

# Alelopatski potencijal ruderalnih biljnih vrsta

---

Lišnić, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:831476>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Zvonimir Lišnić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL RUDERALNIH BILJNIH VRSTA**

Diplomski rad

**Osijek, 2023.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Zvonimir Lišnić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL RUDERALNIH BILJNIH VRSTA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2023.**

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.2. Cilj rada.....	2
2. Pregled literature .....	3
3. Materijali i metode .....	6
3.1. Prikupljanje biljnog materijala .....	6
3.2. Priprema vodenih ekstrakata .....	7
3.3. Test vrste .....	7
3.4. Postavljanje i provedba pokusa .....	8
3.5. Prikupljanje i statistička analiza podataka.....	8
4. Rezultati .....	9
4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na rajčicu.....	9
4.1.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost rajčice .....	9
4.1.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena rajčice .....	10
4.1.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka rajčice .....	14
4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na salatu .....	15
4.2.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost salate.....	15
4.2.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena salate .....	16
4.2.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka salate.....	17
4.2.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na svježnu masu salate.....	18
4.3. pH vrijednost vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta .....	19
5. Rasprava.....	20
6. Zaključak.....	24
7. Popis literature .....	25
7. Sažetak .....	32
8. Summary .....	33

## 1. Uvod

Alelopatija je pojava izravnih ili neizravnih, korisnih ili štetnih učinaka jedne biljke na drugu otpuštanjem kemijskih tvari (alelokemikalija) u okoliš (Rice, 1984.). Alelokemikalije nastaju u svim biljnim dijelovima, u korijenu, listu, stabljici, cvijetu, sjemenu i kori, i oslobađaju se u okoliš na različite načine: korijenovim izlučevinama, ispiranjem iz biljnih dijelova, isparavanjem iz biljaka ili procesima razgradnje biljnih ostataka (Bais i sur., 2006., Belz, 2007., Bonanomi i sur., 2006., Rice, 1984.). Jedan od najstarijih opažanja alelopatije između korova i usjeva opisao je Teofrast (otac botanike) o tome kako slanetak iscrpljuje tlo i suzbija korov. Rimski pisac i političar Katon Stariji piše o otrovnosti orahova stabla na druge biljke koje rastu u blizini oraha (Zeng i sur., 2008.). Bez obzira na stoljećima poznati odnos djelovanja između biljaka, austrijski fiziolog bilja Hans Molisch tek od 1937. godine uvodi naziv alelopatija (Molisch, 1937.) i slijedom toga proglašen je ocem alelopatije.

Alelokemikalije su najvećim dijelom posljedica sekundarnog metabolizma biljaka i mikroorganizama (npr. bakterija, virusa, gljiva) koji utječu na niz radnji u ekosustavima i agroekosustavima (Rizvi i sur., 1992., Seigler, 1996., Olofsdotter i sur., 2002.). Alelopatija najčešće rezultira negativnim djelovanjem između organizama (Radosevich i sur., 2007., De Albuquerque i sur., 2011.), s tim da su zabilježena i pozitivna međudjelovanja koja su u ovisnosti o istraživanoj alelokemikaliji, biljci i koncentraciji alelokemikalija (Eichenberg i sur., 2014.). Biljno carstvo čini vrlo veliki broj biljnih vrsta koje proizvode niz sekundarnih spojeva, a vrlo je mali broj otkrivenih alelokemikalija (Wink, 2010.). U alelokemikalije se ubrajaju brojni spojevi kao što su fenoli koji sadrže različite mehanizme djelovanja (Li i sur., 2010.), flavonoidi (Bertin i sur., 2003.) i alkaloidi (Iqbal i sur., 2002.). Okolišni čimbenici izravno i neizravno djeluju na alelopatički potencijal biljaka i proizvodnju alelokemikalija, kao što su UV zračenje, temperatura, pristupačnost vode i hraniva, stres uzrokovan kompeticijom, infekcija biljnim patogenima i ozljede biljaka (Dixon i Paiva, 1995., Croteau i sur., 2000., Marchese i Figueira, 2005., Meiners i sur., 2012.). Na bioraspoloživost alelokemikalija u tlu utječu brojni procesi te komponente tla kao što su mineralni i organski sadržaj, pristupačnosti vode, pH tla i biološko djelovanje u tlu (Kobayashi, 2004., Trezzi i sur., 2006). Razgradnja alelokemikalija u tlu pod utjecajem je okolišnih čimbenika te utječe na njihovu učinkovitost (Macías i sur., 2005.).

Alelopatija se u agroekosustavu može iskoristiti na različite načine s obzirom da djeluje na suzbijanje korova, ali isto tako i na usjeve (Chon i sur., 2006.). Biljke s alelopatskim potencijalom mogu se koristiti u plodoredu, kao malčevi, kao zelena gnojidba, biljni ostatci inkorporirani u tlo, ili kao ekstrakti odnosno bioherbicidi (Duke i sur., 2002., Singh i sur., 2001.) u cilju smanjenja primjene kemijskih herbicida, nedostupnosti određenih djelatnih tvari, zabrane djelatnih tvari ili u sustavima gdje je primjena kemijskih herbicida zabranjena kao što su ekološki sustavi proizvodnje (Duke i sur., 2002., Duke, 2012., Dayan i sur., 2012., Ravlić, 2015.). Pozitivni alelopatski učinak biljaka ima potencijalnu primjenu u poljoprivredi u obliku biostimulatora odnosno promotora rasta i razvoja usjeva (Ravlić i sur., 2017., Baličević i sur., 2018.). Brojne biljne vrste, usjevi kao što su suncokret, pšenica, raž, lucerna, aromatične i ljekovite biljke (Chon i sur., 2006., Dhima i sur., 2006., Azizi i sur., 2009., Dhima i sur., 2009., Ravlić, 2015., Mardani i sur., 2016.), ali i korovi, segetalni i ruderalni, posjeduju alelopatski potencijal (Souto i sur., 1990., Baličević i sur., 2016., Ravlić, 2015., Mardani i sur., 2016.).

## **1.2. Cilj rada**

Cilj rada bio je utvrditi alelopatski potencijal vodenih ekstrakta od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta, koje pripadaju različitim biljnim porodicama, na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate.

## 2. Pregled literature

Jabran (2017.) navodi da neke vrste iz porodice Brassicaceae imaju alelopatski učinak. Takav alelopatski učinak može se iskoristiti poljoprivrednim poljima gdje suzbija korove, a vrste ove porodice koriste se kao pokrovni usjevi, kao malč i u plodoredu.

Wakjira i sur. (2005.) istražuju alelopatski učinak ekstrakata *Parthenium hysterophorus* L. i njihovo djelovanje na klijavost sjemena i rast salate. Vodeni ekstrakti od lista i cvijeta navedene vrste značajno su umanjili klijanje sjemena i rast klijanaca salate, dok vodeni ekstrakti korijena i stabljike nisu imali značajan učinak. Korijen klijanaca bio je osjetljiviji na djelovanje ekstrakata u usporedbi s izdankom.

Wakjira i sur. (2009.) istraživali su alelopatsko djelovanje svježe i kompostirane biomase *P. hysterophorus* na nicanje i rast salate. Svježa biomasa *P. hysterophorus* inhibirala je postotak i brzinu nicanja, duljinu korijena i duljinu izdanka za 93 %, 95 %, 97 % i 93 %. S druge strane, kompostirani *P. hysterophorus* inhibirao je navedene parametre za 0 %, 33 %, 35 % i 43 %, što ukazuje da je kompostiranje smanjilo alelopatsko djelovanje.

Chang i sur. (2008.) izolirali su devet spojeva iz metanolnog ekstrakta vrste *Polygonum perfoliatum* L. Pet fenolnih kiselina izolirano je iz vodenog ekstrakta biljke te su pokazali alelopatsko djelovanje na rast korijena salate, kineskog kupusa i rotkvice.

Lun i sur. (2023.) proveli su pokus kako bi utvrdili alelopatski potencijal i karakterizirali alelokemikalije u ekstraktu vrste *Polygonum chinense* Linn. Ekstrakti *P. chinense* uvelike su potisnuli rast sjetvene grbice (*L. sativum*), zelene salate (*L. sativa*), običnog koštana (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.), mačjeg repka (*Phleum pratense* L.) u ovisnosti o koncentraciji i test vrsti.

Prema Souto i sur. (1990.) značajan negativni alelopatski učinak na salatu zabilježen je u tretmanima s vrstama srednji trputac (*Plantago media* L.) i kiseličasti dvornik (*Polygonum lapathifolium* L.).

Yamane i sur. (1992.a) navode da etil acetatni ekstrakti vrste *Rorippa indica* Hiern. sadrže hirsutin, arabin, kamelinin i tri spoja izotiocijanata te značajno inhibiraju rast korijena i izdanka salate (*L. sativa*) kod koncentracije koje su veće ili jednake 0,1 mM.

Mardani i sur. (2016.) ispitivali su alelopatski potencijal kavkaskih biljnih vrsta. Osušeno lišće od 178 vrsta iz regije Kavkaz ispitano je uporabom Sandwich metode u dvije doze (10 i 50 mg), a kao test vrsta korištena je salata (*L. sativa* L.). Najveća inhibicija korijena i izdanka klijanaca salate zabilježena je u tretmanu s vrstama *Artemisia austriaca* Jacquin, šumski cecelj (*Oxalis acetosella* L.), đurđica (*Convallaria majalis* L.) i Salamunov pečat (*Polygonatum odoratum* L.). Biljne vrste koje pripadaju kategoriji otrovnih biljaka imale su najveći alelopatski potencijal, kao i vrste koje su ljekovite.

