

# Herbicidni potencijal invazivnih biljnih vrsta na Teofrastov mračnjak ( *Abutilon theophrasti* Medik )

---

Žaper, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:749948>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



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**

Marko Žaper

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**HERBICIDNI POTENCIJAL INVAZIVNIH BILJNIH VRSTA NA TEOFRASTOV  
MRAČNJAK (*Abutilon theophrasti* Medik.)**

Diplomski rad

**Osijek, 2024.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marko Žaper

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**HERBICIDNI POTENCIJAL INVAZIVNIH BILJNIH VRSTA NA TEOFRASTOV  
MRAČNJAK (*Abutilon theophrasti* Medik.)**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2024.**

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj rada.....	4
2. Pregled literature .....	5
3. Materijal i metode .....	9
3.1. Prikupljanje biljne mase .....	9
3.2. Priprema vodenih ekstrakata .....	9
3.3. Test vrsta .....	10
3.4. Pokus.....	10
3.5. Prikupljanje i statistička obrada podataka .....	11
4. Rezultati .....	13
4.1. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) .....	13
4.2. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.).....	15
4.3. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.).....	17
4.4. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na svježju masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.).....	19
4.5. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) .....	21
5. Rasprava.....	23
6. Zaključak.....	26
7. Popis literature .....	27
8. Sažetak .....	32
9. Summary .....	33
10. Popis slika .....	34
11. Popis grafikona.....	35

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Alelopatija je biološki fenomen prilikom kojega biljke u okoliš ispuštaju kemijske spojeve (alelokemikalije) koji djeluju izravno ili neizravno, pozitivno ili negativno na rast i razvoj drugih vrsta (Rice, 1984., Cheng i Cheng, 2015.). Biljke proizvode alelokemikalije u svim biljnim organima, korijenu, listovima, stabljici, kori, plodovima i sjemenu, a u okoliš se oslobađaju korijenovim eksudatima, ispiranjem, isparavanjem i razgradnjom biljnih ostataka (Putnam i Tang, 1986.). Alelokemikalije nisu neophodne za pravilan rast i razvoj biljaka, te su najčešće sekundarni metaboliti koji pripadaju različitim kemijskim skupinama poput fenola, flavonoida, kumarina, terpena, kvinina, tanina, i masnih kiselina (Weir i sur., 2004., Li i sur., 2010.)

Alelokemikalije imaju mogućnost primjene kao prirodni herbicidi (bioherbicidi) s obzirom da pokazuju značajno negativno djelovanje na klijavost, rast i razvoj korovnih vrsta (Singh i sur., 2001.). Prednost alelokemikalija je u tome što su biorazgradive, imaju kratku perzistentnost u okolišu, nisku toksičnost, te posjeduju različite mehanizme djelovanja (Caser i sur., 2020., Šćepanović i sur., 2023.). Alelopatija se stoga nameće kao alternativna metoda suzbijanja korova čijom se primjenom može smanjiti uporaba kemijskih herbicida, a time negativne posljedice kao što su pojava rezistentnosti korovnih vrsta i rezidua herbicida u hrani i okolišu (Macías i sur., 2003., Farooq i sur., 2011.).

Brojne biljne vrste sadrže biološki aktivne komponentne koje se mogu primijeniti u suzbijanju korova. Vrste iz porodice Brassicaceae bogate su glukozinolatima koji pokazuju herbicidna svojstva (Šćepanović i sur., 2023.). Primjerice, značajan negativni potencijal na korovnu vrstu pelinolisni limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) imaju bijela gorušica (*Sinapis alba* L.), rotkvica (*Raphanus sativus* L.) i sjetveni podlanak (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) (Šćepanović i sur., 2021.). Alelopatsko djelovanje ljekovitih i aromatičnih vrsta također je zabilježeno u brojnim istraživanjima (Ravlić, 2015., Mirmostafae i sur., 2021., Sadeqifard i sur., 2022.). S obzirom da alelopatija igra ključnu ulogu pri širenju nekih invazivnih vrsta (Kazinczi i sur., 2013.), njihovo alelopatsko djelovanje pruža mogućnost primjene u zaštiti bilja. Prema Ni i sur. (2012.) od 33 izrazito invazivne biljne vrste, čak njih 25 ima znatan alelopatski potencijal.

Kiseli ruj (*Rhus typhina* L.) (slika 1) listopadna je drvenasta biljka ili grm visine od 5 do 10 metara. Pripada rodu *Rhus* koji obuhvaća oko 250 vrsta unutar porodice Anacardiaceae. Korijenov sustav ove vrste je plitak i širok, te ima veliku energiju tjeranja izdanaka. Listovi

su neparno perasti, dugi do 50 cm, a sastoje se od 9 do 31 listića. Tamnozeleno su boje, dok u jesen poprime najprije narančastu, a zatim crvenu boju. Cvjetovi su jednospolni skupljeni u metlice, dužine od 15 do 20 cm, a cvatu od svibnja do srpnja. Plodovi su crvene, dlakave, jednosjemene koštunice, veličine od 3 do 5 mm koje dozrijevaju u ljeto i jesen. Kiseli ruj (*R. typhina*) je porijeklom iz istočnih dijelova Sjeverne Amerike, a raširen je po čitavom svijetu. S obzirom da lako klija, brzo raste te može potisnuti ili smanjiti brojnost drugih vrsta, smatra se invazivnom vrstom. Raste pojedinačno ili u gustim nasadima, uz obale rijeka i potoka, rubnim područjima šuma i šikara, uz naselja, na zapuštenim površinama i smetlištima. Uzgaja se često kao ukrasna vrsta. Raste na sunčanim i polusjenovitim staništima. Nema velike zahtjeve za tlom, iako preferira umjereno kisela tla, suha i prozračna s umjerenom količinom humusa (USDA-NRCS, 2009., Wang i sur., 2017., Samardić i Galić, 2019.).



Slika 1. Kiseli ruj (*R. typhina*) (<https://www.agroTV.net/kiseli-ruj/>)

Žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) (slika 2) je listopadno drvo koje može narasti od 30 do 35 metara. Pripada rodu *Ailanthus* koji obuhvaća oko 15 vrsta unutar porodice Simaroubaceae. Kora je glatka, sive boje sa bijelim šarama, a starenjem puca. Listovi pajasena su dugi do 90 cm, neparno perasti, s listićima na kratkim peteljka, s

našiljenog vrha. Cvjetovi su jednospolni, sitni i žućkastozelene, a kasnije blijedo crvene boje. Cvijet je skupljen u obliku metlica dugih do 25 cm. Plod je dužine do 5 cm, sazrijeva krajem rujna do početka listopada, svijetlosmeđe je boje, skupljen u grozdove, a rasprostranjuje se vjetrom. Žljezdasti pajasen (*A. altissima*) se dobro prilagođava širokom rasponu tala, i iako mu odgovaraju toplija staništa, prilagođava se mnogim različitim klimatskim uvjetima. Podnosi dobro velik raspon oborinskih režima, a otporan je i na zagađen zrak. Raste na ruderalnim staništima, uz pruge, prometnice, ograde, uz rubove šuma i na šumskim čistinama. Žljezdasti pajasen (*A. altissima*) podrijetlom je iz Kine odakle se proširio po cijelom svijetu. Smatra se jednom od najinvazivnijih biljnih vrsta na svijetu zbog brzog rasta, sposobnosti vegetativnog širenja korijenovim izbojima koji ostvaruju gusti sklop biljka te razmnožavanja sjemenom (Samardić i Galić, 2019., Soler i Izquierdo, 2024.).



Slika 2. Žljezdasti pajasen (*A. altissima*)  
(<https://www.agroportal.hr/najnovije/30931>)

U Republici Hrvatskoj, žljezdasti pajasen (*A. altissima*) rasprostranjen je u svim županijama i Gradu Zagrebu. U kontinentalnom dijelu invazivno se širi u pojedinim područjima, dok je u obalnom dijelu vrlo agresivna vrsta te često formira monokulturu i smanjuje bioraznolikost (Novak i Novak, 2017.).

### **1.1. Cilj rada**

Cilj rada bio je utvrditi herbicidni potencijal vodenih ekstrakata pripremljenih od biljne mase kiselog ruja (*R. typhina*) i žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na klijavost sjemena i početni rast klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*).



## 2. PREGLED LITERATURE

Razlike u alelopatskom djelovanju vodenih ekstrakata listova invazivne vrste kiseli ruj (*R. typhina*) i autohtone vrste metličaste kelreuterije (*Koelreuteria paniculata* Laxm) na salatu (*Lactuca sativa* L.) istraživali su Xu i sur. (2023.). Rezultati su pokazali da obje vrste imaju značajno inhibitorno djelovanje na klijavost sjemena i rast klijanaca salate, no kiseli ruj (*R. typhina*) posjeduje jače negativno djelovanje na fotosintetsku površinu, kompetitivnu sposobnost biljke i sadržaj vode u biljkama. Zhong i sur. (2023.) također navode da se alelopatski potencijal kiselog ruja (*R. typhina*) pojačava uslijed sušnog stresa.

Wang i sur. (2017.) proučavali su razlike u alelopatskom potencijalu zelenih i crvenih listova kiselog ruja (*R. typhina*) na salatu (*L. sativa*). Rezultati su pokazali da je koncentracija klorofila i dušika u listovima, svježja i suha masa pojedinačnih listova i debljina zelenih listova bila viša nego kod crvenih listova, dok su specifična lisna površina i sadržaj vlage bili manji. Autori su također utvrdili značajno veći inhibitorni potencijal crvenih listova koji objašnjavaju većom količinom sekundarnih metabolita u starijem lišću.

Ekstrakt korijena kiselog ruja (*R. typhina*) prema Qu i sur. (2021.) inhibira rast visoke kadifice (*Tagetes erecta* L.) te mikrobiološku aktivnost tla. S povećanjem koncentracije ekstrakata uvećao se i negativni učinak na visinu biljaka, duljinu korijena i ukupnu masu biljaka.

Zhang i sur. (2024.) istraživali su alelopatski potencijal korijena, kore i lista kiselog ruja (*R. typhina*) na klijavost i rast bijele djeteline (*Trifolium repens* L.), trstaste vlasulje (*Festuca arundinacea* Schreb.) i višegodišnjeg ljulja (*Lolium perenne* L.). Alelopatski potencijal svih vodenih ekstrakata ovisio je o koncentraciji, biljnom dijelu, te test vrsti. Klijavost i rast bijele djeteline (*T. repens*) potpuno su inhibirani u svim tretmanima. Ekstrakti lista pokazali su najveće negativno djelovanje, dok je se kao najmanje osjetljiva vrsta izdvojila trstasta vlasulja (*F. arundinacea*).

