

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Katja BITENC

**PLENILSKI PRITISK NA POZIDNO IN VELEBITSKO KUŠČARICO
V SINTOPIČNIH IN ALOTOPIČNIH POPULACIJAH**

Magistrsko delo

**PREDATION PRESSURE ON COMMON WALL LIZARD AND
HORVATH'S ROCK LIZARD IN SYNTOPIC AND ALLOTOPIC
POPULATIONS**

M. Sc. Thesis
(Master Study Programmes)

Ljubljana, 2013

Raziskave magistrskega dela sem opravljala na terenu. Poskusi so bili opravljeni s pomočjo laboratorijske opreme Anamarije Žagar na Zavrhu pri Borovnici.

Magistrsko delo z naslovom Plenilski pritisk na pozidno in velebitsko kuščarico v sintopičnih in alotopičnih populacijah je bilo odobreno 9. 3. 2012 na senatu Oddelka za biologijo. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Al Vrezec.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Cene FIŠER

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentor: doc. dr. Al VREZEC

Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskovanje sladkovodnih in kopenskih ekosistemov

Recenzent: prof. dr. Ivan KOS

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 30. 9. 2013

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Katja Bitenc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD Du2
DK 591.5:598.112.23(043.2)=163.6
KG posredni odnosi/plenilstvo/plenilski pritisk/prepoznavanje
plenilca/sobivanje/*Podarcis muralis*/*Iberolacerta horvathi*/
AV BITENC, Katja, dipl. biol. (UN)
SA VREZEC, Al (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2013
IN PLENILSKI PRITISK NA POZIDNO IN VELEBITSKO KUŠČARICO V
SINTOPIČNIH IN ALOTOPIČNIH POPULACIJAH
TD Magistrsko delo (magistrski študij – 2. stopnja)
OP XI, 55 str., 11 pregl., 15 sl., 103 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Na Kočevskem je bil opažen vzorec višinskega ločevanja populacij pozidne in velebitske kuščarice, ki kaže na tekmovalno izključevanje med vrstama. V nalogi smo ugotavljali, ali je prostorsko ločevanje kuščaric posledica plenilskega pritiska, saj plenilci lahko vplivajo na populacije plena preko posrednih odnosov. Preučevali smo odziv različnih vrst plenilcev in intenzivnosti plenjenja na izbranih alotopičnih in sintopičnih lokacijah, z nastavljanjem sto modelov kuščaric na lokacijo na dan in nastavljanjem infrardeče kamere, usmerjene na pet modelov. Razlike v vedenjskem odzivu kuščaric na različne tipe plenilcev smo preučevali s snemanjem njihovih vedenj v prisotnosti vonja plenilskih kač. V poskusu z modeli kuščaric in kamerami se sesalci in ptice niso zanimali za modele, zato lahko zaključimo, da je plenilski pritisk teh skupin plenilcev na preučevanih lokacijah premajhen, da bi vplival na tekmovalne odnose med vrstama, in zato verjetno ni vzrok njunega višinskega ločevanja. V poskusu odzivanja kuščaric na plenilske kače smo ugotovili, da je velebitska kuščarica bolj aktivna od pozidne kuščarice in se odziva na vonj smokulje, ne pa na vonj modrasa. Pozidna kuščarica se ni odzivala niti na vonj modrasa niti na vonj smokulje. Sposobnost velebitske kuščarice, da prepozna smokuljo, bi se lahko zanj izkazala kot prednostna v okoljih z zmernim ali višjim plenilskim pritiskom.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Du2
DC 591.5:598.112.23(043.2)=163.6
CX apparent competition/predation/predation pressure/detection of predators/coexistence/*Podarcis muralis*/*Iberolacerta horvathi*/
AU BITENC, Katja, dipl. biol. (UN)
AA VREZEC, Al (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
PY 2013
TI PREDATION PRESSURE ON COMMON WALL LIZARD AND HORVATH'S ROCK LIZARD IN SYNTOPIC AND ALLOTOPIC POPULATIONS
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO XI, 55p., 11 tab., 15 fig., 103 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Lizard species *Podarcis muralis* and *Iberolacerta horvathi* have been found to exhibit a partial altitudinal segregation pattern in Kočevsko region that indicates a potential interspecific competitive interaction. In order to try to recognise the mechanisms behind this kind of segregation we studied the effect of predators on these species as predators can promote or inhibit the coexistence of prey species. Our method for determining predation pressure in syntopic and allotopic populations was the use of models of lizards, which we set up in groups of one hundred. Additional measures for detection were provided by video camera focused on five models for a longer period of time. Differences in antipredator behaviour of the species were evaluated by recording their behaviour in terrariums with scents of predatory snakes. Birds and mammals showed no interest in the lizard models, which leads us to think that predation pressure in experimental locations is too low to be the cause behind altitudinal segregation. The results of the behavioural test have shown that *Podarcis muralis* is the less active of the species and does not respond to the scent of neither the smooth snake nor the horned viper, while *Iberolacerta horvathi* responds to the scent of the smooth snake. This ability could prove to be favourable for *Iberolacerta horvathi* in environments with average or higher predation pressure.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	II
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
SLOVARČEK	XI
1. UVOD	1
1.1 OPIS RAZISKOVANIH VRST	1
1.1.1 Ciljni raziskovani vrsti	1
1.1.1.1 Pozidna kuščarica (<i>Podarcis muralis</i>)	1
1.1.1.2 Velebitska kuščarica (<i>Iberolacerta horvathi</i>)	2
1.1.2 Testirane plenilske vrste	2
1.1.2.1 Modras (<i>Vipera ammodytes</i>)	2
1.1.2.2 Smokulja (<i>Coronella austriaca</i>)	3
1.1.2.3 Belouška (<i>Natrix natrix</i>)	3
1.2 PLEN IN PLENILSTVO	3
1.3 PROTIPLENILSKO VEDENJE	4
1.4 MEDVRSTNO TEKMOVANJE IN SOBIVANJE S POSREDOVANJEM PLENILCA	6
1.5 ZAZNAVANJE IN ODZIV KUŠČARIC NA PLENILCA	7
1.6 CILJI NALOGE	9
2. MATERIALI IN METODE	9
2.1 OPIS RAZISKOVANEGA OBMOČJA IN PREUČEVANIH POPULACIJ KUŠČARIC	9
2.2 UGOTAVLJANJE PRITISKA PLENILCEV (PTIČEV IN MALIH ZVERI) NA TERENU	10
2.2.1 Poskus z modeli kuščaric	10
2.2.2 Snemanje modelov kuščaric z avtomatsko kamero	14
2.3 VEDENJSKI POSKUS OB PRISOTNOSTI VONJA PLENILSKE KAČE	15
3. REZULTATI	20

3.1 OBDELAVA PODATKOV	22
3.1.1 Nastavljanje modelov kuščaric iz plastelina	22
3.1.2 Nastavljanje modelov kuščaric z avtomatsko kamero	23
3.1.3 Vedenje kuščaric ob prisotnosti vonja kače	25
4. RAZPRAVA	37
5. SKLEPI	41
6. POVZETEK	42
6.1 SUMMARY	45
7. VIRI	48
 ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

- Pregl. 1. Opis lokacij s tipom sobivanja populacij kuščaric, kjer smo izvajali terensko delo na Kočevskem z datumi izvajanja posameznih raziskav (VK: velebitska kuščarica, PK: pozidna kuščarica)..... 21
- Pregl. 2. Povprečne vrednosti s standardno napako in minimalne ter maksimalne vrednosti štetja desetih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 14 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*). 26
- Pregl. 3. Povprečne vrednosti s standardno napako in minimalne ter maksimalne vrednosti štetja desetih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 13 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*). 27
- Pregl. 4. Povprečne vrednosti s standardno napako in minimalne ter maksimalne vrednosti trajanja (sekunde) petih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 14 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*). 28
- Pregl. 5. Povprečne vrednosti s standardno napako in minimalne ter maksimalne vrednosti trajanja v sekundah petih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 13 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*). 29
- Pregl. 6. Vrednotenje vloge dejavnikov pri številu iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA. 32
- Pregl. 7. Rezultati (vrednosti P) Duncanovih post-hoc testov primerjave iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebitska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*). 32
- Pregl. 8. Rezultati primerjave mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA, kjer sta dejavnika vrsta in poskusni terarij. 34

- Pregl. 9. Rezultati (vrednosti P) Duncanovih post-hoc testov primerjave trajanja mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebitska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: Natrix natrix, 4: Coronella austriaca, 5: Vipera ammodytes). 34
- Pregl. 10. Rezultati primerjave števila iztegov jezika glede na aktivnost pozidne in velebitske kuščarice s testom RM ANOVA, kjer sta dejavnika vrsta in terarij. 36
- Pregl.11. Rezultati (p vrednosti) Duncanovih post-hoc testov primerjave števila iztegov jezika glede na aktivnost pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebitska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: Natrix natrix, 4: Coronella austriaca, 5: Vipera ammodytes.)..... 36

KAZALO SLIK

Sl.1. Postopek izdelave modelov kuščaric iz plastelina. Oznake: 1 in 2: izdelava silikonskega kalupa po modelu. 3 in 4: priprava kalupa in vnašanje plastelina v kalup... 11	11
Sl. 2. Postopek izboljšave modelov kuščaric iz plastelina. Oznake: 1: popravljanje napak na modelih iz plastelina in odstranitev odvečnega plastelina. 2: popravljeni modeli pred pritrditvijo repa..... 12	12
Sl. 3. Končani modeli kuščaric iz plastelina..... 13	13
Sl. 4. Primer nastave modelov na terenu. 14	14
Sl. 5. Postavitev stojala s kamero za snemanje kuščarice v poizkusu ob prisotnosti vonja plenilske kače. 18	18
Sl. 6. Zemljevid z označenimi enajstimi lokacijami sintopičnih in alotopičnih populacij pozidne in velebitske kuščarice (glej Preglednico 1) v Kočevski regiji, kjer smo izvajali raziskave. Zeleni kvadrati: sintopija. Beli kvadrati: alotopija pozidne kuščarice. Rdeči kvadrati: alotopija velebitske kuščarice. 20	20
Sl. 7. Primeri poškodb, ki so jih na modelih povzročili glodavci..... 23	23
Sl. 8. Primeri poškodb, ki so jih na modelih povzročili glodavci..... 23	23
Sl. 9. Posnetek kune (<i>Martes foina</i>), ki grize model kuščarice na Kuželjski steni (7. 6. 2012 ob 01.48). 24	24
Sl.10. Posnetek lesne sove (<i>Strix aluco</i>) na Velikih Belih stenah zraven nastavljenih modelov (19. 5. 2012 od 00:47 do 0:53). 25	25
Sl. 11. Število (z deleži, y os) štirinajstih velebitskih kuščaric (<i>Iberolacerta horvathi</i>) glede na to, koliko različnih protiplenilskih vedenj (obrat, skakanje, tek, mahanje z repom in tresenje nog) so izrazili v terarijih z različnimi vonji (x os). 30	30
Sl. 12. Število (z deleži, y os) trinajstih pozidnih kuščaric (<i>Podarcis muralis</i>) glede na to, koliko različnih protiplenilskih vedenj (obrat, skakanje, tek, mahanje z repom in tresenje nog) so izrazili v terarijih z različnimi vonji (x os)..... 30	30
Sl. 13. Primerjava števila iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA ($F(4, 100) = 1,2362, p = ,30$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke v 95 % intervalu zaupanja. 31	31
Sl. 14. Primerjava trajanja mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih (ANOVA: $F(4, 100) = 0,50, p = 0,73$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke 95 % intervala zaupanja..... 33	33

Sl. 15. Primerjava iztegov števila jezika glede na aktivnost pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih (ANOVA: $F(4, 100) = 1,30$, $p = 0,28$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke v 95 % intervalu zaupanja. 35

SLOVARČEK

Okrajšave:

Ihor	Velebitska kuščarica
PK	Pozidna kuščarica
Protiplenilsko vedenje	Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada plenilca (<i>Antipredator behaviour</i>)
Pmur	Pozidna kuščarica
RM ANOVA	Repeated measures analysis of variances test
SVL	Dolžina od gobčka do kloake (<i>Snout-vent length</i>)
VK	Velebitska kuščarica

1 UVOD

Na Kočevskem v Sloveniji sobivata dve vrsti kuščaric, pozidna kuščarica *Podarcis muralis* in velebitska kuščarica *Iberolacerta horvathi*. Na Kočevskem je bil opažen vzorec višinskega ločevanja, ki bi lahko kazalo na tekmovalno izključevanje med vrstama (Žagar s sod., 2013). Vrsti sta si morfološko (Žagar s sod., 2012) in ekološko zelo podobni (Žagar s sod., 2013), in kljub opaženemu ločevanju tvorita redke sintopične populacije. Prisotnost skupnega plenilca dveh tekmujočih vrst lahko spremeni njuno tekmovalno razmerje, kar je v naravi pogost pojav posrednega razmerja, ki ga imenujemo sobivanje s posredovanjem plenilca (Tome, 2006). V okolju v takem primeru zaradi plenilca lahko obstaneta dve tekmovalno neenakovredni vrsti, ker plenilec selektivno pleni uspešnejšo vrsto in tako omili vpliv tekmovalnosti na tekmovalno šibkejšo vrsto. Plenilec na vrsti lahko deluje tudi omejujoče, če se njegova populacija povečuje zaradi množičnosti tekmovalno uspešnejše vrste plena, a hkrati enako pogosto pleni tudi tekmovalno šibkejšo vrsto. V takem primeru gre za posredno tekmovalno med vrstama, ki zavira sobivanje, saj povečana populacija plenilca za šibkejšo vrsto lahko predstavlja preveliko obremenitev in jo izloči iz okolja. Ker sta vrsti na prvi pogled zelo podobni in vzroki njunega višinskega ločevanja niso znani, smo se v nalogi osredotočili na raziskovanje razlik med pozidno in velebitsko kuščarico glede na njuno odzivnost na plenilce in moč plenjenja v sintopičnih ter alotopičnih populacijah obeh vrst. Tako različni plenilci ali različen plenilski pritisk kot različno vedenje vrst kuščaric so lahko vzrok za ekološko ločevanje sicer podobnih vrst.

1.1 OPIS RAZISKOVANIH VRST

1.1.1 Ciljni raziskovani vrsti

Pozidna in velebitska kuščarica sta si glede na zunanje morfološke značilnosti zelo podobni, med njima ni bila zaznana nobena razlika v velikosti v vseh morfoloških parametrih, razen v eni dimenziji glave: višina glave je nižja pri velebitski kuščarici (Žagar s sod., 2012). Vrsti živita v podobnih življenjskih okoljih, vendar je velebitska kuščarica pogostejša na višjih nadmorskih višinah, pozidna kuščarica pa obratno v nižinah (Žagar s sod., 2013).

Pozidno in velebitsko kuščarico uvrščamo v družino kuščaric Lacertidae (Kryštufek in Janžekovič, 1999). Kuščarji v tej družini so podolgovati, z dolgim bičastim repom in zelo gibčni. Najdemo jih v Evropi, Aziji in Afriki, kjer naseljujejo zelo pestra življenjska okolja (Vitt in Caldwell, 2009). Velikostni razpon odraslih osebkov je med 40 mm in 260 mm od gobčka do kloake (v nadaljevanju SVL). Odrasli osebki večine vrst so manjši kot 120 mm (Vitt in Caldwell, 2009). Vrste se prehranjujejo s členonožci in drugimi majhnimi nevretenčarji, v posameznih primerih pa celo z vretenčarji in rastlinskim materialom (Carretero, 2004).

1.1.1.1 Pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*)

V monofiletski rod *Podarcis* danes štejemo med 17 in 20 različnih vrst (Harris in Arnold, 1999). Vse vrste imajo cirkummediteransko razporeditev, kar pomeni, da jih najdemo v Severni Afriki in po vseh južnoevropskih polotokih.

Pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*, Laurenti, 1768) je majhna, dnevno aktivna heliotermna vrsta kuščarice (Tosini in Avery, 1995), ki aktivno išče in lovi plen ter živi na skalnatih območjih (Monasterio s sod., 2010). Največkrat jo najdemo ob robu gozdov, na naravnih stenah, kamnitih tleh in umetnih kamnitih tvorbah, kot so zidovi in ruševine (Mršič, 1997). Odrasli osebki pozidne kuščarice so dolgi približno 60 mm SVL (Žagar s sod., 2012). Pozidna kuščarica se pri zadrževanju na odprtih območjih na grožnje sesalcev in ptic, ki jo plenijo, odzove z begom v skrivališča, navadno v špranje v skalah (Martin in López, 1999b). V Sloveniji je pozidna kuščarica splošno razširjena povsod, najdena ni bila le v Prekmurju (Krofel s sod., 2009).

1.1.1.2 Velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*)

Rod *Iberolacerta* je monofiletski in vsebuje šest vrst (Crochet s sod., 2004). Vrste danes živijo na relativno majhnih in izoliranih območjih: štiri na Iberskem polotoku, vključno z eno v Pirenejih, ena na Dinaridih in ena v jugovzhodnih Alpah (Crochet s sod., 2004).

Velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi* Méhely, 1904) je podobno kot pozidna kuščarica majhna, heliotermna in dnevno aktivna kuščarica (De Luca, 1992). V Sloveniji je razširjena v alpskih in dinarskih območjih, vezana naj bi bila na višje ležeča območja, a nedavne najdbe potrjujejo njeno prisotnost tudi v nižinah (Žagar, 2008; Krofel s sod., 2009).

1.1.2 Testirane plenilske vrste

Na svetovni ravni so najpogostejši in najpomembnejši plenilci kuščarjev ptice, plazilci (še posebej kače) in sesalci (Hoare s sod., 2007). Od plenilcev, ki iščejo z vidom, lahko obe vrsti kuščaric plenijo različne vrste kun (Mustelidae), rovk (Soricidae) in ptice, kot so rjavi srakoper (*Lanius collurio*), postovka (*Falco tinnunculus*), kanja (*Buteo buteo*) in lesna sova (*Strix aluco*) (Lapini s sod., 1993; Luiselli, 1996; Schedl in Klepsch, 1999).

V poizkus prepoznavanja vonja kuščaric smo tako kot mnoge študije (Thoen s sod., 1986; Downes in Bauwens, 2002; Amo s sod., 2004) vključili dve vrsti plenilskih kač, v našem primeru modrasa (*Vipera ammodytes*) in smokuljo (*Coronella austriaca*). Belouško (*Natrix natrix*) smo uporabili kot kontrolno vrsto, ki ne predstavlja potencialnega plenilca obeh vrst kuščaric.

1.1.2.1 Modras (*Vipera ammodytes*)

Družina gadov (Viperidae) obsega 13 rodov, katerih vrste so razširjene v Aziji, Afriki in Evropi. Gadi so srednje velike kače; pri nobenem rodu vrste ne presežejo dolžine dveh metrov, večina odraslih osebkov pa je dolgih manj kot en meter. So dnevno aktivne terestrične kače, kar velja tudi za evropske vrste, in plenijo majhne vretenčarje (Vitt in Caldwell, 2009).

Modras (*Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758)) spada v družino gadov (Kryštufek in Janžekovič, 1999). Doseže dolžino do 80 centimetrov (Mršič, 1997). Naseljuje nižje ležeče in bolj suhe predele kot gad, predvsem suha, prisojna in z grmovjem porasla skalnata

območja (Mršič, 1997). Razširjen je po vsej Sloveniji, z izjemo skrajnega vzhoda, kjer ta vrsta dosega mejo svojega areala (Krofel s sod., 2009).

Večino prehrane pri juvenilnih in subadultnih modrasih predstavljajo kuščarji iz družine kuščaric (Luiselli, 1996). Modrasi naj bi se prehranjevali s tistim plenom, ki je v njihovem okolju najbolj pogost (Luiselli, 1995), kar je bilo opaženo tudi pri nekaterih drugih evropskih kačah (Rugiero in Luiselli, 1995). Prehranjevalne navade večine evropskih vrst gadov (*Vipera*) se močno spremenijo v njihovem življenju: mladi, juvenilni osebki se večinoma prehranjujejo z ektotermnim plenom (s kuščarji), medtem ko se odrasli prehranjujejo večinoma s homeotermnim plenom (z malimi sesalci) (Luiselli, 1996).

1.1.2.2 Smokulja (*Coronella austriaca*)

Smokulja (*Coronella austriaca*, Laurenti, 1768) je kača, ki spada v družino gožev (Colubridae) (Mršič, 1997). Vrste iz te družine so razširjene po celem svetu, razen na Antarktiki in Oceaniji. Skupina je parafiletska in vsebuje sedem poddružin (Vitt in Caldwell, 2009). V poddružino gožev (Colubrinae) spada več kot 100 rodov, vključno z rodom smokulj (*Coronella*). Ekološko je rod izjemno raznovrsten z malo skupnimi lastnostmi. Kar se tiče prehrane so generalisti: plenijo manjše vretenčarje in občasno nevretenčarje (Vitt in Caldwell, 2009).

Smokulja je splošno razširjena po vsej Sloveniji, razen v Primorju (Krofel s sod., 2009). Je srednje velika kača, ki doseže dolžino 80 centimetrov (Mršič, 1997). Naseljuje prisojna, kamnita, z grmovjem obrasla območja, in tudi redkejša gozdova. Pogosto pleni kuščarice in slepce (Mršič, 1997). Odrasle smokulje so plenilci iz zasede, ki v poskusnih okoliščinah prepoznavajo kemične signale poznane vrste plena (Amo s sod., 2004c).

