Procjena alelopatskog učinka vrste Aloe vera (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka

Lazić, Aleksandar

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:804470

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

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

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Aleksandar Lazić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

PROCJENA ALELOPATSKOG UČINKA VRSTE *Aloe vera* (L.) Burm. f. NA KLIJAVOST I RAST LUKA I BOSILJKA

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Aleksandar Lazić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

PROCJENA ALELOPATSKOG UČINKA VRSTE *Aloe vera* (L.) Burm. f. NA KLIJAVOST I RAST LUKA I BOSILJKA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, predsjednik
2. dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. dr. sc. Ankica Sarajlić, član

Osijek, 2017.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Pregled literature 4
3. Materijal i metode 16
4. Rezultati 18
   4.1. Procjena alelopatskog učinka vrste *A. vera* na luk 18
   4.2. Procjena alelopatskog učinka *A. vera* na bosiljak 22
5. Rasprava 26
6. Zaključak 30
7. Popis literature 31
8. Sažetak 39
9. Summary 40
10. Popis slika 41
11. Popis grafikona 42

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. Uvod

Rod *Aloe* pripada porodici *Asphodelaceae* (*Aloaceae; Liliaceae*), višegodišnjim biljkama tropskih i subtropskih područja, te su autohtone vrste u afričkim i mediteranskim zemljama. One su tipični kserofiti koji su se svojim debelim mesnatim listovima s jakom kutikulom prilagodili suhoj klimi (Kežman, 2015.). Rod *Aloe* obuhvaća više od 400 vrsta, među kojima su najpoznatije *Aloe vera* (L.) Burm. f., *A. arborescens* Miller. i *A. vera var. chinensis* (Haw.) A. Berger (Barišić i sur., 2014., Bozzi i sur., 2007.). Smatra se kako *A. vera* potječe iz Sjeverne Amerike ili područja Nila u Sudanu (Barišić i sur., 2014.). Jedna je od najprepoznatljivijih biljaka na svijetu i koristi se u tradicionalnoj medicini stoljećima. Naziv potječe od arapske riječi „*alloeh*“ ili hebrejske „*halah*“, što znači „gorka svjetlucava tvar“, te latinske riječi „*vera*“ što znači „prava“ (Rak, 2014., Kišgeci, 2008.).

A. vera je višegodišnja biljka s vrlo kratkom stabljikom, sukulentna, 60 - 100 cm visoka, široko razgranata. Listovi su suličasti (lat. *lanceolatus*), spiralno raspoređeni, debeli i mesnati, zelene do sivozelene boje s bijelim mrljama na gornjim i donjim površinama stabljike (Datta i sur., 2012., Yates, 2002.). Listovi bodljikava ruba dugi su 40-50 cm i na bazi 6 - 7 cm široki, a do 25 uspravnih listova je skupljeno u rozetu (Kežman, 2015.). Listovi imaju debelu epidermu pokrivenu s kutikulom koja okružuje mezofil, a koji je diferenciran u kolenhimske stanice i stanice s tankom stijenkom koje tvore parenhim (Nia i sur., 2015.). Cvat je duga 60 - 90 cm (Kežman, 2015.), a čine ju viseći žuti cvjetovi sa cjevastim vjenčićem duljine 2 - 3 cm (Datta i sur., Yates, 2002.). Cvjetovi su hermafroditni. Biljci pogoduje sunčano vrijeme, zahtijeva dobro drenirana tla i može rasti na nutritivno siromašnim tlima (Ahmed i sur., 2007.).

*A. ver*a je vrijedna ljekovita biljka koja se koristi u farmaceutskoj industriji, kozmetici i prehrambenoj industriji (Bernatović, 2016., Ilbas i sur., 2011.). Biljka se može razdvojiti na dva proizvoda: sok i gel (Barišić i sur., 2014.). Sok (lateks) je gorki žuti eksudat kojeg luče listovi (Bozzi i sur., 2007.), dok je gel proziran i nalazi se u unutrašnjosti svježih listova (Reynolds i Dweck, 1999.). Komercijalna *Aloe* može biti u obliku pilula, sprejeva, masti, losiona, tekućine, pića, želea i krema (Datta i sur., 2012.).

Biljka posjeduje mnoga farmakološka svojstva, uključujući antioksidantne, antibakterijske, antifunginalne i imunomodulirajuće učinke (Hosseinimehr i sur., 2010.).

Maiti i Chandra (2002.) navode da biljka proizvodi najmanje šest antiseptičnih agenata kao što su lupeol, salicilna kiselina, dušična urea, cimetna kiselina, fenoli i sumpor. Nadalje, sadrži najmanje tri protuupalne masne kiseline, kolesterol, kampesterol i β-sitosterol (biljni sterol) koji su visoko učinkoviti u tretiranju opeklina, rana, abrazija, alergijskih reakcija itd. Isti autori ističu da sok *Aloe* sadrži oko 23 polipeptida (imuni stimulatori) koji pomažu pri kontroli širokog spektra bolesti i poremećaja imunološkog sustava.

U biljci je identificirano više od 75 bioaktivnih sastavnica, uključujući antrakinone, ugljikohidrate, kromonglukozile, enzime, vitamine, minerale, organske kiseline, sterole, lipide te aminokiseline (Kežman, 2015., Foster i sur., 2011., Kuštrak, 2005.). Alipoor i sur. (2012.) smatraju da je nekolicina kemijskih komponenata odgovorna za alelopatiju *A. vera*.

Alelopatija je biološki fenomen koji predstavlja mogućnost jedne biljke da inhibira, usporava ili promovira klijavost sjemena i rast klijanaca druge vrste kroz produkciju alelokemikalija (Rice, 1984., Bhowmik i Inderjit, 2003.).

Alelokemikalije su krajnji nusprodukti odnosno metaboliti biljaka koji se oslobađaju iz svih biljnih tkiva ispiranjem, volatizacijom, korijenovim izlučevinama te razgradnjom biljnih ostataka (Alam i sur., 2001., Sisodia i Siddiqui, 2010.). Vukadinović i sur. (2014.) navode da djelovanje spomenutih kemijskih supstanci mijenja karakter i intenzitet fiziološko-biokemijskih procesa u biljkama, kao što su klijanje, rast, mineralna ishrana, fotosinteza i disanje. Isti autori navode alelokemikalije kao sekundarne metabolite s više funkcija koji štite biljke od različitih biotskih i abiotskih stresova okoliša.

Alelopatija ima značajnu ulogu u prirodnim ekološkim sustavima kod razvoja biljnih zajednica i sukcesije biljnih vrsta, ali i u uzgoju biljaka u poljoprivredi i šumarstvu (Chou, 1999., Ridenour i Callaway, 2001.).

Uporaba kemijskih pesticida dominira zaštitom bilja od 1950.-tih godina prošlog stoljeća. Efektivnost kemijskih pesticida je, međutim, maskirala negativne učinke povezane s njihovom primjenom. Ovakav parohijski pristup je doveo do zanemarivanja u proučavanju alternativnih metoda u zaštiti bilja. Međutim, s pomacima učinjenim u ekološki prihvatljivoj zaštiti bilja postoji rastući interes za uporabom bioloških mjera zaštite (Ooi, 2005.). U poljoprivredi se ulažu ogromni napori kako bi se smanjila upotreba kemijskih sredstava i kako bi se u biljnoj proizvodnji koristile ekološke i biološke metode (Bernatović, 2016., Alipoor i sur., 2012). Jedna od tih mogućnosti je korištenje

alelopatskog utjecaja između biljaka (Alipoor i sur., 2012., Azizi i Fujii, 2006.). Alelokemikalije se drže velikim potencijalom za suzbijanje korova u budućnosti (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

Primjena negativnog alelopatskog utjecaja alternativa je uporabi kemijskih sredstava u suzbijanju štetočinja u integriranim i ekološkim sustavima proizvodnje (Chon i sur., 2005.), te doprinosi smanjenju onečišćenja okoliša i pojavi rezidua sredstava za zaštitu bilja u hrani, tlu i vodi (Macías i sur., 2003.). Zbog selektivne prirode alelopatije, ne treba očekivati da će sama uništiti sve korove u tipičnoj poljoprivrednoj okolini, već ona djeluje kao element integralne zaštite bilje u suzbijanju korova (Petrova i sur., 2015.). S druge strane alelokemikalije s pozitivnim utjecajem moguće je iskoristiti kao biostimulatore i biofertilizatore za poboljšanje rasta, razvoja i prinosa usjeva (Lin i sur., 2004., Popa i sur., 2008., Bhadha i sur., 2014.).

Povećana svijest o nepovoljnim okolišnim, ekološkim i zdravstvenim učincima pesticida dovela je do potrebe za biološkim pristupom u kontroli štetočinja i povećanju produktivnosti prinosa. Posljednjih godina sve se više istražuje alelopatski utjecaj ljekovitih biljaka s bioaktivnim komponentama koje utječu na procese u biljkama (Fujii i sur., 2003., Anjum i sur., 2010., Ndam i sur., 2014.). Unatoč pažnji posvećenoj na istraživanje alelopatije od strane ekologa, biologa i herbologa, složeni odnos "kompeticija - alelopatija" u sustavu „korov – kultura“ još nije u potpunosti razjašnjen (Petrova i sur., 2015.).

Cilj rada bio je procijeniti alelopatski učinak vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost i početni rast klijanaca luka (*Allium cepa* L.) i bosiljka (*Ocimum basilicum* L.).

2. Pregled literature

Pojam „alelopatija“ se odnosi na interakcije koje se javljaju u prirodnom okolišu (Soltys i sur., 2012.). Plinije (I. st. n. e.) je uočio i zabilježio inhibitorni učinak crnog oraha (*Juglans nigra* L.) na okolno bilje i usjeve (Macías i sur., 2003.). Riječ alelopatija je izvedena od grčkih riječi *allelo* i *pathy* (što znači "uzajamna šteta" ili "patiti") i prvi put ju je koristio 1937. godine austrijski znanstvenik Hans Molisch u knjizi *Der Einfluss einer Pflanze auf die andere – Allelopathie* (Ferguson i sur., 2003., Willis, 2010.).

Alelopatija je kemijski učinak jednog organizma, biljke ili mikroba, na drugi kroz oslobađanje kemikalija u okoliš (Geddes i sur., 2015., Rice, 1984.). Ovakvo djelovanje je najčešće poznato kao amenzalizam, gdje je rast u jednoj biljci inhibiran, dok je druga biljka izvan utjecaja inhibicije. Međutim, alelopatija se također može manifestirati kao neutralna i pozitivna (stimulacijska) interakcija u nekim situacijama (Geddes i sur., 2015., Belz i sur., 2007., Rice, 1984.). Belz i sur. (2007.) navode da je ova interakcija često okarakterizirana kao hormeza, koja je definirana kao stimulatorni učinak na rast biljaka uzrokovan subtoksičnim koncentracijama alelopatskih fitotoksina.

Međunarodno alelopatsko društvo (IAS – *International Allelopathy Society*) je 1996. god. proširilo svoju definiciju na temelju brojnih istraživanja, tako da se termin alelopatija odnosi na bilo koji proces koji uključuje sekundarne metabolite proizvedene od strane biljaka, mikroorganizama, virusa i gljivica koji utječu na rast i razvoj poljoprivrednih i bioloških sustava (Narwal i sur., 2005.).

Vukadinović i sur. (2014.) promatraju značaj alelopatije sa stanovišta kruženja fiziološki aktivnih tvari u prirodi, te uočavaju tri faze:

- sinteza specifičnih kemijskih supstanci u biljci i izlučivanje u vanjsku sredinu korijenom ili drugim biljnim organima,
- nakupljanje, transformacija i kemijska reakcija izlučenih supstanci s različitim komponentama u vanjskoj sredini u što se ubrajaju metaboliti mikroorganizama kao i heterotrofnih organizama,
- usvajanje izlučenih ili nastalih aktivnih tvari od strane istih ili drugih biljaka i njihovo fiziološko djelovanje.

Rana opažanja i eksperimenti su bili utemeljeni na konceptu da alelopatske biljke donori ispuštaju alelokemikalije u okoliš koje utječu na rast okolnih biljaka (Zeng i sur., 2008.). Iz ovoga proizlazi da biljke donori mogu postići kompetitivnu prednost, nadjačati svoje susjede i dovesti do individualnih i populacijskih promjena.

Alam i sur. (2001.) ocijenili su učinke alelopatije i njenu ulogu u agroekosustavima s obzirom na:

1. supresiju usjeva na korove
2. rezidue usjeva na naredne usjeve
3. rezidue korova na prinos usjeva
4. rezidue korova u međudjelovanju korovnih vrsta
5. utjecaj sjemenki korova na rast usjeva
6. inkorporaciju rezidua usjeva u tlo
7. alelopatske tvari prilikom unošenja nutrijenata kod usjeva i
8. alelokemikalije ispuštene od strane rezidua usjeva.

Prvotno proučavana u šumskim sustavima, alelopatija može utjecati na mnoge aspekte biljne ekologije, uključujući pojavnost i nalazište, rast, sukcesiju biljaka, strukturu biljnih zajednica, dominaciju, raznolikost i produktivnost biljaka (Ferguson i sur., 2003). Nadalje, fiziološki i okolišni stresovi, štetnici i bolesti, sunčevo zračenje, herbicidi, nedovoljno optimalna hraniva, vlaga i temperatura također mogu utjecati na alelopatsko suzbijanje korova. Prema Colquhoun (2006.) je zbog toga vrlo teško odvojiti učinak alelopatskih usjeva na rast korova, jer suzbijanje korova pomoću susjednih biljaka je kombinacija alelopatije i fizikalnog međudjelovanja. Isti autor ističe i problem alelopatskih spojeva koji su vrlo kompleksni i kratkog vijeka trajanja, te je otežana njihova identifikacija i izolacija.

