Alelopatski utjecaj vrste Aloe vera (L.) Burm. f. na ratarske kulture

Bernatović, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:151:882531

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Kristina Bernatović, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

ALELOPATSKI UTJECAJ VRSTE *Aloe vera* (L.) Burm. f. NA RATARSKE KULTURE

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Kristina Bernatović, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

ALELOPATSKI UTJECAJ VRSTE *Aloe vera* (L.) Burm. f. NA RATARSKE KULTURE

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentor
3. Doc. dr. sc. Anita Liška, član

Osijek, 2016.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Pregled literature 3
3. Materijali i metode 10
4. Rezultati 12
   - 4.1. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na soju 12
   - 4.2. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na uljnu bundevu 16
   - 4.3. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na pšenicu 20
   - 4.4. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na ječam 24
5. Rasprava 28
6. Zaključak 32
7. Popis literature 33
8. Sažetak 39
9. Summary 40
10. Popis slika 41
11. Popis grafikona 42

Temeljna dokumentacijska kartica 44

Basic documentation card 45

1. Uvod

Alelopatija je biološki fenomen kojim organizam proizvodi jednu ili više biokemikalija koje utječu na rast, preživljavanje i razmnožavanje drugih organizama. Te supstance su poznate pod nazivom alelokemikalije i one mogu imati stimulirajući (pozitivna alelopatija) i inhibirajući (negativna alelopatija) učinak na ciljani organizam (Bhowmik i Inderjit, 2003., Rice, 1984., Regiosa i sur., 2006.). Alelopatija je važan mehanizam kod međusobnog utjecaja među biljkama djelovanjem fitotoksina koje biljka proizvodi u tkivima (Oussama, 2003.).

Alelokemikalije su krajnji proizvod biljaka, nusproizvod i metabolit koji proizlazi iz lišća, korijenja, cvijeta, ploda i sjemena biljaka (Sisodia i Siddiqui, 2010.). Oslobađanje tih kemijskih spojeva u okolinu djeluje na druge organizme kao što su biljke, uključujući korove, životinje i mikroorganizme bilo da inhibiraju, ili pak stimuliraju njihovu aktivnost (Fujii i sur., 2003.). Iznalazi se sve više dokaza da te biljne kemikalije mogu suzbiti klijanje i rast raznih vrsta korova (Singh i sur., 2003.).

Diljem svijeta se koriste enormne količine kemijskih herbicida za kontrolu korova. Međutim, upravo su sintetski herbicidi toksični te su kao takvi uzrok brojnim ekološkim problemima (Khanh i sur., 2004.). Isto tako, pretjerano korištenje umjetnih herbicida dovela je do rezistentnosti mnogih biljaka (Sodaeizadeh i sur., 2009.). 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. Jedna od tih mogućnosti je korištenje alelopatskog utjecaja između biljaka (Azizi i Fujii, 2006.).

Alelopatske komponente mogu djelovati tako da reduciraju ili pak u potpunosti zaustave klijavost i rast ispitivanih biljaka. Pojavljuje se manjak dostupnosti vode za klijanje sjemena zbog vezivanja molekula vode s spojevima koje sadrži ekstrakt, što rezultira učinkovitom smanjenju klijavosti sjemena (Bogatek i sur., 2006.).

Važnost alelopatije je u prirodnoj kontroli korova i produktivnosti usjeva zadnjih nekoliko godina iznimno priznata (Khan i sur., 2009.). Posljednjih se godina sve više istražuje alelopatski potencijal ljekovitog bilja (Anjum i sur., 2010.) koje sadrži brojne bioaktivne komponente koje inhibiraju aktivnost procesa u biljkama (Modallal i Al-Charchafchi, 2006.).

Rod *Aloe* pripada porodici Asphodelaceae, višegodišnjih tropskih biljaka afričkog porijekla. Poznato je više od 360 vrsta diljem svijeta. Jedna od važnijih vrsta *Aloe* koja se koristi u narodnoj medicini je Curação aloe (*Aloe barbandensis* ili *Aloe vera*). Najraniji zapis o upotrebi vrste *A. vera* u narodnoj medicini datira oko 1500 godina pr. n. e. Eksudati vrste *A. vera* korišteni su u brojne medicinske i kozmetičke svrhe (Tanaka i sur., 2006.). Lišće sadrži brojne fitokemikalije kao što su acetilirani manan, polimanan, antrakinonski glikozid te antrakinon emodin. Osim tradicionalne upotrebe, danas se *A. vera* koristi kod dijabetesa, astme, epilepsije, osteoartristisa, opeklina i psorijaze. Ljekoviti pripravci od *Aloe vera* biljne mase dobivaju se iz se gela i lateksa. Gel je proziran i dobiva se iz središta lista, dok se lateks dobiva iz stanica ispod kože lista i žute je boje. Gel sadrži preko 240 hranjivih i ljekovitih sastojaka kao što su vitamini, minerali, polisaharidi, aminokiseline te enzimi. *A. vera* je vrijedna ljekovita biljka koja se koristi u farmaceutskoj industriji, kozmetici i prehrambenoj industriji u svijetu (Ilbas i sur., 2011.).

Alelopatski učinak vrsta *A. vera* se pripisuje nekolicini kemijskih komponenti. *A. vera* se sastoji od vitamina, minerala, enzima, šećera, antrakinona, saponina, masnih kiselina, salicilne kiseline i aminokiseline. Antrakinoni su fenolni spojevi koji se nalaze isključivo u biljnom soku te imaju antivirusna i antibakterijska svojstva. Osim toga, saponini čine oko 3% gela te imaju antivirusna, antibakterijska i antifungalna svojstva (Tanaka i sur., 2006.).

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata pripremljenih od svježih listova vrste *A. vera* na klijavost i rast nekih ratarskih kultura.

2. Pregled literature

Pojam alelopatija je izveden od grčke riječi *alelo* i *pathy* što znači uzajamna šteta, a prvi puta ga je primijenio austrijski znanstvenik Hans Molisch u knjizi Der Einfluss einer Pflanze auf die andere – Allelopathie (Willis, 2010., Rizvi i sur., 1992.). Međutim, taj pojam je danas općeprihvaćen i podrazumijeva inhibirajuće i stimulirajuće učinke jedne biljke na drugu (Rice, 1984.). Neki koriste termin i u širem smislu, primjerice entomolozi pod tim pojmom podrazumijevaju sve učinke sekundarnih spojeva u interakciji biljka – kukac (Cheema i sur., 2013.).

Međunarodno alelopatsko društvo je 1996. definiralo alelopatiju kao svaki postupak koji uključuje sekundarne metabolite proizvedene od biljaka i raznih mikroorganizama, a koji utječu na rast i razvoj poljoprivrednih i bioloških sustava (osim životinja), uključujući i pozitivne i negativne učinke (Torres i sur., 1996.).

Alelopatija se odnosi na štetne ili korisne učinke jedne biljke na drugu, bilo da je riječ o korovima ili usjevima, pomoću alelokemikalija. Alelopatsko djelovanje pokazuju razni organski spojevi, a to su najčešće sekundarni metaboliti koji pripadaju brojnim kemijskim skupinama: terpeni, kumarin, triketoni, flavonoidi, fenolne kiseline, masne kiseline i neproteinske aminokiseline (Weir i sur., 2004., Iqbal i sur., 2012.). Whittaker i Feeny (1971.) su ove fitotoksične tvari nazvali alelokemikalije. Također, poznata je i pojava autotoksičnosti kada se oslobađanjem fitokemikalija inhibira rast istih biljnih vrsta (Putnam, 1985.).

Alelopatija je uključena u mnoge prirodne procese i igra važnu ulogu u razvoju biljnih zajednica (Ridenour i Callaway, 2001.). Mnoge biljne vrste, uključujući i ljekovite biljke, proizvode i oslobađaju bioaktivne komponente koje mogu zaustaviti rast drugih biljaka (Ahmad i sur., 2011.). Tijekom posljednjih desetljeća se intenzivno istražuje potencijal alelopatije za suzbijanje korova (Wu i sur., 1999., An i sur., 1998.). U cilju poboljšanja produktivnosti usjeva i zaštite okoliša kroz ekološki prihvatljivu kontrolu štetočinja, primjena alelopatije predstavlja alternativu upotrebi kemijskih sredstava, a posebice u integriranoj zaštiti od korova (Chon i sur., 2005.).

Mnoge od alelokemikalija su topive u vodi što ih čini lakšim za aplikaciju bez primjene dodatnih površinskih aktivnih tvari (Dayan i sur., 2009., Vyvyan, 2002.). Njihova kemijska struktura je ekološki prihvatljivija nego sintetičkih (Soltys i sur., 2013.). Alelokemikalije

inhibiraju klijavost, smanjuju metaboličku aktivnost ciljane biljke što dovodi do smanjenja korijena i izdanka (Abu-Romman i sur., 2010.). Primjerice, fenolni spojevi kao što su flavonoidi, fenoli i tanini javljaju se kao najčešće alelokemikalije (Rice, 1984.), te inhibiraju rast korijena lucerne (Ōhira i Yatagai, 1994.). Alelokemikalije koje imaju negativan učinak su važan dio obrane biljaka od herbivora (Fraenkel, 1959., Stamp, 2003.). Izvori alelokemikalija mogu biti različiti biljni organi: korijen, listovi, rizomi, stabljika, cvjetovi, plodovi i sjeme. Prema Gill i sur. (1993.) alelokemikalije mogu biti ispuštene u okoliš na četiri načina: ispiranjem (inhibitorne tvari se proizvode iz mrtvih ili živih dijelova biljke), volatizacijom (listovi pojedinih biljaka oslobađaju terpenske spojeve), raspadanjem (alelokemikalije se oslobađaju iz biljnih ostataka) i eksudacijom (organske tvari se oslobađaju iz korijena različitih biljnih vrsta). Prema Putnamu (1986.) alelokemikalije u većoj koncentraciji inhibiraju rast nekih biljaka, dok u manjoj stimuliraju rast. Pri alelopatskom djelovanju sudjeluje više kemikalija zajedno.

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*), raži (*Secale cereale*), salate (*Lepidium sativum*), oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus*) i maslačka (*Taraxacum officinale*). Utvrđen je alelopatski učinak svih ispitanih koncentracija ekstrakata listova i cvjetova *A. vere* na pet ispitivanih biljaka te je utvrđeno da ekstrakti inhibiraju klijavost i rast ispitivanih biljaka.

Youssef (1997.) navodi da namakanje sjemena u ekstrakt *Aloe* koncentracije 50 i 100%, povećava svježu i suhu masu listova i broj cvjetića po klasu vrsta *Consolide ajacis* i cvat *Callisteephus chinensis.*

DongZhi i sur. (2004.) su zaključili kako *A. vera* može biti korisna kao prirodni regulator rasta biljaka.

El-Shayeb (2009.) navodi kako su sve primijenjene koncentracije vrste *A. vera* povećale svježu i suhu masu noćurka (*Oenothera biennis*). Najbolji rezultat postignut je najvećom primijenjenom koncentracijom ekstrakta (75%).

Padmaja i sur. (2007.) navode kako *A. vera* piling puder u količini od 140 g/posudi značajno povećava masu svježe i suhe bamije (*Abelmoschus esculentus*).

Ilbas i sur. (2011.) su ispitivali utjecaj gela iz lista vrste *A. vera* u obliku ekstrakta na mitozu vršnih stanica korijena *Allium cepa* pri ekspoziciji od 24 i 48 sati. Rezultati su pokazali da je indeks mitoze i rast korijena luka značajno smanjen u odnosu na kontrolni tretman. Autori su zaključili da citotoksični efekt gela *A. vera* ponajviše ovisi o koncentraciji (čak i najniže doze su postigli značajan efekt), dok ekspozicija nije imala značajan utjecaj.

Hanafy i sur. (2012.) su ispitivali utjecaj različitih biljnih ekstrakata na svježu masu lišća *Schefflera arboricola* tijekom dvije sezone. Koristili su dvije metode aplikacije: namakanje i raspršivanje. Ekstrakti su pripravljeni od vrste *A. vera*, češnjaka, kvasca i kane. Tretmani koji su postigli veću svježu masu su bili tretmani aplicirani metodom namakanja, izuzev kane, gdje je bolje djelovanje na povećanje mase postignuto metodom raspršivanja. Češnjak je postigao bolje djelovanje u obje sezone. U prvoj sezoni su *A. vera* i kvasac postigli približno jednako djelovanje, no međutim u drugoj je sezoni tretman *A. vera* postigao najniže djelovanje na povećanje svježe mase.

Balke (1985.) je utvrdio kako su flavonoidi izolirani iz ekstrakta od korijena zobi (*Avena* spp.) također prisutni i u ekstraktu od korijena *A. ferox*.

Arowosegbe i sur. (2012.) ispitali su fitokemijski sastav i alelopatski utjecaj *A. ferox*. Ekstrakt je sadržavao fenole, flavonoide, flavonole, tanin i saponine u različitim omjerima. Ispitan je alelopatski utjecaj vodenog ekstrakta korijena na klijanje i rast rajčice. Primijenjeni ekstrakt reducirao je klijanje rajčice, dok se s povećanjem koncentracije ekstrakta smanjio rast korijena i izdanka. Dakle, promatrana alelopatska aktivnost ekstrakta korijena *A. ferox* na klijavost i rast rajčice, pripisuje se upravo alelokemikalijama koje se nalaze u korijenu *A. ferox*.

