

Alelopatski utjecaj korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na salatu

Šebetić, Ivana

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 Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:770874>

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

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



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivana Šebetić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI UTJECAJ KOROVNE VRSTE DIVLJI SIRAK (*Sorghum
halepense* (L.) Pers) NA SALATU**

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivana Šebetić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI UTJECAJ KOROVNE VRSTE DIVLJI SIRAK (*Sorghum
halepense* (L.) Pers.) NA SALATU**

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. Materijal i metode.....	10
4. Rezultati.....	12
4.1. Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na klijavost i rast salate u Petrijevim zdjelicama	12
4.2. Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na klijavost i rast salate u posudama s tlom	16
4.3. Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na klijavost i rast salate u posudama s tlom...	20
4.4. Razlike između djelovanja vodenih ekstrakata i biljnih ostataka <i>S. halepense</i>	24
5. Rasprava	25
6. Zaključak	29
7. Popis literature.....	30
8. Sažetak.....	36
9. Summary.....	37
10. Popis tablica.....	38
11. Popis slika.....	39
12. Popis grafikona.....	40
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	42
BASIC DOCUMENTATION CARD	43

1. Uvod

Alelopatija je izravno ili neizravno djelovanje jedne biljke (uključujući i mikroorganizme) na klijavost, rast i razvoj drugih biljaka kroz proizvodnju kemikalija koje se oslobađaju u okolinu i utječu na rast i razvoj susjednih biljaka (Rice, 1974.). Ona se razlikuje od kompeticije u kojoj se biljke natječu za zajedničke resurse. Takve tvari sa toksičnim i antibiotskim svojstvima, alelokemikalije, pronađene su u mnogim biljnim vrstama, vodenim i kopnenim. Većina od njih su sekundarni metaboliti. Također mogu biti značajne kao prirodni pesticidi (Rana Devi i sur., 1997.).

Svi biljni dijelovi, uključujući list, stabljiku, korijen, plod i sjeme, mogu sadržavati alelokemikalije koje mogu biti oslobođene isparavanjem, ispiranjem, lučenjem korijena i razlaganjem biljnih rezidua (Putnam i Tang, 1986.). Listovi su uglavnom glavni biljni dijelovi za proizvodnju alelopatskih supstanci i njihovo djelovanje je maksimalno (Sisodia i Siddiqui, 2010.). Oslobođanje 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.). Sve je više dokaza da takve biljne kemikalije mogu potisnuti klijavost i rast različitih vrsta korova (Singh i sur., 2001.)

Procjenjuje se da se broj sekundarnih metabolita u prirodi kreće oko 400 000 (Qasem i Foy, 2001.). Dakle, alelopatija je strategija za smanjenje ovisnosti o komercijalnim herbicidima u programima praktične zaštite od korova (Farooq i sur., 2011.).

Korovi predstavljaju nepoželjne biljke na našim oranicama. Oni svojom prisutnošću nanose poljoprivrednoj proizvodnji ogromne štete jer otežavaju obradu tla, njegu usjeva, žetvu ili berbu te znatno smanjuju prirodu (Ćosić i sur., 2008.).

Interakcija između korova i kultiviranih biljaka je istovremena i/ili naknadna s izravnim ili neizravnim utjecajem jedne biljke na drugu, sintezom različitih kemijskih spojeva (alelokemikalija) koji se oslobađaju u okoliš i imaju inhibitorni ili stimulirajući učinak na klijavost sjemena i razvoj usjeva (Verma i Rao, 2006., Aleksieva i Serafimov, 2008.).

S poljoprivredne točke gledišta, istraživanja koja se odnose na alelopatska djelovanja i prepoznavanja biljaka su posebno važna jer poznavanjem alelopatskih odnosa između usjeva i korova poboljšati će se poljoprivredna proizvodnja kroz izbor prikladnih tehnika kao što su izbor kultivara, rotacija usjeva i razdoblje sjetve (Gomide, 1993.).

Divlji sirak (*Sorghum halepense*) je vrlo značajna korovna vrsta, koja je zbog svoje rasprostranjenosti i ekonomskih gubitaka u globalnoj ekonomiji, opisana kao prva od svjetski najopasnijih korova (Holm i sur., 1997.). Divlji sirak je teško kontrolirati zato što proizvodi velike količine sjemena i rizoma. Reprodukcijski rizomima je poznata kao najučinkovitiji način širenja ovoga korova, ali je poznato da razmnožavanje sjemenom ima važnu ulogu kako pri širenju, tako i pri uspostavljanju populacije u slučaju kad se pojedine jedinke ne mogu razviti iz rizoma (Ghersa i Soriano, 1980.). Sirak je dobro poznat po svojim alelopatskim svojstvima (Abdul-Wahab i Rice, 1967.). Različita istraživanja pokazala su da ovaj korov uzrokuje smanjenje usjeva šećerne repe, kukuruza, soje i pamuka (Nouri i sur., 2012.). Također utječe na poljoprivredna zemljišta kao alternativni domaćin mnogim štetnim kukcima, nematodama, gljivama i virusima (Howard, 2004.).

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata te biljnih ostataka nadzemne suhe mase divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost sjemena i početni rast klijanaca salate (*Lactuca sativa*) u pokusima u Petrijevim zdjelicama i posudama s tlom.

2. Pregled literature

Alelopatija je izvedena iz grčkog jezika od riječi *allelon* - međusoban/uzajaman i *pathos* - trpjeti, tj. predstavlja negativan utjecaj nekoga na ostale. Kao pojam alelopatija je prvi put upotrebljena 1937. godine, definirao ju je botaničar Molisch. Alelopatija je opisana kao korisna i štetna biokemijska interakcija između biljaka i mikroorganizama (Rizvi i Rizvi, 1992.).

Pojam alelopatija definira kemijsko-ekološki fenomen u kojem se sekundarni metaboliti, biljni proizvodi, oslobađaju u okoliš i ometaju klijanje drugih biljaka (Soares i sur., 2002.). Sve ih biljke proizvode, međutim, razlikuju se po količini i kvaliteti, ovisno od vrste do vrste. Tolerancija ili otpornost na te spojeve je specifična jer su neke biljne vrste osjetljivije od drugih, kao što su salata i rajčica, koje su korištene u biološkim testovima kao bioindikator (Ferreira i Aquila, 2000.).

Brojne studije utvrdile su alelopatsku interakciju između korova i usjeva pomoću biljnog materijala ekstrahiranog iz suhe mase korova (Vasilakoglou i sur., 2006., Ashrafi i sur., 2007., Koloren, 2007.). Kako bi se odredio alelopatski odnos korova i usjeva Moosavi i sur. (2011.) i Nouri i sur. (2012.) koristili su biljne ekstrakte iz suhe mase korova jer takvi ekstrakti imaju značajno veće koncentracije.

Prema Iman i sur. (2006.) mehanizam inhibicije rasta i nakupljanja svježe biomase u početnom rastu klica iz sjemena rezultat je alelokemikalija i može biti objašnjen smanjenjem brzine stanične diobe i/ili produženjem stanica. Eksperimentalni podaci potvrđuju rezultate pojedinih autora da se učinak alelokemikalija očituje u inhibiciji klijavosti, ali je istaknutiji pri rastu klica (Cheema, 1998., Turk i Tawaha, 2002., Ashrafi i sur., 2007.).

Dobro je poznato da svi dijelovi korova (list, stabljika, korijen, plod) imaju različite alelopatske potencijale (Alam i Islam, 2002., Tinnin i Muller, 2006.). Korovi imaju alelopatski učinak na klijavost i rast biljaka otpuštanjem spojeva topivih u vodi (Ashrafi i sur., 2007., Batish i sur., 2007.). To su uglavnom cijanidni glikozidi, fenoli i kondenzirani tanini (Fateh i sur., 2012.). Struktura i način djelovanja alelopatskih tvari su različiti, zbog te činjenice mogu biti korisni za budući razvoj herbicida (Uludag i sur., 2005., Weston, 2005.). Sličnosti između prirodnih alelokemikalija i sintetičkih herbicida na biljci sugeriraju da alelopatija ima potencijal za suzbijanje korova tako da ih pokriva ili guši;

alelopatija rotacijskih ili kompatibilnih usjeva (Putnam i Duke, 1978., Barnes i Putnam, 1986.).

Alelokemikalije imaju inhibitorni i/ili letalan učinak na klijavost sjemena te na rast i razvoj usjeva. Prema autorima niže koncentracije inhibiraju klijavost u različitim stupnjevima, što je vjerojatno posljedica manjeg sadržaja alelokemikalija u njima, dok veće koncentracije izazivaju letalan učinak na klijavost sjemena (Agarwal i sur., 2002., Iqbal i sur., 2003., Fateh i sur., 2012., Nouri i sur., 2012 i Shang i Xu, 2012.).

Prema Pires i Oliveira (2001.), postoji nekoliko vrsta korova s alelopatskim potencijalom. Nekoliko organskih spojeva identificirano je kao alelokemikalije, proizvedene od mikroorganizama ili biljaka (Rice 1984.).

Bibak i Jajali (2015.) ispitivali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka (*S. halepense*) i oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus*) na klijavost sirka i pšenice. Pripremljeni su vodeni ekstrakti od različitih biljnih dijelova u različitim koncentracijama. Rezultati su pokazali da *S. halepense* i *A. retroflexus* imaju negativno djelovanje na klijavost i rast klijanaca. Ekstrakti stabljike i lista imali su veće inhibitorno djelovanje na klijavost sirka i pšenice. Nasuprot tome, ekstrakti cvijeta i korijena pokazali su manje inhibitorno djelovanje.

Alelopatski utjecaj tri korovne vrste (*A. retroflexus*, *Solanum nigrum*, *S. halepense*) na klijavost i rast dva kultivara luka (Holandski žuti i Srebrenac majski) ispitivali su Baličević i sur. (2015.). U laboratoriju su pripremljeni vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase u različitim koncentracijama. Rezultati su pokazali da sve vrste ispitivanih korova pokazuju alelopatske potencijale. Utjecaji vodenih ekstrakata na klijavost luka ovisili su o koncentraciji ekstrakata i kultivaru. Jači inhibitorni utjecaj imali su *A. retroflexus* i *S. nigrum* koji su smanjili rast klijanaca za više od 50 %, dok je *S. halepense* pokazao slabiji utjecaj te je smanjio rast klijanaca za oko 25 %. Viša koncentracija vodenih ekstrakata *S. halepense* znatno smanjuje dužinu korijena kod oba kultivara luka. Kod nižih koncentracija nije uočeno značajnije smanjenje rasta klijanaca.

Štef i sur. (2015.) ispitivali su alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost, visinu biljaka i masu klijanaca kukuruza i soje. Ekstrakti su sadržavali 4 g osušenog ili svježeg materijala kojemu je dodana voda i etil alkohol. Pripremljeni su iz osušenih rizoma, listova i sjemena u koncentracijama od 10 i 20 %. Pokusi su pokazali da ekstrakti

divljeg sirka imaju značajan inhibitorni utjecaj na kukuruz i soju. Vodeni ekstrakti suhих rizoma smanjili su klijavost kukuruza i soje za više od 30 %. Rezultati su pokazali i negativan utjecaj *S. halepense* na visinu biljaka. Alkoholni ekstrakti u koncentraciji od 20 % imali su veći inhibitorni utjecaj na klijavost kukuruza i soje. Sjeme korova sadržavalo je najmanju količinu alelokemikalija.

Tharir i Ghafoor (2011.) proučavali su alelopatske potencijale *S. halepense* u kontroli divlje zobi (*Avena fatua*), ljulja (*Lolium temulentum*), sjetvene kukavičice (*Lathyrus sativa*) i sirijske glatke (*Cephalaria syriaca*). Pripremljeni su ekstrakti iz rizoma, cvata i izdanaka. Rezultati su pokazali da je djelovanjem tretmana značajno smanjen postotak klijanja sjemena, čak do 100 %. Najveći inhibitorni utjecaj pokazali su ekstrakti rizoma, a najmanji ekstrakti cvata.