Elisovetcaia i sur. (2024.) istraživali su alelopatski potencijal žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na klijavost sjemena i duljinu korijena i izdanka klijanaca rajčice (*Solanum lycopersicum* L.). Vodeni ekstrakti listova prikupljenih u dva različita roka tijekom vegetacije i sjemena žljezdastog pajasena testirani su u tri različite koncentracije (5, 10 i 15 mg/ml). Više koncentracije svih vodenih ekstrakata pokazale su jače inhibitorno djelovanje na sve mjerene parametre. Zabilježene su razlike u djelovanju među različitim biljnim

dijelovima žljezdastog pajasena (*A. altissima*), te između listova prikupljenih u različito vrijeme tijekom vegetacije.

Alelopatski potencijal žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na pšenicu (*Triticum aestivum* L.) proučavali su Ullah i sur. (2020.). U laboratorijskom pokusu istražen je učinak vodenih ekstrakata od svježih i suhih listova ekstrahiranih tijekom 24 h, 48 h i 72 h. Povećanjem koncentracije povećavalo se i negativno djelovanje na klijavost, te duljinu korijena i izdanka pšenice (*T. aestivum*). U prosjeku, ekstrakti od suhih listova žljezdastog pajasena (*A. altissima*) imali su veće inhibitorno djelovanje. Svi ekstrakti, neovisno o duljini ekstrakcije, su pokazali negativan učinak.

Utjecaj vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na rast bijele gorušice (*S. alba*) i uljane repice (*Brassica napus* L.) proučavali su Bostan i sur. (2014.). Vodeni ekstrakti kore i lista žljezdastog pajasena (*A. altissima*) potpuno su inhibirali (100 %) klijavost i rast obje test vrste.

Small i sur. (2010.) istražili su alelopatski utjecaj rizosfernog tla žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na autohtonu vrstu *Verbesina occidentalis* (L.) Walter te stranu invazivnu vrstu *Dipsacus fullonum* L. Klijavost sjemena vrste *V. occidentalis* te visina biljaka, broj listova i rast korijena bili su značajno manji u tretmanima s tlom u kojem je rastao žljezdasti pajasen (*A. altissima*) u odnosu na kontrolno tlo. S druge strane, niti klijavost niti jedan parametar rasta vrste *D. fullonum* nije bio inhibiran u rizosfernom tlu žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

Novak (2019.) istražuje alelopatski i herbicidni potencijal vodenog ekstrakata žljezdastog pajasena (*A. altissima*) i iz njega izolirane alelokemikalije ailantona na kukuruz (*Zea mays* L.) te korovne vrste oštrodlakavi šćir (*Amaranthus retroflexus* L.) i muhar (*Setaria pumila* (Poir.) Schult.). Vodeni ekstrakt korijena žljezdastog pajasena (*A. altissima*) i vodena otopina ailantona u različitim koncentracijama testirani su prije nicanja u Petrijevim zdjelicama na filter papiru te nakon nicanja u posudama sa supstratom. Inhibitorni potencijal ovisio je o test vrsti, načinu primjene te koncentraciji. Test vrste pokazale su razliku u svojoj osjetljivosti na vodeni ekstrakt korijena i vodenu otopinu ailantona, a oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*) se pokazao kao najosjetljiviji.

Novak i Novak (2019.) utvrdili su alelopatski potencijal vodene otopine korijena mladih biljaka žljezdastog pajasena (*A. altissima*) i izoliranog ailantona na početni porast koštana (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.). Autori navode da je vodena otopina izoliranog

ailantona smanjila klijavost koštana (*E. crus-galli*) od 42 % do 100 %, duljinu izdanka od 78,4 % do 100 %, dok je duljina korijena bila inhibirana pri svim istraživanim koncentracijama. Slične rezultate autori navode i za vodenu otopinu korijena, no naglašavaju da je kompleks alelokemikalija iz vodene otopine korijena imao kod većine mjerenih parametara jače inhibitorno djelovanje u odnosu na vodenu otopinu izoliranog ailantona. Novak i sur. (2021.) također su utvrdili da vodena otopina ailantona ima manje negativno djelovanje na klijanje i rast korova i usjeva u odnosu na vodenu otopinu korijena i vodenu otopinu korijena bez ailantona.

Prema Novak i sur. (2018.), osim žljezdastog pajasena (*A. altissima*) i druge invazivne segetalne i ruderalne vrste pokazuju značajan alelopatski potencijal na usjeve. Autori navode pelinolisni limundžik (*A. artemisiifolia*), bijeli kužnjak (*Datura stramonium* L.), japanski dvornik (*Reynoutria japonica* Houtt.), amorfu (*Amorpha fruticosa* L.), i veliku zlatnicu (*Solidago gigantea* Aiton) kao vrste s izrazitim inhibitornim potencijalom.

Alelopatski potencijal suhog lista vrste carske paulovnije (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) na klijavost sjemena i početni rast klijanaca dvije sorte radiča istražen je u pokusu Witovsky (2020.). Vodeni ekstrakti u koncentracijama od 2,5 %, 5 %, 7,5 % i 10 % statistički su značajno utjecali na klijavost sjemena, duljinu korijena i izdanka, i svježiu i suhu masu klijanaca obje sorte radiča, posebice pri porastu koncentracije. Biljni ostatci u posudama sa supstratom u dozama od 10 i 20 g/kg tla smanjili su nicanje klijanaca obje sorte radiča.

Baličević i sur. (2015.) proveli su pokus kako bi utvrdili alelopatski i herbicidni potencijal invazivne vrste velike zlatnice (*S. gigantea*) na klijavost sjemena i početni rast tri usjeva (mrkva, ječam, korijander) te dvije korovne vrste, oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*) i Teofrastov mračnjak (*A. theophrasti*). U laboratorijskim pokusima testiran je vodeni ekstrakt od suhe nadzemne mase velike zlatnice (*S. gigantea*) u različitim koncentracijama. U pokusu u Petrijevim zdjelicama, klijavost sjemena i rast klijanaca usjeva bila je inhibirana i do 75 %, posebice pri najvišoj koncentraciji od 10 %. Klijavost korovnih vrsta bila je smanjena do 71,8 % odnosno 97,4 %. Vodeni ekstrakti imali su slabije negativno djelovanje pri primijeni u posude s tlom. Kao najosjetljivija vrsta na vodene ekstrakte pokazala se korovna vrsta oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*).

Ravlić i sur. (2015.) istraživali su alelopatsko djelovanje velike zlatnice (*S. gigantea*) na klijavost sjemena i početni rast klijanaca pšenice i korovne vrste bezmirisne kamilice (*Tripleurospermum inodorum* (L.) C.H.Schultz). Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne u tri

koncentracije (1 %, 5 % i 10 %) testirani su u Petrijevim zdjelicama i u posudama s tlom. Zabilježen je neznatan utjecaj na klijavost sjemena test vrsta, dok su duljina korijena i izdanka te svježa masa značajno smanjene u pokusu s Petrijevim zdjelicama. Primjena vodenih ekstrakata u posude s tlom rezultirala je smanjenjem duljine korijena pšenice za 13,1 %, te smanjenjem nicanja bezmirisne kamilice (*T. inodorum*) za 49 % u odnosu na kontrolni tretman.

Butcko i Jansen (2002.) navode da listovi i korijen/rizomi kanadske zlatošipke (*Solidago canadensis* L.) posjeduju alelopatski potencijal na rotkvicu (*R. sativus*) i salatu (*L. sativa*). Ekstrakti lista imali su veće negativno djelovanje te su inhibirali klijavost sjemena i rast klijanaca, dok su ekstrakti korijena/rizoma djelovali samo na duljinu korijena klijanaca.

Alelopatski potencijal suhих biljnih ostataka pelinolisnog limundžika (*A. artemisiifolia*) na usjeve i korove istraživali su Vidotto i sur. (2013.). Kao test vrste u pokusu je korišteno sjeme kukuruza, salate, lucerne, ječma, pšenice i rajčice, te sjeme koštana (*E. crus-galli*), crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L.), tušta (*Portulaca oleracea* L.), i svračice (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.). Biljni ostatci nisu utjecali na nicanje usjeva, ali su značajno inhibirali duljinu korijena i izdanka klijanaca rajčice i salate. Značajno smanjenje nicanja zabilježeno je i za svračicu (*D. sanguinalis*), dok je u najvećoj mjeri smanjen korijen crne pomoćnice (*S. nigrum*).

### 3. MATERIJAL I METODE

Pokus je proveden tijekom 2023./2024. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju (Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek), kako bi se utvrdio herbicidni potencijal listova kiselog ruja (*R. typhina*) i žljezdastog pajasena (*A. altissima*) na klijavost sjemena i rast klijanaca korovne vrste Teofrastov mračnjak (*A. theophrasti*).

#### 3.1. Prikupljanje biljne mase

Tijekom 2022. godine prikupljeni su listovi invazivnih vrsta kiseli ruj (*R. typhina*) i žljezdasti pajasen (*A. altissima*). Listovi su osušeni, samljeveni u sitni prah te čuvani u zamrzivaču do izvedbe pokusa (slika 3).



Slika 3. Suhi biljni materijal listova kiselog ruja (*R. typhina*) i žljezdastog pajasena (*A. altissima*) (Žaper, M.)

#### 3.2. Priprema vodenih ekstrakata

Vodeni ekstrakti od suhih listova kiselog ruja (*R. typhina*) i žljezdastog pajasena (*A. altissima*) pripremljeni su prema Norsworthy (2003.), uz modifikacije. Vodeni ekstrakti dobiveni su potapanjem 5 g suhog biljnog materijala u 100 ml destilirane vode. Obje smjese stavljene su na ekstrakciju tijekom 24 sata na sobnoj temperaturi. Smjese su nakon ekstrakcije filtrirane kroz muslin pri čemu su uklonjene grube čestice, a zatim kroz filter papir kako bi se dobili vodeni ekstrakti koncentracije 5 %. Daljnjim razrjeđivanjem 5 %

vodenih ekstrakata destiliranom vodom pripremljeni su vodeni ekstrakti koncentracije 2,5 % i 1 %. Ekstrakti su do izvođenja pokusa čuvani u hladnjaku na temperaturi od 4 °C.

