

Mladi za napredek Maribora 2019

36. srečanje

UPORABA RASTLINSKIH UČINKOVIN ZA ZATIRANJE INVAZIVNIH RASTLINSKIH VRST

Biologija

Raziskovalna naloga

Avtor: ANA RAMUTA, JURE TERDIN

Mentor: KATJA HOLNTHANER ZOREC

Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

Število točk: 165

Mesto: 2

Priznanje: zlato

Maribor, februar 2019

Mladi za napredek Maribora 2019

36. srečanje

UPORABA RASTLINSKIH UČINKOVIN ZA ZATIRANJE INVAZIVNIH RASTLINSKIH VRST

Biologija

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2019

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	6
ZAHVALA	7
1. UVOD	8
1.1. Raziskovalno vprašanje	9
1.2. Hipoteze	9
2. TEORETIČNO OZADJE	11
2.1. Tujerodne in invazivne vrste	11
2.1.1. Učinki tujerodnih vrst	12
2.1.2. Načini zatiranja invazivnih tujerodnih vrst	12
2.1.3. Invazivne rastline v sloveniji	13
2.2. Izbrane invazivne vrste	13
2.2.1. Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>).....	13
2.2.2. Pelinolistna ambrozija (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	15
2.2.3. Žlezava nedotika (<i>Impatiens glandulifera</i>)	16
2.3. Priprava semen na kalitev	18
2.3.1. Stratifikacija semen	18
2.3.2. Sterilizacija semen.....	18
2.4. Vrtna kreša (<i>Lepidium sativum</i>).....	19
2.5. Alelopatija	19
2.5.1. Alelopatija pri orehovkah.....	20
2.5.2. Alelopatija pri čemažu (<i>Allium ursinum</i>)	25
3. METODOLOGIJA DELA	26
3.1. Nabiranje rastlinskega materiala	26
3.2. Stratifikacija semen	26
3.3. Sterilizacija semen	26
3.4. Priprava vodnega ekstrakta iz listov navadnega oreha	27
3.5. Priprava vodnega ekstrakta čebulic in korenin čemaža.....	27
3.6. Kalitev semen	28
3.7. Razvoj rizomov japonskega dresnika	29
3.8. Obdelava podatkov.....	29
4. REZULTATI	30
4.1. Lepidium test.....	30
4.1.1. Ekstrakt iz orehovitih listov.....	30
4.1.2. Ekstrakt iz podzemnega dela čemaža	32
4.2. Testiranje vpliva orehovega ekstrakta na japonskem dresniku (<i>Fallopia japonica</i>)	34
4.2.1. Testiranje na semenih japonskega dresnika	34
4.2.2. Testiranje na rizomih japonskega dresnika	37
5. RAZPRAVA	40

5.1. Interpretacija rezultatov	40
5.2. Vrednotenje hipotez	43
6. VREDNOTENJE METODE DELA IN MOŽNE IZBOLJŠAVE	45
7. ZAKLJUČEK	46
8. DRUŽBENA ODGOVORNOST	47
9. VIRI IN LITERATURA	48
PRILOGE	53

Kazalo grafov

Graf 1: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala oreha	30
Graf 2: Končna dolžina korenčice in kalčka v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala oreha	31
Graf 3: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala	32
Graf 4: Končna dolžina korenčice in kalčka v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala	33
Graf 5: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala	34
Graf 6: Končna dolžina korenčice in kalčka v odvisnosti od rastlinskega materiala	35

Kazalo slik

Slika 1: Japonski dresnik	15
Slika 2: Japonski dresnik	15
Slika 3: Pelinolistna ambrozija	16
Slika 4: Žensko socvetje pelinolistne ambrozije	16
Slika 5: Žlezava nedotika	17
Slika 6: Žlezava nedotika	17
Slika 7: Strukturna formula juglona	21
Slika 8: Pot nastanka juglona	22
Slika 9: Uspešnost rasti pri koncentraciji 0 g/100 mL tekočine	31
Slika 10: Semena vrtno kreše po kalitvi	33
Slika 11: Semena vrtno kreše pred kalitvijo	33
Slika 12: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 5 g rastlinskega materiala/100 mL	35
Slika 13: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 0 g rastlinskega materiala/100 mL	35
Slika 14: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 20 g rastlinskega materiala/100 mL	36
Slika 15: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 15 g rastlinskega materiala/100 mL	36
Slika 16: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL	36

Kazalo tabel

Tabela 1: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena vrtna kreše	30
Tabela 2: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah ekstrakta iz podzemnega dela čemaža [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena vrtna kreše.....	32
Tabela 3: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena japonskega dresnika	34
Tabela 4: Povprečna začetna masa rizoma [g], povprečna končna masa [g] in % spremembe mase pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	37
Tabela 5: % spremembe mase, povprečna končna dolžina [cm] in povprečna končna dolžina v odvisnosti od povprečne končne mase [%] pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	38

Kazalo prilog

Priloga 1: Dolžina korenčic semen vrtna kreše (<i>Lepidium sativum</i>) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (<i>Juglans regia</i>)	53
Priloga 2: Dolžina kalčkov semen vrtna kreše (<i>Lepidium sativum</i>) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (<i>Juglans regia</i>)	54
Priloga 3: Dolžina korenčic semen vrtna kreše (<i>Lepidium sativum</i>) pri poskusu z ekstraktom iz podzemnega dela čemaža (<i>Allium ursinum</i>).....	55
Priloga 4: Dolžina kalčkov semen vrtna kreše (<i>Lepidium sativum</i>) pri poskusu z ekstraktom iz podzemnega dela čemaža (<i>Allium ursinum</i>).....	56
Priloga 5: Dolžina korenčic semen japonskega dresnika (<i>Fallopia japonica</i>) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (<i>Juglans regia</i>).....	57
Priloga 6: : Dolžina kalčkov semen japonskega dresnika (<i>Fallopia japonica</i>) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (<i>Juglans regia</i>).....	58
Priloga 7: Mase rizomov japonskega dresnika (<i>Fallopia japonica</i>) (12. 12. 2018 in 16. 01. 2019) ter dolžina brsta (16. 01. 2019) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (<i>Juglans regia</i>).....	59
Priloga 8: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL	60
Priloga 10: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL	60
Priloga 9: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 20g rastlinskega materiala/100 mL.....	60
Priloga 11: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 5 g rastlinskega materiala/100 mL	61
Priloga 12: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 20 g rastlinskega materiala/100 mL	61
Priloga 13: Semena žlezave nedotike	62
Priloga 14: Merjenje korenčice in kalčka semen	62
Priloga 15: Semena žlezave nedotike	63
Priloga 16: Semena ambrozije	63

POVZETEK

Alelopatija je pojav, kjer rastline z izločanjem različnih alelokemikalij zavirajo rast drugih rastlin. Namen naloge je bil preizkusiti, ali imata vodna ekstrakta navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) zaviralni učinek na izbrane tujerodne invazivne vrste rastlin. Vodne ekstrakte oreha in čemaža smo najprej preizkusili na semenih vrtnice (*Lepidium sativum*), nato pa na japonskem dresniku (*Fallopia japonica*), ambroziji (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezavi nedotiki (*Impatiens glandulifera*). Semena žlezave nedotike in ambrozije zaradi predvidoma neuspešne stratifikacije niso kalila. Vse koncentracije ekstrakta oreha in čemaža pa so zaviralno delovale na kalitev vrtnice in japonskega dresnika, prav tako se je inhibitorni učinek ekstraktov pokazal pri razvoju rizomov japonskega dresnika. Rezultati kažejo na možnost uporabe alelopatskih vrst pri razvoju strategij za nadzor širjenja v Sloveniji vse bolj problematičnih invazivnih rastlinskih vrst.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujema najini mentorici za vso pomoč in podporo, ki nama jo je nudila tekom pisanja raziskovalne naloge. Hkrati se zahvaljujema še vsem, ki so nama na kakršenkoli način pomagali med raziskovanjem.

1. UVOD

Šele zadnjih nekaj let se zavedamo, kako veliko nevarnost predstavljajo invazivne tujerodne rastline za ekosisteme, habitate in domorodne vrste po vsem svetu.

Raziskave so pokazale, da lahko v Evropi zasledimo skoraj 6000 tujerodnih rastlin. Več kot polovica teh vrst se je v naravi že ustalila. V Sloveniji prve ocene kažejo, da se pri nas v naravi občasno pojavlja 750 tujerodnih rastlin, najmanj 330 pa se jih je že udomačilo. To pomeni, da 10 % slovenske flore predstavljajo tujerodne rastline (Kus Veenvliet s sod., 2011). Ena izmed zelo invazivnih vrst je japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ki po seznamu Mednarodne zveze za ohranjanje narave in naravnih virov spada med 100 najbolj invazivnih vrst na svetu.

Postopki za odstranjevanje invazivnih rastlinskih vrst so dolgotrajni in velikokrat ne uspešni. Za zatiranje invazivnih rastlin uporablja različne načine. Pri mehničnem odstranjevanju odstranjujemo rastline s puljenjem, žaganjem, košnjo ali pašo. Ti ukrepi pa se lahko dopolnjujejo tudi s kemičnim zatiranjem, ki vključuje rabo pesticidov. Raba pesticidov je strogo nadzorovana, saj predstavlja potencialno nevarnost za okolje in zdravje ljudi. Zato smo se v raziskovalni nalogi odločili proučevati inhibitorno delovanje vodnih ekstraktov navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) na izbrane tujerodne invazivne vrste rastlin. Vodne ekstrakte oreha in čemažasmo preizkusili na japonskem dresniku (*Fallopia japonica*), ambroziji (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezavi nedotiki (*Impatiens glandulifera*), ter tako poskušali najti alternativen način za boj proti invazivnim rastlinskim vrstam. Tako bi lahko namesto pesticidov uporabljali vodne ekstrakte oreha in čemaža, ali pa bi oreh in čemaž kar sadili na območja, kjer se invazivne rastlinske vrste razraščajo in jih tako sčasoma iz teh območij odstranili.

1.1. Raziskovalno vprašanje

Z nalogo smo želeli odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja:

- Kakšen je zaviralni učinek vodnega ekstrakta navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) na semena vrtna kreša (*Lepidium sativum*) in izbrane tujerodne invazivne vrste: japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezavo nedotiko (*Impatiens glandulifera*).
- Kakšen je vpliv različnih koncentracij vodnih ekstraktov oreha in čemaža na % kalitve vrtna kreša (*Lepidium sativum* L.) in izbranih tujerodnih rastlin: japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*)?
- Kakšen je vpliv različnih koncentracij vodnih ekstraktov navadnega oreha in čemaža na dolžino koreničic in kalčkov vrtna kreša (*Lepidium sativum* L.) in drugih invazivnih rastlin: japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*)?
- Kakšen je vpliv različnih koncentracij vodnega ekstrakta navadnega oreha na regeneracijo rizomov japonskega dresnika (*Fallopia japonica*)?

1.2. Hipoteze

1. Ekstrakt listov navadnega oreha (*Juglans regia*) bo zmanjšal uspešnost kalitve semen vrtna kreša (*Lepidium sativum*) in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*); pričakujemo manjši % kalitve in krajše dolžine koreničic in kalčkov.
2. Z višanjem koncentracije ekstrakta orehovih listov, se bo nižal % kalitve in dolžina koreničic ter kalčkov vrtna kreša in izbranih invazivnih vrst . (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*).
3. Ekstrakt listov navadnega oreha (*Juglans regia*) bo zaviral razvoj rizomov japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), manjša bo masa in dolžina novih poganjkov. Z višanjem koncentracije ekstrakta se bo večal njegov zaviralni učinek.

Navadni oreh (*Juglans regia*) je znan po svojem alelopatskem delovanju na številne zelne in lesne rastlinske vrste (Wang 2014, Bahuguna 2014). Vzrok njegove fitotoksičnosti in posledično zaviralnega učinka so številne bioaktivne substance kot so juglon, fenolne kisline, flavonoidi in terpeni (Matok s sod., 2009; Verma s sod., 2013).

4. Ekstrakt podzemnih delov čemaža (*Allium ursinum*) bo zmanjšal uspešnost kalitve semen vrtno kreše (*Lepidium sativum*) in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*); pričakujemo manjši % kalitve in krajše dolžine korenčic in kalčkov.
5. Z višanjem koncentracije ekstrakta čemaža se bo nižal % kalitve in dolžina korenčic ter kalčkov vrtno kreše in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*).

Raziskave kažejo, da ima čemaž (*Allium ursinum*) alelopatske lastnosti in zaradi vsebnosti fenolnih snovi zaviralno deluje na kalitev in razvoj različnih rastlinskih vrst (Djurdjevic, 2004).

2. TEORETIČNO OZADJE

2.1. Tujerodne in invazivne vrste

Tujerodne rastline so tiste, ki uspevajo na območjih, kamor se same po naravni poti zaradi velikih razdalj ne bi mogle razširiti. Namerno (kot kulturne, okrasne, gozdne) ali nenamerno (skupaj z različnim tovorom, zemljino, sadikami, krmo) jih je zanesel človek. Prenašanje vrst od drugod ni končan proces, saj stalno beležimo nove rastlinske vrste, med katerimi je tudi kar nekaj novih okrasnih ali prehranskih vrst (Eler, 2018). Večina tujerodnih vrst v novem okolju ne preživi, ker se mu ne morejo prilagoditi, nekatere pa so se sposobne udomaćiti, se uspešno razmnoževati, razširjati in celo povzročati škodo («Neizkoriščeni potenciali invazivnih tujerodnih rastlin», b.d.).

Šele v zadnjih desetletjih se zavedamo nevarnosti, ki preti naši naravi zaradi tujerodnih vrst. Tujerodne rastline lahko prerastejo velike površine in popolnoma spremenijo naravne ekosisteme ter poslabšajo življenjske razmere za domorodne vrste. Vrste, katerih ustalitev in širjenje ogrožata ekosisteme, habitate ali domorodne vrste, imenujemo invazivne tujerodne vrste ali invazivke. Vrste, ki so invazivne v sosednjih državah, se zelo pogosto od tam razširijo k nam po vodotokih ali vzdolž prometnih povezav. Semena in plodove raznaša veter, voda ali pa jih razširjajo živali (Kus Veenvliet s sod., 2011).

Invazivne rastline so v naravi uspešne zaradi določenih bioloških lastnosti, zaradi katerih so bolj konkurenčne v primerjavi z domačimi vrstami (Eler, 2018). Zanje je značilna hitra rast in razmnoževanje, proizvodnja velike količine semen, učinkovito vegetativno razmnoževanje, cvetenje v drugem obdobju kot domorodne vrste, odpornost na bolezni in škodljivce (Kus Veenvliet s sod., 2011). Drugi razlog za konkurenčnost invazivnih rastlin je ustrezno okolje, kamor se lahko razširijo. Za okolje pogosto poskrbi človek, saj jih največkrat srečamo v motenih okoljih, kjer je bila prvotna vegetacija izgubljena ali prizadeta zaradi oranja, paše, pretirane košnje, teptanja, gradbenih posegov, vodne erozije, poseka, požarov, nasipavanja (Eler, 2018).

2.1.1. Učinki tujerodnih vrst

Negativni učinki invazivnih rastlin se razlikujejo od vrste do vrste. Običajno so gospodarski, zdravstveni in ekološki. Invazivne rastline povzročajo veliko težav v kmetijstvu in komunalni dejavnosti, saj kot pleveli zmanjšujejo pridelek, povečujejo stroške pridelave in vzdrževanja infrastrukture. Nekatere vrste so lahko problematične za domače živali (strupene vrste, vrste s slabo krmno vrednostjo). Drevesne in steblikaste vrste lahko poškodujejo stavbe, nasipe in brežine rek. Večjo grožnjo okolju predstavlja tudi povečana raba herbicidov zaradi njihovega zatiranja. Invazivne rastline lahko škodijo tudi zdravju človeka. Lahko so alergene (vrste iz rodu ambrozija) ali pa povzročajo hudo vnetje kože (kobulnice). Prav tako, so škodljive v naravovarstvenem in ekološkem smislu, saj izpodrivajo in ogrožajo domače rastlinske in živalske vrste, spreminjajo izgled pokrajine in delovanje ekosistemov (Eler, 2018).

Tujerodne vrste lahko v novem okolju postanejo tekmeci domorodnih vrst za življenjski prostor, hrano ali druge življenjsko pomembne vire. Mnoge invazivne rastline se hitro razraščajo in tvorijo goste sestoje, pri tem pa spremenijo življenjske razmere za domorodne vrste, da te tu ne morejo več uspevati. Spremenijo se medvrstni odnosi med organizmi, kroženje snovi, fizikalni in kemijski dejavniki. Vse to lahko vodi v popolnoma spremenjen ekosistem (Eler, 2018).

Trenutno poteka projekt LIFE ARTEMIS, katerega cilj je prispevati k zmanjšanju negativnih vplivov invazivnih tujerodnih vrst na biotsko raznovrstnost. Cilj projekta je povečati osveščenost javnosti (še posebej lastnike gozdov) o nevarnosti, ki jo predstavljajo za gozdove invazivne tujerodne vrste. Prav tako želijo vzpostaviti učinkovit institucionalni okvir za zgodnje odkrivanje in hitro odzivanje (ZOHO) za tujerodne vrste v gozdnem prostoru ter izboljšati zmogljivost za zgodnje zaznavanje tujerodnih vrst v gozdovih, kar bi dosegli z aktivacijo in usposabljanjem zaposlenih na področju upravljanja z gozdovi in prostovoljcev (Kus Veenvliet, 2016).

