

# Alelopatski potencijal lucerne (*Medicago sativa* L.) na klijavost i rast salate (*Lactuca sativa* L.)

---

Jurić, Bruno

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*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:151:268902>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-10**



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**

Bruno Jurić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL LUCERNE (*Medicago sativa* L.) NA KLIJAVOST I  
RAST SALATE (*Lactuca sativa* L.)**

Diplomski rad

**Osijek, 2020.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Bruno Jurić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL LUCERNE (*Medicago sativa* L.) NA KLIJAVOST I  
RAST SALATE (*Lactuca sativa* 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. doc. dr. sc. Monika Marković, član

**Osijek, 2020.**

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod .....  | 1  |
| 2. Pregled literature.....   | 3  |
| 3. Materijal i metode.....   | 8  |
| 3.1. Biljna masa .....   | 8  |
| 3.2. Priprema vodenih ekstrakata.....  | 9  |
| 3.3. Test vrsta.....   | 9  |
| 3.4. Pokus.....  | 10 |
| 3.5. Prikupljanje i statistička obrada podataka .....                                      | 10 |
| 4. Rezultati.....  | 11 |
| 4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na klijavost sjemena salate.....       | 11 |
| 4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na duljinu korijena klijanaca salate   | 14 |
| 4.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na duljinu izdanka klijanaca salate    | 17 |
| 4.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na svježiu masu klijanaca salate ..... | 22 |
| 5. Rasprava .....  | 25 |
| 6. Zaključak .....   | 27 |
| 7. Popis literature.....   | 28 |
| 8. Sažetak.....  | 31 |
| 9. Summary.....  | 32 |
| 10. Popis slika.....   | 33 |
| 11. Popis grafikona.....   | 34 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. Uvod

Alelopatija je definirana kao biološka pojava kojom jedan organizam (biljka, gljiva, mikroorganizam) proizvodnjom biokemijskih tvari direktno ili indirektno, pozitivno ili negativno, utječe na rast, preživljavanje, razvoj i razmnožavanje drugih organizama (Rice, 1984., Inderjit i Irwin Keating, 1999., Cheng i Cheng, 2015.). Prisutnost alelokemikalija zabilježena je u svim dijelovima biljke počevši od korijena prema stabljici, listovima, kori, pupovima, polenu, cvjetovima, plodovima i sjemenu, a najčešće najveći alelopatski inhibitorni učinak imaju listovi (Rice, 1984., Putnam i Tang, 1986., Tanveer i sur., 2010., Ravlić, 2015.).

Alelokemikalije se iz biljke oslobađaju na četiri načina. Prvi je način u obliku plinova koji se oslobađaju iz lišća, a druge biljke ih apsorbiraju iz atmosfere i najčešći je u aridnim uvjetima. Drugi je način ispiranje s lišća ili stabljike za vrijeme kiše, rose, magle i snijega i apsorpcija putem korijena. Treći je način izlučivanje iz korijena, a druge ih biljke upijaju također putem korijena. Četvrti je način putem razgradnje biljnih ostataka, pri čemu alelokemikalije dospijevaju u rizosferu nakon odumiranja i raspadanja lišća ili drugih organa (Zeman i sur., 2011.).

U agroekosustavima alelopatski odnosi se mogu odvijati između korova i usjeva, između dva korova, dva usjeva i također između pojedinačnih biljaka (Alam i sur., 2001., Abbas i sur., 2014.). Alelopatija nalazi praktičnu primjenu u poljoprivrednim sustavima okrenutim alternativnim mjerama suzbijanja korova, te u ekološkim sustavima gdje primjena herbicida nije prihvatljiva (Ravlić, 2015.). Alelopatski aktivne biljne vrste mogu se koristiti kao biostimulatori usjeva (Farooq i sur., 2013.), u plodoredu za povećanje raznolikosti ili za poboljšanje svojstava tla razgradnjom biljnih ostataka (Aslam i sur., 2017.).

Lucerna (*Medicago sativa* L.) je višegodišnja leguminoza koja se prvenstveno koristi kao stočna hrana, no utječe na očuvanje plodnosti tla i biodiverzitet, štiti tlo od erozije, smanjuje onečišćenje podzemnih voda nitratima i slično (Russelle, 2014., Shi i sur., 2017., Tucak i sur., 2020.). Lucerna sadrži brojne sekundarne metabolite kao što su fenolni spojevi i saponini (Ghimire i sur., 2019.), te fitoestrogeni (izoflavoni, lignani, kumestani) (Tucak i sur., 2018., Tucak i sur., 2020.).

Alelopatski potencijal lucerne zabilježen je na druge usjeve i korove, a ovisi o brojnim čimbenicima kao što su genotip, biljni dio, fenofaza razvoja biljke, koncentracija odnosno doza, test vrsta (Li i Shen, 2005., Liu i sur., 2016., Zubair i sur., 2017., Ebrahim, 2018.,

Ghimire i sur., 2019.). Kod lucerne je također zabilježena i autotoksičnost (Hedge i Miller, 1992., Chung i Miller, 1995., Ghimire i sur., 2019.).

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja ovog rada bio je istražiti alelopatski potencijal dvije koncentracije vodenih ekstrakata lucerne iz pet otkosa na klijavost sjemena i rast klijanaca salate u laboratorijskom pokusu u kontroliranim uvjetima.

## 2. Pregled literature

Prema Vidal i Bauman (1997.) alelokemikalije su spojevi koje oslobađa jedna biljka ili biljni ostaci koji mogu imati negativan ili pozitivan učinak na drugu biljku.

Ghimire i sur. (2019.) proveli su istraživanje u kojem su istražena alelopatska svojstva lucerne (*Medicago sativa* L.) na različitim korovima u laboratorijskim uvjetima. U pokusu su analizirani spojevi koji su povezani s autotoksičnošću lucerne pomoću HPLC metode. Ekstrakti svih koncentracija inhibirali su rast kalusnog tkiva tropske trave (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), bijele lobode (*Chenopodium album* L.), olovnosivog šćira (*Amaranthus lividus* L.), tušta (*Portulaca oleracea* L.) i azijske jednodnevnicice (*Commelina communis* L.). Autori su izdvojili i identificirali šest alelopatskih spojeva u lucerni, a prevladavali su fenolni spojevi od kojih najviše salicilna kiselina i p-hidroksibenzojeva kiselina. Različite koncentracije svih testiranih fenolnih spojeva imale su inhibitorni utjecaj na svježnu masu kalusnog tkiva. Rutin, salicilna kiselina, skopoletin i kvercetin značajno su inhibirali klijanje sjemena lucerne. Od sedam izdvojenih saponina, saponini medikagenske kiseline pokazali su najveći autotoksični utjecaj i značajno su smanjili brzinu klijanja sjemena lucerne. Analiza glavnih komponenata pokazala je da fenolni spojevi i sastav saponina značajno doprinose različitim varijablama. Visoka fitotoksična svojstva fenolnih spojeva i saponina, dobivenih iz lucerne, pokazuju da ove fitokemikalije mogu biti potencijalni izvor bioherbicida.

Zubair i sur. (2017.) istraživali su alelopatski potencijal genotipova lucerne pri različitim gustoćama na jednogodišnji ljulj (*Lolium rigidum* Gaudin) u laboratorijskom pokusu. Tri gustoće (15, 30 i 50 biljaka/čaši) i 40 genotipova lucerne procjenjivane su metodom agara s jednakim odjeljkom (Equal Compartment Agar Method). Genotipovi lucerne pokazali su različit alelopatski utjecaj smanjivši duljinu korijena klijanaca ljulja od 5 do 65 %. Povećanjem gustoće biljaka lucerne povećao se i negativni alelopatski utjecaj. Pri najmanjoj gustoći, genotipovi Q75 i Titan9 pokazali su najslabije alelopatsko djelovanje. Ukupni indeks inhibicije izračunat je u cilju rangiranja svakog genotipa lucerne. Smanjenje klijavosti sjemena jednogodišnjeg ljulja zabilježeno je u tretmanima s nekoliko genotipova lucerne, uključujući Force 10, Haymaster7 i SARDI Five. Provedena je sveobuhvatna metabolomička analiza korištenjem metode Quadruple Time of Flight (Q-TOF) za usporedbu šest genotipova lucerne. Pronađene su razlike u kemijskim spojevima između ekstrakata korijena lucerne i korijenovih eksudata, kao i između genotipova. Autori navode

da su potrebne daljnje pojedinačne procjene spojeva i kvantitativne studije pri većim koncentracijama spojeva kako bi se razjasnila alelopatska aktivnost. Postoje značajne genetske varijacije među genotipovi lucerne za alelopatsku aktivnost, što stvara mogućnost za njegovu upotrebu u suzbijanju korova genetskom selekcijom.

Abdul-Rahman i Habib (1989.) istraživali su alelopatski potencijal lucerne i njezinih razloženih rezidua na valjkastu zupčicu (*Imperata cylindrica* L. Beauv.), štetnog korova u Iraku, te su također nastojali izolirati, opisati i kvantificirati moguće alelopatske tvari u ostatcima lucerne i korijenovim eksudatima. Pokus je proveden u laboratorijskim uvjetima i u stakleniku tijekom dvogodišnjeg razdoblja. Rezultati su pokazali da razgrađeni korijen lucerne i tlo oko njega prouzrokuju smanjenje klijanja sjemena valjkaste zupčice za 51 – 56 %. Duljina korijena i izdanka klijanaca valjkaste zupčice bila je smanjena u prosjeku za 88 %. Raspadnuta i neraspadnuta smjesa korijena lucerne i tla inhibirala je klijanje valjkaste zupčice za 30 % i 42 %. Kofeinska, klorogena, izoklorogena, p-kumarinska, p-OH-benzojeva i ferulinska kiselina su otkrivene u eksudatima korijena lucerne i njezinim ostatcima. Najveća količina ovih spojeva pronađena je u ostatcima korijena lucerne nakon šest mjeseci raspadanja u tlu.

Li i Shen (2005.) istraživali su alelopatski potencijal vodenih ekstrakata lucerne u tri koncentracije (5 %, 7,5 % i 10 %) na klijavost i rast talijanskog ljujla, visokog vlasca, bijele djeteline, crvene djeteline, rotkvice i same lucerne. Rezultati su pokazali da su dvije koncentracije ekstrakta (7,5 %, 10 %) lucerne naočigled inhibirale rast izdanka i korijena test vrsta, a s porastom koncentracije ekstrakta rastao je i negativni alelopatski potencijal. Klijavost talijanskog ljujla, visokog vlasca, crvene djeteline i bijele djeteline također je smanjena u tretmanima s vodenim ekstraktima.