### 3.3. Test vrsta

Sjeme Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) korišteno je kao test vrsta u pokusu (slika 4). Sjeme je prikupljeno 2014. na području Osječko-baranjske županije. Nakon što je prosušeno i na sobnoj temperaturi očišćeno, sjeme je čuvano na hladnom i suhom mjestu do pokusa. Prije provođenja pokusa procijenjena je klijavost sjemena, a utvrđen je zadovoljavajući postotak ukupne klijavosti. Prije izvođenja pokusa sjeme je površinski dezinficirano s 1% NaOCl u trajanju od 20 minuta, te isprano nakon toga tri puta destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

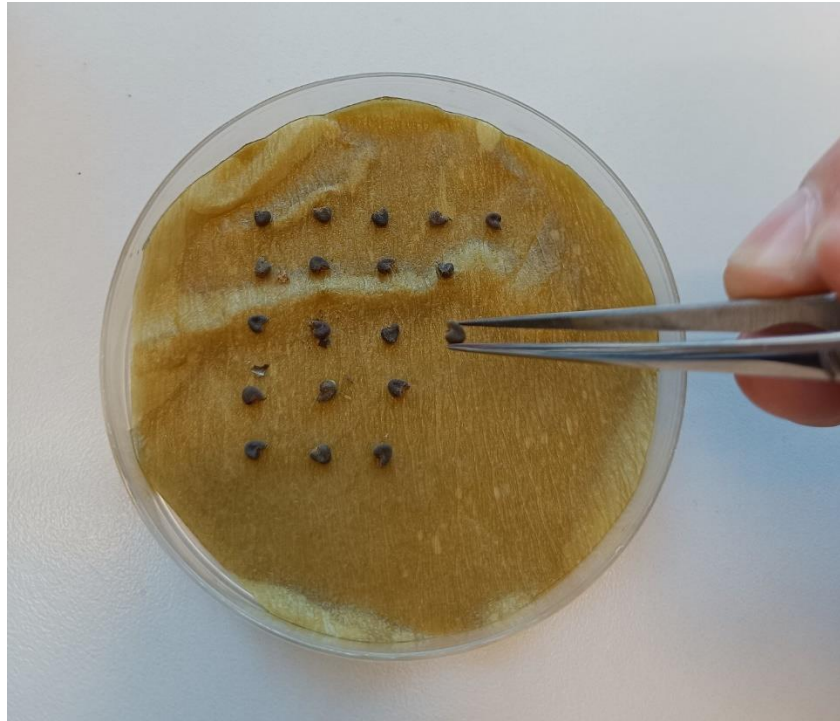


Slika 4. Sjeme Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) (Žaper, M.)

### 3.4. Pokus

Laboratorijski pokus proveden je u kontroliranim uvjetima u Petrijevim zdjelicama. Pokus je postavljen prema shemi slučajnog plana s tretmanima u šest repeticija. Filter papir navlažen je s 4 ml ekstrakta različitih koncentracija, dok je u kontrolnom tretmanu aplicirana destilirana voda. U Petrijeve zdjelice nakon toga stavljeno je po 25 sjemenki korova (slika

5). U svaku Petrijevu zdjelicu nakon četiri dana dodan je ekstrakt/destilirana voda u količini od 2 ml kako se klijanci ne bi isušili. Sjeme Teofrastovog mračnjaka klijalo je pri temperaturnom režimu 30/20 °C (svjetlo/tama, 12/12 sati) tijekom 10 dana.

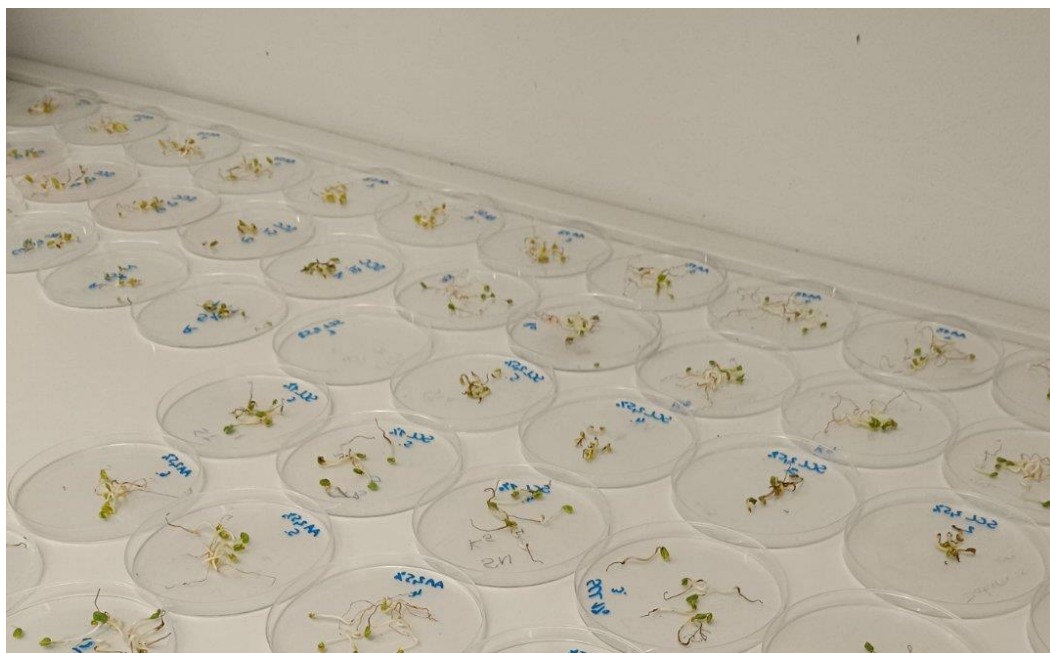


Slika 5. Postavljanje pokusa (Žaper, M.)

### 3.5. Prikupljanje i statistička obrada podataka

Herbicidno djelovanje vodenih ekstrakta invazivnih biljnih vrsta utvrđeno je mjerenjem sljedećih parametara (slika 6):

1. ukupna klijavost (%);  $K$  (klijavost) =  $(\text{broj klijavih sjemenki} / \text{ukupan broj sjemenki}) \times 100$ ;
2. duljina korijena klijanaca (cm); izmjerena milimetarskim papirom;
3. duljina izdanka klijanaca (cm); izmjerena milimetarskim papirom;
4. svježa masa klijanaca (mg); izmjerena elektroničkom vagom (0,0001 g);
5. suha masa klijanaca (mg); izmjerena elektroničkom vagom (0,0001 g).



Slika 6. Mjerenje svježe mase klijanaca (Žaper, M.)

Suha masa klijanaca mjerena je nakon sušenja klijanaca iz svakog tretmana i ponavljanja u sušioniku pri konstantnoj temperaturi od 90 °C tijekom 72 sata.

Rezultati pokusa obrađeni su računalno u programu Excel s ciljem dobivanja srednjih vrijednosti svakog pojedinog mjerenog parametra. Podatci su nakon toga analizirani statistički analizom varijance (ANOVA). Razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini  $p < 0,05$ .

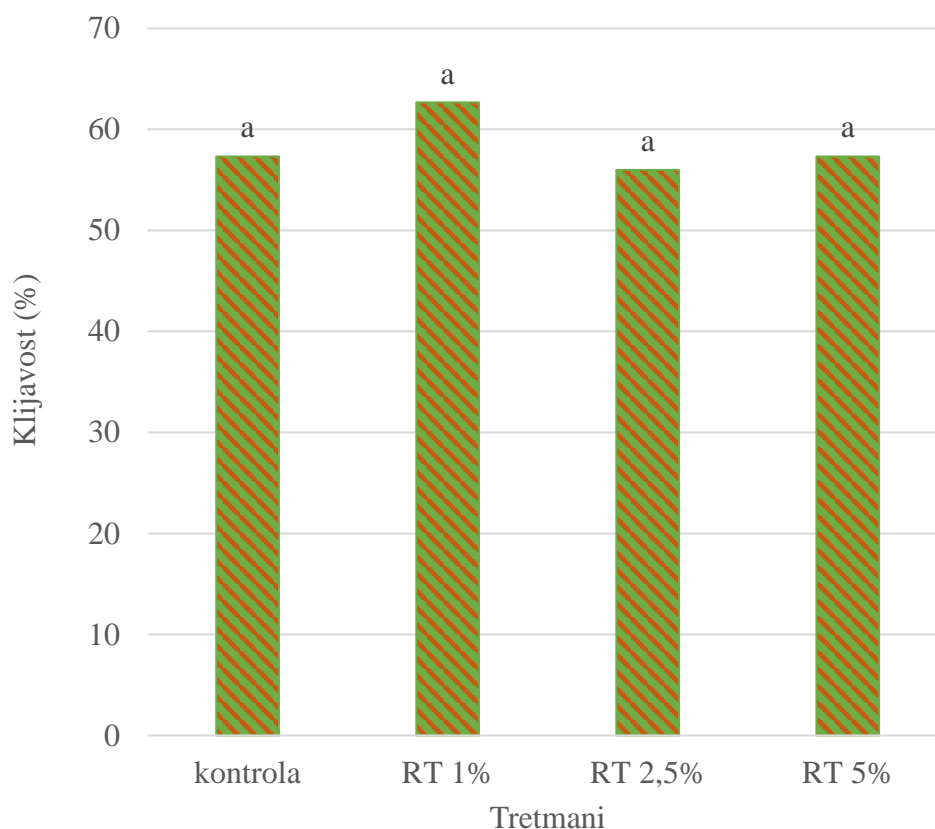


## 4. REZULTATI

### 4.1. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.)

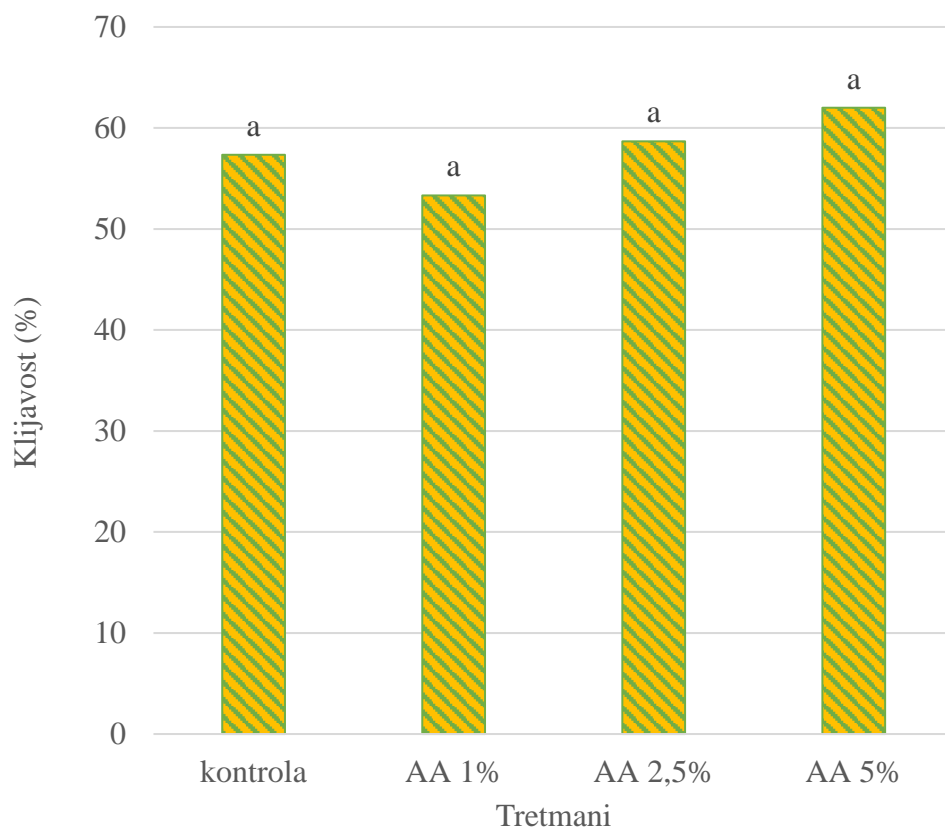
Rezultati herbicidnog potencijala različitih koncentracija vodenih ekstrakata listova kiselog ruja (*R. typhina*) i žljezdastog pajasena (*A. altissima*) prikazani su grafikonima 1 i 2.