Alelopatski utjecaj *S. halepense* na klijavost i rast klijanaca pšenice ispitivali su Nouri i sur. (2012.). Tretmani su se sastojali od koncentracija vodenih ekstrakata različitih biljnih dijelova divljeg sirka (korijen, stabljika, list, sjeme). Rezultati su pokazali da ekstrakt sjemena u koncentraciji od 7,5 % nije značajno utjecao na smanjenje klijavosti pšenice, dok je ekstrakt lista u koncentraciji od 30 % imao najveći inhibitorni utjecaj na klijavost pšenice. Veće koncentracije ekstrakata biljnih dijelova divljeg sirka imale su jači inhibitorni utjecaj na klijavost pšenice.

Butnariu (2012.) je ispitivala ponašanje divljeg sirka (*S. halepense*) u prisutnosti tropanskih alkaloida iz ekstrakata dature (*Datura stramonium*). Rezultati su pokazali da je ispitana vrsta osjetljiva na alkaloidne tijekom rasta. Ekstrakti nisu imali značajan utjecaj na klijavost divljeg sirka.

Javaid i Anjum (2006.) ispitivali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata *Dicanthium annulatum*, *Cenchrus pennisetiformis* i *S. halepense* na *Parthenium hysterophorus*. Vodeni ekstrakti *D. annulatum* i *C. pennisetiformis* pokazali su jači inhibitorni utjecaj, dok su ekstrakti *S. halepense* pokazali nešto slabiji utjecaj. Ekstrakti izdanaka pokazali su jače inhibitorno djelovanje od ekstrakata korijena. Veće koncentracije imale su jači negativni utjecaj na klijavost, duljinu korijena i klijanaca *P. hysterophorus*.

Alelopatski utjecaj ekstrakata *S. halepense* na šest kultivara graška ispitivale su Georgieva i Nikolova (2016.). Dobiveni ekstrakti su razrijeđeni destiliranom vodom te su dobivene različite koncentracije od 1,25, 2,5, 5 i 10 %. Vodeni ekstrakti nadzemnih i podzemnih

dijelova sirka pokazali su inhibitorni učinak na klijavost sjemena svih šest kultivara. Ekstrakt u koncentraciji od 1,25 % nije imao značajan utjecaj na klijavost graška, pokazao je slab stimulirajući efekt na duljinu klica, dok su više koncentracije imale jači inhibitorni utjecaj na klijavost kultivara graška. Rezultati ovog pokusa su pokazali da je svježna masa klijanaca istraživanih kultivara graška nakon tretmana iznosila od 0,9 do 69,9 %.

Mahmoodzadeh i sur. (2014.) proučavali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata rizoma prstastog troskota (*Cynodon dactylon*) na klijavost i duljinu klijanaca mahunarki: (*Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Vicia faba*), usnača (*Thymus vulgaris*, *Melissa officinalis*, *Mentha spicata*) i trava (*Avena fatua*, *S. halepense*). Dobiveni su ekstrakti u koncentracijama od 2, 4, 6, 8 i 10 %. Rezultati su pokazali da nije došlo do klijavosti *V. faba* i *S. halepense* u tretmanima gdje su korištene koncentracije od 6, 8 i 10 %. Duljina klijanaca sirka pri koncentraciji od 4 % smanjila se za 60,78 %.

Kalinova i sur. (2012.) ispitivali su alelopatski učinak vodenog ekstrakta iz korijenskog sustava divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i početni razvoj soje (*Glycine max*), graška (*Pisum sativum*) i grahorice (*Vicia sativa*). Vodeni ekstrakti iz korijena *S. halepense* inhibirali su klijavost sjemena soje, graška i grahorice između 28,8 i 86,3 %. Rezultati iz laboratorijske analize pokazali su da su ekstrakti korijena divljeg sirka imali inhibitorni učinak na početni rast soje, graška i grahorice. S povećanjem suhe biomase iz korijena u vodenim ekstraktima početni indeks rasta biljaka (GI) smanjen je za 40,4 i 92,2 %. Vodeni ekstrakti korijena potiskivali su rast klijanaca (17,1 do 86,1 %) i svježne biomase (8,3 do 97,9 %).

Ravlić (2016.) je proučavala alelopatski utjecaj sjemena i biljne mase korovnih vrsta: poljski osjak (*Cirsium arvense*), poljski mak (*Papaver rhoeas*), bezmirisna kamilica (*Tripleurospermum inodorum*), oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*), crna pomoćnica (*S. nigrum*) i divlji sirak (*S. halepense*) na pšenicu, ječam, mrkvu, soju i uljnu bundevu. Za svaki usjev ispitan je utjecaj tri korovne vrste koje ga najčešće zakorovljuju. U Petrijevim zdjelicama ispitan je alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata korova na klijavost i rast usjeva. Vodeni ekstrakti pripremljeni su od svježne i suhe mase korova i to od različitih dijelova korovnih biljaka: korijena, stabljike, lista te nadzemne mase (stabljika + list) u tri različite koncentracije: 1%, 5% i 10%. Gledano prosječno, najmanji utjecaj na klijavost pokazao je divlji sirak, dok su ostale korovne vrste inhibirale klijavost za više od 20 %.

Najmanji su utjecaj biljni ostatci pokazali na duljinu korijena i izdanka te svježju masu oštrodakavog šćira, strjelićaste grbice i divljeg sirka.

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast klijanaca graška, grahorice i lucerne ispitivale su Golubina i Ilieva (2014.). U laboratoriju su dobiveni i ispitivani ekstrakti razlićitih koncentracija (1,25, 2,5, 5 i 10 %) u Petrijevim zdjelicama. Rezultati su pokazali da su ekstrakti korova znaćajno smanjili postotak klijanja, dućinu izdanaka i korijena (cm), težinu izdanaka i korijena (g) i indeks vigora sjemena (SVI1 i SVI2) testiranih vrsta. U tretmanu s najvišom koncentracijom ekstrakta (10 %) zabilježeno je smanjenje klijavosti lucerne za 100 %. Klijavost sjemena testiranih biljaka ovisila je o koncentraciji i pH ekstrakata u rasponu od 5.5 do 6.7.

Hessami (2011.) je proućavao alelopatski utjecaj ekstrakata divljeg sirka (*S. halepense*) i oštrodakavog šćira (*A. retroflexus*) na klijavost zrna kukuruza. Ekstrakti divljeg sirka i oštrodakavog šćira utjecali su na smanjenje klijavosti zrna kukuruza. Ekstrakti dobiveni iz razlićitih biljnih dijelova imali su razlićite alelopatske ućinke. Kukuruz je pokazao najveću osjetljivost na ekstrakt korijena sirka i šćira. Alelopatski utjecaj pri kombinaciji ekstrakata korijena i nadzemnih organa je bio manji u odnosu na druge rezultate i pokazao je da je duljina korijena kukuruza smanjena povećanjem gustoće ekstrakata. Najveća duljina korijena zabilježena je kod tretmana sa ekstraktima nadzemnih organa.

Galzina i sur. (2008.) ispitivale su alelopatski utjecaj invazivne vrste Teofrastov mraćnjak (*Abutilon theophrasti*) na salatu, mrkvu i ciklu. Pokus je pokazao da je Teofrastov mraćnjak znaćajno inhibirao klijavost mrkve i cikle, dok na salatu nije imao znaćajan utjecaj. U usporedbi s kontrolom prosjećna duljina korijena svih biljaka je bila znaćajno smanjena. Vodeni ekstrakt Teofrastovog mraćnjaka reducirao je duljinu korijena salate za 37,4 %, mrkve za 83,8 % i cikle za 49,4 %. Inhibitorni ućinak Teofrastovog mraćnjaka bio je znaćajan samo na duljinu izdanka mrkve i cikle, dok na salatu nije imao znaćajan utjecaj. Rezultati su pokazali da je Teofrastov mraćnjak pokazao najveći inhibitorni ućinak na mrkvu, a najmanji na salatu.

Cruz-Silva i sur. (2014.) proućavali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ųutog kozmosa (*Bidens sulphurea*) na razvoj salate i indeks brzine klijavosti (GSI). Od svjećih listova pripremljeni su ekstrakti u koncentracijama od 0, 7,5, 15, 22,5 i 30 %. Pokus se provodio u 4 ponavljanja i sa 25 sjemenki salate. pH vodenih ekstrakata, za sve ispitivane

koncentracije, varirao je između 5.8 i 7.22. Ispitivane koncentracije nisu imale utjecaj na klijavost salate koja je varirala od 93-100 %. Rast korijena bio je stimuliran pri koncentraciji od 7,5 % te inhibiran pri višim koncentracijama u usporedbi sa kontrolom. Indeks brzine klijavosti (GSI) smanjivao se povećanjem koncentracije. Sve ispitivane koncentracije imale su stimulirajući utjecaj na duljinu izdanka.

Alelopatski utjecaj indijske konoplje (*Cannabis sativa*) na klijavost salate ispitivali su Mahmoodzadeh i sur. (2015.). Dobivene su četiri koncentracije od 25, 50, 75 i 100 % iz vodenih ekstrakata izdanaka i četiri identične koncentracije dobivene od ekstrakata korijena indijske konoplje. Ekstrakti dobiveni iz izdanaka u koncentracijama od 75 i 100 % pokazali su značajni inhibitorni utjecaj na klijavost i duljinu klijanaca salate. Klijavost je iznosila 90 % pri koncentraciji od 75 %, dok je klijavost pri koncentraciji od 100 % iznosila 76,67 %. Više koncentracije su pokazale statistički značajan utjecaj na duljinu korijena, dok na duljinu klijanaca koncentracije nisu bitno utjecale. S druge strane, ekstrakti korijena imali su stimulirajući utjecaj na duljinu izdanaka i korijena pri višim koncentracijama.

Prema Reismann (2002.) vrste koje pripadaju rodu *Eucalyptus* (*Eucalyptus grandis*, *E. platyphylla*) nemaju značajan utjecaj na klijavost i rast klijanaca salate.

Itani i sur. (2013.) ispitivali su alelopatsko djelovanje nekih ljekovitih biljnih vrsta. Alelopatski utjecaj 16 ljekovitih biljaka poput ružmarina, hrena, lavande, artičoke itd. određen je pomoću „sandwich“ metode. Zelena salata (*L. sativa*) odabrana je kao test biljka. Sve biljke osim ružmarina značajno su inhibirale rast korijena salate. Listovi komorača, hrena, lavande i sljeza inhibirale su rast korijena za manje od 30 %. Kamilica, artičoka i kadulja inhibirale su rast korijena za manje od 40 %, dok su majčina dušica i divlja jagoda inhibirale rast korijena za manje od 60 %. Među ispitivanim biljkama, hren je imao najveće inhibitorno djelovanje i potpuno je inhibirao rast salate.

Alelopatski potencijal odabranih trava (porodica Poaceae) na klijavost salate ispitivali su Tandiado i sur. (2012.). Pokus je proveden kako bi se odredio alelopatski potencijal sljedećih trava: *Chloris barbata*, *Eleusine indica* i *Saccharum spontaneum* na klijavost salate. Istraživanje alelopatskog potencijala provodilo se na filter papiru i u posudama s tlom. Jednosmjerna analiza pokazala je da ekstrakti trava imaju značajan alelopatski potencijal na klijavost sjemenki salate na filter papiru. Nadalje, Tukey analiza za uspoređivanje parova pokazala je značajnu razliku između kontrole i primijenjenih

tretmana. Između ispitivanih tretmana, najveću stopu klijanja sjemenki salate imala je *C. barbata*, dok je *S. spontaneum* imala najmanje stopu klijavosti. Pokus je pokazao da je manje sjemenki izniklo na filter papiru. To bi se moglo pripisati nedostatku hranjivih minerala.

Wakjira i sur. (2009.) proučavali su alelopatski utjecaj invazivnog korova *Parthenium hysterophorus* na razvoj salate. Prikupljena je biljna masa sljedećih biljaka: *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoids*, *Phytolacca dodecandra* i listova banane koja je kompostirana s biljnom masom *P. hysterophorus*. Svježa biljna masa smanjila je klijavost salate za 93 %, dok je kompostiranje značajno smanjilo alelopatski utjecaj *P. hysterophorus* na salatu. Manja inhibicija je postignuta kao rezultat kompostiranja *P. hysterophorus* sa drugim biljkama.