Arowosegbe i Afolayan (2012.) su ispitali alelopatski učinak vrste *A. ferox* na ciklu (*Beta vulgaris*), uljanu repicu (*Brassica rapa* var. *rapa*) i mrkvu (*Daucus carota*). Ispitan je alelopatski potencijal vodenih ekstrakata listova i korijena na klijavost sjemenki i rast klijanaca navedenih kultura, a pokusi su provedeni u Petrijevim zdjelicama. Ekstrakti su aplicirani pri različitim koncentracijama (2, 4, 6, 8 i 10 mg ml^{-1}). Ekstrakti listova pri dozama višim od 4 mg ml^{-1} inhibirali su klijavost svih usjeva, dok ekstrakt korijena nije imao značajan utjecaj na klijavost, čak i pri najvišim koncentracijama. Neočekivano je bilo što je najniža koncentracija ekstrakta lista stimulirala produljenje korijena cikle za 31,7%. Ostale doze su značajno inhibirale rast korijena i klijanaca, osim kod uljane repice.

Najosjetljivija je bila mrkva, s inhibicijom korijena i klijanaca koja je varirala od 29,2 do 100%. Manji inhibitorni učinak evidentiran je u tretmanima s ekstraktima korijena nego u tretmanima s ekstraktom listova. Rezultati istraživanja ukazuju na veću prisutnost alelokemikalija u listovima *A. ferox*, koji inhibiraju rast uljane repice, cikle i mrkve.

Murakami i sur. (2009.) analizirali su sezonske varijacije potencijala fitotoksičnosti ekstrakta lista *A. arborescens* na klijavost i rast salate. 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. Najviše se isticao proljetni ekstrakt s kloroformom, s najvećim fitotoksičnim djelovanjem na klijavost salate (16,7%).

Sisodia i Siddiqui (2010.) proveli su istraživanje alelopatskog utjecaja vrste *Croton bonplandianum* na klijavost i rast klijanaca usjeva (*T. aestivum*, *Brassica oleracea* var. *botrytis* i *Brassica rapa*) i korova (*Melilotus alba*, *Vicia sativa* i *Medicago hispida*). Vodeni ekstrakti korijena, stabljike i lista *C. bonplandianum*, aplicirani su u različitim koncentracijama zbog utvrđivanja njenog utjecaja na klijavost sjemena i rast klijanaca. Ekstrakti korijena, stabljike i lista nisu imali utjecaj na klijavost sjemena, no ekstrakti stabljike svih koncentracija su stimulirali rast izdanaka, dok su ekstrakti lista pri svim koncentracijama inhibirali rast. Najveći alelopatski potencijal su pokazali ekstrakti listova, dok je najslabiji utjecaj imao ekstrakt od stabljike. Ekstrakti stabljike niže koncentracije su općenito poticali duljinu korijena, dok su ekstrakti korijena i lista inhibirali duljinu korijena te suhu masu.

Nazir i sur. (2006.) ispitali su alelopatski učinak vodenih ekstrakata vrsta *Rheum emodi*, *Saussaurea lappa* i *Potentilla fulgens* na neke tradicionalne prehrambene korove. Klijavost svih korova je značajno smanjena pri primjeni ekstrakata.

Fujii i sur. (2003.) ispitali su alelopatski učinak 239 ljekovitih biljaka na salati. Od toga su 223 biljke imale inhibitorno djelovanje.

Qasem (1994.) je proveo istraživanje u kojem je ispitivao alelopatski učinak strjeličaste grbice (*Lepidium draba*) na pšenicu i ječam u laboratoriju i u stakleniku. Vodeni ekstrakti od svježih izdanaka strjeličaste grbice inhibirali su klijavost sjemena (za 36% i 75% u usporedbi s kontrolom), djelovali su na elongaciju koleoptile (od 52% do 85%) te na

dužinu korijena (od 63% do 93,7%). Ekstrakti dobiveni iz svježe mase imali su veću inhibitornu sposobnost od ekstrakata suhe mase, te su ekstrakti dobiveni iz izdanaka imali veće inhibitorno djelovanje od ekstrakata korijena. Ostatci korijena strjeličaste grbice (2-32 g kg^{-1}) inkorporirani u tlo, reducirali su rast izdanka i korijena pšenice te rast izdanka ječma. Inhibicija je bila jača kada su se rezidue nalazile na površini, u usporedbi kada su inkorporirane u tlo. Niti pšenica niti ječam nisu pokazali tolerantnost prema strjeličastoj grbici.

Gomaa i sur. (2014.) su ispitivali alelopatski učinak vodenih ekstrakata zeljastog ostaka (*Sonchus oleraceus*) na klijanje i rast *Trifolium alexandrinum*, tri korovne vrste (*Brassica nigra*, *Chenopodium murale* i *Melilotus indicus*), te na *S. oleraceus.* Primjenjivale su se koncentracije od 1%, 2%, 3% i 4%. Također, autori su primjenjivali PEG (polietilen glikol) u koncentracijama jednakim koncentracijama ekstrakta zeljastog ostaka, kako bi se utvrdilo je li alelopatski učinak rezultat alelokemikalija, osmotskog potencijala ili pak oboje. Sve koncentracije ekstrakta su u potpunosti inhibirale rast klijanaca *C. murale*. Manje koncentracije ekstrakta su djelomično smanjile rast i razvoj klijanca *B. nigra*, *M. indicus*., *S. oleraceus*, dok su veće koncentracije u potpunosti inhibirale razvoj ispitivanih biljaka. Ekstrakti u koncentraciji 1% i 2% nisu imali djelovanje na klijanje *T. alexandrinum*. Općenito, vodeni ekstrakti *S. oleraceus* su imale efektivnije djelovanje na klijavost ispitivanih biljaka od PEG otopina. Fitokemijskim analizama utvrđeno je da su u suhoj tvari *S. oleraceus* najzatupljeniji spojevi fenoli i alkaloidi. Utvrđeno je da *S. oleraceus* ima alelopatski učinak te da je kao takav idealan bioherbicid.

Baličević i sur. (2015.) su ispitivali alelopatski utjecaj između sjemena aromatičnog i ljekovitog bilja i sjemena korovne vrste strjeličaste grbice (*Lepidium draba*). Utjecaj zajedničkog klijanja sjemena vlasca, kopra, anisa, pelina, miloduha, lavande, mažurana i timijana na klijanje i početni rast korova ispitan je u Petrijevim zdjelicama u laboratorijskim uvjetima. Najveći utjecaj na smanjenje klijanja sjemena strjeličaste grbice zabilježen je u tretmanu s koprom (35,3%). Sjeme lavande, anisa i pelina je također smanjilo klijavost i produljilo prosječno vrijeme klijanja strjeličaste grbice. Aromatično i ljekovito bilje imalo je negativan i pozitivan utjecaj na duljinu korijena i izdanka korova. Anis, miloduh i vlasac su značajno pozitivno utjecali na svježu masu klijanaca.

Prema Ravlić i sur. (2013.) ekstrakti od svježih i suhih biljnih dijelova poljskog osjaka imaju značajan utjecaj na klijavost i rast pšenice i ječma, a najveći alelopatski potencijal su pokazali listovi.

Ravlić i sur. (2012.) su zabilježili negativan utjecaj poljskog maka (*Papaver rhoeas*) i bezmirisne kamilice na pšenicu i ječam. Klijavost ječma je smanjena u prosjeku za 53,6% s ekstraktima bezmirisne kamilice, odnosno za 43,6% s ekstraktima poljskog maka. Ekstrakti lista bezmirisne kamilice imali su najveći inhibitorni učinak na duljinu korijena pšenice koja je smanjena za 93,0%, dok je klijavost pšenice u prosjeku smanjena za 70,5%.

Miri i sur. (2013.) su ispitivali alelopatski učinak sjemena *L. draba* u laboratorijskim uvjetima. Primjenjivale su se koncentracije ekstrakta od 0%; 2,5%; 5% i 10% kako bi se ispitalo klijanje i rast ječma (*Hordeum vulgare*), običnog graha (*Phaseolus vulgaris*), oštrodlakavog šćira (*A. retroflexus*) i maslačka (*T. officinale*). Ekstrakt 2,5, 5 i 10% - tne koncentracije pokazao je značajni inhibitorni učinak na klijavost i rast ispitivanih kultura.

Sharma i Devkota (2015.) su ispitivali alelopatski učinak i fitokemijski sastav četiri odabrane ljekovite biljke *Ageratum conyzoides*, *Eclipta prostrata*, *Cannabis sativa* i *Woodfordia fructicosa*. Metodom filter papira koristili su vodene ekstrakte od korijena i stabljike biljaka 2, 4, 6, 8 i 10% - tne koncentracije na sjemenu pšenice (*T. aestivum*) i graška (*Pisum sativum*). Sve ispitivane biljke su pokazale značajan utjecaj na pšenicu i ječam. Smanjenje klijavosti se postiglo primjenom većih koncentracija ekstrakata. Maksimalna klijavost pšenice (100%) postigla se primjenom 2% - tne koncentracije ekstrakta od stabljike *W. fructicosa.,* dok se maksimalna klijavost graška (97,8 %) postigla primjenom 2% - tne koncentracije ekstrakta od korijena *A. conyzoides* i *C. sativa*. Primjenom većih koncentracija ekstrakata *E. prostrata* smanjila se klijavost i pšenice i graška. Također, istraživanje je pokazalo kako je pšenica osjetljivija na ekstrakte od *W. fructicosa* i *E. prostrata*, dok je grašak osjetljivi na ekstrakte od *A. conyzoides* i *C. sativa*.

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata kiseličastog dvornika na rast soje kultivara Korana (grupa zriobe 00) navode Baličević i suradnici (2013.). Ispitivan je utjecaj ekstrakata od suhih biljnih dijelova, stabljike i lista u koncentracijama od 0, 1, 5 i 10%. Vodeni ekstrakti nisu značajno utjecali na klijavost soje. Duljinu korijena su smanjile koncentracije oba ekstrakta, dok rast korijena stimulirao ekstrakt koncentracije 1%. Svježa masa klijanaca soje smanjivala se proporcionalno s povećanjem koncentracije ekstrakta.

Ravlić (2016.) je ispitala utjecaj biljne mase i sjemena korovnih vrsta: poljski osjak (*Cirsium arvense*), poljski mak (*P. rhoeas*), bezmirisna kamilica (*Tripleurospermum inodorum*), oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*), crna pomoćnica (*Solanum nigrum*) i divlji sirak (*Sorghum halepense*) na pšenicu, ječam, mrkvu, soju i uljnu bundevu. Alelopatski utjecaj ovisio je o korovnoj vrsti, usjevu, koncentraciji, odnosno dozi, biljnome dijelu te stanju biljne mase. U prosjeku su ekstrakti od svih vrsta, osim divljega sirka, smanjili klijavost za više od 20,0%, a rast klijanaca do 41,2% u Petrijevim zdjelicama. Vodeni ekstrakti primijenjeni u posude s tlom smanjili su nicanje i rast usjeva i do 65%. Inkorporacija biljnih ostataka korova u posude s tlom smanjila je nicanje usjeva i do 65,3%. Zajedničko klijanje sjemena usjeva i korova, kao i korijenovi eksudati, nisu pokazali značajan utjecaj na klijavost usjeva.

3. Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2016. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u Laboratoriju za fitofarmaciju kako bi se ispitao utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost i rast ratarskih kultura.

Vodeni ekstrakti pripremljeni su od svježih listova vrste *A. vera* prema modificiranoj proceduri Hanafy i sur. (2012.) (slika 1.). Svježi listovi u količini od 100 g izrezani su vrlo sitno i izmiješani s 1000 ml vode. Mješavina je stajala 8 sati na sobnoj temperaturi. Nakon toga mješavina je procijeđena kako bi se dobio ekstrakt koncentracije 10%. Razrjeđivanjem s destiliranom vodom dobiveni su i ekstrakti koncentracija 8, 6, 4 i 2%.



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

U pokusima je korišteno sjeme priznatih kultivara pšenice (cv. Lucija), ječma (cv. Barun) i soje (cv. Korana) Poljoprivrednoga instituta u Osijeku, te sjeme uljne bundeve (cv. Gleisdorfer) tvrtke Saatzucht Gleisdorf, Austrija. Prije pokusa sjeme usjeva površinski je dezinficirano s 1% NaOCl (4% komercijalna varikina razrijeđena vodom) tijekom 20 minuta, te isprano tri puta destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

Utjecaj vodenih ekstrakata procijenjen je u pokusima u Petrijevim zdjelicama. U Petrijeve zdjelice na filter papir stavljano je sjeme usjeva (25 sjemenki pšenice ili ječma, odnosno 15 sjemenki soje ili uljne bundeve), a filter papir namočen je određenom koncentracijom ekstrakata. U kontrolnom tretmanu u Petrijeve zdjelice dodana je destilirana voda. Tijekom pokusa u istoj količini dodavani su ekstrakti odnosno destilirana voda kako se klijanci ne bi osušili. Sjeme u Petrijevim zdjelicama naklijavano je tijekom 7 dana pri temperaturi od 22°C ± 2.

Pokusi su postavljeni po potpuno slučajnom planu s četiri ponavljanja. Svaki pokus ponovljen je dva puta.

