

Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

Prša, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:994403>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

DIPLOMSKI RAD

Lucija Prša

Zagreb, srpanj 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hortikultura-Povrčarstvo

Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

DIPLOMSKI RAD

Lucija Prša

Mentor:

Doc. dr. sc. Sanja Radman

Zagreb, srpanj 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Lucija Prša**, JMBAG 0178108601, rođena 3.11.1997. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Lucija Prša**, JMBAG, 0178108601 naslova

Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. dr. sc. Sanja Radman, mentor

2. Izv. prof. dr. sc. Marko Petek, član

3. Izv. prof. dr. sc. Sanja Fabek Uher, član

Neposredni voditelj: Nevena Opačić mag. ing. agr.

Zahvala

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Sanji Radman na strpljenju, pomoći i vodstvu te izv. prof. dr. sc. Sanji Fabek Uher i Neveni Opačić, mag. ing. agr. na korisnim savjetima pri izradi diplomskog rada. Zahvaljujem i svim djelatnicima Zavoda za povrćarstvo na susretljivosti i pruženoj pomoći tijekom istraživanja i pisanja rada. Zahvaljujem svim profesorima koji su me usmjeravali i sudjelovali u mom obrazovanju tijekom godina školovanja. Hvala svim mojim prijateljima i kolegama koji su bili uz mene tijekom studiranja, a najveće hvala mojoj obitelji na razumijevanju i podršci čime su omogućili uspješan završetak mog studija.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Morfološke karakteristike koprive	3
2.2. Ekološki zahtjevi za uzgoj koprive	4
2.3. Tehnologija uzgoja koprive	5
2.4. Kemijski sastav koprive	6
2.5. Hidroponski uzgoj.....	7
2.6. Plutajući hidropon	8
3. Materijali i metode	9
3.1. Postavljanje i provedba pokusa.....	9
3.2. Određivanje nitrata i mineralnog sastava koprive	14
3.3. Statistička analiza podataka	14
4. Rezultati i rasprava	15
4.1. Abiotski čimbenici hranive otopine.....	15
4.2. Morfološke karakteristike koprive	18
4.2.1. Visina biljke.....	18
4.2.2. Dužina listova.....	19
4.2.3. Širina lista	20
4.2.4. Broj listova/biljci	21
4.2.5. Ukupni prinos koprive	22
4.2.6. Usporedba rezultata morfoloških karakteristika.....	23
4.3. Suha tvar, količina nitrata i biogenih elemenata u herbi koprive.....	24
4.3.1. Količina nitrata u nadzemnoj masi (herbi) koprive	25
4.3.2. Količina biogenih elemenata (N, P, K, Ca, Mg, Fe)	26
4.3.3. Usporedba rezultata kemijskih svojstava	31
5. Zaključak	33
6. Popis literature	34
Životopis	37

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Lucije Prša**, naslova

Utjecaj hranive otopine na mineralni sastav i prinos koprive u plutajućem hidroponu

Kopriva (*Urtica dioica* L.) je višegodišnja samonikla vrsta, koja se ubrana u fazi prije cvatnje upotrebljava kao nutritivno vrijedna namirnica. Zbog brojnih prednosti u odnosu na samonikli biljni materijal, kopriva se sve češće kultivira. Klasični uzgoj na otvorenom postaje sve zahtjevniji zbog klimatskih promjena i zahtjeva tržišta kroz godine. Suvremene hidroponske tehnike bez tla, poput plutajućeg hidropona primjenjuju se kao alternativni način uzgoja. Prednosti ove metode uzgoja su brojne, poput mogućnosti cjelogodišnjeg uzgoja, kontrole abiotičkih čimbenika te većeg prinosa. U ovom diplomskom radu proučavao se utjecaj dviju hranivih otopina različitog sastava (Jensen i Cooper) na prinos i mineralni sastav koprive uzgajane u plutajućem hidroponu tijekom višekratnih košnji. Za morfološka (dimenzije listova) i kemijska svojstva (suha tvar, nitrati, fosfor, magnezij) otopina pripremljena prema Jensenovoj recepturi pokazala se boljom u odnosu na otopinu pripremljenu prema Cooperu s većom koncentracijom soli. Bez obzira na sastav otopine, nakon druge košnje izmjerena je veća visina biljaka te prinos, kao i veća količina suhe tvari, nitrata, kalija, magnezija i željeza. Kombinacija Jensen otopine i 2. roka košnje rezultirala je višim vrijednostima većine svojstava te se može preporučiti u hidroponskom uzgoju koprive za dobivanje herbe boljih morfoloških svojstava te nutritivno bogatijeg finalnog proizvoda.

Ključne riječi: *Urtica dioica* L., biogeni elementi, sustav plutajućih ploča, morfološka svojstva, herba

Summary

Of the master's thesis – student **Lucija Prša**, entitled

Influence of nutrient solution on mineral composition and yield of nettle in floating hydropon

Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) is a perennial wild species, which harvested before flowering, is used as a nutritionally valuable food. Due to numerous advantages compared to wild plant material, stinging nettle is increasingly cultivated. Traditional open filed cultivation is becoming more challenging over the years due to climate changes and market demand. Modern hydroponic techniques without soil, such as floating hydroponics, are used as an alternative cultivation method. The advantages of this cultivation method are numerous, such as the possibility of year-round cultivation, control of abiotic factors, and higher yield. In this master thesis, the influence of two nutrient solutions of different composition (Jensen and Cooper) on the yield and mineral composition of nettle grown in floating hydroponics under repeated harvest was studied. For morphological (leaf properties) and chemical properties (dry matter, nitrate content, phosphorus, magnesium), the solution prepared according to Jensen's recipe proved to be better than the solution prepared according to Cooper with a higher salt concentration. Regardless of solution composition, higher plant height and yield were measured after the second harvest, as well as higher content of dry matter, nitrate, potassium, magnesium, and iron. The combination of the Jensen solution and the second harvest resulted in with higher values of most traits and can be recommended for hydroponic nettle cultivation to obtain herbs with better morphological properties and a high nutritive final product.

Key words: *Urtica dioica* L., biogenic elements, floating hydroponic system, morphological properties, herb

1. Uvod

U današnje vrijeme poznavanje ljekovitog bilja i njegove uporabne vrijednosti dio je različitih područja znanosti i gospodarstva. Dvodomna kopriva (*Urtica dioica* L.) je višegodišnja samonikla biljna vrsta široko rasprostranjena u područjima umjerenih klimatskih zona. Kopriva je vrlo prilagodljiva biljka i pripada skupini bilja široke rasprostranjenosti. Raste na sjenovitim i vlažnim tlima bogatim dušikom, ruderalnim staništima, duž ograda, puteva, šuma i šikara, od nizinskog do planinskog pojasa. Nazivi za koprivu su dvodomna kopriva, žara, pitoma kopriva, velika kopriva, prava kopriva (Franjić i Škvorc 2014.).

Kopriva pripada skupini ljekovitog i samoniklog bilja, čija su ljekovita svojstva te uporabna vrijednost poznati od davnina. Kopriva je biljna vrsta velike iskoristivosti i primjenjuje se u medicini, prehrambenoj, kozmetičkoj, farmaceutskoj i tekstilnoj industriji te u ekološkoj poljoprivredi kao insekticidno sredstvo ili organsko gnojivo. Ima dugu povijest korištenja u alternativnoj medicini i kao biljni lijek za liječenje mnogih bolesti. Kopriva je jedna od omiljenih biljaka na području Srednje i Istočne Europe s raznovrsnom upotrebom. Čaj od korijena koprive koristi se kod reumatizma i bolesti zglobova, protiv gihta, problema s gastritisom. Uslijed konzumacije koprive dolazi do smanjenja razine glukoze u krvi. Sušena biljka se koristi za pripremu čaja, začinskih soli i soli za kupanje. Čaj se koristi kao tonik, za jačanje organizma, a dekokt izrađen od korijena ili lista je učinkovit protiv gubitka kose. Mladi izdanci koprive koriste se i u ishrani za pripremu salata, juha, variva i drugih jela (Hohman i Božin 2020.)

U novije vrijeme raste potencijal uzgoja ljekovitog bilja kao nutritivno vrijednog povrća, budući da poljoprivredni uzgoj ima brojne prednosti u odnosu na samonikli biljni materijal. Kopriva se sve češće kultivira zbog kvalitativnih i kvantitativnih normi proizvedenog povrća i začinskog bilja. Klasični uzgoj na otvorenom ima određenih nedostataka kao što su nepovoljni klimatski uvjeti, osiromašenje i narušavanje strukture tla, stvaranje nepropusnog sloja tla, smanjenje količine organske tvari u tlu, pojava štetnika i bolesti, smanjeni prinos, a važno je istaknuti i iscrpljivanje te neodgovorno gospodarenje poljoprivrednim površinama, ali u budućnosti i nedostatak proizvodnih površina zbog ubrzane urbanizacije (Javornik 2016.). Primjenom suvremenih hidroponskih tehnika uzgoja bez tla moguće je izbjeći i smanjiti negativan utjecaj navedenih problema uzgoja na otvorenom, a ujedno se postiže i veći broj košnji u vegetacijskoj sezoni. Jedna od hidroponskih tehnika prikladna za uzgoj lisnatog povrća i ljekovitog bilja je plutajući hidropon. Prednost ove metode uzgoja je bolja kontrola i regulacija abiotičkih čimbenika, brže i ujednačenije nicanje sjemena, intenzivniji rast biljaka, ranija košnja, veći broj košnji te veći prinos. Nedostaci ove metode su nedovoljno istražene otopine za uzgoj koprive, kao i njihov utjecaj na kemijska svojstva, nutritivnu vrijednost i količinu nitrata u koprivi (Javornik 2016.).

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi utjecaj dviju hranivih otopina (recepture prema Jensen i Cooper) različitog sastava u bazenima za uzgoj lisnatog povrća na morfološka svojstva, prinos i mineralni sastav koprive tijekom višekratne košnje.

2. Pregled literature

2.1. Morfološke karakteristike koprive

Kopriva (*Urtica dioica* L.) pripada biljnom redu Rosales, porodici Urticaceae i rodu *Urtica*. Stabljika koprive može narasti u visinu od 30 do 150 cm. Četverobridnog je oblika, uspravna i nerazgranata. Stabljika po sebi ima čekinjaste dlačice s većim brojem nasuprotno poredanih listova na stabljici i prekriveni dlačicama. Dlačice ili žaoke ispunjene su mravljom kiselinom koja pri dodiru sa kožom uzrokuje osjećaj žarenja (Jurčić 2019.). Cvjetovi su sakupljeni u metličaste ili paštite cvatove koji nalikuju klasu. Podanak koprive je kratak, razgranat i puzav (Franjić i Škvorc 2014.).

Duljina lisne peteljke iznosi otprilike polovicu duljine plojke. Pri dnu peteljke nalaze se dva linearno-lancetasta, slobodna palistića. Lisne plojke variraju u duljini od 3 do 15 cm, a u širini od 2 do 8 cm (slika 2.1.1.). Oblik plojke je jajast i duguljast, na bazi lista je srcolikog zaobljenog oblika, a rubovi listova su nazubljeni sa šiljastim lisnim vrhom. Plojke su obrasle kratkim prileglim žarnim dlačicama. Kopriva je dvodomna biljna vrsta. Cvatovi su smješteni na pazušcima listova i svojom duljinom nadilaze duljinu peteljke (slika 2.1.2.). Ženski cvatovi nakon cvatnje vise dok su muški cvatovi uspravni. Muški cvjetovi sastoje se najviše od 4 jednaka, do polovice srasla zelena listića ocvijeća i 4 glavna prašnika (Franjić i Škvorc 2014.).



Slika 2.1.1. Morfološki izgled listova koprive
(foto: L. Prša)



Slika 2.1.2. Kopriva u cvatnji
(Izvor: <https://www.plantea.com.hr>)

2.2. Ekološki zahtjevi za uzgoj koprive

Kopriva je dobro prilagođena biljna vrsta na različite ekološke uvjete, ne zahtijeva veliku količinu svjetla i topline. Preporučuje se uzgoj na djelomično zasjenjenim površinama. Za uzgoj koprive pogodni su različiti tipovi tala, a najprikladnija su tla bogata humusom. Treba izbjegavati isušena (primjerice vjetrom) i kisela tla, kao i teška i vlažna tla. Kopriva zahtijeva čestu primjenu vode. Najpovoljnije kada su oborine ili navodnjavanje ravnomjerno raspoređene u glavnom razdoblju uzgoja (Vogl i Hartl 2003.).

Za klijanje sjemena optimalne temperature su od 15 do 20 °C, dok su rast koprive optimalne temperature od 15 do 35 °C, ovisno o podrijetlu i vremenu sakupljanja (Radman 2015.; Stepanović i sur. 2009). Zbog niske klijavosti između 2 i 29 % (Radman i sur. 2015 i vrlo sitnog sjemena (apsolutna težina 0,11 g) preporučuje se proizvodnja presadnica u kontroliranim uvjetima zaštićenog prostora. Optimalna pH vrijednost tla kreće se u rasponu od 6,0 do 7,0 (Javornik 2016.).

U negrijanim plastenicima optimalne temperature za rast koprive postižu se ranije nego na otvorenom polju što omogućuje raniji početak berbe, kao i uzgoj u hladnijem periodu godine (Radman i sur. 2014.).

2.3. Tehnologija uzgoja koprive

Kopriva za uzgoj nema velike zahtjeve, stoga je njezin uzgoj moguć u ekološkoj poljoprivredi i kao višegodišnji usjev. Smanjuje eroziju tla i zbog svojih potreba za dušikom kao nitrofilna biljna vrsta može popraviti narušenu kvalitetu tla (Jankauskiene i Gruzdeviene 2015.). Skup metoda u kojima se koriste biljke u uklanjanju ili stabiliziranju onečišćujuće tvari u okolišu naziva se fitoremedijacija (Prelac i sur. 2016.). Kopriva je višegodišnja kultura i zbog toga ne ulazi u klasični plodored. Kod uzgoja koprive potrebno je pripaziti da na površinama nema korova, naročito višegodišnjih. Tehnika obrade tla provodi se kao i za druge kulture. Zahtijeva rastresito tlo jer se rizomi ne mogu razvijati u zbijenom tlu (Stepanović i sur. 2009.).

Kopriva se može razmnožavati generativno (pomoću sjemena) ili vegetativno (sadnjom podzemnih stabljika rizoma). Izravna sjetva kao metoda razmnožavanja nosi rizik nejednakog klijanja i pojave sušnih perioda nakon sjetve (Radman, 2015.). Prema istraživanju Stubljari i sur. (2013.) glavni ograničavajući faktori izravne sjetve mogu biti nedovoljno pripremljeno tlo i nedostatak oborina. Naime, sjeme koprive vrlo je sitno i to može otežati uzgoj na otvorenom prostoru, zbog čega se preporučuje proizvodnja presadnica. Upravo prema istraživanju Biesiada i Woloszczak (2007.) najbolja metoda uzgoja koprive je proizvodnja presadnica u zaštićenim prostorima. Međutim, sa sadnjom presadnica na otvoreno se ne smije kasniti jer zbog perioda visokih temperatura dolazi do zastoja u rastu.

