

56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

II. gimnazija Maribor

**INVAZIVKE PROTI INVAZIVKAM?
UČINKOVITOST EKSTRAKTOV INVAZIVNIH
TUJERODNIH RASTLIN PRI ZATIRANJU
ŠPANSKEGA LAZARJA (*Arion vulgaris*)**

RAZISKOVALNO PODROČJE: BIOLOGIJA

Raziskovalna naloga

AVTOR: Aljoša Vreš

MENTORICA: Vesna Hojnik

Maribor, april 2022

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	1
ABSTRACT	3
ZAHVALA.....	5
1. UVOD	6
2. CILJI	9
2.1 Namen raziskovalne naloge.....	9
2.2 Raziskovalna vprašanja	9
2.3 Hipoteze.....	10
3. TEORETIČNO OZADJE.....	12
3.1 Invazivne tujerodne vrste	12
3.2 Španski lazar (<i>Arion vulgaris</i>).....	12
3.3 Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>).....	14
3.4 Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	15
3.5 Velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	15
3.6 Navadni oreh (<i>Juglans regia</i>).....	16
3.7 Zatiranje španskega lazarja.....	16
4. METODOLOGIJA	20
4.1 Uporabljen material	20
4.2 Priprava rastlinskih ekstraktov	20
4.3 Spremljanje učinka rastlinskih ekstraktov na hranjenje polžev s solato, poškropljeno z izbranim ekstraktom	22
5. REZULTATI	24
5.1 Neobdelani podatki.....	24
5.2 Obdelani podatki	26
5.2.1 Delež spremembe mase polža	26
5.2.2. Masa [g] pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase posameznega polža.....	26
5.2.3 Mera vpliva določenega rastlinskega ekstrakta na hranjenje španskega lazarja z zeleno solato kot vsota spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne masa pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža	31
5.2.4 <i>t</i> -test	34
5.2.5 Korelacija med vrednostjo vsote spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža - y in koncentracijo ekstrakta	36
6. RAZPRAVA.....	37
7. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	44
8. ZAKLJUČEK	45
9. VIRI IN LITERATURA	46

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

KAZALO SLIK

Slika 1: Španski lazar (<i>Arion vulgaris</i>)	14
Slika 2: Priprava rastlinskega prahu	21
Slika 3: Skica poskusa	23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Mase španskih lazarjev (<i>Arion vulgaris</i>) in listov zelene solate (<i>Latuca sativa</i>) [g ± 0.01g] od začetka poskusa in po škropljenju z različno koncentriranimi ekstrakti različnih rastlinskih vrst in z navadno vodo (kontrolni poskus)	24
Tabela 2: Deleži sprememb mas [%] španskih lazarjev (<i>Arion vulgaris</i>) in masa [g ± 0.01g] pojedene zelene solate (<i>Latuca sativa</i>) na 1 gram začetne mase polža [g ± 0.01g] od začetka poskusa in po škropljenju z različno koncentriranimi ekstrakti različnih rastlinskih vrst (japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>), kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>), velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>) in navadni oreh (<i>Juglans regia</i>)) in z navadno vodo (kontrolni poskus)	27
Tabela 3: Prikaz skupne učinkovitosti posameznega ekstrakta pri zatiranju španskega lazarja (<i>Arion vulgaris</i>), glede na vrednost vsote spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža (y)	31
Tabela 4: Prikaz vrednosti vsote spremembe mase polža in količine pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) za vsak posamezen rastlinski ekstrakt in kontrolni poskus po 24, 48 in 72 (±1) urah	32
Tabela 5: Tabela rezultatov t-testa med dvema ekstraktoma. Z p ₁ je v tabeli označen rezultat t-testa za delež spremembe mase polža, z p ₂ pa rezultat testa za maso pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase polža. Polja pri katerih je rezultat t-testa pokazal obstoj signifikantne razlike so potemnjena	35
Tabela 6: Tabela izračunanih koreacijskih koeficientov med koncentracijo ekstrakta in vrednostjo vsote spremembe mase polža in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) za ekstrakte vsake rastline	36

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf vrednosti vsote spremembe mase polža in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) v odvisnosti od koncentracije ekstrakta posamezne rastline ..	34
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

POVZETEK

V poskusu, ki je bil izveden, se je preučeval vpliv treh različnih koncentracij (5,0%, 12,5% in 25,0%) vodnih ekstraktov dveh invazivnih (japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*)) in dveh neinvazivnih (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)) rastlinskih vrst, na prehrano invazivnega španskega lazarja (*Arion vulgaris*). Vpliv na prehrano je bil preučevan tako, da je polžem bil dan list zelene solate (*Latuca sativa*) poškropljen z ekstraktom posamezne rastline in nato izmerjen delež spremembe mase polža in količina pojedene solate, na 1 gram telesne mase polža, po koncu poskusa (72 urah). Pri vseh rastlinskih ekstraktih se je pokazal določen vpliv na prehrano (zmanjšana prehrana), največji pa pri ekstraktih japonskega dresnika (*Fallopia japonica*).

KLJUČNE BESEDE: invazivne vrste, španski lazar (*Arion vulgaris*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*), navadni oreh (*Juglans regia*)

ABSTRACT

In the performed experiment, the effect of three different concentrations (5,0%, 12,5% and 25,0%) of aqueous extracts of two invasive (Japanese knotweed (*Fallopia japonica*) and Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*)) and two non-invasive (large nettle (*Urtica dioica*) and English walnut (*Juglans regia*)) plant species on the eating of the invasive Spanish slug (*Arion vulgaris*) was studied. The effect on the slug's eating was studied by giving the slugs a lettuce leaf (*Lactuca sativa*) sprayed with plant extracts. After the experiment (after 72 hours) the difference of proportion in slug weight and mass of the amount of eaten lettuce per 1 gram of slug's stating body weight were measured and compared. All of the plant extracts showed a certain effect on the eating (reduced eating). The most effective were the extracts of Japanese knotweed (*Fallopia japonica*).

KLJUČNE BESEDE: invasive species, Spanish slug (*Arion vulgaris*), Japanese knotweed (*Fallopia japonica*), Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*), large nettle (*Urtica dioica*), English walnut (*Juglans regia*)

ZAHVALA

Zahvaliti se želim mentorici, ki me je v času izvajanja raziskovalne naloge ves čas usmerjala in mi pomagala z ogromno koristnimi nasveti. Zahvaljujem se ji za vso predano znanje o izvajanju poskusov in o pisanju raziskovalne naloge. Posebna zahvala gre tudi moji družini, za vso podporo, ki mi jo je izkazala.

1. UVOD

Z začetkom človekovega odkrivanja sveta in intenzivnimi potovanji se je začelo tudi hitrejše prenašanje organizmov iz enega okolja v drugo. Danes, v času globalizacije, transportna sredstva dnevno prevažajo ogromne količine materialov in ljudi, preko katerih pa se prenašajo tudi organizmi. Izvršni ukaz 13122, predsednika Združenih držav Amerike Billa Clintona, iz leta 1999, definira invazivne tujerodne vrste kot »tujerodne vrste, katerih vnos v okolje povzroča ali bi lahko povzročil gospodarsko ali okoljsko škodo ali je škodljiv za zdravje ljudi,« (U.S Department of Agriculture, 1999) z nadaljnjam pojasnilom, da vse tujerodne vrste niso invazivne (Beck in drugi, 2017).

Do vnosa invazivnih tujerodnih vrst v okolje, lahko pride s selitvijo organizma samega, ali s prenosom s pomočjo drugih organizmov. Največ tujerodnih vrst v novo okolje vnese človek. Najpogostejši način vnosa je z globalnim transportom. Organizmi se prenašajo s prevozom prsti, odpadkov in dobrin, kot sta sadje in zelenjava (Rafferty, 2021). V morju se organizmi prenašajo predvsem z balastno vodo velikih ladij (Alaska Department od Fish and Game, 2017). Organizmi so lahko v novo okolje vneseni tudi namerno. Primer namernega vnosa je dvoživka aga (*Bufo marinus*), ki je bila s Havajev v Avstralijo prenesena leta 1935, z namenom zmanjšanja škode, ki so jo povzročali hrošči na plantažah sladkornega trsa, vendar se je aga močno razširila in močno vplivala na lokalni ekosistem, saj pleni tudi druge žabe (Pavid, 2020).

V Sloveniji imamo po podatkih spletnne strani Ministrstva za okolje in prostor 53 invazivnih tujerodnih vrst rastlin (od tega je prepovedana prodaja in gojenje 35 rastlinskih vrst) in 44 invazivnih tujerodnih vrst živali (od tega je prepovedana prodaja in gojenje 29 živalskih vrst). Kot vrsta, ki najbolj vpliva na biotsko raznovrstnost v Sloveniji, je naveden japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ki se hitro razrašča in s tem tvori monokulture, kar pomeni, da na območju zelo na gosto raste samo japonski dresnik (Ministrstvo za okolje in prostor, 2021).

Človek se proti invazivnim tujerodnim organizmom bori na različne načine. Namen zatiranja invazivnih tujerodnih vrst je zaščita okolja pred njihovim vplivom na biotsko raznovrstnost in preoblikovanje območja, ter zaščita pred gospodarsko škodo, ki jo povzročajo. Invazivne tujerodne organizme se lahko iz okolja odstrani na več načinov, vendar je pri preprečevanju njihove razširitve najbolj ključna zgodnja detekcija prisotnosti vrste v določenem okolju in takojšen odziv. Biološko zatiranje je metoda, pri kateri ljudje načrtno namestijo v okolje organizme (živali in glive), ki plenijo tarčno vrsto invazivnega organizma. Kulturno zatiranje

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

je metoda, s katero manipuliramo okolje na način, da se zmanjša njegova ustreznost za invazivno vrsto ali se na ta način zmanjša škoda, ki jo invazivna vrsta povzroča. Ta metoda vključuje tudi ozaveščanje ljudi. Mehansko zatiranje je metoda, ki vključuje prekopavanje, oranje, gradnjo prerek in podobne postopke, ki preprečujejo obstoj invazivnega organizma v določenem okolju. Pri metodi fizičnega zatiranja gre za ročno puljenje, kopanje, poplavljjanje, pri kateri se invazivna tujerodna vrsta zatira ročno. Metoda zatiranja z nadzorovanim požarom je metoda, pri kateri se uporablja ogenj kot način zatiranja invazivnih organizmov. Najpogostejsa metoda je kemično zatiranje, ki vključuje uporabo pesticidov (substance za zatiranje škodljivcev), herbicidov (substance, ki uničujejo neželeno rastlinje), fungicidov (substance za uničevanje gliv) in insekticidov (substance za ubijanje insektov) za nadziranje tujerodnih organizmov.

Za zatiranje španskega lazarja (*Arion vulgaris*) se najpogosteje uporablja metoda kemičnega zatiranja, kjer se uporablja moluskicide, ki so pesticidi za uničevanje polžev (kemija.net, 2022), ter metoda fizičnega zatiranja, kot so ročno pobiranje polžev in nastavljanje pasti za polže in metoda mehanskega zatiranja z nastavljanjem prerek (Clearwater in drugi, 2008; Pušenjak, 2015). Kot najbolj učinkovita, se je izkazala metoda kemičnega zatiranja (Clearwater in drugi, 2008), vendar le-ta ni v skladu s sodobnimi smernicami kmetijstva, ko stremimo k ekološkemu kmetovanju in načinu pridelovanja hrane, ki le najmanj škoduje okolju. Uporaba kemičnih sredstev za zatiranje španskega lazarja ni prijazna do okolja, saj kemikalije niso tarčne - vplivajo lahko tudi na druge organizme v okolju. Kemikalije lahko namreč prehajajo tudi v prst, kasneje jih lahko z zaužitjem rastline zaužijemo tudi ljudje, vplivajo pa tudi na druge organizme, npr. na plenilce (najbolj znani plenilci španskega lazarja (*Arion vulgaris*) so evropski jazbec (*Meles meles*), divja svinja (*Sus scrofa*), ježi (*Erinaceus*) in kos (*Turdus merula*)), ki pojedo polža, ki je bil v stiku s kemikalij (Pušenjak, 2015).

Raziskave danes potekajo v smeri odkritja okolju prijaznega načina zatiranja invazivnega španskega lazarja (*Arion vulgaris*). Pričujoča raziskovalna naloga, se ukvarja prav z enim od takšnih pristopov, in sicer z možnostjo uporabe tujerodnih invazivnih vrst pri zatiranju španskega lazarja.

2. CILJI

2.1 Namen raziskovalne naloge

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kakšen je učinek ekstraktov dveh invazivnih tujerodnih vrst, kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) in japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in kakšen je učinek ekstraktov dveh neinvazivnih tujerodnih vrst, velike koprive (*Urtica dioica*) in navadnega oreha (*Juglans regia*), pri preprečevanju hranjenja španskega lazarja z zeleno solato (*Lactuca sativa*). Učinek smo ugotavljali tako, da smo spremljali spremembe mase polžev in mase solate, po škropljenju solate, z različno koncentriranimi ekstrakti izbrane rastlinske vrste.