Golubić (2007.) pokazala je inhibitorni učinak rudbekije (*Echineacea spp.*) na klijavost salate te duljinu izdanka i korijena. Nasuprot tome, svi izmjereni parametri cikla bili su stimulirani djelovanjem *Echineacea spp.*

3. Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2015./2016.godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u Laboratoriju za fitofarmaciju kako bi se ocijenio alelopatski učinak divljeg sirka na klijavost i rast salate.

Prikupljanje biljne mase

Tijekom 2015. godine nadzemna biljna masa divljeg sirka prikupljena je s proizvodnih površina u Osječko-baranjskoj županiji u fenološkoj fazi 6/65 (Hess i sur., 1997.). Svježi dijelovi biljaka sušeni su u sušioniku na temperaturi od 60°C i usitnjeni u sitni prah uz pomoć električnog mlina.

Priprema vodenih ekstrakata

Prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.), potapanjem 100 g usitnjene biljne mase u 1000 ml destilirane vode pripremljeni su vodeni ekstrakti od suhe biljne mase. Dobivene smjese stajale su tijekom 24 h na sobnoj temperaturi te su nakon toga procijeđene kroz platno kako bi se odstranile grube čestice te je filtriranjem kroz filter papir dobiven ekstrakt koncentracije 10 %. Dobiveni ekstrakt razrijeđen je destiliranom vodom kako bi se dobio ekstrakt 1 % i 5 %.

Test vrsta

Salata sorte Majska kraljica korištena je kao test vrsta. Prije pokusa sjeme salate je površinski dezinficirano s 1% NaOCl (4% komercijalna varikina razrijeđena vodom) tijekom 20 minuta nakon čega je isprano destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

Pokusi

Provedena su 3 pokusa:

1. Utjecaj vodenih ekstrakata u Petrijevim zdjelicama
2. Utjecaj vodenih ekstrakata u posudama s tlom
3. Utjecaj biljnih ostataka u posudama s tlom

U prvom pokusu ispitivane su sve tri koncentracije (1%, 5%, 10%). U Petrijeve zdjelice na filter papir navlažen ekstraktom stavljeno je 30 sjemenki salate. U kontrolnom tretmanu korištena je destilirana voda.

U drugom pokusu također su ispitivane koncentracije 1%, 5% i 10%. U posude s tlom posijano je 30 sjemenki salate. Ekstrakt divljeg sirka primijenjen je u količini 30 ml na 100 g tla. Kontrolni tretman zalijevan je destiliranom vodom.

U trećem pokusu ispitan je utjecaj suhih biljnih ostataka divljeg sirka koji je bio primijenjen u dvije doze i to: 10 g/kg tla i 20 g/kg tla. Biljni ostaci miješani su s tлом u navedenim dozama te su time napunjene plastične posude. U posude napunjene supstratom posijano je po 30 sjemenki salate. U kontroli sjeme salate sijano je u supstrat bez biljnih ostataka.

Sjeme u Petrijevim zdjelicama naklijavano je tijekom 8 dana u laboratoriju pri temperaturi od 22 °C, dok je sjeme u posudama s tлом naklijavano 2 tjedna. Svi pokusi ponovljeni su dva puta, a svaki tretman imao je četiri ponavljanja.

Statistička obrada podataka

Alelopatski učinak vodenih ekstrakata divljeg sirka na salatu utvrđen je sljedećim mjerenjima:

- klijavost (%)/nicanje (%)
- duljina korijena i izdanka (cm)
- svježa i suha masa klijanaca (mg)

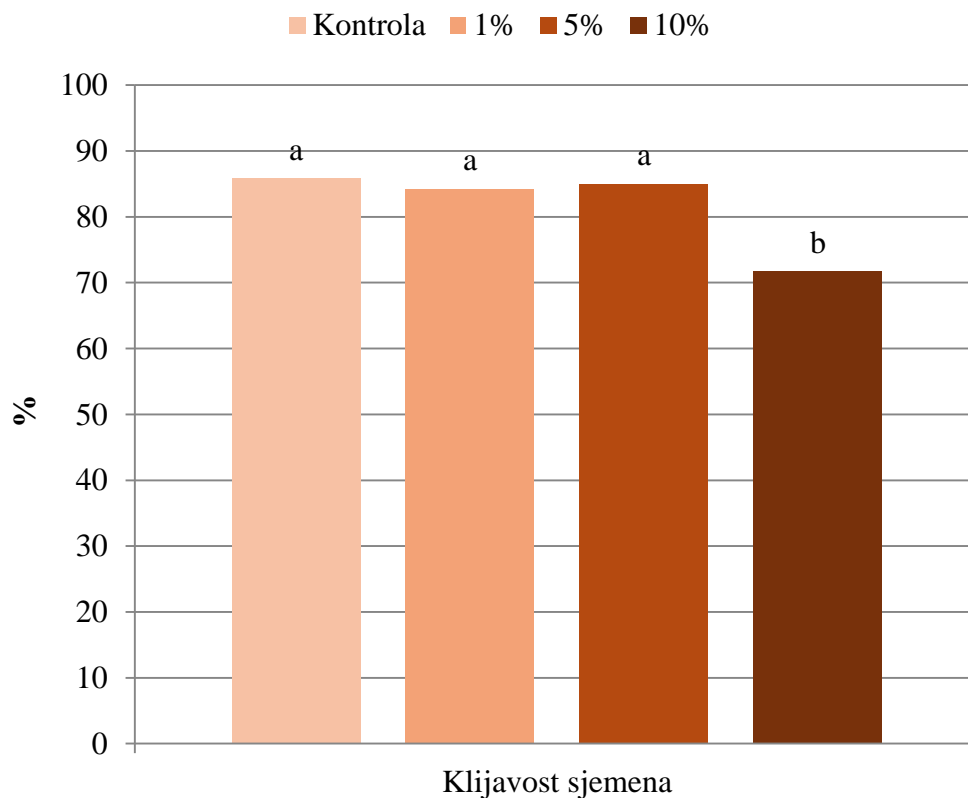
Postotak klijavosti/nicanja izračunat je pomoću formule: $\text{Klijavost (\%)} / \text{Nicanje (\%)} = (\text{broj iskljanih sjemenki} / \text{ukupan broj sjemenki}) \times 100$, izmjerena je duljina korijena i izdanka klijanaca (cm) te svježa masa klijanaca (mg). Suha masa klijanaca izmjerena je na električnoj vagi nakon sušenja u sušioniku na 70°C tijekom 48 sati.

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

4. Rezultati

4.1. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na klijavost i rast salate u Petrijevim zdjelicama

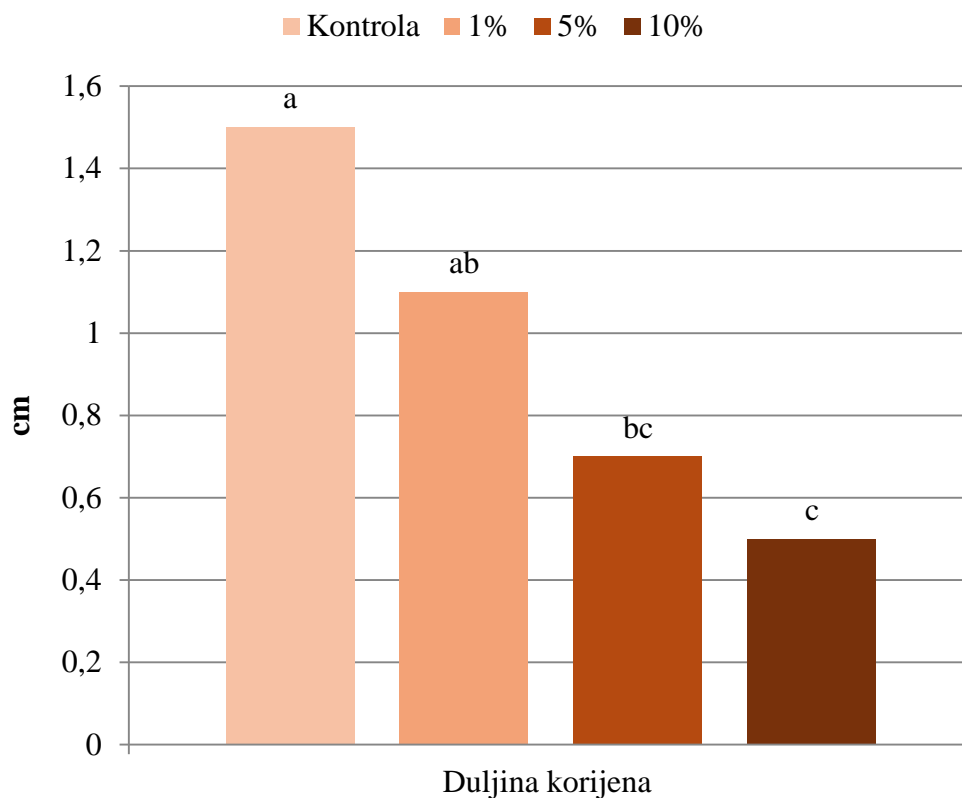
Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase divljeg sirka nisu značajno negativno utjecali na klijavost sjemena salate u Petrijevim zdjelicama (grafikon 1.). Jedino je ekstrakt najviše koncentracije (10 %) statistički značajno negativno djelovao na klijavost sjemena, gdje je smanjio klijavost za 16,4 % u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na klijavost sjemena salate u Petrijevim zdjelicama

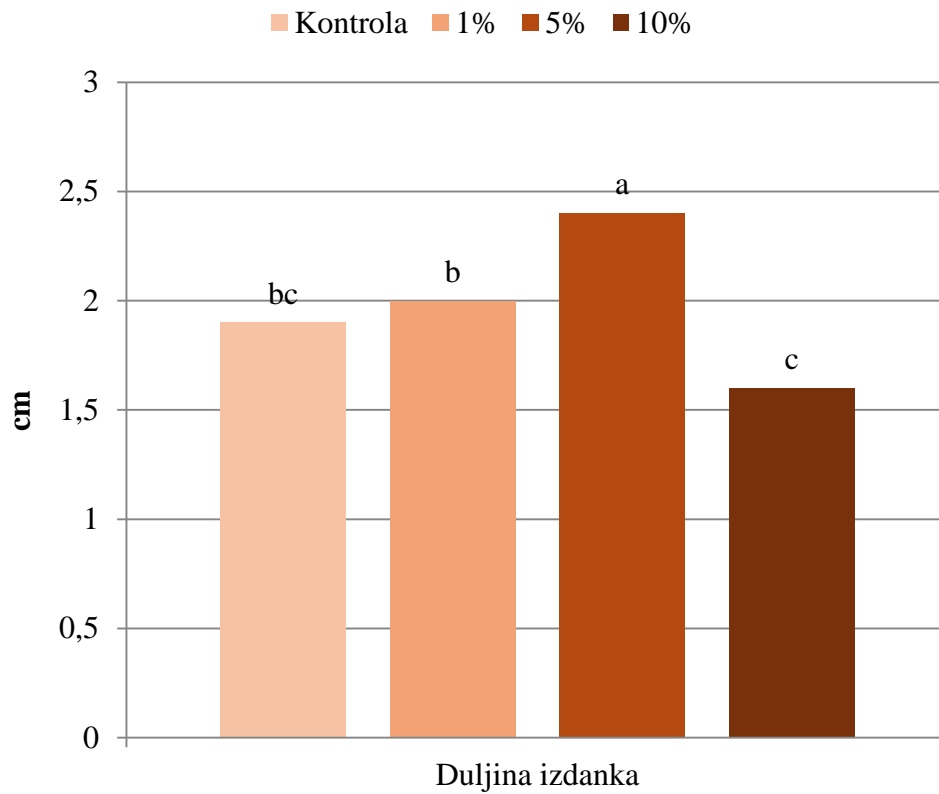
Vodeni ekstrakti pokazali su inhibitorni i stimulirajući utjecaj na rast klijanaca salate (grafikon 2. i 3.).

Primjena vodenih ekstrakata imala je značajan negativan utjecaj na duljinu korijena klijanaca salate (grafikon 2.). S povećanjem koncentracije povećavao se negativan alelopatski utjecaj, pa je najniža koncentracija smanjila duljinu korijena za 26,6 %, dok je najviša koncentracija smanjila duljinu korijena za 66,6 % u odnosu na kontrolu.