Najviši postotak lisne mase u ukupnom prinosu biljne mase dobit će se vegetativnom propagacijom. Vegetativno razmnožavanje koprive zahtjevniji je način razmnožavanja pri intenzivnoj proizvodnji. Iz postojećeg nasada uzimaju se rizomi koji se očiste od trulih i bolesnih dijelova. Vađenje rizoma mora biti usklađeno sa sadnjom, kako bi što kraće bili izvan tla. Rizome je potrebno razdvojiti i izrezati na dužinu od 25 do 30 cm te potom saditi u neprekinutom nizu (Radman 2015.).

Tehnologija uzgoja značajno utječe na većinu proučavanih parametara (masa i visina biljaka, dimenzije listova). Biljke koje su izravno zasijane pokazale su bolje rezultate u morfološkim karakteristikama od biljaka uzgojenih iz presadnica u oba roka košnje. Međutim, najniža koncentracija klorofila u lišću koprive utvrđena je kod direktne sjetve u polje (Biesiada i Woloszczak 2007.). Bez obzira na način uzgoja koprivi je potrebno osigurati navodnjavanje. U navedenom istraživanju, utvrđen je pozitivan utjecaj gnojidbe na kemijski sastav koprive pri čemu se kao optimalna doza izdvaja 150 kg N/ha. Autori su u prvoj godini zapazili spori vegetativni rast biljaka, zbog čega navode da se značajniji prinos koprive može očekivati tek u sljedećim godinama uzgoja.

2.4. Kemijski sastav koprive

List koprive (*Urticae folium*), herba koprive (*Urticae herba*) i korijen koprive (*Urticae radix*) koriste se u svježem ili osušenom obliku zbog svog izuzetnog kemijskog sastava (Petrović 2019.). Kopriva je iznimno ljekovita biljna vrsta. Bogat kemijski sastav listova čine aminokiseline, askorbinska kiselina, ugljikohidrati i brojne mineralne tvari. Kemijski sastav koprive čini 2,5 % masti, 14-17 % albumina, 18 % proteina u suhoj tvari, a osim toga obiluje vitaminima, mineralima, fitosterolima i glikozidima. Od zastupljenih spojeva prisutni su polisaharidi, vitamin C, karoten, flavonoid, rutin, kemferol i kvercetin (Radman 2015.). Prema Vasudha (2019.) listovi koprive bogat su izvor proteina te u prosjeku sadrže 30 % proteina i 20 aminokiselina od kojih svih devet esencijalnih aminokiselina (histidin, cistein, lizin, glutamin, glutaminsku kiselinu, treonin, prolin, valin, leucin). Također, kopriva je bogat izvor kalcija, magnezija, željeza kalija, bakra, cinka, mangana i vitamin A (Petelevski i sur. 2007.).

Žarne niti (žaoke) na biljci sadrže mravlju kiselinu, amine histamin i serotonin, acetilkolin i leukotrien. U korijenu se nalaze proteini lektini, polisaharidi, steroli i šećerni derivati sterola, fenil propan i hidroksi masne kiseline. Također su prisutni tanini, sterilglikozidi, lignin, kumarin, brojne aminokiseline i rezervne tvari. U koprivi su prisutni i karotenoidi, koji imaju važno antioksidacijsko djelovanje i esencijalne masne kiseline. Najvažniji karotenoidi u koprivi su betakaroten i lutein. Kemijski sastav koprive varira ovisno o sorti, zastupljenosti hraniva u supstratu ili tlu, okolišnim uvjetima i abiotskim faktorima (Radman 2015.).

Esencijalno ulje koprive sadrži karvakrol (38,2 %), karvon (9,0 %), naftalen (8,9 %), (E) - anetol (4,7 %), heksahidrofarnezil, aceton (3,0 %), (E)-geranil aceton (2,9 %), (E) -b-jonon (2,8 %) i fitol (2,7 %) utvrđeni su kao glavni sastojci koji čine 72,2 % uzorka. Ostale komponente su bile prisutne u količini 2 % u ulju (Gül i sur. 2012.).

U svim dijelovima koprive pronađene su zasićene masne kiseline. List koprive sadrži aminokiseline (Petelevski i sur. 2007.). U listovima koprive sadržaj esencijalnih masnih kiselina čine palmitinska, stearinska, oleinska, linolna, linolenska (Radman 2015.). Palmitinska (16:0) kiselina nalazi se u velikoj količini u svim analiziranim dijelovima biljke u rasponu od 17,9 % u zrelih listovima do 25,4 % u sjemenu. Stearinska kiselina (18 : 0) prisutna je u niskom sadržaju. Postoci mononezasićenih masnih kiselina uglavnom su niski. Palmitoleinska kiselina kreće se od 0,5 % (stabljika) do 2,6 % (korijen). Količina oleinske kiseline (8,7 %) i gadoleinske kiselina (1,2 %) veća je u korijenju nego li u ostalim dijelovima (Gülçin i sur. 2004.).

2.5. Hidroponski uzgoj

Hidroponski sustav uključuje sve sustave koji dovode hranjiva u tekućem obliku do supstrata u kojem se biljka uzgaja, to jest način uzgoja biljaka bez tla. Biljke su opskrbljene hranjivom otopinom u kojoj su svi hranjivi elementi u obliku iona (Borošić i sur. 2011.). Proizvodnja ljekovitog bilja u takvim kontroliranim uvjetima pruža priliku za poboljšanje kvalitete, čistoće tvari, konzistencije, bioaktivnosti i proizvodnju veće biljne mase. Vanjski utjecaji, korovi i tlo utječu na neujednačen prinos koji se može izbjeći uzgojem u kontroliranim uvjetima. Uzgojem u zaštićenim prostorima produžuje se vegetacijska sezona i postižu se veći brojevi košnji istog usjeva. Uzgoj raznovrsnih ljekovitih biljaka proučavao su se u različitim hidroponskim sustavima poput tehnike hranjivog filma, aeroponike i sustava plutajućih ploča te uzgoja u supstratima (Hayden, 2006.).

Tablica 2.5.1. prednosti i nedostaci uzgoja u plutajućem hidroponu

Prednosti hidropona	Nedostaci hidropona
uzgoj na lokacijama s neplodnim tlima ili bez tla	visoki troškovi investicija
uzgoj jedne kulture, nema plodosmjene	važan pravilan odabir sortimenta
bolja kontrola opskrbe biljaka vodom,	mogući je veći ulaz biljnih štetočina kroz
bolja kontrola opskrbe biljnim	krovne i bočne otvore zbog smanjene
hranjivima, reducirana pojava biljnih	populacije prirodnih neprijatelja
štetočina	
čuvanje podzemnih voda (zatvoreni	moguće je onečišćenje tla i podzemnih
hidroponski sustavi)	voda (otvoreni hidroponski sustavi)
bolja kontrola mikroklimatskih uvjeta,	potrebno je puno više znanja
veće iskorištenje vode i biljnih hranjiva	
lakše planiranje dinamike svih poslova,	
uključujući berbu	
lakši poslovi u pripremi, sadnji, njezi	
usjeva i berbi te veća racionalizacija rada	
(učinci)	
veća produkcija biomase po jedinici	
površine i jedinici vremena, brži rast i	
ranija berba te ukupno veći prinosi	

Izvor: Borošić i sur. 2011

2.6. Plutajući hidropon

Postoji nekoliko hidroponskih tehnika, ali se sustav plutajućih ploča ili plutajući hidropon (engl. *floating system*) najčešće koristi za uzgoj lisnatog povrća i začinskog bilja. Sastoji se od bazena ispunjenih hranivom otopinom prema recepturi prilagođenoj uzgajanoj vrsti. Sjeme se sije u polistirenske ploče s velikim brojem proreza ispunjenih internim supstratom (najčešće perlit ili vermikulit), čime se postiže gušći sklop po jedinici površine. Budući da hraniva otopina „stoji“ u bazenima, potrebno je osigurati pumpe koje će, prema potrebi, obogaćivati otopinu kisikom kako bi korijen biljke mogao nesmetano rasti i usvajati hraniva. Razvijeniji korijen pozitivno utječe na prinos nadzemnog jestivog dijela biljke u kraćem vremenu do berbe (Hapač, 2021.; Pešut, 2021.; Sikirić 2021.).

Prema Radman i sur. (2014.) kopriva u sustavu plutajućeg hidropona pokazuje veliki potencijal uzgoja, budući da se postiže zadovoljavajući prinos herbe po košnji već u prvoj godini uzgoja. Važno je naglasiti da se dobar prinos i povećan broj košnji postiže u mjesecima kada kopriva na otvorenom miruje.

Prema Borošić i sur. (2011.) koncentrirane hranive otopine pripremaju se 100 puta koncentriranije od otopine koja namiruje stvarne potrebe biljaka. Hranive otopine odijeljene su u tri spremnika i svaki spremnik sadrži drugačiji sastav soli. Prvi spremnik (A spremnik) sadrži KNO_3 , NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Fe-helat (FeEDDHA). Drugi spremnik (spremnik B) sadrži MgSO_4 , KH_2PO_4 , K_2SO_4 , H_3BO_3 , MnSO_4 , ZnSO_4 , CuSO_4 , Na_2MoO_4 . Treći spremnik (spremnik C) sadrži HNO_3 kiselinu kojom se regulira pH-vrijednost hranive otopine. Naime, kako voda za navodnjavanje ima pH-vrijednost iznad 7 dodavanjem kiseline postiže se optimalna pH-vrijednost hranive otopine, a to je 5,8 do 6,2 za uzgoj lisnatog povrća. Osim razine pH, važno je pratiti i EC vrijednost., odnosno koncentraciju soli u otopini (elektrokonduktivitet), koja ovisno o vrsti varira od $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ do $3,2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (salata, riga i matovilac). Potrebno je pratiti i ostale vrijednosti parametara hranive otopine (temperatura i koncentracija otopljenog kisika), pri čemu se optimalnim vrijednostima smatraju 20 do 24 °C, odnosno 4 do 9 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Hraniva otopina sadrži sve potrebne elemente za biljku, biljna hraniva u ionskom obliku koja biljka usvaja putem korijena. Ukupno 16 elemenata (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Cl) u prirodi biljke dobivaju iz okoliša. Za pripremanje hranive otopine koristi se većina elemenata koji se dobivaju iz minerala prisutnih u prirodi (Borošić i sur. 2011).

3. Materijali i metode

3.1. Postavljanje i provedba pokusa

U istraživanju za potrebe ovog diplomskog rada, koje je provedeno tijekom proljetno-ljetnog razdoblja 2021. godine, kopriva je uzgajana hidroponskom tehnikom plutajući hidropon u zaštićenom prostoru Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Istraživao se utjecaj dviju hranivih otopina (Jenssen i Cooper) različitog sastava na visinu biljaka, ukupan broj listova/biljci, ukupni prinos, količinu suhe tvari, količinu biogenih elemenata (N, P, K, Ca, Mg, Fe) te količinu nitrata u nadzemenoj masi (*herbi*) koprive.

Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u 3 ponavljanja. Dan prije sjetve (10. ožujka 2021.) prorezi polistirenskih ploča (102 proreza) napunjeni su internim supstratom perlitom. Ručna sjetva sjemena koprive (B&T World Trade, Francuska) je obavljena 11. ožujka 2021., a sijalo se 50 sjemenki po prorezu (Slika 3.1.), odnosno, uz utrošak sjemena 1,2 g/m². Ploče su potom stavljene nekoliko dana na naklijavanje uz redovito zalijevanje, a nakon toga su smještene u bazene 25. ožujka. Svaki bazen sadržavao je po 6 polistirenskih ploča (Slika 3.2.), s po dvije ploče za jednu repeticiju. Dimenzije bazena u kojima se provodio uzgoj su 3 × 1,2 m, moguće zapremnine 878 L kada je visina stupca otopine 25 cm (slika 3.3.).

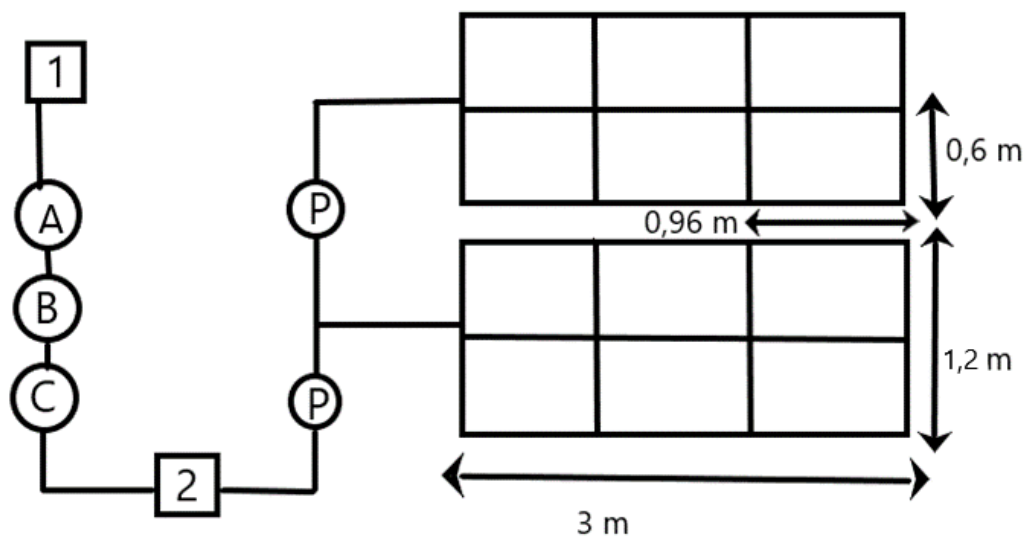


Slika 3.1. Ručna sjetva koprive
(foto: S. Radman)



Slika 3.2. Bazeni i ploče za uzgoj koprive u plutajućem hidroponu

(foto: N. Opačić)



Slika 3.3. Prikaz hidroponskog uzgoja koprive. 1 – spremnik za vodu; A, B, C – spremnici i dozatori za koncentrirane otopine; 2 – spremnik za standardnu otopinu; P – pumpe

(skica L. Prša)

Bazeni za uzgoj napunjeni su dvjema hranivim otopinama za uzgoj lisnatog povrća različitog sastava (prema Jensenu i prema Cooperu) (Tablica 3.1).

Tablica 3.1. Sastav testiranih hranivih otopina prema Jensen i Cooper u uzgoju koprive u plutajućem hidroponu

	BAZEN 1	BAZEN 2
OTOPINA	Jensen	Cooper
SOLI	mg/L	mg/L
Kalijev nitrat - KNO_3	203,43	583,88
Monokalijev fosfat - KH_2PO_4	272,12	261,56
Kalijev sulfat - K_2SO_4	0	0
Kalcijev nitrat - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	548,7	1093,0
Magnezijev sulfat - $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	494,06	512,6
Željezni helat - FeEDTA 13%	2,64	1,59
Borna kiselina - H_3BO_3	1,32	0,26
Bakrov sulfat - $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	0,13	0
Bakrov klorid - $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	2,38	6,08
Manganov sulfat - $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$	0,40	0,449
Cinkov sulfat - $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	0,052	0
Natrij molibdat - $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$	0	0,37
EC (mS/cm)	1,8	3,0

Za potrebe ovog diplomskog rada bit će prikazane dvije košnje nadzemne mase koprive uzgajane u plutajućem hidroponu. Kada su stabljike mlade koprive dostigle visinu iznad 10 cm počelo se s košnjom, ali prije početka faze cvatnje. Postupak košnje provodio se vađenjem ploča s mladim koprivama iz bazena i postavljanjem na radni stol. Pažljivo se škarama rezalo biljke iznad razine donja dva nodija (Slika 3.4.). Na taj način se ostavlja mogućnost ponovnog rasta mladih biljaka (retrovegetacija) za daljnje planirane košnje. Prva košnja obavljena je 20. svibnja, a druga košnja 8. lipnja (Slika 3.5., a i b). Razdoblje koje je prošlo od sjetve koprive do prve berbe iznosilo je 70 dana, a od prve berbe do druge 19 dana.