Primjena vodenih ekstrakata kiselog ruja (*R. typhina*) nije statistički značajno utjecala na klijavost Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*), iako je najviša klijavost zabilježena u tretmanu s vodenim ekstraktom koncentracije 1 % i iznosila je 62,7 % (grafikon 1).



Grafikon 1. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka

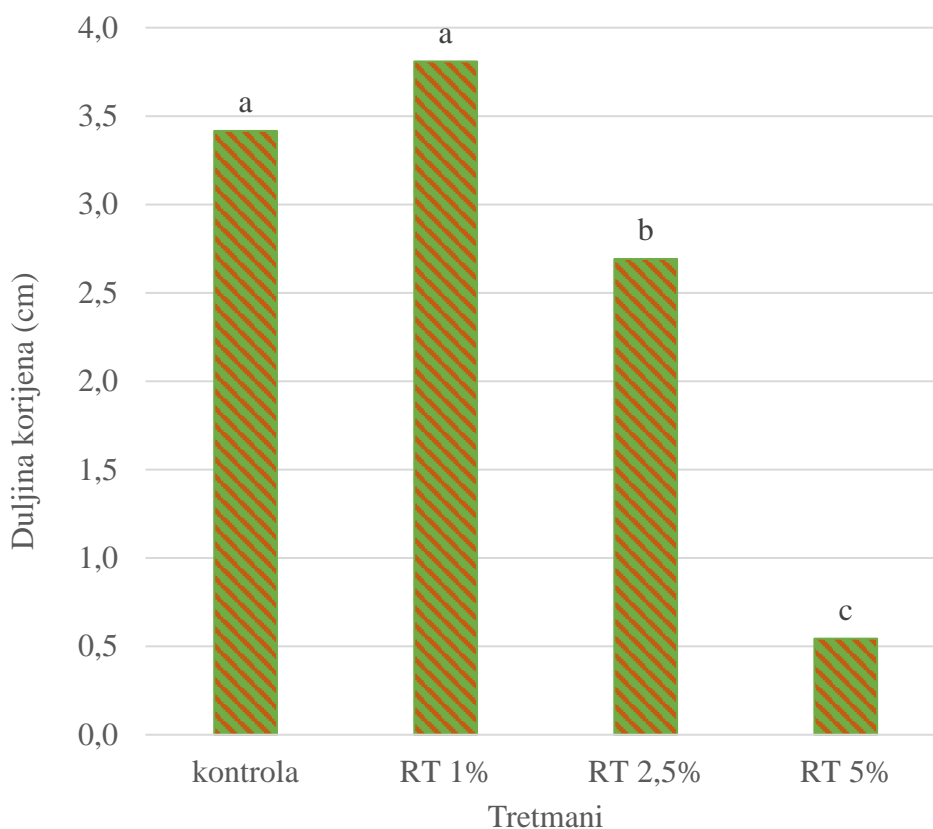
Isto tako, primjena vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena (*A. altissima*) blago je smanjila odnosno povećala klijavost sjemena u tretmanima s najnižom i najvišom koncentracijom, no ne značajno u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 2).



Grafikon 2. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka

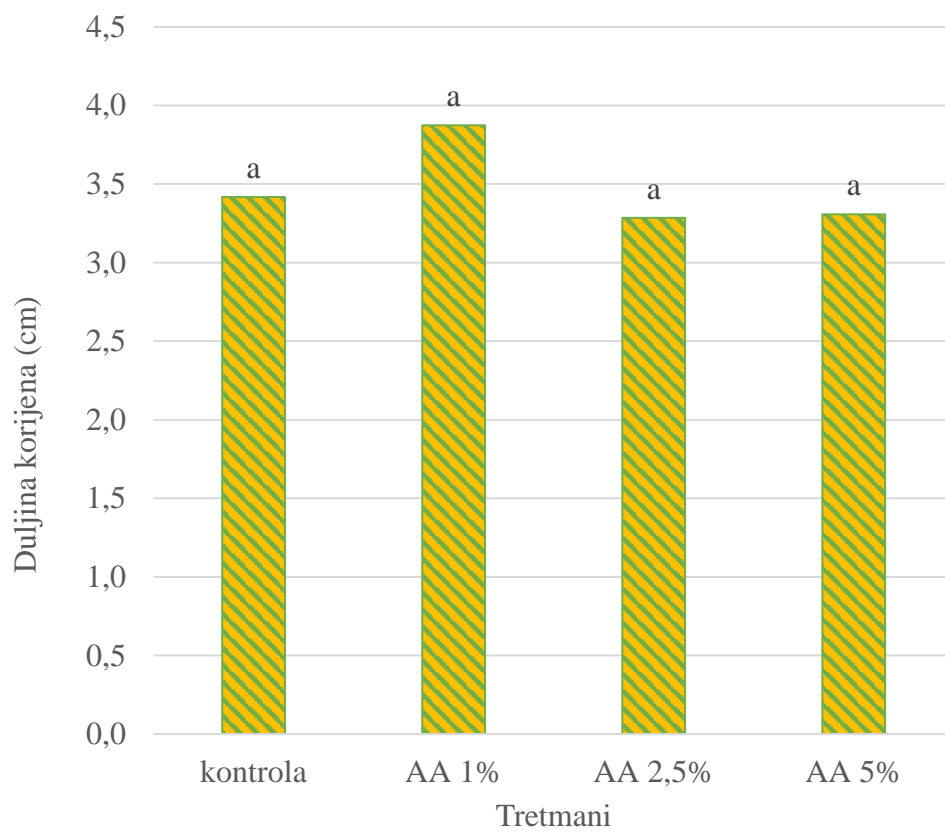
#### 4.2. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Vodeni ekstrakti kiselog ruja (*R. typhina*) u različitim koncentracijama imali su različito djelovanje na duljinu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) (grafikon 3). Pri najnižoj koncentraciji od 1 %, duljina korijena klijanaca bila je stimulirana, ali ne statistički značajno u odnosu na kontrolu. Suprotno tome, ekstrakti više koncentracije značajno su smanjili duljinu korijena klijanaca za 21,4 % i 84,2 %. U prosjeku, neovisno o koncentraciji, duljina korijena Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) je bila snižena za 31,3 % s vodenim ekstraktom kiselog ruja (*R. typhina*).



Grafikon 3. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka

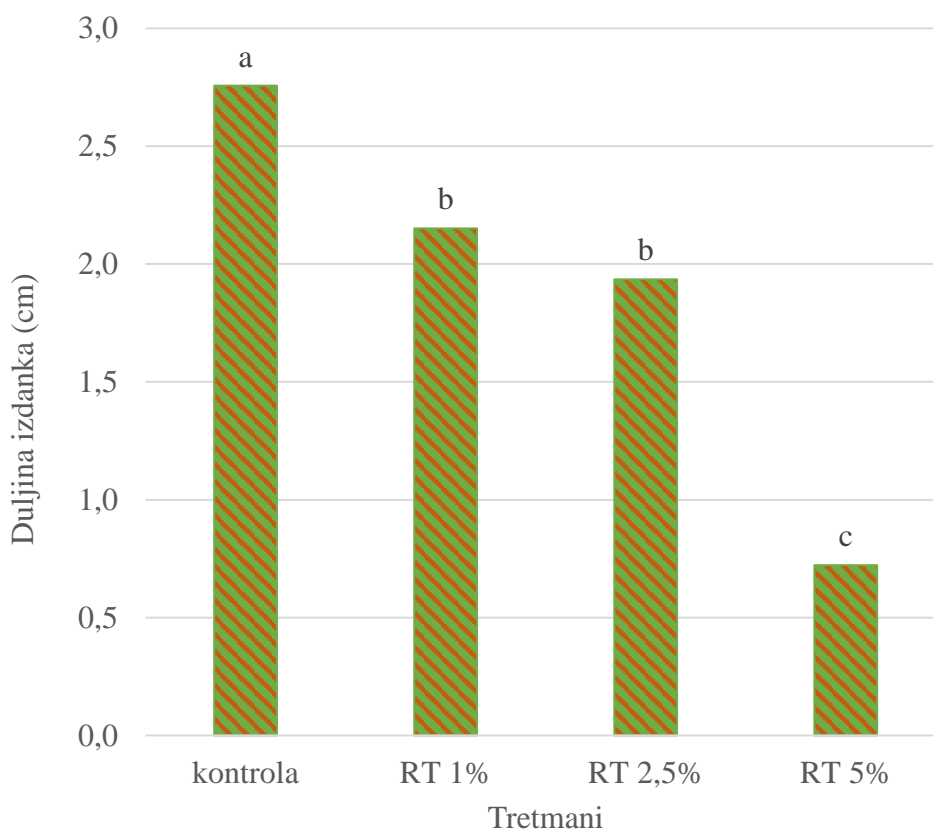
Primjena vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena nije statistički značajno smanjila duljinu korijena klijanaca pri svim koncentracijama, iako je zabilježeno blago stimulirajuće djelovanje pri najnižoj koncentraciji (grafikon 4).