2.2 Raziskovalna vprašanja

1. Ali obstaja signifikantna razlika v **deležu spremembe mase španskih lazarjev** (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z **navadno vodo**, in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z **različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst** (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*))?
2. Ali obstaja signifikantna razlika v **masi pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase polža** (*Latuca sativa*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med listi zelene solate, poškropljenimi z **navadno vodo**, in listi zelene solate, poškropljenimi z **različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst** (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*))?
3. Ali obstaja signifikantna razlika v **deležu spremembe mase španskih lazarjev** (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z različno koncentriranimi **ekstrakti japonskega dresnika** (*Fallopia japonica*), in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z **različno koncentriranimi ekstrakti vseh ostalih uporabljenih rastlinskih vrst** (kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*))?
4. Ali obstaja signifikantna razlika v **deležu spremembe mase španskih lazarjev** (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

solate (*Latuca sativa*), poškropljen z različno koncentriranimi **ekstrakti japonskega dresnika** (*Fallopia japonica*) in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z **različno koncentriranimi ekstrakti dveh uporabljenih neinvazivnih rastlinskih vrst** (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*))?

5. Ali obstaja signifikantna razlika v **deležu spremembe mase španskih lazarjev** (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z različno koncentriranimi **ekstrakti kanadske zlate rozge** (*Solidago canadensis*) in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z **različno koncentriranimi ekstrakti dveh uporabljenih neinvazivnih rastlinskih vrst** (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*))?

6. Ali obstaja korelacija med **vsoto mase pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža, ter deležem spremembe mase španskih lazarjev** (*Arion vulgaris*) in **koncentracijo uporabljenih rastlinskih ekstraktov**?

2.3 Hipoteze

H0: Med deležem spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z navadno vodo, in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*) poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti, štirih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)), ne obstaja signifikantna razlika.

H1: Med deležem spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z navadno vodo in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)), obstaja signifikantna razlika.

H2: Med deležem spremembe mase listov zelene solate (*Latuca sativa*) ob koncu poskusa, med listi solate, poškropljenimi z navadno vodo in listi zelene solate, poškropljenimi z različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria (*Arion vulgaris*)

zleta rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*), obstaja signifikantna razlika.

H3: V deležu spremembe mase med španskimi lazarji (*Arion vulgaris*), ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z ekstrakti japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in tistimi, ki so imeli na voljo list zelene solate, poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti ostalih rastlin (kanadska zleta rozga (*Solidagđo canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)), obstaja signifikantna razlika.

H4: V deležu spremembe mase med španskimi lazarji (*Arion vulgaris*), ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*) poškropljen z ekstrakti japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in tistimi, ki so imeli na voljo list zelene solate, poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti dveh uporabljenih neinvazivnih vrst (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)), obstaja signifikantna razlika.

H5: V deležu spremembe mase med španskimi lazarji (*Arion vulgaris*), ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*) poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti kanadske zlete rozge (*Solidago canadensis*) in tistimi, ki so imeli na voljo list zelene solate, poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti dveh uporabljenih neinvazivnih vrst (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)), obstaja signifikantna razlika.

H6: Med vsoto mase pojedene zelene solate (*Latuca sativa*), na 1 gram zacetne mase polža, ter deležem spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) in koncentracijo uporabljenih rastlinskih ekstraktov, obstaja korelacija.

3. TEORETIČNO OZADJE

3.1 Invazivne tujerodne vrste

Izvršni ukaz 13122, predsednika Združenih držav Amerike Billa Clintona, iz leta 1999, definira invazivne vrste kot »tujerodne vrste, katerih vnos v okolje povzroča ali bi lahko povzročilo gospodarsko ali okoljsko škodo ali je škodljivo za zdravje ljudi.« (U.S Department of Agriculture, 1999). V Sloveniji sta s strani Ministrstva za okolje in prostor, med invazivne tujerodne vrste rastlin, uvrščeni obe vrsti rastlin, ki sta bili uporabljeni v poskusu (japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*)) (Ministrstvo za okolje in prostor, 2021).

3.2 Španski lazar (*Arion vulgaris*)

Španski lazar (*Arion vulgaris*) je invazivna tujerodna vrsta iz družine *Arionidae*. Vrsta je bila prvič opisana v Franciji (Moquin-tandon, 1855). Uvrščen je na seznam 100 najbolj invazivnih vrst v Evropi. Izvira iz Iberskega polotoka, od koder se je razširil po celi Evropi, vendar nekateri drugi podatki kažejo na to, da bi lahko izviral iz osrednje Evrope (Zajac in drugi, 2017).

Španski lazar se je po celotni Evropi najverjetneje razširil s transportom rastlin, embalaže in odpadkov. Kriv je za velike izgube pridelka po vsej Evropi. Raziskava na Švedskem je pokazala, da lahko letni pridelek jagod zmanjša za 50% (Gren, 2009). Poleg škode, ki jo povzroča na rastlinah, je španski lazar tudi prenašalec različnih rastlinskih patogenov in parazita *Anfiostongylus vasorum*, ki napada lisice in pse. Dokazane so bile tudi težave pri živalih, ki so se hranile s krmo, ki je vsebovala polže. Pogostost španskega lazara v živalski krmi je precej pogosta, saj je na nekaterih območjih gostota poseljenosti španskega lazara okoli 50 polžev na kvadratni meter travnika (Gismervik, 2015). Zaradi tako visokega števila *A. vulgaris* vpliva na biodiverzitet rastlin in drugih polžev. V Sloveniji se je prvič pojavil leta 1970 (Zajac in drugi, 2017).

Od sebi podobnih vrst, se razlikuje po majhnem, simetričnem ter enodelnem srčnem preddvoru in jajcevodu, ki ima kratek tanek konec in debel ter širok začetek. (Wiktor, 2004; Welther-Schultes, 2012).

Je omnivor. Prehranjuje se z veliko različnimi poljščinami, odpadnimi produkti, mrhovino in iztrebki. Izkazalo se je, da se španski lazar najraje prehranjuje s pripadniki družin križnic (*Brassicaceae*), makovk (*Papaveraceae*), kobulnic (*Apiaceae*), srhkolistovk (*Boraginaceae*) in

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

nebinovk (*Asteraceae*). Prehranjuje se tudi z nekaterimi vrstami, ki vsebujejo toksične spojine, kar kaže na to, da imajo lahko fizične prepreke večji vpliv na prehrano *A. vulgarisa*, kot kemična obramba rastlin. Španski lazar, se lahko tako v obdobjih, ko ni na voljo primerne hrane, hrani tudi z rastlinami, ki vsebujejo toksine, saj je sposoben detoksifikacije in lahko prenese velike količine nevrotoksičnih alkaloidov, ki se nahajajo v nekaterih rastlinah. Zaradi tega, se je zatiranje španskega lazarja z organskimi škropivimi, pokazalo za manj učinkovito (Aguiar in Wink, 2005). Pri španskem lazaru je v obdobjih pomanjkanja hrane mogoče opaziti tudi kanibalizem, vendar so raziskave pokazale, da so napadeni le umirajoči polži (Weidema, 2006).

Plenilcev španskega lazarja je malo, saj je španskega lazarja težko pojesti, ker proizvede več sluzi kot drugi polži, ki so pri plenilcih bolj priljubljeni. Med plenilce *A. vulgarisa* uvrščamo ježe, nekatere dvoživke (predvsem žabe), plazilce in nekatere vrste ptic. Z jajčeci in mladimi polži se hranijo tudi nekatere žuželke (Hatteland, 2010).

Španski lazar se lahko razmnožuje spolno (prevladujoča oblika parjenja), sposoben pa je tudi samooploditve. V svojem življenskem ciklu ima posamezen španski lazar samo eno reprodukcijsko epizodo. Parjenje traja v obdobju od julija do oktobra, jajčeca pa polži ležejo, ko pride do ne parilne faze, to je dva do štiri tedne po oploditvi. Parjenje pri španskem lazaru traja od 4 do 5 ur in pol - od trenutka srečanja partnerjev pa do trenutka, ko se partnerja ločita (Zajac in drugi, 2017).

Življenski prostor *A. vulgaris* so vlažni habitati, predvsem tisti, v katerih se nahajajo kulturne rastline, torej travniki, listnati gozdovi ter vrtovi (Rabitsch, 2006). Raziskave so pokazale večjo prisotnost španskega lazarja na območjih, na katerih rastline rastejo v ilovici (Mancheser in Mulock, 2000).

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazara (*Arion vulgaris*)



SLIKA 1: Španski lazar (*Arion vulgaris*), (VIR: Veenvliet, P. (2021). Španski lazar, povzeto iz: <https://www.gov.si/zbirke/seznam/seznam-invazivnih-tujerodnih-vrst-rastlin-in-zivali/spanski-lazar-lat-arion-vulgaris/#group-46193>)

3.3 Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)

Japonski dresnik je invazivna tujerodna trajnica, ki razvije do 3 metre visoka stebla. Odrasle rastline razvijejo olesenela stebla in močno vertikalno korenino. Listi japonskega dresnika so 5–12 cm dolgi in 5–8 cm široki, ter so največkrat sivkaste zelene barve (Beerling in drugi 1994). Cvetovi so sivo-beli in zbrani v grozdih, ki v dolžino merijo do 9 centimetrov. Japonski dresnik je uvrščen na seznam 100 najbolj invazivnih vrst in je poznan kot kontaminant prsti (onesnaževalo prsti, ki v prst spušča nezaželene snovi). Njegovo intenzivno širjenje mu omogoča prilagodljivost na skoraj vse vrste prsti. Razmnožuje se lahko spolno (s semenii) in nespolno (vegetativno) (Shaw, 2013). Vegetativno razmnoževanje poteka rizomatozno – pozimi na glavni korenini zrastejo brsti, iz katerih se oblikujejo novi navpični poganjki (Beerling in drugi 1994). Japonski dresnik na okolje vpliva s preoblikovanjem habitata, saj zaradi svojih vertikalnih korenin na nekaterih območjih, ki so gosto poraščena z japonskim dresnikom, poveča možnost poplavljanja, prav tako pa zaradi svoje invazivnosti manjša biodiverzitetu (Shaw, 2013). Ministrstvo za okolje in prostor, ga navaja kot vrsto, ki v Sloveniji, zaradi tvorjenja svojih monokultur (območij, ki so zelo gosto poraščena z japonskim dresnikom

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

(*Fallopia japonica*) najbolj vpliva na biotsko raznovrstnost (Ministrstvo za okolje in prostor, 2021).

3.4 Kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*)

Kanadska zlata rozga je invazivna tujerodna vrsta, ki izvira iz severne Amerike in je razširjena po Evropi, Avstraliji, Novi Zelandiji in večjem delu Azije (Abhilasha in drugi, 2008). Ima ozke, podolgovate in nazobčane liste (Hosch, 2019). Stebla *S. canadensis* lahko v višino zrastejo do 2 metra visoko in so kosmata. Ima majhne rumene cvetove, ki so združeni v sploščenih grozdih (wildflower.org, 2016). Študija, narejena v Švici, je pokazala, da se s to rastlino v Evropi prehranjuje veliko manj insektov kot v Ameriki (samo 18 od 55), vendar razlog, zakaj je delež v Evropi glede na Ameriko občutno nižji, ni znan (Jobin in drugi, 1996). Za liste in cvetove kanadske zlate rozge, je bil določen LD₅₀ (srednji letalni odmerek) 206,9 mikrogramov na gram telesne mase domače muhe (*Musca domestica*). Ekstrakt je bil na domači muhi preizkušen v obliki eteričnega olja (Benelli in drugi, 2018).

3.5 Velika kopriva (*Urtica dioica*)

Velika kopriva ni invazivna tujerodna vrsta. Je plevelna trajnica iz družine koprivovk (*Urticaceae*). Razširjena je po Evropi, Severni Ameriki, Severni Afriki in delih Azije. Poznana je predvsem po svojih dlačicah na listih, ki ob dotiku povzročajo neprijetno bolečino in rdečico. Velika kopriva se uporablja v medicini, kulinariki in kozmetiki. V višino zraste do 2 metra visoko. Listi velike koprive so nazobčani in srčaste oblike, enakomerno razporejeni na obeh straneh lista in prekriti z dlačicami (dlačice so lahko zbadajoče ali nezbadajoče). Ob stiku z zbadajočimi dlačicami, ki se zapičijo v kožo sprosti mešanico (iz acetilholina, metanojske kisline, histamina in serotonina), ki služi kot obramba pred množičnim objedanjem, vendar so raziskave pokazale, da je ob velikih količinah tudi smrtna. *U. dioica* ima majhne bele ali zelene cvetove, ki rastejo v majhnih grozdih. Plodovi koprive so rožke (ahene) in vsebujejo velike količine semen. Razmnožuje se vegetativno, posamezne rastline so lahko dvospolne ali enospolne (Petruzzello, 2017). Kopriva je v poljudnoznanstvenih krogih znana kot dober zatiralec pravih listnih uši (*Aphididae*), ki na rastlinah povzročajo neposredno škodo z objedanjem, še bolj pa s tem, da med rastlinami prenašajo rastlinske viruse (Modic, 2017). Najbolj učinkoviti pripravki iz velike koprive (*Urtica dioica*) proti pravim listnim ušem, so čaj, prevretek ali brozga (Zoran, 2019). Proti pravim listnim ušem je mogoče uporabiti tudi škropivo

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

iz kopriv, ki se ga pripravi tako, da se kilogram svežih kopriv drobno nareže, prelije z vodo ter pusti stati en dan (Valant, 2021).

