,18 grama, a ako usporedimo prosjeke tretmana najveći značaj bilježi kontrola (0,21 grama).

4. 3. Broj listova industrijske konoplje

Najveći značaj utjecaja *Trichoderma* spp. u ovome istraživanju pokazao se na broju listova, gdje je najveći broj listova pod plavim svjetlom zabilježen kod tretmana kontrole (6) i sjemena (6), a najmanji broj listova kod tretmana sjeme + supstrat (5).

Prosječan broj listova po biljci iznosio je 5, dok se značajan utjecaj dogodio pod plavim svjetlom u kojem imamo zabilježeno dva lista više u odnosu na bijelo svjetlo.

Tablica 5. Broj listova po biljci industrijske konoplje

Svjetlo (A)	<i>Trichoderma</i> spp. (B)			
	Kontrola	Sjeme	Sjeme + supstrat	Prosjek
Plavo svjetlo	6	6	5	6
Bijelo svjetlo	4	5	4	4
Prosjek	5	5	5	5
LSD 0,05 (A) = 0,22	LSD 0,05 (B) = NS		LSD 0,05 (AB) = 0,37	
LSD 0,01 (A) = 0,29	LSD 0,01 (B) = NS		LSD 0,01 (AB) = 0,49	

4. 3. Kutijasti dijagrami morfoloških pokazatelja

Prema rezultatima ovog istraživanja možemo primijetiti kako je utjecaj bijelog svjetla imao bolji značaj na sve parametre (Tablica 6.). Najmanja prosječna dužina stabljike pod plavim i bijelim svjetlom iznosi 12,3 cm (tretirano sjeme i tlo s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu), dok je najveća prosječna dužina iznosila 19,6 cm (tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu). Najkraća dužina stabljike bila je 4,4 cm (tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu), dok je najduža stabljika bila 36,6 cm (kontrola bijelo svjetlo).

Što se tiče dužine korijena, najkraći je iznosio 1,3 cm (tretirano sjeme i tlo s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu), a najduži 17,4 cm (kontrola bijelo svjetlo). Prosječna dužina korijena imala je najveći utjecaj kod tretiranog sjemena i tla s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu te iznosi 7,3 cm.

Tablica 6. Prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti dužine korijena i stabljike na svim tretmanima

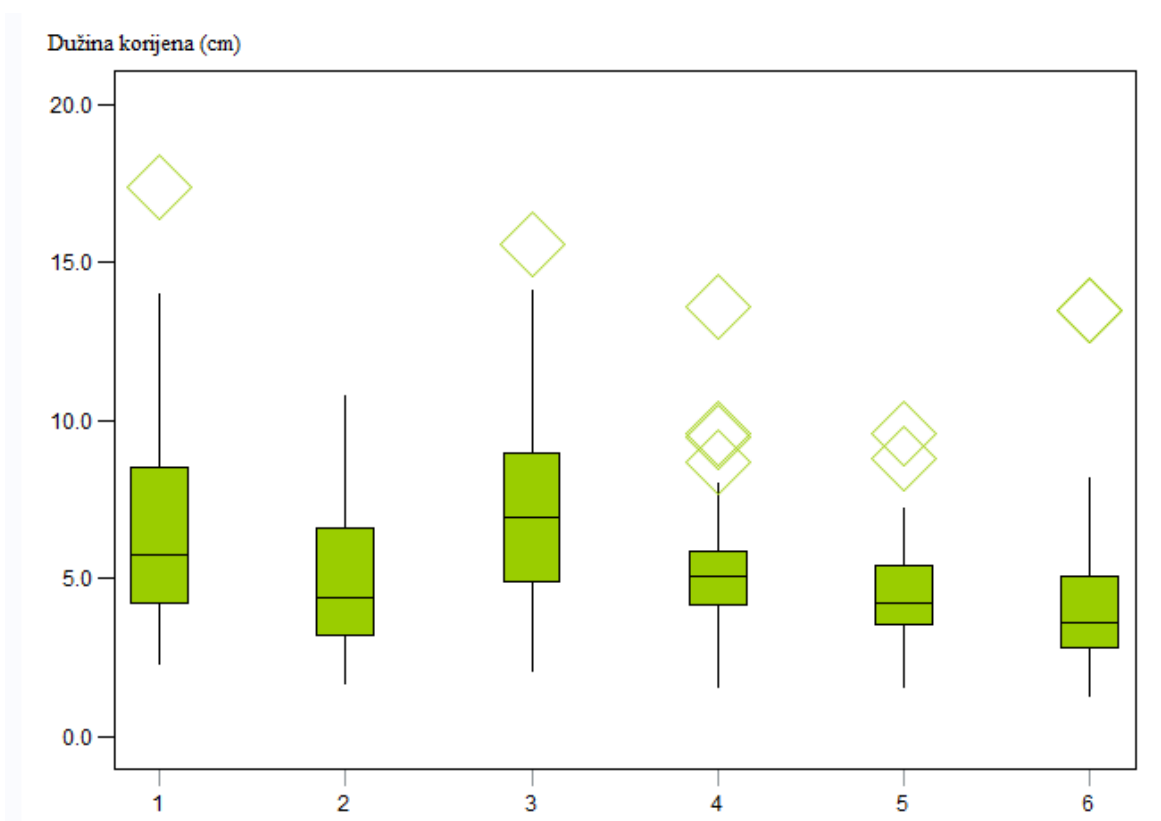
Tretman*	Prosječna dužina korijena (cm)	Prosječna dužina stabljike (cm)	Najkraći korijen (cm)	Najkraća stabljika (cm)	Najduži korijen (cm)	Najduža stabljika (cm)
1	6,5	17,5	2,3	7,9	17,4	36,6
2	4,9	19,6	1,7	7,5	10,8	36,2
3	7,3	18,9	2,1	9,5	15,6	29,2
4	5,2	15,0	1,6	5,3	13,6	28,5
5	4,6	13,2	1,6	4,4	9,6	21,9
6	4,2	12,3	1,3	5,4	13,5	26,5

*1 – kontrola bijelo svjetlo; 2 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 3 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 4 – kontrola plavo svjetlo; 5 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu; 6 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu

Kutijasti dijagram (engl. box plot ili box-and-whisker plot) prikazuje odnos minimuma, maksimuma, donjega i gornjega kvartila te medijana podataka.

