Prirodna hibridizacija primorske gušterice - Podarcis sicula

Kalčićek, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2012

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:002848

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

PRIRODNA HIBRIDIZACIJA PRIMORSKE GUŠTERICE - *PODARCIS SICULA*

NATURAL HYBRIDIZATION OF ITALIAN WALL LIZARD - *PODARCIS SICULA*

SEMINARSKI RAD

Matea Kalčićek,

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu,

Mentor: Doc. dr. sc. Davor Zanella

Zagreb, 2012.

Sadržaj:

Uvod: 3

1. Rasprostranjenost vrste: 4

2. Biologija vrste: 6

2.1. Stanište, aktivnost: 8

2.2. Životni ciklus: 8

2.3. Prehrana i predatori: 9

3. Prirodna hibridizacija: 9

3.1. Hibridizacija *Podarcis sicula* i *Podarcis tiliguerta*: 11

3.1.1. Metode I obrada podataka 11

3.2.1. Dobiveni rezultati 13

3.1.3. Zaključak: 13

3.2. Hibridizacija *Podarcis sicula* I *Podarcis wagleriana* 16

3.2.1. Metode i obrada podataka: 16

3.2.2. Rezultati: 18

3.2.3. Zaključak: 20

4. Literatura: 22

5. Sažetak: 24

6. Summary: 25

Uvod:

Primorska gušterica, *Podarcis sicula* (*Rafinesque, 1810.*) spada u razred Reptilia – gmazovi, red Squamata - ljuskaši, podred Sauria – gušteri te podoricu Lacertidae. Ovaj iznimno dobro prilagođen gušter, uspješan je kolonizator te se pomoću čovjeka uspio proširiti i na regije van izvornog staništa. Oportunistička je vrsta koja ima veliku ekološku valenciju i sposobnost brzog širenja, što je najbolje vidljivo na Aeolijskim otocima, gdje je u potpunosti istisnula nativnu *Podarcis raffonei*, kojoj prijeti ekstinkcija. Sama prirodna hibridizacija unutar porodice *Lacertidae* nije mnogo istraživana, te za sada postoje dokazi za samo četiri poznata slučaja, u kojima je redovito sudjelovala primorska gušterica;

1) Unutar populacije *Podarcis melisellensis* sa lokaliteta Pod Mrčaru
2) Između populacija *Podarcis sicula* te *Podarcis tiliguerta*, nedaleko Sardinije
3) Između populacija *Podarcis sicula* te *Podarcis wagleriana* sa otoka Marettimo, nedaleko Sicilije
4) Između populacija *Podarcis sicula* te *Podarcis raffonei* na Aeolijskom otoku, sjeveroistočno od Sicilije

Svi slučajevi hibridizacije su dokazani pomoću elektroforeske analize genskih lokusa, prilikom čega su ustanovljeni dijagnostički lokusi za genetički čiste vrste te za hibride.Ova metoda je prilično pouzdana, s obzirom da se proučavane vrste teško razlikuju morfološki. Ja sam odlučila obraditi slučajeve hibridizacije *P. sicula* sa *P. tiliguerta* te *P. wagleriana*. Kod ovih slučajeva je dokazana hibridizacija, sa najčešće vrlo uskom preklopnom zonom, te jedinkama povratnog križanja (pronađeno kod *P. sicula* x *P. wagleriana*). Sve preklopne zone su izmjenjene ljudskom aktivnosti te se smatra da je upravo zbog toga došlo do prevladavanja izolacijskih mehanizama te mogućnosti stvaranja hibrida.

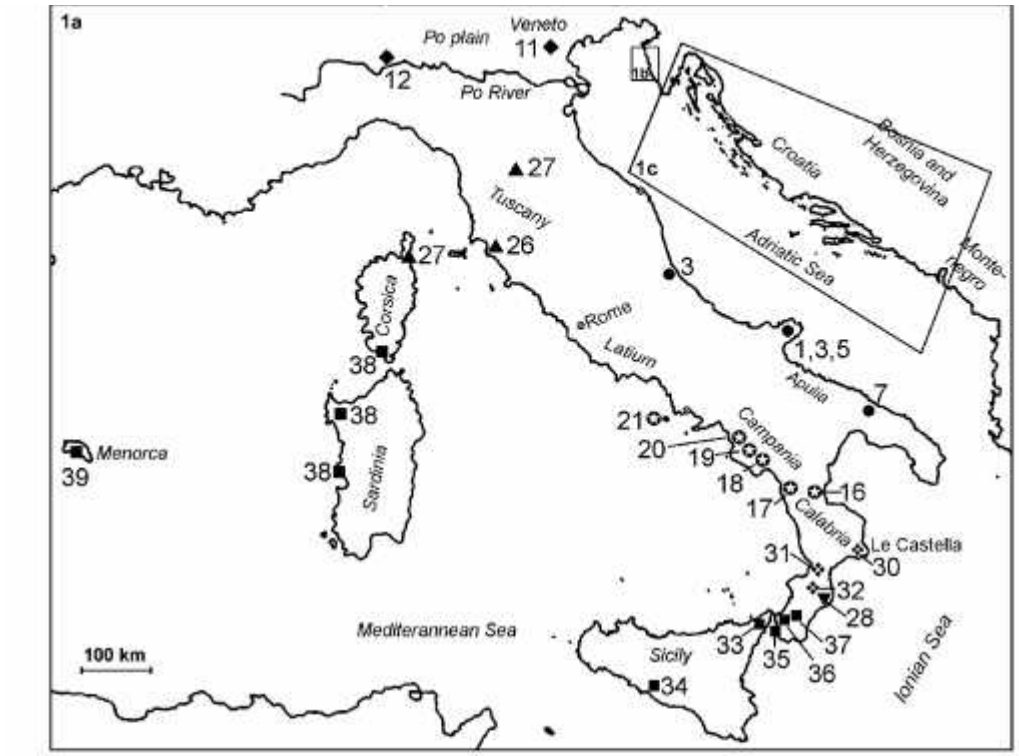
1. Rasprostranjenost vrste:

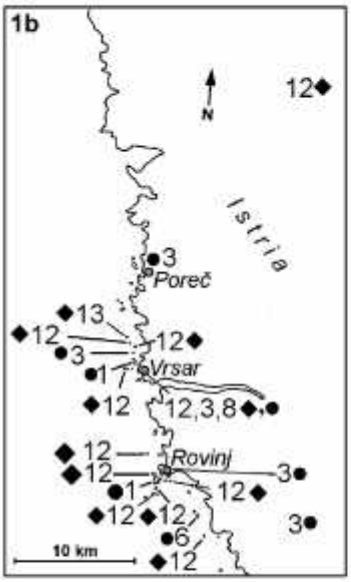
Podarcis sicula, poznata kao primorska gušterica, naseljava široko područje u središnjoj Mediteranskoj regiji. Rasprostranjena je u Italiji, otocima Siciliji, Sardiniji i Korzici te na sjevernom dijelu istočne Jadranske obale kao i na brojnim otocima. Jako je kompetitivna te uspješna vrsta tako da ju nalazimo kao unesenu na brojim drugim lokacijama, poput Portugala, Španjolske, Francuske, Turske, Libije, Tunisa, Crne Gore pa sve do USA (Behler & King, 1979). Smatra se da je upravo Italija izvorno mjesto i centar iz kojeg se širila dalje (Radovanović 1956., Schneider 1971., Gorman 1975).

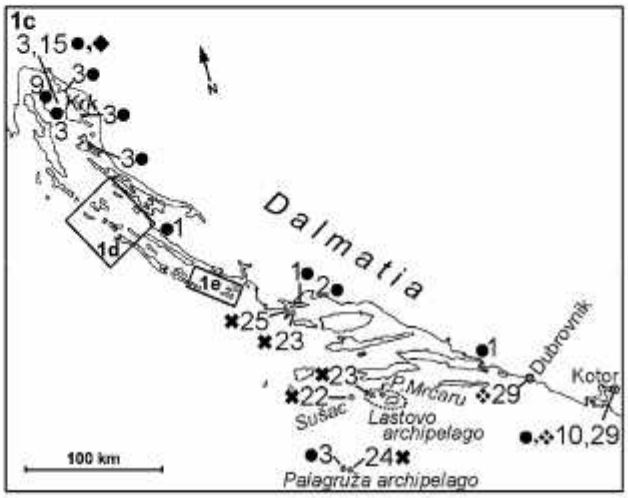
Područje istočne Jadranske obale naseljeno je sa dvije slične vrste roda *Podarcis*; *Podarcis melisellensis* za koju se smatra da je autohtona za ova područje te *Podarcis sicula*, koja je alohtona. U obalnom području ove dvije vrste koegzistiraju kao simpatričke (Clover 1979), dok na manjim otocima obično nalazimo samo jednu vrstu. S obzirom na veću kompetitivnost *P. sicul*a, *P. melisellensis* obično biva uništena (Radovanović 1960). *Podarcis sicula* predstavlja guštera koji se vrlo lako prenosi čovjekom, tako da ju često nalazimo na plažama i lukama gdje se najvjerojatnije prenosi ribarskim brodovima na susjedne otoke (Radovanović 1960). Zbog toga se smatra da je slučajan unos putem čovjeka upravo omogućio širenje na istočnu Jadransku obalu. Na južnoj dijelu istočne Jadranske obale nalazimo izolirane populacije na području Dubrovnika i Kotora, kao i na otocima Palagruža, Sušac, Kopište, Pod Kopište i Pod Mrčaru (Gorman, 1975).

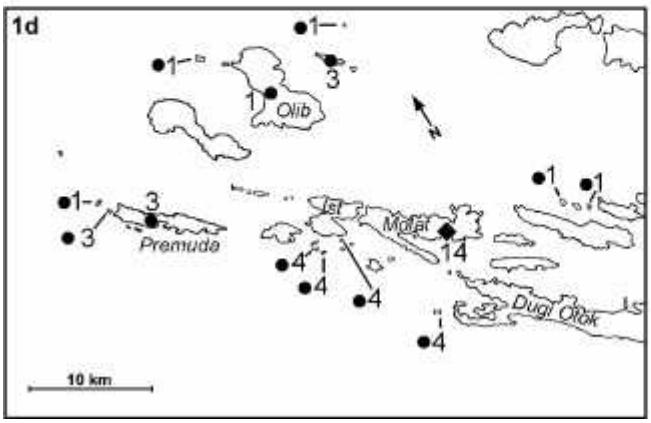
Kao posebno izdvojene za naše područje možemo navesti:

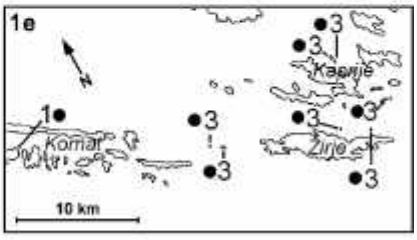
Podarcis sicula adriatica (Werner, 1902) - jadranska primorska gušterica koja je hrvatski endem, te ju nalazimo na otocima Sušac, Mala Palagruža, Bijelac (populacija *P.sicula campestris*), Kopište, Pod Kopište, Pod Mrčara, Kluda i Pijavica, nedaleko Trogira.
Podarcis sicula ragusae – dubrovačka primorska gušterica koja je ugrožena zbog izrazito uskog areala. Prilagođeno na temelju (Podnar, Mayer, Tvrtković, 2005).


