

Šišmiši koji svijetle: što otkriva UV-fluorescencija krzna?

Vida Zrnčić¹, Henry Schofield², David Smith³, Ivana Budinski⁴, Daniel Hargreaves⁵, Chris Damant⁶

¹ Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb

² Sveučilište u Sussexu, Ujedinjeno Kraljevstvo

³ Hereford mamaloška grupa, Ujedinjeno Kraljevstvo

⁴ Sveučilište u Beogradu, Srbija

⁵ Vincent Wildlife Trust

⁶ Pell Frischman, Ujedinjeno Kraljevstvo



Slika 1. | Kolonija malog potkovnjaka (*R. hipposideros*) u potkrovlju benediktinskog samostana obasjana UV svjetlom. | Foto: Henry Schofield

Tijekom terenskog rada u ljeto 2024. godine na otoku Lokrum kod Dubrovnika, tijekom rutinskih pregleda kolonija šišmiša, zabilježen je neobičan fenomen: UV-fluorescencija odraslih jedinki malog potkovnjaka (*Rhinolophus hipposideros*). Fenomen je bio vidljiv pri osvjetljavanju ultra-ljubičastim (UV) svjetlom valnih duljina 365 i 395 nm, manifestirajući se kao nježno plavičasti sjaj krzna, dok opne krila i repa nisu reagirale (slika1). Fluorescencija se očitovala isključivo pod UV-svjetlom, dok pri osvjetljenju bijelim svjetlom krzno nije pokazivalo vidljive razlike. Ovo otkriće potaknulo je potrebu daljnjih istraživanja na više lokaliteta kako bi se razjasnila rasprostranjenost i potencijalna funkcija fenomena.

S obzirom na to da je mali potkovnjak (*Rhinolophus hipposideros*), poput svih europskih vrsta roda *Rhinolophus*, primarno špiljska vrsta, odabrani su lokaliteti koji uključuju

prirodna skloništa, poput špilja, te druge odgovarajuće antropogene objekte, kako bi se omogućilo istraživanje UV-fluorescencije u njihovim uobičajenim staništima. Za procjenu geografske rasprostranjenosti UV-fluorescencije odabrani su dodatni lokaliteti u nekoliko zemalja. U Velikoj Britaniji istražene su četiri kolonije malog potkovnjaka (*Rhinolophus hipposideros*), dva lokaliteta s porodičnim kolonijama velikog potkovnjaka (*Rhinolophus ferrumequinum*) te tri lokaliteta s prisutnošću obje vrste. U Hrvatskoj su uključena četiri lokaliteta u kontinentalnom i mediteranskom dijelu, među kojima je jedan poznat po prisutnosti i južnog (*Rhinolophus euryale*) i Blazijevog potkovnjaka (*Rhinolophus blasii*). U Srbiji ispitano je pet speleoloških objekata s prisutnošću različitih vrsta roda *Rhinolophus*, a dodatno su analizirani muzejski primjerci svih europskih vrsta roda *Rhinolophus*, uključujući Mehelijevog potkovnjaka

(*Rhinolophus mehelyi*).

Svi lokaliteti posjećeni su tijekom dnevnih terenskih posjeta. Za provjeru UV-fluorescencije korištene su ručne svjetiljke valnih duljina 365 i 395 nm. Odabrane jedinke hvatale su ručnom mrežom ili posebnim mrežama, nakon čega su smještane na crnu, ne-reflektirajuću podlogu i osvjetljavane UV-svjetlom radi fotodokumentacije. Nakon fotografiranja *in situ*, jedinke su puštene neozlijeđene. Sve aktivnosti provedene su u skladu s važećim dozvolama, a uznemiravanje šišmiša svedeno je na najmanju moguću mjeru.

