

# SVJETLOST I MALI PRIRODNI SVJETOVI

Posebni prilog uz Dan planeta Zemlje, 22. travnja i Godinu svjetlosti

foto: Dinko Dorčić

Neочекivano otkriće fotoreceptora u gljiva potaklo je razvoj mlade znanstvene discipline - fotobiologije gljiva; mahovine i skupina plodista gljive rasijane gnojištarke (*Coprinellus disseminatus*) na panju u bukovoj šumi na granici Gorskog kotara i Primorja



primorsko  
priroda  
županija

NOVI LIST

# Aktivnosti Javne ustanove Priroda

**JU Priroda je, vjerojatno među prvima u Hrvatskoj, obilježila Međunarodnu godinu svjetlosti prigodom izložbom fotografija s temama o svjetlosti i malim prirodnim svjetovima**

Javna ustanova Priroda pokušala je povezati obilježavanje Dana planeta Zemlje s Međunarodnom godinom svjetlosti koja se također slavi 2015. godine. Evo nekih naših razmišljanja i aktivnosti tim povodom. Djelatnici Javne ustanove Priroda, kao što se može i očekivati, nisu eksperti u području problematike svjetlosti i fotobiologije. Pa ipak, nerijetko se u zaštiti prirode susrećemo s temama vezanim uz svjetlost. To je i razumljivo, jer sunčeva svjetlost je ipak glavni pokretač i osnovni uvjet života na Zemlji. Gotovo sve na našem zeleno-plavom planetu s njom je povezano. Isto vrijedi i za Zeleno-plavu županiju...

Neki od prvih izazova za JU Priroda, još u počecima rada, a vezani uz svjetlost, bili su pokušaji ublažavanja posljedica koje je uzrokovalo pretjerano korištenje neadekvatne umjetne rasvjete u tri naše turističke šipile. Problem je još aktualan, ali ipak donekle ublažen.

U posljednje se vrijeme susrećemo i s problematikom sve izraženijeg zarastanja travnatih staništa pri čemu dolazi, među ostalim, i do izražene svjetlosne kompeticije između suksesora te ciljnih vrsta i staništa. Među ciljne vrste ubrajamo, primjerice, rijetke travnjačke orhideje koje ne mogu uspijevati u zasjeni drvenastih vrsta, a koje na travnjacima uzimaju sve više maha. Nai-me, travnjaci se, kao antropogeno održavana staništa, nehotice zapuštaju zbog depopulacije i utrućuju tradicijskih poljoprivrednih praksi. U našoj županiji ugrozena „fotofilna“ staništa i vrste željeli bismo očuvati, ali to je manje-više posvuda „tvrdi orah“ u zaštiti prirode. O travnjacima i njihovom bogatom životom svijetu koji se odlikuje organizmima koji vole i trebaju mnogo svjetlosti (fotofilni organizmi!) bilo je već pisano jednom ranijom prigodom u Novom listu.

Ove godine obilježava se 45. obljetnica Dana planeta Zemlje. Upravo zato pokušajmo postići da ona bude značajna u povijesti zaštite okoliša i prirode. Ovo je godina s puno potencijala. Hoće li svjetski vode potpisati obvezujući sporazum o klimatskim promjenama? Hoće li konačno ekonomski razvoj i održivost udružiti snage? Hoćemo li uspjeti postići da se više sredstava usmjeri ka obnovljivim izvorima energije? Ovo su sve teška pitanja s kojima se suočavamo već duže, ali u pitanju je ipak ovaj naš jedini planet Zemlja. Dan planeta Zemlje je dan kad moramo pokušati zajedno pokrenuti društvo u novom smjeru. Na nama je red!

Na službenim stranicama Dana planeta Zemlje, [www.earthday.org](http://www.earthday.org)

O problematici močvara također smo dosta pisali u Novom listu. U Godini svjetlosti nastojat ćemo se prigodom provođenja međunarodnog projekta LOKNA posvetiti i problematiki svjetlosti u našim malim krškim močvarama-lokvama. Početkom 2015. godine, Javna ustanova Priroda je, vjerojatno među prvima u Hrvatskoj, obilježila Međunarodnu godinu svjetlosti prigodom izložbom fotografija s temama o svjetlosti i malim prirodnim svjetovima. Tematiku

namjera-vamo even-tualno proširiti i izložbu obogatiti novim eksponatima, a željeli bismo je tijekom ove Godine svjetlosti prenijeti u još neke naše izložbene prostore.

O tematiki svjetlosti počeli smo objavljivati kratke crtice na našim web stranicama ([www.ju-priroda.hr](http://www.ju-priroda.hr)), u rubrici „Zanimljivosti iz prirode“. Primjerice, prva je bila ona o svjetlosti i mušicama dlakaricama, (o čemu smo jedan isječak izdvojili i za ovaj prilog), pa ukoliko ga nalazite zanimljivim pratite naše web stranice tijekom čitave ove Godine svjetlosti!

mr. sc. Marko Randić i Sunčica Strišković

## Žakenov ranjenik

(*Anthyllis jacquinii*)

**Nova, dosad u znanosti neopisana endemična travnjačka zajednica s crnkastom šiljevinom**

Žakenov ranjenik odlično je prilagođen životu pod punim sunčevim zračenjem u fotofilnim travnjačkim sredozemno-brdskim zajednicama. Početkom 2015. godine, na Međunarodnom simpoziju agronoma u Opatiji, predstavili smo novu, tj. dosad u znanosti neopisanu endemičnu travnjačku zajednicu s crnkastom šiljevinom. Pronašli smo je na specifičnoj vrsti staništa u podnožju planine Obruč. Opazili smo da u jednom obliku te zajednice, u kojem većeg udjela ima i visoka trava beskoljenka, žakenov ranjenik u pravilu izostaje, ali da je dobro razvijen u drugim oblicima te zajednice u kojima nema trave beskoljenke. Pretpostavljamo da kompeticija za svjetlo i zasjenjivanje u ovom slučaju imaju važnu ulogu.

