

# Utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal petunije (*Petunia hybrida* L.)

---

Pranjковиć, Eva-Lorena

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*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:151:516027>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



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**

Eva-Lorena Pranjković

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**UTJECAJ VODNOG STRESA NA ALELOPATSKI POTENCIJAL PETUNIJE**

*(Petunia hybrida L.)*

Diplomski rad

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Eva-Lorena Pranjković

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**UTJECAJ VODNOG STRESA NA ALELOPATSKI POTENCIJAL PETUNIJE**

*(Petunia hybrida L.)*

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Renata Baličević, predsjednik
2. doc. dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Monika Marković, član

**Osijek, 2021.**

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	3
2. Pregled literature.....	4
3. Materijal i metode .....	8
3.1. Biljna masa .....	8
3.2. Priprema vodenih ekstrakata.....	8
3.3. Test vrsta .....	8
3.4. Pokus .....	9
3.5. Prikupljanje i statistička obrada podataka .....	9
4. Rezultati .....	10
4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na klijavost sjemena rotkvice .....	10
4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na duljinu korijena klijanaca rotkvice.....	15
4.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na duljinu izdanka klijanaca rotkvice .....	17
4.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na svježu masu klijanaca rotkvice .....	19
5. Rasprava .....	21
6. Zaključak .....	23
7. Popis literature .....	25
8. Sažetak .....	30
9. Summary .....	31
10. Popis slika.....	32
11. Popis grafikona .....	33

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. Uvod

Alelopatija (grč. ἀλλήλων – jedan drugog, πάθος – patnja) je biološki fenomen koji podrazumijeva proizvodnju i izlučivanje različitih spojeva, među kojima i sekundarnih metabolita jedne biljke, koji djeluju direktno ili indirektno, negativno ili pozitivno na druge vrste odnosno utječu na njihov rast i razvoj (Rice, 1984., Elmore i Abendroth, 2007.). Pojam alelopatija prvi je puta uporabio austrijski botaničar Hans Molisch u svojoj zadnjoj knjizi *Der Einfluss einer pflanze auf die andere-Allelopathie* iz 1937.godine (Kleflin, 2016.). Tek je u prvoj polovici 20. stoljeća prvi puta definiran pojam alelopatije, a prije toga nisu postojali adekvatni znanstveni dokazi iako su postojala zapažanja alelopatskih učinaka biljaka.

Prva saznanja o alelopatskim sposobnostima biljaka datiraju još iz vremena grčkih filozofa Demokrita (460. – 370. pr.n.e.) i Teofrasta (372. – 286.) koji je prvi naveo fitotoksične utjecaje u svom djelu „*Enquiry into Plants*“, a kao konkretan primjer navodi da slanutak (*Cicer arietinum* L.) ne poboljšava tlo, već ga iscrpljuje (Rizvi i Rizvi, 1992.).

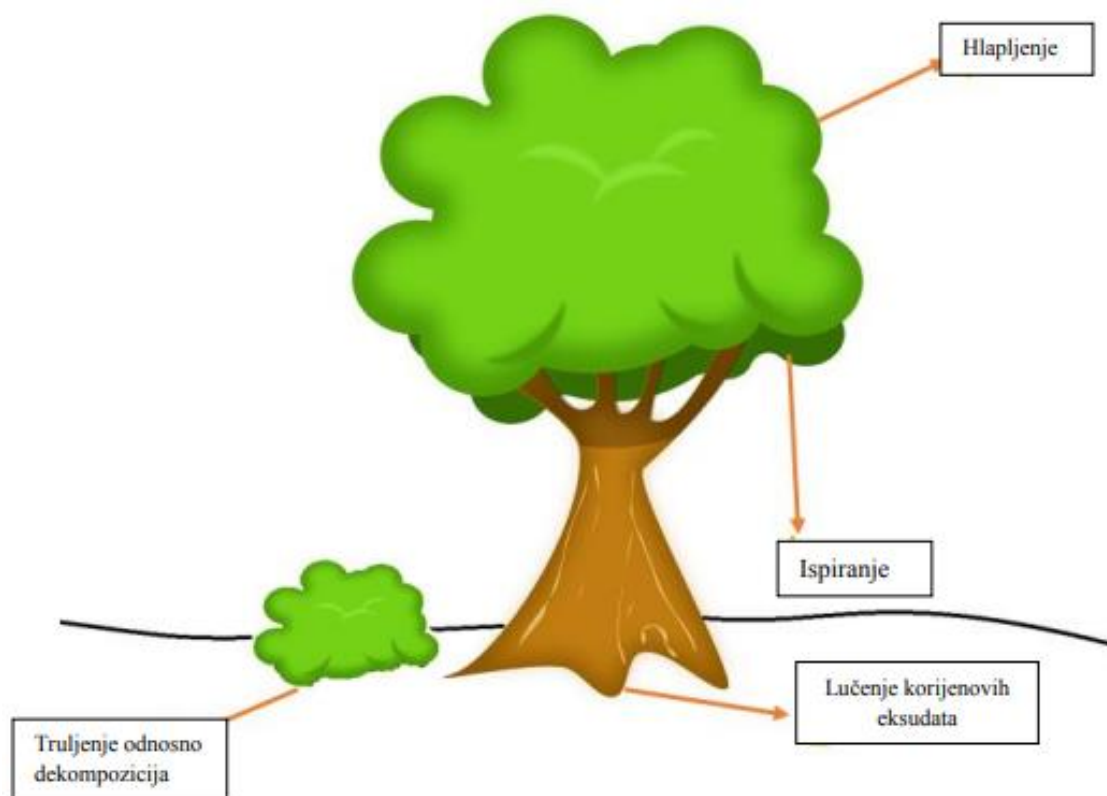
Alelopatija je u najvećem postotku tipična za biljke, ali alelopatski potencijal pokazuju i drugi organizmi: mikroorganizmi, gljive, alge, koralji.

Biljka samostalno stvara alelokemikalije, koje su biološki spojevi nastali sekundarnim reakcijama iz primarnih metabolita. Alelokemikalije su složeni spojevi koji uključuju: fenolne spojeve, flavonoide, alkaloidne, steroide, ugljikohidrate i aminokiseline, a alelopatski učinak kombinacije različitih spojeva može biti veći od učinka samo jednoga spoja (Ozcatalbas i Brumfield, 2010.). To su nusprodukti i biljka ih ne koristi za svoj metabolizam te nemaju bitnu ulogu u primarnom metabolizmu neophodnom za preživljavanje biljaka (Swain, 1977.). Prisutnost alelokemikalija utvrđena je u gotovo svim biljkama i njihovim biljnim tkivima: korijenu, stabljici, listovima, kori, pupovima, cvjetovima, polenu, plodovima i sjemenu (Putnam i Tang, 1986., Alam i sur., 2001.).

Alelopatske tvari oslobađaju se u okoliš na različite načine: procesima dekompozicije biljnog materijala u tlu i na tlu, izlučivanjem kroz žlijezde korijena, ispiranjem iz biljnih kišom, maglom, snijegom, hlapljenjem te volatilizacijom odnosno isparavanjem (Rice, 1984., Putnam i Tang, 1986.).

Djelovanje alelokemikalija na biljku primatelja ovisi o njoj samoj te o biljci donoru koja ih proizvodi, a sami spojevi imaju utjecaj na klijavost i rast susjednih biljaka zbog ometanja važnih fizioloških procesa poput fotosinteze, disanja, dijeljenja stanica te ravnoteže

hormona i vode u biljci i to uglavnom inhibicijom enzima (Soltys i sur., 2013.). Utjecaj alelokemikalija ovisi o koncentraciji i biljnom djelu biljke. U većini slučajeva, značajno negativno djelovanje pokazuju više koncentracije, a pozitivan učinak u pravilu imaju niže koncentracije (Marinov-Serafimov, 2010., Treber i sur., 2015.). Ovisno o biljnom dijelu, razlikuje se alelopatski potencijal, a najčešće su listovi ti koji imaju najveću koncentraciju alelokemikalija i najveće inhibitorno djelovanje (Tanveer i sur., 2010., Ravlić i sur., 2012.).



Slika 1. Ispuštanje alelopatskih tvari u okoliš

(<https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/allelochemicals/>)

Zbog izloženosti osjetljivih biljaka alelokemikalijama koje dovode do promjena u klijavosti, rastu i razvoju, alelopatija je jedan od načina kako pojedine biljke preživljavaju u prirodi. Alelopatija se u suvremenoj poljoprivredi pojavila kao pragmatičan pristup u rješavanju pitanja o suzbijanju štetočina, ublažavanju stresa i poboljšavanju rasta na više načina, za suzbijanje korova kao zamjena herbicidima u obliku malčeva, inkorporacije

biljnih ostataka, pokrovnih usjeva i vodenih ekstrakata te za poboljšanje otpornosti biljke na abiotski stres (Farooq i sur., 2013.).

Brojni okolišni čimbenici, biotski i abiotski, kao što su suša, sunčevo zračenje, temperatura, utjecaj bolesti i štetnika također mogu značajno utjecati na alelopatski potencijal biljaka (Einhellig, 1995., Tongma i sur., 2001., Motamedi i sur., 2016., Wang i sur., 2016., Ghafari i sur., 2018., Mijić, 2020.).

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal nadzemnog djela petunije. Vodeni ekstrakti pripremljeni su od nadzemne mase petunije pri različitim normama navodnjavanja, a njihov alelopatski potencijal testiran je na klijavost sjemena i rast klijanaca rotkvice u tri koncentracije.

## 2. Pregled literature

Biljke mogu ometati rast i razvoj drugih biljaka kompeticijom, alelopatijom ili oboje. Za razliku od kompeticije za resurse, alelopatija uključuje oslobađanje alelokemikalija iz živih ili mrtvih biljaka u okoliš (Meiners i sur., 2012.). Identifikacija alelokemikalija iz biljaka i njihovog okoliša ključna je za razumijevanje alelopatijskih interakcija između biljaka. Do sada su istražene i identificirane brojne alelokemikalije iz različitih biljnih vrsta. Ove alelokemikalije kemijski su različite i zastupljene su fenolnim spojevima (jednostavni fenoli, flavonoidi, kumarini i kinoni), terpenoidima (monoterpeni, seskviterpeni, diterpeni, triterpeni i steroidi), alkaloidima i spojevima koji sadrže dušik, (neproteinskim aminokiselinama, benzoksazinoidi, cijanogeniglikozidi) i mnogim drugim kemijskim skupinama (Macias i sur., 2019.).

Tijekom evolucije biljke su razvile fizičke i kemijske mehanizme obrane od štetnika i patogena (Bernards, 2010.). Tradicionalna kompeticija za resurse smatrala se najvažnijim čimbenikom koji utječe na biljne zajednice (Niklas i Hammond, 2013.), međutim, novija istraživanja opisuju alelopatiju kao važan aspekt obrane biljaka koji utječe na njihovu raznolikost (Fernandez i sur., 2013.). U tom procesu biljke oslobađaju raznolik spektar sekundarnih metabolita, niske molekularne mase za koje se smatra da su u interakciji s okolinom, tako što inhibiraju klijanje ili rast susjednih biljaka (Fernandez i sur., 2016.).