1.1.2.3 Belouška (*Natrix natrix*)

Belouško (*Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)) uvrščamo v poddružino beloušk (Natricinae), ki ima 38 rodov, vključno z rodom vodaric (*Natrix*). Živijo v Severni Ameriki do severne Srednje Amerike, v Afriki, Evraziji, na Indijski podcelini in v Jugovzhodni Aziji. Belouške (Natricinae) so velikostno raznovrstne, 160-250 cm velike živali (SVL) (Vitt in Caldwell, 2005). Mnoge vrste so vezane na celinske vodne ekosisteme in vlažna območja, kot so močvirja in gozdovi. Vodne vrste večinoma plenijo ribe in dvoživke, manjše vrste in juvenilni osebki pa se lahko prehranjujejo tudi s polži, deževniki in členonožci z mehкими telesi (Vitt in Caldwell, 2005).

Belouška zraste do 150, izjemoma do 200 centimetrov (Mršič, 1997). V Sloveniji jo najdemo ob vodi in na drugih vlažnih območjih (Mršič, 1997). Razširjena je po celi državi in je naša najbolj pogosta vrsta kače (Krofel s sod., 2009). Njen glavni plen so žabe in paglavci (Mršič, 1997).

1.2 PLEN IN PLENILSTVO

Plenjenje je proces, ko plenilec lovi, ujame in ubije plen, ter ga poje v celoti ali le deloma (Jørgensen in Fath, 2008). Odnos plen - plenilec je pozitiven za plenilca, ker ob uspešni

uplenitvi plena pridobi energijo in hranila, in izrazito negativen za plen, saj je njegov neuspeh pri pobegu dokončen in vodi v smrt (Vitt in Caldwell, 2009).

V naravi ima večina vrst več možnih plenilcev (Sih, s sod., 1998), ki pa za plenilca niso vse enako primerne. Nekatere vrste plena so za plenilca prednostne in zanj predstavljajo glavni plen. Če v okolju ni prednostnih vrst ali pa jih je malo, plenilci lahko plenijo osebkke druge vrste, ki jih imenujemo nadomestne ali pufrske lovne vrste (Tome, 2006). Plenilci tako ne vplivajo enako na vse vrste v okolju, njihov vpliv pa se lahko časovno spreminja.

Število in pestrost plenilcev nista stalna v prostoru in času, nabor potencialno nevarnih plenilcev pa se za plen spreminja tudi glede na razvojni stadij osebkka (Vitt in Caldwell, 2009). Množica prisotnih plenilcev v okolju na plen vpliva na mnoge različne načine, ki presegajo preprost seštevek vpliva vsakega plenilca posebej. Velik nabor plenilcev povzroči večji pritisk plenjenja zaradi povečanega tveganja, lahko zaradi nasprotujočih protiplenilskih postopkov, ki jih plen uporablja za vsako posamezno vrsto plenilca posebej, ali pa se plenilski pritisk na plen sprosti zaradi tekmovalnih odnosov med vrstami plenilcev (Sih s sod., 1998).

Plen in plenilec sta kot vrsti lahko soodvisna, še posebej v primeru plenilca specialista, ki se v veliki večini prehranjuje pretežno le z eno vrsto glavnega plena; s povečevanjem gostote plena se v okolju poveča število plenilcev, kar povzroči povečanje plenilskega pritiska na plen, zato populacija plena upade. Povečana populacija plenilca se mora nato soočiti s problemom omejenega prehranskega vira in se posledično številčno zmanjša. Cikel recipročnega povečanja in zmanjšanja populacij plena in plenilcev se v naravi stalno pojavlja (Tome, 2006).

Pritisk plenilcev kot selekcijski faktor je v evoluciji sprožil vrsto protiplenilskih prilagoditev (Lima in Dill, 1990), kot so vedenjske, fiziološke in morfološke spremembe (McCarthy in Fisher, 2000; Benard, 2004; Maan in Cummings, 2012; Morgan, 1987). Plenilstvo ima lahko močan vpliv na porazdelitev, dinamiko in številčnost plena, vpliva tudi na naravni izbor, regulacijo populacij in sestavo združb (Sih, s sod., 1998; Morin, 2011). Nekateri plenilci se prehranjujejo izključno s tekmovalno močnejšimi in številčnejšimi vrstami, ki bi drugače izključile tekmovalno manj sposobne vrste. To pripelje do povečanja števila plenjenih vrst, ki lahko živijo skupaj, saj plenilci zmanjšajo medvrstno tekmovalno med vrstami plena (Morin, 2011).

1.3 PROTIPLENILSKO VEDENJE

Plenilci morajo zaznati, prepoznati, približati se, loviti in ujeti plen. Plen se mora izogibati plenilcu, bežati, če ga plenilec zazna ali uporabiti kakršnekoli možne obrambne mehanizme, če ga plenilec ujame in poskuša pobegniti (Vitt in Caldwell, 2009). Plenilec predstavlja grožnjo, ki jo plen določi s pomočjo nabora vedenj, morfoloških značilnosti in fizioloških sposobnosti. Plen se odziva tudi na vrsto in vedenje plenilca, časovno porazdelitev tveganja v preteklosti, trenutno zaznano nevarnost v okolju, in tudi glede na značilnosti habitata, kot so substrat, temperatura in dostopnost skrivališč (Heatwole, 1968; Van Damme s sod., 1990; Bulova, 1994; Stapley, 2004; Martin in López, 2005). Tveganja za plen predstavljajo razdalja do zatočišč, raznovrstnost in sestava okolja glede na

možnosti pobega, svetlobni pogoji, ki vplivajo na prikrivnost in drugi okoljski dejavniki (Sih s sod., 1992; Stankowich in Blumstein, 2005).

Plen in plenilec v evolucijskem razmerju stalno tekmujeta, zato je naravni izbor za razvoj protiplenilskega vedenja zelo močan. Na vsako prilagoditev plena, ki zmanjša lovni uspeh plenilca, plenilec odgovori z novim načinom in postopkom lova. V koevoluciji med plenom in plenilcem se stalno razvijajo novi obrambnih načini pred plenilcem oziroma lovne taktike plenilcev (Vrezec, 2009).

Protiplenilska hipoteza (*Antipredator hypothesis*) predvideva, da bodo bolj uspešni organizmi sposobni razlikovati med različnimi vrstami potencialnih plenilcev, s katerimi so v stiku (Helfman, 1989). Razlikovanje med različnimi vrstami potencialnih plenilcev je bistveno, ker je prekomeren ali nepotreben odziv na neplenilsko vrsto energetsko drag, neodzivanje na pravo plenilsko vrsto pa lahko vodi v zmanjšanje možnosti preživetja ali pa se konča s smrtjo (Ydenberg in Dill, 1986).

Hipoteza o razporejanju drugih aktivnosti in protiplenilskega vedenja v času (*Risk allocation hypothesis*) pa pravi, da plen razporeja aktivnosti kot je npr. prehranjevalni čas, glede na nizko ali visoko stopnjo tveganja v času. Protiplenilsko vedenje se tako v situacijah z različno močno stopnjo tveganja uplenitve lahko razlikuje ne le glede na trenutno tveganje, ampak tudi glede na predhodne časovne vzorce v opaženem tveganju (Lima in Bednekoff, 1999; Sih s sod., 2000).

Protiplenilske odločitve predstavljajo dolgoročen vpliv na fitnes organizma. Vključujejo taktike, ki delujejo na dolgi rok, kot so izogibanje nevarnim okoljem, zmanjšanje aktivnosti v določenih delih dneva in zadrževanje v bližini skrivališč. Druga vedenja, ki zmanjšajo možnost uspešnega napada plenilca, sta povečana pozornost in zadrževanje v skupinah (Clark, 1994). Splošne protiplenilske taktike kuščaric so pobeg (Cooper s sod., 2009), umik v zatočišče (Amo s sod., 2004d) in obstanek na mestu pri prikrivno obarvanih vrstah (Webb s sod., 2009b).

Kuščarji in kače (luskarji: Squamata) uporabljajo pester nabor signalov za zaznavo svoje okolice. Imajo visoko razvite kemosenzorne sisteme, ki posredujejo informacije v širokem naboru medvrstnih in znotrajvrstnih zaznav ter jim omogočajo zaznavanje in razlikovanje med veliko kemičnimi snovmi (Schwenk, 1995). Voh je njihovo najbolj uporabljano čutilo, vidni znaki pa ravno tako predstavljajo nezanemarljiv delež informacij pri raziskovanju in prepoznavanju okolice ter plena (Vitt in Caldwell, 2009). Iztegovanje jezika pri luskarjih predstavlja način vzorčenja kemičnih signalov iz okolja. Ko je jezik iztegnjen, se hlapne molekule v zraku in nehlapne molekule na substratu ujamejo na mokro površino jezika. Z jezikom jih živali nato vnesejo v usta, kjer molekule skozi vomeronazalne kanale na nebu potujejo do Jacobsonovega organa (Cooper, 1994).

Kemični signali v okolju so vir informacij, pomembnih za fitnes (Schwenk, 1995). Živalim lahko omogočajo iskanje hrane, prepoznavanje osebkov iste vrste ter prepoznavanje plenilcev (Hoare s sod., 2007; Gabirot s sod., 2012) ali plena (Amo s sod., 2004c). Prav tako voh igra pomembno vlogo pri zaznavanju potencialnih plenilcev pri kuščaricah.

1.4 MEDVRSTVNO TEKMOVANJE IN SOBIVANJE S POSREDOVANJEM PLENILCA

Pri sobivanju gre za obstoj populacij dveh ali več vrst v istem času in v istem prostoru. Vrste lahko sobivajo le, če so viri porazdeljeni tako, da so dostopni za vse in niso močno omejeni (Jørgensen in Fath, 2008; Vitt in Caldwell, 2009). Medvrstni odnosi, kot so tekmovanje, plenjenje in zajedavstvo pa določajo, katera vrsta bo dolgoročno obstala na območju, ki si ga deli z drugimi vrstami (Vitt in Caldwell, 2009).

Medvrstno tekmovanje je vsakršen odnos med dvema ali več vrstami, od katerega imajo vsaj načeloma vse škodo (Tome, 2006). V naravi poznamo več mehanizmov tekmovanja, kot sta neposredno tekmovanje (fizični stik med vrstama, npr. teritorialnost, spopadi, izkoriščanje istih ekoloških virov) in posredno tekmovanje (soodvisnost zaradi skupnih plenilcev, zajedavcev ...) (Begon s sod., 2006).

Tekmovanje med vrstama lahko vodi do številčnega zmanjšanja vrste, zmanjšanega fitnesa ali delnega zmanjšanja fitnesa osebka, kot so zmanjšanje rodnosti, rasti, sposobnosti preživetja in podobnih dejavnikov (Morin, 2011). Plenilci pa lahko zmanjšajo medvrstno tekmovanje med preživelim plenom, kar pripelje do povečanja števila plenjenih vrst, ki lahko živijo skupaj (Morin, 2011). Tak pojav imenujemo sobivanje s posredovanjem plenilca (Morin, 2011). V preteklosti so raziskovalci posredovanje plenilcev pri odnosih med plenom vključili v različne modele: Parrish in Sailer (1970) sta dokazala, da lahko pod nekaterimi pogoji plenilstvo spodbuja sobivanje dveh vrst plena, ki tekmujeta; Paine (1966) je dodatno razširil model, kjer ob prisotnosti plenilca uspešno sobiva več vrst, ki brez plenilca ne bi živele skupaj; Cramer in May (1972) sta pokazala, da dejavniki, ki pripeljejo do izključevanja vrst pri odsotnosti plenilca, lahko uravnesijo populacije različnih vrst plena ob prisotnosti plenilca (Morin, 2011).

Sobivanje s posredovanjem plenilca je lahko omogočeno na več načinov:

1. Plenilstvo je proces, ki onemogoča prekomerno izrabo virov in tako spodbuja sobivanje vrst (Chase s sod., 2002).
2. Plenilci z enakovrednim plenjenjem vseh tipov plena (vrst) preprečujejo tekmovalno izključevanje vrst, saj lahko plenijo najbolj pogostega od alternativnih tipov plena (Jørgensen in Fath, 2008).
3. Plenilstvo lahko vodi do stabilnega sobivanja dveh vrst plena, če plenilci obe vrsti plenijo enako intenzivno, ali pa če se plenilec selektivno prehranjuje s tekmovalno uspešnejšo vrsto (Morin, 2011).

Plenilstvo pa ne deluje vedno kot dejavnik, ki spodbuja sobivanje vrst. V naravnih sistemih se lahko pojavlja tudi prikrito tekmovanje s posredovanjem plenilca (Norbury, 2001). V primeru, ko sta dve vrsti v tekmovanju in v ta odnos vključimo še skupnega plenilca, lahko pride do prikritega tekmovanja. Prikrito tekmovanje je posreden odnos med vrstama, ki nastane zaradi prisotnosti skupnega plenilca. Plenilec kot posrednik vpliva na obe vrsti prek odnosa z vsako posamezno vrsto. V takem primeru plenilec enako močno pleni obe vrsti, tako da populacija vsake posamezne vrste vpliva na številčnost plenilca. Ker obe

vrsti za plenilca predstavljata plen, obe hkrati povečujeta populacijo plenilca, zato negativno vplivata druga na drugo (Tome, 2006; Vrezec, 2008).

1.5 ZAZNAVANJE IN ODZIV KUŠČARIC NA PLENILCA

Predvidevanja o varčnem ravnanju z energijo, ki jo kuščarice porabijo za protiplenilsko vedenje, so v skladu z dognanji v okoljih brez ali z zelo nizkim plenilskim pritiskom. Raziskave s kuščaricami na otokih brez prisotnih plenilcev so pokazale, da so take populacije kuščaric veliko manj boječe (Blazquez, 1997). Kuščarice pa lahko na dražljaje plenilskih kač s časom tudi otopijo. Kuščarji *Lampropholis guichenoti*, ki so več mesecev živeli v terariju z vonjem po zanje nevarni kači, so s časoma pričeli vonj kače dojemati kot nenevaren signal, saj v prisotnosti vonja nikoli niso doživeli napada kače. Taki kuščarji, ki so bili tako habituirani na kemijske dražljaje plenilske kače, so uporabljali veliko manj protiplenilskih vedenj v prisotnosti vonja zanje nevarne kače kot pa skupina, ki na vonj ni bila habituirana (Downes, 2002).

Spremembe v protiplenilskem vedenju kuščaric se lahko pojavijo tudi glede na različen habitat zaradi večje ali manjše stopnje pokritosti z rastjem v okolju (Bulova, 1994), in celo glede na vremenske razmere (Cooper s sod., 2009). Kuščarice v raziskavi Cooperja s sodelavci (2009) so v toplem vremenu z brezveterjem pred plenilci bežale najkasneje (optimalna telesna temperatura jim je omogočila boljšo sposobnost pobega), pri nižjih temperaturah pa so bile manj aktivne in so se zanašale na prikrivnost bolj kot na beg. V študiji Bulove (1994) so bile kuščarice najbolj oprezne na lokacijah z malo rastja, začetek njihovega bežanja v okoliščinah simulirane nevarnosti pa je bil odvisen od smeri napada plenilca (raziskovalcev), temperature zraka in od bližine kritja.

Pozidne kuščarice so si sposobne zapomniti nedavne dogodke in jih vključiti v oceno trenutne grožnje. Svoje protiplenilsko vedenje prilagajajo glede na trenutno stopnjo tveganja in hkrati tudi na stopnjo tveganja v nedavni preteklosti, tudi če se trenutna stopnja tveganja ne spremeni (Martin in López, 2005). To pomeni, da pozidne kuščarice prilagodijo in spremenijo protiplenilsko vedenje pri povečani frekvenci enako tveganih napadov, kar velja tudi za vrsti kuščaric *Lacerta monticola* in *Iberolacerta cyreni* (Cooper s sod., 2003; Polo s sod., 2005; Martin s sod., 2009). Pozidne kuščarice ocenjujejo tveganje tudi glede na način lovne taktike plenilca in pri tem uporabljajo več dejavnikov (smer približevanja, smer napada, odločnost), na podlagi katerih oblikujejo končno oceno nevarnosti (Martin in López, 2005).

Več vrst kuščarjev zna zaznavati kemijske sledi plenilskih kač (Thoen s sod., 1986; Downes in Bauwens, 2002; Amo s sod., 2004, 2004a, 2004b, 2006). Prepoznavanje plenilca je vsaj pri nekaterih vrstah tako pomembno, da ni odvisno samo od izkušenj in učenja v življenju živali. Protiplenilski odziv v laboratoriju izleženih juvenilnih skinkov *Pseudemoia entrecasteauxii* in živorodnih kuščaric *Zootoca vivipara* na vonje plenilskih kač je podoben kot odziv odraslih osebkov istih vrst, zato lahko sklepamo, da je sposobnost prepoznavanja kač za nekatere vrste kuščarjev genetsko pogojena (Van Damme s sod., 1995; Stapley, 2003).

Pozidna kuščarica lahko prepozna kemijske sledi smokulje (Amo s sod., 2004a, 2004b, 2005), in se je s protiplenilskimi vedenji najbolj močno odzivala, ko je smokuljo lahko tudi videla in ne samo vohala (Amo s sod., 2004d). Pozidne kuščarice ne znajo ločevati med vonji zanje različno nevarnih plenilskih kač (Amo s sod., 2004), medtem ko si raziskave o njeni sposobnosti ločevanja med vonji plenilskih in neplenilskih kač nasprotujejo: v enem poskusu so pozidne kuščarice zaznale razliko med več vrstami plenilskih kač v primerjavi z eno vrsto neplenilske kače (Amo s sod., 2004), v drugem poskusu pa niso razločile med vonjema ene plenilske in ene neplenilske kače (Amo s sod., 2006). V nasprotju s mešanimi rezultati pri pozidni kuščarici so v različnih raziskavah ugotovili, da druge vrste kuščaric, *Lacerta bedriagae*, *Podarcis tiliguerta*, *Podarcis sicula*, prepoznavajo vonj po plenilskih kačah, na vonj nenevarnih kač pa se ne odzivajo s protiplenilskim vedenjem (Thoen s sod., 1986; Van Damme in Quick, 2001).

Pri prepoznavanju kač so uspešne tudi druge vrste kuščarjev. Skinki *Pseudemoia entrecasteauxii* so se po simuliranem napadu rajši umaknili v kontrolna skrivališča, za razliko od pozidnih kuščaric pa so skinki v testu s kombinacijami vonjev plenilskih kač izbirali skrivališče z vonjem po manj nevarni kači (Stapley, 2003). Pozidna kuščarica pa glede na nezmožnost ločevanja med različno nevarnimi kačami ni osamljen primer, saj tega niso sposobni tudi gekoni *Oedura lesueurii*, poleg tega pa ta vrsta gekona ne ločuje tudi med zanje nevarnimi in nenevarnimi kačami (Webb s sod., 2009; Webb s sod., 2010). Na raznovrstnost rezultatov pri testiranju kemosenzornih in protiplenilskih sposobnosti kuščarjev kažejo tudi testi z gekoni vrste *Coleonyx variegatus*, saj so ti sposobni ločevanja med plenilsko in neplenilsko vrsto kače (Dial s sod., 1989).

Včasih se v raziskavah pojavljajo velike razlike tudi znotraj vrst. Populacije prej omenjenih gekonov *Oedura lesueurii* iz območij, simpatričnih z nevarno kačo, zaznavajo vonj nevarne kače in se nanj močno odzivajo s protiplenilskim vedenjem, medtem ko gekoni iz alopatrične populacije vonja nevarne kače ne prepoznavajo kot grožnje. Gekoni iz simpatrične populacije z nenevarno kačo so zaznali njen vonj, a nanj niso odgovorili s protiplenilskim vedenjem, medtem ko gekoni iz alopatrične populacije niso kazali znakov prepoznavanja nenevarne kače (Downes in Shine, 1998). Na simpatrične plenilske kače so se podobno odzvali tudi gekoni *Coleonyx brevis*, ki ravno tako ločujejo plenilske kače od neplenilskih. Protiplenilsko vedenje se pri njih ni pojavilo pri izpostavitvi vonju nesimpatrične vrste plenilske kače (Dial in Schwenk, 1996). Do ravno obratnih rezultatov pri vrsti gekona *Oedura lesueurii* je prišla raziskava na geografsko in genetsko različnih populacijah teh gekonov, kjer se je tako pri simpatrični in alopatrični populaciji z nevarno kačo še vedno pojavljalo protiplenilsko vedenje (Downes in Adams, 2001).

Nepričakovani rezultati se pojavijo tudi v podobni raziskavi na dveh podvrstah kuščarice *Podarcis hispanica*, od katerih ena živi ločeno in druga skupaj z zanje nevarno kačo. Nekatera protiplenilska vedenja so bila bolj izražena v simpatrični populaciji kuščaric, a na splošno je bil odgovor alopatrične populacije še vedno precej izražen (Van Damme in Castilla, 1995). Iz teh rezultatov lahko sklepamo, da je sposobnost zaznavanja kemičnih signalov kač pri *Podarcis hispanica atrata* in pri nekaterih populacijah gekonov *Oedura lesueurii* genetsko pogojena (Van Damme in Castilla, 1996; Downes in Adams, 2001).

Castilla in Labra (1998) sta na otokih s predpostavljeno različnim plenilskim pritiskom preučevali vpliv plenilskega pritiska ptic na gostoto podvrste kuščarice *Podarcis hispanica*. S pomočjo modelov iz plastelina sta želeli ugotoviti, ali obstaja povezava med močjo plenilskega pritiska in populacijsko gostoto kuščaric, a nista ugotovili dovolj zanesljive statistične povezave.