Različiti biljni dijelovi, uključujući cvjetove, listove, otpatke listova i lisni malč, stabljiku, korijenje, tlo, eluati tla i njihovi derivati mogu utjecati na aktivnost alelopatije tijekom vegetacijske sezone (Ferguson i sur., 2003.). Alelopatski spojevi utječu na klijavost i rast susjednih biljaka prekidajući razne fiziološke procese, uključujući fotosintezu, disanje, vodu i hormonsku ravnotežu (Soltys i sur., 2013.). Kada određene vrste proizvode i otpuštaju alelokemikalije koje uzrokuju oštećenja na različitim vrstama, ova pojava se zove heterotoksičnost, a kada su vlastita klijavost i razvoj izloženi ovom alelopatskom utjecaju tada se naziva autotoksičnost (Sangeetha i Baskar, 2015., Chon i sur., 2006., Kruse i sur., 2000.).

Alelokemikalije su sekundarni produkti metabolizma i predstavljaju bez nutrijenata primarne metabolite (Soltys i sur., 2012., Weir i sur., 2004., Iqbal i Fry, 2012.). Prema Narwal i sur. (2005.) pojam alelokemikalije uključuje biokemikalije biljaka koje vrše fiziološko/toksikološko djelovanje na druge biljke i mikroorganizme, kao i djelovanje mikrobioloških biokemikalija na biljke. Sekundarne komponente su metabolički aktivne u biljkama i mikroorganizmima, te njihova biosinteza i biorazgradnja igraju važnu ulogu u ekologiji i fiziologiji organizma u kojem se pojavljuju (Narwal i sur., 2005., Waller i Nowacki, 1978., Waller i Dermer, 1981.).

Prema Rice (1974.) biljni dijelovi koje sadrže alelokemikalije su:

a) korijen i rizomi – općenito, korijenje sadrži manju količinu alelokemikalija od listova, iako može biti i obrnuto;
b) stabljika – sadrži alelokemikalije i ponekad je osnovni izvor toksičnosti;
c) listovi – predstavljaju najvažniji izvor alelokemikalija;
d) cvijet i polen – polen kukuruza i biljaka iz roda *Parthenium* imaju alelopatska svojstva;
e) plod – mnogi plodovi sadrže toksine koji djeluju inhibitorno na mikrobiološki rast i klijavost sjemena;
f) sjeme – sjeme mnogih biljnih porodica ili vrsta djeluje inhibitorno na klijavost sjemena i mikrobiološki rast.

Potencijalne alelokemikalije postoje u biljkama (Nimbal i sur., 1996., Czarnota, 2001.), ali izgledi da se pronađu alelokemikalije koje bi se mogle koristiti kao industrijski bioherbicidi u kontroli korova, nisu veliki (Duke i sur., 2001.). Iako alelokemikalije potječu iz biljaka, one su više biorazgradive od tradicionalnih herbicida, ali alelokemikalije također mogu imati nepoželjne učinke na kulturne vrste, što zahtijeva ekološka istraživanja prije široke primjene (Ferguson i sur., 2003.). Potencijalne alelokemikalije moraju se istražiti, jer mogu pružiti nove i jeftine sintetičke analoge prirodnim produktima koji imaju veću selektivnost, stabilnost i efektivnost pri kontroli korova i štetnika (Petrova i sur., 2015.). Isti autori ističu da se potencijalne alelokemikalije trebaju podvrgnuti testu toksičnosti kako bi se potvrdila njihova sigurnost za neciljane vrste.

Vukadinović i sur. (2014.). klasificiraju kemijske tvari koje sudjeluju u alelopatskim odnosima na:

- antibiotici – inhibitori u međuodnosima mikroorganizama
- fitoncidi – izlučevine viših biljaka koje djeluju na mikroorganizme
- marazmini – izdvajaju ih mikroorganizmi i djeluju na više biljke
- kolini – kemijski inhibitori viših biljaka koji djeluju na više biljke

Li i sur. (2010.) klasificiraju alelokemikalije u 10 kategorija prema njihovoj strukturi i svojstvima:

1. organske kiseline topljive u vodi, alkoholi, alifatski aldehidi i ketoni;
2. jednostavni laktoni
3. dugolančane masne kiseline i poliacetileni
4. kvinini (benzokvinon, antrakvinon i složeni kvinoni)
5. fenoli
6. cimetna kiselina i njeni derivati
7. kumarini
8. flavonidi
9. tanini
10. steroidi i terpenoidi (seskviterpenski laktoni, diterpeni i triterpeni).

Načini otpuštanja alelokemikalija iz biljke mogu biti kroz ispiranje, volatizacijom, korijenovim eksudatima, te razgradnjom biljnih dijelova pomoću biotičkih i abiotičkih sredstava (Singh i sur., 2001., Anaya, 1999.).

Narwal i sur. (2005.) navode da biljke mogu isparavati alelokemikalije u atmosferu. Hlapljive pare se mogu usvojiti direktno iz atmosfere, dok adsorbirane pare se mogu kondenzirati u obliku rose i padati na tlo. Ti spojevi se mogu usvojiti od strane čestica tla, koje naknadno usvaja biljka iz tla.

Ispiranje predstavlja uklanjanje tvari iz biljaka djelovanjem vodenih otopina, kao što su kiša, rosa, magla i snijeg (Narwal i sur., 2005.). Autori navode da stupanj ispiranja ovisi o tipu tkiva, stupnju zrelosti i vrsti, količini i trajanju oborina.

Korijenovi eksudati se razlikuju ovisno o biljnoj vrsti, starosti i temperaturi, svjetlosti, ishrani biljaka, mikrobiološkoj aktivnosti oko korijena kao i svojstvima okoline koja

podupire korijenje (Narwal i sur., 2005.). Autori ističu da je identificiranje ovih spojeva problematično, jer mikrobiološka aktivnost može izmijeniti početne eksudate njihovom inaktivacijom ili transformacijom u nove alelokemikalije.

Razgradnjom biljnih dijelova se postiže najveća količina alelokemikalija u tlu (Narwal i sur., 2005.). Važne varijable u ovom procesu za alelopatiju su: svojstva biljnih rezidua, tip tla i uvjeti razgradnje. Autori, također navode da razgrađeni biljni dijelovi nikada nisu ravnomjerno raspoređeni u tlu. Tlo u blizini razgradivih ostataka sadrži veću količinu alelokemikalija od ostalih područja. Neki od toksičnih učinaka produkata razgrađenih biljnih dijelova su: inhibicija klijavosti sjemena i primarnog korijenčića, usporen rast, povećanje sekundarnog korijenja, nepravilno usvajanje hraniva, kloroze, usporeno dozrijevanje, te odgađanje ili izostanak reprodukcije.

Rice (1984.) je zaključio da alelokemikalije djeluju na sljedeće procese:

1. diobu i strukturu stanice
2. rast stanice uzrokovan biljnim hormonima
3. propusnost membrane
4. uzimanje minerala
5. uzimanje lako dostupnih P i K iz tla
6. otvaranje puči i fotosinteza
7. disanje
8. sintezu proteina i metabolizam masti i organskih kiselina
9. sintezu porfirina
10. inhibiciju ili stimulaciju specifičnih enzima
11. začepljenje provodnih snopova ksilema, provodljivost stabljike za vodu
12. ostali razni procesi.

Alipoor i sur. (2012.) proveli su in vitro istraživanje utvrđivanja alelopatskog utjecaja ekstrakata dobivenih iz sušenih listova i cvjetova vrste *A. vera*. Ispitali su učinak ekstrakata u koncentracijama od 0, 2,5, 5 i 10% na klijavost i rast pšenice (*Triticum aestivum* L.), raži (*Secale cereale* L.), sjetvene grbice (*Lepidium sativum* L.), oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) i maslačka (*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg). Utvrđen je alelopatski učinak svih ispitanih koncentracija ekstrakata listova i cvjetova vrste *A. vera* na pet ispitivanih biljaka, te je utvrđeno da ekstrakti inhibiraju klijavost i rast ispitivanih biljaka.

Ahmad i sur. (2014.) istražili su učinak biofertilizacije (aktivnog suhog kvasca sa tri koncentracije 4, 6 i 8 mg/l) i ekstrakata ljekovitih biljaka (češnjak pri 50% i *A. vera* sa četiri koncentracije od 25, 50, 75 i 100%) na rast, prinos, produkciju ulja i kemijske sastavnice kod bosiljka (*O. basilicum*). Rezultati su pokazali da je većina tretmana značajno povećala visinu biljke, broj grana, suhu biljnu masu, kao i prinos ulja u usporedbi s kontrolom. Što se tiče *A. vera*, tretman pri koncentraciji od 100% se pokazao kao najbolji. Pri ovom tretmanu zabilježen je najveći vegetativni rast, biljna masa, produkcija, kao i prinos ulja.

Lin i sur. (2004.) su ispitali alelopatski učinak vodenih ekstrakata listova *A. vera* na klijanje i početni rast klijanaca kod salate (*Lactuca sativa* L.), rotkvice (*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* L.), repe (*Brassica rapa* L. subsp. *rapa* L.) i riže (*Oryza sativa* L.). Pored toga, ispitana je i sposobnost ponovnog zakorijenjivanja kod riže i batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Ekstrakti nisu značajno utjecali na klijavost sjemena, ali su značajno povećali duljinu korijena i visinu klijanaca u svim ispitnim kulturama. Ekstrakti su povećali broj korijenovih dlačica kod salate i repe, ali ne i kod rotkvice i riže. Povrh toga, vodeni ekstrakti su imali značajan stimulatorni učinak na sposobnost ponovnog zakorijenjivanja kod riže i batata. Autori zaključuju da vodeni ekstrakti lista *A. vera* mogu biti korisni kao prirodni regulator rasta biljaka.

Padmaja i sur. (2007.) navode kako *A. vera* piling puder u količini od 140 g/posudi značajno povećava svježu i suhu masu kod bamije (*Abelmoschus esculentus* L.). El-Shayeb (2009.) navodi kako su sve primijenjene koncentracije vrste *A. vera* povećale svježu i suhu masu cvjetova kod noćurka (*Oenothera biennis* L.). Najbolji rezultat postignut je najvećom primijenjenom koncentracijom ekstrakta.

Mbega i sur. (2012.) ocijenili su djelotvornost sirovih ekstrakata iz 84 biljne vrste u kontroli bakteriozne pjegavosti lišća (*bacterial leaf spot* - BLS) kod rajčice (*Solanum lycopersicum* L.). Autori navode da je ekstrakt iz stabljike *A. vera* pri koncentraciji od 10% bio jedan od najučinkovitijih, te je u potpunosti reducirao patogen u in vitro pokusima i pokusima s biljkama. Bitno je napomenuti da ekstrakt *Aloe* nije značajno utjecao na rast (vigor i suha masa) klijanaca rajčice, ali je značajno povećao klijavost i broj normalnih klijanaca u odnosu na kontrolu s destiliranom vodom.

Mady (2009.) je istražila utjecaj primjene ekstrakata *A. vera* pri koncentracijama 50 i 100% kod mažurana (*Majorana hortensis* Moech.) i kadulje (*Salvia officinalis* L.).

Rezultati su pokazali da su ekstrakti stimulirali rast svježe i suhe mase, povećali sadržaj fotosintetskih pigmenata klorofila a i b, kao i ukupni sadržaj topivih ugljikohidrata u prvoj i drugoj košnji. Autor ističe da se također, vrlo značajno povećao i sadržaj ulja u dvjema istraživanim biljkama.

Rogić (2016.) je procijenila alelopatski učinak ekstrakata listova (2, 4, 6, 8 i 10%) *A. vera* na klijavost i rast klijanaca kod salate (*L. sativa*), rukole (*Eruca sativa* (L.) Mill.) i radiča (*Cichorium intybus* L.). Rezultati su pokazali da su ekstrakti značajno smanjili klijavost i duljinu izdanaka salate kod primjene viših koncentracija, dok je pozitivan utjecaj zabilježen na svježu i suhu masu klijanaca. Slično, ekstrakti su inhibirali klijavost i duljinu korijena kod rukole, ali nisu značajno utjecali na ostale parametre. Kod radiča ekstrakti su utjecali jedino pozitivno na svježu masu klijanaca.

Visković (2016.) je istražila alelopatski utjecaj *A. vera* na korove. U prvom pokusu je ispitan utjecaj vodenih ekstrakata *A. vera* pri koncentracijama 2, 4, 6, 8 i 10% na korovne vrste crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) i Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.), dok je u drugom pokusu ispitan utjecaj vodenog ekstrakta u koncentraciji od 20% na nicanje i rast strjeličaste grbice (*Lepidium draba* L.). Najviše koncentracije vodenog ekstrakta su snizile klijavost sjemena crne pomoćnice, a istodobno je zabilježen pozitivan utjecaj na duljinu izdanka, te svježu i suhu masu. Vodeni ekstrakti djelovali su pozitivno na duljinu izdanka Teofrastovog mračnjaka, ali značajno samo pri koncentraciji od 6%. Ekstrakti u različitim koncentracijama nisu imali značajan utjecaj na klijavost, duljinu korijena, te svježu i suhu masu kod Teofrastovog mračnjaka. Vodeni ekstrakt koncentracije 20% imao je značajan utjecaj na nicanje strjeličaste grbice, te je klijavost snižena za 52,7 %. Duljina i svježa masa klijanaca nisu bile pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata.

Bernatović (2016.) je ispitala alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata svježih listova vrste *A. vera* (2%, 4%, 6%, 8% i 10%) na klijavost i rast pšenice, ječma, soje i uljne bundeve. Koncentracije su imale različiti utjecaj na ispitivane kulture. Povećanjem koncentracije u pravilu se i povećavao alelopatski utjecaj, pa tako su kod ječma i soje u pravilu najviše koncentracije imale najveći inhibitorni utjecaj, dok su s druge strane niže koncentracije djelovale pozitivno. Kao najtolerantnija se pokazala pšenica, dok su ekstrakti u prosjeku u najvećoj mjeri negativno utjecali na ječam čija su klijavost (63%) i svježa masa klijanaca (178,5 mg) bili smanjeni u prosjeku za preko 20%. Niti jedna koncentracija nije značajno

utjecala na klijavost i rast pšenice, dok se povećanjem koncentracije povećao i pozitivni utjecaj na uljnu bundevu.