Alelopatski učinak lucerne na klijavost sjemena vrste *Lespedeza davurica* proučavali su Liu i sur. (2016.) korištenjem ekstrakata korijena, stabljike, lista te rizosfere tla lucerne. Rezultati su pokazali da su ekstrakti koncentracije 2,5 % utjecali na brzinu klijanja sjemena test vrste. Snažni inhibitorni učinak zabilježen je pri koncentracijama višim od 5 % te se pojačavao porastom koncentracije ekstrakta. Sjeme vrste *Lespedeza davurice* nije klijalo kad je koncentracija vodenog ekstrakta bila veća od 10 %. Ekstrakti korijena ili tla nisu imali značajniji utjecaj u odnosu na ekstrakte lista i stabljike lucerne.

Ebrahim (2018.) u svom pokusu istražuje utjecaj nadzemnih ostataka lucerne na klijavost i rast dviju vrsta mahunarki, i to duge vigne (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) i slanutka (*Cicer*



*arietinum* L.). Laboratorijski rezultati pokazali su da je vodeni ekstrakt ostataka u koncentracijama 5 %, 10 %, 15 %, 20 % i 25 % uzrokovao značajno smanjenje klijavosti sjemena i rasta klijanaca dviju mahunarki u usporedbi s destiliranom vodom. Rezultati pokusa u staklenicima pokazali su inhibiciju klijanja sjemena i rasta dviju mahunarki koje rastu u tlu i sadrže ostatke lucerne dodane u omjeru 10 % (w:w) tijekom određenog vremena (0, 1, 2 tjedna). Smanjenje klijavosti slanutka iznosilo je 65 % u usporedbi s kontrolnim tretmanom bez ostataka lucerne.

Sun i sur. (2018.) proučavali su alelopatski utjecaj pet različitih koncentracija vodenih ekstrakata slame pšenice i lucerne na klijavost i rast pamuka kako bi istražili mogućnost plodoređa pšenice i lucerne s pamukom. Rezultati su pokazali da različiti ekstrakti pšenice i lucerne imaju različit alelopatski učinak na klijavost sjemena pamuka. U nižim koncentracijama (ispod 10 g/L) ekstrakti pšenice pozitivno utječu na rast klijanaca pamuka. Suprotno tome, vodeni ekstrakti imali su negativni alelopatski utjecaj pri višim koncentracijama smanjujući klijavost sjemena i rast klijanaca pamuka. S povećanjem koncentracija ekstrakata pšenice i lucerne povećavao se i negativni alelopatski utjecaj, te sadržaj malondialdehida (MDA) u svježem lišću pamuka. Ekstrakti visoke koncentracije uništili su biomembranski sustav mladog lišća, uzrokovali propuštanje staničnih uklopina, uništili antioksidativni enzimski sustav, povećali aktivnost peroksidaze (POD), te ubrzali starenje biljaka. Alelopatsko djelovanje ekstrakta lucerne bilo je veće od ekstrakata pšenice.

Alelopatski utjecaj rizosfernog tla lucerne na klijavost i rast vrtnog sljeza (*Althea rosea* Cavan) istraživali su Yang i sur. (2020.). Vodeni ekstrakti pripremljeni su od površinskog sloja tla (5-10 cm) rizosfere lucerne te 20, 40 i 60 cm od rizosfere lucerne. Klijavost sjemena vrtnog sljeza te duljina korijena i izdanka klijanaca smanjeni su za 6,23 %, 56,11 % te 48,94 % u tretmanu s vodenim ekstraktom rizosfernog tla. Sadržaj alelokemikalija u ekstraktima utvrđen je pomoću HPLC-a, te su rezultati pokazali visoku količinu pet organskih kiselina u rizosfernom tlu, čija se količina smanjivala udaljavanjem od rizosfere. U pokusu u posudama, združena sjetva lucerne i vrtnog sljeza smanjila je nadzemnu i podzemnu masu sljeza za 8,01 % i 23,99 %.

S obzirom na to da nadzemna masa lucerne sadrži u vodi topljive kemijske spojeve koji su autotoksični (inhibiraju rast same lucerne), Hedge i Miller (1992.) proveli su istraživanje kako bi utvrdili prag inhibicije vodotopivih kemijskih spojeva te demonstrirali kako je inhibicija klijanja sjemena lucerne posljedica autotoksičnosti izdanaka lucerne, a ne

djelovanja mikroorganizama. Pokusi u laboratoriju i u stakleniku provedeni su kako bi se utvrdilo je li autotoksičnost lucerne ovisna o koncentraciji vodotopivih kemijskih spojeva. Vodeni ekstrakti od svježe nadzemne mase lucerne u vegetativnom i reproduktivnom stadiju ispitivani su pri 20, 40, 60 i 80 g/L na klijavost i rast lucerne. U usporedbi s kontrolom, duljina korijena, duljina izdanka i klijavost inhibirani su pri koncentraciji većoj od 20 g/L. Ekstrakt nadzemne mase u reproduktivnoj fazi bio je inhibitoriji nego ekstrakt nadzemne mase u vegetativnoj fazi u laboratorijskim uvjetima. U stakleniku inkorporacija zelene mase (starosti 4 tjedna) u vegetativnoj fazi pri gustoći od 48 izdanaka po četvornom metru rezultirala je smanjenjem nicanja klijanaca i svježe mase biljaka po jedinici površine. Kumarin i trans-cimetna kiselina pri  $60 \pm 10 \mu\text{g/mL}$  bili su najviše inhibitorni pri utvrđivanju fitotoksičnosti nekoliko fenolnih kiselina. Smjese pet ili više fenolnih kiselina bile su fitotoksičnije od njihovih pojedinačnih komponenata, osim u slučaju trans-cimetne kiseline i kumarina.

Chung i Miller (1995.) istraživali su alelopatsko djelovanje različitih dijelova biljke lucerne i tla u kojima je lucerna uzgajana na klijavost sjemena i rast klijanaca lucerne. Vodeni ekstrakti različitih koncentracija lista, stabljike, cvijeta, sjemena i korijena biljke napravljeni su kako bi se utvrdili njihov utjecaj na klijavost i suhu masu izdanka, korijena i ukupnu duljinu klijanaca lucerne. Uzorci tla uzeti u blizini biljaka lucerne u vegetativnoj i reproduktivnoj fazi uspoređivani su sa steriliziranim i nesteriliziranim tлом prethodno zasijanom lucernom, dlakavom grahoricom (*Vicia villosa* Roth) i ozimom raži (*Secale cereale* L.) Povećanje koncentracije vodenih ekstrakata lucerne značajno je inhibiralo klijavost lucerne, duljinu i masu klijanaca. Duljina korijena bila je osjetljivija na ekstrakte od klijavosti sjemena ili duljine izdanka. Na temelju duljine izdanka klijanaca lucerne, u prosjeku za sve koncentracije ekstrakta, stupanj toksičnosti različitih dijelova biljke lucerne i tla oko lucerne može se klasificirati prema redu smanjenja inhibicije kako slijedi: list, sjeme, cijela biljka, tlo, korijen, cvijet i stabljika. Ekstrakti lišća (12 g/kg) uzrokovali su smanjenje upijanja vode sjemena lucerne za 48 %. Tlo u kojem je lucerna prethodno rasla pokazalo je najveći stupanj inhibicije na rast lucerne nakon 25 dana rasta u usporedbi s tлом na kojem je ranije rasla ozima raž ili dlakava grahorica. Utvrđen je veći inhibitorni potencijal za tlo prikupljeno oko lucerne koja je bila u reproduktivnoj fazi, nego za tlo lucerne u vegetativnoj fazi.

Prema Onen (2013.) biljni ostatci nadzemne mase lucerne inkorporirani u tlo smanjuju nicanje rizoma i rast klijanaca divljeg pelina (*Artemisia vulgaris* L.), u odnosu na biljne

ostatke podzemnog dijela lucerne koji nisu imali nikakav alelopatski utjecaj. Primjena vodenih ekstrakata nakon nicanja nije imala utjecaja na klijance divljeg pelina, međutim, značajno smanjenje klijavosti i rasta klijanaca zabilježeno je u tretmanima s vodenim ekstraktima u Petrijevim zdjelicama.

Razlike u alelopatskom potencijalu biljnih dijelova i faza razvoja galege (*Galega orientalis* Lam.) utvrdili su Baležentienė i Sampietro (2009.). Vodeni ekstrakti nadzemne mase i korijena galege u različitim fazama razvoja istraženi su na klijavost i rast repice. Vodeni ekstrakti nadzemne mase imali veći inhibitorni utjecaj u odnosu na ekstrakte korijena, te veću koncentraciju fenolnih spojeva. Najveći negativni alelopatski potencijal zabilježen je u tretmanu s ekstraktom nadzemne mase u fazi cvatnje, a najviša koncentracija fenolnih spojeva u fazi pupanja i fazi cvatnje.

### 3. Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2018./2019. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek s ciljem utvrđivanja alelopatskog potencijala vodenih ekstrakata lucerne ovisno o koncentraciji i vremenu otkosa biljne mase.

#### 3.1. Biljna masa

Kao donor vrsta za pripremu vodenih ekstrakata korištena je biljna masa lucerne u trećoj godini uzgoja s Poljoprivrednog instituta Osijek, Odjela za oplemenjivanje i genetiku krmnog bilja.



Slika 1. Samljeveni uzorak nadzemne mase lucerne (Jurić, B., 2019.)

Uzorci nadzemnog dijela cijele biljke lucerne prikupljeni su u fazi pupanja (vrlo rani početak cvatnje) iz pet otkosa (I. otkos - 4. svibnja 2018., II. otkos – 7. lipnja 2018., III. otkos – 13. srpnja 2018., IV. otkos – 16. kolovoza 2018., V. otkos – 27. rujna 2018.). Uzorci biljaka osušeni su u sušioniku pri temperaturi 50 °C. Osušena biljna masa samljevena je u prah (slika 1.) pomoću laboratorijskog mlina te pohranjena u papirnate vrećice do izvođenja pokusa.

### 3.2. Priprema vodenih ekstrakata

Vodeni ekstrakti od biljne mase lucerne pripremljeni su prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.). Po 25 g osušene biljne mase lucerne (iz svakog otkosa pojedinačno) potopljeno je u 1000 ml destilirane vode. Dobivene smjese stajale su tijekom 24 h na sobnoj temperaturi. Nakon toga smjese su filtrirane kroz muslinsko platno kako bi se uklonile grube čestice, zatim filtrirane kroz filter papir čime su dobiveni vodeni ekstrakti koncentracije 2,5 %. Dobiveni ekstrakti razrijeđeni su destiliranom vodom kako bi se dobili i ekstrakti koncentracije 1 %. Vodeni ekstrakti su čuvani u hladnjaku na temperaturi od 4 °C do izvođenja pokusa.



Slika 2. Sjeme salate korišteno u pokusu (Jurić, B., 2019.)

### 3.3. Test vrsta

U pokusu je kao test vrsta korišteno komercijalno dostupno sjeme salate (cv. Majska kraljica) (slika 2.). Sjeme je prije pokusa površinski dezinficirano s 1% NaOCl tijekom 20 minuta, te isprano tri puta destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.). Sjeme salate izabrano

je kao test vrsta s obzirom na njegovu visoku osjetljivost na alelokemikalije i brzu klijavost (Díaz de Villegas i sur., 2011.).