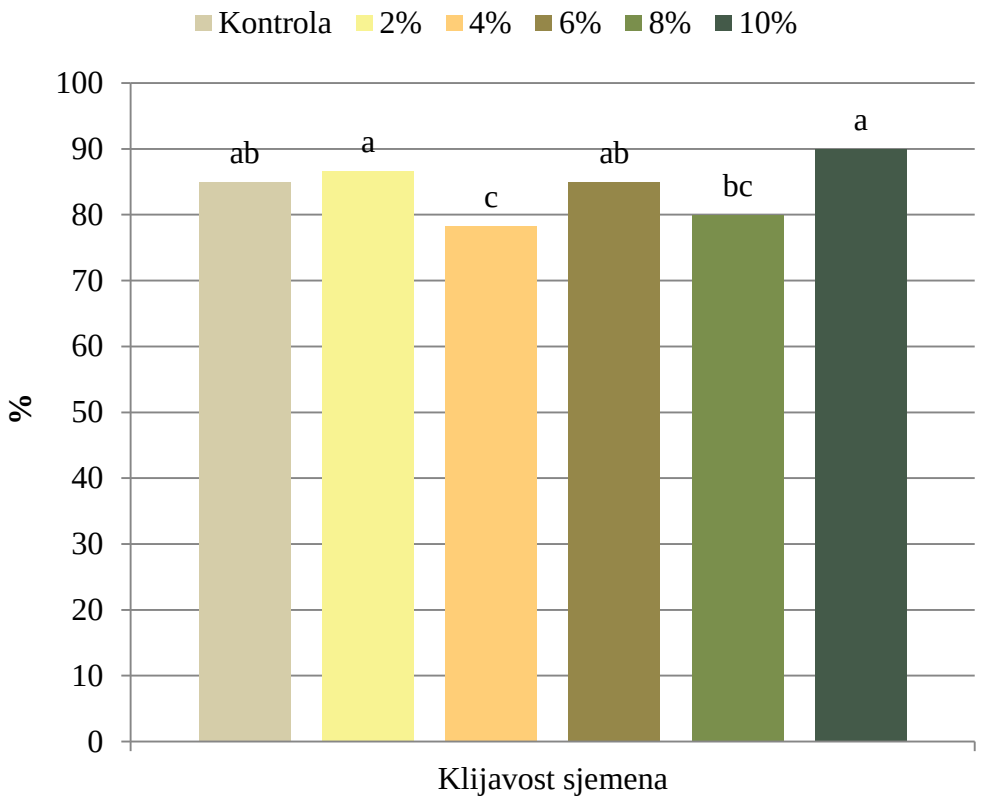
Na kraju svakoga pokusa izračunat je postotak klijavosti za svako ponavljanje i to pomoću formule: Klijavost (%) = (broj isklijanih sjemenki / ukupan broj sjemenki) × 100. Izmjerena je duljina korijena i izdanka klijanaca (cm) usjeva, dok je svježa masa klijanaca (mg) određena uz pomoć elektroničke vage.

Svi 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

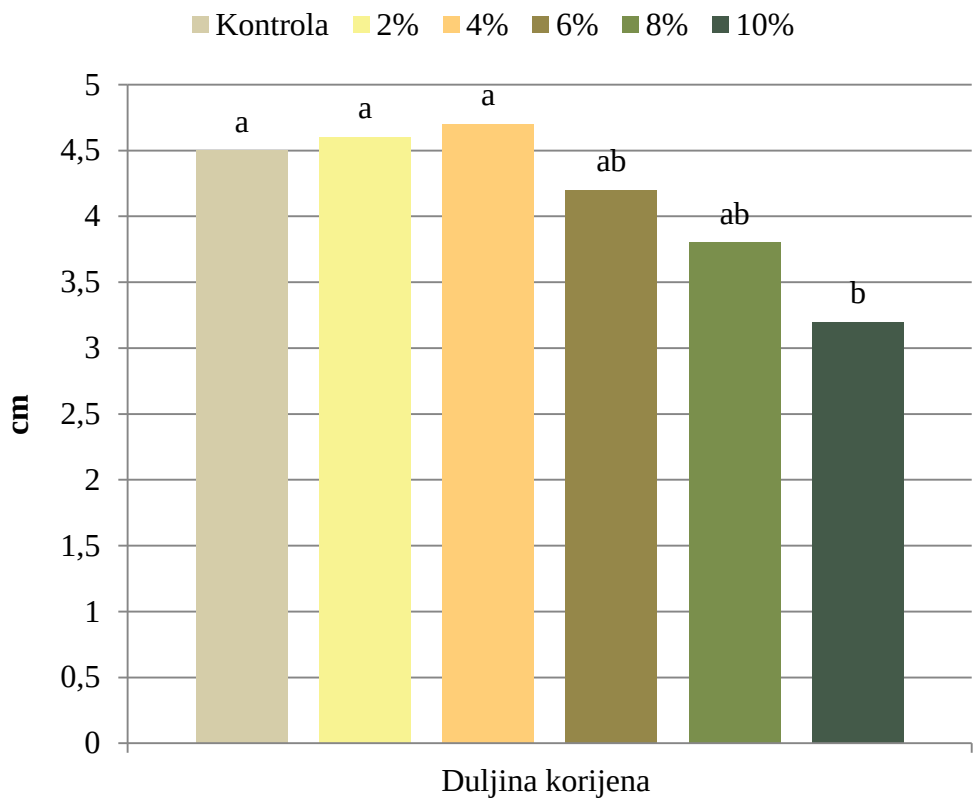
4.1. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na soju

Vodeni ekstrakti vrste *A. vera* nisu pokazali su značajan utjecaj na klijavost sjemena soje, izuzev ekstrakta u koncentraciji od 4% koji je smanjio klijavost za 7,9% u odnosu na kontrolu (grafikon 1.).

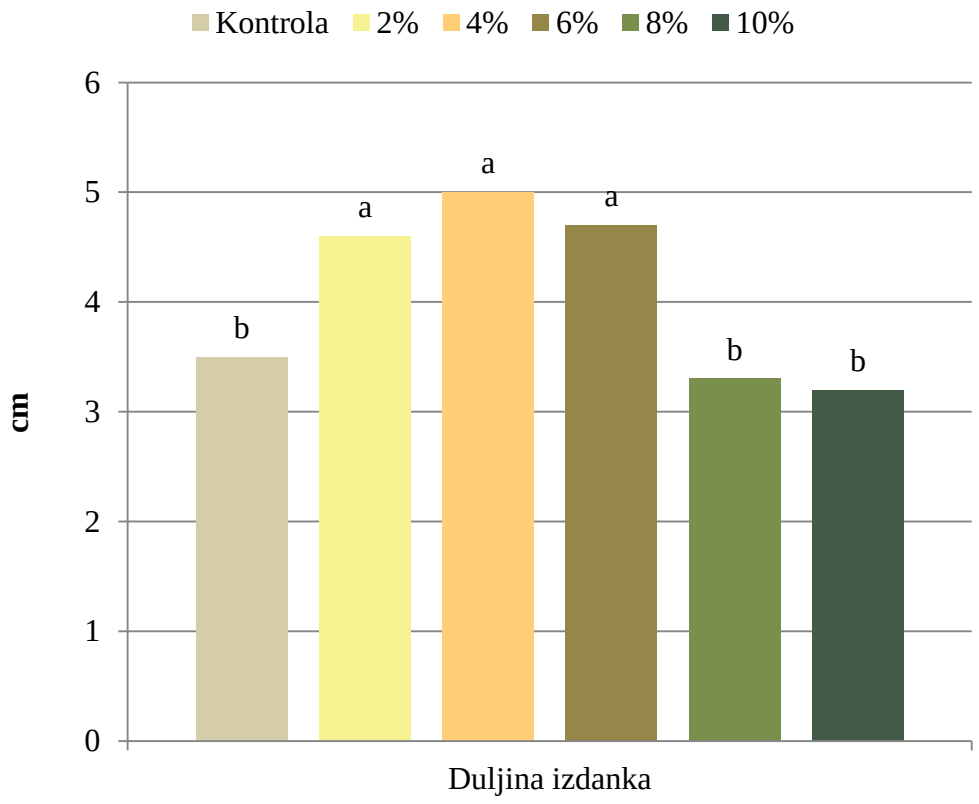


Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena soje

Primjena vodenih ekstrakata od svježe mase lista vrste *A. vera* značajno je utjecala na duljinu korijena klijanaca soje (grafikon 2.). S povećanjem koncentracije preko 6% povećavao se i negativan alelopatski utjecaj pa je najveća inhibicija zabilježena u tretmanu s ekstraktom koncentracije 10% koji je duljinu korijena smanjio za 28,9% u odnosu na kontrolu.

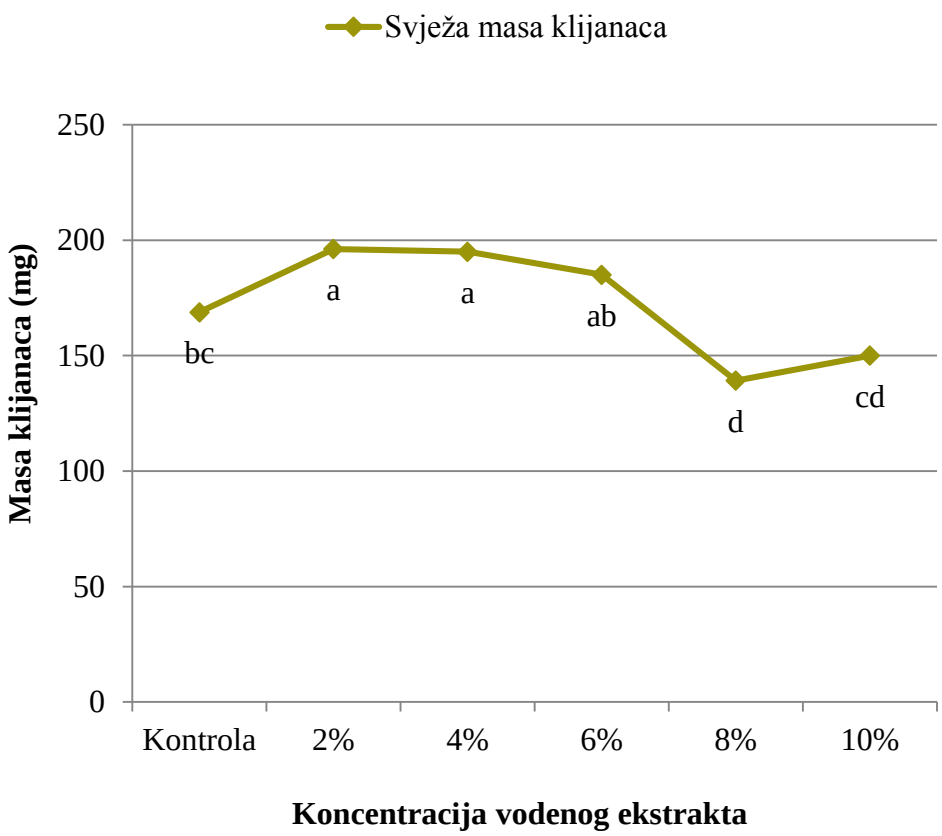


Grafikon 2. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca soje



Grafikon 3. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca soje

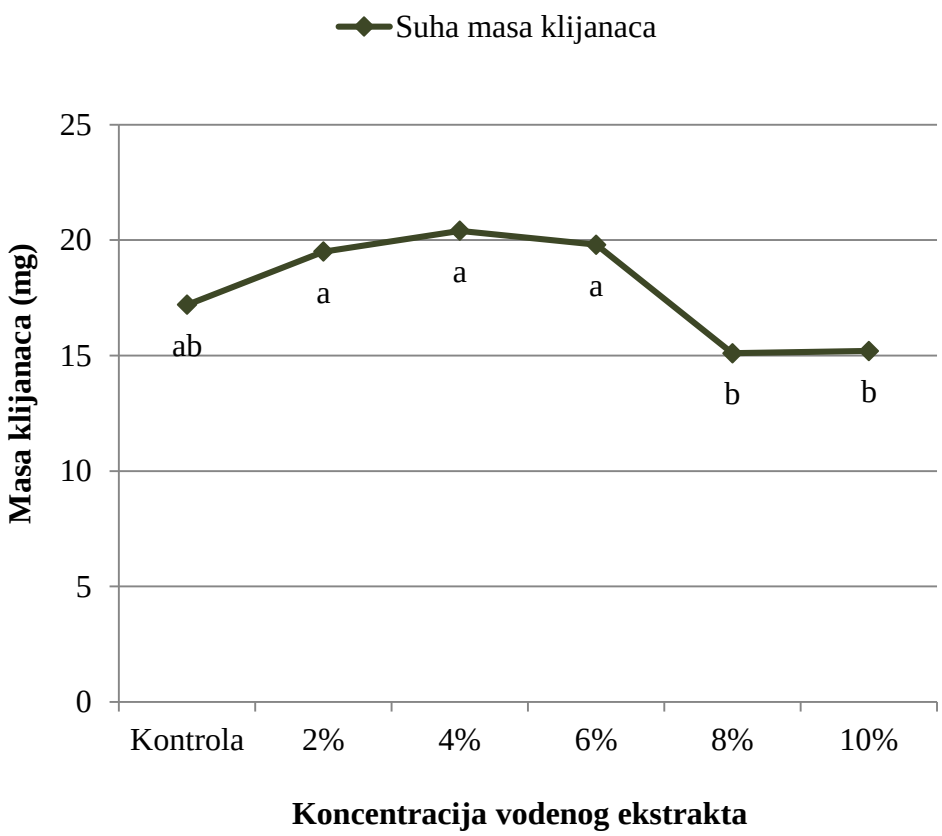
Suprotno tome, duljina izdanka klijanaca soje nije bila pod negativnim utjecajem ekstrakata (grafikon 3.). Više koncentracije nisu pokazale učinak, dok su koncentracije od 2 do 6% statistički značajno pozitivno djelovale. Povećanje duljine izdanka iznosilo je od 31,4% do 42,9%.



