

# Morfološke karakteristike industrijske konoplje ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem

---

Tot, Adél

Master's thesis / Diplomski rad

2024

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:271218>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-22**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Adél Tot,  
Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE INDUSTRIJSKE KONOPLJE  
OVISNO O PREDJETVENOJ GNOJIDBI KALIJEM**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Adél Tot,  
Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE INDUSTRIJSKE KONOPLJE  
OVISNO O PREDSJETVENOJ GNOJIDBI KALIJE**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Dario Ijkić, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Ivana Varga, mentorica
3. Doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić, članica

**Osijek, 2024.**

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 1.1. Cilj istraživanja .....  | 2  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....   | 3  |
| 2.1. Morfologija industrijske konoplje.....                                 | 3  |
| 2.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje industrijske konoplje.....             | 4  |
| 3. MATERIJAL I METODE .....   | 8  |
| 3.1. Provedba poljskog pokusa i agroekološki uvjeti uzgoja .....            | 8  |
| 3.2. Vremenske prilike uzgoja industrijske konoplje 2022. godine .....      | 10 |
| 3.3. Žetva industrijske konoplje i određivanje komponenti prinosa .....     | 12 |
| 4. REZULTATI .....  | 13 |
| 4.1. Ostvaren broj biljaka industrijske konoplje po jedinici površine ..... | 13 |
| 4.2. Visina i promjer stabljike industrijske konoplje .....                 | 15 |
| 4.3. Prinos stabljike i sjemena industrijske konoplje .....                 | 18 |
| 4.4. Regresijska analiza .....  | 21 |
| 5. RASPRAVA.....  | 23 |
| 6. ZAKLJUČAK .....  | 26 |
| 7. POPIS LITERATURE.....  | 27 |
| 8. SAŽETAK.....   | 29 |
| 9. SUMMARY .....  | 30 |
| 10. POPIS GRAFIKONA.....  | 31 |
| 11. POPIS TABLICA .....   | 32 |
| 12. POPIS SLIKA .....   | 33 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA  |    |
| BASIC DOCUMENTATION CARD  |    |



*Ovaj diplomski rad izrađen je na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek u sklopu HRZZ projekta „Nabijena zemlja za modeliranje i normizaciju u potresno aktivnim područjima“ (UIP-2020-02-7363) voditelja projekta izv. prof. dr. sc. Ivana Krausa (Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek).*

## 1. UVOD

Biljka konoplje *Cannabis sativa* L., poznata i kao industrijska konoplja, jednogodišnja je industrijska kultura visokog prinosa koja se uzgaja za vlakna iz stabljike konoplje i sjemensko ulje.

Industrijska konoplja uzgaja se za biomasu koja predstavljaju sirovinu za industrijsku upotrebu kao što su energija, građevinarstvo te za sjemenke konoplje koje su komponente funkcionalne hrane, i medicinskih proizvoda (Crini i sur., 2020.). Prema Liju (1974.) konoplja ima mnoge potencijalne primjene u tekstilu, hrani, pićima. Zapravo, otprilike 25 000 proizvoda dobiva se od industrijske konoplje. Pretpostavljena su tri geografska porijekla industrijske konoplje. Industrijska konoplja općenito karakterizira nizak (ispod 1 %) udio THCA i omjer CBD:THC veći od 1. S druge strane, konoplja koja se koristi u farmaceutskoj industriji klasificira se kao hortikulturalna kultura (Datwyler i Weiblen, 2006.).

Usjevi vlakana, žitarica i konoplje razlikuju se u svojoj proizvodnoj praksi i posjeduju različita održiva svojstva. Proizvodnja konoplje za vlakna i zrna slična je proizvodnji krmnog bilja i usjeva strnih žitarica. Svaka vrsta usjeva konoplje ima diskretne i jedinstvene ekološke, društvene i ekonomske rezultate održivosti (Schlutenhofer i Yuan, 2017.).

Ekološke koristi usjeva ovise o vrsti, praksi uzgoja, požnjevenom tkivu, metodi obrade usjeva nakon žetve i primjeni u potrošačkim proizvodima (Montford i Small, 1999.).

U Republici Hrvatskoj . proizvodnja industrijske konoplje regulirana je Zakonom o suzbijanju zlouporabe droga („Narodne novine“, broj 39/19) i Pravilnikom o uvjetima za uzgoj konoplje („Narodne novine“, broj 18/12 i 57/16). Industrijska konoplja je podvrsta konoplje (*Cannabis sativa* L.) sa sadržajem THC-a 0,2 % (Ministarstvo poljoprivrede, 2022.). Globalno se procjenjuje se da najmanje 47 zemalja uzgaja konoplju u komercijalne ili istraživačke svrhe (Cannabis Business Plan, 2021.).

## **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja je odrediti komponente prinosa industrijske konoplje. Uzorci industrijske konoplje za istraživanje prikupljeni su na pokušalištu „Tenja“. Kod ovog istraživanja određivale su se sljedeće komponente prinosa: broj biljaka po ha ,visina stabljike, masa sjemena , te prinos sjemena industrijske konoplje po jedinici površine. Cilj ovog istraživanja je utvrditi kako je predstjetvena gnojidba kalijem različitih formulacija utjecala na komponente prinosa. Osim toga, cilj rada je opisati agroekološke uvjete u vrijeme vegetacije i njihov utjecaj na ostvaren prinos.

## **2. PREGLED LITERATURE**

Industrijska konoplja je jednogodišnja zeljasta biljka koja se u prirodi javlja u dvodomnom spolnom obliku, ženski i muški cvjetovi pojavljuju se na zasebnim biljkama. Samo približno 15 % vrsta ima jednospolne cvjetove koji razvijaju samo plodnice ili prašnika i stoga se nazivaju jednodomne ili dvodomne. To je biljka kratkog dana koja je jako ovisna o fotoperiodu; početak cvatnje također jako ovisi o temperaturi (Renner, 2014.).

### **2.1. Morfologija industrijske konoplje**

#### Korijenov sustav

U usporedbi s nadzemnom stabljikom, korijenski sustav konoplje je relativno reduciran u odnosu na druge gospodarski važne jednogodišnje biljke. Volumen korijenskog sustava varira ovisno o korištenim metodama uzgoja i kvaliteti tla. U prosjeku, volumen korijena čini 8-9 % ukupne biomase. Muške biljke imaju kraću vegetativnu fazu od ženskih biljaka, a time i slabije razvijen korijenski sustav. Glavni korijen može rasti do dubine od 2 m, dok sekundarno korijenje koje čini glavninu korijenskog sustava doseže duljinu između 10 i 60 cm (Bocsa and Karus, 1997.).

#### Stabljika

Biljke industrijske konoplje imaju ravne nerazgranate stabljike koje su prekrivene kratkim, zakrivljenim i ovalnim dlačicama. Stabljike imaju 7 do 10 internodija između krune korijena i cvatova, a najduže internodije nalaze se u središnjem dijelu stabljike. Duljina stabljike kreće se od 30 cm do 400 cm (Crini and Lichtfouse, 2020.).

#### Sjeme

Sjemenke konoplje su jajolikog ili sferičnog oblika i mjere duljinu od 3 do 5 mm, ovisno o kultivaru. Svako zrno obuhvaća dva kotiledona bogato uljem i bjelančevinama, ali za razliku od mnogih drugih biljnih vrsta, ove sjemenke sadrže smanjenu količinu bjelančevina. Iako se konoplja ne uzgaja posebno u svrhu proizvodnje ulja, prinos pojedinih jednodomnih sorti omogućuje industrijsko iskorištavanje sjemena konoplje za ulje. Sjeme konoplje bogato je hranjivim tvarima, s otprilike 25 % proteina, 35 % ulja, 25 % ugljikohidrata i 5 % minerala. Sjeme bogato je mineralima kao što su fosfor, bakar, željezo, magnezij i mangan (Callaway, 2004.).



## Listovi

Listovi su sastavljeni od peteljke iz koje izlazi 7-10 dlanastih listića nejednakih veličina. Dlanasti listovi imaju peteljke i 3-11 listića koji su nasuprotno raspoređeni u donjem i središnjem dijelu stabljike te naizmjenično raspoređeni u visini cvatova. Listići su lancetasti, pravilno nazubljeni i obrasli žljezdastim dlačicama Broj listova je uvijek neparan (Crini i Lichtfouse, 2020.).

## **2.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje industrijske konoplje**

### Zahtjevi industrijske konoplje prema tlu

Industrijska konoplja može se uzgajati na mineralnim i na tresetnim tlima koja su bogata humusnim spojevima i vapnom. Najveći prinosi postižu se na dubokim i poroznim tlima s dubinom podzemne vode većom od 80 cm. Najvažniji faktor je pH tla koji bi trebao biti približan do neutralnog ili blago alkalnog pH vrijednost tla trebala bi pasti između 6 i 8 za optimalne rezultate (Malčev i sur., 2011.).

### Zahtjevi industrijske konoplje prema temperaturi

Prosječne temperature pri kojima se konoplja uzgaja su između 5,6 i 27,5 °C. Optimalna temperatura za rast konoplje je 14,3 °C. Minimalna temperatura na kojoj konoplja može rasti je -5 °C, a maksimalna 40,7 °C. Više temperature od maksimalne temperature mogu ubrzati razdoblje cvjetanje. Ubrzano razdoblje cvatnje smanjuje ukupni prinos. Osim toga, visoke temperature mogu smanjiti kvalitetu vlakana (Craufurd i Wheeler 2009.).

### Zahtjevi industrijske konoplje prema vodi

Oborine i dostupnost vode ključni su za razvoj usjeva. Optimalnoj količini vode za prinos konoplje u vegetacijskom razdoblju, od sjetve do žetve varira između 500-700 mm. Nedostatak vode negativno utječe na prinos konoplje i kvalitetu vlakana. Osim utjecaja nedostatka vode, jaka kiša i tuča također negativno utječu na prinos konoplje. Tijekom vegetativnog ciklusa 1 kg suhe tvari (DM) mobilizira između 300 i 500 l vode (Canadian Hemp Trade Alliance, 2020.).