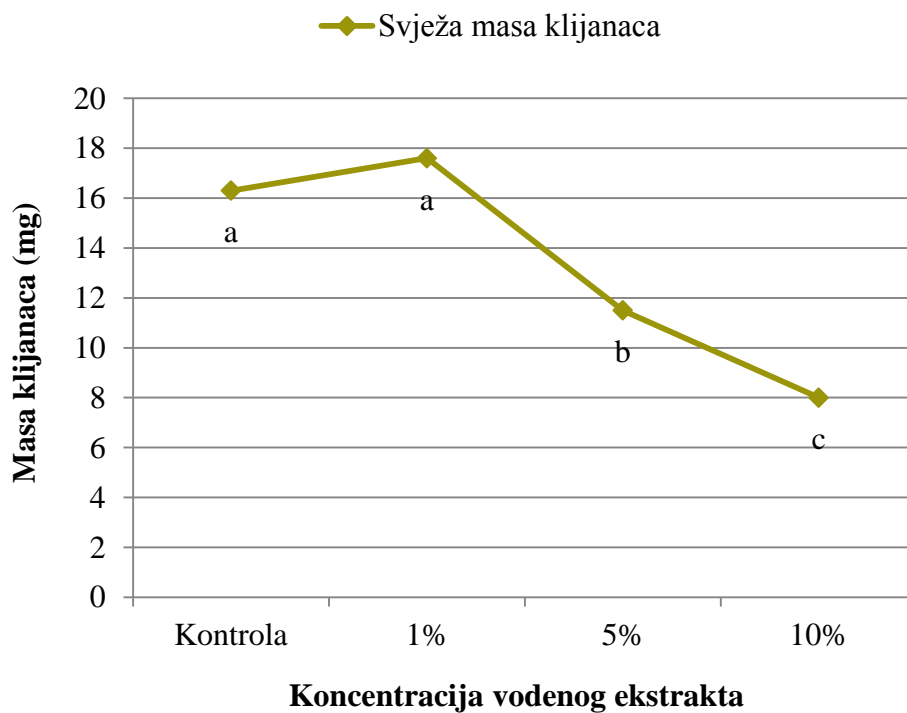


Grafikon 2. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na duljinu korijena klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama

Suprotno tome, vodeni ekstrakti u koncentracijama od 1 i 5 % pokazali su stimulirajući utjecaj na duljinu izdanka klijanaca salate (grafikon 3.). Duljina izdanaka salate u tretmanima s ekstraktima kretala se od 1,6 do 2,4 cm, dok je u kontrolnom tretmanu izmjerena duljina od 1,9 cm. Ekstrakt najniže koncentracije (1 %) pokazao je stimulirajući utjecaj te je povećao duljinu izdanka za 5,2 %, dok je ekstrakt više koncentracije (5 %) povećao duljinu izdanka za 26,3 %. Tretman s ekstraktom najviše koncentracije (10 %) pokazao je blago negativno djelovanje na duljinu izdanaka klijanaca salate, gdje je smanjio duljinu izdanaka u odnosu na kontrolni tretman za 15,7 %.

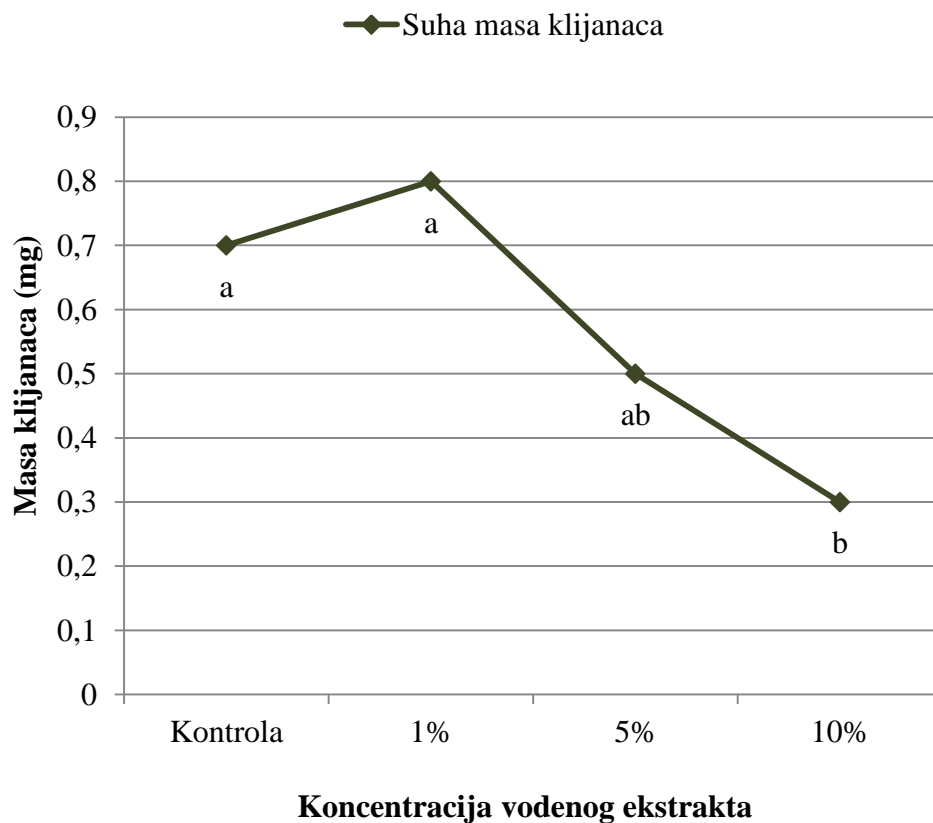


Grafikon 3. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na duljinu izdanaka klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama



Grafikon 4. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na svježu masu klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama

Svježa masa klijanaca salate bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata divljeg sirka (grafikon 4.). Najniža koncentracija vodenih ekstrakata djelovala je blago stimulirajuće te je povećala svježu masu klijanaca za 7,8 %. Suprotno tome, povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata došlo je do smanjenja svježe mase klijanaca salate i to za 29,4 %, odnosno 38,6 % u odnosu na kontrolu.

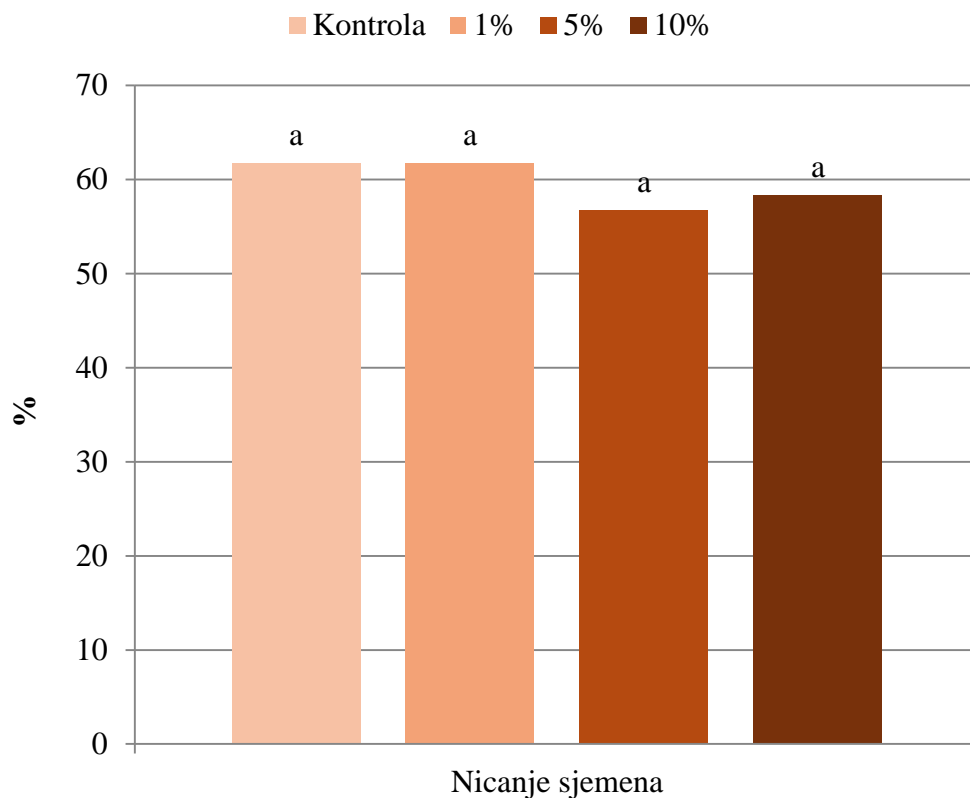


Grafikon 5. Utjecaj vodenih ekstrakata *S.halepense* na suhu masu klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama

Vodeni ekstrakti imali su značajan utjecaj na suhu masu klijanaca salate. Tretman s ekstraktom najniže koncentracije (1 %) pokazao je blago stimulirajuće djelovanje te je povećao suhu masu klijanaca salate za 14,2 %, dok je najviša koncentracija smanjila suhu masu za 57,1 % (grafikon 5.).

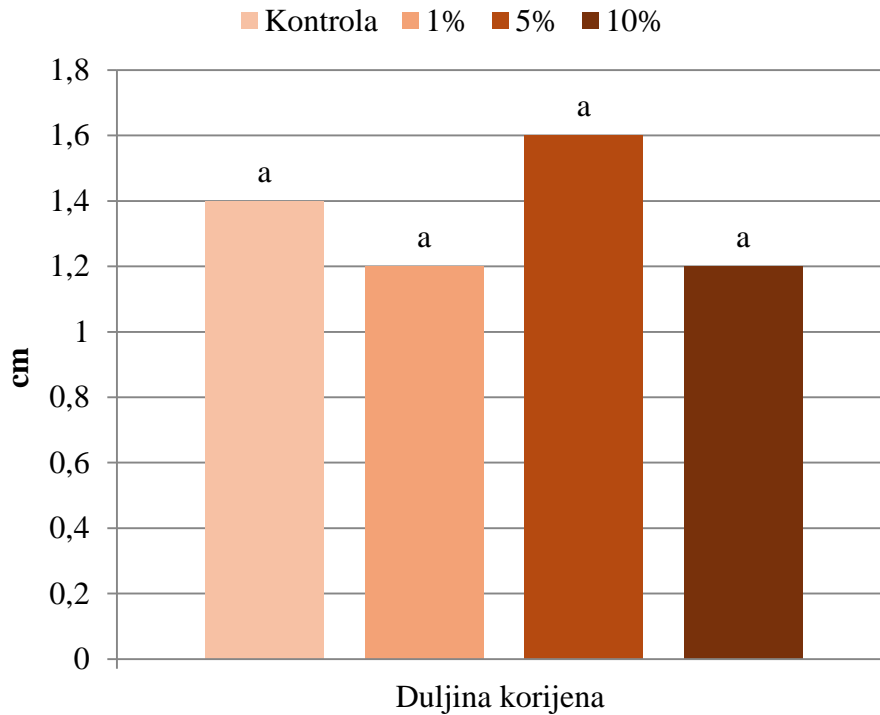
4.2. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na klijavost i rast salate u posudama s tlom

Primjena vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase divljeg sirka nije imala značajan utjecaj na nicanje sjemena salate, iako su ekstrakti većih koncentracija pokazali slabije negativno djelovanje te su smanjili nicanje za 8 % (grafikon 5.).