Fujii i sur. (2003.) istraživali su alelopatski potencijal 239 ljekovitih vrsta na salatu. U pokusu su korištene doze od 10 i 50 mg suhog lišća, a pokus je proveden Sandwich metodom. Pri dozi od 10 mg lišća primijetili su da 223 vrste imaju inhibitorni i 17 vrsta stimulacijski učinak na rast korijena salate. Ukupno 19 vrsta inhibiralo je korijen za više od 80 %, 16 vrsta od 60 do 79 %, 43 vrste od 40 do 59 %, 72 vrste od 20 do 39 % i 73 vrste od 0,3 do 19 %. Ukupno je 41 vrsta koje su inhibirale korijen za više od 50 % bilo iz različitih biljnih porodica.

Azizi i sur. (2009.) istraživali su alelopatski potencijal 56 ljekovitih i aromatičnih biljaka koje pripadaju u 22 biljne porodice. Autori su istraživali djelovanje hlapljivih alelokemikalija na rast salate pomoću Dish pack metode. Rezultati su pokazali da je 51 vrsta od ukupno 56 istraživanih inhibirala rast klijanaca, dok je pet vrsta stimuliralo rast korijena ili rast izdanka salate u odnosu na kontrolni tretman. Od 10 vrsta koje su potpuno (100 %) inhibirale klijavost salate, dvije su vrste koje pripadaju porodici Asteraceae, a to su *Achillea wilhelmsii* C. Koch i *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Bois. Alelopatski potencijal ovisio je o biljnoj vrsti i biljnom dijelu. Cvijet *A. wilhelmsii* i širokolisne lavande (*Lavandula spica* L.) imao je jači negativni učinak od lista.

Takahashi i sur. (1995.) istraživali su alelopatski učinak biljnih vrsta koje rastu na poluprirodnim travnjacima na klijavost sjemena salate u Petrijevim zdjelicama. Vodeni ekstrakti pripremljeni su od nadzemne mase 141 biljne vrste. Vodeni ekstrakti vrsta *Ixeris stolonifera* A.Gray, *Gnaphalium affine* (D.Don) Anderb, *Plantago asiatica* L., *P. lanceolata* i *Barbarea orthoceras* Ledeb. značajno su inhibirale klijavost salate.

Kato-Noguchi i sur. (2015.) istraživali su fitotoksični učinak vrsta veliki trputac (*Plantago major* L.) i *P. asiatica* te sadržaj fitotoksičnih spojeva. Kod obje vrste vodeni metanolni ekstrakti inhibirali su rast korijena i izdanka klijanaca sjetvene grbice (*Lepidium sativum* L.), a stupanj



inhibicije je ovisio o koncentraciji ekstrakta. Vrsta *P. major* pokazala je veći alelopatski učinak od *P. asiatica*.

U pokusu Al-obaidi (2020.) istraživana je alelopatski potencijal ekstrakata *P. major* na klijanje i početni rast običnog tušnja (*Portulaca oleracea* L.). Vodeni i alkoholni ekstrakti u koncentracijama od 2,5, 5, 10, 20 i 40 mg/ml pripremljeni su od suhe nadzemne mase *P. major*. Metanolski ekstrakti imali su značajno veći inhibitorni potencijal od vodenih ekstrakata. Metanolski ekstrakt u koncentraciji od 40 mg/ml imao je najveći negativni učinak (> 90 %), dok je najniža koncentracija metanolskog ekstrakta smanjila klijavost *P. oleracea* za 20,4 %. S druge strane, najviša koncentracija vodenog ekstrakta smanjila je klijavost za 30,2 %, a najniža za 4,6 %. Autori su također utvrdili prisutnost fenola, tanina, alkaloida, flavonoida i saponina u ekstraktima *P. major*.

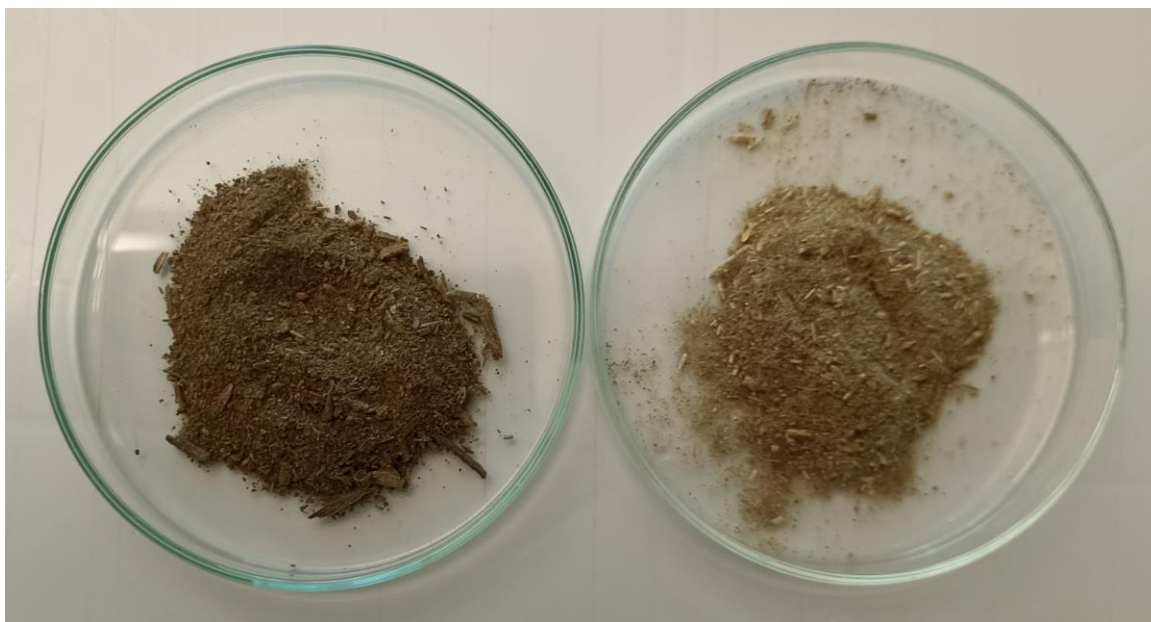
Prema Shinwari i sur. (2013.) vrsta *P. lanceolata* ima niži alelopatski potencijal od vrste *P. major*. Smanjenje duljine korijena salate korištenjem tri različite metode iznosilo je za najviše 24 % u tretmanu s vrstom *P. lanceolata*, dok je inhibicija korijena bila do 81 % u tretmanima s vrstom *P. major*.

### 3. Materijali i metode

Pokus je proveden u kontroliranim laboratorijskim uvjetima tijekom 2022./2023. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek kako bi se utvrdio alelopatski potencijal ruderalnih biljnih vrsta na klijavost i početni rast klijanaca rajčice i salate.

#### 3.1. Prikupljanje biljnog materijala

U pokusu je istražen alelopatski učinak sljedećih ruderalnih biljnih vrsta: austrijski grbak (*Rorippa austriaca* (Crantz) Besser, Brassicaceae), suličasti trputac (*Plantago lanceolata* L., Plantaginaceae), ptičji dvornik (*Polygonum aviculare* L., Polygonaceae), divlja vodopija (*Cichorium intybus* L., Cichoriaceae), pašitkasta konopljuša (*Eupatorium cannabinum* L., Asteraceae), velevjetna grahorica (*Vicia grandiflora* Scop., Fabaceae), pustenasta divizma (*Verbascum phlomoides* L., Scrophulariaceae), obični tušanj (*Portulaca oleracea* L., Portulacaceae) i bijeli kokotac (*Melilotus albus* Medik., Fabaceae).



Slika 1. Izmljevena suha masa vrsta *P. oleracea* i *E. cannabinum* (Izvor: Ravlić, M.)

Nadzemna masa biljaka prikupljena je u fenološkoj fazi cvatnje (fenološka faza 6/65 prema Hess i sur., 1997.) s ruderalnih staništa u Osječko-baranjskoj županiji. Prikupljena biljna masa

sušena je na zraku 48 sati, te nakon toga u sušioniku pri 40 °C tijekom 48 sati. Suha biljna masa samljevana je u električnom mlinu u prah (slika 1.) te pohranjena u papirnate vrećice na tamno i suho mjesto do provedbe pokusa.

### 3.2. Priprema vodenih ekstrakata

Vodeni ekstrakti pripremljeni su miješanjem 5 grama suhe biljne mase sa 100 ml destilirane vode te ostavljeni na ekstrakciji tijekom 24 sata na sobnoj temperaturi (Norsworthy, 2003.). Mješavine su nakon toga filtrirane te su dobiveni vodeni ekstrakti koncentracije 5 % od svake biljne vrste.

### 3.3. Test vrste

U pokusu su kao test vrste korištene rajčica (cv. Cuor di Bue) i salata (cv. Majska kraljica) (slika 2.). Sjeme test vrsta dezinficirano je površinski 1 % otopinom NaCl tijekom 10 minuta te isprano destiliranom vodom prije pokusa.



Slika 2. Sjeme test vrsta korištenih u pokusu (Izvor: Ravlić, M.)