### Zahtjevi industrijske konoplje prema svjetlosti

Godišnja apsorpcija svjetlosti ovisi o nicanju usjeva, brzini oblikovanja krošnje i presretanju svjetlosti biljke. Na apsorpciju svjetlosti mogu utjecati temperatura okoliša, zračenje i duljina dana. Konoplja se smatra biljkom kratkog dana. Biljke kratkog dana zahtijevaju mračno razdoblje kako bi aktivirale fazu transformacije iz vegetativne u reproduktivnu fazu. Prosječni kritični fotoperiod konoplje je 12-14 sati dnevnog svjetla i 10-12 sati neprekinute tame. Ako su biljke konoplje izložene stalnom osvjetljavanju tijekom 24-satnog režima, to će zaustaviti cvatnju biljke i povećati prinos suhe tvari stabljike (Werf i sur., 1996.).

### Zahtjevi konoplje za obradom tla i plodoredom

Konoplja može pronaći svoje mjesto u sustavu plodoreda. Nema apsolutnih pravila jer postoji više mogućnosti, ovisno o regiji i potrebama proizvođača. Kao i kod svih proljetnih usjeva, konoplja dopušta prekid u jesenskom plodoredu usjeva i stoga može prekinuti reproduktivne cikluse određenih korova koje je teško suzbiti. Uzgajivači cijene konoplju zbog njezine sposobnost ostavljanja zemlje bez korova u jesen i za poboljšanje strukture tla. Konoplja se vrlo dobro ponaša na vrlo plodnim tlima s dobrom strukturom tla koja omogućuje dobru drenažu i odgovarajući razvoj korijena (Craufurd i Wheeler, 2009.).

### Priprema tla

Kao i kod svih jarih usjeva, pri pripremi za sjetvu potrebno je osigurati da struktura tla nije zbijena. Dakle, tlo koje sadrži veliki udio gline treba preorati ili drljati krajem jeseni ili početkom zime. To će omogućiti tlu da prezimi i optimizira njegovu strukturu. Tamo gdje je tlo muljevito, oranje može pričekati do proljeća. Oranje može ponovno pokrenuti nakon što se zemlja osuši (Bouloc i sur., 2013.). Preporuča se lažna sjetva kako bi se suzbili korovi. Pojednostavljene tehnike uzgoja daju identične rezultate, pod uvjetom da su svi ostali uvjeti nepromijenjeni. Pokrovni usjevi i plodored poboljšavaju utjecaj usjeva na okoliš jer povećavaju organsku tvar, vlažnost tla, infiltraciju vode i smanjuju gubitak hranjivih tvari i eroziju tla (De Azevedo 1999.).

### 2.3. Gnojidba industrijske konoplje

#### Dušik

Dušik ima značajan utjecaj na rast biljaka. Nalazi se posebno u mladim biljnim tkivima i u određenim skladišnim tkivima. Pospješuje razvoj stabljike i lišća, koji postaju tamnozeleni zbog visokog sadržaja klorofila (molekula s visokim udjelom dušika).

Gdje nedostaje dušika, lišće postaje žuto, a biljke zakržljaju; dušik je ključni odlučujući faktor u prinosu biljaka. Biljka najprije vrlo brzo apsorbira dušik tijekom rane faze rasta, a zatim sporije do kraja ciklusa. Razine dušika u lišću su vrlo visoke, a zatim progresivno opadaju s vremenom. Na kraju cvatnje potrošnja se povećava i najveći dio apsorbiranog dušika koristi se za punjenje sjemena. U zrelosti se više od 50 % dušika nalazi u sjemenu (Bouloc i sur., 2013.).

#### Fosfor

Fosfor je sastavni dio svih biljaka. Ima važnu ulogu u transformaciji klorofila, metabolizmu glukoze te metabolizmu lipida i proteina.

To je faktor rasta i nalazi se u izobilju u rastućim tkivima. Iako su njegovi učinci možda manje očiti od učinaka dušika, jednako je neophodan za razvoj biljaka. Njegova prisutnost omogućuje biljkama lakšu apsorpciju i korištenje dušika. Pozitivno utječe na oplodnju i stvaranje sjemena. Također povećava krutost stabljika žitarica i pomaže u otpornosti prema svakoj sklonosti poljeganju, kao i poboljšavanju lignifikacije stabljike.

Dostupnost fosfora ograničena je statusom vlažnosti tla, temperaturom tla, pH-vrijednošću tla i teksturom tla. Niska vlažnost tla smanjuje difuziju fosfora potrebnu korijenju biljaka za pristup raspoloživom fosforu, a visoka vlažnost tla ograničava dostupnost kisika. Niske temperature tla smanjuju dostupnost P smanjujući stopu rasta korijena što dovodi do apsorpcije hranjivih tvari (Williams, 2019.).

#### Kalij

Kalij se često naziva trećim nutrijentom. Kalij je esencijalni biljni nutrijent koji je biljkama potreban u relativno velikim količinama, a sudjeluje u mnogim ključnim fiziološkim procesima. Procesima na koje utječe opskrba kalijem uključuju stomatalnu regulaciju, sintezu

proteina, fotosintezu, aktivaciju enzima, osmoregulaciju te unos i nakupljanje drugih bitnih kationa kao što su Ca i Mg.

Osim svoje uključenosti u regulaciju primarnog metabolizma biljaka, poznato je da kalij ima značajan utjecaj na sekundarni metabolizam biljaka, te se stoga smatra "elementom kvalitete" (Saloner i sur., 2022.)

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Provedba poljskog pokusa i agroekološki uvjeti uzgoja

Na površinama pokušališta „Tenja“ Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek (45.5139, 18.7856) postavljen je poljski pokus. Predkultura je bio kulinarski mak, a osnovna obrada je napravljena na dubinu 25-30 cm tijekom studenog 2021. U proljeće 2022. zatvorena je zimska brazda nakon čega se pristupilo daljnoj dopunskoj obradi tla u svrhu stvaranja optimalnog sjetvenog sloja.

Neposredno prije sjetve obavljena je predsjetvena gnojidba s različitim kalijevim gnojivima kako bi utvrdili utječe li formulacija kalijevog gnojiva na morfološka svojstva stabljike te kemijski sastav i vlakna u stabljici industrijske konoplje.

Varijante gnojidbe su bile sljedeće:

K0 – bez predsjetvene gnojidbe

K1 – 100 kg/ha kaliji klorida (KCl)

K2 – 100 kg/ha kaliji sulfata (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Gnojidba je provedena prema shemi (Slika 1.) u tri ponavljanja prema potpuno slučajnom dizajnu pokusa (RCBD):

|    |    |    |
|----|----|----|
| K0 | K1 | K2 |
| K1 | K2 | K0 |
| K2 | K0 | K1 |

Slika 1. Shematski prikaz provedene gnojidbe kalijem prije sjetve industrijske konoplje

Sorta Finola (University of Kuopio and Palkkila Farm, Finska) posijana je 17. travnja 2022. godine pomoću pneumatske sijačice na međuredni razmak od 25 cm i dubinu 3 cm.

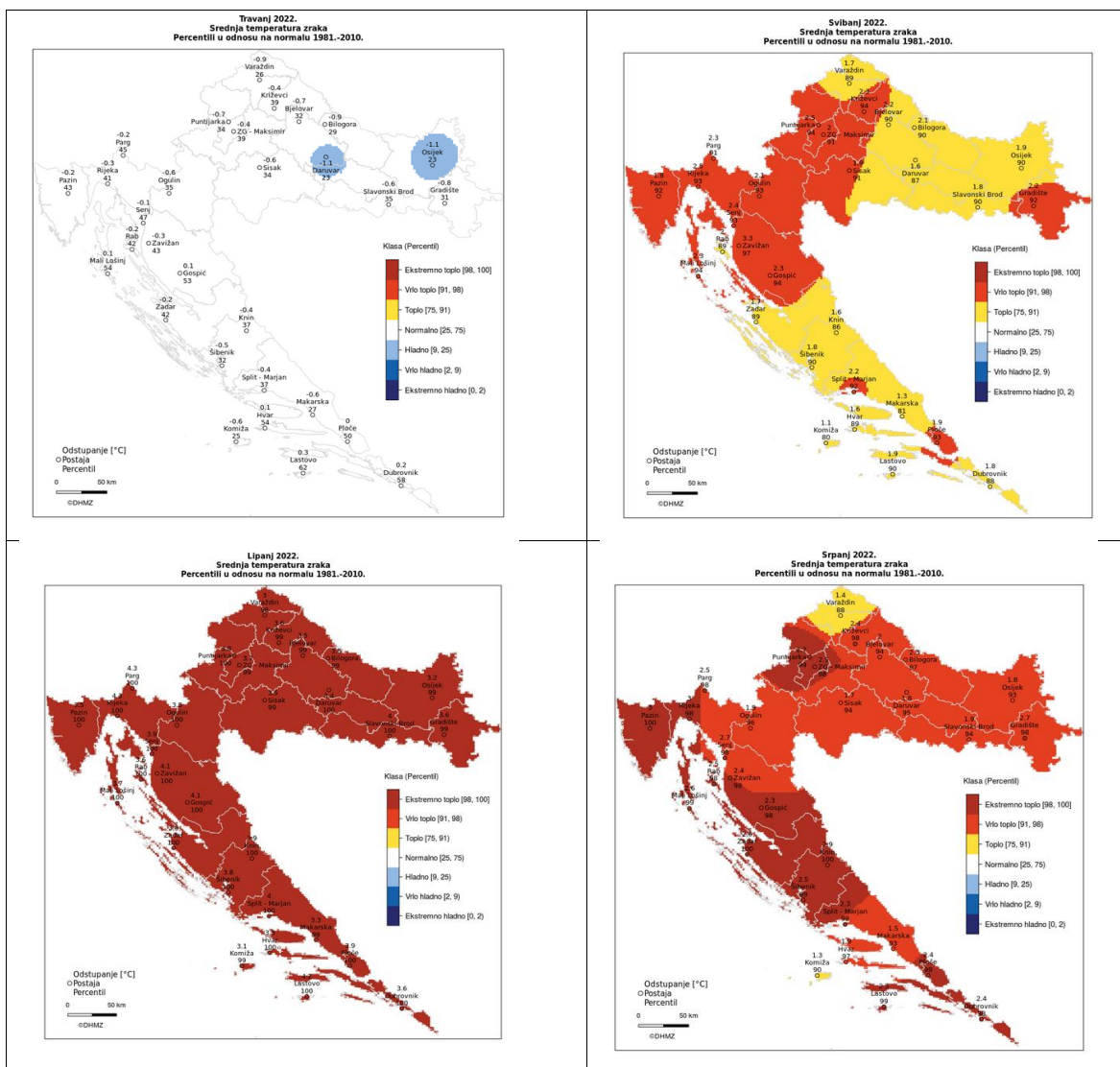
Nicanje industrijske konoplje je bilo zadovoljavajuće i u početnim fazama rasta biljke su se dobro razvijale. Tijekom vegetacije u ranim fazama razvoja korova u dva navrata obavljeno je mehaničko suzbijanje korova (Slika 2.). Do kraja vegetacije okopavanje konoplje je obavljeno ukupno u ukupno 6 navrata.