1.6 CILJI NALOGE

Glavni cilj naloge je ugotavljanje vedenjskih razlik med dvema vrstama kuščaric in razlik glede na plenilce ter plenilski pritisk v alotopičnih in sintopičnih populacijah, kjer smo ugotavljali prisotnost plenilcev in želeli ovrednotiti plenilski pritisk.

1. Preverjanje, ali je prostorsko ločevanje pozidne in velebitske kuščarice posledica plenilskega pritiska s preučevanjem intenzivnosti plenjenja v alotopičnih in sintopičnih populacijah. Ugotavljanje razlike v vedenjskem odzivu kuščaric na različne tipe plenilcev.
2. Ugotavljanje potencialnih vrst, ki bi lahko bile posrednik v odnosu med vrstama kuščaric.

Hipoteze:

- Pozidno in velebitsko kuščarico plenijo isti plenilci.
- Vrsti se razlikujeta v protiplenilskem vedenju.
- Stopnja plenjenja je v sintopičnih populacijah višja, kar zaradi prikritega tekmovanja prispeva k prevladi ene vrste in k večjemu ekološkemu ločevanju med vrstama kuščaric.
- Plenilski pritisk ni razlog za prostorsko ločevanje kuščaric, saj plenilci lahko spodbujajo sobivanje populacij, ali pa je plenilski pritisk prenizek, da bi vplival na populacije kuščaric.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 OPIS RAZISKOVANEGA OBMOČJA IN PREUČEVANIH POPULACIJ KUŠČARIC

V južni Sloveniji se razprostira Dinarski svet, in zavzema dobro četrtno njene površine. Sestavljajo ga predvsem zakrasele planote in hribovja ter vmesna podolja in travniki (Perko in Adamič, 1998). Od kamnin prevladuje apnenec, ponekod tudi dolomit, ki dopušča vsaj delen površinski odtok voda (Perko in Adamič, 1998). Na podnebne značilnosti vpliva predvsem izpostavljena lega na stičišču celinskega, sredozemskega, panonskega in gorskega podnebja. Dinarski svet spada med najbolj hladne predele v Sloveniji, zanj pa je značilna tudi velika namočenost z izredno veliko padavinami (Perko in Adamič, 1998). Povprečne temperature kažejo na hladna poletja in precej mrzle zime, ki jih nekoliko blažijo vdori toplejšega zraka iznad Jadrana. Povprečna letna temperatura je skoraj povsod v nizkem dinarskem svetu nad 8 stopinj Celzija (°C), v visokem dinarskem svetu pa se le v nekaterih predelih povzpne nad 8 °C: v podoljih je med 6 in 8 °C, na planotah pa še manj (Perko in Adamič, 1998). Količina padavin se zmanjšuje od zahoda proti vzhodu, vse pokrajine pa dobijo več kot 1100 mm padavin letno (Perko in Adamič,

1998). V dinarskem svetu so najbolj pogoste rjave pokarbonatne prsti in plitve rendzine na apnencih in dolomitih ter oglejene prsti na naplavinah. Od debeline prsti je odvisno rastje v nižinah, vendar v glavnem prevladujejo travniki. Na strmih pobočjih prevladujejo rendzine, skoraj izključno porasle z gozdovi (Perko in Adamič, 1998). Približno 55 % dinarskega sveta porašča gozd. V nižinskih legah prevladujejo listnati gozdovi s hrastom (*Quercus* sp.), v višjih pa z gabrom (*Carpinus* sp.) in bukvi (*Fagus* sp.). Dobro tretjino gozdnih površin zavzema gozd bukve in jelke (Perko in Adamič, 1998).

2.2 UGOTAVLJANJE PRITISKA PLENILCEV (PTIČEV IN MALIH ZVERI) NA TERENU

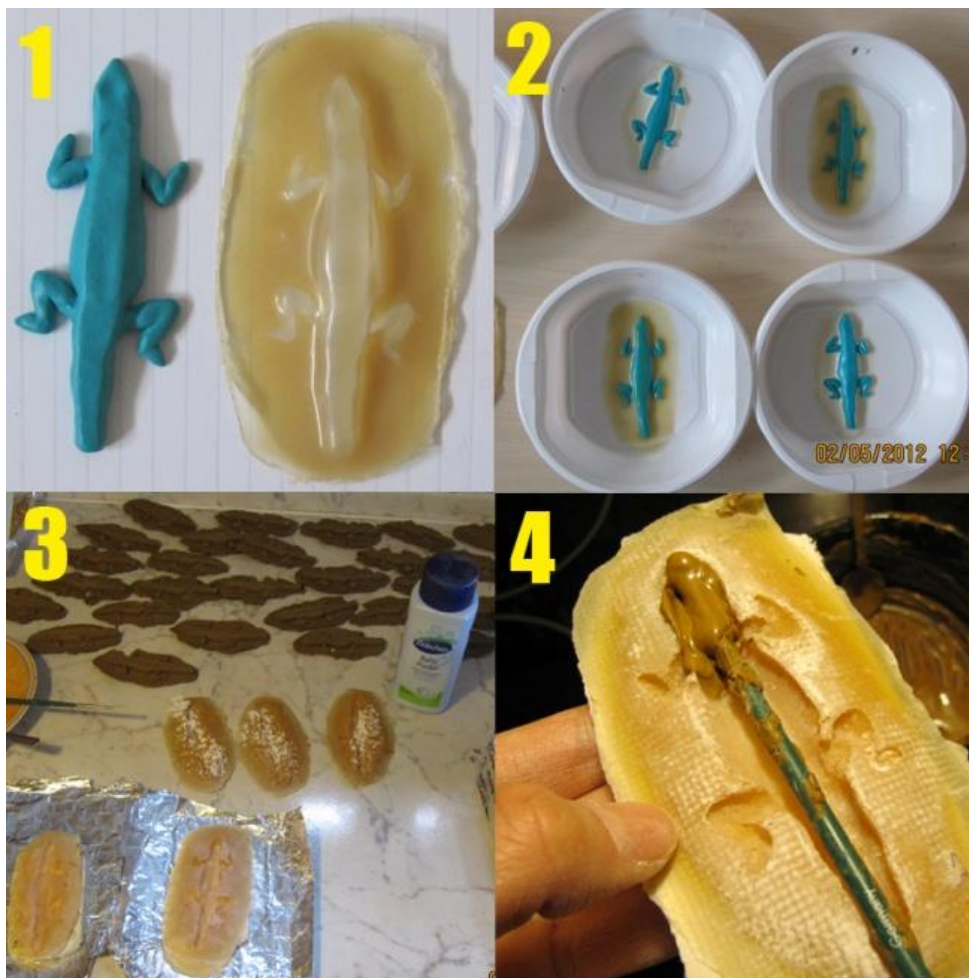
2.2.1 Poskus z modeli kuščaric

Raziskave plenilskega pritiska na kuščarice z uporabo plastelinastih modelov so dokaj pogoste. Nekatere raziskave iz tujine so pokazale, da so se modeli iz plastelina izkazali kot dobra vaba za plenilce, ki se pri lovu usmerjajo z vidom in so dobile vsaj delno uporabne rezultate o stopnji plenjenja (Castilla in Labra, 1998; Castilla s sod., 1999; Diego-Rasilla, 2002; Shepard, 2007). V splošnem je uporaba plastelina pri študijah plenjenja učinkovita, ker za oceno plenilskega pritiska lahko uporabimo veliko število modelov, na katerih se poznajo odtisi (Niskanen in Mappes, 2005), preko katerih lahko prepoznamo vrsto plenilca, ki modele zaznava kot podobne resničnim osebkom. V raziskavi se običajno beleži število poškodb, kraj poškodbe na modelu, tip podlage, na kateri model leži in značaj poškodb (Diego-Rasilla, 2002). Slabost te metode je to, da se modeli ne odzivajo na plenilce in ne izražajo protiplenilskega vedenja (Castilla in Labra, 1998). Metoda nastavljanja modelov iz plastelina lahko trpi tudi zaradi pristranskosti rezultatov, ki sicer izgledajo zanesljivi, saj frekvenca napada na umetne modele nujno ne odraža dejanske moči plenjenja (Berry in Lill, 2003).

V nekaterih raziskavah so se modeli kuščaric izkazali kot dovolj dobri za privabljanje napada plenilcev (Castilla in Labra 1998; Castilla s sod., 1999; Diego-Rasilla, 2002; Shepard, 2007). Diego-Rasilla (2002) je z modeli iz plastelina preučeval plenilski pritisk na pozidno kuščarico. Na lokacijah z domnevno šibkejšim in močnejšim plenilskim pritiskom je nastavljal večje število modelov in beležil število napadov na modele. Prek razlike v številu poškodb na modelih je avtor primerjal moč plenjenja na lokacijah z bolj ali manj izraženim protiplenilskim vedenjem dveh populacij kuščaric in frekvenco avtotomije repa in ugotovil, da je bolj izraženo protiplenilsko vedenje in večja frekvenca avtotomije repa povezana z lokacijo, kjer so bili modeli bolj poškodovani.

Za izdelavo modelov smo najprej oblikovali model kuščarice iz DAS mase, ki je služil za izdelavo kalupa. Model je bil najboljši približek realnega telesa kuščarice v naravni velikosti. Za mero dolžine telesa (SVL) smo vzeli povprečno dolžino odraslih osebkov obeh vrst, ki je od 54–58 mm in je za obe vrsti enaka (Žagar s sod., 2012). Na več takih modelov smo nato nekaj dni zapovrstjo s čopičem nanašali mnogo slojev naravnega lateksa Gumiform, proizvajalca Samson Kamnik, da smo oblikovali mehke in upogljive kalupe, primerne za vnašanje plastelina (Sl.1, oznaki 1, 2). Uporabili smo rjav in siv plastelin, ki smo ga najprej stopili v posodi. Delno tekoč plastelin smo s paličico vnesli v kalupe in

pustili, da so se modeli strdili (Sl. 1, oznaki 3, 4). Ker so bili kalupi mehki, smo lahko model iz strjenega plastelina vzeli iz kalupa brez lomljenja.



Slika 1: Postopek izdelave modelov kuščaric iz plastelina. Oznaki: 1 in 2: izdelava silikonskega kalupa po modelu. 3 in 4: priprava kalupa in vnašanje plastelina v kalup

Figure 1: The process of making plasticine lizard models. Labels: 1 and 2: making of the silicone mould using a cast. 3 and 4: Preparation of the mould and subsequent filling with plasticine



Slika 2: Postopek izboljšave modelov kuščaric iz plastelina. Oznaka: 1: popravljanje napak na modelih iz plastelina in odstranitev odvečnega plastelina. 2: popravljeni modeli pred pritrditvijo repa.

Figure 2: Improving the plasticine models. Label 1: Removal of the excess plasticine and correction of imperfections. Label 2: Corrected models before the attachment of a tail.

Vsak modelček je bilo potrebno nato najprej očistiti odvečnega plastelina, mu dodati rep in pobarvati (Sl. 2, oznaki 1 in 2). Cel model smo najprej pobarvali z osnovno barvo (svetlo rjava), na bočne strani pa smo nato narisali še temno rjavi črti, ki sta značilni za obarvanost obeh vrst kuščaric (De Luca, 1989) (Sl. 3).



Slika 3: Končani modeli kuščaric iz plastelina

Figure 3: Finished plasticine lizard models

Na terenu smo nato na vsaki lokaciji nastavili po sto modelov kuščaric in jih tam pustili od šest do osem ur. Ker so si osebki pozidne kuščarice in velebitske kuščarice po velikosti in obarvanosti podobni (Žagar s sod., 2012), smo za obe nastavljali iste modele.

Modele smo postavljali na odprtih, izpostavljenih in večinoma nezaraslih površinah. Razdalja med modeli je bila od 30 do 150 cm, vendar smo pazili, da modeli niso bili posejani preveč na gosto. Po šestih, osmih urah smo modele pobrali in popisali poškodbe, izginotje in druga opažanja. Istočasno smo popisali tudi naklon podlage in pokritost podlage z rastjem, 10 cm okoli mesta, kjer se je nahajal posamezen model. Za naklon smo določili 3 kategorije: $< 45^\circ$, ravno in $> 45^\circ$. Za pokritost z rastjem pa dve kategoriji: $< 50\%$ pokrito z rastjem in $> 50\%$ pokrito z rastjem. Pri poškodbah smo popisali pozicijo na telesu (glava, trup, rep, sprednja leva noga, sprednja desna noga, zadnja leva noga, zadnja desna noga), število poškodb in ocenili možen vzrok nastanka poškodbe. Iz zbranih podatkov smo izračunali deleže treh kategorij naklona in dveh kategorij pokritosti z rastjem na posamezni lokaciji.



Slika 4: Primer nastavitve modelov na terenu

Figure 4: Example of model placement in the field

2.2.2 Snemanje modelov kuščaric z avtomatsko kamero

Infrardeče kamere se uporabljajo v ekoloških raziskavah na vretenčarjih. V nekaterih raziskavah so se kamere izkazale kot dober način zaznavanja prisotnosti plenilcev ali zelo redko opaženih vrst (Martin in Joron, 2003; Pietz in Granfors, 2000; Trolle in Kéry, 2003; Posa s sod., 2007). Dobra stran kamer je ta, da preko posnetkov večinoma lahko zelo zanesljivo določimo vrsto plenilca, kar ni tako lahko storiti samo na podlagi sledi ali drugih znakov prisotnosti in aktivnosti plenilca (Swann s sod., 2004). Na izbranih lokacijah smo postavili pet plastelinastih modelov kuščaric in jih snemali od dva do deset zaporednih dni z infrardečo samodejno video kamero za divjad UWAY NightTrakker NT50B proizvajalca UWAY Outdoor Products. Kamero smo pritrčili k drevesu in jo zakrili z vejami in listjem, da je mimoidoče živali ne bi opazile. Postavili smo jo okoli pet metrov stran od mesta, kjer so bili že predhodno postavljeni modeli petih kuščaric. Modeli so bili nameščeni na izpostavljenem, odprtem mestu in med seboj oddaljeni od 30 do 50 cm. Kamera deluje tako, da se sproži, ko senzor gibanja v njej zazna gibanje v njenem

zornem kotu. Snema podnevi in ponoči z uporabo infrardeče svetlobe. Posnetek se sproži s tremi sekundami zamika in snema od 30 do 31 sekund dolg posnetek. Po določenem času smo kamero odstranili iz lokacije in pregledali posnetke ter zabeležili prisotnost in vedenje živali na posnetkih.

2.3 VEDENJSKI POSKUS OB PRISOTNOSTI VONJA PLENILSKE KAČE

Preučevanja, kako kuščarice prepoznavajo kemične signale potencialnih plenilcev (kač), so pogosta in večinoma sledijo metodam Chrisa Thoena in sodelavcev (1986). Poizkus poteka tako, da kuščarico damo v več različnih terarijev s kemičnimi sledmi kač, parfuma in v terarij brez vonja (kontrolni terarij) (Thoen s sod., 1986). Kuščarice v terariju se s kamero snema ponavadi od 15 do 20 minut (Downes s sod., 2002; Amo s sod., 2005), nato se protiplenilski odziv ovrednoti z opisovanjem vedenja kuščaric. Glavno merilo za merjenje odgovora kuščaric na vonj kače je število iztegov jezika. To merilo se pri veliko študijah uporablja kot kvantitativni indeks zanimanja za nove dražljaje in kemijske snovi plena in plenilca tako pri kuščarjih kot pri kačah (Thoen s sod., 1986). Podoben poskus so nekateri avtorji izvedli tudi z nastavljanjem vatiranih paličič z izbranim vonjem pred usta kuščaric in štetjem iztegov jezika (Dial in Schwenk, 1996; Amo s sod., 2004d).

Glavna vedenja, ki jih v takih poskusih beležimo pri kuščaricah, so:

1. Iztegovanje jezika: kuščarica iztegne in hitro vpotegne jezik, ne glede na to, ali se jezik dotakne substrata ali pa je samo iztegnjen v zrak.

Frekvenca iztegovanja jezika je lahko povezana s splošno aktivnostjo kuščarice. *Podarcis hispanica* ni bolj pogosto iztegovala jezika v terariju z vonjem po gadu kot pa v kontrolnem terariju, kar je bila posledica spremembe frekvence iztegovanja jezika medtem, ko se kuščarica premika, in ko miruje. Frekvenca iztegovanja je višja, ko se kuščarice premikajo, v terariju z gadom pa so kuščarice mirovale veliko bolj kot v kontrolnih razmerah. Po prilagoditvi števila iztegovanj jezika, glede na zmanjšano stopnjo aktivnosti, je kuščarica *Podarcis hispanica* v terariju z gadom veliko bolj pogosto iztegovala jezik kot pa v kontrolnem terariju (Van Damme in Castilla, 1996).

2. Hoja: povezano, relativno hitro premikanje naprej.

Hoja je vedenje, ki naj ne bi bilo povezano s protiplenilskim vedenjem (Webb s sod., 2009). V okoliščinah brez prisotnega tveganja so kuščarice običajno bolj aktivne in se v kontrolnih terarijih brez vonja več časa gibajo (Webb s sod., 2009).

3. Neenakomerna hoja: kuščarica se premika s počasnimi, neenakomernimi gibi, velikokrat s trzajočimi ali mahajočimi premiki sprednjih nog.

Če kuščarica počasi premika telo z neenakomernimi gibi, je to lahko posledica zaznavanja plenilca (Van Damme s sod., 1990; Webb s sod., 2009). Pogosto kuščarice zmanjšajo nivo aktivnosti v prisotnosti kemijskih znakov plenilca. Zmanjšana aktivnost naj bi bila prednostna, ker kuščarice tako zmanjšajo tudi možnost, da jih plenilec zazna (Downes, 2002).

4. Tek: zelo hitro premikanje, velikokrat na kratke razdalje.

Ko zaznajo sledi plenilca, živali velikokrat z bežanjem zapustijo območje visokega tveganja (Kats in Dill, 1998). Tek se pri kuščarjih lahko sproži kot odgovor na zaznan vonj plenilca (kače) v okolici (Webb s sod., 2009). Hiter pobeg takoj po zaznanju njihovih sledi bi bil lahko najboljša taktika izogibanja zelo nevarnim plenilcem (Amo s sod., 2005).

5. Plezanje: kuščarica pokončno stoji naslonjena na steno terarija in praska po njem s sprednjimi nogami.

Plezanje po steni terarija in kopanje sta tipična vzorca vedenja pri kuščarjih, ki so vneseni v zanje neznane terarije. Večinoma se trajanje teh vedenj zmanjša v prisotnosti kemičnih sledi kač (Hoare s sod., 2007). V nasprotju s temi opazovanji so pozidne kuščarice postale bolj aktivne in so povečale frekvenco plezanja po steni terarija, ko so zaznale kemijske sledi smokulje (Amo s sod., 2004). Enako vedenje se je v prisotnosti kemijskih sledi plenilske kače sprožilo pri *Podarcis sicula* (Downes in Bauwens, 2002), kar bi lahko pomenilo, da so kuščarice zaznale povečano tveganje in poskušale pobegniti iz terarija (Amo s sod., 2004).

6. Mirovanje: kuščarica stoji v kateremkoli delu terarija, s trebuhom je naslonjena na podlago. Lahko premika glavo, rep ali sprednje noge.

Mirovanje je lahko oblika zmanjšane aktivnosti, ki se zelo pogosto sproži po opaženju plenilca, saj zmanjša opaznost plena in izboljša njegovo možnost, da zazna plenilca (Lima in Dill, 1990; Martin in Avery, 1998). Kuščarica lahko popolnoma obmiruje, če okolje dojema kot preveč tvegano in s tem vedenjem poskuša zmanjšati možnost, da jo plenilec zazna (Downes, 2002; Hoare s sod., 2007).

7. Sončenje: kuščarica počiva z razširjenim prsnim košem pod virom toplote.

Sončenje je vedenje, ki ga počne kuščarica, ko trenutno ne čuti plenilskega pritiska.

8. Skok: hiter skok, ki mu najbolj pogosto sledi kratek tek.

Hitri skoki iz mesta lahko pokažejo, da je kuščarica vznemirjena in zaznava plenilca (Van Damme in Quick, 2001).

9. Tresdenje nog: dvignjene noge se hitro premikajo gor in dol.

Tresdenje nog se lahko pojavlja, ko je kuščarica soočena s stresno situacijo, običajno, ko v okolju zazna sledi plenilca (Van Damme in Quick, 2001).

10. Tresdenje repa: cel rep ali njegov zadnji del se hitro premika iz ene strani v drugo.

Thoen in sodelavci (1986) so tresdenje repa in nog pri živородni kuščarici (*Zootoca vivipara*) razložili kot uporabo standandiziranega vedenja, ki je pri tej vrsti prisotno v socialnih stikih in služi pomirjanju drugih osebkov iste vrste. Prisotnost plenilca in

medvrstni odnosi naj bi bili konfliktni situacije, na katere se kuščarica odziva s podobnimi standardiziranimi vedenji (Verbeek, 1972). V nasprotju s trditvijo Thoena in sodelavcev (1986) raziskava Congdona in sodelavcev (1974) pravi, da so bile pri gekonih poze z repom namenjene privabljanju pozornosti plenilca na rep, ki ga gekon lahko avtotomizira in si omogoči boljše možnosti pobega. Tresenje z repom se je pojavilo, ko so bili gekoni pri miru, kar je pozornost preusmerilo na rep (Daniels s sod., 1986).

11. Oblizovanje. Z jezikom si obliznejo levo ali desno stran glave.

Oblizovanje je lahko poskus čiščenja snovi, do katere vrsta čuti odpor, iz gobca ali iz jezika (Dial in Schwenk, 1996), ali pa vomerolfaktorno okušanje. Lahko gre tudi za poskus razširjanja molekul na dorzalno stran jezika, da bi prišle v stik z več okušalnimi brbončicami.