### **3.4. Pokus**

Pokus je postavljen kao dvofaktorijalni pokus prema potpuno slučajnom planu s tretmanima u četiri ponavljanja u kontroliranim laboratorijskim uvjetima, pri čemu je prvi faktor u pokusu bila koncentracija vodenog ekstrakta, a drugi vrijeme otkosa iz kojeg je uzeta nadzemna masa lucerne. Tretmani u pokusu su se sastojali od naklijavanja 30 sjemenki salate na filter papiru navlaženom s 3 ml ekstrakta određene koncentracije. U kontrolnom tretmanu filter papir je navlažen destiliranom vodom. Sjeme salate naklijavano je 5 dana pri temperaturi od 22 ( $\pm 2$ ) °C na laboratorijskim klupama.

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

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne procijenjen je na kraju pokusa mjerenjem sljedećih parametara:

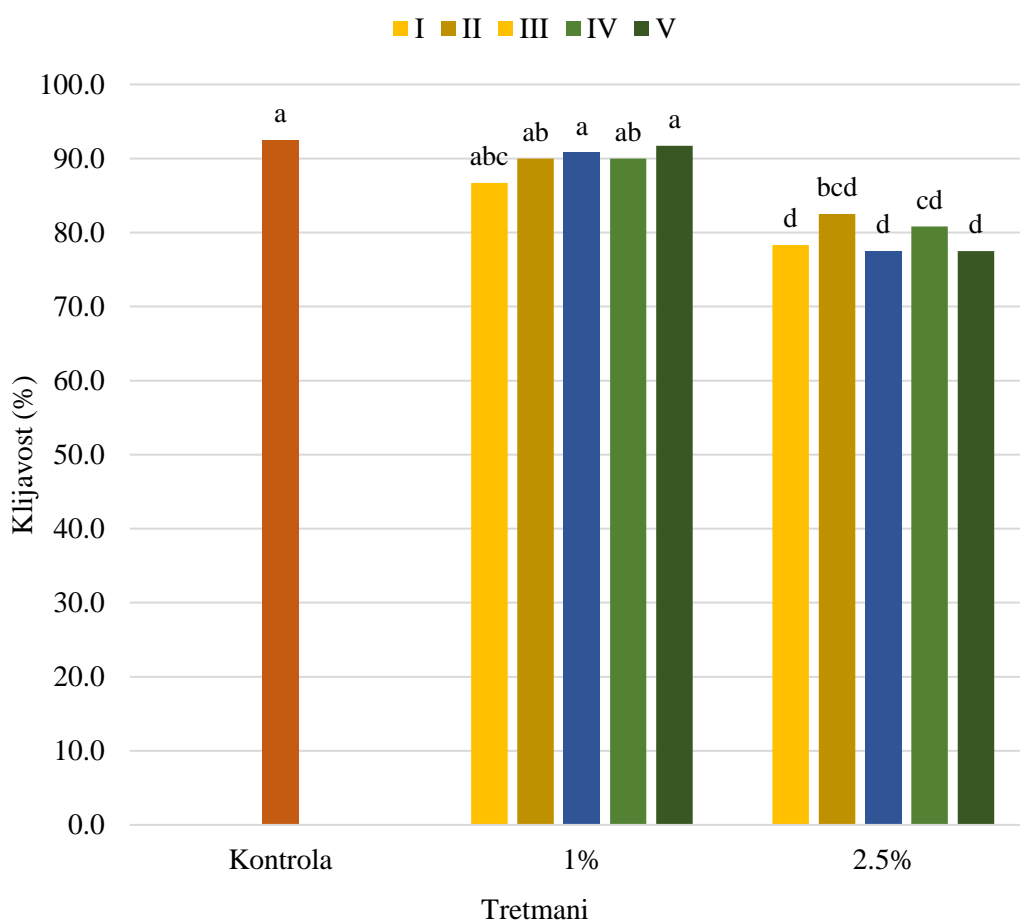
1. ukupna klijavost/nicanje sjemeni (%);  $K$  (klijavost) = (broj klijavih sjemenki / ukupan broj sjemenki) x 100;
2. duljina korijena klijanaca (cm); izmjerena pomoću milimetarskog papira;
3. duljina izdanka klijanaca (cm); izmjerena pomoću milimetarskog papira;
4. svježa masa klijanaca (mg); izmjerena pomoću elektroničke vage (0,0001 g);
5. suha masa klijanaca (mg); izmjerena pomoću elektroničke vage (0,0001 g) nakon sušenja klijanaca u sušioniku.

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

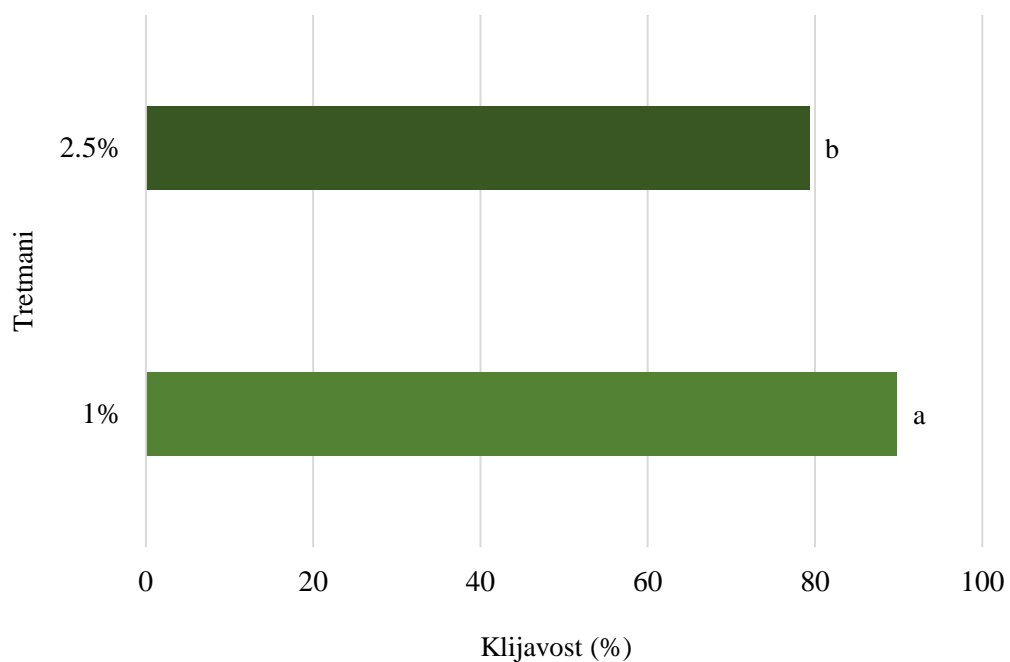
## 4. Rezultati

### 4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na klijavost sjemena salate

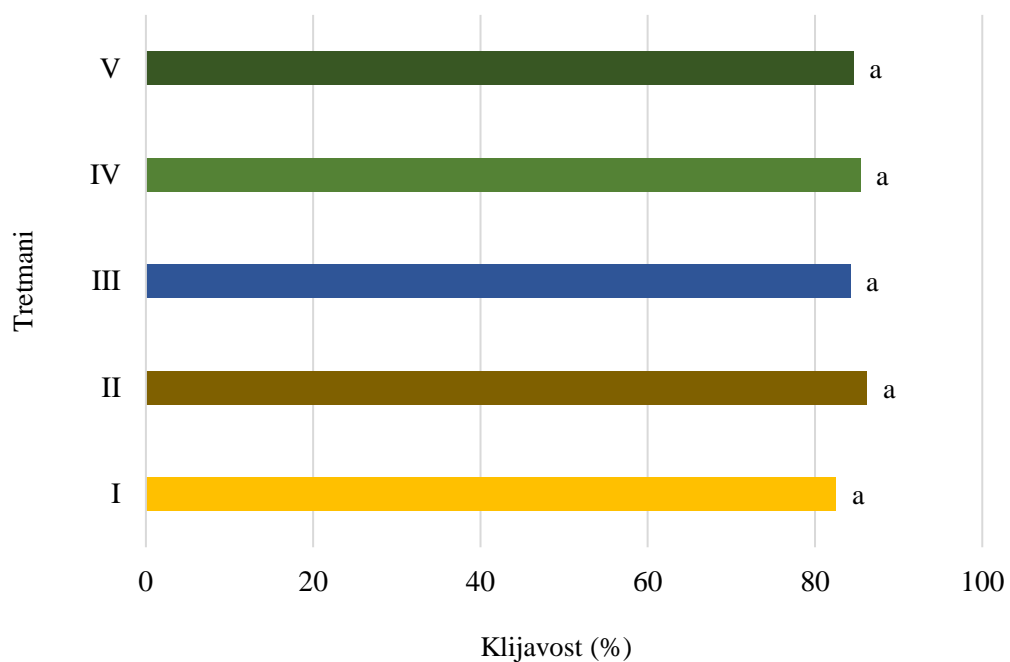
Vodeni ekstrakti lucerne pokazali su statistički značajan alelopatski utjecaj na klijavost sjemena salate (grafikon 1.). Vodeni ekstrakti više koncentracije od biljne mase lucerne iz svih otkosa značajno su smanjili klijavost sjemena salate u odnosu na kontrolu i to u rasponu od 10,8 % do 16,2 %. S druge strane, niti jedan vodeni ekstrakt koncentracije 1% nije statistički značajno smanjio klijavost sjemena salate u odnosu na kontrolu. Svi vodeni ekstrakti više koncentracije, izuzev ekstrakta lucerne iz drugog otkosa, statistički su značajno smanjili klijavost sjemena salate u odnosu na ekstrakte niže koncentracije.