### **3.4. Postavljanje i provedba pokusa**

Pokus je proveden u kontroliranim laboratorijskim uvjetima prema potpuno slučajnom planu s četiri ponavljanja. Svaki tretman u pokusu sastojao se od naklijavanja 30 sjemenki rajčice odnosno salate u Petrijevim zdjelicama na filter papiru koji je navlažen s 4 ml vodenog ekstrakta. U kontrolnom tretmanu sjeme je naklijavano na filter papiru navlaženom destiliranom vodom. Sjeme rajčice naklijavano je 14 dana, a sjeme salate 6 dana pri temperaturi od  $22 \pm 2$  °C.

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

Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta procijenjen je na kraju pokusa mjerenjem sljedećih parametara:

1. ukupna klijavost sjemena (%), formulom  $K$  (klijavost) = (broj klijavih sjemenki / ukupan broj sjemenki) x 100;
2. duljina korijena klijanaca (cm) (milimetarskim papirom);
3. duljina izdanka klijanaca (cm) (milimetarskim papirom);
4. ukupna svježa masa klijanaca (mg) (elektroničkom vagom).

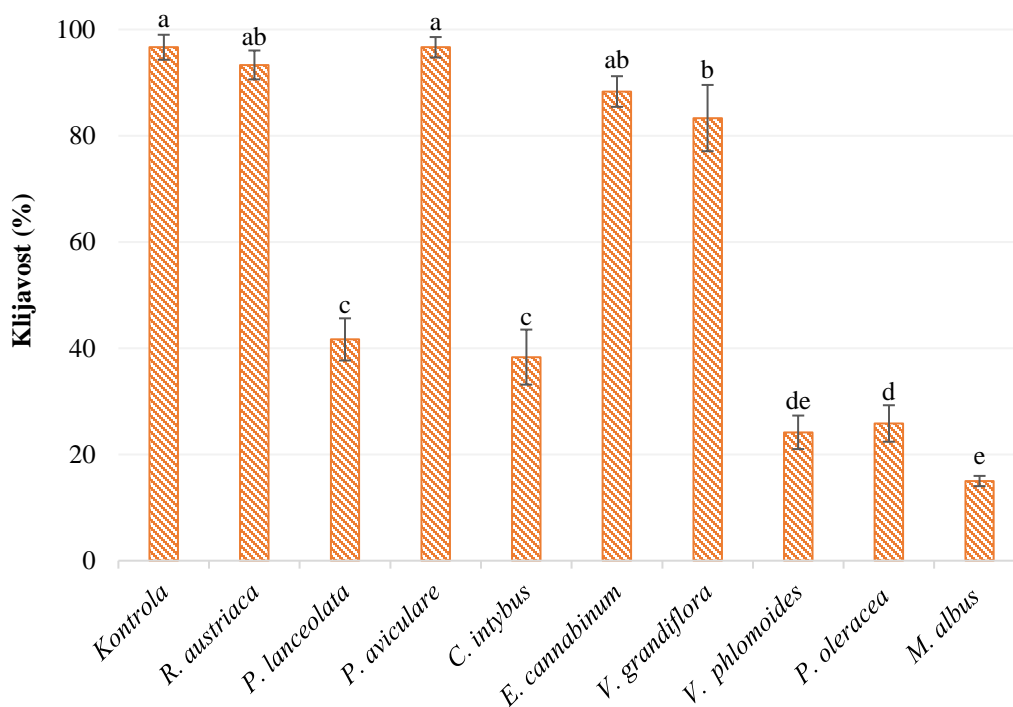
Prikupljeni podatci obrađeni su računalno koristeći Microsoft program Excel (za izračun srednjih vrijednosti mjerenih parametara i statističke pogreške), nakon čega su analizirani statistički analizom varijance (ANOVA). Razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini  $p < 0,05$ .

## 4. Rezultati

### 4.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na rajčicu

#### 4.1.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost rajčice

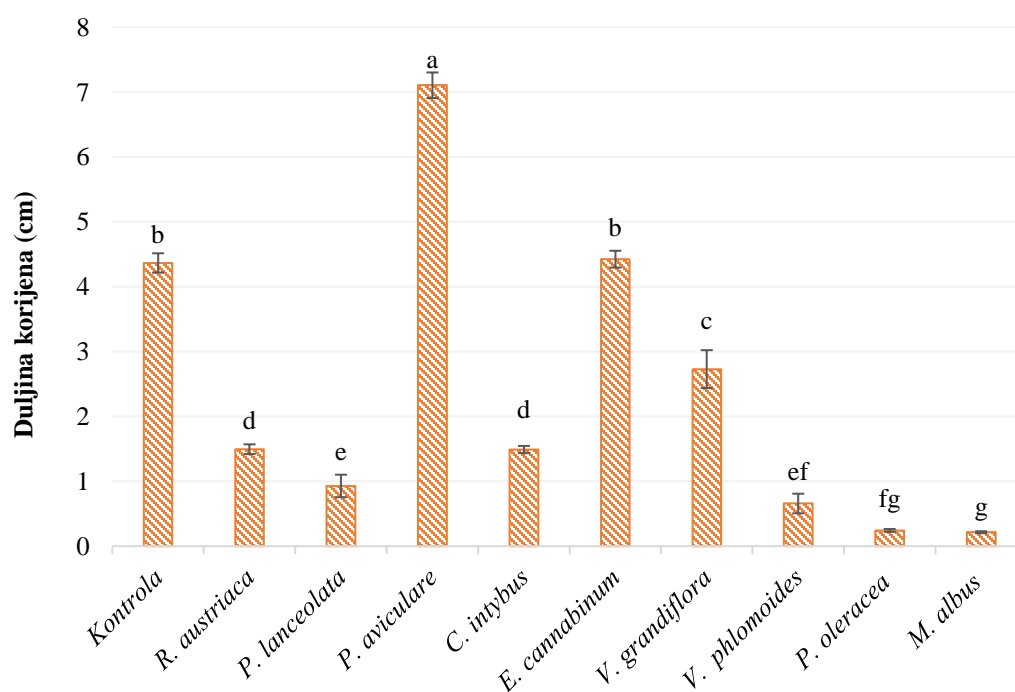
Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta pokazali su različit utjecaj na klijavost sjemena rajčice (grafikon 1.). Statistički značajan inhibitorni utjecaj zabilježen je u gotovo svim tretmanima. Najveće negativno djelovanje imali su vodeni ekstrakti *M. albus*, *V. phlomoides* i *P. oleracea* koji su klijavost sjemena rajčice smanjili za 84,5 %, 75 % i 73,3 % u odnosu na kontrolni tretman. Vodeni ekstrakti *P. lanceolata* i *C. intybus* inhibirali su klijavost za 56,9 % odnosno 60,4 %, dok je nešto slabiji, ali ipak statistički značajan utjecaj, zabilježen u tretmanu s vodenim ekstraktom *V. grandiflora*. S druge strane, vodeni ekstrakti *R. austriaca*, *P. aviculare* i *E. cannabinum* nisu imali statistički značajno djelovanje.



Grafikon 1. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost sjemena (%) rajčice

#### 4.1.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena rajčice

Statistički značajan alelopatski utjecaj na duljinu korijena rajčice pokazali su svi vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta, izuzev vodenog ekstrakta *E. cannabinum* (grafikon 2.). U tretmanu s vodenim ekstraktom *P. aviculare* zabilježen je pozitivan utjecaj te je duljina korijena rajčice bila stimulirana za 62,7 % u odnosu na kontrolni tretman. Najveće inhibitorno djelovanje imali su vodeni ekstrakti *M. albus*, *P. oleracea* i *V. phlomoides* koji su duljinu korijena smanjili za 95,1 %, 94,5 % i 84,9 % u odnosu na kontrolu. Smanjenje duljine korijena u ostalim tretmanima kretalo se od 37,5 % s vodenim ekstraktom *V. grandiflora* do 78,7 % s vodenim ekstraktom *P. lanceolata*.



Grafikon 2. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena (cm) klijanaca rajčice



kontrola



*R. austriaca*



*P. lanceolata*



*P. aviculare*

Slika 3. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost i rast salate (Izvor: Ravlić, M.)



*C. intybus*



*E. cannabinum*



*V. grandiflora*



*V. phlomoides*

Slika 4. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost i rast salate (Izvor: Ravlić, M.)





*P. oleracea*

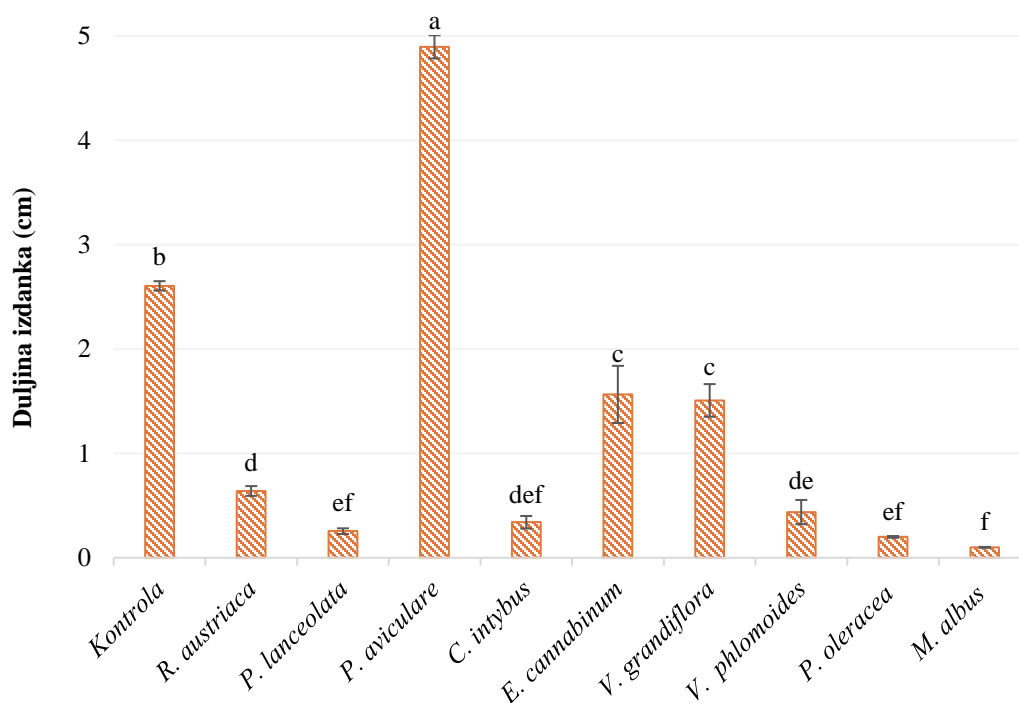


*M. albus*

Slika 5. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost i rast salate (Izvor: Ravlić, M.)