1a
Po plain
Veneto
11
12
Po River
1b
1c
Croatia
Bosnia and Herzegovina
Adriatic Sea
Monte-negro
27
Tuscany
26
3
Corsica
38
Rome
Latium
1,3,5
Apulia
7
21
20
19
18
17
Campania
16
Calabria
Le Castella
31
30
32
28
38
Sardinia
Menorca
39
Mediterannean Sea
33
35
37
36
Sicily
34
Ionian Sea
100 km


1b
N
12
Istria
3
Poreč
13
12
3
1
Vrsar
12,3,8
Rovinj
10 km
6


1c
3,15
9
3
Krk
1d
1e
Dalmatia
25
23
22
Sušac
Lastovo archipelago
Mrcaru
29
Dubrovnik
Kotor
10,29
100 km
24
Palagruža archipelago


1d
Olib
Premuda
Iž
Molat
14
Dugi Otok
10 km


1e
Kaprije
Komat
Žirje
10 km

Rasprostranjenost *P. sicula* na području Jadrana ; 2005 Blackwell Publishing Ltd,

Molecular Ecology, 14, 575–588

2. Biologija vrste:

Primorska gušterica je veličine najviše do 9 cm od vrha njuške do kloake, ženke su manje od mužjaka. Vrsta je različito obojena, posebno otočne populacije, te robustne građe. Leđni dio je najčešće zelene, maslinaste ili svijetlo-smeđe boje sa prugastim uzorkom koji se sastoji od tamnijih i svijetlijih linija ili niza točaka (slika 2). U pojedinih populacija pojavljuje se i mrežasti odnosno točkasti uzorak, a također je poznata i pojava uniformno obojanih jedinki (bez šara). Trbušni dio je najčešće bijele ili sivkaste boje, često sa zelenkastim prizvukom. Na rubnim trbušnim pločicama prisutne su plave točke. U pojedinih populacija i/ili jedinki može se pojaviti i žuto ili narančasto obojenje. Na cijelom području rasprostranjenosti opisano je na osnovi vanjskog izgleda oko 48 različitih podvrsta. Međutim, prema posljednjim saznanjima sve se populacije mogu razvrstati u 6 srodnih grupa te su za točniju sliku klasifikacije pojedinih populacija potrebna daljnja istraživanja, posebice jer je širenje ove vrste potpomognuto čovjekom (HHD Hyla).



Slika 2. Izgled *Podarcis sicula*, Wikipedia.com, lipanj 2012.

2.1. Stanište, aktivnost:

Nalazimo je na otvorenim staništima, plodnim i obradivim područjima, livadama s rubnim suhozidima, živicama i grmljem, rubovima šuma, obalnim dinama, parkovima i dr. Često dolazi u gradovima i ostalim naseljenim mjestima. U usporedbi s ostalim malim gušterima prilično je dobar trkač te na otvorenim područjima često prelazi veće udaljenosti do skloništa. Na pojedinim lokalitetima može postizati i veliku gustoću - npr. više od 10000 jedinki po hektaru. Prilično agresivna vrsta, osobito prema drugim gušterima skupine Lacertidae. Živi od razine obale mora sve do 1000 m nadmorske visine, ponegdje i do 2000 m (npr. planina Etna na Siciliji).

Primorska gušterica vrlo dobro opstaje na staništima koja su drastično izmijenjena u posljednjem stoljeću (deforestacija, požari, poljoprivreda i dr.). Sposobnost ove vrste da živi u ljudskim naseljima pojačava mogućnost nenamjernog transporta, njeno preživljavanje u lukama, uspostavljanje populacija i postepeno širenje na okolna područja.
Izuzetno je dobro adaptirana na otvorena staništa te je uspješna u kompeticiji sa nativnim vrstama smanjujući njihovo područje rasprostranjenosti. Na pojedinim lokalitetima se smatra invazivnom vrstom te je odgovorna je za gubitak populacija mnogih autohtonih guštera duž Mediterana, npr. *Podarcis melisellensis*, *Podarcis raffonei* (na rubu izumiranja), *Podarcis tiliguerta*, *Podarcis muralis*.
Mora se napomenuti da pojedine podvrste, odnosno populacije, imaju ograničeno područje rasprostranjenosti te ih je vrlo bitno sačuvati, pogotovo što najnovija istraživanja pokazuju da bi neke od njih mogle dobiti i status nove vrste.

2.2. Životni ciklus:

Kao i u drugih guštera porodice Lacertidae mužjaci čeljustima uhvate ženku za bokove za vrijeme parenja. Polažu 1-5 legla godišnje, u svakome 2-12 (često 5-6) jaja. Gušterice koje se pare po prvi put polažu samo 1 do 2 legla te godine. Mužjaci su spolno zreli u prosjeku nakon 1 godine, a ženke nakon 1-2 godine, nakon što dosegnu oko 5 cm od vrha njuške do kloake, (HHD Hyla).

2.3. Prehrana i predatori:

Većinom se hrani raznim beskralješnjacima (pauci, kukci i drugi člankonošci), ali također i plodovima biljaka. Na malim otocima je zabilježen i kanibalizam (ponekad pojede mlade svoje vrste). Prirodni su joj predatori razne ptice, zmije te sisavci.

3. Prirodna hibridizacija

Jako se malo zna o prirodnoj hibridizaciji guštera porodice Lacerta. Postoje dokazi hibridizacije između roda Lacerta i Podarcis od strane Mertensa (1950, 1956, 1964, 1968), Arnolda (1973) i Mayera i Tiedemanna (1985), no svi ovi slučajevi su nastali parenjem u zatočeništvu.
Najbolje dokumentirani primjeri uspješne hibridizacije je takozvani "Darevska saxicola Complex" prema Darevskom, 1967. putem elektroforeske analize.
Prirodna hibridizacija podrazumijeva uspješno parenje u prirodnom okolišu između jedinki dvije populacije, koje se razlikuju u barem jednoj nasljednoj karakteristici.
Osnovni preduvjeti koje vrste moraju prevladati da bi došlo do procesa hibridizacije su vanjski izolacijski mehanizmi (mehanizmi prije parenja) te unutarnji izolacijski mehanizmi (mehanizmi nakon parenja). Kao glavni uzrok prevladavanja vanjskih izolacijskih mehanizama se upravo smatra narušavanje staništa kao posljedica djelovanja čovjeka, što je potvrđeno u ovim slučajevima.