Geada Lopez i sur. (2010.) su ispitali utjecaj vodenih ekstrakata *A. vera* kod duhana (*Nicotiana tabacum* L.). Ekstrakti su povećali razvoj korijenovog sustava, smanjili latentno razdoblje za nicanje korijena, te su promijenili potrebne količine gnojiva za dobar razvoj biljaka. Autori ističu da potencijalni kemijski spojevi odgovorni za ove rezultate su navodno, isti spojevi odgovorni za protuupalno djelovanje *A. vera* kod bolesnika s dijabetesom.

Hanafy i sur. (2012.) istražili su učinak nekoliko prirodnih ekstrakata na rast i kemijski sastav kod šeflere (*Schefflera arboricola* L.). U dvije sezone najveće vrijednosti za visinu biljke, promjer stabljike, suhu masu lišća i biljke, površinu lišća, ukupni sadržaj ugljikohidrata i N dobiveni su s ekstraktom češnjaka nakon kojeg slijedi ekstrakt kvasca, zatim ekstrakt *A. vera* i konačno ekstrakt kane. Najmanje vrijednosti su zabilježene kod kontrolnih tretmana u obje sezone. Ekstrakti *A. vera* imali su značajan učinak na visinu stabljike (62,13 i 59,87 cm), broj listova (32,83 i 22,67), svježu (61,97 i 53,65 g/biljci) i suhu (20,74 i 32,58 g/biljci) masu listova, površinu lista (131,93 i 128,96 cm^2), ukupan sadržaj ugljikohidrata (19,75 i 20,03 %), kao i ukupan sadržaj ugljika (1,03 i 1,24 %) u obje sezone. U većini slučajeva najveće vrijednosti su dobivene u interakciji ekstrakta češnjaka i tehnike taloženja tla.

Barišić i sur. (2014.) ispitali su utjecaj tri ekstrakta dobivenih iz *Aloe vera* (miks, pulpa i sok) u tri različite koncentracije (10^3, 10^4 i 10^5) na porast micelija šest fitopatogenih gljiva: *Diaporthe helianthi, Phomopsis longicolla, Phomopsis viticola, Fusarium graminearum, F. verticilloides* i *F. solani*. Svi ekstrakti su pokazali određeni utjecaj na rast micelija gljiva, bilo da su ga inhibirali ili stimulirali. Na rast micelija *D. helianthi* najjači inhibitorni utjecaj imao je miks u koncentracij 10^3 i 10^5 i pulpa u koncentraciji 10^5. Na porast micelija *P. longicolla* najjači inhibitorni utjecaj su imal pulpa i sok u koncentraciji 10^4 i 10^4, dok je miks stimulirao rast micelija. Porast micelija *P. viticola* jedino je inhibirao sok u koncentraciji 10^4. Rast micelija *F. solani* i *F. verticilloides* su inhibirali svi ekstrakti dok je početni porast (drugi dan od inokulacije) micelija *F. graminearum* inhibirao miks, a od idućeg mjerenja svi ekstrakti pokazuju stimulativni utjecaj. Autori zaključuju da je utjecaj ekstrakta *Aloe vera* ovisio o koncentraciji, tipu ekstrakta, ali i gljivičnoj vrsti.

Murakami i sur. (2009.) analizirali su sezonske varijacije potencijala fitotoksičnosti ekstrakta lista *A. arborescens* na klijavost i rast salate (*L. sativa*). Listovi su sakupljani tijekom četiri godišnja doba te su macerirani u etanolu pri ekspoziciji od 28 dana. Ekstrakti su razdijeljeni u otopine napravljene od etanola i kloroforma, a koncentracije otopina su reducirane do 1%. Pokusi su provedeni u tri ponavljanja te su bili izloženi konstantnom svijetlu pri sobnoj temperaturi. Jedino je proljetni ekstrakt s kloroformom pokazao snažnu fitotoksičnu aktivnost na klijavost sjemena salate (16,67%). Svi ekstrakti su značajno smanjili početni broj, indeks brzine klijanja (*germination velocity index* - GVI) i rast na osi hipokotil - korijen (HRA) kod biljaka salate. Međutim, ekstrakti kloroforma su pokazali veću fitotoksičnu aktivnost, pritome uzrokujući intenzivnije morfološke promjene na biljkama salate.

Arowoseqbe i Afolayan (2012.) su procijenili alelopatska svojstva vodenih ekstrakata (2, 4, 6, 8, 10 mg/mL) lista i korijena *A. ferox* na klijavost sjemena i rast klijanaca kod repe (*B. rapa subsp. rapa*), cikle (*Beta vulgaris* L., *subsp. vulgaris var. conditiva* Alef.) i mrkve (*Daucus carota* L.). Koncentracije ekstrakata lista iznad 4 mg/mL su inhibirale klijanje kod svih kultura, dok ekstrakti korijena nisu imali značajan utjecaj na klijanje neovisno o koncentraciji. Najniža koncentracija ekstrakta lista je stimulirala povećanje dužine korijena kod cikle za 31,71%. Ostale koncentracije su značajno inhibirale rast korijena i izdanaka kod svih kultura, osim kod izdanaka repe. Najveći postotak inhibicije u rasponu od 29,15 do 100% je zabilježen kod duljine korijena i izdanaka mrkve. Niži postotak inhibicije je opažen kod ekstrakata korijena nego kod ekstrakata lišća pri smanjenju rasta izdanaka kod cikle i mrkve. Autori zaključuju da prisutnost alelokemikalija u listovima *A. ferox* može inhibirati rast repe, cikle i mrkve.

Arowoseqbe i sur. (2012.) istražili su fitokemijske sastavnice i alelopatski učinak korijenovih ekstrakata *A. ferox* pri koncentracijama od 2, 4, 6, 8 i 10 mg/mL na klijavost i rast klijanca rajčice (*S. lycopersicum*). Ekstrakti su smanjili klijavost sjemenki rajčice. Najveća inhibicija je zabilježena pri koncentraciji 6 mg/mL, te je takva inhibicija vjerojatno rezultat prisutnosti fenola u korijenu *A. ferox*. Korijenovi ekstrakti su značajno inhibirali izduživanje korijena i izdanaka klijanaca rajčice ($p < 0,05$). Povećanjem koncentracije se povećao i postotak inhibicije, te je najveća inhibicija za duljinu korijena (45,49%) i izdanaka (37,71%) zabilježena pri 10 mg/mL. Autori zaključuju da ispitivana alelopatska aktivnost korijenovih ekstrakata na klijavost sjemenki i rast klijanaca rajčice je rezultat prisutnosti alelopatskih fitokemikalija u korijenu *A. ferox*.

Petrova i sur. (2015.) istražili su alelopatski utjecaj lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.), bosiljka (*O. basilicum*), dugolisne metvice (*Mentha longifolia* (L.) Huds.) i paprene metvice (*Mentha piperita* L.) na klijavost, rast i biomasu kod sjemena pšenice (*T. aestivum*) i nekih najrasprostranjenijih korova: divljeg (piramidalnog) sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), bijele lobode (*Chenopodium album* L.), zubače (prstasti troskot) (*Cynodon dactylon* L.) i kovrčave kiselice (štavelj) (*Rumex crispus* L.). Alelopatske supstance su ekstrahirane sa destiliranom vodom iz cvjetova lavande, te listova bosiljka, dugolisne i paprene metvice. Od testiranih aktivnih alelopatskih biljaka, najveći negativni utjecaj na klijavost svih sjemena korova (uključujući i pšenicu), kao i na razvoj biljaka imao je vodeni ekstrakt lavande. Lavanda i bosiljak su imali jači negativni učinak na bijelu lobodu i zubaču u usporedbi s obje vrste metvice. Značajan inhibitorni učinak je imala dugolisna metvica na klijavost svih korovnih vrsta, čak i pri niskim koncentracijama, dok je na pšenicu imala mali učinak. Autori zaključuju da rezultati pokusa ukazuju na mogućnost integriranja dugolisne metvice u održivoj i ekološkoj poljoprivredi.

Geddes i sur. (2015.) ispitali su alelopatski utjecaj vlasastodlakave grahorice kao malča. Istražen je učinak vodenih ekstrakata, iz vegetativne i reproduktivne faze, vlasastodlakave grahorice (*Vicia villosa* Roth.), ozime raži (*Secale cereale* L.), ozime pšenice (*T. aestivum*) na klijavost i duljinu klicinog korjenčica kod uljane repice (*Brassica napus* L.), pšenice (*T. aestivum*), ljetnog čempresa (*Kochia scoparia* L.), bijele lobode (*C. album*) i divlje zobi (*Avena fatua* L.). Istraživanje je pokazalo da ekstrakt iz izdanka vlasastodlakave grahorice ima manji alelopatski potencijal u odnosu na ozimu raž i pšenicu. No, grahorica je imala povećanu alelopatsku inhibiciju na produljenje radikule u reproduktivnoj fazi, što se pripisuje prisustvu cijanamida u reproduktivnom tkivu, ali samo kod pšenice i uljane repice. Klijanje je bilo promjenjivo i ovisilo je o vrsti. Autori zaključuju da vlasastodlakava grahorica nije dobar kandidat kao alelopatski malč za suzbijanje korova.

Ravlić i sur. (2015.) procijenili su alelopatski potencijal sjemenki i biljne mase komorača (*Foeniculum vulgare* Mill.), rutvice (*Ruta graveolens* L.) i kadulje (*S. officinalis*) kod strjeličaste grbice (*L. draba*). Učinak biljaka je procijenjen kroz: zajedničko klijanje u Petrijevim zdjelicama, kao učinak vodenih ekstrakata dobivenih iz svježe i suhe biomase pri dvije koncentracije 50 i 100 g/l u Petrijevim zdjelicama i posudama, te kao učinak rezidua svježih i suhih biljaka pri količini od 10 i 20 g/kg tla. Zajedničko klijanje je utjecalo na klijavost i duljinu klijanaca strjeličaste grbice, gdje su sjemenke komorača imale najveći inhibitorni učinak i smanjile klijavost za 34,9 %. Vodeni ekstrakti u

Petrijevim zdjelicama su imali različite učinke, međutim biomasa suhih biljaka u većim koncentracijama je smanjila klijavost i rast klijanaca za 100 %. Primjena ekstrakata iz svježe biomase u posudama s tlom se razlikovala od rezultata u Petrijevim zdjelicama. Ekstrakti kadulje u većim koncentracijama su inhibirali klijavost za 34,2 %, a ekstrakti komorača su smanjili duljinu korijena za 22,7 %. Učinak unošenja biljnih rezidua ovisio je o biljnoj vrsti i količini rezidua, te je istodobno bio inhibitoran i stimulirajući. Najveća redukcija je zabilježena kod svježih rezidua rutvice. Autori zaključuju da svježi rezidui biljaka i njihovo unošenje u tlo se može upotrijebiti za suzbijanje klijavosti i svježe mase kod korova.

Baličević i sur. (2015.) ispitali su alelopatski utjecaj šest aromatičnih i ljekovitih biljaka, bosiljka (*O. basilicum*), kamilice (*Matricaria chamomilla* L.), crnog sljeza (*Malva sylvestris* L.), žutog rosopasa (*Chelidonium majus* L.), matičnjaka (*Melissa officinalis* L.) i ljupčaca (*Levisticum officinale* Koch), na klijavost i rast kod bezmirisne kamilice (*Tripleurospermum inodorum* (L.) C.H. Schultz). U ukupno četiri pokusa procijenjen je alelopatski potencijal sjemena i nadzemne biomase biljke: 1. zajedničko klijanje sjemena u Petrijevim zdjelicama; 2. zajedničko klijanje sjemena u posudama s tlom; 3. vodeni ekstrakti u Petrijevim zdjelicama; 4. biljni ostatci u posudama s tlom. Klijavost sjemena korova je značajno smanjenja (32,2 %) sa sjemenkama ljupčaca u Petrijevim zdjelicama. U posudama s tlom, alelopatski učinak je bio manje izražen. Primjena ekstrakata iz svježe biomase u koncentracijama od 5 i 10 % je smanjila klijavost i rast korova, gdje su ekstrakti kamilice i crnog sljeza imali najveći inhibitorni učinak. Ekstrakti dobiveni iz suhe biomase bosiljka, kamilice, crnog sljeza, žutog rosopasa i ljupčaca u višim koncentracijama su potpuno (100%) inhibirali klijavost i rast klijanaca korova. U prosjeku, ekstrakti suhe biomase su imali veći inhibitorni učinak. Smanjenje nicanja i rasta sjemena korova je zabilježeno kada su količine rezidua bile 10 i 20 g/kg. Ljupčac i žuti rosopas su imali najveći alelopatski učinak. Autori zaključuju da se sposobnost supresije svih ispitivanih biljaka može iskoristiti kao dodatna mjera u integriranoj zaštiti bilja.

Tesio i sur. (2010.) navode da alelopatija može biti korisno svojstvo prilikom kultivacije čičoke (*Helianthus tuberosus* L.), jer potencijalno može smanjiti međudjelovanje korova na kultivare. Teoretski, to bi omogućilo smanjenje u unosu kemikalija i primjeni mehaničkih mjera kod suzbijanja korova. Također, ovo svojstvo može biti nepovoljno u plodoredu sa ostalim kultiviranim biljkama ili u područjima zakorovljenim ovom vrstom. Istražen je utjecaj suhih listova čičoke na 6 kultivara i 6 korova. Čičoka je smanjila rast

klicinog korijenčića (lat. *radicula*) kod salate (60%), rajčice (30%), svračice (70%) i koštana (30%), dok je ukupna klijavost kod ovih vrsta bila manje izložena negativnom utjecaju. Tako nicanje i početni rast kukuruza (*Zea mays* L.) nisu bili pogođeni, dok ozima pšenica, zelena salata, rajčica, riža i sadnice tikvica su bile osjetljivije u prisutnosti rezidua. Autori zaključuju da dekompozitni rezidui čičoke, posebice lišće i stabljika posjeduju fitotoksični potencijal.

3. Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2016. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju, na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku kako bi se procjenio alelopatski učinak vodenih ekstrakata *A. vera* na klijavost i rast luka (*A. cepa*) i bosiljka (*O. basilicum*).

Vodeni ekstrakti korišteni u pokusu pripremljeni su prema modificiranoj metodi Hanafy i sur. (2012.) od listova vrste *A. vera* (slika 1.). Svježi listovi u količini od 100 grama izrezani su i pomiješani s 1000 ml destilirane vode te ostavljeni 8 h na sobnoj temperaturi. Nakon toga mješavina je procijeđena kako bi se dobio ekstrakt koncentracije 10%. Ekstrakti u koncentracijama 2, 4, 6 i 8% dobiveni su razrjeđenjem s destiliranom vodom.

Slika 1. Listovi vrste *A. vera* korišteni u pokusu (Foto: orig.)

U pokusu je korišteno sjeme luka sorte Holandski žuti (Semenarna Ljubljana, Slovenija) i bosiljka (Semenarna Ljubljana, Slovenija). Sjeme je prije pokusa dezinficirano s 1% NaOCl tijekom 20 minuta, te isprano tri puta destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

U Petrijeve zdjelice promjera 90 mm na filter papir stavljano je 30 sjemenki luka odnosno 50 sjemenki bosiljka. Filter papir navlažen je s 4 ml ekstrakta u različitim koncentracijama, dok je u kontrolnom tretmanu korištena destilirana voda.

Sjeme je naklijavano tijekom sedam dana pri temperaturi od 22°C ± 2 na laboratorijskim klupama. Pokus je postavljen po potpuno slučajnom planu s četiri repeticije, te ponovljen dva puta.

Alelopatski utjecaj ekstrakata procijenjen je na kraju pokusa kroz postotak klijavosti za svako ponavljanje pomoću formule:

$$\text{Klijavost (\%)} = \frac{\text{broj isklijalih sjemenki}}{\text{ukupan broj sjemenki}} \times 100$$

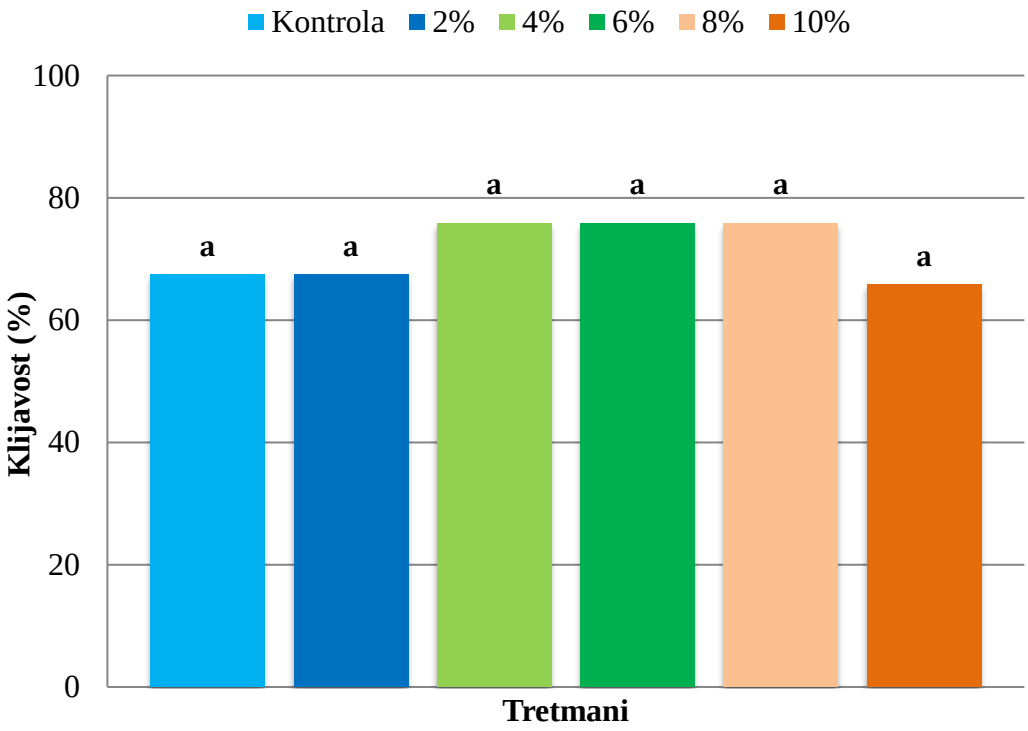
Izmjerena je duljina korijena i izdanka klijanaca (cm) luka i bosiljka koristeći milimetarski papir, te svježa i suha masa klijanaca (mg) uz pomoć elektroničke vage.

Dobiveni podaci analizirani su statistički analizom varijance (ANOVA) u računalnom programu Statistica, a razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini 0,05.

4. Rezultati

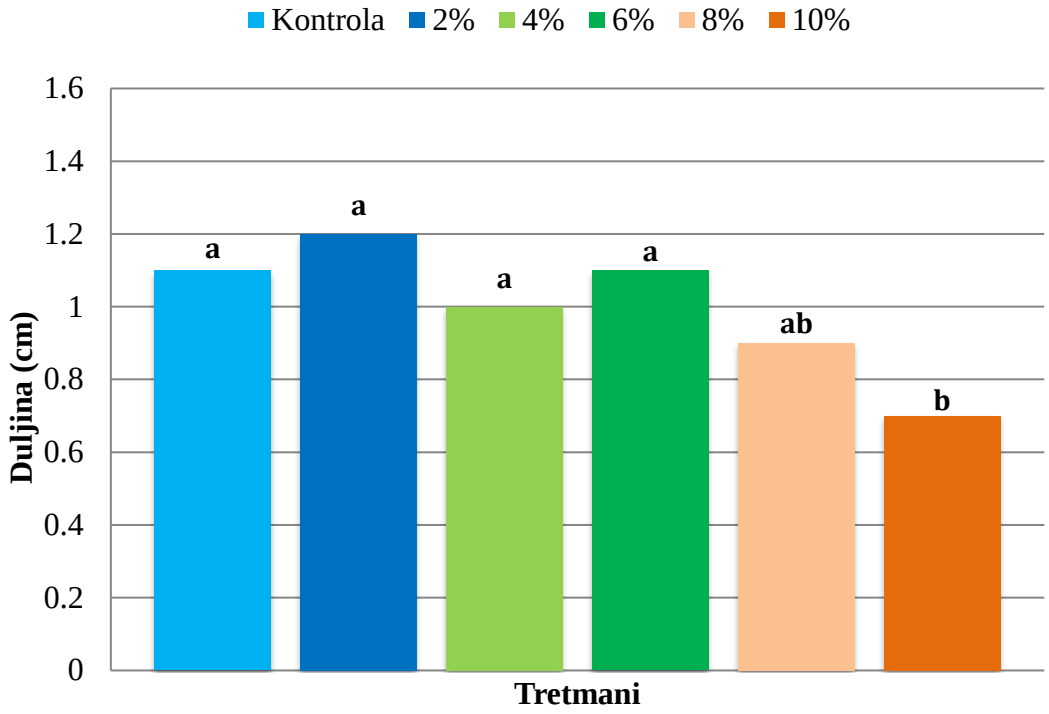
4.1. Procjena alelopatskog učinka vrste *A. vera* na luk

Utjecaj koncentracija vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena luka prikazana je u grafikonu 1. Sveukupno gledano, niti jedan tretman nije pokazao statistički značajan utjecaj na klijavost sjemena luka u odnosu na klijavost u kontrolnom tretmanu, iako je najmanja klijavost zabilježena pri koncentraciji od 10% (65,8%). Jednako tako, koncentracije od 4 do 8% pozitivno su utjecale na klijavost sjemena (75, 8%), ali ne i statistički značajno.

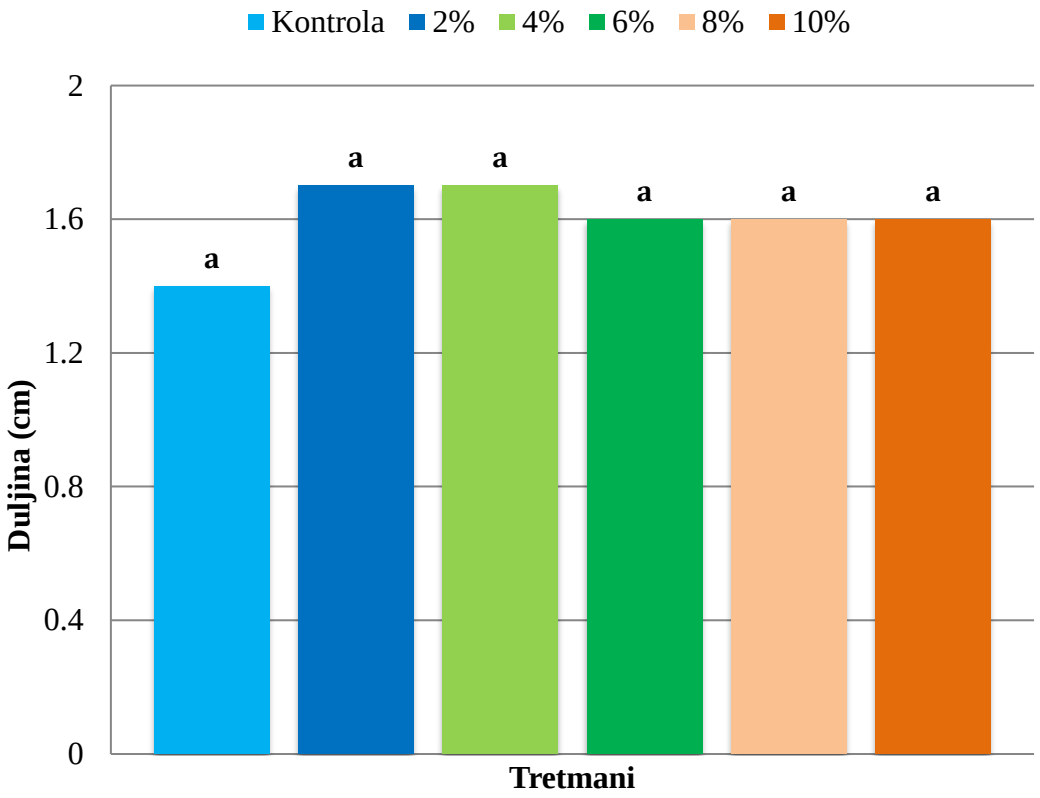


Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena luka

Vodeni ekstrakti pokazali su različit utjecaj na duljinu korijena klijanaca luka (grafikon 2.). Koncentracije od 2% do 6% nisu imale statistički značajan utjecaj na duljinu korijena u odnosu na kontrolni tretman, dok je koncentracija od 8% smanjila duljinu korijena (0,9 cm), ali ne i statistički značajno u odnosu na kontrolu. S druge strane, u tretmanu s najvišom koncentracijom (10%) smanjena je značajno duljina korijena klijanaca i to za 36,7% u odnosu na kontrolu.

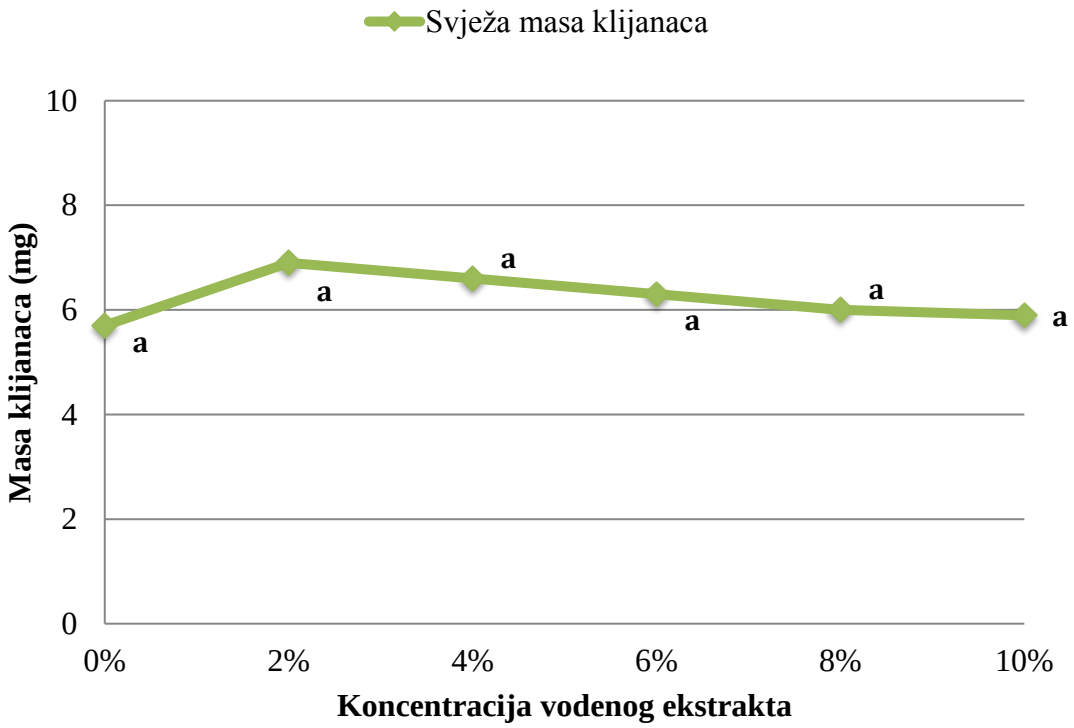


Grafikon 2. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca luka



Grafikon 3. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanaka klijanaca luka