Grafikon 1. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na klijavost sjemena salate



Grafikon 2. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na klijavost sjemena salate



Grafikon 3. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeak koncentracija) na klijavost sjemena salate

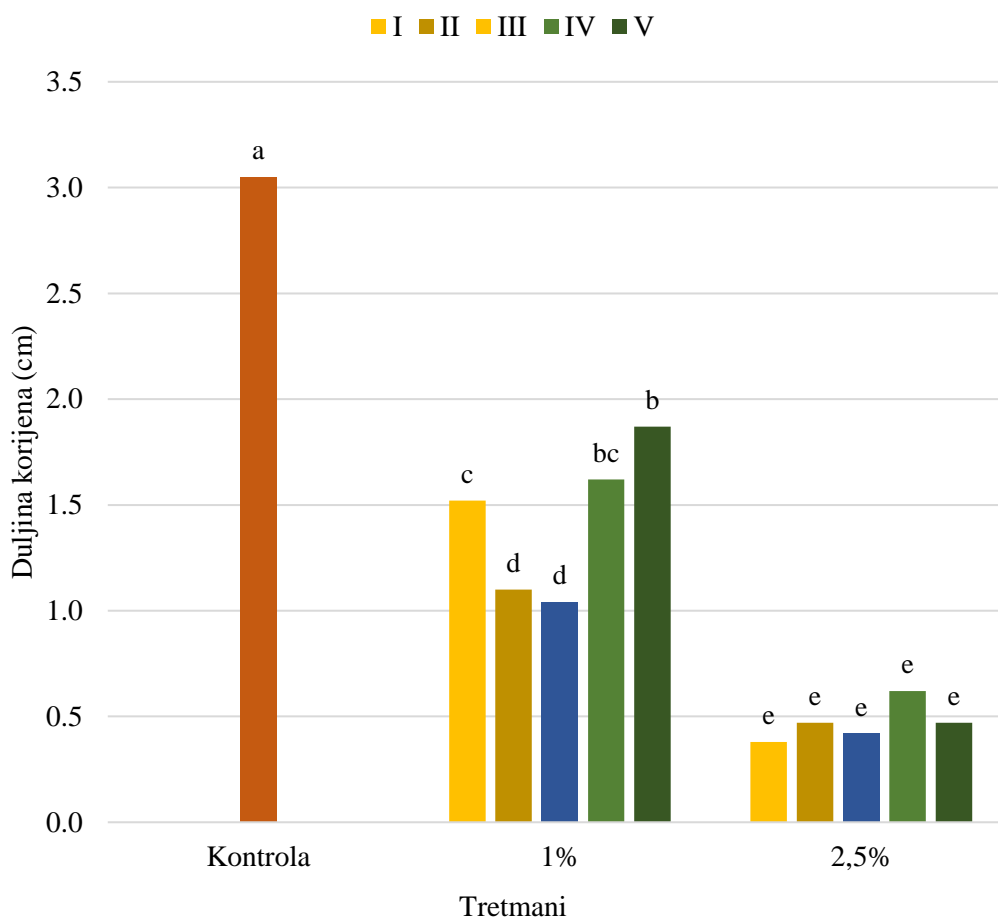


Prosječno, neovisno o otkosu, vodeni ekstrakti više koncentracije imali su veći negativni alelopatski potencijal u odnosu na vodene ekstrakte niže koncentracije (grafikon 2.). Klijavost sjemena pri višoj koncentraciji vodenih ekstrakata u prosjeku je iznosila 79,3 %, dok je pri nižoj koncentraciji iznosila 89,8 %.

Usporedbom alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa, u prosjeku neovisno o koncentraciji, nije utvrđena statistički značajna razlika između otkosa na klijavost sjemena salate (grafikon 3.).

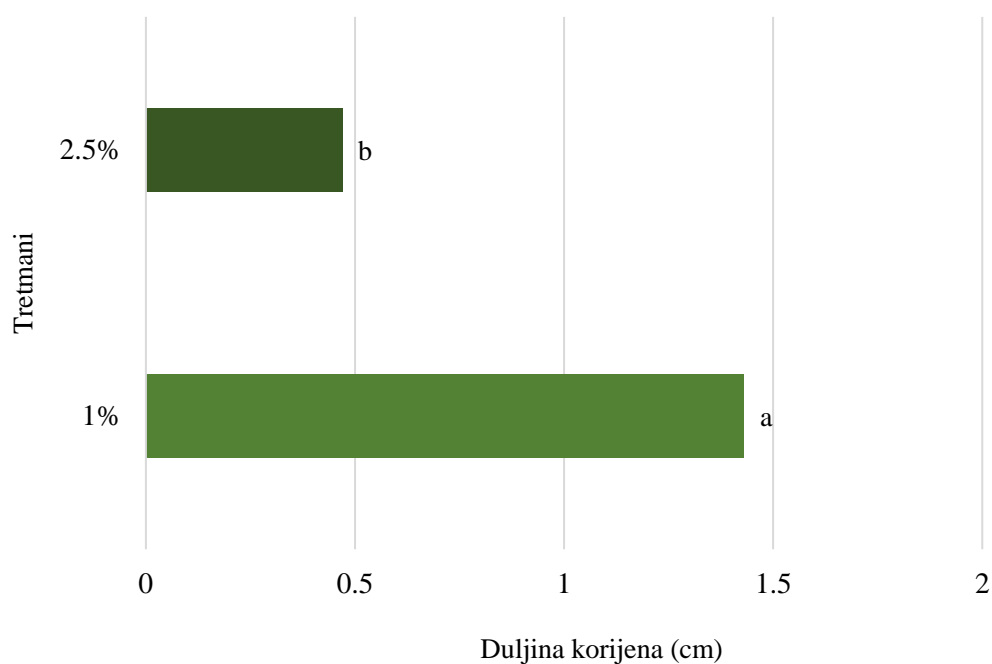
## 4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na duljinu korijena klijanaca salate

Vodeni ekstrakti lucerne pokazali su statistički značajni negativni alelopatski utjecaj na duljinu korijena klijanaca salate (grafikon 4.).

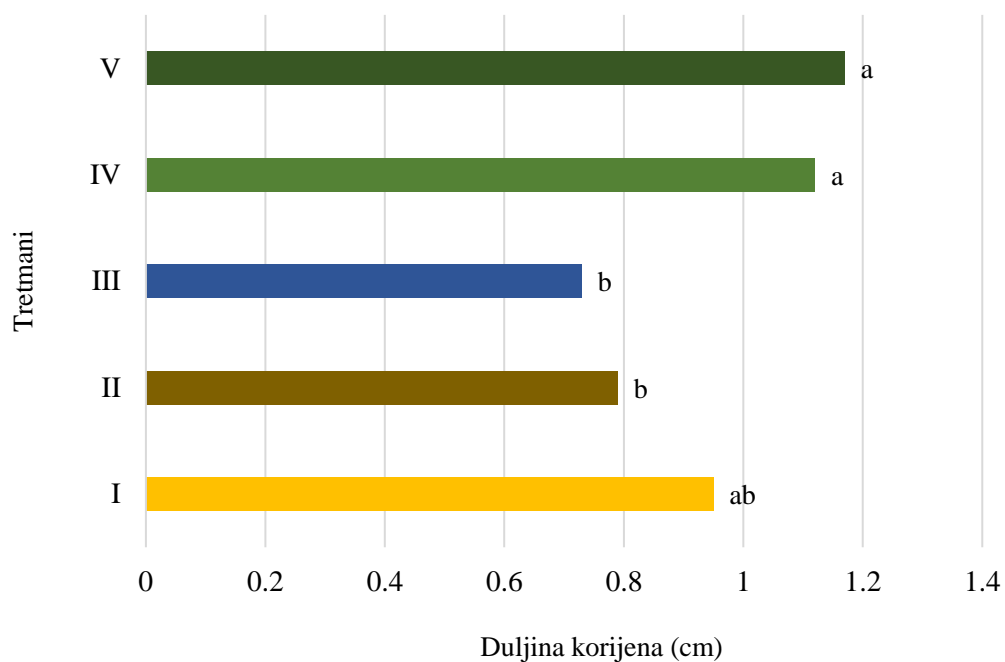


Grafikon 4. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na duljinu korijena klijanaca salate

Najviša duljina korijena klijanaca zabilježena je u kontrolnom tretmanu te je iznosila 3,1 cm. Svi vodeni ekstrakti niže koncentracije lucerne iz svih otkosa statistički su značajno smanjili duljinu korijena klijanaca od 39,7 % do 67,7 % te su se međusobno statistički značajno razlikovali. Najveći negativni alelopatski potencijal zabilježen je u tretmanima s lucernom iz drugog i trećeg otkosa, a najmanji iz četvrtog i petog. S druge strane, svi ekstrakti koncentracije 2,5 % značajno su smanjili duljinu korijena klijanaca salate od 80 % do 87,1 %, međutim nije utvrđena značajna razlika među otkosima.



Grafikon 5. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjek svih otkosa) na duljinu korijena klijanaca salate



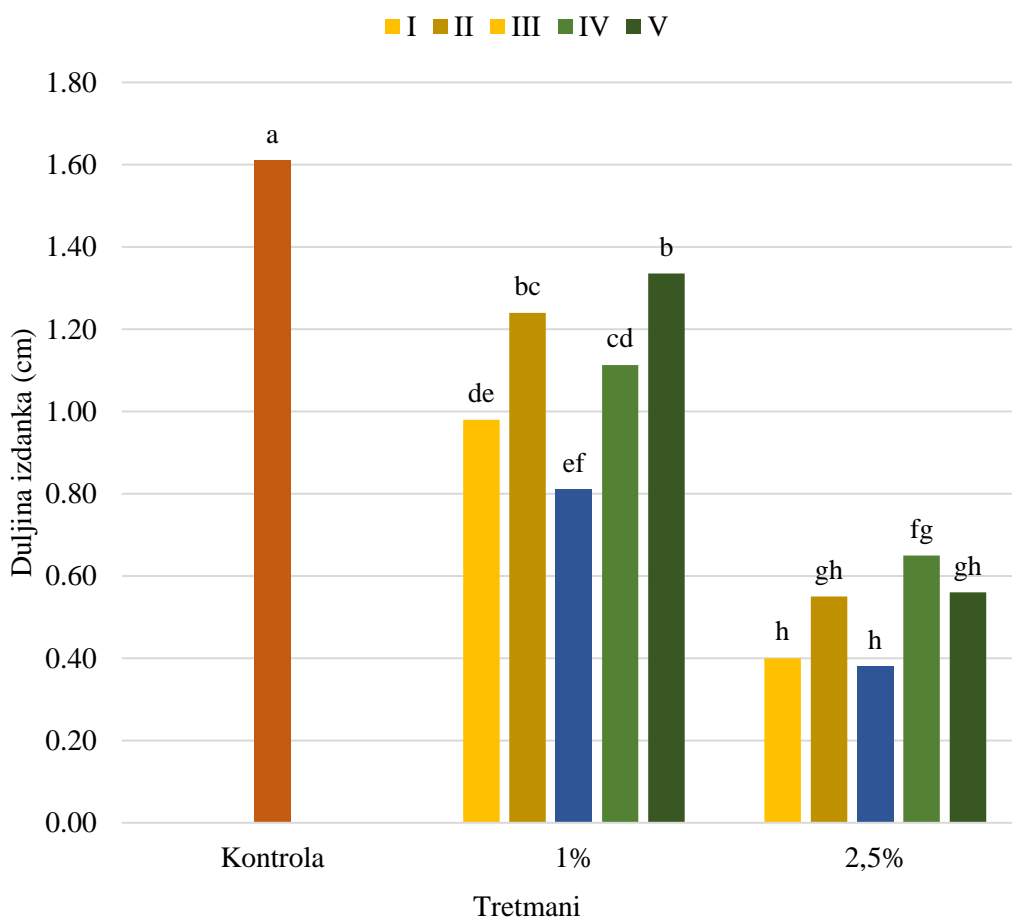
Grafikon 6. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjek koncentracija) na duljinu korijena klijanaca salate

Prosječno, neovisno o otkosu, vodeni ekstrakti više koncentracije imali su veći negativni alelopatski potencijal u odnosu na vodene ekstrakte niže koncentracije (grafikon 5.). Duljina korijena klijanaca salate pri nižoj koncentraciji vodenih ekstrakata u prosjeku je iznosila 1,4 cm, dok je pri višoj koncentraciji iznosila 0,5 cm, odnosno bila je smanjena za 64,3 % u odnosu na duljinu korijena pri nižoj koncentraciji.