Prema kutijastom dijagramu (Grafikon 1.) uzgoja industrijske konoplje na bijelom svjetlu, možemo uočiti maksimalne vrijednosti korijena kod tretmana kontrole na bijelom svjetlu. Maksimalna vrijednost korijena iznosila je 17,4 cm, dok je minimalna vrijednost iznosila korijena iznosila 2,3 cm, a prosječna dužina, odnosno medijana iznosila je 6,5 cm.

Najmanje vrijednosti u sva tri parametra prosječne dužine korijena, najkraće dužine i najduže dužine korijena pod bijelim svjetlom zabilježene su u tretmanu tretiranog sjemena *Trichoderma*, gdje je najmanja vrijednost korijena iznosila 1,7 cm, najveća vrijednost bila je 10,8 cm, a medijana je iznosila 4,9 cm.



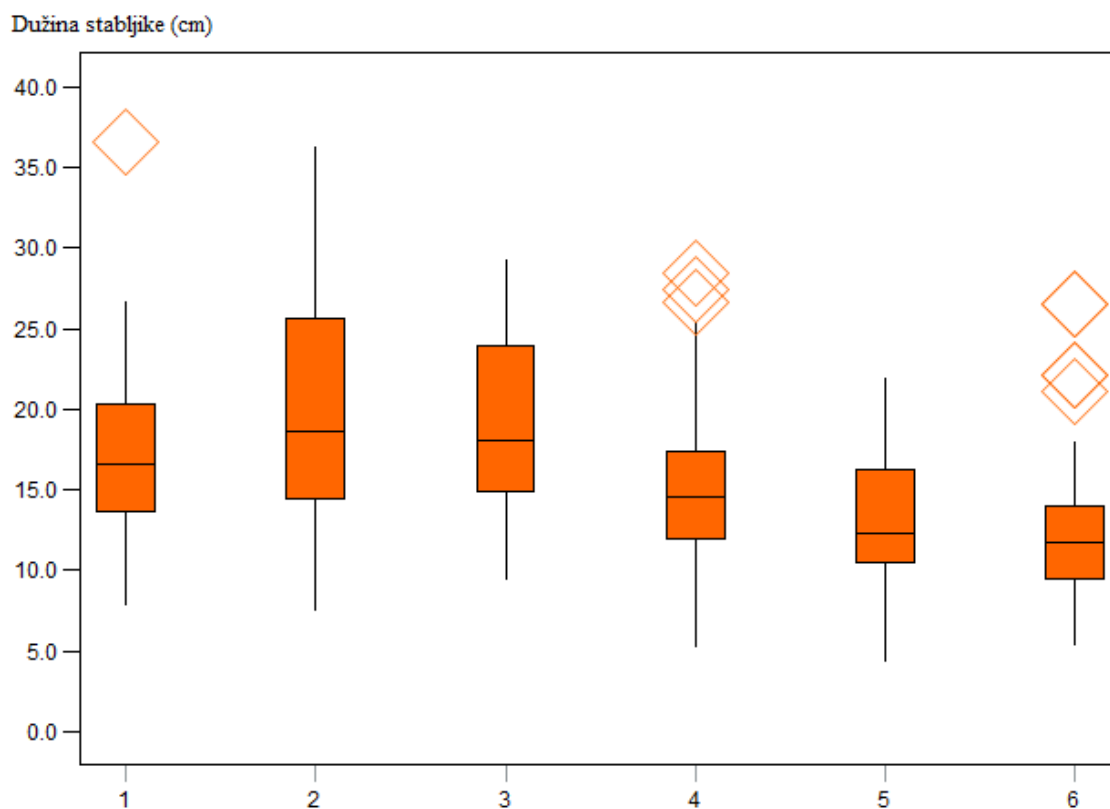
Grafikon 1. Kutijasti dijagram dužine korijena na svim tretmanima

*1 – kontrola bijelo svjetlo; 2 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 3 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 4 – kontrola plavo svjetlo; 5 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu; 6 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu

Prema Grafikonu 1. može uočiti kako su rezultati najduže vrijednosti, najkraće vrijednosti, donjeg i gornjeg kvartila te medijane puno izraženije na bijelom svjetlu u odnosu na plavo svjetlo.

Prema istraživanju uzgoja industrijske konoplje na plavom svjetlu, najveće vrijednosti (Grafikon 1.), zabilježene su na tretmanu kontrole plavog svjetla. Rezultati box plot dijagrama bilježe najmanju zabilježenu vrijednost korijena koja iznosi 1,6 cm, dok najveća vrijednost korijena iznosi 13,6 cm, a medijana je bila 5,2 cm.

Najmanje vrijednosti korijena pod plavim svjetlom bilježimo kod tretmana tretiranog sjemena i tla *Trichoderma*, gdje najmanja vrijednost korijena iznosi 1,3 cm, a medijana iznosi 4,2 cm.



