

Razlike u bihevioralnim osobinama tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja kod otočne i kopnene populacije primorske gušterice (*Podarcis siculus*)

Kaniža, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:951402>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Razlike u bihevioralnim osobinama tolerantnosti, agresivnosti i
povlačenja kod otočne i kopnene populacije primorske gušterice
(*Podarcis siculus*)

Differences in behavioral traits of tolerance, aggressivity and
retreat in island and mainland population of Italian wall lizard
(*Podarcis siculus*)

SEMINARSKI RAD

Martina Kaniža
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor: doc. dr. sc. Duje Lisičić

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Evolucijske prilagodbe karakteristične za otočna staništa	1
1.2. Biologija primorske gušterice	2
1.2.1. Rasprostranjenost vrste	2
1.2.2. Opis vrste.....	2
1.2.3. Stanište i ekologija.....	2
1.3. Cilj istraživanja.....	3
2. MATERIJALI I METODE	3
2.1. Uvjeti održavanja.....	3
2.2. Postavke istraživanja	4
2.3. Prikupljanje podataka.....	4
2.4. Analiza videosnimki i statistička obrada podataka.....	5
3. REZULTATI.....	7
4. RASPRAVA	9
5. ZAKLJUČAK	12
6. POPIS LITERATURE	13
7. SAŽETAK	14
8. SUMMARY	15

1. UVOD

1.1. Evolucijske prilagodbe karakteristične za otočna staništa

Jedna od poznatijih pretpostavki Charlesa Darwina jest da su životinje na udaljenim otocima pitomije u odsustvu kopnenih predatora. Izraz na engleskom jeziku glasi „Island tameness”, što bi u slobodnom prijevodu značilo – pitomost životinja s otoka. Darwinova zapažanja uključivala su pojavu da otočne životinje češće dopuštaju pristup ljudima te je pretpostavljeno da je ponašanje u vidu brzoga i energijski skupog bijega reducirano zbog smanjenoga selektivnog pritiska u vidu predatora (Cooper 2014).

Proučavanje posebnih okolišnih uvjeta otočnih staništa dovelo je znanstvenike MacArthura i Wilsona do postavljanja biogeografskih pravila prema kojima se smanjivanjem površine otoka i povećanjem udaljenosti od kopna smanjuje bioraznolikost. Smanjivanjem površine otoka najprije nestaju veliki kralješnjaci koji su najčešće vršni predatori, čime se oslobađa mjesto u ekološkom sustavu za veće gustoće populacija manjih kralješnjaka, primjerice guštera (Donihue i sur. 2016). Usporedbom otočnih i kopnenih populacija guštera zabilježene su veće gustoće otočnih populacija (Buckley i Jetz 2007).

Otočne su populacije podložne opsežnim promjenama u morfologiji i ponašanju koje često nakupljaju u kratkim razdobljima (Lister 1989). Usporedbom otočnih i kopnenih populacija glodavaca uočena je smanjena agresivnost, kasnije spolno sazrijevanje i manja veličina legla otočnih populacija te dulji životni vijek i povećan tjelesni rast. Fenomen je nazvan „sindromom otoka” (slobodan prijevod engleskoga izraza „Island syndrome”), koji autori izravno povezuju s ranije spomenutim smanjenim pritiskom predatora i smanjenom interspecijskom kompeticijom (Adler i Levins 1994). Ovaj fenomen primijećen je i kod otočnih populacija visoke gustoće ostalih skupina kralješnjaka, poput ptica, te uključuje barem jednu od idućih osobina: smanjen spolni dimorfizam, smanjen utrošak energije za razmnožavanje i smanjena agresivnost unutar vrste (Raia i sur. 2010). Sindrom otoka primjenjiv je i unutar razreda gmazova, gdje otočne populacije guštera u odnosu na kopnene pokazuju promjene poput onih u duljini udova, morfologiji glave i veličini tijela. Otočne populacije guštera također često imaju manja legla i smanjenu agresivnost (Novosolov i sur. 2012, Raia i sur. 2010, Stamps i Buechner 1985).

Sindrom otoka karakterističan je za populacije stabilne brojnosti i visoke gustoće, dok je kod otočnih populacija niske ili kolebljive gustoće moguća pojava „obrnutoga sindroma

otoka” (slobodan prijevod engleskoga izraza „Reversed island syndrome”). Autori pretpostavljaju da nepredvidivi okolišni uvjeti uzrokuju česte promjene u gustoći populacije te da jedinke razvijaju karakteristike suprotne karakteristikama sindroma otoka. Obrnuti sindrom otoka može se očitovati višom razinom agresivnosti i izraženijim spolnim dimorfizmom, što je povezano s većim utroškom energije za spolno razmnožavanje u nepovoljnim uvjetima. Ova je pojava uočena kod otočne plavo obojene populacije *Podarcis siculus klemmeri* (Raia i sur. 2010).