U sve tri zemlje UV-fluorescencija zabilježena je kod odraslih jedinki malog potkovnjaka oba spola, što upućuje na geografski široku rasprostranjenost fenomena. Krzno odraslih životinja, uključujući i muzejske primjerke, intenzivno je fluoresciralo, dok pigmentirane strukture poput



Slika 3. | Odrasla jedinka malog potkovnjaka pod UV svjetlom | Foto: Henry Schofield

nosa, ušnih školjki i krilnih membrana nisu pokazale značajnu fluorescenciju (slika 2). Jedino je neobojena koža unutar ušnih školjki blago svijetlila, potvrđujući da je fenomen specifičan i lokaliziran na krznu. UV-fluorescencija nije uočena kod juvenilnih jedinki do dobi od šest mjeseci, što upućuje na vezu fenomena s fiziološkom zrelošću (slike 3 i 4). Ograničena UV-fluorescencija dosad je opisana kod tek nekoliko vrsta šišmiša, primjerice kod meksičkog slobodorepca (*Tadarida brasiliensis*), gdje se uglavnom javlja na vrhovima dlaka ili na krilnim kostima, kao i u obliku žutih oznaka na krilima istočnog cjevonosog voćnog šišmiša (*Nyctimene robinsoni*). Međutim, za rod *Rhinolophus* te na području Europe, ovo predstavlja prvi dokumentirani slučaj UV-fluorescencije.

Osim malog potkovnjaka, ispitivane su i druge europske vrste roda *Rhinolophus* (*Rhinolophus blasii*,

Rhinolophus euryale, *Rhinolophus ferrumequinum* i *Rhinolophus mehelyi*). Fluorescencija cijelog krzna nije se pojavila ni kod jedne od navedenih vrsta, s iznimkom Blazijevog potkovnjaka (*Rhinolophus blasii*), kod kojeg je pojava također uočena (slika 5). Fenomen se stoga čini rijetkim i ograničenim ponajprije na malog i Blazijev potkovnjaka. Tijekom istraživanja ispitane su i druge vrste šišmiša, uključujući velikog večernjaka (*Nyctalus lasiopterus*), azijskog brkatog šišmiša (*Myotis davidii*), resastog šišmiša (*Myotis nattererii*) i Kolombatovićevog dugoušana (*Plecotus kolombatovici*), kod kojih također nije zabilježena UV-fluorescencija usporediva s onom kod malog potkovnjaka.

Postavlja se pitanje funkcionalnog značenja opažene UV-fluorescencije. Naime, fluorescencija je pojava pri kojoj određene molekule apsorbiraju svjetlost kraće valne duljine i veće

energije, najčešće u ultra-ljubičastom (UV) dijelu spektra, te je ponovno emitiraju kao svjetlost dulje valne duljine, vidljive ljudskom oku. U prirodnim uvjetima fluorescencija ovisi o UV komponenti Sunčeva zračenja, čija se jačina mijenja tijekom dana i godine, kao i s nadmorskom visinom i geografskom širinom. Iako je noću ukupna količina svjetla mala, mjesečina i sumrak također sadrže određenu količinu UV zračenja, što može utjecati na jačinu fluorescencije.

UV-fluorescencija poznata je u biologiji više od stoljeća te je zabilježena kod brojnih organizama, od biljaka do sisavaca. Kod životinja se ponekad povezuje s komunikacijom, kamuflažom ili mimikrijom, no u mnogim slučajevima smatra se nusproduktom biokemijskih procesa bez jasne ekološke funkcije.

Iako je poznato da krzno može pokazivati slabu fotoluminescenciju zbog

prisutnosti keratina, ta činjenica ne objašnjava intenzivan plavičasti sjaj koji se javlja kod malog i Blazijevog potkovnjaka pod UV-svjetlom. Dosadašnja istraživanja upućuju na dvije moguće kemijske osnove tog fenomena: porfirine ili produkte razgradnje triptofana koji se mogu nakupljati u krznu. Budući da porfirini najčešće fluoresciraju u crvenim, narančastim ili ružičastim nijansama, malo je vjerojatno da su oni uzrok opažene plavičaste fluorescencije. Mnogo je izglednije da se radi o metabolitima triptofana, koji mogu emitirati svjetlost u različitim dijelovima vidljivog spektra, uključujući i plave valne duljine. Pretpostavlja se da se ti metaboliti postupno nakupljaju tijekom života, što bi moglo objasniti zašto UV-fluorescencija nije zabilježena kod mladih šišmiša, kod kojih taj proces još nije dovoljno izražen. Potrebna su dodatna istraživanja koja bi objasnila ovu pojavu u potpunosti.