2.1.2. Načini zatiranja invazivnih tujerodnih vrst

Ukrepe odstranitve ali nadzora izvajamo za invazivne tujerodne vrste in za potencialno invazivne vrste. Če je vrsta invazivna le na majhnem območju, jo lahko poskusimo popolnoma odstraniti iz narave. Način odstranjevanja vrste moramo izbrati glede na značilnosti te vrste. Običajno je treba ukrepe odstranjevanja izvajati skozi daljše časovno obdobje, kasneje pa še nekaj let spremljati ali se bo vrsta ponovno pojavila. Kadar širjenja ne uspemo preprečiti v

zgodnjih fazah naselitve, se vrsta navadno razširi tako, da popolna odstranitev iz narave več ni mogoča. Takrat nam preostane le še nadzor vrste. Vrsto aktivno odstranjujemo iz okolja, vendar se zavedamo, da je ne bomo uspeli v celoti odstraniti, lahko pa omejimo širjenje in zmanjšamo negativne vplive vrste na okolje (Kus Veenvliet in Veenvliet, 2017).

Uporabljamo različne načine zatiranja invazivnih rastlin. Pri mehničnem odstranjevanju odstranjujemo rastline s puljenjem, žaganjem, košnjo ali pašo. Ti ukrepi se lahko dopolnjujejo s kemičnim zatiranjem. Ukrepi kemičnega zatiranja vključujejo rabo pesticidov. Uporabljamo jih predvsem za zatiranje plevelov (herbicidi). Raba pesticidov je strogo nadzorovana, saj predstavlja potencialno nevarnost za okolje, prav tako pa tudi za zdravje ljudi. Pri ukrepih biotičnega varstva škodljive organizme odstranimo z živimi organizmi, ki so njihovi naravni sovražniki. Ker tujerodne vrste običajno v novem okolju nimajo naravnih sovražnikov, je potrebno za namene biotičnega varstva tujerodnih vrst vnesti nov tujerodni organizem. Vnos novih tujerodnih organizmov pa je lahko prav tako tvegano, saj lahko vrsta napade tudi domorodne vrste in povzroči še dodatno škodo. Biotično varstvo je zato strogo nadzorovano (Kus Veenvliet in Veenvliet, 2017).

2.1.3. Invazivne rastline v sloveniji

Raziskave so pokazale, da lahko v Evropi zasledimo skoraj 6000 tujerodnih rastlin. Več kot polovica teh vrst se je v naravi že ustalila, se razmnožuje in tvori trajne populacije. V Sloveniji popolnega seznama tujerodnih vrst še nimamo, prve ocene pa kažejo, da se pri nas v naravi občasno pojavlja 750 tujerodnih rastlin, najmanj 330 pa se jih je že udomačilo. To pomeni, da je 10 % slovenske flore tujerodnih rastlin (Kus Veenvliet s sod., 2011).

2.2. Izbrane invazivne vrste

2.2.1. Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)

Japonski dresnik uvrščamo med 100 najbolj invazivnih rastlin sveta (»Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)«, b.d.). Je trajna steblikasta rastlina, ki lahko zraste od 2 do 3 m v višino. Stebla so votla, zeleno-rdečkaste barve in spominjajo na bambusova, vendar so skoraj neolesenela (Eler, 2018). V tleh ima obsežen koreninski sistem. Sestavljajo ga debele korenike, dolgi in tanki stoloni (tudi do 10 m) ter globoke korenine, ki lahko segajo tudi več kot tri metre globoko. Listi so na dnu široko ovalni in veliki od 5 – 15 cm. Je pozno poletni cvetoča rastlina, ki pri nas vzcveti konec julija. Ima drobne belkaste do zelenkaste cvetove združene v pokončna

socvetja (»Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)«, b.d.). Japonski dresnik izvira iz Vzhodne Azije (Japonska, Kitajska, Koreja). V Evropo je bil prinesen kot okrasna rastlina v 19. stoletju na Nizozemsko (Prelovšek, 2012). Danes je z izjemo submediteranskega območja pogost po vsej Sloveniji. Srečamo ga zlasti ob rekah in potokih. Redek je tudi v alpskem območju, saj le redko doseže 1000 m nadmorske višine(»Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)«, b.d.). Razmnožuje se z rizomi in semeni. Prvi način je v Evropi pomembnejši, saj so v Evropi le ženske rastline, semena se lahko tvorijo le ob oprraševanju s sahalinskim dresnikom. Za širjenje s podzemnimi deli je po navadi dovolj že nekaj cm velik košček korenike, ki vsebuje oko, iz katerega kasneje odžene novo steblo in korenine (Eler, 2018). Japonski dresnik najraje naseljuje zmerno vlažna rastišča. Najbolj mu ustrezajo osončeni kraji in polsenca, vendar ga lahko srečamo tudi v zasenčenih krajih (npr. drevesne krošnje). Najhitreje poseli območja, kjer je zaradi človekovega delovanja prišlo do večjih premikov zemlje. Največkrat ga najdemo ob cestah, železniških progah, ob bregovih rek in potokov, na zapuščenih obdelovalnih ali stavbnih zemljiščih, vendar se zaradi svoje konkurenčnosti vedno bolj vključuje v naravno rastje, kjer izpodriva domorodne rastline (»Japonski Dresnik (*Fallopia japonica*)«, b.d.). Japonski dresnik povzroča slabšo erozijsko odpornost rečnih bregov, v gozdovih zmanjšuje uspešnost pomlajevanja drevesnik vrst, prav tako pa s svojimi podzemnimi deli škoduje zgradbam, cestam in komunalnim vodom (Eler, 2018). Kjer se razraste tvori goste sestoje, ki izpodrivajo naravno rastje ter tako spreminjajo videz pokrajine in negativno vplivajo na biotsko pestrost. Zaradi invazivnosti lahko hitro preraste tudi obdelovalne površine, še posebej travnike, ki jih ne kosijo redno.

Odstranjevanje japonskega dresnika je izredno težavno in dolgotrajno, zlasti zaradi njegov izjemne sposobnosti regeneracije že iz majhnih koščkov korenike. Fizično odstranjevanje rastline je zato zelo dolgotrajen proces. Redno in več let zapovrstjo je treba kositi ali puliti mlade poganjke ter izkopavati korenike. Po navadi je uspešno le v manjših populacijah, zlasti na začetku njihovega širjenja. Veliko bolj učinkovito je kemično odstranjevanje s pomočjo herbicidov, kar pa ima lahko ob nenadzorovani rabi negativen vpliv na okolje (»Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)«, b.d.).



Slika 1: Japonski dresnik
(<https://gobotany.newenglandwild.org/species/fallopia/japonica/>)



Slika 2: Japonski dresnik
(<http://naturschutz.ch/fallopia-japonica>)

2.2.2. Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*)

Pelinolistna ambrozija ali žvrklja je enoletna tujerodna invazivna vrsta prisotna v Sloveniji. (Kutnar, Marinšek, Kus Veenvliet, Veenvliet, 2017). Prvi podatki o njeni prisotnosti na ozemlju današnje Republike Slovenije segajo v leto 1950. Rastlina izvira iz Severne Amerike, od koder se je po svetu razširila preko medcelinskega trgovanja, saj je bila primešana k kmetijskim rastlinam in semenom za ptice. V Sloveniji se pojavlja predvsem v gričevnatem in nižinskem svetu. Ker so semena Pelinolistne ambrozije pogosto primešana k ptičji hrani, jih pogosto najdemo v okolici ptičjih krmilnic (Avberšek, 2012).

Steblo je pokončno, razvejano in poraslo z gostimi dlačicami (Avberšek, 2012). Listi so dvakrat deljeni, listni pecelj je poraščen z redkimi, podolgovatimi dlakami. Moška socvetja predstavljajo viseči koški v dolgem pokončnem grozdu na vrhu poganjkov (Kutnar s sod., 2017). Ženska socvetja pa se oblikujejo v zalistjih. Plod nima dlačic in se razvije iz ženskega socvetja. Rastlina spominja na navadni pelin (*Artemisia vulgaris*). Rastlina v višino zraste do 2 m. Cveti od julija do oktobra, zaznavamo pa jo vse od aprila pa do novembra (Kutnar s sod., 2017).

Semena so zelo trdoživa, saj lahko v tleh preživijo okoli 40 let (Avberšek, 2012). Veliko zmožnost preživetja pa ji poleg odpornosti semen omogoča velika plodnost, saj vsaka rastlina tvori do 100.000 semen. Semena lahko prenašajo ptice, vodotoki in močni vetrovi (Kutnar s sod., 2017). Tudi kar se tiče rasti razmer je pelinolistna ambrozija zelo nezahtevna in jo navadno najdemo na zapuščenih območjih, kjer zaradi gradnje ali drugih vzrokov ni prišlo do večjih premikov zemlje (npr. cestni robovi, robovi na njivah, bregovi rek in potokov itd.) (Avberšek, 2012). Na kmetijska zemljišča se širi s komunalno slabo urejenih površin. Prav zaradi njene trdožive narave in prilagodljivosti lahko znatno zmanjša pridelek poljščin, zmanjšuje kakovost živalske krme, ker je živali ne marajo in kvari mlečne izdelke, saj jim daje

priokus. Ker pelinolistna ambrozija poleg vseh že prej naštetih problemov, povzroča tudi inhalacijske alergije, sodi med najpomembnejših rastlinske vrste, ki jih moramo zatirati.

Zatiranje je možno le s pravočasnim odstranjevanjem rastlin ter preprečevanjem tvorbe semen, s katerimi se širi dalje. V mesecu juliju je v takšni razvojni fazi, da jo zlahka prepoznamo, hkrati pa je še pravi čas za njeno zatiranje (Gorton, 2016). Rastline uničujemo mehansko (sušenje izpuljenih rastlin, kompostiranje, sežig), kemično (uporaba herbicidov) in z obdelavo tal (semena zakopljemo dobrih 10 cm pod površino in tako preprečimo njihovo kalitev) (Avberšek, 2012).

Od 4. 8. 2010 pa v Sloveniji velja Odredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia*, ki določa, da so imetniki zemljišč, kjer rastejo te rastline primorani poskrbeti za njihovo odstranitev (Avberšek, 2012).



Slika 3: Pelinolistna ambrozija (<https://warccapps.usgs.gov/plantid/species/details/2405>)



Slika 4: Žensko socvetje pelinolistne ambrozije (<https://amandagorton.wordpress.com/tag/ambrosia-artemisiifolia/>)

2.2.3. Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*)

Žlezava nedotika je do 3 m visoka enoletnica z močnim, do 4 cm širokim kolenčasto odebeljenim stebлом, ki je votlo in sočno (Helmisaari, 2010). Listi so jajčastosuličasti nazobčani listi, dolgi tudi preko 20 cm (Kutnar s sod., 2017). Cvetovi so različnih barv, od bele do temno rožnate, navadno pa so škrlatni. Veliki so od 2 do 5 cm (Eler, 2018). Dva stranska venčna lista sta zrasla v čeladasto tvorbo, trije pa so prosti. Cvetovi oddajajo močan vonj, ki poleg medicine privablja tudi čebele. Cveti od julija do oktobra (»Žlezava nedotika«, 2017). Plodovi žlezave nedotike ob zrelosti izstrelijo rjava ali črna semena več metrov daleč. Rastlina izvira iz Srednje Azije (Himalaja), od koder se je po svetu razširila kot okrasna in medonosna

rastlina. Danes je razširjena po celi Evropi, redkejša je le v sušnih sredozemskih območjih. Pri nas je bila v naravi najprej opažena leta 1935 v Ljubljani. Najpogostejša je v ravninskih obrečnih predelih Save, Drave, Mure, Krke, Sotle in na drugih nižinskih območjih z dovolj vlage. Ustrezajo ji vlažna, hranljiva tla, kjer so prisotne periodične motnje (rečno poplavljanje). Najboljše uspeva na osončenih rastiščih. Največkrat jo najdemo ob rekah, jezerih in močvirjih, v vlažnih gozdnih robovih in v poplavnih gozdovih. Razmnožuje se le s semeni, ki jih je na rastlini od sto do več tisoč. Semena prenaša voda, človek in deloma tudi živali. Zaradi svoje hitre rasti, višine in masovne nasemenitve lahko hitro tvori velike sestoje in izrinja druge rastline. S svojimi plitvimi in enoletnimi korenin povečuje erozijsko ogroženost rečnih bregov in vpliva na slabšo pretočnost vodotokov kanalov in jarkov. Širjenje žlezave nedotike preprečujemo tako, da površine čistimo s košnjo ali s puljenjem pred njenim cvetenjem. (Eler, 2018). Vrsta je na seznamu po Uredbi (EU) št. 1143/2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. To pomeni, da zanjo veljajo najstrožji ukrepi za preprečitev vnosa in širjenja. Žlezavo nedotiko je zato prepovedano: vnašati v EU, razmnoževati, gojiti, prevažati, kupovati, prodajati, uporabljati, izmenjevati, posedovati ali jo izpustiti v okolje (»Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*)«, b.d.).



Slika 6: Žlezava nedotika (<https://www.notranjski-park.si/izobrazevalne-vsebine/rastlinski-svet/nedotikovke/zlezava-nedotika>)



Slika 5: Žlezava nedotika (https://www.tujerodne-vrste.info/portfolio_tag/impatiens-glandulifera/)

2.3. Priprava semen na kalitev

2.3.1. Stratifikacija semen

Stratifikacija pomeni, da semena za določen čas izpostavimo nizkim temperaturam. Za nekatere vrste je dovolj že teden do mesec dni v hladilniku pri standardnih 4°C, za druge zadostuje nekaj mesecev v zmrzovalniku pri -20°C, pri nekaterih vrstah pa je treba stratifikacijo večkrat ponoviti (»Semena: pobiranje, shranjevanje in sejanje«, b.d.).

Stratifikacija je potrebna, saj vsebujejo nekatera semena hormone, ki zavirajo kalitev. Ti hormoni pa na hladu kasneje razpadajo in so kot biološka ura, ki preprečuje, da bi semena skalila sredi zime. Semena lahko kalijo, ko zaviralni hormoni razpadejo in skalijo takoj, ko je temperatura primerna (odvisno od vrste) (»Semena: pobiranje, shranjevanje in sejanje«, b.d.).

2.3.2. Sterilizacija semen

Preden semena inokuliramo na gojišče, jih moramo sterilizirati. Od uspešnega postopka sterilizacije je odvisen celoten nadaljnji potek dela. Semena steriliziramo s kemikalijami, ki bodo preprečevala okužbo, seme (embrij) pa bo ostal nepoškodovano. Najpogosteje za postopek sterilizacije uporabljamo raztopine kalcijevega in natrijevega hipoklorita ter vodikovega peroksida (Taški-Ajduković s sod., 2005). Mi smo uporabili 5% raztopino natrijevega hipoklorita proizvajalca Šampionka.

Hicks (2000) pri samem postopku tehnike večkratnega spiranja sterilizacije loči 2 fazi:

- Dodajanje sterilizacijske raztopine: V epruveto damo manjšo količino semen in dodamo približno 10 mL sterilizacijske raztopine. Epruveto zapremo in pretresamo 10 minut. Sterilizacijsko tekočino nato odpipetiramo in jo nadomestimo z destilirano vodo.
- Faza spiranja z vodo: Spiranje semen večkrat ponovimo, da karseda dobro odstranimo sterilizacijsko raztopino. Temu sledi prenos semen na gojišče.

Poznamo pa tudi tehniko filtriranja, ki je primernejše za večja semena (Hicks, 2000). Na samem začetku steriliziramo potreben material z avtoklaviranjem. Nato cedilni lij in filtrirni papir namestimo na erlemajerico, kamor dodamo semena in sterilizacijsko tekočino. Ko sterilizacijska tekočina odteče, postopoma dodajamo s pipeto dodajamo destilirano vodo. Spiranje z destilirano vodo večkrat ponovimo. Semena lahko nato s filtrirnega papirja na gojišče prenesemo s sterilno pinceto ali pa s prenosom filtrirnega papirja v sterilno petrijevko,

kamor dodajamo destilirano vodo, da ločimo semena od papirja in jih tako potem prenesemo na pripravljeno gojišče (Hicks, 2000).

Mi smo izbrali tehniko večkratnega spiranja, ker smo imeli semena manjših velikosti in se je tako ta tehnika izkazala za optimalno.

2.4. Vrtna kreša (*Lepidium sativum*)

Vrtna kreša, pripadnica družine križnic (*Brassicaceae*) je hitro rastoča enoletnica. Najdemo jo lahko po vsem svetu. Pogosto jo uporabljamo v kulinarične in raziskovalne namene (Nehdi s sod., 2012). Kalitveni čas semena je od 3 do 5 dni. Večino leta raste na zunanjem vrtu, pozimi pa jo pridelujemo v hiši. Bogata je s kalcijem, železom, jodom in številnimi vitamini (predvsem C, vsebuje pa tudi vitamina A in B) (Semenarna, 2019). Rastlina je znana predvsem po njeni nezahtevnosti kar se tiče okoljskih razmer, saj lahko uspeva v vseh podnebjih in vseh tipih zemlje (Wadhwa s sod., 2012). Rastlina je enokaličnica (Welbaum, 2005).

Test z vrtno krešo (*Lepidium test*) je eden najbolj znanih toksikoloških testov. Za toksikološke teste jo delajo primerno velika občutljivost na toksične spojine, kratek čas kalitve (3 – 5 dni), hitra rast, cenovna dostopnost in enostavnost analiziranja. Z *Lepidium testom* lahko tako dobimo vpogled v stanje na kopnem, kot tudi v vodi (Janecka s sod., 2008; Studzinska s sod., 2009).