1.2. Biologija primorske gušterice

1.2.1. Rasprostranjenost vrste

Primorska je gušterica (*Podarcis siculus*) vrsta gmaza iz porodice Lacertidae (gušterice). Englesko ime vrste, Italian wall lizard, govori upravo o primarnom području rasprostranjenja primorske gušterice koje obuhvaća Apeninski poluotok, Siciliju, Sardiniju, istočnu obalu Jadranskog mora i mnoge jadranske otoke. Ova vrsta nastanjuje zapadnu i sjevernu obalu Hrvatske, južnu Bosnu i Hercegovinu te Crnu Goru. Postoji izolirana populacija kod Dubrovnika, a primorska je gušterica prisutna i na mnogim hrvatskim otocima. Na području Španjolske, Portugala, Francuske, Turske, Albanije i SAD-a nalaze se izolirane introducirane populacije (Podnar 2005).

1.2.2. Opis vrste

Veličina tijela iznosi do 9 cm od vrha njuške do nečisnice te su ženke manje od mužjaka. Spolni dimorfizam također je izražen u morfološkim karakteristikama kao što su dulji rep te veća i šira glava mužjaka (Vogrin 2005). Vrsta pokazuje izrazito varijabilnu obojenost, posebice kod otočnih populacija. Leđni dio najčešće je zelene, maslinaste ili svjetlosmeđe boje s prugastim uzorkom koji se sastoji od tamnijih i svjetlijih linija i niza točkica. Kod pojedinih se populacija pojavljuje i mrežasti uzorak, dok neke jedinke mogu biti uniformno obojene. Trbušni dio najčešće je bijele ili sive boje s plavim točkama (Jelić i sur. 2015). Kod otočnih populacija poznata je pojava melanistički obojenih jedinki (Raia i sur. 2010).

1.2.3. Stanište i ekologija

Primorska gušterica obitava na otvorenim staništima, obradivim površinama, livadama s rubnim suhozidima, vinogradima, rubovima šuma te u blizini obale mora. Ova vrsta tolerira

prisutnost čovjeka pa se često može naći u vrtovima i parkovima naseljenih mjesta. U odnosu na druge vrste porodice Lacertidae primorska je gušterica prilično agresivna vrsta te na pojedinim lokalitetima može dosegnuti vrlo visoku gustoću populacije (Arnold i Ovenden 2002). Agresivnost i dominantnost primorske gušterice nad vrstom *Podarcis Melisellensis* eksperimentalno je dokazana te može objasniti širenje njezina areala (Downes i Bauwens 2002). Vrsta je u pravilu vrlo prilagodljiva različitim okolišnim uvjetima te lako zauzima nova područja samostalno, ali i djelovanjem čovjeka (slučajni prijenos brodskim, željezničkim ili cestovnim prometom). Osim u području mediteranske klime, populacije su poznate u Zagrebu i Karlovcu. Trend populacije u porastu je na generalnoj razini i razini Hrvatske. U Hrvatskoj primorska gušterica nije zaštićena zbog velike brojnosti populacija i invazivnoga karaktera, kojim je istisnula populacije autohtonih gušterica (Jelić i sur. 2015, Arnold i Ovenden 2002). Primorska gušterica polaže 1-5 legla godišnje s 2-12 jaja (prosječno 5-6 jaja), dok je u populaciji otoka Krka zabilježeno polaganje manjega broja jaja u usporedbi s kopnenom populacijom (Radočaj i sur. 2011). Mužjaci postaju spolno zreli nakon jedne godine života, a ženke nakon 1-2 godine, odnosno nakon što dosegnu duljinu oko 5 cm od vrha njuške do nečisnice. Životni vijek ove vrste doseže do 13 godina u zatočeništvu (Arnold i Ovenden 2002). Većinom se hrani beskralješnjacima, no ovisno o lokalitetu i dostupnim resursima, u prehrani ove vrste može se naći i biljni materijal poput plodova smokve. Zabilježeni su i slučajevi kanibalizma, prehrane drugim gušterima ili čak manjim sisavcima poput rovke (Capula i Aloise 2011). Predatori primorske gušterice razne su ptice, zmije i sisavci uključujući štakore i domaće mačke (Jelić i sur. 2015).

1.3. Cilj istraživanja

Cilj je ovoga završnog seminara usporediti bihevioralne osobine tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja kod otočne i kopnene populacije primorske gušterice (*Podarcis siculus*) pomoću analize videosnimki provedenih bihevioralnih testova.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Uvjeti održavanja

Istraživanje je obavljeno na 20 jedinki mužjaka primorske gušterice smještenih u prostorijama Zavoda za animalnu fiziologiju Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu. Deset mužjaka pripada populaciji otočića Pijavice, a deset je mužjaka s područja Kaštela te su jedinke ulovljene u svibnju i početkom lipnja 2018. Za pokuse su odabrani

mužjaci zbog višega stupnja agresivnosti prema jedinkama istog spola u usporedbi s agresivnim interakcijama među jedinkama ženki (Raia i sur. 2010), što je pogodno za proučavanje bihevioralnih osobina agresivnosti. Dvadeset jedinki smješteno je pojedinačno u plastične terarije. Dno terarija prekriveno je slojem treseta te je u svaki terarij postavljena plastična cijev koja jedinkama može služiti kao sklonište, a uz to ima funkciju pri hvatanju jedinki za potrebe provedbe pokusa. Umjetno osvjetljenje prostorije s terarijima odgovaralo je dnevnom režimu osvjetljenja te je dnevna temperatura bila namještena na 30°C, a noćna temperatura na 20°C. Hrana i voda bili su dostupni *ad libitum*.