Usporedbom alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa, u prosjeku neovisno o koncentraciji, uočene su statistički značajne razlike između otkosa lucerne na duljinu korijena klijanaca salate (grafikon 6.). Najveća duljina korijena zabilježena u tretmanima s vodenim ekstraktima lucerne iz četvrtog i petog otkosa (1,1 cm i 1,2 cm), dok je nešto niža duljina korijena, ali ne i statistički značajno različita u odnosu na prethodne, zabilježena s vodenim ekstraktom lucerne iz prvog otkosa (0,95 cm). Najmanja duljina korijena zabilježena je u tretmanima s vodenim ekstraktima lucerne iz trećeg i drugog otkosa (0,73 cm i 0,79 cm) i to statistički značajno u odnosu na vodene ekstrakte lucerne iz četvrtoga i petoga otkosa.

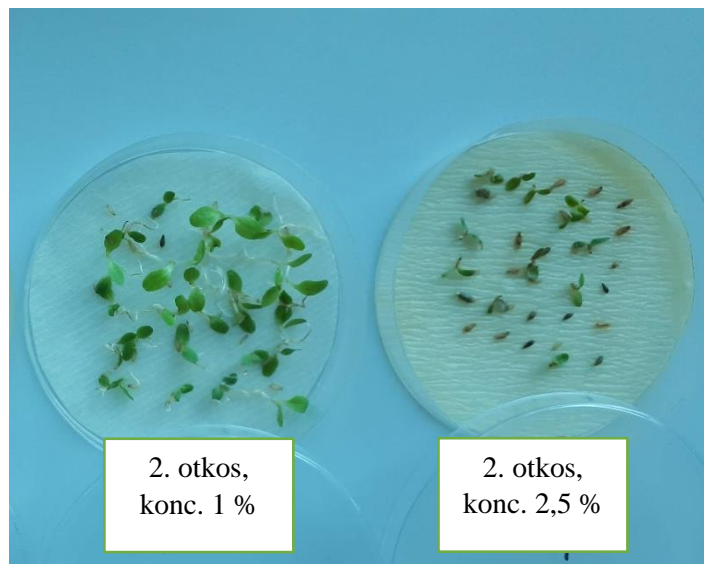
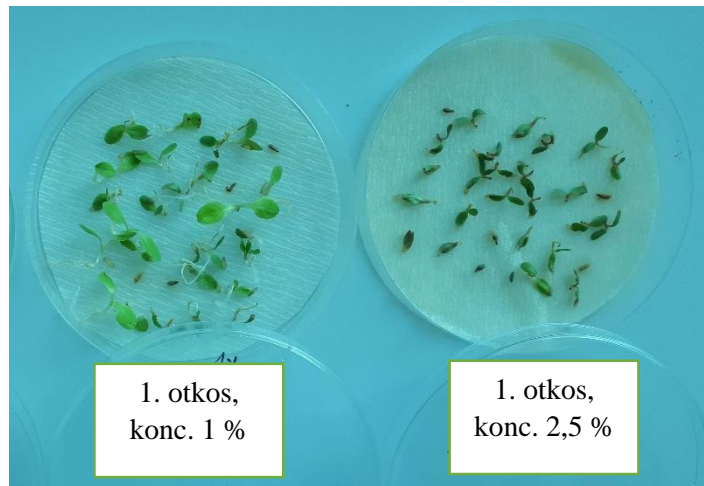
### 4.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na duljinu izdanka klijanaca salate

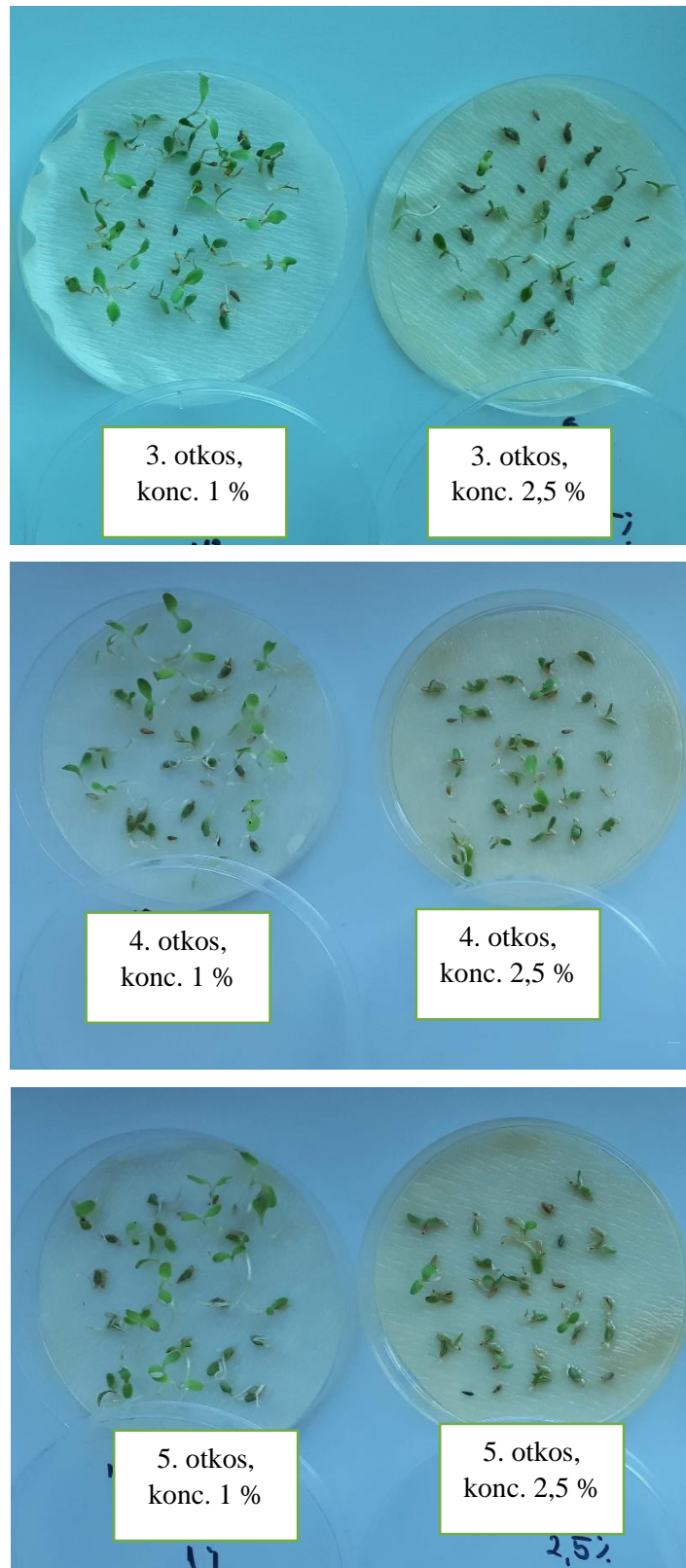
Vodeni ekstrakti lucerne pokazali su statistički značajno negativno alelopatsko djelovanje na duljinu izdanka klijanaca salate (grafikon 7., slika 3.).



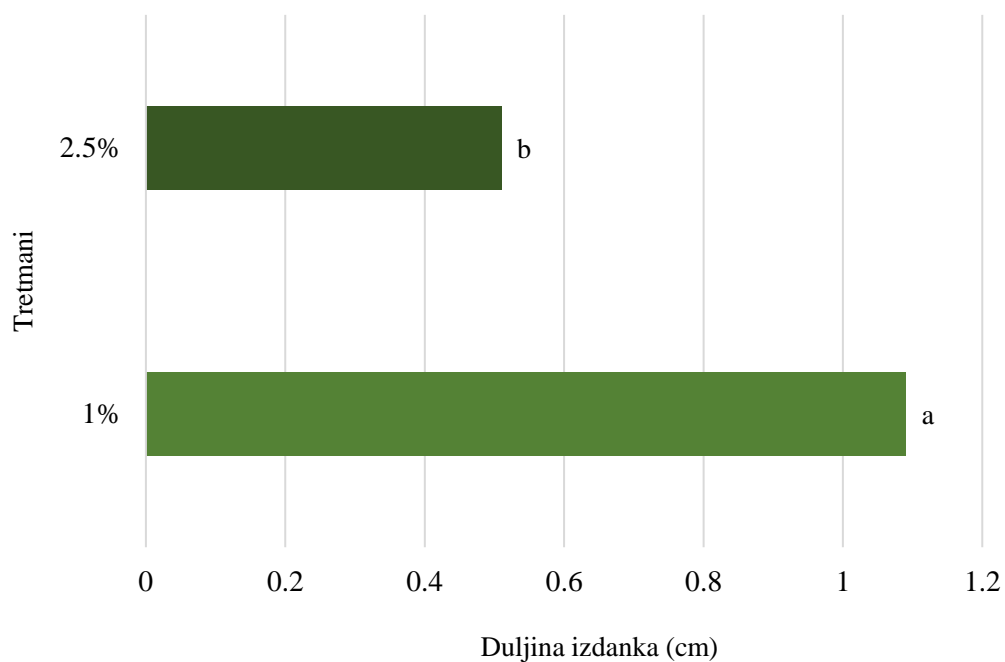
Grafikon 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na duljinu izdanka klijanaca salate

Najviša duljina izdanka klijanaca zabilježena je u kontrolnom tretmanu te je iznosila 1,6 cm. Svi vodeni ekstrakti niže koncentracije lucerne iz svih otkosa statistički su značajno smanjili duljinu korijena klijanaca od 16,3 % do 50 % te su se međusobno statistički značajno razlikovali. Najveći negativni alelopatski potencijal zabilježen je u tretmanima s lucernom iz trećeg otkosa, a najmanji s lucernom iz petog otkosa. Vodeni ekstrakti više koncentracije značajno su smanjili duljinu korijena klijanaca salate do 75 %, a najveći negativni alelopatski potencijal utvrđen je s vodenim ekstraktima lucerne iz prvog i trećeg otkosa.