Slika 2. Usjev industrijske konoplje nakon uklanjanja korova (Varga, I., 2022.)

### 3.2. Vremenske prilike uzgoja industrijske konoplje 2022. godine

U vrijeme sjetve, u travnju prema DHMZ (2024.) je prema raspodjeli percentila, temperaturne prilike u Hrvatskoj za travanj 2022. godine su opisane sljedećim kategorijama: hladno (šire područje Osijeka i Daruvara) i normalno (većina teritorija Hrvatske). Tijekom svibnja većih odstupanja u temperaturi i oborinama nije bilo (Slika 3.).

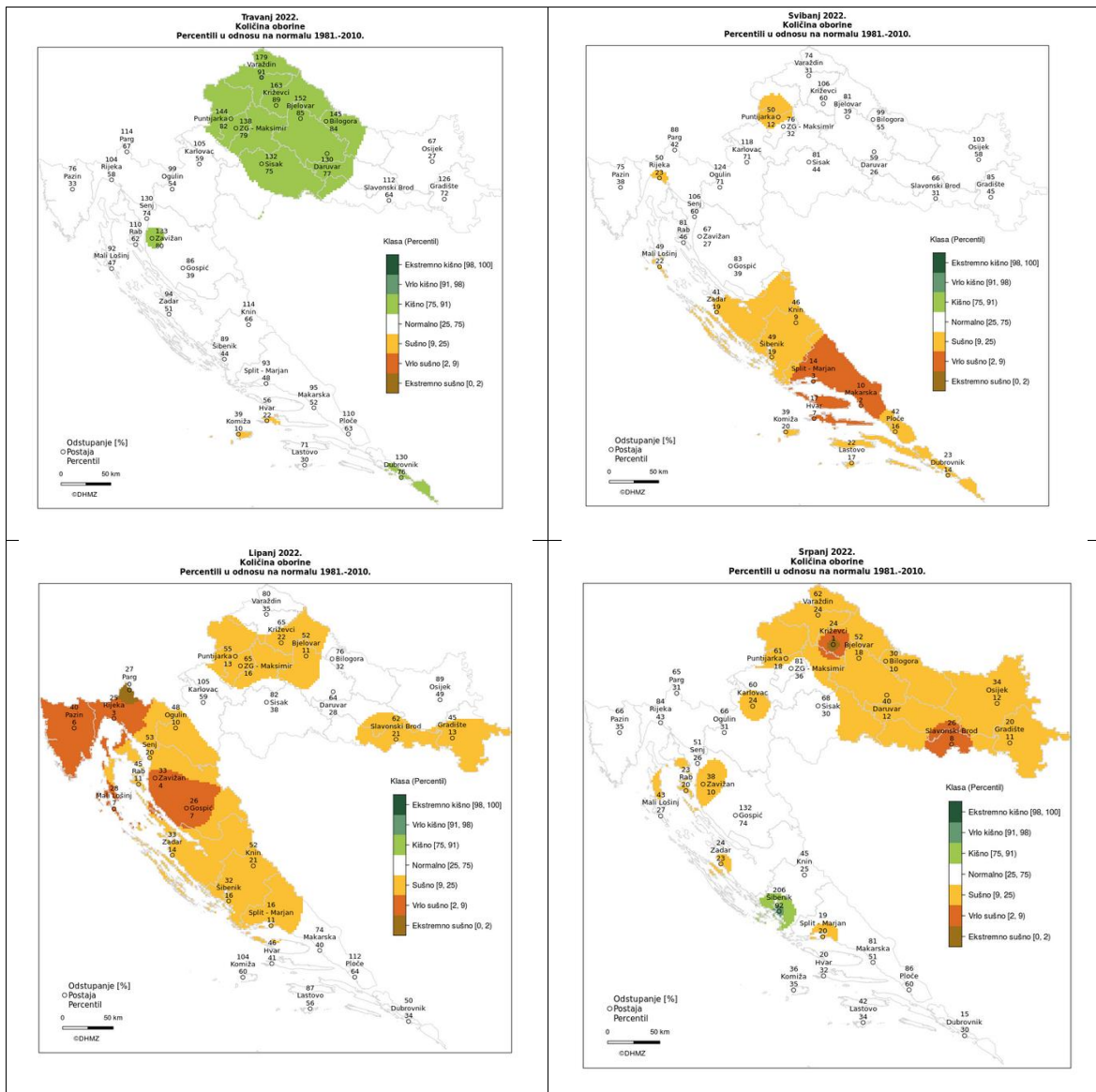


Slika 3. Srednja temperatura zraka i odstupanja za Hrvatsku u 2022. godini u odnosu na normalu odnosu na normalu 1981. – 2010. (DHMZ, 2024.)

Lipanj 2022. je bio ekstremno topal u cijeloj Hrvatskoj, a za područje Osijeka prosječna temperatura u lipnju bila je za 3,2 °C u odnosu na višegodišnji prosjek (Slika 3.), dok je količina oborina bila u prosjeku, iako je u većini Hrvatske bilo zabilježena manja količina oborina u odnosu na višegodišnji prosjek.

Odstupanja srednje temperature zraka u srpnju 2022. u odnosu na normalu 1981. – 2010. su za područje Osijeka bila 1,8 °C (Slika 3.) te je na svim postajama temperatura zraka je bila viša od prosječne. Oborinske prilike (Slika 4.), u Hrvatskoj u srpnju 2022. godine izražene percentilima opisana je kao sušno (istočna i dijelovi središnje Hrvatske).

Takve vremenske prilike tijekom ljetnih mjeseci nepovoljno utječu na rast industrijske konoplje te je biljka relativno brzo prešla u fazu cvatnje (generativna faza) i bilje nisu više rasle u visinu.



Slika 4. Količina oborina i odstupanja za Hrvatsku u 2022. godini u odnosu na normalu 1981. – 2010. (DHMZ, 2024.)



### 3.3. Žetva industrijske konoplje i određivanje komponenti prinosa

Žetva je obavljena 26. srpnja 2022. godine. Ubiranje cijelih biljaka obavljeno ručno u 3 ponavljanja sa svakog gnojidbenog tretmana. Stabljika ženskih biljaka je u to vrijeme bila još zelene boje i osjemenjena. Ženske biljke industrijske konoplje bile su svjetlo zelene do zlatno smeđe boje. Prije ubiranja biljaka određen je ostvaren broj biljaka po jedinici površine, a nakon toga je određen udio muških i ženskih biljaka.



Slika 5. Žetva industrijske konoplje (Varga, I., 2022.)

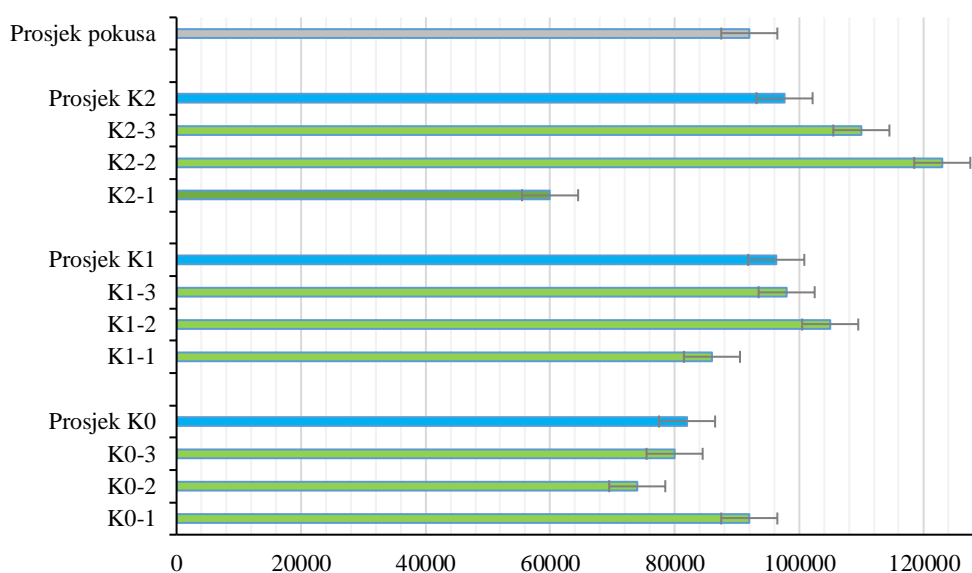
### 3.4. Statistička analiza rezultata

Za statističku obradu podataka, podaci su uneseni u računalni program Microsoft Excel te je prikazana standardna pogreška na razini 5 % kroz horizontalne linije. Osim toga regresijska analiza provedena je za visinu stabljike i debljinu stabljike.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Ostvaren broj biljaka industrijske konoplje po jedinici površine

U ovom istraživanju određen je broj biljaka po jedinici površine (ha) u žetvi. Prema rezultatima ovog istraživanja prosječan broj biljaka po hektaru u ovom istraživanju iznosilo je 92000 biljaka po (ha) što je vidljivo u grafikonu 1.