2.2. Postavke istraživanja

Snimanje videosnimki provodilo se u areni otvorenog tipa, podijeljenoj središnjom pregradom kako bi se izbjegla interakcija guštera prije početka snimanja. Arena za testiranje je kutija dimenzija 50x50x50 cm s neprozirnim zidovima. Temperatura prostorije iznosila je 20°C, a iznad središta arene postavljena je terarijska žarulja koja zagrijava središte na 36-38°C, što je preferirana temperatura za sunčanje odraslih guštera (Downes i Bauwens 2002). Arena je za potrebe pokusa funkcionalno podijeljena na središnju i perifernu zonu, uzevši u obzir da je periferna zona niže temperature od grijane središnje zone. Spuštanjem vanjske temperature ispod optimalne te grijanjem središnje zone stvaraju se uvjeti za testiranje agresivne interakcije.

Kombinacije jedinki unutar parova otočne i kopnene populacije i njihov redoslijed u provedbi pokusa određen je nasumično pomoću programa Research Randomizer. Jedna jedinka iz svakoga para označena je markerom na leđnom dijelu tijela kako bi se jedinke parova mogle vizualno razlikovati.

2.3. Prikupljanje podataka

Primorska je gušterica, kao i većina pripadnika skupine guštera, dnevno aktivna životinja te su u skladu s time svi pokusi provedeni tijekom dana, između 9 i 17 sati (Downes i Bauwens 2002). Prije početka pokusa sve su površine očišćene 30-postotnim etanolom. Svaki par jedinki premješten je iz matičnoga terarija pomoću plastične cijevi u arenu, tako da su jedinke smještene u različite odjeljke pregrađene arene. Zatim su jedinke prošle petominutnu aklimatizaciju, odnosno navikavanje na prostor. Nakon početka snimanja pregrada je oprezno uklonjena te su istraživači izlazili izvan prostorije kako bi se isključilo ometanje istraživanja. Nakon isteka vremena od deset minuta istraživači su se vraćali u

prostoriju i isključili snimanje videa. Gušteri su zatim pomoću plastične cijevi premješteni natrag u terarije. Između svakoga pokusa arena je detaljno očišćena pomoću 30-postotnog etanola čime su uklonjeni mirisi guštera i eventualne zaostale čestice terarijske podloge.

2.4. Analiza videosnimki i statistička obrada podataka

Za analizu videosnimki korišten je računalni program EthoVision XT13, namijenjen za praćenje i analizu ponašanja, kretanja i aktivnosti životinja. Tijekom analize videosnimki bilježene su interakcije jedinki te je za svaku interakciju određen tip i kategorija ponašanja. Preliminarnom analizom videosnimki uočeno je da jedinke najčešće obraćaju pažnju na svoga partnera na udaljenosti duljine tijela uključujući rep, pa je ista udaljenost korištena kao uvjet za ostvarivanje interakcije. Jedna interakcija bilježena je kada su se jedinke približile na udaljenost duljine tijela s repom.

Unutar svakoga tipa ponašanja kategorijama su dodijeljene vrijednosti koje označavaju jačinu kategorije. Primjer: jedinka koja češće ulazi u interakciju kontakta duljeg od dvije sekunde (tolerantnost D) pokazuje višu razinu tolerantnosti od jedinke koja ulazi samo u interakciju ulaska u osobni prostor na vrijeme kraće od 2 sekunde (tolerantnost A). Tipovi i kategorije ponašanja s pojašnjenjima prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Tipovi ponašanja podijeljeni u kategorije s pripadajućim pojašnjenjima i vrijednostima

Tip ponašanja	Kategorija ponašanja	Pojašnjenje	Vrijednost
Tolerantnost	A	Ulazak u osobni prostor jedinke kraći od dvije sekunde, npr. jedinke prošeću jedna pokraj druge ili se jedinke kreću u istom smjeru na udaljenosti duljine tijela	1
	B	Tjelesni kontakt kraći od dvije sekunde	2
	C	Ostanak u osobnom prostoru dulje od dvije sekunde bez tjelesnoga kontakta	4
	D	Tjelesni kontakt dulji od dvije sekunde, npr. jedinke se sunčaju jedna na drugoj ili dodiruju	8
Agresivnost	A	Jedinka pokazuje znakove prijetnje: podizanje glave i vrata, bočno savijanje tijela (Downes i Bauwens, 2002)	1
	B	Agresivan napad, zatrcavanje jedinke prema drugoj jedinci bez ostvarivanja tjelesnoga kontakta	2
	C	Agresivan napad s tjelesnim kontaktom	4
Povlačenje	A	Povlačenje nakon agresivnog napada druge jedinke s tjelesnim kontaktom (za drugu jedinku označeno je ponašanje agresivnost C)	1
	B	Povlačenje nakon agresivnog napada druge jedinke bez tjelesnoga kontakta (za drugu jedinku označeno je ponašanje agresivnost B)	2
	C	Povlačenje nakon agresivne interakcije druge jedinke bez tjelesnoga kontakta (za drugu jedinku označeno je ponašanje agresivnost A)	4