Identificirano je približno 100 000 sekundarnih metabolita u biljkama (Afendi i sur., 2012.). Manji broj njih opisuje se kao bioaktivne alelokemikalije i općenito su klasificirani kao članovi posebnih kemijskih skupina koje uključuju fenole, terpenoide, glikosteroide i alkaloidne (Ahuja i sur., 2012.). Međutim, mnoge su biljke razvile strategije proizvodnje i recikliranja ovih bioaktivnih metabolita; pretvorba jednog proizvoda u drugi putem metabolizma biljaka, rezultira potpuno drugačijom biološkom funkcijom. U nekim slučajevima, jedan spoj ili srodna skupina spojeva može imati više funkcija. Na primjer, strigolaktoni su stimulatori klijanja parazitskih biljaka, dok su drugi laktoni snažni inhibitori klijanja. Unatoč razlikama u biološkoj aktivnosti i načinu djelovanja, srodni spojevi obično dijele slične biosintetske puteve, dok se neke klase metabolita, uključujući fenole, mogu proizvesti različitim biosintetskim putevima i prekursorima (Neilson i sur., 2013.). Specijalizirani obrambeni mehanizmi uključuju proizvodnju i oslobađanje bioaktivnih metabolita, od kojih su neki konstitutivni i nalaze se u svakom razredu biljaka, dok se drugi sintetiziraju ili aktiviraju kao odgovor na biotičke i abiotičke stresore (Bartwal i sur., 2013.).



Sekundarni metaboliti, uključujući alelokemikalije, sve su prisutni u prirodi i mogu se s vremenom otpustiti iz svih biljnih tkiva, uključujući lišće, stabljiku, korijenje, cvijeće, sjeme, rizome, pelud, koru i pupoljke (Weston i Duke, 2003.).

Biljne vrste stalno su izložene nepovoljnim uvjetima u okolišu, poput suše, poplava, ekstremnih temperatura, prekomjerne soli, teških metala, zračenja visokog intenziteta, alelokemikalija ili infekcije patogenim uzročnicima. Iz tog razloga biljke u svojim ekološkim nišama obično žive daleko od svojih fizioloških optimuma (barem u nekom dijelu životnog ciklusa) (Osmond i sur., 1987.).

Slično kao i stres, alelopatija je asimilirana s procesom i učinkom. "Vidljivi" fiziološki učinci interakcija alelopatije često se promatraju kao inhibirano ili odgođeno klijanje sjemena, ili smanjeni rast klijanaca, koji su sekundarni odgovori primarnih učinaka na metaboličke procese kao što su fotosinteza, disanje, dioba stanica, sinteza pigmenta, proizvodnja biljnih hormona i njihova ravnoteža, stabilnost i propusnost membrane, unos minerala, kretanje stomata, sinteza aminokiselina, fiksacija dušika i specifične aktivnosti enzima (Pedrol i sur., 2006.).

Fiziološki odgovori biljaka na alelopatiju posebno su složeni jer ne odražavaju prilagodbu samo na biotički stres, već su rezultat generacija koevolucije različitih vrsta i njihovih odnosa s okruženjem. Alelopatske kemikalije mijenjaju rast i razvoj biljaka, a mnogi spojevi imaju nekoliko fitotoksičnih učinaka (Einhellig, 2002.).

Ghafari i sur. (2018.) istražili su alelopatski potencijal devedeset i dvije populacije iranskog kumina u pokusu s navodnjavanjem te u uvjetima stresa izazvanog sušom. Vodni stres povećao je alelopatski učinak sjemenki kumina u pokusima u laboratoriju.

Tongma i sur. (2001.) istraživali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata različitih biljnih dijelova meksičkog suncokreta (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) koji je uzgajan u uvjetima vodnog stresa. Vodeni ekstrakti od svih biljnih dijelova meksičkog suncokreta koji je uzgajan pri nižoj vlažnosti tla imali jače inhibitorno djelovanje na duljinu korijena i izdanka klijanaca riže.

Utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal invazivne biljke gorke loze (*Mikania micrantha* H.B.K.) istraživali su Wang i sur. (2016.). Značajan vodni stres utječe na poboljšanje biosinteze alelokemikalija u gorkoj lozi što može utjecati na njezin intenzivniji negativni alelopatski utjecaj na susjedne biljke.

Mijić (2020.) je istraživao utjecaj vodnog stresa odnosno različitih normi navodnjavanja na alelopatski potencijal salate (*Lactuca sativa* L.). Vodeni ekstrakti pripremljeni od listova salate uzgajane pri različitim normama navodnjavanja (45 mm, 90 mm i 135 mm) testiranisu u tri koncentracije (2,5%, 5% i 10%) na klijavost sjemena i rast klijanaca rotkvice. Alelopatski potencijal ovisio je o koncentraciji vodenih ekstrakata te normi navodnjavanja odnosno utjecaju vodnog stresa na salatu. Povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata povećavao se i negativni alelopatski utjecaj te su vodeni ekstrakti najviše koncentracije potpuno inhibirali rast klijanaca rotkvice. Vodni stres utjecao je na alelopatski potencijal salate te su vodeni ekstrakti pripremljeni od salate uzgajane pri dvije niže norme navodnjavanja imali statistički značajno jače negativno djelovanje od ekstrakata salate uzgajane pri najvišoj normi navodnjavanja.

Oyerinde i sur. (2009.) u svom su radu ispitivali alelopatski učinak svježeg vodenog ekstrakta izdanaka biljke *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) na klijanje sjemena i rast kukuruza. Vodeni ekstrakt svježih izdanaka nije pokazao značajan alelopatski učinak na klijavost kukuruza, ali je pokazao značajan inhibitorski učinak na duljinu korijena i izdanka kukuruza. U radu je utvrđeno da vodeni ekstrakt *T. diversifolia* značajno stimulira rast biljaka starih dva tjedna i više. Uočeno je da je primjena svježeg vodenog ekstrakta izdanka *T. diversifolia* značajno poboljšala parametre rasta poput svježe i suhe mase klijanaca, površine lista i omjer.

Cilj istraživanja Hatata i El-Dariera (2009.) bila je utvrditi alelopatske učinke vodenog ekstrakta biljke *Achillea santolina* L. na suhu tvar i sadržaj fotosintetskog pigmenta, kao i neke metaboličke i biokemijske procese tijekom klijanja pšenice (*Triticum aestivum* L.). Kako bi se isključio utjecaj osmotskog stresa u biljnoj reakciji na fitotoksične spojeve; u istraživanju je uspoređen učinak vodenih ekstrakata u koncentracijama od 0,5%, 1%, 2%, 4% i 8% (w/v). Većina izmjerenih parametara pšenice pokazala je veliku osjetljivost na ekstrakt vrste *A. santolina*. Klijavost, dužina izdanka i korijena, suha masa, sadržaj vode, sadržaj klorofila, proteini, ugljikohidrati i prolin značajno su inhibirani povećanjem koncentracije alelokemikalija ekstrahiranih iz vrste *A. santolina*.

Ismail i Salama (2021.) proveli su test klijanja kako bi se istražilo alelopatsko djelovanje vodenih ekstrakata crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L.) na klijanje, rast i prinos vrsta (*Vicia faba* L.) i graha (*Phaseolus vulgaris* L.). Deset tretmana, uključujući kontrolu, pripremljeno je korištenjem ekstrakata dobivenih od različitih dijelova *S. nigrum*, uključujući korijenje, lišće i sjeme u tri koncentracije (10, 40 i 60%) za provođenje testa

klijanja. Rezultati testa klijanja otkrili su da su vodeni ekstrakti korijena i lišća značajno smanjili postotak klijanja, duljinu korijena i izdanka obje test vrste. Postojao je izravan negativan odnos između testa klijanja i korištenih dijelova biljke, uključujući i njihove koncentracije. Ekstrakt sjemena nije pokazao značajan utjecaj u odnosu na kontrolu.

Alelopatski učinak ekstrakata lista u različitim koncentracijama vrste *Acacia auriculiformis* i njegova moguća fitotoksičnost istraženi su u laboratorijskom pokusu na nekoliko poljoprivrednih usjeva i to smeđu gorušicu (*Brassica juncea* L.), mungo grah (*Phaseolus mungo* L.), rotkvicu (*Raphanus sativus* L.), dugu vignju (*Vigna unguiculata* L.) i slanutak (*Cicer arietinum* L.). Učinci različitih koncentracija vodenih ekstrakata uspoređeni su s destiliranom vodom (kontrola). Vodeni ekstrakti uzrokovali su značajan inhibitorni učinak na klijanje, duljinu korijena i izdanaka te razvoj bočnih korijena tretiranih biljaka. Istraživanje je pokazalo da je inhibitorni učinak proporcionalan koncentracijama ekstrakata, a veća koncentracija (50-100%) imala je jači inhibitorni učinak, dok je u nekim slučajevima niža koncentracija (10-25%) pokazala stimulatívni učinak. Rezultati su također otkrili da je inhibitorni učinak mnogo izraženiji na razvoj korijena i bočnog korijenja, a ne na klijanje i rast izdanaka navodi Hoque (2003.).

### **3. Materijal i metode**

Pokus je proveden tijekom 2020./2021. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek sa svrhom utvrđivanja utjecaja vodnog stresa na alelopatski potencijal petunije.

#### **3.1. Biljna masa**

Za pripremu vodenih ekstrakata, kao donor vrsta upotrijebljen je nadzemni dio petunije (*Petunia hybrida* L.) koja je navodnjavanja u tri različite norme. Za pokus su korištene biljke iz pokusa Škorić (2018.). u kojemu su primijenjena tri obroka navodnjavanja, a jedan obrok je količina vode koju dodajemo u jednom navodnjavanju. Za tretman (A1) vlažnost supstrata održavana je na 70% retencijskog kapaciteta za vodu (RK), u tretmanu (A2) vlažnost supstrata održavana je na 85% RK i u trećem tretmanu (A3) vlažnost je održavana na 100% RK. Retencijski kapacitet supstrata za vodu je količina vode koju supstrat može zadržati, tada su sve mikropore supstrata ispunjene vodom, a makropore zrakom. Sveukupno je tijekom pokusa norma navodnjavanja po tretmanima iznosila 51,5 mm za tretman A1, za tretman A2 iznosila je 91,5 mm i na trećem, A3 tretmanu, norma navodnjavanja iznosila je 132,5 mm.

Na kraju vegetacijskog razdoblja biljke (stabljike, grane, cvjetovi i listovi) su sušene u sušioniku u periodu od 24 sata na 105 °C. Osušena i samljevena masa u električnom mlinu i pohranjena u papirnate vrećice do izvođenja pokusa.

#### **3.2. Priprema vodenih ekstrakata**

Vodeni ekstrakti od nadzemne biljne mase petunije pripremljeni su prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.). Od osušene biljne mase petunije izvagano je 5 g, zatim je potopljeno u 100 ml destilirane vode. Dobivena je smjesa stajala na sobnoj temperaturi tijekom 24 h. Po isteku 24 h, da bi se uklonile grube čestice, smjesa je filtrirana kroz muslinsko platno i dobiveni su vodeni ekstrakti koncentracije 5%. Navedeni ekstrakti razrijeđeni su destiliranom vodom da bi se dobile koncentracije 1% i 2,5%. Vodeni ekstrakti spremljeni su u hladnjak na temperaturu od 4°C do obavljanja pokusa.

#### **3.3. Test vrsta**

Kao test vrsta u pokusu je korišteno komercijalno dostupno sjeme rotkvice (sorta Saxa). Prije izvođenja pokusa sjeme je površinski dezinficirano s 1% NaOCl u trajanju od 20

minuta te je destiliranom vodom isprano tri puta (Siddiqui i sur., 2009.). Rotkvica je, s obzirom na njezinu osjetljivost na kemijske inhibitore i stimulatore te brzinu klijanja sjemena i rasta klijanaca, izabrana kao test vrsta pogodna za ovaj pokus (Motamedi i sur., 2016.).