Grafikon 1. Ostvaren broj biljaka industrijske konoplje po ha ovisno o predstjetvenoj gnojidbi kalijem

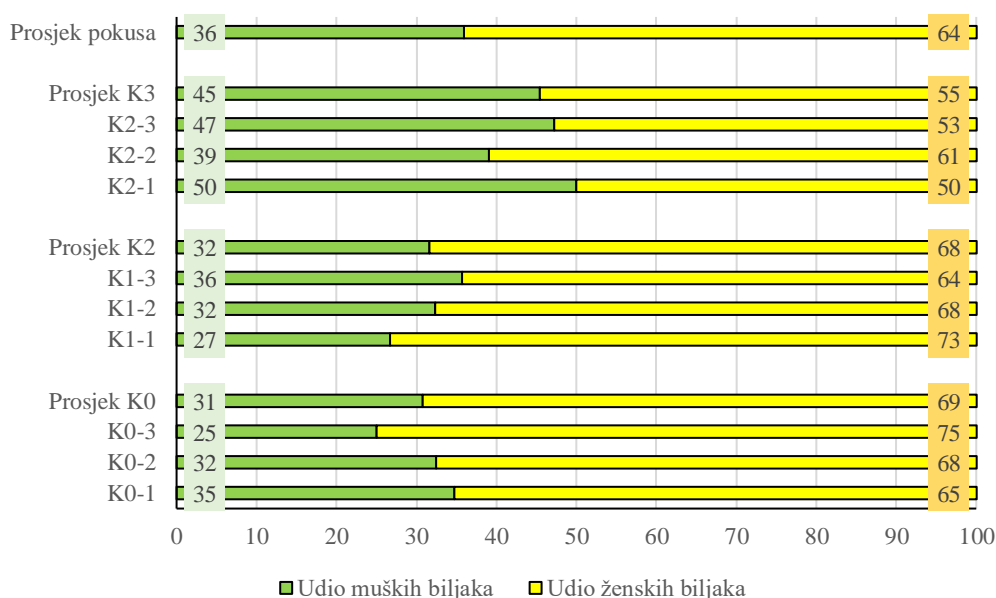
Prosjek tretmana K0 iznosilo 82000 biljaka po (ha) koji je bio i najmanji prosjek, K1 iznosio je 96333 biljaka po (ha) dok K2 je imao najveći prosjek s 97666 biljaka po (ha)

U tretmanu K0, K0-1 ostvario je najveći sklop biljaka s 92000 biljaka po (ha), K0-2 ostvario je najmanji sklop biljaka koji iznosi 74000 biljaka po (ha) te K0-3 s 80000 biljaka po (ha) koji je najbliži prosjeku pokusa.

Kod tretmana K1 možemo primjetiti porast broja biljaka. U K1-1 imamo 86000 biljaka po (ha) koji nam je i najmanji broj. K1-2 ima porast biljaka koja iznosi 105000 biljaka po (ha), dok kod K1-3 primjećujemo pad broja biljaka na 98000 biljaka po (ha).

Kod tretmana K2 primjećujemo različite iznose broja biljaka, kod K2-1 ostvareno je 60000 biljaka po (ha) što nam je i najmanji iznos biljaka u cijelome pokusu. K2-2 ima najveći iznos u cijelome pokusu koji iznosi 123000 biljaka po (ha), te K2-3 11000 biljaka po (ha).

U ovom pokusu se određuje udio muških i ženskih biljaka industrijske konoplje. Prema rezultatima grafikona 2., prosječan broj muških biljaka iznosio je 36 % biljaka, dok ženskih biljaka iznosi 64 %.



Grafikon 2. Udio (%) muških i ženskih biljaka industrijske konoplje ovisno o tretmanima predstjetvene gnojidbe kalijem 2022. godine.

Prosjek tretmana K0 iznosi 31 % muških te 69 % ženskih biljaka koji su u znatno većem broju. Tretman K0-1 se sastoji od 35 % muških te 65 % ženskih biljaka. K0-2 se sastoji od 32 % muških biljaka i 68 % ženskih biljaka. Tretman K0-3 imao je najmanji udio muških biljaka koji iznosio 25 % biljaka , te zato ima i više ženskih biljaka točnije 75 % ženskih biljaka.

Kod tretmana K1 prosječan udio muških biljaka iznosi 32 % biljaka dok ženskih biljaka imamo 68 %. Tretman K1-1 ima 27 % muških biljaka koji je ujedno i najmanji udio, dok je ženskih biljaka bilo 73 %. Tretman K1-2 imao je 32 % muških biljaka te 68 % ženskih

biljaka. Tretman K1-3 najbliži je prosjeku muških biljaka koji je 36 %, dok je ženskih biljaka bilo 68 %.

U tretmanu K2 možemo primjetiti porast muških cvjetova a pad broja ženskih naspram ostalih tretmana. K2-1 sastoji se od 50 % muških biljaka te 50 % ženskih biljaka te su nam spolovi izjednačeni. Tretman K2-2 uključuje 39 % muških i 61 % ženskih biljaka. Tretman K2-3 uključivao je 47 % muških biljaka i 55 % ženskih biljaka.

#### 4.2. Visina i promjer stabljike industrijske konoplje

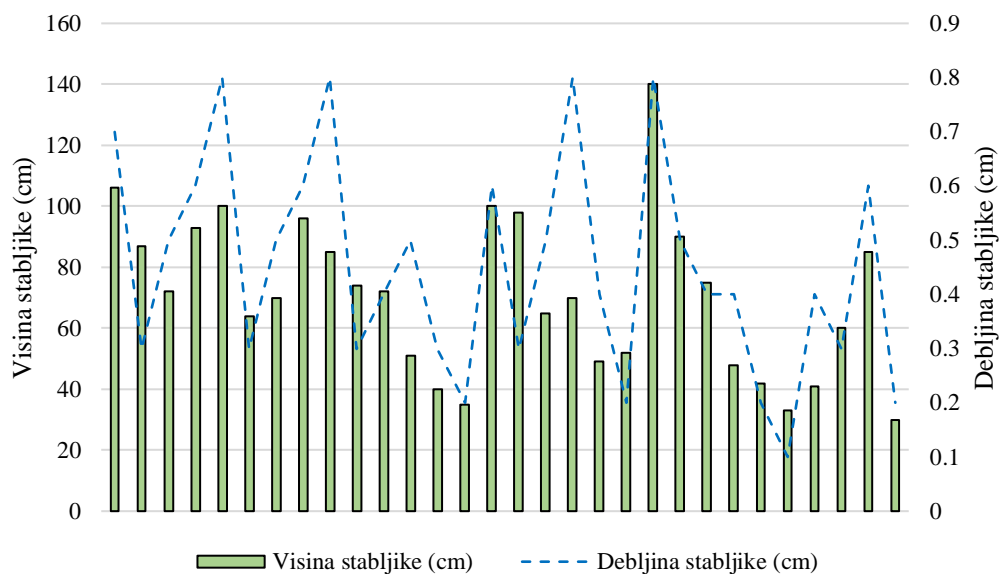
U ovom istraživanju određeni su promjer stabljike i visina stabljike nakon žetve industrijske konoplje (Tablica 1.). Najmanja stabljika bila je 10 cm, dok je najveća stabljike bila 150 cm, dok prosječna visina stabljike iznosi 67,5 cm

Tablica 1. Prosječne, minimalna i maksimalne vrijednosti visine i debljine stabljike industrijske konoplje ovisno o predstetvenoj gnojidbi kalijem

| Tretman        | Prosječna visina stabiljke (cm)' | Prosječna debljina stabiljke (cm)' | Minimum visine stabiljke (cm)' | Minimum debljine stabiljke (cm)' | Maksimum visine stabiljke (cm)' | Maksimum debljine stabiljke (cm)' |
|----------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| K0 1           | 84,7                             | 0,54                               | 64                             | 0,3                              | 106                             | 0,8                               |
| K0 2           | 63,2                             | 0,42                               | 35                             | 0,2                              | 100                             | 0,8                               |
| K0 3           | 64,4                             | 0,39                               | 30                             | 0,1                              | 140                             | 0,8                               |
| K1 1           | 57,3                             | 0,42                               | 30                             | 0,2                              | 90                              | 0,8                               |
| K1 2           | 33,7                             | 0,34                               | 10                             | 0,1                              | 52                              | 0,7                               |
| K1 3           | 65,1                             | 0,37                               | 32                             | 0,1                              | 105                             | 0,7                               |
| K2 1           | 95,7                             | 0,45                               | 45                             | 0,2                              | 150                             | 0,7                               |
| K2 2           | 60,8                             | 0,29                               | 43                             | 0,1                              | 77                              | 0,5                               |
| K2 3           | 82,6                             | 0,44                               | 67                             | 0,3                              | 100                             | 0,6                               |
| <b>Prosjek</b> | <b>67,5</b>                      | <b>0,41</b>                        | <b>10</b>                      | <b>0,1</b>                       | <b>150</b>                      | <b>0,8</b>                        |

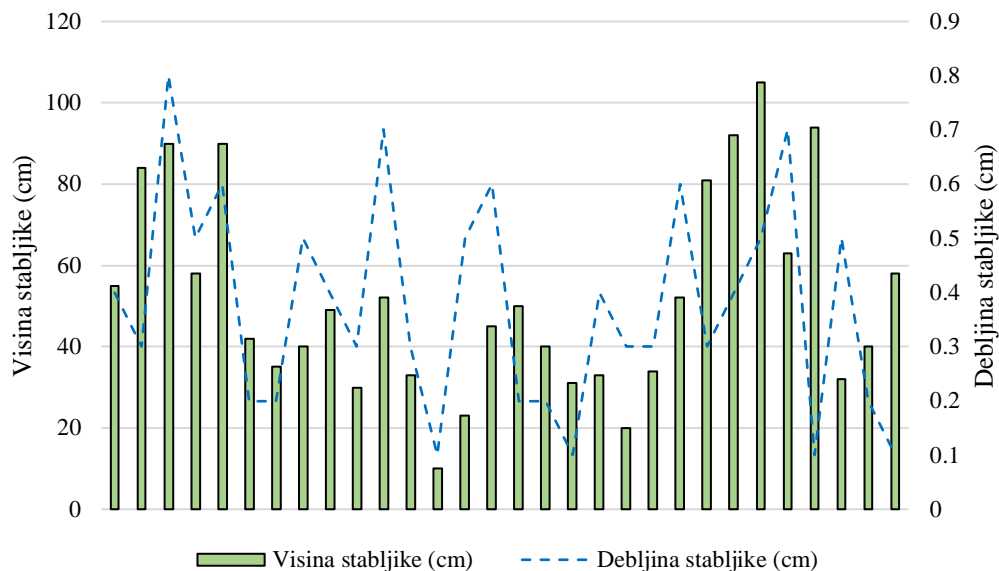
Što se tiče promjera stabljike najmanja debljina stabljike iznosila je 0,1cm, dok najveća debljina stabljike bila je 0,8 cm, prosječna debljina stabljike iznosila je 0,41 cm, što je prikazano u tablici 1.

Na tretmanu K0 od ukupnog broja analiziranih biljaka njih 82 , najviša stabljika iznosila je 140 cm te najveći promjer stabljike bio je od 0,8 cm, dok najmanja visina stabljike iznosila je 30 cm dok promjer stabljike iznosio 0,1 cm što je vidljivo u grafikonu 3.