Iako bi se zbog potencijalno povećane uočljivosti UV-fluorescencija kod šišmiša mogla smatrati nepovoljnom

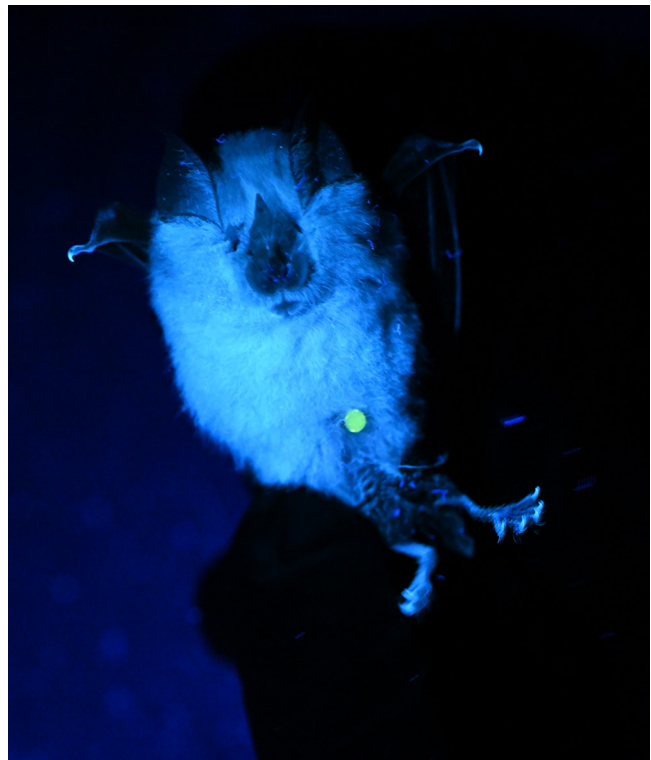
osobinom, činjenica da pojedini predatori, uključujući domaće mačke, percipiraju UV-svjetlost dodatno upućuje na mogući rizik, koji je ipak vjerojatno ublažen prirodnim ponašanjem malog i Blazijevog potkovnjaka. Tijekom noćnih aktivnosti jedinke se kreću u blizini vegetacije ili prepreka, čime se smanjuje izloženost predatorima poput sova, koje mogu detektirati UV-reflektirajuće površine. Ova pretpostavka zasad nije eksperimentalno potvrđena i zahtijeva dodatna istraživanja.

Opažena UV-fluorescencija krzna kod malog i Blazijevog potkovnjaka predstavlja novo znanstveno saznanje koje nadopunjuje dosadašnje spoznaje o biologiji ovih vrsta te može poslužiti kao jednostavna, neinvazivna terenska metoda pri istraživanju šišmiša. S aspekta zaštite prirode i terenskog istraživanja, opažena UV-fluorescencija ima jasnu praktičnu vrijednost. Kod speleologa i stručnjaka koji prate kolonije šišmiša, ona može poslužiti kao dodatni alat za procjenu stanja i strukture populacija, bez potrebe za

hvatanjem ili izravnim rukovanjem životinjama. Primjena UV-svjetla omogućuje razlikovanje odraslih od juvenilnih jedinki u kolonijama malog potkovnjaka te okvirnu procjenu produktivnosti kolonija, što je posebno važno u osjetljivim podzemnim staništima, gdje je smanjenje uznemiravanja ključno za očuvanje stabilnosti populacija. Poseban značaj ova metoda može imati kod praćenja Blazijevog potkovnjaka (*Rhinolophus blasii*), vrste koja se u pojedinim dijelovima areala pojavljuje na istim lokalitetima s južnim potkovnjakom (*Rhinolophus euryale*). Riječ je o kriptičnoj vrsti koju je u takvim kolonijama teško pouzdano identificirati bez detaljnog pregleda jedinki, a UV-svjetlo omogućuje jednostavnu i neinvazivnu identifikaciju te procjenu udjela vrste unutar kolonija, osobito u redovito praćenim speleološkim objektima. Ipak, treba imati na umu da je pri korištenju ove metode u terenskim istraživanjima potrebno postupati s oprezom, budući da intenzivna izloženost UV-svjetlosti može oštetiti oči, kako za istraživače i tako i za životinje.



Slika 4. | Juvenilna jedinka malog potkovnjaka pod UV svjetlom.
Foto: Henry Schofield.