### 4.1.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka rajčice

Vodeni ekstrakti ruderalnih biljnih vrsta statistički su značajno djelovali na duljinu izdanka klijanaca rajčice (grafikon 3.). U tretmanu s vodenim ekstraktom *P. aviculare* zabilježeno je stimulatívno djelovanje te je duljina izdanka rajčice bila veća za 87,9 % u odnosu na kontrolni tretman. Najmanja duljina izdanka rajčice zabilježena je u tretmanima s *M. albus* i *P. oleracea* pri čemu je duljina izdanka smanjena za 96,2 % i 92,3 % u odnosu na kontrolu. Značajno smanjenje duljine izdanka preko 75 % zabilježeno je i u tretmanima s vodenim ekstraktima *R. austriaca*, *C. intybus*, *V. phlomoides* i *P. lanceolata*. U tretmanima s vodenim ekstraktima *E. cannabinum* i *V. grandiflora* postignut je nešto manji, ali i dalje statistički značajno negativan alelopatski utjecaj.

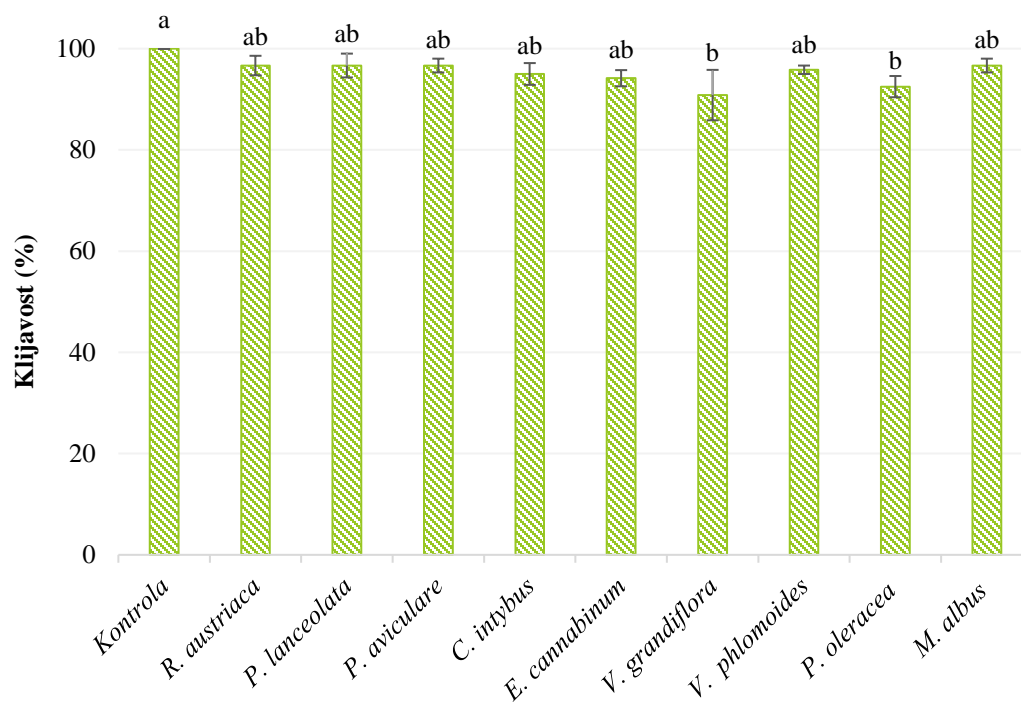


Grafikon 3. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka (cm) klijanaca rajčice

## 4.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na salatu

### 4.2.1. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost salate

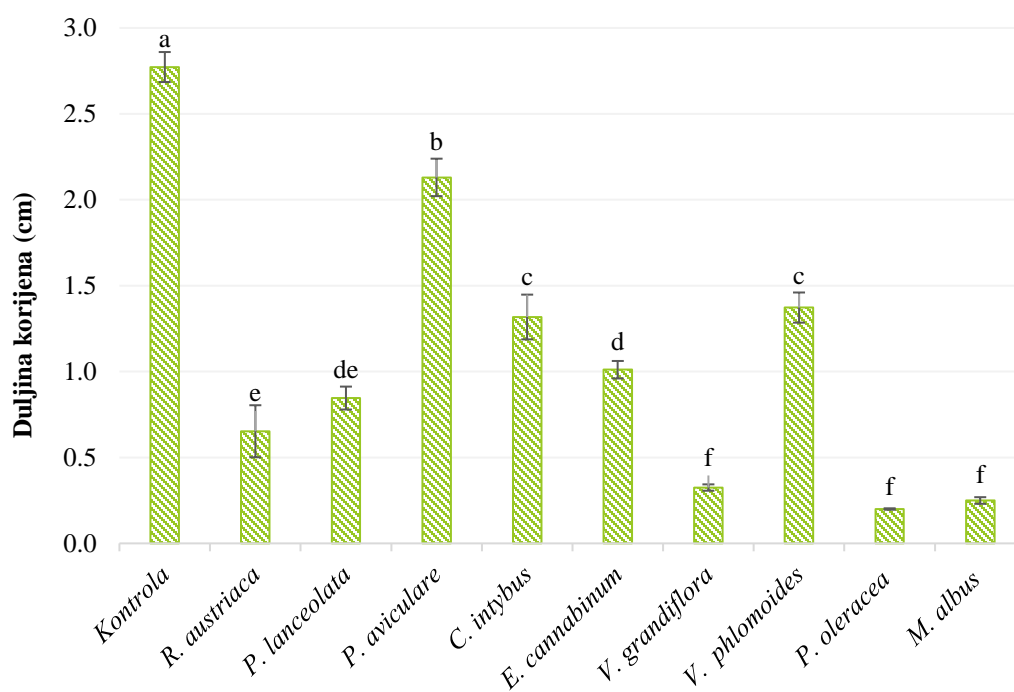
Primjena vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta nije pokazala statistički značajan negativni utjecaj na klijavost sjemena salate, osim u tretmanima s vodenim ekstraktom *V. grandiflora* i *P. oleracea* koji su klijavost salate smanjili za 9,2 % odnosno 7,5 % u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 4.).



Grafikon 4. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na klijavost sjemena (%) salate

#### 4.2.2. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena salate

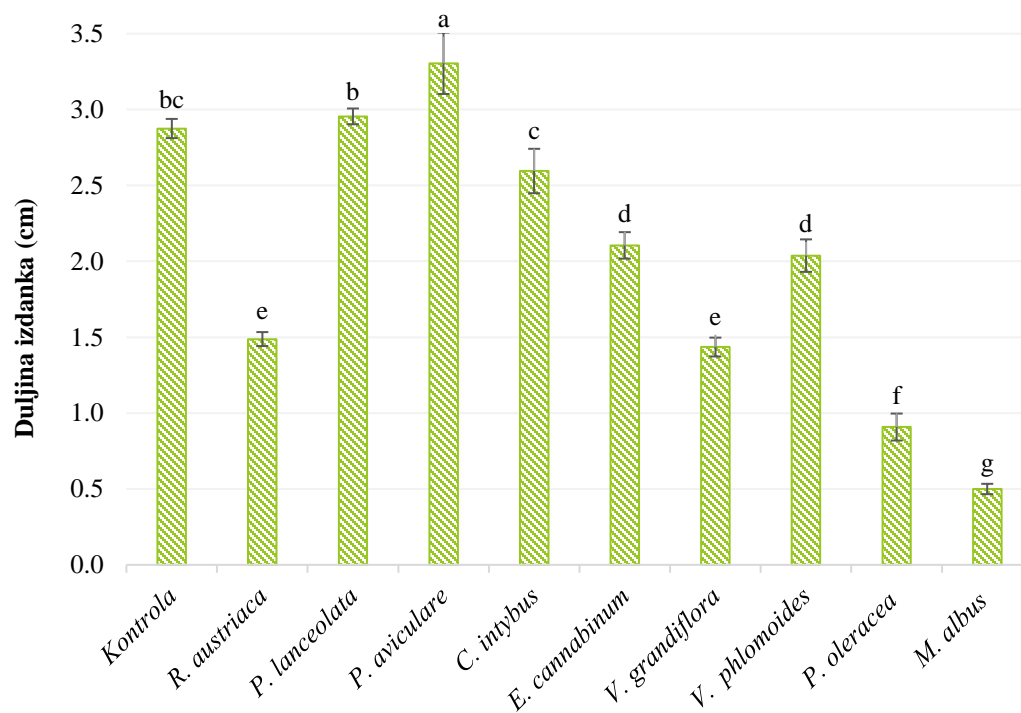
Duljina korijena klijanaca salate bila je statistički značajno inhibirana u svim tretmanima s vodenim ekstraktima ruderalnih biljnih vrsta (grafikon 5.). Izuzev vodenog ekstrakata *P. aviculare* koji je duljinu korijena salate smanjio za 23,2 %, svi vodeni ekstrakti inhibirali su duljinu korijena za preko 50 % u odnosu na kontrolu. Najveći negativni utjecaj zabilježen je u tretmanima s vodenim ekstraktima *P. oleracea*, *M. albus* i *V. grandiflora* koji su duljinu korijena salate smanjili za 92,8 %, 91 % i 88,3 % u odnosu na kontrolu.