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

Svježa masa klijanaca soje bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata (grafikon 4.). Niže koncentracije ekstrakta povećale su značajno svježu masu klijanaca do 16,2% u odnosu na kontrolu, dok su dvije najviše koncentracije svježu masu snizile za 17,5% odnosno 11,1%.

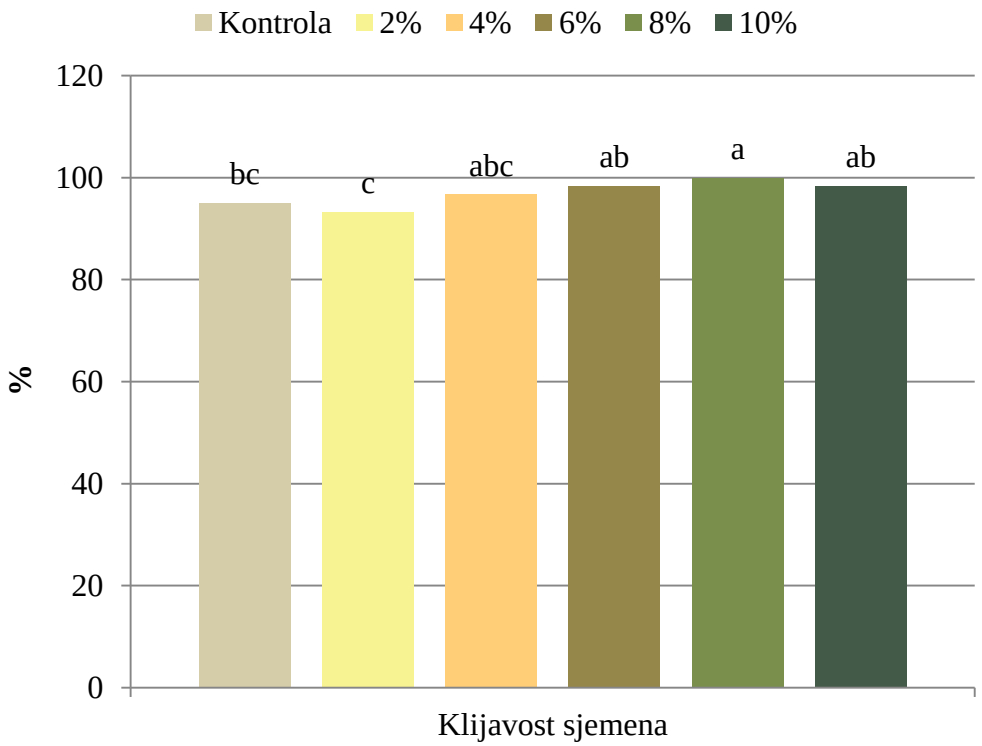
Suha masa klijanaca nije bila pod značajnim utjecajem ispitivanih koncentracija ekstrakata, iako su niže koncentracije utjecale blago pozitivno, dok su najviše koncentracije smanjile suhu masu do 11,6% (grafikon 4.).



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

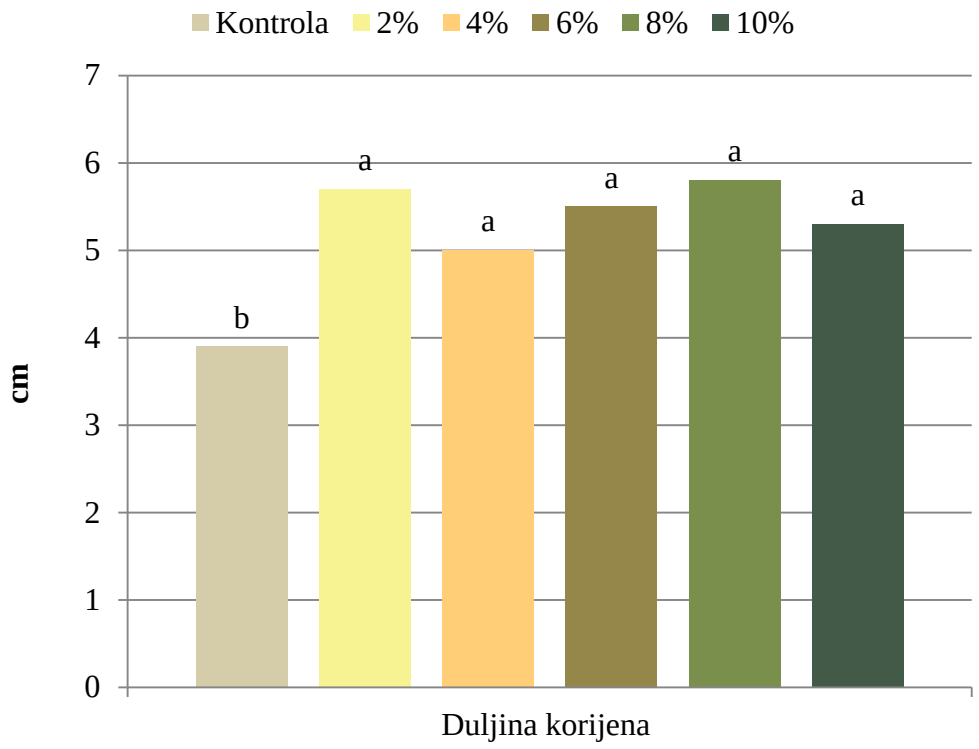
4.2. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na uljnu bundevu

Klijavost sjemena uljne bundeve bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata biljne mase *A. vera* (grafikon 6.). Niti jedna ispitivana koncentracija nije značajno utjecala na smanjenje klijavosti, međutim, više koncentracije djelovale su stimulativno. Najveći pozitivan utjecaj zabilježen je u tretmanu s ekstraktom koncentracije 8% gdje je klijavost sjemena bila za 5,3% veća.

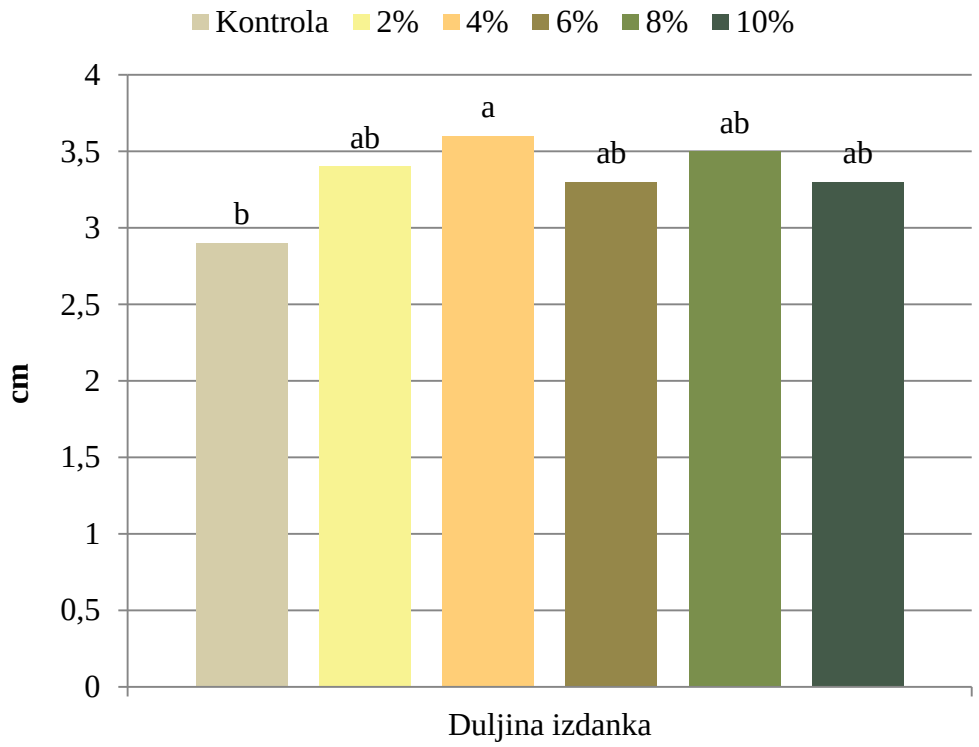


Grafikon 6. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena uljne bundeve

Primjena vodenih ekstrakata u svim koncentracijama značajno je pozitivno utjecala na duljinu korijena klijanaca uljne bundeve (grafikon 7.). Najniža duljina korijena zabilježena je u kontroli i iznosila je 3,9 cm, dok se postotak povećanja kretao od 28,2% u tretmanu s ekstraktom koncentracije 4% do 48,7% u tretmanu s ekstraktom koncentracije 8%.



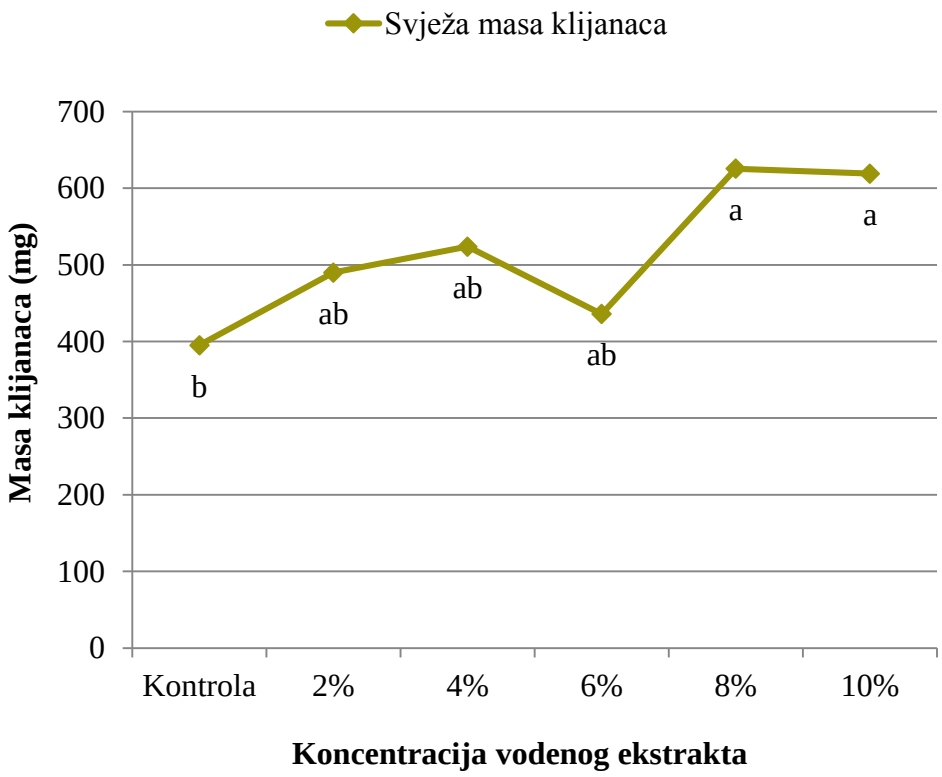
Grafikon 7. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca uljne bundeve



Grafikon 8. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca uljne bundeve

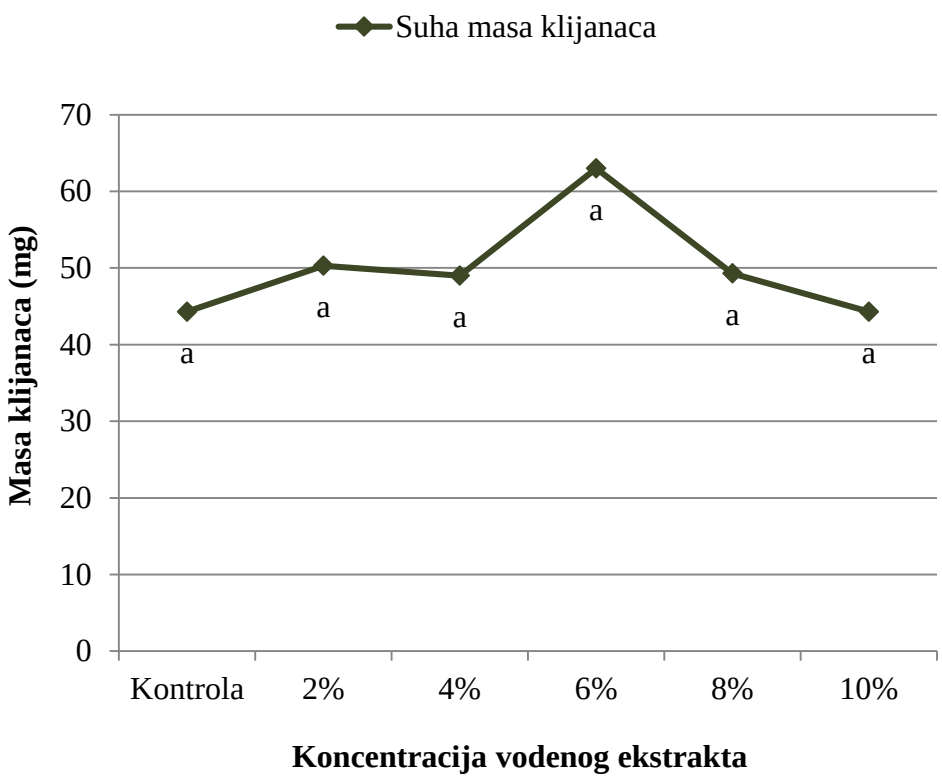
Vodeni ekstrakti od svježe mase vrste *A. vera* također su značajno pozitivno utjecali na duljinu izdanka klijanaca uljne bundeve (grafikon 8.). U kontrolnom tretmanu zabilježena je najniža duljina izdanka koja je iznosila 2,9 cm. Statistički značajno povećanje duljine izdanka izmjereno je u tretmanu s ekstraktom koncentracije 4% koji je duljinu izdanka povećao za 24,1%.

