

Goli polži in njihov pomen v morskih ekosistemih

Tomaž Granda

V družbi so mnogi morski karizmatični taksoni (najpogostejše sesalci in ribe) razmeroma dobro raziskani. Spremljajo njihove populacije (monitoring) ter preučujejo njihov ekološki pomen in evolucijski razvoj. Ti taksoni so po navadi veliki, človeku lepi ali koristni in so naše prednike zgodovinsko in kulturno zaznamovali. V današnji družbi pa pozabljamo na manj raziskane organizme, ki so prav tako zelo zanimivi, ekološko zelo pomembni, nekateri pa tudi lepi za človeško oko. Opisujem zaškrGARJE, ki so v nam najbližjem (Jadranskem) morju stalno živeča skupina živali.

Kako so videti goli polži oziroma kateri polži so oblečeni?

Najverjetneje se ob besedni zvezi »goli polž« kakšen nepoznavalec narave zdrzne in začne spraševati, kje je videl kakšnega oblečenega. Čeprav je ime iz antropocentričnega »slovarja« morda za koga zavajajoče, je poimenovanje te skupine popolnoma na mestu. Znanstveno ime skupine Nudibranchia izvira iz latinske besede *nudus*, gol, in grške besede *brankhia*, škrge. Poslovenjeno to skupino imenujemo gološkr-

garji. Skupina zaškrGARJEV, na katero se nanaša prispevek, pa nimajo izpostavljenih samo dihalnih struktur, temveč kar celotno telo. ZaškrGARJI so namreč v svoji evoluciji popolnoma ali v veliki meri izgubili enodelno lupino. Ta jim je nudila zaščito pred plenilci, kopenskimi pa tudi preživetje v obdobju estivacije. Izguba lupine pri skupini polžev se je v zgodovini zgodila večkrat. Pri kopenskih polžih denimo se izguba hišice povezuje z nizkimi koncentracijami kalcija, ki je eden izmed njenih glavnih

Barvita flabelina (Flabellina affinis) je pogosta vrsta v jadranskem infralitoralnu. Foto: Iztok Klemenc.



gradnikov. Evolucija pri morskih goli polžih v smeri izgube lupine je po nekaterih virih posledica mutacij, s katerimi so organizmi privarčevali veliko energije. Prav tako je izguba lupine omogočala naselitev novih življenjskih prostorov ter simbiotske (fotoavtotrofne) stike z ostalimi organizmi (Wägele, Klussmann-Kolb, 2005). Po izgubi lupine, morda pa že v samem procesu izgubljanja, so se začeli razvijati drugi obrambni mehanizmi. Evolucijsko gledano je razvoj šel v tri različne smeri. Prva smer je kamuflaža: polži so se začeli zlivati z okolico/morskim dnom in se na tak način izognili plenjenju. Pri drugi smeri razvoja so osebkovi z mutacijami pridobili sposobnost sinteze ali kopičenja dražečih/strupenih snovi, ki jih ob morebitnem napadu plenilcev lahko izločijo v okolje. Hkrati okolje daje prednost golim polžem najrazličnejših barv in vzorcev, s katerimi morebitne oportunistične plenilce opozarjajo na svoje strupene izločke. Na tem mestu naj omenim relativnost strupenih snovi, saj je beseda močno antropocentrično zaznamovana. Snovi, ki so za človeka strupene, so lahko za nekatere organizme, ki so se na te snovi prilagodili, ključnega pomena v njihovem razvoju. Tretjo smer razvoja pa predstavljajo takšne vrste, ki so razvile podobne barvne vzorce kot strupeni goli polži, le da so te popolnoma nestrupene. S podobnim videzom kot strupeni tako oportunistično preslepijo svoje morebitne plenilce (Winters in sod., 2018).