### **3.4. Pokus**

Pokus je postavljen u kontroliranim laboratorijskim uvjetima prema potpuno slučajnom planu, s tretmanima u šest ponavljanja. Tretmane je činilo 30 sjemenki rotkvice koje su klijale na filter papiru navlaženom s 3 ml ekstrakta određene koncentracije. Za kontrolni tretman, filter papir je navlažen destiliranom vodom. Na laboratorijskim je klupama sjeme rotkvice naklijavano pet dana pri temperaturi od 22 ( $\pm$ 2) °C.

### **3.5. Prikupljanje i statistička obrada podataka**

Na kraju pokusa procijenjen je alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata mjerenjem određenih parametara:

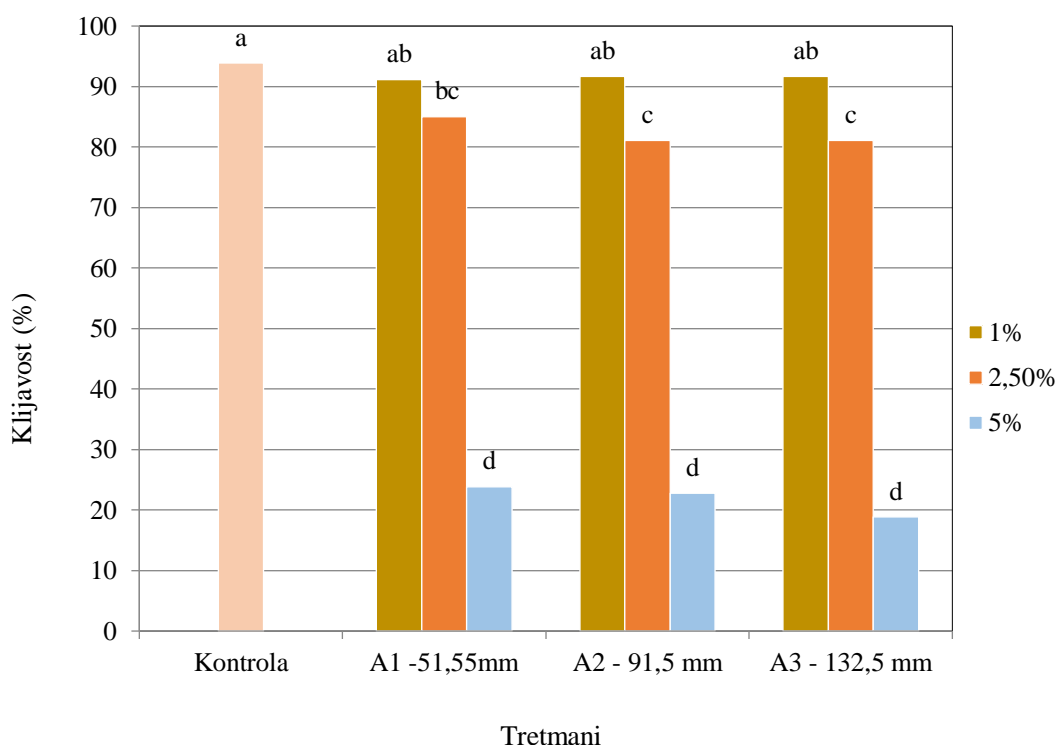
- I. ukupna klijavost/nicanje sjemena (%);  $K$  (klijavost) = (broj klijavih sjemenki / ukupan broj sjemenki) x 100;
- II. duljina korijena klijanaca (cm); izmjerena korištenjem milimetarskog papira;
- III. duljina izdanka klijanaca (cm); izmjerena korištenjem milimetarskog papira;
- IV. svježa masa klijanaca (mg); izmjerena korištenjem elektroničke vage (0,0001 g).

Za izračun srednjih vrijednosti svih mjerenih parametara, svi su prikupljeni podaci računalno obrađeni u programu Excel. Nakon toga podaci su analizirani statistički analizom varijance (ANOVA), a LSD testom, na razini 0,05, testirane su razlike između srednjih vrijednosti tretmana.

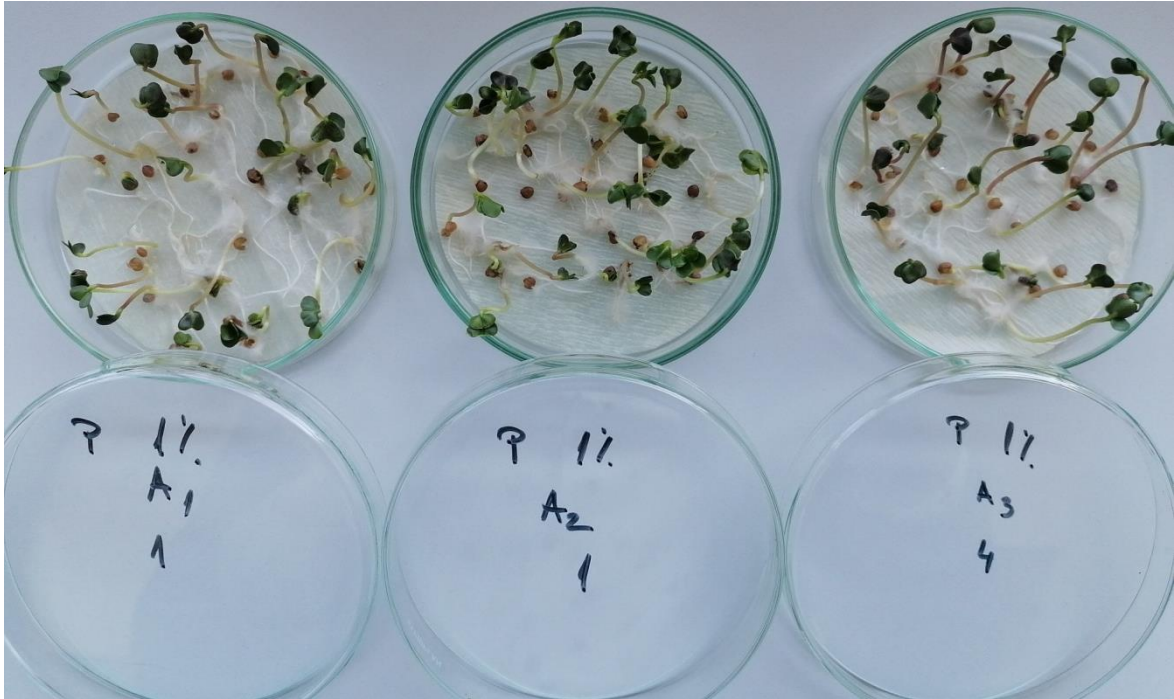
## 4. Rezultati

### 4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na klijavost sjemena rotkvice

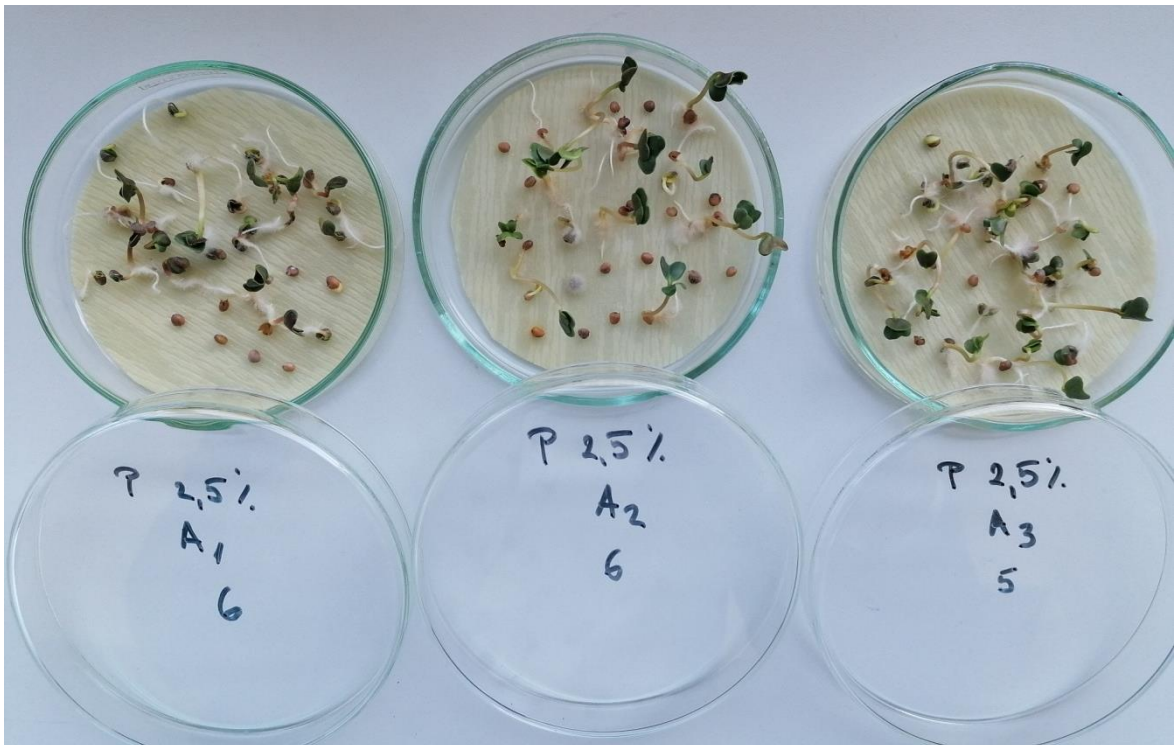
Vodeni ekstrakti pripremljeni od petunije, uzgajani pri različitim normama navodnjavanja, pokazali su statistički značajan negativni alelopatski utjecaj na klijavost sjemena rotkvice (grafikon 1., slika 2.,3.,4.,5.,6.,7). Norma navodnjavanja petunije nije pokazala statistički značajne razlike kod vodenih ekstrakata koncentracije 1% koje su klijavost sjemena rotkvice neznatno smanjile. Kod vodenih ekstrakata koncentracije 2,5%, pri svim normama navodnjavanja, klijavost se u odnosu na kontrolu smanjila od 9,5 % do 13,6% te nije bilo razlike među tretmanima. Kod najveće koncentracije vodenih ekstrakata u iznosu od 5%, kod svih normi navodnjavanja, zabilježena su veća odstupanja odnosno došlo je do velikog smanjenja klijavosti, od 74,6% do 79,9%. Nema statistički značajne razlike između sve tri norme navodnjavanja pri istim koncentracijama. Najveće inhibitorno djelovanje i značajno veći negativni alelopatski utjecaj zabilježen je u tretmanu A3 s normom navodnjavanja od 132,5 mm, pri koncentraciji od 5%, a postotak smanjenja klijavosti sjemena rotkvice iznosio je 79,9%.