Grafikon 2. Kutijasti dijagram dužine stabljike na svim tretmanima

*1 – kontrola bijelo svjetlo; 2 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 3 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na bijelom svjetlu; 4 – kontrola plavo svjetlo; 5 – tretirano sjeme s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu; 6 – tretirano sjeme i supstrat s *Trichoderma* spp. na plavom svjetlu

Prema istraživanju i kutijastom dijagramu (Dijagram 2.) na tretmanu kontrole na bijelom svjetlu bilježimo maksimalnu vrijednost stabljike koja iznosi 17,4 cm (Tablica 6.), dok prosječna vrijednost, odnosno medijana iznosi 17,5 cm. Najmanja vrijednost stabljike na bijelom svjetlu iznosila je 9,5 cm na tretmanu tretiranog sjemena i tla s *Trichoderma* spp.

Što se tiče značajnih vrijednosti na plavom svjetlu zabilježene su na tretmanu kontrole koji iznosi 13,6 cm, dok najmanja vrijednost 5,4 cm zabilježena je na tretmanu tretiranog sjemena i tla, a medijana tog parametra iznosi 12,3 cm.

5. RASPRAVA

U ovome diplomskome radu korištena je sorta Finola, certificirano sjeme koje je namijenjeno za proizvodnju sjemenki za hranu. Sorta koja ima niz prednosti u različitim granama poput gastronomije zbog ugodnog mirisa i okusa, ekologije, nutricionizma i agronomije. Sorta Finola sadrži neke glavnih karakteristika: sadrži najveći udio omega-3 i omega-6 esencijalnih masnih kiselina, ima visoki prinos sjemenki po hektaru, ne zahtjeva puno gnojiva, kratka vegetacija (otprilike 100-130 poslije sjetve).

Dugim nizom godina poznato je da gljivica *Trichoderma* spp. povećava rast i razvoj biljke, osobito rast snažnog korijena, stoga su Kakabouki i sur. (2021.) proveli istraživanje čiji je cilj bio utvrditi učinak niske doze i visoke doze gljivice *Trichoderma* spp. na rast, razvoj i sadržaj CBD-a industrijske konoplje sorte Fedora 17 i Felina u Laboratoriju Agronomija Poljoprivrednog sveučilišta u Ateni. Tretmani su postavljeni u posude od 12 L, sa zemljom i kompostom. U radu se ističe da je korištena zemlja ilovača s 29,3 % gline, 33,8 % mulja i 36,9 % pijeska. U tablici 7. prikazana su agronomska svojstva pod različitim utjecajem tretmana *Trichoderma harzianum* na sortama Fedora 17 i Fedelina. Utvrđen je pozitivan utjecaj ove nesavršene i brzorastuće gljive na korijenov sustav biljaka.

Tablica 7. Agronomska svojstva pod utjecajem različitih tretmana *Trichoderma harzianum* (Kakabouki i sur., 2021.)

	Gustoća korijena (mm cm ⁻³)		Visina biljke (cm)	
	Fedora 17	Felina	Fedora 17	Felina
Kontrola	1,99	2,02	126,75	127,75
Niska doza gljivica	2,25	2,25	136,25	221,25
Visoka doza gljivica	2,32	2,30	142,00	231,25

Rezultati su pokazali značajnu razliku u povećanju gustoće korijena i visine biljke pod utjecajem ove nesavršene gljivice u odnosu na kontrolu. Najveća gustoća korijena zabilježena je u sorti Fedora 17 (2,32 mm cm⁻³), dok je najmanji rezultat zabilježen u istoj sorti (1,99 mm cm⁻³). Osim na gustoću korijena prisutnost *Trichoderma* spp. je značajno utjecala i na visinu biljke, iako rezultati između niske doze gljivice i visoke doze gljivice nisu statistički značajne.

Svjetlost odavno ima bitan utjecaj na rast i razvoj biljaka. U ovom diplomskom radu utjecaj plavog svjetla se najbolje pokazao na masu biljke u kontroli kao i u istraživanju (Tablica 8.) Cheng i sur. (2022.). Autori su proveli istraživanje najboljeg svjetlosnog spektra na rast konoplje i izmjenu plinova. Istraživanje se provelo na sveučilištu Kunming. Korištena su različita LED svjetla, a to su bijelo svjetlo (WL), plavo svjetlo (BL), crveno svjetlo (RL) i kombinacija plavog i crvenog svjetla (RBL). Biljke su pod različitim spektrima svjetla provela ukupno 30 dana kao i biljke u ovome diplomskom radu.

Vrijednosti u tablici su srednje vrijednosti \pm SD ($n=3$), a različita slova unutar stupca označavaju značajnu razliku između tretmana ($p < 0,05$).

Tablica 8. Promjene u biomasi i visini biljke industrijske konoplje (Cheng i sur., 2022.).

	Svježa biomasa (g)	Suha biomasa (g)	Visina biljke (cm)
Bijelo svjetlo	23,9 \pm 1,10 ^b	4,48 \pm 0,09 ^b	95,2 \pm 3,75 ^a
Plavo svjetlo	27,5 \pm 1,00 ^a	5,69 \pm 0,14 ^a	97,4 \pm 4,05 ^a
Crveno svjetlo	14,4 \pm 0,74 ^d	2,44 \pm 0,07 ^d	57,9 \pm 1,84 ^c
Crveno plavo svjetlo	18,4 \pm 0,24 ^c	3,10 \pm 0,05 ^c	75,6 \pm 3,34 ^b

Prema rezultatima iz istraživanja Cheng i sur. (2022.), najznačajniji utjecaj ima plavo svjetlo na sve parametre koji su prikazani u tablici 8. i tablici 9., a iza njega odmah po značajnosti se nalazi bijelo svjetlo. Crveno svjetlo se pokazalo kao najlošijim utjecajem na svježju biomasu, suhu biomasu i visinu biljke.

Tablica 9. Promjene u broju listova, promjer stabljike i dužinu korijena industrijske konoplje (Cheng i sur., 2022.).