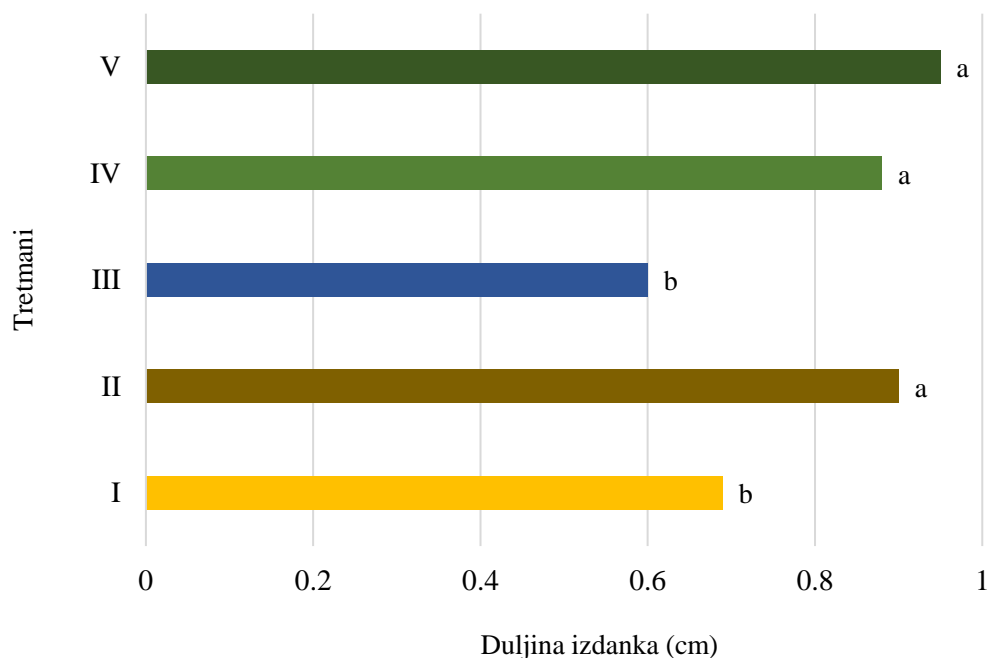




Slika 3. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na rast klijanaca salate (Jurić, B., 2019.)



Grafikon 8. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjek svih otkosa) na duljinu izdanka klijanaca salate



Grafikon 9. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjek koncentracija) na duljinu izdanka klijanaca salate

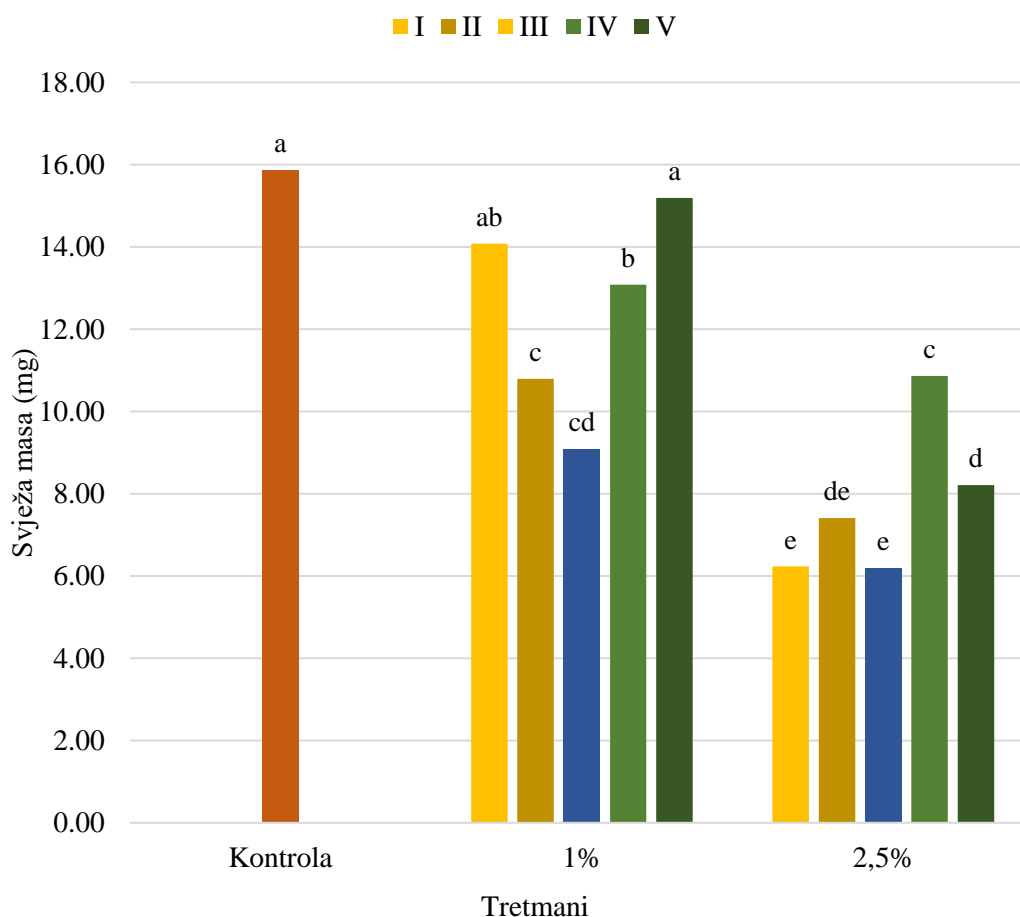


Prosječno, neovisno o otkosu, vodeni ekstrakti više koncentracije imali su veći negativni alelopatski potencijal u odnosu na vodene ekstrakte niže koncentracije na duljinu izdanka salate (grafikon 8.). Duljina izdanka klijanaca salate pri nižoj koncentraciji vodenih ekstrakata u prosjeku je iznosila 1,1 cm, dok je pri višoj koncentraciji iznosila 0,5 cm, odnosno bila je smanjena za 54,5 % u odnosu na duljinu izdanka pri nižoj koncentraciji.

Usporedbom alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa, u prosjeku neovisno o koncentraciji, uočene su statistički značajne razlike između otkosa lucerne na duljinu izdanka klijanaca salate (grafikon 9.). Vodeni ekstrakti lucerne iz drugog, četvrtog i petog otkosa u manjoj su mjeri smanjili duljinu izdanka klijanaca salate. S druge strane, duljina izdanka klijanaca salate bila je statistički značajno niža u prvom otkosu (0,7 cm), a najniža u trećem otkosu gdje je izmjerena duljina izdanka iznosila 0,6 cm.

#### 4.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na svježu masu klijanaca salate

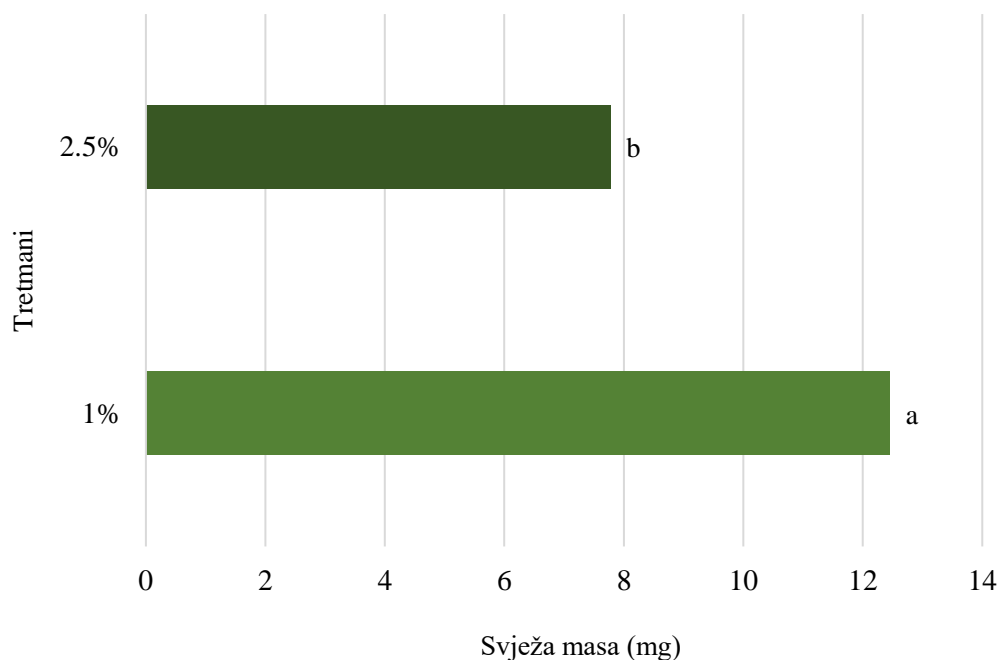
Svježa masa klijanaca salate bila je pod statistički značajnim alelopatskim djelovanjem vodenih ekstrakata lucerne (grafikon 10.).



Grafikon 10. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na svježu masu klijanaca salate

Najviša izmjerena svježa masa klijanaca zabilježena je u kontrolnom tretmanu te je iznosila 15,9 mg. Izuzev ekstrakata niže koncentracije od lucerne iz prvog i petog otkosa, svi drugi ekstrakti statistički su značajno smanjili duljinu izdanka klijanaca salate u odnosu na kontrolu (grafikon 10.). Vodeni ekstrakti niže koncentracije smanjili su svježu masu klijanaca do 42,7 %, a najveće negativno djelovanje pokazali su ekstrakti lucerne iz drugog i trećeg otkosa. Slično tome, svi ekstrakti više koncentracije značajno su smanjili svježu

masu klijanaca salate, pri čemu je najveći negativni utjecaj zabilježen u tretmanima s lucernom iz prvog i trećeg otkosa, gdje je svježa masa smanjena za 60,7 % odnosno 61 % u odnosu na kontrolu.

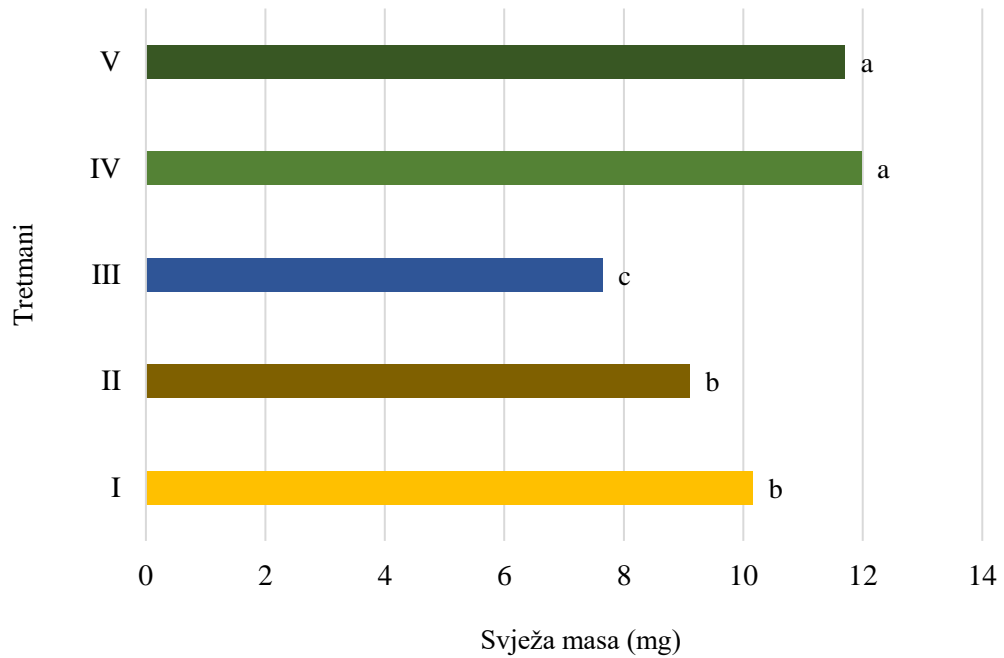


Grafikon 11. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na svježju masu klijanaca salate

Prosječno, neovisno o otkosu, vodeni ekstrakti više koncentracije imali su veći negativni alelopatski potencijal u odnosu na vodene ekstrakte niže koncentracije (grafikon 11.). Svježa masa klijanaca salate pri nižoj koncentraciji vodenih ekstrakata u prosjeku je iznosila 12,5 mg, dok je pri višoj koncentraciji iznosila 7,8 mg, odnosno bila je smanjena za 37,5 % u odnosu na duljinu korijena pri nižoj koncentraciji.