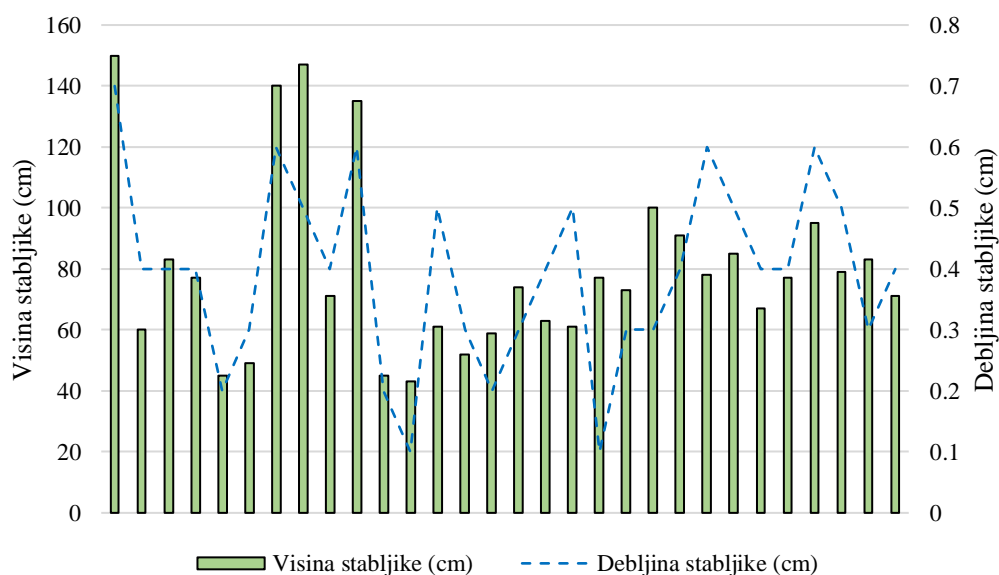
Grafikon 3. Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K0

Kod tretmana K1 prikazano na grafikonu 4., obradili smo 96 biljaka. Najviša stabljika iznosila 105 cm, promjer najveće stabljike iznosi 0,8 cm kao i u predhodnom tretmanu . Najniža stabljika iznosi 10 cm sto je znatno niža od ostalih te promjer stabljike iznosi 0,1 cm.



Grafikon 4. Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K1

U grafikonu 5. kod tretmana K2 prikazana je najviša stabljika i bila je 150 cm te najveći promjer stabljike iznosio je 0,7 cm , bok najniža visina stabljike iznosi 43 cm a najmanji promjer bio je 0,1 cm.



Grafikon 5. Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K2

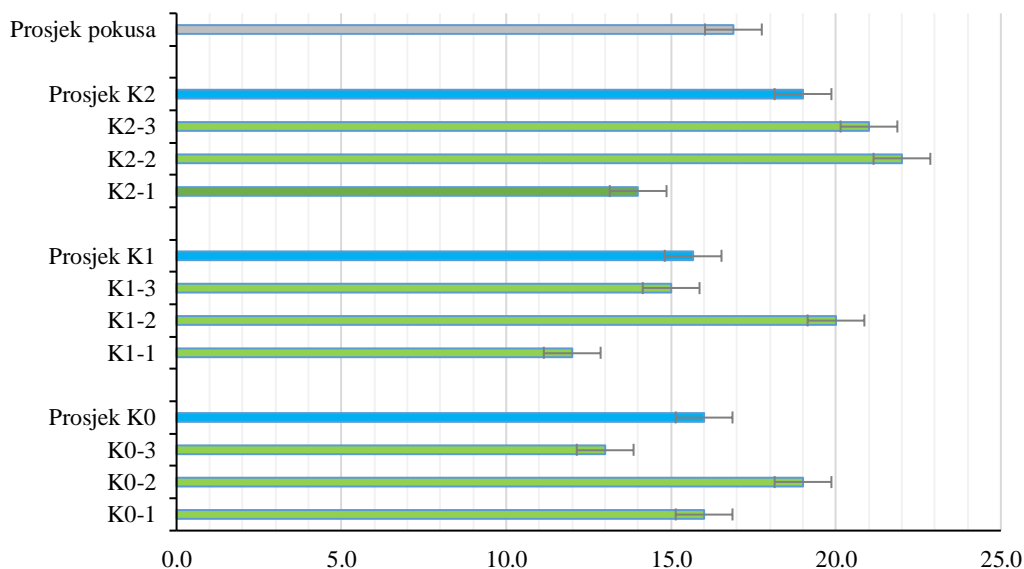
### 4.3. Prinos stabljike i sjemena industrijske konoplje

Nakon žetve potrebno je bilo odrediti prinos (t/ha) stabljike industrijske konoplje ovisno o predstjetvenoj gnojidbi kalijem. Prosjek pokusa iznosio je 16,9 t/ha što je vidljivo u grafikonu 6.

Prosijek tretmana K0 iznosio je 16,0 t/ha. Prinos K0-1 tretmana iznosio je 16 t/ha, tretman K0-2 je ostvario znatno veći prinos od 19,0 t/ha, dok K0-3 tretman imao najmanji prinos od svih koji je iznosio 13,0 t/ha

Tretman K1 ostvario je prosjek prinosa stabljike od 15,7 t/ha što je za 0,3 t/ha manje nego kod prosjeka tretmana K0. K1-1 ostvario je prinos od 12,0 t/ha koji je i ujedno najmanji prinos u cijelome pokusu. Prinos stabljike kod K1-2 iznosio je 20,0 t/ha te K1-3 ostvaruje prinos od 15,0 t/ha.

Kod tretmana K2 zabilježili smo prosjek prinosa stabljike od 19,0 t/ha pri čemu je to i najviši prinos stabljike. K2-1 je imao najmanji prinos koji iznosi 14,0 t/ha nakon njega imamo tretman K2-2 koji iznosi 22,0 t/ha te K2-3 koji je malo manji od predhodnog tretmana te iznosi 21,0 t/ha.



Grafikon 6. Prinos stabljike industrijske konoplje (t/ha) nakon žetve ovisno o predstjetvenoj gnojidbi kalijem

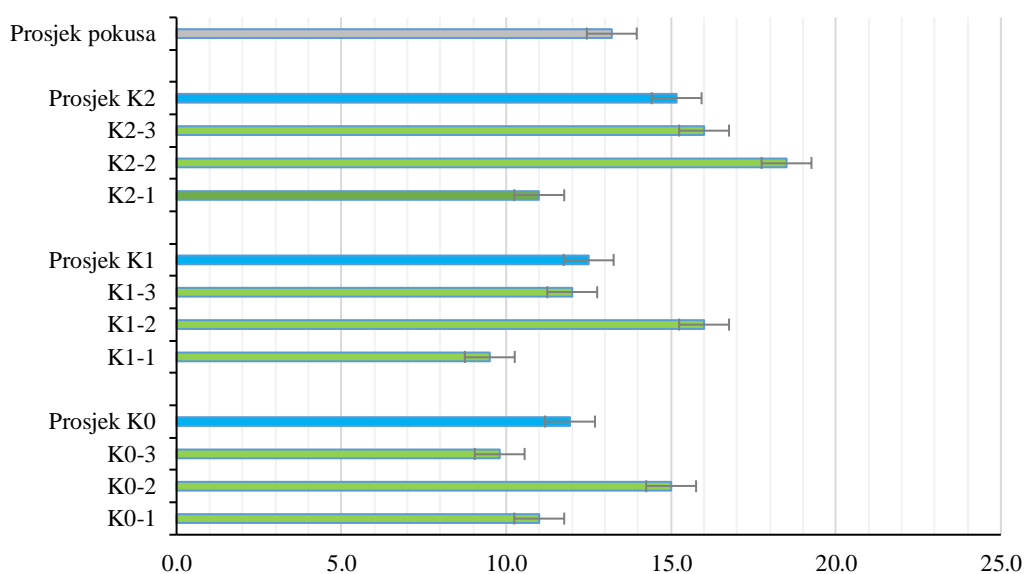
U grafikonu 7 je prikazan prosječan prinos zrako suhe stabljike industrijske konoplje i iznosi 13,2 t/ha što je za 3,7 t/ha manje od prinosa nakon žetve.

Kod tretmana K0 prosjek zrako suhe stabljike iznosio je 11,9 t/ha što je za 4,1 t/ha manje nego u prijašnjem pokusu. Tretman K-1 ima prinos od 11,0 t/ha dok K0-2 15,0 t/ha te K0-3 koji ima najmanji prinos od 9,8 t/ha

Prosjek K1 dostiže 12,5 t/ha zrako suhe stabljike što je za 4,4 t/ha manje nakon žetve.

K1-1 ima najmanji prinos od 9,5 t/ha, dok K1-2 ostvaruje prinos od 16,00 t/ha te K1-3 koji iznosi 12,0 t/ha.

K2 ima najveći prosjek pokusa koji iznosi 15,2 t suhe stabljike po ha. Kod tretmana K2-1 prinos iznosi 11,0 t/ha. K2-2 ostvario je znantno veci prinos od 18,5 t/ha te K2-3 s 16,0 t/ha suhe stabljike.