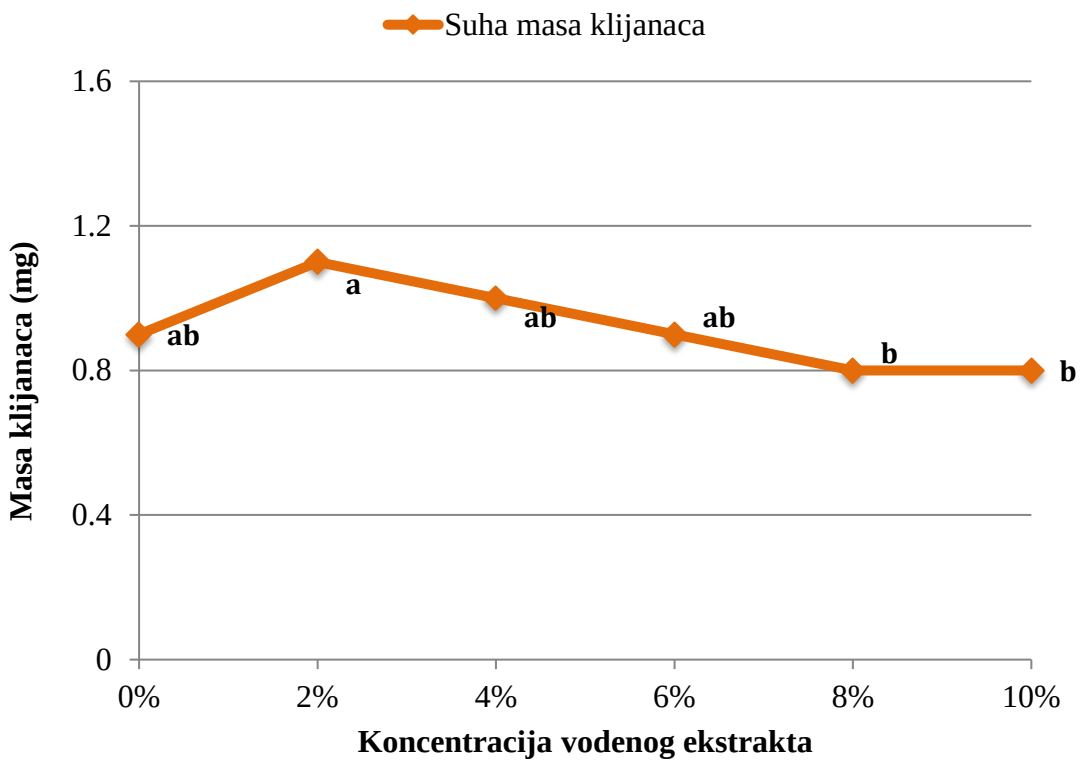
Utjecaj vodenih ekstrakata od vrste *A. vera* na duljinu izdanaka klijanaca luka prikazan je u grafikonu 3. Iako su sve koncentracije ekstrakata imale pozitivan alelopatski utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca, povećanje nije bilo statistički značajno u odnosu na duljinu izdanaka u kontrolnom tretmanu.



Grafikon 4. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca luka

Svježa masa klijanaca luka nije bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata (grafikon 4.). Sve koncentracije su utjecale blago pozitivno na svježu masu klijanaca, iako ne i statistički značajno. Povećanjem koncentracije ekstrakta došlo je do većeg smanjenja svježe mase klijanaca.

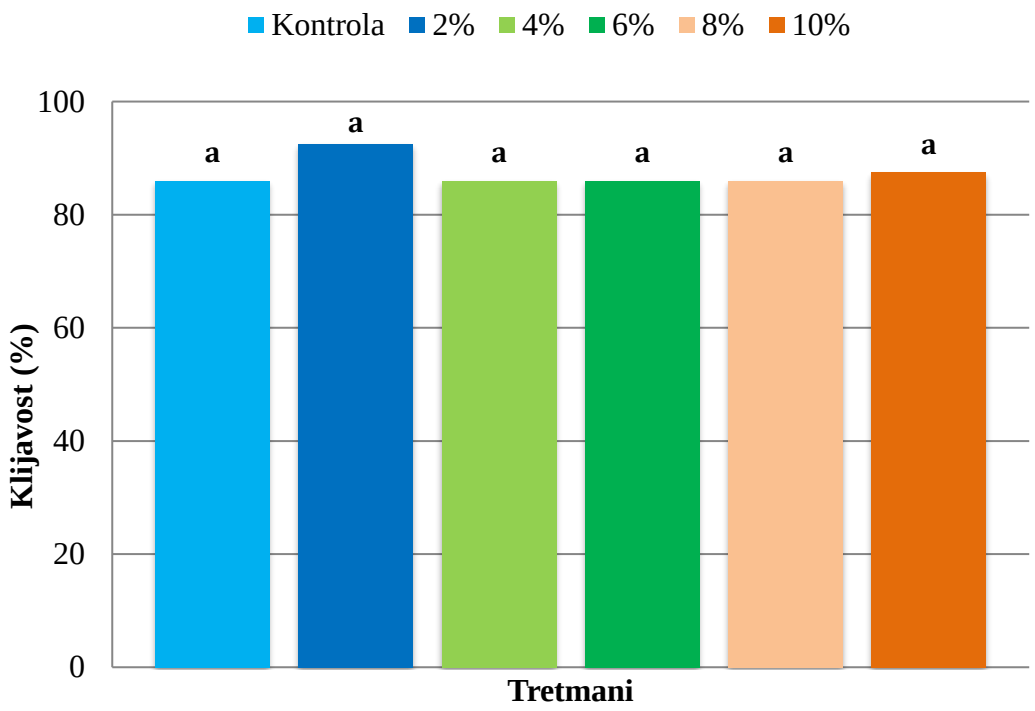
Suha masa klijanaca nije bila pod značajnim utjecajem ispitivanih koncentracija ekstrakata u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 5.). Niže koncentracije (2% i 4%) su utjecale blago pozitivno, dok su najviše koncentracije (8% i 10%) smanjile suhu masu klijanaca.



Grafikon 5. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca luka

4.2. Procjena alelopatskog učinka *A. vera* na bosiljak

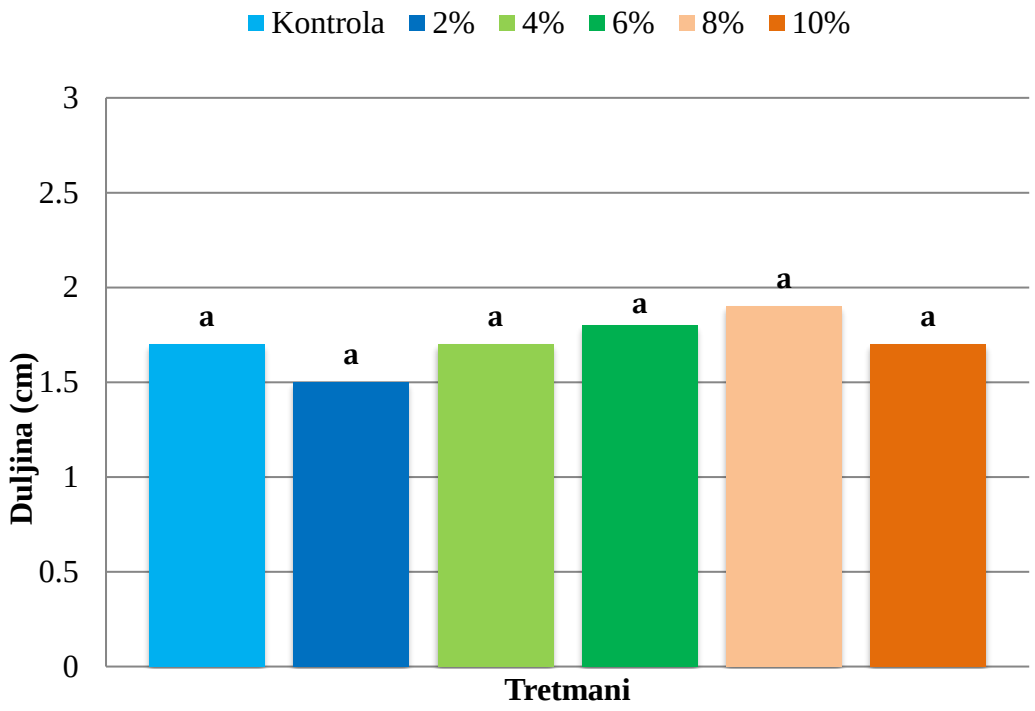
Klijavost sjemena bosiljka nije bila pod značajnim utjecajem niti u jednom tretmanu u kojem su primijenjeni vodeni ekstrakti, iako je najniža koncentracija klijavost povećala za 7,5% u odnosu na kontrolu (grafikon 6.).



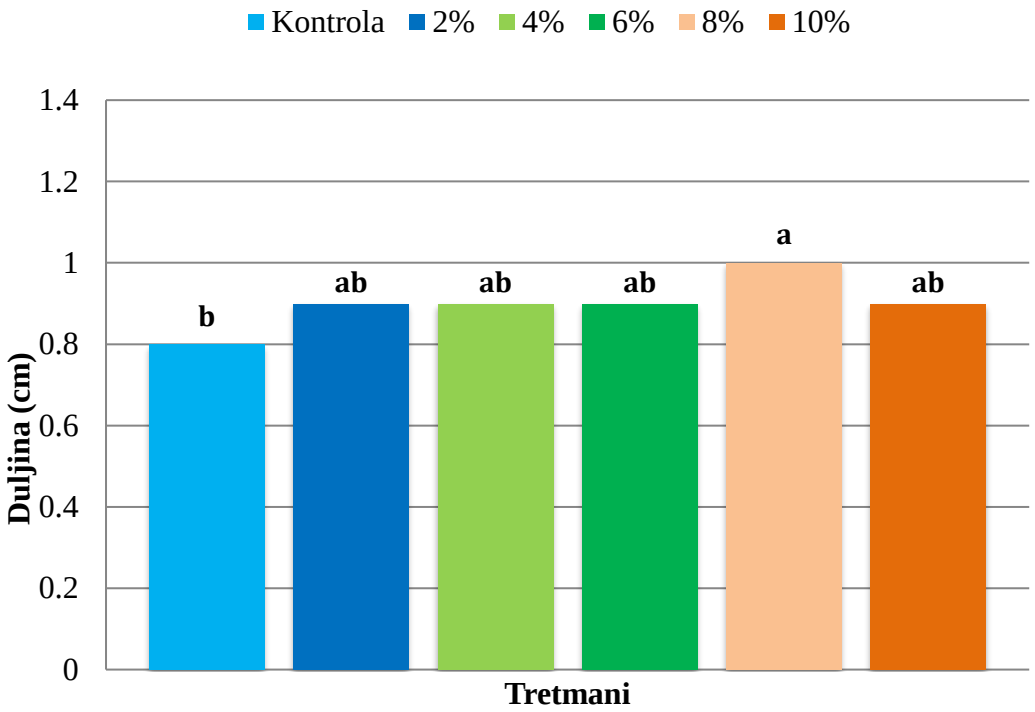
Grafikon 6. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena bosiljka

Primjena vodenih ekstrakata u svim koncentracijama nije statistički značajno utjecala na duljinu korijena klijanaca bosiljka (grafikon 7.). Ipak, koncentracije od 6% i 8% su pokazale blagi pozitivni utjecaj na povećanje duljine korijena bosiljka.

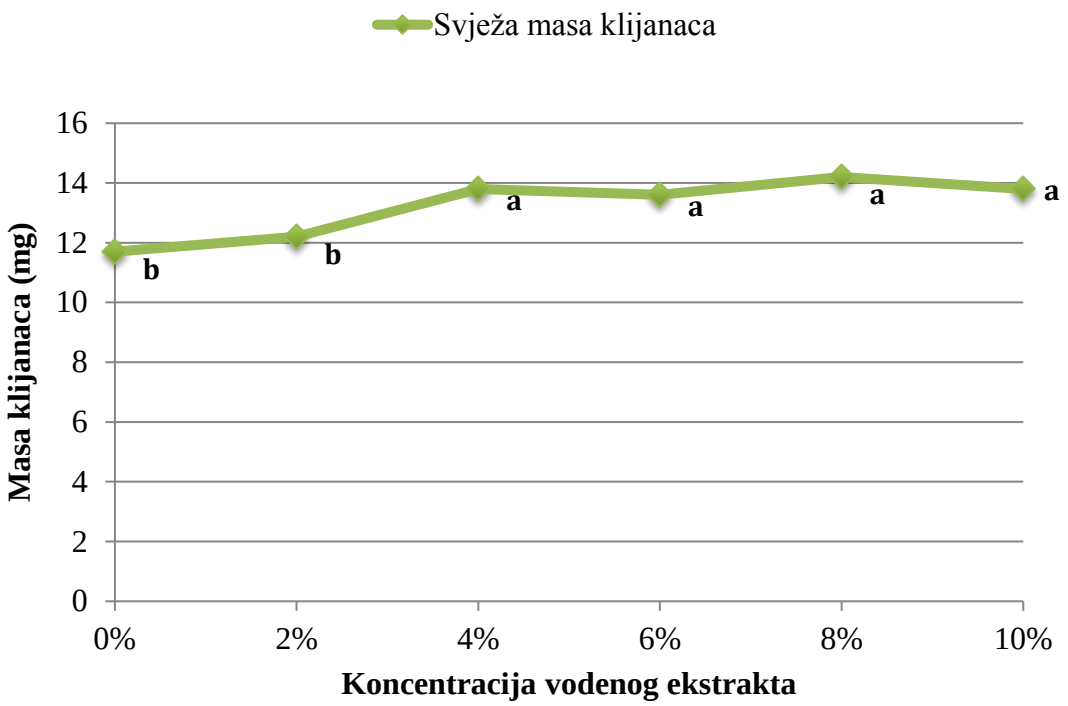
S druge strane, duljina izdanka je bila stimulirana u svim tretmanima (grafikon 8.). U kontrolnom tretmanu zabilježena je najniža duljina izdanka koja je iznosila 0,8 cm. Značajan pozitivan utjecaj zabilježen je u tretmanu s ekstraktom koncentracije 8% i to za 20% u odnosu na kontrolni tretman.