Unutar roda *Podarcis* poznata su samo četiri primjera prirodne hibridizacije. Prvi primjer je unutar populacije *Podarcis melisellensis* sa našeg dalmatinskog otoka Pod Mrčaru (Gorman, 1975). Dokaz ove hibridizacije su dva pronađena alela koja su postupkom elektroforeze dokazana kao identična onima u *P. sicula*. Drugi primjer je između vrsta *P.sicula* i *P. tiliguerta*, nedaleko Sardinije, gdje je zona hibridizacije bila relativno uska te nisu nađeni primjerci povratnog križanja (Capula 2001). Također postoji primjer hibridizacije *P. sicula* te *P. raffonei* na Aeolijskom otoku, smještenom sjeveroistočno od Sicilije, gdje su nađeni primjerci obje vrste

zajedno sa F1 hibridima (Capula,1993). Ovdje je hibridna zona bila poprilično široka te je detektirana velika razina hibridizacije. Sličan primjer hibridizacije između ove dvije vrste je u prošlosti pronađen na Liparskim otocima, gdje je nađeno kod vrste *P. sicula* u genomu, genetička karakteristika vrste *P. raffonei* (Capula,1993). Treći primjer je između vrsta *P.sicula* I *P.wagleriana* sa otoka Marettimo (zapadno od Sicilije), tu su nađeni primjerci obje vrste zajedno sa F1 hibridima, zona hibridizacije je bila jako uska te u području promjene prirodnog staništa (Capula, 1993). Zbog nedostupnosti podataka vezano uz hibridizaciju na otoku Pod Mrčaru ovaj konkretan slučaj hibridizacije nisam obradila, kao niti slučaj hibridizacije sa *P. raffonei*.

3.1. Hibridizacija *Podarcis sicula* i *Podarcis tiliguerta*:

Massimo Capula je u svom radu 2002. godine istraživao moguću hibridizaciju između vrste *P. sicula* i *P. tiliguerta* putem metode istraživanja alozima (različite varijante enzima koje kodiraju različiti aleli za isti lokus). Upravo ova metoda istraživanja putem alozima se pokazala uspješnom s obzirom da su ove dvije gušterice vrlo slične morfološki; razlika je u tome što *P.sicula* ima bijeli vrat, dok *P.tiliguerta* ima crne mrlje (slika 3), no usprkos tome putem elektroforeske dijagnoze lokusa može se točno potvrditi vrsta svih individua (Capula, 1990,1996).



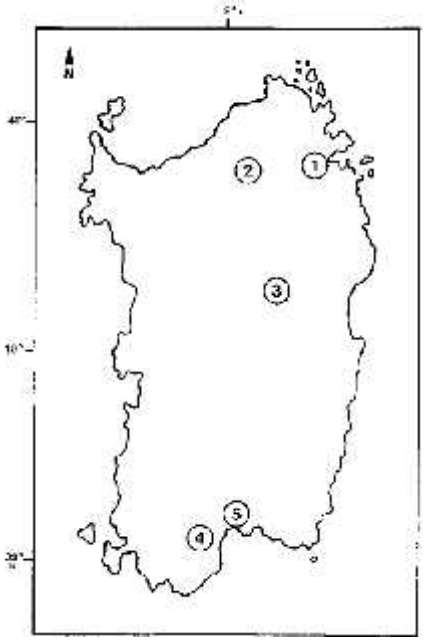
Slika 3. Morfološke razlike *Podarcis tiligue*rta (lijevo) i *Podarcis sicula* (desno), http://www.flickr.com,

3.1.1. Metode I obrada podataka:

Metode korištene u istraživanju su se sačinjavale od sakupljanja uzoraka na 5 različitih lokacija na Sardiniji, kao i uzimanje uzoraka iz Rima, koji su korišteni za usporedbu alopatričkih

populacija obje vrste. Prikupljanje materijala je trajalo od lipnja 1996. pa do studenog 1998. godine prilikom čega su napravljene elektroforeske analize za 80 uzoraka skupljenih sa tih 6 lokacija (slika 4).

Sama metoda se sastojala od toga da je svim životinjama uzet približno 1 cm repa, određen spol, fotografirane su te nakon toga puštene na lokaciju gdje su i sakupljene. Fragment repa je držan u Eppendorf tubama od 2 mL i čuvan na temperaturama od -70° sve do elektroforeske analize. Analizirani su genski produkti za 20 enzimatskih lokusa; glycerol-3-fosfat dehidrogenaza (αGpd), laktat dehidrogenaza (Ldh-1. Ldh-2), malat dehidrogenaza (Mdh-1, Mdh-2), 6-fosfoglukonat dehidrogenaza (6Pgd), gliceraldehid-3-fosfat dehidrogenaze(Gapd), superoksid dismutase (Sod-1), enzim Me-1, Me-2, isocitrat dehidrogenaze (Idh-1, Idh-2), glukamat-oksoaloacetat transaminaze (Got-1, Got-2), keratin kinaza (Ck), adenilat kinaza (Ak), manoza-6-fosfat isomeraza (Mpi), glukoza-6-fosfat isomeraza (Gpi), fosfoglukomutaza (Pgm-1, Pgm-2). U samo 4 lokusa su nađeni različiti aleli između te dvije vrste ; Idh-1, Got-1, Mpi i Gpi. Ovi lokusi su okarakterizirani kao dijagnostički između alopatrijskih ili simpatrijskih populacija *P. sicula* i *P. tiliguerta* (Capula 1996). U ovim lokusima nisu nađeni zajednički aleli između ove dvije vrste pa se tako smatraju karakterističnim za svaku od ove dvije vrste. Količina genetske divergencije između populacija je procijenjena korištenjem standardnog genetičkog identiteta (I) i standardne genetičke udaljenosti (D), (Nei, 1978).



Slika 4. Lokacije prikupljanja *P. sicula* i *Podarcis tiliguerta*, Amphibia-Reptilia 23; 313-321.

3.2.1. Dobiveni rezultati:

Genetički čiste *P. sicula* i *P. tiliguerta* su nađene na 5 od ukupno 6 lokacija sa kojih su uzeti uzorci. Analize uzoraka pokazuju razlike između 4 lokusa koji su karakteristični za svaku populaciju, pa tako kod *P. sicula* nalazimo allele Idh-1^{100}, Got-1^{100}, Mpi^{100}, Gpi^{100} , dok kod *P.*

tiliguerta nalazimo Idh- , Got- , Mpi, Gpi .