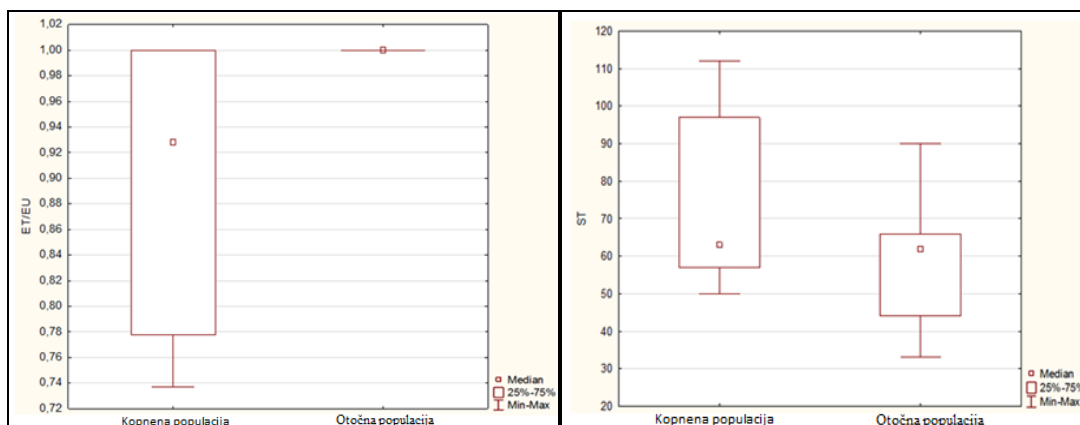
Na temelju analize ponašanja za svaku su videosnimku pomoću programa Microsoft Excel 2010 izračunani sljedeći parametri:

1. Ukupan broj interakcija svih tipova ponašanja – označeno slovom EU.
2. Ukupan broj interakcija unutar pojedinog tipa ponašanja – zbroj interakcija unutar tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja, označeno slovima ET, EA i EP. Što je broj veći, to je jedinka sklonija određenom tipu ponašanja.
3. Omjer ukupnoga broja interakcija unutar pojedinog tipa ponašanja i ukupnoga broja interakcija svih tipova ponašanja – označeno slovima ET/EU, EA/EU, EP/EU. Ovaj omjer označava učestalost ulaska jedinke u određeni tip ponašanja s obzirom na ukupan broj svih njezinih ponašanja.
4. Zbroj vrijednosti po tipu interakcija – označeno slovima ST, SA i SP. Primjer računanja vrijednosti ST za jedinku: za jedinku je tijekom analize videosnimke zabilježeno: 3 interakcije tolerantnost A, 2 interakcije tolerantnost B, jedna interakcija tolerantnost C i 3 interakcije tolerantnost D. ST iznosi: $3*1+2*2+1*4+3*8=3+4+4+24=35$.
5. Dominantnost – tijekom trajanja videozapisa također je bilježena učestalost ulaska i ukupno vrijeme provedeno u centralnoj zoni svake jedinke. Budući da je u centralnoj zoni izvor topline, pretpostavljena je pozitivna korelacija vremena provedenog u centralnoj zoni, odnosno vremena sunčanja i dominantnosti jedinke. Za pojedinu videosnimku bilježena je dominantnost ako se jedinka sunčala za najmanje 40 % dulje vremena od svoga suparnika te ako je za drugu jedinku zabilježeno povlačenje nakon najmanje 70 % agresivnih ponašanja (Downes i Bauwens 2002). Također je označeno i koja je jedinka nositelj svojstva dominantnosti, tj. ona jedinka s agresivnim ponašanjem i duljim vremenom sunčanja označena je kao dominantna, a njezin partner subdominantan. U videosnimkama bez dominantnosti jedinke su označene kao neutralne.

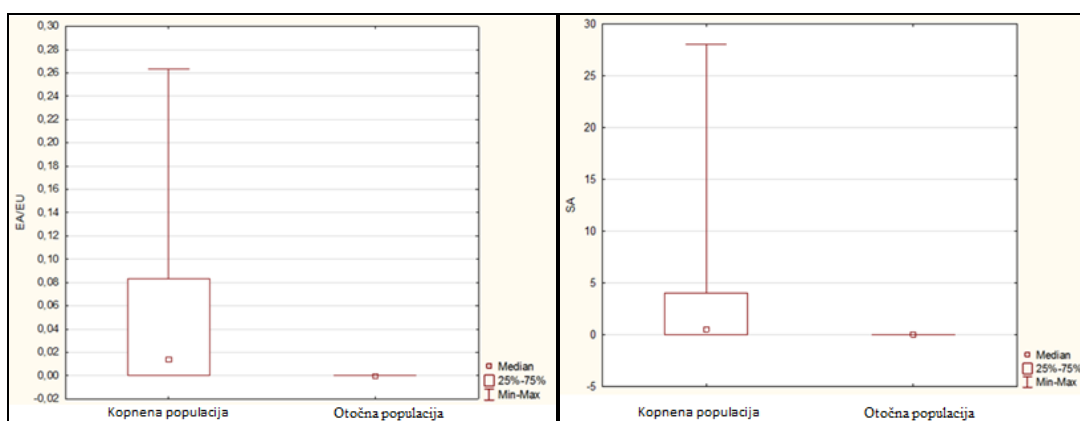
Parametri ET/EU, EA/EU, EP/EU, ST, SA i SP statistički su obrađeni pomoću programa Statistica 13.1. Na razini značajnosti $p < 0.05$ provedena je neparametrijska analiza, a rezultati su prikazani Box-Whisker Plot grafovima.

