ALTERNATOR
Misliti znanost.

Barvitost narave – ali gre za modo ali ima raznobarvnost pri vrstah pomen?

19. 1. 2023

Številka: 03/2023

Avtorici:

- Tatjana Simčič
- Anamarija Žagar



Foto: Marjan Artnak

Barva je ena od najbolj spremenljivih in opaznih lastnosti v naravi. Običajno se nam dogaja, da nas barvitost narave prevzame in navduši, le redko se pa ob tem vprašamo, ali morda vsa ta pisanost le ni naključna in se dejansko za njo skriva nekaj več. Dobro je poznana zelena obarvanost rastlin, v katerih s pomočjo zeleno obarvanega klorofila poteka proces fotosinteze, ki je ključnega pomena za proizvodnjo hrane. Kako je pa z barvitostjo in njeno vlogo v živalskem svetu?

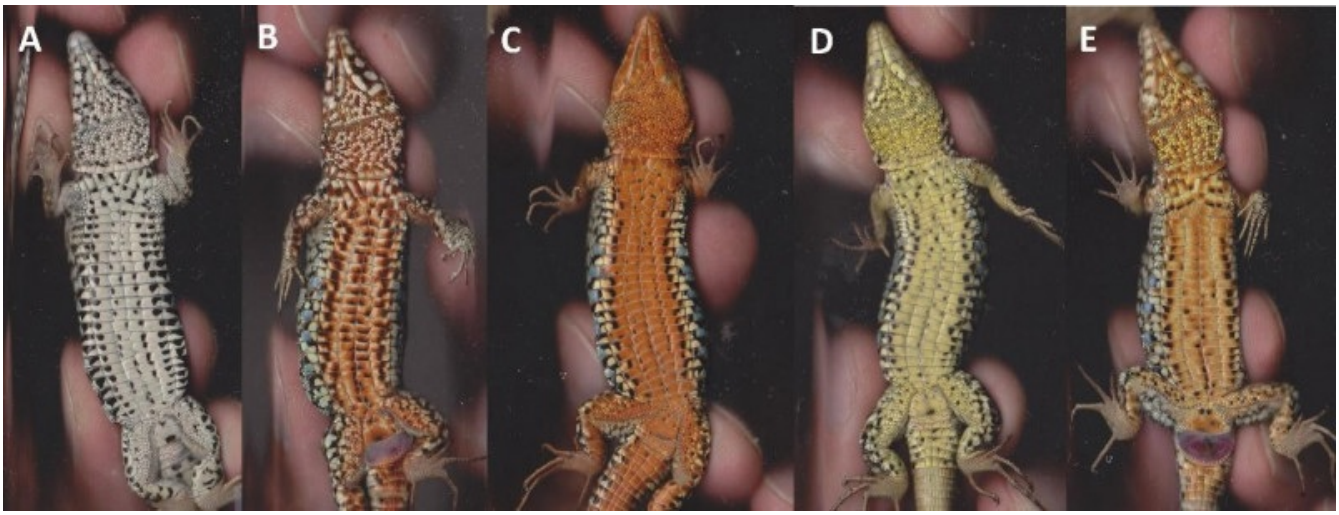
Barvitost v živalskem svetu je zelo raznolika. Zanimiv primer so denimo kameleoni in njihova sposobnost, da hitro spreminjajo barvo. Da se izognejo podhlajenosti v mrzlem okolju, kameleoni telo obarvajo temneje, in obratno, v primeru pregretosti telo postane svetlejše. Prav tako uporabljajo spreminjanje barve telesa za komunikacijo med seboj. Različna obarvanost živali pogosto služi kot taksonomski znak – to pomeni, da vrste med seboj razlikujemo po njihovi barvi. Vendar pa obstajajo primeri, ko so lahko osebki iste vrste različno obarvani. Ko gre za različno obarvanost pri osebkih iste vrste v neki populaciji, temu rečemo t. i. *barvni polimorfizem*. Na primer jaguarji, velike mačke, ki živijo v tropskem gozdu Srednje in Južne Amerike, so lahko črni ali rumeni s pikami. V populacij torej najdemo različno obarvane osebke, za katere pravimo, da so različnih barvnih oblik. Do sedaj se je zelo malo raziskav posvetilo preučevanju povezave med barvnim polimorfizmom in drugimi lastnostmi organizmov, ki vplivajo na njihovo preživetje in razmnoževalni uspeh.