Svježa masa klijanaca uljne bundeve statistički je značajno bila povećana u odnosu na kontrolu samo pri najvišim koncentracijama ekstrakta (grafikon 9.). Postotak povećanja iznosio je za 58,3% u tretmanu s ekstraktom koncentracije 8%, odnosno za 56,7% u tretmanu s ekstraktom koncentracije 10%.



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

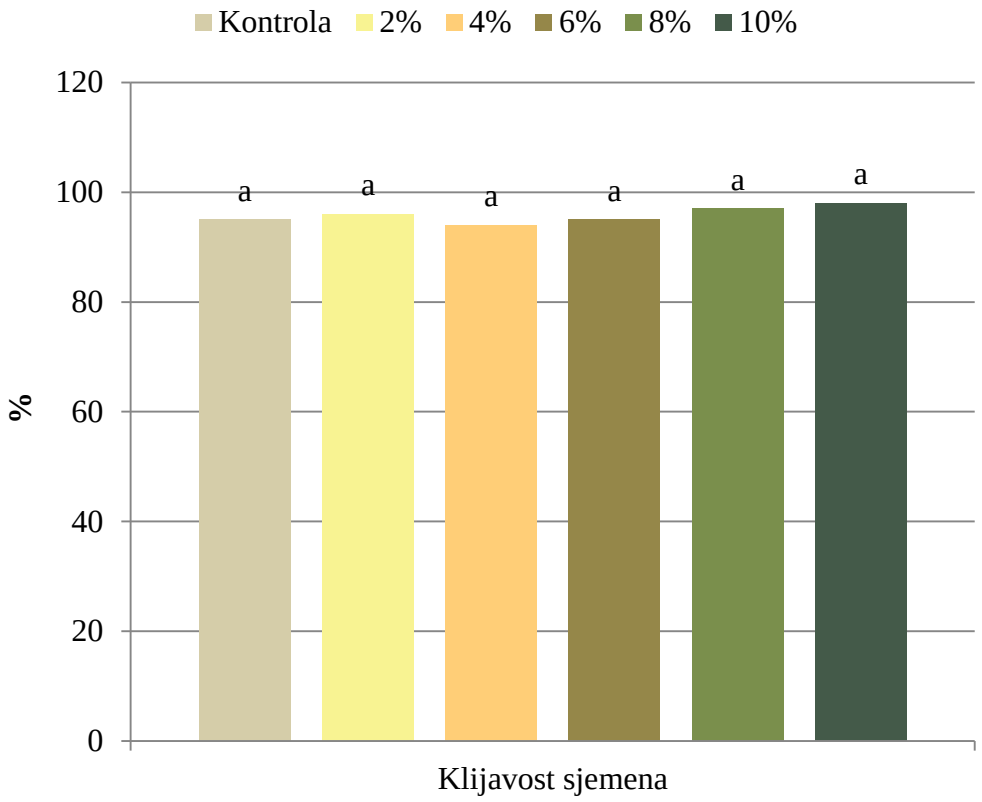
S druge strane, nije zabilježen značajan utjecaj niti jedne koncentracije ekstrakta na suhu masu klijanaca uljne bundeve, iako je ekstrakt koncentracije 6% povećao suhu masu klijanaca (grafikon 10.).



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

4.3. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na pšenicu

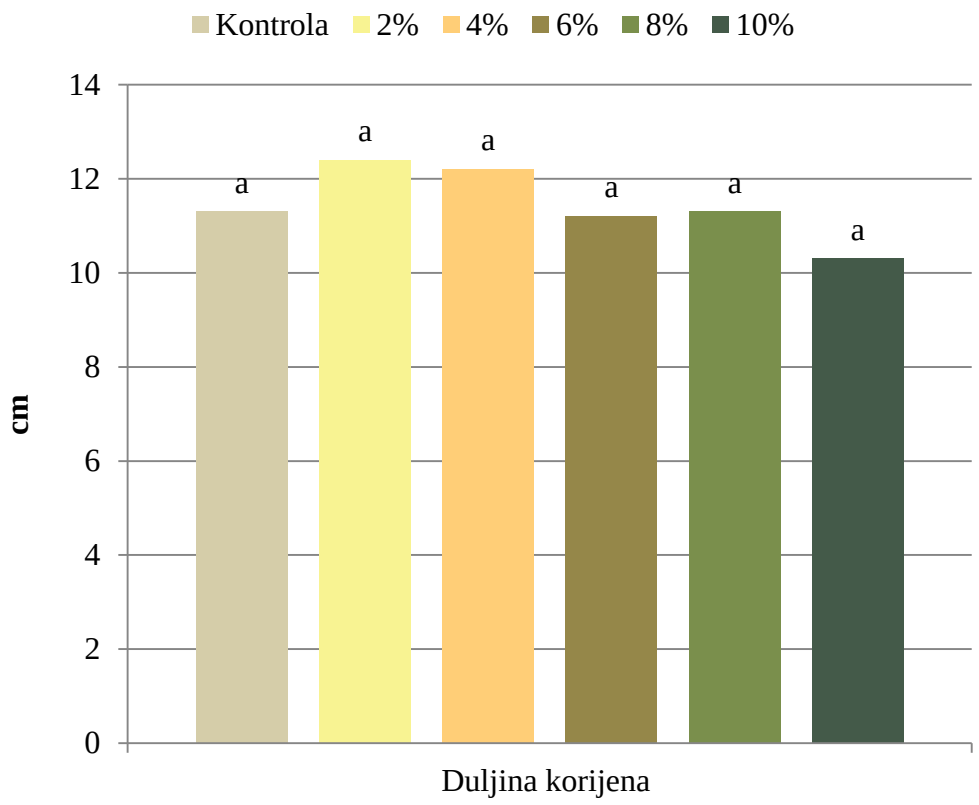
Niti jedna ispitivana koncentracija vodenog ekstrakta *A. vera* nije značajno utjecala na smanjenje klijavosti sjemena pšenice, a više koncentracije su djelovale stimulativno na klijavost iako ne i statistički značajno u odnosu na kontrolu (grafikon 11.).



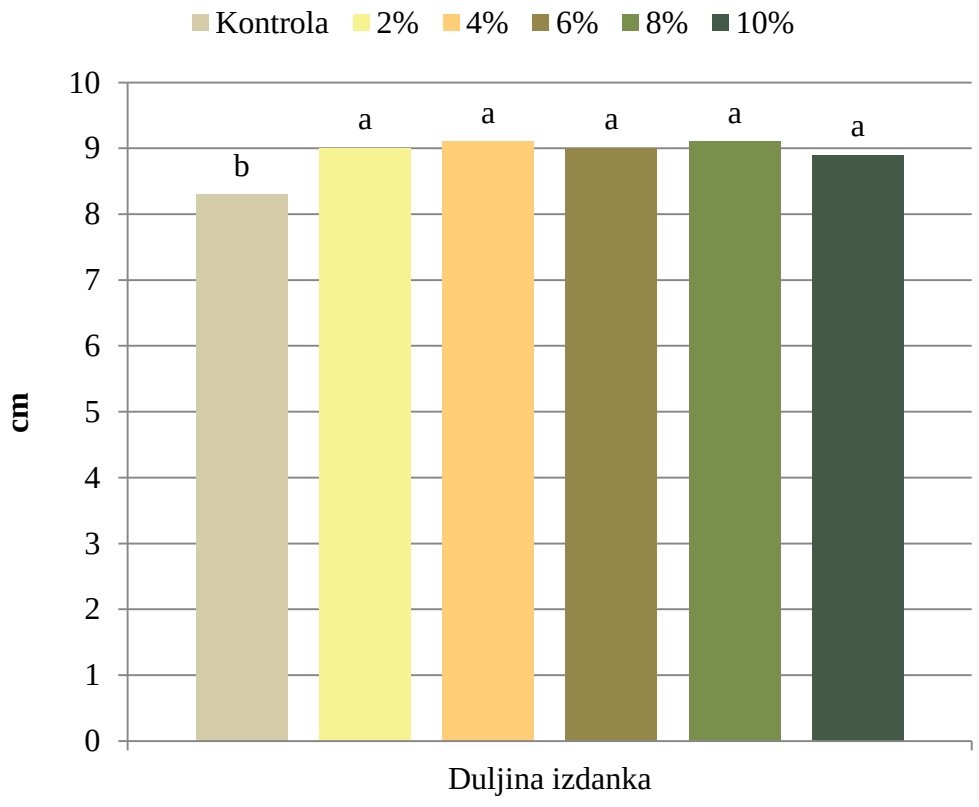
Grafikon 11. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena pšenice

Primjena vodenih ekstrakata u svim koncentracijama nije statistički značajno utjecala na duljinu korijena klijanaca pšenice (grafikon 12.). Ipak, koncentracije od 2% i 4% su pokazale blagi pozitivni utjecaj na povećanje duljine korijena pšenice.

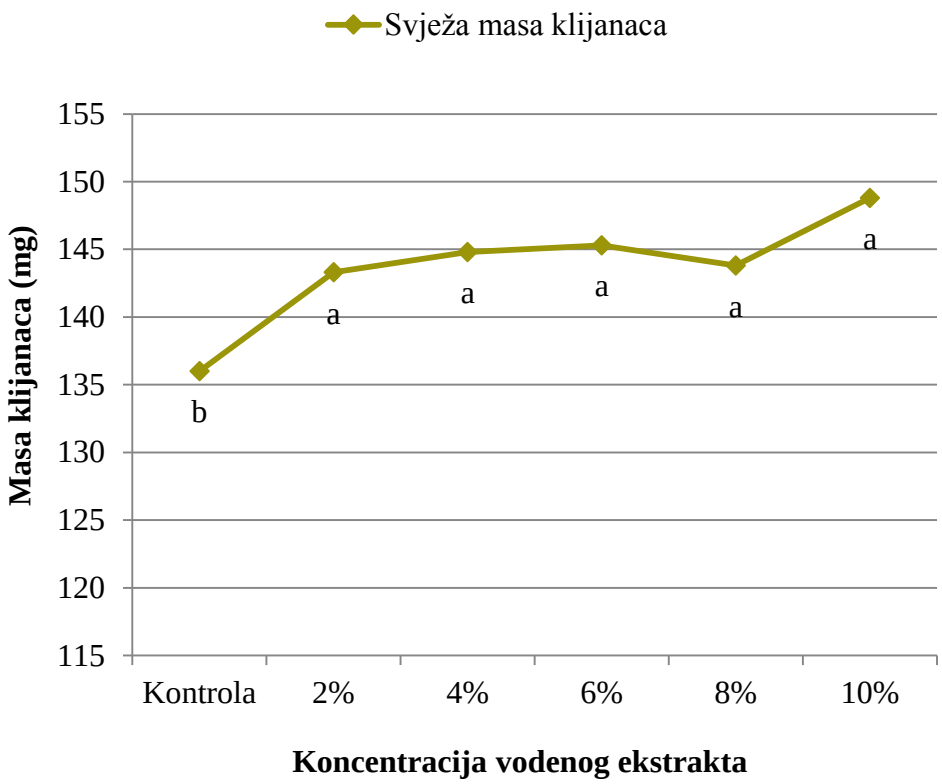
S druge strane, vodeni ekstrakti od svježe mase vrste *A. vera* statistički su značajno pozitivno utjecali na duljinu izdanka klijanaca pšenice (grafikon 13.). U kontrolnom tretmanu zabilježena je najniža duljina izdanka koja je iznosila 8,3 cm. Sve koncentracije su statistički pozitivno djelovale na rast izdanka pšenice te se povećanje kretalo od 7,2 % do 9,6%.