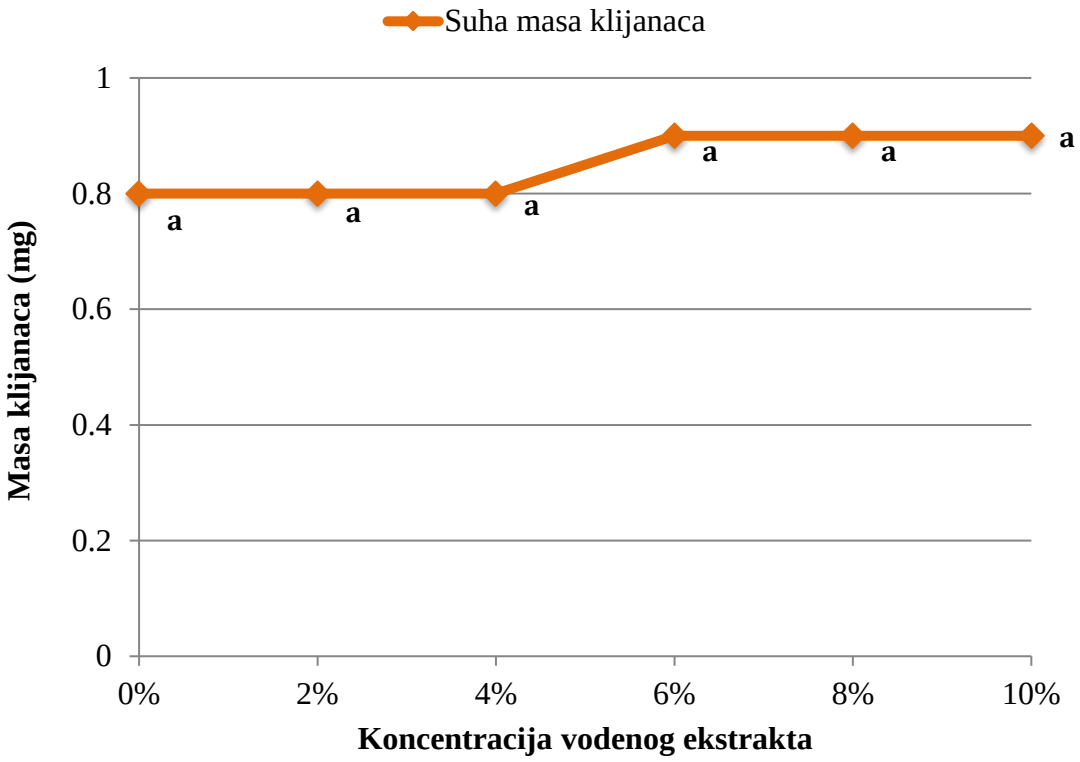
Grafikon 7. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca bosiljka



Grafikon 8. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanaka klijanaca bosiljka



Grafikon 9. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca bosiljka



Grafikon 10. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca bosiljka

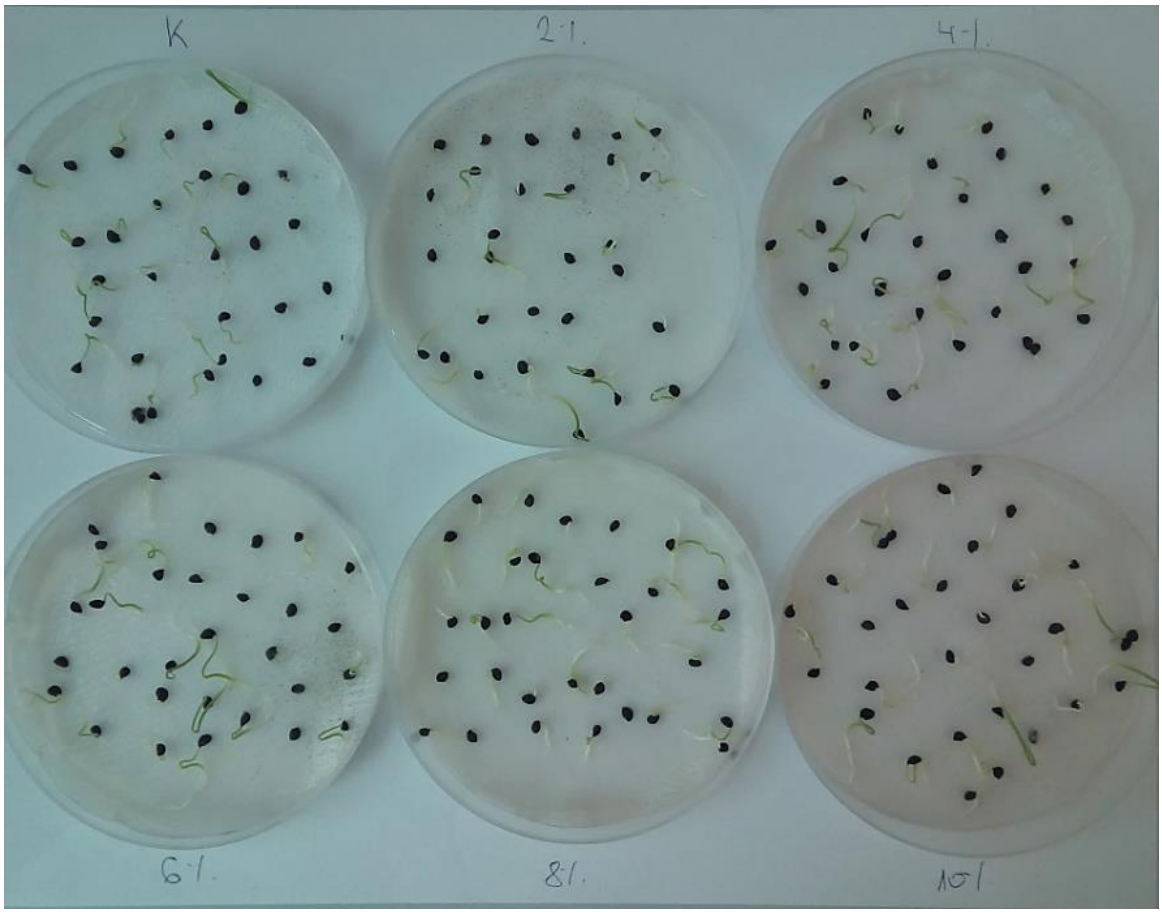
Slično, porastom koncentracije ekstrakta zabilježen je pozitivan utjecaj na svježu masu klijanaca bosiljka (grafikon 9.). Svježa masa bila je značajno viša već pri koncentraciji od 4%, a povećanje se kretalo od 16,2 do 21,4% u odnosu na kontrolu. Najveće povećanje svježe mase klijanaca bosiljka je zabilježeno pri koncentraciji od 8%.

S druge strane, niti jedan tretman nije statistički značajno utjecao na povećanje suhe mase klijanaca bosiljka (grafikon 10.). Više koncentracije, od 6 do 10%, su utjecale blago pozitivno na suhu masu klijanaca bosiljka, iako ne i statistički značajno u odnosu na kontrolu.

5. Rasprava

Važnost alelopatskog utjecaja biljaka kao prirodne kontrole korova u zaštiti bilja i biostimulatora u biljnoj proizvodnji potvrđena je brojnim istraživanjima. Biotestovi se izvode na test vrstama s izoliranim tvarima ili mješavinom tvari pri povećanim koncentracijama kako bi se utvrdila njihova alelopatska aktivnost (Sangeetha i Baskar, 2015.).

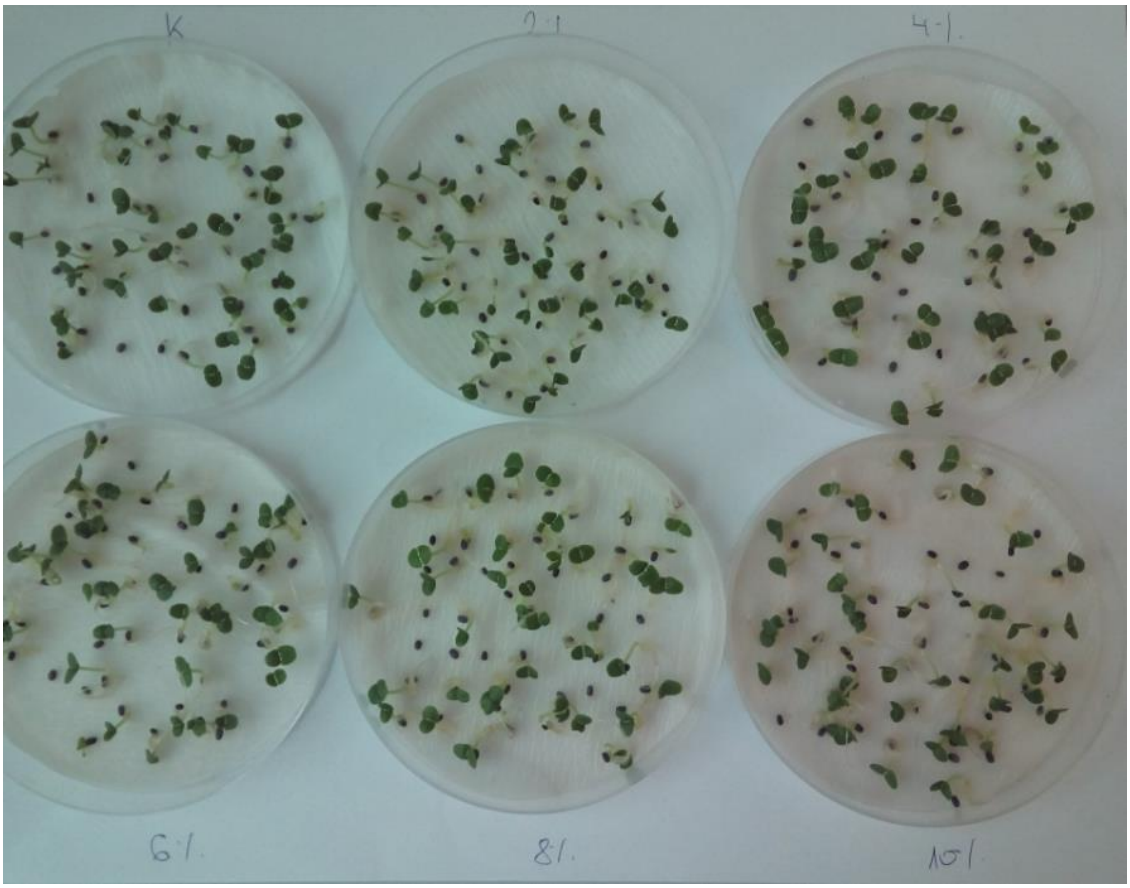
Rezultati pokusa pokazali su da ekstrakti od svježih listova vrste *A. vera* imaju i inhibitorni i stimulirajući alelopatski utjecaj na luk i bosiljak čime se potvrđuje prisutnost alelokemikalija (slika 2., 3.).



Slika 2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na luk (Foto: orig.)

U prosjeku su ekstrakti imali pozitivni utjecaj na klijavost i rast ispitivanih vrsta, izuzev negativnog djelovanja na duljinu korijena luka. Kod pojedinih mjerenih parametara kao što su svježa i suha masa klijanaca pokazao se blago pozitivan utjecaj, osim kod suhe mase

klijanaca luka gdje su najviše koncentracije (8% i 10%) smanjile suhu masu u odnosu na kontrolu. Slično navodi i Rogić (2016.) u čijem pokusu niti jedna pa ni najviša koncentracija vodenog ekstrakta vrste *A. vera* nije negativno djelovala na klijavost sjemena radiča.



Slika 3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata *A. vera* na bosiljak (Foto: orig.)

Pozitivan utjecaj ekstrakata od vrsta roda *Aloe* na rast i razvoj biljnih vrsta zabilježili su i drugi autori, pa su tako prema El-Shayeb i sur. (2009.) ekstrakti vrste *A. vera* u koncentracijama 25, 50 i 75% povećali visinu grma, broj grana, broj listova, svježu i suhu masu lišća, te svježu i suhu masu stabljike noćurka (*O. biennis*). Youssef (1997.) i Hanafy i sur. (2012.) navode pozitivan utjecaj na parametre rasta kod cvjetnih i ukrasnih vrsta. Prema Ahmadu i sur. (2014.) upotreba biofertilizatora i ekstrakata *A. vera* su povećali rast, sadržaj ulja i poboljšali kemijski sastav kod bosiljka. Slično, ističe i Bernatović (2016.) u čijem pokusu se povećanjem koncentracije povećao i pozitivni utjecaj na uljnu bundevu. S druge strane, ista autorica također navodi da se povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata povećao i inhibitorni utjecaj kod ječma i soje. Prema Arowosegbe i sur. (2012.)

ekstrakti *A. ferox* su značajno inhibirali duljinu korijena i izdanaka kod klijanaca rajčice s povećanjem koncentracije ekstrakata.

Ekstrakti lista vrste *A. vera* mogu biti korisni kao prirodni regulatori rasta (Lin i sur., 2004.), a alelopatski učinak može se pripisati prisutnosti alelokemikalija, odnosno tanina, flavonoida i fenolnih kiselina (Alipoor i sur., 2012.).