Usporedbom alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa, u prosjeku neovisno o koncentraciji, uočene su statistički značajne razlike između otkosa lucerne na svježju masu klijanaca salate (grafikon 12.). Najveća svježa masa zabilježena u tretmanima s vodenim ekstraktima lucerne iz četvrtog i petog otkosa (12 mg i 11,7 mg), i to statistički značajno u odnosu na lucernu iz drugih otkosa. Nešto niže vrijednosti svježe mase zabilježene su s vodenim ekstraktima lucerne iz prvog i drugog otkosa (10,2 mg i 9,1 mg).

Statistički značajno najniža svježa masa zabilježena je u tretmanu s vodenim ekstraktom lucerne iz trećeg otkosa (7,6 mg).



Grafikon 12. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeck koncentracija) na svježu masu klijanaca salate

## 5. Rasprava

Rezultati provedenog istraživanja pokazali su da vodeni ekstrakti od suhe mase lucerne pokazuju statistički značajan negativni alelopatski potencijal na sve mjerene parametre klijanaca salate. Ekstrakti lucerne sadrže brojne spojeve, među njima fenolne kiseline kao što su salicilna kiselina i p-hidroksibenzojeva kiselina (Ghimire i sur., 2019.), trans-cimetna kiselina i kumarin (Hedge i Miller, 1992.), dok analiza korijenovih eksudata i biljnih ostataka otkriva prisutnost kofeinske, klorogene, izoklorogene, p-kumarinske, p-OH-benzojeve i ferulinske kiseline (Abdul-Rahman i Habib, 1989.).

Intenzitet alelopatskog djelovanja uvelike je ovisio o koncentraciji i vremenu otkosa odnosno vremenu uzorkovanja biljne mase.

Više koncentracije vodenih ekstrakata lucerne imale su veći negativni alelopatski potencijal u odnosu na niže koncentracije. Slične rezultate navode i Li i Shen (2005.) prema kojima više koncentracije (7,5 % i 10 %) vodenih ekstrakata lucerne inhibiraju duljinu korijena i izdanka brojnih test vrsta u većoj mjeri u odnosu na vodeni ekstrakt niže (5 %) koncentracije. Ebrahim (2018.) navodi smanjenje klijavosti slanutka i duge vigne pri povećanju koncentracije vodenih ekstrakata nadzemne mase lucerne. Također, prema Sun i sur. (2018.) zabilježen je pozitivan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne pri koncentracijama nižim od 10 g/L na rast klijanaca pamuka.

Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ovisio je i o vremenu otkosa odnosno vremenu uzorkovanja biljne mase. U prosjeku, nije bilo utjecaja vremena otkosa na klijavost sjemena salate, dok su kod parametara rasta zabilježene značajne razlike. Vodeni ekstrakti lucerne iz drugog i trećeg otkosa imali su najveće negativno djelovanje na duljinu korijena i svježju masu klijanaca, dok su vodeni ekstrakti lucerne iz prvog i trećeg otkosa smanjili u najvećoj mjeri duljinu izdanka klijanaca salate. Kod svih parametara rasta, vodeni ekstrakti lucerne iz četvrtog i petog otkosa imali su u prosjeku najmanje alelopatsko djelovanje. Sezonska dinamika i faza razvoja biljke uvelike mogu utjecati na alelopatski potencijal pojedine biljne vrste. Murakami i sur. (2009.) proučavali su utjecaj sezonske varijacije na fitotoksični potencijal ekstrakata lista vrste *Aloe arborescens* Mill. na salatu. Klijavost sjemena salate snižena je statistički značajno s ekstraktom lista *A. arborescens* prikupljenog u proljeće, u odnosu na ekstrakte od lista prikupljenog u ljeto, jesen i zimu. Hedge i Miller (1992.) navode kako ekstrakt nadzemne mase lucerne u reproduktivnoj fazi ima veći negativni autotoksični učinak u odnosu na ekstrakt nadzemne mase u vegetativnoj fazi. Đikić i sur. (2008.) pak

navode da vodeni ekstrakti od heljde u fenofazi cvatnje imaju jači negativni alelopatski potencijal na klijavost i rast klijanaca korova u odnosu na vodene ekstrakte pripremljene od heljde u fenofazi nakon cvatnje odnosno u zriobi. Slično navode Baležentienė i Sampietro (2009.) koji su utvrdili maksimalne koncentracije fenolnih spojeva te najveći inhibitorski potencijal ekstrakata nadzemne mase galege u fazi cvatnje. Prema Singh i sur. (2013.) vodeni ekstrakti od vrste *Cassia occidentalis* L. u vegetativnoj fazi pokazuju veće inhibitorsko djelovanje na klijavost od vodenih ekstrakata pripremljenih od biljne mase u fazi cvatnje, plodonošenja i zriobe. Autori navode da biljke u ranim fenološkim fazama pokazuju veću metaboličku aktivnost što rezultira biosintezom i akumulacijom potencijalnih alelokemikalija te u ranim fazama razvoja biljka mora ojačati obrambeni sustav kako bi se osigurala uspostava klijanaca.

Osim vremena otkosa i drugi parametri utječu na alelopatski potencijal lucerne. Zubair i sur. (2017.) u svom su pokusu utvrdili značajne razlike u alelopatskom djelovanju 40 genotipova lucerne na klijavost i rast klijanaca ljulja. Biljni dio također može utjecati na alelopatski potencijal, pa prema Liu i sur. (2016.) vodeni ekstrakti korijena lucerne nisu imali značajan utjecaj na klijavost sjemena vrste *L. davurica* u odnosu na vodene ekstrakte lista i stabljike lucerne. Veći negativni alelopatski utjecaj lista, sjemena i cijele biljke lucerne u odnosu na korijen, cvijet i stabljiku navode Chung i Miller (1995.).

Klijavost sjemena salate bila je pod manjim utjecajem od duljine korijena i izdanka klijanaca te svježje mase klijanaca. Yang i sur. (2020.) također navode manji alelopatski potencijal ekstrakata rizosfernog tla na klijavost vrtnog sljeza koja je smanjen za svega 6,23 %, dok su duljina korijena i izdanka klijanaca smanjenje za više od 45 % (56,11 % i 48,94 %). Prema Chung i Miller (1995.) u pokusu autotoksičnosti lucerne, duljina korijena klijanaca lucerne bila je osjetljivija na ekstrakte od klijavosti sjemena ili duljine izdanka.

## 6. Zaključak

Na osnovi rezultata istraživanja alelopatskog potencijala lucerne na klijavost i rast salate doneseni su sljedeći zaključci:

- Vodeni ekstrakti koncentracije 2,5 % od biljne mase lucerne iz svih otkosa značajno smanjili klijavost sjemena salate u odnosu na kontrolu i to u rasponu od 10,8 % do 16,2 %. Suprotno tome, koncentracija vodenog ekstrakta od 1 % nije imala nikakav statistički značajan utjecaj na klijavost salate u odnosu na kontrolu.
- Vodeni ekstrakti lucerne obje koncentracije iz svih otkosa pokazali su statistički značajni negativni alelopatski utjecaj na duljinu korijena i izdanka klijanaca salate.
- Svježa masa klijanaca smanjena je u tretmanima s višom koncentracijom ekstrakta, dok ekstrakti niže koncentracije lucerne iz prvog i petog otkosa nisu pokazali statistički značajan utjecaj na svježu masu klijanaca.
- Iako je niža koncentracija vodenih ekstrakata imala slabiji alelopatski potencijal, ipak je postignuto visoko inhibitorno djelovanje već pri tako niskoj koncentraciji i na sve ispitivane parametre u odnosu na kontrolu, s izuzetkom postotka klijavosti. Viša koncentracija rezultirala je još većim negativnim utjecajem, a za pretpostaviti je kako bi se taj trend nastavio pri daljnjem povećanju koncentracije.
- Utvrđene su statistički značajne razlike među otkosima, prosječno za obje koncentracije, za parametre rasta klijanaca te je najveći negativni učinak zabilježen u tretmanu s vodenim ekstraktom lucerne iz trećeg otkosa, dok su vodeni ekstrakti lucerne iz četvrtog i petog otkosa pokazali najmanje inhibitorno djelovanje.
- Duljina korijena bila je pod najvećim negativnih djelovanjem, dok su ekstrakti pokazali najmanji učinak na klijavost sjemena salate.

## 7. Papis 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. 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.
3. Abdul-Rahman, A.A., Habib, S.A. (1989.): Allelopathic effect of alfalfa (*Medicago sativa*) on bladygrass (*Imperata cylindrica*). *Journal of Chemical Ecology*, 15: 2289-2300.
4. Aslam, F., Khaliq, A., Matloob, A., Tanveer, A., Hussain, A., Zahir, Z.A. (2017.): Allelopathy in agro-ecosystems: a critical review of wheat allelopathy-concepts and implications. *Chemoecology*, 27(1): 1-24.
5. Baležentienė, L., Sampietro, D. (2009.): Assessment of the allelopathic potential of fodder galega at different growth stages. *Allelopathy Journal*, 23(1): 229-236.
6. Cheng, F., Cheng Z. (2015.): Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-16.
7. Chung, I. M., Miller, D.A. (1995.): Effect of Alfalfa Plant and Soil Extracts on Germination and Growth of Alfalfa. *Agronomy Journal*, 87: 762-767.
8. Díaz de Villegas, M.E., Delgado, G., Rivas, M., Torres, E., Saura, M. (2011.): Implementation of an in vitro bioassay as an indicator of the bionutrient FitoMas E. *Cienciae investigación agraria*, 38(2): 205-210.
9. Đikić, M., Gadžo, D., Šarić, T., Gavrić, T., Muminović, Š. (2008.): Investigation of allelopathic potential of buckwheat. *Herbologia*, 9(2): 59-71.
10. Ebrahim, F.K. (2018.): Allelopathic effect of alfalfa *Medicago sativa* on germination and growth of two legumes species *Cicer arietinum* and *Vigna unguiculata*. *College Of Basic Education Researches Journal*, 14(1): 445-456.
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. Ghimire, B.K., Ghimire, B., Yu, C.Y., Chung, I.M. (2019.): Allelopathic and Autotoxic Effects of *Medicago sativa* – Derived Allelochemicals. *Plants*, 8(7): 233.