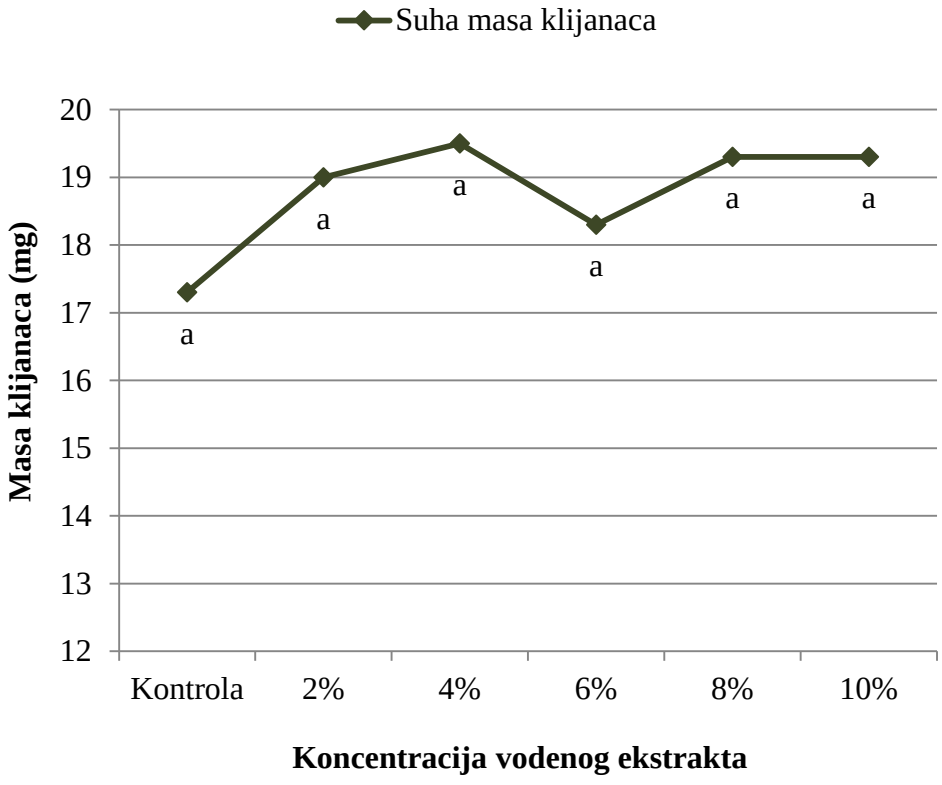
Grafikon 12. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca pšenice



Grafikon 13. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca pšenice



Grafikon 14. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca pšenice



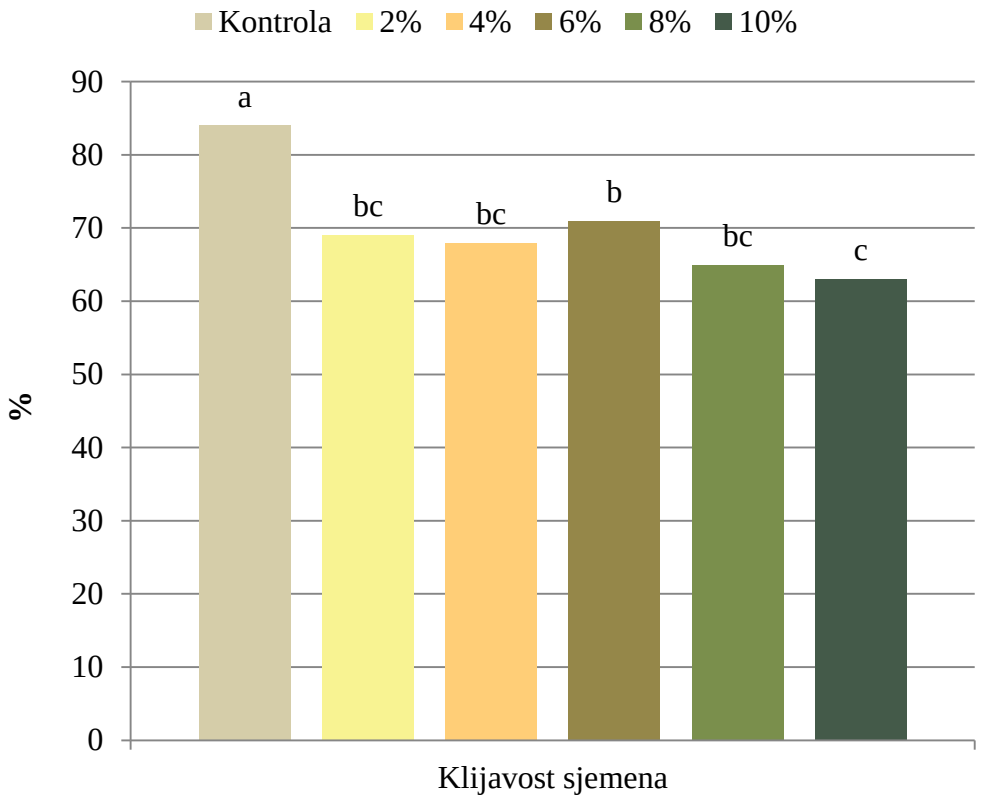
Grafikon 15. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca pšenice

U svim tretmanima je zabilježena statistički značajno povećanje svježe mase pšenice u odnosu na kontrolu (grafikon 14.). Povećanje svježe mase klijanaca kretalo se od 5,37% do 9,41%.

S druge strane, niti jedan tretman nije statistički značajno utjecao na povećanje suhe mase klijanaca pšenice (grafikon 15.).

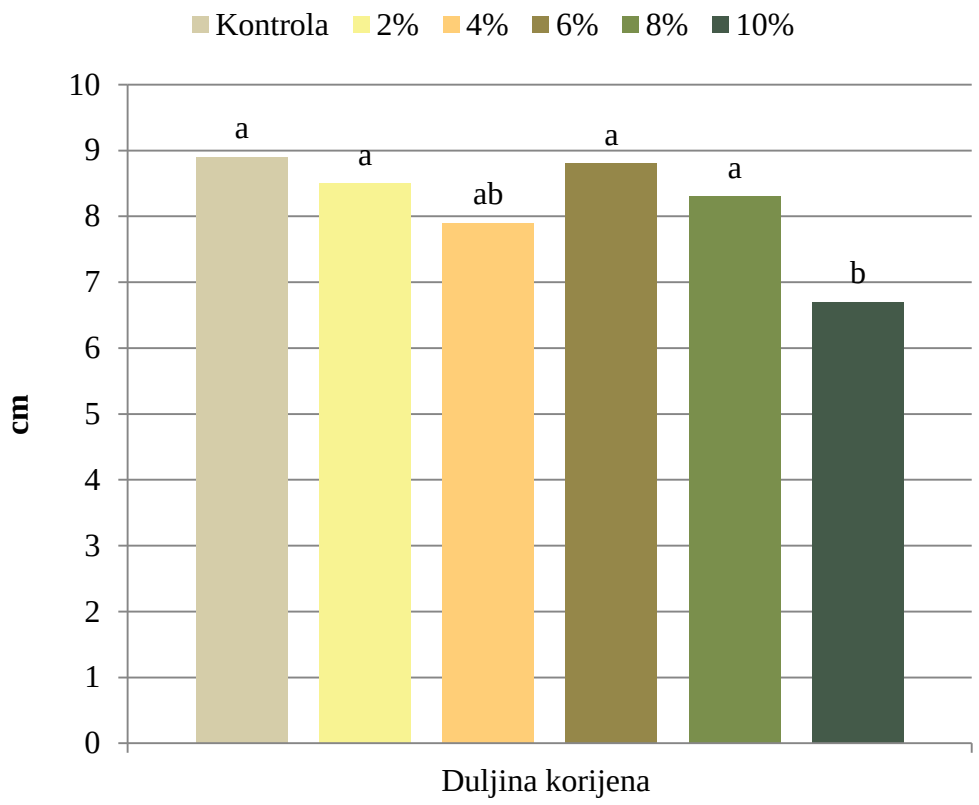
4.3. Alelopatski utjecaj vrste *A. vera* na ječam

Klijavost sjemena ječma bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata svježe mase lista *A. vera* (grafikon 16.). Svi tretmani su postigli značajno manju klijavost u odnosu na kontrolu, a najveći negativni utjecaj zabilježen je pri najvišoj koncentraciji i iznosio je za 25%.

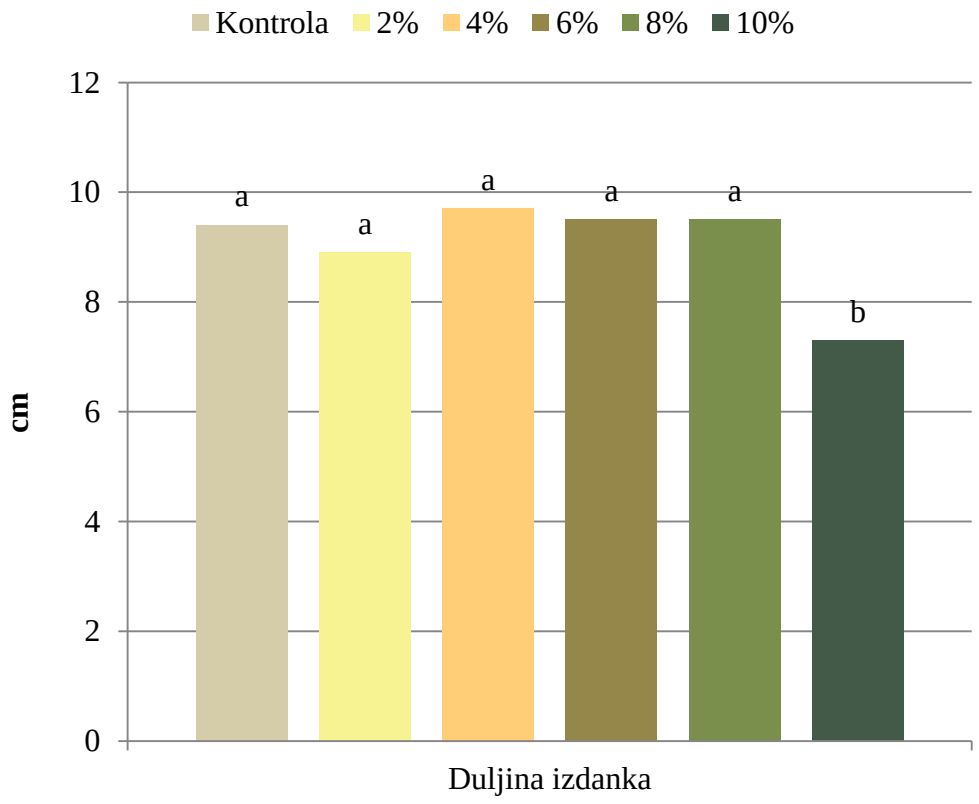


Grafikon 16. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena ječma

Primjena vodenih ekstrakata biljne mase *A. vere* nije značajno utjecala na duljinu korijena klijanaca ječma, izuzev tretmana gdje je aplicirana koncentracija od 10%, koji je inhibitorno djelovao na duljinu korijena klijanca ječma (grafikon 17.). Drugo najbolje inhibitorno djelovanje postignuto je u tretmanu s koncentracijom od 4% te se nije značajno razlikovala od tretmana s najvećim inhibitornim utjecajem.



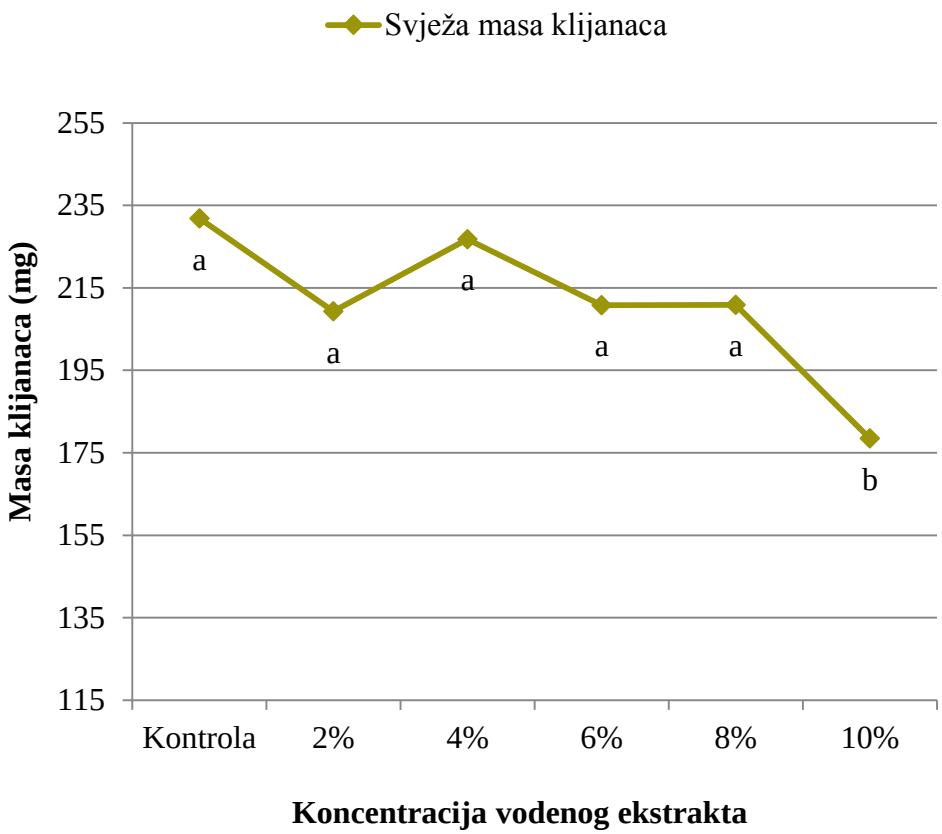
Grafikon 17. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca ječma