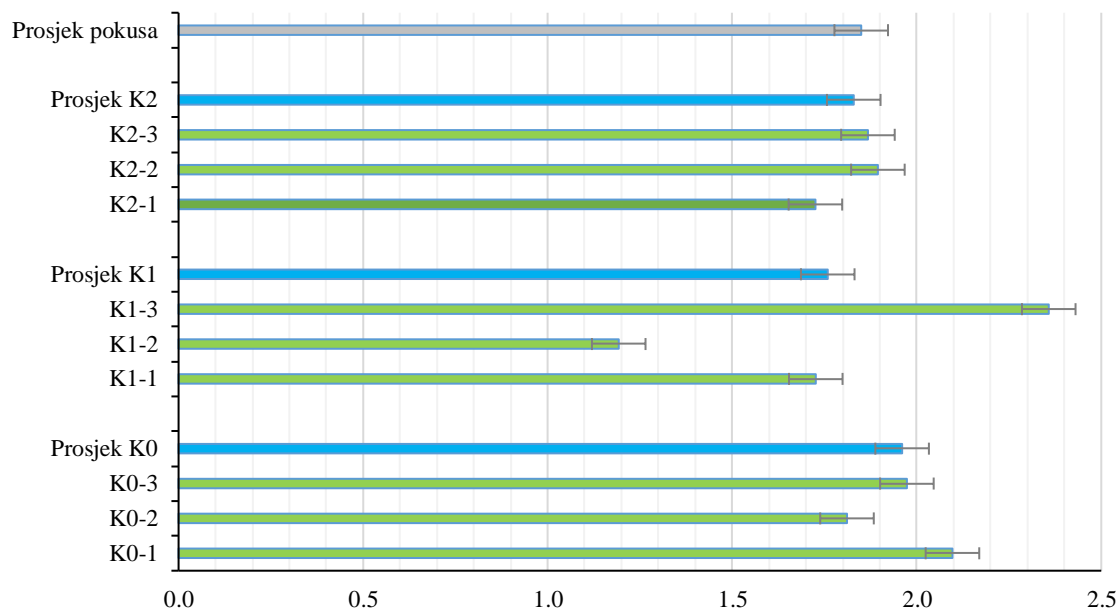
Grafikon 7. Prinos zrako suhe stabljike industrijske konoplje (t/ha) ovisno o predstjetvenoj gnojidbi kalijem

U grafikonu 8. je vidljiv ukupan prosječan prinos sjemena (t/ha) industrijske konoplje u ovom pokusu te je iznosio 1,8 t/ha. Prosjek prinosa tretmana K0-1 i K0-2 je iznosi 2,0t/ha dok K0-3 iznosi 1,8 t/ha. Prosjek prinosa sjemena K1 iznosio je 1,7 t/ha.

Tretman K1-1 postigao je prinos od 1,7 t/ha dok K1-2 ostvario prinos od 1,2 t/ha. Najuspješniji je bio tretman K1-3 naime postigao je prinos od 2,4 t/ha.



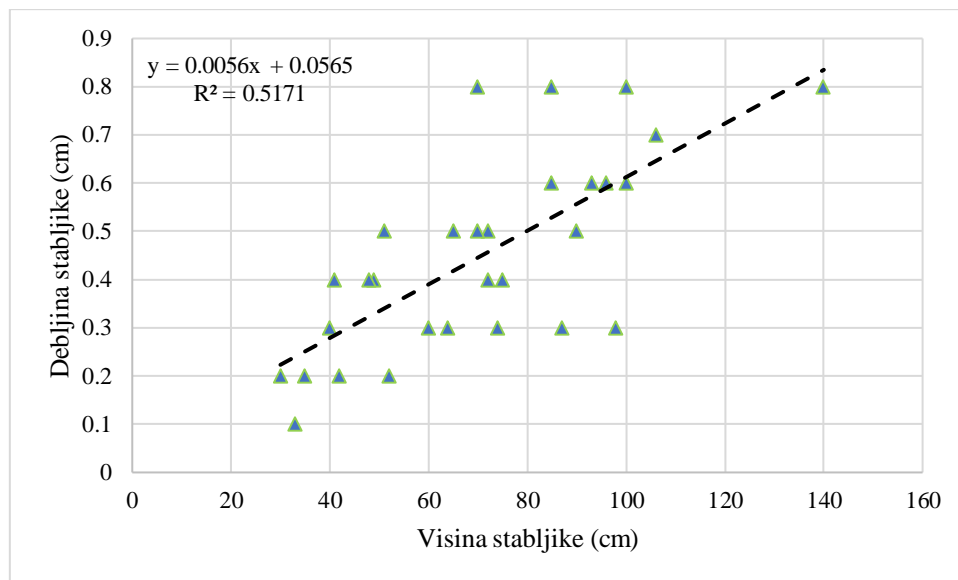
Ukupan prinos K2 iznosi 1,8 t/ha. Prinos K2-1 iznosi 1,7 t/ha, dok K2-2 bilježi 1,9 t/ha. Dok je K2-3 ostvario prinos od 1,9 t/ha.



Grafikon 8. Prinos sjemena (t/ha) industrijske konoplje ovisno o predstetvenoj gnojidbi kalijem

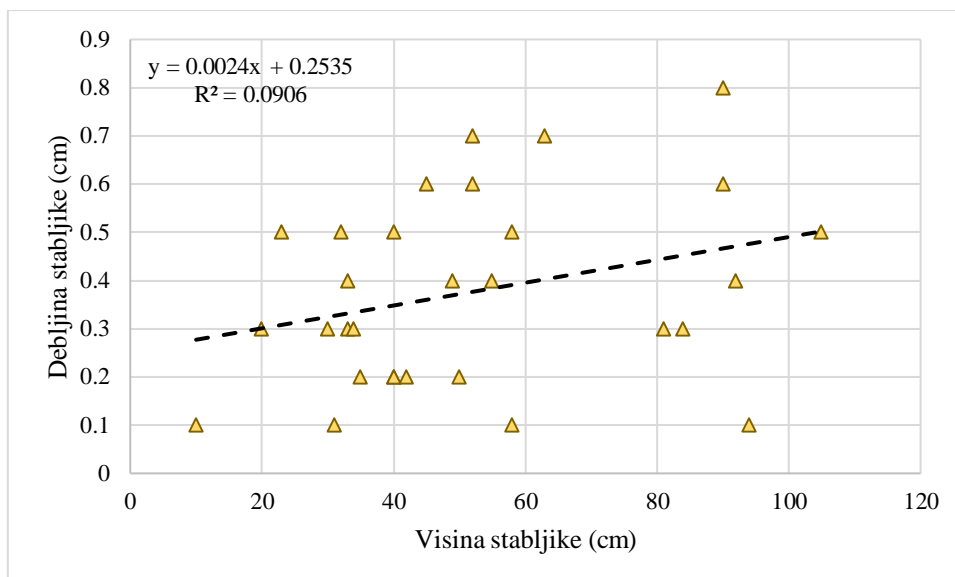
#### 4.4. Regresijska analiza

Prema regresijskoj analizi u ovom istraživanju utvrđeno je kako je za svako povećanje visine stabljike, debljina stabljike povećana za 0.0056 mm na kontrolnom tretmanu (Grafikon 9.).



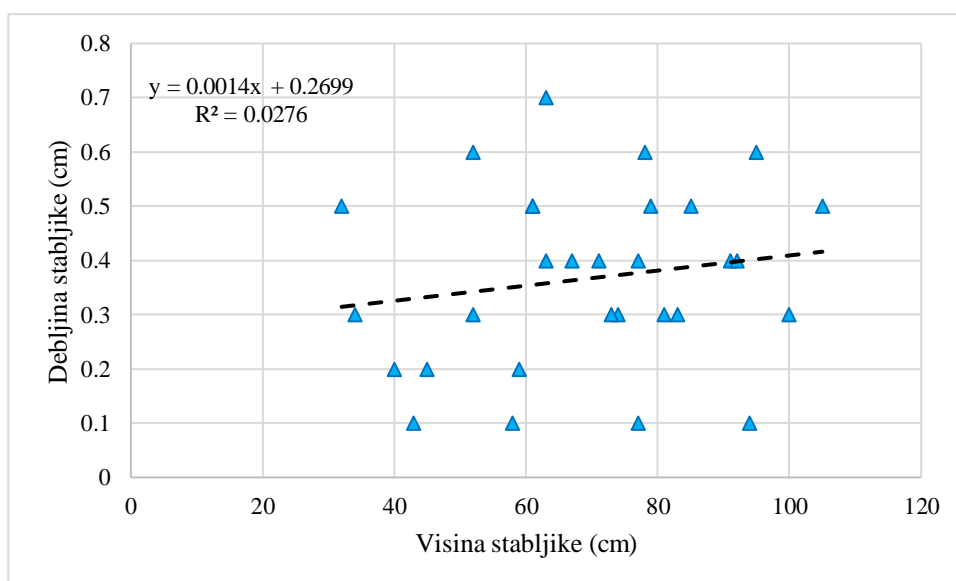
Grafikon 9. Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K0); N=30

Prema regresijskoj analizi povećanja debljine stabljike u odnosi na visinu stabljike, na tretmanu K1 utvrđeno je nešto manje povećanje debljine stabljike. Tako je za svaki cm povećanja visine stabljike, debljina stabljike povećana za 0.0024 mm vidljivo na grafikonu 10.



Grafikon 10. Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K1); N=30

Prema regresijskoj analizi povećanja debljine stabljike u odnosi na visinu stabljike, na tretmanu K2 utvrđeno je također povećanje debljine stabljike. Tako je za svaki cm povećanja visine stabljike, debljina stabljike povećana za 0.0014 mm vidljivo na grafikonu 11.



Grafikon 11. Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K2); N=30

## 5. RASPRAVA

U Kanadi 2012. i 2013. godine Audin i sur. (2015.) izvršili su poljski pokus u kojem ispituju utjecaj gnojidbe s kalijem na biomasu i prinose sjemena dvije sorte konoplje (CRS-1 i Anka). Pri gnojidbi kalijem tretmani su bili 10, 25, 50, 75 kg/ha, primijenjene u formulaciji kalijevog klorida. Gnojiva su primijenjena ručno i unešeno u tlo istog dana pomoću grabljica. Autori su zaključili kako gnojidba kalijem nije imala utjecaja na biomasu ili sjeme. Prinos sjemena u našem pokusu iznosio je 2,4 t/ha kod tretmana K1 s gnojidbom K pri formulaciji od 100 kg/ha kaliji klorida (KCl)

Deng i sur. (2019.) su u svom istraživanju promatrali učinke pojedinačnih čimbenika i međudjelovanja čimbenika na prinos vlakana konoplje tijekom dvije pokusne godine ispitivani središnjim kompozitnim dizajnom s četiri čimbenika, gustoća sadnje, primjena dušika, primjena fosfora i količina primijenjenog kalija. Autori smatraju da bi se dobio prinos konoplje s visokokvalitetnim vlaknima većim od 2200 kg/ha, optimalni raspon uvjeta za uzgoja bila je gustoća sadnje 329 950–371500 biljaka/ha, količina dušika 251–273 kg/ha, količina fosfora 85–95 kg/ha i količina kalija 212–238 kg/ha. Pokus je proveden na eksperimentalnoj farmi Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta Yunnan, Kunming, Kina, 2016. i 2017. godine, na mjestima s ujednačenom plodnošću tla. Osnovne karakteristike tla bile su pH 5,98, sadržaj organske tvari 35,85 g, ukupni dušik 0,17 %, ukupni fosfor 0,09 %, ukupni kalij 1,63 %, raspoloživi dušik 151,3 mg, raspoloživi fosfor 44,04 mg i dostupni kalij 239 mg. Gnojiva primijenjena u ovoj studiji bila je urea (sadrži 46 % N), kalcijev fosfat (sadrži 14 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i kalijev klorid (sadrži 54 % K<sub>2</sub>O). Prinos vlakana se povećao s povećanjem kalija na razinu od -2 do 0,07, a zatim se smanjio, s maksimalnim prinosom vlakana od 2906 kg/ha. Prinos vlakana brzo se smanjio pri gustoći sadnje i razinama kalija od 0-2, pri čemu je smanjenje bilo brže nego kod dušikovih i fosfatnih gnojiva, s gustoća sadnje se najbrže smanjuje, a dušik najsporije.