3.6 Navadni oreh (*Juglans regia*)

Navadni oreh ni invazivna tujerodna vrsta. Je drevo iz družine orehovk (*Juglandaceae*), ki zraste do 30 metrov visoko in ima do 2 metra debelo deblo. Je listopadno drevo, ki ima izbočeno krošnjo okrogle oblike. Za navadni oreh je značilen razvit koreninski sistem, z močno glavno korenino. Skorja je pri odraslem drevesu razpokana in svetlo sive barve. Listi *J. regie* so dolgi od 20 do 50 centimetrov in sestavljeni iz 5 do 9 lističev, ki so eliptične oblike, goli in bleščeči, ter dolgi od 6 do 13 centimetrov, ter široki približno 5 centimetrov. Navadni oreh je enodomna in vetrocvetna rastlina. Plodovi navadnega oreha, so okrogli, ter sestavljeni iz koščice, ki jo obdaja tkivo in zelena kožica. Seme navadnega oreha je užitno. Veliko se uporablja tudi les navadnega oreha. Jedrca in listi se lahko uporablja v kulinariki, izvlečki iz listov, pa se uporablja tudi v medicini (Prah, 2020). V poskusu, ki je bil narejen v Iranu, je bil preučevan vpliv ekstrakta listov navadnega oreha (*Juglans regia*) na prehranjevanja riževega žužka (*Sitophilus oryzae*), ki povzroča veliko gospodarsko škodo na poljščinah. Izmed pripravljenih ekstraktov, se je kot najbolj učinkovit izkazal ekstrakt s koncentracijo 0,1g/ml, ki je bil za riževega žužka toksičen v 66,66% poskusov. Za ekstrakt iz listov navadnega oreha (*Juglans regia*) je bila določena LC₅₀ (letalna koncentracija) gramov na mililiter ekstrakta (Sadeghnezhad in drugi, 2019).

3.7 Zatiranje španskega lazarja

Španski lazar (*Arion vulgaris*) z objedanjem poljščin in vrtnin povzroča gospodarsko in okoljsko škodo, zato je potrebno njegovo zatiranje. Pri zatiranju tega invazivnega polža so najbolj učinkoviti moluskicidi, kot so kovinske soli, metaldehid in acetilholin-esteraza (Clearwater in drugi, 2008), vendar imajo navedeni moluskicidi tudi mnoge nezaželene učinke, saj vplivajo tudi na netarčne vrste in jih ni mogoče uporabljati na ekoloških kmetijah. Takšni pripravki lahko vplivajo na prst, vodo, ter ostale organizme v okolju, zato so pripravki, kot so metiokarb in metaldehid, ki so sicer pri zatiranju španskega lazarja zelo učinkoviti, prepovedani za uporabo na nekaterih območjih. Uporaba metiokarba je prepovedana po celotni Evropski uniji, metaldehid pa na območju Velike Britanije. Zaradi nujnosti zatiranja španskega lazarja, znanstveniki iščejo alternativne, okolju prijazne pripravke, ki bi prepričevali objedanje španskega lazarja na poljščinah.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

V raziskavi izvedeni leta 2019., se je kot eden izmed najboljših organskih pripravkov za zatiranje španskega lazarja, pokazal pripravek glice *Metarhizum brunneum* iz družine *Clavicipitaceae*, ki izloča spojine (1-okten, 3-oktanon in 1-okten-3-ol), ki so za polže ob dotiku smrtni. Pri določenem odmerku pripravka pride tudi do 100% smrtnosti (Khoja in drugi, 2019).

Leta 1999 sta Barone in Frank preučevala vpliv devetih rastlinskih vrst na prehrano španskemu lazarju (*Arion vulgaris*) sorodnega portugalskega lazarja (*Arion lusitanicus*), ki prav tako pripada družini *Arionidae* (lazarji) in izvira z območja Iberskega polotoka. Metanolovi ekstrakti rastlin smrdljive (Geranium robertianum), vrtne kreše (Lepidium sativum), navadne dobre misli (Origanum vulgare), žajblja (Salvia officinalis), travniške kadulje (Salvia pratensis), navadne milnice (Saponaria officinalis), vrtne materine dušice (Thymus vulgaris), plazeče detelje (Trifolium repens) in navadnega motovilca (Valerianella locusta) so bili naneseni na 6 do 8 dni stare rastlinske sadike oljne ogrščice (Brassica napus), da bi preučili njihov vpliv na prehranjevanje portugalskega lazarja (*Arion lusitanicus*), s sadikami. Pri vseh metanolovih ekstraktih rastlin, se je pokazalo, da vsaj malo zavirajo prehranjevanje španskega lazarja, pri ekstraktih navadne milnice (*Saponaria officinalis*) in navadnega motovilca (*Varianella locusta*), pa so rezultati pokazali večji vpliv na prehranjevanje portugalskega lazarja (*Arion lusitanicus*), saj so ekstrakti odvračali polže od prehranjevanja s sadikami.

V študiji, izvedeni na Poljskem leta 2014, so preučevali vpliv spinosada (bioinsekticida, ki je izdelan iz kemikalij, ki jih proizvajajo bakterije vrste *Saccharopolypora spinosa*), ekstrakta grenivke (*Citrus × paradisi*), bakrovega hidroksida in ekstraktov osmih rastlin (vrtni ognjič (*Calendula officinalis*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora*), travniška pelargonija (*Geranium pratense*), dlakavi vrbovec (*Epilobium hirsutum*), poprasta dresen (*Persicaria hydropiper*), kravavi mlečni (*Chelidonium majus*) in navadni vratič (*Tanacetum vulgare*)), na prehranjevanje španskega lazarja (*Arion vulgaris*) z listi zelja (*Brassica oleracea*) in oljne ogrščice (*Brassica napus*). Močno zaviranje prehranjevanja španskega lazarja, se je pokazalo v primerih bakrovega hidroksida in spinosada. Kot dober kratkoročen zaviralec objedanja, se je pokazal tudi ekstrakt grenivke (*Citrus × paradisi*). Med rastlinami je imel vrtni ognjič (*Calendula officinalis*) šibek vpliv na prehranjevanje španskega lazarja. Pri ekstraktu popaste dresni (*Polygonum hydropiper*) se je pokazal nasproten učinek, saj je spodbujal prehranjevanje španskega lazarja (*Arion vulgaris*) (J. Kozłowski, M. Jaskulska, in R. Kozłowski, 2014).

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

Preučevali so tudi učinkovitost ekstraktov treh lišajev, kot okolju prijaznih alternativnih zatiralcev *Arion vulgarisa*. Pripravljeni so bili etanolovi ekstrakti lišajev *Cladonia rangiferina*, *Cladonia stellaris* in *Pseudovernia furfuracea*, ki so bili nato naneseni na tri različne vrste poljščin. Pri vseh treh ekstraktih, se je pokazal učinek pri zaviranju prehranjevanja, saj so vsi polži ob koncu poskusa imeli nižjo maso kot na začetku. Kot najbolj učinkoviti ekstrakt, se je izkazal ekstrakt lišaja *Psuduervernia furfuracea*. Polži so pet dni pred začetkom poskusa stradali (Zolovs in drugi, 2019).

Preučevali so tudi učinkovitost sedmih invazivnih vrst rastlin (navadna amorfa (*Amorpha fruticosa*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), octovec (*Rhus typhina*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), veliki pajesen (*Ailanthus altissima*) in *Fallopia x bohemica* (križanec med japonskim in sahalinskim dresnikom)), pri različnih metodah zatiranja polžev iz družine lazarjev (*Arionidae*). Pred začetkom poskusov, so bili polži stradani. V metodi zatiranja A, so bili polži povajljeni v prah rastlin, v metodi B je bil rastlinski prah posut kot ovira med polžem in hrano, v metodi C pa so bili listi solate (hrana), namočeni v ekstraktu rastlin. Pri metodi A, se je kot najboljši zatiralec izkazala kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), saj se v prvih 24 urah, s solato ni hranilo 40% polžev in poginilo je 20% polžev, ki so bili posuti s prahom te rastline. Metoda B, se je izkazala kot najbolj učinkovita, saj se po 24 urah, 100% polžev ni hranilo s solato, pri ovirah iz kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), octovca (*Rhus typhina*) in orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*), 90% polžev pa ne pri ovirah iz velikega pajesena (*Ailanthus altissima*) in *Fallopia x bohemica*. Kot najbolj učinkovita zatiralca, pri metodi C, sta se izkazali rastlini japonski dresnik (*Fallopia Japonica*) in orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*). Kot rastlina, z največjim potencialom v raziskavah, izvedenih v laboratoriju, se je izkazala orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), zato so bili njeni učinki preizkušeni tudi zunaj laboratorija, kjer so bili rezultati primerljivi (Laznik in drugi, 2019).

Preučevan je bil tudi vpliv pepelov sedmih drevesnih vrst (graden (*Quercus petraea*), navadna bukev (*Fagus sylvatica*), navadni gaber (*Caprinus betulus*), bela jelka (*Abies alba*), navadna smreka (*Picea abies*), črna jelša (*Alnus glutinosa*) in pravi kostanj (*Castanea sativa*)), na španskega lazarja (*Arion vulgaris*), kot alternativa okolju neprijaznim kemičnim pripravkom, za zatiranje tega polža. Polže so potresli s pepelom. Kot najbolj učinkoviti pepeli, so se izkazali pepel navadne bukve (*Fagus sylvatica*), gradna (*Quercus petraea*), bele jelke (*Abies alba*) in navadne smreke (*Picea abies*), kot najmanj učinkoviti, pa pepel navadnega gabra (*Caprinus betulus*), črne jelše (*Alnus glutinosa*) in pravega kostanca (*Castanea sativa*). Nadaljnja analiza

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(Arion vulgaris)

pepelov, je pokazala, da so bolj učinkoviti pepeli, za razliko od manj učinkovitih, vsebovali okside silicija, aluminija, železa, magnezija in mangana, ter kovine kot so barij, kobalt, galij, baker, svinec, cink in cezij. Raziskava je pokazala, da imajo nekateri pepeli, ki vsebujejo ustrezne kovine, potencial pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*) (Laznik in drugi, 2020).

4. METODOLOGIJA

4.1 Uporabljen material

Uporabljene rastline:

- listi in steba velike koprive (*Ortica dioica*),
- listi navadnega oreha (*Juglans regia*),
- listi in steba kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*),
- listi in steba japonskega dresnika (*Fallopia japonica*),
- listi zelene solate (*Latuca sativa*).

Uporabljeni polži:

- 23 odraslih predstavnikov vrste španski lazar (*Arion vulgaris*).

Drug material:

- merilni valj (500mL±1mL),
- elektronska tehnika Kern PCB 1000-2 (Kern & Sohn GmbH) ($\pm 0.01\text{g}$),
- električni mlinček za kavo,
- papirnatи kavni filtri,
- plastična škropilnica (ročna),
- plastične posode (dimenziјe 16 cm x 16 cm x 9 cm).

4.2 Priprava rastlinskih ekstraktov

1. Vse rastline so bile nabrane v okolici Maribora, na obrobju gozda, v začetku meseca oktobra.
2. Rastline so bile nato ločeno posušene tako, da se jih je razporedilo po časopisnem papirju. Sušenje je potekalo na zraku, pri sobni temperaturi (okoli $22^\circ\text{C}\pm1^\circ\text{C}$), 10 dni.
3. Po desetih dneh, so bili posušeni rastlinski vzorci zdrobljeni na manjše kose in nato z električnim mlinčkom zmleti, v prah. V prah so bili zmleti listi, steba in cvetovi posamezne rastline.
4. 120 g prahu vsake rastline, je bilo v zaprtem steklenem kozarcu zmešanih s 4 dl vode iz pipe. Mešanica je nato stala 48 ur. Po 48 urah, je bila mešanica prefiltrirana skozi kavni filter, tako da smo dobili koncentriran ekstrakt vsake posamezne rastline.
5. Iz koncentriranega ekstrakta vsake posamezne rastline, so bile nato pripravljene različne raztopine, z naslednjimi koncentracijami izhodiščnega ekstrakta: 5.0 %, 12.5% in 25.0%. 5.0% raztopina je bila narejena iz 25 mL koncentriranega ekstrakta in 375 mL vode iz pipe (25 : 375).

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

(25+375)), 12,5 % raztopina je bila narejena iz 50 mL koncentriranega ekstrakta in 350 mL vode iz pipe (50 : (50+350)), 25.0% je bila narejena iz 100 mL koncentriranega ekstrakta in 300 mL vode iz pipe (100 : (100+300)).