2.5. Alelopatija

Skupek vseh kemijskih interakcij, ki potekajo med živimi organizmi, bodisi med rastlinami, žuželkami (insekti) in mikroorganizmi imenujemo alelopatija (Willis, 2010; Kocacë Aliskan in Terzi, 2001), v procesu sodelujoče kemijske spojine pa alelokemikalije. Alelokemikalije lahko rastlino zapustijo preko listov (z izhlapevanjem ali pa s spiranjem) ali pa preko korenin in dekompozicijo odmrlih delov rastlin. Alelokemikalije postanejo predmet raziskave, ko te na tak ali drugačen način škodujejo drugim prisotnim organizmom zaradi svoje toksične narave. Zgodi pa se tudi, da je kemijska spojina škodljiva enemu organizmu, za drugega pa koristna. Znanstveniki so dokazali, da je ključen faktor pri sintezi in izločanju alelokemikalij temperatura (Pramanik s sod., 2000).

2.5.1. Alelopatija pri orehovkah

Eden najstarejših in najbolj opaznih primerov alelopatskega učinkovanja je iz družine orehovk (*Juglandaceae*). Že leta 77 našega štetja je namreč rimski naravoslovec omenjal toksične učinke dreves iz družine orehovk na druge rastline (Willis, 2010). Svoja opažanja je opisal kot: »senca orehovk je strup vsem rastlinam nad katere sega.« Skozi leta so razna ljudstva uporabljala to značilnost orehovk za lovljenje plena, zdravljenje raznoraznih bolezni, odstranjevanje določenih vrst trav z zemljišč itd. Pri orehovkah je bilo odkritih več kot 35 fenolnih spojin (Coder, 2011). Veliko teh je bilo prepoznanih kot alelokemikalij. Daleč najbolj koncentrirana in ena najbolj toksičnih izmed prisotnih spojin je juglon. Veliko drugih fenolnih spojin pa ima vlogo antioksidantov in antimikrobov¹.

Navadni oreh je zelo bogat vir fenolnih spojin. Na koncentracijo fenolnih spojin vpliva več dejavnikov: okoljske razmere, sorta oreha, kot tudi mesec vzorčevanja² (Colarič s sod., 2005; Solar s sod., 2005; Cosmulescu in Trandafir, 2011). Izstopajoče spojine so:

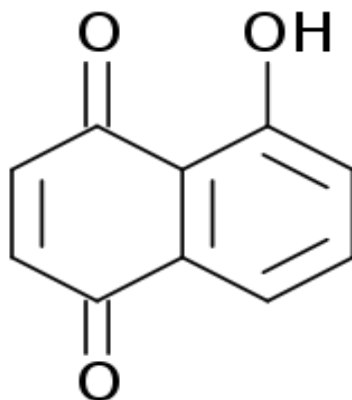
- Elaginska kislina, ki deluje kot naravni antioksidant (Cosmulescu, Trandafir in Nour, 2014). Najdemo jo v številnem sadju in zelenjavi. Raziskave so pokazale, da je elaginska kislina ena izmed glavnih spojin v navadnem orehu. M. Colarič s sodelavci (2005) je odkrila, da elaginsko kislino najdemo predvsem v orehovitih jedrcih.
- Rutin je flavonoid³, ki bi naj imel koristne učinke na človekovo zdravje. V raziskavi Cosmelescu s sod. 2014 je bil odkrit v listju navadnega oreha (v povprečju okoli 98,9 mg/100 g svežega rastlinskega materiala)
- Miricetin je prav tako predstavnik flavonoidov, ki se večinoma pojavljajo v sadju. Naj bi imel koristne učinke na delovanje ledvic (Ozcan s sod., 2012) in bil pomemben akter pri kemopreventivi kožnega raka (Kang s sod., 2011). V orehovi lupini ga je med 2 in 25 mg/100 g suhega rastlinskega materiala (Stampar s sod., 2006)
- Juglon je fenolna spojina, ki se pogosto uporablja v medicini za zdravljenje vnetnih in nalezljivih bolezni (Saling s sod., 2011). Najdemo ga v vseh delih drevesa, najbolj pa je koncentriran v orehovitih lupinah in listju – med 200 in 1400 mg/100 g suhega rastlinskega materiala (Stampar s sod., 2006).

¹ Lupine navadnega oreha uporabljamo v raznih zdravilnih napitkih zaradi njihove raznolikosti kar se tiče prisotnih fenolnih spojin.

² Višek meseca junija in julija, upad v koncentraciji avgusta in nato ponoven vzpon v začetku septembra

³ Flavonoidi so polifenolne spojine, ki so bili v zadnjih letih zaradi svoje potencialne antioksidativne aktivnosti in možnih koristnih vplivov na človeka vključeni v mnoge raziskave.

Juglon je temno-rjavo-rdečkaste barve, njegova netoksična oblika (hidrojuglon) pa je brezbarvna (Gries, 1943). Barvno spremembo lahko opazimo, če zarezemo v lupino oreha, saj bo ta zelo hitro porjavela. Ta se bo zgodila, zaradi takojšnje oksidacije hidrojuglona ob prisotnosti kisika.

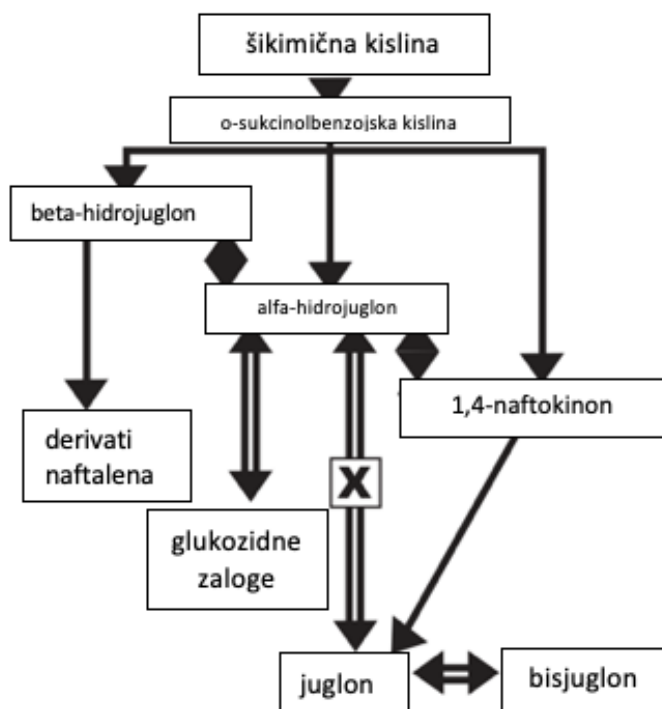


Slika 7: Strukturna formula juglona
(<http://fracademic.com/pictures/frwiki/49/160px-juglone.svg.png>)

Juglon so uspeli izolirati iz veliko pripadnikov družine orehovk (Thomson, 1971; Graves s sod., 1979): črni oreh (*Juglans nigra*), *Juglans cinerea* L., domači oreh (*Juglans regia* L.), *Juglans ailantifolia*, *Juglans mandshurica*, navadna hikorija (*Carya ovata*), *Carya tomentosa*, kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*), *Carya illinoensis*. Ampak le malo vrst je bilo testiranih za občutljivost na juglon (Funk s sod., 1979).

V drevesnih listih najdemo juglon v minimalnih količinah prav zaradi njegove toksičnosti (Gries, 1943). V drevesu se juglon nahaja v ne-toksični obliki imenovani hidrojuglon. Ta se shranjuje predvsem v reducirani obliki (Alfa-hidrojuglon (1,4,5-trihidroksinaftalen)) ali pa vezan na glukozo znotraj drevesnih celic. Hidrojuglon je brezbarven in ni toksičen, ampak se takoj ob doseženih oksidativnih pogojih spremeni v juglon (Coder, 2011). Če so drevesne celice poškodovane, se hidrojuglon nemudoma oksidira do juglona (Reigosa, Pedrol in Gonzalez, 2005). To lahko povzročijo razni insekti, bolezni in mehanske poškodbe.

Za bolj natančno določanje zmožnosti alelopatskega delovanja juglona Coder (2011) priporoča uvedbo termina »potencial juglona«, ki poleg koncentracije juglona prisotne v posameznih delih drevesa, vključuje tudi oblike, iz katerih juglon dejansko nastaja ob oksidativnih pogojih.



Slika 8: Pot nastanka juglona
 (<https://athenaeum.libs.uga.edu/bitstream/handle/10724/31047/walnut%20allelopathy%202011-10.pdf?sequence=1>)

Alelopatija juglona se je tako razvila kot obrambni mehanizem rastlin (Duroux s sod., 1998). Predhodne oblike juglona se tvorijo z vodilnim namenom zaščite korenin in listja pred škodljivci. Ko se predhodne oblike juglona znajdejo zunaj celic v oksidativnih razmerah pride do njihove tranzicije v juglon (Coder, 2011).

Celoten potek fiziološkega delovanja juglona na druge rastline še ni raziskan. Gries (1943) in Hejl s sodelavci (1993) trdita, da juglon zavira rast z zatiranjem fotosinteze⁴, dihanja rastlin⁵, spremembami v prepustnosti membrane. Omenjata, da zaradi učinkovanja juglona prihaja do počasnejšega premikanja vode iz korenin do stebela in sočasnih motenj v mehanizmu za

⁴ Za nekatere alelokemikalije je bilo dokazano, da znižujejo količino klorofila v rastlinah. Za juglon še te raziskave ni bilo izvedene (Singh s sod., 2002)

⁵ Preprečeval bi naj absorpcijo kisika (Perry, 1967)

uravnavanje hormonskega ravnovesja. Juglon vstopa v rastline skozi njene korenine (Kocacë Aliskan in Terzi, 2001).

Juglon lahko pride v zemljo z odpadanjem listja in nato njegovim razkrojem, prepuščanjem skozi korenine, s padcem plodov na zemljo in njihovim razpadom ali pa zaradi dežja, ki izpira listje in drevesno skorjo (Vandome s sod., 2010). Ker se listi orehovk hitro dekompozirajo, pride do hitre tvorbe juglona v zgornjih delih prsti. Čeprav je juglon slabo topen v vodi, se toksični učinki pokažejo pri nizkih koncentracijah (Gries, 1943). Ko zapusti drevo, ostane v okolici drevesnih korenin in tako ogroža druge rastline, ki imajo korenine v bližini korenin drevesa, ki izloča juglon (Vandome s sod., 2010). Na območja, kamor orehovke razprostrejo svoje korenine se prst zaradi izločanja juglona v okolico spremeni. Juglon ima največji vpliv na enoletnice, vrtno zelenjavo, sadna drevesa in na širokolistne trajnice. Večina trav, hrast, rdeča cedra, nekatere vrste detelj in visokogorske vrste, ki imajo same alelopatske učinke pa rastejo v spravi z orehovkami. Juglon za toksičnega prepoznavajo tako med zelnatimi, kot tudi med lesnatimi rastlinami (Funk s sod., 1979). Če pa juglon preide nazaj v korenino, pa se ta hitro spremeni nazaj v ne-toksično obliko in se shrani (Coder, 2011). Alelopatsko delovanje je v naravi odvisno od 3 faktorjev: občutljivost drugih vrst na juglon, velikost drevesa in klimatskih ter razmer v prsti, ki nadzorujejo razporejanje juglona (Rietveld, 1983). Intenziteta pojavljanja alelopatskih učinkov je zelo različna, ko so vrste nameščene v bližino že obstajajočega velikega oreha ali če so nameščene v okolje sočasno z novim orehom. V prvem primeru bi do posledic delovanja alelopatije prišlo v nekaj mesecih ali letih, v drugem pa bi to trajalo veliko dlje, saj bi moralo drevo najprej zrasti do določene velikosti, da bi lahko imelo pomemben vpliv na okolje. Rietveld je leta 1981 ugotovil, da je za rast drevesa potrebnih od 12 do 25 let, da proizvede dovolj juglona, da kaže očitne alelopatske učinke v okolju.

Fisher (1978) je odkril sorazmernost med vlažnostjo prsti in alelopatsko aktivnostjo dreves orehovk. Višja kot je bila vlažnost, večja je bila količina dostopnega juglona in alelopatska aktivnost se je povečala. Velika vlažnost naredi anaerobne redukcijske razmere, ki so neugodne za kemijsko in biološko oksidacijo, kar pa pripomore k akumulaciji juglona.

Veliko rastlin ne bo uspevalo v okolici dreves iz družine orehovk ali pa na območjih, kjer so le-ta nedavno rastla (Massey, 1925). Za eliminacijo večine juglona iz rodovitne prsti je potrebno približno eno leto. V sušnih, zbitih ali redno poplavljenih prsteh je za odpravo juglona potrebnih več let. Lupine plodov, veje in listje orehovk moramo tako pred dodajanjem v prst dodobra posušiti ali pa kompostirati (Narwal s sod., 2000). Oksidacija na začetku pretvori

hidrojuglon v toksični juglon, ki pa ga nadaljnje staranje in oksidacija v vlažnih, aerobnih razmerah pretvorita na ne-toksične komponente. Če pa je le mogoče, pa se dodajanju orehovih delov v prst izogibajmo. Krošnje orehovk ne smejo nikoli prekrivati vrta (Massey, 1925). Če imamo drevo orehovke v bližini vrta, je priporočljivo, da na robove vrta namestimo plastično podzemno pregrado, ki preprečuje širjenje korenin orehovke na vrt.

Juglon ima potencial kot herbicid prav zaradi njegove zmožnosti nadzorovanja vegetacije (Narwal s sod., 2000). V nasadih orehovk, mlada drevesa ponavadi potrebujejo herbicide za uspešen boj proti plevelu. Predhodnja obdelava in postopen nanos manjših količin juglona na območja, kjer imamo namen posaditi drevesa orehovk pripomore k nadzoru določenih tekmovalnih vrst in tako pomagata pri uspevanju semen.

Juglon kot herbicid pa bi lahko implementirali tudi v urbanem življenju. Ker je velika večina trav na juglon odpornih in ga dobro prenašajo, plevel pa je zelo občutljiv na le-tega, bi lahko na travnate površine na vnaprej določene časovne intervale nanašali določene raztopine juglona in tako ohranjali travnate površine brez neželenega plevela. Ker v naravi za zatiranje plevela pogosto uporabljamo umetne herbicide, ki pa rušijo ekološko ravnovesje v okolju, je zato juglon v primerjavi z njimi, varnejši za uporabo, prav zaradi tega, ker je naraven in biološko razgradljiv. Namesto popolnega uničenja vseh neželenih rastlin na območju, bi pomen naravnih ekoloških procesov bil večji, saj bi le-ti izvajali nad neželenimi rastlinami pritisk, kot posledico kemijskega delovanja. Tudi raziskava Topala s sodelavci (2006) je pokazala dober potencial juglona kot naravnega herbicida⁶.

⁶ Juglon je uspešno zaviral rast plevela, brez da bi zaviral rast pšenice in ječmena. Edina možna slabost je ta, da so v raziskavi kot predstavnike plevela vzeli le dvokaličnice, medtem ko sta pšenica in ječmen enokaličnici. Čeprav še ni dokazano, da bi juglon imel različen vpliv na eno- in dvokaličnice, ta raziskava kaže na to.

2.5.2. Alelopatija pri čemažu (*Allium ursinum*)

Čemaž oz. divji česen je razširjen po celotni Evropi, Mali Aziji in v območju od Kavkaza preko Sibirije pa do Kamčatke (Tomič, 1992). Raste od pomladi pa do začetka poletja (Karadžič, 1994). V tem času so velike gozdne površine skoraj popolnoma poraščene s čemažem. Dejstvo, da so druge vrste v tem času na teh območjih zelo redke ali pa jih celo ni, nakazuje na inhibitorne učinke alelopatskega delovanja čemaža. Alelokemikalije pri čemažu predstavljajo fenoli, tako prosti, kot tudi vezani. Ti bi naj tako zavirali kaljenje semen, zatirali rast rastlin in povzročali še druge fiziološke procese, ki bi preprečevali uspevanje tekmovalnih rastlin.

L. Djurdjevic s sod. (2004) je v listih čemaža odkrila proste ferulske in vanilinske kisline in vezano p-kumarinsko, ferulsko in vanilinsko kislino. V čebulicah pa je poleg že prej omenjenih spojin odkrila še prosto p-hidroksibenzojsko kislino. Proučevala je tudi, koliko katere spojine rastlina sprošča v zemljo. Ugotovila je, da je koncentracija vezanih fenolov in fenolskih kislin do dvajsetkrat višja od prostih koncentracij teh spojin. Pripravila je tudi eksperiment, kjer je ugotavljala vpliv vodnega ekstrakta iz čebulic in listja na kalitev rastlin. Rezultati so pokazali, da je koncentracija teh fenolnih spojin v čebulicah višja, saj je pri teh kalilo le 1-4% vseh semen, pri listju pa 10-20% vseh semen. Zaradi tega opažanja, smo se odločili pripraviti še nekaj višjih koncentracij (4 g, 6 g in 8g rastlinskega materiala/100mL vode), da bi videli, če uspešnost kalitve pada sorazmerno z višjo koncentracijo.

3. METODOLOGIJA DELA

3.1. Nabiranje rastlinskega materiala

Semena žlezave nedotike (*Impatiens glandulifera*), japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*) smo nabrali v začetku novembra 2018 v Radvanju (46°32'N 15°36'E). Vsa semena posamezne vrste so bila nabrana na istem rastišču, ki se nahaja na gozdnem robu ob sprehajalni poti. Do sajenja so bila izpostavljena enakim pogojem.

Čemaž smo nabrali v začetku novembra 2018 v centru Ruš (46°32'N 15°30'E). Izkopali smo čebulice in korenine čemaža, ki raste v polsenci v negnojeni zemlji na vrtu, tja pa je bil prenesen iz naravnega rastišča v gozdu.

Liste oreha smo nabrali v začetku oktobra 2018, v Spodnjem Dupleku (46°29'N 15°46'E). Vsi listi so bili nabrani iz istega drevesa, na gozdnem robu prej omenjene lokacije.