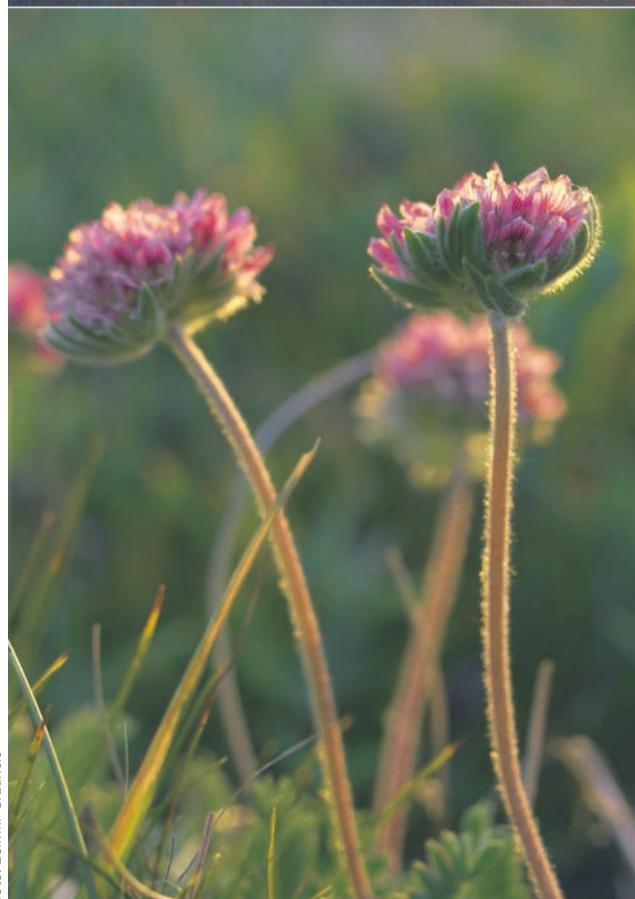


foto: Želimir Gržančić



## Mušice dlakarice

**U zavjetrini, kad zasja sunce i pri zagrijavanju prizemnih slojeva zraka, mušice dlakarice lijeću iznad kamena i roje se na vršcima suncem obasjanih stijena**

U vrijeme prelaska zime u proljeće, kad dondolaši i zvončari razgone tmine zime i ponovno se uspostavlja vladavina svjetlosti, pojavljuju se u primorju, u velikom broju, mušice dlakarice. Dok u planinama u zaledu često još leži snijeg, a primorje šibaju hladni naleti bure, u zavjetrinama na osunčanim stijenama, roje se zimske mušice dlakarice. One pripadaju redu dvokrilaca (*Diptera*) i porodici *Bibionidae*.

U široj okolini Rijeke pojavljuju se obično od sredine siječnja pa do početka ožujka. Najčešće ih se može vidjeti za burovita vremena na izbočenoj ali dovoljno zaklonjenoj vapnenačkoj stijeni smještenoj unutar primorskih travnjaka, ili na malim osunčanim šumskim stijenama u zaklonu svijetlih termofilnih šikara. Čini se da mušice stijenu na kojoj će se zadržavati pažljivo biraju, jer ih nema na svakoj stijeni. Tijelo mušice dlakarica crne je boje, što im vjerojatno pomaže upiti toplinu Zubatog sunca i lakše se zagrijati. Kad dlakarice obasjaju zrake sunca, krila im se ljeskaju - pomoćno iridesciraju i opalesciraju u duginim bojama. Obično su trome i dugo nepokretno miruju na istom mjestu, teško se odlučuju za let, čemu se ne treba posebno čuditi jer su temperature u to doba godine još uglavnom niske, a često puše i bura čime se dodatno rashlađuju zrak i podloga. Osim toga, bura bi vjerojatno odnijela mušice s njihovih omiljenih okupljašta i raspršila ih uokolo pa bi i rojenje bilo otežano. Pištam se ima li odabir podloge na kojoj ove mušice miruju kakve povezanosti s čuvanjem i akumuliranjem topline, ili se radi o nečem drugom?

Kad zasja sunce i, unatoč buri, obično u kakvoj zavjetrini, malo se podigne temperatura podloge i zagriju prizemni slojevi zraka, tada mušice dlakarice lijeću iznad kamena i roje se na vršcima suncem obasjanih stijena. Ne treba posebno ni spominjati da ne leti visoko u zrak, već se uvijek drže prizemnih slojeva, jer uz tlo, zbog pojave trenja, bura znatno slabí na jakosti.

Kasnije u proljeće, na riječkom području i u primorju, obično u prvoj polovini travnja, a u Gorskem kotaru krajem travnja i početkom svibnja, mogu se vidjeti njihovi krupniji srodnici. Vjerojatno pripadaju krupnijem rodu *Bibio* - naime nismo stručnjaci

**Mušice dlakarice - mužjak i ženka, na vapnenačkoj stijeni uz obalu mora kod Brseča; obasjana zrakama Zubatog sunca krila im se ljeskaju duginim bojama**



foto: Marko Randić

dipterolozi, već rado tražimo i opažamo zanimljive pojave u prirodi. Te dlakarice se tada također roje, ali obično ne sjedaju na stijene, već se rojenje odigrava u manjim sastojinama tek prolijalih grmova maline, oko grmova i manjih stabala na travnjacima, na izdancima lopuha uz potoke... Dakle, svaka vrsta ovih muha povezana je sa svojim omiljenim tipom podloge na kojoj se odmara i roji.

Muhe dlakarice povezane su i na druge načine sa svjetlošću, a jedna od njihovih osobitosti jesu složeno gradene sastavljeni oči koje su u mužjaka znatno veće nego u ženki i prekrivaju čitavu gornju stranu glave. Možda je s time (a osobito s fenomenima percepcije i djelovanja svjetlosti na ponašanje) povezana neobična pojava rojenja kod jedne druge, planinske vrste roda *Bibio*? Pojavu smo opažali za sunčana vremena, na travnjaku, na padini okrenutoj prema jugoistoku. To se zbivalo u Gorskem kotaru, nedaleko Crnog Luga – vrijeme rojenja je obuhvaćalo isključivo odsječak drugog dijela prijepodneva i podneva i naglo, kao po nekakvoj naredbi, prestajalo bi nakon 13 sati, kad su se muhe „povukle“, raspršile i smjestile na okolne listove radi mirovanja.