6. Vse raztopine so bile prelite v škropilnice, s katerimi se je kasneje škropilo liste solate.



SLIKA 2: Priprava rastlinskega prahu (VIR: Lasten vir)

4.3 Spremljanje učinka rastlinskih ekstraktov na hranjenje polžev s solato, poškropljeno z izbranim ekstraktom

V eksperimentu, je bil poskus izveden 3 krat, za vsako posamezno koncentracijo ekstrakta pri vsaki rastlini. Izvedenih je bilo 36 (4 rastline x 3 koncentracije x 3 polži) poskusov, ter kontrolni poskus, pri katerem se je namesto ekstraktov uporabljala navadna voda in je bil prav tako izveden v treh ponovitvah (3 polži). Posamezen poskus je trajal 72 ur. Pred poskusom so bili vsi polži nameščeni v vlažne posode z nekaj solate.

1. Poskus se je izvajal v zaprtih plastičnih posodah, zato so bile najprej z nožem v pokrov posode narejene zareze, ki so omogočale prehod zraka.
2. V vsako posodo je bila položena mokra blazinica, narejena iz zmočene papirnate brisačke, z namenom zagotavljanja dovolj velike vlažnosti za preživetje španskih lazarjev v plastični posodi.
3. Vsak list solate je bil stehtan in zabeležena je bila njegova začetna masa (± 0.01 g).
4. Kos solate je bil enkrat poškropljen s škropilnico, v kateri je bil ekstrakt določene koncentracije izbrane rastline. Vsak list je bil poškropljen samo enkrat na začetku poskusa. V kontrolnem poskusu je bil kos solate poškropljen z navadno vodo iz pipe. List solate je bil nato položen v plastično posodo.
5. Vsak posamezen polž je bil pred poskusom stehtan in njegova začetna masa (± 0.01 g) zabeležena. Polža smo nato položili v plastično posodo z listom solate, poškropljenim z izbranim rastlinskim ekstraktom oz. z navadno vodo v primeru kontrolnega poskusa.
6. Plastična posoda se je tesno zaprla in položila v prostor, ki ni bil izpostavljen direktni sončni svetlobi, temperatura v prostoru pa je bila okoli 18°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).
7. Po 24 urah od začetka poskusa (od začetnega tehtanja polža in lista solate), smo polža in list solate ponovno stehtali in zabeležili njuni masi v g (± 0.01 g).
8. Tehtanje polža in lista solate je bilo ponovljeno še 48 in 72 ur po začetku poskusa.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)



SLIKA 3: Skica poskusa (VIR: Lasten vir)

5. REZULTATI

5.1 Neobdelani podatki

Tabela 1: Mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) in listov zelene solate (*Latuca sativa*) [g ± 0.01g] od začetka poskusa in po škropljenju z različno koncentriranimi ekstrakti različnih rastlinskih vrst in z navadno vodo (kontrolni poskus).

			Čas od začetka poskusa [h ± 1h]			
			0	24	48	72
Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Polž/solata	Masa [g ± 0.01g]			
Navadna voda (kontrolni poskus)	0.0	Polž 1	3,26	4,30	3,85	3,57
		Polž 2	5,37	5,37	5,10	5,02
		Polž 3	10,58	11,79	10,38	11,07
		Solata 1	4,99	3,83	3,54	3,33
		Solata 2	5,00	3,57	3,38	2,93
		Solata 3	5,63	2,88	2,25	1,58
Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>)	5.0	Polž 1	5,17	5,15	5,30	5,65
		Polž 2	11,01	10,75	10,68	10,12
		Polž 3	3,74	4,59	4,69	4,54
		Solata 1	3,46	2,52	2,29	2,04
		Solata 2	3,40	2,33	2,20	2,07
		Solata 3	3,29	1,12	0,53	0,23
	12.5	Polž 1	2,99	2,72	2,45	2,33
		Polž 2	9,17	7,98	7,26	7,33
		Polž 3	2,68	3,15	3,06	2,95
		Solata 1	3,04	2,65	2,33	2,15
		Solata 2	4,70	4,02	3,01	2,83
		Solata 3	5,05	3,58	2,76	2,28
Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	5.0	Polž 1	3,37	3,15	3,04	2,95
		Polž 2	4,24	4,17	4,07	3,98
		Polž 3	7,58	7,49	7,44	7,32
		Solata 1	5,48	4,62	3,81	2,97
		Solata 2	5,02	4,09	3,17	2,16
		Solata 3	5,61	4,57	6,56	2,80
	12.5	Polž 1	2,61	2,93	2,87	2,91
		Polž 2	2,16	2,57	2,56	2,68
		Polž 3	9,31	9,21	8,97	9,17
		Solata 1	4,98	4,01	3,73	3,52
		Solata 2	5,04	4,02	2,89	1,39
		Solata 3	5,46	4,58	3,98	3,58

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

Velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	25.0	Solata 2	4,03	3,25	2,31	1,67
		Solata 3	7,03	5,57	4,15	3,34
		Polž 1	3,24	3,13	2,97	2,89
		Polž 2	7,49	7,23	7,19	7,11
		Polž 3	2,65	2,47	2,39	2,28
		Solata 1	5,14	4,35	3,51	2,47
	5.0	Solata 2	5,52	4,61	3,48	2,37
		Solata 3	5,48	4,53	3,67	2,81
		Polž 1	5,46	5,51	5,63	5,71
		Polž 2	11,04	10,97	10,97	10,91
		Polž 3	3,80	3,91	4,07	4,18
		Solata 1	5,57	4,27	2,82	1,32
	12.5	Solata 2	5,92	4,12	3,37	2,09
		Solata 3	5,17	4,22	2,87	1,07
		Polž 1	7,63	7,58	7,61	7,57
		Polž 2	2,63	2,48	2,46	2,43
		Polž 3	3,47	3,30	3,19	3,13
		Solata 1	5,36	4,37	3,41	2,33
Navadni oreh (<i>Juglans regia</i>)	25.0	Solata 2	5,78	4,82	3,71	2,80
		Solata 3	4,92	3,80	2,97	2,15
		Polž 1	3,24	3,16	3,07	3,04
		Polž 2	7,54	7,43	7,35	7,29
		Polž 3	2,61	2,63	2,64	2,38
		Solata 1	4,73	3,75	2,81	1,91
	5.0	Solata 2	5,23	4,03	2,97	1,91
		Solata 3	5,03	4,02	3,05	1,97
		Polž 1	3,26	4,30	3,85	3,57
		Polž 2	5,37	5,37	5,10	5,02
		Polž 3	10,58	11,79	10,38	11,07
		Solata 1	4,99	3,83	3,54	3,33
	12.5	Solata 2	5,00	3,57	3,38	2,93
		Solata 3	5,63	2,88	2,25	1,58
		Polž 1	2,45	2,49	2,48	2,45
		Polž 2	0,99	0,91	0,87	0,85
		Polž 3	6,52	6,88	7,02	7,36
		Solata 1	5,23	4,11	3,42	2,99
	25.0	Solata 2	3,60	2,71	2,39	1,94
		Solata 3	7,10	5,72	4,37	3,20
		Polž 1	2,45	2,48	2,54	2,59
		Polž 2	9,81	9,27	8,83	8,57
		Polž 3	4,37	4,27	4,19	4,10
		Solata 1	6,84	5,07	3,81	2,64

5.2 Obdelani podatki

Za ugotavljanje vpliva posameznega rastlinskega ekstrakta na hranjenje španskega lazarja z zeleno solato, so bili izračunani trije parametri, za ugotavljanje razlik med vplivi različnih rastlinskih ekstraktov, pa je bil uporabljen *t*-test.

5.2.1 Delež spremembe mase polža

Delež spremembe mase polža je bil izračunan po formuli:

$$x(\text{polž}) = \frac{m_{pt}}{m_{p0}} - 1,$$

pri čemer je $x(\text{polž})$ delež spremembe mase polža [%], m_{pt} masa polža ob določenem času po začetku poskusa (to je 24, 48 ali 72 ur) in m_{p0} masa polža, ki je izmerjena pred začetkom poskusa (ob času 0).

S pomočjo deleža spremembe mase polža, smo ugotavljali vpliv rastlinskega ekstrakta na spremenjanje mase posameznega polža – to je namreč potencialni pokazatelj učinkovitosti rastlinskega ekstrakta pri zatiranju španskega lazarja, saj predvidevamo, da posamezen polž poje toliko zelene solate, da ohranja svojo prvotno maso, oziroma maso pridobi (prikazano v kontrolnem poskusu), zmanjšanje mase, oziroma manjše naraščanje mase, pa je posledica vpliva ekstrakta na hranjenje španskega lazarja s solato.

5.2.2. Masa [g] pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase posameznega polža

Druga količina, ki je bila uporabljena za ugotavljanje vpliva posameznega ekstrakta na hranjenje španskega lazarja (*Arion vulgaris*) z zeleno solato, je masa [g] pojedene zelene solate (*Latuca sativa*) na 1 gram začetne mase posameznega polža, izračunana po formuli:

$$x(\text{solata}) = \frac{m_{s0} - m_{st}}{m_{p0}}$$

pri čemer je $x(\text{solata})$ masa [g] pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža, m_{s0} začetna masa solate (pred začetkom poskusa), m_{st} masa solate po določenem času od začetka poskusa (to je 24, 48 ali 72 ur) in m_{p0} začetna masa polža (ob času 0). V formuli $m_0 - m_k$ predstavlja spremembo mase solate v določenem času.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

Z izračunom masa [g] pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža, smo ugotavljali vpliv rastlinskih ekstraktov na intenzivnost hranjenja španskega lazarja z zeleno solato in ali posamezni ekstrakt polže odvrača od prehranjevanja s solato. Samo *delež* pojedene solate namreč ne bi bil ustrezен za primerjavo vpliva rastlinskih ekstraktov na hranjenje španskega lazarja, saj so bile mase listov solate na začetku različne. Za primerjavo vpliva rastlinskih ekstraktov na hranjenje španskega lazarja s solato, prav tako ne bi bilo ustrezno uporabiti samo *razlike v masah* solate po določenem času, saj so bili v poskusu uporabljeni polži različnih mas, pri čemer predpostavljam, da polži z različnimi masami za ohranjanje,, oziroma povečanje svoje mase, pojedo različno količino hrane oz. v našem primeru zelene solate.

Tabela 2: Deleži sprememb mas [%] španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) in masa [g ± 0,01g] pojedene zelene solate (*Latuca sativa*) na 1 gram začetne mase polža [g ± 0,01g] od začetka poskusa in po škropljenju z različno koncentriranimi ekstrakti različnih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*) in z navadno vodo (kontrolni poskus)

Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Polž/solata	Čas od začetka poskusa [h±1h]			
			0	24	48	72
Navadna voda (kontrolni poskus)	0.0	Polž 1	0,00	0,03	0,04	0,06
		Polž 2	0,00	0,02	0,03	0,05
		Polž 3	0,00	0,05	0,09	0,13
		\bar{x} (polž) [%]	0,00	0,03	0,05	0,08
		SD	0,00	0,02	0,03	0,04
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,39	0,77	1,18
		Solata 2	0,00	0,29	0,48	0,78
		Solata 3	0,00	0,51	1,00	1,51
		\bar{x} (solata)	0,00	0,40	0,75	1,16
		SD	0,00	0,11	0,26	0,37
Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>)	5.0	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]				
		Polž 1	0,00	0,00	0,03	0,09
		Polž 2	0,00	-0,02	-0,03	-0,08
		Polž 3	0,00	0,23	0,25	0,21
		\bar{x} (polž)	0,00	0,07	0,08	0,08
		SD	0,00	0,14	0,15	0,15
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,18	0,23	0,27
		Solata 2	0,00	0,10	0,11	0,12
		Solata 3	0,00	0,58	0,74	0,82
		\bar{x} (solata)	0,00	0,29	0,36	0,40
		SD	0,00	0,21	0,27	0,30
	12.5		Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria
(*Arion vulgaris*)

	25.0	Polž 1	0,00	-0,09	-0,18	-0,22
		Polž 2	0,00	-0,13	-0,21	-0,20
		Polž 3	0,00	0,18	0,14	0,10
		\bar{x} (polž)	0,00	-0,01	-0,08	-0,11
		SD	0,00	0,14	0,16	0,15
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,13	0,24	0,30
		Solata 2	0,00	0,07	0,18	0,20
		Solata 3	0,00	0,55	0,85	1,03
		\bar{x} (solata)	0,00	0,25	0,43	0,51
		SD	0,00	0,21	0,30	0,37
	5.0	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]				
		Polž 1	0,00	-0,07	-0,10	-0,23
		Polž 2	0,00	-0,02	-0,04	-0,21
		Polž 3	0,00	-0,01	-0,02	-0,03
		\bar{x} (polž)	0,00	-0,03	-0,05	-0,16
		SD	0,00	0,03	0,03	0,09
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,26	0,50	0,74
		Solata 2	0,00	0,22	0,44	0,67
		Solata 3	0,00	0,14	0,27	0,37
	12.5	\bar{x} (solata)	0,00	0,20	0,40	0,60
		SD	0,00	0,05	0,10	0,16
Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Polž/solata	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
	5.0	Polž 1	0,00	0,12	0,10	0,11
		Polž 2	0,00	0,19	0,19	0,24
		Polž 3	0,00	0,11	0,08	0,10
		\bar{x} (polž)	0,00	0,14	0,12	0,15
		SD	0,00	0,04	0,05	0,06
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,37	0,48	0,56
		Solata 2	0,00	0,47	1,00	1,69
		Solata 3	0,00	0,11	0,18	0,23
		\bar{x} (solata)	0,00	0,32	0,55	0,83
	12.5	SD	0,00	0,15	0,33	0,62
		Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]				
		Polž 1	0,00	-0,09	-0,13	-0,18
		Polž 2	0,00	-0,09	-0,12	-0,22
		Polž 3	0,00	-0,01	-0,03	-0,04
		\bar{x} (polž)	0,00	-0,07	-0,09	-0,15
		SD	0,00	0,04	0,04	0,08
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,24	0,57	0,79
		Solata 2	0,00	0,61	1,35	1,86
Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	12.5	Solata 3	0,00	0,21	0,42	0,54
		\bar{x} (solata)	0,00	0,36	0,78	1,06