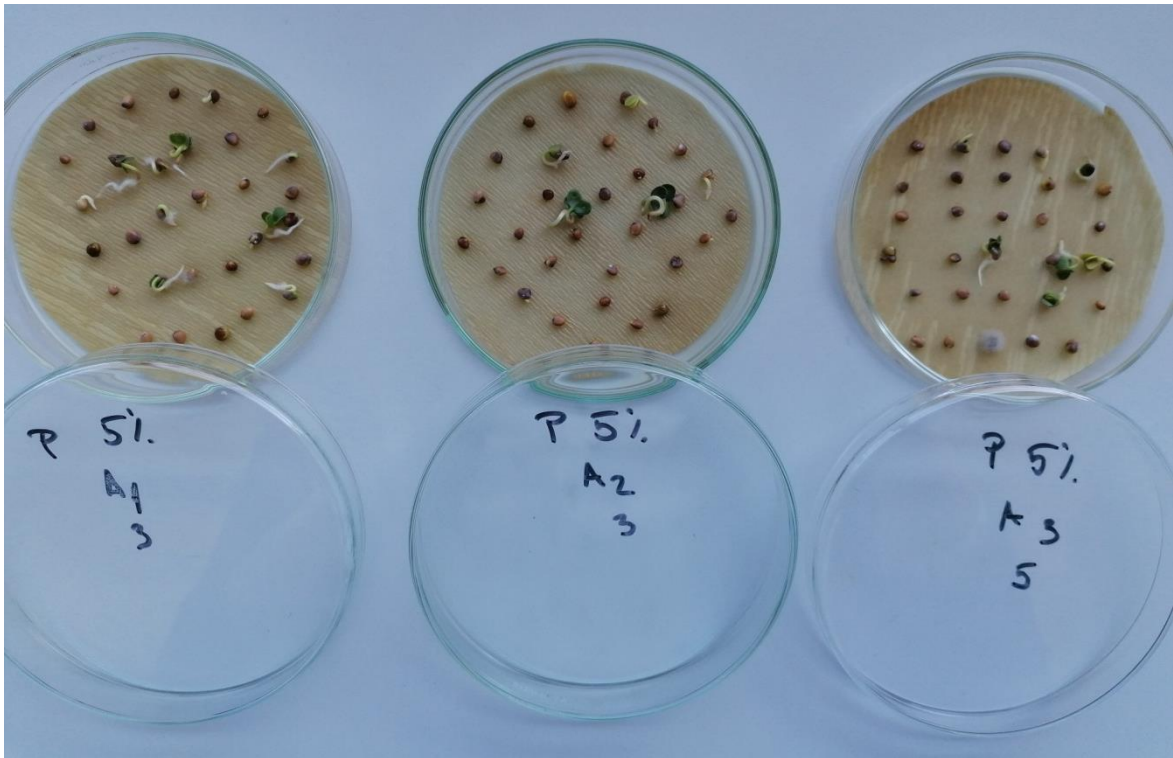
Grafikon 1. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na klijavost sjemena rotkvice



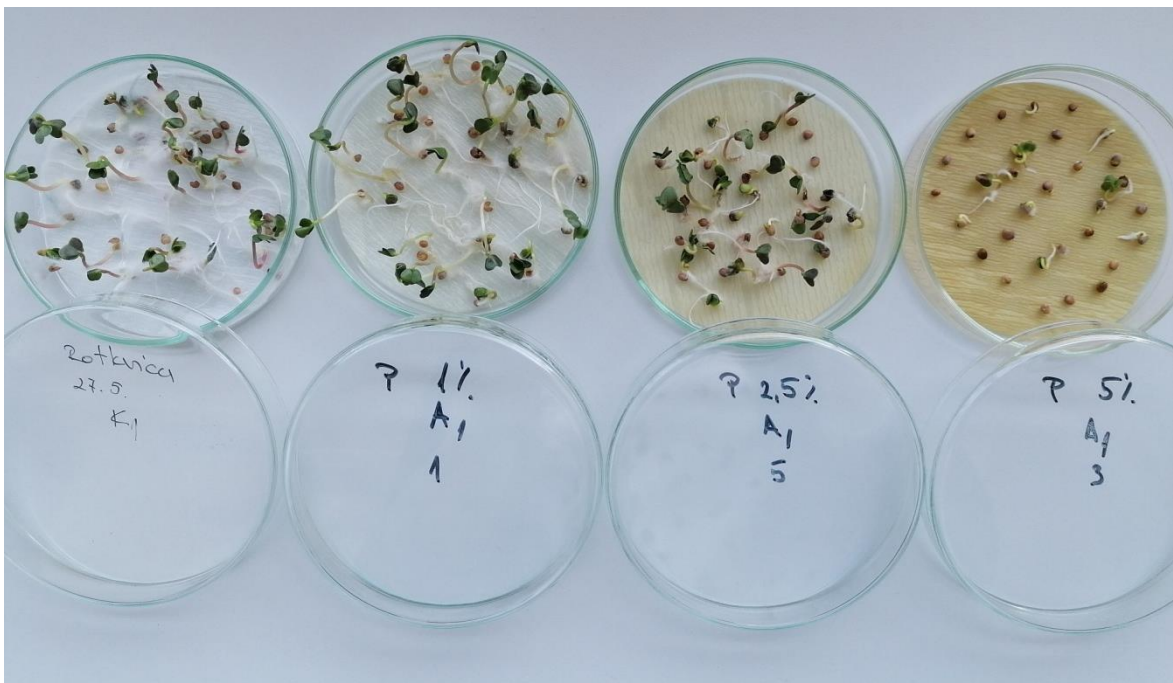
Slika 2. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 1% (Pranjковиć, E.-L.)



Slika 3. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 2,5% (Pranjковиć, E.-L.)

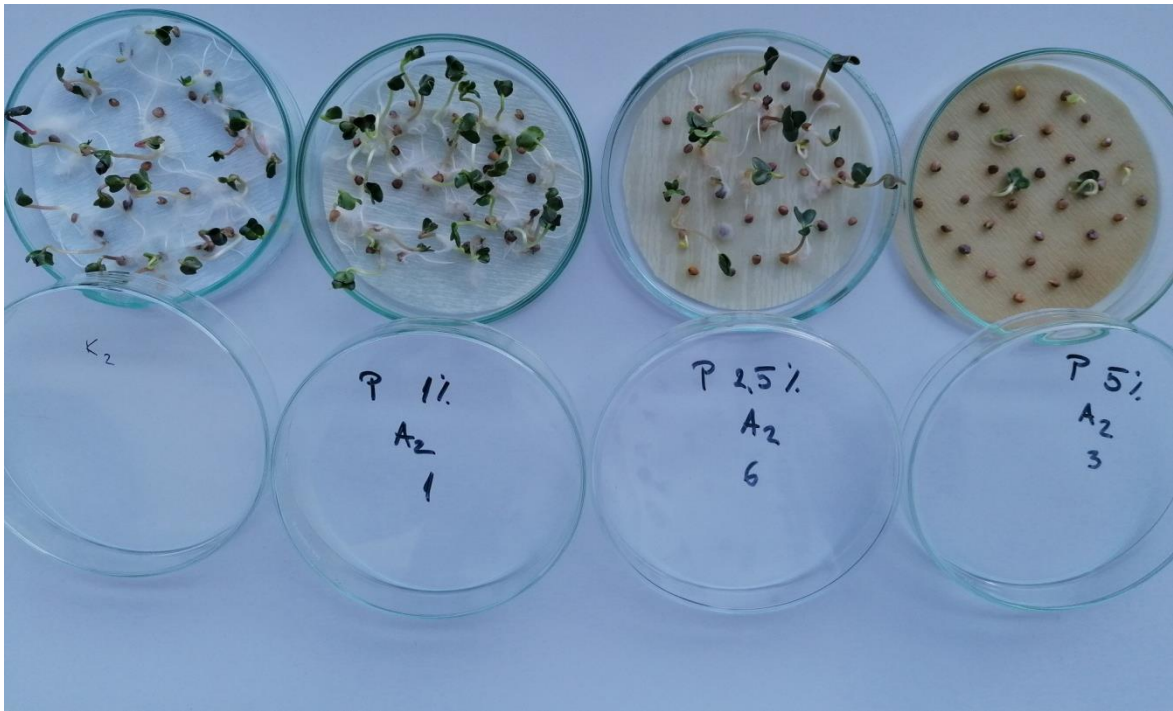


Slika 4. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 5% (Pranjковиć, E.-L.)

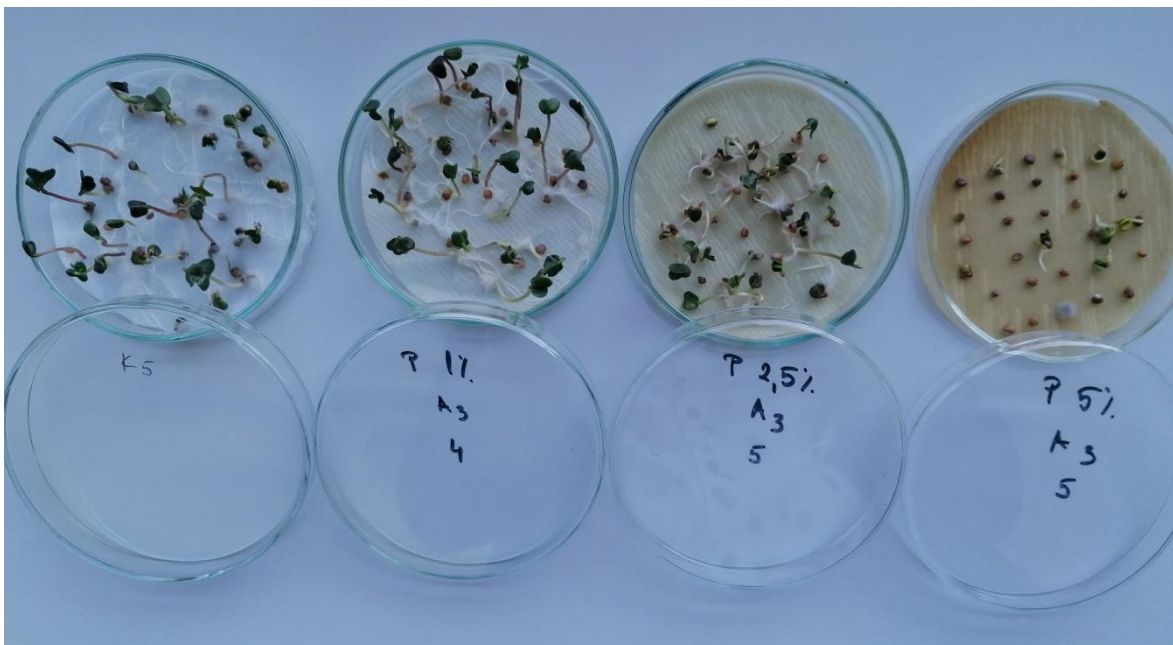


Slika 5. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A1 (51,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjковиć, E.-L.)

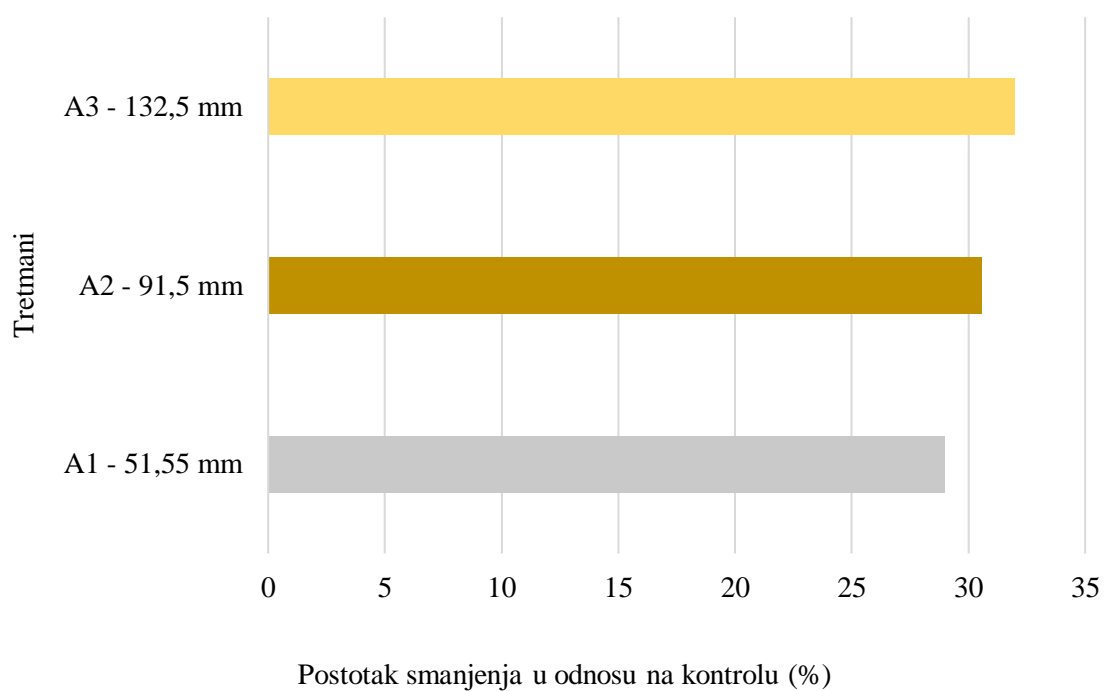




Slika 6. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A2 (91,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjko*vić*, E.-L.)