	Broj listova	Promjer stabljike (mm)	Dužina korijena (cm)
Bijelo svjetlo	50,2 \pm 7,17 ^b	5,76 \pm 0,17 ^b	17,7 \pm 1,70 ^b
Plavo svjetlo	57,1 \pm 1,02 ^a	6,35 \pm 0,29 ^a	18,9 \pm 3,53 ^a
Crveno svjetlo	23,09 \pm 0,84 ^d	3,69 \pm 0,15 ^d	16,1 \pm 2,25 ^c
Crveno plavo svjetlo	39,4 \pm 1,84 ^c	4,15 \pm 0,16 ^c	16,8 \pm 2,54 ^c

U ovome diplomskom radu najznačajniji utjecaj ima bijelo svjetlo na masu biljke i visinu biljke osim u kontroli gdje najveći utjecaj na masu biljke (0,78 grama) ima plavo svjetlo.

Na isti način, broj listova po biljci, promjer stabljike i duljine korijena su najznačajnije pod utjecajem plavog svjetla (Tablica 9.). U ovome diplomskome radu utjecaj na broj listova po biljci veći utjecaj ima plavo svjetlo (Tablica 5.), dok na dužinu korijena bijelo svjetlo osobito na tretmanu sjeme + supstrat (Tablica 3.).

Trichoderma spp. su saprofitne, nespolne gljive koja ima brojne utjecaje na: zaštitu usjeva od bolesti, djeluje kao dobar inhibitor rasta, služi kao alternativni izvor energije i povećavaju otpornost biljke na vremenske uvijete i pojedine bolesti.

Za uspješnost usjeva od bolesti potrebno je koristiti dvije metode koje su vrlo učinkovite, a to je da se gljiva aplicira na samo sjeme, netom prije sjetve i aplikacijom u tlo jer na taj način gljivice najbrže koloniziraju tlo.

Osim *Trichoderma* spp. koja uspješno potiče rast i razvoj biljke, tu se nalaze i ostali mikrobiološki pripravci koji sadrže jednu ili više vrsta organizama kao aktivnu tvar. Jedan od mikrobioloških pripravaka su i arbuskularne mikorizne gljive - takozvane AM gljivice. To su gljivice koje pospješuju osim rasta i razvoja biljaka, osiguravaju biljci manjak stresa poput tla koji sadrži puno soli, suše, visokih temperatura te tlu osigurava dobru strukturu i teksturu tla. Formiranje hifalne mreže pomoću AM-a s korijenjem biljke značajno poboljšava pristup korijena velikoj površini tla, uzrokujući poboljšanje rasta biljaka (Bowles i sur., 2016.).

Provedena istraživanja rezultirala su dokazom da je mikoriza najbolja, najjeftinija i najučinkovitija metoda za dobivanje većih i zdravijih prinosa - u potpunosti u skladu s prirodom (Čolić, 2013.). Mikorizne gljive se posmatraju kao model tlo-gljiva-biljka. Postoji neko vrsta mikoriza, a to su ektomikoriza, endomikoriza i ektoendomikoriza i orhidejska mikoriza. Stoga su AM vitalni endosimbionti koji igraju učinkovitu ulogu u produktivnosti biljaka i funkcioniranju ekosustava. Oni su od ključne važnosti za održivo poboljšanje usjeva (Gianinazzi i sur., 2010.). AM gljive povećavaju lisnu masu biljke, sadržaj dušika, kalcija, magnezija i fosfora koji se reflektiraju na rast i razvoj biljke.

Prednosti mikorize za biljku su te da luče vitamine koji potiču rast i razvoj biljaka, poboljšava imunološki sustav biljke, smanjuje potrošnju vode, omogućava biljci bolje iskorištenje fosfora i dušika i povećava otpornost biljke na stresne uvjete (sušu).

Industrijska konoplja se smatra vrlo specifičnom kulturom zbog svojih bioloških svojstava te upravo iz tog razloga ima ogromnu potrebu za hranjivima. Korijen industrijske konoplje je slabo razvijen i nema sposobnost dobrog usvajanja. Gnojidba konoplje za sjeme obavlja se sa 125-150 kg ha^{-1} N, 70-90 kg ha^{-1} P_2O_5 i 120-160 kg ha^{-1} K_2O . Zbog svog intenzivnog porasta najveće zahtjeve ima prema dušiku i kaliju. Prema istraživanju Wylie i sur. (2020.), dokazano je da industrijska konoplja ima različite reakcije na kalijevo gnojivo, ali i da je suficit kalija djelotvoran kada su količine dušika i fosfora u tlu adekvatne. Smatraju kako uporabom kalijevih gnojiva se ne povećava prinos sjemena i biomasa. Provedeno je vrlo malo istraživanja koji zapravo dokazuju učinak kalijeve gnojidbe na prinos biomase industrijske konoplje.

Međutim, uporabom dušičnih gnojiva može se povećati prinos sjemena, biomasa i visina biljke. Istraživanje utjecaja dušika, fosfora i kalija proveo je Aubin i sur. (2015.), gdje su proveli pokusi (2012. i 2013. godine) na tri različita mjesta u Kanadi. Pokusi sa dušikom, fosforom i kalijem proveli su se odvojeno. Mjesta su bila smještena u SainteAnne-de-Bellevue (SAB), Lanoraie (LAN) i Saint-Augustin-de-Desmaures (SAD). Eksperiment N proveden je u četiri okruženja (LAN i SAB 2012. godine, te SAB i SAD 2013. godine), eksperiment P u tri okruženja (LAN, SAB i SAD 2013. godine), a eksperiment K u dva okruženja (SAB u 2012. i 2013. godine). Pokus se odvio na pjeskovitoj ilovači s dvije sorte Anka i CRS-1. Prema rezultatima (Tablica 10. i 11.) Aubin i sur. (2015.) uočili su kako je gnojidba dušikom imala pozitivan utjecaj na prinos biomase, prinos sjemena i visinu biljke te pokazala da su obje sorte imale pozitivne reakcije na primijenjene doze dušika, posebno za jednodomnu sortu kasnog sazrijevanja, Anka.