3.1.3 Zaključak:

Prirodna hibridizacija je uočena na lokalitetu cca 3 km NW od Capoterre (južna Sardinija), gdje su dvije vrste simpatričke. Na ovom lokalitetu su nađene genetički čiste *P. sicula* i *P. tiliguerta*, zajedno sa F1 hibridima. Razina hibridizacije je relativno niska (0,13), tablica 1.
F1 hibridi su okarakterizirani sa heterozigotnim genotipovima na 4 dijagnostička lokusa;

$^{100/108}$ $^{100/104}$

Idh- , Got- , Mpi $^{98/100}$, Gpi$^{95/100}$.

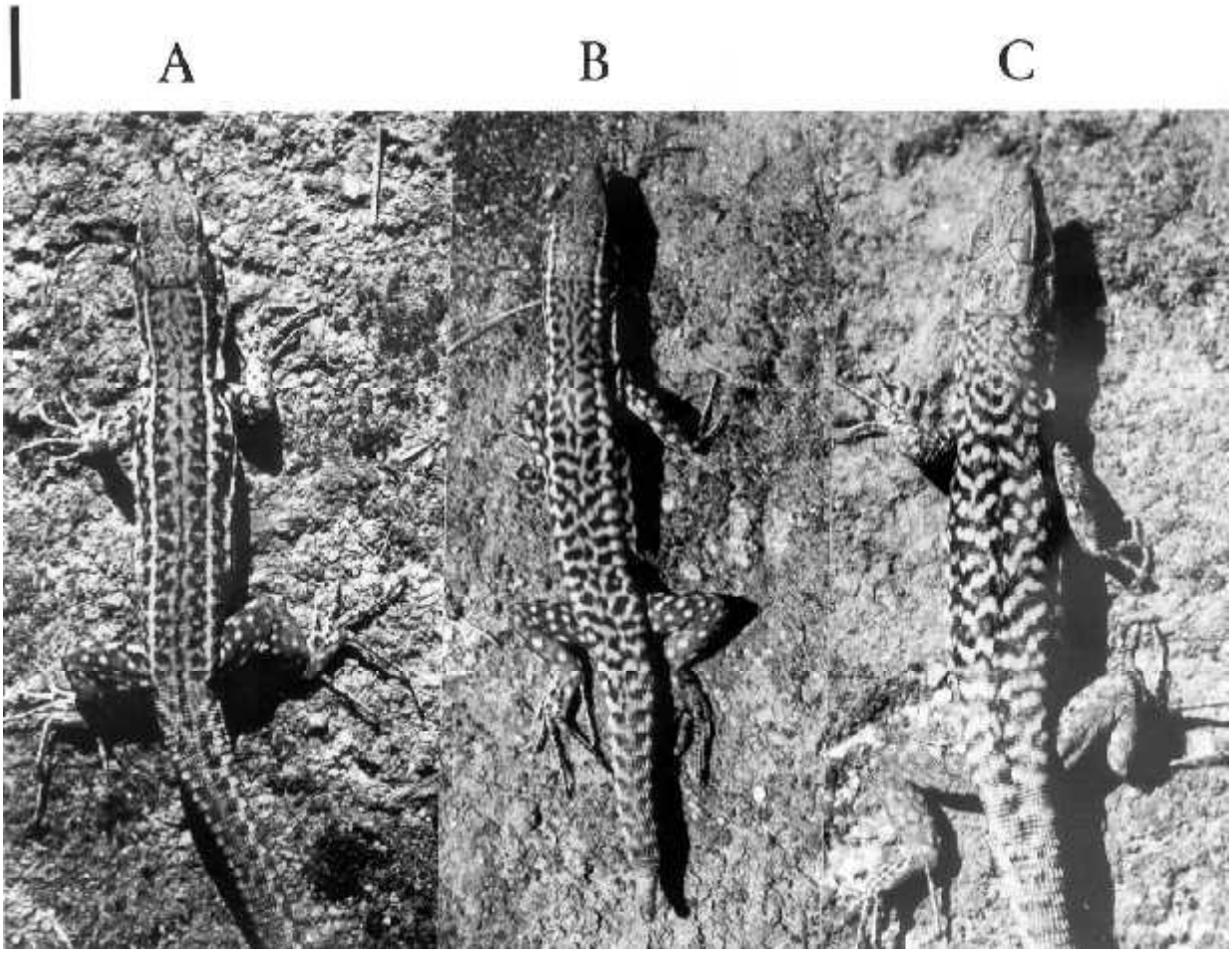
Nisu nađeni primjerci povratnog križanja. *P.sicula* i *P. tiliguerta* su nađeni u koegzistenciji u degradiranim poljima i makiji. *Podarcis tiliguerta* je široko rasprostranjena na ovom području, dok je *Podarcis sicula* jako lokalizirana te se javlja gotovo isključivo u promijenjenim staništima. Ove dvije vrste imaju jako usku zonu hibridizacije (ne širu od 1 km).

Tablica 1. Lokaliteti sakupljanja *Podarcis tiliguerta* i *P. sicula,* broj parentalnih tipova (Np) i hibrida (Nh) definiranih elektroforeski sa svakog lokaliteta.

Lokalitet	Vrsta	Np	Nh
Olbia	*P. tiliguerta*	14	0

Tempio Pausania	*P. tiliguerta*	19	0
Nuoro	*P. tiliguerta*	7	0
Capoterra	*P. tiliguerta I P. sicula*	10 ; 10	3
Cagliari	*P. tiliguerta*	8	0
Roma	*P.sicula*	9	0

Capula je 2001. Ovim radom dokazao prirodnu hibridizaciju između *P. sicula* i *P. tiliguerta* na uskom području južne Sardinije. Sama činjenica da nisu nađeni primjerci povratnog križanja upućuje na to da postoje efektivni izolacijski mehanizmi, te da je šansa za hibridizacijom vrlo mala. No on u svojem radu nije isključio u potpunosti mogućnost postojanja povratnog križanja; moguće je da oni jednostavno nisu bili prikupljeni s obzirom na to da su vrlo rijetki.



Slika 5. Morfološke razlike *P. tiliguerta* (A), F1 hybrid *P. sicula* & *P. tiliguerta* (B), *P. sicula* (C) sa lokaliteta Capoterra (južna Sardinija), Amphibia-Reptilia 23; 313-321.