Slika 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A3 (132,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjko*vić*, E.-L.)

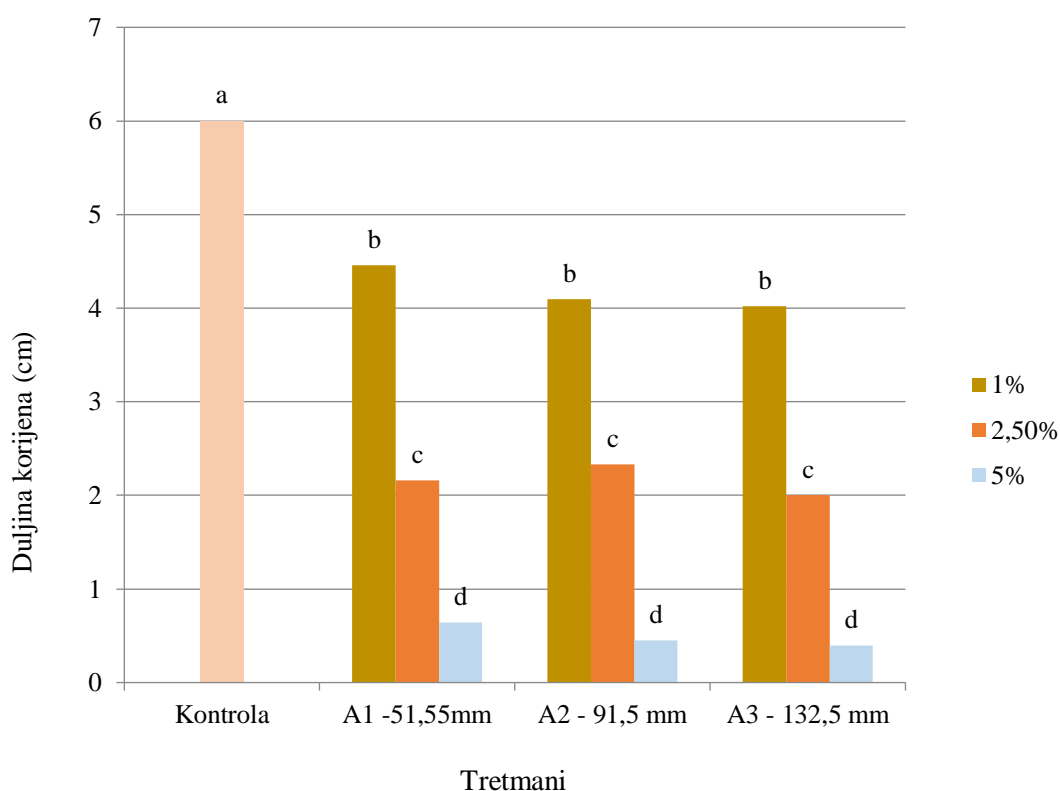


Grafikon 2. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na klijavost sjemena rotkvice

Vodeni ekstrakti petunije su iz različitih normi navodnjavanja, neovisno o koncentraciji, podjednako smanjili klijavost sjemena rotkvice u odnosu na kontrolu: u tretmanu A1 klijavost je smanjena za 29%, u tretmanu A2 smanjenje klijavosti je 30,6 %, a u trećem, A3 tretmanu klijavost je smanjena za 31,9%.

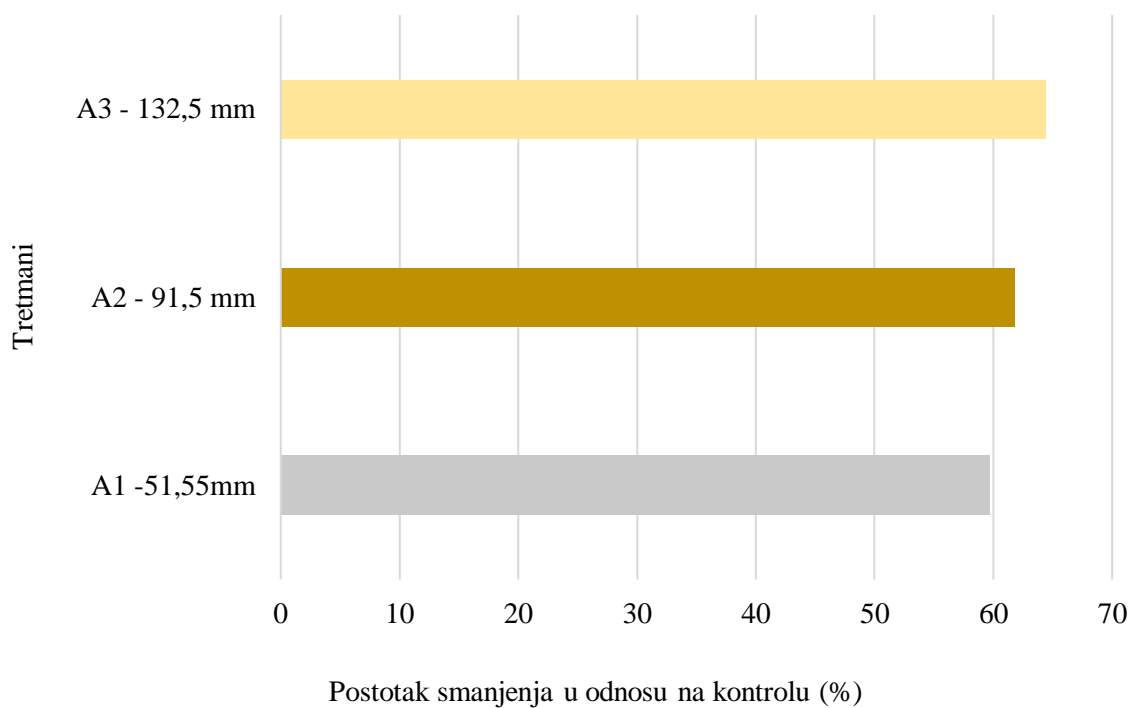
#### 4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na duljinu korijena klijanaca rotkvice

Vodeni ekstrakti pripremljeni od petunije pri različitim normama navodnjavanja u svim su istraživanim koncentracijama pokazali statistički značajan negativan alelopatski utjecaj na duljinu korijena klijanaca rotkvice (grafikon 3.). Različite norme navodnjavanja petunije pokazale su statistički značajne razlike kod vodenih ekstrakata koncentracije 1% te su utjecali na smanjenje duljine korijena od 25,7% do 33,1% u odnosu na kontrolu. Kod svih normi navodnjavanja vodenih ekstrakata koncentracije 2,5% uočen je veći negativni alelopatski potencijal na duljinu korijena klijanaca, a smanjenje se kretalo od 61,1% do 66,6%. Najveći negativan alelopatski utjecaj izmjeren je u tretmanima svih normi navodnjavanja pri koncentraciji od 5%, a iznosio je od 89,3 % do 93,4%.



Grafikon 3. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na duljinu korijena klijanaca rotkvice

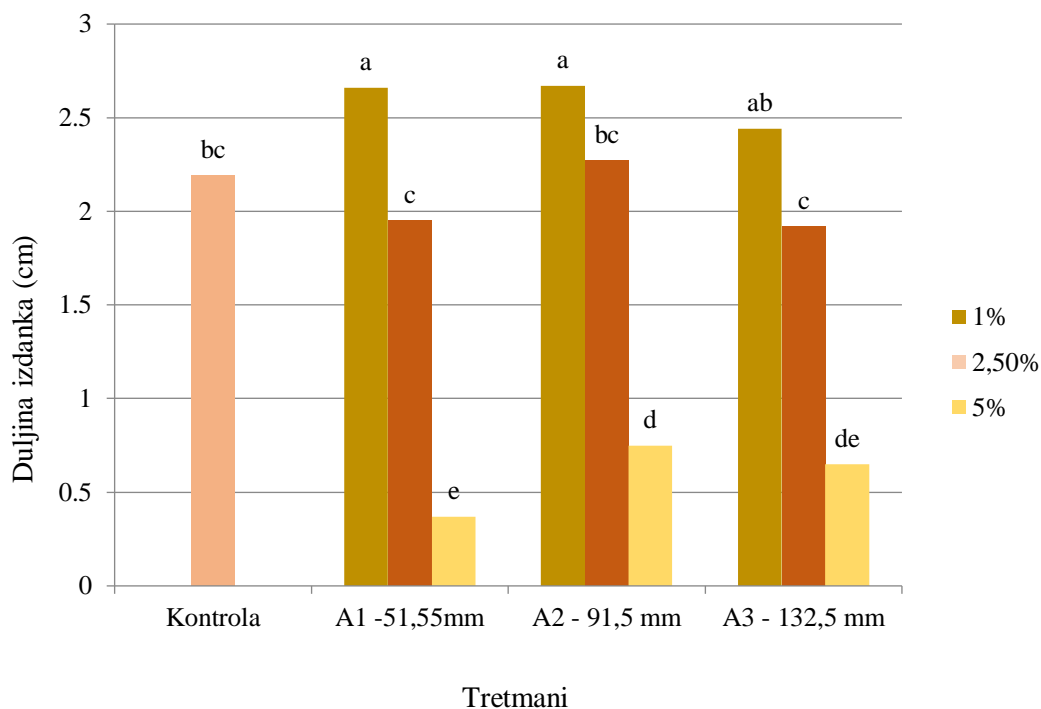
Neovisno o koncentraciji, vodeni ekstrakti od petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja smanjili su duljinu korijena od 59,7 % do 64,4 % (grafikon 4.).



Grafikon 4. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjek koncentracija) na duljinu korijena klijanaca rotkvice

### 4.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na duljinu izdanka klijanaca rotkvice

Vodeni ekstrakti pripremljeni od petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja drugačije su djelovali na duljinu izdanka klijanaca u odnosu na utjecaj na klijavost sjemena i duljinu korijena klijanaca (grafikon 5.).