**mr. sc. Marko Randić**



## Ptičji mehanizam reagiranja na fotoperiode

**U gradu Rijeci stablo za okupljanje i odmaranje čvoraka obično je jedna stara platana na Fiumari, uz Mrtvi kanal**

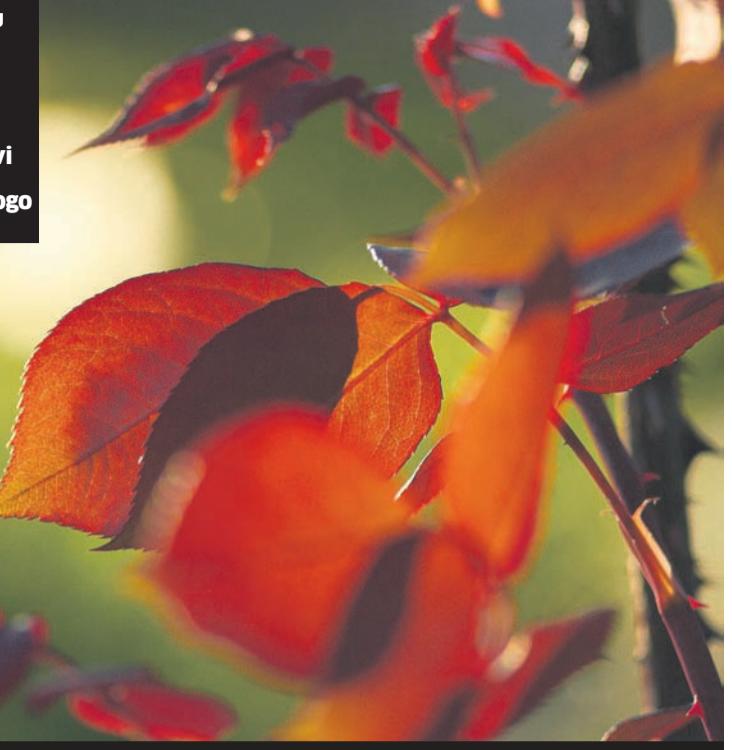
Ovakvi prizori jata ždralova (*Grus grus*) prilikom seobe nad kvarnerskim otocima redovito nas obuzmu ushitom i čudenjem zbog preciznosti kojom priroda funkcioniira. Neke vrste ptica selica okupljaju se u vrijeme sezone selidbe, često precizno u dan ili u sat, u veća ili manja jata. Smatra se da promjene u temperaturi i količini svjetlosti tijekom prelaska jedne sezone u drugu - u proljeće i u jesen, pokreću kod ptica selica instinkte okupljanja u jata i same selidbe. Pojava okupljanja ptica može se lijepo opažati čak i u gradu Rijeci gdje se u jesen masovno okupljaju čvorci u velika jata. Tada ih redovito možemo uočiti kako se popodne, prije mraka, pripremaju za noćni počinak. A što je također zanimljivo, je i činjenica da se pojavi zbiva uvijek na istom stablu, iz noći u noć, prije nego što jata napuste naše krajeve i ne odlete u za njih prikladnije dijelove Zemlje. U gradu Rijeci takvo stablo za okupljanje i odmaranje obično je jedna stara platana na Fiumari, uz Mrtvi kanal. Ptice imaju „ugrađen“ mehanizam reagiranja na fotoperiode (tzv. pojava fotoperiodizma), što im omogućuje razlikovanje proljeća i jeseni pomoću dužine dana

**Ovakvi prizori jata ždralova (*Grus grus*) prilikom seobe nad kvarnerskim otocima redovito nas obuzmu ushitom i čudenjem zbog preciznosti kojom priroda funkcioniira.**

foto: Andrej Radaić

Ovo nisu crveni listovi u jesen (tako im je uzrok sličan - nakupljanje crvenkastih pigmenta) već su to mladi, tek propupali listovi ruže u projekcije. Radi se o pojavi tzv. „crvenih juvenilnih listova“. Oni sadrže mnogo pigmenta antocijanina

foto: Dinko Đorđić



## Solarni štit biljaka

Mladi listovi često pokazuju fenomen juvenilnog crvenjenja. Uzrok je u nakupljanju antocijaninskih pigmenta u listovima koji štite biljku od oštećenja zbog previšokih doza sunčevog zračenja

**B**udući da od nepovoljnijih uvjeta ne mogu pobjeći i skloniti se kao životinje, biljke imaju na raspolaganju druge taktike. One će „pomaknuti“ dio svojih organa (fototaksija) ka (pozitivna) ili od izvora svjetlosti (negativna fototaksija). Možda će na prejaku svjetlost „odgovoriti“ i tako da odbace dio listova. Dio lisen mase će u početku vjerljivo pretprjeti poneka oštećenja, ali kasnije će se (ponovo) uspostaviti ravnoteža. Takve su pojave u prirodi uobičajene i česte te ih možemo pratiti kad se, primjerice, posjeće dio šume.

Biljke koje rastu u šumi, ispod gustih krošnji drveća, prilagodene su i dobro podnose duboku zasjenju. Općenito se odlično „osjećaju“ u okolišu s oskudnim svjetlom pa ih nazivamo biljke sjene (sciafite). Imaju posebno razvijene strategije za uspešan „ulov“ svjetlosti. Drveće ispod kojeg biljke sjene rastu upija svjetlost plavog i crvenog dijela sunčevog spektra - zbog toga u olalistoj šumi prevladava zeleno osvjetljenje. Biljke sjene moraju se zadovoljiti preostalim dijelom spektra - žutog i zelenog, čije se zrake kroz lišće probijaju sve do sumskog tla.

Ako se otvorí progala u šumi (zbog vjetroizvaze, sjeve i sl.) sciafine biljke bit će iznenadno pogoden ekscensivnim viškom sunčeve radijacije i svjetla. U prvo vrijeme, dio njihove zelene mase će „izgorjeti“, pa ukoliko prezive ove nenadane svjetlosne „sokove“, one će se postepeno prilagoditi. Odbacit će listove prilagodene na zasjenju, a formirat će mlade „listove svjetla“. Listovi svjetla su obično znatno manji i manje površine pljoke, razvit će i deblij kutikulu sa zaštitnim slojevima voska ili zaštitnih dlačica (trihomi). To će im omogućiti povećanu površinsku refleksiju i smanjenu apsorpciju svjetlosti. U takvih listova može se promjeniti i boja.