Sa svake ploče odabrano je po 5 biljaka za morfološku analizu (slika 3.6.). U dva roka košnje u reprezentativnim uzorcima (10 biljaka/repeticiji) utvrđena su sljedeća morfološka svojstva biljaka: visina biljke (cm), širina i duljina lista, broj listova/biljci (cm) te ukupni prinos (kg/m^2). Nakon odrađene morfološke analize kopriva se ovisno o tretmanu (različiti sastavi hranive otopine) razdvajala u plastične posude (Slika 3.7.) te dalje pripremala za kemijsku analizu (odvajanje listova i vršnog dijela): suha tvar (%), N, P, K, Ca, Mg (%/ST) i Fe (mg/kg ST) te količina nitrata (mg/kg svježe tvari).



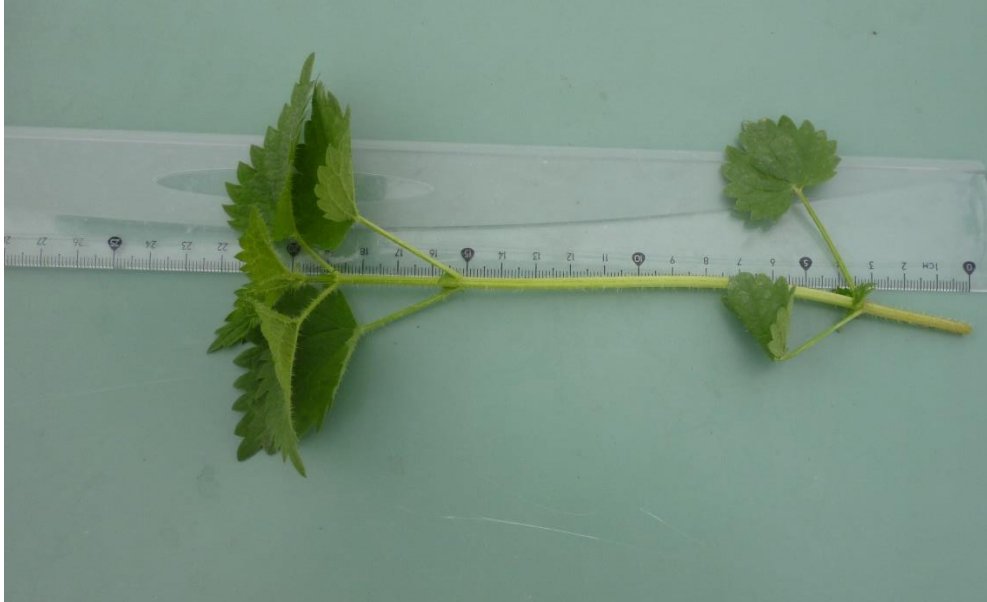
Slika 3.4. Košnja koprive (foto: L. Prša)



Slika 3.5. (foto: L. Prša)

a) Prva košnja

b) Druga košnja



Slika 3.6. Mjerenje morfoloških parametara koprive
(foto: L. Prša)



Slika 3.7. Pokošena kopriva za pripremu reprezentativnih uzoraka za kemijsku analizu
(foto: L. Prša)

3.2. Određivanje nitrata i mineralnog sastava koprive

Za određivanje nitrata i mineralnog sastava (dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij i željezo) u oba roka košnje koristili su se pripremljeni reprezentativni uzorci biljnog materijala (herbe koprive, koprive) iz svakog tretmana hranive otopine, te su analize provedene u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta.

Suha tvar u koprivi određena je gravimetrijski sušenjem na 105 °C do konstantne mase.

Nitrati su određeni ekstrakcijom vrućom vodom u svježim uzorcima koprive, nakon čega je njihova količina utvrđena spektrofotometrijski.

Mineralni sastav određen je u osušenim uzorcima na 105 °C. Ukupni dušik određen je Prilagođenom Kjeldahlovom metodom (HRN ISO 11261:2004). Nakon digestije suhog uzorka koncentriranim kiselinama HNO_3 i HClO_4 u mikrovalnoj peći fosfor je određen spektrofotometrijski, kalij plamenfotometrijski, a kalcij, magnezij i željezo atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (AOAC, 2015).

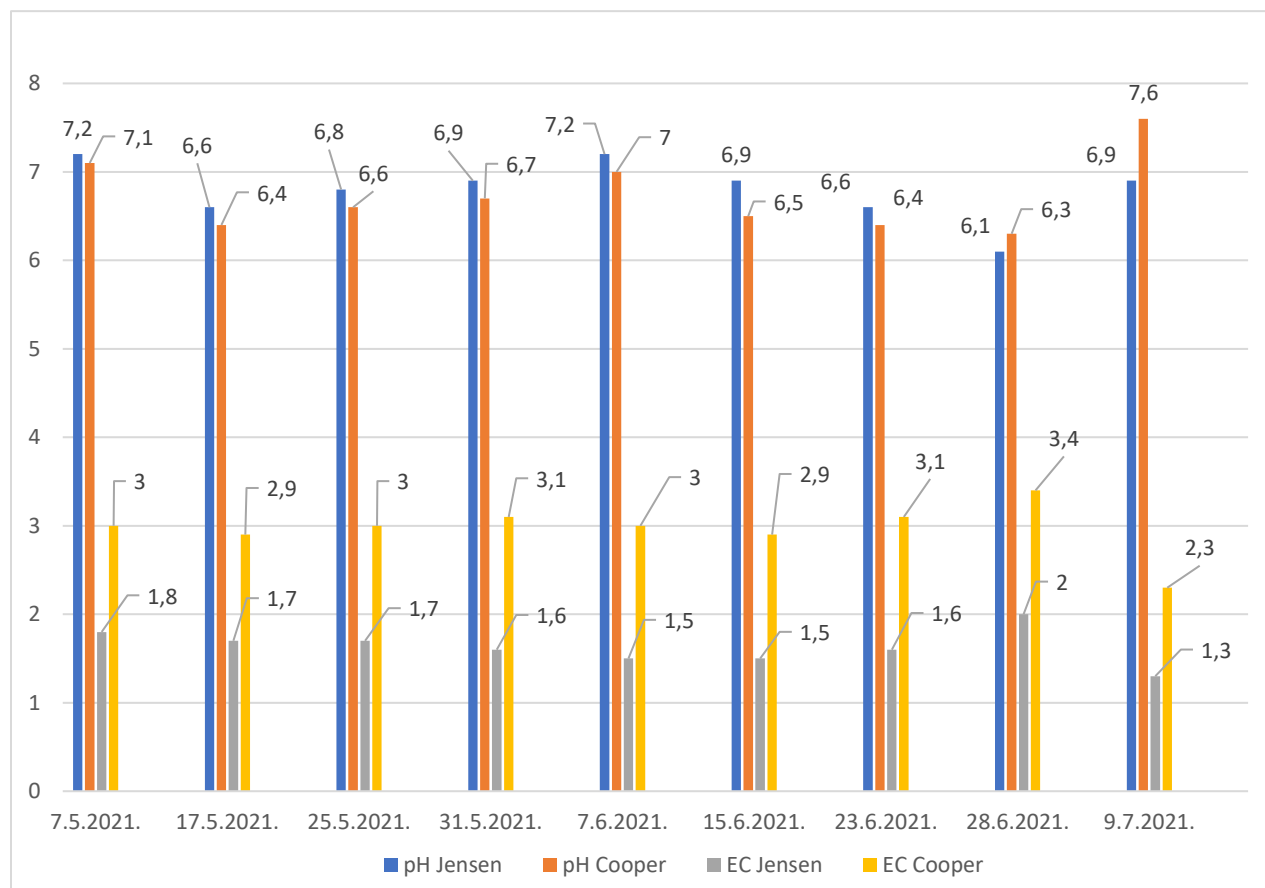
3.3. Statistička analiza podataka

Rezultati su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9,4 (SAS/STAT, 2010) prema proceduri PROC GLM (opći linearni model). Razlike između istraživanih faktora za sva mjerena svojstva statistički su obrađene analizom varijance (ANOVA), a utvrđene razlike između srednjih vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD) i smatraju se značajno različitim pri $p < 0,0001$. U *Grafikonima* i *Tablicama* prikazana su različita slova koja označavaju značajnu statističku razliku.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Abiotski čimbenici hranive otopine

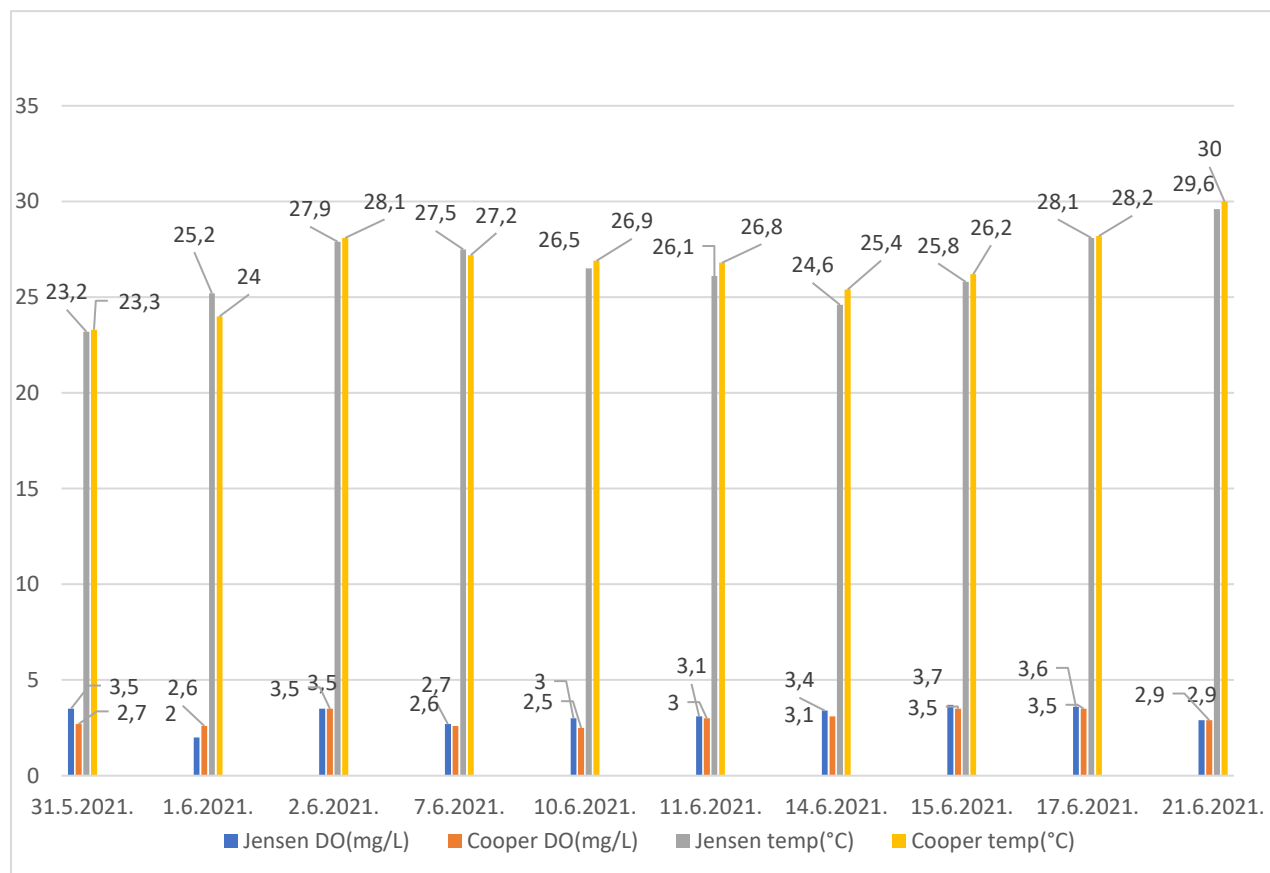
Temperatura hranive otopine (h.o.), pH-vrijednost te koncentracija otopljenog kisika u otopini utječu na pristupačnost hraniva biljci. U uvjetima visoke temperature smanjuje se sposobnost otopine da zadrži kisik, pa disanje korijena postaje intenzivnije kako se povećava potrošnja kisika. Nedostatak kisika u hranivoj otopini uzrokuje manju propusnost korijena za vodu. Biljka ne može usvajati hraniva u potrebnoj količini, a može doći i do akumulacije toksina. Negativan utjecaj usporava rast biljke i moguća su oštećenja biljaka te kloroze listova. U uvjetima povišene temperature nužno je snižavanje temperature otopine kako bi se osiguralo zadržavanje dovoljne koncentracija kisika i smanjenje respiracije korijena. S druge strane, preniska temperatura hranive otopine usporava usvajanje hraniva i rast biljaka (Borošić i sur., 2011.). Tijekom istraživanja redovito su praćeni abiotski čimbenici hranive otopine, pH- i EC-vrijednost (grafikon 4.1.1.) te temperatura h. o. i koncentracija kisika u otopini pomoću višeparametarskog uređaja Hanna instruments HI98194. Također, redovito su se pratili abiotski čimbenici zraka (relativna vlažnost i temperatura zraka) u zaštićenom prostoru.