3. REZULTATI

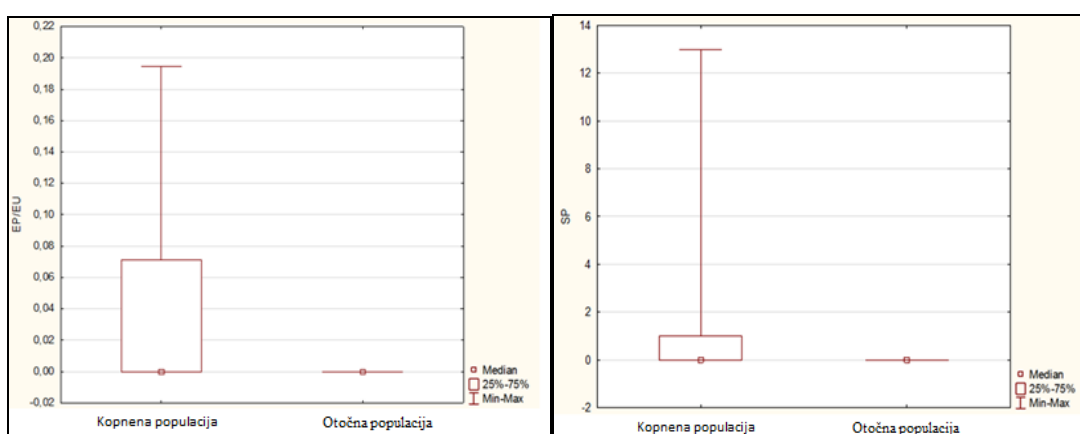
Analizirano je ukupno 5 videosnimki interakcija parova mužjaka kopnene populacije i 5 videosnimki interakcija parova mužjaka otočne populacije primorske gušterice. Svi zabilježeni i izračunani parametri svrstani su u tablicu programa Microsoft Excel 2010. Analize interakcija jedinki otočne populacije pokazale su 100-postotnu tolerantnost, odnosno u videosnimkama parova otočne populacije nije primijećena niti jedna interakcija agresivnosti ili povlačenja. Usporedba omjera ET/EU otočne i kopnene populacije na razini $p < 0.05$ pokazala je statistički značajnu razliku ($p = 0.006$), dok usporedba ST otočne i kopnene populacije nije statistički značajna (Slika 1.). Interakcije agresivnosti zabilježene su kod 3 para guštera kopnene populacije, ali nijednom kod otočne populacije. Kod dva para guštera agresivnost je bila obostrana, a kod jednoga para samo je jedna jedinka pokazivala agresivno ponašanje. U slučajevima obostrane agresivnosti jedan je član para pokazao najmanje dva puta više agresivnih interakcija. Omjer EA/EU pokazuje da su agresivne interakcije zauzele vrlo nizak udio u ukupnim interakcijama, a nizak medijan SA vrijednosti pokazuje da su agresivna ponašanja češće imala nižu vrijednost, tj. bila bez kontakta (agresivnost A i B). Jedan par jedinki odskakače od prosječno niskih vrijednosti SA i omjera EA/EU te su iznosi ovih dvaju parametara za jedinku s najviše ostvarenih agresivnih ponašanja na grafu prikazani maksimumom (Slika 2.). Ugrizi su na snimkama bili rijetki i kratkotrajni te niti jedna jedinka nije ozlijeđena. Povlačenje je, kao odgovor na agresivno ponašanje, zabilježeno kod triju parova kopnene populacije, i nijednom kod otočne populacije. Kod para gdje je zabilježena jedna agresivna reakcija jedinke, druga se jedinka povukla. Kod druga dva para jedinka s manje agresivnih ponašanja ostvarila je više reakcija povlačenja. Omjer EP/EU pokazuje nisku razinu povlačenja, dok pogled na SP vrijednost pokazuje sklonost ponašnjima povlačenja nižih vrijednosti, odnosno češći bijeg u slučaju kontakta (povlačenje A). Maksimum povlačenja ostvarila je jedinka u paru s jedinkom najvećih vrijednosti agresivnog ponašanja (Slika 3.). Svojstvo dominantnosti zabilježeno je kod dva para kopnene populacije guštera, a u slučaju trećega para dominacija nije zabilježena jer je jedna jedinka provela više vremena u centralnoj zoni, a druga je ostvarila više agresivnih ponašanja.