Što se tiče utjecaja gnojidbe kalijem, Aubin i sur. Uočili su kako kalij nije imao značajan utjecaj na biomasu biljke ili prinos sjemena industrijske konoplje. Početna razina kalija na početku istraživanja je bila 200 kg ha^{-1} te se čini kako u tlima sa početnim visokim dozama kalija, gnojidba neće imati koristan utjecaj na proizvodnju industrijske konoplje.

Tablica 10. Analiza varijance agronomskih i sastavnih svojstava dviju sorti industrijske konoplje (Anka i CRS-1) gnojenih različitim dozama dušika (0, 50, 100, 150 i 200 kg ha^{-1} N), uzgajanih u četiri okruženja

Tretman	Biomasa biljke	Prinos sjemena	Visina biljke
Okolina (E)	0.0002	<0.0001	<0.0001
Kultivar(C)	0.0006	0.2005	0.0006
E x C	0.2010	0.3600	0.1828
Gnojidba(F)	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Linearno	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Kvadratno	<0.0001	<0.0001	<0.0001
C x F	0.0019	0.2310	0.2155
E x F	0.0339	<0.0001	0.0308
E x C x F	0.6835	0.1753	0.6489
	kg		cm
Prosjek	3112	935	111
Maksimalno	8041	2707	190
Minimalno	422	166	31

Tablica 11. Analiza varijance agronomskih i sastavnih svojstava dviju sorti industrijske konoplje (Anka i CRS-1) gnojenih različitim dozama kalija (0, 50, 100, 150 i 200 kg ha^{-1} K) i uzgajanih u dva okruženja

Tretman	Biomasa biljke	Biomasa sjemena	Visina biljke
Okolina (E)	0.0003	0.2323	<0.0001
Kultivar (C)	0.0001	0.0701	0.0005
E x C	0.0271	0.2197	0.5354
Gnojidba (F)	0.1818	0.3430	0.5833
Linerano	0.2604	0.1824	0.2519
Kvadratno	0.0542	0.2676	0.6690
C x F	0.9143	0.6053	0.4535
E x F	0.5416	0.2295	0.3368
E x C x F	0.1349	0.3001	0.0204
	kg		cm
Prosjek	3758	1081	135
Maksimum	8870	1758	197
Minimum	488	453	65

6. ZAKLJUČAK

Industrijska konoplja je jednodomna kultura koja pripada kritosjemenjačama i koja se još iz davnih vremena smatrala kulturom budućnosti. Sjemen konoplje sadrži dobre nutritivne vrijednosti što je vrlo bitno za proizvodnju ulja koji sadrži idealan omjer nezasićenih masnih kiselina Omega-3 i Omega-6. Proizvodnja industrijske konoplje bilježi tendenciju rasta, a najveću tendenciju bilježi u Europi. Vrlo je atraktivna kultura u uzgoju upravo zbog isplativosti, nije zahtjevna kultura, lako se održava i mogućnosti iskorištenja cijele biljke.

Zbog sve većeg korištenja kemijskih sredstava u konvencionalnoj poljoprivredi, sve veći broj poljoprivrednih proizvođača prelazi na biološku kontrolu i korištenje bioloških preparata koji svojom primjenom suzbijaju patogene, viruse, gljive i bakterije.

U pokusu je odrađena sjetva industrijske konoplje sa brzorastućom gljivicama roda *Trichoderma* spp. koja se odvila u laboratoriju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Gljivice ovog roda su nisu štetne niti za okoliš niti ljude, osim toga pripomažu uspostavljanju biološke ravnoteže u tlu koja je ozbiljno narušena. *Trichoderma* spp. je popularna zbog sekundarnih metabolita koji su vrlo učinkoviti u kontroli usjeva i stvaranju otpornosti kod određenih patogena. S obzirom da se u poljoprivrednoj proizvodnji sve više provodi inokulacija sjemena ova gljivica bi trebala postati sastavni dio uzgoja svih kultura jer posjeduje razne načine borbe, daje veći prinos i urod, zdraviji i gušći korijen, veću otpornost na klimatske uvjete.

7. POPIS LITERATURE

1. Aubin, M., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G., Mustafa, A., Charron, J.B. (2015.): Industrial Hemp Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilization, American Society of Agronomy and Crop Science Society of America.
2. Augustinović, Z., Pospišil, M., Butorac, J., Andreato-Koren, M., Ivanek-Martinčić, M., Šumbera, N. (2012.): Utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na neka morfološka svojstva industrijske konoplje. Proceedings of 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, 454-458.
3. Bettioli W., Morandi M.A.B. (2008.): *Trichoderma* in Brazil, history, research, commercialization and perspectives. p. 235–237. In: “Molecular Tools for Understanding and Improving Biocontrol” (B. Duffy, M. Maurhoffer, C. Keel, C. Gessler, Y. Elad, S. Klewnick, eds.). 10th meeting of the working group “Biological Control of Fungal and Bacterial Plant Pathogens”, Interlaken, Switzerland, 9–12 September 2008, 389 pp.
4. Bouloc, P., Allegret, S., Arnaud, L. (2013.): Industrial Production and Uses, CAB International
5. Bowles, T. M., Barrios-Masias, F. H., Carlisle, E. A., Cavagnaro, T. R., Jackson, L. E. (2016): Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. *Sci. Total Environ.* 566, 1223–1234. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.178
6. Božić-Ostojić, Lj., Antunović, S., Vujčić, B., Martić, M. (2015.): Industrijska konoplja – biljka prošlosti i budućnosti. 8th International scientific/professional conference „Agriculture in nature and environment protection; 133.-137, Vukovar, Hrvatska
7. Butorac, J. (2009.): *Predivo bilje*. Kugler, d. o. o., Zagreb.
8. Cgeng, X. Wang, R., Liu, X., Zhou, L., Dong, M., Rehman, M., Fahad, S., Liu, L., Deng, G. (2022.): Effects of Light Spectra on Morphology, Gaseous Exchange, and Antioxidant Capacity of Industrial Hemp, *Frontiers in Plant Science*, 13:937436.
9. Chandra, S., Lata, H., El Sohly Mahmoud, A. (2017.): *Cannabis sativa* L. - Botany and Biotechnology, Springer International Publishing AG
10. Čačić, B. (2017.): Korištenje benefitarne gljivice *Trichoderma* spp. U biološkoj zaštiti poljoprivrednih kultura. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.