Grafikon 5. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu korijena (cm) salate

#### 4.2.3. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka salate

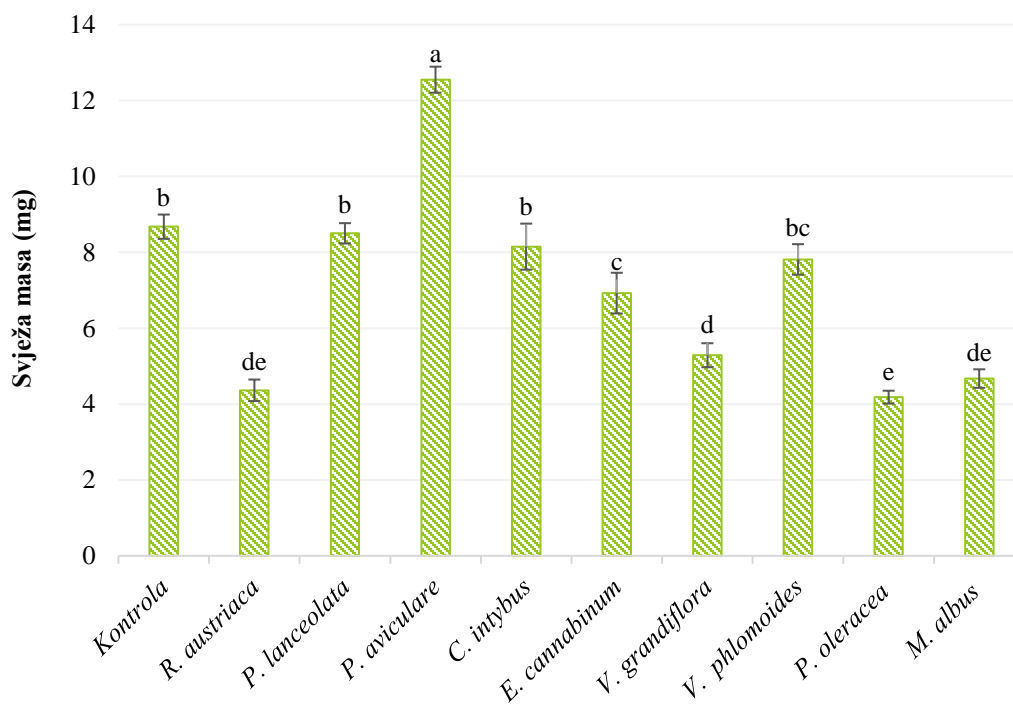
Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta imali su različit alelopatski potencijal na duljinu izdanka klijanaca salate (grafikon 6.). Stimulativni učinak zabilježen je u tretmanu s vodenim ekstraktom *P. aviculare* te je duljina izdanka statistički značajno bila viša za 14,9 % u odnosu na kontrolu. Vodeni ekstrakti *M. albus* i *P. oleracea* imali su najveće negativno djelovanje te su duljinu izdanka smanjili za 82,6 % odnosno 68,4 % u odnosu na kontrolu. Nešto manje djelovanje zabilježeno je s vodenim ekstraktima *R. austriaca* i *V. grandiflora* koji su duljinu izdanka smanjili za oko 50 %, te s vodenim ekstraktima *E. cannabinum* i *V. phlomoides* sa smanjenjem od 26,8 % i 29,1 %. S druge strane, vodeni ekstrakti *P. lanceolata* i *C. intybus* nisu pokazali statistički značajan alelopatski potencijal.



Grafikon 6. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na duljinu izdanka (cm) klijanaca salate

#### 4.2.4. Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na svježu masu salate

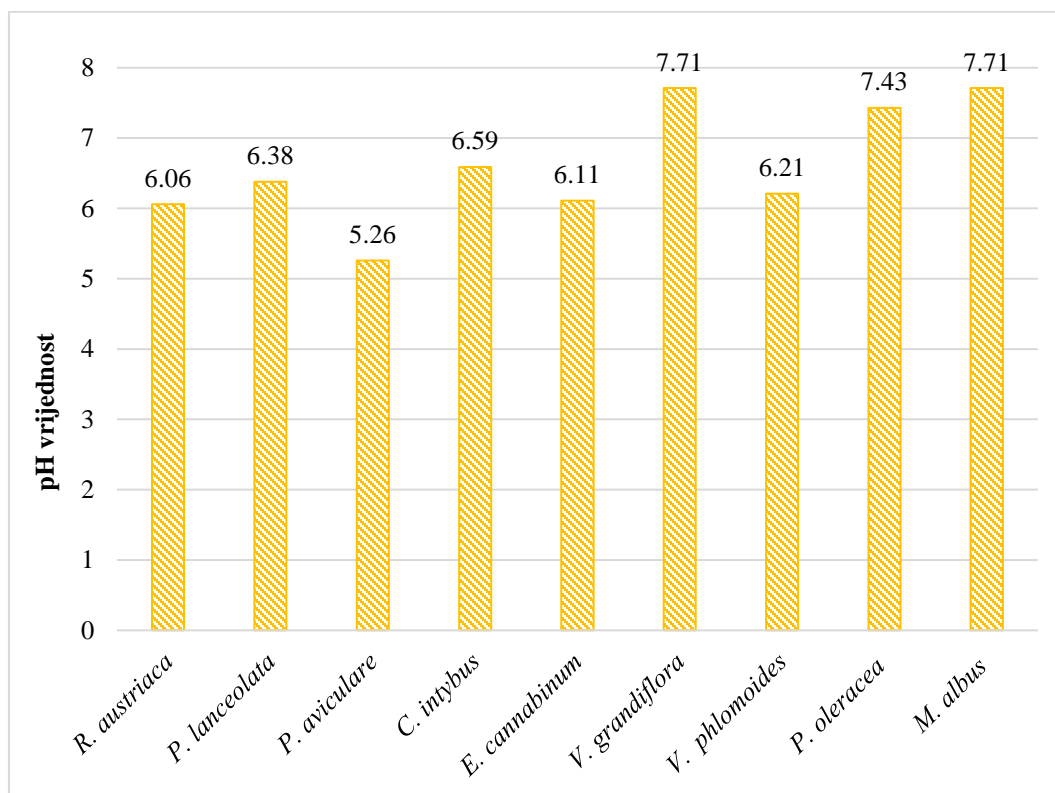
Svježa masa klijanaca salate statistički je značajno snižena u gotovo svim tretmanima s vodenim ekstraktima ruderalnih biljnih vrsta (grafikon 7.). Najveći negativni utjecaj imao je vodeni ekstrakt *P. oleracea* koji je svježu masu klijanaca smanjio za 51,8 % u odnosu na kontrolu. Značajno smanjenje svježe mase zabilježeno je i s vodenim ekstraktima *M. albus*, *R. austriaca* i *V. grandiflora*. S druge strane, pozitivan učinak zabilježen je u tretmanu s vodenim ekstraktom *P. aviculare* gdje je svježa masa klijanaca statistički značajno bila viša za 44,7 % u odnosu na kontrolu. Vodeni ekstrakti *P. lanceolata*, *C. intybus* i *V. phlomoides* nisu statistički značajno smanjili svježu masu klijanaca salate.



Grafikon 7. Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta na svježu masu (mg) klijanaca salate

### 4.3. pH vrijednost vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta

pH vrijednost vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta kretala se od 5,26 do 7,71 (grafikon 8.). Najnižu pH vrijednost imao je ekstrakt *P. aviculare*, dok je najviša pH vrijednost zabilježena kod vodenih ekstrakata *V. grandiflora* i *M. albus*. pH vrijednost iznad 7 zabilježena je kod *P. oleracea*, dok su ostali vodeni ekstrakti imali pH vrijednost između 6 i 7.



Grafikon 8. pH vrijednost vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta

## 5. Rasprava

Primjena vodenih ekstrakata istraživanih ruderalnih biljnih vrsta pokazala je različit alelopatski učinak na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate. Prema prosječnom inhibitornom potencijalu biljne vrste mogu se rangirati od najveće do najmanje kako slijedi: *M. albus*, *P. oleracea*, *V. phlomoides*, *P. lanceolata*, *C. intybus*, *R. austriaca*, *V. grandiflora*, *E. cannabinum* i *P. aviculare*.

Vodeni ekstrakt *M. albus* pokazao je najveće negativno djelovanje te je klijavost, duljinu korijena i izdanka u prosjeku smanjio za 43,9 %, 93 % i 89,4 %. Rezultati su u skladu s istraživanjem Mardani i sur. (2016.) koji navode da žuti kokotac (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) i bijeli kokotac (*M. albus*) posjeduju snažni inhibitorni učinak na duljinu korijena i izdanka salate. Smanjenje duljine korijena od preko 85 % zabilježeno je pri dozama od 10 i 50 mg lista obje vrste, dok je duljina izdanka bila smanjena za 58 % pri nižoj dozi odnosno za 79 % i 99 % pri višoj dozi. Vrlo visok negativni potencijal *M. officinalis* i *M. albus* (> 70 %) na duljinu korijena salate primjenom Sandwich metode i Plant Box metode zabilježili su Shinwari i sur. (2013.).