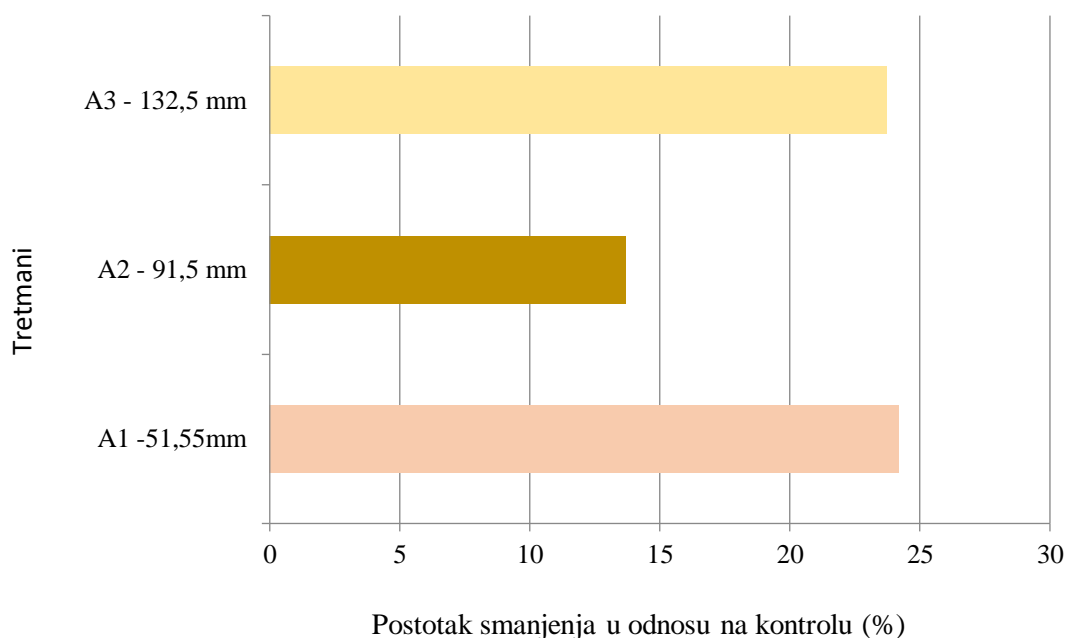


Grafikon 5. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na duljinu izdanka klijanaca rotkvice

Kod svih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata od 1% došlo je do pozitivnog alelopatskog utjecaja na duljinu izdanka rotkvice u iznosu od 11,4% do 21,9%. U tretmanu A1, u kojemu je norma navodnjavanja iznosila 51,5 mm, izmjerena je najveća razlika između utjecaja vodenih ekstrakata pri različitim koncentracijama na duljinu izdanka klijanaca, gdje je pri najmanjoj koncentraciji od 1% došlo do statistički značajnog pozitivnog utjecaja na duljinu izdanka klijanaca, a pri najvećoj koncentraciji pri istoj normi navodnjavanja, došlo je do statistički značajnog negativnog alelopatskog utjecaja u iznosu od 83,1% u odnosu na kontrolu. Najveći negativan alelopatski utjecaj kod svih normi

navodnjavanja izmjeren je kod vodenih ekstrakata koncentracije 5%, gdje je zabilježeno smanjenje od 65,7% do 83,1% u odnosu na kontrolu. Vodeni ekstrakti petunije uzgajani pri najnižoj normi navodnjavanja imali su statistički značajno jače negativno djelovanje na duljinu izdanka od vodenih ekstrakata od petunije uzgajane pri normi navodnjavanja od 91,5 mm.

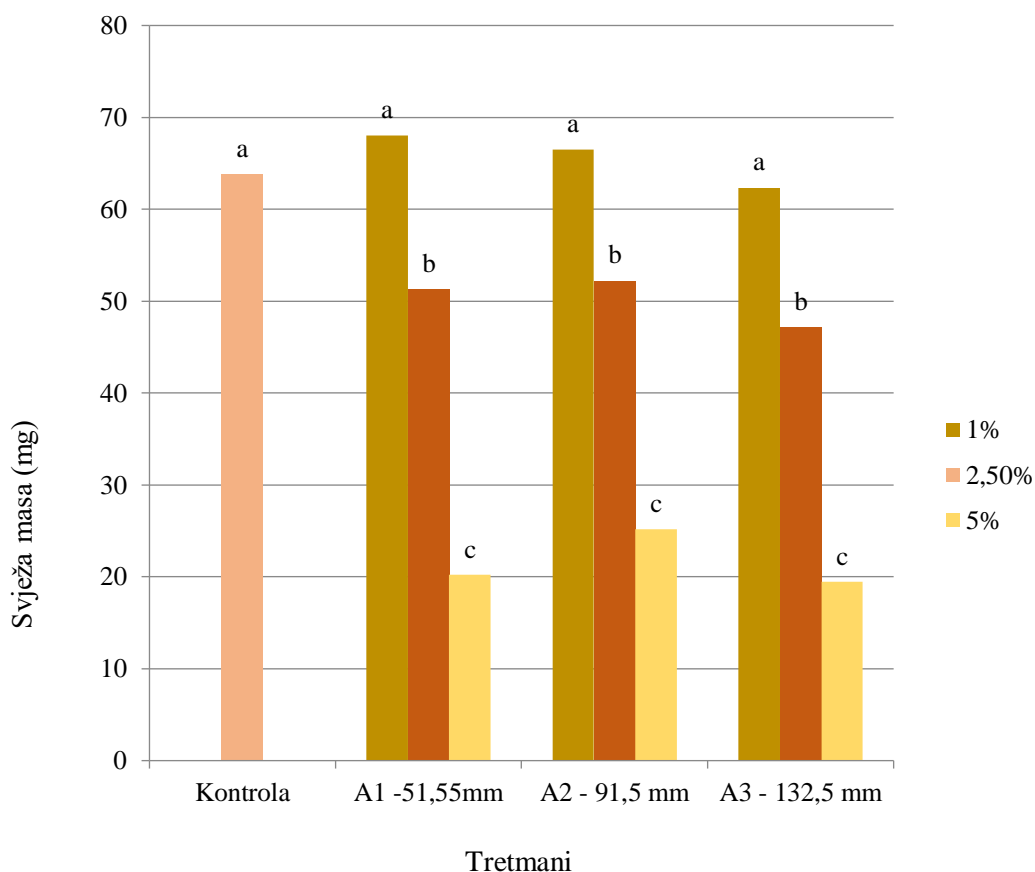
U prosjeku, bez obzira na koncentraciju, vodeni ekstrakti petunije uzgajane pri najvećoj i najmanjoj normi, pokazali su jači inhibitorni utjecaj i smanjili su duljinu izdanka klijanaca rotkvice u iznosima od 24,2% (A1) i 23,75% (A3) (grafikon 6.). Slabiji je alelopatski utjecaj zabilježen u tretmanu s ekstraktom petunije navodnjavanje srednjom normom (A2) te je smanjenje iznosilo 13,69%.



Grafikon 6. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosječna koncentracija) na duljinu izdanka klijanaca rotkvice

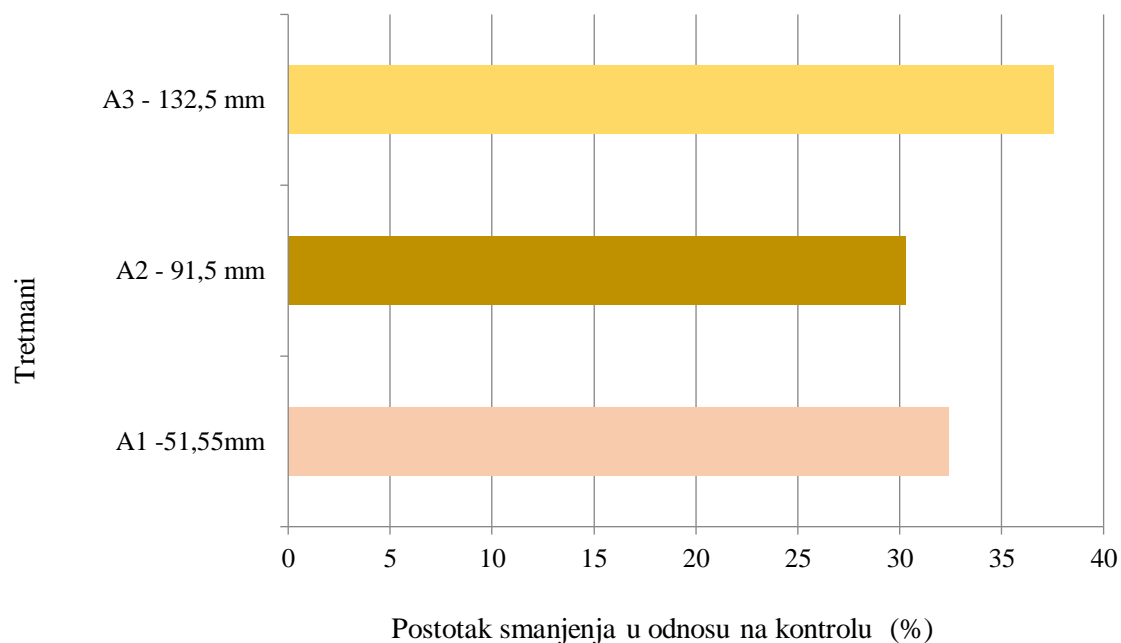
#### 4.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na svježu masu klijanaca rotkvice

Svježa masa klijanaca rotkvice bila je pod značajnim alelopatskim utjecajem vodenih ekstrakata petunije (grafikon 7.). Povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata povećavao se negativni alelopatski potencijal. S druge strane, norma navodnjavanja nije imala značajan utjecaj na alelopatsko djelovanje. Vodeni ekstrakti u koncentraciji 1 % pri svim normama navodnjavanja nisu statistički značajno smanjili svježu masu klijanaca rotkvice. Vodeni ekstrakti koncentracije od 2,5% smanjili su svježe masu od 18,2 % do 26,1%. Najveći postotak smanjenja svježe mase klijanaca izmjeren je u tretmanima pri svim normama navodnjavanja pri koncentraciji od 5% u iznosu od 60,5% do 69,5%.



Grafikon 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na svježu masu klijanaca rotkvice

Vodeni ekstrakti petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja u prosjeku se nisu razlikovali u svom alelopatskom potencijalu te su približno jednako smanjili svježu masu klijanaca rotkvice (grafikon 8.).



Grafikon 8. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na svježu masu klijanaca rotkvice



## 5. Rasprava

Provedenim pokusom utvrđen je statistički značajan negativni alelopatski potencijal vodenih ekstrakata petunije na klijavost i rast klijanaca rotkvice.

Najveći negativni alelopatski potencijal zabilježen je na duljinu korijena klijanaca rotkvice, s obzirom da je utvrđen u svim istraživanim tretmanima. Već je i koncentracija vodenih ekstrakata od 1% snizila značajno duljinu korijena, a gledano prosječno neovisno o koncentraciji pri svim normama navodnjavanja smanjenje duljine korijena iznosilo je za oko 60% u odnosu na kontrolni tretman. Mushtaq i Siddiqui (2018.) u svom radu navode da je rast klijanaca, a osobito duljina korijena klijanaca osjetljivija od klijanja sjemena test vrsta. Veći inhibitorni utjecaj na duljinu korijena klijanaca najčešće je posljedica direktnog kontakta korijena s alelokemikalijama u odnosu na izdanak (Correia i sur., 2005., Kalinova i sur., 2012., Ravlić i sur., 2014). Slabiji alelopatski potencijal vodenih ekstrakata na klijavost sjemena rotkvice izmjeren je kod svih normi navodnjavanja pri nižim koncentracijama od 1% i 2,5%. Kod vodenih ekstrakata petunije pri koncentraciji od 1% u svim normama navodnjavanja nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na kontrolu, a pri najvećoj koncentraciji vodeni ekstrakti imali su podjednako inhibitorno djelovanje na klijavost sjemena pri svim normama navodnjavanja. Osim prisutnosti alelokemikalija u ekstraktima, štetni učinci na klijavost sjemena mogu biti zbog drugih čimbenika kao što su pH ekstrakta ili osmotski potencijal jer osmotski potencijal ekstrakta i površinska napetost sjemene opne mogu smanjiti apsorpciju i usvajanje vode, a time i negativno utjecati na klijavost sjemena (Qasem, 2010.).