Grafikon 4.1.1. Prikaz pH i EC vrijednosti hranivih otopina Jensen i Cooper

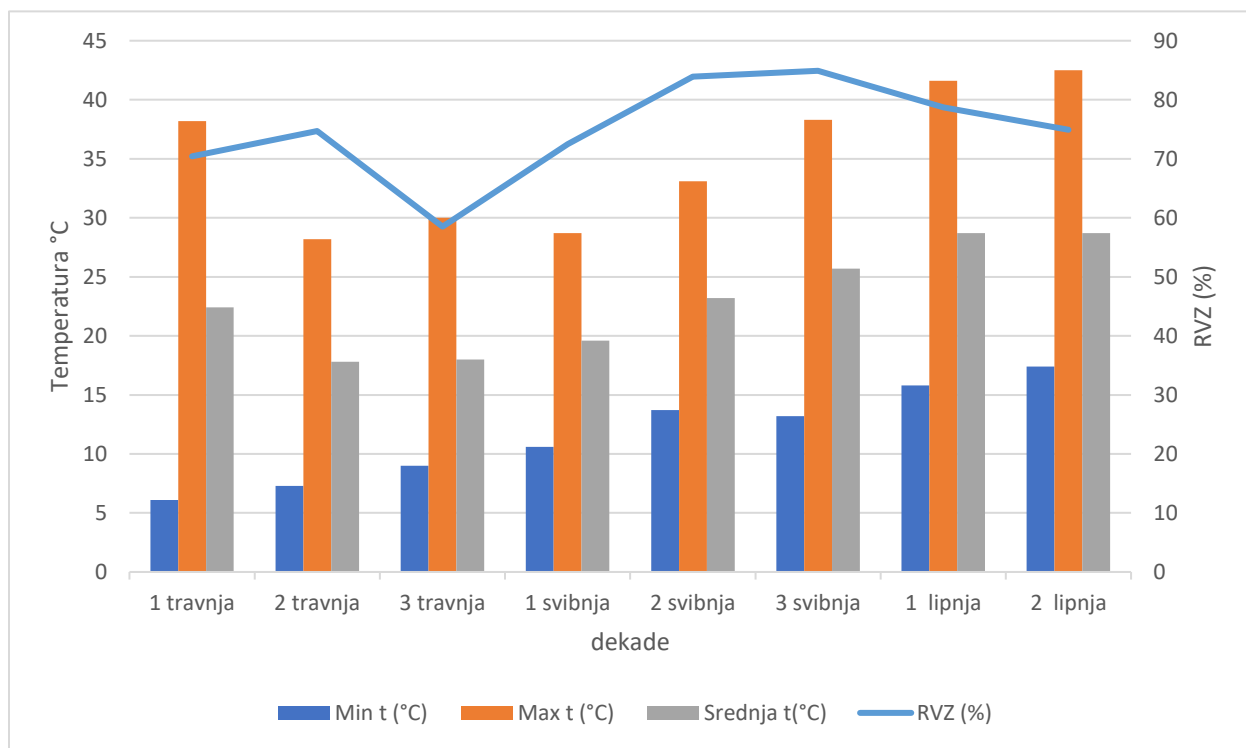
Grafikon 4.1.1. prikazuje vrijednosti pH i EC hranive otopine u periodu uzgoja koprive. pH vrijednost hranive otopine prema Jensenu varirala je od 6,1 (28. lipnja) do 7,2 (7. svibnja i 7. lipnja), dok je u Cooper hranivoj otopini pH varirao od 6,3 (28. lipnja) do 7,6 (9. srpnja). Izmjerena EC vrijednost h.o. Jensen kretala se između 1,8 mS/cm (7. svibnja) do 2 mS/cm (28. lipnja). U otopini Cooper EC vrijednosti većinu vremena su bile podjednake, između 2,9 do 3,1 ms/cm sve do 28. lipnja, kada je izmjerena najviša vrijednost od 3,4 mS/cm i najniža 2,3 mS/cm 9. srpnja 2021.

U grafikonu 4.1.2. prikazana su mjerenja temperature i koncentracija kisika u otopini u razdoblju od 31.5 do 21.6.2021.



Grafikon 4.1.2. Temperatura (°C) i koncentracija kisika (DO mg/L) u testiranim hranivim otopinama

Tijekom istraživanja svakodnevno su praćene minimalne i maksimalne temperature i relativna vlaga zraka (Grafikon 4.1.3.). Tijekom razdoblja mjerenja događale su se nagle promjene temperature i RVZ u zaštićenom prostoru. Prosječna srednja vrijednost temperatura zraka kretala se između 17,7 °C u travnju do 33,9 °C u lipnju. Od početka istraživanja u ožujku do faze druge košnje dani su postali topliji pa tako i temperature u plasteniku, a relativna vlažnost zraka se smanjila



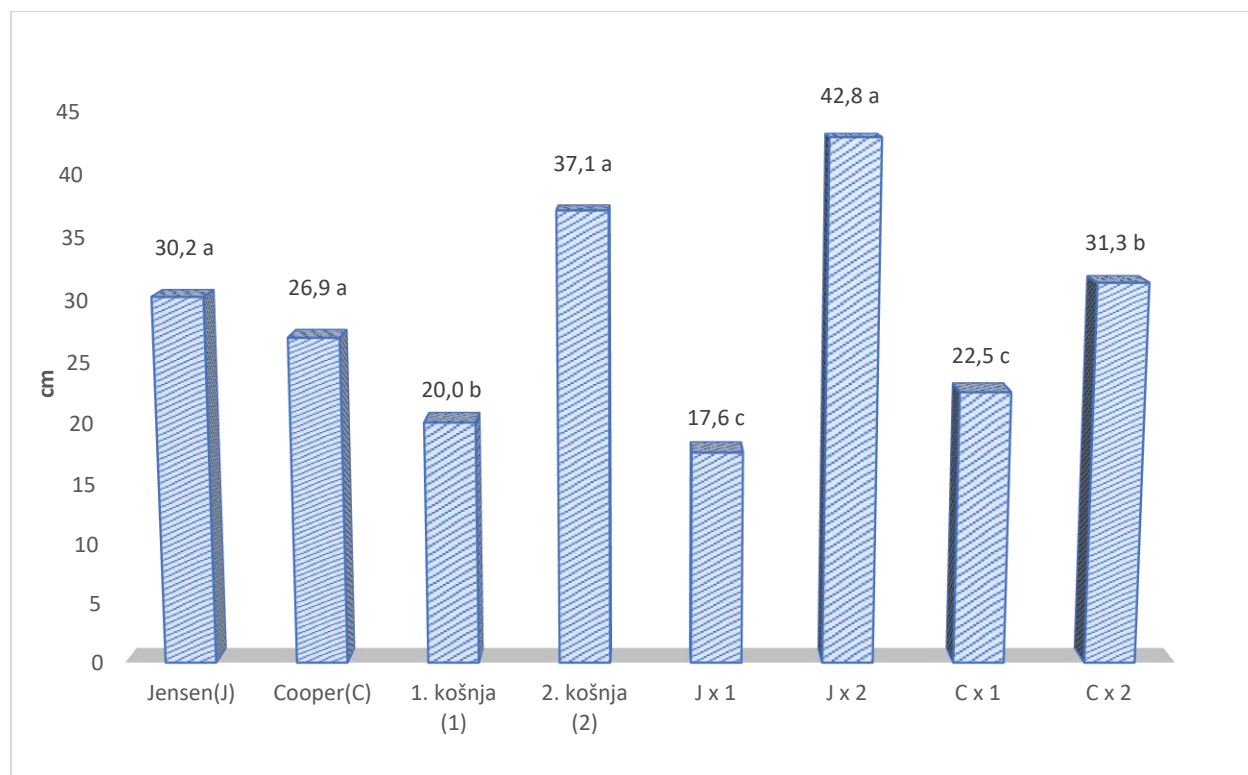
Grafikon 4.1.3. Prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka od nicanja koprive do druge košnje

4.2. Morfološke karakteristike koprive

4.2.1. Visina biljke

U grafikonu 4.2.1.1. prikazan je utjecaj faktora otopine i košnje, kao i njihove interakcije na visinu biljke. Otopina kao glavni faktor u ovom pokusu nije imala opravdani utjecaj na visinu biljaka, međutim relativno više biljke izmjerene su u otopini Jensen (30,2 cm), u odnosu na otopinu Cooper (26,9 cm), a ta razlika nije bila statistički opravdana. Košnja kao drugi faktor i interakcija košnje i otopine pokazuju statistički opravdan utjecaj na visinu biljaka koprive. Proučavajući samo rok košnje, opravdano više biljke bile su nakon 2. roka košnje (37,1 cm) nego u 1. roku (20,0 cm).

U interakciji otopina i rokova košnje, opravdano najviše biljke izmjerene su u kombinaciji otopine Jensen i 2. roka košnje ($J \times 2 = 42,8$ cm). Interakcija 1. roka košnje i obje ispitivane otopine rezultirala je statistički najnižim biljkama ($J \times 1 = 17,6$ cm ; $C \times 1 = 22,5$ cm). U obje otopine (Jensen i Cooper) u 2. roku košnje izmjerene više biljke koprive u odnosu na 1. rok košnje.



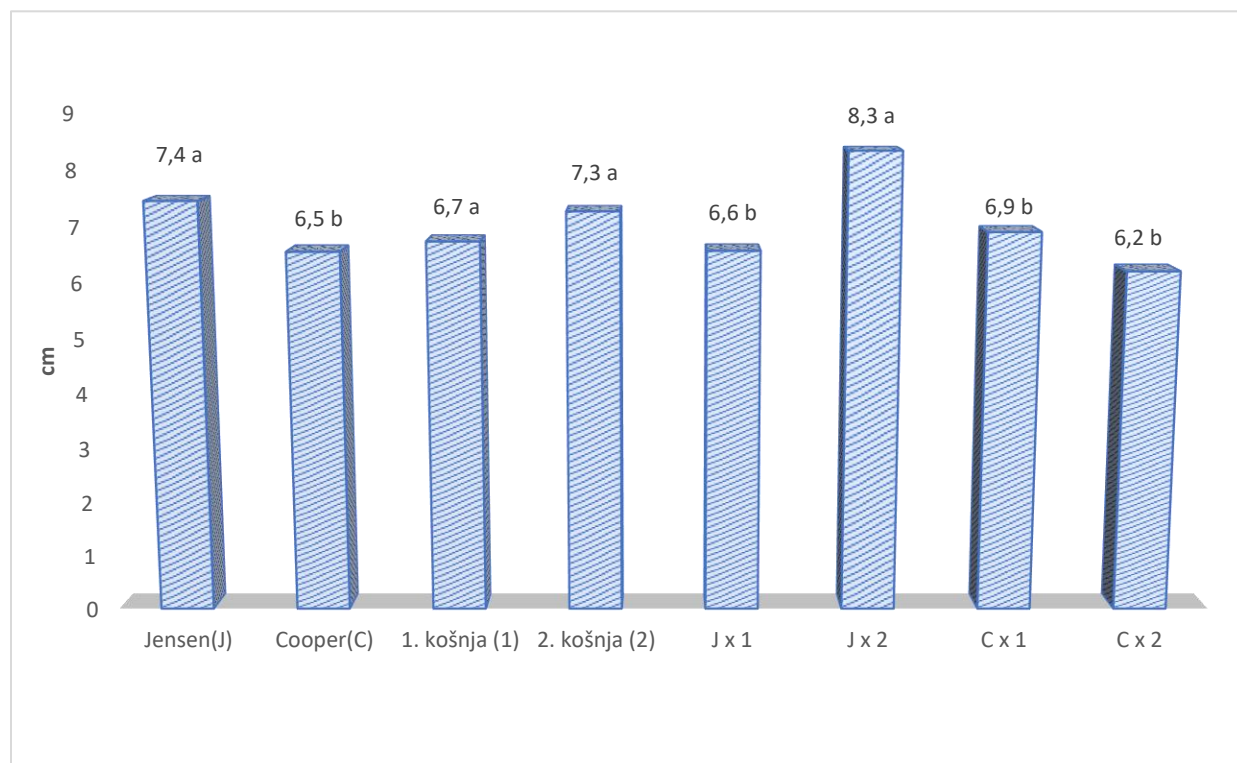
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.2.1.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na visinu koprive

4.2.2. Dužina listova

Prikaz rezultata u grafikonu 4.2.2.1. pokazuje utjecaj dvije različite otopine i dva roka košnje te njihov međusobni utjecaj na dužinu listova koprive. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu imala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0156$) na dužinu listova, dok košnja kao 2. faktor nije pokazala statistički opravdan utjecaj ($p < 0,1020$). Koprive uzgajane u otopini Jensen imale su dulje listove usporedno s drugom otopinom (J = 7,4 cm; C = 6,5 cm), dok su u oba roka košnje oni bili statistički podjednaki (1. rok košnje = 6,7 cm; 2. rok košnje = 7,3 cm). Njihova međusobna interakcija (otopina x košnja), pokazala je statistički opravdan utjecaj ($p < 0,0034$).

Najveća dužina lista izmjerena je u kombinaciji prve otopine i druge košnje (J x 2 = 8,3 cm), a najkraća u kombinaciji druge otopine i druge košnje (C x 2 = 6,2 cm). U 1. roku košnje u otopini Jensen dužina listova bila je statistički podjednaka s dužinom listova u otopini Cooper (J x 1 = 6,6 cm; C x 1 = 6,9 cm). U 2. roku košnje u otopini Jensen utvrđena je statistički opravdano najveća dužina listova (J x 2 = 8,3 cm) u odnosu na sve preostale kombinacije, koje se nisu statistički razlikovale.



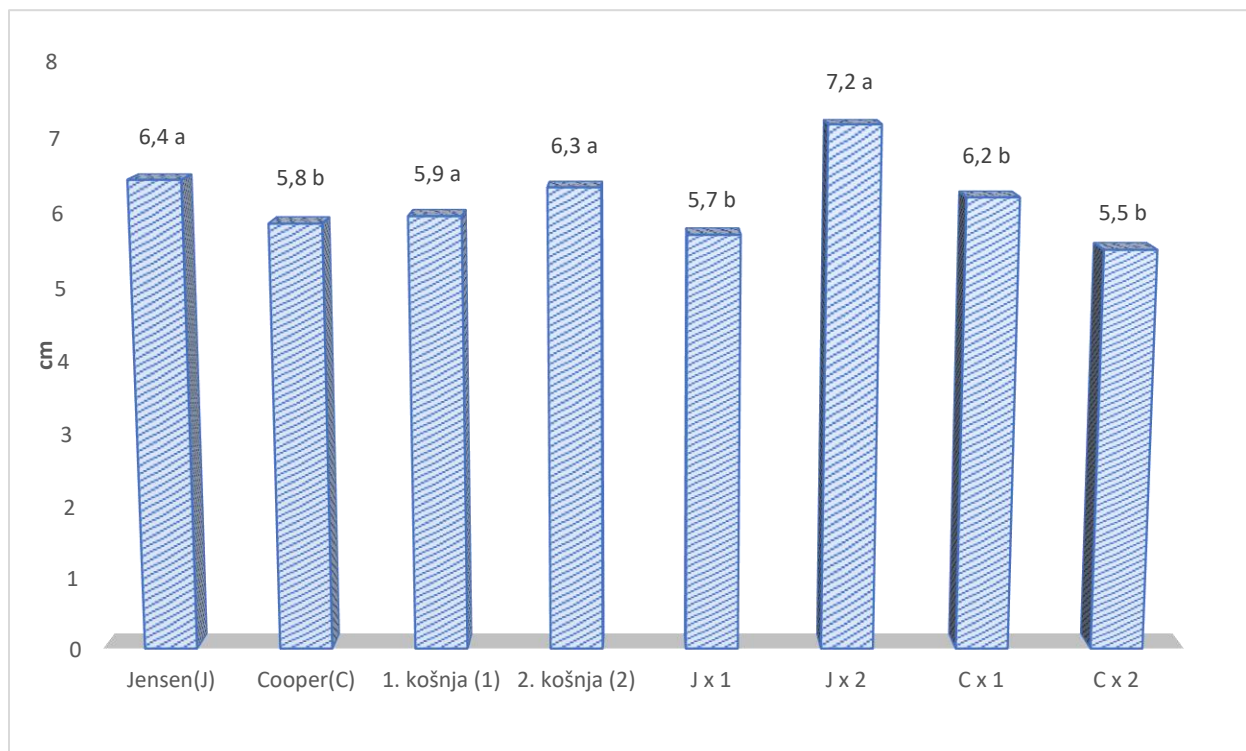
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.2.2.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na dužinu lista koprive

4.2.3. Širina lista

Iz grafikona 4.2.3.1. vidljiv je utjecaj dvije različite otopine i dva roka košnje te njihove interakcije na širinu listova. Isti trend zabilježen je kao i za svojstvo duljina listova. Vidljivo je da je otopina imala statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0422$) na širinu listova te su opravdano šire listove imale koprive iz Jensen otopine (6,4 cm) u odnosu na Cooper (5,8 cm). Košnja kao drugi faktor nije imala statistički opravdan utjecaj ($p < 0,1472$) te su podjednako široki listovi bili izmjereni nakon oba roka košnje (1. rok košnje = 5,9 cm; 2. rok košnje = 6,3 cm). Nadalje, njihova je međusobna interakcija (otopina x košnja) imala statistički opravdan utjecaj ($p < 0,0025$) za svojstvo širina listova.