Barvni polimorfizem

Z namenom boljšega poznavanja povezanosti med barvnim polimorfizmom in neposrednimi pokazatelji telesnih sposobnosti in zmogljivosti organizmov smo se v naši raziskavi osredotočili na proučevanje zmogljivostnih, morfoloških in fizioloških lastnosti pri različno obarvanih oblikah kuščaric (https://doi.org/10.3390/d14020116) , ki živijo skupaj na istem področju. Pri kuščarjih se pigmenti in strukture, ki so povezane s proizvodnjo barve, nahajajo v specializiranih celicah, znanih kot dermalni kromatofori (https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/H/bo3697210.html) . Različna

vsebnost kromatofor in kombinacija med različnimi vrstami kromatofor ustvarjata veliko raznolikost barv in vzorcev, opisanih v tej skupini živali. Dnevno aktivni kuščarji imajo tudi zapleten sistem barvnega vida (https://doi.org/10.1086/681021) , pri katerem sodelujejo štirje različni tipi čepkov, vključno z dvojnimi čepki, ki naj bi bili občutljivi za svetlobo daljših valovnih dolžin, kar omogoča razlikovanje velikega razpona barv.

Kot modelno vrsto smo v naši raziskavi izbrali pozidno kuščarico (*Podarcis muralis*), ki je zelo razširjena vrsta kuščaric v Evropi in Aziji in živi tudi po vsej Sloveniji. To je polimorfna vrsta, pri kateri imajo tako samci kot samice različno obarvan trebušni del trupa, kar je posledica zapletenega medsebojnega delovanja spolne in naravne selekcije (https://doi.org/10.1111/evo.13256) . Različna obarvanost lahko prekriva celotno trebušno površino kuščarice, se pa med rastjo obarvanost običajno najprej izrazi na grlu. Barvne oblike so genetsko pogojene in v zrelosti pri obeh spolih nespremenljive. Razlikujemo pet različnih barvnih oblik (https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2007.00342.x) , in sicer so osebki obarvani belo, rumeno ali oranžno, ali pa imajo mozaični vzorec v belo-oranžni oziroma rumeno-oranžni barvi. Pri tej vrsti so v proizvodnjo rumene in oranžne barve vključeni pterinski in karotenoidni pigmenti (https://doi.org/10.1073/pnas.1820320116) . Znano je, da so karotenoidne in pterinske spojine vključene v številne življenjsko pomembne presnovne procese (https://doi.org/10.1042/bj3470001) , zato bi lahko pričakovali, da bodo razlike v izražanju barve (tj. različno obarvane oblike) povezane s presnovno zmogljivostjo.



Različne barvne oblike pozidne kuščarice (*Podarcis muralis*), od leve proti desni: bela, belo-oranžna, oranžna, rumena, rumeno-oranžna. Foto: Guillem Perez i deLanuza

Ali različna obarvanost pomeni različno zmogljivost?

V nekaterih populacijah najdemo vse barvne oblike pozidne kuščarice. V naši raziskavi (https://doi.org/10.3390/d14020116) smo povzorčili populacijo na planoti Cerdanya v gorovju Pireneji, ki leži na meji med Španijo in Francijo. Pozidna kuščarica je na tem območju številčna in razširjena po različnih habitatih, kot so skale, poraščena pobočja in naselja. Ulovljene kuščarice smo razvrstili glede na obarvanost v eno od petih skupin in jim izmerili morfološke značilnosti, kot so dolžina telesa, dolžina, širina in višina glave, velikost ustne odprtine ter dolžina sprednjih in zadnjih okončin. Kuščarice so sodelovale tudi v t. i. »olimpijskih igrah«. Izmerili smo njihovo najvišjo hitrost teka in hitrost plezanja. Za merjenje smo uporabili podolgovat tunel, v katerem so kuščarice tekle pred navidezno nevarnostjo (preganjalcem), ko smo jih hkrati snemali s kamero z visoko-ločljivimi posnetki, iz katerih smo nato lahko preračunali najvišjo hitrost v odseku 10 cm. Podoben poskus smo opravili za hitrost plezanja, kjer je bil tunel postavljen pod kotom 45 stopinj. Največjo moč ugriza pa smo izmerili s posebno napravo in iz njihovega ugriza v par tankih kovinskih ploščic, priključenih na pretvornik sile.