Alelopatski potencijal uvelike je ovisio o koncentraciji vodenog ekstrakta. Naime, pri povećanju koncentracije ekstrakti od petunije uzgajane pri svim normama navodnjavanja imali su veći negativni utjecaj. Niže koncentracije pak su pokazale i stimulatивно djelovanje. Drugi su autori također utvrdili ovisnost djelovanja ekstrakata o koncentraciji i jačem inhibitornom utjecaju viših koncentracija na brojnim usjevima (Tanveer i sur., 2010., Abbas i sur., 2014., Golubinova i Ilieva, 2014., Ravlić i sur., 2015.).

Rezultati istraživanja pokazali su da je pod najvećim pozitivnim alelopatskim utjecajem bila duljina izdanka klijanaca rotkvice, koja je u prosjeku, neovisno o tri norme navodnjavanja, imala veću duljinu izdanka u odnosu na kontrolu za 18,3%. Pozitivan alelopatski utjecaj u istom je mjerenju uočen kod vodenih ekstrakata petunije pri koncentraciji od 2,5% kod norme navodnjavanja od 91,5 mm. U tretmanima vodenih

ekstrakata od petunije uzgajane pri dvije manje norme navodnjavanja (51,5 mm i 91,5 mm) pri koncentraciji vodenih ekstrakata od 1%, zabilježeni su pozitivni alelopatski utjecaji u odnosu na kontrolu na svježu masu klijanaca, iako ne i statistički značajni. Niže koncentracije ekstrakata pokazale su pozitivan utjecaj na svježu masu i u pokusima drugih istraživača (Ravlić, 2015., Treber i sur., 2015.).

Vodni stres praktički nije imao značajan utjecaj na alelopatski potencijal petunije. Naime, vodeni ekstrakti istih koncentracija od petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja nisu se međusobno značajno razlikovali u svom alelopatskom potencijalu. Izuzetak su vodeni ekstrakti koncentracije 5%, gdje je vodeni ekstrakt od petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja djelovao statistički značajno jače od vodenog ekstrakta od petunije pri normi navodnjavanja od 91,5 mm na duljinu izdanka rotkvice. S druge strane, Mijić (2020.) u svom pokusu utvrdio značajan utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal salate. Vodeni ekstrakti u koncentraciji od 5% od salate uzgajane pri nižim normama navodnjavanja značajno su statistički negativno utjecale na klijavost i rast klijanaca rotkvice od vodenog ekstrakta od salate uzgajane pri višoj normi navodnjavanja. Slično navode Tongma i sur. (2001.) prema kojima vodeni ekstrakti od svih biljnih dijelova meksičkog suncokreta koji je uzgajan pri vodnom stresu imaju jači negativni alelopatski potencijal na klijavost sjemena i razvoj klijanaca riže.

## 6. Zaključak

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja utjecaja vodnog stresa odnosno različitih normi navodnjavanja na alelopatski potencijal vodenih ekstrakata petunije u različitim koncentracijama doneseni su sljedeći zaključci:

- Vodeni ekstrakti petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja i u različitim koncentracijama posjeduju pozitivan i negativan alelopatski potencijal na klijavost sjemena i rast klijanaca rotkvice.
- Povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata povećao se negativan alelopatski utjecaj na duljinu korijena klijanaca rotkvice, svježju masu te na klijavost sjemena rotkvice.
- Vodeni ekstrakti koncentracije 5% imali su najveći negativan utjecaj na sve istraživane parametre, a najveći negativan utjecaj je zabilježen na duljinu korijena klijanaca kod norme navodnjavanja od 132,5 mm, gdje je smanjenje iznosilo 93,4%. Slabiji je alelopatski utjecaj na sve mjerene parametre, osim na duljinu korijena klijanaca, zabilježen kod normi navodnjavanja 51,5 mm i 91,5 mm.
- Statistički značajan negativan alelopatski utjecaj dokazan je na duljinu korijena klijanaca u svim istraživanim koncentracijama pri različitim normama navodnjavanja. Duljina korijena klijanaca rotkvice, neovisno o koncentracijama smanjena je od 25,8% do 93,4% u odnosu na kontrolu.
- Statistički značajan pozitivan alelopatski utjecaj utvrđen je na duljinu izdanka klijanaca rotkvice, gdje je pri svim normama navodnjavanja u koncentraciji vodenih ekstrakata od 1%, izmjerena veća duljina izdanka za u prosjeku 18,3% u odnosu na kontrolu.
- Vodeni ekstrakti petunije u koncentraciji 1% imali su pozitivan alelopatski utjecaj na svježju masu klijanaca rotkvice kod normi navodnjavanja 51,5 mm i 91,5 mm. U svim ostalim tretmanima zabilježen je statistički negativan alelopatski utjecaj u iznosima od 18,2% do 69,5%.
- Između normi navodnjavanja (51,55 mm, 91,5 mm i 132,5 mm) nema velike razlike. Vodni stres odnosno norma navodnjavanja nije pokazala statistički značajan alelopatski utjecaj na klijavost i parametre rasta, izuzev kod duljine izdanka rotkvice pri višim koncentracijama vodenog ekstrakta.

- Kod mjerenja klijavosti sjemena u koncentraciji od 1% zabilježena je najmanja razlika između sve tri norme navodnjavanja, gdje je razlika između najveće (135,5 mm) i najmanje norme navodnjavanja (51,55 mm) iznosila 2,9%. Nešto veća razlika između najveće i najmanje norme navodnjavanja izmjerena je unutar koncentracije kod duljine izdanka klijanaca i iznosila je 24,7%.

## 7. Popis literature

1. Abbas, T., Tanveer, A., Khaliq, A., Safdar, M.E., Nadeem, M.A. (2014.): Allelopathic effects of aquatic weeds on germination and seedling growth of wheat. *Herbologia*, 14(2): 12-25
2. Afendi, F. M., Okada, T., Yamazaki, M., Hirai-Morita, A., Nakamura, Y., Nakamura, K., Ikeda, S., Takahashi, H., Altaf-Ul-Amin, M., Darusman, L.K., Saito, K., Kanaya, S. (2012.): KNApSAcK family databases: integrated metaboliteplant species databases for multifaceted plant research. *Plant & Cell Physiology*, 53(2), 1-11.
3. Ahuja, I., Kissen, R., Bones, A.M. (2012.): Phytoalexins in defense against pathogens. *Trends in Plant Science*, 17(2): 73-90.
4. Alam, S.M., Ala, S.A., Azmi, A.R., Khan, M.A., Ansari, R. (2001.): Allelopathy and its Role in Agriculture. *Journal of Biological Sciences*, 1(5): 308-315.
5. Bartwal, A., Mall, R., Lohani, P., Guru, S., Arora, S. (2013.): Role of secondary metabolites and brassinosteroids in plant defense against environmental stresses. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(1): 216-232.
6. Bernards, M. A. (2010.): Plant natural products: a primer. *Canadian Journal of Zoology*, 88(7): 601-614.
7. Correia, N.M., Centurion, M.A.P.C., Alves, P.L.C.A. (2005.): Influence of sorghum aqueous extracts on soybean germination and seedling development. *Ciência Rural*, 35(3): 498-503.
8. Einhellig, F.A. (2002.): The physiology of allelochemicals action: clues and views. U: Reigosa, M.J., Pedrol, N. (ur.), *Allelopathy from molecules to ecosystems*, pp. 1-23. Science Publisher Inc. Enfield, NH.
9. Einhellig, F.A. (1995.): Interactions involving allelopathy in crop-ping systems. *Agronomy Journal*, 88(6): 886–893.
10. Elmore, R., Abendroth, L. (2007.): Allelopathy: A cause for yield penalties in corn following corn. *Integrated Crop Management News*. 1158.
11. Farooq, M., Bajwa, A. A., Cheema, S. A., & Cheema, Z. A. (2013.): Application of allelopathy in crop production. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(6), 1367-1378.
12. Fernandez, C., Monnier, Y., Santonja, M., Gallet, C., Weston, L. A., Prévosto, B., Bousquet-Mélou, A. (2016.): The impact of competition and allelopathy on the

- trade-off between plant defense and growth in two contrasting tree species. *Frontiers in Plant Science*, 7: 594.
13. Fernandez, C., Santonja, M., Gros, R., Monnier, Y., Chomel, M., Baldy, V., & BousquetMélou, A. (2013.): Allelochemicals of *Pinus halepensis* as drivers of biodiversity in mediterranean open mosaic habitats during the colonization stage of secondary succession. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2), 298-311.
  14. Ghafari, Z., Karimmojeni, H., Majidi, M.M., Naderi, B. (2018.): Assessment of the Allelopathic Potential of Cumin Accessions in Different Soil Water Potential. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21: 249-260.
  15. Golubinova, I., Ilieva, A. (2014.): Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 29(1): 35-43.
  16. Hatata, M., & El-Darier, S. (2009.): Allelopathic effect and oxidatice stess induced by aqueous extracts of *Achillea asantolina* L. shoot on *Triticumaestivum* L. plant. *Egyptian Journal of Experimental Biology*, 5: 131-141.
  17. Hoque, A.T.M.R., Ahmed, R., Uddin, M.B., Hossain, M.K. (2003.): Allelopathic Effect of Different Concentration of Water Extracts of *Acacia auriculiformis* Leaf on Some Initial Growth Parameters of Five Common Agricultural Crops. *Pakistan Journal of Agronomy*, 2(2): 92-100.
  18. Ismaiel, S., Salama, H. (2021.): Allelopathic effects of black nightshade (*Solanum nigrum* L.) on germination, growth and yield of broad bean (*Vicia faba* L.) and common bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(5): 3431-3441.
  19. Kalinova, S., Golubinova, I., Hristoskov, A., Ilieva, A. (2012.): Allelopathic effect of aqueous extract from root system of johnsongrass on the seed germination and initial development of soybean, pea and vetch. *Herbologia*, 13 (1): 1-10.
  20. Kleflin, J. (2016.): Alelopatski utjecaj biljnih vrsta iz porodice Polygonaceae na salatu. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, p.34.
  21. Macías, F.A., Mejías, F.J., Molinillo, J.M. (2019.): Recent advances in allelopathy for weedcontrol: from knowledge to applications. *Pest Management Science*, 75(9): 2413-2436.

22. Marinov-Serafimov, P. (2010.): Determination of allelopathic effect of some invasive weed species on germination and initial development of grain legume crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 25(3): 251-259.
23. Meiners, S.J., Kong, C.H., Ladwig, L.M., Pisula, N.L., Lang, K.A. (2012.): Developing an ecological context for allelopathy. *PlantEcology*, 213(8): 1221-1227.
24. Mijić, M. (2020.): Utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal salate (*Lactuca sativa* L.). Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, p.33.
25. Molisch, H., 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die Andere-Allelopathic. Fischer, Jena, Germany, 31: 12–16.
26. Motamedi, M., Karimmojeni, H., Sini, F.G. (2016.): Evaluation of allelopathic potential of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Plant Protection Research*, 56(4): 364-371.
27. Mushtaq, W., Siddiqui M.B. (2018.): Allelopathy in Solanaceae plants. *Journal of Plant Protection Research*, 58(1):1–7.
28. Neilson, E.H., Goodger, J.Q.D., Woodrow, I.E., Møller, B.L. (2013.): Plant chemical defense: at what cost? *Trends in Plant Science*, 18(5): 250e258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2013.01.001>.
29. Niklas, K.J., Hammond, S.T. (2013.): Biophysical effects on plant competition and coexistence. *Functional Ecology*, 27(4): 854-864.
30. Norsworthy, J.K. (2003.): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology*, 17: 307-313.
31. Osmond, C.B., Austin, M.P., Berry, J.A., Billings, W.D., Boyer, J.S., Dacey, J.W.H., Nobel, P.S., Smith, S.D., Winner, W.E. (1987.): Stress physiology and the distribution of plants. *Bioscience*, 37: 38-49.
32. Oyerinde, R.O., Otusanya, O.O., Akpor, O.B. (2009.): Allelopathic effect of *Tithonia diversifolia* on the germination, growth and chlorophyll contents of maize (*Zeamays* L.). *Scientific Research and Essays*, 4(12): 1553-1558.
33. Ozcatalbas, O., Brumfield, R. (2010.): Allelopathy as an agricultural innovation and improving allelopathy extension. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2): 908- 913.
34. Pedrol, N., González, L., Reigosa, M.J. (2006.): Allelopathy and abiotic stress. U: *Allelopathy* (pp. 171-209). Springer, Dordrecht.