3.2.Hibridizacija *Podarcis sicula* I *Podarcis wagleriana*:

Ova hibridizacija je detektirana pomoću metode alozimske varijacije između ove dvije populacije sa područja Sicilije, Aegadijskih i Aeolijskih otoka. Na ovom području vrste su nađene kao simpatrične (Capula, 1990). Na morfološkoj razini razlikovanje ove dvije vrste je otežano jer su vrlo slične u anatomiji, postoji samo manja razlika u boji (Arnold i Burton, 1978).

3.2.1.Metode i obrada podataka:

Uzorci su uzimani sa 10 lokacija sa Sicilije, Aegadijskih i Aeolskih otoka (slika 6). U 8 od ovih lokacija *P. sicula* i *P. wagleriana* su nađene kao simpatričke vrste. Sveukupno su prikupljene 302 jedinke sa svih lokaliteta, slika 6.

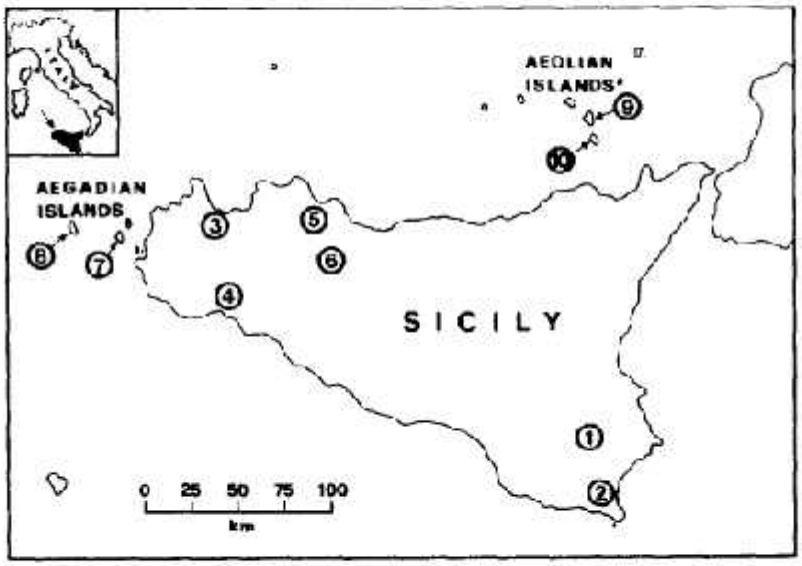


FIG. 1. MAP OF SICILY, AEGADIAN ISLANDS, AND AEOLIAN ISLANDS SHOWING LOCALITIES FROM WHICH LIVING MATERIAL WAS EXAMINED BIOCHEMICALLY. 1, Palazzolo Acreide; 2, Portopalo; 3, Castellammare del Golfo; 4, Selinunte; 5, Palermo; 6, Focuzza; 7, Favignana; 8, Marettimo; 9, Lipari; 10, Vulcano. Insert shows location of the study area.

Slika 6. Lokacije uzimanja uzoraka *P. sicula* i *P.wagleriana*, Biochemical Systematics and Ecology, Vol.21, No.3.

Prikupljeni uzorci su bili anestezirani pomoću etilnog etera te potom sicirani. Uzorci tkiva su čuvani na temperaturama od -70°, dok je standardni gel za elektoforezu nanošen na tkivo mišića nogu koje je prethodno smrvljeno u destiliranoj vodi. Elektroforeza se odvijala na 7~9 V/cm pri 5° C četiri do šest sati. Nakon toga gelovi su podijeljeni u dva dijela pri čemu su u svakom dijelu traženi specifični enzimi. Analizirani su genski produkti za enzimatske lokuse ; glycerol-3-fosfat dehidrogenaza (αGpd), laktat dehidrogenaza (Ldh-1. Ldh-2), malat dehidrogenaza (Mdh-1, Mdh-2), 6-fosfoglukonat dehidrogenaza (6Pgd), gliceraldehid-3-fosfat dehidrogenaze(Gapd), superoksid dismutase (Sod-1), enzim Me-1, Me-2, isocitrat dehidrogenaze (Idh-1, Idh-2), glukamat-oksoaloacetat transaminaze (Got-1, Got-2), keratin kinaza (Ck), adenilat kinaza (Ak), manoza-6-fosfat isomeraza (Mpi), glukoza-6-fosfat isomeraza (Gpi), fosfoglukomutaza (Pgm-1, Pgm-2), adenozin deaminaza (Ada), karbonatna anhidraza (Ca), manoza fosfat izomeraza (Mpi) te glukoza fosfat izomeraza (Gpi). Uz to gledana su tri ne-enzimatska proteina (Gp-1, Gp-2, Gp-4).

4 lokusa su određena kao dijagnostička Gapd, Got-1, te 2 proteina Gp-1 i Gp-2. U ovim lokusima nisu nađeni zajednički aleli vrsta *P. sicula* I *P. wagleriana* (Capula, 1990). Količina genetske raznolikosti između populacija je procijenjena pomoću standardnog genetičkog identiteta (I) te standardne genetičke udaljenosti (D), (Nei 1978).

3.2.2. Rezultati:

Pomoću elektroforeske analize populacija iz Sicilije otkrivene su genetički čiste *P. sicula* i *P. wagleriana* u područjima simpatrije (lokacije 1-5) kao i u području alopatrije (lokacija 6). Za *P.*

sicula su pronađeni dijagnostički aleli ; Gapd^{100}, Got-1 1 2, Gp-1 1 2, Gp-1 1 2. Dok su za *P. wagleriana* su dijagnostički aleli ; Gapd, Got-1 1 2, Gp-1 1 2, Gp-1 1 2.

Uzorci ove dvije vrste sa područja Sicilije su genetički vrlo različiti, sa prosjekom D = 0,46

prema postupku Nei-a temeljenom na analizi 26 lokusa. F1 hibridi imaju dijagnostičke alele ;

Gapd, Got-, Gp-. Broj parentalnih tipova i F1 hibrida, zajedno sa članovima povratnog križanja je prikazan u tablici 2.