Eksperiment gnojidbe konoplje (*Cannabis sativa* L.) proveden je u Szarvasu, Mađarska, od 1990. do 1992 (Ivonyi, 1997.). Ovaj rad prikazuje učinak količine dušika (N), razine fosfata (P) i kalija (K) u tlu na suhu tvar i nakupljanje hranjivih tvari. Četiri razine N, P i K gnojiva primijenjene su u split-split dizajnu parcele. Odabrano je jedanaest režima za ispitivanje razvoja koji je rezultat ovih tretmana tijekom vegetacijske sezone. Od početka lipnja do

početka kolovoza dnevni prirast nadzemne suhe tvari iznosio je 0,17-0,19 t/ha. Intenzivna akumulacija N i K<sub>2</sub>O započela je sredinom svibnja i trajala je mjesec dana. Do kraja ove faze došlo je do 79 % ukupnog unosa dušika i 77 % ukupnog unosa K<sub>2</sub>O. Unos P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bio je konstantan tijekom razdoblja koje se ispituje. U razdoblju intenzivnog unosa hraniva dnevni unos N iznosio je 3-4 kg/ha, a dnevni K<sub>2</sub>O 3-6 kg/ha. Unos P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bio je 0,25-0,64 kg/ha tijekom promatranog razdoblja. Opskrbljenost hranjivim tvarima utjecala je na nakupljanje suhe tvari i brzinu unosa N i K<sub>2</sub>O. Što je još važnije, opskrba dušikom je povećala količinu stvorene suhe tvari, a stopa N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O značajno je povećala unos u svakom trenutku. U vrijeme maksimalnog unosa hranjiva količina N inkorporirane u biljku bila je 142-256 kg/ha, količina P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> inkorporirana u biljku bila je 52-67 kg/ha, a količina K<sub>2</sub>O inkorporirana u biljku bila je 223-358 kg/ha, ovisno o opskrbljenosti hranjivima. Gnojidba dušikom povećala je prinos stabljike na svim razinama opskrbe tla P i K do 160 kg/ha N. Prosječan prinos stabljike u našem pokusu iznosio je 16,9 t/ha što je vidljivo povećanje. Specifični unos hranjiva za 1 t nadzemne suhe tvari vlaknaste konoplje bio je 14,1 kg N; 3,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 19,8 kg K<sub>2</sub>O. Prosječan prinos zrako suhe stabljike industrijske konoplje u našem pokusu iznosi 13,2 t/ha.

Finnan i Burke (2013.) 2011. godine, provodili su ispitivanja reakcije kalija na konoplji na četiri mjesta s različitim razinama kalija u tlu pri čemu je glavni čimbenik bila sorta, a drugi faktor bila je količina kalija. Korišteno je pet doza kalija (0, 60, 90, 120 i 150 kg/ha). Nije bilo značajne veze između prinosa konoplje i stope kalija ili razine kalija u tlu. Unos kalija s mjesta s najnižom razinom kalija u tlu bilo je značajno niže (65 kg/ha) u usporedbi s mjestom s višom razinom kalija u tlu (83 kg/ha), što sugerira da će konoplja preuzeti kalij kada element nije dostupan. Većina apsorbiranog kalija bila je koncentrirana u stabljici (70-75 %), odvojena žetva za većinu primjena sastojala bi se samo od stabljike, a sav kalij u korijenu i lišću ostao bi u polju. Rezultati ovog ograničenog istraživanja sugeriraju da konoplja ima niže potrebe za kalijem od drugih usjeva i da je optimalna strategija gnojidbe kalijem za tla s umjerenim do visokim razinama kalija (>70 mg/L; Morganov test) zamjena nepotrebnih gnojiva nakon što je konoplja ovršena.

Autori Aubin i sur. (2015.) izvršili su pokus pri čemu su ispitivali određene komponente prinosa industrijske konoplje. Primjenjivali su različite formulacije N, P i K gnojiva. Dodavali su 0, 50, 100, 150, i 200 kg N ili K ha, te 0, 25, 50, 75, i 100 kg P po ha. Kod gnojidbe dušikom prosječna visina stabljike na kraju istraživanja iznosio je 111 cm, dok je

maksimum 190 cm. Autori su zaključili kako tretman s gnojidbom dušika u formulaciji od 150kg/ha ostvario je najbolji učinak na porast visine stabljike konoplje. Dok gnojidba P i K nije imala značajan učinak na porast stabljike. U našem istraživanju maksimalna visina stabljike dostigla je visinu od 150cm uz gnojidbu kalijem s formulacijom od 100 kg/ha kaliji sulfata ( $K_2SO_4$ )

Dobro je poznato da su dušik (N), fosfor (P) i kalij (K) tri bitna makrohranjiva koja određuju mnoge aspekte rasta i metabolizma biljaka. Xiuye i sur izvršili su eksperimentalni pokus pod aeroponičkim uzgojem u zatvorenom prostoru. Ispitali su utjecaj različitih formulacija N P I K gnojiva na rast konoplje. Izvršili su tri tretmana. Koncentracije hranjivih tvari u hranjivoj otopini bile su  $Ca(NO_3)$  424 mmol,  $KNO_3$  989 mmol,  $KH_2PO_4$  368 mmol,  $MgSO_4$  406 mmol,  $MnSO_4 \cdot 0,01$  mmol,  $Na_2Mn$  0,001 mmol,  $ZnSO_4 \cdot 0,001$  mmol,  $CuSO_4 \cdot 0,001$  mmol,  $FeSO_4 \cdot 0,05$  mmol,  $Na$  0,05 mmol. Autori su zaključili da kroz aerosopski eksperiment omjer NPK gnojiva u formulaciji od 8:1:5 može drastično povećati rast konoplje .

## 6. ZAKLJUČAK

Industrijska konoplja je izvanredna biljka koja sadrži vrijedne prirodne komponente. Uzgaja se diljem svijeta te se koristi kao hrana, izvor goriva i lijek. To je kultura kod koje se cijela biljka iskorištava. Od svakog dijela biljke možemo dobiti različite proizvode. Proizvodnja industrijske konoplje zahtjeva određene uvjete za rast i razvoj, ali se prilagođava različitim uzgojnim područjima.

U ovom istraživanju zasijano je sjeme industrijska konoplje „Finola“. Sjetva je obavljena na pokušalištu „Tenja“. Uoči početka sjetve obavljena je predsjetvena gnojidba kalijevim gnojivima različitih formulacija s tri ponavljanja koja su označena kao K0, K1, K2. Svrha predsjetvene gnojidbe je utvrditi utjecaj gnojiva na različite komponente prinosa. Žetva je obavljena 26. srpnja 2022. godine. Ubiranje biljaka obavljeno je ručno u 3 ponavljanja sa svakog gnojidbenog tretmana. Nakon ubiranja potrebno je odrediti komponente prinosa kao što su visina i debljina (cm) stabljike, masa sjemena (g), broj biljaka po ha, broj muških i ženskih biljaka po ha, masa stabljike te masa zrakosuhe stabljike

Prosječan broj biljaka industrijske konoplje po ha iznosi 92000, prosječan udio muških biljaka je 36 % dok ženskih biljaka ima 64 %. Prosječna visina stabljike iznosi 67,5 cm dok debljina stabljike 0,41 cm. Prinos stabljike nakon žetve iznosi 16,9 t/ha te prinos zrako suhe stabljike iznosi 13,2 t/ha. Prinos sjemena u prosjeku iznosi 1,8 t/ha. Gnojidba kalijem različitih formulacija utjecala je na rast biljke najbolji rezultat tretmana za broj biljaka po ha je imao K2-2 s 12300 biljaka po ha. Najveći udio muških biljaka ostvario je tretman K2-1 s 50 biljaka, udio ženskih biljaka kod tretmana K0-3 dostigao je udio od 75 biljaka. Najbolja visina stabljike se mogla uočiti kod tretmana K2-1 s prosjekom od 95 cm, te prosječna debljina iznosila je 0,54 cm te se K0-1 ukazao kao najbolji tretman. Najbolji prinos stabljike imao je tretman K2-2 te je iznosio 22 t/ha, dok je prinos zrako suhe stabljike imao tretman K2-2 s ostvarenim prinosom od 18,5 t/ha. Tretman K1-3 imao je najveći prinos sjemena koji iznosi 2,4 t/ha.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Aubin, M.-P., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G. F., Mustafa, A. F., Charron, J.-B. (2015.): Industrial Hemp Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilization. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 1(1), 1-10.
2. Bocsa, I., Karus, M. (1997.): *The Cultivation of Hemp: Botany, Varieties, Cultivation and Harvesting*. Hemptech, Sebastopol, California, pp 184
3. Callaway, J. C. (2004.): Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140(1), 65–72.
4. Canadian Hemp Trade Alliance (2020.): Impacts of severe weather events on hemp production. [https://www.hemptrade.ca/content.aspx?page\\_id=22&club\\_id=950211&module\\_id=409587](https://www.hemptrade.ca/content.aspx?page_id=22&club_id=950211&module_id=409587) (pristuljeno 8. 7. 2023.)
5. Cannabis Business Plan. Global hemp market. 2021. (<https://cannabusinessplans.com/global-hemp-market/>, pristupljeno 8. 7. 2024.)
6. Craufurd PQ, Wheeler TR (2009.): Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental botany*, 60(9), 2529-2539.
7. Crini, G., Lichtfouse, E. (2020.): eds. *Sustainable Agriculture Reviews 42: Hemp Production and Applications*. Vol. 42. Springer Nature,
8. Datwyler SL, Weiblen GD (2006.): Genetic variation in hemp and marijuana (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Forensic Sciences*, 51(2), 371-375.
9. De Azevedo DMP, Landivar J, Vieira RM, Moseley D (1999.): The effect of cover crop on Soil Water Balance in Rain-Fed Conditions. *Atmosphere*, 9(12), 492
10. De Candolle, A. (1884.): *The origin of cultivated Plants*. K. Paul, The International Scientific Series Volume XLVIII, London
11. Deng, G.; Du, G.; Yang, Y.; Bao, Y.; Liu, F. (2019.): Planting Density and Fertilization Evidently Influence the Fiber Yield of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Agronomy*, 9, 368.
12. Finnan, J., Burke, B. (2013.): Potassium fertilization of hemp (*Cannabis sativa*). *Industrial Crops and Products*, 41, 419–422.
13. Ivonyi, I., Izsoki, Z., van der Werf, Hayo. (1997). Influence of nitrogen supply and P and K levels of the soil on dry matter and nutrient accumulation of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the International Hemp Association*. 4. 84-89.