11. Čolić, S. (2013.): Nevjerojatno otkriće – biljni svijet komunicira preko vlastite podzemne mreže. Dostupno na: (<https://alternativa-zavvas.com/index.php/clanak/article/mikoriza>). Pristupila: 5.09.2022.
12. Franjković, I. (2015.): Mehanizmi odgovora biljaka na napad patogenih organizama. Završni rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
13. Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A. (2011.): Industrijsko bilje. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta, Sarajevo.
14. Gianinazzi, S., Golotte, A., Binet, M. N., Van Tuinen, D., Redecker, D., Wipf, D (2010): Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20, 519–530. doi: 10.1007/s00572-010-0333-3
15. Grahovac M., Inđić M., Lazić S., i Vuković S. (2009.): Biofungicidi i mogućnosti primene u savremenoj poljoprivredi. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za fitomedicinu i zaštitu životne sredine.
16. Gruber, S., Kubicek, CP., Seidl-Seiboth, V. (2011.): Differential regulation of orthologous chitinase genes in mycoparasitic *Trichoderma* species. *Applied and Environmental Microbiology*. 77(20):7217-7226
17. Hanson L.E., Howell C.R. (2002.): Biocontrol efficacy and other characteristics of protoplast fusants between *Trichoderma koningii* and *T. virens*. *Mycol. Res.* 106 (3): 321–328
18. Hopek, H. (2017.): Primjena biopreparata u suzbijanju vinove loze. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.
19. Igrc-Barčić, J., Maceljiski, M. (2001.): Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski d.d., Čakovec
20. Kaczmarek J., Jędryczka M. (2011.): Characterization of two coexisting pathogen populations of *Leptosphaeria* spp., the cause of stem canker of brassicas. *Acta Agrobot.* 64 (2): 3–14.
21. Kakabouki, I., Tataridas, A., Mavroeidis, A., Kousta, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., Konstantinou, A., Folina, A., Konstantas, A., Papastylianou, P. (2021.): Effect of Colonization of *Trichoderma harzianum* on Growth Development and CBD Content of Hemp (*Cannabis sativa* L.), *Mikroorganizmi*. 2021;9:518.
22. Kubicek CP., Herrera-Estrella A., Seidl-Seiboth V., Martinez DA., Druzhinina IS. (2011.): Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of *Trichoderma*. *Genome Biology*. 12:R40

23. Kubicek, C.P., Marc, R.I., Peterbauer, C.K., Lorito, M. (2001.): *Trichoderma*: From Genes to Biocontrol. *Journal of Plant Pathology*, 83, 11-23.
24. Lovrić, B. (2019.): Mikroorganizmi u zaštiti bilja. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.
25. Lučić, K. (2009.): Sadržaj sredstava za zaštitu bilja. *Glasnik zaštite bilja*, 1-2: 191-192.
26. Mathre, M., L. (1997.): Cannabis in medical practice, A legal, Historical and Pharmacological Overview of the Therapeutic Use of Marijana, North Carolina
27. Parađiković, N., Vinković, T., Iljkić, D. (2007.): Hydroponic Cultivation and Biological Protection of Pepper (*Capsicum annum* L.). *Acta Agriculturae Serbica*, 12(23): 19-24.
28. Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo II. dio - industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec
29. Ravlić, M., Baličević, R. (2014.): Biološka kontrola korova biljnim patogenima, *Poljoprivreda* 20:2014 (1) 34-40.
30. Šimić, D. (2018.): Potencijal proizvodnje industrijske konoplje u Osječko-baranjskoj županiji. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.
31. Wylie, S.E., Ristvey, A.G., Fiorellino, N.M. (2020.): Fertility management for industrial hemp production: Current knowledge and future research needs. *GCB Bioenergy*, 13:517–524.
32. *** Agroklub: Tko su top 10 uzgajivača industrijske konoplje u Hrvatskoj?, 21.11.2021. (<https://www.agroklub.com/ratarstvo/tko-su-top-10-uzgajivaca-industrijske-konoplje-u-hrvatskoj/72499/>) Pristupila: 25.08.2022.
33. *** Agrokuća Koprivnica (<https://agro-kuca.hr/proizvod/klasmann-potgrond-h-70-1/>) Pristupila: 26.08.2022.