Poznata je pojava da mladi listovi često pokazuju fenomen juvenilnog crvenjenja. Pojava je rasprostranjena i u našim krajevima, a uzrok treba tražiti u nakupljanju antocijaninskih pigmenta u listovima. Antocijanini su plavasti, crvenkasti ili purpurni pigmenti za koje se smatra da (uz brojne druge zadaće!) štite biljku od oštećenja zbog previšokih doza sunčevog zračenja – prvenstveno onog većih energija – modrog i dijelom ultraljubičastog.

mr. sc. Marko Randić



## Krasnici Presijavanje u dugim bojama

**O**svijetljeni sunčevim zrakama dijelovi tijela mnogih kukaca presijavaju se dugim bojama. To napose vrijedi za neke skupine leptira, dvokrilaca, opnokrilaca i kornjaša. Porodica kornjaša kod koje je pojava iridescencije (presijavanje u dugim bojama) pravilo jesu i krasnici (Buprestidae). Radi se o strukturalnoj obojenosti - optičkom fenomenu nastanka dugih boja na tankim reflektirajućim listićima njihova „oklopa“. Kukci su, međutim, razvili i druge strategije života vezane uz svjetlost: svjetljenje u tamni (luminiscencija), korištenje ultraljubičastih signala, polarizirajuće refleksije itd.

Mušica kod koje se krila presijavaju u dugim bojama

## Dvokrilci

Ako strukturalna obojenost krila ima signalnu ulogu kod mušica, kako objasniti činjenicu da određene vrste za mjesto odmaranja i rojenja biraju vapnenačke stijene svijetlih boja?

**I**ako su boje tijela mušica (Diptera) uglavnom jednolike - sive, crne, rjedko dijelom i crvenkaste ili ponkad smeđkaste, njihova krila, osim što se ljeskaju na suncu, pa mogu poprimiti mlijecobijelu boju (refleksija svjetlosti), mogu biti obojena i dugim bojama (iridesencija) - što je zapravo pojava strukturne obojenosti koja nastaje zbog refrakcije i interferencije svjetlosti. Iridesencija krila sitnih letečih kukaca, kao što izvješćuju istraživači ove neobično zanimljive pojave u nekim (novijim) znanstvenim radovima, može se u pravilu opažati na tamnoj podlozi, dakle može se zapaziti i na krilima ispod kojih je smješteno tamno obojeno tijelo mušice. U najnovije je vrijeme u krugovima znanstvenika opraženo da takva strukturalna obojenost na krilima pojedinih skupina sitnih dvokrilaca (Diptera), osica (Hymenoptera) i nekih drugih sitnih letečih kukaca ima važnu ulogu u odabiru spolnog partnera - ženke sitnih kukaca s prozirnim krilima (koje je prozirno pod uobičajenim okolnostima promatranja za čovjeka) i s pojavom uzorka strukturne obojenosti (što dolazi do izražaja, primjerice, na tamnoj podlozi i pod posebnom osvjetljenošću) koriste spomenuto pojavu i lakše se orijentiraju prilikom odabira mužjaka. Ako strukturalna obojenost krila ima stanovitu signalnu ulogu kod mušica, kako onda objasniti činjenicu da određene vrste mušica za mjesto odmaranja i rojenja biraju vapnenačke stijene svijetlih boja? Još jedna od zanimljivih pojava u prirodi i pitanja koje traže razjašnjenje, a o čemu dosad nismo naušli na odgovor u nama dostupnim znanstvenim publikacijama.

mr. sc. Marko Randić



foto: Dinko Đorđić



Ostroglađa gušterica na starim zidinama Osora

## Ostroglađa gušterica

Posebnost ovog jadranskog endema je njezina prisutnost na Cresu, 100 km sjevernije od utvrđene prirodne granice njezinog rasprostranjenja

**N**a nedavnom terenskom obilasku otoka Cresa zastali smo u mjestu Osor gdje smo zamijetili neobičajenu pojavu iz svijeta herpetofaune, naime jednu potpuno izoliranu populaciju ostroglađe gušterice. Sve opaženo djelomično je povezano s intenzivnom osvjetljenjušću staništa, izmjenama svjetla i sjene i jakim sunčevim zračenjem, pa smatramo zanimljivim spomenuti u Međunarodnoj godini svjetlosti.

Otok Cres sa svojih 29 vrsta iznimno je bogat herpetofaunom (gmažovima i vodozemcima), a jedan od kurioziteta je prisutnost ostroglađe gušterice gotovo 100 km sjevernije od utvrđene prirodne granice njezinog rasprostranjenja.

Ostroglađa gušterica (*Dalmatolacerta lacerta oxycephala*) jadranski je endem rasprostranjen u priobalju i na otocima od Crne Gore (i, vjerojatno, sjeverne Albanije) do rijeke Krke. Boja na ledima i glavi može varirati od svjetlosne s točkastim uzorkom do gotovo jednolично crne (pojava tamne obojenosti naziva se melanizam). Većina populacije ima karakteristično prugasto obojenje repa kojemu se izmjenjuju tamnosive i svjetloplave pruge, ali ovaj kontrast je kod dijela populacije manje izražen. Za razliku od drugih malih jadranskih gušterica penje se na mesta koja mogu biti i do 30 metara visoko iznad zemlje. Vrlo je plastična i ne povjerljiva pa joj je prilično teško prići.

Ostroglađe gušterice na otoku Cresu pronadene su samo na jednom lokalitetu, u mjestu Osor. S obzirom na to da se ovaj lokalitet nalazi gotovo 100 km sjevernije od prirodne granice njezinog rasprostranjenja pretpostavlja se da je prvi nekoliko jedinki (od kojih je nastala osorska mala populacija) slučajno ili namerno doneseno. Zanimljivo je da na istom lokalitetu živi i krška gušterica (*Podarcis melisellensis*). Ovakav način saživota dviju vrsta nije uobičajen što doprinosi osebujnosti staništa osorskih gušterica.