Terarij z zelo močnim vonjem (*pungency control*) je test za prepoznavanje odziva živali na biološko nepomemben kemičen signal, ki ni povezan z odzivom, ki ga želimo preučevati (Dial in Schwenk, 1996). V primeru, da se odziv živali v terariju z močnim vonjem ne razlikuje od odziva v kontrolnem terariju in je različen od odziva na vonj, ki ga želimo preučevati, nam tak poskus pokaže, da se živali ne odzivajo samo na določene močne kemične signale v okolju, ampak da znajo prepoznavati in ločevati med različnimi kemijskimi signali (Dial in Schwenk, 1996; Van Damme in Quick, 2001). Preizkus s parfumom je lahko odvisen od vrste kuščarice in uporabljenega parfuma. Pri uporabi parfuma obstajajo določeni zadržki glede premočne koncentracije ali vsebnosti alhokola, saj so premočni parfumi lahko za kuščarice odbijajoči ali dražeči. V večini primerov se kuščarice ne odzivajo na parfum, ne glede na koncentracijo, kar potrjuje ustreznost preizkusa, a za večjo zanesljivost poskusa je najboljšo uporabiti parfum, razredčen z vodo v razmerju 9 : 1 (Cooper s sod., 2003).

Pri preučevanju zanimanja kač za vonj se v raziskavah uporabljajo meritve števila iztegovanj jezika v terarijih z vonjem po njihovem plenu. Število iztegovanj jezika je povezano z močjo vzburljivosti zaradi vonja ali zanimanja za vonj (Burghardt, 1967).

Pri našem delu smo v veliki meri sledili postopku poskusa Thoena s sodelavci (1986). Za poskus smo uporabili pet terarijev v velikosti 30 x 40 cm. Prvi terarij je bil prazen, brez kakršnihkoli dodanih kemičnih signalov in je v poskusu predstavljal kontrolo. Drugi terarij je vseboval list papirja z vonjem po parfumu za testiranje kuščaric v prisotnosti močnega vonja. V ostalih treh terarijih smo sledili istemu postopku, le da so listi papirja vsebovali kemijske sledi treh vrst kač: belouške *Natrix natrix* (tretji terarij), smokulje *Coronella austriaca* (četrti terarij) in modrasa *Vipera ammodytes* (peti terarij). V vsakem poskusnem terariju smo 12 ur pred snemanjem kuščaric vsaj 12 ur zadrževali kačo.

V poizkusih smo uporabili 13 samcev pozidne kuščarice in 14 samcev velebitske kuščarice. Samce smo pred začetkom snemanja večkrat dali v kontrolni terarij, da bi se navadili na novo okolje. Vse smo izven testnega obdobja v skupinah po dva ali posamično imeli v terarijih s skrivališčem in dostopno vodo. Vsak dan so bili nahranjeni z ličinkami hroščev mokaarjev (*Tenebrio molitor*) in izpostavljeni toplotnemu viru, da so lahko uravnavali svojo telesno temperaturo.

Vsakega posameznega samca obeh vrst smo posamično dali v naključno izbran poizkusni terarij in petnajst minut snemali njihovo vedenje. Pri testiranju smo sobo zapustili, terarij pa je bil obdan s papirjem, da kuščarice niso videle ven, in da nanje niso vplivali zunanji dejavniki. Po 15 minutah snemanja smo samca v terariju zamenjali z drugim osebkom. V terarijih bi lahko prejšnja prisotnost kuščarice prekrila vonj po kačah ali parfumu, zato smo po vsaki menjavi kuščarice v terarijih zamenjali tudi liste papirja z vonjem, ki smo jih v terarijih uporabili kot podlago. Na tak način je bil vonj v terariju vedno svež, papir pa ni vseboval kemijskih sledi drugih kuščaric, ki so že bile v poskusnem terariju. Kontrolni terarij ni vseboval lista papirja, ker v njem nismo želeli imeti nobenega vonja, na katerega bi se kuščarice odzivale, zato smo ga po vsakem poskusu s kuščarico očistili z raztopino vode in 75 % alkohola.



Slika 5: Postavitev stojala s kamero za snemanje kuščarice v poizkusu ob prisotnosti vonja plenilske kače

Figure 5: Setup of the camera stand for recording behaviour of the lizards in the presence of the scent of predatory snakes

Video posnetke smo pregledali z uporabo programa VLC Player organizacije VideoLAN organisation. V vsakem posnetku smo najprej določili začetni čas, ko je kuščarica ostala sama, brez motnje osebe, ki je prižigala kamero. Od tega začetnega časa smo spustili še 10 sekund posnetka in nato začeli pregledovati naslednjih 720 sekund (12 minut) preostalega posnetka. Vedenja, ki smo jih v poskusu beležili, so bila:

1. Iztegovanje jezika: kuščarica iztegne in hitro vpotegne jezik, ne glede na to, ali se jezik dotakne substrata ali pa je samo iztegnjen v zrak.
2. Vstajanje: kuščarica vstane ob steni terarija in se nanj nasloni s sprednjimi nogami.

3. Tresenje nog: dvignjene noge se hitro premikajo gor in dol.
4. Tresenje repa: Cel rep ali njegov zadnji del se valjuče premika iz ene strani v drugo.
5. Hiter obrat: kuščarica se iz mirovanja zelo hitro obrne za 180 stopinj.
6. Skok: hiter skok, ki mu najbolj pogosto sledi kratek tek.
7. Tek: zelo hitro premikanje, velikokrat na kratke razdalje.
8. Drgnenje: kuščarica s konico gobčka drgne po tleh ali stenah terarija.
9. Iztrebljenje: kuščarica se iztrebi.
10. Oblizovanje: kuščarica si z jezikom obližne gobček.
11. Hoja: povezano, relativno hitro premikanje naprej.
12. Neenakomerno premikanje: kuščarica se premika s počasnimi, trzajočimi gibi, premikanje je velikokrat prekinjeno z zelo kratkimi premori mirovanja.
13. Plezanje: kuščarica pokončno stoji naslonjena na steno terarija in praska po njem s sprednjimi nogami.
14. Mirovanje: kuščarica stoji v terariju in se ne premika.
15. Plazenje: kuščarica se prihuljeno in počasi plazi.

Za vedenja od ena do deset smo beležili pogostost pojavljanja (število vedenj v 12 minutah) za vedenja od 11 do 15 pa trajanja v sekundah.

V eksperimentalnem delu prepoznavanja vonja plenilskih kač smo ugotavljali, če se pojavljajo razlike v številu iztegovanj jezika in trajanju mirovanja med vrstama kuščaric. Pri analiziranju rezultatov smo uporabljali dva različna nabora podatkov. Čas trajanja mirovanja in število iztegov jezika v času aktivnosti sta števnici spremenljivki. Za obe smo najprej preverili normalnost porazdelitve s Kolmogorov-Smirnovim testom (Boslaugh, 2012). Za frekvenčne podatke smo uporabili Kolmogorov-Smirnov test in Poissonov test, za števnice pa normalno porazdelitev. Za podatke, ki niso bili normalno porazdeljeni, smo uporabili transformacijo s kvadratnim korenem (*square root transformation* (Boslaugh, 2012)) v primeru frekvenčnih podatkov in logaritemsko transformacijo v primeru števnih podatkov (Boslaugh, 2012). Pred analizo podatkov je bilo potrebno preveriti še homoskedastičnost varianc (normalno razpršenost varianc podatkov), za kar smo uporabili Levenov test ter Boxov M test (Boslaugh, 2012).

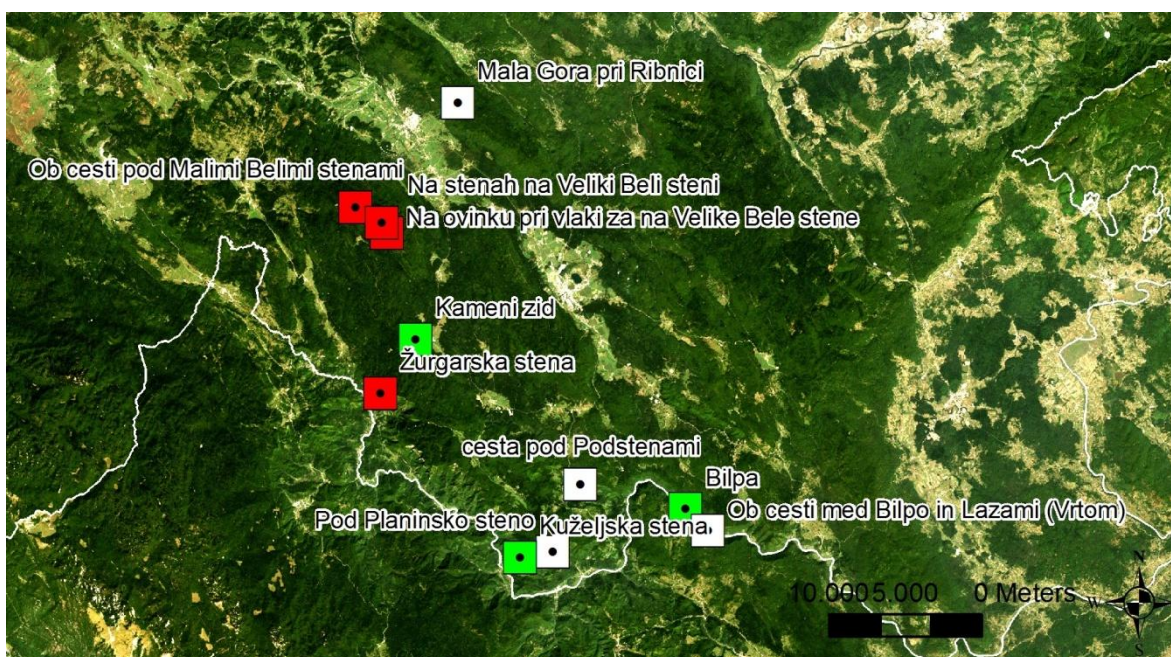
Repeated measures analysis of variances test (Rumsey, 2011) (v nadaljevanju RM ANOVA) smo izbrali, ker je bila vsaka kuščarica testirana v petih terarijih. V RM ANOVA test vključimo odvisno spremenljivko (*dependent variable*), kar je v našem poskusu število iztegovanj jezika v petih zaporednih terarijih, kategorično predpostavko (*categorical predictor*), ki je vrsta kuščarice, in vseh pet poskusnih terarijev kot notranji vpliv (*within effect*). Prav tako smo za ti dve spremenljivki izračunali še post-hoc teste. Post-hoc testi primerjajo skupine podatkov in nam povedo, kako so si med seboj različne. Test smo po RM ANOVA testu naredili zato, da smo raziskali, točno katere skupine podatkov v našem poskusu so med seboj različne, saj nam da možnost, da vidimo vsako kombinacijo primerjav med vsemi skupinami podatkov. Uporabili smo Duncanov test (Rumsey, 2011). Vse statistične analize smo opravili v programu Statistica 7.0 (StatSoft, Inc.)

Kuščarice jezik pogosto iztegujejo, ko se premikajo, in mnogo manj oziroma ga ne iztegujejo, ko mirujejo (Van Damme in Castilla, 1996). Pri opazovanju naših posnetkov

smo prav tako opazili, da so kuščarice večinoma iztegovale jezik, ko so se premikale. Ker je iztegovanje jezika povezano s premikanjem kuščaric (Van Damme in Castilla, 1996), smo se odločili, da analizo naredimo še za razmerje med iztegovanjem jezika in časom aktivnosti. Na tak način lahko ugotovimo, kakšno je število iztega jezika v času, ko je kuščarica dejansko bila aktivna in ne v celem času trajanja posnetka, kjer je všteto tudi mirovanje. Izračunali smo ga tako, da smo število iztegov jezika delili s časom aktivnosti, ki je bil seštevek trajanja neenakomernega premikanja, plazenja, hoje in plezanja za vsako posamezno kuščarico.

3. REZULTATI

Na območju Kočevske regije smo izbrali 11 lokacij, kjer so znane populacije pozidne in velebitske kuščarice (Žagar s sod., 2013). Lokacije so razporejene od Ribnice na severu do Broda na Kolpi na jugu in so med seboj oddaljene najmanj 1,3 in največ 32,9 kilometrov (Sl. 6). Štiri lokacije so bile na mestih, kjer se pojavljajo alotopične populacije pozidne kuščarice, štiri na mestih z alotopičnimi populacijami velebitske kuščarice in tri s sintopičnimi populacijami obeh vrst kuščaric. Lokacije so na različnih nadmorskih višinah in so odprta mesta v gozdu, ki so naravnega ali umetnega nastanka: naravno ostenje, kamniti rob gozdne ali asfaltne ceste, melišče in vhod v jamo (Pregl. 1).



Slika 6: Zemljevid z označenimi enajstimi lokacijami sintopičnih in alotopičnih populacij pozidne in velebitske kuščarice (glej Preglednico 1) v Kočevski regiji, kjer smo izvajali raziskave. Zeleni kvadrati: sintopija. Beli kvadrati: alotopija pozidne kuščarice. Rdeči kvadrati: alotopija velebitske kuščarice

Figure 6: A map, labelling all eleven of the experiment locations of syntopic and allotypic populations of the common wall lizard and the horvath's rock lizard (refer to the table 1) in Kočevsko region. Green squares: syntopic populations. White squares: Allotypic populations of the common wall lizard. Red squares: allotypic populations of the horvath's rock lizard

Preglednica 1: Opis lokacij s tipom sobivanja populacij kuščaric, kjer smo izvajali terensko delo na Kočevskem, z datumi izvajanja posameznih raziskav (VK: velebitska kuščarica, PK: pozidna kuščarica)

Table 1: Description of different types of field work locations in Kočevsko region, with listed dates of research and syntopic or allotopic populations. (VK: Horvath's rock lizard, PK: Common wall lizard)

Lokacija	Nadmorska višina Koordinate	Sintopija/ Alotopija Habitat	Datum nastavljanja 100 modelov iz plastelina	Datum nastavljanja petih modelov iz plastelina in kamere	Ujeti osebk za poskus prepoznavanja vonja plenilcev
Kuželjska stena	850 m.n.v. X: 486517 Y: 37751	Sintopija Naravno ostenje	26. 6. 2012	6. 6.-7. 6. 2012; 17. 6.-20. 6. 2012	20. 5. 2012; 23. 6. 2013
Kameni zid	989 m.n.v. X: 479671 Y: 52076	Sintopija Naravno ostenje	24. 5. 2012		
Bilpa	200 m.n.v. X: 497420 Y: 40930	Sintopija Vhod v jamo in melišče	11. 5. in 17. 5. 2012		
Žurgarska stena	910 m.n.v. X: 477327 Y: 48532	Alotopija (VK) Naravno ostenje	24. 5. 2012		
Na stenah na Veliki Beli steni	1083 m.n.v. X: 477432 Y: 59742	Alotopija (VK) Naravno ostenje	10. 5 in 15. 5. 2012	24. 5.-25. 5. 2012	29. 5. 2012; 23. 6. 2013
Ob cesti pod Malimi Belimi stenami	981 m.n.v. X: 475676 Y: 60758	Alotopija (VK) Kamniti rob ob gozdni cesti	10. 5 in 15. 5. 2012		
Na ovinku pri vlaki za na Velike Bele stene	1026 m.n.v. X: 477767 Y: 59080	Alotopija (VK) Kamniti rob ob gozdni cesti			
Pod Planinsko steno	700 m.n.v. X: 488664 Y: 38120	Alotopija (PK) Kamniti rob ob gozdni cesti	26. 5. 2012	29. 7.-3. 8. 2012	

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 1

Preglednica 1. Opis lokacij s tipom sobivanja populacij kuščaric, kjer smo izvajali terensko delo na Kočevskem z datumi izvajanja posameznih raziskav (VK: velebitska kuščarica, PK: pozidna kuščarica)

Table 1: Description of different types of field work locations in Kočevsko region, with listed dates of research and syntopic or allotopic populations. (VK: Horvath's rock lizard, PK: Common wall lizard)

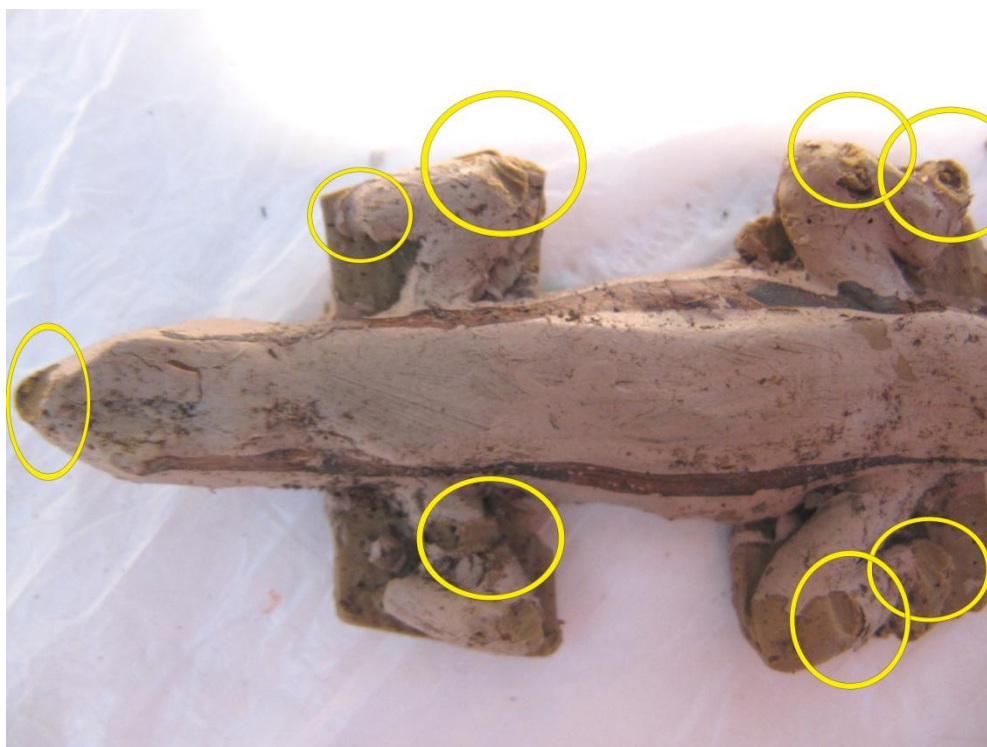
Lokacija	Nadmorska višina Koordinate	Sintopija/ Alotopija Habitat	Datum nastavljanja 100 modelov iz plastelina	Datum nastavljanja petih modelov iz plastelina in kamere	Ujeti osebk za poskus prepoznavanja vonja plenilcev
Ob cesti med Bilpo in Lazami (Vrtom)	200 m.n.v. X: 498871 Y: 39496	Alotopija (PK) Kamniti rob ob asfaltni cesti	17. 5. 2012		
Cesta pod Podstenami	425 m.n.v. X: 490478 Y: 42548	Alotopija (PK) Kamniti rob ob gozdni cesti	11. 5. 2012		
Mala Gora pri Ribnici	719 m.n.v. X: 482435 Y: 67643	Alotopija (PK) Kamniti rob ob gozdni cesti		7. 8.-8. 8. 2012; 23. 8.-29. 8. 2012	28. 5. 2012; 26. 6. 2013

3.1 OBDELAVA PODATKOV

3.1.1 Nastavljanje modelov kuščaric iz plastelina

Sto modelov iz plastelina smo na devet območij nastavili dvanajstkrat. Naklon podlage vseh lokacij, kjer smo nastavljali modele, je bil 46,1 % manj kot 45°, 26,3 % vodoravno in 26,8 % več kot 45°. V skupnem seštevku smo na obraslo površino (več kot 50 % rastja) postavili 11,3 % modelov, na golo skalo (manj kot 50 % rastja) pa 88,7 % modelov.

Dvaindvajset modelov je bilo poškodovanih, od tega sta dva imela poškodbe, ki jim nismo mogli določiti povzročitelja ali vzroka. Vsi ostali modeli s poškodbami so imeli jasne sledi ugrizov glodavcev. Od vseh nastavljanj stotih modelov naslednji dan nismo mogli najti skupno pet modelov, trinajst pa jih je padlo iz njihovih mest, na katera so bili postavljeni. Lokacije so si bile različne glede na poškodbe glodavcev, saj smo na posameznih lokacijah zabeležili od nič do enajst poškodovanih modelov. Poškodbe na modelih niso značilno povezane z določenimi deli telesa modelnih kuščaric, in so se pojavljale na vseh regijah, neodvisno od lokacije (glava, trup, rep in vse okončine).



Slika 7: Primeri poškodb, ki so jih na modelih povzročili glodavci

Figure 7: Example of damage on the models caused by rodents



Slika 8: Primeri poškodb, ki so jih na modelih povzročili glodavci.

Figure 8: Example of damage on the models caused by rodents.

3.1.2 Nastavljanje modelov kuščaric z avtomatsko kamero

Ob petih nastavljenih modelih iz plastelina smo nastavili kamere na sedem različnih lokacij. Kamera je na večini lokacij snemala le manjše število dni: dva dni na Velikih Belih stenah (od 24. 5. 2012 do 25. 5. 2012), Kuželjski steni (od 6. 6. 2012 do 7. 6. 2012) in na

Mali Gori pri Ribnici (od 7. 8. 2012 do 8. 8. 2012) ter štiri dni na Kuželjski steni (od 17. 6. 2012 do 20. 6. 2012). Šest dni je snemala na Planinski steni (od 29. 7. 2012 do 3. 8. 2012), en teden ali dlje pa na Mali Gori pri Ribnici (od 23. 8. 2012 do 29. 8. 2012) in na Velikih Belih stenah (od 15. 5. 2012 do 24. 5. 2012). Skupno je bilo s kamero narejenih 24 posnetkov živali. Na skupno petih posnetkih smo posneli dve možni vrsti plenilcev kuščaric: kuno belico (*Martes foina*) in lesno sovo (*Strix aluco*). Podlessek (*Muscardinus avellanarius*), ki smo ga na kamero ujeli na Velikih Belih stenah, je grizel model kuščarice, kar je v skladu z odtisi zob glodavcev v poskusu z modeli kuščaric iz plastelina.