Grafikon 18. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca ječma

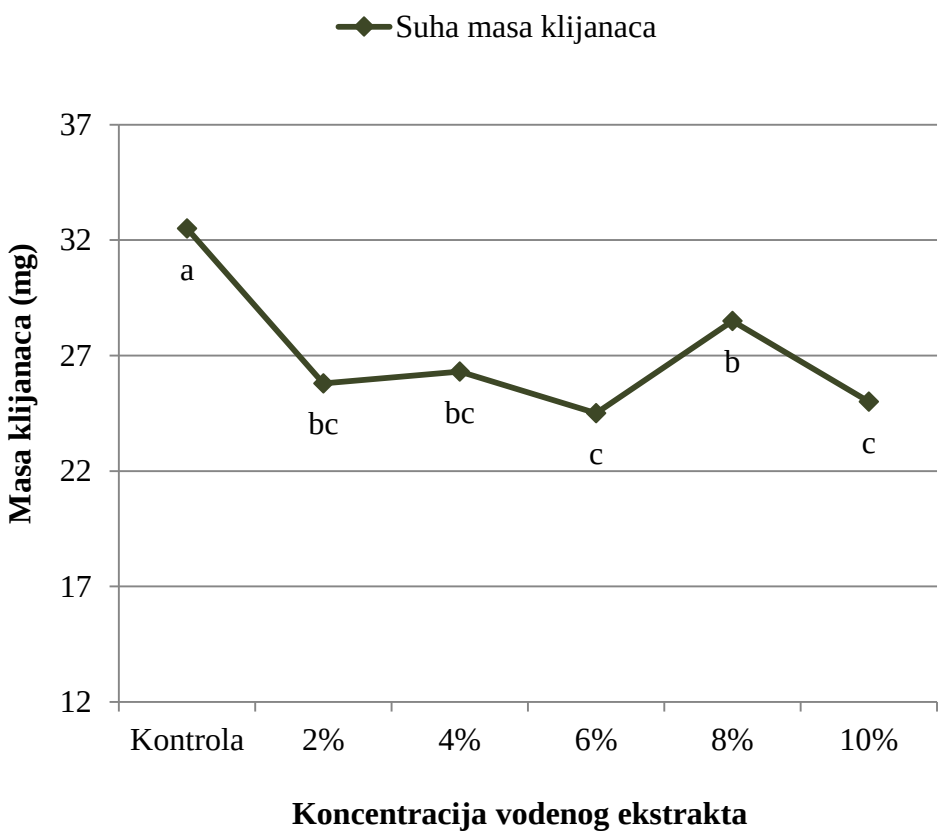
Vodeni ekstrakti od svježe mase vrste *A. vera* nisu značajno pozitivno utjecali na duljinu izdanka klijanaca ječma (grafikon 18.). Najviša koncentracija (10%) statistički je značajno negativno djelovala na duljinu izdanka ječma, gdje je duljina izdanka klijanca ječma bila manja za 22,34% u odnosu na kontrolni tretman.

Pri aplikaciji najviše koncentracije ekstrakta (10%) postignuta je značajno manja svježa masa klijanca u odnosu na kontrolu i ostale tretmane, dok se ostali tretmani nisu značajno razlikovali od kontrole. Najviša koncentracija je smanjila svježu masu klijanaca za 23% u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 19. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca ječma

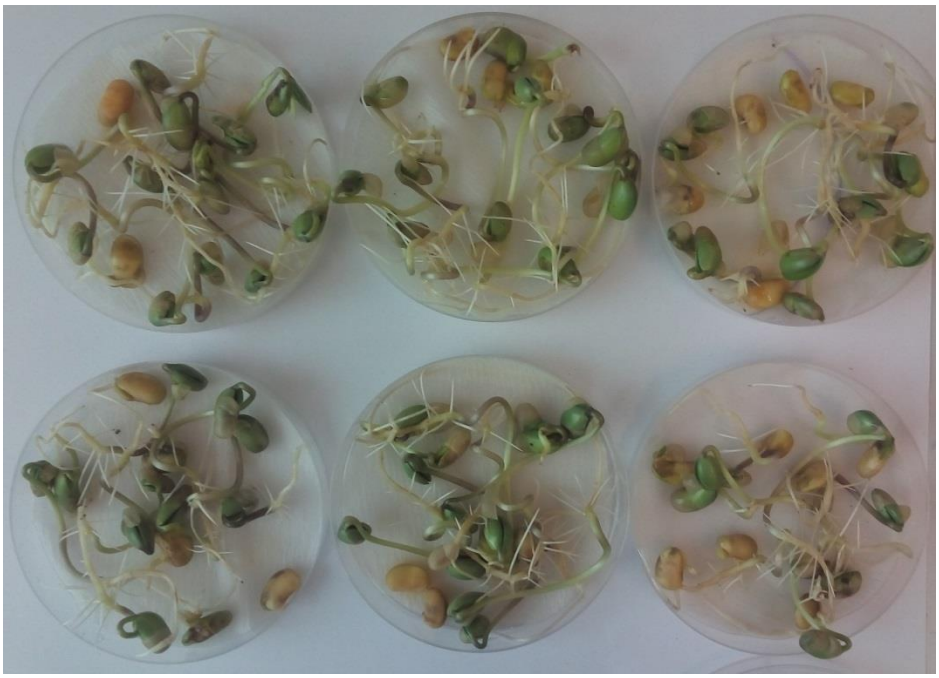
S druge strane svi tretmani su se očitovali manjom suhom masom klijanaca, a najbolji utjecaji postignuti su u tretmanima s koncentracijama od 6% i 10%.



Grafikon 20. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca ječma

5. Rasprava

Rezultati pokusa pokazali su da vodeni ekstrakti od svježih listova vrste *A. vera* imaju pozitivan i negativan utjecaj na klijavost i početni rast ispitivanih usjeva (slika 2., 3., 4., 5.).



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



Slika 3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na uljnu bundevu (foto: orig.)



Slika 4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na pšenicu (foto: orig.)



Slika 5. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na ječam (foto: orig.)

Vodeni ekstrakti vrste *A. vera* značajno su djelovali na klijavost i rast klijanaca ječma, gdje su svi tretmani postigli značajno manju klijavost u odnosu na kontrolu. Duljina korijena klijanaca soje i ječma je bila smanjena primjenom viših koncentracija ekstrakata, a suprotno tome je kod uljne bundeve pri višim koncentracijama ekstrakta zabilježeno povećanje korijena i izdanka klijanaca. Kod pšenice nisu zabilježene značajne promjene primjenom ekstrakata. Arowosegbe i sur. (2012.) navode kako se s povećanjem koncentracije ekstrakta, smanjuje se rast korijena i izdanka rajčice pri primjeni ekstrakata od *A. ferox*. Youssef (1997.) navodi da više koncentracije ekstrakta *Aloe* povećavaju svježu i suhu masu listova i broj cvjetića po klasu vrste *C. ajacis*. Slično, Padmaja i sur. (2007.) navode kako *A vera* piling značajno povećava masu svježe i suhe bamije.

Korištene koncentracije u pokusima imale su različiti utjecaj. Povećanjem koncentracije u pravilu se i povećavao alelopatski utjecaj, pa tako su kod ječma i soje u pravilu najviše koncentracije imale najveći alelopatski utjecaj. S druge strane, niže koncentracije djelovale su pozitivno. Alipoor i sur. (2012.) također navode povećanje negativnog alelopatskog utjecaja na klijavost i rast usjeva i korova prilikom povećanja koncentracije ekstrakta lista i cvijeta vrste *A. vera.* Arowosegbe (2012.) navodi kako je najniža koncentracija ekstrakta lista *Aloe ferox* stimulirala rast korijena cikle za 31,71%.

Ipak suprotno tome, niti jedna koncentracija nije značajno utjecala na klijavost i rast pšenice, dok se povećanjem koncentracije povećao i pozitivni utjecaj na uljnu bundevu. Slično navodi i El-Shayeb (2009.) prema kojemu su sve koncentracije ekstrakata *A. vera* povećale svježu i suhu masu noćurka (*Oenothera biennis*), a više koncentracije imale su veći alelopatski utjecaj.

Ispitivani usjevi razlikovali su se u svom odgovoru na alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata. Kao najtolerantnija se pokazala pšenica, dok su ekstrakti u prosjeku u najvećoj mjeri negativno utjecali na ječam. Primjerice, klijavost i svježa masa klijanaca ječma bili su smanjeni u prosjeku za preko 20%. Razlike među tolerantnosti na alelokemikalije utvrdili su i drugi autori. Arowosegbe i Afolayan (2012.) navode razlike u djelovanju vodenih ekstrakata *A. ferox* koji su pokazali najveći negativni utjecaj na mrkvu u odnosu na druge ispitivane kulture. Ravlić (2016.) navodi kako vodeni ekstrakti različitih korova djeluju različito na ispitivane kultivare. Ispitivanje i procjena alelopatskog utjecaja na veći broj kultura bitno je radi potpunog utvrđivanja alelopatskog potencijala pojedine biljne vrste.

Prosječno gledano, ekstrakti nisu imali izrazito inhibitorni utjecaj. Razlog tome može biti stanje biljne mase. Naime, suha biljna masa u pravilu ima jači alelopatski utjecaj od svježe s obzirom na koncentraciju alelokemikalija, pa tako Alipoor i sur. (2012.) u svom istraživanju navode smanjenje klijavosti pšenice i do 100% pri primijeni ekstrakta vrste *A. vera* u koncentraciji od 10%, dok u provedenom pokusu sa ekstraktima od svježe mase listova klijavost pšenice nije značajno smanjenja. Ravlić i sur. (2014.) također navode izrazito jači učinak ekstrakata od suhe mase u odnosu na svježu. Međutim, Quasem (1994.) navodi potpuno suprotno, odnosno jači učinak ekstrakata od svježe mase. Manji učinak ekstrakata moguć je i s obzirom na fenofazu razvoja biljke. Naime, prema Murakami i sur. (2009.) potencijal fitotoksičnosti ekstrakta lista *A. arborescens* ovisi o vremenu prikupljanja biljne mase.

Istraživanje alelopatskog potencijala biljnih vrsta značajno je zbog iznalaženja novih potencijalnih kandidata koji bi se mogli koristiti u zaštiti bilja ili kao biostimulatori u biljnoj proizvodnji. Iako pokusi u laboratoriju na umjetnim podlogama ponekad daju rezultate različite nego u posudama s tlom (Ravlić i sur., 2014.), ispitivanje u Petrijevim zdjelicama omogućuje dobivanje rezultata vrlo brzom i jeftinom metodom. S obzirom da je u pokusima utvrđen značajan negativan utjecaj na ječam, te pozitivan na druge vrste, ekstrakte vrste *A. vera* potrebno je ispitati i u posudama s tlom.

6. Zaključak

Cilja rada bio je u utvrditi utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata od svježih listova vrste *A. vera* na klijavost i početni rast uljne bundeve, soje, pšenice i ječma. Na osnovu provedenih pokusa doneseni su sljedeći rezultati:

A. Korištene koncentracije su imale različito djelovanje na ispitivane kulture.
B. Vodeni ekstrakti *A. vere* nisu pokazali značajan utjecaj na klijavost soje.
C. Više koncentracije su stimulirale klijavost uljne bundeve i pšenice, dok je klijavost ječma je bila pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata te su svi tretmani postigli značajno manju klijavost.
D. Primjena vodenih ekstrakata u svim koncentracijama značajno je pozitivno utjecala na duljinu korijena klijanaca uljne bundeve, dok su suprotno tome više koncentracije inhibirale rast korijena klijanaca soje i ječma.
E. Vodeni ekstrakti od svježe mase vrste *A. vera* također su značajno pozitivno utjecali na duljinu izdanka klijanaca uljne bundeve, dok je kod ječma najviša koncentracija smanjila duljinu izdanka klijanaca.
F. Niže koncentracije ekstrakta povećale su značajno svježu masu klijanaca soje dok su dvije najviše koncentracije svježu masu snizile. Suha masa nije bila pod značajnim utjecajem tretmana.
G. Svježa masa klijanaca uljne bundeve i pšenice statistički je značajno bila povećana u odnosu na kontrolu samo pri najvišim koncentracijama ekstrakta, dok nije zabilježen značajan utjecaj niti jedne koncentracije ekstrakta na suhu masu klijanaca uljne bundeve.
H. Primjenom najviše koncentracije ekstrakta svježa masa klijanca ječma se značajno smanjila u odnosu na kontrolni tretman, a manja suha masa klijanca ječma postignuta je ekstraktom u koncentraciji od 6% i 10%.

7. Popis literature

1. Abu-Romman, S., Shatnawi, M., Shibli, R.S. (2012.): Allelopathic effects of Spurge (*Euphobia hieroslymitana*) on wheat (*Triticum durum*). American-Euroasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 7(3): 298-302.
2. Ahmad, S., Arfan, M., Khan, A.L., Ullah, R., Hussain, J., Muhammad, Z., Khan, N., Watanabe, N. (2011.): Alleolopathy of *Teucrium royleanum* Wall. Ex. Benth. From Pakistan. Juornal of Medicinal Plants Research, 5(5): 765-772.
3. Alipoor, M., Mohsenzadeh, S., Teixeira da Silva, J.A., Niakousari, M. (2012.): Allelopatic potential of *Aloe vera.* Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 6(1): 78-80.
4. An, M., Pratley, J.E., Haig, T. (1998.): Allelopathy: from concept to reality. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga, NSW, Australia, pp. 563-566.
5. 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.
6. Arowosegbe, S., Wintola, O.A., Afolayan, A. (2012.): Phytochemical constituens and allelopathic effect of *Aloe ferox* Mill. root extract on tomato. Journal of Medicial Plants Research, 6(11): 2094-2099.
7. Arowosegbe S., Afolayan A. (2012.): Assessment of allelopathic properties of *Aloe ferox* Mill. on turnip, beetroot and carrot. Biological research, 45(4): 363-368.
8. 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.
9. Balke, N. (1985.): Effects of allelochemicals on mineral uptake and associated physiological process. In: Thompson, A.C. (Ed.), The Chemistry of Allelopathy: Biochemical Interactions among Plants ACS Symposium Series 268. American Chemical Society, Washington, DC. pp. 161-178.
10. Baličević, R., Ravlić, M., Gorički, D., Ravlić, I. (2013.): Allelopathic effects of *Polygonum lapathifolium* L. on germination and initial growth of soybean. In: Jug, I., Đurđević, B. (ur.) Proceedings and abstracts of the 6th International

Scientific/ Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Glas Slavonije, Osijek, 27-29th May 2013, Vukovar, pp. 99-103.