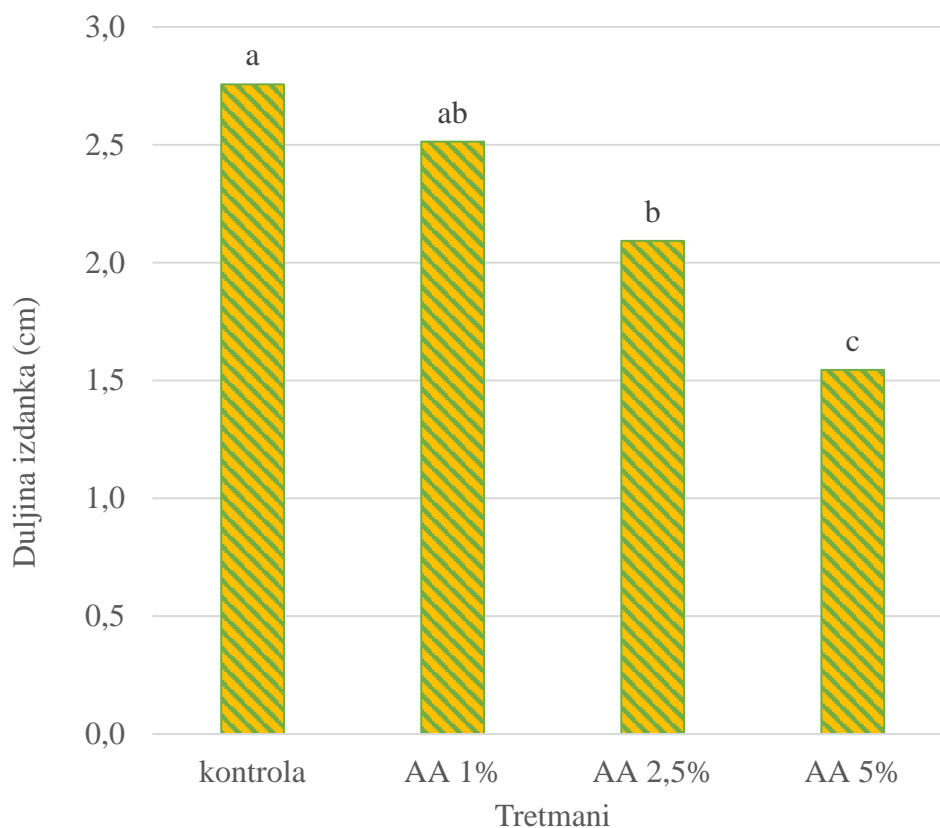
Grafikon 4. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka

### 4.3. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Duljina izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) značajno je snižena u svim tretmanima s vodenim ekstraktom kiselog ruja (*R. typhina*) (grafikon 5). Povećanjem koncentracije ekstrakta povećavao se i negativni učinak te je najveća redukcija izdanka klijanaca zabilježena pri koncentraciji 5 % i to za 73,9 % u odnosu na kontrolni tretman. Dvije niže koncentracije (1 % i 2,5 %) vodenog ekstrakta smanjile su duljinu izdanka klijanaca za 22,1 % i 29,7 % u odnosu na kontrolu. Neovisno o koncentraciji, u prosjeku je duljina izdanka Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) smanjena za 42 % s vodenim ekstraktom lista kiselog ruja (*R. typhina*).



Grafikon 5. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka

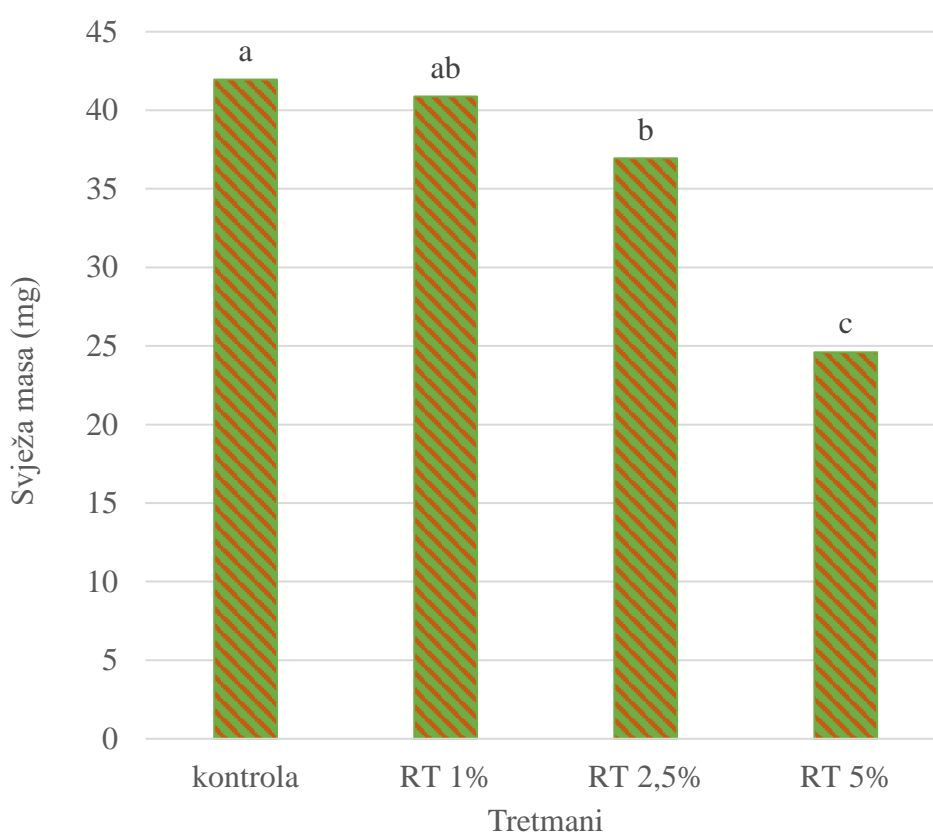


Grafikon 6. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka

Vodeni ekstrakti žljezdastog pajasena (*A. altissima*) djelovali su različito na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) (grafikon 6). Pri najnižoj koncentraciji, nije bilo statistički značajnog smanjenja duljine izdanka klijanaca. Suprotno tome, dvije više koncentracije vodenog ekstrakta značajno su inhibirale duljinu izdanka za 24,3 % i 43,8 % u odnosu na kontrolu. U prosjeku, neovisno o koncentraciji, duljina izdanka Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) je bila snižena za 25,7 % s vodenim ekstraktom lista žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

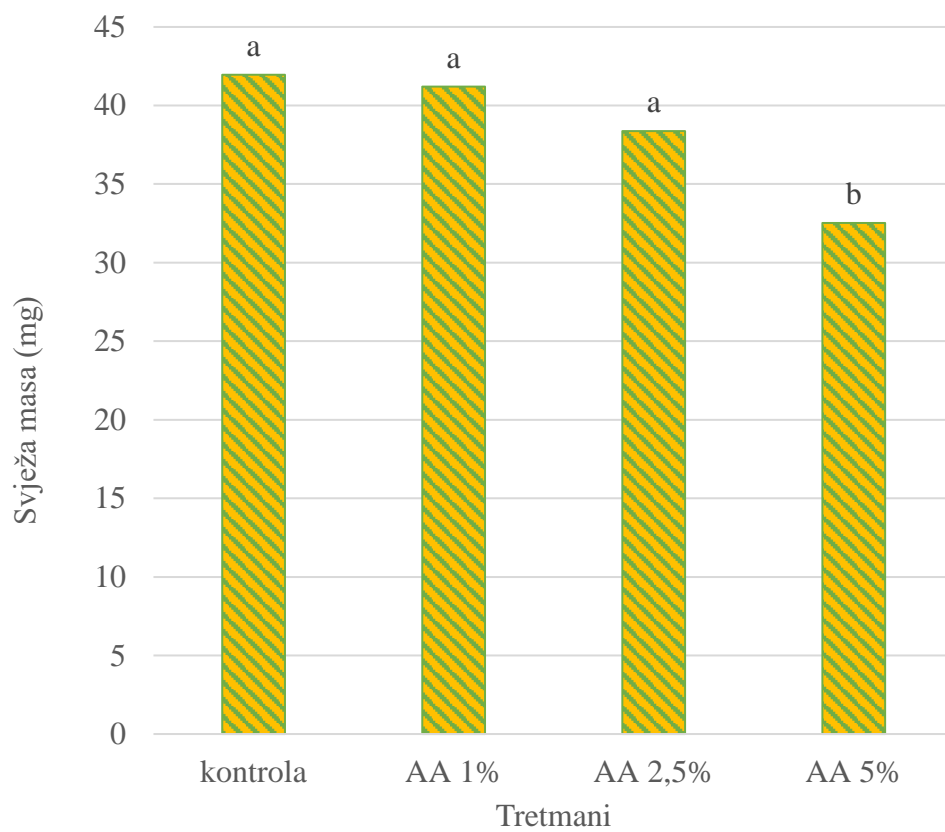
#### 4.4. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na svježu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Svježa masa klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) statistički je značajno reducirana u tretmanima s dvije više koncentracije vodenog ekstrakta kiselog ruja (*R. typhina*) (grafikon 7). Smanjenje svježe mase klijanaca bilo je za 12 % i 41,4 % u odnosu na kontrolu. U prosjeku, neovisno o koncentraciji, svježa masa klijanaca bila inhibirana za 18,6 % s vodenim ekstraktom lista kiselog ruja (*R. typhina*).



Grafikon 7. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na svježu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka

S druge strane, primjena vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena (*A. altissima*) smanjila je značajno svježu masu klijanaca samo pri najvišoj koncentraciji (grafikon 8). Navedeno sniženje svježe mase iznosilo je za 22,5 % u odnosu na kontrolu. U prosjeku, neovisno o koncentraciji, svježa masa Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) je bila snižena za 10,9 % s vodenim ekstraktom žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

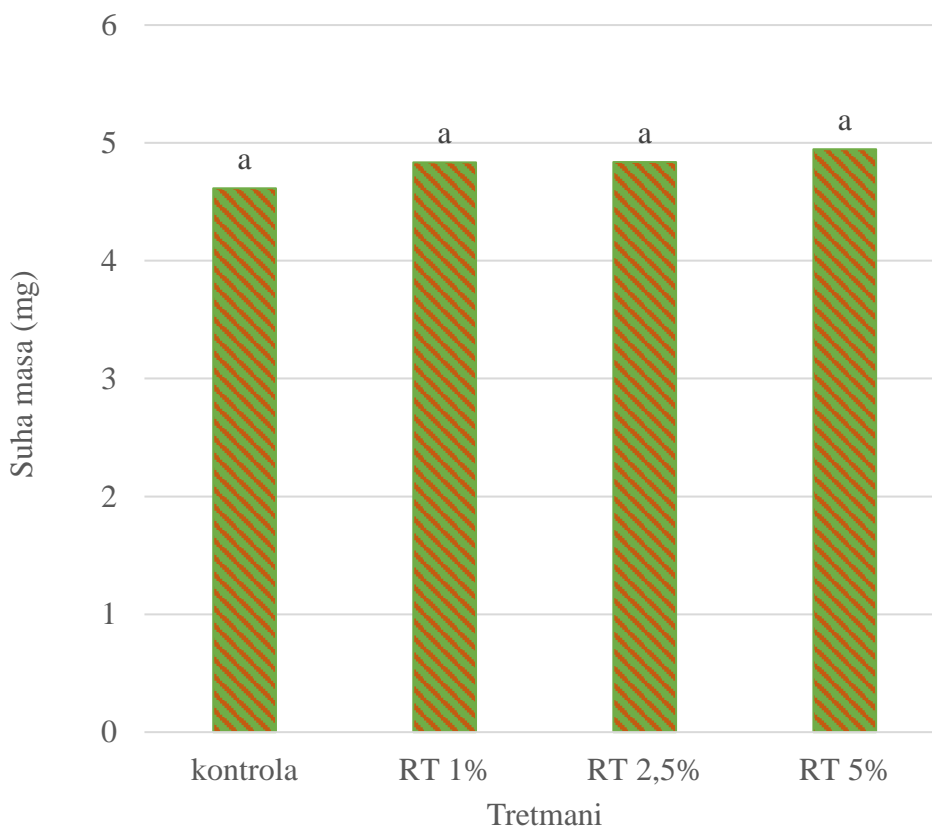


Grafikon 8. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na svježu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka



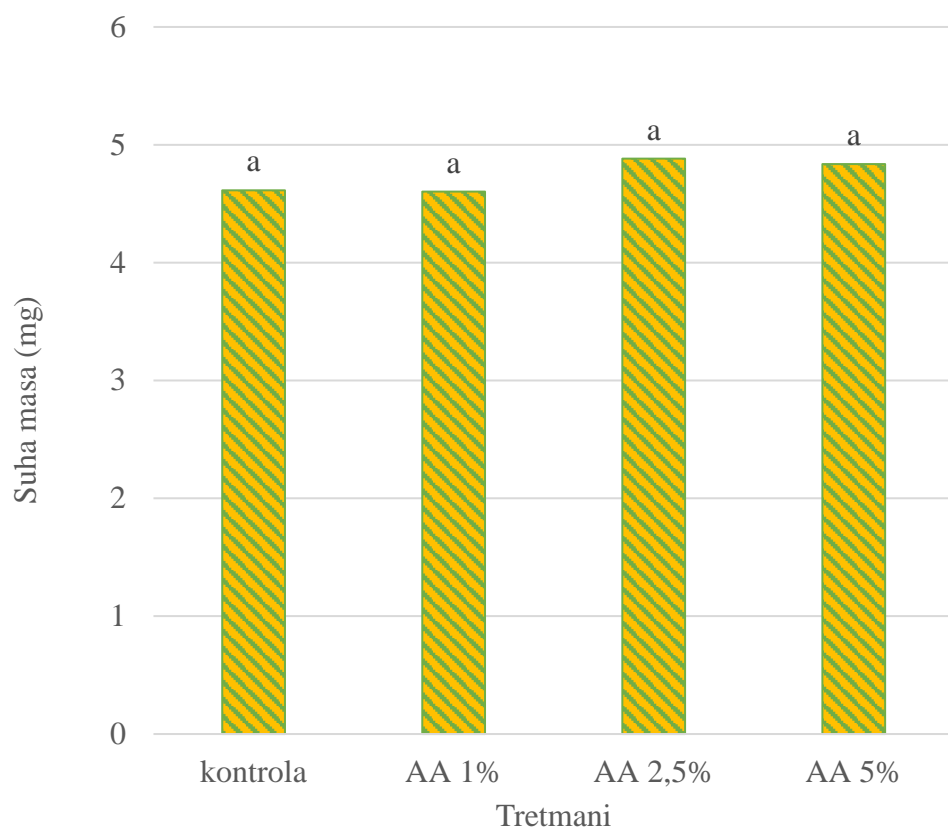
#### 4.5. Herbicidni utjecaj vodenih ekstrakata invazivnih vrsta na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Vodeni ekstrakti lista kiselog ruja (*R. typhina*) nisu statistički značajno smanjili niti povećali suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) koja se kretala u rasponu od 4,62 mg do 4,95 mg (grafikon 9).



Grafikon 9. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka

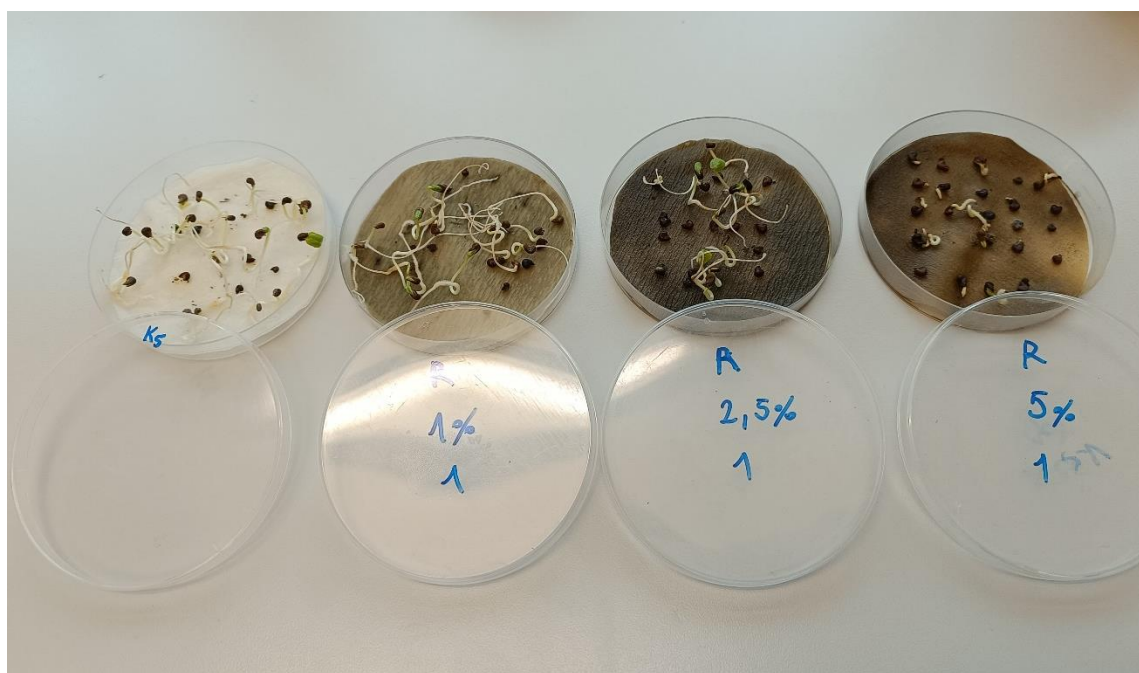
Slično, primjena vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena (*A. altissima*) nije imala statistički značajnog utjecaja na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) koja se kretala u rasponu od 4,6 mg do 4,88 mg (grafikon 10).



Grafikon 10. Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka

## 5. RASPRAVA

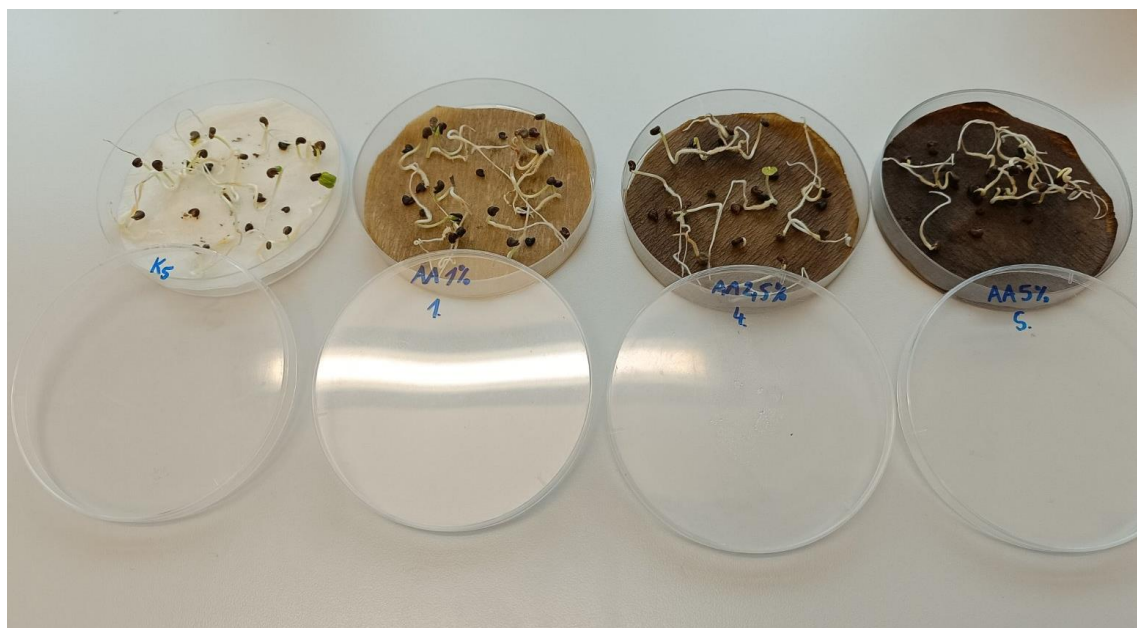
Rezultati provedenog pokusa pokazali su da obje invazivne vrste imaju određeni herbicidni potencijal na korovnu vrstu Teofrastov mračnjak (*A. theophrasti*). Inhibitorski potencijal razlikovao se među biljkama donorima, te je ovisio o koncentraciji i mjerenom parametru. Razlike u djelovanju biljnih vrsta na istu test vrstu navode i drugi autori. Novak i sur. (2018.) proučavajući alelopatski potencijal vodenih ekstrakata osam invazivnih stranih vrsta na tri usjeva su utvrdili najjači inhibitorski potencijal za žljezdasti pajasen (*A. altissima*), bijeli kužnjak (*D. stramonium*), a najniži za Teofrastov mračnjak (*A. theophrasti*) i dikicu (*X. strumarium*). Prema Baličević i sur. (2016.) vodeni ekstrakti devet vrsta iz porodica Asteraceae i Polygonaceae različito su alelopatski djelovali na klijavost i rast klijanaca salate (*L. sativa*). Listovi jednogodišnje krasolike (*Erigeron annuus* (L.) Pers.) i listovi i stabljika zeljastog ostaka (*Sonchus oleraceus* L.) imali su najveći negativni učinak.



Slika 7. Herbicidni potencijal različitih koncentracija vodenih ekstrakata lista kiselog ruja na Teofrastov mračnjak (Ravlić, M.)

Primjena vodenih ekstrakata listova kiselog ruja (*R. typhina*), posebice viših koncentracija, značajno je smanjila duljinu korijena i izdanka, te svježju masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) do 84,2 %, 73,9 % odnosno 41,4 % u odnosu na kontrolu (slika 7). Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima drugih autora koji su zabilježili smanjenje klijavosti sjemena i rasta klijanaca različitih usjeva pri primjeni vodenih ekstrakata lista,

korijena kiselog ruja (*A. altissima*) (Wang i sur., 2017., Qu i sur., 2021., Xu i sur., 2023., Zhang i sur., 2024.).



Slika 8. Herbicidni potencijal različitih koncentracija vodenih ekstrakata lista žljezdastog pajasena na Teofrastov mračnjak (Ravlić, M.)