Rizome japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) smo izkopali konec novembra 2018. Nabrali smo jih na Mariborskem Pohorju (46°31'N 15°35'E). Japonski dresnik na izbrani lokaciji (smučarska proga Čopka) raste v obliki otoka na gozdnem robu. Vsi rizomi so bili nabrani na istem rastišču. Pred eksperimentom smo jih namočili za 24 ur v vodo. Pred nastavitvijo poskusa smo jih tudi stehali.

3.2. Stratifikacija semen

Semena smo najprej 1 teden sušili pri sobni temperaturi, takoj za tem pa smo izvedli 30 dnevno stratifikacijo pri temperaturi 4 °C.

3.3. Sterilizacija semen

Seznam materiala:

- 5% raztopina natrijevega hipoklorita (Šampionka)
- Destilirana voda
- Cedilo
- Epruveta (18 x 180 mm)
- Čaša (250 mL)

V epruveto smo dali manjšo količino semen, ki smo jim dodali 10 mL natrijevega hipoklorita. Epruveto smo zaprli in pretresali 15 minut. Po 15 minutah smo natrijev hipoklorit odlili in dodali destilirano vodo ter ponovno pretresli. Spiranje z destilirano vodo smo večkrat ponovili.

3.4. Priprava vodnega ekstrakta iz listov navadnega oreha

Seznam materiala:

- Kavni mlinček (ECG)
- Listje navadnega oreha
- Destilirana voda
- Merilni valj (100 mL)
- Čaše (250 mL)
- Lijaki
- Filtrirni papir
- Centrifuga (Hettich Zentrifugen)
- Centrifugirke (14 mL)
- Digitalna tehtnica (Kern) (z natančnostjo $\pm 0,01$ g)

Liste navadnega oreha smo posušili pri sobni temperaturi in zmleli s kavnim mlinčkom v prah. Različne mase zmletih orehovitih listov (5 g, 10 g, 15 g in 20 g) smo nato prelili s 100 mL destilirane vode. Mešanico smo dobro premešali in pustili stati 24 ur. Po 24 urah smo mešanico prefiltrirali in filtrat centrifugirali 5 minut (3000rpm).

3.5. Priprava vodnega ekstrakta čebulic in korenin čemaža

Seznam materiala:

- Posušen čemaž (podzemni del)
- Kavni mlinček (ECG)
- Destilirana voda
- Merilni valj (100 mL)
- Čaše (250 mL)
- Lijaki
- Filtrirni papir

- Centrifuga (Hettich Zentrifugen)
- Centrifugirke (14 mL)
- Digitalna tehtnica (Kern)(z natančnostjo $\pm 0,01$ g)

Podzemni del čemaža (čebulico in korenine) smo posušili pri sobni temperaturi in zmleli s kavnim mlinčkom v prah. Različne mase posušenega in zmletega čemaža (2 g, 4 g, 6 g, 8 g) smo nato prelili s 100 mL destilirane vode. Zmes smo dobro premešali in pustili stati 24 ur. Po 24 urah smo mešanico prefiltrirali in filtrat centrifugirali 5 minut (3000rpm).

3.6. Kalitev semen

Seznam materiala:

- Petrijevke (premer 5,5 cm)
- Filtrirni papir
- Destilirana voda
- Kapalke
- Pincete
- Različne koncentracije ekstrakta orehovitih listov (0 g/100 mL, 5 g /100 mL, 10 g/100 mL, 15 g/100 mL, 20 g rastlinskega materiala/100 mL destilirane vode)
- Različne koncentracije ekstrakta čemaža (0 g/100 mL, 2 g/100 mL, 4 g/100 mL, 6 g/100 mL, 8 g rastlinskega materiala /100 mL destilirane vode)
- Semena japonskega dresnika (*Fallopia japonica*)
- Semena žlezave nedotike (*Impatiens glandulifera*)
- Semena ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*)
- Semen vrtno kreše (*Lepidium sativum*, Semenarna Ljubljana)

V vsako petrijevko smo na filtrirni papir enakomerno razporedili 10 semen. S kapalko smo takoj po nanosu semen v petrijevko dodali 2 mL pripravljene raztopine različnih koncentracij ekstraktov orehovitih listov oziroma čemaža. V kontrolno petrijevko smo dodali enako količino destilirane vode. Za vsako koncentracijo rastlinskega ekstrakta in kontrolo smo imeli pet petrijevok. Zalivali smo vsak dan z 2 mL pripravljenih ekstraktov z destilirano vodo. Po določenem času, predvidenem za kalitev posamezne vrste semen, smo prešteli število vzkaljenih in izmerili dolžine korenčic in dolžino celotnega kalčka. Za vzkaljeno smo

upoštevali seme, kjer je prišlo do razpoka semenske lupine in se je s prostim očesom videla korenčica.

3.7. Razvoj rizomov japonskega dresnika

Seznam materiala:

- Rastna podlaga Vermikulit (Vermi Group)
- Rizomi japonskega dresnika (premer: 2-3 cm)
- Različne koncentracije ekstrakta orehovih listov
- Voda
- Merilni valj (250 mL)
- 5 večjih okroglih posod ($d=25$ cm)
- Digitalna tehtnica (Kern)(z natančnostjo $\pm 0,01$ g)

V vsako posodo smo dali po sedem rizomov, ki smo jih namestili v rastno podlago vermikulit, 3 centimetre pod površino in jih označili s številkami. Rizomi v isti posodi so bili tekom poskusa zalivani z enako količino enako koncentriranega orehovega ekstrakta (5 mL) in enako količino vode (100 – 200 mL). Zalivanje z vodo je potekalo vsaka 2-3 dni, zalivanje z orehovim ekstraktom pa vsak dan. Eksperiment je potekal pri sobni temperaturi, od 12. 12. 2018 do 16. 01. 2019. Nato izmerili maso in dolžino razvitih poganjkov.

3.8. Obdelava podatkov

Iz dobljenih rezultatov poskusov s semeni smo izračunali % kalitve, povprečne vrednosti dolžine korenčic in standardni odklon pri posamezni koncentraciji rastlinskega ekstrakta ter narisali grafe. Podatki so bili obdelani z programom Microsoft Excel.

4. REZULTATI

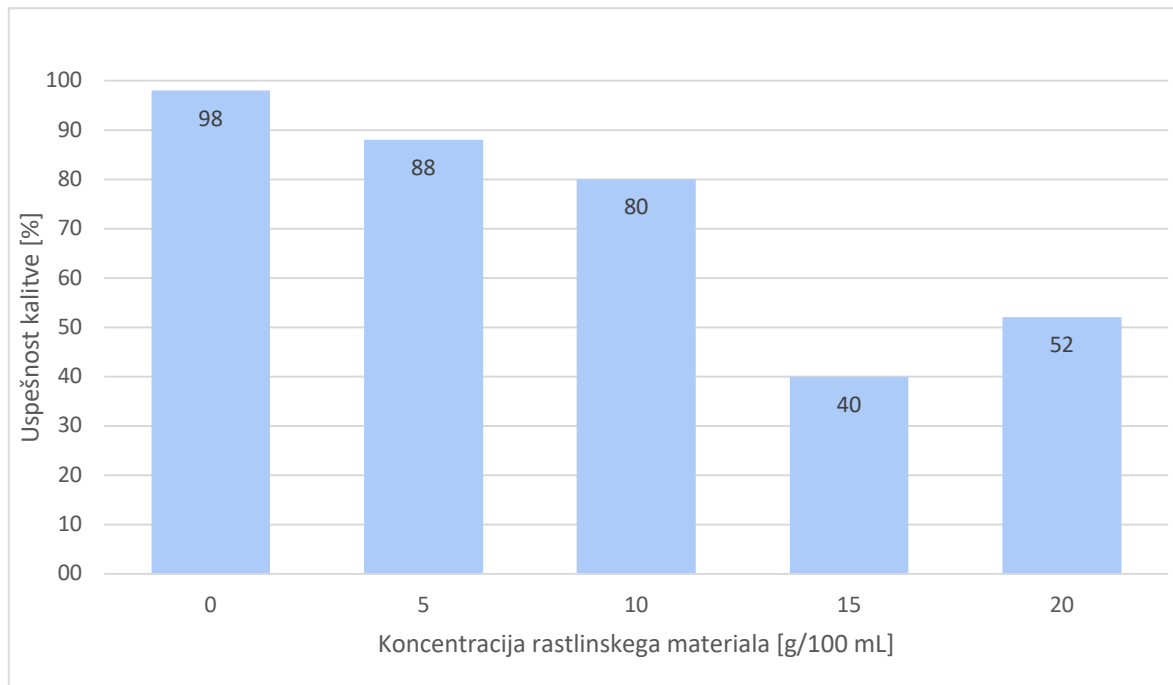
4.1. Lepidium test

4.1.1. Ekstrakt iz orehovitih listov

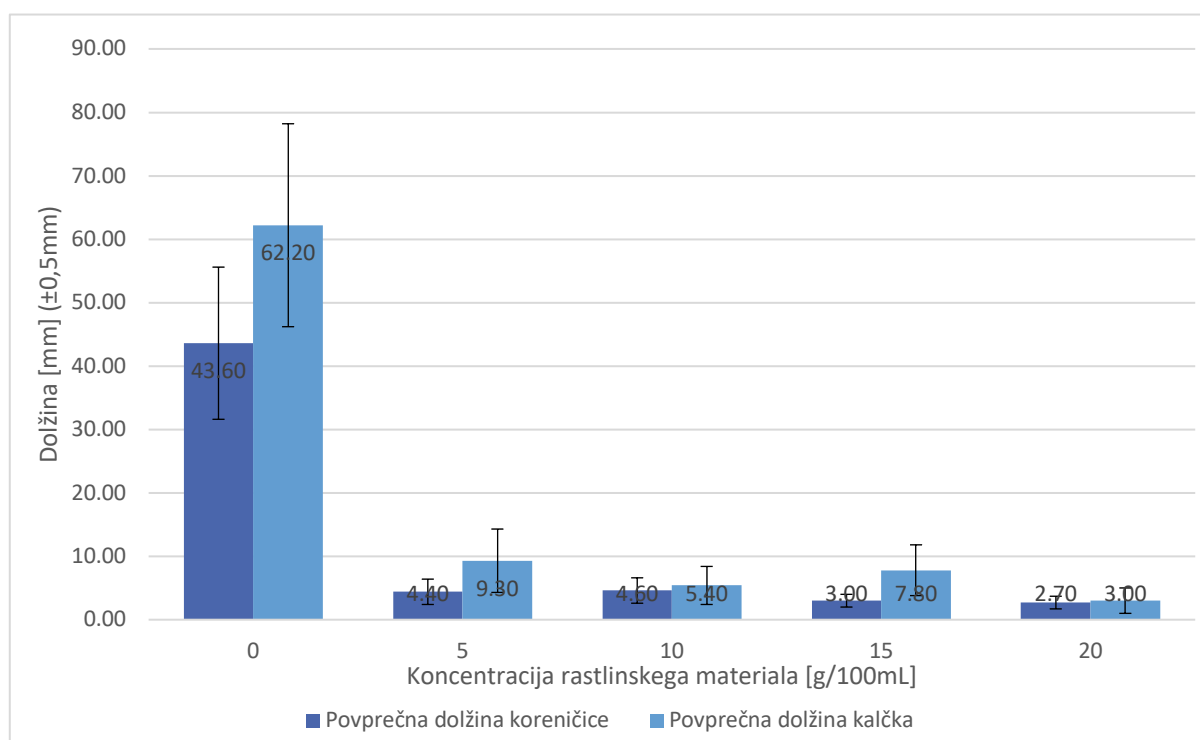
Tabela 1: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena vrtnih kreše

Koncentracija orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	% kalitve	Povprečna dolžina korenčice [mm] ($\pm 0,5$ mm)	Povprečna dolžina kalčka [mm] ($\pm 0,5$ mm)
0	98,0	43,60	62,20
5	88,0	4,40	9,30
10	80,0	4,60	5,40
15	40,0	3,00	7,80
20	52,0	2,70	3,00

Graf 1: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala oreha



Graf 2: Končna dolžina korenice in kalčka v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala oreha



Opazimo lahko upad uspešnosti kalitve z višjo koncentracijo. Do odstopanj prihaja med koncentracijama 15 in 20 g rastlinskega materiala/100 mL vode, zato smo v naslednji fazi določili povprečno dolžino korenice, kjer je razlika v učinkovanju teh 2 koncentracij orehovega ekstrakta lepše vidna, saj so bila semena pri višji koncentraciji bolj prizadeta, kar se odraža z dolžino zraslih korenice in kalčka.



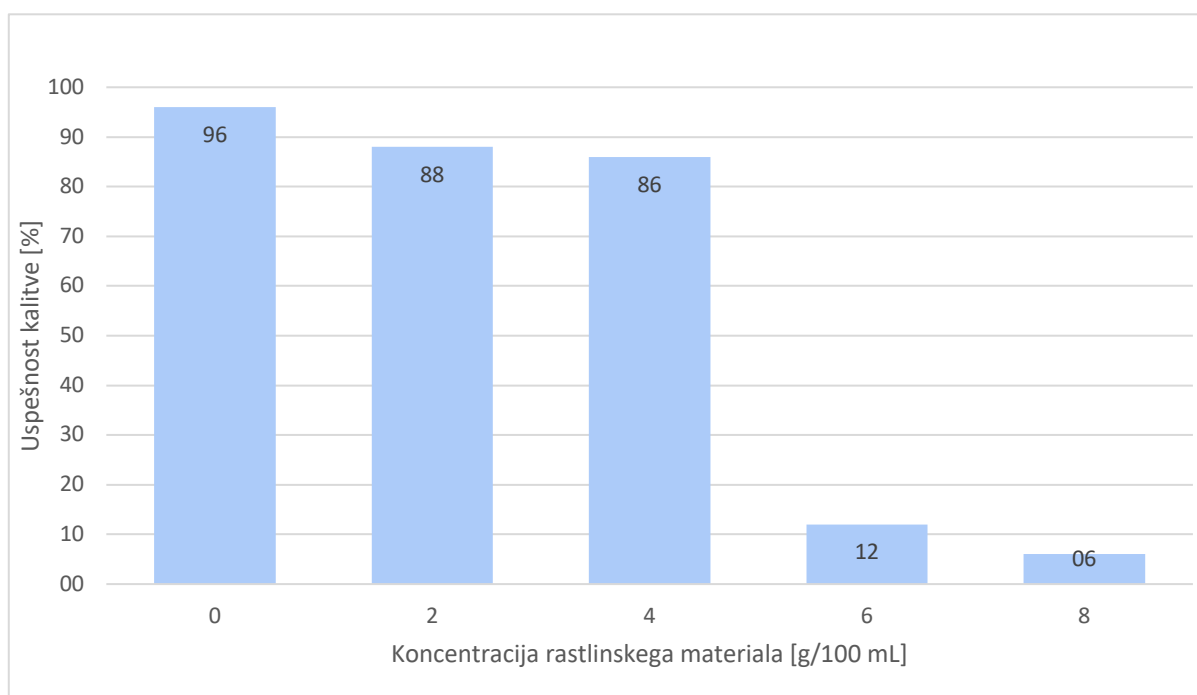
Slika 9: Uspešnost rasti pri koncentraciji 0 g/100 mL tekočine (lasten vir)

4.1.2. Ekstrakt iz podzemnega dela čemaža

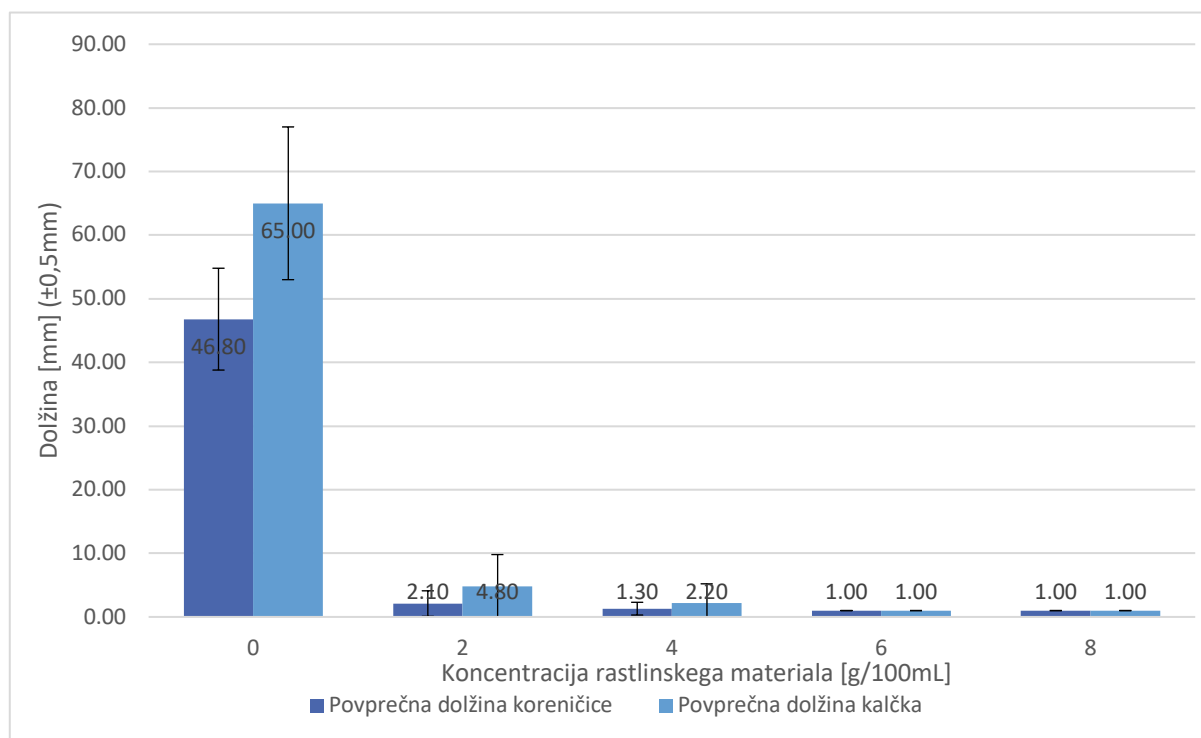
Tabela 2: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah ekstrakta iz podzemnega dela čemaža [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena vrtno kreše