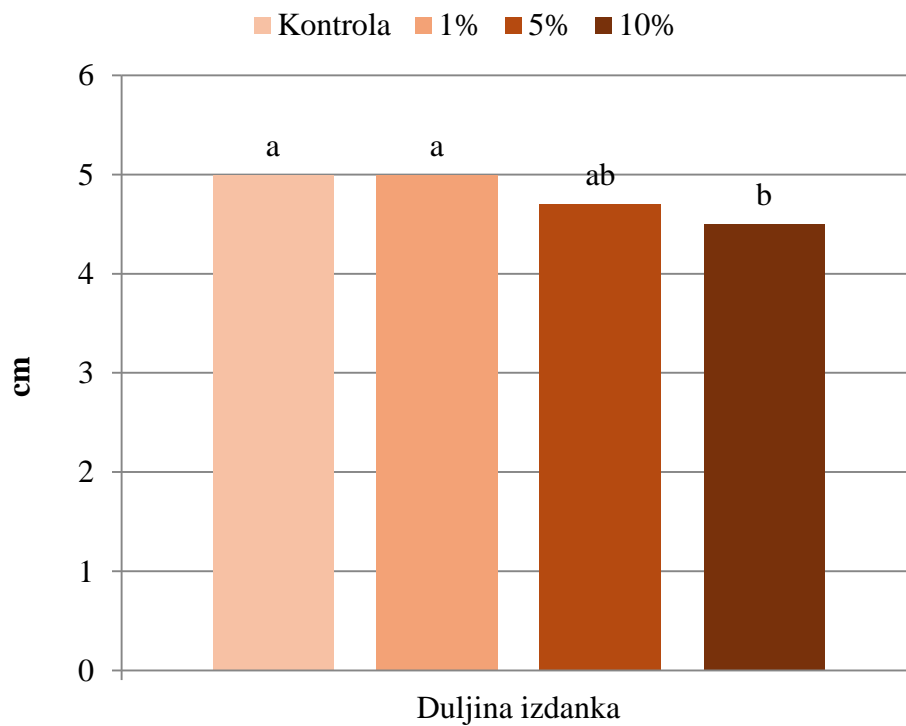


Grafikon 6. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na nicanje sjemena salate u posudama s tlom

Slično, vodeni ekstrakti nisu pokazali značajan utjecaj na duljinu korijena klijanaca salate u odnosu na kontrolu (grafikon 7.). Ekstrakti koncentracija od 1 i 10 % inhibirali su duljinu korijena salate za 14,2 %, dok je ekstrakt koncentracije od 5 % stimulirao duljinu korijena za isti postotak.

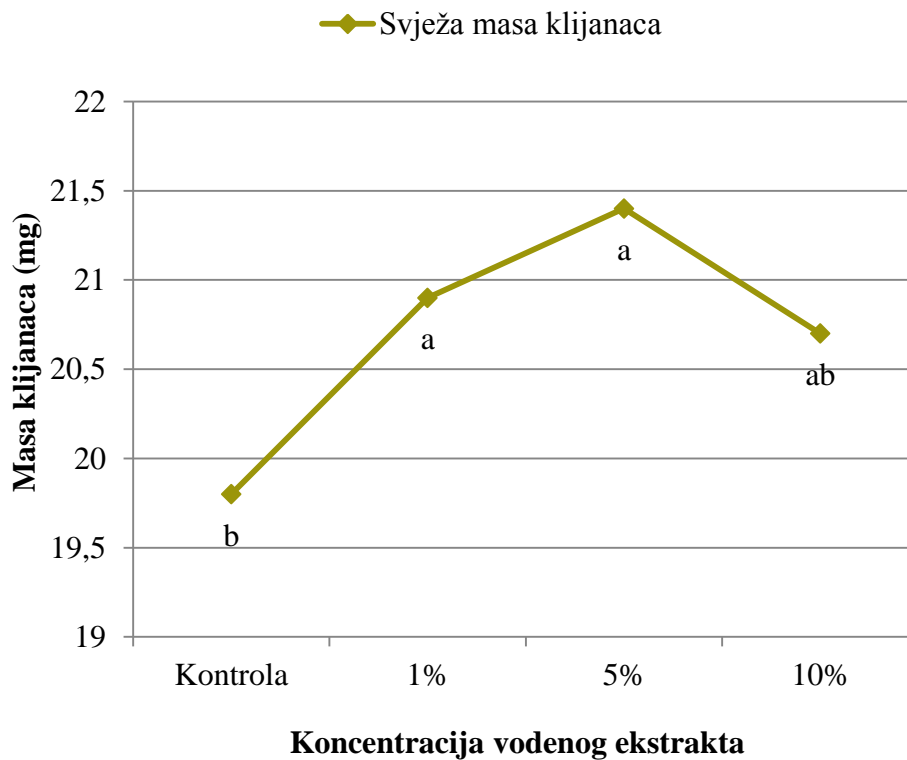


Grafikon 7. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na duljinu korijena klijanaca salate u posudama s tlom



Grafikon 8. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na duljinu izdanka klijanaca salate u posudama s tlom

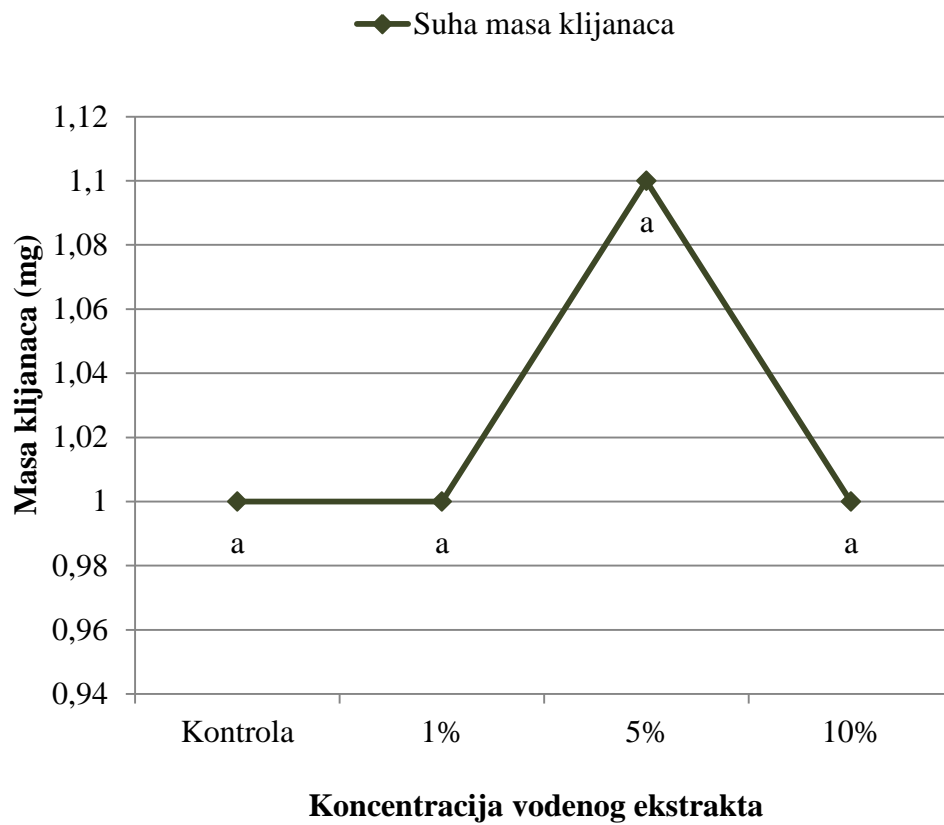
Vodeni ekstrakti divljeg sirka imali su značajan utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca salate samo pri najvišoj koncentraciji (10 %), gdje je duljina izdanaka salate bila smanjena za 10 % (grafikon 8.).



Grafikon 9. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na svježu masu klijanaca salate u posudama s tlom

Svježa masa klijanaca salate statistički je značajno bila povećana samo pri nižim koncentracijama ekstrakata (grafikon 9.). Postotak povećanja iznosio je za 5,5 % pri koncentraciji od 1 % , odnosno za 8 % u tretmanu s ekstraktom koncentracije 5 %.

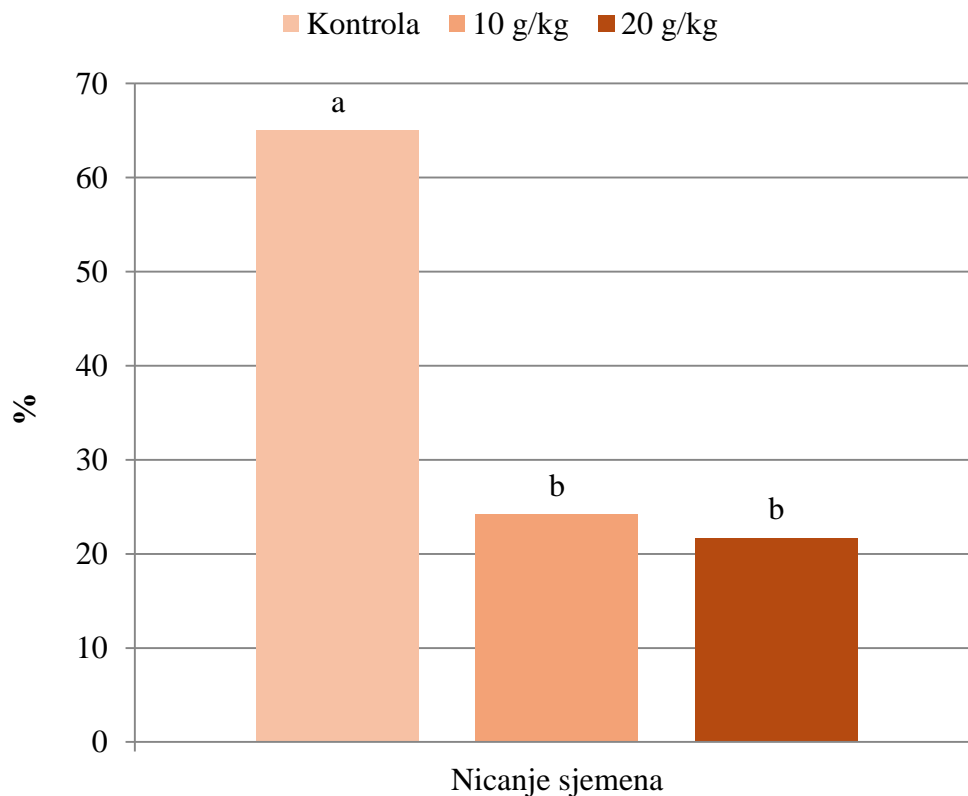
S druge strane, na suhu masu klijanaca salate, nije zabilježen značajan utjecaj niti jedne koncentracije ekstrakta, iako je ekstrakt koncentracije 5 % povećao suhu masu klijanaca salate (grafikon 10.)



Grafikon 10. Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na suhu masu klijanaca salate u posudama s tlom

4.3. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na klijavost i rast salate u posudama s tlom

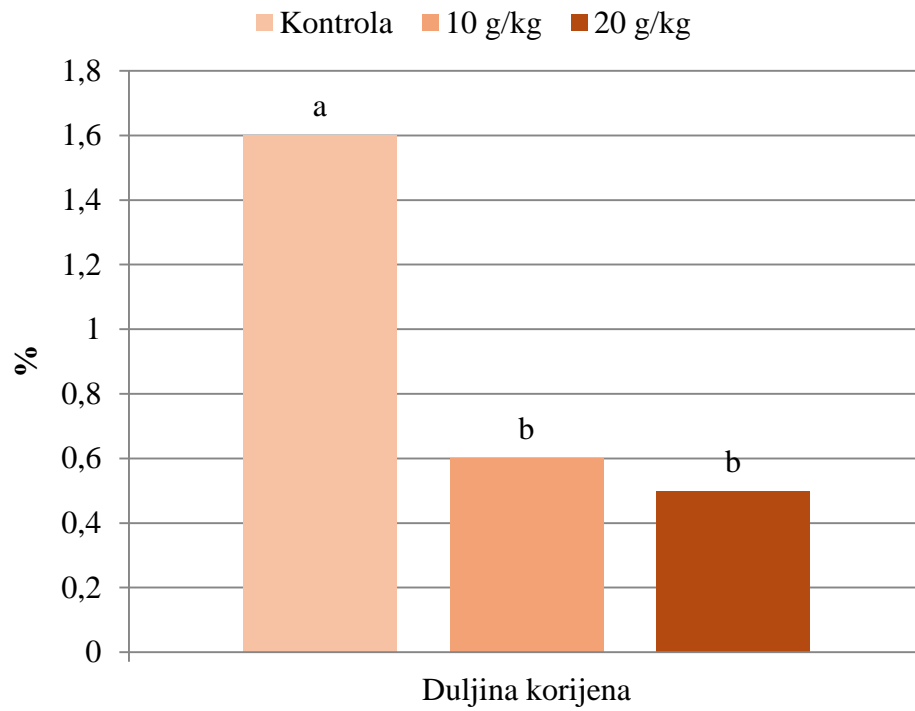
Suhi biljni ostatci nadzemne mase korovne vrste divljeg sirka pokazali su značajan utjecaj na nicanje sjemena salate u posudama s tlom (grafikon 11.). Pri dozi rezidua od 10 g ostataka po kg tla, nicanje se smanjilo za 62,7 %, dok se pri višoj dozi od 20 g po kg tla, nicanje smanjilo za 66,6 % u odnosu na kontrolu.