Slika 9: Posnetek kune (*Martes foina*), ki grize model kuščarice na Kuželjski steni (7. 6. 2012 ob 01.48)

Figure 9: Video snapshot of a beech marten (*Martes foina*) biting a lizard model on Kuželjska stena location (07. 6. 2012 at 01.48)



Slika 10: Posnetek lesne sove (*Strix aluco*) na Velikih Belih stenah zraven nastavljenih modelov (19. 5. 2012 od 00:47 do 00:53)

Figure 10: Video snapshot of a tawny owl (*Strix aluco*) on Velike Bele stene location, sitting next to the placed models (19. 5. 2012 from 00:47 to 00:53)

3.1.3 Vedenje kuščaric ob prisotnosti vonja kače

V poskusih smo uporabili 13 samcev pozidnih in 14 samcev velebitskih kuščaric, ki smo jih izpostavili vonjem petih različnih poskusnih terarijev za dvanajst minut. V skupnem številu smo tako dobili 135 posnetkov kuščaric, pri katerih smo izmerili frekvence in trajanja vedenj.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti s standardnim odklonom in minimalne ter maksimalne vrednosti štetja desetih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 14 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*)

Table 2: Average values with standard deviation and minimum and maximum values of the number of detected behaviours noticed in 12 minute video recordings, when horvath's rock lizards (*Iberolacerta horvathi*) were exposed to the scents in five different test terrariums. 14 lizards were tested. Behaviours linked to avoidance of predators and behaviours which prey uses to diminish or prevent the consequences of potential attack from a predator are labelled with a star (*)

	Kontrola (povpr. ± SD) (Min – Max)	Parfum (povpr. ± SD) (Min – Max)	Natrix natrix (povpr. ± SD) (Min – Max)	Coronella austriaca (povpr. ± SD) (Min – Max)	Vipera ammodytes (povpr. ± SD) (Min – Max)
Iztegovanje jezika	104,8±51,5 30-185	74,6±30,9 26-137	92,6±41,2 20-154	115,9±48,0 41-190	116,4±44,6 33-163
Mahanje z repom*	0	0	0	1,1±2,0 0-6	0
Obrat*	0,5±1,1 0-4	0,1±0,3 0-1	0,4±1,1 0-3	0,4±1,1 0-4	0,1±0,4 0-1
Skakanje*	0	0,1±0,3 0-2	1,1±2,0 0-6	1,3±2,0 0-6	0,3±0,6 0-2
Tek*	0,1±0,3 0-1	0,1±0,3 0-1	0,1±0,3 0-1	0,2±0,8 0-3	0,2±0,6 0-2
Vstajanje	22,1±20,7 1-59	13,2±11,0 0-40	16,9±17,5 1-55	13,4±12,9 0-38	15,5±10,8 2-40
Tresenje nog*	0	0	0,1±0,5 0-2	0,6±1,7 0-6	0
Oblizovanje	4,5±5,8 0-14	13,1±14,04 0-45	0,3±0,7 0-2	7,4±19,6 0-65	1,2±2,5 0-9
Iztrebljanje	0,1±0,4 0-1	0,3±0,6 0-2	0,1±0,3 0-1	0	0,2±0,4 0-1
Drgnjenje	3,4±2,5 0-8	15,0±22,2 1-71	7,9±6,2 0-18	1,6±1,6 0-5	2,8±2,7 0-9

Preglednica 3: Povprečne vrednosti s standardnim odklonom in minimalne ter maksimalne vrednosti štetja desetih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 13 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*)

Table 3: Average values with standard deviation and minimum and maximum values of the number of detected behaviours noticed in 12 minute video recordings, when common wall lizards (*Podarcis muralis*) were exposed to the scents in five different test terrariums. 14 lizards were tested. Behaviours linked to avoidance of predators and behaviours which prey uses to diminish or prevent the consequences of potential attack from a predator are labelled with a star (*)

	Kontrola (povpr. ± SD) (Min – Max)	Parfum (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Natrix natrix</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Coronella austriaca</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Vipera ammodytes</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)
Iztegovanje jezika	94,0±57,6 14-238	111,7±53,2 34-207	93,2±41,1 26-161	116,6±43,4 56-217	114,2±54,5 60-242
Mahanje z repom*	0	0	0	0,3±1,1 0-4	0
Obrat*	0,4±0,5 0-1	0,2±0,8 0-3	0,5±1,4 0-5	0,3±0,6 0-2	0,2±0,6 0-2
Skakanje*	0	0	0	0	0,3±0,8 0-2
Tek*	0	0	0,1±0,3 0-1	0,1±0,3 0-1	0
Vstajanje	6,1±4,8 0-12	7,8±5,7 0-19	7,9±7,4 0-21	12,0±7,5 0-24	12,3±8,2 2-28
Tresenje nog*	0	0	0	0	0
Oblizovanje	3,8±6,6 0-20	0,7±2,2 0-8	0	0,5±1,7 0-6	0
Iztrebljanje	0,1±0,3 0-1	0,1±0,3 0-1	0	0	0
Drgnjenje	1,5±3,1 0-10	0,9±2,3 0-8	7,0±17,3 0-63	0,6±0,9 0-2	1,1±1,6 0-5

Preglednica 4: Povprečne vrednosti s standardnim odklonom in minimalne ter maksimalne vrednosti trajanja (sekunde) petih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 14 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*)

Table 4: Average values with standard deviation and minimum and maximum values of the duration (seconds) of five behaviours noticed in 12 minute video recordings, when horvath's rock lizards (*Iberolacerta horvathi*) were exposed to the scents in five different test terrariums. 14 lizards were tested. Behaviours linked to avoidance of predators and behaviours which prey uses to diminish or prevent the consequences of potential attack from a predator are labeled with a star (*)

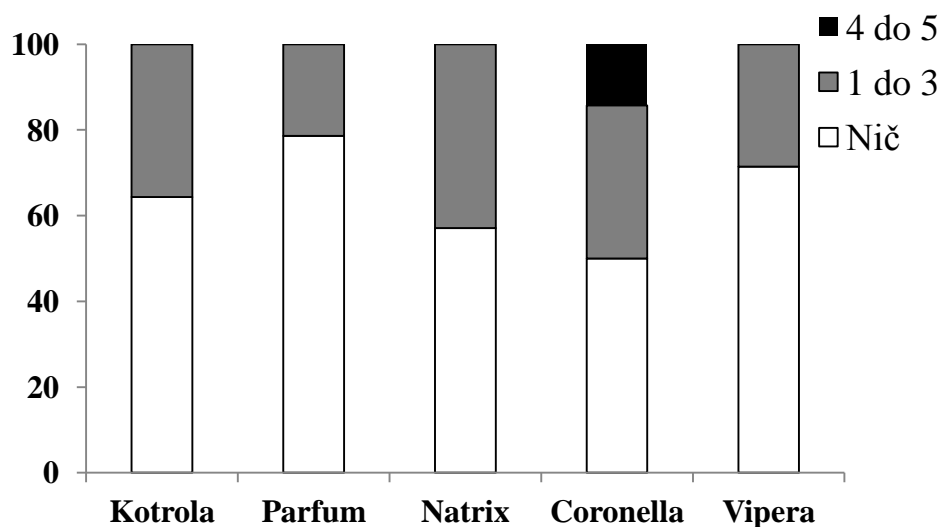
	Kontrola (povpr. ± SD) (Min – Max)	Parfum (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Natrix natrix</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Coronella austriaca</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)	<i>Vipera ammodytes</i> (povpr. ± SD) (Min – Max)
Mirovanje*	352,8±156,5 129-646	372,4±149,5 158-615	373,0±162,0 179-652	405,9±107,2 171-638	363,0±122,6 169-570
Neenakomerno premikanje*	222,3±80,7 70-351	220,0±75,8 80-345	218,0±116,0 0-399	204,7±113,5 30-378	203,6±97,1 105-392
Plazenje*	0,8±2,0 0-6	0	1,2±3,2 0-11	7,2±18,7 0-70	1,6±4,2 0-14
Hoja	34,9±27,0 0-101	50,2±76,6 0-230	31,1±32,7 0-86	4,3±5,6 0-14	10,7±8,4 0-26
Plezanje	109,3±86,0 2-220	77,4±72,8 0-204	96,7±69,5 1-190	100,0±87,0 0-237	141,1±90,9 16-277

Preglednica 5: Povprečne vrednosti s standardnim odklonom in minimalne ter maksimalne vrednosti trajanja v sekundah petih opisanih vedenj opaženih v 12 minutnih video posnetkih, ko so bile kuščarice vrste pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*) izpostavljene vonju v petih poskusnih terarijih z različnimi vonjalnimi signali. Pri vsakem poskusu je bilo testiranih 13 osebkov. Vedenja izogiba plenilcem in vedenja, ki jih plen uporabi za preprečevanje ali zmanjšanje posledic potencialnega napada so označena z zvezdico (*)

Table 5: Average values with standard deviation and minimum and maximum values of the duration (seconds) of five behaviours noticed in 12 minute video recordings, when common wall lizards (*Podarcis muralis*) were exposed to the scents in five different test terrariums. 13 lizards were tested. Behaviours linked to avoidance of predators and behaviours which prey uses to diminish or prevent the consequences of potential attack from a predator are labeled with a star (*)

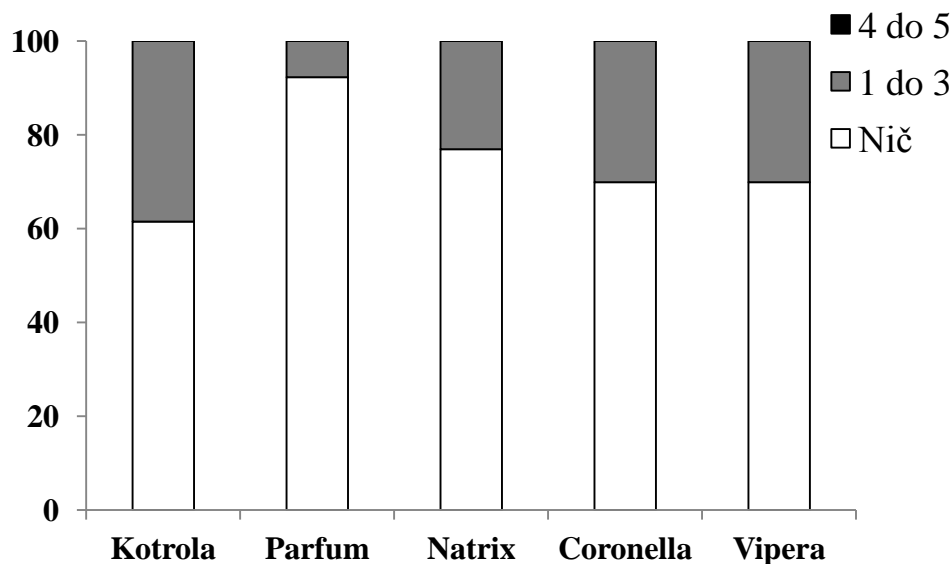
	Kontola (povpr. ± SD) (Min – Max)	Parfum (povpr. ± SD) (Min – Max)	Natrix natrix (povpr. ± SD) (Min – Max)	Coronella austriaca (povpr. ± SD) (Min – Max)	Vipera ammodytes (povpr. ± SD) (Min – Max)
Mirovanje*	466,4±130,5 189-664	396,8±134,4 198-650	421,3±126,4 208-681	432,6±93,1 297-616	436,2±125,5 282-623
Neenako- merno premikanje *	164,1±93,7 52-399	230,2±111,6 70-470	200,8±76,4 37-306	185,8±61,2 104-325	176,5±110,1 20-392
Plazenje*	0,2±0,8 0-3	0	0,9±3,3 0-12	0,1±0,3 0-1	0,9±3,0 0-11
Hoja	24,2±33,1 0-118	31,8±64,4 0-241	19,8±32,0 0-118	6,5±7,9 0-27	12,2±13,7 0-47
Plezanje	65,2±47,0 0-160	61,2±43,4 0-164	77,2±46,4 0-151	95,0±59,7 0-222	94,2±43,9 29-182

Iz tabel lahko razberemo, koliko kuščaric (delež) in v kakšni meri (nič, malo, močno) je v petih testnih terarijih izrazilo vedenja izogiba plenilcem (obrat, skakanje, tek, mahanje z repom in tresenje nog). Le dve (oz. 14,3 %) velebitski kuščarici sta v terariju s smokuljo izrazili več kot 4 različna vedenja izogiba (Sl. 11). Največji delež kuščaric obeh vrst pa v vseh različnih terarijih ni izrazil nobenega od protiplenilskih vedenj (Sl. 11 in 12).



Slika 11: Število (z deleži, y os) štirinajstih velebtskih kuščaric (*Iberolacerta horvathi*) glede na to, koliko različnih protiplenilskih vedenj (obrat, skakanje, tek, mahanje z repom in tresenje nog) so izrazili v terarijih z različnimi vonji (x os)

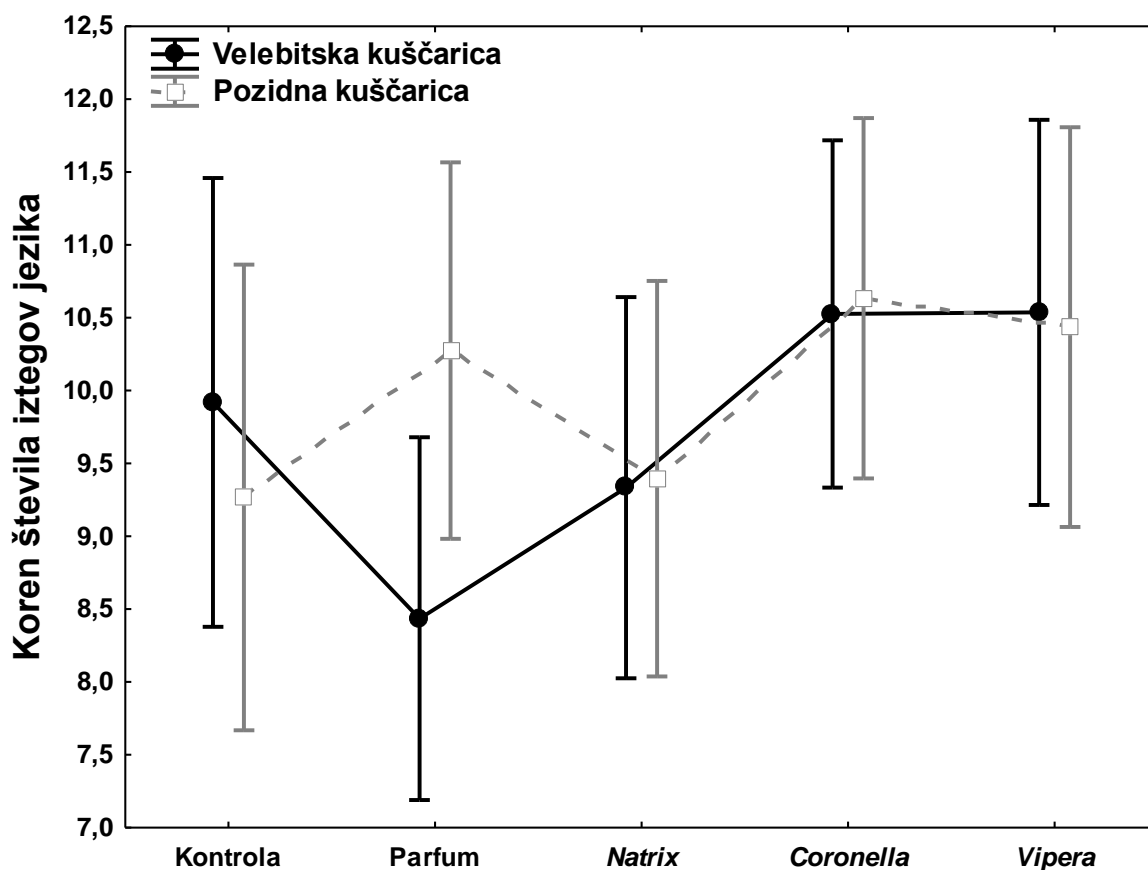
Figure 11: Numbers of horvath's rock lizards (*Iberolacerta horvathi*) (with percentages, axis y) according to how many antipredator behaviours (turning, leaping, running, tail vibration, leg vibration) they expressed in terrariums with different scents (axis x)



Slika 12: Število (z deleži, y os) trinajstih pozidnih kuščaric (*Podarcis muralis*) glede na to, koliko različnih protiplenilskih vedenj (obrat, skakanje, tek, mahanje z repom in tresenje nog) so izrazili v terarijih z različnimi vonji (x os)

Figure 12: Numbers of common wall lizards (*Podarcis muralis*) (with percentages, y axis) according to how many antipredator behaviours (turning, leaping, running, tail vibration, leg vibration) they expressed in terrariums with different scents (axis x)

Pri frekvencah vedenj smo za analize izbrali število iztegov jezika in vstajanje kuščaric ob steni terarija. Vstajanje se po analizah ni pokazalo kot dober pokazatelj protiplenilskega vedenja, saj nismo zaznali nobenih razlik med številom vstajanj v različnih poskusnih terarijih (RM ANOVA, vrsta*terarij, $F(4, 92) = 1,5483$, $p = 0,20$), zato smo ga izločili iz nabora možnih protiplenilskih vedenj. Tako smo primerjali le število iztegov jezika (Sl. 13, Pregl. 6 in 7) in deleže kuščaric z izraženimi različnimi protiplenilskimi vedenji, ki so tek, mahanje z repom, obrat, skakanje in tresenje nog (Sl. 11, Sl. 12).



Slika 13: Primerjava števila iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA ($F(4, 100) = 1,2362$, $p = 0,30$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke v 95 % intervalu zaupanja

Figure 13: Comparison of the number of tongue flicks of the horvath's rock lizard and common wall lizard in the five test terrariums using RM ANOVA test. ($F(4, 100) = 1,2362$, $p = 0,30$). Mean value is represented by the dot, vertical lines represent data in 95 % confidence interval. (Velebitska kuščarica: horvath's rock lizard, Pozidna kuščarica: common wall lizard)

Preglednica 6: Vrednotenje vloge dejavnikov pri številu iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA

Table 6: Evaluation of the role of test conditions on the number of tongue flicks of horvath's rock lizard and common wall lizard with RM ANOVA test

	d.f.	F	P
Vrsta	1	0,21	0,65
Poskus	4	2,08	0,09
Poskus in vrsta	4	1,24	0,30

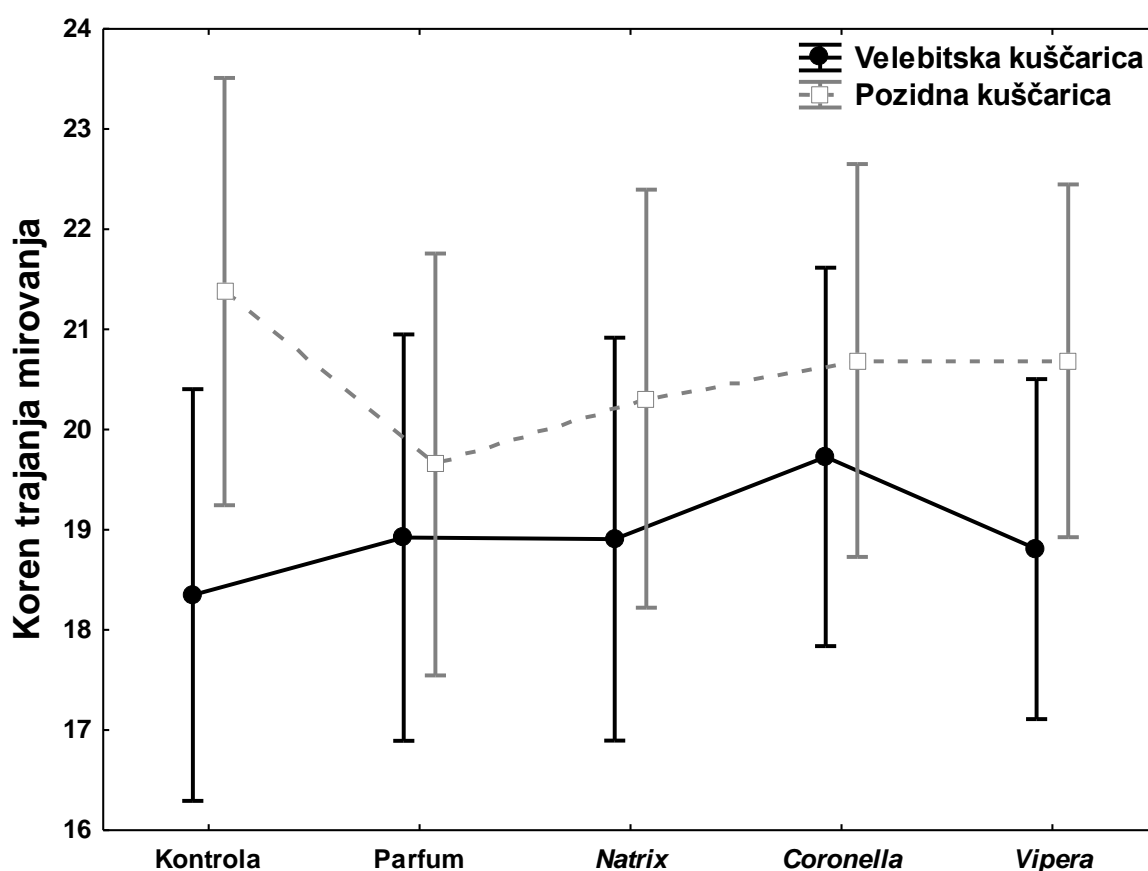
Preglednica 7: Rezultati (vrednosti P) Duncanovih post-hoc testov primerjave iztegov jezika pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebitska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

Table 7: Comparisons (p values) of Duncan's post-hoc tests of the number of tongue flicks of the horvath's rock lizard and the common wall lizard in the five test terrariums. (Ihor: Horvath's rock lizard, Pmur: common wall lizard. 1: control terrarium. 2: pungency control 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

vrsta	Ihor 1	Ihor 2	Ihor 3	Ihor 4	Ihor 5	Pmur 1	Pmur 2	Pmur 3	Pmur 4	Pmur 5
Ihor 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 2	0,12		-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 3	0,51	0,32		-	-	-	-	-	-	-
Ihor 4	0,52	0,03	0,22		-	-	-	-	-	-
Ihor 5	0,52	0,04	0,23	0,99		-	-	-	-	-
Pmur 1	0,63	0,37	0,94	0,25	0,25		-	-	-	-
Pmur 2	0,70	0,19	0,36	0,80	0,80	0,30		-	-	-
Pmur 3	0,57	0,35	0,95	0,29	0,29	0,89	0,33		-	-
Pmur 4	0,51	<0,05	0,24	0,93	0,92	0,18	0,71	0,21		-
Pmur 5	0,60	0,06	0,30	0,92	0,94	0,23	0,85	0,27	0,83	

Iz tabele Duncanovega testa je natančno razvidno, kateri poskusi in vrste so si med seboj podobni. Statistično pomembne razlike se pojavijo samo pri primerjavi poskusnih terarijev znotraj velebitske kuščarice (velebitska kuščarica v terariju z modrasom in smokuljo v primerjavi z terarijem s parfumom) in pri primerjavi pozidne in velebitske kuščarice v terariju s parfumom.