Najveća širina listova izmjerena je u kombinaciji prve otopine i druge košnje (J x 2 = 7,2 cm), a najmanja u kombinaciji druge otopine i istog roka košnje (C x 2 = 5,5 cm). Statistički podjednaku širinu listova najmanjoj vrijednosti imale su kombinacije prvog roka košnje i obje otopine (J x 1 = 5,7 cm; C x 1 = 6,2 cm).



Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

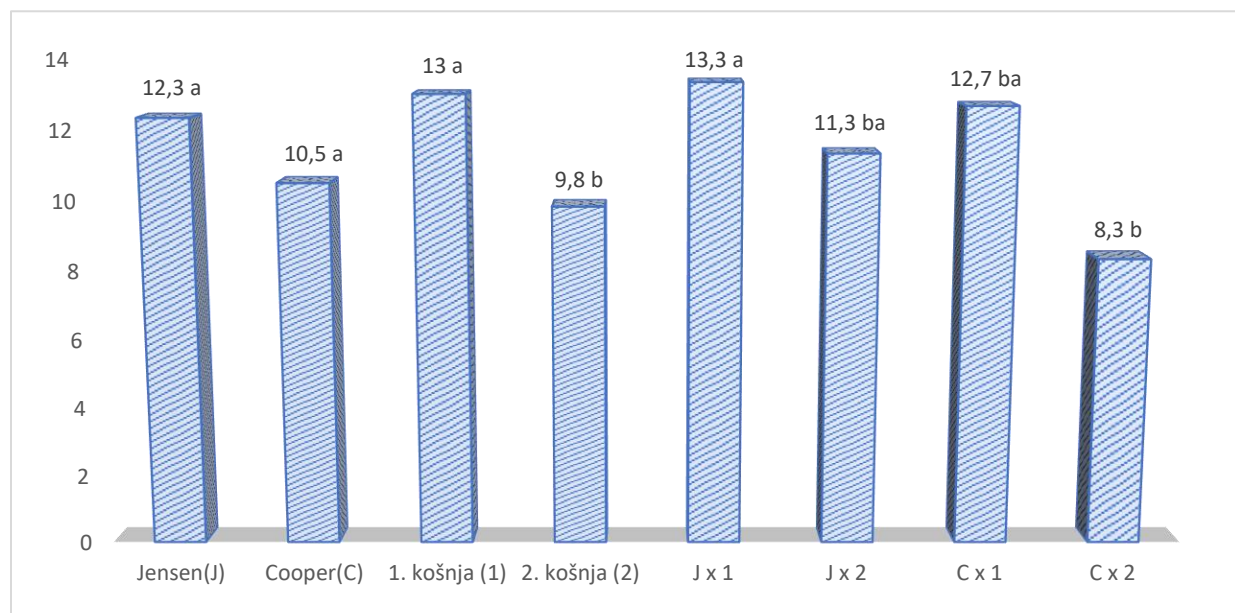
Grafikon 4.2.3.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na širinu lista koprive

4.2.4. Broj listova/biljci

U grafikonu 4.2.4.1. prikazan je utjecaj ispitivanih faktora i njihove interakcije na broj listova. Broj listova je bitno morfološko svojstvo jer utječe na intenzitet fotosinteze i na razvoj biljaka. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu nije imala statistički opravdani utjecaj ($p < 0,2072$) na broj listova ($J = 12,3$; $C = 10,5$). Košnja kao 2. faktor, pokazala je statistički opravdan utjecaj ($p < 0,0474$) te je značajno više listova izbrojano nakon 1. košnje (13,0) u odnosu na 2. rok košnje (9,8). Statistički opravdana bila je i njihova međusobna interakcija ($p < 0,05$).

Najviše listova po biljci izbrojano je u kombinaciji prve otopine i prve košnje ($J \times 1 = 13,3$), a najmanje lišća u interakciji druge otopine i druge košnje ($C \times 2 = 8,3$). Preostale dvije kombinacije ($J \times 2$ i $C \times 1$) imale su statistički podjednaki broj listova (11,3 i 12,7).

U interakciji otopina s 1. rokom košnje otopina Jensen pokazala je bolje rezultate od otopine Cooper ($J \times 1 = 13,3$; $C \times 1 = 12,7$). U 2. roku košnje biljke uzgajane u prvoj otopini imale su veći broj listova od druge otopine ($J \times 2 = 11,3$; $C \times 2 = 8,3$).



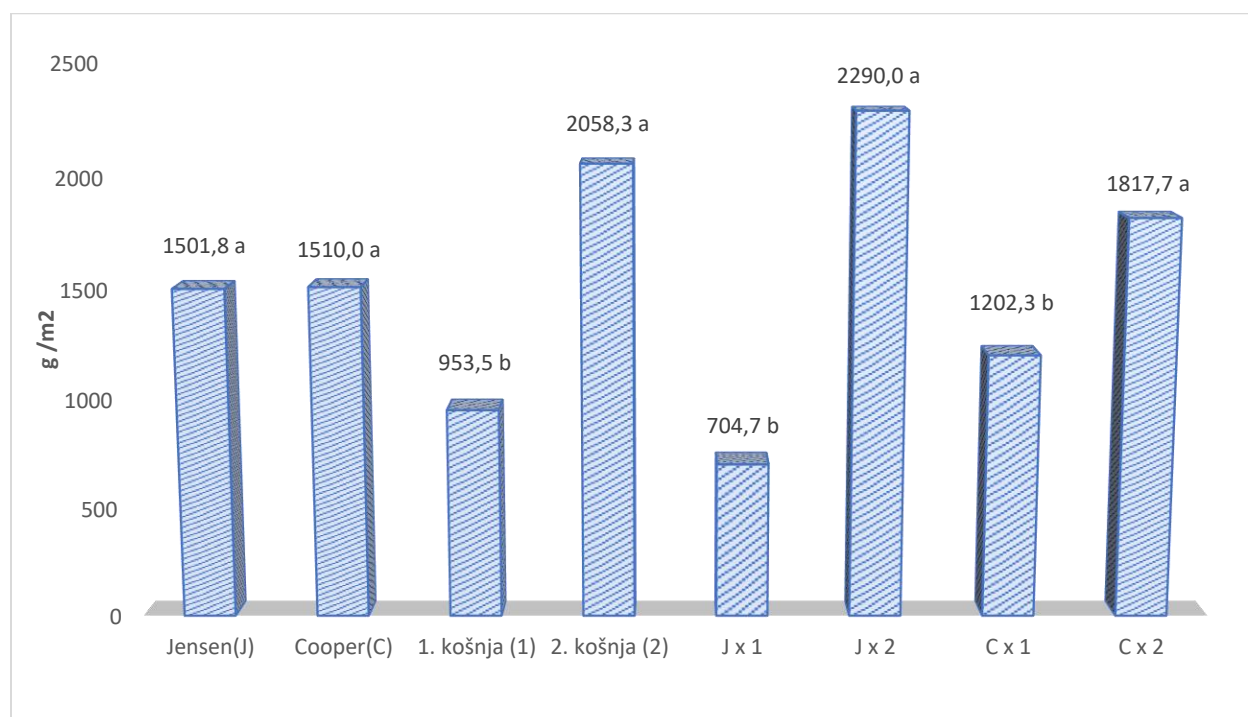
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.2.4.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na broj listova koprive

4.2.5. Ukupni prinos koprive

Prikaz rezultata utjecaja faktora i njihove interakcije (otopina × košnja) na prinos koprive uzgajane u plutajućem hidroponu vidljiv je u grafikonu 4.2.5.1. Otopina kao glavni faktor u ovom pokusu nije imala opravdani utjecaj ($p < 0,9586$) na ukupni prinos ($J = 1501,8 \text{ g/m}^2$; $C = 1510,0 \text{ g/m}^2$). Košnja kao drugi faktor i međuodnos košnje i otopine pokazuju statistički opravdan utjecaj ($p < 0001$). Značajno veći prinos utvrđen je nakon 2. roka košnje ($2058,3 \text{ g/m}^2$), u odnosu na 1. košnju ($953,5 \text{ g/m}^2$), i to za čak 116 %.

U interakciji otopina i rokova košnje, opravdano najveći ukupni prinos koprive utvrđen je u interakciji otopine Jensen i 2. roka košnje ($J \times 2 = 2290 \text{ g/m}^2$), međutim statistički podjednak prinos ostvarila je interakcija $C \times 2$ ($1817,7 \text{ g/m}^2$). Kombinacija 1. roka košnje i obje ispitivane otopine rezultirala je statistički najnižim ukupnim prinosom ($J \times 1 = 704,7 \text{ g/m}^2$; $C \times 1 = 1202,3 \text{ g/m}^2$). Zaključno je da su u obje otopine (Jensen i Cooper) u 2. roku košnje ostvarile veći ukupni prinos koprive od ukupnog prinosa u 1. roku košnje.



Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.2.5.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na prinos koprive

4.2.6. Usporedba rezultata morfoloških karakteristika

U istraživanju Radman i sur. (2014.) mjerene su morfološke karakteristike (visina, dužina i širina te broj listova) hidropski uzgojene koprive u dva jesenska roka košnje sustavom plutajućih ploča u zaštićenom prostoru. U većini mjerenja morfoloških karakteristika rok košnje koprive ima značajnu ulogu. Visina biljaka u 2. roku košnje bila je značajno viša u odnosu na 1. rok. Dužina listova koprive u 1. roku košnje bila je veća od dužine listova u 2. roku košnje. Kod mjerenja širine listova koprive u 1. roku košnje izmjerena je veća širina listova od listova u 2. roku košnje. Broj listova koprive bio je manji u prvom roku u odnosu na drugi rok. Masa biljaka bila je podjednaka u oba roka košnje.

U usporedbi s ovim istraživanjem rokovi košnje su utjecali na visinu biljaka (grafikon 4.2.1.1.), broj listova (grafikon 4.2.4.1.) i ukupni prinos (grafikon 4.2.5.1.). Rok košnje također je utjecao na visinu biljaka i broj listova. Nije bilo značajnog utjecaja rokova košnje na ukupnu masu biljaka u istraživanju iz 2014. Za razliku od opisanog, ovo istraživanje pokazalo je drugačije rezultate kod utjecaja rokova košnje na dužinu (grafikon 4.2.2.1.) i širinu listova koprive (grafikon 4.2.3.1.). U ovom istraživanju rokovi košnje nisu pokazali statistički značajnu razliku na dužinu i širinu listova.

Prema istraživanju Javornik (2016.) proučavan je utjecaj vrsta otopina na morfološke karakteristike koprive. Hraniva otopina imala je statistički opravdani utjecaj na visinu koprive uzgojene u hidroponu. Kopriva iz otopine slabijeg sastava (EC = 2,3 dS/m) ili A otopina ostvarila je veću visinu u 2. roku košnje (34,3 cm) u odnosu na 1. rok (30,4 cm). Kod otopine jačeg sastava (EC = 2,5 dS/m) ili B otopina, visina je bila podjednaka u oba roka košnje (1. rok košnje = 25,8 cm; 2. rok košnje = 25,3 cm). Nadalje, 1. košnji izmjerena je veća dužina listova u otopini A od dužine listova u otopini B. Nakon 2. košnje u otopini A dužina listova bila je statistički opravdano veća od dužine listova iz otopine B. Mjerenje širine listova pokazalo je nakon 1. košnje veću širinu listova u otopini A u usporedbi s otopinom B, ali razlika nije bila statistički opravdana. Nakon 2. košnje statistički je veća širina listova izmjerena je u otopini A u usporedbi s otopinom B. Suprotno prethodnim karakteristikama hraniva otopina nije imala statistički opravdani utjecaj na broj listova. U oba roka košnje nije postignuta veća razlika u broj listova. Masa ukupnog prinosa nakon prve košnje nije imala značajne razlike. U 1. roku košnje nešto veći prinos ostvaren je u otopini A (0,79 kg/m²) od prinosa u otopini B (0,64 kg/m²). U 2. roku košnje u otopini A ostvaren je značajno veći prinos (1,06 kg/m²) od prinosa u otopini B (0,64 kg/m²). Ukupni prinos u obje otopine u 1. roku košnje iznosio je 1,43 kg/m², a u 2. roku iznosio je 2,49 kg/m².

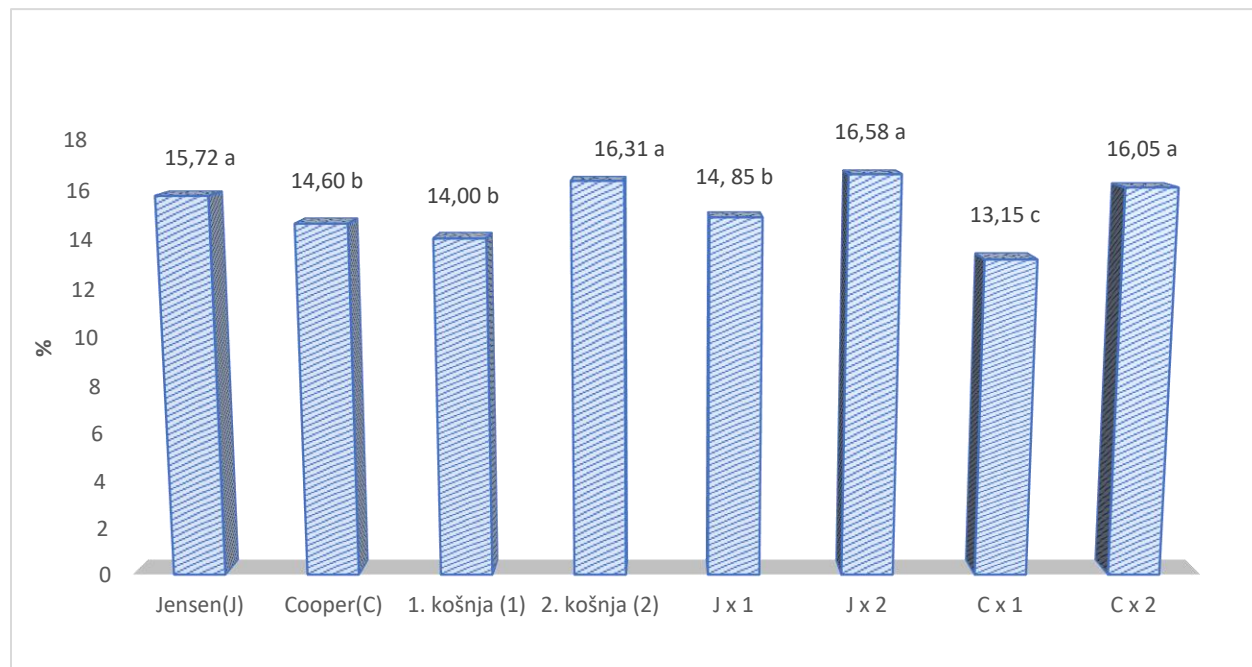
Prema istraživanju Derežić (2015.) mjerila su se morfološka svojstva koprive. Istraživanje se provodilo u proljetnom razdoblju 2013. na otvorenom polju. Pri najvećoj razini gnojidbe (200 kg N/ha) došlo je do značajnog povećanja morfoloških karakteristika koprive kao što su visina

biljaka i broj listova. Povećanjem biljaka povećala se i masa koprive, što je rezultiralo višim prinosom ($0,41 \text{ kg/m}^2$) u odnosu na prvu varijantu gnojidbe (100 kg N/ha).