14. Li HL (1974.): An archaeological and historical account of Cannabis in China. Econ
15. Malceva M, Vikmane M, Stramkale V. (2011.): Changes of photosynthesis-related parameters and productivity of Cannabis sativa under different nitrogen supply
16. Montford, S., Small, E. (1999.): Measuring harm and benefit: The biodiversity friendliness of Cannabis sativa. Global Biodiversity, 8(4), 2–13.
17. Pierre Bouloc, Serge Allegret, Laurent Arnaud (2013.): Hemp: Industrial production and uses
18. Renner, S. S. (2014.): The relative and absolute frequencies of angiosperm sexual systems: Dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database. American Journal of Botany, 101(10), 1588–1596.
19. Saloner, A.; Bernstein, N. (2022.): Effect of Potassium (K) Supply on Cannabinoids, Terpenoids and Plant Function in Medical Cannabis. Agronomy 12, 1242.
20. Schluttenhofer, C., Yuan, L. (2017.): Challenges towards revitalizing hemp: A multifaceted crop. Trends in Plant Science, 22(11), 917–929.
21. Van der Werf HMG, Mathijssen EWJM, Haverkort AJ (1996.): The potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for sustainable fibre production: a crop physiological appraisal. Assoc Appl Biol 129:109–123.
22. Wei, X., Zhou, W., Long, S., Guo, Y., Qiu, C., Zhao, X., & Wang, Y. (2023). Effects of Different N, P, and K Rates on the Growth and Cannabinoid Content of Industrial Hemp
23. Williams, D. W. (Ed.). (2019.): Industrial Hemp as a Modern Commodity Crop. ASA, CSSA, and SSSA Books.

## 8. SAŽETAK

Industrijska konoplja uzgaja se većinom zbog vlakana i sjemene. Cilj ovog istraživanja je bio odrediti komponente prinosa kod industrijske konoplje sorte „Finola“ uz predstjenu gnojivu kalijevim gnojivima različitih formulacija. Za određivanje prinosa praćene su mjesečne količine oborina na području Tenja. Kod ovog istraživanja određivale su se sljedeće komponente prinosa: broj biljaka po m<sup>2</sup>, visina stabljike, masa sjemena, te prinos sjemena industrijske konoplje po jedinici površine. Nakon žetve prikupili smo biljke te počeli određivati komponente prinosa. Prosječan broj biljaka industrijske konoplje po ha iznosi 92000, prosječan udio muških biljaka je 36 % dok ženskih biljaka ima 64 %. Prosječna visina stabljike iznosi 67,5 cm dok debljina stabljike 0,41 cm. Prinos stabljike nakon žetve iznosi 16,9 t/ha te prinos zrakosuhe stabljike iznosi 13,2 t/ha. Prinos sjemena je u prosjeku iznosio 1,8 t/ha

Ključne riječi: 2022. vegetacija, K, prinos, stabljika, Osijek

## **9. SUMMARY**

Industrial hemp is grown mostly for its fiber and seeds. This research aimed to determine the yield components of the industrial hemp variety "Finola" with pre-sowing fertilization with potash fertilizers of different formulations. Monthly precipitation amounts in the Tenja area were monitored to determine the yield. This research determined the following yield components: number of plants per m<sup>2</sup>, stem height, seed mass, and industrial hemp seed yield per unit area. After the harvest, we collected the plants and began to determine the yield components. The average number of industrial hemp plants per ha is 92,000, the average share of male plants is 36%, while there are 64% of female plants. The average height of the stem is 67.5 cm, while the thickness of the stem is 0.41 cm. The stem yield after harvest is 16.9 t/ha and the air-dried stem yield is 13.2 t/ha. The average seed yield is 1.8 t/ha.

Keywords: 2022 season, K, yield, stem, Osijek

## 10. POPIS GRAFIKONA

| <b>Redni broj</b> | <b>Naslov grafikona</b>  | <b>Stranica</b> |
|-------------------|--|-----------------|
| Grafikon 1.       | Ostvaren broj biljaka industrijske konoplje po ha ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem i maksimalne vrijednosti visine i debljine stabljike industrijske konoplje ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem | 13              |
| Grafikon 2.       | Udio (%) muških i ženskih biljaka industrijske konoplje ovisno o tretmanima predsjetvene gnojidbe kalijem 2022. godine.  | 14              |
| Grafikon 3.       | Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K0   | 16              |
| Grafikon 4.       | Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K1   | 17              |
| Grafikon5.        | Visina i debljina stabljike industrijske konoplje na tretmanu K2   | 17              |
| Grafikon 6.       | Prinos stabljike industrijske konoplje (t/ha) nakon žetve ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem  | 18              |
| Grafikon 7.       | Prinos zrako suhe stabljike industrijske konoplje (t/ha) ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem   | 19              |
| Grafikon 8.       | Prinos sjemena (t/ha) industrijske konoplje ovisno o predsjetvenoj gnojidbi kalijem  | 20              |
| Grafikon 9.       | Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K0); N=30   | 21              |
| Grafikon 10.      | Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K1); N=30   | 22              |
| Grafikon 11.      | Dijagram rasipanja debljine i dužine stabljike na kontrolnom tretmanu (K2); N=30   | 22              |

## 11. POPIS TABLICA

| <b>Redni broj</b> | <b>Naslov tablice</b>   | <b>Stranica</b> |
|-------------------|---|-----------------|
| Tablica 1         | Prosječne, minimalna i maksimalne vrijednosti visine i debljine stabljike industrijske konoplje ovisno o predstetvenoj gnojidbi kalijem | 15              |

## 12. POPIS SLIKA

| <b>Redni broj</b> | <b>Naslov slike</b>   | <b>Stranica</b> |
|-------------------|---|-----------------|
| Slika 1.          | Shematski prikaz provedene gnojidbe kalijem prije sjetve industrijske konoplje  | 8               |
| Slika 2.          | Usjev industrijske konoplje nakon uklanjanja korova (Varga, I., 2021.)  | 9               |
| Slika 3.          | Srednja temperatura zraka i odstupanja za Hrvatsku u 2022. godini u odnosu na normalu odnosu na normalu 1981. – 2010. (DHMZ, 2024.) | 10              |
| Slika 4.          | Količina oborina i odstupanja za Hrvatsku u 2022. godini u odnosu na normalu 1981. – 2010. (DHMZ, 2024.)                            | 11              |
| Slika 5.          | Žetva industrijske konoplje (Varga, I., 2021.)  | 12              |

Morfološke karakteristike industrijske konoplje ovisno o predstjetvenoj gnojidbi kalijem

Adél Tot

### Sažetak

Industrijska konoplja uzgaja se većinom zbog vlakana i sjemene. Cilj ovog istraživanja je bio odrediti komponente prinosa kod industrijske konoplje sorte „Finola“ uz predstjetvenu gnojidbu kalijevim gnojivima različitih formulacija. Za određivanje prinosa praćene su mjesečne količine oborina na području Tenja. Kod ovog istraživanja određivale su se sljedeće komponente prinosa: broj biljaka po m<sup>2</sup>, visina stabljike, masa sjemena, te prinos sjemena industrijske konoplje po jedinici površine. Nakon žetve prikupili smo biljke te počeli određivati komponente prinosa. Prosječan broj biljaka industrijske konoplje po ha iznosi 92000, prosječan udio muških biljaka je 36 % dok ženskih biljaka ima 64 %. Prosječna visina stabljike iznosi 67,5 cm dok debljina stabljike 0,41 cm. Prinos stabljike nakon žetve iznosi 16,9 t/ha te prinos zrako suhe stabljike iznosi 13,2 t/ha. Prinos sjemena u prosjeku iznosi 1,8 t/ha.

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

**Mentorica:** doc. dr. sc. Ivana Varga

**Broj stranica:** 31

**Broj grafikona i slika:** 16

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 22

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** 2022. vegetacija, K, prinos, stabljika, Osijek

**Datum obrane:** 25. srpnja 2024.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. **izv. prof. dr. sc. Dario Iljkić** – predsjednik
2. **doc. dr. sc. Ivana Varga** – mentorica
3. **doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić** – 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, course: Ecological agriculture**

**Graduate thesis**

Morphological characteristics of industrial hemp in relation to pre-sowing potassium fertilization

Adél Tot

### **Abstract**

Industrial hemp is grown mostly for its fiber and seeds. The aim of this research was to determine the yield components of the industrial hemp variety "Finola" with pre-sowing fertilization with potash fertilizers of different formulations. Monthly precipitation amounts in the Tenja area were monitored to determine the yield. In this research, the following yield components were determined: number of plants per m<sup>2</sup>, stem height, seed mass, and industrial hemp seed yield per unit area. After the harvest, we collected the plants and began to determine the components of the yield. The average number of industrial hemp plants per ha is 92,000, the average share of male plants is 36 %, while there are 64 % of female plants. The average height of the stem is 67.5 cm, while the thickness of the stem is 0.41 cm. The stem yield after harvest is 16.9 t/ha and the air-dried stem yield is 13.2 t/ha. The average seed yield is 1.8 t/ha

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

**Mentor:** Assist. prof. dr. sc. Ivana Varga

**Number of pages:** 31

**Number of figures:** 16

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 22

**Number of appendices:-**

**Original in:** croatian

**Keywords:** 2022 season, K, yield, stem, Osijek

**Thesis defended on date:** 25<sup>th</sup> July 2024

**Reviewers:**

1. **PhD Dario Iljkić, Assoc. professor** – president
2. **PhD Ivana Varga, Assist. professor** – mentor
3. **PhD Monika Tkalec Kojić, Assist. professor** – 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