

Kaj lahko vpliva na asimetrijo telesnih značilnosti pri kuščaricah?

Besedilo: Ajša Alagić in Anamarija Žagar Foto: Ajša Alagić

Preplet različnih stresnih dejavnikov iz okolja (biotskih in abiotičnih) lahko zmoti proces razvoja organizmov in s tem privede do raznih vidnih telesnih sprememb. Te spremembe so lahko za organizem tudi škodljive, če vplivajo na njegovo preživetje. Zato je pomembno, da stres v okolju pravočasno zaznamo in raziskujemo vplive stresnih dejavnikov. Eden možnih načinov ovrednotenja vpliva stresnih dejavnikov je uporaba asimetrij telesnih značilnosti.

Pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*) in velebitska oz. horvatova kuščarica (*Iberolacerta horvathi*) sta si ekološko in morfološko zelo podobni. Ker se na določenih območjih pojavljata skupaj in med njima lahko prihaja do medvrstnega tekmovanja, smo v magistrskem delu prve avtorice z naslovom *Vpliv biotskih in abiotičnih dejavnikov na asimetrijo telesnih značilnosti pri kuščaricah* želeli ugotoviti, ali medvrstne interakcije vplivajo na njune morfološke značilnosti s pojavom telesnih asimetrij. Zaradi vedno večje urbanizacije in povečane onesnaženosti v mestih smo želeli preučiti tudi vpliv urbanizacije na pozidno kuščarico, ki je razširjena tako v neurbanih kot v urbanih okoljih. Plazilci so ektotermni organizmi in njihova telesna temperatura je odvisna od zunanjega okolja in vedenjske termoregulacije (z izpostavljanjem soncu se plazilci segrevajo in z umikom v senco ohlajajo). V hladnejših okoljih morajo kuščarice vložiti več energije v aktivno vedenjsko segrevanje telesa. Ker obe vrsti



Bilateralna simetrija pri kuščaricah.

živita na raznolikem razponu nadmorskih višin in ker se z višanjem nadmorske višine okoljske temperature praviloma nižajo, smo preučili tudi vpliv nadmorske višine – in posledično nižjih okoljskih temperatur – na pojavljanje asimetrije pri kuščaricah. Zaradi morfološke in ekološke podobnosti obeh vrst bi lahko na območjih s prisotnostjo obeh vrst kuščaric prihajalo do tekmovanja za vire hrane, skrivališča, lege za sončenje itd. Zaradi tega je bil tretji preučevani dejavnik (potencialno) medvrstno tekmovanje.

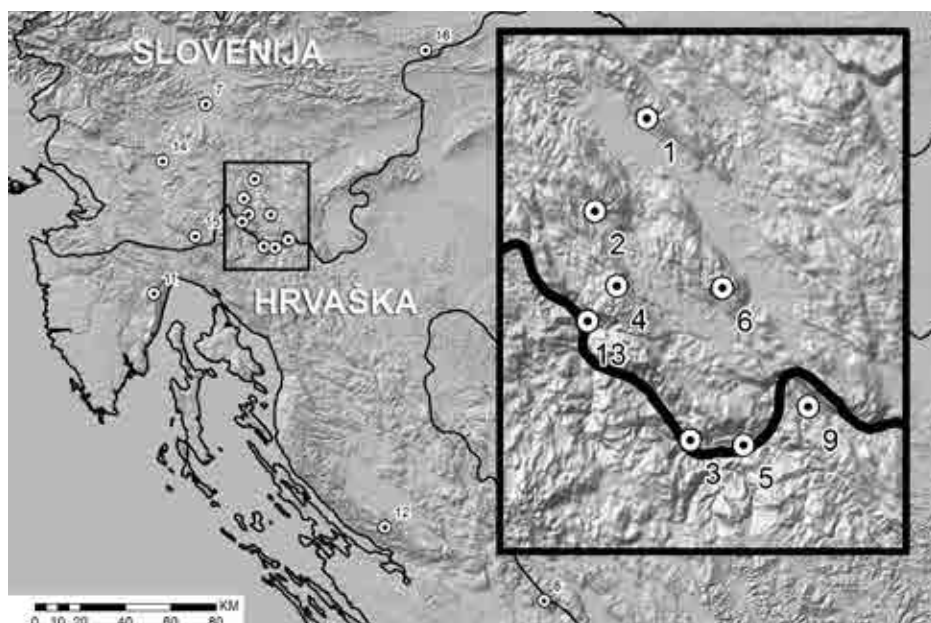
Povsod v živem svetu lahko najdemo simetrijo, npr. bilateralno ali zrcalno, radialno ali zvezdasto, rotacijsko, dihedrarno, translacijsko ... Tudi pri organizmih, ki