Prirodna hibridizacija je detektirana samo na lokacijama Marettimo i Vulcano te vjerojatno na lokaciji Lipari. Na lokaciji Marettimo, pronađeni su parentalni čisti primjerci *P. sicula* i *P. wagleriana* zajedno sa dva pronađena F1 hibrida (razina hibridizacije je niska; iznosi 0,078), tu

su također pronađena i dva primjerka povratnog križanja sa lokusima Gapd, Gp-,

Gp-, no sa drugačijim četvrtim lokusom koji odgovara vrsti *P. wagleriana*, Got-

.

Tablica 2. Lokaliteti sakupljanja *Podarcis sicula* and *P. wagleriana* te broj parentalnih tipova i hibrida, definiranih elektroforeskom analizom na svakom lokalitetu, Amphibia-Reptilia 23; 313-321.

Lokalitet	Vrsta	Roditeljska generacija	Broj hibrida
Palazzolo Acreide (Sicily)	*P. sicula*, *P. wagleriana*	15 4	0
Portopalo (Sicily)	*P. sicula* *P. wagleriana*	4 5	0
Castellammare del	*P. sicula*	4	0

Golfo (Sicily)	*P. wagleriana*	10	
Selinunte (Sicily)	*P. sicula* *P. wagleriana*	21 11	0
Palermo (Sicily)	*P. sicula* *P. wagleriana*	8 10	0
Ficuzza (Sicily)	*P. wagleriana*	8	0
Favignana (Aegdijski otoci)	*P. sicula* *P. wagleriana*	11 18	0
Marettimo (Aegdijski otoci)	*P. sicula* *P. w. marettimensis*	15 32	4*
Lipari (Aeolski otoci)	*P. sicula*	16	5+
Vulcano (Aeolski otoci)	*P. sicula* *P. w. antoninoi*	72 14	15+/-

*Dva F1 hibrida I dva potomka sa povratnog križanja prema *P. sicula*

+ Svi hibridi nedeterminiranog statusa

+/- svi F1 hibridi

3.2.3. Zaključak:

Marettimo je malen otok u Aegidskom arhipelagu , veličine 12,06 km². *Podarcis wagleriana* je vrsta koja je široko rasprostranjena na ovom lokalitetu, dok *Podarcis sicula* nalazimo u ograničenom području. Ove dvije vrste koegzistiraju samo na degradiranim poljima te lokalitetu blizu samog sela Marettimo. Zona hibridizacije je vrlo uska, ne prelazeći nekoliko stotina metara u širinu.

Na lokalitetu Vulkano – otočić površine oko 21,2 km² pozicioniran oko 230 km od Marettima, nađeno je 15 F1 hibrida, zajedno sa genetički čistom parentalnom genetacijom. Ovdje je razina hibridizacije bila veća nego na Marettimo otoku te je iznosila 0.148. Kod hibrida su uočene promjene na gonadama te u morfologiji. Pošto je ovaj otočić uvelike izmjenjen zbog brojnih požara, deforestacije te pojačane turističke aktivnosti, *Podarcis sicula* je uvelike potisnula autohtonu populaciju *Podarcis wagleriana*, koju nalazimo na dva lokaliteta ; jedan na južnom

dijelu otoka, te jedan na sjevernom dijelu otoka. Upravo na ovim dijelovima dolazi do hibridizacije između ove dvije vrste, sa hibridnom zonom širine oko 2 km.

Na lokaciji Liparski otoci nisu nađeni tragovi *P. wagleriana* kao posljedica moguće kompeticije sa oportunističkom *P. sicula* (Capula, 1992). Tijekom analize svih uzoraka sa ovog lokaliteta pronađen je alel Idh$^{-1^{106}}$ koji je prije smatran isključiv u *P. wagleriana*. Ovo saznanje bi moglo upućivati na to da su ove dvije vrste u prošlosti bile simpatričke na otoku te da je postojala zona hibridizacije što je uzrokovalo ugradnju ovog alela u genom *P. sicula.*

Dokazi prirodne hibridizacije su nađeni na lokalitetima Marettimo i Vulcano kao posljedica preklapanja područja ove dvije vrste prilikom čega vanjski izolacijski mehanizmi nisu djelovali. Pretpostavlja se da su ovi lokaliteti sekundarna preklopna područja koja su nastala, najvjerojatnije, kao posljedica širenja areala *P. sicula* u područje *P. wagleriana*, te su jedina područja gdje ove dvije vrste koegzistiraju.

4.Literatura:

Arnold, E.N., 1973. Relationships of the Palaearctic lizards assigned to the genera Lacerta, Algyroides and Psammodromus (Reptilia: Lacertidae). *Bulletin of the British Museum Natural History* **25**, 291-366.

Arnold, E.N., Burton, J.A., 1978. A field guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe, London

Behler, J.L., King, F.W., 1979. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians., Afred Knopf, New York, pp. 50-90.

Capula, M. 2002. Genetic evidence of natural hybridization between *Podarcis sicula* and *Podarcis tiliguerta* (Reptilia: Lacertidae). *Amphibia – Reptilia* **23**, 313-321.

Capula, M., 1996. Evolutionary genetics of the insular lacertid lizard *Podarcis tiliguerta*; *Genetic structure and population heterogeneity in geographically fragmented species* **77**, 518-529.

Capula, M., 1993. Natural hybridization in *Podarcis sicula* and *Podarcis wagleriana* (Reptilia: Lacertidae). *Biochemical Systematics and Ecology* **21**, 373-380.

Clover, R.C., 1979. Phenetic relationships among populations of *Podarcis sicula* and *Podarcis melisellensis* from islands in the Adriatic sea. *Systematic Zoology* **28**, 284-298.

Darevsky, I.S., 1967. Rock lizards of the Caucasus; Systematics, ecology and phylogenesis of the polymorphic groups of Caucasian rock lizards of the Subgenus Archaeolacerta. Leningrad, Nauka Press , pp. 250-260.

Gorman, G.C., 1975. Evolutionary genetics of insular Adriatic lizards, *Evolution* **29**, 52-71.

Mayer, W., Tiedemann, F., 1985. Heart-lactate dehydrogenase; an allozyme marker differentiating *Lacerta tilineata* and *Lacerta viridis* in Southern Europe. *Amphibia – Reptilia* **6**, 163-172.

Mertens, R., 1968. Uber Reptilienbastarde IV. *Senckenbergiana biologie* **49**, 1-12.