Z analizami smo primerjali tudi trajanje mirovanja v različnih poskusnih razmerah, ker nam mirovanje tako kot frekvenca iztegovanja jezika lahko pokaže, da kuščarice zaznavajo plenilca. Rezultati RM ANOVA in Duncanovih testov so pokazali le na razliko med vrstama in ne med poskusnimi pogoji (Sl. 14 in Pregl. 8 in 9).



Slika 14: Primerjava trajanja mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih (ANOVA: $F(4, 100) = 0,50$, $p = 0,73$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke 95 % intervala zaupanja

Figure 14: Comparison of the duration of freezing behaviour of the horvath's rock lizard and common wall lizard in the five test terrariums using RM ANOVA test. (ANOVA: $F(4, 100) = 0,50$, $p = 0,73$). Mean value is represented by the dot, vertical lines represent data in 95 % confidence interval. (Velebitska kuščarica: horvath's rock lizard. Pozidna kuščarica: common wall lizard)

Preglednica 8: Rezultati primerjave mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih s testom RM ANOVA, kjer sta dejavnika vrsta in poskusni terarij

Table 8: Results of comparisons of the freeze behaviour of horvath's rock lizard and common wall lizard in the five test terrariums with RM ANOVA test, factors are »species« and »experimental terrarium«

	d.f.	F	P
Vrsta	1	4,88	0,03
Poskus	4	0,28	0,89
Poskus in vrsta	4	0,50	0,73

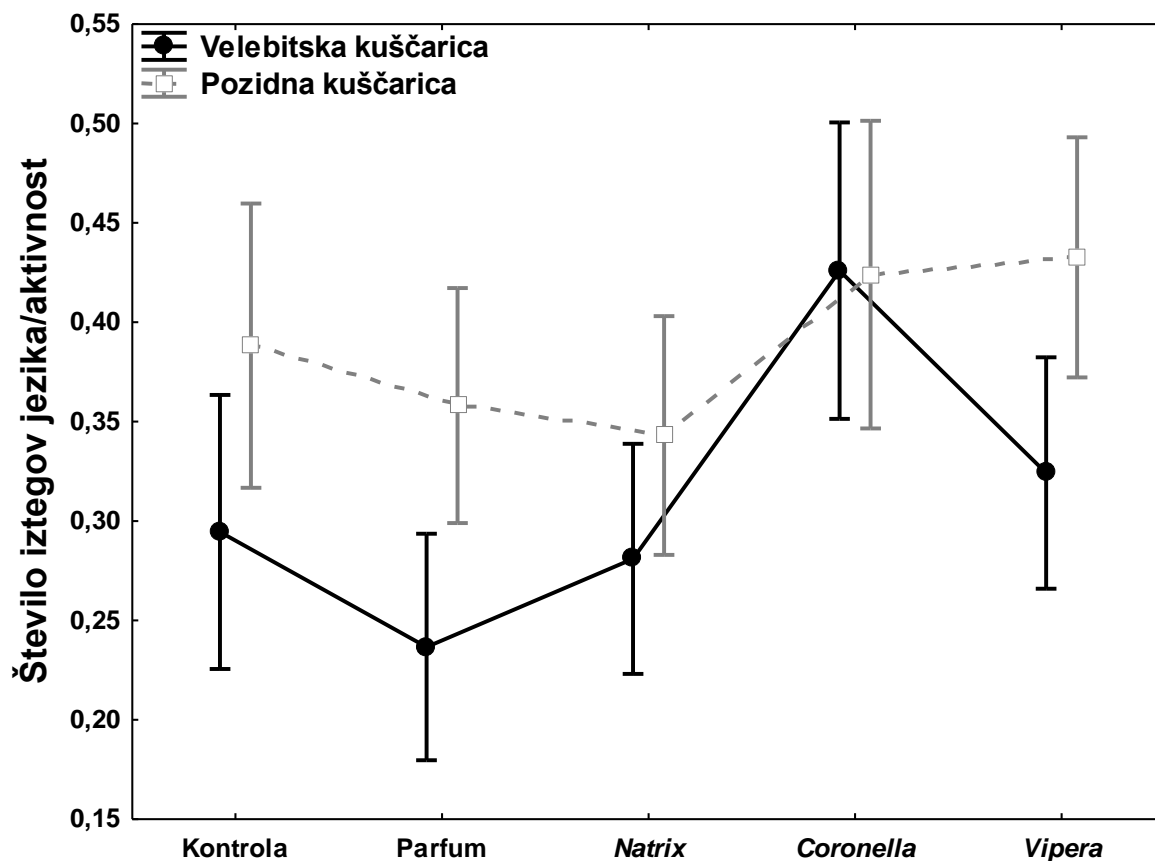
Preglednica 9: Rezultati (vrednosti P) Duncanovih post-hoc testov primerjave trajanja mirovanja pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebitska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

Table 9: Comparisons (p values) of Duncan's post-hoc tests for the duration of the freeze behaviour of the horvath's rock lizard and the common wall lizard in the five test terrariums. (Ihor: Horvath's rock lizard, Pmur: common wall lizard. 1: control terrarium. 2: pungency control 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

vrsta	Ihor 1	Ihor 2	Ihor 3	Ihor 4	Ihor 5	Pmur 1	Pmur 2	Pmur 3	Pmur 4	Pmur 5
Ihor 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 2	0,69		-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 3	0,69	0,99		-	-	-	-	-	-	-
Ihor 4	0,36	0,56	0,57		-	-	-	-	-	-
Ihor 5	0,72	0,93	0,94	0,53		-	-	-	-	-
Pmur 1	0,12	0,12	0,12	0,29	0,11		-	-	-	-
Pmur 2	0,40	0,66	0,61	0,96	0,58	0,25		-	-	-
Pmur 3	0,22	0,36	0,45	0,67	0,34	0,46	0,63		-	-
Pmur 4	0,15	0,26	0,27	0,59	0,25	0,59	0,48	0,78		-
Pmur 5	0,15	0,26	0,26	0,51	0,32	0,62	0,47	0,77	1,00	

Rezultati tabele 9 nam pokažejo, da sta si pozidna in velebitska kuščarica podobni glede na trajanja mirovanja v vseh poskusnih pogojih in se ne razlikujeta niti v eni izmed primerjav.

Podatki so pokazali, da je velebitska kuščarica imela največ iztegov jezika v času aktivnosti v terariju s smokuljo (Sl.15 in Pregl. 11), pozidna kuščarica pa se glede na rezultate Dunacanovih testov med poskusnimi pogoji ni statistično značilno razlikovala (Pregl. 11).



Slika 15: Primerjava iztegov števila jezika glede na aktivnost pozidne in velebitske kuščarice v petih poskusnih terarijih (ANOVA: $F(4, 100) = 1,30, p = 0,28$). Prikazana je srednja vrednost, navpične črte prikazujejo podatke v 95 % intervalu zaupanja

Figure 15: Comparison of the number of tongue flicks during activity of the horvath's rock lizard and common wall lizard in the five test terrariums using RM ANOVA test. (ANOVA: $F(4, 100) = 1,30, p = 0,28$). Mean value is represented by the dot, vertical lines represent data in 95 % confidence interval. (Velebitska kuščarica: horvath's rock lizard. Pozidna kuščarica: common wall lizard)

Preglednica 10: Rezultati primerjave števila iztegov jezika glede na aktivnost pozidne in velebtske kuščarice s testom RM ANOVA, kjer sta dejavnika vrsta in terarij

Table 10: Evaluation of the role of test conditions on the duration of freeze behaviour of horvath's rock lizard and common wall lizard with RM ANOVA test, factors are »species« and »experimental terrarium«

	d.f.	F	P
Vrsta	1	11,99	<0,01
Poskus	4	5,73	<0,001
Poskus in vrsta	4	1,30	0,28

Preglednica 11: Rezultati (p vrednosti) Duncanovih post-hoc testov primerjave števila iztegov jezika glede na aktivnost pozidne in velebtske kuščarice v petih poskusnih terarijih. (Ihor: velebtska kuščarica, Pmur: pozidna kuščarica, 1: Kontrola, 2: parfum, 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

Table 11: Comparisons (p values) of Duncan's post-hoc tests for the duration of the number of tongue flicks during activity of the horvath's rock lizard and the common wall lizard in the five test terrariums. (Ihor: Horvath's rock lizard, Pmur: common wall lizard. 1: control terrarium. 2: pungency control 3: *Natrix natrix*, 4: *Coronella austriaca*, 5: *Vipera ammodytes*)

Vrsta	Ihor 1	Ihor 2	Ihor 3	Ihor 4	Ihor 5	Pmur 1	Pmur 2	Pmur 3	Pmur 4	Pmur 5
Ihor 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 2	0,21		-	-	-	-	-	-	-	-
Ihor 3	0,75	0,31		-	-	-	-	-	-	-
Ihor 4	<0,01	<0,0001	<0,01		-	-	-	-	-	-
Ihor 5	0,49	0,07	0,35	<0,04		-	-	-	-	-
Pmur 1	0,10	<0,01	<0,03	0,42	0,19		-	-	-	-
Pmur 2	0,20	<0,04	0,13	0,17	0,48	0,49		-	-	-
Pmur 3	0,31	<0,03	0,26	0,10	0,67	0,33	0,73		-	-
Pmur 4	<0,01	<0,0001	<0,01	0,97	<0,04	0,41	0,15	0,09		-
Pmur 5	<0,01	<0,0001	<0,01	0,88	0,07	0,36	0,13	0,07	0,85	

P vrednosti post-hoc testa (Pregl. 11) so manjše od 0,05 pri primerjavi pozidne in velebitske kuščarice v terarijih s smokuljo in parfumom, kar pomeni, da se je vedenje vrst v teh poskusnih razmerah statistično razlikovalo.

4 RAZPRAVA

Na območjih nastavljanja modelov in kamer smo sicer zaznali potencialne plenilske ptice (lesno sovo, kanje in postovke) in zveri ter njihove iztrebke (kune), a se očitno niso odzivale na modele iz plastelina in jih niso napadale. Plenilske ptice in sesalci na območjih študije morda niso dovolj pogosti, da bi predstavljali stalen plenilski pritisk v okolju, ali pa se študije z modeli ne obnesejo v ekosistemih z nizko stopnjo plenilskega pritiska. Študije, ki so bile uspešne, so bile narejene v Ameriki (Shepard, 2007), kjer gre v primerjavi z Evropo lahko za močno drugačen ekosistem, s pticami, ki so evolucijsko lahko zelo različne od ptic novega sveta. Ostale raziskave so bile izvedene v mediteranskih ekosistemih Evrope (Castilla in Labra 1998; Castilla s sod., 1999; Diego-Rasilla, 2002), kjer so kuščarice pogoste in zelo pomemben del njihovih trofičnih nivojev (Carretero, 2004). Modeli so bili oblikovani tako, da bi čim bolj natančno spominjali na pravo obliko telesa kuščarice in so uspešno privabili napade na lokaciji na Portugalskem (A. Žagar osebno), kar pomeni, da sam izgled modela ni bil razlog za neodzivanje potencialnih plenilcev. Glede na teorijo optimalnega plenjenja (Tome, 2006) se lahko plenjenje kuščaric na območjih raziskav zaradi nizkih gostot plena za plenilce ne splača. Pri poskusu s kamero smo plenilce vedno zaznali le v nočnem času, ko kuščarice niso aktivne in tako tudi ne pridejo v stik s plenilci. Kuščarice na preučevanem področju tako lahko predstavljajo zanemarljiv ali le občasen doprinos k prehrani plenilcev ali pa se plenilci z njimi sploh ne hranijo. Iz tega sklepamo, da je plenilski pritisk sesalcev in ptic na območju tako nizek, da ne predstavlja potencialnega vira tekmovalnih odnosov med pozidno in velebitsko kuščarico.

Voh pri kuščaricah igra pomembno vlogo pri zaznavanju plenilcev. Vohanje uporabljajo, da predhodno zaznajo ali je plenilec v bližini ali ne, in se glede na zaznave usmerijo drugam ali pa pravočasno umaknejo (Stankowich in Blumstein, 2005). V poskusu vedenja kuščaric ob prisotnosti vonja kač smo zato sklepali, da se bo število iztegov jezika povečalo v terarijih z vonjem po smokulji in modrasu, saj je pri luskarjih iztegovanje jezika namenjeno vzorčenju molekul v okolju (Cooper, 1994).

Rezultati primerjave števila iztegovanj jezika med različnimi poskusnimi razmerami (kontrolni terarij, terarij s parfumom, terarij z belouško, terarij s smokuljo, terarij z modrasom) niso pokazali nobenih statistično značilnih razlik med poskusi in vrstami.

Nekatere raziskave so pokazale, da kuščarji zmanjšajo premikanje ob prisotnosti vonja kač (Hoare s sod., 2007) in tako zmanjšajo možnost, da jih plenilec opazi (Lima in Dill, 1990). Zaradi tega smo primerjali tudi trajanje mirovanja pozidne in velebitske kuščarice, saj smo domnevali, da se bodo pokazale razlike med kontrolnimi terariji in terariji s plenilskimi kačami. Naši testi niso zaznali razlik v trajanju mirovanja glede na poskusne razmere pri obeh vrstah, pokazali pa so, da obstaja razlika v trajanju mirovanja med obema vrstama. Pozidna kuščarica je v vseh terarijih mirovala več kot velebitska kuščarica, zato lahko sklepamo, da je na splošno manj aktivna kot velebitska kuščarica.

Število iztegov jezika v obdobju aktivnosti je bilo pri velebitski kuščarici manjše kot pri pozidni kuščarici v vseh treh kontrolnih poskusih in v poskusu z modrasom. To pomeni, da je v teh terarijih velebitska kuščarica manjkrat iztegovala jezik v času, ko je bila aktivna in lahko sklepamo, da je vonj v teh terarijih ni zelo zanimal. Izrazito višje število iztegov jezika v času aktivnosti pa je dosegala v terariju s smokuljo, zato sklepamo, da je velebitska kuščarica sposobna zaznave kemijskih sledi smokulje.

Naša raziskava je po naših informacijah prva, ki se ukvarja s prepoznavanjem vonja pri velebitski kuščarici (in vrsti iz rodu *Iberolacerta*), saj poskus prepoznavanja protiplenilskih vedenj na drugi vrsti iz tega rodu (Martin s sod., 2009) ni vključeval kemičnih signalov.

Očitno med kuščaricama obstajajo določene razlike v tem, kako in na katere plenilce se odzivata, saj za pozidno kuščarico naši rezultati ne potrjujejo, da lahko zaznava kemijske signale smokulje. Za pozidne kuščarice so sicer v nekaterih podobnih raziskavah dokazali, da prepoznavajo sledi njim nevarnih kač (smokulj) (Amo s sod., 2004a, 2004b, 2005). Zakaj pozidne kuščarice v našem poskusu ne prepoznajo plenilskih kač je zapleteno vprašanje in menimo, da je pozidna kuščarica v poskusih zelo nepredvidljiva. Naš poskus ni edini, kjer kuščarice ne bi bile sposobne prepoznavati plenilcev; pozidne kuščarice v naši raziskavi so (podobno kot pri raziskavah na gekonih *Oedura lesueurii*) prišle navzkriž z drugimi raziskavami, kjer so ugotovili, da kuščarji lahko zaznavajo vonj plenilskih kač (Downes in Shine, 1998; Downes in Adams, 2001; Webb s sod., 2009; Webb s sod., 2010). Pozidne kuščarice s suboptimalno telesno temperaturo ne zmorejo prepoznavati kemijskih sledi smokulje v skrivališčih (Amo s sod., 2004), dve vrsti gekonov in ena vrsta kuščarice iz populacij, ločenih od plenilske kače, pa vonja po tej kači niso prepoznavale kot grožnje (Van Damme in Castilla, 1996; Dial in Schwenk, 1996; Downes in Shine, 1998), čeprav so se na vonj odzivale v drugih raziskavah.

Populacije pozidnih kuščaric so se razlikovale v protiplenilskem vedenju tudi v okolju z različnim plenilskim pritiskom. Kuščarice v okolju z večjim plenilskim pritiskom so v poskusu bežale prej in večkrat uporabljale skrivališča kot pa kuščarice v okolju z nižjim plenilskim pritiskom. Podatki se ujemajo s hipotezo, da plenilski pritisk lahko prispeva k znotrajvrstnim razlikam v protiplenilskem vedenju (Blázquez s sod., 1997).

Kemosenzorni znaki lahko učinkovito izdajo prisotnost ali nedavno prisotnost plenilca in priskrbijo informacijo o plenilčevi aktivnosti in prehranjevalnih navadah. Ne glede na prednosti zaznavanja plenilca prek kemičnih signalov imajo ti lahko tudi slabe strani, saj se vonj in drugi kemični signali v okolju lahko zadržujejo tudi dolgo po tem, ko je plenilec že zapustil to lokacijo, kar lahko privede do precenjevanja nevarnosti (Kats in Dill, 1998). Optimalno uravnavanje protiplenilskega vedenja je za plen pomembno zaradi varčevanja z energijo, saj take prilagoditve in mehanizmi obrambe za plen predstavljajo določen strošek. Stopnja prilagoditve in kompleksnosti protiplenilskega vedenja je tako odvisna od ravnovesja med ceno in dobičkom (Lima in Dill, 1990). Če znaki prisotnosti plenilca (modrasa ali smokulje) v terarijih niso bili dovolj močni, da bi jih pozidne in velebitske kuščarice zaznale kot grožnjo, se protiplenilska vedenja pri njih niso sprožila, ker kuščarice morda ne bi imele dovolj koristi glede na vložek energije od vedenj v okolju, kjer prisotnost plenilca ni potrjena. Manj nevarne plenilce naj bi kuščarice poskušale najprej opaziti, da preprečijo precenjevanje tveganja pri bežanju pred manj nevarnimi plenilci

(Amo s sod., 2004). Ta trditev je v skladu s protiplenilsko hipotezo, da bi se plen moral drugače odzivati na plenilce, ki predstavljajo drugačno stopnjo nevarnosti (Helfman, 1989). Smokulja je plenilec, ki se specializira za plenjenje kuščarjev, zato bi vsaj za vonj smokulje pričakovali, da se bodo kuščarice nanj močno odzivale, čeprav je šibek. Modras se v okolju prehranjuje s plenom, ki je tam najbolj pogost (Luiselli, 1996) in ni specializiran za prehranjevanje s kuščaricami ter je zaradi tega verjetno manj nevaren plenilec.

Večplenilska hipoteza (*Multipredator hypothesis*) pravi, da se posplošeni odgovori na vse plenilce (tudi tiste, ki jih plen redko sreča) v populacijah lahko vzdržujejo, če je cena za odzivanje na vse plenilce enaka (če so protiplenilska vedenja genetsko povezana ali delujejo v več situacijah) (Blumstein, 2006). Če hipotezi držita, bi se kuščarice morale odzivati na obe kači, le bolj ali manj močno, kar pa se v našem poskusu ni zgodilo. Možno je, da je plenilski pritisk smokulje na pozidno kuščarico mnogo manjši kot pa na velebitsko kuščarico, zato je cena protiplenilskega vedenja zanj previsoka.