U ovom istraživanju hraniva otopina nije značajno utjecala na visinu koprive (grafikon 4.2.1.1.), broj listova koprive (grafikon 4.2.4.1.) i ukupni prinos koprive (grafikon 4.2.5.1.). Drugačiji ishod utvrđen je obzirom na dužinu (grafikon 4.2.2.1.) i širinu listova koprive (grafikon 4.2.3.1.), gdje je utvrđena statistički opravdana razlika.

4.3. Suha tvar, količina nitrata i biogenih elemenata u herbi koprive

Utjecaj pojedinačnih faktora na ukupnu količinu suhe tvari u biljkama koprive prikazan je u grafikonu 4.3.1. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu imala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0011$) na količinu suhe tvari, kao i košnja ($p < 0,0001$) te njihova međusobna interakcija ($p < 0,0277$). Opravdano najveća količina suhe tvari utvrđena je u koprivi koja je rasla u otopini slabijeg sastava ($J = 15,72 \%$), nego u otopini prema recepturi Cooper ($C = 14,60 \%$) te u 2. košnji ($16,31 \%$) usporedno s prvom košnjom ($14,00 \%$). Najveća količina suhe tvari u koprivi utvrđena je u kombinaciji 2. roka košnje i obje otopine ($J \times 2 = 16,58 \%$; $C \times 2 = 16,05 \%$). Najniža količina suhe tvari bila je u koprivi iz 1. roka košnje i otopine Cooper ($C \times 1 = 13,15 \%$).



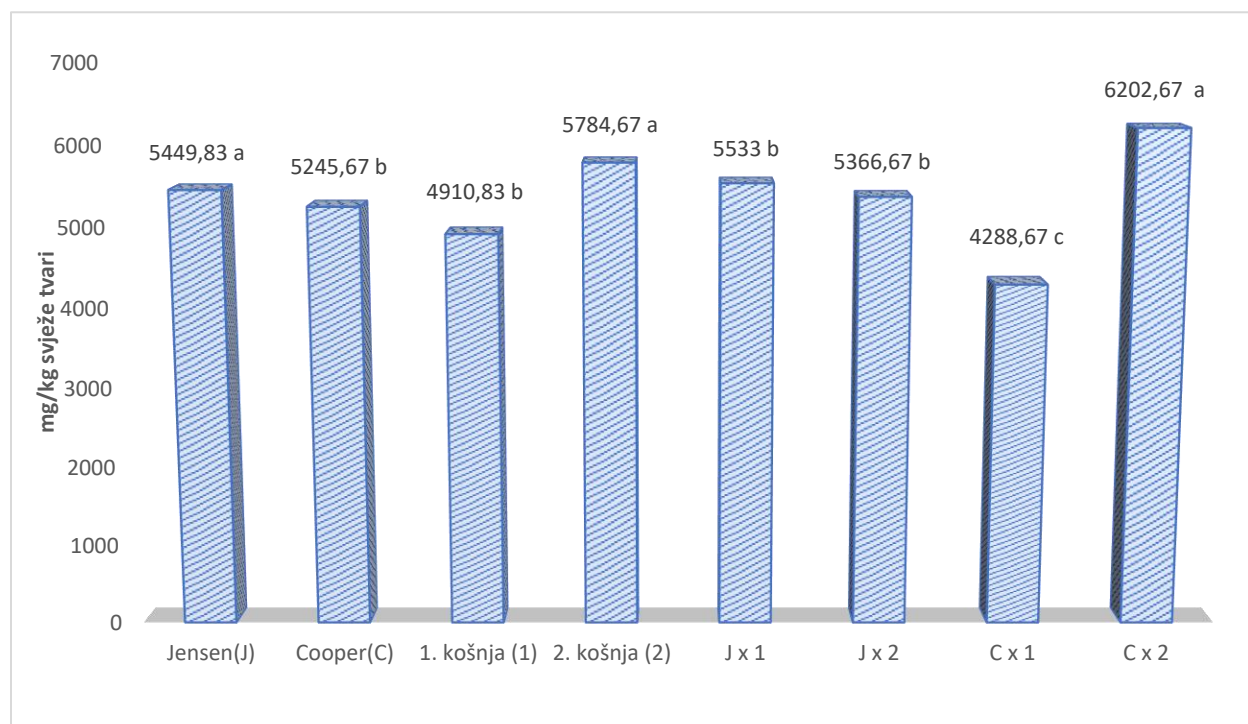
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na količinu suhe tvari koprive

4.3.1. Količina nitrata u nadzemnoj masi (herbi) koprive

Grafikon 4.3.1.1. prikazuje utjecaj pojedinačnih faktora dvije različite otopine i dva roka košnje te njihov međusobni utjecaj na ukupni **sadržaj nitrata** u koprivi. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu imala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0150$) na količinu nitrata u nadzemnoj masi koprive. Košnja kao 2. faktor također je imala statistički opravdan utjecaj ($p < .0001$), a trend pojedinačnih faktora identičan je kao i za količinu suhe tvari, odnosno, značajno veća količina nitrata zabilježena je u otopini Jensen ($J = 5449,83 \text{ mg/kg}$; $C = 5245,67 \text{ mg/kg}$) te u 2. roku košnje ($5784,67 \text{ mg/kg}$) usporedno s 1. rokom ($4910,83 \text{ mg/kg}$).

Promatrajući interakciju, najveća količina nitrata izmjerena je u kombinaciji faktora druge otopine s drugom košnjom ($C \times 2 = 6206,67 \text{ mg/kg}$), a najmanja u interakciji druge otopine s prvom košnjom ($C \times 1 = 4255,64 \text{ mg/kg}$). U 1. roku košnje u otopini Jensen količina nitrata značajno je veća je od količine nitrata u biljkama koje su rasle u Cooper ($J \times 1 = 5533 \text{ mg/kg}$; $C \times 1 = 4255,64 \text{ mg/kg}$). U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je značajno veći udio nitrata od koprive iz otopine Jensen ($J \times 2 = 5366,67 \text{ mg/kg}$; $C \times 2 = 6206,67 \text{ mg/kg}$).



Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

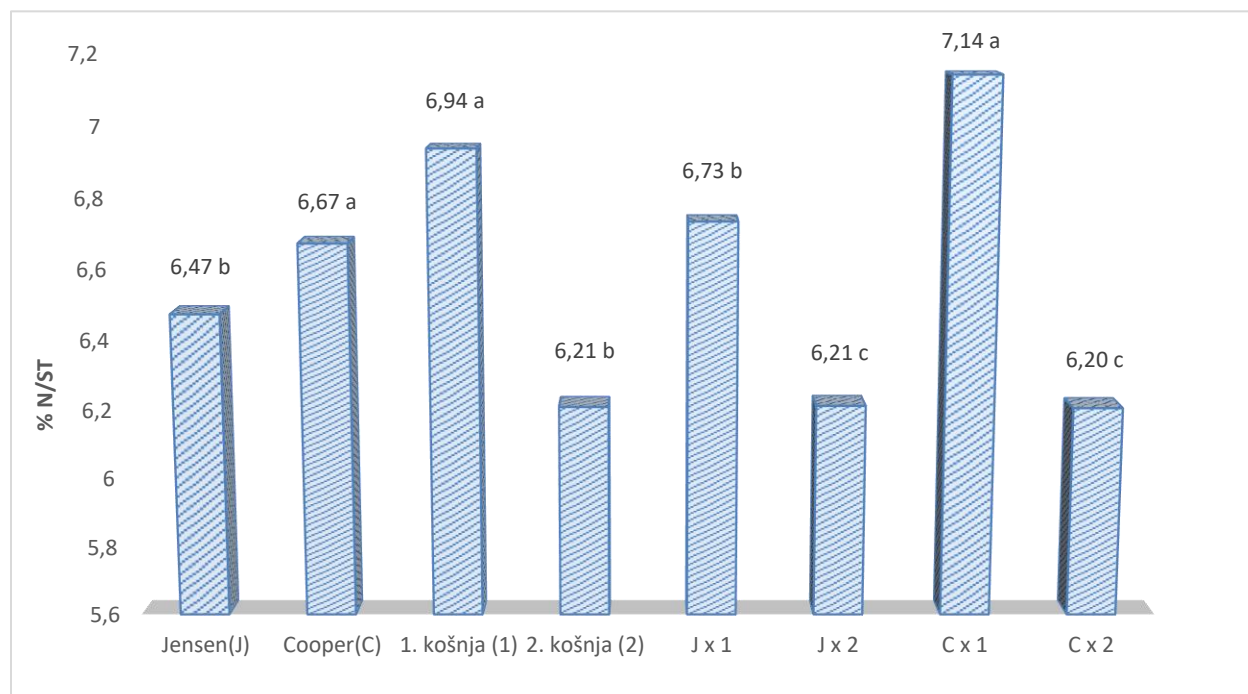
Grafikon 4.3.1.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na količinu ukupnih nitrata u herbi koprive (mg/kg svježe tvari)

4.3.2. Količina biogenih elemenata (N, P, K, Ca, Mg, Fe)

Iz Grafikona 4.3.1. vidljiv je utjecaj roka košnje i otopina na ukupnu **količinu dušika** u koprivi. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu imala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0001$) na količinu dušika, što je bio slučaj i 2. faktorom u pokusu ($p < 0001$). Njihova međusobna interakcija također je imala statistički opravdani utjecaj ($p < .0001$).

Promatrajući pojedinačne faktore značajno veća količina dušika utvrđena je u otopini jačeg sastava prema Cooper recepturi (6,67 %), u odnosu na Jensen (6,47 %) te u 1. roku košnje (6,94 %) usporedno s kasnijom košnjom (6,21 %).

Što se tiče interakcije, najmanja količina dušika bila je zastupljena u kombinaciji druge otopine i druge košnje ($C \times 2 = 6,20$ %), što se nije statistički razlikovalo od kombinacije istog roka košnje i otopine Jensen ($J \times 2 = 6,21$ %). Najviše dušika u herbi koprive utvrđeno je kombinaciji druge otopine i prve košnje ($C \times 1 = 7,14$ %), opravdano više nego u otopini Jensen u istom roku košnje ($J \times 1 = 6,73$ %).

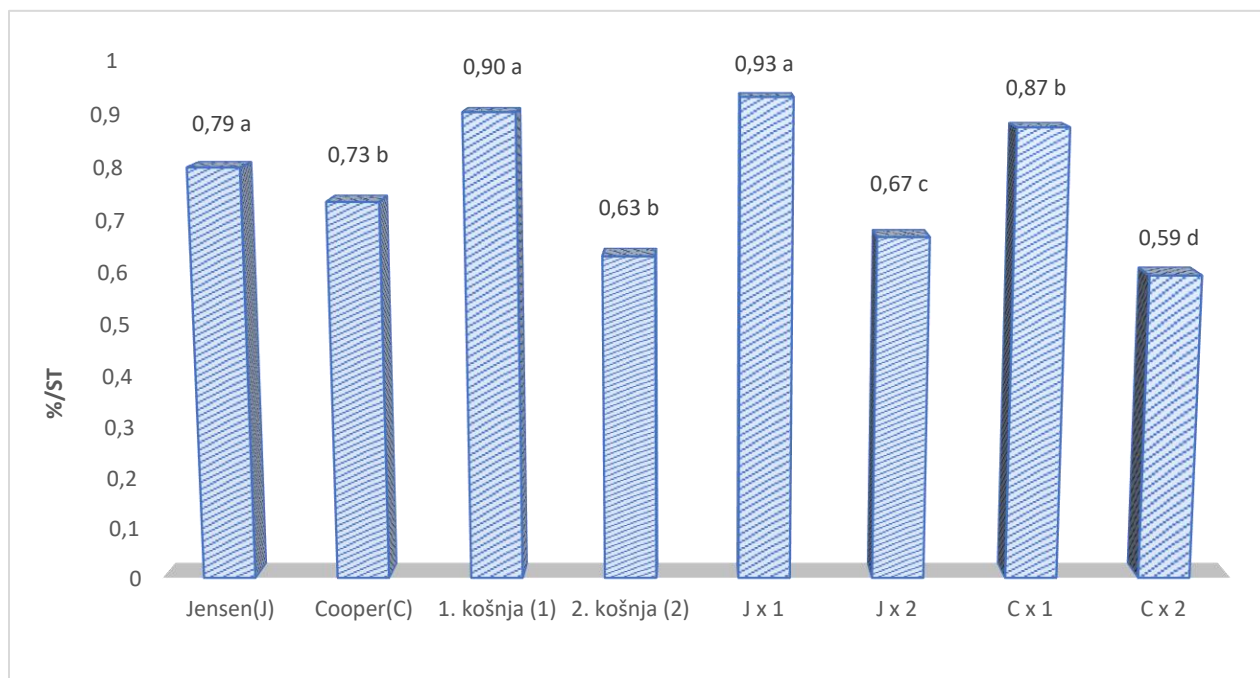


Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.1. Utjecaj faktora otopine, košnje i njihove interakcije na količinu dušika u herbi koprive

Grafikon 4.3.2.2. prikazuje utjecaj otopina i rokova košnje na ukupnu **količinu fosfora** u koprivama. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu imala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0027$) na količinu fosfora u biljkama, pri čemu je značajno veća količina utvrđena u koprivi koja je rasla u otopini slabijeg sastava (J = 0,79 %), nego u otopini jačeg sastava (C = 0,73 %). Košnja kao 2. faktor također je imala statistički opravdan utjecaj ($p < .0001$) te je nakon 1. roka košnje utvrđeno značajno više fosfora u herbi koprive (0,90 %) nego u 2. roku košnje (0,63 %). Međusobni utjecaj faktora imao je statistički opravdani utjecaj na količinu fosfora u biljkama ($p < 5807$).

Najveća količina fosfora dobivena je u kombinaciji otopine Jensen i 1. roka košnje (J x 1 = 0,93 %), a najmanja u otopini Cooper u 2. roku košnje (C x 2 = 0,59 %). Sukladno tome, u 1. roku košnje u otopini Jensen količina fosfora veća je od količine fosfora u biljkama ubranim u otopini Cooper (J x 1 = 0,93 %; C x 1 = 0,87 %), i ta je razlika statistički opravdana. U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je manju količinu fosfora od koprive iz otopine Jensen (J x 2 = 0,67 %; C x 2 = 0,59 %) te je navedena razlika također bila statistički opravdana.