Koncentracija čemaževga ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	% kalitve	Povprečna dolžina korenčice [mm] ($\pm 0,5$ mm)	Povprečna dolžina kalčka [mm] ($\pm 0,5$ mm)
0	96,0	46,80	65,00
2	88,0	2,10	4,80
4	86,0	1,30	2,20
6	12,0	1,00	1,00
8	6,0	1,00	1,00

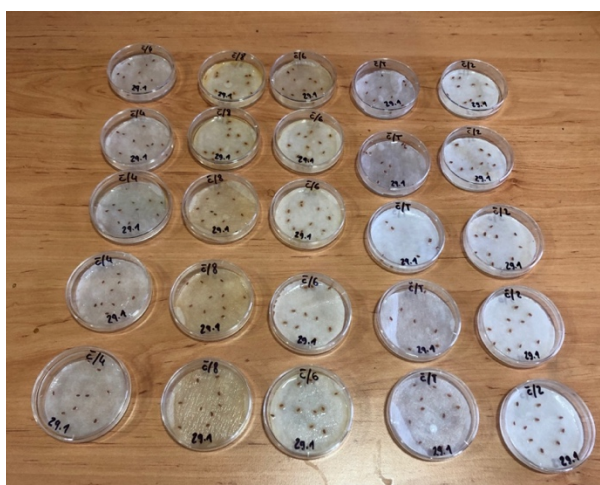
Graf 3: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala



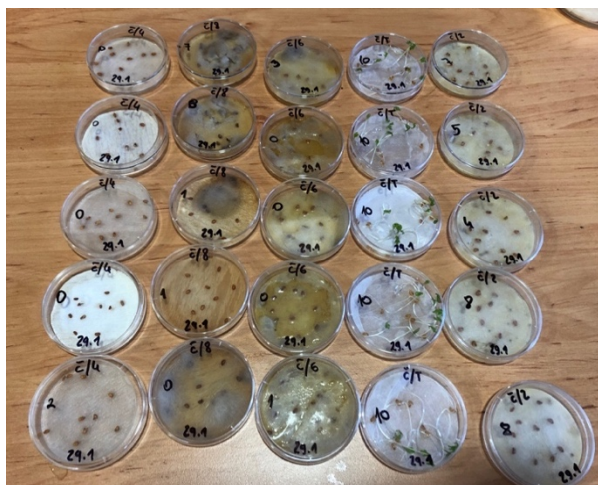
Graf 4: Končna dolžina korenice in kalčka v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala



Kar se tiče uspešnosti kalitve pri posamezni koncentraciji rastlinskega materiala, večjo razliko opazimo šele med koncentracijama 4 in 6 g rastlinskega materiala/100 mL. Za močno prizadeta, pa se izkažejo semena že pri najnižji koncentraciji, tj. 2 g rastlinskega materiala/100 mL, kar kaže na močno inhibicijsko delovanje čemaža na razvoj samih semen.



Slika 11: Semena vrtna kreše pred kalitvijo (lasten vir)



Slika 10: Semena vrtna kreše po kalitvi (lasten vir)

4.2. Testiranje vpliva orehovega ekstrakta na japonskem dresniku (*Fallopia japonica*)

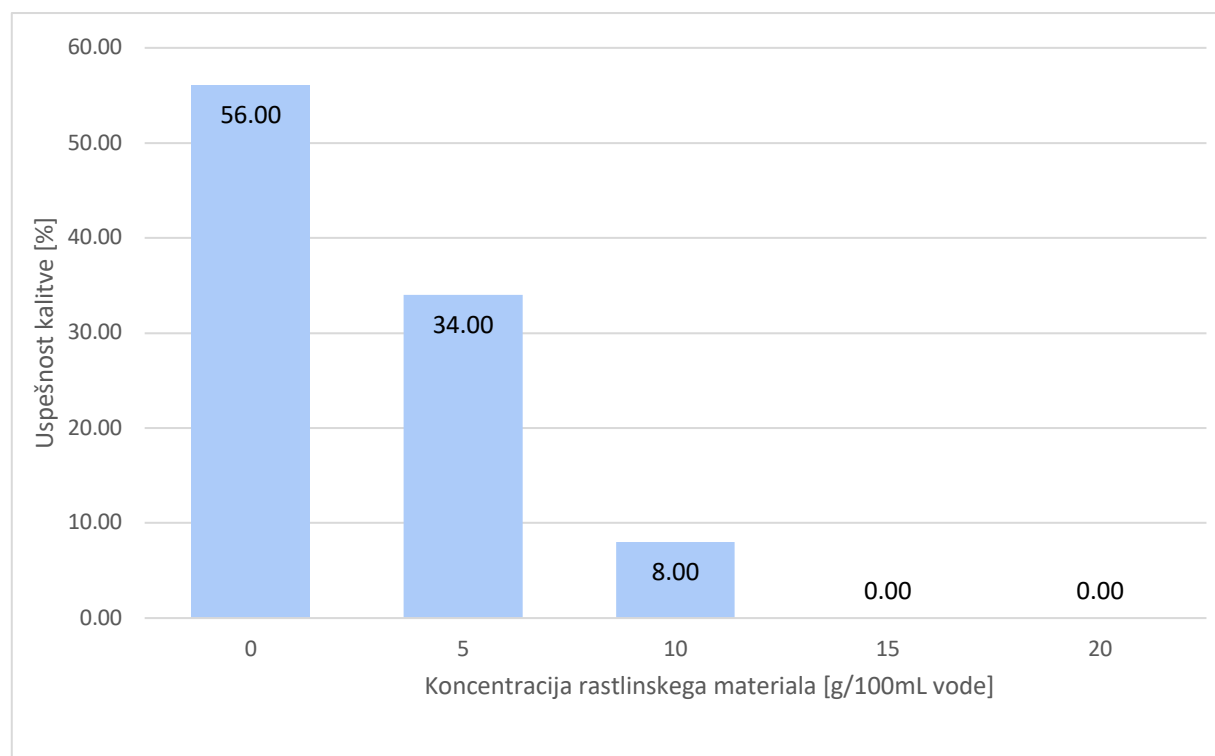
4.2.1. Testiranje na semenih japonskega dresnika

Ko smo ugotovili, da ekstrakt iz orehovitih listov zaviralno vpliva na rast in razvoj semen vrtnice (*Lepidium sativum*), smo se odločili njegov ekstrakt preizkusiti še na semenih japonskega dresnika (*Fallopia japonica*).

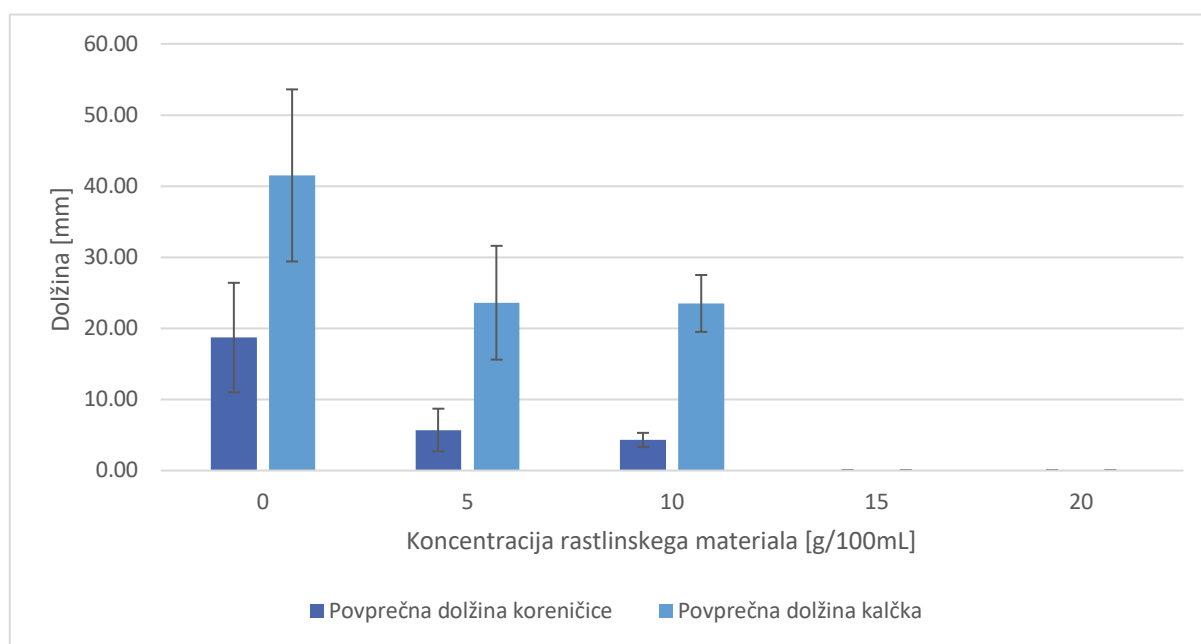
Tabela 3: Povprečna dolžina korenčic [mm], kalčka [mm] in % kalitve pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL] za semena japonskega dresnika

Koncentracija orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	% kalitve	Povprečna dolžina korenčice [mm] ($\pm 0,5$ mm)	Povprečna dolžina kalčka [mm] ($\pm 0,5$ mm)
0	56,0	18,7	41,5
5	34,0	5,7	23,6
10	8,0	4,3	23,5
15	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0

Graf 5: Uspešnost kalitve v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala



Graf 6: Končna dolžina korenčice in kalčka v odvisnosti od rastlinskega materiala



Opazimo, da odstotek uspešnosti kalitve pada sorazmerno z večanjem koncentracije. Prav tako, so semena pri višjih koncentracijah kazala vedno bolj očitne znake prizadetosti, kar se je kazalo na dolžini korenčic in kalčka (Graf 6). Pri koncentracijah višjih od 10 g rastlinskega materiala/100 mL ni prišlo do kalitve.



Slika 12: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 0 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



Slika 13: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 5 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



Slika 15: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



Slika 14: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 15 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



Slika 16: Semena japonskega dresnika pri koncentraciji 20 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)

4.2.2. Testiranje na rizomih japonskega dresnika

4.2.2.1. Končna sprememba mase rizomov japonskega dresnika

Tabela 4: Povprečna začetna masa rizoma [g], povprečna končna masa [g] in % spremembe mase pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]

Koncentracija orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	Povprečna začetna masa [g] ($\pm 0,01g$)	Povprečna končna masa [g] ($\pm 0,01g$)	spremembe mase [%]
0	7,80	14,67	88,00
5	13,33	24,22	81,70
10	8,37	12,81	53,05
20	8,03	12,18	51,70

Obrazec za izračun spremembe mase:

$$\Delta m [\%] = \frac{m_2 - m_1}{m_1}$$

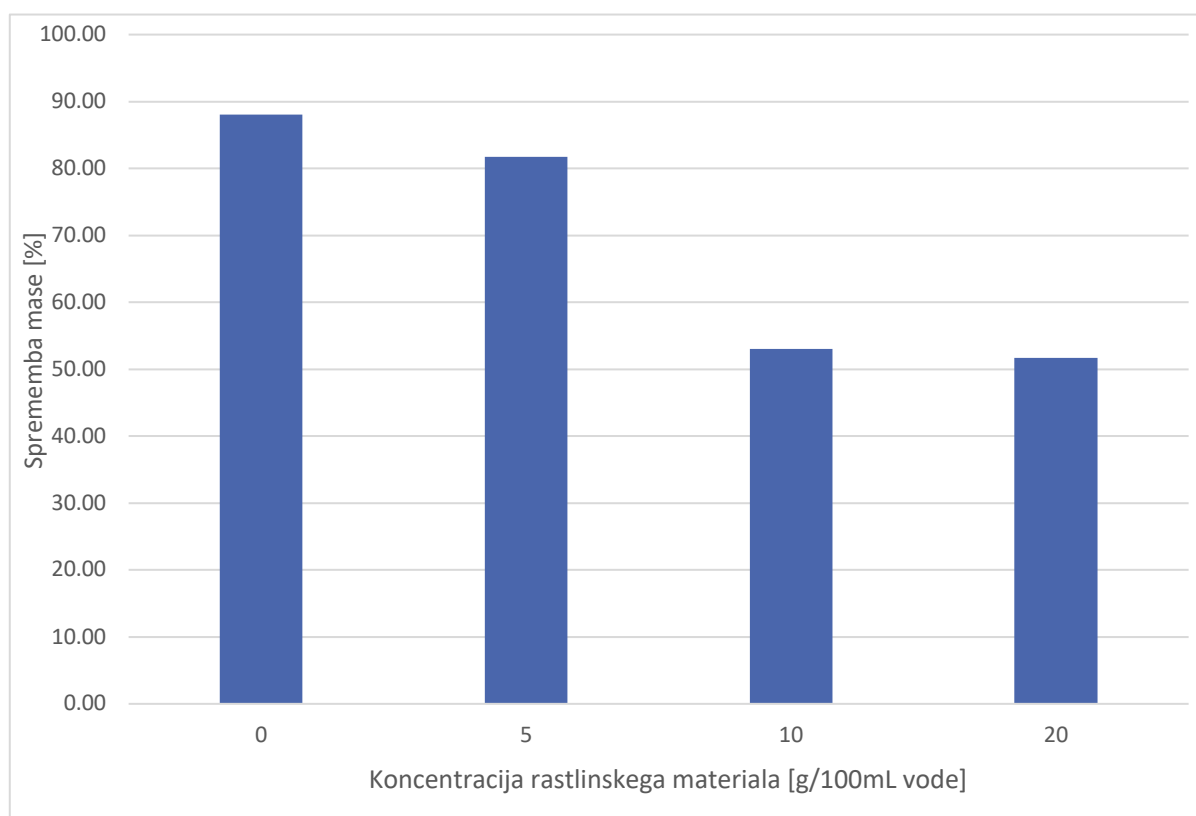
Kjer je:

Δm sprememba mase [%]

m_1 masa rizoma pred eksperimentom (12. 12. 2018)

m_2 masa rizoma po eksperimentu (16. 01. 2019)

Graf 7: Končna sprememba mase v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala



Opazimo lahko, da končna sprememba mase sorazmerno pada z večanjem koncentracije rastlinskega materiala. Večjo razliko v spremembi mase opazimo šele med koncentracijo 5 in 10 g rastlinskega materiala/100 mL.

4.2.2.2. Povprečna končna dolžina s spremembo mase v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala

Tabela 5: % Spremembe mase, povprečna končna dolžina [cm] in povprečna končna dolžina v odvisnosti od povprečne končne mase [%] pri različnih koncentracijah orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL)

Koncentracija orehovega ekstrakta [g rastlinskega materiala/100 mL]	sprememba mase [%]	Povprečna končna dolžina [cm]	Povprečna končna dolžina v odvisnosti od spremembe mase [%]
0	88,00	11,90	81,11
5	81,70	16,26	67,13
10	53,05	4,20	32,79
20	51,70	3,79	31,12

Obrazec za izračun spremembe mase:

$$\Delta m [\%] = \frac{m_2 - m_1}{m_1}$$

Kjer je:

Δm sprememba mase [%]

m_1 masa rizoma pred eksperimentom (12. 12. 2018)

m_2 masa rizoma po eksperimentu (16. 01. 2019)

Obrazec za izračun povprečne končne dolžine v odvisnosti od spremembe mase:

$$\delta = \frac{d}{\Delta m}$$

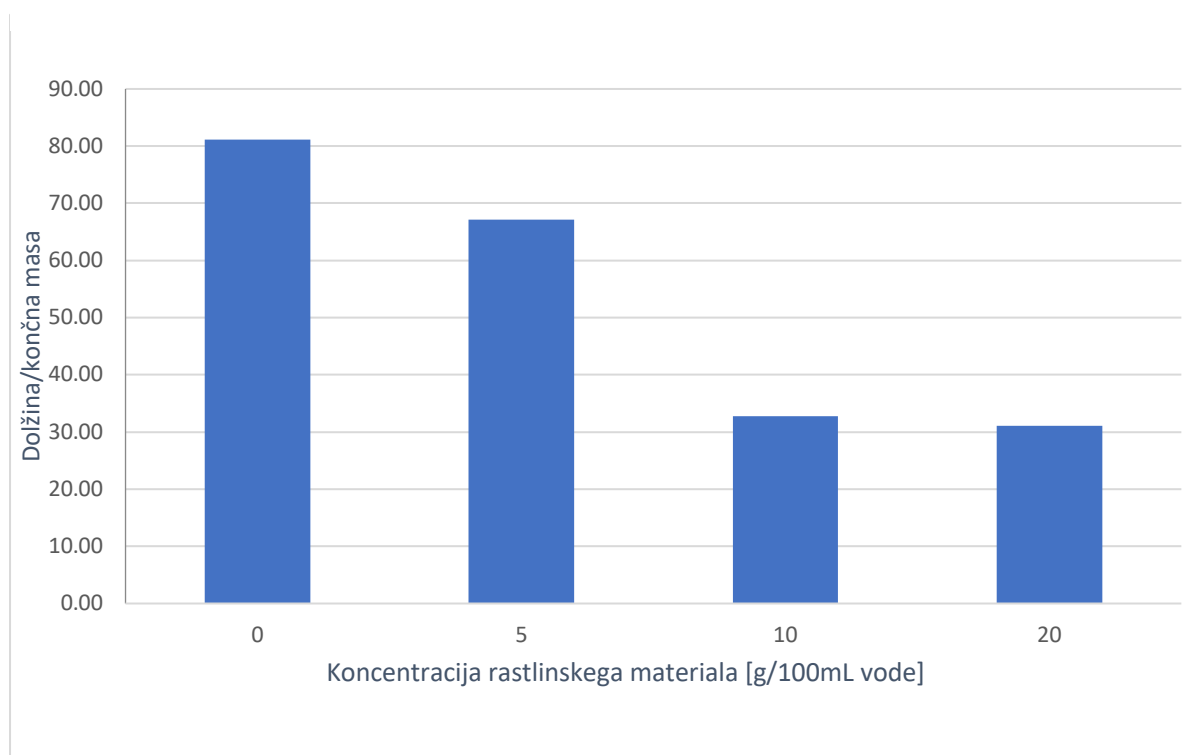
Kjer je:

δ povprečna končna dolžina v odvisnosti od spremembe mase [$\frac{cm}{g}$]

m sprememba mase [g]

d povprečna končna dolžina

Graf 8: Povprečna končna dolžina s spremembo mase v odvisnosti od koncentracije rastlinskega materiala



Opazimo lahko, da povprečna končna dolžina v odvisnosti od povprečne končne mase sorazmerno pada, z večanjem koncentracije rastlinskega materiala. Največjo razliko ponovno opazimo med koncentracijo 5 in 10 g rastlinskega materiala/100 mL.