Vrlo visok inhibitorni potencijal imao je ekstrakt vrste *P. oleracea* koji je klijavost, duljinu korijena i izdanka klijanaca smanjio u prosjeku za 40,4 %, 93,6 % i 80,4 %. U pokusu sa zajedničkim klijanjem sjemena Rashidi i sur. (2021.) navode da sjeme *P. oleracea* djeluje negativno na klijavost sjemena graha i luka, dok je negativno djelovanje na duljinu korijena zabilježeno i kod graha, boba i graška.

Prosječno smanjenje klijavosti, duljine korijena i izdanka u tretmanu s vrstom *V. phlomoides* iznosilo je 39,6 %, 67,7 % i 56,1 %. Shinwari i sur. (2013.) također navode značajan inhibitorni potencijal sitnocvjetne divizme (*Verbascum thapsus* L.) koja je duljinu korijena klijanaca salate smanjila za 65 % u odnosu na kontrolu.

Vodeni ekstrakt vrste *P. lanceolata* značajno je smanjio klijavost sjemena i rast klijanaca obje test vrste. U prosjeku je najveći inhibitorni potencijal zabilježen na duljinu korijena klijanaca koja je bila smanjena za 74,1 %. Prema Dietz i sur. (2013.) alelokemikalije prisutne u vodenom ekstraktu *P. lanceolata* smanjuju mineralizaciju dušika u tlu. Primjena vodenog ekstrakta *P. lanceolata* u istraživanju Khan i sur. (2012.) smanjila je klijavost sjemena pšenice i suncokreta



za 10 % odnosno 40 %, te povećala prosječno vrijeme klijanja obje vrste. Značajno smanjenje duljine korijena i izdanka klijanaca sjetvene grbice navode Kato-Noguchi i sur. (2015.) primjenom vodenih metanolnih ekstrakata vrsta *P. major* i *P. asiatica*. Ekstrakti pripremljeni od 17,5 mg i 31,2 mg mase *P. major* po ml inhibirali su za 50 % duljinu korijena i izdanka sjetvene grbice, dok su vrijednosti za *P. asiatica* iznosili 63,5 mg i 72,4 mg po ml. Značajno smanjenje klijavosti, duljine korijena i izdanka *P. oleracea* bilježi Al-obaidi (2020.) primjenom metanolskog i vodenog ekstrakta *P. major*.

Prosječno smanjenje svih mjerenih parametara zabilježeno je i s vodenim ekstraktom *C. intybus*. Prema Shinwari i sur. (2013.) alelopatski potencijal *C. intybus* ovisio je o korištenoj metodi. Smanjenje korijena salate od 53 % zabilježeno je kod Plant Box metode, dok je niži inhibitorni učinak od 26 % i 9 % postignut pri Sandwich metodi i Dish Pack metodi. Vodeni ekstrakt *C. intybus* inhibirao je klijavost i rast klijanaca oštrodakavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) i bijele lobode (*Chenopodium album* L.), dok su suhi biljni ostatci povećali suhu masu korijena i izdanka *A. retroflexus* (Qasem, 2002.).

Iako vodeni ekstrakti vrste *R. austriaca* nisu u prosjeku značajno smanjili klijavost test vrsta, prosječno smanjenje duljine korijena i izdanka klijanaca iznosilo je za 71,1 % i 61,9 %. Šumski grbak (*Rorippa sypvestris* (L.) Besser) i vrsta *R. indica* posjeduju negativni alelopatski utjecaj na rast salate, a iz obje vrste izolirane su potencijalne alelokemikalije kao što su hirsutin, kamelinin, pirokatehol, *p*-hidroksibenzojeva kiselina i vanilična kiselina (Yamane i sur., 1992.a, b).

Alelopatski potencijal vrste *V. grandiflora* ovisio je o test vrsti i mjerenom parametru. U prosjeku je smanjenje klijavosti sjemena iznosilo za 11,5 %, no duljina korijena i izdanka klijanaca smanjenje su za 62,9 % odnosno 46,1 %. Mardani i sur. (2016.) zabilježili su različito alelopatsko djelovanje vrsta iz roda *Vicia*. Značajan negativni utjecaj utvrđen je u tretmanima s listom ptičje grahorice (*V. cracca* S.F. Gray) i listom vrste *V. truncatula* Fischer ex Bieb. koje su duljinu korijena salate smanjile za preko 60 %, zatim *V. nissoliana* L. i *V. abbreviata* Fisch. ex. Spreng. sa smanjenjem od preko 50 %, dok su livadna grahorica (*V. sepium* L.) i *V. tenuifolia* Roth subsp. *subalpina* (Grossh.) A.Zernov smanjile duljinu korijena do 45 % odnosu na kontrolu.

Primjena vodenog ekstrakta *E. cannabinum* je imala slabiji alelopatski utjecaj te je klijavost sjemena u prosjeku smanjena za 7,2 %, dok su duljina korijena i izdanka smanjene za oko 30%. Prema Hong i sur. (2004.) primjena suhe biljne mase *E. cannabinum* u dozi od 2 t/ha smanjila je brojnost korova i suhu masu korova za 51,1 % odnosno 75,8 % u odnosu na kontrolni tretman. Negativno djelovanje vodenih ekstrakata *Eupatorium rugosum* Houtt. na razvoj korijenovih dlačica salate i rotkvice navode Park i sur. (2011.).

Vodeni ekstrakt vrste *P. aviculare* u većini je slučajeva djelovao pozitivno na rast klijanaca test vrsta, te je tako u prosjeku stimulirao duljinu korijena i izdanka za 19,8 % odnosno 51,4 %. Pozitivno djelovanje vodenih ekstrakata moguće je iskoristiti u poljoprivrednoj proizvodnji kao promotore rasta i razvoja usjeva (Farooq i sur., 2013., Baličević i sur., 2018.). Listovi *Polygonum multiflorum* Thunb. u pokusu Fujii et al. (2003.) također su djelovali stimulatивно na duljinu izdanka salate s povećanjem od 34,5 % pri dozi od 10 mg odnosno 16 % pri dozi od 59 mg. S druge strane, smanjenje duljine korijena i izdanka klijanca salate za 43,9 % odnosno 51,2 % utvrdili su Azizi i sur. (2009.) u tretmanu s listom vrste *Polygonum patulum* M. Bieb. Negativno djelovanje vodenih ekstrakata vrste *P. chinense* na klijavost i rast klijanaca salate zabilježili su Lun i sur. (2023.).

Rezultati su pokazali da se pH vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta kretao od 5,26 (*P. aviculare*) do 7,71 (*V. grandiflora* i *M. albus*). pH ekstrakata nije utjecao na inhibitorski potencijal, s obzirom da su ekstrakti iste ili približne pH vrijednosti različito djelovali na test vrste odnosno pH ekstrakata s najvećim inhibitorskim potencijalom je bio različit i iznosio je 7,71, 7,43 i 6,21. Isto navodi i Qasem (2002.) u čijem je istraživanju pH ekstrakata s najvećim inhibitorskim potencijalom iznosio 4,17 i 7,17, a ekstrakti istih pH vrijednosti smanjili su klijavost za 100 % odnosno 14,1 %

Test vrste razlikovale su se u svojoj osjetljivosti na alelopatski potencijal vodenih ekstrakata. Primjerice, vodeni ekstrakt *E. cannabinum* nije djelovao na duljinu korijena rajčice, dok je duljinu korijena salate smanjio za 63,5 % u odnosu na kontrolu. Slično, duljina izdanka rajčice bila je smanjena za 90,2 %, a duljina izdanka salate za 2,8 % u tretmanu s vodenim ekstraktom *P. lanceolata*. U prosjeku je pak rajčica pokazala veću osjetljivost prikom primjene ekstrakata. Klijavost sjemena i duljina izdanka klijanaca rajčice bila je smanjena u prosjeku za 41,8 % i 57,6 %, a salate za 5 % i 33 %. Razlike u osjetljivosti test vrsta zabilježili su i drugi autori.

Baličević i sur. (2018.) istraživali su alelopatski potencijal vrste *Aloe vera* (L.) Burm.f. na klijavost sjemena i rast klijanaca žitarica, industrijskog bilja i povrća te utvrdili da se kao najosjetljivija vrsta izdvojio ječam. Slično navode i Yao i sur. (2018.) u istraživanju alelopatskog potencijal vrste *Iva xanthiifolia* Nutt. na pet vrsta iz porodice Brassicaceae. Izuzev osjetljivosti među vrstama, zabilježene su razlike u osjetljivosti genotipova iste vrste (Treber i sur., 2015.).

Osim biljaka donora i test vrsta, na alelopatski potencijal djeluju brojni drugi čimbenici. Azizi i sur. (2009.) navode da inhibitorni potencijal uvelike ovisi o biljnom dijelu, bilo da se radi o listu ili cvijetu. Prema Ravlić i sur. (2022.) različiti genotipovi suncokreta imaju značajno različito djelovanje na klijavost i rast klijanaca salate. Alelopatski potencijal također može ovisiti i o stanju biljne mase i metodi ekstrakcije (Ravlić, 2015., Shinwari i sur., 2013., Al-obaidi, 2020., Rashidi i sur., 2021.), koncentraciji vodenog ekstrakta odnosno dozi biljne mase (Chang i sur., 2008., Ravlić, 2015., Baličević i sur., 2018., Yao i sur., 2018., Al-obaidi, 2020.), fazi razvoja i rasta biljke donora (Ravlić i sur., 2022.) i drugo.