MI smo ostroglađu guštericu našli i snimili na masivnom zidu nedaleko morskog kanala koji razdvaja otok Cres od otoka Lošinja. Stanište je tijekom većeg dijela dana izloženo jarkom sunčevom zračenju koje dodatno pojačava refleksiju od površine svjetlog kamena vrapenca. Zid je prepun dubokih zasjenjenih pukotina, u koje se gušterice rado sklanjuju pa pretpostavljamo da takvo ponašanje igra određenu ulogu u regulaciji tjelesne temperature (termoregulacija), a možda i zaštite od prejagok sunčeva zračenja.

Osorski primjeri ostroglađe gušterice pokazuju izrazito tamnu obojenost što im ga daje pigment melanin. Poznato je da zbog tamne obojenosti tijelo apsorbira više energije sunčeva zračenja nego što bi to bilo slučaj u svijetu obojenih primjeraka (koji energiju Sunca jače odbijaju-reflektiraju). To bi, dakle, mogao biti još i dodatni mehanizam kako ova vrsta provodi termoregulaciju, (iako ima i drukčiju tumačenja).

Iz fotobiologije je poznato da tamni pigmenti melanin ima također važnu ulogu zaštite od prejagok sunčeva zračenja – prvenstveno onog iz UV dijela spektra. Ono što je osobito važno kod gmažova i još nekih skupina kralješnjaka, je i činjenica da je melanin od iznimne važnosti u reproduktivnoj biologiji, ponašajući primjerice tamnije obojeni primjerici su znatno agresivniji, teritorijalnosti, interakciji s ostalim vrstama na staništu i drugim. Budući da ostroglađe gušterice na osorskim zidinama dije isto stanište s krškim guštericama koje pokazuju drugačiju uzorak obojenosti (razlikuju se u strukturalnoj obojenosti, pigmentima, njihovim omjerima i slično) to je i jedinstvena prilika da se na tom primjeru dublje istraže foto-biološke i druge implikacije njihovih međusobnih interakcija.

Kao zanimljivost, možemo spomenuti da isto stanište s osorskim guštericama dijeli i jedan zanimljiv biljni endem donekle slične biogeografije (jadranski endem), a to je primorska dimovica (*Corydalis acutifolia*). Slučajnost, ili ne - ovo osorsko „fotofilno“ stanište također joj je sekundarno (naime u široj okolini - sve do NP Paklenica, nije poznato da raste na prirodnom staništu). Zanimljiva prilagodba jarkim sunčevim zrakama izloženom staništu kod ove otporne biljke koja raste u pukotinama stijena i zidina jesu listovi presvučeni voštanim prevlakama, koje im daju svakasto-plavkasti nahuk (slično kao kod listova agave). Možemo se još upitati - kakvu ulogu imaju bijuni buseni ove dekorativne biljke u životu osorskih gušterica (s obzirom da dijeli isto stanište, a cvjetova dimovice privlače kukce oprasivače koji su potencijalni plijen guštericama, buseni daju veću strukturiranost staništu i slično)?

Patrik Krstinić i mr. sc. Marko Randić

## Noćni leptirić

Zbog umjetnog osvjetljenja događaju se znatne promjene u međuodnosima biološkog svijeta

**N**oćni leptirić (*Lithosia quadra* (por. Arctiidae)) - kao i mnogi drugi noćni leptiri (ali i neke druge skupine kukaca) dolijeću na svjetlo svjetlijaka. Svjetlosno onečišćenje iz godine u godinu sve je više izraženo čak i u globalnim razmjerima pa populacija mnogih kukaca zbog toga bivaju ugrožene. Osim za osvjetljavanje gradova i sel, mnoge svjetlike postavljaju se u potpunu nenaseljenim krajevima, primjerice u udaljenim šumskim predjelima (kod nas na vrhu Učke, na Platku, uz prometnice i drugdje) zbog čega stradaju mnogi noćni leptiri privučeni svjetljikama. Uvrijedeno je mišljenje da kukci dolijeću na umjetno svjetlo zbog toga što zamijene svjetliku sa jakim izvorom prirodne svjetlosti kao što je mjesec. Oko toga ima, međutim, još mnogo nepoznаницa i prijepora i tek se u novije vrijeme počinju razotkrivati višestruki velovi tajni s ove pojave. Tako je utvrđeno da svjetlike koje emitiraju više ultraljubičastog zračenja i svjetlost manjih valnih duljina snažnije i u većem broju privlače kukce. Privlačenje je, čini se, uveljato i gradom leptira - oni veći i s krušnjim očima bivaju više privučeni svjetljikama koje emitiraju svjetlost određenih valnih duljina. Smanjivanje brojnosti noćnih kukaca stupnjevito utječe na cijeli ekosustav - smanjuje se broj raspoloživih oprasivača, noćni grabežljivci raspolažu s manje hrane i, općenito, zbog umjetnog osvjetljenja događaju se znatne promjene u međuodnosima biološkog svijeta.

mr. sc. Marko Randić



foto: Marko Randić

# Troglofili i troglobionti

**Među organizmima podzemlja prevladavaju troglofili – organizmi koji mogu živjeti i u površinskim okolišima, a u dubljim i neosvijetljenim dijelovima žive troglobionti – životinje koje izvan tog prostora ne mogu preživjeti**

Dijelovi Hrvatske i Primorsko-goranske županije s prevladavajućim karbonatnim geološkim sastavom svjetski su poznata krška područja s obiljem špilja i drugih krških šupljina. Kontrasta staništa vezana uz svjetlost, odnosno gradijent i nedostatak svjetlosti, možemo pronaći u zasjenjenim stjenovitim šumama, dubokim ponikvama i jamama, na ulazima u krško podzemlje, ali i dublje u špiljama, snježnicama i ponorima gdje vlada potpuna tama. Na ulazu u špilje intenzitet svjetlosti opada i sve do tamne zone osjeća se postupno slabljenje svjetlosti što neposredno uvjetuje zonalni raspored biljnih i životinjskih zajednica. Među biljkama na ulazima u krško podzemlje prevladavaju cvjetnice, a idemo li dublje prema tamnoj zoni, one postaju rjede, povećava se udio papratnjača i mahovina, da bi u još dubljim dijelovima – gdje dopire tek malo svjetla, prevladale algalne i bakterijske prevlake na stjenkama krških šupljina. Još dublje, u potpunoj tami, ipak se mogu pronaći mnoge vrste mikroorganizama, gljiva i uglavnom specifičnih, za podzemlje usko vezanih - endemičnih životinja. Dok u ulaznim dijelovima prevladavaju troglofili – organizmi koji mogu živjeti i u površinskim okolišima, u dubljim i neosvijetljenim dijelovima podzemlja žive troglobionti – prave špiljske životinje koje izvan šupljina podzemlja ne mogu preživjeti. Tako je primjerice endemična čovječja ribica koja ima zakržljale oči i depigmentiranu kožu. Pravi špiljski okoliši odlikuju se stabilnošću i ujednačenošću ekoloških uvjeta; hranjive tvari tamo uglavnom dospievaju s površine nošene vodom cijednicom ili dubokim podzemnim tokovima, temperatura je uglavnom stalna, a svjetla nema pa izostaje i primarna proizvodnja. Tek u posebnim slučajevima zajednice životinja i mikroba ovise o kemosintetskim bakterijama ili organskoj tvari koju u dublje dijelove donose šišmiši.