5. RAZPRAVA

5.1. Interpretacija rezultatov

Na samem začetku smo izvedli Lepidium test, da bi preizkusili inhibitorni učinek ekstrakta izbranih rastlinskih vrst (*Juglans regia*, *Allium ursinum*) inhibitorno vplivata na kalitev in razvoj semen vrtna kreše (*Lepidium sativum*).

Rezultati kažejo, da sta imela tako ekstrakt oreha kot čemaža zaviralni učinek na kalitev semen vrtna kreše (Graf 1, Graf 3). Tako % kalitve kot dolžina korenčic in kalčkov je bila pri semenih vrtna kreše, obravnavanih z ekstrakti oreha in čemaža, manjša kot pri kontroli, tako lahko potrdimo alelopatski učinek obeh vrst, kar je služilo kot izhodišče za nadaljevanje dela z invazivnimi rastlinskimi vrstami.

Pri *Lepidium testu* z ekstraktom iz orehovitih listov pri nižjih koncentracijah ekstrakta orehovitih listov razlike v uspešnosti oz. % kalitve niso velike (Graf 1), se pa inhibitorno delovanje zelo očitno kaže na razvoju samih semen, saj so le-ta močno prizadeta, kar nakazuje tudi končna dolžina kalčka v teh koncentracijah, saj je pri kontroli, pri kateri smo semena zalivali z vodo, kalček skoraj 7-krat daljši (Graf 2). Zelo podobne rezultate smo dobili tudi pri *Lepidium testu* ekstrakta iz podzemnega dela čemaža. Pri nižjih koncentracijah ekstrakta čemaža razlike v uspešnosti oz. % kalitve ponovno niso velike (Graf 3). Tukaj je inhibitorno delovanje ekstraktov na rast in razvoj semen še veliko bolj vidno, saj je že pri najnižji koncentraciji (tj. 2 g rastlinskega materiala/100 mL) v primerjavi s kontrolo, kjer smo semena zalivali z vodo končna dolžina kalčka v povprečju skoraj 14-krat krajša.

Različne koncentracije ekstrakta iz orehovitih listov smo nato testirali na treh izbranih invazivnih vrstah (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*), do pričakovanih rezultatov smo prišli le pri japonskem dresniku (*Fallopia japonica*), saj pri testiranju na žlezavi nedotiki (*Impatiens glandulifera*) in pelinolistni ambroziji (*Ambrosia artemisiifolia*) ni prišlo do kalitve niti v kontrolni petrijevki (Priloga 13, Priloga 15, Priloga 16). Vpliv čemaževega ekstrakta smo preizkusili le na žlezavi nedotiki, kjer prav tako ni prišlo do kalitve niti v kontrolnih petrijevkah. Predvidevamo, da je razlog v nedozorelosti semen, ki je bila lahko tudi posledica ne dovolj dolge stratifikacije.

Vpliv orehovega ekstrakta na japonski dresnik je dobro viden že pri uspešnosti kalitve, saj so vse uporabljene koncentracije ekstrakta delovale na kalitev zaviralno. Pri višjih koncentracijah ekstrakta je bil % kalitve manjši (Graf 5), pri koncentracijah višjih od 10 g rastlinskega materiala/100 mL vode pa do kalitve sploh ni prišlo. Orehovi ekstrakti pomembno vplivajo na dolžine korenčic in kalčkov, ki so bili v prisotnosti ekstrakta krajši kot pri kontroli. Razlike v dolžini kalčkov in korenčic so pri semenih, obravnavanih z nižjimi koncentracijami ekstrakta, majhne (Graf 6). Pri višjih koncentracijah pa se korenčice niso niti razvile.

Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da imajo vodni ekstrakti orehovitih listov zaviralni učinek na kalitev in razvoj semen japonskega dresnika.

Zanimalo naju je, ali različne koncentracije rastlinskega materiala inhibitorno vplivajo na regeneracijo rizomov japonskega dresnika. Zato sva izvedla poskus, pri katerem sva rizome zalivala z različnimi koncentracijami ekstrakta iz orehovitih listov. Pred poskusom sva poskrbela, da so bili vsi uporabljeni rizomi podobnih mas in dolžin.

Iz Grafa 7 lahko razberemo, kako različne koncentracije rastlinskega materiala vplivajo na končno maso poganjkov, ki so zrasli iz rizomov. Povprečna sprememba mase poganjkov je najvišja pri kontrolni skupini rizomov, ki smo jih zalivali izključno z vodo. Masa se je povečala vsem rizomom, tudi tistim, ki smo jih zalivali z najvišjo koncentracijo. Vendar je iz grafa razvidno sorazmerno padanje mase z večanjem koncentracije. Med koncentracijama 10 g in 20 g rastlinskega materiala/100 mL so razlike majhne, se pa zaviralno delovanje orehovega ekstrakta bolj očitno kaže med koncentracijama 5 g in 10 g rastlinskega materiala/100 mL vode.

Na podlagi podatkov lahko ugotovimo, da je do regeneracije rizomov in rasti poganjkov prišlo pri vseh uporabljenih koncentracijah orehovega ekstrakta vendar je bila rast novih poganjkov ob prisotnosti ekstrakta zavrta.

Opazili smo, da so vsi poganjki rastle v dolžino in ne širino (največje odstopanje pri merjenju končnega premera je bilo 0,4 cm), s čimer lahko sklepamo, da je sprememba mase poganjka v večini odvisna od rasti v dolžino. Rezultati kažejo (Graf 8), da je rast poganjkov v dolžino v odvisnosti od spremembe mase najuspešnejša pri kontroli, ki se je izkazala kot najugodnejša za regeneracijo rizomov in s tem za vegetativno razmnoževanje.

Rizomi japonskega dresnika so se uspešno regenerirali pri vseh koncentracijah rastlinskega materiala, tudi v najvišji koncentraciji, vendar veliko počasneje kot pri nižjih. Tako povečane koncentracije rastlinskega materiala inhibitorno vplivajo na rast poganjkov japonskega dresnika, vendar je ne preprečijo.

Dobljeni rezultati se skladajo z rezultati raziskovanja Kocacë Aliskan in Terzi, 2001 pri vplivu ekstrakta navadnega oreha na druge rastlinske vrste in Djurdjevic s sod., 2004 pri vplivu ekstrakta čemaža na druge rastlinske vrste.

Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da imata vodna ekstrakta navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) zaviralne učinke na izbrane tujerodne invazivne vrste rastlin. Ekstrakte iz oreha in čemaža bi lahko uporabljalo za zatiranje invazivnih tujerodnih rastlin namesto pesticidov, ki predstavljajo potencialno nevarnost za okolje in za zdravje ljudi. Namesto pripravljanja ekstraktov pa bi lahko navadni oreh in čemaž kar sadili na predele, ki jih invazivke ogrožajo.

5.2. Vrednotenje hipotez

1. Ekstrakt listov navadnega oreha (*Juglans regia*) bo zmanjšal uspešnost kalitve semen vrtna kreše (*Lepidium sativum*) in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*); pričakujemo manjši % kalitve in krajše dolžine korenčic in kalčkov.

Prvo hipotezo lahko potrdimo. Vpliv vodnega ekstrakta listov navadnega oreha na uspešnosti kalitve je dobro viden, saj je pri kontroli (H₂O) % kalitve višji, kot pa pri najnižji koncentraciji ekstrakta (Graf 1, Graf 5). Ekstrakti iz orehovitih listov so torej v našem primeru zavirali kalitev. Dobro je viden tudi trend zmanjševanja dolžine korenčic in kalčkov semen. Dolžine korenčic in kalčkov pri najnižji koncentraciji: 5 g rastlinskega materiala/100mL so vidno krajše kot pri kontroli (H₂O) (Graf 2, Graf 6). Ekstrakt iz orehovitih listov je torej inhibiral rast korenčic. Pri koncentracijah višjih od 10 g rastlinskega materiala/100 mL do kalitve sploh ni prišlo. Hipotezo lahko potrdimo, na osnovi veljavnih rezultatov do katerih smo prišli le pri japonskem dresniku in vrtni kreši, saj pri žlezavi nedotiki in pelinolisti ambroziji ni prišlo do kalitve.

2. Z višanjem koncentracije ekstrakta orehovitih listov, se bo nižal % kalitve in dolžina korenčic ter kalčkov vrtna kreše in izbranih invazivnih vrst. (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*).

Hipotezo 2 lahko potrdimo. Vpliv ekstrakta listov navadnega oreha na uspešnosti kalitve je iz grafa (Graf 1, Graf 5) dobro viden, saj je pri vedno višjih koncentracijah % kalitve vedno manjši. Ekstrakti iz orehovitih listov so torej v našem primeru zavirali kalitev. Dobro je viden tudi trend zmanjševanja dolžine korenčic in kalčkov semen z večanjem koncentracije ekstrakta iz orehovitih listov (Graf 2, Graf 6). Pri višjih koncentracijah do kalitve sploh ni prišlo. Hipotezo lahko potrdimo samo za japonski dresnik in vrtno krešo.

3. Ekstrakt listov navadnega oreha (*Juglans regia*) bo zaviral razvoj rizomov japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), manjša bo masa in dolžina novih poganjkov. Z višanjem koncentracije ekstrakta se bo večal njegov zaviralni učinek.

Na podlagi rezultatov lahko potrdimo tudi 3. hipotezo. Iz grafov (Graf 7, Graf 8) je razvidno, da se z večanjem koncentracije zmanjšuje sposobnost regeneracije rizomov, saj je bila z večanjem koncentracije iz orehovega ekstrakta vedno manjša sprememba mase rizoma (Graf 7), prav tako pa je bila manjša tudi dolžina novih poganjkov v odvisnosti od spremembe mase (Graf 8). Ekstrakt navadnega oreha deluje torej inhibitorno na regeneracijo rizomov japonskega dresnika in zmanjšuje njegovo sposobnost nespolnega (vegetativnega) razmnoževanja.

4. Ekstrakt podzemnih delov čemaža (*Allium ursinum*) bo zmanjšal uspešnost kalitve semen vrtno kreše (*Lepidium sativum*) in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*); pričakujemo manjši % kalitve in krajše dolžine korenčic in kalčkov.

Hipotezo 4 lahko potrdimo, saj je bil pri kontroli (H₂O) % kalitve višji kot pa pri najnižji koncentraciji ekstrakta iz čemaža (Graf 3). Hipotezo lahko potrdimo na osnovi rezultatov, ki smo jih dobili pri *Lepidium testu*, saj žlezava nedotika na kateri smo naredili poskus ni kalila. Že najnižja koncentracija ekstrakta iz podzemnega dela čemaža je torej zavirala kalitev vrtno kreše. Razliko med kontrolo in najnižjo koncentracijo opazimo tudi pri dolžinah korenčic in kalčkov, ki so bili v najnižji koncentraciji vidno krajši (Graf 4).

5. Z višanjem koncentracije ekstrakta čemaža se bo nižal % kalitve in dolžina korenčic ter kalčkov vrtno kreše in izbranih invazivnih vrst (*Fallopia japonica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*).

Peto hipotezo lahko potrdimo na osnovi rezultatov, ki smo jih dobili pri *Lepidium testu*, saj žlezava nedotika, na kateri smo naredili poskus ni kalila. Uspešnost kalitve je padala sorazmerno z višanjem koncentracije rastlinskega ekstrakta, največjo razliko med uspešnostjo kalitve semen vrtno kreše opazimo med koncentracijama 4 g in 6 g rastlinskega materiala/100 mL (Graf 3). Tudi dolžina korenčic in kalčkov je padala sorazmerno z višanjem koncentracije rastlinskega ekstrakta, kar nedvomno kaže na inhibitorno delovanje čemaževega ekstrakta (Graf 4). Največjo razliko pri dolžini korenčic in kalčkov pa opazimo med kontrolo (H₂O) in najnižjo koncentracijo čemaževega ekstrakta (t.j. 2 g rastlinskega materiala/100 mL).

6. VREDNOTENJE METODE DELA IN MOŽNE IZBOLJŠAVE

Glede na to, da do kalitve semen žlezave nedotike (*Impatiens glandulifera*) in pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*) ni prišlo niti v kontrolni petrijevki, predvidevava, da je bil možen vzrok za to neustrezna stratifikacija. Predlagamo, da bi semena pustili pri nižji temperaturi dalj časa. Drugi vzrok za neuspešno kalitev bi lahko bila tudi sterilizacija semen, saj je možno, da bi lahko natrijev hipoklorit poškodoval semena. Za sterilizacijo bi lahko uporabili nižjo koncentracijo natrijevega hipoklorita, skrajšali čas namakanja ali pa preizkusili kakšen drug postopek, ki ne bi vključeval natrijevega hipoklorita, oziroma postopek pri katerem bi uporabili nižje koncentracije.

Ker smo eksperiment izvajali v šoli, semen med vikendom ni bilo možno zalivati. Tako so bila semena kratek čas izpostavljena nizki vlagi. Prav tako tudi nismo mogli vzdrževati konstantne optimalne temperature prostora, saj je ponoči in čez vikend temperatura padla zaradi izklopa kurjave.

Nekaj težav smo imeli tudi s plesnijo, ki je nastala v nekaterih petrijevkah s semeni. Možna rešitev bi lahko bila, da bi izvedli poleg sterilizacije semen tudi sterilizacijo petrijev in kalilne podlage.

Poskus bi bilo potrebno ponoviti z večjim številom semen, zanimivo bi bilo spremljati ne samo kalitev ampak razvoj rastlin skozi daljše časovno obdobje.

7. ZAKLJUČEK

Cilj raziskovalne naloge je bil dokazati zaviralni učinek vodnega ekstrakta navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) na izbrane tujerodne invazivne vrste rastlin. Vodne ekstrakte oreha in čemaža smo najprej preizkusili na semenih vrtnice (*Lepidium sativum*), nato pa na japonskem dresniku (*Fallopia japonica*), ambroziji (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezavi nedotiki (*Impatiens glandulifera*).

Naše izhodišče so bili številni strokovni članki in raziskave, ki so v alelopatskem delovanju dreves iz družine orehovk videli potencialno uporabno vrednost. Z *Lepidium testum* smo dobili rezultate podobne tistim v literaturi, saj se dolžina korenčic semen vrtnice (*Lepidium sativum*) v prisotnosti vodnega ekstrakta navadnega oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) pomembno razlikujejo od kontrolne ponovitve poskusa, kjer so bila zalivana z destilirano vodo.

Toksične učinke orehovega ekstrakta smo proučevali tudi na semenih japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), pelinolistni ambroziji (*Ambrosia artemisiifolia*) in žlezavi nedotiki (*Impatiens glandulifera*). Do pričakovanih rezultatov smo prišli le pri japonskem dresniku, saj semena preostalih dveh vrst niso kalila, kar bi lahko bila posledica ne dovolj dolge stratifikacije. V literaturi (Department of Horticulture - Michigan State University) zasledimo, da bi naj žlezava nedotika in pelinolistna ambrozija bili rezistentni na alelopatsko delovanje oreha. Zato predlagamo ponovitev poskusa z večjim vzorcem semen in daljšo stratifikacijo, da bi lahko preverili zaviralni učinek ekstraktov, na več različnih vrstah invazivnih rastlin

Uspešnost kalitve semen se je pri japonskem dresniku manjšala sorazmerno z višanjem koncentracije rastlinskega materiala. Pri koncentracijah višjih od 10 g rastlinskega materiala/100 mL do kalitve ni prišlo. Pomembna razlika se je pojavila že med kontrolo, kjer smo semena zalivali z vodo in najnižjo koncentracijo rastlinskega materiala (5 g rastlinskega materiala/100 mL). Se pa je inhibitorno delovanje do naslednje koncentracije (t.j. 10 g rastlinskega materiala/100 mL) še dodatno okrepilo.

Uspešnost regeneracije rizomov se je prav tako zmanjševala z višanjem koncentracije rastlinskega materiala orehovitih listov. Še vedno, pa so se regenerirali rizomi pri najvišji koncentraciji rastlinskega materiala, vendar veliko počasneje, kar se kaže na manjši % razliki v masi in krajših brstih.