Slika 1. Grafički prikaz usporedbe ET/EU (lijevo) i ST (desno) kod otočne i kopnene populacije *Podarcis siculus*



Slika 2. Grafički prikaz usporedbe EA/EU (lijevo) i SA (desno) kod otočne i kopnene populacije *Podarcis siculus*



Slika 3. Grafički prikaz usporedbe EP/EU (lijevo) i SP (desno) kod otočne i kopnene populacije *Podarcis siculus*

4. RASPRAVA

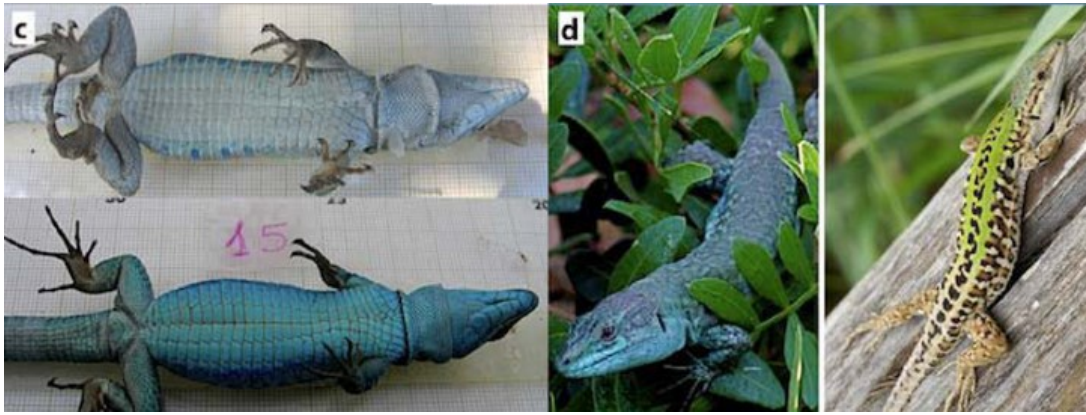
Usporedbom bihevioralnih osobina tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja kod otočne i kopnene populacije primorske gušterice uočena je pojava agresivnosti samo kod parova kopnene populacije, što odgovara literaturnim podacima kakve navode Stamps i Buechner. Otočne populacije guštera, ptica i sisavaca visoke gustoće često pokazuju smanjenu agresivnost prema pripadnicima iste vrste. Preliminarno je utvrđeno da populacija otoka Pijavice ima višu gustoću populacije od kopnene (neobjavljeni podatci). Smanjenje agresivnosti također se može primijetiti u raznim karakteristikama poput smanjene površine teritorija, povećanog preklapanja teritorija s ostalim jedinkama, napuštanja obrane teritorija ili reducirane agresivnosti prema određenim klasama pripadnika iste vrste, primjerice podređenim mužjacima (Stamps i Buechner, 1985). Primjer smanjene agresivnosti otočnih endemskih populacija visoke gustoće zabilježen je kod vrste *Sauromalus varius*. Dok kopnene populacije roda *Sauromalus* pokazuju agresivnost i teritorijalnost, endemska vrsta *S. varius* pokazala je potpunu pasivnost tijekom sedmogodišnjeg istraživanja (pregled u Stamps i Buechner 1985). Također, pripadnici roda *Anolis* većinom su agresivnog i teritorijalnog ponašanja dok je kod otočne endemske vrste s visokom gustoćom populacije, *Anolis agassizi*, primijećeno veliko preklapanje teritorija i jedinke nisu pokazivale znakove obrane teritorija. Još jedan primjer smanjenja teritorijalnosti je i kod otočne endemske vrste *Uta palmeri*, koja za razliku od kopnenih populacije roda *Uta* ne pokazuje znakove obrane teritorija (pregled u Stamps i Buechner 1985).

Pretpostavlja se da na ranije spomenute promjene u ponašanju otočnih populacija kombinirano utječu čimbenici poput veće količine resursa i „cijene” obrane teritorija na otočnim staništima. Uzevši u obzir da je teritorijalno ponašanje prilagođeno količini resursa, pretpostavljeno je da će se ono smanjiti prilikom povoljnih uvjeta. Također, istraživanja su pokazala da će „cijena” obrane teritorija, odnosno agresivnog ponašanja prema potencijalnim suparnicima biti energijski visoka zbog povišene gustoće populacije i u skladu s tim povećanog broja potencijalnih suparnika (Stamps i Buechner 1985). Smanjenje agresivnosti kod otočne populacije također odgovara karakteristikama sindroma otoka, što se može objasniti slabijim pritiskom predatora i manjkom kompetirajućih vrsta kod otočnih populacija (Adler i Levins 1994).

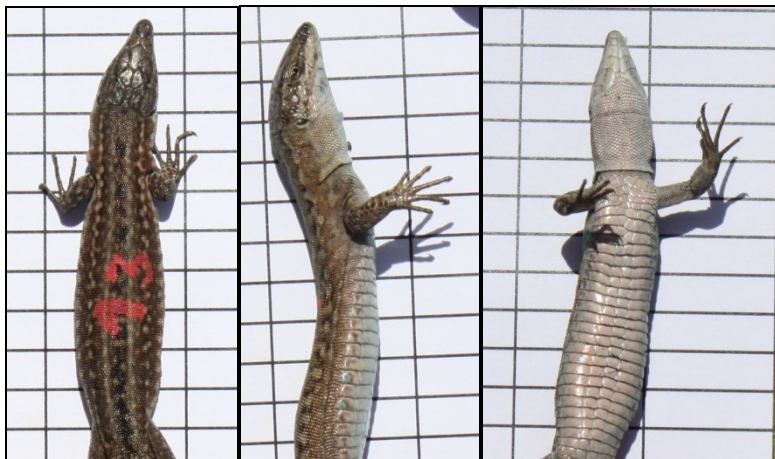
S druge strane, usporedbom morfologije i snage ugriza otočnih populacija vrste *Podarcis erhardii* na području grčkih Ciklada ustanovljeno je da su jedinke na manjim