Troglobionti – prave špiljske životinje su većinom sitnije (čovječja ribica je iznimka), a tu uključujemo raznolike podzemne račice – deseteronoće (dekapoda), jednakonoće (izopoda) i rakušce (amfipoda) i dr., te brojne podzemne kukce. U hrvatskom kršu velik je udio endema, po čemu je naša podzemna krška fauna među najzanimljivijima u svijetu. Podzemne životinje su u pravilu slijepе, ali su im jako razvijena neka druga osjetila. One ne pokazuju izražene dnevno-noćne cikluse, odnosno ritmove vezane uz izmjenu svjetla – tame, međutim, neke vrste špiljskih riba (osobito drugdje u svijetu) ipak imaju godišnje ritmove što je, primjerice, vezano uz iznimno istačane godišnje varijacije temperature u podzemlju ili uz neka godišnja doba kad obilje voda donese u podzemlje višak hrane. U Hrvatskoj također žive endemične (troglofilne) vrste riba vezane uglavnom uz vode ponornica na povremeno poplavljениm krškim poljima – pa ljeti kad se vode povuku i na površini zavlada nestaća vode, one preživljavaju u podzemlju ponora i estavela.

Prave troglobiontske ribe – ambilopsidi sjevernoameričkog kontinenta imaju izrazito razvijenje organe dodira, pa su im i dijelovi mozga vezani uz te aktivnosti dobro razvijeni, ali su im slabije razvijeni dijelovi mozga odgovorni za vizualne aktivnosti. Spomenute osobine izražene su i u usporedbi sa srodnicima istih skupina riba koje žive kao troglofili u ulaznim dijelovima špilja.

mr. sc. Marko Randić



Mahovine i paprati organizmi su dobro prilagodeni staništima na zasjenjenim mjestima i u ulaznim dijelovima u krško podzemlje



Lažištipavac (Neobisium stygium) je prava podzemna životinja – troglobiont, prilagođen potpunoj tami špilja - manjka mu osjet vida ali je osjet dodira odlično razvijen

## Bioluminiscencija gljiva

Dijelovi gljiva koji ispuštaju svjetlo mogu biti čitava plodišta ili samo neki njihovi dijelovi, ali i micelijske niti, njihove konopaste nakupine - rizomorfi...

Cesto smo se susretali s plodištima i dugačkim rizomorfi (konopcima sličnim svežnjevima micelijskih niti) gljiva puza (*Armillariella sp.*). Pa ipak nikad nismo imali prilike opažati svjetlucanje te gljive u mraku – intrigantna pojava koja se spominje u mnogim izvješćima, a poznatija je pod pojmom bioluminiscencije. O njoj su prvi pisali antički autori – Aristotel i Plinije, kasnije i mnogi drugi, što je često bilo obavijeno velom tajanstvenosti. Prema spomenutim izvješćima, čini se da emitiranje svjetlosti koje ne proizvodi toplinu imaju ne samo rizomorfi ili plodišta gljiva već i dijelovi drveta zaraženi micelijem gljive! Razlog zbog čega nam je opažanje neobične pojave promaklo vjerojatno leži u činjenici da samo rijetki od nas imaju naviku lutati šumom po mrklom mraku!

Svetlo, navodno, ispuštaju i gljive rogate drvarice (*Xylaria hypoxylon*), brojne micene (*Mycena sp. div.*) te mnoge tropске vrste gljiva. Svetlo može biti raznih boja – tropskih vrsta gljive krivonoške (*Pleurotus lampus*) emitira bijelo svjetlo, puze emitiraju plavkasto-zelenkasto itd. Dijelovi gljiva koji ispuštaju svjetlo mogu biti čitava plodna tijela (plodišta) ili samo neki njihovi dijelovi, ali i micelijske niti, njihove konopaste nakupine - rizomorfi... Pojava se može usporediti s bioluminiscencijom krije-



**Fotosinteza je pojava koja je promijenila planet Zemlju i o kojoj ovisi sav život – zeleno bilje stremi ka svjetlosti; bršljan (*Hedera helix*) se ovija uz debla drveća penjući se kako bi mu lišće doprlo visoko u zonu krošnji gdje može uživati dovoljno svjetlosti. Ljudi neopravданo režu i uklanjaju bršljan sa stabala zaboravljajući koliko su bršljanove bobice važan izvor hrane pticama zimi u vrijeme oskudice!**



**Plodišta otrovne gljive maslinove zavodnice (*Omphalotus olearius*) također se odlikuju bioluminiscencijom – pojavom svjetlucanja u mraku. O toj neobičnoj pojavi ispredaju se kroz povijest zanimljive i intrigantne priče koje golicaju mašt. U engleskom govornom području gljivu nazivaju „Lantern Funel Fungus – „gljiva ljevkasta svjetiljka“**

foto: Ervin Raguzin

nica, svjetlećih bakterija, nekih vrsta morskog planktona, kao i drugih organizama koji su obdareni ovom sposobnošću.