Z vključitvijo vonja kače, ki ni plenilec (v našem primeru belouške), lahko nadzorujemo vedenje, ki bi se pojavilo le ob prisotnosti neznane kače, čeprav kuščaricam ni nevarna. Pretekla srečanja s plenilci lahko spremenijo odločitve plena v naslednjih protiplenilskih odločitvah, tudi če se stopnja tveganja dejansko ne spremeni (Lima in Bednekoff, 1999) kar pomeni, da kuščarice spremenijo protiplenilsko vedenje po tem, ko doživijo večkratne zaporedne napade plenilca z isto stopnjo tveganja (Polo s sod., 2005). Kuščarice v poskusih simulirane nevarnosti niso spremenile vedenja, če je bilo tveganje stalno nizko, ali če so bili vzorci nevarnosti v času naključni (Martin s sod., 2009). Tudi če bi kuščarice vonj belouške zamenjale z vonjem plenilske kače in bi se na vonj odzivale s protiplenilskim vedenjem, so bili naši poskusi za vsako kuščarico izbrani naključno, kar pomeni, da poskus z belouško v nobenem primeru ni mogel imeti vpliva na poskus z modrasom in smokuljo.

Plenilski pritisk lahko vpliva na sobivanje vrst (Chase s sod., 2002). Plenilci lahko prek selektivnega zmanjševanja tekmovalno močnejše vrste onemogočijo prekomerno porabo virov v okolju, kar spodbuja sobivanje vrst (Jorgensen in Fath, 2008). Pozidna kuščarica ima večjo geografsko razširjenost od velebitske kuščarice (De Luca, 1992) in je v razmerju verjetno bolj uspešna vrsta, saj so generalistične vrste bolj uspešne pri naseljevanju raznovrstnih področij in uporabljajo več raznolikih prehranskih virov. Če predpostavimo, da se pozidna kuščarica in velebitska kuščarica razlikujeta v protiplenilskem vedenju, potem je možen obstoj razmerja s tekmovalno šibkejšo vrsto (velebitska kuščarica), ki ni tako uspešna pri porabi virov kot tekmovalno močnejša vrsta (pozidna kuščarica), a v okolju obstane, ker se zna boljše izogibati plenilcem. Glede na teorijo sklepamo, da je plenilski pritisk v sintopičnih populacijah povečan zaradi prikritega tekmovanja, vendar povečano število plenilcev v okolju vzdržuje tekmovalno močnejšo populacijo v ravnovesju s tekmovalno šibkejšo populacijo, ker se pozidna kuščarica ne more dovolj namnožiti, da bi v okolju izčrpala vire in izrinila velebitsko kuščarico. Taki mehanizmi zmanjšanja gostote populacije tekmeča, ki privede do povečanja virov ali zmanjševanja vplivov tekmeča na fitnes druge vrste delujejo le v krajših populacijskih obdobjih (eno generacijo ali dve) (Chase s sod., 2002).

Če je plenilski pritisk nizek, potem plenilci namesto vzdrževanja višje gostote virov v okolju ustvarjajo spremembe v vedenju ali izbiri habitata pri vrstah, vključenih v tekmovanje (Chase s sod., 2002). V takih okoliščinah bi se sposobnost velebitske kuščarice, da prepozna smokuljo, lahko izkazala kot ključna značilnost pri uravnavanju možnosti sobivanja med kuščaricama. Spremenjena vedenja lahko vplivajo na dejavnike tekmovanja med vrstama in tako povečajo ali zmanjšajo njihovo rast, zmožnost pridobivanja virov ipd. (Peacor in Werner, 2000).

Tako kot zmanjševanje gostote tekmecev tudi zmanjševanje medvrstnih in izvenvrstnih vplivov ne pomeni nujno, da se bo povečala možnost sobivanja. Plenilci lahko spremenijo vrste virov v okolju (ustvarijo potrebo po skrivališčih (Abrams, 1988)) in ustvarijo omejitve v združbi plena glede na različne vrste virov (Holt in Lawton, 1994). To pomeni, da vrsti lahko uporabljata različne vrste skrivališč na različen način, kar spodbuja sobivanje (Chase s sod., 2002). Velebitska kuščarica se od pozidne razlikuje glede na prepoznavanje skupnega plenilca. Možno je, da to ni edina razlika med njunim protiplenilskim vedenjem, zato bi tak sistem lahko deloval v sintopičnih populacijah pozidne in velebitske kuščarice.

Zaključki raziskav sobivanja tekmujočih vrst s posredovanjem plenilcev so zelo raznoliki (Chase s sod., 2002). Tudi v našem primeru zelo težko sklepamo, kakšen je vpliv plenilcev na sobivanje velebitske in pozidne kuščarice le na podlagi ene dokazane razlike v protiplenilskem vedenju. Teorija evolucije predvideva, da protiplenilske prilagoditve in mehanizmi obrambe za posameznika predstavljajo tako ceno kot dobiček (Lima in Dill, 1990; Vitt in Caldwell, 2009). Uporaba protiplenilskega vedenja je odvisna ne samo od možne kratkotrajne koristi (takojšnjega zmanjšanja nevarnosti), ampak tudi od zmanjšanja dolgoročnih stroškov, ki imajo lahko pomembne vplive na fitnes organizma v prihodnosti (Martin in Lopez, 1999). Možno je, da zaradi takih dejavnikov samo razlika v opreznosti lahko prispeva k večjem ekološkem ločevanju kuščaric. Velebitske kuščarice bi lahko tako bile bolj selekcionirane glede na učinkovitost protiplenilskih vedenj, pozidne kuščarice pa kot tekmovalno uspešnejša vrsta glede na sposobnost izrabe virov ali boljše sposobnosti vzdrževanja populacijske gostote (večji reproduktivni uspeh, višje število legel v eni sezoni, višje število jajc v leglu).

Raziskava na združbi degradiranega okolja, ki je vključevala dve vrsti kuščaric, *Podarcis sicula* in *Podarci wagleriana*, in njunega skupnega plenilca črnico (*Hierophis viridiflavus*) bi lahko bila podobna razmerju, v katerem živijo pozidna kuščarica, velebitska kuščarica in smokulja. Izkazalo se je, da je *Podarcis sicula* boljši tekmovalec, saj je bolj pogosta od *Podarcis wagleriana* in bi jo lahko zato tekmovalno izključila (Luiselli s sod., 2005). Črnica bi lahko dovoljevala sobivanje obeh vrst kuščaric z zmanjševanjem vzajemnega tekmovalnega izključevanja kuščaric. Ker bi črnica vzdrževala populacije kuščaric na nižjih nivojih, nobena izmed vrst v okolju ne bi mogla postati prevladujoča in tako popolnoma izključiti drugo vrsto iz habitata (Paine, 1966), kar bi pripeljalo do sobivanja ob prisotnosti plenilca.

Avtorji so raziskavo opravili v zelo preprostem, degradiranem okolju z nizko biodiverzitet, saj so želeli omejiti dejavnike, ki bi lahko vplivali na rezultate. Glede na našo raziskavo sta pozidna in velebitska kuščarica vključeni v podobno združbo z zelo

malo plenilci, ki bi zanje predstavljali stalno nevarnost. Smokulja je edini plenilec, ki je očitno zelo nevarna vsaj za velebitsko kuščarico, a glede na to, da je prehranski specialist za plazilce, verjetno enako močno ogroža tudi pozidno kuščarico. V okolju, kjer je smokulja najpomembnejši plenilec, bi se izostreno protiplenilsko vedenje velebitske kuščarice lahko izkazalo kot močno prednostno in se s selekcijo vzdrževalo v populaciji velebitskih kuščaric, za razliko od pozidnih.

5 SKLEPI

Zaključimo lahko, da se velebitska kuščarica odziva na kemijske znake smokulje in se v tem razlikuje od pozidne kuščarice. Tako pozidna kuščarica in velebitska kuščarica ne prepoznata kemijskih sledi modrasa kot potencialnega plenilca. Ker je smokulja specializiran plenilec, ki se hrani s kuščaricami, bi lahko samo razlika v odzivu na zelo nevarnega plenilca pripeljala do prednosti velebitske kuščarice v okoljih z zmernim ali višjim plenilskim pritiskom.

Ugotovili smo tudi, da je pozidna kuščarica na splošno manj aktivna od velebitske kuščarice.

Plenilski pritisk ptic in sesalcev na raziskovanih območjih je verjetno prenizek, da bi vplival na tekmovalne odnose med velebitsko in pozidno kuščarico in zato ni vzrok višinskega ločevanja vrst.

6 POVZETEK

Na Kočevskem sobivata dve vrsti kuščaric, pozidna kuščarica in velebitska kuščarica. Vrsti sta si glede na zunanje morfološke značilnosti zelo podobni, med njima pa ni bila zaznana nobena razlika v velikosti in vseh ostalih morfoloških parametrih, razen v eni dimenziji glave (Žagar s sod., 2012). Na Kočevskem je bil opažen vzorec višinskega ločevanja, ki kaže na tekmovalno izključevanje med vrstama (Žagar s sod., 2013). Prisotnost skupnega plenilca dveh tekmujočih vrst lahko spremeni njuno tekmovalno razmerje, kar je v naravi pogost pojav posrednega razmerja, ki ga imenujemo sobivanje s posredovanjem plenilca (Tome, 2006). V okolju v takem primeru zaradi plenilca lahko obstaneta dve tekmovalno neenakovredni vrsti, ker plenilec selektivno pleni uspešnejšo vrsto in tako omili vpliv tekmovalnosti na tekmovalno šibkejšo vrsto (Morin, 2011). Plenilec na vrsti lahko deluje tudi omejujoče in zavira njuno sobivanje, če se njegova populacija povečuje zaradi množičnosti tekmovalno uspešnejše vrste plena, a hkrati enako pogosto pleni tudi tekmovalno šibkejšo vrsto (Norbury, 2001). V naravi ima večina vrst več možnih plenilcev (Sih s sod., 1998), ki pa za plenilca niso enako primerne in s tem predstavljajo prednostne ali nadomestne lovne vrste (Tome, 2006). Število in pestrost plenilcev nista stalna v prostoru in času (Vitt in Caldwell, 2009). Pritisk plenilcev kot selekcijski faktor je v evoluciji sprožil vrsto protiplenilskih prilagoditev (Lima in Dill, 1990). Plen grožnja s strani plenilca določi s pomočjo nabora vedenj, morfoloških značilnosti in fizioloških sposobnosti, v povezavi z vrsto in vedenjem plenilca, časovno porazdelitvijo tveganja v preteklosti in trenutno zaznane nevarnosti v okolju, ter tudi glede na značilnost habitata (Heatwole, 1968; Van Damme s sod., 1990; Bulova, 1994; Stapley, 2004; Martin in López, 2005).

Ker sta pozidna in velebitska kuščarica na prvi pogled zelo podobni vrsti in vzroki njenega višinskega ločevanja niso znani, smo se v nalogi osredotočili na raziskovanje razlik med pozidno in velebitsko kuščarico glede na njuno odzivnost na plenilce in intenziteto plenjenja v sintopičnih in alotopičnih populacijah. Tako različni plenilci ali različen plenilski pritisk kot različno vedenje vrst kuščaric so lahko vzrok za ekološko ločevanje sicer podobnih vrst.

Od plenilcev, ki iščejo z vidom, lahko obe vrsti kuščaric plenijo različne vrste kun, rove in ptice, kot so rjavi srakoper, postovka, kanja in lesna sova (Lapini s sod. 1993; Luiselli 1996; Schedl in Klepsch, 1999). Plenilski pritisk ptičev in sesalcev smo poskušali oceniti z nastavljanjem modelov iz plastelina. Na devet sintopičnih in alotopičnih lokacij smo dvanajstkrat za osem do deset ur nastavili po sto modelov in spremljali odziv plenilcev. Plenilce smo poskušali natančneje določiti s pomočjo nastavljanja avtomatske kamere, usmerjene na pet modelov za obdobje od enega tedna do deset dni, na sedem različnih lokacij. Osredotočili smo se tudi na vedenjske razlike med vrstama, za oceno odziva na plenilce pa smo izbrali poskus prepoznavanja vonja dveh plenilskih kač: modrasa in smokulje, saj voh kuščaric igra pomembno vlogo pri zaznavanju potencialnih plenilcev. Kot kontrolo smo v testu uporabili vonj za kuščarice nenevarne belouške, parfum, ki je predstavljal močen, biološko nepomemben vonjalen signal in kontrolni terarij brez vonja. V poizkusih smo testirali 13 samcev pozidne kuščarice in 14 samcev velebitske kuščarice. Vsakega posameznega samca obeh vrst smo posamično dali v naključno izbran poizkusni terarij in petnajst minut snemali njihovo vedenje. Beležili smo število ali trajanje petnajstih vedenj: iztegotvanje jezika, vstajanje, tresenje nog, tresenje repa, hiter obrat, skok, tek,

drgnjenje, iztrebljenje, oblizovanje, hoja, neenakomerno premikanje, plezanje, mirovanje in plazenje.

V poskusu z modeli iz plastelina se plenilci nanje niso odzivali, na modelih pa so bile samo sledi ugrizov glodavcev. Na kamere smo posneli 24 posnetkov živali, na skupno petih posnetkih pa smo posneli dve možni vrsti plenilcev kuščaric: kuno belico in lesno sovo. Posneli smo tudi podleska, ki je grizel model kuščarice, kar je v skladu z odtisi zob glodavcev v poskusu z modeli kuščaric iz plastelina. Pri vedenjskem poskusu smo za analize z RM ANOVA testom in post-hoc Duncanovimi testi izbrali število iztegov jezika, trajanje mirovanja in število iztegov jezika v času aktivnosti, saj je iztegovanje jezika namenjeno vzorčenju kemijskih signalov v okolju, aktivnost kuščarice pa je povezana z intenzivnostjo iztegovanja jezika, medtem ko nekatere vrste kuščarjev mirujejo in se s tem poskušajo izogniti plenilcem. Vrste se nista statistično razlikovali v primerjavi števila iztegovanj jezika v poskusnih razmerah, razlikovali pa sta se v trajanju mirovanja. Podatki so pokazali, da je velebitska kuščarica imela največ iztegov jezika v času aktivnosti v terariju s smokuljo, število iztegov jezika pa se pri pozidni kuščarici v različnih poskusnih pogojih ni statistično značilno razlikovalo.

Na območjih nastavljanja modelov in kamer se plenilci niso odzvali na modele iz plastelina in jih niso napadali. Plenilske ptice in sesalci na območjih študije verjetno ne predstavljajo stalnega plenilskega pritiska v okolju, saj je možno, da se plenjenje kuščaric na območjih raziskav zaradi nizkih gostot plena zanje ne splača ali pa se študije z modeli ne obnesejo v ekosistemih z nizko stopnjo plenilskega pritiska. Kuščarice na proučevanem področju tako lahko predstavljajo zanemarljiv in le občasen doprinos k prehrani plenilcev, ali pa se plenilci z njimi sploh ne hranijo. Iz tega sklepamo, da je plenilski pritisk sesalcev in ptic na območju tako nizek, da ne predstavlja potencialnega vira tekmovalnih odnosov med pozidno in velebitsko kuščarico. Rezultati vedenjskih testov niso pokazali na razlike v številu iztegov jezika in trajanju mirovanja glede na poskusne razmere pri obeh vrstah, pokazali pa so, da obstaja razlika v trajanju mirovanja med obema vrstama. Pozidna kuščarica je v vseh terarijih mirovala več kot velebitska kuščarica, zato domnevamo, da je na splošno manj aktivna od obeh vrst. Velebitska kuščarica je dosegala izrazito višje število iztegov jezika v času aktivnosti v terariju s smokuljo, zato sklepamo, da je sposobna zaznave kemijskih sledi smokulje, ne pa modrasa. Za pozidno kuščarico naši rezultati ne potrjujejo, da lahko zaznava kemijske signale smokulje ali modrasa.

Pozidna kuščarica je v poskusih zelo nepredvidljiva, naš poskus pa ni edini, kjer kuščarice ne bi bile sposobne prepoznavati plenilcev. Možno je, da je odziv kuščaric na plenilca odvisen od stopnje plenilskega pritiska v okolju (Blázquez s sod., 1997), moči prisotnih kemijskih sledi plenilca (Kats in Dill, 1998), stopnje nevarnosti vrste plenilca (Helfman, 1989) in cene protiplenilskega vedenja v razmerju s koristjo protiplenilskega vedenja (Lima in Dill, 1990). Če predpostavimo, da se pozidna kuščarica in velebitska kuščarica razlikujeta v protiplenilskem vedenju, potem je možen obstoj razmerja s tekmovalno šibkejšo vrsto (velebitska kuščarica), ki ni tako uspešna pri porabi virov kot tekmovalno močnejša vrsta (pozidna kuščarica), a v okolju obstane, ker se zna boljše izogibati plenilcem. Če je plenilski pritisk nizek, potem plenilci namesto vzdrževanja višje gostote virov v okolju ustvarjajo spremembe v vedenju ali izbiri habitata pri vrstah, vključenih v tekmovanje. V takih okoliščinah bi se sposobnost velebitske kuščarice, da prepozna

smokuljo, lahko izkazala kot ključna značilnost pri uravnavanju možnosti sobivanja med kuščaricama. Uporaba protiplenilskega vedenja je odvisna ne samo od možne kratkotrajne koristi (takojšnjega zmanjšanja nevarnosti), ampak tudi od zmanjšanja dolgoročnih stroškov, ki imajo lahko pomembne vplive na fitnes organizma v prihodnosti (Martin in Lopez, 1999). Možno je, da zaradi takih dejavnikov samo razlika v opreznosti lahko prispeva k večjemu ekološkemu ločevanju kuščaric.

6.1 SUMMARY

The common wall lizard (*Podarcis muralis*) and the horvath's rock lizard (*Iberolacerta horvathi*) are small, ecologically and morphologically similar lacertid lizards which can be found living in sympatry in the Kočevsko region. Regionally, the only substantial difference found thus far between the two species was the exhibited difference in altitude of their preferred habitats, which hints at competitive interactions between the species (Žagar et al., 2013). In some systems, predation pressure can promote coexistence of prey species through selective predation on a competitively superior species, which diminishes the effect of the competitor on the competitively inferior species (Morin, 2011), in the process of predator mediated coexistence. However, predators do not always promote coexistence, and can even inhibit or prevent it through the mechanisms of predator mediated apparent competition. If the population of a predator is increased due to abundance of a competitively more successful prey species, but the predator does not selectively prey on one species and instead preys equally on both, the consequential predation pressure can eventually exclude the weaker species.

The majority of the prey species in nature are preyed on by many different kinds of predators (Sih et al., 1998). Not all prey species are equally suitable for their predators, and are thus selectively chosen by them (Tome, 2006), while predator abundance also fluctuates through time and seasons (Vitt and Caldwell, 2009). Predation pressure represents a major selective factor in the environment which has triggered a number of antipredator adaptations (Lima and Dill, 1990). Prey evaluates the threat, posed by predators through a selection of behaviours, morphological traits and physiological adaptations, in connection with the species and behaviour of the predator, allocation of the threat events in the recent past, currently detected threats and the surrounding environment (Heatwole, 1968; Van Damme et al., 1990; Bulova, 1994; Stapley, 2004; Martin and López, 2005).

As the presence of a common predator can transform competitive interactions between the prey species we chose to research the effect of predators on the common wall lizard and the horvath's rock lizard. In order to try to recognise the mechanisms behind the observed altitudinal segregation of the species we have focused on the differences in predation pressure between chosen syntopic and allotopic populations, and on evaluation of the possible behavioural differences that the species could exhibit. The species could both be preyed on by several species of martens, shrews and birds, like the red-backed shrike, common kestrel, common buzzard and the tawny owl (Lapini et al., 1993; Luiselli 1996; Schedl and Klepsch, 1999). Our choice for determining the strength or presence of avian and mammalian predator pressure in syntopic and allotopic populations were plasticine models of lizards, which we set up in groups of a hundred in nine localities for eight to ten hours, twelve times in a row. Additional measures for detection of predators were provided in the form of IR night vision automatic video camera focused on five plasticine models on exposed surfaces for the duration of the entire week to ten days, on seven locations.

We have also focused on behavioural differences between the species. Since olfaction is heavily involved in predator detection in lizards, we've chosen to research the response to the scents of two predatory snakes: the horned viper and the smooth snake. Control

experiments for the test were an empty, odourless terrarium, perfume, representing a strong, but biologically insignificant olfactory signal, and the scent of a grass snake, which does not prey on lizards.

Thirteen wall lizards and fourteen horvath's rock lizards were used. A male individual of each species was subjected to the scent of a randomly chosen terrarium for twelve minutes, and filmed with a camera. After the experiment we analysed the videos, and focused on the number or duration of fifteen different behaviours: tongue flicking, stand-up, tail vibration, leg vibration, quick turn, leaping, running, rubbing, defecating, licking, walking, slow motion, climbing, freezing and crawling.

Plasticine models in the two predation pressure experiments did not attract the attention of the predators. The only marks on plasticine that were detected were rodent tooth marks. Twenty four animals were recorded on the video, out of which two species recorded on five videos were potential lizard predators: beech martens and a tawny owl. Common dormouse also caught on the camera was biting the models, which is in accordance with rodent marks found on them.

The results of the behaviour tests were analysed with RM ANOVA and Duncan's post-hoc tests. The behaviours which we've picked for these further analyses were the number of tongue flicks, the duration of the freeze behaviour and the number of tongue flicks during activity bouts, with the reasoning behind the choices being the facts that lizards use tongue flicking for sampling chemicals in the environment, the activity of the lizards is connected to the number and intensity of tongue flicking, and freezing is used by some species to try and reduce the chances of being spotted by the predator. The species did not differ in the amount of tongue flicking in different experimental conditions, but have differed in the duration of the freezing behaviour. Horvath's rock lizards tongue flicked most intensively during activity periods in the terrarium with the scent of the smooth snake, while the amount of tongue flicks during activity of the common lizard did not differ in any of the tests.