8. SAŽETAK

Gljive roda *Trichoderma* spp. su gljive koje se nalaze u gotovo svim tlima, a izolirane su iz šumskog ili poljoprivrednog tla. Poznate su kao saprofitska i brzorastuća gljivica. Glavne komponente ovog istraživanja su dužina stabljike i korijena, masa stabljike i korijena, dužina stabljike i masa stabljike, dužina korijena i masa korijena, broj listova na stabljici i težina listova. S obzirom na prekomjerno korištenje kemijskih pesticida i lošeg utjecaja na okoliš i ljude, ove gljivice su u potpunosti bezopasne za okoliš i ljude, te je vrlo učinkovita za stimulaciju rasta i razvoja, jačanje korijenovog sustava, zaštićujući biljke od raznih gljivičnih i bakterijskih patogena, povećava otpornost biljke na stres, pa je cilj ovog istraživanja bio odrediti morfološke karakteristike industrijske konoplje uz primjenu mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. pri plavom i bijelom svjetlu u fitotronu kroz razdoblje koje je trajalo 30 dana. U laboratoriju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti posijano je 12 000 sjemenki industrijske konoplje, sorta Fionola u 12 aluminijskih posuda. Istraživanje komponente industrijske konoplje međusobno su se razlikovale. U tretmanu kontrole, tretiranog sjemena prahom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. i tretiranog tla sa prahom i tekućinom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. najznačajniji utjecaj je imalo bijelo svjetlo na morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje, osim na broj listova po biljci (6 listova) gdje je značajan utjecaj imalo plavo svjetlo. Rezultati su pokazali kako utjecaj mikrobiološkog pripravka pod utjecajem plavog i bijelog svjetla ima puno veći značaj na dužinu stabljike, korijena i biljke u odnosu na masu korijena, stabljike, biljke i masu listova. Osim toga, zabilježena je najmanja razlika prosjeka između plavog i bijelog svjetla na parametar dužine (1,6 cm) u odnosu na dužinu stabljike (5,2 cm) i dužinu biljke (6,8 cm), dok je razlika prosjeka na parametar mase gotovo neznačajan.

9. SUMMARY

Fungi of the genus *Trichoderma* spp. are fungi that are found in almost all soils, and were isolated from forest or agricultural soil. They are a saprophytic and fast-growing fungus. The main components of this research are stem and root length, stem and root mass, stem length and stem mass, root length and root mass, number of leaves on the stem and leaf weight. Considering the excessive use of chemical pesticides and the bad impact on the environment and people, these fungi are completely harmless to the environment and people, and are very effective for stimulating growth and development, strengthening the root system, protecting plants from various fungal and bacterial pathogens, increasing the plant's resistance to stress, so the aim of this research was to determine the morphological characteristics of industrial hemp with the example of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp. under blue and white light in a phytotron over a period of 30 days. In the laboratory at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences, 12,000 seeds of industrial hemp, variety Fionola, were sown in 12 aluminum containers. Research on the components of industrial hemp differed from each other. In the control treatment, seeds treated with the powder of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp. and soil treated with the powder and liquid of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp., white light had the most significant effect on the morphological characteristics of young industrial hemp plants, except for the number of leaves per plant (6 leaves) where blue light had a significant effect light. The results showed that the influence of the microbiological preparation under the influence of blue and white light has a much greater significance on the length of the stem, root and plant compared to the mass of the root, stem, plant and leaf mass. In addition, the smallest average difference between blue and white light was recorded for the length parameter (1.6 cm) in relation to stem length (5.2 cm) and plant length (6.8 cm), while the average difference for the mass parameter almost insignificant.

10. PRILOZI

Popis slika

Redni broj	Naslov slike	Stranica
Slika 1.	Stabljika industrijske konoplje (Izvor: Autorska slika)	9
Slika 2.	List industrijske konoplje (Izvor: Autorska slika)	10
Slika 3.	Sjetva industrijske konoplje u laboratoriju 2022. Godine (Izvor: Autorska slika)	11
Slika 4.	Sjeme industrijske konoplje Fiola (Izvor: Autorska slika)	12
Slika 5.	Tuttnauer sterilizator tla (Izvor: Varga Ivana)	12
Slika 6.	<i>Trichoderma spp.</i> na nosaču biolit mikrobiološkog pripravka (Izvor: Autorska slika)	13
Slika 7.	Mikrobiološki pripravak <i>Trichoderma spp.</i> (Izvor: Autorska slika)	14
Slika 8.	Mjerenje tekućeg medija mikrobiološkog pripravka <i>Trichoderma spp.</i> (Izvor: Autorska slika)	14
Slika 9.	Dodavanje završnih 100 grama tla na sjeme industrijske konoplje (Izvor: Autorska slika)	15
Slika 10.	Sijanje industrijske konoplje u redove (Izvor: Autorska slika)	15
Slika 11.	Industrijska konoplja 20.dan pod bijelim svjetlom (Izvor: Autorska slika)	16
Slika 12.	Određivanje dužine stabljike industrijske konoplje (Izvor: Autorska slika)	16
Slika 13.	Laboratorijski zamrzivač u kojeg su pohranjeni listova industrijske konoplje	17

Popis tablica

Redni broj	Naslov tablice	Stranica
Tablica 1.	Top 5 proizvođača konoplje u Republici Hrvatskoj 2020. godine	7
Tablica 2.	Botanička klasifikacija <i>Cannabis sativa L.</i>	8
Tablica 3.	Morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje	18
Tablica 4.	Masa svježe tvari mladih biljaka industrijske konoplje	20
Tablica 5.	Broj listova po biljci industrijske konoplje	21
Tablica 6.	Prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti dužine korijena i stabljike na svim tretmanima	22
Tablica 7.	Agronomska svojstva pod utjecajem različitih tretmana <i>Trichoderma harzianum</i>	25
Tablica 8.	Promjene u biomasi i visini biljke industrijske konoplje	26
Tablica 9.	Promjene u broju listova, Promjer stabljike i dužinu korijena industrijske konoplje	24
Tablica 10.	Analiza varijance agronomskih i sastavnih svojstava dviju sorti industrijske konoplje (Anka i CRS-1) gnojnih različitim dozama dušika (0, 50, 100, 150 i 200 kg ha ⁻¹ N), uzgajanih u četiri okruženja	29
Tablica 11.	Analiza varijance agronomskih i sastavnih svojstava dviju sorti industrijske konoplje (Anka i CRS-1) gnojnih različitim dozama kalija (0, 50, 100, 150 i 200 kg ha ⁻¹ K) i uzgajanih u dva okruženja	29