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria
(*Arion vulgaris*)

		SD	0,00	0,18	0,40	0,57
			Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
		Polž 1	0,00	-0,03	-0,08	-0,11
		Polž 2	0,00	-0,03	-0,04	-0,05
		Polž 3	0,00	-0,07	-0,10	-0,14
		\bar{x} (polž) [%]	0,00	-0,05	-0,07	-0,10
		SD	0,00	0,02	0,02	0,04
			Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]			
		Solata 1	0,00	0,24	0,50	0,82
		Solata 2	0,00	0,12	0,27	0,41
		Solata 3	0,00	0,36	0,68	1,01
		\bar{x} (solata)	0,00	0,24	0,49	0,75
		SD	0,00	0,10	0,17	0,25
Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Polž/solata	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
		Polž 1	0,00	0,01	0,03	0,05
		Polž 2	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
		Polž 3	0,00	0,03	0,07	0,10
		\bar{x} (polž)	0,00	0,01	0,03	0,04
		SD	0,00	0,02	0,03	0,04
			Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]			
		Solata 1	0,00	0,24	0,50	0,78
		Solata 2	0,00	0,16	0,23	0,35
		Solata 3	0,00	0,25	0,61	1,08
		\bar{x} (solata)	0,00	0,22	0,45	0,73
		SD	0,00	0,04	0,16	0,30
			Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
		Polž 1	0,00	-0,09	-0,18	-0,22
		Polž 2	0,00	-0,13	-0,21	-0,20
		Polž 3	0,00	0,18	0,14	0,10
		\bar{x} (polž)	0,00	-0,01	-0,08	-0,11
		SD	0,00	0,01	0,03	0,04
			Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]			
		Solata 1	0,00	0,13	0,24	0,30
		Solata 2	0,00	0,07	0,18	0,20
		Solata 3	0,00	0,55	0,85	1,03
		\bar{x} (solata)	0,00	0,25	0,43	0,51
		SD	0,00	0,10	0,22	0,30
			Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
		Polž 1	0,00	-0,01	0,00	-0,01
		Polž 2	0,00	-0,06	-0,06	-0,08
		Polž 3	0,00	-0,05	-0,08	-0,10
		\bar{x} (polž) [%]	0,00	-0,04	-0,05	-0,06
		SD	0,00	0,01	0,01	0,02
			Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]			
		Solata 1	0,00	0,30	0,59	0,87
		Solata 2	0,00	0,16	0,30	0,44

Velika kopriva (*Urtica dioica*)

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria
(*Arion vulgaris*)

		Solata 3	0,00	0,39	0,76	1,17
		\bar{x} (solata)	0,00	0,28	0,55	0,83
		SD	0,00	0,09	0,19	0,30
Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Polž/solata	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]			
5.0	5.0	Polž 1	0,00	0,32	0,18	0,10
		Polž 2	0,00	0,00	-0,05	-0,07
		Polž 3	0,00	0,11	-0,02	0,05
		\bar{x} (polž)	0,00	0,14	0,04	0,03
		SD	0,00	0,13	0,10	0,07
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,36	0,44	0,51
		Solata 2	0,00	0,27	0,30	0,39
		Solata 3	0,00	0,26	0,32	0,38
		\bar{x} (solata)	0,00	0,29	0,36	0,43
		SD	0,00	0,04	0,06	0,06
12.5	12.5	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]				
		Polž 1	0,00	0,02	0,01	0,00
		Polž 2	0,00	-0,08	-0,12	-0,14
		Polž 3	0,00	0,06	0,08	0,13
		\bar{x} (polž)	0,00	0,00	-0,01	0,00
		SD	0,00	0,06	0,08	0,11
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,46	0,74	0,91
		Solata 2	0,00	0,90	1,22	1,68
		Solata 3	0,00	0,21	0,42	0,60
		\bar{x} (solata)	0,00	0,52	0,79	1,06
		SD	0,00	0,29	0,33	0,45
25.0	25.0	Delež spremembe mase glede na začetno maso [%]				
		Polž 1	0,00	0,01	0,04	0,06
		Polž 2	0,00	-0,06	-0,10	-0,13
		Polž 3	0,00	-0,02	-0,04	-0,06
		\bar{x} (polž) [%]	0,00	-0,02	-0,03	-0,04
		SD	0,00	0,03	0,06	0,08
		Sprememba mase zelene solate na 1g začetne telesne mase polža [g/g telesne mase]				
		Solata 1	0,00	0,72	1,24	1,71
		Solata 2	0,00	0,11	0,23	0,33
		Solata 3	0,00	0,25	0,45	0,65
		\bar{x} (solata)	0,00	0,36	0,64	0,90
		SD	0,00	0,26	0,43	0,59

Navadni oreh (*Juglans regia*)

5.2.3 Mera vpliva določenega rastlinskega ekstrakta na hranjenje španskega lazarja z zeleno solato, kot vsota spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne masa pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža

Za primerjavo učinkovitosti med posameznimi ekstrakti, je bila izračunana tudi vrednost mera vpliva določenega rastlinskega ekstrakta na hranjenje španskega lazarja z zeleno solato (y). Izračunana je bila po formuli:

$$y = \bar{x}(polž) + \bar{x}(solata),$$

pri čemer je $\bar{x}(polž)$ povprečni delež spremembe mase polža po koncu poskusa (po 72 urah) in $\bar{x}(solata)$ povprečna masa [g] pojedene zelene solate na 1 gram začetne telesne mase polža. Ker velja, da je najbolj učinkovit rastlinski ekstrakt pri zatiranju (ima največji vpliv na hranjenje) španskega lazarja tisti, pri katerem so polži izgubili največji delež mase ($\bar{x}(polž)$ je najmanjši) in pojedli najmanjšo količino solate na 1 gram začetne telesne mase polža ($\bar{x}(solata)$ je najmanjši), je torej najbolj učinkovit ekstrakt tisti, pri katerem je vrednost y najmanjša.

*Tabela 3:*Prikaz skupne učinkovitosti posameznega ekstrakta pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*), glede na vrednost vsote spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža (y)

Vrsta ekstrakta	Koncentracija	y
Navadna voda (kontrolni poskus)	0.0%	1,24
Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>)	5.0%	0,48
	12.5%	0,40
	25.0%	0,44
	Povprečno:	0,44
Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	5.0%	0,98
	12.5%	0,92
	25.0%	0,65
	Povprečno:	0,85
Velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	5.0%	0,77
	12.5%	0,72

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

	25.0%	0,82
	Povprečno:	0,77
Navadni oreh (<i>Juglans regia</i>)	5.0%	0,45
	12.5%	1,06
	25.0%	0,86
	Povprečno:	0,79

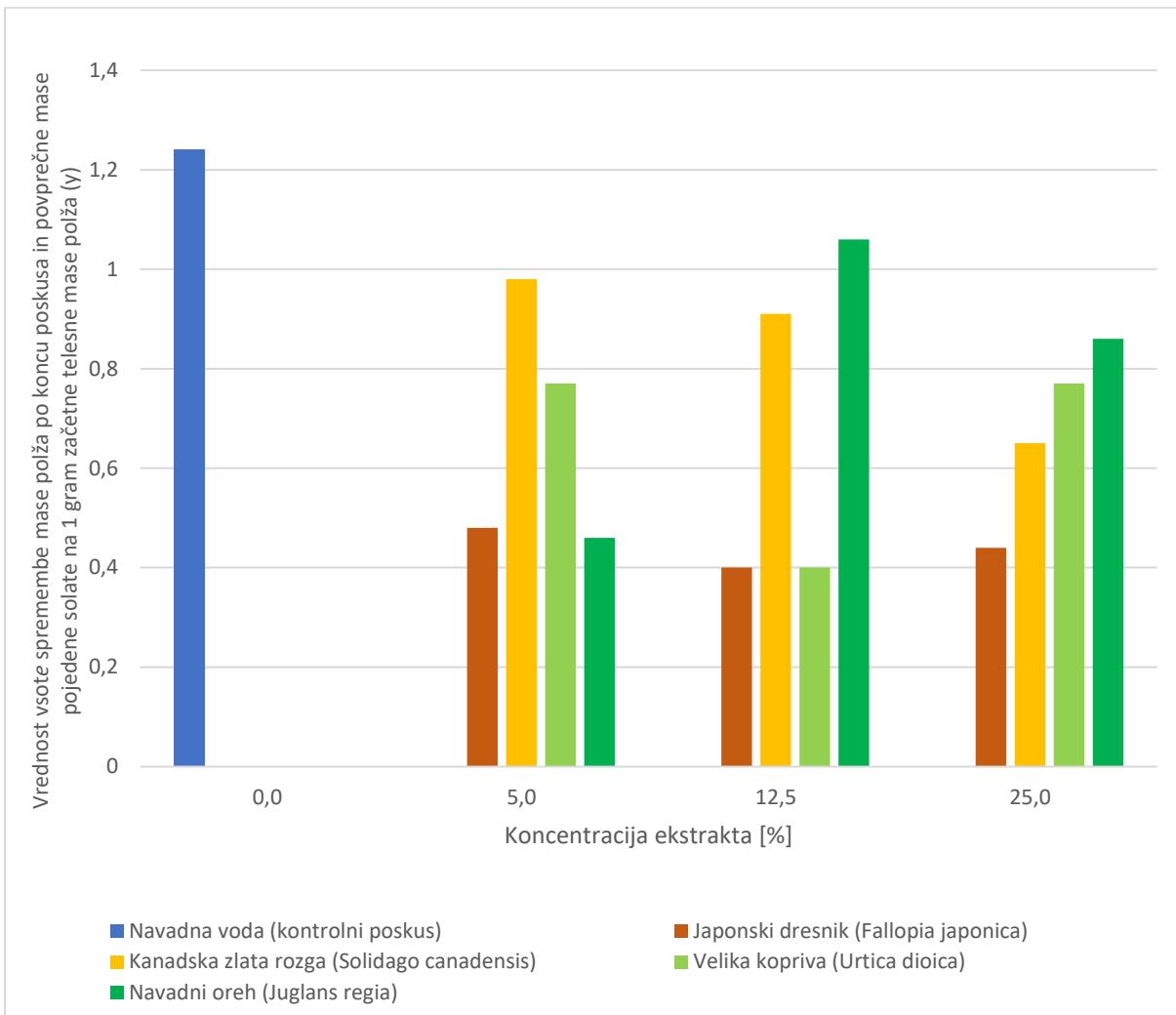
Tabela 4: Prikaz vrednosti vsote spremembe mase polža in količine pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) za vsak posamezen rastlinski ekstrakt in kontrolni poskus po 24, 48 in 72 (± 1) urah

Vrsta ekstrakta	Konc. ekstrakta [%]	Št. poskusa	Čas od začetka poskusa [h ± 1 h]			
			0	24	48	72
Navadna voda (kontrolni poskus)	0.0	Poskus 1	0,00	0,42	0,81	1,24
		Poskus 2	0,00	0,31	0,51	0,83
		Poskus 3	0,00	0,56	1,09	1,64
		\bar{y}	0,00	0,43	0,80	1,24
Japonski dresnik (<i>Falllopia japonica</i>)	5.0	Poskus 1	0,00	0,18	0,26	0,36
		Poskus 2	0,00	0,08	0,08	0,04
		Poskus 3	0,00	0,81	0,99	1,03
		\bar{y}	0,00	0,36	0,44	0,48
	12.5	Poskus 1	0,00	0,04	0,06	0,08
		Poskus 2	0,00	-0,06	-0,03	0,00
		Poskus 3	0,00	0,73	0,99	1,13
		\bar{y}	0,00	0,24	0,35	0,40
	25.0	Poskus 1	0,00	0,19	0,40	0,51
		Poskus 2	0,00	0,20	0,40	0,46
		Poskus 3	0,00	0,13	0,25	0,34
		\bar{y}	0,00	0,17	0,35	0,44
Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	5.0	Poskus 1	0,00	0,49	0,58	0,67
		Poskus 2	0,00	0,66	1,19	1,93
		Poskus 3	0,00	0,22	0,26	0,33
		\bar{y}	0,00	0,46	0,67	0,98
	12.5	Poskus 1	0,00	0,15	0,44	0,61
		Poskus 2	0,00	0,52	1,23	1,64
		Poskus 3	0,00	0,20	0,39	0,50
		\bar{y}	0,00	0,29	0,69	0,91
	25.0	Poskus 1	0,00	0,21	0,42	0,71
		Poskus 2	0,00	0,09	0,23	0,36
		Poskus 3	0,00	0,29	0,58	0,87
		\bar{y}	0,00	0,19	0,42	0,65