S druge strane, negativan alelopatski utjecaj *A. vera* vrste na usjeve i korove također je zabilježen pri primjeni ekstrakata od suhe mase listova (Alipoor i sur., 2012.). Prema Einhellig (1996.) alelokemikalije smanjuju elongaciju, razvoj i razdiobu stanica što su preduvjeti za rast. Također, alelokemikalije inhibiraju apsorpciju iona (Qasem i Hill, 1989.), što rezultira zastojem u rastu (dos Santosh i sur., 2004.). Alelopatsko djelovanje ovisi o brojnim čimbenicima kao što su koncentracija ekstrakta, stanje biljne mase odnosno dio biljke koji se koristi, način otpuštanja alelokemikalija te vrsta na koju djeluju (Alipoor i sur., 2012., Arowosegbe i Afolayan, 2012., Ravlić i sur., 2014.).

Alelopatski utjecaj uvelike ovisi o koncentraciji alelokemikalija, te u pravilu niže koncentracije imaju pozitivan utjecaj (Norsworthy, 2003., Ravlić i sur., 2014.). Međutim, rezultati pokusa pokazali su da i više i niže koncentracije ekstrakata imaju pozitivan i negativan utjecaj. Slično navode i Gomaa i sur. (2014.) prema kojima je duljina korijena kod crne gorušice, indijske slatke djeteline i kostriša značajno smanjena već pri koncentraciji od 1%, dok je kod lobode kamenjarke korijenov rast u potpunosti inhibiran.

Rezultati pokusa pokazali su da ekstrakti vrste *A. vera* nisu utjecali na klijavost ispitivanih vrsta. Međutim, učinak prisutnosti alelokemikalija nije ograničen samo na inhibiciju klijavosti, on također uzrokuje oštećenja u metaboličkim aktivnostima ispitivanih biljaka, što rezultira smanjenjem duljine korijena i klijanaca (Abu-Romman i sur., 2010.). Alelokemikalije se oslobađaju na različite načine i imaju veliki učinak na cijeli korijenov sustav biljke u obliku smanjenja broja korijenčića, oteklina ili nekroze korijenovih vrhova, nedostatka korijenovih dlačica, smanjenja akumulacije suhe mase i smanjenja reproduktivnog kapaciteta biljke (Elisante i sur., 2013., An i sur., 1998.). Tako korijenovi eksudati različka (*Centaurea diffusa* Lam.) i petrove rože (*Centaurea maculosa* L.) ne samo da utječu na klijavost i rast korijena sjevernoameričkih autohotnih biljaka, već i na mikrobe rizosfere (Zeng i sur., 2008., Bais i sur., 2003., Callaway i Aschehoug, 2000.). Meissner i sur. (1989.) navode da je rast luka i drugih povrtnih kultura bio izložen

negativom utjecaju u tlu koje je bilo infestirano prstastim troskotom (zubača – *C. dactylon*).

U pokusu su zabilježene razlike u djelovanju ekstrakata s obzirom na test vrstu, pa je tako uočen veći pozitivni utjecaj na rast klijanaca bosiljka. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjem Ahmad i sur. (2014.) koji navode da su ekstrakti *A. vera* u različitim koncentracijama statistički značajno povećali svježu i suhu masu biljke bosiljka. Autori ističu da su se povećanjem koncentracije značajno povećavali mjerni parametri, te je ovaj pozitivan učinak bio najveći pri koncentraciji od 100 %. Gomaa i sur. (2014.) navode da je alelopatski učinak kostriša na duljinu korijena i izdanaka test vrsta ovisio o koncentraciji i ispitivanoj vrsti. Visković (2016.) navodi različit odgovor korovnih vrsta na djelovanje ekstrakata vrste *A. vera*, dok prema Arowosegbe i Afolayan (2012.) ekstrakti vrste *A. ferox* imaju veći negativni utjecaj na mrkvu u odnosu na ciklu i uljanu repicu. Navedene razlike mogu biti posljedica morfoloških i fizioloških razlika među vrstama (Khaliq i sur., 2011.).

Negativan utjecaj alelokemikalija može koristiti kao alat u zaštiti od korova primjenom rezidua alelopatskih korova ili kultura, kao što su malčevi vodenih ekstrakta (Drost i Doll, 1980.). Kombinacijom vodenih ekstrakata fitotoksičnih usjeva sa manjim količinama herbicida može se osigurati niža razina kontrole korova uz smanjenu uporabu herbicida (Soltys i sur., 2013.). Upotreba alelopatskih vodenih ekstrakata je jeftina i za okoliš prihvatljiva, a smanjenje biomase korova je manje nego kod uporabe herbicida i ručnog uklanjanjanja korova (Khan i Khan, 2012.). Isto tako, pozitivan utjecaj alelopatskih biljaka daje mogućnost primjene u vidu biostimulatora (Lin i sur., 2004.). Daljnja istraživanja biljaka sa alelopatskim potencijalom ili autotoksičnim učincima, i njihovih alelokemikalija kao i onih proizvedenih od strane mikroorganizama, mogu u budućnosti pružiti nove strategije u održavanju i povećanju poljoprivredne proizvodnje (Alam i sur., 2001.).

6. Zaključak

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata od svježih listova vrste *A. vera* na klijavost i početni rast luka i bosiljka. Na osnovu provedenih pokusa doneseni su sljedeći rezultati:

A. Korišteni ekstrati su u prosjeku imali pozitivni utjecaj na rast ispitivanih vrsta
B. Vodeni ekstrakti *A. vera* nisu pokazali statistički značajan utjecaj na klijavost luka i bosiljka
C. Primjena vodenih ekstrakata s povećanjem koncentracije je smanjivala duljinu korijena, posebno značajno pri najvećoj koncentraciji (10%) kod luka. Suprotno tomu, kod bosiljka su ekstrakti imali blago pozitivan utjecaj pri većim koncentracijama, iako ne i statistički značajno.
D. Vodeni ekstrakti vrste *A. vera* također su imali blago pozitivan alelopatski utjecaj na duljinu izdanaka klijanca luka i bosiljka, ali ne i statistički značajno, osim pri koncentraciji od 8% kod bosiljka.
E. Vodeni ekstrakti *A. vera* nisu značajno utjecali na svježu i suhu masu klijanaca luka, dok je kod bosiljka svježa masa značajno povećana pri primjeni ekstrakata koncentracije više od 4%.

Iako je negativan utjecaj ekstrakata zabilježen samo na duljinu korijena klijanaca luka, dok je većina drugih parametara kod ispitivanih vrsta ili bila stimulirana ili nije bilo utjecaja, utvrđeno je da ekstrakti vrste *A. vera* imaju određeni alelopatski utjecaj. Zabilježeni pozitivni utjecaj potvrđuje prisutnost alelokemikalija i može biti predmet daljnjih istraživanja u vidu biljnog stimulatora rasta i razvoja usjeva.

7. Popis literature

1. Abu-Romman, S., Shatnawi, M., Shibli, R.S. (2010.): Allelopathic effects of Spurge (*Euphobia hieroslymitana*) on Wheat (*Triticum durum*). Journal of Agriculture and Enviromental Sciences, 7(3): 298-302.
2. Ahmad, K.S., Hammam, Kh.A., Amer, A. (2014.): Effect of bio-fertilization and some plant extracts on the growth, yield and chemical constituents of basil plants. International Journal of Plant Production, 5(2): 193-210.
3. Ahmed, S., Kabir, A.H., Ahmed, M.B., Razvy, M.A., Ganesan, S. (2007.): Development of rapid micropropagation method of *Aloe vera* L. Sjemenarstvo, 24(2): 121-128.
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. Alipoor, M., Mohsenzadeh, S., Teixeira da Silva, J.A., Niakousari, M. (2012.): Allelopathic potential of *Aloe vera*. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 6(1): 78-80.
6. An, M., Pratley, J.E., Haig, T. (1998.): Allelopathy: From Concept to Reality. Report on 9th Australian Agronomy Conference (AAC), Wagga Wagga.
7. Anaya, A.L. (1999.): Allelopathy as a tool in the management of biotic resources. Critical Reviews in Plant Sciences, 18: 697-739.
8. Anjum, A., Hussain, U., Yousaf, Z., Khan, F., Umer, A. (2010.): Evaluation of allelopathic action of some selected medicinal plant on lettuce seeds by using sandwich method. Journal of Medicinal Plants Research, 4: 536-541.
9. Arowosegbe, S., Afolayan, A. (2012.): Assessment of allelopathic properties of *Aloe ferox* Mill. on turnip, beetroot and carrot. Biological research, 45(4): 363-368.
10. Arowoseqbe, S., Wintola, O.A., Afolayan, A.J. (2012.): Phytochemical constituents and allelopathic effect of *Aloe ferox* Mill. root extract on tomato. Journal of Medicinal Plants Research, 6(11): 2094-2099.
11. Azizi, M., Fujii, Y. (2006.): Allelopathic effect of some medicinal plant substances on seed germination of *Amaranthus retroflexus* and *Portulaca oleraceae*. Acta Horticulturae, 699: 61-68.

12. Bais, H.P., Vepachedu, R., Gilroy, S., Callaway, R.M., Vivanco, J.M. (2003.): Allelopathy and exotic plant evasion: from molecules and genes to species interactions. Science, 301: 1377-1380.
13. Baličević, R., Ravlić, M., Ravlić, I. (2015.): Allelopathic effect of aromatic and medicinal plants on *Tripleurospermum inodorum* (L.) C.H. Schultz. Herbologia, 15(2): 40-53.
14. Barišić, M., Vrandečić, K., Ćosić, J., Baličević, R. (2014.): Utjecaj *Aloe vera* ekstrakata na porast fitopatogenih gljiva. Glasnik Zaštite Bilja, 37(6): 65-68.
15. Belz, R.G., Edivaldo, D.V., Duke, S.O. (2007.): Dose/Response Relationships in Allelopathy Research. Allelopathy: Concepts and Methodology, Science Publishers, pp. 4-29.
16. Bernatović, K. (2016.): Alelopatski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na ratarske kulture. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. pp. 45.
17. Bhadha, J.H., Lang, T.A., Alvarez, O.M., Giurcanu, M.C., Johnson, J.V., Odero, D.C., Daroub, S.H. (2014.): Allelopathic effects of *Pistia stratiotes* (Araceae) and *Lyngbya wollei* Farlow ex Gomont (Oscillariaceae) on seed germination and root growth. Sustainable Agricultural Research, 3(4): 121-130.
18. Bhowmik, P., Inderjit, J. (2003.): Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Protection, 22: 661-671.
19. Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., Arce Vera, F. (2007.): Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. Food Chemistry, 103: 22–30.
20. Callaway, R.M., Aschehoug, E.T. (2000.): Invasive plants versus their new and old neighbours: a mechanism for exotic invasion. Science, 290: 521-523.
21. Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O., Kim, Y.J. (2005.): Allelopathic potential of lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. Scientia Horticulturae, 106(3): 309-317.
22. Chon, S.U., Jennings, J.A., Nelson, C.J. (2006.): Alfalfa (*Medicago sativa* L.) autotoxicity: Current status. Allelopathy Journal, 18: 57-80.
23. Chou, C.H. (1999.): Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences, 18(5): 609-636.
24. Colquhoun, J.B. (2006.): Allelopathy in Weeds and Crops: Myths and Facts. Aglime & Pest Managment Conference, 45.

25. Czarnota, M.A. (2001.): Sorghum (*Sorghum* spp.) Root Exudates: Production, Localization, Chemical Composition, and Mode of Action. Ph. D. thesis, Cornell University, Ithaca, NY.
26. Datta, A.K., Mandal, A., Silva, J.A.T., Saha, A., Paul, R., Sengupta, S., Dubey, P.K., Halder, S. (2012.): An Updated Overview on *Aloe vera* (L.) Burm. f. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 6(1): 1-11.
27. Dos Santosh, W.D., Ferrarese, M.L.L., Finger, A., Teixeira, A.C.N., Ferrarese-Filho, O. (2004.): Lignification and related enzymes in *Glycine max* root growth – inhibition by ferulic acid. Journal of Chemical Ecology, 30: 1199-1208.
28. Drost, D.C., Doll, J.D. (1980.): The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn and soybeans. Weed Science, 28: 229-233.
29. Duke, S.O., Scheffler, B.E., Dayan, F. (2001.): Allelochemicals as herbicides. First European OECD Allelopathy Symposium: Physiological Aspects of Allelopathy, pp. 47-59.
30. Einhellig, F.A. (1996.): Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. Agronomy Journal, 88: 886-893.
31. El-Shayeb, N.S.A. (2009.): Physiological Studies on *Oenothera biennis* (Bio-Fertilizer and Plant Extracts). Ph.D. Thesis, Hort. Dept., Fac. Agric., Benha Univ. Egypt.
32. Elisante, F., Tarimo, M.T., Ndakidemi, P.A. (2013.): Allelopathic Effect of Seed and Leaf Aqueous Extracts of *Datura stramonium* on Leaf Chlorophyll Content, Shoot and Root Elongation of *Cenchrus ciliaris* and *Neonotonia wightii*. American Journal of Plant Sciences, 4(12): 2332-2339.
33. Ferguson, J.J., Rathinasabapathi, B., Chase, C.A. (2003.): Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants. Horticultural Science Department, UF/IFAS Extension.
34. Foster, M., Gunter, D., Samman, S. (2011.): Evaluation of the Nutritional and Metabolic Effects of *Aloe vera*. U: Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects, Benzie, I.F.F., Wachtel-Galor, S. (ur.), Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis.
35. Fujii, Y., Parvez, S.S., Parvez, M.M., Ohmae, Y., Iida, O. (2003.): Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using sandwich method. Weed Biology and Management, 3: 233-241.