Popis grafikona

Redni broj	Naslov grafikona	Stranica
Grafikon 1.	Kutijasti dijagram dužine korijena na svim tretmanima	23
Grafikon 2.	Kutijasti dijagram dužine stablike na svim tretmanima	24

Primjena *Trichoderma* spp. i različitog osvjetljenja kod uzgoja mladih biljaka industrijske konoplje

Antonija Hunjet

Sažetak: Gljive roda *Trichoderma* su gljive koje se nalaze u gotov svim tlima, a izolirane su iz šumskog ili poljoprivrednog tla. Poznata kao saprofitska i brzorastuća gljivica. Glavne komponente ovog istraživanja su dužina stabljike i korijena, masa stabljike i korijena, dužina stabljike i masa stabljike, dužina korijena i masa korijena, broj listova na stabljici i težina listova. S obzirom na prekomjerno korištenje kemijskih pesticida i lošeg utjecaja na okoliš i ljude, ove gljivice su u potpunosti bezopasne za okoliš i ljude, te je vrlo učinkovita za stimulaciju rasta i razvoja, jačanje korijenovog sustava, zaštićujući biljke od raznih gljivičnih i bakterijskih patogena, povećava otpornost biljke na stres, pa je cilj ovog istraživanja bio odrediti morfološke karakteristike industrijske konoplje uz primjenu mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. pri plavom i bijelom svjetlu u fitotronu kroz razdoblje koje je trajalo 21 dan. U laboratoriju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti posijano je 12 000 sjemenki industrijske konoplje, sorta Fionola u 12 aluminijskih posuda. Istraživanje komponente industrijske konoplje međusobno su se razlikovale. U tretmanu kontrole, tretiranog sjemena prahom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. i tretiranog tla sa prahom i tekućinom mikrobiološkog pripravka s *Trichoderma* spp. najznačajniji utjecaj je imalo bijelo svjetlo na morfološke karakteristike mladih biljaka industrijske konoplje, osim na broj listova po biljci (6 listova) gdje je značajan utjecaj imalo plavo svjetlo. Rezultati su pokazali kako utjecaj mikrobiološkog pripravka pod utjecajem plavog i bijelog svjetla ima puno veći značaj na dužinu stabljike, korijena i biljke u odnosu na masu korijena, stabljike, biljke i masu listova. Osim toga, zabilježena je najmanja razlika prosjeka između plavog i bijelog svjetla na parametar dužine (1,6 cm) u odnosu na dužinu stabljike (5,2 cm) i dužinu biljke (6,8 cm), dok je razlika prosjeka na parametar mase gotovo neznačajan.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentorica: doc. dr. sc. Ivana Varga

Broj stranica: 37

Broj grafikona i slika: 15

Broj tablica: 11

Broj literaturnih navoda: 33

Broj priloga: 26

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: *Trichoderma* spp., mehanizmi djelovanja, industrijska konoplja, mlade biljke, morfologija

Datum obrane: 27 rujna 2022. godine

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. **Doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić** – predsjednica
2. **Doc. dr. sc. Ivana Varga** – mentorica
3. **Prof. dr. sc. Suzana Kristek** – članica

Rad je pohranjena u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Plant production, course Plant production

Graduate thesis

Application of *Trichoderma* spp. and different lighting for growing young plants of industrial hemp

Antonija Hunjet

Abstract: Fungi of the genus *Trichoderma* spp. are fungi that are found in almost all soils, and were isolated from forest or agricultural soil. They are a saprophytic and fast-growing fungus. The main components of this research are stem and root length, stem and root mass, stem length and stem mass, root length and root mass, number of leaves on the stem and leaf weight. Considering the excessive use of chemical pesticides and the bad impact on the environment and people, these fungi are completely harmless to the environment and people, and are very effective for stimulating growth and development, strengthening the root system, protecting plants from various fungal and bacterial pathogens, increasing the plant's resistance to stress, so the aim of this research was to determine the morphological characteristics of industrial hemp with the example of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp. under blue and white light in a phytotron over a period of 30 days. In the laboratory at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences, 12,000 seeds of industrial hemp, variety Fionola, were sown in 12 aluminum containers. Research on the components of industrial hemp differed from each other. In the control treatment, seeds treated with the powder of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp. and soil treated with the powder and liquid of the microbiological preparation with *Trichoderma* spp., white light had the most significant effect on the morphological characteristics of young industrial hemp plants, except for the number of leaves per plant (6 leaves) where blue light had a significant effect. The results showed that the influence of the microbiological preparation under the influence of blue and white light has a much greater significance on the length of the stem, root and plant compared to the mass of the root, stem, plant and leaf mass. In addition, the smallest average difference between blue and white light was recorded for the length parameter (1.6 cm) in relation to stem length (5.2 cm) and plant length (6.8 cm), while the average difference for the mass parameter almost insignificant.

Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Mentor: PhD Ivana Varga, assistant professor

Number of pages: 37

Number of figures: 15

Number of tables: 11

Number of references: 33

Number of appendices: 26

Original in: Croatian

Key words: *Trichoderma* spp., mechanisms of action, industrial hemp, young plants, morphology

Thesis defended on date: 27th September 2022

Reviewers:

1. **PhD Monika Tkalec Kojić, assistant professor - president**
2. **PhD Ivana Varga, assistant professor - mentor**
3. **PhD Suzana Kristek, professor - tenure - member**

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1.