se na prvi pogled ne zdijo simetrični, jo lahko najdemo, npr. pri spužvah fraktalno simetrijo. Najpogostejša oblika simetrije v živalskem svetu je bilateralna simetrija, kar pomeni, da sta leva in desna stran zrcalni sliki druga druge. Takšna simetrija obstaja pri vretenčarjih, tudi pri kuščaricah. Če je organizem v prevelikem stresu, za spopadanje z njim porablja energijo, ki bi jo moral vložiti v lasten razvoj (rast in razmnoževanje). Posledično lahko v takšnih situacijah pride do razvojne nestabilnosti, ki se izrazi v različno močnih odklonih od popolne simetrije, ki se pojavijo med razvojem osebkov. V strokovnem žargonu takšno odstopanje od popolne simetrije, ki se pojavi med razvojem osebkov, poimenujemo nihajoča asimetrija. Prav ta tip asimetrije pri kuščaricah smo raziskovali v naši nalogi. Nihajoča asimetrija ima veliko uporabno vrednost v raziskavah, saj se lahko uporabi kot indikator okoljskega in genetskega stresa, prav tako pa je pogosto uporabljena za merjenje kvalitete in zdravja osebkov ter populacij. S pomočjo nihajoče asimetrije pri vrsti drozga *Turdus helleri* so na primer odkrili prisotnost stresa (onesnaženosti) v habitatu. Ugotovili so, da so imeli drozgi z bolj asimetrično dolžino nožne kosti manjše možnosti preživetja v primerjavi z drozgi z bolj simetričnimi nožnimi kostmi.

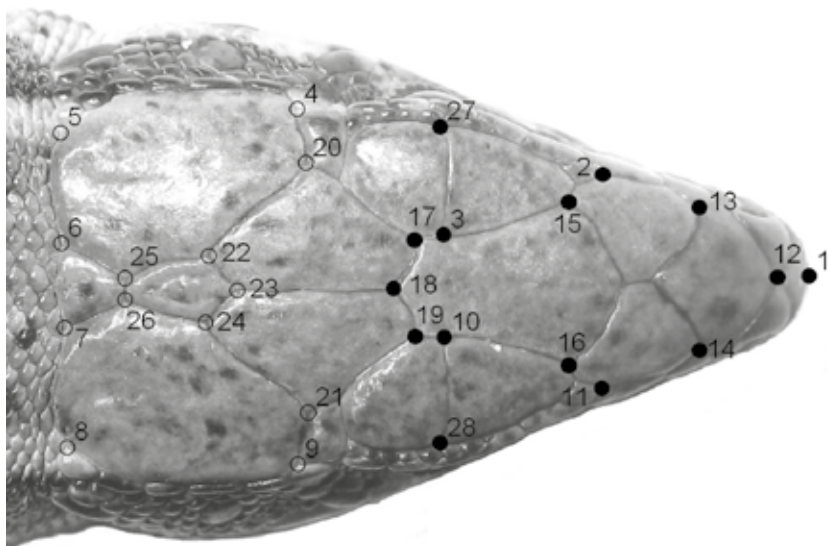
V naši raziskavi smo preučevali vpliv treh potencialno stresnih dejavnikov na asimetrijo glave in število lusk na glavi in nad očmi. Geometrijsko morformetrično metodo smo uporabili za pridobivanje



Velebitska kuščarica (*Iberolacerta horvathi*; levo), trdnjava Kluže, in pozidna kuščarica (*Podarcis muralis*; desno), Bavšica.



Lokalizacije preučevanih populacij. V desnem okvirju je zaradi boljše vidljivosti približano območje Kočevske, kjer je bila gostota vzorčnih točk višja.



Plazilci so v splošnem zelo primerni za preučevanje asimetrije v morfoloških značilnostih, saj imajo mnogo možnih metričnih (udi in dimenzije glave) in števnih parnih značilnosti (luske, femoralne pore), ki jih je relativno lahko izmeriti. Tudi glava kuščaric je še posebej primerna za preučevanje vpliva okoljskega stresa na njihov razvoj, saj je razvojno precej kompleksna in vključena v mnoge zelo pomembne ekološke in socialne aktivnosti (hranjenje, parjenje, pridobitev in obramba habitata). Označene so mejne točke na glavi kuščarice, ki jih uporabljamo pri geometrijski morfometriji in morajo biti takšne, da jih lahko določimo na vseh osebkih, ter so enakomerno razporejene po morfološki strukturi. Njihove koordinate nam služijo kot spremenljivke pri analizah.

podatkov o obliki glave. Te smo nato analizirali z modificiranimi statističnimi metodami za analizo asimetrije in uporabili znane indekse asimetrije. V raziskavo je bilo vključenih šestnajst populacij obeh vrst z različnih lokacij po Sloveniji in na Hrvaškem. Vzorčenje osebkov je potekalo v letih 2011–2015.