otocima prosječno veće i imaju veću snagu ugriza. Ove morfološke razlike visoko su korelirane s indikacijama intraspecijske agresije, odnosno ožiljcima uzrokovanim ugrizima i nedostatka pojedinih prstiju. Zanimljivo je da je najveća snaga ugriza korelirana s niskim, ali i visokim gustoćama populacije (Donihue i sur. 2016). Za značajniju usporedbu rezultata smanjene agresivnosti na otoku Pijavici s rezultatima rada na *Podarcis erhardii* (Donihue i sur. 2016) bilo bi dobro napraviti usporedbu bihevioralnih osobina ponašanja kod više otočnih populacija primorske gušterice.

Otočna populacija analizirana u ovome seminarskom radu nije pokazala karakteristike obrnutoga otočnog sindroma poput povećanoga agresivnog ponašanja zabilježenog kod vrste *Podarcis siculus klemmeri* na malom talijanskom otoku Licosa (Raia i sur. 2010). Moguće je da suprotnost rezultata ovih dvaju istraživanja leži u obojenosti jedinki. Sve jedinke populacije na otoku Licosa bile su plave boje, dok su jedinke obližnjega kopna bile obojene normalno, odnosno zelenoga leđnog dijela i bijeloga trbušnog dijela tijela s malim plavim točkama duž bočne strane trupa (Slika 4.). Obrnuti otočni sindrom koreliran je s povećanim brojem receptora za melanokortin, čija razina utječe na pigmentaciju, agresivnost, razinu hranjenja, seksualnu aktivnost itd. (Raia i sur. 2010). S druge strane, jedinke s otoka Pijavice bile su slabije obojene, maslinastozelenoga leđnog dijela s bijelim trbušnim dijelom tijela i malim plavim točkama duž bočne strane trupa. Jedinke s obližnjega kopna bile su intenzivnije obojene, s često jarkozelenim leđnim dijelom te plavim i žutim trbušnim dijelom tijela i glavom (Slika 5. i 6.). Također, na otoku Licosa i obližnjem kopnu gustoća populacije analizirana je u petogodišnjem istraživanju čime je dobiven uvid u godišnju promjenjivost gustoće otočne populacije (do 40 %) i stabilnost gustoće kopnene populacije. Promjenjivost gustoće populacije ukazuje na nestabilne uvjete staništa na otoku Licosa te objašnjava selektivnu prednost agresivnoga ponašanja (Raia i sur. 2010). Preliminarnim istraživanjem na otoku Pijavici utvrđena je viša gustoća populacije od kopnene, što bi moglo objasniti pojavu sindroma otoka, no moguće je da gustoća populacije otoka Pijavice također fluktuirala na godišnjoj razini (neobjavljeni podatci). Za detaljniji uvid u bihevioralne karakteristike ponašanja primorske gušterice u korelaciji s gustoćom populacije bilo bi dobro ponoviti ovakvo istraživanje u višegodišnjem razdoblju.



Slika 4. Fotografije jedinki *Podarcis siculus klemmeri* s otoka Licoso (plavo obojenje) i jedinki s obližnjega kopna (zeleno obojenje) (preuzeto iz Raia i sur. 2010)



Slika 5. Fotografije jedinki *Podarcis siculus* s otoka Pijavice (Duje Lisičić)



Slika 6. Fotografije jedinki *Podarcis siculus* iz Kaštela, kopnena populacija (Duje Lisičić)

5. ZAKLJUČAK

Analizom videosnimki interakcija 5 parova otočne i 5 parova kopnene populacije primorske gušterice ustanovljene su razlike u bihevioralnim osobinama tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja. Kod otočne populacije sve su interakcije bile tolerantne, dok su agresivne interakcije i reakcije povlačenja kao odgovor na njih zabilježene kod 3 para kopnene populacije. Svojstvo dominantnosti zabilježeno je kod dva para kopnene populacije. Uočena smanjena agresivnost otočne u odnosu na kopnenu populaciju odgovara karakteristikama otočnoga sindroma te se može objasniti smanjenim pritiskom predatora i smanjenom interspecijskom kompeticijom (Adler i Levins 1994). Pretpostavlja se da na navedene promjene u ponašanju otočnih populacija utječu i čimbenici poput povećane količine resursa i energijski skupljega teritorijalnog ponašanja na otocima visoke gustoće populacije (Stamps i Buechner 1985). Preliminarnim analizama ustanovljena je viša gustoća populacije na otoku Pijavici od one na kopnu te su jedinke otočne populacije slabije obojene od jedinki kopnene populacije (neobjavljeni podatci). Navedeni podatci mogu donekle objasniti suprotan rezultat usporedbe otočne i kopnene populacije *Podarcis siculus klemmeri*, gdje je plavo obojena otočna populacija promjenjive gustoće pokazala veću agresivnost kao adaptaciju na nestabilne okolišne uvjete. Za detaljniju analizu bihevioralnih karakteristika populacije *Podarcis siculus* na otoku Pijavici i obližnjem kopnu bilo bi dobro ponoviti istraživanje u višegodišnjem razdoblju.