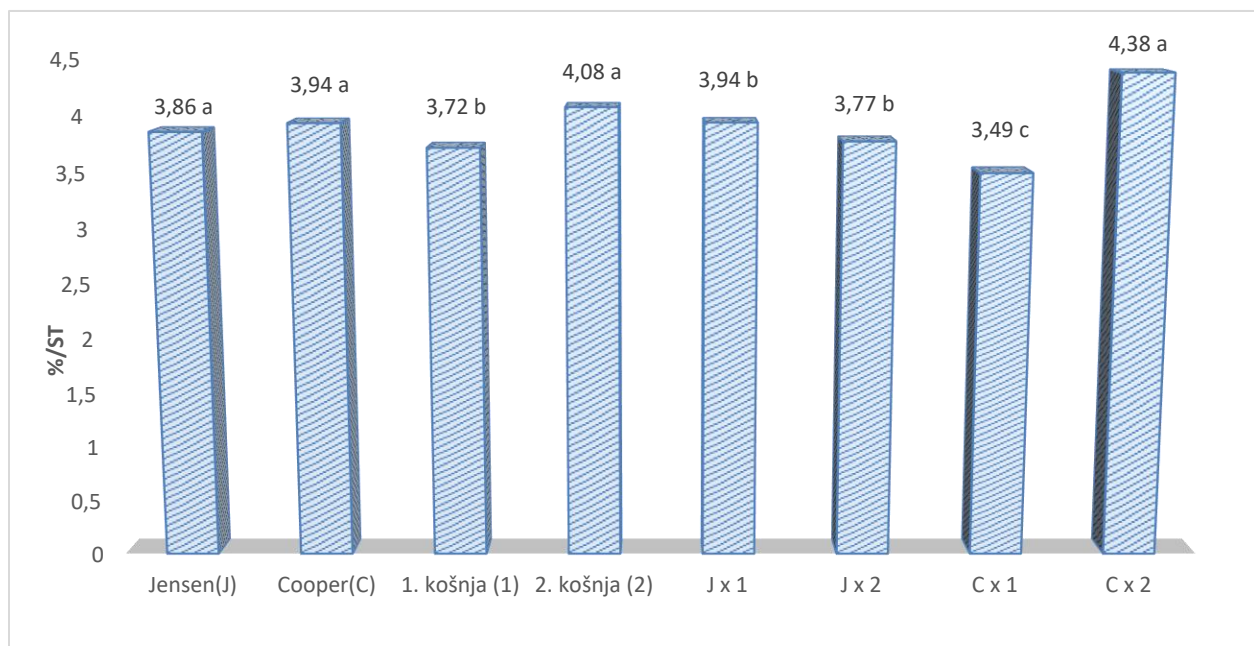
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.2. Utjecaj interakcije otopine i košnje na količinu fosfora u herbi koprive.

U grafikonu 4.3.2.3. prikazano je kako su pojedinačni faktori dvije otopine i dva roka košnje te njihova interakcija utjecali na **količinu kalija** u koprivi. Otopina kao 1. faktor u ovom pokusu nije imala statistički opravdani utjecaj ($p < 0.3228$) te je podjednaka količina kalija

utvrđena u biljnom materijalu bez obzira na sastav otopine (J = 3,86 %; C = 3,94 %). Međutim, košnja kao 2. faktor ostvarila statistički opravdan utjecaj ($p < 0,0018$), pri čemu je opravdano više kalija utvrđeno u 2. roku košnje (4,08 %) u odnosu na 1. košnju (3,72 %). Interakcija dvaju faktora pokazala je statistički opravdani utjecaj ($p < 0,0002$) na količinu kalija.

Najmanje kalija nalazilo se u biljkama koje su uzgajane u otopini Cooper za vrijeme prvog roka košnje (C x 1 = 3,49 %), dok je u biljnom materijalu iz iste otopine, ali u drugoj košnji izmjereno najviše kalija (C x 2 = 4,37 %). U 1. roku košnje u otopini Jensen količina kalija statistički je opravdano veća od količine kalija u biljkama iz otopine Cooper (J x 1 = 3,94 %; C x 1 = 3,49 %). U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je veću količinu kalija od koprive iz otopine Jensen (J x 2 = 3,77 %; C x 2 = 4,37 %), a ta je razlika također statistički opravdana. Otopina Jensen je u oba roka košnje dala podjednake rezultate kalija, dok otopina Cooper imala je značajno veći rezultat u 2. roku košnje, kao što je već navedeno u tekstu iznad.



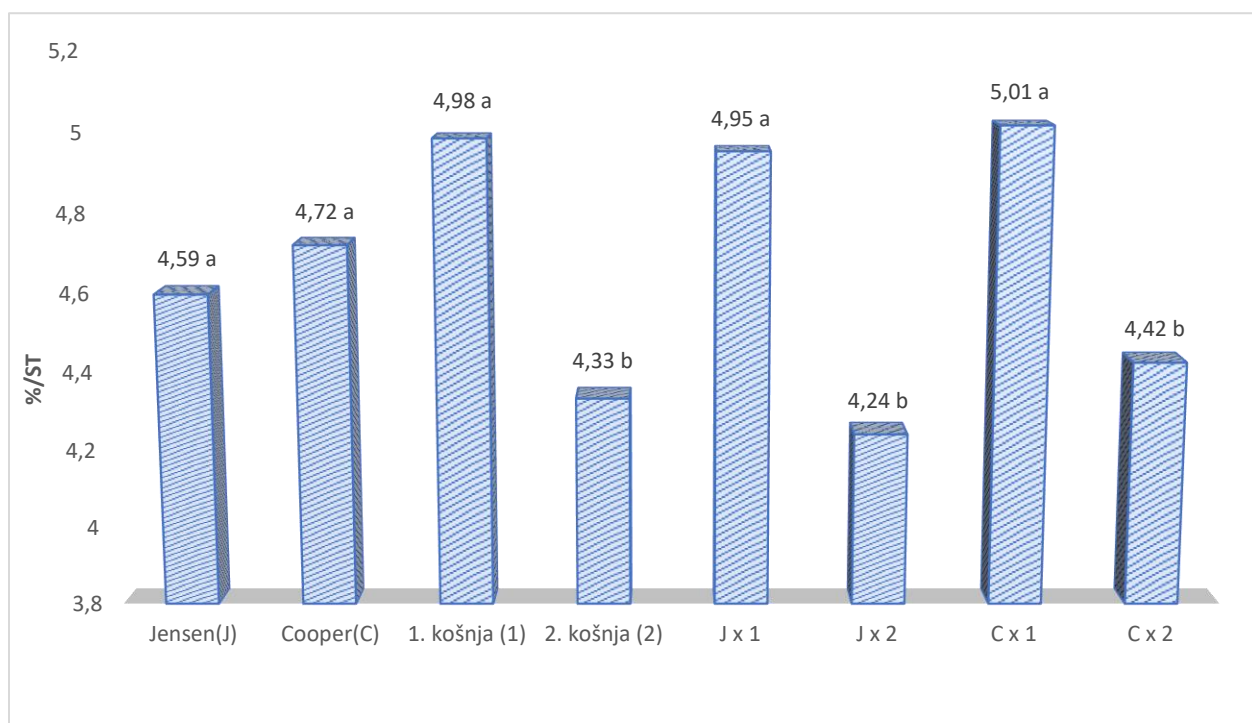
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.3. Utjecaj interakcije otopine i košnje na količinu kalija u herbi koprive.

Iz grafikona 4.3.2.4. vidljiv je utjecaj faktora košnje i otopine na ukupnu **količinu kalcija** u koprivama. Otopina nije imala statistički opravdani utjecaj ($p < 0,1401$) na količinu elementa kalcija, dok je košnja ostvarila statistički opravdan utjecaj ($p < 0,0001$), kao i interakcija ova dva faktora ($p < 0,4450$). Relativno više kalcija utvrđeno je u otopini Cooper (4,72 %) u odnosu na Jensen (4,59 %), ali ta razlika nije bila statistički opravdana. Promatrajaći samo rok košnje,

značajno više kalcija bilo je nakon 1. roka košnje (4,98 %), nego nakon 2. košnje herbe koprive (4,33 %).

Kalcij je u najvećoj količini izmjereno u kombinaciji otopine Cooper i prve košnje (C x 1 = 5,01 %), a u najmanjoj količini u otopini Jensen u drugoj košnji (J x 2 = 4,24 %). U 1. roku košnje u otopini Jensen količina kalcija manja je od količine kalcija u biljkama ubranim u otopini Cooper (J x 1 = 4,95 %; C x 1 = 5,01 %), pri čemu je navedena razlika statistički opravdana. U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je veću količinu kalcija od koprive iz otopine Jensen (J x 2 = 4,24 %; C x 2 = 4,42 %), međutim ta razlika nije bila statistički opravdana. Može se zaključiti da su 1. roku košnje obje otopine imale bolje rezultate u odnosu na 2. rok košnje.



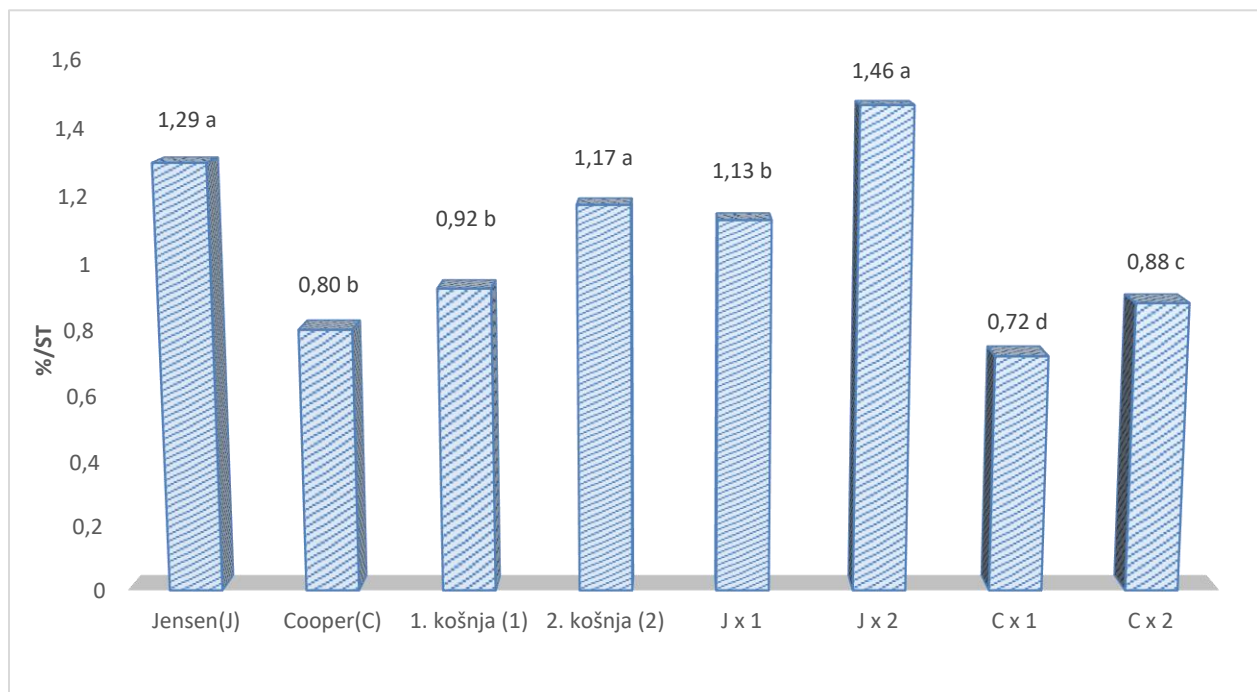
Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.4. Utjecaj interakcije otopine i košnje na količinu ukupnih kalcija u herbi koprive

U Grafikonu 4.3.2.5. prikazan je učinak faktora košnje i otopine na ukupnu **količinu magnezija** u hidroponski uzgojenoj koprivi, obzirom na istraživane faktore u pokusu. Faktor otopina imala je statistički opravdani utjecaj na količinu magnezija u biljkama ($p < 0001$) te je više ovog makroelementa utvrđeno u koprivi iz otopine Jensen (J = 1,29 %) u odnosu na Cooper (C = 0,80 %). Košnja kao 2. faktor također je imala statistički opravdan utjecaj ($p < 0001$), pri čemu je

značajno više magnezija bilo je nakon 2. košnje (1,17 %) usporedno s 1. rokom košnje (0,92 %). Isti trend zabilježen je kod količine suhe tvari i nitrata.

Najviše magnezija utvrđeno je u uzorcima iz otopine Jensen nakon druge košnje (J x 2 = 1,46 %), a najmanje u otopini Cooper nakon prve košnje (C x 1 = 0,72 %). Prema tome, u 1. roku košnje u otopini Jensen količina magnezija statistički opravdano je veća od količine magnezija u biljkama ubranim u otopini Cooper (J x 1 = 1,13 %; C x 1 = 0,72 %). U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je značajno manju količinu magnezija od koprive iz otopine Jensen (J x 2 = 1,46 %; C x 2 = 0,88 %).

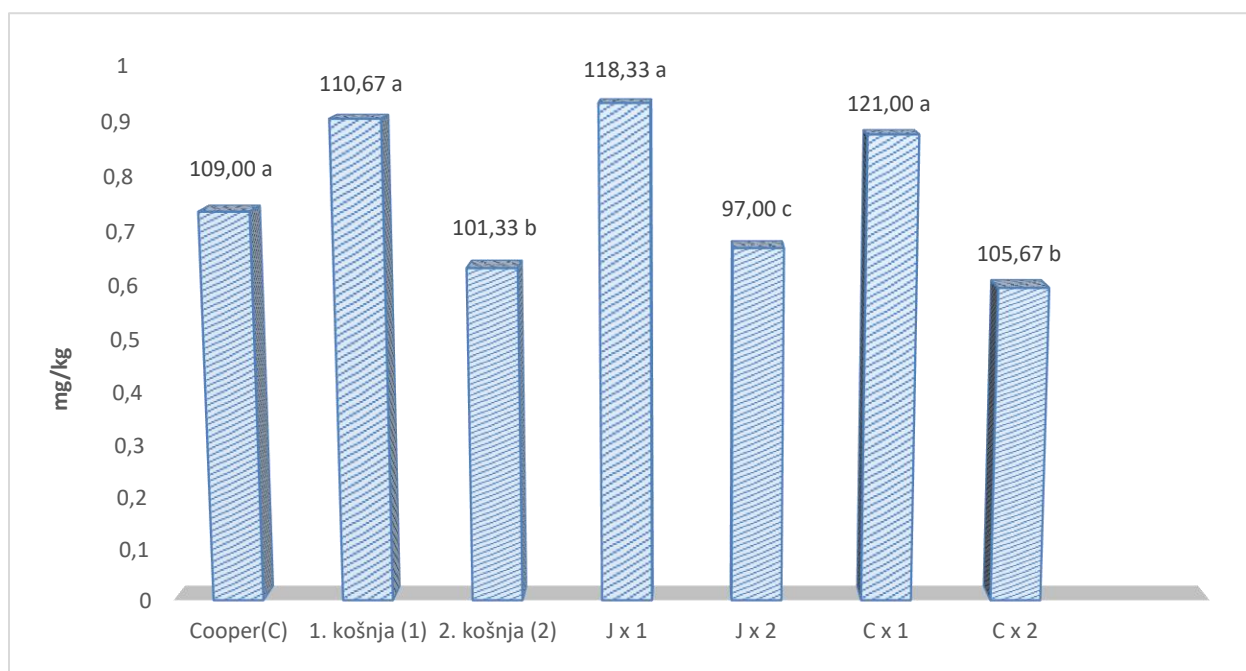


Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.5. Utjecaj interakcije otopine i košnje na količinu magnezija u herbi koprive

Grafikon 4.3.2.6. prikazuje utjecaj faktora otopine i košnje na ukupnu **količinu željeza** u herbi koprive. Faktor otopine u ovom pokusu nije imao statistički opravdani utjecaj ($p < 0,4021$). Relativno više željeza u otopini izmjereno je u koprivama koje su rasle u otopini Cooper (110,67 mg /kg ST) u odnosu na Jensen (109,00 mg /kg ST) otopinu. Faktor košnje imao je statistički opravdan utjecaj na željezo ($p < 0,0001$) te je više ovog mikroelementa bilo nakon 2. roka košnje (118,33 mg /kg ST) nego nakon 1. košnje (101,33 mg /kg ST). Isti trend utjecaja faktora zabilježen je u količini kalija.