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

Velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	5.0	Poskus 1	0,00	0,25	0,53	0,83
		Poskus 2	0,00	0,15	0,22	0,34
		Poskus 3	0,00	0,28	0,68	1,18
		\bar{y}	0,00	0,23	0,048	0,77
	12.5	Poskus 1	0,00	0,04	0,06	0,08
		Poskus 2	0,00	-0,06	-0,03	0,00
		Poskus 3	0,00	0,73	0,99	1,13
		\bar{y}	0,00	0,24	0,35	0,40
	25.0	Poskus 1	0,00	0,29	0,59	0,86
		Poskus 2	0,00	0,10	0,24	0,36
		Poskus 3	0,00	0,34	0,68	1,07
		\bar{y}	0,00	0,24	0,50	0,77
Navadni oreh (<i>Juglans regia</i>)	5.0	Poskus 1	0,00	0,68	0,62	0,61
		Poskus 2	0,00	0,27	0,25	0,32
		Poskus 3	0,00	0,37	0,30	0,43
		\bar{y}	0,00	0,43	0,40	0,46
	12.5	Poskus 1	0,00	0,48	0,75	0,91
		Poskus 2	0,00	0,82	1,10	1,54
		Poskus 3	0,00	0,27	0,50	0,73
		\bar{y}	0,00	0,52	0,78	1,06
	25.0	Poskus 1	0,00	0,73	1,28	1,77
		Poskus 2	0,00	0,05	0,13	0,20
		Poskus 3	0,00	0,23	0,41	0,59
		\bar{y}	0,00	0,34	0,61	0,86

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)



Graf 1: Graf vrednosti vsote spremembe mase polža in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) v odvisnosti od koncentracije ekstrakta posamezne rastline

5.2.4 *t*-test

Za ugotavljanje tega, ali med ekstrakti različnih rastlin obstajajo signifikantne razlike glede vpliva na hranjenje španskega lazarja z zeleno solato, sta bila izvedena dva *t*-testa. Izvedena sta bila enostranska parna *t*-testa, za mejno vrednost p , (pri čemer je p rezultat statističnega testa) je bil določen $p = 0.05$, pri čemer rezultat statističnega testa p , ki je manjši od $p = 0.05$, potrdi signifikantno razliko med vplivoma obeh ekstraktov, rezultat večji od $p = 0.05$, pa zavrača obstoj signifikantne razlike med vplivom dveh ekstraktov.

S prvim *t*-testom smo ugotavljali ali obstaja signifikantna razlika med vplivom dveh rastlinskih ekstraktov na *delež spremembe mase polža* (rezultat tega statističnega testa je v Tabeli 5 označen s p_1).

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

Z drugim *t*-testom smo ugotavljali ali obstaja signifikantna razlika med vplivom dveh rastlinskih ekstraktov na *maso pojedene solate na 1 gram telesne mase polža* (rezultat tega statističnega testa je v Tabeli 5 označen s p_2).

Tabela 5: Tabela rezultatov t-testa med dvema ekstraktoma. Z p_1 je v tabeli označen rezultat t-testa za delež spremembe mase polža, z p_2 pa rezultat testa za maso pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase polža. Polja pri katerih je rezultat t-testa pokazal obstoj signifikantne razlike so potemnjena.

EKSTRAKT 1	EKSTRAKT 2	p_1	p_2
Kontrolni poskus (navadna voda)	Japonski dresnik (5.0%)	0,10	0,08
Kontrolni poskus (navadna voda)	Japonski dresnik (12.5%)	0,06	0,06
Kontrolni poskus (navadna voda)	Japonski dresnik (25.0%)	0,07	0,04
Kontrolni poskus (navadna voda)	Kanadska zlata rozga (5.0%)	0,01	0,05
Kontrolni poskus (navadna voda)	Kanadska zlata rozga (12.5%)	0,03	0,21
Kontrolni poskus (navadna voda)	Kanadska zlata rozga (25.0%)	0,02	0,02
Kontrolni poskus (navadna voda)	Velika kopriva (5.0%)	0,14	0,03
Kontrolni poskus (navadna voda)	Velika kopriva (12.5%)	0,02	0,04
Kontrolni poskus (navadna voda)	Velika kopriva (25.0%)	0,03	0,04
Kontrolni poskus (navadna voda)	Navadni oreh (5.0%)	0,38	0,07
Kontrolni poskus (navadna voda)	Navadni oreh (12.5%)	0,03	0,39
Kontrolni poskus (navadna voda)	Navadni oreh (25.0%)	0,03	0,08
Japonski dresnik (5.0%)	Kanadska zlata rozga (5.0%)	0,01	0,10
Japonski dresnik (5.0%)	Velika kopriva (5.0%)	0,01	0,29
Japonski dresnik (5.0%)	Navadni oreh (5.0%)	0,44	0,45
Japonski dresnik (12.5%)	Kanadska zlata rozga (12.5%)	0,28	0,06
Japonski dresnik (12.5%)	Velika kopriva (12.5%)	0,28	0,31
Japonski dresnik (12.5%)	Navadni oreh (12.5%)	0,08	0,09
Japonski dresnik (25.0%)	Kanadska zlata rozga (25.0%)	0,45	0,05
Japonski dresnik (25.0%)	Velika kopriva (25.0%)	0,18	0,32
Japonski dresnik (25.0%)	Navadni oreh (25.0%)	0,15	0,01
Kanadska zlata rozga (5.0%)	Velika kopriva (5.0%)	0,01	0,38
Kanadska zlata rozga (5.0%)	Navadni oreh (5.0%)	0,10	0,19

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(*Arion vulgaris*)

Kanadska zlata rozga (12.5%)	Velika kopriva (12.5%)	0,11	0,31
Kanadska zlata rozga (12.5%)	Navadni oreh (12.5%)	0,03	0,43
Kanadska zlata rozga (25.0%)	Velika kopriva (25.0%)	0,19	0,43
Kanadska zlata rozga (25.0%)	Navadni oreh (25.0%)	0,12	0,00
Kontrolni poskus (navadna voda)	Vsi ekstrakti	0,000018	0,000130

5.2.5 Korelacija med vrednostjo vsote spremembe mase polža po koncu poskusa in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža - y in koncentracijo ekstrakta

Za ugotovitev vpliva koncentracije ekstraktov na vrednost vsote spremembe mase polža, po koncu poskusa in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y), je bila izračunana korelacija za vsako rastlino.

Tabela 6: Tabela izračunanih korelacijskih koeficientov med koncentracijo ekstrakta in vrednostjo vsote spremembe mase polža in povprečne mase pojedene solate na 1 gram začetne mase polža (y) za ekstrakte vsake rastline

Vrsta ekstrakta	Vrednost korelacijskega koeficiente
Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>)	-0,67
Kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>)	-0,97
Velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	-0,51
Navadni oreh (<i>Juglans regia</i>)	-0,31

6. RAZPRAVA

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti ali invazivne tujerodne vrste rastlin (v raziskovalni nalogi sta bili uporabljeni kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*) in japonski dresnik (*Fallopia japonica*)), bolj vplivajo na prehrano invazivnega španskega lazarja (*Arion vulgaris*), kot neinvazivne rastlinske vrste (v raziskovalni nalogi sta bili uporabljeni velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)).

Kot merila za ugotavljanje vpliva posameznega rastlinskega ekstrakta na prehrano španskega lazarja (*Arion vulgaris*), so bili uporabljeni delež spremembe mase polža (koliko se je v času poskusa spremenila masa polža [%]), masa pojedene zelene solate na 1 gram začetne mase polža ([g/g začetne telesne mase]) in vrednost y , ki predstavlja vsoto obeh drugih meril. Vrednost y je bila uporabljena kot vrednost, ki nam pove skupno učinkovitost posameznega ekstrakta in posledično njegovo uspešnost, pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*).

Pri zastavljenih raziskovalnih vprašanjih, nas je zanimalo, ali se bo pri posameznih rastlinskih ekstraktih, ki so bili pripravljeni v treh različnih koncentracijah (5,0%, 12,5% in 25,0%), pokazal vpliv na prehrano španskega lazarja (kako bodo vplivali na spremembo mase in kako bodo vplivali na količino pojedene solate), ter ali se bo pojavila razlika med vplivom ekstraktov invazivnih rastlinskih vrst in ekstraktov neinvazivnih rastlinskih vrst.

Za vsak rastlinski ekstrakt (pripravljenih je bilo 12 ekstraktov), so bili izvedeni trije poskusi in kontrolni poskus, kjer je bila solata poškropljena z navadno vodo (koncentracija 0,0%), ter je bil prav tako izведен v treh ponovitvah. Vsak poskus je trajal 72 ur (± 1 ura). Meritve so bile izvedene po 24, 48 in 72 urah (± 1 ura) po začetku poskusa. Pred začetkom posameznega poskusa polži niso bili stradani (bili so položeni v večje vlažne plastične posode s solato).

Pri prvem raziskovalnem vprašanju nas je zanimalo, *ali obstaja signifikantna razlika v deležu spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z navadno vodo in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljenimi z različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)). Za to raziskovalno vprašanje sta bili postavljeni hipoteza H0, ki predvideva, da signifikantne razlike v deležu spremembe mase španskih lazarjev, ki so imeli na voljo list zelene solate, poškropljen z navadno vodo in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene*

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

solate poškropljene z različno koncentriranimi rastlinskimi ekstrakti, ne bo in hipoteza H1, ki predvideva, da signifikantna razlika v deležu spremembe mase med temo dvema skupinama španskih lazarjev bo. Za ugotavljanje signifikantne razlike, je bil izveden enostranski parni *t*-test, s postavljenou mejno vrednostjo $p=0,05$, pri čemer rezultat testa, ki je nižji od mejne vrednosti, ovraže hipotezo H0. Rezultati *t*-testov so prikazani v tabeli 5. Rezultat ugotavljanja signifikantne razlike v deležu spremembe mase, je potrdil hipotezo H1, v primerih vseh koncentracij ekstraktov kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), pri 12,5% in 25,0% ekstraktu velike koprive (*Urtica dioica*), ter pri istih koncentracijah ekstraktov navadnega oreha (*Juglans regia*). Pri *t*-testu, ki je primerjal deleže sprememb mas, pri vseh koncentracijah ekstraktov vseh rastlin in deleže sprememb mas pri kontrolnem poskusu, je bil dosežen rezultat $p=0,00018$, kar potrdi hipotezo H1 in obstoj signifikantne razlike v deležu spremembe mase polžev, ki so imeli na voljo list zelene solate, poškropljen z navadno vodo in polžev, ki so imeli na voljo solato, poškropljeno z rastlinskimi ekstrakti.

Pred začetkom poskusa smo se spraševali tudi, ali obstaja signifikantna razlika v masi pojedene zelene solate (*Latuca sativa*) na 1 gram začetne telesne mase polža ob koncu poskusa (po 72 urah) med listi zelene solate, poškropljenimi z navadno vodo, in listi zelene solate, poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti štirih rastlinskih vrst (japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)). Hipoteza H2 je predvidevala obstoj signifikantne razlike med slednjima skupinama polžev. Za ugotovitev obstoja signifikantne razlike, je bil izveden enostranski parni *t*-test, s postavljenou mejno vrednostjo $p=0,05$, pri čemer rezultat testa, ki je višji od mejne vrednosti, ovraže hipotezo H2. Rezultati *t*-testa so zapisani v tabeli 5. Rezultat ugotavljanja signifikantne razlike v deležu spremembe mase, je potrdil hipotezo H2 v primerih 25,0% ekstrakta japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), 5,0% in 25,0% ekstraktih kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), ter pri vseh ekstraktih velike koprive (*Urtica dioica*). Pri *t*-testu, ki je primerjal maso pojedene solate na 1 gram začetne mase polža pri vseh koncentracijah ekstraktov vseh rastlin in maso pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža pri kontrolnem poskusu, je bil dosežen rezultat $p=0,0013$, kar potrdi hipotezo H2 in obstoj signifikantne razlike v masi pojedene zelene solate na 1 gram začetne telesne mase polža, ki jim je bil na voljo list zelene solate, poškropljen z navadno vodo in polžev, ki so imeli na voljo solato, poškropljeno z rastlinskimi ekstrakti.