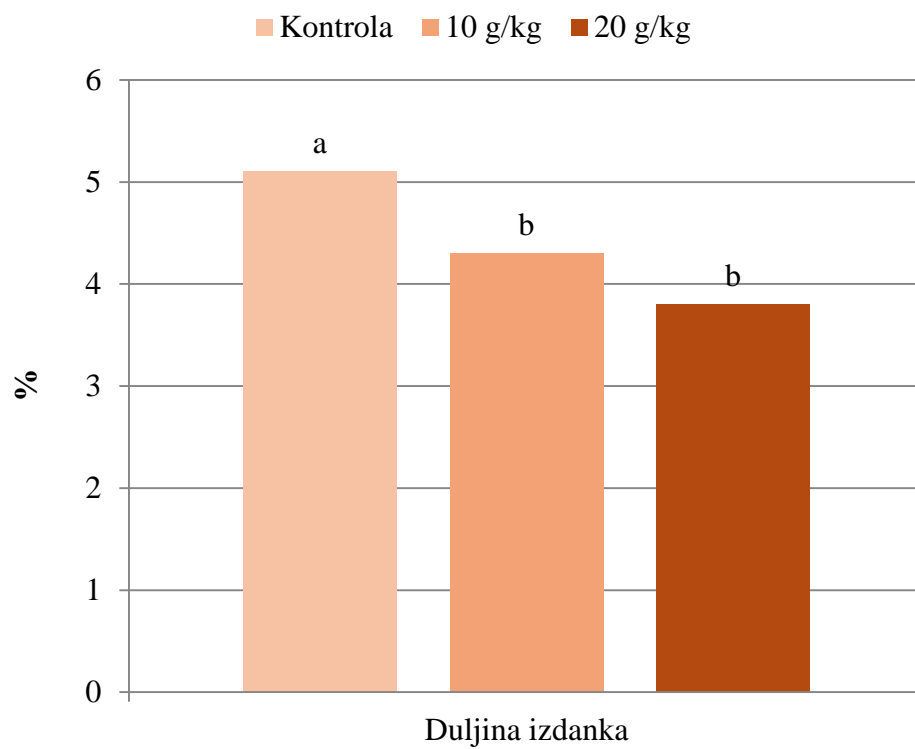
Grafikon 11. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na nicanje sjemena salate u posudama s tlom

Inkorporacija suhih biljnih ostataka divljeg sirka pokazala je značajan negativan utjecaj i na duljinu korijena klijanaca salate (grafikon 12.). S povećanjem doze biljnih ostataka smanjivala se i duljina korijena klijanaca salate. Pri nižoj dozi duljina se smanjila za 62,5 %, dok je pri višoj bila smanjena za 68,8 % u odnosu na kontrolni tretman.

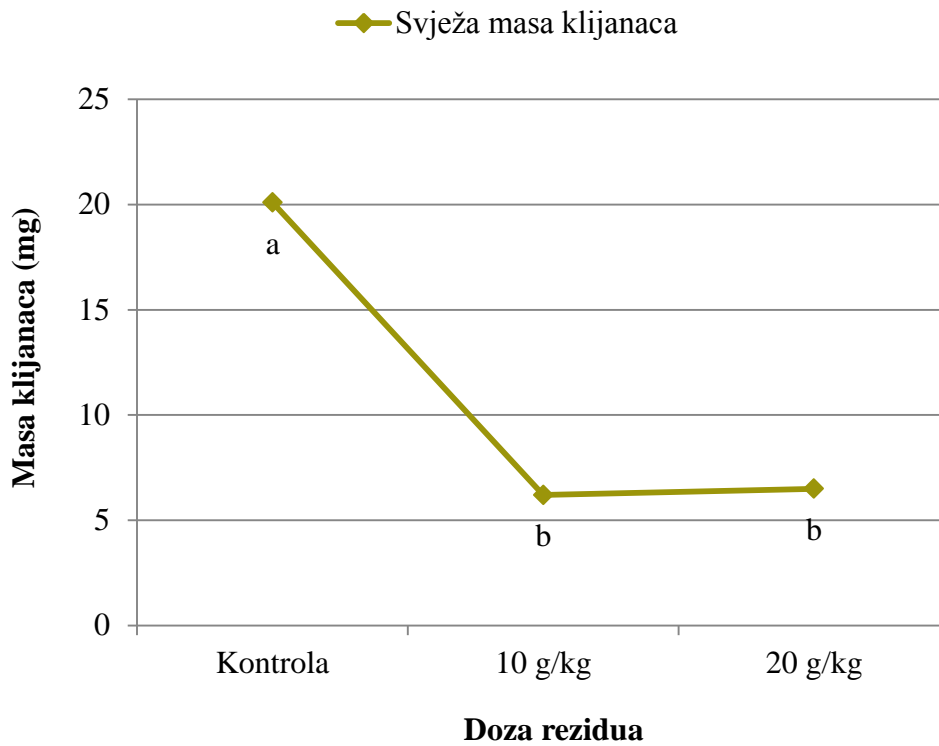
Slično, rezidue divljeg sirka pokazale su značajan negativan utjecaj i na duljinu izdanaka klijanaca salate (grafikon 13.). Povećanjem doze ostataka alelopatski učinak je bio izraženiji. U oba tretmana duljina se smanjila za 15,6 %, odnosno za 25,5 % u odnosu na kontrolu.



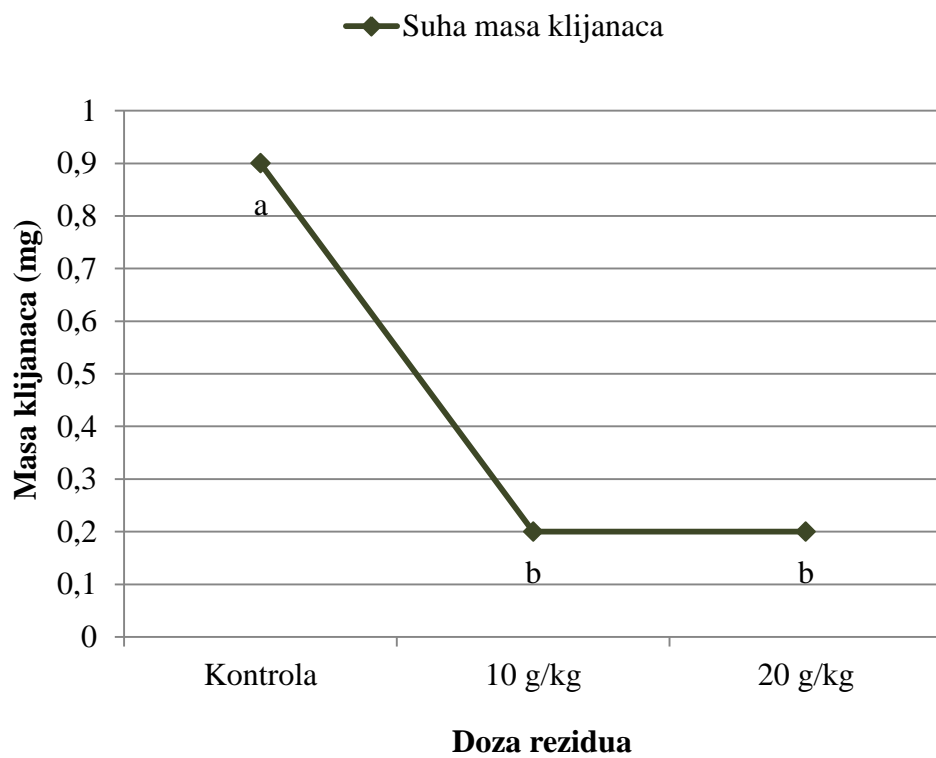
Grafikon 12. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na duljinu korijena salate u posudama s tlom



Grafikon 13. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na duljinu izdanaka salate u posudama s tlom



Grafikon 14. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na svježu masu kljanaca salate u posudama s tlom



Grafikon 15. Utjecaj biljnih ostataka *S. halepense* na suhu masu kljanaca salate u posudama s tlom

Svježa masa klijanaca salate također je bila pod značajnim utjecajem rezidua divljeg sirka (grafikon 14.). Niža doza rezidua divljeg sirka smanjila je svježu masu klijanaca salate za 69 %, dok je viša doza smanjila svježu masu za 67 % u odnosu na kontrolni tretman.

Suha masa klijanaca salate isto tako je bila pod značajnim utjecajem biljnih ostataka divljeg sirka (grafikon 15.). U oba tretmana, i sa nižom te sa višom dozom, suha masa klijanaca salate bila je smanjena za 77,7 %.

4.4. Razlike između djelovanja vodenih ekstrakata i biljnih ostataka *S. halepense*

Utvrđena je značajna razlika u djelovanju vodenih ekstrakata u Petrijevim zdjelicama, posudama s tlom te biljnih ostataka u posudama s tlom (tablica 1.)

Najveća inhibicija za sve parametre u prosjeku, zabilježena je kod biljnih ostataka u posudama s tlom, gdje je klijavost i rast klijanaca smanjena preko 60 %, izuzev duljine izdanka koji je smanjen za 20,6 %.

S druge strane, vodeni ekstrakti u Petrijevim zdjelicama pokazali su značajniji inhibitorni učinak samo na duljinu korijena koja je smanjena za više od 40 %, dok su na duljinu izdanka pokazali blagi pozitivni utjecaj.

Suprotno tome, vodeni ekstrakti u posudama s tlom imali su manji negativni utjecaj na klijavost i rast klijanaca, dok su na svježiu i suhu masu klijanaca imali blagi pozitivni utjecaj.

Tablica 1. Razlika u djelovanju vodenih ekstrakata i biljnih ostataka divljeg sirka na rast i razvoj klijanaca salate

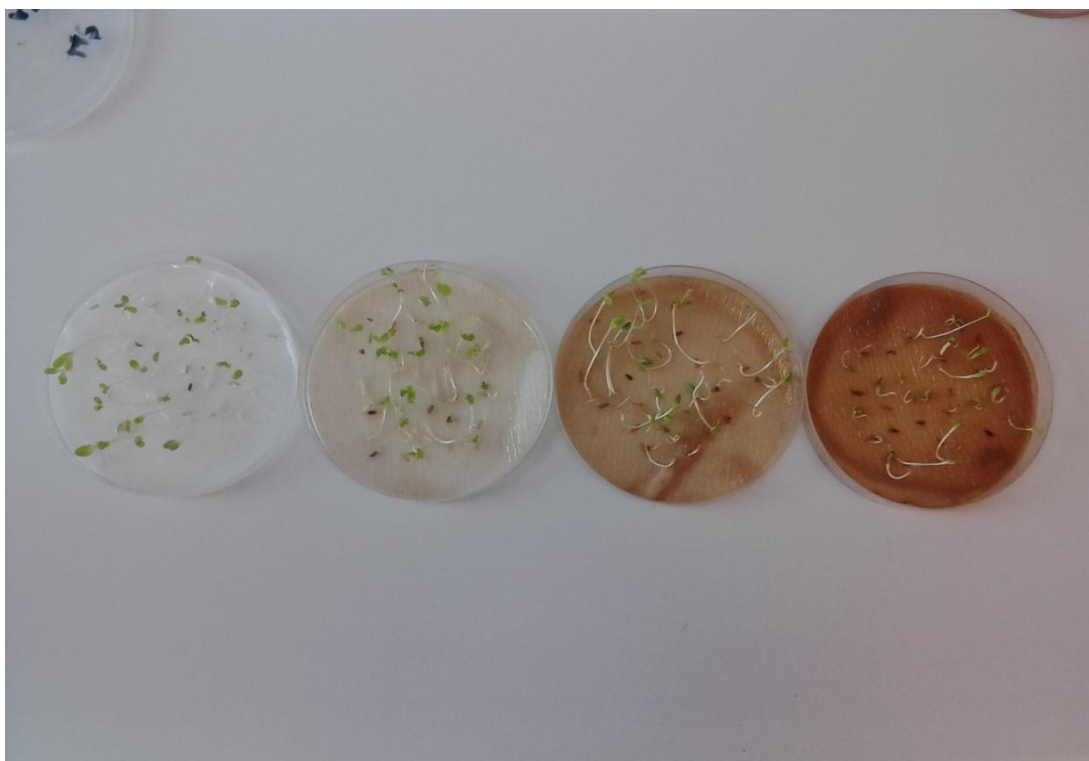
Pokus	Klijavost / Nicanje	Duljina korijena	Duljina izdanka	Svježa masa klijanaca	Suha masa klijanaca
Vodeni ekstrakti u Petrijevim zdjelicama	-6,3	-49,3	+5,2	-24,2	-24,3
Vodeni ekstrakti u posudama s tlom	-4,6	-5	-5,4	+6,0	+3
Biljni ostatci u posudama s tlom	-64,7	-65,6	-20,6	-68,4	-77,7

*postotak smanjenja (-) odnosno povećanja (+) u odnosu na kontrolu (prosjeak za sve tretmane)

5. Rasprava

Rezultati pokusa pokazali su da vodeni ekstrakti od suhe biljne mase divljeg sirka (*S. halepense*) imaju značajan alelopatski utjecaj na klijavost i rast klijanaca salate, kako inhibitorni, tako i stimulirajući.