11. Baličević, R., Ravlić, M., Lucić, P., Kovačević, S. (2016.): Seed to seed allelopathic effects between aromatic and medicinal plants and weed species hoary cress (*Lepidium draba* L.). Proceedings & abstracts of the 9th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection / Rašić, S., Mijić, P. (ur.). Osijek. Glas Slavonije d.d., 2016. 112-116.
12. Bhowmik, P., Inderjit, J. (2003.):Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Protection, 22: 661-671.
13. Bogatek, R., Gniazdowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K., Gawronski, SW. (2006.): Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. Biologia Plantarum, 50: 156-158
14. Cheema, Z. A., Farooq, M., Wahid, A., (2013.): Allelopathy: Current Trends and Future Applications. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. pp 24. ISBN: 978-3-642-30594-8.
15. 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.
16. Dayan, F.E, Cantrell, C.L, & Duke, S.O. (2009.): Natural products in crop protection. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 17(12): 4022-4034.
17. DongZhi, L., Tsuzuki, E., Sugimoto, Y., YanJun, D., Matsuo, M., Terao, H. (2004.): Allelopathic effects of aqueous *Aloe vera* leaf extracts on selected crops. Allelopathy Journal, 13: 67-74.
18. 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, pp: 86-204.
19. Fraenkel, G.S. (1959.): The Raison d'Etre of Secondary Plant Substances. Science, 129: 1466–1470.
20. 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.
21. Gill, L.S., Anoliefo, G.O., Iduoze, U.V. (1993.): Allelopathic effect of water extracts of siam weed on growth of cowpea. Chromoleena Newsletter, 8: 1-7.

22. Gomaa, N.H., Hassan, M.O., Fahmy, G.M., Gonzáles, L., Hammouda, O., Atteya, A.M. (2014.): Allelopatic effects of *Sonchus oleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. Acta Botanica Brasilica. vol. 28 no.3 Feira de Santana July. /Sept. 2014.
23. 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.
24. Ilbas, A.I., Gönen, U., Yilmaz, S., Dadandi, M.Y. (2011.): Cytotoxicity of *Aloe vera* gel extracts on *Allium cepa* root tip cells. Tubitak. Turk J Bot 36 (2012):263-268. Doi: 10.3906/bot-1102-5.
25. Iqbal, A., Fry, C.S. (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.
26. Khan, A.L., Hussain, J., Hanyun, M., Shinwari, Z.K., Khan, H., Kang, Y.H., Kang, S.M., Lee, I.J. (2009.): Inorganic profile and allelopathic effect of endemic *Inula koelzii* from Himalaya Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 41 (5): 2517-2527.
27. Khanh, M. A., Marwat, K. B., Hassan, Z. (2004.): Allelopathic potential of some multipurpose trees species (MPTS) on the wheat and some of its associate's weeds. International Journal of Biology and Biotechnology, (1): 275-278.
28. Miri, A., Sharifi Rad, J., Sharifi Rad, M., Teixeira da Silva, J.A. (2013.): Allelopathic activity of medicinal plant, *Cardaria draba* (*Lepidum draba* L.). Annals of Biological Research, 4(6): 76-79.
29. Modallal, N., Al-Charchafchi, FMR. (2006.): Allelopathic effect *of Artemisia harba alba* on germination and seedling growth of *Anabasis setifera*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9: 1795-1798.
30. 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 time of the year. Acta Botanica Brasilica, vol. 23 no. 1. Sao Paulo Jan. /March. 2009.
31. Nazir, T., Uniyal, A.K., Todaria, N.P. (2006.): Allelopathic behavior of three medicinal plant species on traditional agriculture crops of Garhwal Himalaya, India. Agroforestry Systems 3: 183-187.

32. Ōhira, T., Yatagai, M. (1994.): Allelopathic compounds produced by forest plant. II. The relationships between the inhibition effects on plant growth and killing activities of brine shrimp on phenolic compounds. Mok.Gak, 40: 541-548.
33. Oussama, O. (2003.): Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. Agriculture Ecosystems and Environment, 96: 161-163.
34. 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.
35. Putnam, A. R. (1985.): Allelopathic research in agriculture: Past highlights and potential. The Chemistry of Allelopathy Biochemical Interactions Among Plants, American Chemical Society Symposium Series no. 268, pp. 1-8. Ed. A C Thompson. Washington DC, USA: American Chemical Society.
36. Qasem, J.R. (1994.): Allelopathic effect of white top (*Lepidium draba* L.) on wheat and barley. Allelopathy Journal, vol. 1 no. 1 pp 29-40.
37. Ravlić, M. (2016.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Poljoprivreda, 22(1): 53-53.
38. Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, I. (2014.): Allelopathic effect of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (*Lepidium draba* (L.) Desv.). Poljoprivreda, 20(1): 22-26.
39. Ravlić, M., Baličević, R., Pejić, T., Pećar, N. (2013.): Allelopathic effect of cogermination of some aromatic plants and weed seeds. Proceedings & abstracts, the 6th international scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection, Glas Slavonije d.d., Osijek, pp. 104-108.
40. Ravlić, M., Baličević, R., Knežević, M., Ravlić, I. (2012.): Allelopathic effect of scentless mayweed and field poppy on seed germination and initial growth of winter wheat and winter barley, Herbologia, 6: 2-7.
41. Regiosa, M.J., Pedrol, N., Gonzáles, L. (2006.): Allelopathy – A Physiological Process with ecological Implications, Springer, Berlin, 637 pp.
42. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy, (Second ed.), Academic Press, Orlando, pp. 422.
43. 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.

44. Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, VK. & Rizvi, V. (1992.): A discipline called allelopathy. In Allelopathy. Basic and applied aspects (ed. S. J. H. Rizvi and V. Rizvi), pp. 1-8. Chapman & Hall, London.
45. 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.
46. Sharma, S., Devkota, A. (2015): Allelopathic potential and phytochemical screening of four medicinal plants of Nepal. Scientific World, 12(12), 56-61.
47. Singh, H.P., Batish, D. R., Kaur, S., Kohli, R.K. (2003.): Phytotoxic interference of *Ageratum conyzoides* with wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Agronomy and Crop Science, 189: 341-346.
48. 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.
49. Sodaeizadeh, H., Rafieiolhossaini, M., Havlík, J., Damme, P.V. (2009): Allelopathic activity of different plant parts of *Peganum harmala* L. and identification of their growth inhibitors substances. Plant Growth Regulation, 59 (3): 227-236.
50. Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., Gniazdowska, A. (2013.): Allelochemicals as Bioherbicides - Present and Perspectives. U: Herbicides - Current Research and Case Studies in Use. Price, A.J., Kelton, J.A. (ur.), CC BY, 517-542.
51. Stamp, N. (2003.): Out of the Quagmire of Plant Defense Hypotheses. The Quarterly Review of Biology, 78: 23–55.
52. Tanaka, M., Misawa, E., Ito, Y., Habara, N., Nomaguchi, K., Yamada, M., Toida, T., Hayasawa, H., Takase, M., Inagaki, M., Higuchi, R. (2006.): Identification of five phytosterols from *Aloe vera* gel as anti-diabetic compounds. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 29 (7): 1418-1422.
53. Torres, A., Oliva, R. M., Castellano, D., Cross, P. (1996.): First World Congress on Allelopathy. Spain, (SAI), University of Cadiz, pp: 278.
54. Vyvyan, W.R. (2002.): Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron, 58(9): 1632-1646.

55. Weir, T.L., Park, S.W., Vivanco, J.M. (2004.): Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. Current Opinions in Plant Biology, 7: 472-479.
56. Whittaker, R.H., Feeny, P.P. (1971.): Allelochemicals: Chemical interactions between species. Science, 171: 757-770.
57. Willis, R.J. (2010.): The History of Allelopathy. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
58. Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., Haig, T. (1999.): Crop cultivars with allelopathic capability. Weed Research, 39: 171-180.
59. Youssef, H.M.A. (1997.): Physiological studies on some annual plants. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Moshtohor, Zagazig Univ, Egypt.

8. Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata pripremljenih od svježih listova vrste *Aloe vera* na klijavost i rast pšenice, ječma, soje i uljne bundeve. Utjecaj vodenih ekstrakata u koncentracijama od 2%, 4%, 6%, 8% i 10%, procijenjen je u pokusima u Petrijevim zdjelicama. Korištene 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 i svježa masa klijanaca bili su 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.

Ključne riječi: alelopatija, *Aloe vera*, vodeni ekstrakti, ratarske kulture

9. Summary

The aim of research was to determine allelopathic effect of water extracts prepared from fresh leaves of *Aloe vera* on germination and growth of wheat, barley, soybean and oil pumpkin. The effect of water extracts in concentrations of 2%, 4%, 6%, 8% and 10% was evaluated in experiments conducted in Petri dishes. The applied concentrations had different effects on crops. Allelopathic effect increased by increasing the concentration, so that the highest concentration had the highest effect on barley and soybean, and on the other hand the lower concentrations had positive effect. The most tolerant crop was wheat, while the extracts mainly negatively affected barley which seed germination and fresh weight of were reduced by an average of over 20%. None of applied concentrations significantly affected germination and growth of wheat, while the positive affect on oil pumpkin increased by concentration increase.

Key words: allelopathy, *Aloe vera*, aqueous extracts, field crops

10. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Listovi vrste *A. vera* korišteni u pokusu (foto: orig.)	10
Slika 2.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na soju (foto: orig.)	28
Slika 3.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na uljnu bundevu (foto: orig.)	28
Slika 4.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na pšenicu (foto: orig.)	29
Slika 5.	Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na ječam (foto: orig.)	29

11. Popis grafikona

Red. br.	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena soje	12
Grafikon 2.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca soje	13
Grafikon 3.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca soje	13
Grafikon 4.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca soje	14
Grafikon 5.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca soje	15
Grafikon 6.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena uljne bundeve	16
Grafikon 7.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca uljne bundeve	17
Grafikon 8.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca uljne bundeve	17
Grafikon 9.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca uljne bundeve	18
Grafikon 10.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca uljne bundeve	19
Grafikon 11.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena pšenice	20
Grafikon 12.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca pšenice	21
Grafikon 13.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca pšenice	21
Grafikon 14.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca pšenice	22
Grafikon 15.	Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca pšenice	22

Grafikon 16. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na klijavost (%) sjemena ječma 24
Grafikon 17. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu korijena klijanaca ječma 25
Grafikon 18. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na duljinu izdanka klijanaca ječma 25
Grafikon 19. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na svježu masu (mg) klijanaca ječma 26
Grafikon 20. Utjecaj vodenih ekstrakata vrste *A. vera* na suhu masu (mg) klijanaca ječma 27

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Alelopatski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na ratarske kulture

Kristina Bernatović

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata pripremljenih od svježih listova vrste Aloe vera na klijavost i rast pšenice, ječma, soje i uljne bundeve. Utjecaj vodenih ekstrakata u koncentracijama od 2%, 4%, 6%, 8% i 10%, procijenjen je u pokusima u Petrijevim zdjelicama. Korištene 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 alelopatski 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. Primjerice, klijavost i svježa masa klijanaca ječma bili su 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.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević

Broj stranica: 45
Broj grafikona i slika: 25
Broj tablica: -
Broj literaturnih navoda: 59
Broj priloga: -
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: alelopatija, *Aloe vera*, vodeni ekstrakti, ratarske kulture

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. Prof. dr sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentor
3. Doc. dr. sc. Anita Liška, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

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

Allelopathic effect of plant species *Aloe vera* (L.) Burm. f. on field crops

Kristina Bernatović

Abstract

The aim of research was to determine allelopathic effect of water extracts prepared from fresh leaves of *Aloe vera* on germination and growth of wheat, barley, soybean and oil pumpkin. The effect of water extracts in concentrations of 2%, 4%, 6%, 8% and 10% was evaluated in experiments conducted in Petri dishes. The applied concentrations had different effects on crops. Allelopathic effect increased by increasing the concentration, so that the highest concentration had the highest effect on barley and soybean, and on the other hand the lower concentrations had positive effect. The most tolerant crop was wheat, while the extracts mainly negatively affected barley which seed germination and fresh weight of were reduced by an average of over 20%. None of applied concentrations significantly affected germination and growth of wheat, while the positive affect on oil pumpkin increased by concentration increase.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Renata Baličević, Associate Professor

Number of pages: 45
Number of figures: 25
Number of tables: -
Number of references: 59
Number of appendices: -
Original in: Croatian

Key words: allelopathy, *Aloe vera*, aqueous extracts, field crops

Thesis defended on date:

Reviewers:
1. PhD Vlatka Rozman, Full Professor, chair
2. PhD Renata Baličević, Associate Professor, mentor
3. PhD Anita Liška, Assistant Professor, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d