Signifikantno razliko v deležu spremembe mase in masi pojedene solate na 1 gram začetne mase polža, lahko opazimo tudi, če primerjamo vrednost y za posamezen ekstrakt in kontrolni

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

poskus (vrednosti y so prikazane v tabeli 3 in tabeli 4). Vrednost y za posamezne ekstrakte v odvisnosti od koncentracije ekstrakta je prikazana tudi v Grafu 1, iz katerega je razvidno, da je vrednost y pri koncentraciji 0,0% (navadna voda – kontrolni poskus) najvišja. Iz teh podatkov lahko zaključimo, da je imel vsak ekstrakt vpliv na prehrano španskega lazarja, saj je vsaj minimalno vplival na delež spremembe mase polža (ta je nižji kot pri kontrolnem poskusu) in maso pojedene solate na 1 gram začetne telesne mase polža (ta je nižja kot pri kontrolnem poskusu). Do podobne ugotovitve, da vsi rastlinski ekstrakti vsaj minimalno vplivajo na prehranjevanje polžev, sta v svoji študiji prišla tudi Barone in Franks. Po nadaljnji analizi posameznih ekstraktov, sta prišla do ugotovitve, da na zaviranje oziroma spodbujanje prehranjevanja polžev, najverjetneje pomembno vplivajo sekundarni metaboliti (organske spojine, ki nastajajo samo, ko celica doseže stacionarno fazo rasti) in okus, ki ga ekstraktu daje posamezna rastlina – rastline z grenkim okusom odvračajo polže od prehranjevanja (Barone in Franks, 1999), kar lahko sklepamo tudi iz ugotovitve, da je grenivka (*Citrus × paradisi*) dober zatiralec španskega lazarja (Kozlovski in drugi, 2014).

Zanimal nas je tudi obstoj signifikantne razlike v deležu spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), in španskim lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti vseh ostalih uporabljenih rastlin (kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*). Hipoteza H3 je predvidevala obstoj te razlike. Za ugotavljanje signifikantne razlike, je bil izveden enostranski parni *t*-test, s postavljenim mejnim vrednostjo $p=0,05$, pri čemer se za rezultat, ki je višji od $p=0,05$, hipoteza H3 ovrže (rezultati so prikazani v tabeli 5). Ekstrakt posamezne koncentracije, je bil primerjan samo z drugimi ekstrakti iste koncentracije. Izrazita signifikantna razlika v deležu spremembe mase, je bila ugotovljena pri primerjavi 5,0% ekstrakta japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in 5,0% ekstraktov kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) in velike koprive (*Urtica dioica*). Pri primerjavi vrednosti y med 5,0% ekstrakti, ekstrakt japonskega dresnika doseže $y=0,48$, kar je manjša vrednost samo od ekstrakta navadnega oreha, ki ima za 5,0% ekstrakt vrednost $y=0,45$. Japonski dresnik doseže najnižjo vrednost $y=0,45$. Japonski dresnik doseže najnižjo vrednost y med 12,5% ekstrakti ($y=0,40$) in 25,0% ekstrakti ($y=0,44$), prav tako pa ima najnižjo povprečno vrednost y ($y=0,44$) med vsemi rastlinami (rezultati so prikazani v tabeli 3, tabeli 4 in grafu 1). Čeprav se z izvedenimi *t*-testi signifikantna razlika ne more potrditi pri vseh primerjavah, lahko na podlagi vrednosti y

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja
(Arion vulgaris)

sprejmemmo hipotezo H3, saj se ekstrakti japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) izkažejo za bolj učinkovite, kot ekstrakti drugih rastlin.

Zanimal nas je *obstoj signifikantne razlike v deležu spremembe mase španskih lazarjev (Arion vulgaris) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (Latuca sativa), poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti japonskega dresnika (Fallopia japonica) in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (Latuca sativa), poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti dveh uporabljenih neinvazivnih rastlinskih vrst (velika kopriva (Urtica dioica) in navadni oreh (Juglans regia))*. Obstoj signifikantne razlike je bil potrjen samo pri primerjavi 5,0% ekstrakta japonskega dresnika in 5,0% velike koprive, kjer je bila dosežena vrednost $p=0,01$. Pri primerjavi povprečnega končnega deleža spremembe mase (tabela 2) med različno koncentriranimi ekstrakti japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) in isto koncentriranimi ekstrakti velike koprive (*Urtica dioica*) in navadnega oreha (*Juglans regia*), lahko opazimo, da pri koncentracijah 5,0% in 12,5% vrednosti precej nihajo in je pri 5,0% koncentraciji ekstrakt japonskega dresnika najmanj učinkovit (ima največji delež spremembe mase, 8%), pri koncentraciji 12,5% pa se pokaže za isto učinkovitega kot 12,5% ekstrakt velike koprive (delež spremembe mase -11%) in bolj učinkovit od ekstrakta oreha (delež spremembe mase -4%). Kot najbolj učinkovita rastlina, se japonski dresnik izkaže med 25,0% ekstrakti, kjer ima delež spremembe mase -16%. Na podlagi rezultatov *t*-testov in primerjave povprečnih deležev sprememb mase lahko hipotezo H4, ki predvideva obstoj signifikantne razlike, ovržemo za koncentraciji 5,0% in 12,5% in potrdimo za koncentracijo 25,0%. Možna interpretacija rezultatov je, da se učinek posamezne rastline na prehrano španskega lazarja (*Arion vulgaris*) polno izrazi šele pri največji koncentraciji, saj je v rastlinskih ekstraktih z manjšo koncentracijo premajhna količina snovi, da bi se pokazal njihov vpliv na prehrano španskega lazarja (*Arion vulgaris*) in razlike med 5,0% in 12,5% rastlinskih ekstrakti posameznih rastlin naključna razlika, ki je odvisna od polža. Druga možna interpretacija je, da ima ekstrakt japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) podoben učinek na prehrano španskega lazarja kot neinvazivne rastlinske vrste in je večja razlika pri koncentraciji 25,0% posledica naključja, kar je manj verjetno, saj se pri ekstraktih japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), delež spremembe mase polža manjša sorazmerno z večanjem koncentracije, kar priča o večanju učinka z višjo koncentracijo.

Spraševali smo se *ali obstaja signifikantna razlika v deležu spremembe mase španskih lazarjev (Arion vulgaris) ob koncu poskusa (po 72 urah) med španskimi lazarji, ki so imeli na voljo list zelene solate (Latuca sativa), poškropljen z različno koncentriranimi ekstrakti kanadske zlate*

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

rozge (*Solidago canadensis*) in španskimi lazarji, ki so imeli na voljo liste zelene solate (*Latuca sativa*), poškropljene z različno koncentriranimi ekstrakti uporabljenih neinvazivnih rastlinskih vrst (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)). Hipoteza H6 je predvidevala obstoj te razlike. Za ugotavljanje obstoja signifikantne razlike, je bil izveden enostranski parni *t*-test, z mejno vrednostjo $p=0,05$, pri čemer se za rezultat višji od mejne vrednosti hipoteza H6 ovrže. *t*-test je potrdil obstoj signifikantne razlike med 5,0% ekstraktom kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) in 5,0% ekstraktom velike koprive (*Urtica dioica*), ter med 12,5% kanadske zlate rozge in 12,5% ekstraktom navadnega oreha (*Juglans regia*). Primerjani so bili tudi povprečni deleži spremembe mase, kjer je 5,0% ekstrakt kanadske zlate rozge dosegel najvišjo vrednost (15%), med 12,5% in 25% pa najnižjo vrednost (pri 12,5% ekstraktu -15%, pri 25,0% ekstraktu pa -10%). Iz teh podatkov lahko potrdimo hipotezo H6 za 12,5% in 25,0% ekstrakte, ne moremo pa je potrditi za 5,0% ekstrakte. Podobno kot za ekstrakte japonskega dresnika, lahko rezultate interpretiramo kot posledico premajhne izraženosti učinka kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) pri ekstraktih z nižjo koncentracijo (predvsem 5,0%), saj se tudi tukaj delež spremembe mase polža zmanjšuje sorazmerno z večanjem koncentracije.

Zanimalo nas je tudi, ali obstaja korelacija med vsoto mase pojedene solate na 1 gram telesne mase polža ter deležem spremembe mase španskih lazarjev (*Arion vulgaris*) – y in koncentracijo ekstrakta. Korelacijski koeficient je bil izračunan za vsako rastlino posebej (tabela 6). Pri vseh rastlinah, je bil korelacijski koeficient negativen, kar interpretiramo kot povečanje vpliva ekstrakta (manjšanje vrednosti y – zato so vrednosti negativne) z večanjem koncentracije ekstrakta. Največji korelacijski koeficient je bil izračunan za ekstrakte velikega oreha (*Juglans regia*), ki je znašal -0,31, kar nakazuje najmanjšo sorazmernost med večanjem vpliva in večanjem koncentracije ekstrakta. Drugi največji koeficient je bil izračunan za ekstrakte velike koprive (*Urtica dioica*). Vrednost koeficiente je znašala -0,51, kar nakazuje večjo sorazmernost med večanjem vpliva in večanjem koncentracije, ampak to sorazmerje še vedno ne velja za vse koncentracije. Za ekstrakte japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) je bil izračunan koeficient -0,67, kar pomeni že precej veliko korelacijo med večanjem vpliva in večanjem koncentracije ekstrakta. Skoraj popolna korelacija je bila izračunana za ekstrakte kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*). Dosežena je bila vrednost -0,97. Večanje vpliva z večanjem koncentracije ekstrakta je razvidno tudi iz Grafa 1. Hipotezo H6, ki predvideva obstoj korelacije, lahko potrdimo za ekstrakte invazivnih rastlinskih vrst (kanadska zlata rozga in japonski dresnik), ovreči pa jo moramo za ekstrakte neinvazivnih rastlinskih vrst.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

Možna interpretacija za nesorazmerno večanje vpliva ekstraktov z večanjem koncentracije ekstraktov je neučinkovitost ekstrakcijske metode. Uporabljena ekstrakcijska metoda, z namakanjem zmetih delov rastlin v navadni vodi, verjetno ni tako učinkovita ter tako enakomerna kot nekatere druge metode. Ob ponovni izvedbi poskusa, bi se bilo bolje odločiti za drugo metodo priprave rastlinskih ekstraktov (metodo ekstrakcije snovi iz rastline). Bolj uporabljeni in posledično verjetno bolj učinkovite metode ekstrakcije, so ekstrakcija snovi z metanolom, ki se je izkazal kot najboljši za ekstrakcijo snovi iz rastlin (Truong in drugi, 2019). Uporabljena bi lahko bila tudi metoda maceracije, pri kateri se posušene rastlinske dele prelije za točno določen čas, ki je optimalen za ekstrakcijo in ne uniči snovi v rastlini. Slednja metoda je bila uporabljena pri študiji »Efficacy of invasive alien plants in controlling *Arionidae* slugs« (Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju polžev iz družine *Arionidae*) (Laznik in drugi, 2020). Drugačne metode priprave ekstraktov, bi omogočile ekstrakcijo več snovi in pridobitev natančnejših podatkov, ki bi bolje in bolj enakomerno predstavili učinkovitost posamezne rastline pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*).

Eksperiment je bil izveden v obdobju od konca oktobra do sredine novembra 2021. Polži so bili nabrani konec oktobra. Nabran je bil manjši vzorec polžev (večina polžev je bila v tem delu leta že pod zemljo), zato so morali biti posamezni polži uporabljeni v več različnih poskusih (pri več različnih ekstraktih), kar bi lahko vplivalo na rezultate pri nekaterih ekstraktih in nato na končno analizo podatkov. V kolikor bi bil eksperiment ponovljen, bi bil za dovolj veliko populacijo polžev in kar se da optimalne rezultate, najbolj primeren čas za izvedbo poskusa, obdobje od maja do septembra, ko so predstavniki španskega lazarja (*Arion vulgaris*) najbolj aktivni. Posledica majhne populacije polžev, so velike razlike pri posameznih polžih, saj so bili polži zelo različnih začetnih mas. Zaradi teh razlogov, so standardne deviacije, ki so izračunane za deleže spremembe mase polža in maso pojedene solate na 1 gram začetne mase polža, zelo velike in ne moremo govoriti o rezultatih, ki bi zelo zanesljivo prikazovali vpliv posamezne rastline na prehrano španskega lazarja (*Arion vulgaris*).

Pomanjkljivost v metodi so tudi različne začetne mase solate ob začetku mase solate. Različne začetne mase solate so otežile obdelavo podatkov in morebiti imele manjši vpliv na prehranjevanje polžev s solato (količino pojedene solate). Ob ponovnem izvajanju poskusa, bi bilo bolje uporabiti liste solate, z vsaj približno enotnimi masami (na primer približno 7 gramov), kar bi olajšalo analizo in omogočilo pridobitev natančnejših rezultatov.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazarja (*Arion vulgaris*)

Za še natančnejše rezultate, bi ob ponovitvi poskusa, polže najprej nekaj dni hrаниli z zeleno solato (*Latuca sativa*), nato pa bi jih določeno obdobje (nekaj dni), kot je to izvedeno v nekaterih drugih poskusih (Laznik in drugi, 2020) stradali, kar bi za vse polže ustvarilo enake začetne pogoje in bi to botrovalo k še bolj zanesljivim rezultatom poskusa.