Glavna ugotovitev naše raziskave je bila, da je pri obeh vrstah kuščaric prisotna nihajoča asimetrija v številu lusk na glavi, nad očmi in v obliki glave. V splošnem so imele velebitske kuščarice bolj asimetrične glave, kar lahko nakazuje na to, da bi lahko bile pod večjim stresom med razvojem. Vzrok je lahko tudi genetski, saj so analize pokazale tudi prisotnost drugega

tipa, t. i. usmerjene asimetrije (asimetrija, o kateri govorimo, ko se na eni strani neka telesna lastnost razvije bolj kot na drugi in obstaja nagnjenost za eno od strani), vendar obeh dejavnikov (zunanji ali genetski) ne moremo ločiti.

Izkazalo se je, da je pojav asimetrije različen na različnih nadmorskih višinah (pri različnih okoljskih temperaturah), vendar ni bilo opaziti izrazitega trenda za nobeno od vrst. Najbolj asimetrično glavo so imele kuščarice obeh vrst v populacijah na srednjih nadmorskih višinah. Razmišljamo, da bi bilo to lahko povezano z razpoložljivostjo ugodnih habitatov za kuščarice glede na nadmorsko višino. Na srednjih nadmorskih višinah namreč ni toliko od-

prtih območij, ki so poleg tega tudi majhna in izolirana, saj tam prevladuje strnjen gozd. Nasprotno so na nizkih nadmorskih višinah odprte površine zaradi prisotnosti človeka, na visokih nadmorskih višinah pa so večje odprte površine ob robovih vodotokov in ostenij. Na srednjih nadmorskih višinah je tudi več sintopičnih populacij (v katerih sta prisotni obe vrsti); posledično bi lahko zato na srednjih nadmorskih višinah prihajalo do tekmovanja za sončne lege med vrstama in s tem do večjega stresa, ki se lahko izrazi v asimetrijah. Vpliv medvrstnega tekmovanja se sicer ni izkazal kot dejavnik, ki v neodvisnosti od nadmorske višine vpliva na pojav asimetrije, vendar smo opazili, da so imele kuščarice iz alotopičnih populacij (v katerih je prisotna le ena od obeh vrst) daljša telesa in večje glave kot kuščarice iz sintopičnih populacij. To bi lahko nakazovalo, da je ob prisotnosti ene same vrste prisotnega manj stresa, ker ni medvrstnega tekmovanja, zato lahko vrsti vlagata več energije v razvoj svojih teles.

Naše raziskave niso pokazale razlik v asimetrijah med populacijami pozidne kuščarice iz urbanih in neurbanih okolij. To lahko pomeni, da okolje v Rožni dolini (Ljubljana) in na pokopališču sv. Štefana pri Fari (Ribnica), ki smo ga opredelili kot urbano, še ni tako onesnaženo, da bi onesnaženje negativno vplivalo na razvoj tam živečih kuščaric. Seveda bi bilo v prihodnosti dobro raziskati potencialni vpliv urbanizacije v drugih večjih mestih, kjer je dovoljena meja trdih delcev v zraku pogosto prekoračena (npr. Maribor, Celje, Trbovlje, Zagorje), in na površinah, kjer se uporablja veliko pesticidov in drugih toksičnih spojin.

Ko smo zaključili raziskavo, so se nam odprla tudi nova vprašanja in ideje za prihodnje delo. Neobhodno potrebne so nadaljnje poglobljene raziskave, da bomo lahko bolje razumeli možne razloge za razlike v asimetrijah, ki jih je bilo več pri velebitski kuščarici kot pri pozidni kuščarici. Zakaj je bilo asimetrije največ na srednjih nadmorskih višinah – ali ima lahko velikost odprte površine vpliv na to in kakšen je ta vpliv? Menimo, da je preučevanje asimetrije lahko izredno uporabna metoda za zgodnje odkrivanje stresnih dejavnikov pri vrstah in bi se lahko v prihodnosti smiselno uporabilo tudi kot orodje za ocenjevanje stanja populacij v naravi. Predvsem je lahko uporabno za primere, ko se v naravi pojavi večja okoljska sprememba, na primer razlitje toksičnih snovi ali prekomerno onesnaževanje; v takih situacijah bi lahko spremljali pojav asimetrije v populaciji po okoljski katastrofi kot indikator stresa. ☘