## 6. Zaključak

Cilj rada bio je utvrditi alelopatski potencijal vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase ruderalnih biljnih vrsta na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate. Na osnovu dobivenih rezultata izvedeni su sljedeći zaključci:

- Vodeni ekstrakti ruderalnih biljnih vrsta imali su statistički značajan inhibitorni i stimulatorni učinak na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate.
- Najveće negativno djelovanje na klijavost sjemena i parametre rasta klijanaca rajčice i salate u prosjeku su imali vodeni ekstrakti *M. albus*, *P. oleraceae* i *V. phlomoides*, dok je pozitivno djelovanje zabilježeno s vodenim ekstraktom *P. aviculare*.
- U prosjeku je klijavost sjemena rajčice i salate bila pod manjim djelovanjem u odnosu na parametre rasta klijanaca.
- Rajčica se pokazala kao osjetljivija vrsta od salate na djelovanje vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta.
- pH vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta kretao se od 5,26 (*P. aviculare*) do 7,71 (*V. grandiflora* i *M. albus*) i nije imao utjecaj na inhibitorni potencijal.

Biljne vrste s visokim negativnim i pozitivnim alelopatskim učinkom potrebno je dodatno istražiti u pokusima s tlom te imaju veliki potencijal za primjenu kao bioherbicidi ili biostimulatori rasta i razvoja usjeva.

## 7. Popis literature

1. Al-obaidi, A. F. (2018.): Phytotoxicity of *Plantago major* extracts on germination and seedling growth of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plant Archives*, 18(2): 1859-1864.
2. Azizi, M., Amini, S., Joharchi, M. R., Oroojalian, F., Baghestani, Z. (2009.): Genetic resources for allelopathic and medicinal plants from traditional Persian experience. Marco Symposium, Mansoon.
3. Bais, H. P., Weir, T. L., Perry, L. G., Gilroy, S., Vivanco, J. M. (2006.): The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*, 57: 233–266.
4. Baličević, R., Ravlić, M., Lucić, K., Tatarević, M., Lucić, P., Marković, M. (2018.): Alelopatijski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. F. na klijavost sjemena i rast klijanaca žitarica, industrijskog bilja i povrća. *Poljoprivreda*, 24(2): 13-19.
5. Baličević, R., Ravlić, M., Živković, T. (2015.): Allelopathic effect of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on crops and weeds. *Herbologia*, 15(1): 19-29.
6. Belz, R. G. (2007.): Allelopathy in crop/weed interactions—an update. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(4): 308-326.
7. Bertin, C., Yang, X., Weston, L. A. (2003.): The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 256: 67–83.
8. Bonanomi, G., Sicurezza, M. G., Caporaso, S., Esposito, A., Mazzoleni, S. (2006.): Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. *New Phytologist*, 169(3): 571-578.
9. Chang, C. I., Tsai, F. J., Chou, C. H. (2008.): Natural products from *Polygonum perfoliatum* and their diverse biological activities. *Natural Product Communications*, 3(9): 1385-1386.
10. Chon, S. U., Jennings, J. A., Nelson, C. J. (2006.): Alfalfa (*Medicago sativa* L.) autotoxicity: Current status. *Allelopathy Journal*, 18(1): 57.
11. Croteau, R., Kutchan, T. M., Lewis, N. G. (2000.): Natural products (secondary

- metabolites). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 24: 1250-1319.
12. Dayan, F. E., Owens, D. K., Duke, S. O. (2012.): Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest Management Science*, 68(4): 519-528.
  13. De Albuquerque, M. B., Santos, R. C., Lima, L. M., Melo Filho, P. A., Nogueira, R. J. M. C., Da Câmara, C. A. G., Ramos, A. R. (2011.): Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31: 379–395.
  14. Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G., Lithourgidis, A.S. (2006.): Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop Science*, 46: 345–352.
  15. Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Gatsis, Th.D., Panou-Pholothou, E., Eleftherohorinos, I.G. (2009.): Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. *Field Crops Research*, 110: 235-241.
  16. Dietz, M., Machill, S., Hoffmann, H.C., Schmidtke, K. (2013.): Inhibitory effects of *Plantago lanceolata* L. on soil N mineralization. *Plant and Soil*, 368: 445–458.
  17. Dixon, R. A., Paiva, N. L. (1995.): Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The plant cell*, 7(7): 1085.
  18. Duke, S. O. (2012.): Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest management science*, 68(4): 505-512.
  19. Duke, S. O., Dayan, F. E., Rimando, A. M., Schrader, K. K., Aliotta, G., Oliva, A., Romagni, J. G. (2002.): Chemicals from nature for weed management. *Weed science*, 50(2): 138-151.
  20. Eichenberg, D., Ristok, C., Kroeber, W., Bruelheide, H. (2014.): Plant polyphenols—implications of different sampling, storage and sample processing in biodiversity-ecosystem functioning experiments. *Chemistry and Ecology*, 30(7): 676-692.
  21. Farooq, M., Bajwa, A. A., Cheema, S. A., & Cheema, Z. A. (2013.): Application of allelopathy in crop production. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(6): 1367-1378.

22. Fujii, Y., Parvez, S. S., Parvez, M. M., Ohmae, Y., Iida, O. (2003.): Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology and Management*, 3(4): 233-241.
23. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, T. H., Hack, H., Stauss, R. (1997.): Use of the extended BBCH scale—general for the descriptions of the growth stages of mono; and dicotyledonous weed species. *Weed research*, 37(6): 433-441.
24. Hong, N.H., Xuan, T.D., Eiji, T., Khanh, T.D. (2004.): Paddy weed control by higher plants from Southeast Asia. *Crop Protection*, 23: 255-261.
25. Iqbal, Z., Hiradate, S., Noda, A., Isojima, S. I., Fujii, Y. (2002.): Allelopathy of buckwheat: assessment of allelopathic potential of extract of aerial parts of buckwheat and identification of fagomine and other related alkaloids as allelochemicals. *Weed Biology and Management*, 2(2): 110-115.
26. Jabran, K. (2017.): *Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control*. SpringerBriefs in Plant Science, Springer International Publishing AG, Switzerland.
27. Kato-Noguchi, H., Hamada, N., Clements, D. R. (2015.): Phytotoxicities of the invasive species *Plantago major* and non-invasive species *Plantago asiatica*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37: 1-8.
28. Khan, R., Khan, M.A., Waqas, M., Haroon, M., Hussain, Z., Khan, N., Ullah, I., Ramzan, M., Bashir, S. (2012.): Bioherbicidal activity of some winter weeds against some crops. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18(4): 561-569.
29. Kobayashi, K. (2004.): Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed biology and management*, 4(1): 1-7.
30. Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., Jiang, D. A. (2010.): Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12): 8933-8952.
31. Lun, T. L., Iwasaki, A., Suenaga, K., Kato-Noguchi, H. (2023.): Isolation and Identification of Plant-Growth Inhibitory Constituents from *Polygonum chinense* Linn and Evaluation of Their Bioherbicidal Potential. *Plants*, 12(7): 1577.
32. Macías, F. A., Oliveros-Bastidas, A., Marin, D., Castellano, D., Simonet, A. M.,

- Molinillo, J. M. G. (2005.): Degradation studies on benzoxazinoids. soil degradation dynamics of (2R)-2-O-beta-D-glucopyranosyl-4-hydroxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIBOA-Glc) and its degradation products, phytotoxic allelochemicals from gramineae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 554–561.
33. Marchese, J. A., Figueira, G. M. (2005.): O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais aromáticas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 7: 86–96.
  34. Mardani, H., Kazantseva, E., Onipchenko, V., Fujii, Y. (2016.): Evaluation of allelopathic activity of 178 Caucasian plant species. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(1), 75-81.
  35. Meiners, S. J., Kong, C. H., Ladwig, L. M., Pisula, N. L., Lang, K. A. (2012.): Developing an ecological context for allelopathy. *Plant Ecology*, 213: 1221–1227.
  36. Molisch, H. (1937.): Einfluss einer pflanze auf die andere, allelopathie. *Nature*, 141: 493.
  37. Norsworthy, J. K. (2003.): Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*) 1. *Weed Technology*, 17(2): 307-313.
  38. Olofsdotter, M., Jensen, L. B., Courtois, B. (2002.): Improving crop competitive ability using allelopathy—an example from rice. *Plant Breeding*, 121(1): 1-9.
  39. Park, K.A., Shim, K.C., Kil, J.H., Yeau, S.H. (2011.): Allelopathic effects of aqueous extracts from *Eupatorium rugosum* Houtt. and *Erigeron annuus* L. on radicles growth of *Lactuca sativa* and *Raphanus raphanistroides*. *Allelopathy Journal*, 27(1): 65-73.
  40. Qasem, J.R. (2002.): Allelopathic effects of selected medicinal plants on *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium murale*. *Allelopathy Journal*, 10(2): 105-122.
  41. Radosevich, S. R., Holt, J. S., Ghersa, C. (2007.): Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. New York: Wiley; p. 454.
  42. Rashidi, S., Reza Yousefi, A., Goicoechea, N., Pouryousef, M., Moradi, P., Vitalini, S., Iriti, M. (2021.): Allelopathic Interactions between Seeds of *Portulaca oleracea*