Nei, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from small number of individuals. *Genetics* **89**, 583-590.

Podnar, M., Mayer ,W., Tvrtković, N., 2005. Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula* as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology* **14**, 575-588.

Radonović, M., 1960. Die Bedentung der Verschleppung in der Ausbreitung der Iuseleidechsen. *Zoologischer Auzeiger* **23**, 501-506.

Schneider, B., 1971. Das Thyrrhenisproblem Interpretation Auf Zoogeographischer Grundlage, Dargestellt an Amphibien und Reptilien. PhD Thesis, University of Saarbrucker, pp. 190-215.

Werner, F., 1902. Beitrage zur Kenntnis der Fauna einiger dalmatischer Inseln. *Zoologische-botanische Jurnal* **52**, 362-388.

http://www.flickr.com/photos/taurielloanimaliorchidee/6236820763/, lipanj 2012.

http://www.hhdhyla.hr/index.php?page=primorska-gusterica, lipanj 2012.

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Podarcis_sicula_rb_edit.jpg, lipanj 2012.

5.Sažetak:

Svi obrađeni primjeri prirodne hibridizacije su povezani sa promjenom staništa, najčešće povezanoj sa ljudskom aktivnošću, koja je utjecala na životne areale pojedinih vrsta guštera (slučajno unošenje alohtone vrste *Podarcis sicula* na otoke Marettimo i Vulkano) te na povećanje simpatričkog prostora. Promjene u staništu također su mogle utjecati na slabljenje vanjskih izolacijskih mehanizama što je rezultiralo stvaranjem hibrida. Dokazi hibridizacije su otkriveni pomoću elektoforeske analize alozima pri čemu su otkriveni dijagnostički aleli za svaku od analiziranih vrsta, pa tako su kao dijagnostički kod vrste *Podarcis sicula* otkriveni

1 1

Idh- , Got- , Mpi, Gpi, dok su kod *Podarcis tiliguerta* određeni lokusi

1 1

Idh- , Got- , Mpi, Gpi. Hibridizacija je u ovom slučaju uočena na lokalitetu 3 km NW od Capoterre (južna Sardinija) gdje su vrste nađene kao simpatričke, dok je uočena zona hibridizacije jako lokalizirana (ne šira od 1 km). Na ovom lokalitetu nisu pronađeni primjerci povratnog križanja.

U drugom primjeru, gdje su proučavane populacije sa Sardinije, Aegadijskih te Aeolijskih otoka, elektroforeski su analizirane ukupno 302 jedinke, te su otkriveni dijagnostički aleli za vrstu

1 1 2

Podarcis sicula Gapd, Got- , Gp- , Gp- te za vrstu *Podarcis wagleriana*

1 1 2

Gapd, Got- , Gp- , Gp- . U ovom primjeru su pronađeni F1 hibridi sa

lokusima Gapd, Got- , Gp- , kao i primjerci povratnog

križanja sa lokusima Gapd, Gp- , Gp- te sa lokusom Got- koji je karakterističan za *P. waglerianu*, čime je dolazana hibridizacija je na područjima Marettimo i Vulcano gdje su oslabljeni izolacijski mehanizmi.

Mišljenja sam da je hibridizacija dokazana u oba primjera, upravo zahvaljujući analizama temeljenim na lokusima. Sama činjenica da su pronađeni primjerci povratnog križanja upućuje na to da su ove vrste uspješno prevladale izolacijske mehanizme te da su sposobne stvarati fertilne potomke što povlači potrebu za novim istraživanjima, u svrhu otkrivanja prirode samih individua povratnog križanja. Također smatram da je iznimno važno provesti istraživanja hibridizacije na našoj obali s obzirom na samu prirodu *Podarcis sicula* te njenu iznimnu sposobnost prilagodbe. Kao još jedan faktor koji je meni zanimljiv je sama činjenica da su hibridi nađeni u izmjenjenim te degradiranim staništima, tako da bi bilo korisno saznati koji točno faktori utječu na povećanu sposobnost hibridizacije te zašto je to tako.

6. Summary:

Every known case of natural hybridization is related with changes of natural habitat, mostly connected with human activity such as introduction of *Podarcis sicula* on islands Marettimo and Vulcano and with increase of the sympatric space. Changes in habitats could have resulted in weakening of the isolation mechanisms which could have led into hybridization. Evidence of hybrids were found using electrophoretic analysis of the allozymes, thanks to which diagnostic

loci were discovered. The genetically pure *Podarcis sicula* has Idh- , Got- , Mpi,

1 1

Gpi, while genetically pure *Podarcis tiliguerta* has Idh- , Got- , Mpi, Gpi. Thanks to this, hybrid zone was detected about 3 km NW from Capoterra (south Sardinia), with width no greater than 1 km. Backcross individuals were not found at this location.

In second case, populations from Sardinia, Aegadian and Aeolian Archipelago were analysed (the total of 302 individuals). Here the diagnostic loci for *Podarcis sicula* were Gapd, Got-

1 1 2 1

, Gp- , Gp- , and for *Podarcis wagleriana* Gapd, Got- , Gp-

1 2

, Gp- . F1 Hybrids were found with following loci : Gapd$^{\frac{94}{100}}$, Got-

$1^{\frac{100}{105}}$ $2^{\frac{95}{100}}$

, Gp- , as well as the backcross individuals with loci Gapd, Gp-

1 2 1

, Gp- , and loci Got- that was previously typical for *Podarcis wagleriana*. This shows that hybridization took place in Marettimo and Volcano where the isolation mechanisms were weakened.

In my opinion, M. Capula managed to prove the hybridization in both cases, thanks to allozyme analysis. The mere fact that backcross individuals were found indicates that species successfully overcame isolation mechanisms, and the fact that they were able to produce fertile offsprings indicates that more research is needed to discover the ecology of these individuals. Also I think that it is very important to carry out a study on hybridization on our coast, keeping in mind the very nature of *Podarcis sicula* and her exceptional ability to adapt. Also, a very interesting fact,

in my opinion, is that all hybrids were found in degradated and alternated habitats so further research would be advised to learn exactly which factors influence the rise of hybridization and why.