Iz dobljenih rezultatov sklepamo, da imata vodna ekstrakta navadnega oreha in čemaža dober, zaenkrat še neizkoriščen potencial za zatiranje invazivnih rastlinskih vrst, s čimer bi zmanjševali uporabo za naravo in zdravje ljudi škodljive pesticide. Tako bi lahko namesto pripravljanja pesticidov sadili oreh in čemaž na območja, kjer se razraščajo invazivne rastlinske vrste in jih tako sčasoma iz teh območij odstranili. Tako bi lahko začeli s širjenjem agrogozdarskih sistemov, ki imajo veliko ekoloških in ekonomskih prednosti (Paris s sod., 2015). Gre za prakso, ki se je izkazala za zelo učinkovito v usklajevanju hitro rastoče človeške populacije in omejenimi zalogami v okolju, ki so med drugim tudi posledica širjenja invazivnih tujerodnih vrst. V teh sistemih se je za zelo uporabnega izkazal navadni oreh (*Juglans regia*), katerega alelopatsko delovanje smo proučevali tudi mi (Ercisli s sod., 2005; Lu s sod., 2012). Za agrogozdarske sisteme je priporočeno, da poleg oreha rastejo tudi alelopatsko aktivne rastline, ki uspevajo predvsem v času jeseni in zime, ker imajo le-te manj konkurence v primerjavi z tistimi, ki uspevajo spomladi in med poletjem (Garret s sod., 1991).

Področje alelopatskega delovanja dreves iz družine orehovk (*Juglandaceae*) še vedno, kljub svoji izjemni potencialni vlogi pri ohranjanju biodiverzitete ostaja slabo raziskano. S tem, ko smo dokazali, da ima ekstrakt iz orehovitih listov pomemben učinek tako na uspešnost kalitve kot tudi na dolžino korenčic in kalčka ter znižuje regeneracijo rizomov japonskega dresnika smo dosegli zadan cilj.

8. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Pri izbiri teme raziskovalne naloge in eksperimentalno pridobljenih rezultatih smo upoštevali osnovna načela družbene odgovornosti. Naloge smo se lotili z namenom vpogleda v problematiko invazivnih rastlinskih vrst in kemičnega zatiranja njihovega obstoja s pesticidi, ki pa predstavljajo veliko grožnjo naravi in zdravju ljudi. Z raziskovalno nalogo smo želeli razširiti znanje o alelopatskem potencialu oreha (*Juglans regia*) in čemaža (*Allium ursinum*) in omogočiti ljudem vpogled v razširjenost in pomen invazivnih tujerodnih vrst, ki znižujejo biotsko pestrost. Prav tako smo želeli spodbuditi iskanje alternativ naravi nevarnih pesticidov.

Vsi poskusi so bili izvedeni v nadzorovanem okolju (*in vitro*), rezultati pridobljeni na ta način pa ni nujno, da so popolnoma primerljivi z dogajanjem v zunanjem okolju (*in vivo*), saj je možno, da bi v naravi alelopatski učinki bili še močnejši zaradi možnih sinergistik z drugimi alelopatskimi delovanji.

Najpomembnejši cilj družbene odgovornosti je prispevati k trajnostnem razvoju. Raziskave smo se lotili družbeno odgovorno z namenom, da bi njeni rezultati prispevali k splošnemu zavedanju problematike razširjanja invazivnih rastlinskih vrst in uporabe pesticidov.

9. VIRI IN LITERATURA

Coder, K. D., (2011). Black Walnut Allelopathy: Tree chemical warfare.

Colarič M, Veberič R, Solar A, s sod., (2005). Phenolic acids, syringaldehyde, and juglone in fruits of different cultivars of *Juglans regia* L. *J Agr Food Chem* 53: str. 6390–6.

Cosmulescu S, Trandafir I., (2011). Seasonal variation of total phenols in leaves of walnut (*Juglans regia* L.). *J Med Plants Res* 5: str. 4938–42.

Cosmulescu S, Trandafir I., (2011). Variation of phenols content in walnut (*Juglans regia* L.). *South West J Hortic Biol Environ* 2: str. 25–33.

Cosmulescu, S., Trandafir, I., & Nour, V., (2014). Seasonal variation of the main individual phenolics and juglone in walnut (*Juglans regia*) leaves. *Pharmaceutical biology*: str. 52, 575-580.

Department of Horticulture - Michigan State University. (b.d.) Plants Resistant to Walnut Toxicity.

Djurdjevic, L., Dinic, A., Pavlovic, P., Mitrovic, M., Karadzic, B., & Tesevic, V., (2004). Allelopathic potential of *Allium ursinum* L. *Biochemical systematics and ecology* str. 32, 533-544.

Društvo Raznolikost. (2019). Semena: pobiranje, shranjevanje in sejanje. [Elektronski]

Dostopno na: http://raznolikost.si/slo/semena_clanek (citirano 15. 1. 2019)

Duroux, L., Delmotte, F. M., Lancelin, J. M. Keravis, G. and Jay-Allemand, C., (1998). Insight into naphthoquinone metabolism. *Biochemical Journal*: str. 333, 275-83.

Eler, K. (2018). Invazivne rastline in kmetijstvo. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Ercisli S, Esitken A, Turkkal C, Orhan E., (2005). The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions of strawberry cv. Fern. *Plant Soil Environ* 5: str. 283–287.

Funk, D. T., Case, P. J., Rietveld, W. J. in Phares, R. E., (1979).

Funk, D.T., Case, P.J., Rietveld, W.J., in Phares, R.E., (1979). Effects of juglone on the growth of coniferous seedlings. *Forest Science* 25: str. 425-454.

Garrett H, Jones J, Kurtz W, Slusher J., (1991). Black walnut (*Juglans nigra* L.) agroforestry-its design and potential as a landuse alternative. *Forest Chron.* 67: str. 213–218.

Graves, C.H., Hedin, P.A., in Langhans, V.E., (1979). A survey of juglone levels among pecan, hickory, and walnut, str. 113-121, in *Proc. 72nd Ann. Cony. Southeast. Growers Assoc.*, Hilton Head, South Carolina.

Gries, G.A., (1943). Juglone--the active agent in walnut toxicity. *Proceedings of the Northern Nut Growers Association* 34: str. 52-55.

Hejl, A. M., Einhellig, F. A. and Rasmussen, J. A., (1993). Effects of juglone on growth, photosynthesis and respiration. *Journal of Chemical Ecology*, 19: str. 559-68.

Hicks A. J., (2000). Asymbiotic technique of orchid seed germination. *Chandler, the Orchid Seedbank Project*: str. 134.

Janecka B, Fijalkowski K., (2008). Using *Lepidium sativum* as a test phytotoxicity from lead/zinc spoils and soil conditioners. *Soil chemical pollution, risk assessment, remediation and security: part of the series NATO science for peace and security*. Springer-Verlag, Dordrecht: str. 177–182.

Kang NJ, Jung SK, Lee KW, Lee HJ., (2011). Myricetin is a potent chemopreventive phytochemical in skin carcinogenesis. *Ann NY Acad Sci* 1229: str. 124–32.

Karadzic, B., (1994). Phytocoenologic analysis of the forest vegetation of the Maljen Mt. Ph.D. Thesis, University of Belgrade.

Kocacë Aliskan I., Terzi I., (2001). Allelopathic effects of walnut leaf extracts and juglone on seed germination and seedling growth, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76: str. 4, 436-440.

Kus Veenvliet, J., (2016). O projektu LIFE ARTEMIS. [Elektronski]

Dostopno na: <https://www.tujerodne-vrste.info/projekt-life-artemis/> (citirano 3. 2. 2019)

Kus Veenvliet, J. in Veenvliet, P., (2017). Zatiranje tujerodnih vrst. [Elektronski] Dostopno na: <https://www.tujerodne-vrste.info/ukrepi/zatiranje-tujerodnih-vrst/> (citirano: 19. 1. 2019)

Kus Veenvliet J., Veenvliet P., Bačič M., Frajman B., Jogan N., Strgulc Krajšek S., (2011). *Tujerodne vrste ubežnice z vrtov*. Nova vas: Zavod Symbiosis

Kutnar, L., Marinšek, A., Kus Veenvliet, J., Jurc, D., Ogris, N., Kavčič, A., ... Veenvliet, P., (2017). Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih. [Elektronski] Dostopno na: https://www.tujerodne-vrste.info/wp-content/uploads/2018/01/LIFE-ARTEMIS_terenski-prirocnik_nizka-locljivost-www.pdf (citirano 14. 1. 2019)

Lu S, Zhang J, Meng P, Liu W., (2012). Soil respiration and its temperature sensitivity for walnut intercropping, walnut orchard and cropland systems in North China. *J Food Agric Environ*. 10: str. 1204–1208.

Massey, A.B., (1925). Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra L.* and *Juglans cinerea L.*) in certain plant associations. *Phytopathology* 15: str. 773-784.

Matok H, Leszczynski B, Chrzanowski G, Sempruch C., (2009). Effects of walnut phenolics on germination of dandelion seeds. *Allelopathy J*. 24: str. 177–182.

Narwal, S.S., R.E. Hoagland, R.H. Dilday, & M.J.R. Roger., (2000). *Allelopathy in Ecological Agriculture and Forestry*. Springer. str. 280.

Nehdi IA, Sbihi H, Tan CP, Al-Resayes SI., (2012). Garden cress (*Lepidium sativum Linn.*) seed oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Bioresour Technol* 126: str. 193–197.

Neizkoriščeni potenciali invazivnih tujerodnih rastlin. (b.d.). [Elektronski]

Dostopno na: <https://www.ljubljana.si/sl/mestna-obcina/mestna-uprava-mu-mol/oddelki/oddelek-za-varstvo-okolja/novice-ovo/neizkorisceni-potenciali-invazivnih-tujerodnih-rastlin-3/> (citirano 3. 1. 2019)

Ozcan F, Ozmen A, Akkaya B s sod., (2012). Beneficial effect of myricetin on renal functions in streptozotocin-induced diabetes. *Clin Exp Med* 12: str. 265–72.

Paris P, Pisanelli A, Todaro L, Olimpieri G, Cannata F., (2005). Growth and water relations of walnut trees (*Juglans regia L.*) on a mesic site in central Italy: effects of understory herbs and polyethylene mulching. *Agroforest Syst.* 65: str. 113 – 121.
Pelinolistna žvrklja ali ambrozija. (b.d.). [Elektronski] Dostopno na: <https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/pelinolistna-zvrklja-ali-ambrozija/> (citirano 23. 1. 2019)

Perry, S.F., (1967). Inhibition of respiration by juglone in *Phaseolus* and *Lycopersicon*. *Bull. Torrey Bot. Club* 94: str. 26-30.

Pramanik, M. H. R., Nagai, M., Asao, T., Matsui, Y., (2000). Effect of temperature and photoperiod on phytotoxic root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) in hydroponic culture. *Journal of Chemical Ecology*, 26, str. 1953-67.

Rietveld, W. J., (1983). Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. *Journal of Chemical Ecology*, 9, str. 295-308.

Rietveld, W.J., (1981). The significance of allelopathy in black walnut cultural systems. *North. Nut Grow. Assoc. Annu. Rep.* 72: str. 117-134. *Science*, 25, str. 452-4.

Singh H.P., Batish D.R. in Kohli R.K., (2002). Allelopathic effect of two volatile monoterpenes against bill goat weed (*Ageratum conyzoides L.*)- *Crop Prot.* 21: str. 347-350.

Stampar F, Solar A, Hudina M, s sod., (2006). Traditional walnut liqueur—cocktail of phenolics. *Food Chem* 95: str. 627–31.

Strgulc Krajšek, S., Bačič, T., Jogan Sodelujoči, N., (2016). Invazivne tujerodne rastline v Mestni občini Ljubljana. [Elektronski]

Dostopno na: <https://www.ljubljana.si/assets/Uploads/Invazivne-rastline-v-Ljubljani-16082016-FINAL.pdf> (citirano: 14. 12. 2018)

Studzińska, S., in Buszewski, B., (2009). Study of toxicity of imidazolium ionic liquids to watercress (*Lepidium sativum L.*). *Analytical and bioanalytical chemistry*, str. 393, 983-990.

Taški-Ajduković, K. J., in Vasić, D. M., (2005). Different sterilization methods for overcoming internal bacterial infection in sunflower seeds. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, str. 59-64, 109.

Thomson, R.H., (1971). Naturally Occurring Quinones, 2nd ed. Academic Press, New York, str. 271-272.

Tomic, Z., (1992). Forest Plant Communities in Serbia. Faculty of Forestry, Belgrade.

Topal, S., Kocacaliskan, I., Arslan, O., Tel, A. Z., (2007). Herbicidal effects of juglone as an allelochemical. *Phyton*, str. 259-269, 46.

Vandome, F.P., A.F. McBrewster, & J. Miller., (2010). Juglone. Alphascript Publishing, str.76.

Verma RS, Padalia RC, Chauhan A, Thul ST., (2013). Phytochemical analysis of the leaf volatile oil of walnut tree (*Juglans regia L.*) from western Himalaya. *Ind Crop Prod.* 42: str. 195–201.

Vrtna kreša. (b.d.). [Elektronski] Dostopno
na: https://www.semenarna.si/Semena-zeliscn-in-zacimbnc/Vrtna-kresa_1/ (citirano 14. 12. 2019)

Wadhwa S, Panwar MS, Agrawal A, Saini N, Patidar LN., (2012) A review on pharmacognostical study of *Lepidium sativum*. *Adv Res Pharm Biol* 2: str. 316–323.

Welbaum, G., (2005). Botanical Classification of Vegetables. [Elektronski]

Dostopno na: https://www.hort.vt.edu/Welbaum/seedproduction/botanical_classification.htm
(citirano 2. 2. 2019)

Willis, R. J., (2007). *The history of allelopathy*. Springer Science & Business Media.

Willis, R.J., (2010). *The History of Allelopathy*. Springer. str.316.

PRILOGE

Priloga 1: Dolžina koreničic semen vrtna kreše (*Lepidium sativum*) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (*Juglans regia*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina koreničic [cm]									
0	1	2,50	5,80	4,30	3,20	3,00	5,50	5,00	3,40	4,50	4,50
	2	5,00	4,00	4,70	4,00	3,00	5,80	6,40	1,50	1,00	
	3	4,00	4,50	4,00	3,50	5,00	3,20	3,10	5,00	3,00	1,50
	4	4,00	5,00	5,20	4,50	4,70	6,00	5,30	5,60	5,50	4,00
	5	6,00	5,00	5,50	3,10	3,80	5,00	5,70	4,50	6,00	5,50
5	1	1,00	0,40	0,60	0,40	0,30	0,30	0,20			
	2	1,30	0,70	0,50	0,50	0,40	0,60	0,40	0,30		
	3	0,30	0,40	0,70	0,40	0,30	0,40	0,30	0,30	0,40	
	4	0,40	0,40	0,40	0,30	0,70	0,40	0,40	0,30	0,10	0,20
	5	0,40	0,50	0,40	0,50	0,70	0,50	0,60	0,40	0,20	0,20
10	1	0,40	0,60	0,90	1,00	0,90	0,80	0,90			
	2	0,40	0,60	0,50	0,30	0,30	0,70	0,20	0,20	0,40	
	3	0,30	0,40	0,60	0,30	0,10	0,20	0,10			
	4	0,30	0,50	0,30	0,50	0,50	0,40	0,70	0,40		
	5	0,20	0,20	0,20	0,10	0,60	0,40	0,30	0,90	0,70	
15	1	0,30	0,30	0,60	0,20						
	2	0,20	0,40	0,30	0,50						
	3	0,20	0,30	0,30							
	4	0,20	0,20	0,30							
	5	0,30	0,20	0,10	0,50	0,30	0,20				
20	1										
	2	0,40	0,40	0,20	0,20	0,10					
	3	0,30	0,20	0,10							
	4	0,50	0,30	0,30	0,10	0,30	0,40	0,50	0,30	0,10	
	5	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,50	0,50		

Priloga 2: Dolžina kalčkov semen vrtnice kreše (*Lepidium sativum*) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (*Juglans regia*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina kalčka [cm]									
0	1	6,50	7,20	5,50	6,20	4,50	8,00	7,50	4,10	5,60	5,30
	2	6,50	5,80	6,70	6,00	4,30	7,80	8,40	2,30	2,30	
	3	5,20	6,00	6,20	5,00	7,00	4,60	4,60	7,10	3,70	3,00
	4	5,70	7,80	7,20	6,50	9,70	8,30	7,50	7,30	7,50	6,80
	5	8,10	7,80	7,20	4,40	5,10	6,70	7,30	6,00	7,70	7,50
5	1	2,10	1,40	0,60	0,40	1,00	0,30	0,90			
	2	1,70	1,20	1,90	1,30	0,40	0,60	0,40	1,20		
	3	1,20	1,70	1,70	1,50	1,00	0,40	0,30	0,30	0,40	
	4	0,90	0,40	0,40	0,50	1,90	1,20	1,30	0,80	0,10	0,60
	5	1,10	1,60	0,40	0,50	0,70	0,70	0,70	1,60	0,80	0,70
10	1	0,40	0,60	1,20	1,30	0,90	0,80	0,90			
	2	0,40	0,60	0,70	0,90	0,30	1,20	0,40	0,30	0,60	
	3	0,30	0,40	0,60	0,60	0,10	0,20	0,10			
	4	0,30	0,50	0,30	0,50	0,50	0,40	0,80	0,40		
	5	0,20	0,20	0,20	0,10	0,60	0,40	0,30	1,30	0,70	
15	1	1,50	0,30	0,60	0,20						
	2	0,70	1,50	1,40	0,50						
	3	0,80	0,90	1,40							
	4	0,20	0,50	0,70							
	5	1,00	1,00	0,10	0,50	1,20	0,50				
20	1										
	2	0,40	0,70	0,20	0,20	0,10					
	3	0,30	0,20	0,10							
	4	0,50	0,30	0,30	0,10	0,30	0,40	0,50	0,80	0,10	
	5	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,50	0,50		