- L. and Crop Species. Applied Sciences, 11(8): 3539.
43. Ravlić, M., Markulj Kulundžić, A., Baličević, R., Marković, M., Viljevac Vuletić, M., Kranjac, D., Sarajlić, A. (2022.): Allelopathic Potential of Sunflower Genotypes at Different Growth Stages on Lettuce. Applied Sciences, 12(24): 12568.
  44. Ravlić, M. (2015.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
  45. Ravlić, M., Baličević, R., Lončar, M. (2017.): Procjena alelopatskog utjecaja vrste *Aloe vera* (L.) Burm.f. na klijavost i rast matovilca i mrkve. U: Agriculture in nature and environment protection, Mijić, P., Ranogajec, Lj. (ur.), Osijek: Glas Slavonije, pp. 158 - 162.
  46. Rice, E. L. (1984.): Allelopathy, 2nd ed.; Academic Press: Orlando, FL, USA, pp. 1–422.
  47. Rizvi, S. H., Haque, H., Singh, U. K., Rizvi, V. (1992.): A discipline called allelopathy. U: Rizvi, S. J. H., Rizvi, H. (ur.). Allelopathy: basic and applied aspects. London: Chapman & Hall; p. 1–10.
  48. Seigler, D. S. (1996.): Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. Agronomy Journal, 88(6): 876-885.
  49. Shinwari, M.I., Shinwari, M.I., Fujii, Y. (2013.): Allelopathic evaluation of shared invasive plants and weeds of Pakistan and Japan for environmental risk assessment. Pakistan Journal of Botany, 45(S1): 467-474.
  50. Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001.): Allelopathy in agroecosystems: an overview. Journal of Crop Production, 14(4): 1-42.
  51. Souto, X. C., González, L., Reigosa, M. J. (1990.): Preliminary study of the allelopathic potential of twelve weed species. Actas de la Reunión de la Sociedad Española de Malherbología, 199-206.
  52. Takahashi, Y., Saitoh, S., Otani, I., Uozumi, S., Hagino, K., Igarashi, R. (1995.): Studies on allelopathic interactions among some grassland species. 6. Screening of

- allelopathic activities from native grassland species by using the lettuce seed bioassay with the plant shoot extracts. *Japanese Journal of Grassland Science*, 41(3): 232-239.
53. Treber, I., Baličević, R., Ravlić, M. (2015.): Assessment of allelopathic effect of pale persicaria on two soybean cultivars. *Herbologia*, 15(1): 31-38.
  54. Trezzi, M.M., Vidal, R.A., Dick, D.P., Peralba, M.C.R., Kruse, N.D. (2006.): Sorptive behavior of sorgoleone in ultisol in two solvent systems and determination of its lipophilicity *Journal of Environmental Science and Health, Part B - Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 41: 345–356.
  55. Wakjira, M., Berecha, G., Bulti, B. (2005.): Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* extracts on seed germination and seedling growth of lettuce. *Tropical Science*, 45(4): 159-162.
  56. 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): 1325-1330.
  57. Wink, M. (2010.): Introduction: biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. U: *Annual plant reviews, Volume 40: Biochemistry of plant secondary metabolism*, Second Edition, Wink, M. (ur.), Blackwell Publishing Ltd, pp. 1-19.
  58. Yamane, A., Fujikura, J., Ogawa, H., Mizutani, J. (1992.a): Isothiocyanates as allelopathic compounds from *Rorippa indica* Hiern. (Cruciferae) roots. *Journal of chemical ecology*, 18: 1941-1954.
  59. Yamane, A., Nishimura, H., Mizutani, J. (1992.b): Allelopathy of yellow fieldcress (*Rorippa sylvestris*): Identification and characterization of phytotoxic constituents. *journal of Chemical Ecology*, 18: 683-691.
  60. Yao, S., Li, F., Peng, L., Feng, X., Dong, J., Feng, Z., Zhang, J., Zhao, Q., Feng, S., Xu, Y., Hu, B. (2018.): A study of the allelopathic effect of extracts from different parts of *Iva xanthiifolia* on five *Brassicaceae* species. *Acta Prataculturae Sinica*, 27(9), 56-66.
  61. Zeng, R. S., Mallik, A. U., Luo, S. M. (2008.): Allelopathy in forested ecosystems.

U: Zeng, R. S., Mallik, A. U. and Luo, S. M. (ur.), Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry, Springer, New York, 363-377.

## 7. Sažetak

Cilj rada bio je istražiti alelopatski potencijal ruderalnih biljnih vrsta na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate. Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase u koncentraciji od 5 % testirani su u kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Rezultati istraživanja pokazali su da sve vrste posjeduju alelopatsko djelovanje, a prema prosječnom inhibitornom potencijalu mogu se rangirati od najveće do najmanje kako slijedi: *Melilotus albus*, *Portulaca oleracea*, *Verbascum phlomoides*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Rorippa austriaca*, *Vicia grandiflora*, *Eupatorium cannabinum* i *Polygonum aviculare*. Vodeni ekstrakt *M. albus* pokazao je najveće negativno djelovanje te je klijavost, duljinu korijena i izdanka u prosjeku smanjio za 43,9 %, 93 % i 89,4 %. Vodeni ekstrakt *P. oleracea* pokazao je značajan stimulatorni utjecaj na obje test vrste. pH vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta kretao se od 5,26 (*P. aviculare*) do 7,71 (*V. grandiflora* i *M. albus*), i nije utjecao na njihov inhibitorni potencijal.

**Ključne riječi:** alelopatija, vodeni ekstrakti, ruderalne biljne vrste, inhibicija, biološka kontrola

## 8. Summary

The aim of the work was to investigate the allelopathic potential of ruderal plant species on seed germination and seedlings growth of tomato and lettuce. Water extracts from dry above-ground biomass in concentration of 5% were tested under controlled laboratory conditions. The research results showed that all species had an allelopathic effect, and according to the average inhibitory potential can be ranked from the highest to the lowest as follows: *Melilotus albus*, *Portulaca oleracea*, *Verbascum phlomoides*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Rorippa austriaca*, *Vicia grandiflora*, *Eupatorium cannabinum* and *Polygonum aviculare*. The water extract of *M. albus* showed the greatest negative effect and reduced germination, root and shoot length by 43.9%, 93% and 89.4% on average. Water extract of *P. oleracea* showed a significant stimulatory effect on both test species. The pH of water extracts of ruderal plant species ranged from 5.26 (*P. aviculare*) to 7.71 (*V. grandiflora* and *M. albus*), and did not affect their inhibitory potential.

**Key words:** allelopathy, water extracts, ruderal plant species, inhibition, biological control

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijek

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

Alelopatski potencijal ruderalnih biljnih vrsta

Zvonimir Lišnić

## Sažetak

Cilj rada bio je istražiti alelopatski potencijal ruderalnih biljnih vrsta na klijavost sjemena i rast klijanaca rajčice i salate. Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase u koncentraciji od 5 % testirani su u kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Rezultati istraživanja pokazali su da sve vrste posjeduju alelopatsko djelovanje, a prema prosječnom inhibitorskom potencijalu mogu se rangirati od najveće do najmanje kako slijedi: *Melilotus albus*, *Portulaca oleracea*, *Verbascum phlomoides*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Rorippa austriaca*, *Vicia grandiflora*, *Eupatorium cannabinum* i *Polygonum aviculare*. Vodeni ekstrakt *M. albus* pokazao je najveće negativno djelovanje te je klijavost, duljinu korijena i izdanka u prosjeku smanjio za 43,9 %, 93 % i 89,4 %. Vodeni ekstrakt *P. oleracea* pokazao je značajan stimulatorski utjecaj na obje test vrste. pH vodenih ekstrakata ruderalnih biljnih vrsta kretao se od 5,26 (*P. aviculare*) do 7,71 (*V. grandiflora* i *M. albus*), i nije utjecao na njihov inhibitorski potencijal.

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

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

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 13

**Broj tablica:** -

**Broj literaturnih navoda:** 61

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** alelopatija, vodeni ekstrakti, ruderalne biljne vrste, inhibicija, biološka kontrola

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

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

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

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

**Graduate thesis**

Allelopathic potential of ruderal plant species

Zvonimir Lišnić

### **Abstract**

The aim of the work was to investigate the allelopathic potential of ruderal plant species on seed germination and seedlings growth of tomato and lettuce. Water extracts from dry above-ground biomass in concentration of 5% were tested under controlled laboratory conditions. The research results showed that all species had an allelopathic effect, and according to the average inhibitory potential can be ranked from the highest to the lowest as follows: *Melilotus albus*, *Portulaca oleracea*, *Verbascum phlomoides*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Rorippa austriaca*, *Vicia grandiflora*, *Eupatorium cannabinum* and *Polygonum aviculare*. The water extract of *M. albus* showed the greatest negative effect and reduced germination, root and shoot length by 43.9%, 93% and 89.4% on average. Water extract of *P. oleracea* showed a significant stimulatory effect on both test species. The pH of water extracts of ruderal plant species ranged from 5.26 (*P. aviculare*) to 7.71 (*V. grandiflora* and *M. albus*), and did not affect their inhibitory potential.

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

**Mentor:** PhD Renata Baličević, Full Professor

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 13

**Number of tables:** -

**Number of references:** 61

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** allelopathy, princess tree (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.), lettuce, water extracts, plant residues

**Thesis defended on date:**

### **Reviewers:**

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

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