Slika 5. | Blazijev potkovnjak (*R. blasii*) pod UV svjetlom.
Foto: Henry Schofield.



► Literatura

- Douglas R.H., Jeffery G., 2014. The spectral transmission of ocular media suggests ultraviolet sensitivity is widespread among mammals. *Proc. R. Soc. B* 281: 20132995. doi: 10.1098/rspb.2013.2995
- Gorresen P.M., Cryan P.M., Dalton D.C., Wolf S., Bonaccorso F.J., (2015). Ultraviolet Vision May be Widespread in Bats. *Acta chiropterol.* 17(1): 193-198. doi: 10.3161/15081109ACC2015.17.1.017
- Gual-Suárez F., Ramos-H D., García F., Pérez-Montes L.E., Narro Delgado A., Medellín R.A., 2024. Ultraviolet-induced photoluminescent bristles on the feet of the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*). *Mamm Biol.* doi: 10.1007/s42991-024-00441-3
- Jones G., Teeling E.C., Rossiter S.J., 2013. From the ultrasonic to the infrared: molecular evolution and the sensory biology of bats. *Front Physiol.* 30(4): 117. doi:10.3389/fphys.2013.00117
- Marshall J., Johnsen S., 2017. Fluorescence as a means of colour signal enhancement. *Phil. Trans. R. Soc. B* 372: 20160335. doi:10.1098/rstb.2016.0335
- Olson E.R., Carlson M.R., Ramanujam V.M.S., Sears L., Anthony S.E., Spaeth Anich P., Ramon L., Hulstrand A., Jurewicz M., Gunnelsom A.S., Kohler A.M., Martin J.G., 2021. Vivid biofluorescence discovered in the nocturnal Springhare (Pedetidae). *Sci Rep* 11: 4125. doi: 10.1038/s41598-021-83588-0
- Pine R., Rice J., Bucher J., Tank D., Greenhall A., 1985. Labile pigments and fluorescent pelage in didelphid marsupials. *Mammalia*, 49(2): 249-256. doi: 10.1515/mamm.1985.49.2.24
- Reinhold L., 2022. Photoluminescent yellow wing markings of Eastern Tube-nosed Fruit Bats (*Nyctimene robinsoni*). *North Queensland Naturalist* 52: 69-74.
- Reinhold L., Rymer T.L., Helgen K.M., Wilson D.T., 2023. Photoluminescence in mammal fur: 111 years of research. *J. Mammal.* 104(4): 892–906. doi:10.1093/jmammal/gyad027
- Schofield H., Reiter G., Dool S.E., 2022. Lesser Horseshoe Bat *Rhinolophus hipposideros* (André, 1797). In: Hackländer, K., Zachos, F.E. (eds) *Handbook of the Mammals of Europe*. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-65038-8_39-1
- Schofield, H., Zrnčić, V., Smith, D., Budinski, I., Hargreaves, D., & Damant, C. (2024). Full pelage Ultra-Violet fluorescence occurs in both lesser horseshoe bat, *Rhinolophus hipposideros* (André, 1797) and Blasius's horseshoe bat *R. blasii* Peters, 1967. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. <https://doi.org/10.4404/hystrix-00737-2024>

Glowing bats: what does UV fluorescence of fur reveal?

During field surveys conducted on Lokrum Island and at multiple sites in Croatia, the United Kingdom, and Serbia, UV-induced fluorescence of the fur was recorded in adult individuals of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). The fluorescence was observable exclusively under UV light at wavelengths of 365 and 395 nm, appearing as a bluish glow of the fur. A similar phenomenon was also observed in Blasius's horseshoe bat (*R. blasii*), whereas other species of the genus *Rhinolophus* did not exhibit significant fluorescence.

The phenomenon is presumed to result from the accumulation of tryptophan metabolites in the fur. Although UV fluorescence likely has no direct ecological function, the method has practical applications in the non-invasive monitoring of colonies, in distinguishing adult from juvenile individuals, and in identifying *R. blasii* individuals within mixed colonies with the Mediterranean horseshoe bat (*R. euryale*). This finding expands scientific knowledge of the biology of European horseshoe bats and highlights the value of UV light as a field tool for bat research and conservation.