Na klijavost sjemena salate negativno je utjecao jedino ekstrakt najveće koncentracije (10 %). Nouri i sur. (2012.) također su naveli veći inhibitorni utjecaj divljeg sirka na klijavost pšenice pod utjecajem veće koncentracije. Prema Javaid i Anjum (2006.) veće koncentracije ekstrakata divljeg sirka imale su jači negativni utjecaj na klijavost, duljinu korijena i klijanaca *P. hysterophorus*. Vodeni ekstrakti divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama pokazali su najveći inhibitorni učinak na duljinu korijena pri višim koncentracijama, koju su smanjili za preko 40 % (slika 1.). Slično navode Baličević i sur. (2015.) u čijim je pokusima viša koncentracija vodenih ekstrakata *S. halepense* znatno smanjila dužinu korijena kultivara luka. Golubinova i Ilieva (2014.) također navode smanjenje klijavosti i rasta klijanaca leguminoza pod alelopatskim utjecajem *S. halepense*.



Slika 1. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama (foto: orig.)

S druge strane, vodeni ekstrakti divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama pokazali su stimulirajući utjecaj na duljinu izdanka klijanaca salate, dok je viša koncentracija pokazala blaži inhibitorni utjecaj. Rezultati pokusa koje su provele Georgieva i Nikolova (2016.) pokazali su stimulirajući efekt ekstrakata divljeg sirka na duljinu klica graška.



Slika 2. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u posudama s tlom (foto: orig.)

Utjecaj vodenih ekstrakata *S. halepense* na klijavost i rast salate u posudama s tlom pri koncentracijama od 1, 5 i 10 % pokazao je značajan inhibitorni učinak samo na duljinu izdanaka klijanaca salate, dok na ostale parametre nije imao značajan inhibitorni utjecaj ili je pak, djelovao stimulatивно (slika 2.). Ravlić (2015.) navodi da je divlji sirak pokazao najmanji alelopatski utjecaj na klijavost ispitivanih biljnih vrsta. Slično tome, Baličević i sur. (2015.) opisuju divlji sirak kao korovnu vrstu s najmanjim alelopatskim potencijalom.

Vodeni ekstrakti pokazali su manji alelopatski utjecaj nakon primjene u posude s tlom u odnosu na Petrijeve zdjelice. Abbas i sur. (2014.) navode da je veći inhibitorni utjecaj u

Petrijevim zdjelicama najčešće rezultat direktnog utjecaja alelokemikalija bez transformacije i razgradnje.

Inkorporacija biljnih ostataka nadzemne mase divljeg sirka pokazala je značajan negativan utjecaj na nicanje sjemena salate koji je ovisio o dozi biljnih ostataka (slika 3.). Rezultati pokusa pokazali su da su nicanje i duljina korijena smanjeni za preko 60 %, duljina izdanaka je smanjena za 25,5 %, dok je svježa masa smanjena za 68,4 %, a suha masa za 77,7 %. Wakjira i sur. (2009.) zabilježili su da je svježa biljna masa invazivnog korova *P. hysterophorus* smanjila klijavost salate za 93 %. Slično tome, Golubić (2007.) navela je inhibitorni učinak rudbekije (*Echineacea spp.*) na klijavost salate te duljinu izdanka i korijena.



Slika 3. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u posudama s tlom (foto: orig.)

Inkorporacija biljnih ostataka imala je veći utjecaj u odnosu na ekstrakte u Petrijevim zdjelicama i posudama s tlom. Nekonam i sur. (2014.) navode da pojedine biljne vrste

imaju jači inhibitorni utjecaj u vidu rezidua nego kao vodeni ekstrakti, što može biti posljedica jače ekstrakcije alelokemikalija prilikom razlaganja biljnih ostataka.

Svježa i suha masa klijanaca salate značajno su inhibirane pod utjecajem vodenih ekstrakata *S. halepense* u Petrijevim zdjelicama. Štef i sur. (2015.) utvrdili su da ekstrakti divljeg sirka imaju značajan inhibitorni utjecaj na masu klijanaca kukuruza i soje. Slično navode Kalinova i sur. (2012.) čijim je pokusom smanjena svježa biomasa soje pod alelopatskim utjecajem divljeg sirka za preko 90 %.

Rezultati pokusa pokazali su da je alelopatski utjecaj ovisio o koncentraciji i dozi upotrebene biljne mase. U Petrijevim zdjelicama najveći su inhibitorni utjecaj pokazale više koncentracije. Slično je bilo i sa biljnim ostacima gdje je pri tretmanu s 10 g/kg tla nicanje klijanaca salate smanjeno za 62,7 %, dok je pri višoj dozi od 20 g/kg tla nicanje smanjeno za 66,6 %. Mahmoodzadeh i sur. (2014.) zabilježili su da nije došlo do klijavosti *V. faba* i *S. halepense* u tretmanima gdje su korištene koncentracije od 6, 8 i 10 %. Prema Agarwal i sur. (2002.) veće koncentracije izazivaju letalan učinak na klijavost sjemena.

6. Zaključak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata te biljnih ostataka nadzemne suhe mase divljeg sirka na klijavost sjemena i početni rast klijanaca salate. Na osnovi provedenih pokusa i obrađenih rezultata, doneseni su sljedeći zaključci:

- 1) Vodeni ekstrakti u višim koncentracijama primjenjeni u Petrijevim zdjelicama pokazali su statistički značajnu inhibiciju klijavosti i razvoja klijanaca salate. Suprotno tome, niže koncentracije pokazale su blaži negativan utjecaj na klijavost i duljinu korijena, dok su na duljinu izdanka, suhu i svježu masu imale blagi stimulirajući utjecaj.
- 2) Primjena vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase divljeg sirka nije imala značajan utjecaj na nicanje sjemena i duljinu korijena salate. Vodeni ekstrakti divljeg sirka pokazali su značajan statistički utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca salate i svježe mase samo pri najvišoj koncentraciji. Na suhu masu klijanaca salate nije zabilježen značajan statistički utjecaj niti jedne koncentracije ekstrakta.
- 3) Inkorporacija suhih biljnih ostataka divljeg sirka pokazala je značajan negativan utjecaj na sve izmjerene parametre. Najveća inhibicija zabilježena je kod utjecaja biljnih rezidua na suhu masu klijanaca salate.

7. Popis literature

1. Abbas, T., Tanveer, A., Khaliq, A., Safdar, M.E., Nadeem, M.A. (2014.): Allelopathic effects of aquatic weeds on germination and seedling growth of wheat. *Herbologia*, 14(2): 12-25.
2. Abdul-Wahab, A. S., Rice, E.L. (1967.): Plant inhibition by johnsongrass and its possible significance in old-field succession. *Bull.Torrey Bot. Club.*, 94: 486- 497.
3. Agarwal, A.R., Gahlot, A., Verma, R., Rao, P.B. (2002.): Effect of weed extracts on seedling growth of some varieties of wheat. *Journal of Environmental Biology*, 23(1): 19-23.
4. Alam, S.M., Islam, E.U. (2002.): Effects of aqueous extract of leaf, stem and root of nettleleaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. *Pakistan Journal of Seed Technology*, 1(2): 47-52.
5. Aleksieva, A., Marinov – Serafimov, P. (2008.): A study of allelopathic effect of *Amaranthus retroflexus* (L.) and *Solanum nigrum* (L.) in different soybean genotypes. *Herbologia*, 9(2): 47-58.
6. Ashrafi, Z., Mashhadi, H., Sadeghi, S. (2007.): Allelopathic effects of barley on germination and growth of wild barley. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 13(1-2): 99-112.
7. Baličević, R., Ravlić, M., Čuk, P., Šević, N. (2015.): Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars. *Proceedings & abstract of the 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Glas Slavonije d.d., Osijek, pp. 205-209.
8. Barnes, J.P., Putnam, A.R., Burke, B.A. (1986.): Allelopathic activity of rye (*Secale cereale* L.). *The Science of Allelopathy*, pp. 271-286.
9. Bibak, H., Jalali, M. (2015.): Allelopathic effects of aqueous extract of *Sorghum halepense* L. and *Amaranthus retroflexus* L. on germination of sorghum and wheat. *Fourrages*, 221: 7-14.
10. Butnariu, M. (2012.): An analysis of *Sorghum halepense's* behavior in presence of tropane alkaloids from *Datura stramonium* extracts. *Chemistry Central Journal* 6, 6(1): 75.

11. Cheema, Z. (1998.): Sorghum allelopathy a new weed control technology for enhancing wheat productivity. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 8: 19-21.
12. Cruz-Silva, C.T.A., Nasu., E.G.C., Pacheco, F.P., Nobrega, L.H.P., (2014.): Allelopathy of *Bidens sulphurea* L. aqueous extracts on lettuce development. *Rev. Bras. Pl. Med., Campinas*, 17: 680-682.
13. Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, Lj. (2008.): Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji. Sveučilište J.J.Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
14. Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z.A., Wahid, A., Siddiqui, K.H.M. (2011.): The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Management Science*, 67: 494–506.
15. Fateh, E., Sohrabi, S.S., Gerami, F. (2012.): Evaluation of the allelopathic effect of bindweed on germination and seedling growth of millet and basil. *Advances in Environmental Biology*, 6(3): 940-950.
16. Ferreira, A.G., Áquila, M.E.A. (2000.): Allelopathy: An emerging field of ecophysiology. Brasilia: *Brazilian Journal of Plant Psychology*, vol. 12, special edition, pp.175-204.
17. Fujii, Y., Parvez, S.S., Parvez, M.M., Ohmea, Y., Iida, O. (2003.): Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology Management*, 3: 233-241.
18. Galzina, N; Šćepanović, M; Goršić, M; Turk, I. (2011.): Allelopathic effect of *Abutilon Theophrasti* Med. on lettuce, carrot and red beet. *Herbologia* 12(2):125-131.
19. Georgieva, N., Nikolova, I. (2016.): Alelopatska otpornost različitih sorti graška na ekstrakte *Sorghum halepense* L. (Pers.). *Pesticidi i fitomedicina*, 31(1-2): 59-67.
20. Ghera, C.M, Soriano, A. (1980.): Comparative effect greening oat and other agricultural systems on the population of *Sorghum halepense* rhizomes. *Rev.Facultad de Agronomia*, 1(3): 87-92.
21. Golubić, M. (2008.): Alelopatski utjecaj teofrastovog mračnjaka, kamilice i rudbekije na klijavost cikle i salate. *Diplomski rad*, Zagreb.
22. Golubinova, I., Ilieva, A. (2014.): Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense*

- Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 29(1): 35-43.
23. Gomide, M. B. (1993.) : Allelopathic potential of crop residues of two cultivars of sugarcane (*Saccharum* sp.) in the control of some weeds. Piracicaba, 1993., pp. 96.
 24. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997.): Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth stages of mono- and dicotykedonous species. *Weed Research*, 37: 433-441.
 25. Hessami, E. (2011.): The Allopathic effects of *Sorghum halepense* and *Amaranthus retroflexus* extract on the Germination of Corn Grain. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9): 2249-2253.
 26. Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., Herberger J. (1997.): *World weeds: natural histories and distribution*. New York: John Wiley & Sons, Inc., pp. 226-235.
 27. Howard, J. (2004.): *Sorghum halepense*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.
 28. Iman, A., Wahab, S., Rastan, M., Halim, M. (2006.): Allelopathic effect of sweet corn and vegetable soybean extracts at two growth stages on germination and seedling growth of corn and soybean varieties. *Journal of Agronomy*, 5: 62-68.
 29. Iqbal, Z., Hiradate, S., Noda, A., Isojima, S., Fujii, Y. (2003.): Allelopathic activity of buckwheat: isolation and characterization of phenolics. *Weed Science*, 51(5): 657-662.
 30. Itani, T., Nakahata, Y., Kato-Noguchi, H. (2013.): Allelopathic activity of some herb plant species. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15: 1359-1362.
 31. Javaid, A., Anjum, T. (2006.): Control of *Parthenium hysterophorus* L, by aqueous extracts of allelopathic grasses. *Pakistan Journal of Botany* 38(1): 139-145
 32. Kalinova, S., Golubinova, I, Hristoskov, A., Ilieva A.(2012.): Allelopathic Effect of Aqueous Extract from Root Systems of Johnson Grass on Seed Germination and Initial Development of Soybean, Pea and Vetch. *Ratar. Povrt.* 49(3): 250-256.