13. Hedge, R.S., Miller, D.A. (1992.): Concentration dependency and stage crop growth in alfalfa autotoxicity. *Agronomy Journal*, 84(6): 940-946.
14. Inderjit, Irwin Keating, K. (1999.): Allelopathy: Principles, Procedures, Processes, and Promises for Biological Control. *Advances in Agronomy*, 67: 141-231.
15. Li, Z., Shen, Y. (2005.): Study on the allelopathy of alfalfa. *Pratacultural Science*, 22(12): 33-36.
16. Liu, X., Zhang, Z., Zhao, X. (2016.): Allelopathy effect of extracts from alfalfa and its rhizosphere soil on seed germinatin of *Lespedeza davurica*. *Grassland and Turf*, [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTotal-STKX801.015.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-STKX801.015.htm)
17. Murakami, C., Cardoso, F.L., Mayworm, M.A.S. (2009.): Analysis of the phytotoxic potential of *Aloe arborescens* Miller leaf extracts (Asphodelaceae) produced at different times of the year. *Acta Botanica Brasilica*, 23(1): 111-116.
18. Norsworthy, J. K. (2003.): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology*, 17: 307-313.
19. Onen, H. (2013.): Does allelopathy play a role in supression of mugwort (*Artemisia vulgaris*) by alfalfa? *Agronomy & Crop Ecology*, 16(3): 255-260.
20. 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.
21. Ravlić, M. (2015.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
22. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy. Academic Press, London.
23. Russelle, M.P. (2014.): Environmental benefits of growing perennial legumes in cropping systems. *Legume Perspect*, 4, 11–12.
24. Shi, S., Nan, L., Smith, K.F. (2017.): The Current Status, Problems, and Prospects of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Breeding in China. *Agronomy*, 7, 1.
25. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S.S., Meghvanshi, M. K. (2009.): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopsis 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.
26. Singh, N.B., Kumar, S., Singh, D., Yadav, K. (2013.): Allelopathic effects of different phenological stages of *Cassia occidentalis* L. on *Parthenium hysterophorus* L. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 3(4): 817-828.

27. Sun, X., Liz, J., Chen, H., Han, Y., Fu, J. (2018.): Allelopathic effect of wheat and alfalfa straw aqueous extracts on cotton. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 27(1): 69-75.
28. 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.
29. Tucak, M., Horvat, D., Čupić, T., Krizmanić, G., Tomaš, V., Ravlić, M., Popović, S. (2018.): Forage Legumes as Sources of Bioactive Phytoestrogens for Use in Pharmaceuticals: A Review. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 19, 537–544.
30. Tucak, M., Čupić, T., Horvat, D., Popović, S., Krizmanić, G., Ravlić, M. (2020.): Variation of Phytoestrogen Content and Major Agronomic Traits in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Populations. *Agronomy*, 10(1): 87.
31. Vidal, R.A., Bauman, T.T. (1997.): Fate of allelochemicals in the soil. *Ciencia Rural*, 27(2): 351-357.
32. Yang, T., Zhang, M., Chen, D., Zheng, P., Shi, F. (2020.): Allelopathy of *Medicago sativa* L. soil extracts on *Althaea rosea* Cavan. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 37(1): 92-97.
33. Zeman, S., Fruk, G., Jemrić, T. (2011.) Alelopatski odnosi biljka: pregled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene. *Glasnik zaštite bilja*, 34(4): 52-59.
34. Zubair, H.M., Pratley, J.E., Sandral, G.A., Humphries, A. (2017.): Allelopathic interference of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes to annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Journal of Plant Research*, 130: 647-658.

## 8. Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi alelopatski potencijal lucerne (*Medicago sativa* L.) na klijavost sjemena i rast klijanaca salate (*Lactuca sativa* L.). Pokus je proveden u laboratoriju u Petrijevim zdjelicama gdje je istražen utjecaj vodenih ekstrakata u dvije koncentracije (1 % i 2,5 %) od suhe nadzemne mase lucerne iz pet otkosa. Alelopatski utjecaj procijenjen je mjerenjem klijavosti sjemena, te duljine korijena i izdanka i svježe mase klijanaca salate. Rezultati su pokazali statistički značajan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na sve mjerene parametre. Inhibitorni učinak vodenih ekstrakata ovisio je o koncentraciji te otkosu. Povećanjem koncentracije povećavalo se negativno alelopatsko djelovanje. Razlike između djelovanja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa utvrđene su na rast klijanaca salate. Najveći negativni alelopatski potencijal u prosjeku je imao vodeni ekstrakt lucerne iz trećeg otkosa, dok su najmanje djelovanje pokazali vodeni ekstrakti lucerne iz četvrtog i petog otkosa. Duljina korijena klijanaca salate bila je pod najvećim negativnim alelopatskim djelovanjem.

**Ključne riječi:** alelopatija, lucerna (*Medicago sativa* L.), koncentracija, otkos, salata (*Lactuca sativa* L.)

## 9. Summary

The aim of this study was to determine the allelopathic potential of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on seed germination and growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.). The experiment was performed in a laboratory in Petri dishes where the effect of water extracts in two concentrations (1% and 2.5%) from dry aboveground biomass of alfalfa from five cuts was investigated. The allelopathic effect was assessed by measuring seed germination, root and shoot length, and fresh weight of lettuce seedlings. The results showed a statistically significant allelopathic effect of alfalfa water extracts on all measured parameters. The inhibitory effect of water extracts depended on the concentration and the cut. With the increase in extract concentration the negative allelopathic effect increased. Differences between allelopathic potential of alfalfa extracts from different cuts were determined on the growth of lettuce seedlings. On average, alfalfa water extract from the third cut had the highest negative allelopathic potential, while alfalfa water extracts from the fourth and fifth cut showed the least effect. The root length of lettuce seedlings was under the greatest negative allelopathic effect.

**Key words:** allelopathy, alfalfa (*Medicago sativa* L.), concentration, cut, lettuce (*Lactuca sativa* L.)

## 10. Popis slika

| <b>Red. br.</b> | <b>Naziv slike</b>   | <b>Str.</b> |
|-----------------|--|-------------|
|                 | Slika 1. Samljeveni uzorak nadzemne mase lucerne (Jurić, B., 2019.).....   | 8           |
|                 | Slika 2. Sjeme salate korišteno u pokusu (Jurić, B., 2019.) .....  | 9           |
|                 | Slika 3. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na rast klijanaca salate (Jurić, B., 2019.)..... | 19          |

## 11. Popis grafikona

| Red. br. | Naziv grafikona   | Str. |
|----------|---|------|
|          | Grafikon 1. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na klijavost sjemena salate .....          | 11   |
|          | Grafikon 2. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na klijavost sjemena salate .....                | 12   |
|          | Grafikon 3. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeak koncentracija) na klijavost sjemena salate .....                  | 12   |
|          | Grafikon 4. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na duljinu korijena klijanaca salate ..... | 14   |
|          | Grafikon 5. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na duljinu korijena klijanaca salate .....       | 15   |
|          | Grafikon 6. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeak koncentracija) na duljinu korijena klijanaca salate .....         | 15   |
|          | Grafikon 7. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na duljinu izdanka klijanaca salate.....   | 17   |
|          | Grafikon 8. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na duljinu izdanka klijanaca salate.....         | 20   |
|          | Grafikon 9. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeak koncentracija) na duljinu izdanka klijanaca salate .....          | 20   |
|          | Grafikon 10. Alelopatski utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (I, II, III, IV, V) na svježju masu klijanaca salate.....     | 22   |
|          | Grafikon 11. Usporedba alelopatskog utjecaja različitih koncentracija vodenih ekstrakata lucerne (prosjeak svih otkosa) na svježju masu klijanaca salate .....          | 23   |
|          | Grafikon 12. Usporedba alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa (prosjeak koncentracija) na svježju masu klijanaca salate .....            | 24   |

Alelopatski potencijal lucerne (*Medicago sativa* L.) na klijavost i rast salate (*Lactuca sativa* L.)

Bruno Jurić

### **Sažetak**

Cilj rada bio je utvrditi alelopatski potencijal lucerne (*Medicago sativa* L.) na klijavost sjemena i rast klijanaca salate (*Lactuca sativa* L.). Pokus je proveden u laboratoriju u Petrijevim zdjelicama gdje je istražen utjecaj vodenih ekstrakata u dvije koncentracije (1 % i 2,5 %) od suhe nadzemne mase lucerne iz pet otkosa. Alelopatski utjecaj procijenjen je mjerenjem klijavosti sjemena, te duljine korijena i izdanka i svježe mase klijanaca salate. Rezultati su pokazali statistički značajan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lucerne na sve mjerene parametre. Inhibitorni učinak vodenih ekstrakata ovisio je o koncentraciji te otkosu. Povećanjem koncentracije povećavalo se negativno alelopatsko djelovanje. Razlike između djelovanja vodenih ekstrakata lucerne iz različitih otkosa utvrđene su na rast klijanaca salate. Najveći negativni alelopatski potencijal u prosjeku je imao vodeni ekstrakt lucerne iz trećeg otkosa, dok su najmanje djelovanje pokazali vodeni ekstrakti lucerne iz četvrtog i petog otkosa. Duljina korijena klijanaca salate bila je pod najvećim negativnim alelopatskim djelovanjem.

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

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

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 15

**Broj tablica:** -

**Broj literaturnih navoda:** 34

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** alelopatija, lucerna (*Medicago sativa* L.), koncentracija, otkos, salata (*Lactuca sativa* L.)

**Datum obrane:** 25.09.2020.

### **Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

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

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

Graduate thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences

University Graduate Studies, Plant Production, course Plant protection

Allelopathic potential of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on germination and growth of lettuce*(Lactuca sativa* L.)

Bruno Jurić

**Abstract**

The aim of this study was to determine the allelopathic potential of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on seed germination and growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.). The experiment was performed in a laboratory in Petri dishes where the effect of water extracts in two concentrations (1% and 2.5%) from dry aboveground biomass of alfalfa from five cuts was investigated. The allelopathic effect was assessed by measuring seed germination, root and shoot length, and fresh weight of lettuce seedlings. The results showed a statistically significant allelopathic effect of alfalfa water extracts on all measured parameters. The inhibitory effect of water extracts depended on the concentration and the cut. With the increase in extract concentration the negative allelopathic effect increased. Differences between allelopathic potential of alfalfa extracts from different cuts were determined on the growth of lettuce seedlings. On average, alfalfa water extract from the third cut had the highest negative allelopathic potential, while alfalfa water extracts from the fourth and fifth cut showed the least effect. The root length of lettuce seedlings was under the greatest negative allelopathic effect.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**Mentor:** PhD Marija Ravlić, Assistant Professor**Number of pages:** 34**Number of figures:** 15**Number of tables:** -**Number of references:** 34**Number of appendices:** -**Original in:** Croatian**Key words:** allelopathy, alfalfa (*Medicago sativa* L.), concentration, cut, lettuce (*Lactuca sativa* L.)**Thesis defended on date:** 25<sup>th</sup> September 2020**Reviewers:**

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

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