S druge strane, vodeni ekstrakti listova žljezdastog pajasena (*A. altissima*) smanjili su samo duljinu izdanka i svježu masu klijanaca do 43,8 % i 22,5 % i to pri višim koncentracijama (slika 8). Nekoliko istraživanja pak navodi značajni alelopatski potencijal vodenih ekstrakata i rizosfernog tla žljezdastog pajasena. Primjerice, prema Elisovetcaia i sur. (2024.) klijavost i duljina korijena i izdanka klijanaca rajčice (*S. lycopersicum*) značajno su sniženi pri primjeni ekstrakata lista i sjemena. Pri koncentraciji od 15 mg/ml duljina izdanka potpuno je inhibirana (100 %) u svim tretmanima. Potpunu redukciju klijavosti i rasta klijanaca bijele gorušice (*S. alba*) i uljane repice (*B. napus*) s vodenim ekstraktima lista i kore navode Bostan i sur. (2014.). Ekstrakti korijena pajasena i rizosferno tlo također značajno smanjuju rast nekoliko test vrsta (Small i sur., 2010., Novak, 2019., Novak i Novak, 2019.). Caser i sur. (2020.) također su zabilježili slabije djelovanje ekstrakata lista žljezdastog pajasena (*A. altissima*) u odnosu na ekstrakte stabljike, ploda i korijena. Biljni dijelovi sadrže različitu količinu alelokemikalija te posljedično tome imaju različit inhibitorni potencijal (Butcko i Jansen, 2002., Ravlić, 2015., Novak, 2017.). Ailanton, spoj iz skupine kvazinoida, je alelokemikalija izolirana iz biljnih dijelova žljezdastog pajasena (*A. altissima*) koja pokazuje herbicidno djelovanje na druge vrste (Heisey, 19997., Novak i Novak, 2019., Caser i sur., 2020.). Novak (2017.) navodi da se najveća koncentracija ailantona nalazi u korijenu (0,35

mg/ml) žljezdastog pajasena (*A. altissima*), zatim u čitavoj biljci (0,19 mg/ml), stabljici (0,15 mg/ml), dok je najmanja količina zabilježena u listu (0,12 mg/ml). Višu količinu ailantona u korijenu žljezdastog pajasena (*A. altissima*) od 0,48 mg/ml utvrdili su Novak i Novak (2019.), a razlike u utvrđenim koncentracijama pripisuju vremenu prikupljanja biljnog materijala navodeći kako su biljke prikupljene na istoj lokaciji. Rezultati Elisovetcaia i sur. (2024.) potvrđuju navedeno, s obzirom da su u njihovom istraživanju vodeni ekstrakti listova žljezdastog pajasena (*A. altissima*) prikupljenih tijekom svibnja imali manji negativni utjecaj u odnosu na listove prikupljene tijekom lipnja. Prema Ravlić i sur. (2022.) alelopatski potencijal ovisi i o fenološkoj fazi biljke donora. Autori navode da se alelopatski potencijal listova suncokreta (*Helianthus annuus* L.) razlikovao kada su prikupljeni u fazama butonizacije i cvatnje. Prema Wang i sur. (2017.) starije lišće kiselog ruja (*R. typhina*) ima jače negativno djelovanje od mlađeg. Alelopatski potencijal ovisi i o stanju biljne mase. Značajniji negativni učinak vodenih ekstrakata od suhih biljnih dijelova žljezdastog pajasena (*A. altissima*) u odnosu na svježe bilježe Ullah i sur. (2020.). Različiti abiotski i biotski čimbenici poput količine svjetla, dostupnost hraniva, ili stresa uzrokovanog nepovoljnim okolišnim uvjetima, primjerice sušom, također mogu utjecati na koncentraciju alelokemikalija i intenzitet alelopatskog potencijala biljnih vrsta (Hu i Kong, 2002., Safdar i sur., 2014., Ravlić i sur., 2023., Zhong i sur., 2023.).

Rezultati istraživanja pokazali su da niti kiseli ruj (*R. typhina*) niti žljezdasti pajasen (*A. altissima*) nisu statistički značajno smanjili klijanje Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*), no imali su utjecaj na rast klijanaca. Slično, Novak i sur. (2018.) navode značajno smanjenje klijavosti samo kod uljane repice (*B. napus*), dok klijavost zobi (*Avena sativa* L.) i suncokreta (*H. annuus*) nije bila snižena pri primjeni vodenih ekstrakata od svježe nadzemne mase žljezdastog pajasena (*A. altissima*). Klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) nije bila snižena niti u istraživanju Ravlić i sur. (2023.) čak niti pri najvišoj koncentraciji (10 %) vodenog ekstrakta livadne kadulje (*Salvia pratensis* L.). S druge strane, autori su zabilježili značajno smanjenje klijavosti sjemena poljskog kukolja (*Agrostemma githago* L.), do 98,9 % u odnosu na kontrolni tretman. Biljne vrste razlikuju se u svojoj osjetljivosti na vodene ekstrakte (Baličević i sur., 2015., Ravlić i sur., 2015., Zhang i sur., 2024.), a razlike su zabilježene i među sortama iste vrste (Witovsky, 2020.). Među čimbenicima koji utječu na osjetljivost biljaka na alelopatsku aktivnost najčešće se navodi veličina sjemena test vrste te njena sposobnost da metabolizira alelokemikalije (Vidotto i sur., 2013., Belz i sur., 2015.).

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je utvrditi herbicidni potencijal vodenih ekstrakata pripremljenih od listova invazivnih vrsta kiseli ruj (*R. typhina*) i žljezdasti pajasen (*A. altissima*) na klijavost sjemena i rast klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*). Na osnovi dobivenih rezultata provedenog pokusa mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) nije bila pod utjecajem vodenih ekstrakata niti u jednom tretmanu.
- Duljina korijena Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) statistički je značajno snižena pri dvije više koncentracije s vodenim ekstraktima kiselog ruja (*R. typhina*), dok vodeni ekstrakti žljezdastog pajasena (*A. altissima*) nisu imali utjecaja.
- Vodeni ekstrakti obje invazivne vrste u svim koncentracijama statistički su značajno smanjili duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*), izuzev vodenog ekstrakta žljezdastog pajasena (*A. altissima*) u najnižoj koncentraciji.
- Svježa masa klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) snižena je samo pri višim koncentracijama vodenog ekstrakta invazivnih biljnih vrsta, dok vodeni ekstrakti nisu imali utjecaja na suhu masu klijanaca.
- Najviši herbicidni potencijal vodenih ekstrakata zabilježen je na duljinu korijena klijanaca i izdanka klijanaca, a najmanji na klijavost sjemena i suhu masu klijanaca.
- Vodeni ekstrakti lista kiselog ruja (*R. typhina*) imali su veće negativno djelovanje u odnosu na vodene ekstrakte lista žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

## 7. POPIS LITERATURE

1. Baličević, R., Ravlić, M., Kleflin, J., Tomić, M. (2016.): Allelopathic activity of plant species from Asteraceae and Polygonaceae family on lettuce. *Herbologia*, 16(1): 23-30.
2. 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.
3. Belz, R.G., Hurle, K., Duke, S.O. (2005.): Dose-response-a challenge for allelopathy? *Nonlinearity in Biology, Toxicology and Medicine*, 3: 173–211.
4. Bostan, C., Borlea, F., Mihoc, C., Selesan, M. (2014.): *Ailanthus altissima* species invasion on biodiversity caused by potential allelopathy. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 46(1): 95-103.
5. Butcko, V.M., Jensen, R.J. (2002.): Evidence of tissue-specific allelopathic activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago canadensis* (Asteraceae). *The American Midland Naturalist*, 148: 253-262.
6. Caser, M., Demasi, S., Caldera, F., Dhakar, N.K., Trotta, F., Scariot, V. (2020.): Activity of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle Extract as a Potential Bioherbicide for Sustainable Weed Management in Horticulture. *Agronomy*, 10: 965.
7. Cheng, F., Cheng, Z. (2015.): Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 6: 1020.
8. Elisovetcaia, D., Horčinova Sedlačkova, V., Ivanova, R., Brindza, J. (2024.): Allelopathic Effect of *Ailanthus altissima* Extracts on Tomato Seeds. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 27(1): 68-76.
9. 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.
10. Heisey, R.M. (1999.): Development of an allelopathic compound from tree of heaven (*Ailanthus altissima*) as a natural product herbicide. U: Cutler, J.S., Cutler, H.G. (ur.), *Biologically active natural products: agrochemicals*. CRC Press, Boca Raton, pp. 57–68.

11. Hu, F., Kong, C.H. Allelopathy of *Ageratum conyzoides*. VI. Effects of meteorological conditions on allelopathy of *Ageratum conyzoides*. *Journal of Applied Ecology*, 13: 76–80.
12. Kazinczi, G., Pál-Fám, F., Nádasy, E., Takács, A., Horváth, J. (2013.): Allelopathy of some important weeds in Hungary. *Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.-6. marec 2013*, Plant Protection Society of Slovenia, pp. 410- 415.
13. Li, Z.H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C.D., Jiang, D.A. (2010.): Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12): 8933-52.
14. Macías, F.A., Marín, D., Oliveros-Bastidas, A., Varela, R.M., Simonet, A.M., Carrera, C., Molinillo, J.M.G. (2003.): Allelopathy as new strategy for sustainable ecosystems development. *Biological Sciences in Space*, 17(1): 18-23.
15. Mirmostafae, S., Azizi, M., Fujii, Y. (2020.): Study of Allelopathic Interaction of Essential Oils from Medicinal and Aromatic Plants on Seed Germination and Seedling Growth of Lettuce. *Agronomy*, 10: 163.
16. Ni, G.Y., Zhao, P., Huang, Q.Q., Hou, Y.P., Zhou, C.M., Cao, Q.P., Peng, S.L. (2012.): Exploring the Novel Weapons Hypothesis with invasive plant species in China. *Allelopathy Journal*, 29(2): 199-214.
17. Norsworthy, J.K. (2003.): Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology*, 17: 307-313.
18. Novak, N. (2017.): Alelopatski potencijal segetalnih i ruderalnih invazivnih alohtonih biljnih vrsta. Doktorski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, pp. 106.
19. Novak, M. (2019.): Alelopatski potencijal invazivne alohtone vrste pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Doktorski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, pp. 103.
20. Novak, M., Novak, N. (2017.): Rasprostranjenost invazivne strane vrste pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) po županijama Republike Hrvatske. *Glasilo biljne zaštite*, 17(3): 329-337.
21. Novak, N., Novak, M., Barić, K., Šćepanović, M., Ivić, D. (2018.): Allelopathic potential of segetal and ruderal invasive alien plants. *Journal of Central European Agriculture*, 19(2): 408-422.