Zelo pomembna lastnost organizmov je tudi presnova, ki na primer neposredno prispeva k rasti in sposobnostim za delovanje in vedenje na način, kar omogoča preživetje in uspešno razmnoževanje. Zato smo pri vseh barvnih oblikah z biokemijskimi analizami določili encimski potencial za celično presnovo v mišičnem tkivu, ki nam pove, kako hitro lahko potekajo presnovne reakcije na mitohondrijski membrani. Ker smo raziskali velik nabor različnih lastnosti pri tej vrsti, smo kot eni prvih povezali več različnih bioloških disciplin za razumevanje funkcije polimorfizma (različnih obarvanosti v populaciji). V našo raziskavo je bilo tako vpletenih veliko različnih raziskovalcev, ki so pokrivali različne vidike, od morfologije, vedenja pa vse do ekofiziologije, kjer sva svoj delež prispevali avtorici tega prispevka.

Rezultati naše raziskave so pokazali morfološke razlike med barvnimi oblikami predvsem v velikosti glave. Kuščarice z belo obarvanim trebuhom so imele ožje glave kot rumeno-oranžno obarvana oblika. Opazili smo tudi močno povezanost med velikostjo glave in močjo ugriza in sicer večja glava pomeni, da ima kuščarica močnejši ugriz. Zaznali smo tudi povezanost med fizično/telesno zmogljivostjo (tekom in plezanjem) in morfološkimi lastnostmi (dolžino okončin in telesa), a ta povezava je bila najdena le pri beli obliki. V nasprotju z našimi začetnimi pričakovanji nismo zaznali razlik v biokemijskih kazalnikih celične presnove med različno obarvanimi oblikami, kot tudi ne pomembne povezanosti med omenjenimi kazalniki in morfološkimi lastnostmi oziroma fizično/telesno zmogljivostjo. Znano je, da se zmogljivost presnove pri

organizmih z nestalno telesno temperaturo lahko razlikuje med različnimi populacijami znotraj vrste (https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2018.05.020) , kar kaže na možnost odziva na spremenljive okoljske razmere z lokalno prilagoditvijo ali plastičnostjo (https://doi.org/10.1111/jeb.13623) . Glede na to, da so bile v našo raziskavo vključene kuščarice iste populacije z razmeroma majhnega območja, je mogoče, da opazne razlike med različnimi barvnimi oblikami ne obstajajo, ker so s presnovnimi značilnostmi dobro prilagojene na iste pogoje v okolju. Podobno bi lahko zaključili za skoraj vse ostale lastnosti, ki smo jih preučevali. Edina izstopajoča lastnost je bila ožja in posledično šibkejša glava bele oblike, ki bi lahko vplivala na drugačno prehrano te barvne oblike kuščaric ali pa slabše reproduktivne zmogljivosti, saj samci z ugrizom držijo samice med parjenjem.

Če se vrnemo k začetnemu vprašanju, ali gre pri barvitosti narave za modo ali – nasprotno – ima le-ta določeno vlogo, lahko rečemo, da se za vsem tem skriva veliko več kot le lepota. S prilagajanjem organizmov okolju skozi evolucijo, so se – tudi z vidika barv – obdržali osebki z lastnostmi, ki so v danem okolju pomenile najboljše preživetje in uspešno razmnoževanje, kar je ključnega pomena za obstoj vrst.



Kuščarice, ki imajo širšo čeljust (širša glava), imajo močnejši ugriz in lahko plenijo trši plen. Prav tako ima moč ugriza izredno pomembno vlogo pri razmnoževanju, saj samci kuščaric z ugrizom za trebušni del držijo samico med parjenjem. Foto: Miha Krofel