#### Fotobiologija gljiva

Iako su gljive organizmi koji se posloviočno klone svjetlosti, (a neke uspijevaju u potpunom mraku dubokih špilja), otkriveno je da je svjetlost jedan od čimbenika važnih u usmjeravanju rasta i metabolizma gljiva. Zanimljivo je da na razvoj gljiva najviše utjecaja ima plava svjetlost. Ona može imati direktni učinak na rast i razvoj tijela i strukturu gljiva, ali i na metaboličke putove. Kod nekih skupina gljiva pronađeni su raznoliki geni za fotoreceptore, kao i sami fotoreceptori – biološki važne

bjelančevine osjetljivi na djelovanje svjetlosti, a mnogi od njih bili su za gljive u velikoj mjeri neočekivano otkriće – primjerice apsorpcijski fotoreceptori (koji apsorbiraju / „upijaju“ svjetlost), fitokromi, kriptokromi, rodopsini i drugi. Svi ti fotoreceptori su proteini važni u fotobiologiji gljiva, pa je tako, njihovim nedavnim otkrićem, zapravo i nastala ta mlada znanstvena disciplina – fotobiologija gljiva. Jedan od važnih organizama u fotobiološkim istraživanjima je gljiva staćara *Coprinopsis cinerea* – sivkastagnojistarka, a nama mnogo poznatija vrsta je prikazana na slici – rasijana gnojištarka (*Coprinellus / Coprinus / disseminatus*), snimljena na jednom panju na granici Gorskog kotara i Primorja (vidi naslovnicu ovog priloga).

## Izložba fotografija

**Kako svjetlo razotkriva male skrivene svjetove posvuda oko nas?**



**Niti paučine obasjane svjetlošću**

foto: Dinko Đorđić

**K**ao uvod u Godinu svjetlosti, a u povodu Dana planeta Zemlje Javna ustanova Priroda i Klub Sušačana organizirali su tijekom ožujka i početkom travnja u Klubu Sušačanu u Rijeci izložbu: SVJETLO I MALI SKRIVENI SVJETLOVI PRIRODE.

Na izložbi fotografija čiji su autori istančanog oka za otkrivanje „malih skrivenih svjetova prirode“, prikazani su motivi malih bića u svom svjetlosnom „mikrokozmosu“ – od Liburnije preko Kastavštine, Obruča, Kamenjaka... do Gorskog kotara i Velebita.

Mogla se, primjerice, pogledati fina struktura paučine pauka vrste *Neoscona adinata* koja na svjetlu ljeska posuta sitnim ljepljivim kapljicama raspoređenim više-manje ravnomjerno na svakoj niti – poprečno i uzdužno ispletenoj, koje se kao cijelina ističu pravilnom, a opet ne sasvim simetričnom strukturon.

Krupni pauci – *Argiope bruennichi* – osasti pauk i pauk križar (*Araneus sp.*) pletu vrlo velike i čvrste mreže. Prvi se odlikuje svjetlucavo srebrnastim odsjajem zatka na kojem su istaknute crne i žute pruge – oponaša osu. Drugi je mrežu „ukrasio“ dodatkom – blještavim „padobranom“ glavočike kozje brade, a taj dodatak možda ima ulogu odvraćanja pogleda letećih kukaca od niti paučine koje su njima namijenjene.

Tu je i mužjak pauka skočca *Philaenus chrysops*, lijepih i kontrastnih crveno-crnih boja. On se na pljen zalijeće u skokovima i vreba ga na osuščanim malim istaknutim stijenama te se, u skladu s tim svojim navikama, odlikuje neobično velikim lećastim očima i oštrim vidom. Kao što je i za očekivati, pauci skočci ne izgraduju mreže za lov, što većina drugih skupina pauka redovito čini. Njegov srodnik, rakoliki pauk *Misumena vatia*, također je odlična vida i donekle sličnih navika – ne plete mreže za lov. S njegovih istaknutih očiju zrcale se zrake svjetlosti. Odlikuje se i ponešto egzotičnom sposobnošću promjene boje na različito obojenim i osvjetljenim podlogama.

Leteći kukci – muhe, leptirići i drugi sitni kukci pljen su paučima. Na izložbi se moglo vidjeti muhu bumbaricu (*Bombyliida*) i muhu pršilicu (*Syrphida*) čije se površine krila ljeskaju u dugim bojama obasjane suncem. Tek se nedavno otkrilo da ovi iridesirajući odsjaji imaju veliku biološku ulogu u životima mnogih sitnih letećih kukaca...

Izložene su i fotografije nekih drugih malih bića poput pužića *Helicella obvia* i vodenjaka *Triturus carnifex*, koje bi teško mogli povezati sa svjetlošću jer se uglavnom kreću noću ili za kišnih, oblačnih dana... Ali ovi pužići se za jarkih sunčanih ljetnih dana, kad vlada nepodnošljiva sunčeva žega, sakupe u veće nakupine na istaknutim stabljikama i lišću suhe trave, te tako, na suncu i žezi, u potpunom mirovanju, čekaju prvu kišu. Vodenjaku, pak, ako ga iznenadimo pod kakvom nadignutom korom, iznenada na svjetlosti zabljesne žarka „sginalna“ žuta pruga na tamnom tijelu.

Tu je i niz drugih sitnih bića, neki upozoravajuće žarko obojeni („ne diraj me otrovan sam!“), drugi skriveni, ali kojima se pod određenim svjetлом ističe svaka dlačica na tijelu... Posebno je zanimljiva kao rubin crvena kapljica soka koji istječe iz rane (koju su možda načinili kukci?) na stisnutoj glavici kozje brade... Žari se obasjana svjetlom i kao da želi poručiti – koliko je još skrivenih svjetova posvuda oko nas?