Interakcije prvog i drugog faktora pokazale su statistički opravdani utjecaj. Promatrajući interakciju, statistički opravdano najmanja količina željeza izmjerena je u kombinaciji otopine Jensen i prve košnje ($J \times 1 = 97 \text{ mg Fe /kg ST}$). Najveća količina željeza izmjerena je u kombinaciji otopini Jensen i druge košnje ($J \times 2 = 121 \text{ mg Fe /kg ST}$), međutim to se nije statistički razlikovalo od kombinacije $C \times 2$ ($115,67 \text{ mg Fe /kg ST}$). U 1. roku košnje u koprivi iz otopine Jensen količina željeza bila je opravdano manja je od količine željeza u biljkama iz otopine Cooper ($J \times 1 = 97 \text{ mg Fe /kg ST}$; $C \times 1 = 115,67 \text{ mg Fe /kg ST}$). U 2. roku košnje, kopriva iz otopine Cooper imala je manji količinu željeza od koprive iz otopine Jensen ($J \times 2 = 121 \text{ mg Fe /kg ST}$; $C \times 2 = 115,67 \text{ mg Fe /kg ST}$). Ta je razlika također bila statistički opravdana.



Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one prema LSD testu značajno statistički razlikuju ($p < 0,05$)

Grafikon 4.3.2.6. Utjecaj interakcije otopine i košnje na količinu željeza u herbi koprive

4.3.3. Usporedba rezultata kemijskih svojstava

U istraživanju Jurčić (2019.) mjerila se količina suhe tvari, dušika, fosfora, kalija i željeza u dva roka košnje u proljetno-ljetnom razdoblju na otvorenom polju. Prva košnja provedena je prije cvatnje 30. svibnja, a druga za vrijeme cvatnje 17. srpnja. Statistički veća količina suhe tvari u koprivi izmjerena je u 2. košnji u odnosu na 1. košnju. Suprotno rezultatima u količini suhe tvari, svi ostali mjereni elementi (N, P, K, Fe) pokazali su značajno veći postotak u 1. roku košnje

u odnosu na 2. košnju. U ovom istraživanju utjecaj roka košnje pokazao je slične rezultate u količini dušika, fosfora i udjela suhe tvari u herbi koprive. Količina dušika (Grafikon 4.3.2.1.), fosfora (Grafikon 4.3.2.2.) i suhe tvari (Grafikon 4.3.1.) bili su statistički veći u 1. košnji od njihove količine u 2. košnji. Postotak kalija (Grafikon 4.3.2.3.) i željeza (Grafikon 4.3.2.6.) u ovom istraživanju bio je manji u 1. košnji u odnosu na 2. košnju, čime se razlikuje od istraživanja Jurčić (2019).

Prema istraživanju Radman i sur. (2015.) proučavan je utjecaj dušične gnojidbe na kemijski sastav koprive. U proljetno-ljetnoj sezoni kopriva se uzgajala na otvorenom polju i provedeno je 6 košnji. Istraživanje je pratilo količine suhe tvari, kalija, kalcija i željeza. Količina suhe tvari u 1. košnji bila je statistički veća od količine u 2. košnji. Postotak kalija bio je podjednak u obje košnje. Kalcij je u 1. košnji imao značajno veću količinu u odnosu na 2 košnju. Suprotno tome, količina željeza značajno je veća bila u drugoj košnji od količine izmjerene u prvom roku košnje. U provedenom istraživanju hidroponski uzgojene koprive količina željeza (Grafikon 4.3.2.6.) bila je manja u prvoj košnji od količine izmjerene u drugoj, što daje sličan rezultat kao u istraživanju 2015. Ostali rezultati se razlikuju. Količina ukupnih nitrata u prethodnom istraživanju statistički je bila veća u 2. roku košnje u odnosu na 1. rok košnje, što se pokazalo i u ovom istraživanju (Grafikon 4.3.1.1.).

Prema istraživanju Radman (2015.) na otvorenom polju, proučavao se utjecaj faktora gnojidbe i načina uzgoja na kemijski sastav dvodomne koprive, tako i na količinu magnezija u koprivi. Količina magnezija imala je značajno veći postotak nakon druge košnje u usporedbi s prvom košnjom. U ovom istraživanju također je izmjerena veća količina magnezija (Grafikon 4.3.2.5.) u drugoj košnji.

Prema istraživanju Derežić (2015.) mjeri se mineralni sastav kultivirane koprive, ovisno o razini dodane gnojidbe i roka košnje. Istraživanje se provodilo u proljetnom razdoblju 2013. na otvorenom polju. Izmjerena je količina suhe tvari i postotak ukupnog dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija. Količina suhe tvari ostvarila je statistički veći postotak u drugoj varijanti gnojidbe. Količina ukupnog dušika također je imala veći rezultat u drugoj varijanti gnojidbe. Za količinu fosfora nema statistički opravdane razlike između prve (100 kg N/ha) i druge varijante gnojidbe (200 kg N/ha). Veći postotak kalija izmjeren je u prvoj varijanti gnojidbe. Mjerenja količine kalcija i magnezija dala su podjednake rezultate u obje varijante gnojidbe. U ovom istraživanju prva otopina (Jensen) rezultirala je većom količinom suhe tvari (Grafikon 4.3.1.), fosfora (Grafikon 4.3.2.2.) i magnezija (Grafikon 4.3.2.5.) u herbi koprive od otopine Cooper. U obje otopine utvrđena je statistički jednaka količina kalija (Grafikon 4.3.2.3.) i kalcija (Grafikon 4.3.2.4.). U drugoj otopini (Cooper) utvrđena je veća količina dušika u herbi koprive u odnosu na prvu otopinu pripremljenu prema Jensen (Grafikon 4.3.2.1.).

5. Zaključak

Uvođenjem koprive u poljoprivrednu proizvodnju te primjenom novih tehnologija uzgoja, kao što je plutajući hidropon koji je primijenjen u ovom istraživanju, već je u prvoj godini uzgoja moguće postignuti zadovoljavajući prinos. Nakon dvije ostvarene košnje nadzemne mase koprive može se zaključiti da je:

- 1) Otopina slabijeg sastava pripravljena prema recepturi Jensen ($EC = 1,8 \text{ mS/cm}$) povoljno je utjecala na dimenzije listova (dužinu i širinu), količinu suhe tvari te količinu fosfora i magnezija od otopine jačeg sastava Cooper ($EC = 3,0 \text{ mS/cm}$). Otopina pripravljena prema Cooperovoj recepturi pozitivno je utjecala na količinu dušika u herbi koprive, dok je u herbi koprive uzgojene u navedenoj otopini utvrđena manja količina nitrata.
- 2) U prvoj košnji utvrđena je veća količina dušika, fosfora i kalcija u biljkama koprive. U drugom roku košnje, provedenom 19 dana kasnije, utvrđen je veći prinos te veća količina suhe tvari, kalija, magnezija, željeza i nitrata u herbi koprive..
- 3) Kombinacija otopine Cooper i 1. roka košnje rezultirala je najvećim vrijednostima morfoloških svojstava (visina biljke, dužina i širina listova) i količine magnezija. U otopini Jensen u 1. roku košnje utvrđena je najveća količina fosfora, dok je u 2. roku košnje izmjerena najveća količina dušika i kalcija.
- 4) U cilju definiranja receptura hranivih otopina koje se mogu preporučiti za hidroponski uzgoj koprive potrebno je provesti daljnja istraživanja, koja će osim novih receptura i broja košnji uključivati i proljetni te jesenski rok uzgoja koprive.

6. Popis literature

1. Ancelj, S. (2020). Gravimetrijske metode analize, Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet.
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:913617> (pristupljen: 8.2.2022.)
2. AOAC (2015). Official Method of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.
3. Bio vrt (2013.) <https://www.biovrt.com/> (pristupljeno: 13.7.2021.)
4. Božin B., Cseh V., Gavarić N., Gellény K., Hajdú Z., Háznagyné R. E., Hohmann J., Kladar N., Margóczy K., Mód L., Simon A., Srđenović Čonić B. (2020). Lokalna upotreba lekovitih biljaka u Vojvodini i južnim delovima Panonske nizije. Univerzitet u Segedinu: Medicinski fakultet Univeziteta u Novom Sadu, 66-67.
http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/18673/1/Monografija-srpski-jezik_compressed.pdf (pristupljeno: 12.7.2021.)
5. Biesiada, A., Wołoszczak, E. (2007). The effect of method of plantation establishing on yield and chlorophyll concentration of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) in the first year of cultivation. *Herba Pol*, 53(3), 85-89.
6. Bosanac, P. (2017). Proteinski izolati iz uljnih pogača lana i konoplje-priprava, karakterizacija i biološka aktivnost, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet,
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:740097> (pristupljeno: 8.2.2022.)
7. Borošić J., Benko B., Toth N. (2011.). Hidroponski uzgoj povrća. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet Zavod za povrćarstvo, 69 -70.
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:740097> (pristupljeno: 8.2.2022.)
8. Čoga L. (2009). Metode i dijagnostika u ishrani bilja : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet ,74.-79.
9. Derežić G. (2015). Utjecaj gnojidbe dušikom na morfološka svojstva i mineralni sastav koprive, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
10. Franjić J., Škvorc Ž. (2014). Šumsko zeljasto bilje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski Fakultet ; 422-423.
11. Gülçin, I., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., Büyükokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of ethnopharmacology*, 90(2-3), 205-215.
12. Gül, S., Demirci, B., Başer, K. H. C., Akpulat, H. A., Aksu, P. (2012). Chemical composition and in vitro cytotoxic, genotoxic effects of essential oil from *Urtica dioica* L. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 88(5), 666-671.

13. Hapač, M. (2021). Sadržaj polifenolnih spojeva i antioksidacijska aktivnost koprive uzgojene u sustavu plutajućih ploča, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:469403> (pristupljeno : 07.06.2022)
14. Hayden, A. L. (2006). Aeroponic and hydroponic systems for medicinal herb, rhizome, and root crops. *HortScience*, 41(3), 536-538.
15. HRN ISO 11261:2004 (Kakvoća tla -- Određivanje ukupnog dušika -- Prilagođena Kjeldahlova metoda (ISO 11261:1995))
16. Jankauskiene Z. i Gruzdeviene E. (2015). Changes in the productivity of wild and cultivated stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as influenced by the planting density and crop age. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(1).
<https://pdfs.semanticscholar.org/9750/b186bf26cf340ac019fd40bf566375af4973.pdf>
(pristupljeno: 17.6.2021.)
17. Javornik, M. (2016). Utjecaj sastava hranjive otopine i gustoće sjetve na komponente prinosa hidroponski uzgojene koprive, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:448436> (pristupljeno : 10.5.2021.)
18. Jurčić, B. (2019). Učinak biostimulatora rasta na morfološke pokazatelje i kemijski sastav koprive, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:645393> (pristupljeno: 5.10.2021.)
19. Pant, V. (2019). Himalayan Stinging Nettle: Rich Source of Protein and Minerals. *J Ethnobiol Tradit Med Photon*, 130, 1532-1548.
<https://www.researchgate.net/publication/342106990>
(pristupljeno: 15.7.2021.)
20. Petlevski, R., Hadžija, M., Slijepčević, M., Juretić, D. (2007). Sastav aminokiselina u listu koprive, korijenu odoljena i perikarpu graha (*Urticae folium, Valerianae radix et Phaseoli pericarpium*). *Farmaceutski glasnik*, 63(5), 307-314.
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:863674> (pristupljeno: 15.7.2021.)
21. Pešut, I. (2021). Sadržaj vitamina C i pigmenata lista koprive ovisno o sastavu hranive otopine plutajućeg hidropona, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:476926> (pristupljeno: 7.6.2022.)
22. Petrović, S. (2019). Biljni i tradicionalni biljni lekovi, monografije EU i lista EU. *Arhiv za farmaciju*, 69(4), 221-269.
<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0004-1963/2019/0004-19631904221P.pdf>
(pristupljeno: 15.7.2021.)
23. Plantea (2012.) Priroda i biljke. Dostupno na: <https://www.plantea.com.hr/kopriva/>
(pristupljeno: 13.7.2021.)

24. Prelac M., Bilandžija, N., Zgorelec Ž. (2016). Potencijal fitoremedijacije teških metala iz tla pomoću Poaceae kultura za proizvodnju energije. Pregledni rad. *Journal of Central European Agriculture*, 17(3), 901-916.
25. Radman, S. (2015). Utjecaj gnojidbe dušikom i načina uzgoja na kemijski sastav dvodomne koprive (*Urtica dioica* L.). Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
26. Radman, S., Fabek, S., Žutić, I., Benko, B., Toth, N. (2014). Stinging nettle cultivation in floating hydropon. *Contemp. Agric*, 63(3), 215-223.
27. Radman, S., Žutić, I., Fabek, S., Frkin, A., Benko, B., Toth, N. (2015.) Utjecaj temperature i svjetla na klijavost sjemena koprive. U: Pospišil, M. (ur.) Zbornik radova 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma.
<https://www.researchgate.net/publication/272814168>
(pristupljeno: 13.7.2021.)
28. Radman, S., Žutić, I., Fabek, S., Žlabur, J. Š., Benko, B., Toth, N., Čoga, L. (2015). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 889-896.
<http://ejfa.me/index.php/journal/article/view/971> (pristupljeno: 17.5.2021.)
29. Sikirić, L. (2021). Bioaktivni spojevi i morfološka svojstva hidroponski uzgojene koprive pod utjecajem otopina različitog sastava, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:146840> (pristupljeno : 6.1.2022.)
30. Stepanović B., Radanović D., Turšić I., Nemečević N., Ivanec J. (2009). Uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja. Jan-Spider d.o.o. Pitomača
31. Stubljarić, S., Žutić, I., Fabek, S., Benko, B., Toth, N. (2013). Utjecaj načina uzgoja i gnojidbe dušikom na morfološka svojstva dvodomne koprive. *Glasnik zaštite bilja*, 36(6), 12-21.
https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=239933
(pristupljeno: 1.6.2021.)

Životopis

Lucija Prša rođena je 3. studenog 1997. u Zagrebu. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja od 2012. do 2016. godine pohađala je Zdravstveno učilište Zagreb, smjer farmaceutski tehničar. Godine 2016. upisuje preddiplomski studij Agroekologija na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu. Stekla je zvanje sveučilišne prvostupnice agroekologije obranom završnog rada „Metode mjerenja indeksa površine lista (eng. LAI) u poljoprivredi s naglaskom na daljinskim istraživanjima“ 2019. godine, nakon čega upisuje diplomski studij Hortikultura-Povrćarstvo. Stručnu praksu odrađuje u Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu te na OPG-u Zlatko Celić. Studentica poznaje napredni stupanj engleskog (B2) i vještine rada na računalu Microsoft Office.