On the areas of the model placement the predators did not attack the models as expected. Predatory birds and mammals probably do not represent a constant predation pressure in the studied locations, as it is possible that the lizard prey is not abundant enough to make the effort involved in preying on them worthwhile. The cause behind the apparent lack of interest in models could be the low predation pressure in the studied ecosystem, which is seemingly not favourable for the use of the selected plasticine model study method. The lizard populations can thus represent only insignificant or occasional contribution to the diet of the predators, or are possibly even ignored altogether. This low predation pressure from birds and mammals we observed leads us to think that predation pressure in experimental locations is too low to be the cause behind altitudinal segregation or altered competitive interactions between the species.

Results of the behavioural tests did not reveal a difference between the number of tongue flicks and the duration of freezing in all of the experimental conditions, but have shown that there is a difference in the duration of freezing between the tested species. The common wall lizard had a reduced activity in the entire range of the test conditions

compared to the horvath's rock lizard, and is the less active of the two species. In periods of activity, Horvath's rock lizard has tongue flicked substantially more in the terrarium with the scent of the smooth snake, which points to it being able to recognise the scent. The same results were not obtained with the common wall lizard, which is a fickle test subject and differs substantially in the observed responses in similar test conditions of various experimenters. There is a chance, that the response of the lizards to the chemical residue of the smooth snake is dependent of the degree of predation pressure in the environment (Blázquez et al., 1997), the strength of the chemical signal of the predators (Kats and Dill, 1998), the degree of danger a predator represents (Helfman, 1989) and the cost-benefit ratio of the antipredator behaviour (Lima in Dill, 1990).

If we predispose that the common wall lizard and the horvath's rock lizard differ in their antipredator behaviour, a possibility for a relationship between them becomes possible, where a competitively weaker species with lesser ability to exploit resources (horvath's rock lizard) than the superior competitor (common wall lizard) can remain in the environment, because it is better at avoiding predators. When predation pressure in the environment is low, predators can create differences in behaviour or the choice of habitat in species, instead of maintaining an overall higher density of resources. In circumstances like that, the ability of the horvath's rock lizard to recognise the chemical signals of the smooth snake could prove to be the key factor of balancing the possible species coexistence. The use of the antipredator behaviour depends not only on instantaneous short term benefits but also on the reduction of long term costs, which can have a substantial impact on the fitness of an individual in the future (Martin and Lopez, 1999). It is possible that these factors underlying only a single difference in vigilance between the studied species can have an effect on its contribution to the ecological separation of the involved lizards.

7 VIRI

- Abrams, P.A. 1988. How should resources be counted? *Theoretical population biology*, 33,2: 226–242
- Amo L., López P., Martín J., 2004. Chemosensory recognition and behavioral responses of wall lizards, *Podarcis muralis*, to scents of snakes that pose different risks of predation. *Copeia*, 3, 691–696
- Amo L., López P., Martín J., 2004a. Multiple predators and the conflicting refuge use in the common wall lizard *Podarcis muralis*. *Annales Zoologici Fennici*, 41, 671–679
- Amo, Lopez in Martin, 2004b. Thermal dependence of chemical assessment of predation risk affects the ability of wall lizards, *Podarcis muralis*, to avoid unsafe refuges. *Physiology and Behavior*, 82, 5: 913–918
- Amo L., López P., Martín J., 2004c. Chemosensory recognition of its lizard prey by the ambush smooth snake, *Coronella austriaca*. *Journal of Herpetology*, 38, 3: 451–454
- Amo L., López P., Martín J., 2004d. Wall lizards combine chemical and visual cues of ambush snake predators to avoid overestimating risk inside refuges. *Animal Behaviour*, 67, 4: 647–653
- Amo L., López P., Martín J., 2005. Flexibility in antipredatory behavior allows wall lizards to cope with multiple types of predators. *Annales Zoologici Fennici*, 42, 109–121
- Amo L., López P., Martín J., 2006. Can wall lizards combine chemical and visual cues to discriminate predatory from non-predatory snakes inside refuges? *Ethology*, 112, 5: 478–484
- Begon M., Townsend C. R., Harper J. L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4 izd., Oxford, Blackwell publishing: 752 str.
- Benard M.F. 2004. Predator-induced phenotypic plasticity in organisms with complex life histories. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 35, 651–673
- Berry, L., Lill, A. 2003. Do predation rates on artificial nests accurately predict predation rates on natural nests? The effects of nest type, egg type and nest-site characteristics. *Emu*, 103, 3: 207–214.
- Blazquez, M. C, Rodriguez-Estrella R., Delibes M. 1997. Escape behavior and predation risk of mainland and island spiny-tailed iguanas (*Ctenosaura hemilopha*). *Ethology* 103, 12: 990–998
- Blumstein D. T. 2006. The multipredator hypothesis and the evolutionary persistence of antipredator behavior. *Ethology*, 112, 3: 209–217

- Boslaugh, S. 2012. Statistics in a nutshell, second edition. 2 izdaja, Sebastopol, O'Reilly Media: 594. str.
- Bulova, S.J., 1994. Ecological correlates of population and individual variation in antipredator behaviour of two species of desert lizards. *Copeia*, 1994, 4: 980–992
- Burghardt G. M. 1967. Chemical-cue preferences of inexperienced snakes: comparative aspects. *Science, New Series*, 157, 3789: 718–721
- Carretero M.A., 2004. From set menu to a la carte. Linking issues in trophic ecology of Mediterranean lacertids. *Italian Journal of Zoology*, 71, 2: 121–133
- Castilla A.M., Gosá A., Galán P., Pérez-Mellado V. 1999. Greentails in lizards of the genus *Podarcis*: Do they influence the intensity of predation? *Herpetologica*, 55, 4: 530–537
- Castilla A.M., Labra A., 1998. Predation and spatial distribution of the lizard *Podarcis hispanica atrata*: an experimental approach. *Acta Oecologica*, 19, 2: 107–114
- Chase J. M., Abrams P.A., Grover J.P., Diehl S., Chesson P., Holt R.D., Richard S.A., Nisbet R.M., Case T.J. 2002. The interaction between predation and competition: a review and synthesis. *Ecology Letters*, 5, 2: 302–315
- Clark C. W. 1994. Antipredator behavior and the asset-protection principle. *Behavioral Ecology*, 5, 2: 159–170
- Congdon, J. D., Vitt, L. J., King, W. W. 1974. Geckos: adaptive significance and energetics of tail autotomy. *Science*, 184, 4144: 1379–1380
- Cooper W.E., 1994: Chemical discrimination by tongue-flicking in lizards: A review with hypotheses on its origin and its ecological and phylogenetic relationships. *Journal of Chemical Ecology*, 20, 2: 439–48
- Cooper W.E. Jr., Martín J., López P. 2003. Simultaneous risks and differences among individual predators affect refuge use by a lizard *Lacerta monticola*. *Behaviour*, 140, 1: 27–41
- Cooper W. E. Jr, Pérez-Mellado V., Vitt L.J., Budzynski B., 2003. Cologne as a pungency control in tests of chemical discrimination: effects of concentration, brand, and simultaneous and sequential presentation. *Journal of Ethology*, 21, 2: 101–106
- Cooper W. E. Jr, Hawlena D., Pérez-Mellado V. 2009. Effects of predation risk factors on escape behavior by Balearic lizards (*Podarcis lilfordi*) in relation to optimal escape theory. *Amphibia-Reptilia*, 30, 1: 99–110 (12)
- Cramer, N.F., May R.M., 1972. Interspecific competition, predation, and species diversity: a comment. *Journal of Theoretical Biology*. 34, 2: 289–293

- Crochet, P.A., Chaline, O., Surget-Groba, Y., Debain, C., Cheylan, M., 2004. Speciation in mountains: phylogeography and phylogeny of the rock lizards genus *Iberolacerta* (Reptilia: Lacertidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30, 860–866
- Daniels C. B., Flaherty S. P., Simbotwe M. P. 1986. Tail size and effectiveness of autotomy in a lizard. *Journal of Herpetology*, 20, 1:93–96
- De Luca, N. 1992. Notes on biology and ecology of the Horvath's rock lizard (*Lacerta horvathi* Mehely, 1904, Reptilia: Lacertidae). Korsós, Z., Kiss, I. (Eds.), Proceedings of the 6th ordinary general meeting of S.E.H.. Budapest, 129–135
- Dial B.E, Schwenk K. 1996. Olfaction and predator detection in *Coleonyx brevis* (Squamata: Eublepharidae), with comments on the functional significance of buccal pulsing in geckos. *Journal of Experimental Zoology*, 276, 415–424
- Dial, B. E., Weldon P. J., Curtis B. 1989. Chemosensory identification of snake predators (*Phyllorhynchus decurtatus*) by banded geckos (*Coleonyx variegatus*). *Journal of Herpetology*, 23, 3: 224–229
- Diego-Rasilla F.J., 2002. Influence of predation pressure on the escape behaviour of *Podarcis muralis* lizards. *Behavioural Processes*, 63, 1: 1–7
- Downes, S. J. 2002. Does responsiveness to predators cents affect lizard survivorship? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52, 1: 38–42
- Downes S.J., Adams M. 2001. Geographic variation in anti-snake behaviour: the evolution of scent mediated defence responses in a gekkonid lizard. *Evolution*, 55, 3: 605–615
- Downes S.J., Bauwens D. 2002. Does reproductive state affect a lizard's behavior toward predator chemical cues. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52, 6: 444–450
- Downes, S. J., Shine R. 1998. Sedentary snakes and gullible geckos: predator-prey coevolution in nocturnal rock-dwelling reptiles. *Animal Behaviour*, 55, 1373–1385
- Gabirot M., Picemo P., Valencia J., Lopez P., Martin J., 2012. Species recognition by chemical cues in neotropical snakes. *Copeia*, 2012, 3: 472–477
- Harris D.J., Arnold E.N., 1999. Relationships of wall lizards, *Podarcis* (Reptilia: Lacertidae) based on mitochondrial DNA sequences. *Copeia*, 1999, 3: 749–754
- Heatwole H. 1968. Relationship of escape behavior and camouflage in anoline lizards. *Copeia*, 1968, 1: 109–113
- Helfman, G. S. 1989. Threat-sensitive predator avoidance in damselfish-trumpetfish interactions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24, 1: 47–58

- Hoare J.M., Pledger S. Nelson N.H., 2007. Chemical discrimination of food, conspecifics, and predators by apparently visually oriented diurnal geckos, *Naultinus manukanus*. *Herpetologica*, 63, 2: 184–192.
- Holt R.D., Lawton J.H. 1994. The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25, 495–520
- Jorgensen, S. E. in Fath, B. 2008. *Encyclopedia of ecology*. 1 izd., Amsterdam, Elsevier B. V.: 4122 str.
- Kryštufek, B. in Janžekovič, F. (ur.) 1999. Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. Ljubljana, DZS: 544 str.
- Krofel M., Cafuta V., Planinc G., Sopotnik M., Šalamun A., Tome S., Vamberger M., Žagar A. 2009. Razširjenost plazilcev v Sloveniji: pregled podatkov, zbranih do leta 2009. *Natura Sloveniae*, 11, 2: 61–99
- Kats, L. B., Dill, L. M., 1998: The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience*, 5, 3: 361–394
- Lapini, L., Richard, J., Dall’asta, A. 1993. Distribution and ecology of *Lacerta horvathi* Mehely, 1904 (Reptilia, Lacertidae) in North-Eastern Italy. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, 14: 213–230
- Lima, S. L., Bednekoff, P. A. 1999. Temporal variation in danger drives anti-predator behavior: the predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist*, 153, 6: 649–659
- Lima, S.L., Dill, L.M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*. 68, 4: 619–640
- Luiselli L. 1996. Food Habits of an Alpine Population of the Sand Viper (*Vipera ammodytes*). *Journal of Herpetology*, 30,1: 92–94
- Luiselli L., Angelici F.M., Di Vittorio M., Spinnato A., Politano E., 2005. Analysis of a herpetofaunal community from an altered marshy area in Sicily; with special remarks on habitat use (niche breadth and overlap), relative abundance of lizards and snakes, and the correlation between predator abundance and tail loss in lizards. *Contributions to Zoology*, 74, 1: 43–51
- Maan M.E., Cummings M.E. 2012. Poison frog colors are honest signals of toxicity, particularly for bird predators. *The American Naturalist*, 179, 1: E1-E14
- MacArthur, R.H. 1972. *Geographical Ecology: patterns in the distribution of species*. Princeton, Princeton University Press: 292 str.

- Martin J., Avery R. A. 1998. Effects of tail loss on the movement patterns of the lizards, *Psammotrogon algericus*. *Functional Ecology*, 12, 5: 794–802
- Martín, J., López, P. 1999. When to come out from a refuge: risk-sensitive and state-dependent decisions in an alpine lizard. *Behavioral Ecology*, 10, 5: 487–492
- Martín, J., López P. 2005. Wall lizards modulate refuge use through continuous assessment of predation risk level. *Ethology*, 111, 2: 207–219
- Martín, J., López P., Polo V., 2009. Temporal patterns of predation risk affect antipredator behaviour allocation by Iberian rock lizards. *Animal Behaviour*, 77, 5: 1261–1266
- Martin JL., Joron M., 2003. Nest predation in forest birds: influence of predator type and predator's habitat quality: *Oikos*, 102, 3: 641–653
- McCarthy T. M., Fisher W. A. 2000. Multiple predator-avoidance behaviours of the freshwater snail *Physella heterostropha pomila*: responses vary with risk. *Freshwater Biology*, 44, 3: 387–397
- Monasterio C., Salvador A., Díaz J. A., 2010. Competition with wall lizards does not explain the alpine confinement of Iberian rock lizards: an experimental approach. *Zoology*, 113, 5: 275–282
- Morgan S.G., 1987. Morphological and behavioral antipredatory adaptations of decapod zoeae. *Oecologia*, 73, 3: 393–400
- Peter J. Morin 2011. *Community ecology*. 2. izd., Chichester, John Wiley and Sons: 41 str.
- Niskanen M., Mappes J., 2005. Significance of the dorsal zigzag pattern of *Vipera latastei gaditana* against avian predators. *Journal of Animal Ecology*, 74, 6: 1091–1101
- Norbury G., 2001. Conserving dryland lizards by reducing predator-mediated apparent competition and direct competition with introduced rabbits. *Journal of Applied Ecology*, 38, 6: 1350–1361
- Mršič N. 1997. *Plazilci (Reptilia) Slovenije*. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 167 str.
- Paine R.T. 1966. Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist*, 100, 910: 65–75
- Parrish J.D., Sailer S.B. 1970. Interspecific competition, predation, and species diversity. *Journal of Theoretical Biology*, 27, 2: 207–220
- Peacor S.D., Werner E.E. 2000. Predator effects on an assemblage of consumers through induced changes in consumer foraging behavior. *Ecology*, 81, 2: 1998–2010

- Perko D., Orožen Adamič M. 1999. Slovenija: Pokrajine in ljudje. 2. izd., Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Pietz P., Granfors D.A. 2000. Identifying predators and fates of grassland passerine nests using miniature video cameras. *The journal of wildlife management*, 64, 1: 71–87
- Polo V., López P., Martín, J. 2005. Balancing the thermal costs and benefits of refuge use to cope with persistent attacks from predators: a model and an experiment with an alpine lizard. *Evolutionary Ecology Research*, 7, 23–25
- Posa M.R.C., Sodhi N.S., Koh L.P. 2007. Predation on artificial nests and caterpillar models across a disturbance gradient in Subic Bay, Philippines. *Journal of Tropical Ecology*, 23, 1: 27–33
- Rugiero L., Luiselli L., 1995. Food habits of the snake *Coluber viridiflavus* in relation to prey availability. *Amphibia-Reptilia*, 16, 4: 407–411
- Rumsey, D.J. 2011. Statistics I and II for dummies, 2-eBook bundle. 2. izd., Indianapolis, Wiley Publishing: 804. str
- Schedl, H. & R., Klepsch. 1999. Die Reptilienfauna Wiens: Artenportraits der in Wien vorkommenden Reptilienarten. Dunaj
- Schwenk K. 1995. Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes. *Trends in Ecology and Evolution*. 10, 1: 7–12
- Shepard D.B., 2007. Habitat but not body shape affect predator attack frequency on lizard models in the brazilian cerrado. *Herpetologica*, 63, 2: 193–202
- Sih A., Kats L.B., Moore R.D. 1992. Effects of predatory sunfish on the density, drift and refuge use of the stream salamander larvae. *Ecology*, 73, 4: 1418–1430
- Sih A., Englund, G., Wooster D. 1998. Emergent impact of multiple predators on prey. *Trends in Ecology and Evolution*, 13, 9: 350–355
- Sih A., Ziemba R., Harding K. C. 2000. New insights on how temporal variation in predation risk shapes prey behavior. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 1: 3–4
- Stankowich T., Blumstein D. T. 2005. Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 272, 1433–1442
- Stapley J. 2003. Differential avoidance of snake odours by a lizard: Evidence for prioritized avoidance based on risk. *Ethology*, 109, 10: 785–796
- Stapley J. 2004: Do mountain log skinks (*Pseudemoia entrecasteauxii*) modify their behaviour in the presence of two predators? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56, 2: 185–189

- Swann D.E., Hass C.C., Dalton D.C., Wolf S.A. 2004. Infrared-triggered cameras for detecting wildlife: An evaluation and review. *Wildlife Society Bulletin*, 32, 2: 357–365
- Thoen C., Bauwens D., Verheyen R.F., 1986. Chemoreceptive and behavioural responses of the common lizard *Lacerta vivipara* to snake chemical deposits. *Animal Behaviour* Volume 34, 6: 1805–1813
- Tome, D. 2006. *Ekologija: Organizmi v prostoru in času*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.
- Tosini, G., Avery, R. A. 1996. Dermal photoreceptors regulate basking behavior in the lizard *Podarcis muralis*. *Physiology and behavior*, 59,1: 195–198
- Trolle M., Kéry M. 2003. Estimation of ocelot density in the pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy*, 84, 2: 607–614:
- Van Damme R., Castilla A.M. 1996 Chemosensory predator recognition in the lizard *Podarcis hispanica*: Effects of predation pressure relaxation. *Journal of Chemical Ecology*, 22, 1: 13–22
- Van Damme R., Quick K. 2001. Use of predator chemical cues by three species of lacertid lizards (*Lacerta bedriagae*, *Podarcis tiliguerta*, and *Podarcis sicula*). *Journal of Herpetology* 35, 1: 27–36
- Van Damme R., Bauwens D., Vanderstighelen D., Verheyen R.F. 1990. Responses of the lizard *Lacerta vivipara* to predator chemical cues: the effects of temperature. *Animal Behaviour*, 40, 2: 298–305
- Van Damme R., Bauwens D., Thoen C., Vanderstighelen D., Verheyen R. F. 1995. Responses of naive lizards to predator chemical cues. *Journal of Herpetology*, 29, 1: 38–43
- Verbeek B. 1972. *Ethologische Untersuchungen an einigen europäischen Eidechsen*. *Bonner Zoologische Beiträge*, 23, 122
- L J. Vitt, J. P. Caldwell, 2009, *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. 3. izd., Burlington, Elsevier: 697 str.
- A. Vrezec, 2008. Medvrstni odnosi krojijo strukturo življenjskih združb: večvrstni interakcijski kompleksi v ekosistemih. Povezanost živih sistemov mednarodni posvet biološka znanost in družba, Ljubljana, 2. – 3. oktober, 29
- A Vrezec, 2009. Koevolucija – medvrstni odnosi kot gonilo evolucijskega razvoja naravnih združb. Biodiverziteti – raznolikost živih sistemov mednarodni posvet Biološka znanost in družba, 135

Webb J.K., Du W.G., Pike D.A, Shine R., 2009. Chemical cues from both dangerous and nondangerous snakes elicit antipredator behaviours from a nocturnal lizard. *Animal Behaviour*, 77, 6: 1471–1478

Webb J.K., Pike D.A, Shine R., 2010. Olfactory recognition of predators by nocturnal lizards: safety outweighs thermal benefits. *Behavioral Ecology*, 21, 72–77

Ydenberg, R. C., Dill, L. M. 1986. The economics of fleeing from predators. *Advances in the Study of Behavior*, 16, 229–249

Žagar A. 2008. The lowest altitudinal record of Horvath's Rock Lizard (*Iberolacerta horvathi*) in Slovenia. *Natura Sloveniae*, 10, 2: 59–62

Žagar A., Osojnik N., Carretero M. A., Vrezec A. 2012. Quantifying the intersexual and interspecific morphometric variation in two resembling sympatric lacertids: *Iberolacerta horvathi* and *Podarcis muralis*. *Acta Herpetologica*, 7, 1: 29–39

Žagar A., Kos I., Vrezec A. 2013. Habitat segregation patterns of reptiles in Northern Dinaric Mountains (Slovenia). *Amphibia-Reptilia*, 34, 263–268

ZAHVALA

Zahvaljujem se:

Anamariji Žagar za neuradno somentorstvo, neprecenljivo pomoč, ideje, nasvete, uporabo opreme in prostorov ter prijazne besede;

mentorju doc. dr. Alu Vrezcu za nasvete pri delu in strokovno kritiko besedila;

Mojci Sitar za lektoriranje dokumenta;

Jamieju za pregled angleškega dela besedila;

staršem za omogočenje izobraževanja, materialno in čustveno podporo;

vsem drugim, ki so mi kakorkoli pomagali v času izdelave magistrske naloge.