35. Putnam, A.R., Tang, C.S. (1986.): Allelopathy: state of science. U: The Science of Allelopathy. Putnam, A.R., Tang, C.S. (ur.). John Wiley & Sons, New York, USA. pp. 43- 56.
36. Qasem, J.R. (2010.): Differences in the allelopathy results from field observations to laboratory and glasshouse experiments. *Allelopathy Journal*, 26(1): 45-58.
37. Ravlić, M., Baličević, R., Knežević, M., Ravlić, I. (2012.): Allelopathic effect of scentless mayweed and field poppy on seed germination and initial growth of winter wheat and winter barley. *Herbologia*, 13(2): 1-7.
38. Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, I. (2014.): Allelopathic effect of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (*Lepidium draba* (L.) Desv.). *Poljoprivreda*, 20(1): 22-26.
39. Ravlić, M., Baličević, R., Peharda, A. (2015.): Allelopathic effect of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on wheat and scentless mayweed. Proceedings & abstract of the 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Glas Slavonije d.d., Osijek, 186-190.
40. Rice, E.I. (1984.): Allelopathy, 2nd ed. Academic Press, New York, 422 p.
41. Rizvi, S.J.H., Rizvi, V. (1992.): Allelopathy: Basic and applied aspects. Chapman & Hall, London. 480.
42. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S.S., Meghvanshi, M.K. (2009.): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis Juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(2): 81-84.
43. Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., Gniazdowska, A. (2013.): Allelochemicals as Bioherbicides - Present and Perspectives. U: Herbicides – Current Research and Case Studies in Use. Price, A.J., Kelton, J.A. (ur.), CC BY, 517-542.
44. Swain, T. (1977.): Secondary compounds as protective agents. *Annual Review of Plant Physiology*, 28: 479-501.
45. Škorić, T. (2018.): Utjecaj različite vlažnosti supstrata na rast petunije (*Petunia hybrida* L.).Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
46. Tanveer, A., Rehman, A., Javaid, M.M., Abbas, R.N., Sibtain, M., Ahmad, A.U.H., Ibin-i-zamir, M.S., Chaudhary, K.M., Aziz, A. (2010.): Allelopathic potential of *Euphorbia helioscopia* L. against wheat (*Triticum aestivum*



- L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 75-81.
47. Tongma, S., Kobayashi, K., Usui, K. (2001.): Allelopathic activity of Mexican sunflower [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray] in soil under natural field conditions and different moisture conditions. Weed Biology and Management, 1(2): 115-119.
  48. Treber, I., Baličević, R., Ravlić, M. (2015.): Assessment of allelopathic effect of pale persicaria on two soybean cultivars. Herbologia, 15(1): 31-38.
  49. Wang, R.I., Xia, W.N., Liu, S.W., Qin, Z., Liang, K.M., Su, Y.J., Zhang, J.E. (2016.): Effects of water stress on the growth and allelopathic potential of invasive plant *Mikania micrantha* H.B.K. Allelopathy Journal, 39(2): 143-154.
  50. Weston, L A., Duke, S.O. (2003.): Weed and crop allelopathy. Critical Reviews in Plant Sciences, 22(3e4), 367e389. <http://dx.doi.org/10.1080/713610861>.

## 8. Sažetak

U radu je procijenjen utjecaj vodnog stresa odnosno različitih normi navodnjavanja na alelopatski potencijal petunije (*Petunia hybrida* L.). Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata pripremljenih od petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja (51,5 mm, 91,5 mm i 132,5 mm) testiran je u tri koncentracije (1%, 2,5% i 5%) na klijavost sjemena i rast klijanaca rotkvice. Pokus je proveden u laboratorijskim uvjetima u Petrijevim zdjelicama, a alelopatski potencijal procijenjen je mjerenjem klijavosti sjemena, duljine korijena i izdanka te svježe mase klijanaca rotkvice. Rezultati dobiveni pokusom pokazali su statistički značajan negativan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na sve mjerene parametre. Alelopatski potencijal uvelike je ovisio o koncentraciji vodenih ekstrakata te su ekstrakti viših koncentracija imali jači alelopatski utjecaj. Vodni stres odnosno norma navodnjavanja u pravilu nije imala značajan utjecaj na alelopatski potencijal petunije, izuzev pri višim koncentracijama ekstrakata na duljinu izdanka klijanaca. Duljina korijena klijanaca bila je pod najvećim alelopatskim utjecajem u odnosu na ostale mjerene parametre.

**Ključne riječi:** alelopatija, vodni stres, norma navodnjavanja, petunija (*Petunia hybrida* L.), koncentracija, rotkvica

## 9. Summary

The paper evaluates the influence of water stress i.e., different net irrigation water on the allelopathic potential of petunia (*Petunia hybrida* L.). The allelopathic effect of water extracts prepared from petunias grown at different net irrigation water (51.5 mm, 91.5 mm and 132.5 mm) was tested in three concentrations (1%, 2.5% and 5%) on seed germination and growth radish seedlings. The experiment was performed under laboratory conditions in Petri dishes, and the allelopathic potential was assessed by measuring seed germination, root and shoot length, and fresh weight of radish seedlings. The results obtained by the experiment showed a statistically significant negative allelopathic effect of petunia water extracts on all measured parameters. The allelopathic potential largely depended on the concentration of water extracts, and extracts of higher concentrations had a stronger allelopathic effect. As a rule, water stress i.e., net irrigation water did not have a significant effect on the allelopathic potential of petunias, except at higher concentrations of extracts on the shoot length of seedlings. Seedling root length was under the greatest allelopathic influence compared to other measured parameters.

**Keywords:** allelopathy, water stress, net irrigation water, petunia (*Petunia hybrida* L.), concentration, radish

## 10. Popis slika

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv slike</b>	<b>Str.</b>
	Slika 1. Ispuštanje alelopatskih tvari u okoliš .....	2
	Slika 2. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 1 % (Pranjković, E.-L.) .....	11
	Slika 3. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 2,5 % (Pranjković, E.-L.) .....	11
	Slika 4. Alelopatski utjecaj različitih normi navodnjavanja pri koncentraciji vodenih ekstrakata petunije od 5 % (Pranjković, E.-L.) .....	12
	Slika 5. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A1 (51,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjković, E.-L.) ....	12
	Slika 6. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A2 (91,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjković, E.-L.) ....	13
	Slika 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije uzgajane pri najnižoj normi navodnjavanja A3 (132,5 mm) na klijavost sjemena rotkvice (Pranjković, E.-L.) ..	13

## 11. Popis grafikona

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Str.</b>
	Grafikon 1. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na klijavost sjemena rotkvice.....	10
	Grafikon 2. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na klijavost sjemena rotkvice .....	14
	Grafikon 3. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na duljinu korijena klijanaca rotkvice .....	15
	Grafikon 4. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na duljinu korijena klijanaca rotkvice .....	16
	Grafikon 5. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na duljinu izdanka klijanaca rotkvice.....	17
	Grafikon 6. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na duljinu izdanka klijanaca rotkvice .....	18
	Grafikon 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) na svježu masu klijanaca rotkvice.....	19
	Grafikon 8. Usporedba vodenih ekstrakata petunije iz različitih tretmana navodnjavanja (A1, A2, A3) (prosjeck koncentracija) na svježu masu klijanaca rotkvice .....	20

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

Utjecaj vodnog stresa na alelopatski potencijal petunije (*Petunia hybrida* L.)

Eva-Lorena Pranjaković

## Sažetak

U radu je procijenjen utjecaj vodnog stresa odnosno različitih normi navodnjavanja na alelopatski potencijal petunije (*Petunia hybrida* L.). Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata pripremljenih od petunije uzgajane pri različitim normama navodnjavanja (51,5 mm, 91,5 mm i 132,5 mm) testiran je u tri koncentracije (1%, 2,5% i 5%) na klijavost sjemena i rast klijanaca rotkvice. Pokus je proveden u laboratorijskim uvjetima u Petrijevim zdjelicama, a alelopatski potencijal procijenjen je mjerenjem klijavosti sjemena, duljine korijena i izdanka te svježe mase klijanaca rotkvice. Rezultati dobiveni pokusom pokazali su statistički značajan negativan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata petunije na sve mjerene parametre. Alelopatski potencijal uvelike je ovisio o koncentraciji vodenih ekstrakata te su ekstrakti viših koncentracija imali jači alelopatski utjecaj. Vodni stres odnosno norma navodnjavanja u pravilu nije imala značajan utjecaj na alelopatski potencijal petunije, izuzev pri višim koncentracijama ekstrakata na duljinu izdanka klijanaca. Duljina korijena klijanaca bila je pod najvećim alelopatskim utjecajem u odnosu na ostale mjerene parametre.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Marija Ravlić

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 15

**Broj tablica:** -

**Broj literaturnih navoda:** 50

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** alelopatija, vodni stres, norma navodnjavanja, petunija (*Petunia hybrida* L.), koncentracija, rotkvica

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof.dr. sc. Renata Baličević, predsjednik
2. doc. dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Monika Marković, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences**

**University Graduate Studies, Plant Production, course Plant protection**

Effect of water stress on allelopathic potential of petunia (*Petunia hybrida* L.)

Eva-Lorena Pranjković

### **Abstract**

The paper evaluates the influence of water stress i.e., different net irrigation water on the allelopathic potential of petunia (*Petunia hybrida* L.). The allelopathic effect of water extracts prepared from petunias grown at different net irrigation water (51.5 mm, 91.5 mm and 132.5 mm) was tested in three concentrations (1%, 2.5% and 5%) on seed germination and growth radish seedlings. The experiment was performed under laboratory conditions in Petri dishes, and the allelopathic potential was assessed by measuring seed germination, root and shoot length, and fresh weight of radish seedlings. The results obtained by the experiment showed a statistically significant negative allelopathic effect of petunia water extracts on all measured parameters. The allelopathic potential largely depended on the concentration of water extracts, and extracts of higher concentrations had a stronger allelopathic effect. As a rule, water stress i.e., net irrigation water did not have a significant effect on the allelopathic potential of petunias, except at higher concentrations of extracts on the shoot length of seedlings. Seedling root length was under the greatest allelopathic influence compared to other measured parameters.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** PhD Marija Ravlić, Assistant Professor

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 15

**Number of tables:** -

**Number of references:** 50

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Keywords:** allelopathy, water stress, net irrigation water, petunia (*Petunia hybrida* L.), concentration, radish

**Thesis defended on date:**

### **Reviewers:**

1. PhD Renata Baličević, Full Professor, chair
2. PhD Marija Ravlić, Assistant Professor, mentor
3. PhD Monika Marković, Associate Professor, member

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