Fotografije na izložbi potpisali su: Dinko Đorđić, Želimir Gržaničić, Patrik Krstinić, Svetlana Lupret-Obradović, Marko Matešić, Marko Randić i Sunčica Strišković. Budući smatramo da je izložba na temu svjetlosti potencijalno zanimljiva za učenike osnovnih i srednjih škola, ali i za širi krug zainteresiranih, nastojat ćemo je tijekom Međunarodne godine svjetlosti prenijeti u još neki prostor, primjerice negdje u Gorskom kotaru ili na neki od kvarnerskih otoka, uz eventualni organizirani posjet grupa učenika, u pratnji nastavnika biologije, kao što je to bilo i u Klubu Sušačanu.

mr. sc. Marko Randić



Foto Danijel Frka

## Svjetlost u moru

**Do dubine od 170 do 250 metara kod otoka Palagruže i u Jabučkoj podmorskoj kotlini zalazi smeda alga Laminaria rodiguezii**

**U**moru je nastao život, a za njegovo održavanje važna je svjetlost. Oceani i mora odlikuju se razmjerno velikom prozirnošću, pri čemu, visoko na ljestvici prozirnosti, među drugim morima, odskoče Jadransko more. Zbog toga se Jadran, osim po posljedičnoj i poslovičnoj privlačnosti za turiste, ističe i neuobičajeno velikim dubinama do kojih uspijevaju alge – raznolika skupina „nižih“ biljaka koje ne mogu preživjeti bez svjetlosti.

Najdublje u Jadranske dubine zalazi smeda alga *Laminaria rodiguezii*, primjerice do dubina 170 – 250 metara kod otoka Palagruže i u Jabučkoj podmorskoj kotlini. Ova je endemična sredozemna alga danas i vrlo ugrožena zbog pretjeranog povlačenja mreža po morskem dnu. Dna na kojima je pronađena ova alga već pripadaju polumračnom epibatikalnom pojasu u koji prodire tek slabašna tamnomodra do ljubičasta svjetlost. Stupac morske vode koji se nalazi iznad, prema površini, upio je već ranije (tj. plić u stupcu!) zrake niže energetske sposobnosti – a to su one u području crvenih valnih duljina sunčeva spektra. Energetski prodornije zrake modrog i ljubičastog dijela spektra prodiru najdublje. Ispod njihova dosega, slično kao u šiljama, prostire se afotička zona – tj. zona bez svjetlosti. Ona uglavnom u morima započinje kod dubina oko 1000 metara.

U svjetskim morima, neke sitne crvene alge pronadene su i do dubina od gotovo 300 metara što je apsolutni dubinski rekord za fotosintetske organizme u morima! U akvatoriju Primorsko-goranske županije zajednica alga, uglavnom siromašnih i oskudnih, ima i na maksimalnim ovađajnjim dubinama mora -od oko 100 metara, primjerice, oko Prvića, Grgura i Golog (a ovaj akvatorij, što je nedovoljno poznato, pripada zaštićenom morskom području – posebnom podmorskom i ornitološkom rezervatu!). Međutim, posvuda u svijetu prodiranje svjetlosti u dubinu mora je ovisno i o kakvoći morske vode - količinama eventualnog onečišćenja, rastu i cvatu planktonskih organizama, količinama suspendiranih čestica koje mogu donijeti tekućice s kopna i drugom. Tako, primjerice, kad nabuja Rječina, na njenu ušću, zbog zamućene vode, svjetlost prodire tek vrlo plitko. Međutim čak i u afotičkoj zoni svjetskih mora, pa i najdubljih dijelova Jadrana, ponekad zna zabljesnuti slabašna zraka svjetlosti - to je hladna svjetlost onih morskih organizama koji se odlikuju sposobnošću bioluminiscencije. Noću, na i uz površinu mora, vjerojatno smo svi ponekad doživjeli očaravajuću pojavu svjetlucanja mora – bioluminiscenciju morskog planktona.

mr. sc. Marko Randić

## Kompetitor za svjetlo

### Sit pomaže drugim biljkama u rastu

**U**močvarama međuodnosi između organizama nisu uvijek jednostavnici i jednoznačni. Neke vrste kao sitovi (*Juncus sp. div.*) u zaslanjenim močvarama mogu svojim bujnim zadružnim rastom i biomasom zasjenjivati prostor i iskazati se kao snažan ili čak vodeći kompetitor za svjetlo i druge resurse. Ali, u stalno navlaženom, zaslanjenom tlu često vlada nedostatak kisika (hipoksija i/ili anoksija) što dodatno usložnjava odnose. Korijenje sita ima naime sposobnost dovodenja kisika unutar takvih tala putem spužvastoga tkiva s mnoštvom šupljina („tkivo za prozračivanje“, tzv. aerenthim) koje se proteže iz listova prema korijenju. Na taj način sit ispuštači kisik u hipoksično tlo „meliorira“ usku zonu uokolo korijenja. Time se znatno mijenjaju uvjeti staništa - i od vrlo nepovoljnih postaju povoljnija staništa također i za druge vrste biljaka i organizama. Tlo opskrbljeno kisikom, što bez tih „pomagača“ – sitova i nekog drugog močvarnog bilja ne bi bio slučaj, omogućuje i stimulira rast i preživljavanje vrstama biljaka koje možda nisu tako dobro prilagodene. Ova vrsta pozitivnog povratnog efekta može omogućiti povećanje bioraznolikosti u jednom tako usko specijaliziranom tipu staništa kao što je zaslanjena močvara. Koristi imaju ne samo određene vrste biljaka već se povećava ukupna raznolikost mikroorganizama i faune tla.

**Crveni koralj (Corallium rubrum)**  
žarkim crvenim bojama čvrstog skeleta i delikatnom strukturu mehanički lovki od davnina pobude divljenje čovjeka, međutim, za njihovu raskoš kao živih stvorova na slabo osvijetljenim podmorskim staništima znaju tek rijetki ronioni, koji, da bi se uočile i istaknule boje, moraju tu raskoš osvijetliti umjetnim svjetлом.

### Impressum

Posebni prilog **Svetlost i mali prirodni svjetovi**, nakladnik Novi list d. d., urednik priloga Bruno Lončarić grafička urednica Karin Hofbauer, stručni suradnici: mr. sc. Marko Randić, Sunčica Strišović, Patrik Krstinić lektura i korektura: Linda Lenac, Biljana Milevoj, obrada fotografija Lidija Anić, Deniza Hrvatin, pokrovitelj priloga **Javna ustanova Priroda**, za pokrovitelja mr. sc. Sonja Šišić, ravnateljica, tiskano u Novom listu, 22. travnja 2015.

**Visoki sitovi (Juncus sp. div.) kompetitor su za svjetlo i prostor, ali prozračivanjem tla pomaže drugim biljkama u naseljavanju - slana močvara Meline u zaljevu Soline na otoku Krku**



foto: Marko Randić