36. Geada Lopez, D., Izquierdo, A., Jo, M., Geada Lopez, G., Hernandez, B., Maestre Batlle, D. (2010.): *Aloe vera* aqueous extracts: Potential explanation at molecular level of its allelopathic effect over *Nicotiana tabacum* plants. CORESTA Congress, Edinburgh, 2010, APPOST 14.
37. Geddes, C.M., Cavalieri, A., Daayf, F., Gulden, R.H. (2015.): The Allelopathic Potential of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.) Mulch. American Journal of Plant Sciences, 6: 2651-2663.
38. Gomaa, N.H., Hassan, M.O., Fahmy, G.M., González, L., Hammouda, O., Atteya, A.M. (2014.): Allelopathic effects of *Sonchus oleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. Acta Botanica Brasilica, 28(3): 408-416.
39. Hanafy, M.S., Saadawy, F.M., Milad, S.M.N., Ali, R.M. (2012.): Effect of some natural extracts on growth and chemical constituents of *Schefflera arboricola* plants. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, 4(1): 26-33.
40. Hosseinimehr, S.J., Khorasani, G., Azadbakht, M., Zamani, P., Ghasemi, M., Ahmadi, A. (2010.): Effect of Aloe Cream versus Silver Sulfadiazine for Healing Burn Wounds in Rats. Acta Dermavenerologica Croatica, 18(1): 2-7.
41. Igrc-Barčić, J., Maceljski, M. (2001.): Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski, Čakovec, pp. 144.
42. Ilbas, A.I., Gönen, U., Yilmaz, S., Dadandi, M.Y. (2011.): Cytotoxicity of *Aloe vera* gel extracts on *Allium cepa* root tip cells. Turkish Journal of Botany, 36: 263-268.
43. Iqbal, A., Fry, S. C. (2012.): Potent endogenous allelopathic compounds in *Lepidium sativum* seed exudate: effects on epidermal cell growth in *Amaranthus caudatus* seedlings. Journal of Experimental Botany, 63(7): 2595-2604.
44. Kežman, M. (2015.): Aloj u suvremenoj farmaceutskoj praksi. Diplomski rad. Farmaceutsko – biokemijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, pp. 47.
45. Khaliq, A., Matloob, A., Cheema, Z.A., Farooq, M. (2011.): Allelopathic activity of crop residue incorporation alone or mixed against rice and its associated grass weed jungle rice (*Echinochloa colona* [L.] Link). Chilean Journal of Agricultural Research, 71(3): 418-423.
46. Khan, R., Khan, M.A. (2012.): Weed Control Efficiency of Bioherbicides and Their Impact on Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Applied Sciences, 4(5): 216-219.

47. Kišgeci, J. (2008.): Lekovite i aromatične biljke, Beograd: Partenon.
48. Kruse, M., Standberg, M., Strandberg, B. (2000.): Ecological effects of allelopathic plants. A review, Department of Terrestrial Ecology, Silkeborg, Denmark, Rep. p. 315.
49. Kuštrak, D. (2005.): Farmakognozija-Fitofarmacija. Golden Marketing-Tehnička knjiga, Zagreb; pp. 614.
50. Li, Z-H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C-D., Jiang, D-A. (2010.): Phenolics and Plant Allelopathy. Molecules, 15(12): 8933-8952.
51. Lin, D., Tsuzuki, E., Sugimoto, Y., Dong, Y., Matsuo, M., Terao, H. (2004.): Allelopathic effects of aqueous Aloe vera leaf extracts on selected crops. Allelopathy Journal, 13: 67-74.
52. Macías, F.A., Marín, D., Oliveros-Bastidas, A., Varela, R.M., Simonet, A.M., Carrera, C., Molinillo, J.M.G. (2003.): Allelopathy as new strategy for sustainable ecosystems development. Biological Sciences in Space, 17(1): 18-23.
53. Mady, A. (2009.): Effect of certain medicinal plant extracts on growth, yield and metabolism of some medicinal aromatic and plants. M.Sc., Al – Azher Univ.Fac. Of Sci. Botany and Microbiology Dep.
54. Maiti, S., Chandra, R. (2002.): Cultivation of *Aloe vera*. National Research Centre for Medicinal and Aromatic Plants, Anand Press, Anand, Gujarat, India. pp. 6.
55. Mbega, E.R., Mortensen, C.N., Mabagala, R.B., Wulff, E.G. (2012.): The effect of plant extracts as seed treatments to control bacterial leaf spot of tomato in Tanzania. Journal of General Plant Pathology, 78(4): 277-286.
56. Meissner, R., Nel, P.C., Beyers, E.A. (1989.): Allelopathic effect of *Cynodon dactylon* – infested soil on early growth of certain crop species. Applied Plant Science, 3: 125-126.
57. 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.
58. Narwal, S.S., Palamiraj, R., Sati, S.C. (2005.): Role of allelopathy in crop production. Herbologia, 6(2): 205-211.
59. Ndam, L.M., Mih, A.M., Fongod, A.G.N., Tening, A.S., Tonjock, R.K., Enang, J.E., Fujii, Y. (2014.): Phytochemical screening of the bioactive compounds in twenty (20) Cameroonian medicinal plants. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3(12): 768-778.

60. Nia, A.F., Sardrodi, A.F., Habibi, M.M., Bahman, S. (2015.): Morphological and physiological changes of aloe (*Aloe barbadensis* Miller.) in response to culture media. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 6(6): 100-105.
61. Nimbal, C.I., Pedersen, J.F., Yerkes, C.N., Weston, L.A., Weller, S.C. (1996.): Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44: 1343-1347.
62. Norsworthy, J.K. (2003.): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). Weed Technology, 17: 307-313.
63. Ooi, P.A.C. (2005.): Nonpesticide Methods for Controlling Diseases and Insect Pests. Asian Productivity Organization, Tokyo.
64. Padmaja, C.K., Kowsalya, B., Seethalakshmi, C. (2007.): Efficacy of *Aloe vera* (L.) leaf powder, as a biostimulant in enhancing the growth and yield of lady's finger (*Abelmoschus esculentus* L.). Research on Crops, 8: 395-397.
65. Petrova, S.T., Valcheva, E.G., Velcheva, I.G. (2015.): A Case Study of Allelopathic Effect on Weeds in Wheat. Ecologia Balkanica, 7(1): 121-129.
66. Popa, V.I., Dumitru, M., Volf, I., Anghel, N. (2008.): Lignin and polyphenols as allelochemicals. Industrial Crops and Products, 27: 144-149.
67. Qasem, J.R., Hill, T.R. (1989.): Possible role of allelopathy in competition between tomato, *Senecio vulgaris* L. and *Chenopodium album* L. Weed Research, 29: 349-356.
68. Rak, M. (2014.): Uzgoj i njega *Aloe vere*. Završni rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. pp. 38.
69. 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.
70. Ravlić, M., Baličević, R., Nikolić, M., Sarajlić, A. (2016.): Assessment of Allelopathic Potential of Fennel, Rue and Sage on Weed Species Hoary Cress (*Lepidium draba*). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 44(1): 48-52.
71. Reynolds, T., Dweck, A.C. (1999.): *Aloe vera* leaf gel: a review update. Journal of Entopharmacology, 68(1-3): 3-37.
72. Rice, E. L. (1974.): Allelopathy. Academic Press, New York.
73. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy, Orlando, USA: Academic Press. pp. 422.

74. Ridenour, W.M., Callaway, R.M. (2001.): The relative importance of allelopathy in interference: The effects of an invasive weed on a native bunchgrass. Oecologia, 126: 444-450.
75. Rogić, M. (2016.): Procjena alelopatskog učinka vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na salatu, rukolu i radič. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. pp. 35.
76. Sangeetha, C., Baskar, P. (2015.): Allelopathy in weed management: A critical review. African Journal of Agricultural Research, 10(9): 1004-1015.
77. 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.
78. Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001.): Allelopathy in Agroecosystems: An Overview. Journal of Crop Production, 4(2): 1-41.
79. Sisodia, S., Siddiqui, M.B. (2010.): Allelopathic effect by aqueous extracts of different parts of *Croton bonplandianum* Baill. on some crop and weed plants. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 2: 22-28.
80. Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., Gniazdowska, A. (2013.): Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Prespectives. Herbicides – Current Research and case Studies In Use.
81. Soltys, D., Rudzinska-Langwald, A., Gniazdowska, A., Wisniewska, A., Bogatek, R. (2012.): Inhibition of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) root growth by cyanamide is due to altered cell division, phytohormone balance and expansin gene expression. Planta, 236(5): 1629-1638.
82. Tesio, F., Weston, L.A., Vidotto, F., Ferrero, A. (2010.): Potential Allelopathic Effects of Jerusalem Arthichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Leaf Tissues. Weed Technology, 24(3): 378-385.
83. Visković, M. (2016.): Alelopatski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na korove. Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. pp. 26.
84. Vukadinović, V., Jug, I., Đurđević, B. (2014.): Ekofiziologija bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, pp. 223.

85. Waller, G.R., Dermer, O.C. (1981.): Enzymology of alkaloid metabolism in plants and microorganisms. The Biochemistry of Plants, 7: 317-402.
86. Waller, G.R., Nowacki, E.K. (1978.): The role of alkaloids in plants. Alkaloid Biology and Meatbolism in Plants, pp. 294.
87. Weir, T.L., Park, S-W., Vivanco, J.M. (2004.): Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. Current Opinion in Plant Biology, 7(4): 472-479.
88. Willis, R.J. (2010.): The History of Allelopathy. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
89. Yates, A. (2002.): Yates Garden Guide. Harper Collins, Australia, pp. 466.
90. Youssef, H.M.A. (1997.): Physiological studies on some annual plants. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Moshtohor, Zagazig Univ, Egypt.
91. Zaller, J. (2004.): Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (*Polygonaceae*): A review. Weed Research, 44: 414-432.
92. Zeng, R.S., Mallik, A.U., Luo, S. (2008.): Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. Springer Science + Business Media, LLC.

8. Sažetak

Cilj rada bio je ispitati alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata od biljne vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka. U pokusima u Petrijevim zdjelicama procijenjen je utjecaj vodenih ekstrakata od svježih listova u koncentraciji od 2, 4, 6, 8, i 10%. Klijavost i rast klijanaca luka nije bila pod značajnim utjecajem ekstrakata, izuzev duljine korijena klijanaca koja se smanjila povećanjem koncentracije. Vodeni ekstrakti pozitivno su utjecali na duljinu izdanka, te svježu i suhu masu klijanaca bosiljka. U prosjeku, veći utjecaj ekstrakti su pokazali na bosiljak u odnosu na luk.

Ključne riječi: alelopatija, *Aloe vera*, vodeni ekstrakti, luk, bosiljak

9. Summary

The aim of research was to determine allelopathic effect of water extracts of plant species *Aloe vera* (L.) Burm. f. on germination and growth of onion and basil. In Petri dishes, effect of extracts from fresh leaves at concentrations of 2, 4, 6, 8, and 10% was estimated. Germination and growth of onion seedlings was not significantly affected by the extracts, except for seedling root length which was reduced with the increase in extract concentration. Water extracts had positive effect on shoot lenght, and fresh and dry mass of basil seedlings. On average, extracts showed greater effect on basil in relation to onion.

Key words: allelopathy, *Aloe vera*, water extracts, onion, basil

10. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Listovi vrste *A. vera* korišteni u pokusu (foto: orig.)	16
Slika 2.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na luk (foto: orig.)	26
Slika 3.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na bosiljak (foto: orig.)	27

11. Popis grafikona

Red. br.	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena luka	18
Grafikon 2.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca luka	19
Grafikon 3.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca luka	19
Grafikon 4.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca luka	20
Grafikon 5.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca luka	21
Grafikon 6.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena bosiljka	22
Grafikon 7.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca bosiljka	23
Grafikon 8.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca bosiljka	23
Grafikon 9.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca bosiljka	24
Grafikon 10.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca bosiljka	24

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Procjena alelopatskog učinka vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka

Aleksandar Lazić

Sažetak

Cilj rada bio je ispitati alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata od biljne vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka. U pokusima u Petrijevim zdjelicama procijenjen je utjecaj vodenih ekstrakata od svježih listova u koncentraciji od 2, 4, 6, 8, i 10%. Klijavost i rast klijanaca luka nije bila pod značajnim utjecajem ekstrakata, izuzev duljine korijena klijanaca koja se smanjila povećanjem koncentracije. Vodeni ekstrakti pozitivno su utjecali na duljinu izdanka, te svježu i suhu masu klijanaca bosiljka. U prosjeku, veći utjecaj ekstrakti su pokazali na bosiljak u odnosu na luk.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: dr. sc. Marija Ravlić

Broj stranica: 42
Broj grafikona i slika: 13
Broj tablica: -
Broj literaturnih navoda: 92
Broj priloga: -
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: alelopatija, *Aloe vera*, vodeni ekstrakti, luk, bosiljak

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, predsjednik
2. dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. dr. sc. Ankica Sarajlić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture
University Graduate Studies, Plant Production, course Plant production

Assessment of allelopathic effect of plant species *Aloe vera* (L.) Burm. f. on germination and growth of onion and basil

Aleksandar Lazić

Abstract

The aim of research was to determine allelopathic effect of water extracts of plant species *Aloe vera* (L.) Burm. f. on germination and growth of onion and basil. In Petri dishes, effect of extracts from fresh leaves at concentrations of 2, 4, 6, 8, and 10% was estimated. Germination and growth of onion seedlings was not significantly affected by the extracts, except for seedling root length which was reduced with the increase in extract concentration. Water extracts had positive effect on shoot lenght, and fresh and dry mass of basil seedlings. On average, extracts showed greater effect on basil in relation to onion.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Marija Ravlić

Number of pages: 42
Number of figures: 13
Number of tables: -
Number of references: 92
Number of appendices: -
Original in: Croatian

Key words: allelopathy, *Aloe vera*, water extracts, onion, basil

Thesis defended on date:

Reviewers:
1. PhD Renata Baličević, Associate Professor, chair
2. PhD Marija Ravlić, mentor
3. PhD Ankica Sarajlić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1