Priloga 3: Dolžina korenčic semen vrtno kreše (*Lepidium sativum*) pri poskusu z ekstraktom iz podzemnega dela čemaža (*Allium ursinum*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina korenčice [cm]									
0	1	3,50	4,50	4,30	3,40	4,10	5,50	5,00	3,40	4,50	5,30
	2	5,10	4,20	4,20	4,10	3,80	5,80	6,40	4,40	3,50	
	3	4,20	5,30	4,30	3,50	5,00	5,20	3,10	5,00	4,00	
	4	3,90	4,60	5,20	4,50	4,70	6,00	5,30	5,60	5,50	5,10
	5	5,80	5,20	5,50	3,10	3,80	5,00	5,70	4,30	6,00	5,30
5	1	0,20	0,50	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	
	2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,20	0,10
	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,40	0,20	0,10
	4	0,10	0,10	0,50	0,40	0,10	1,00	0,30	0,20		
	5	0,10	0,10	0,20	0,40	0,10	0,30	0,40	0,10		
10	1	0,20	0,10	0,10	0,10	1,00	0,10	0,20			
	2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	
15	1	0,10									
	2	0,10									
	3	0,10	0,10	0,10							
	4	0,10									
	5										
20	1	0,10									
	2	0,10									
	3	0,10									
	4										
	5										

Priloga 4: Dolžina kalčkov semen vrtno kreše (*Lepidium sativum*) pri poskusu z ekstraktom iz podzemnega dela čemaža (*Allium ursinum*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina kalček[cm]									
0	1	6,50	6,40	5,50	6,20	6,20	8,00	7,50	4,30	5,60	7,20
	2	6,30	5,90	6,70	5,90	4,30	7,80	8,40	5,60	4,20	
	3	5,10	6,20	6,20	5,20	7,00	6,70	4,60	7,10	5,70	
	4	6,20	7,80	7,30	6,50	9,70	8,30	7,50	7,30	7,50	6,80
	5	7,30	7,90	7,20	4,40	5,10	4,20	7,30	6,00	7,80	7,40
5	1	0,20	0,50	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,70	0,20	
	2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,90	0,60	1,20
	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	1,20	0,80	0,70	0,60
	4	0,10	0,10	0,80	1,00	0,10	2,40	1,10	0,70		
	5	0,10	0,90	0,70	1,20	0,10	1,80	1,30	0,20		
10	1	1,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,20			
	2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,70	0,50		
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,90	0,70	
15	1	0,10									
	2	0,10									
	3	0,10	0,10	0,10							
	4	0,10									
	5										
20	1	0,10									
	2	0,10									
	3	0,10									
	4										
	5										

Priloga 5: Dolžina korenčic semen japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (*Juglans regia*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina korenčice [cm]									
0	1	2,00	3,10	0,90	1,20	2,00					
	2	3,00	2,10	1,70	1,20	1,80	2,40	2,50			
	3	2,50	1,00	1,30	4,00	2,10					
	4	1,00	1,30	2,00							
	5	2,30	0,80	2,20	2,20	1,50	0,70	2,50	1,00		
5	1	0,70	0,20								
	2	0,10	1,00	0,50	0,40						
	3	0,90	1,00	0,30							
	4	0,60	0,50	0,40							
	5	0,30	1,00	0,60	0,80	0,40					
10	1	0,50	0,50								
	2	0,30									
	3	0,40									
	4										
	5										
15	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
20	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Priloga 6: Dolžina kalčkov semen japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (*Juglans regia*)

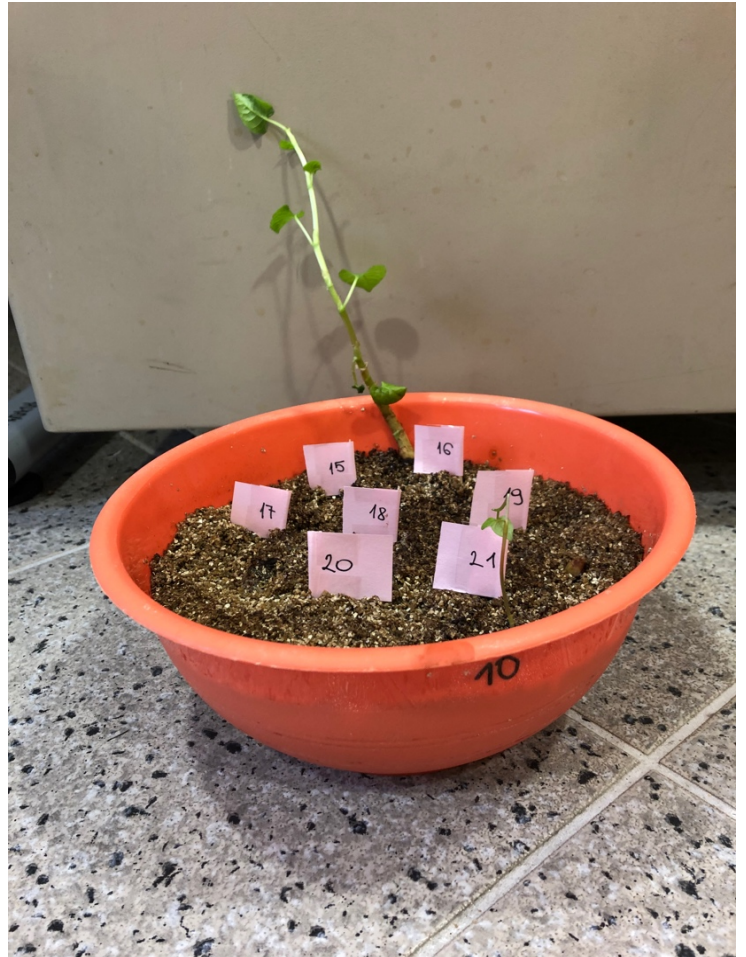
Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Dolžina koreničice [cm]									
0	1	4,00	5,30	3,20	3,20	4,10					
	2	5,80	5,00	4,30	3,20	4,40	6,40	4,00			
	3	5,30	3,10	4,20	7,20	4,00					
	4	3,20	3,70	4,00							
	5	5,30	3,00	4,00	4,60	3,50	1,00	4,50	2,70		
5	1	1,70	1,50								
	2	0,90	3,00	2,10	2,60						
	3	3,90	2,50	1,10							
	4	3,10	3,00	2,60							
	5	1,40	2,70	3,10	2,50	2,50					
10	1	2,50	2,80								
	2	1,70									
	3	2,40									
	4										
	5										
15	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
20	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Priloga 7: Mase rizomov japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) (12. 12. 2018 in 16. 01. 2019) ter dolžina brsta (16. 01. 2019) pri poskusu z ekstraktom iz listja navadnega oreha (*Juglans regia*)

Koncentracija rastlinskega materiala	Petrijevka	Masa 1 (12. 12. 2018)	Masa 2 (16. 01. 2019)	Dolžina brsta (16. 01. 2019)
0	1	10,72	12,31	3,20
	2	10,35	14,76	0,00
	3	4,86	8,79	6,70
	4	6,22	9,76	2,20
	5	11,59	41,35	65,50
	6	7,81	11,33	5,70
	7	3,08	4,36	0,00
5	29	10,62	12,93	0,00
	30	9,03	12,45	30,60
	31	13,12	16,95	0,00
	32	10,20	11,29	0,00
	33	8,27	13,98	12,90
	34	1,31	2,17	2,10
	35	40,79	99,77	68,20
10	15	9,46	15,14	0,00
	16	8,76	14,77	17,40
	17	8,38	13,72	0,00
	18	6,91	10,16	0,20
	19	6,90	11,37	1,60
	20	13,06	16,70	2,10
	21	5,10	7,79	8,10
20	22	2,94	4,03	2,30
	23	3,76	6,29	0,00
	24	2,46	3,79	0,00
	25	28,74	39,64	0,00
	26	2,71	4,07	2,70
	27	3,70	5,36	7,20
	28	5,39	8,05	6,80
20	8	6,38	10,62	0,00
	9	1,58	2,65	2,50
	10	12,22	21,83	17,00
	11	8,42	12,09	0,00
	12	4,47	8,49	3,20
	13	12,30	17,69	1,10
	14	17,30	25,95	10,30



Priloga 8: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



Priloga 9: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 10 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



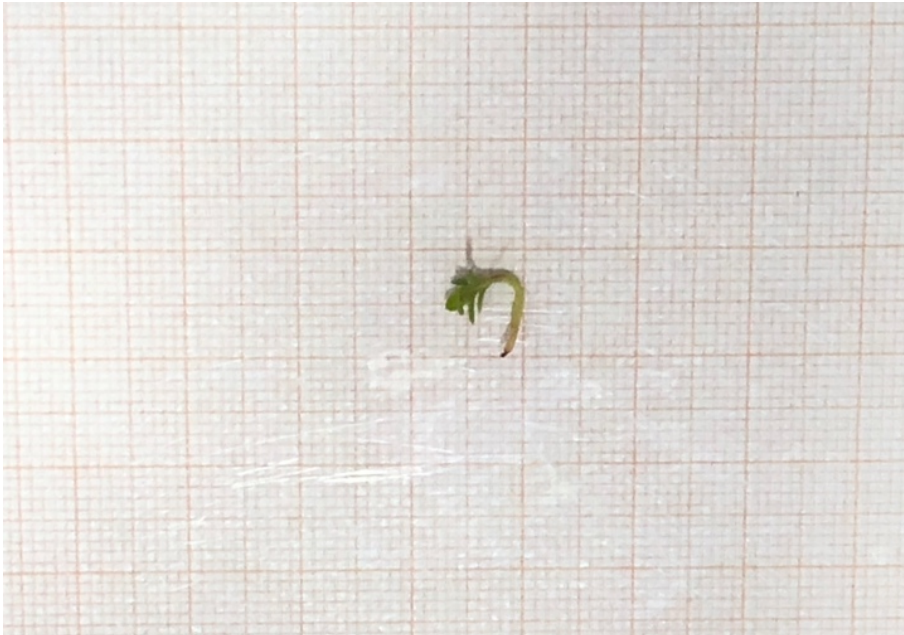
Priloga 10: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 20g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



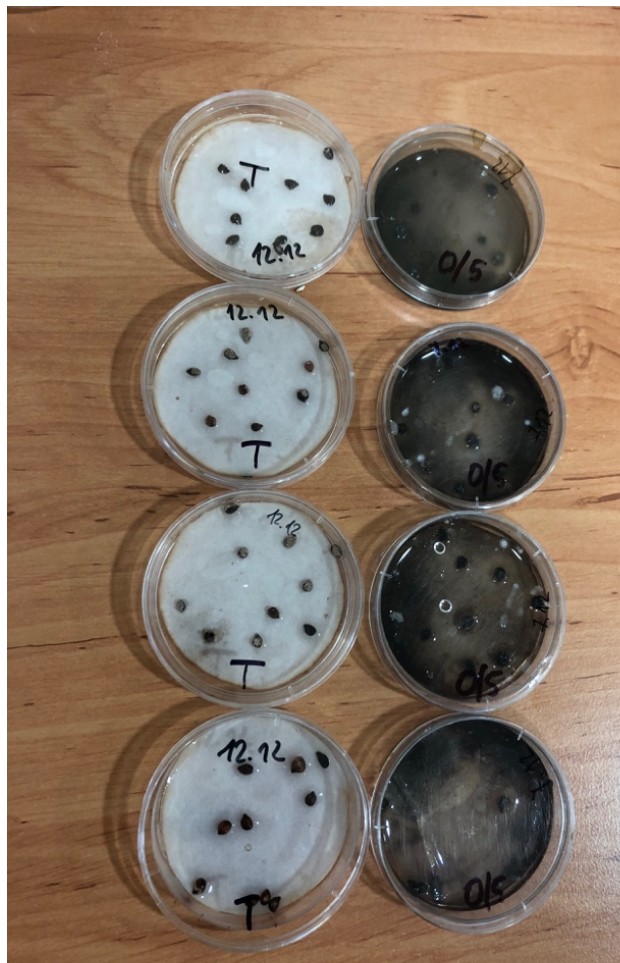
Priloga 12: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 20 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



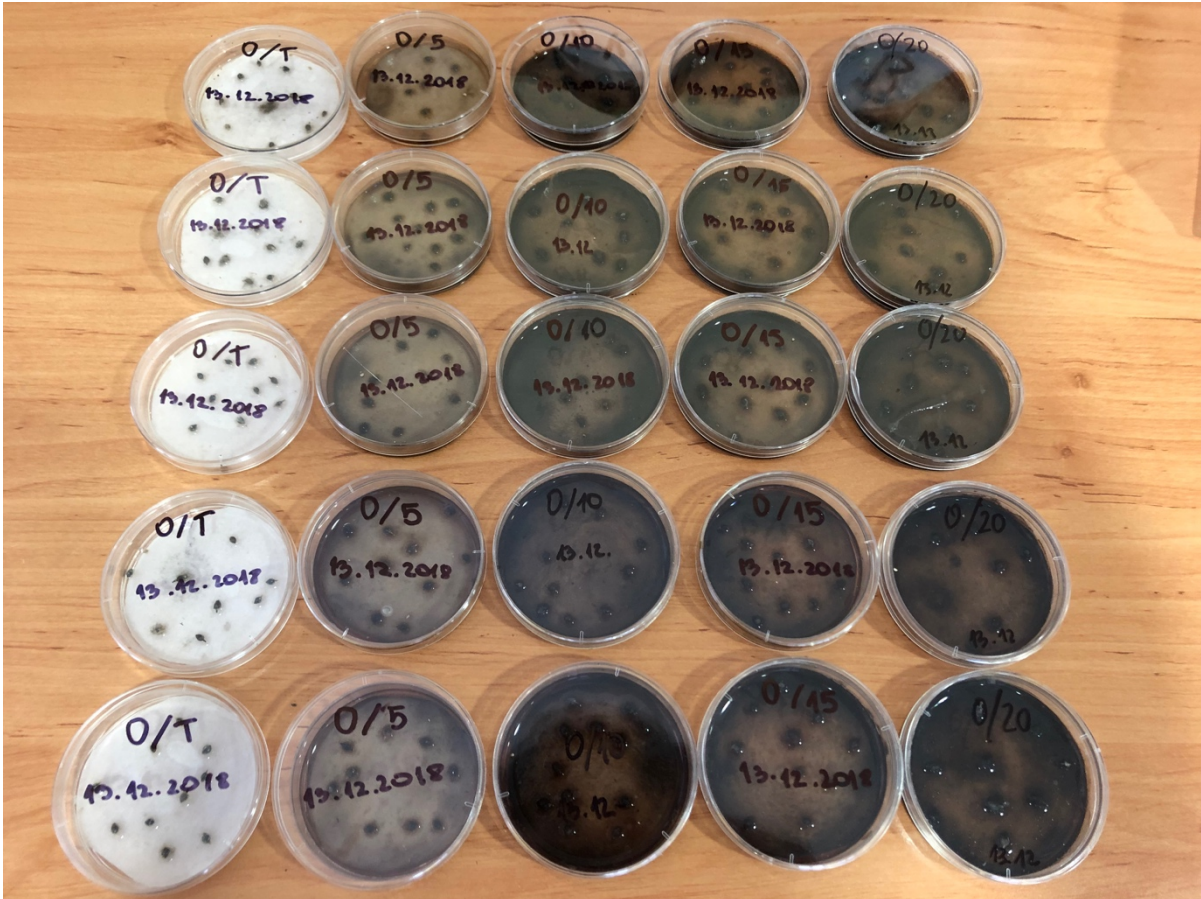
Priloga 11: Rizomi japonskega dresnika pri koncentraciji 5 g rastlinskega materiala/100 mL (lasten vir)



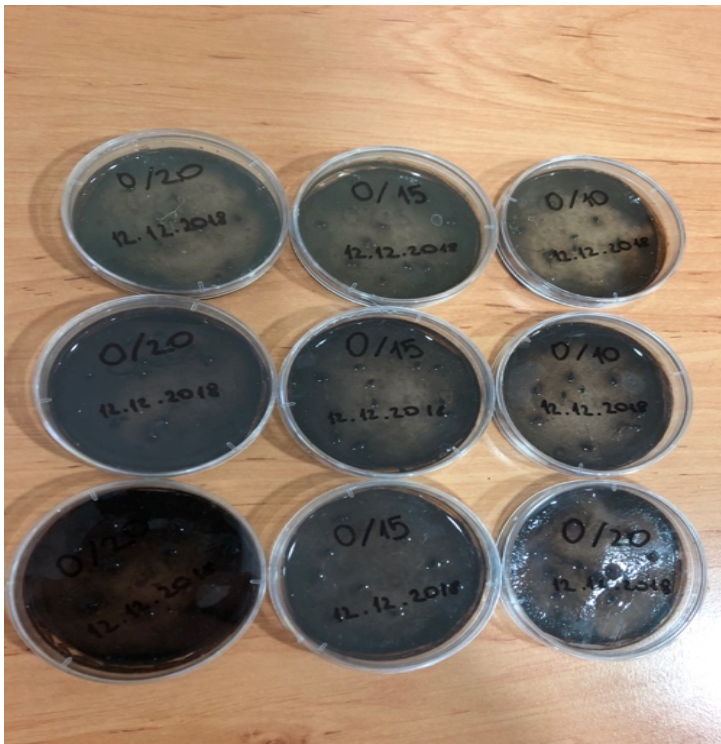
Priloga 14: Merjenje korenčice in kalčka semen (lasten vir)



Priloga 13: Semena žlezave nedotike (lasten vir)



Priloga 15: Semena ambrozije (lasten vir)



Priloga 16: Semena žlezave nedotike (lasten vir)