33. Koloren, O. (2007.): Allelopathic Effects of *Medicago sativa* L. and *Vicia cracca* L. Leaf and Root Extracts on Weeds. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 1639-1642.
34. Mahmoodzadeh, H., Mahmoodzadeh, M. (2014.): Effects Allelopathic effects of rhizome aqueous extract of *Cynodon dactylon* L. on seed germination and seedling growth of Legumes, Labiatae and Poaceae. Iranian Journal of Plant Physiology, 4(3): 1047-1054.
35. Mahmoodzahed, H., Ghasemi, M., Zanganeh, H. (2015.): Allelopathic effect of medicinal plant *Cannabis sativa* L. on *Lactuca sativa* L. seed germination. Acta agriculturae Slovenica, 105(2): 233 – 239.
36. Moosavi, A., Afshari R.T., Asadi, A., Gharineh, M.H. (2011.). Allelopathic effects of aqueous extract of leaf stem and root of *Sorghum bicolor* on seed germination and seedling growth of *Vigna radiata* L. Notulae Scientia Biologicae, 3(2): 114-118.
37. Nekonom, M.S., Razmjoo, J., Kraimmojeni, H., Sharif, B., Amini, H., Bahrami, F. (2014.): Assessment of some medicinal plants for their allelopathic potential against redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Journal of Plant Protection Research, 54(1): 90-95.
38. Nouri, H., Talab, Z.A., Tavassoli, A. (2012.): Effect of weed allelopathic of sorghum (*Sorghum halepense*) on germination and seedling growth of wheat, Alvand cultivar. Annals of Biological Research, 3(3): 1283-1293.
39. Pires, N.M., Oliveira, V.R. (2001.): Alelopatia. Oliveira Junior, Constantin J. (Eds), pp. 145-185.
40. Putnam, A. R.; W. B. Duke (1978.): Allelopathy in agroecosystems. Annual. Rev. Phytopathol., 16: 431-451.
41. Putnam, A.R., Tang, C.S. (1986.): Allelopathy: State of the Science. The Science of Allelopathy. John Wiley and Sons, New York, pp. 1-22.
42. Qasem, J.R., Foy, C.L. (2001.): Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects. Food products press, New York, pp. 43-119.
43. Rana Devi, S. Pellissier, F., Prasad, M.N.V. (1997.): Allelochemicals. Plant Ecophysiology, New York: John Wiley & Sons, pp. 253-293.
44. Ravlić, M. (2016.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Poljoprivreda, 22(1): 53-53.

45. Reismann, S. (2002.): Allelopathic Effects of Eucalyptus and Corymbia species on germination and growth of *Lactuca Sativa* L. *Bibliotheca biologica*, pp. 1-10.
46. Rice, E.L. (1974.): Allelopathy. Academic Press Inc., New York. pp. 353.
47. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy. 2nd edition. Academic Press, Orlando, Florida. pp. 422.
48. Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V.K. and Rizvi, V. (1992.): A discipline called allelopathy. In Allelopathy. Basic and applied aspects (ed. S. J. H. Rizvi and V. Rizvi), Chapman & Hall, London. pp. 1-8.
49. Shang, Z.H., Xu, S.G. (2012.): Allelopathic testing of *Pedicularis kansuensis* on seed germination and seedling growth of two native grasses in the Tibetan plateau. *Fyton*, 81: 75-79.
50. Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001.): Allelopathy in Agroecosystems: An Overview. Food Products Press, New York, pp. 1-41.
51. Sisodia, S., Siddiqui, M.B. (2009.). Allelopathic potential of rhizosphere soil of *Croton bonplandianum* on growth and establishment of some crop and weed plants. *African Journal of Agricultural Research*, 4(5): 461-467.
52. Soares, G.L.G. i sur. (2002.): Allelopathic potential of aqueous extract of leaves of some Brazilian native plants. *Floresta e Ambiente*, pp. 19-125.
53. Ștef, R., Cărăbeș, Grozea, I., Radulov, I., Manea, D., Berbecea, A. (2015.): Allelopathic effects produced by Johnson grass extracts over germination and growth of crop plants. *Bulletin UASMV Agriculture*, 72(1): 239-245.
54. Tandiado, R.G., Saylo C., M. (2012.): Allelopathic potential of selected grasses on the germination of lettuce seeds. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology*, 4(2): 27-34.
55. Tinnin, R.O., Muller, C.H. (2006.): The allelopathic influence of *Avena fatua*. The allelopathic mechanism. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 99: 287-292.
56. Tharir, I.M., Ghafoor, A.O. (2011.): The allelopathic potential of Johnsongrass *Sorghum halepense* (L.) Pers. to control some weed species. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 40(2): 16-23.
57. Uludag, A., Uremis I., Arslan M., Gozcu, D. (2005.): Johnsongrass control using *Brassicaceae* crops. 4th MGPR Symposium, pp. 123.

58. Vasilakoglou, I., Dhima, K., Eleftherohorinos, I., Lithourgidis, A. (2006.): Winter cereal cover crop mulches and inter-row cultivation effects on cotton development and grass weed suppression. *Agronomy Journal*, 98: 1290-1297.
59. Verma, M., Rao, P. (2006.): Allelopathic effect of four weed species extracts on germination, growth and protein in different varieties of *Glycine max* (L.) Merrill. *Journal of Environmental Biology*, 27: 571-577.
60. Wakjira, M., Berecha, G., Tulu, S. (2009.): Allelopathic effects of an invasive alien weed *Parthenium hysterophorus* L. compost on lettuce germination and growth. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (11): 1326-132.
61. Weston, L.A. (2005.): History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *Proceedings of the 4 th World Congress on Allelopathy*, 15(3): 15-21.

8. Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na rast i razvoj salate. Provedena su tri pokusa: utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama, utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom te utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom. Ispitan je učinak na klijavost sjemenki salate, duljinu izdanka i korijena te svježiu i suhu masu klijanaca. Rezultati su pokazali da divlji sirak ima značajan alelopatski učinak na salatu. U pravilu, veće koncentracije imale su najveći inhibitorni utjecaj, dok su s druge strane, u pokusu s posudama s tlom, niže koncentracije djelovale pozitivno na svježiu i suhu masu klijanaca. Biljni ostatci divljeg sirka značajno su negativno utjecali na nicanje i rast klijanaca u obje ispitivane doze od 10 i 20 g po kg tla.

Ključne riječi: alelopatija, divlji sirak (*Sorghum halepense*), salata, vodeni ekstrakti, biljni ostatci

9. Summary

The aim of this study was to determine allelopathic effect of water extracts of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) on the growth and development of lettuce. Three experiments were conducted: effect of water extracts of *S. halepense* in Petri dishes, effect of water extracts of *S. halepense* in pots with soil and effect of plant residues applied in pots with soil. Effect on seed germination, shoot and root length was investigated as well as effect on fresh and dry weight of seedlings. The results showed that *S. halepense* had significant allelopathic effect on lettuce. Generally, higher concentrations had the highest inhibitory effect, and on the other hand, in experiment in pots with soil, the lower concentrations had positive effect on fresh and dry weight of seedlings. Plant residues of *S. halepense* had significantly negative influence on the emergence and growth of seedlings in both studied doses of 10 and 20 g per kg of soil.

Key words: allelopathy, johnsongrass (*Sorghum halepense*), lettuce, water extracts, plant residues

10. Popis tablica

Red. br.	Naziv tablice	Str.
Tablica 1.	Razlika u djelovanju vodenih ekstrakata i biljnih ostataka divljeg sirka na rast i razvoj klijanaca salate	24

11. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama (foto: orig.)	25
Slika 2.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u posudama s tlom (foto: orig.)	26
Slika 3.	Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca salate u posudama s tlom (foto: orig.)	27

12. Popis grafikona

Red. br.	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na klijavost sjemena salate u Petrijevim zdjelicama	12
Grafikon 2.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na duljinu korijena klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama	13
Grafikon 3.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na duljinu izdanaka klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama	14
Grafikon 4.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na svježu masu klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama	14
Grafikon 5.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na suhu masu klijanaca salate u Petrijevim zdjelicama	15
Grafikon 6.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na nicanje sjemena salate u posudama s tlom	16
Grafikon 7.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na duljinu korijena klijanaca salate u posudama s tlom	17
Grafikon 8.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na duljinu izdanka klijanaca salate u posudama s tlom	17
Grafikon 9.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na svježu masu klijanaca salate u posudama s tlom	18
Grafikon 10.	Utjecaj vodenih ekstrakata <i>S. halepense</i> na suhu masu klijanaca salate u posudama s tlom	19
Grafikon 11.	Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na duljinu korijena salate u posudama s tlom	20

Grafikon 12.	Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na duljinu korijena salate u posudama s tlom	21
Grafikon 13.	Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na duljinu izdanaka salate u posudama s tlom	21
Grafikon 14.	Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na svježu masu klijanaca salate u posudama s tlom	22
Grafikon 15.	Utjecaj biljnih ostataka <i>S. halepense</i> na suhu masu klijanaca salate u posudama s tlom	22

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij **Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja**

Diplomski rad

Alelopatički utjecaj korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na salatu

Ivana Šebetić

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatički utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na rast i razvoj salate. Provedena su tri pokusa: utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama, utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom te utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom. Ispitan je učinak na klijavost sjemenki salate, duljinu izdanka i korijena te svježiu i suhu masu klijanaca. Rezultati su pokazali da divlji sirak ima značajan alelopatički učinak na salatu. U pravilu, veće koncentracije imale su najveći inhibitorni utjecaj, dok su s druge strane, u pokusu s posudama s tlom, niže koncentracije djelovale pozitivno na svježiu i suhu masu klijanaca. Biljni ostaci divljeg sirka značajno su negativno utjecali na nicanje i rast klijanaca u obje ispitivane doze od 10 i 20 g po kg tla.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

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

Broj stranica: 43

Broj grafikona i slika: 18

Broj tablica: 1

Broj literaturnih navoda: 61

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), dormantnost, klijavost, dinamika klijanja

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
Faculty of Agriculture

Graduate thesis

University Graduate Studies, Plant Production, course Plant protection

Allelopathic effect of weed species Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) on lettuce

Ivana Šebetić

Abstract

The aim of this study was to determine allelopathic effect of water extracts of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) on the growth and development of lettuce. Three experiments were conducted: effect of water extracts of *S. halepense* in Petri dishes, effect of water extracts of *S. halepense* in pots with soil and effect of plant residues applied in pots with soil. Effect on seed germination, shoot and root length were investigated as well as effect on fresh and dry weight of seedlings. The results showed that *S. halepense* had significant allelopathic effect on lettuce. Generally, higher concentrations had the highest inhibitory effect, and on the other hand, in experiment in pots with soil, the lower concentrations had positive effect on fresh and dry weight of seedlings. Plant residues of *S. halepense* had significantly negative influence on the emergence and growth of seedlings in both studied doses of 10 and 20 g per kg of soil.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Renata Baličević, Associate Professor

Number of pages: 43

Number of figures: 18

Number of tables: 1

Number of references: 61

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), seed dormancy, germination, germination dynamics

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