22. Novak, M., Novak, N. (2019.): Alelopatski učinak pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) na početni porast korovne vrste koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.). *Fragmenta Phytomedica*, 33(4): 58-72.
23. Novak, M., Novak, N., Milinović, B. (2021.): Differences in allelopathic effect of tree of heaven root extracts and isolated ailanthone on test-species. *Journal of Central European Agriculture*, 22(3): 611-622.
24. 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.
25. Qu, T., Du, X., Peng, Y., Guo, W., Zhao, C., Losapio, G. (2021.): Invasive species allelopathy decreases plant growth and soil microbial activity. *Plos One*, 16(2): e0246685.
26. Ravlić, M. (2015.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. pp. 147.
27. Ravlić, M., Baličević, R., Marković, M., Pranjković, E.L., Vinković, Ž., Kojić, A. (2023.): Effect of water stress on allelopathic potential of petunia (*Petunia hybrida* L.). U: *Book of Abstracts 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture*, Carović-Stanko, K., Širić, I. (ur.), Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, p. 251.
28. Ravlić, M., Baličević, R., Svalina, T., Posavac, D., Ravlić, J. (2023.): Herbicidal potential of meadow sage (*Salvia pratensis* L.) against velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Med.) and common corn-cockle (*Agrostemma githago* L.). *Glasnik zaštite bilja*, 46(3): 116-121.
29. 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: 12568.
30. Ravlić, M., Baličević, R., Peharda, A. (2015.): Allelopathic effect of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on wheat and scentless mayweed. *Proceedings & abstract of the 8<sup>th</sup> International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Glas Slavonije d.d., Osijek, 186-190.
31. Rice, E.L. (1984.): *Allelopathy*. 2nd Edition, Academic Press, New York.
32. Sadeqifard, S., Mirmostafae, S., Joharchi, M.R., Zandavifard, J., Azizi, M., Fujii, Y. (2022.): Evaluation of Allelopathic Activity Interactions of Some Medicinal

- Plants Using Fractional Inhibitory Concentration and Isobologram. *Agronomy*, 12: 3001.
33. Safdar, M.E., Tanveer, A., Khaliq, A., Naeem, M.S. (2014.): Allelopathic action of parthenium and its rhizospheric soil on maize as influenced by growing conditions. *Planta Daninha*, 32(2), 243–253.
  34. Samardžić, I., Galić, I. (2019.): Invazivne biljne vrste Požeške kotline i Slavonskog gorja. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjem Požeško-slavonske županije, Požega, pp. 110.
  35. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S. S., Meghvanshi, M. K. (2009.): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(2): 81-84.
  36. Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001.): Allelopathy in Agroecosystems: An Overview. Food Products Press, New York, pp. 1-41.
  37. Small, C.J., White, D., Hargbol, B. (2010.): Allelopathic influences of the invasive *Ailanthus altissima* on a native and a non-native herb. *Journal of Torrey Botanical Society*, 137(4): 366-372.
  38. Soler, J., Izquierdo, J. (2024.): The Invasive *Ailanthus altissima*: A Biology, Ecology, and Control Review. *Plants*, 13: 931.
  39. Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Pismarović, L. (2023.): Alelokemikalije pokrovnih kultura – potencijalni bioherbicidi. *Glasilo biljne zaštite*, 23(4): 444-450.
  40. Šćepanović, M., Sarić-Krsmanović, M., Šoštarčić, V., Brijačak, E., Lakić, J., Špirović Trifunović, B., Gajić Umiljendić, J., Radivojević, L. (2021.): Inhibitory Effects of Brassicaceae Cover Crop on *Ambrosia artemisiifolia* Germination and Early Growth. *Plants*, 10: 794.
  41. Ullah, Z., Ul Haq, S.I., Khalid, S., Kamran, K., Khan, A., Ahmad, S. (2020): Allelopathic effect of *Ailanthus altissima* on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure Applied Biology*, 9(1): 309–319.
  42. USDA-NRCS (2009.): The PLANTS Database. Baton Rouge, USA: National Plant Data Center. dostupno na: <http://plants.usda.gov/>
  43. Vidotto, F., Tesio, F., Ferrero, A. (2013.): Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54: 161-167.
  44. Whang, S., Zhu, F. (2017.): Chemical composition and biological activity of staghorn sumac (*Rhus typhina*). *Food Chemistry*, 237: 431-443.

45. Wang, C., Zhou, J., Jiang, K., Liu, J. (2017.): Differences in leaf functional traits and allelopathic effects on seed germination and growth of *Lactuca sativa* between red and green leaves of *Rhus typhina*. South African Journal of Botany, 111, 17-22.
46. Witovsky, G. (2020.): Alelopatski utjecaj carske paulovnije (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) na klijavost i rast radiča. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, pp. 42.
47. Xu, Z., Zhong, S., Yu, Y., Wang, Y., Cheng, H., Du, D., Wang, C. (2023.): *Rhus typhina* L. triggered greater allelopathic effects than *Koelreuteria paniculata* Laxm under ammonium fertilization. Scientia Horticulturae, 309: 111703.
48. Zhang, X., Hu, J., Wang, X., Li, J., Liu, K., Chen, L., Dong, Y., Wang, Z., Chen, J. (2024.): Allelopathic effects of *Rhus typhina* tillering seedlings on seed germination and seedling growth of three common turf species. Acta Prataculturae Sinica, 33(4): 47-59.
49. Zhong, S., Xu, Z., Cheng, H., Wang, Y., Yu, Y., Du, D., Wang, C. (2023.): Does drought stress intensify the allelopathy of invasive woody species *Rhus typhina* L.?. Trees, 37: 811-819.

## 8. SAŽETAK

Cilj rada bio je utvrditi herbicidni potencijal vodenih ekstrakata dvije invazivne biljne vrste, kiselog ruja (*Rhus typhina* L.) i žljezdastog pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), na klijavost sjemena i rast klijanaca korovne vrste Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.). U laboratorijskom pokusu istraženi su vodeni ekstrakti suhih listova u različitim koncentracijama (1%, 2,5% i 5 %). Klijavost sjemena i suha masa klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) nije bila inhibirana niti u jednom tretmanu. Primjena vodenih ekstrakata kiselog ruja (*R. typhina*) smanjila je duljinu korijena i izdanka, te svježju masu klijanaca. Vodeni ekstrakti žljezdastog pajasena (*A. altissima*) u višim koncentracijama smanjili su samo duljinu izdanka i svježju masu klijanaca. U prosjeku je kiselu ruj (*R. typhina*) imao jači inhibitorni potencijal od žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

**Ključne riječi:** alelopatija, kiselu ruj (*Rhus typhina*), žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima*), inhibicija, biološka kontrola

## 9. SUMMARY

The aim of the study was to determine herbicidal potential of water extracts of two invasive plant species, staghorn sumac (*Rhus typhina* L.) and tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), on seed germination and seedling growth of the weed species velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.). In a laboratory experiment, water extracts from dry leaves were investigated in different concentrations (1%, 2.5% and 5%). Seed germination and dry weight of velvetleaf (*A. theophrasti*) seedlings were not inhibited in any of the treatments. The application of staghorn sumac (*R. typhina*) water extracts inhibited root and shoot length, as well as the fresh weight of seedlings. Tree of heaven (*A. altissima*) water extracts in higher concentrations reduced only shoot length and fresh weight of seedlings. On average, staghorn sumac (*R. typhina*) showed stronger inhibitory potential compared to tree of heaven (*A. altissima*).

**Key words:** allelopathy, staghorn sumac (*Rhus typhina*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), inhibition, biological control

## 10. POPIS SLIKA

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv slike</b>	<b>Str.</b>
Slika 1.	Kiseli ruj ( <i>R. typhina</i> )	2
Slika 2.	Žljezdasti pajasen ( <i>A. altissima</i> )	3
Slika 3.	Suhi biljni materijal listova kiselog ruja ( <i>R. typhina</i> ) i žljezdastog pajasena ( <i>A. altissima</i> )	9
Slika 4.	Sjeme Teofrastovog mračnjaka ( <i>A. theophrasti</i> )	10
Slika 5.	Postavljanje pokusa	11
Slika 6.	Mjerenje svježe mase klijanaca	12
Slika 7.	Herbicidni potencijal različitih koncentracija vodenih ekstrakata lista kiselog ruja na Teofrastov mračnjak	23
Slika 8.	Herbicidni potencijal različitih koncentracija vodenih ekstrakata lista žljezdastog pajasena na Teofrastov mračnjak	24

## 11. POPIS GRAFIKONA

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Str.</b>
Grafikon 1.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na klijavost sjeme Teofrastovog mračnjaka	13
Grafikon 2.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka	14
Grafikon 3.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka	15
Grafikon 4.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na duljinu korijena klijanaca Teofrastovog mračnjaka	16
Grafikon 5.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka	17
Grafikon 6.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na duljinu izdanka klijanaca Teofrastovog mračnjaka	18
Grafikon 7.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na svježju masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka	19
Grafikon 8.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na svježju masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka	20
Grafikon 9.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata kiselog ruja na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka	21
Grafikon 10.	Herbicidni potencijal vodenih ekstrakata žljezdastog pajasena na suhu masu klijanaca Teofrastovog mračnjaka	22

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijek

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Herbicidni potencijal invazivnih biljnih vrsta na Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Marko Žaper

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi herbicidni potencijal vodenih ekstrakata dvije invazivne biljne vrste, kiselog ruja (*Rhus typhina* L.) i žljezdastog pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), na klijavost sjemena i rast klijanaca korovne vrste Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.). U laboratorijskom pokusu istraženi su vodeni ekstrakti suhih listova u različitim koncentracijama (1%, 2,5% i 5%). Klijavost sjemena i suha masa klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) nije bila inhibirana niti u jednom tretmanu. Primjena vodenih ekstrakata kiselog ruja (*R. typhina*) smanjila je duljinu korijena i izdanka, te svježju masu klijanaca. Vodeni ekstrakti žljezdastog pajasena (*A. altissima*) u višim koncentracijama smanjili su samo duljinu izdanka i svježju masu klijanaca. U prosjeku je kisel ruja (*R. typhina*) imao jači inhibitorni potencijal od žljezdastog pajasena (*A. altissima*).

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

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

**Broj stranica:** 35

**Broj grafikona i slika:** 18

**Broj tablica:** -

**Broj literaturnih navoda:** 49

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** alelopatija, kisel ruja (*Rhus typhina*), žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima*), inhibicija, biološka kontrola

**Datum obrane:** 22.07.2024.

## Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Renata Baličević, predsjednik
2. doc. dr. sc. Marija Ravlić, 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**

**Graduate thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences**

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

Herbicidal potential of invasive plant species on velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Marko Žaper

### **Abstract**

The aim of the study was to determine herbicidal potential of water extracts of two invasive plant species, staghorn sumac (*Rhus typhina* L.) and tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), on seed germination and seedling growth of the weed species velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.). In a laboratory experiment, water extracts from dry leaves were investigated in different concentrations (1%, 2.5% and 5%). Seed germination and dry weight of velvetleaf (*A. theophrasti*) seedlings were not inhibited in any of the treatments. The application of staghorn sumac (*R. typhina*) water extracts inhibited root and shoot length, as well as the fresh weight of seedlings. Tree of heaven (*A. altissima*) water extracts in higher concentrations reduced only shoot length and fresh weight of seedlings. On average, staghorn sumac (*R. typhina*) showed stronger inhibitory potential compared to tree of heaven (*A. altissima*).

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

**Mentor:** PhD Marija Ravlić, Assistant Professor

**Number of pages:** 35

**Number of figures:** 18

**Number of tables:** -

**Number of references:** 49

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** allelopathy, staghorn sumac (*Rhus typhina*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), inhibition, biological control

**Thesis defended on date:** 22 July 2024

### **Reviewers:**

1. PhD Renata Baličević, Full Professor, chair
2. PhD Marija Ravlić, Assistant 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.