6. POPIS LITERATURE

- Adler G. H., Levins R. (1994): The Island Syndrome in Rodent Populations. *Quarterly Review of Biology*, 69: 473-490.
- Arnold N., Ovenden D. (2002): *Collins Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*, Harper Collins.
- Buckley L. B., Jetz W. (2007): Insularity and the determinants of lizard population density. *Ecology Letters*, (2007) 10, 481-489.
- Capula M., Ceccarelli A. (2003): Distribution of genetic variation and taxonomy of insular and mainland populations of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*. *Amphibia-Reptilia*, 24(4), 483-495.
- Cooper Jr W. E., Pyron R. A. (2014): Island tameness: living on islands reduces flight initiation distance. *Proc. R. Soc. B* 281: 20133019.
- Donihue C. M., Brock K. M., Foufopoulos J., Herrel A. (2016) Feed or fight: testing the impact of food availability and intraspecific aggression on the functional ecology of an island lizard. *Functional Ecology*, 30, 566-575.
- Downes S., Bauwens D. (2002): An experimental demonstration of direct behavioural interference in two Mediterranean lacertid lizard species. *Animal Behaviour*, 63(6), 1037-1046.
- Jelić D., Kuljerić M., Koren T., Treer D., Šalamon D., Lončar M., Podnar-Lešić M., Janev Hutinec B., Bogdanović T., Mekinić S. i Jelić K. (2015): *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*. Državni zavod za zaštitu prirode.
- Lister A. M. (1989): Rapid dwarfing of red deer on Jersey in the Last Interglacial. *Nature*, 342: 539-542.
- Novosolov M., Raia P., Meiri S. (2012): The island syndrome in lizards. *Global Ecology and Biogeography*, 22(2), 184-191.
- Podnar M., Mayer W., Tvrtković N. (2005): Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology*, 14(2), 575-588.
- Raia P., Guarino F. M., Turano M., Polese G., Rippa D., Carotenuto F., Monti D.M., Cardi M., Fulgione D. (2010): The blue lizard spandrel and the island syndrome. *BMC Evolutionary Biology*, 10, 289.
- Stamps J. A., Buechner M.: The territorial defence hypothesis and the ecology of insular vertebrates. *The Quarterly Review of Biology*, 60: 155-181.
- Vogrin M. (2005): Sexual Dimorphism in *Podarcis sicula campestris*. *Turkish Journal of Zoology* 29: 189-191.

7. SAŽETAK

Otočni sindrom predstavlja pojavu gdje otočne populacije visoke gustoće imaju smanjenu agresivnost, smanjen spolni dimorfizam i smanjen utrošak energije za reprodukciju. Kod plavo obojene populacije *Podarcis siculus klemmeri* uočena je pojava obrnutoga otočnog sindroma gdje je kod otočnih populacija promjenjive gustoće prisutna viša razina agresivnosti te je spolni dimorfizam izraženiji. Cilj ovoga seminarskog rada bio je usporediti bihevioralne karakteristike tolerantnosti, agresivnosti i povlačenja kod otočne i kopnene populacije primorske gušterice (*Podarcis siculus*) pomoću analize videosnimki provedenih bihevioralnih testova u areni otvorenoga tipa. Otočnu populaciju činilo je 5 parova jedinki mužjaka s otočića Pijavice, a kopnenu 5 parova jedinki mužjaka iz Kaštela. Mužjaci populacije više gustoće s otoka Pijavice slabije su obojeni od jedinki kopnene populacije, koje pokazuju plavo i žuto obojenje trbušnoga dijela tijela i glave. Tijekom analize bilježene su interakcije te je svakoj određen unaprijed definirani tip i kategorija ponašanja. Jedinke otočne populacije pokazale su 100-postotnu tolerantnost, dok su 3 para jedinki kopnene populacije pokazala interakcije agresivnosti i povlačenja. Navedene karakteristike otočne populacije odgovaraju definiciji otočnoga sindroma, koji se može objasniti smanjenim pritiskom predatora i smanjenom interspecijskom kompeticijom.

8. SUMMARY

The island syndrome is a phenomenon in which high density island populations exhibit reduced aggression, decreased sexual dimorphism and decreased energy allocation to reproduction. The reversed island syndrome was observed in a fluctuating density, blue coloured population of *Podarcis siculus klemmeri*, which had higher levels of aggressivity and sexual dimorphism. The aim of this seminar paper was to compare the behavioral traits of tolerance, aggressivity and retreat in island and mainland population of Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) by analyzing video-recordings of conducted behavioral trials in an open-type arena. The island population consisted of 5 pairs of males from the Pijavica island and the mainland population of 5 pairs of males from Kaštela. Males of high density population of the Pijavica island are normally coloured, while those of the land population have blue and yellow coloration of the ventral part of the body and head. During the analysis, all encounters were recorded and assigned to a predefined type and category of behavior. Males from the island population had 100 % tolerant encounters, while 3 pairs of land population showed encounters of aggressivity and retreat. Former characteristics of the island population correspond to the definition of island syndrome, which can be explained by reduced predation pressure and decreased interspecific competition.