Po končni analizi vseh podatkov lahko ugotovimo, da se je kot najbolj učinkovita rastlina pri zatiranju španskega lazarja, izkazal japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ki ima največji vpliv na prehrano (najmanjšo vrednost y) tega invazivnega polža, v povprečju vseh ekstraktov ($y=0,44$). Pripravki obeh invazivnih rastlin, so se izkazali za bolj učinkovite, kot pripravki neinvazivnih rastlinskih vrst, kar odpira možnost za iskanje pripravka iz invazivnih tujerodnih rastlin (tistih uporabljenih v poskusu ali drugih), ki bi bil pri zatiranju španskega lazarja tako učinkovit, da bi popolnoma preprečil objedanje s strani španskega lazarja. Nobena rastlina se v obliki pripravljenih ekstraktov za španskega lazarja ni izkazala kot tako toksična, da bi pri posameznih polžih povzročila smrt. Na podlagi rezultatov, pridobljenih v tej raziskovalni nalogi, lahko zaključimo, da je japonski dresnik (*Fallopia japonica*) najbolj primerna rastlina izmed uporabljenih, za potencialno izdelavo domačega škropiva, ki bi preprečevalo objedanje vrtnin in povzročanje škode s strani španskega lazarja.

7. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Živimo v moderni družbi, v času globalizacije, ko družba sebe postavlja pred okolje in so posledice za okolje za večino le »postranska škoda«. Rezultati naših aktivnosti močno vplivajo na okolje in mnoge organizme, kar se že sedaj pozna predvsem pri našem gospodarstvu. Posledica človekovih dejanj je tudi razširitev invazivnih tujerodnih vrst po svetu, zato smo odgovorni za posledice, ki jih za seboj pušča širitev invazivnih vrst in se moramo čutiti dolžne pomagati okolje obvarovati pred katastrofami, ki so jih te vrste sposobne povzročiti. Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije že nekaj let ozavešča o problemu invazivnih tujerodnih vrst. V sodelovanju s programom Evropske unije Life, Mestno občino Ljubljana in Gozdarskim inštitutom Slovenije so oblikovali projekt LIFE ARTEMIS (www.tujerodne-vrste.info) in aplikacijo Invazivke, katerih cilj je ozvestiti ljudi o problemu invazivnih tujerodnih vrst in doseči hitro prepoznavanje vrst in takojšnji odziv ob zaznavi takšnih vrst. Ljudem so dostopna navodila, kako ob srečanju z invazivno vrsto ravnati oziroma kako takšno vrsto, če je to mogoče, odstraniti. (Ministrstvo za okolje in prostor, 2021). Takojšnji odziv posameznika ob zaznavi invazivne tujerodne vrste je v skladu z etičnostjo, saj na tak način skrbimo za okolje, živali in rastline v okolju. Ob tem je potrebno spoštovati pravo, norme obnašanja, človekove pravice in lastnino drugih, saj lahko odstranitev invazivnih vrst izvedemo le na svojem zemljišču, če pa vrsto zaznamo drugje, je naša odgovornost v skladu z normami opozoriti lastnika zemljišča oziroma pristojno službo na prisotnost vrste. Pri izdelavi te raziskovalne naloge ni bilo kršeno nobeno načelo družbene odgovornosti, saj je ravnanje s polži potekalo kar se da etično (polži so bili po končanem raziskovanju vrnjeni v prvotno okolje), vzorci rastlin so bili odvzeti v gozdu, z dovoljenjem lastnika, rezultati poskusov v raziskovalni nalogi so transparentni. Eden izmed namenov te raziskovalne naloge je tudi ozaveščanje o problemu invazivnih tujerodnih vrst in posledicah, ki jih širitev le-teh lahko povzroči.

8. ZAKLJUČEK

Invazivne tujerodne vrste so problem, ki lahko povzroči hujšo gospodarsko in okoljsko škodo. Zatiranje takšnih rastlinskih in živalskih vrst je nujno za obvarovanje narave, kakršno poznamo. V raziskovalni nalogi so bili izvedeni poskusi, ki so preverjali učinkovitost različnih koncentracij (5,0%, 12,5% in 25,0%) ekstraktov dveh invazivnih (japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*)) in dveh neinvazivnih (velika kopriva (*Urtica dioica*) in navadni oreh (*Juglans regia*)) rastlinskih vrst pri zatiranju invazivnega španskega lazarja (*Arion vulgaris*).

Merjen je bil vpliv posameznega ekstrakta na delež spremembe mase polža in maso pojedene solate v času poskusa (72 ur) na 1 gram začetne mase polža. Pri primerjavi uspešnosti, sta se invazivni rastlini izkazali bolj učinkoviti od neinvazivnih, najuspešnejša rastlina je bil japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ki je v največji meri preprečeval prehranjevanje španskega lazarja z zeleno solato (*Latuca sativa*).

Zatiranje invazivnih tujerodnih organizmov s strani človek, je njegova odgovornost, saj je s svojim globalnim delovanjem botroval k širjenju teh vrst, ki ogrožajo mnoge ekosisteme po svetu. Hkrati se moramo ob tem ozirati tudi na druge vrste in na vpliv različnih kemičnih pripravkov na okolje. Na podlagi rezultatov te raziskave, lahko sklepamo, da obstaja možnost priprave organskega škropiva iz japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), ki bi bilo pri zatiranju španskega lazarja zelo učinkovito, hkrati pa ne bi ogrožal drugih živih bitij v okolju in okolja samega.

9. VIRI IN LITERATURA

Abhilasha, D., Quintana, N., Vivanco, J. in Joshi, J. (2008). Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora?. *Journal of Ecology*, 96: 993-1001. Dostopno na: doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01413.x

Barone, M. in Frank, T. (1999). Effects of plant extracts on the feeding behaviour of the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 134: 341-345. Dostopno na: doi.org/10.1111/j.1744-7348.1999.tb05274.x

Barua, A., Williams, C. in Ross, J. (2021). A Literature Review of Biological and Bio-Rational Control Strategies for Slugs: Current Research and Future Prospects. *Insects* 2021, 12: 541. Dostopno na: doi.org/10.3390/insects12060541

Beck, K., Zimmerman, K., Schardt, J., Stone, J., Lukens, R., Reichard, S., Randall, J., Cangelosi, A., Cooper, D. in Thompson, J. (2008). Invasive Species Defined in a Policy Context: Recommendations from the Federal Invasive Species Advisory Committee. *Invasive Plant Science and Management*, 1: 414-421. Dostopno na: doi:10.1614/IPSM-08-089.1

Beerling, D. J., Bailey, J. P., in Conolly, A. P. (1994). *Fallopia Japonica* (Houtt.) Ronse Decraene. *Journal of Ecology*, 82: 959–979. Dostopno na: doi.org/10.2307/2261459

Benelli, G., Pavela, R., Cianfaglione, K. (201). Evaluation of two invasive plant invaders in Europe (*Solidago canadensis* and *Solidago gigantea*) as possible sources of botanical insecticides. *J Pest Sci*, 92: 805–821. Dostopno na: doi.org/10.1007/s10340-018-1034-5

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2019, April 18). goldenrod. Encyclopedia Britannica. Dostopno na: www.britannica.com/plant/goldenrod

Clearwater, S., Hickey, C. in Martin, M. (2008). Overview of potential piscicides and molluscicides for controlling aquatic pest species in New Zealand. *Science for conservation*: 283. Dostopno na:

www.doc.govt.nz/globalassets/documents/science-and-technical/sfc283entire.pdf

Jobin, A., Schaffner, U. InNentwig, W. (1996). The structure of the phytophagous insect fauna on the introduced weed *Solidago altissima* in Switzerland. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79: 33-42. Dostopno na: doi.org/10.1111/j.1570-7458.1996.tb00806.x

kemija.net (2022). Moluskicidi. Kemija.net. Dostopno na: kemija.net/slovarecek/1609

Khoja, S., Eltayef, K., Baxter, I., Bull, J., Loveridge, E. In Butt, T. (2019). Fungal volatile organic compounds show promise as potent molluscicides. *Pest Management Science*.

Kozłowski, J., Jaskulska, M. in Kozłowski, R. (2014). Possible methods of reducing damage to plants caused by *Arion vulgaris* using selected plant protection substances and plant extracts. *PROGRESS IN PLANT PROTECTION*, 55: 102-106. Dostopno na: <http://dx.doi.org/10.14199/ppp-2015-018>

Lasheras B., Turillas P., Cenarruzabeitia E. (1986). Étude pharmacologique préliminaire de *Prunus spinosa* L., *Amelanchier ovalis* Medikus, *Juniperus communis* L. et *Urtica dioica* L. *Plantes Méd Phytothér*, 20: 219-226.

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria (*Arion vulgaris*)

Laznik, Ž., Bohinc, T., Franin, K., Majić, I. In Trdan, S. (2020). Efficacy of invasive alien plants in controlling Arionidae slugs. Spanish Journal of Agricultural Research, 18(1). Dostopno na: doi.org/10.5424/sjar/2020181-15542

Laznik, Ž., Majić, I., Horvat, A., Trdan, S. (2020). Contact Efficacy of Different Wood Ashes against Spanish Slug, *Arion vulgaris* (Gastropoda: Arionidae). Applied Sciences 2020, 10: 8564. Dostopno na: doi.org/10.3390/app10238564

Ministrstvo za okolje in prostor (2021). Invazivne tujerodne vrste rastlin in živali. Dostopno na: www.gov.si/teme/invazivne-tujerodne-vrste-rastlin-in-zivali/#e46216

Modic, Š. (2017). Prave listne uši (Aphididae). Kmetijski inštitut Slovenije. Dostopno na: www.ivr.si/wp-content/uploads/2017/11/Prave-listne-u%C5%A1i_%C5%A1i_%C5%A0M.pdf

Moquin-Tandon, A. (1855). HISTOIRE NATURELLE DES MOLLUSQUES TERRESTRES ET FLUVIATILES DE FRANCE. Membre de L’Institut (Academie des sciences).

Pavid, K. (2020). What are invasive species?. Natural History Museum. Dostopno na: www.nhm.ac.uk/discover/what-are-invasive-species.html

Petruzzello, M. (2018). stinging nettle. Encyclopedia Britannica. Dostopno na: www.britannica.com/plant/stinging-nettle

Prah, J. (2020). Oreh. Visit Sevnica. Dostopno na: www.visit-sevnica.com/si/oreh-juglans-regia.html

Pušenjak, M. (2015). Polži na vrtu in kako jih uspešno zatiramo. Zeleni svet. Dostopno na: zelenisvet.com/polzi-na-vrtu/

Rafferty, J. P. (2021). *invasive species*. Encyclopedia Britannica. Dostopno na: www.britannica.com/science/invasive-species

Sadeghnezhad, R. & Enayati, A. & Ebrahimzadeh, M. & Azarnoosh, M. & Fazeli-Dinan, M. (2019). TOXICITY AND ANTI-FEEDING EFFECTS OF WALNUT (*JUGLANS REGIA L.*) EXTRACT ON *SITOPHILUS ORYZAE L.* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). Fresenius Environmental Bulletin.

Trill, J., Wang, Z., Willcox, M., Zhang, Y., Hu, X. in Moore, M. (2020). A synthesis of the evidence regarding safety of a Chinese herbal formula Shufeng Jiedu: A pharmacological review. Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine, 2. Dostopno na: doi.org/10.1016/j.prmcm.2021.100017

Truong, D., Nguyen, D., Ta, N., Bui, A., Nguyen, H. (2019). Evaluation of the Use of Different Solvents for Phytochemical Constituents, Antioxidants, and In Vitro Anti Inflammatory Activities of *Severina Buxifolia*. Journal of Food Quality, 2019: ID 8178294. Dostopno na: doi.org/10.1155/2019/8178294

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1999). Executive Order 13112 – Invasive Species. National Invasive Species Information Center. Dostopno na: www.invasivespeciesinfo.gov/executive-order-13112

Valant, K. (2021). Naravni pripravki za zatiranje škodljivcev na zelenjavnem vrtu. Unisvet.si. Dostopno na: unisvet.si/naravni-pripravki-za-zatiranje-skodljivcev/#Kako_se_znebiti_polzev_na_vrtu

Invazivke proti invazivkam? Učinkovitost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju španskega lazaria
(*Arion vulgaris*)

Welter-Schultes, F. W. (2012). European Non-Marine Molluscs, a Guide for Species Identification: Bestimmungsbuch für europäische Land-und Süßwassermollusken. Planet Poster Editions.

wildflower.org (2016). Solidago canadensis. wildflower.org. Dostopno na:
www.wildflower.org/plants/result.php?id_plant=soca6

Zajac, K., Gaweł, M., Filipiak, A. in Kramrz, P. (2017). Arion vulgaris Moquin-Tandon, 1855 – the aetiology of an invasive species. Folia Malacologica, 25: 81-93. Dostopno na:
doi.org/10.12657/folmal.025.008

Zolovs, M., Jakubane, I., Kirilova, J., Kivleniece, I., Moisejevs, R., Kolesnikova, J. in Pilate, D. (2019). The potential antifeedant activity of lichen-forming fungal extracts against invasive slug species Arion vulgaris. Canadian Journal of Zoology, 98: 195-201. Dostopno na:
doi.org/10.1139/cjz-2019-0106

Zoran, F. (2019). DL: Naravni pripravki za zatiranje škodljivcev. Dolenjski list (20. številka).

Zajac, K. S., Gaweł, M., Filipiak, A. in Kramarz, P. (2017). Arion vulgaris Moquin-Tandon, 1855 – the aetiology of an invasive species. Folia Malacologica, 25: 81-93. Dostopno na:
doi.org/10.12657/folmal.025.008