Življenjski prostor

ZaškrGARJI, na katere se prispevek nanaša, so večinoma bentoški. To skupino živali lahko najdemo v vseh svetovnih morjih, od skrajno severnih in južnih hladnih do toplih subtropskih in tropskih morjih ter celo v brakičnih vodah. Takšno razširjenost imenujemo kozmopolitska in je značilna za taksonomske skupine, ki imajo široko tolerančno območje – skupine ga prenesajo brez (večjih) negativnih posledic. Posledica take razširjenosti je veliko število vrst. Zadnja monografija navaja, da je samo v Slovenskem delu Jadranskega morja sto

enainštirideset vrst zaškrGARJEV (Lipej, Trkov, Mavrič, 2018), vendar je od njenega izida bilo najdenih več za Slovenijo novih vrst. Zaradi svoje barvitosti in vrstne raznolikosti jih z malo truda lahko opazi tudi manj izkušeni potapljač. Lahko jih opazimo med prehranjevanjem z algami ali ostalimi morskimi rastlinami in sesilnimi živalmi (nekateri so tudi plenilci) (Sanvicente-Añorve, in sod., 2012). Težje jih je opaziti v mirovanju, takrat se zelo dobro zlijejo s svojo okolico, nekateri pa se zakopljejo v pesek. Na tak način opazimo samo tipalke, ki »štrlijo« iz peska. Bentoški zaškrGARJI lahko tudi plavajo, vendar razmeroma počasi in redko, saj so takrat ranljivi in izpostavljeni plenilcem. V kolikor jih napade plenilec, največkrat ribe, je najzanimivejša obramba izpust dražčnega izločka, ki plenilca zmede in odvrne od napada. Nekatere vrste imajo v izločkih tudi snovi, s katerimi preslepijo plenilce. Izločeni oblak snovi ribe preusmeri, saj jih spominja na hrano – jih torej zamoti. V tem času se plavajoči polž lahko oddalji ali skrije (Johnson, Willows, 2009). V Jadranskem morju največkrat opazimo plavajočega velikega morskega zajčka (*Aplysia fasciata*), včasih tudi s kopnega, saj velja za vrsto, ki pri nas doseže največjo velikost.

Vloga v morskem ekosistemu

Kot vsi organizmi ima tudi skupina zaškrGARJEV svojevrsten vpliv na ekosistem. S strganjem alg in rastlin ter plenjenjem ostalih nevretenčarjev prispevajo k hitrejšemu kroženju snovi med trofičnimi ravni. Prav tako preprečujejo pretirano razrast omenjenih organizmov – opravljajo biološki nadzor, kar se lahko kaže v biotsko pestrejši združbi. S plenjenjem drugih organizmov goli polži prispevajo tudi k njihovi evoluciji. Zaradi nenehnega prilagajanja in motnje statičnih bentoških organizmov prihaja do nenehne evolucije in koevolucije plena in plenilca (goli polžev). Posledici sta večja genska pestrosti in večja stabilnost populacij ob ekoloških spremembah, kar lahko dolgoročno vodi v speciacijo (nastajanje novih vrst). Kot je bilo opisano v eni izmed prejšnjih števil revije

je *Proteus* (2009; 72, 1: 19-22), lahko nekatere vrste golih polžev vase sprejmejo fotoavtotrofe (organizme, ki fotosintezo opravljajo s pomočjo svetlobne energije) v procesu endosimbioze. To je zgolj primer, iz katerega poskusimo izluščiti bistvo: najrazličnejše prezrte skupine organizmov so v evoluciji zmožne razviti nove prehranske strategije, metabolne poti in ostale biološke procese. Posledično takšne spremembe vplivajo na združbo, posredno tudi na posamezne osebkke, vse od primarnih proizvajalcev do velikih karizmatičnih organizmov.

Tujerodne vrste v Sredozemlju

Kot pri ostalih skupinah organizmov se tudi pri zaškrgrarjih pojavlja problematika tujerodnih vrst. Tujerodne vrste so organizmi, ki se selijo na neko območje same ali s pomočjo človeka (neposredno ali posredno). Pri neposrednem prenosu se zaškrgrarji najpogosteje prenašajo z velikimi tovornimi ladjami (balastne vode). V Jadransko in Sredozemsko morje prihajajo predvsem iz smeri Rdečega morja, kjer po obnovljenem Sueškem prekopu dnevno prečka to ožino tudi do sedemindeset ladij. Zaradi podnebnih sprememb v zadnjih letih (kar ima za posledico segrevanje Sredozemlja in tudi Jadrana, predvsem severnega Jadrana) nove vrste iz toplejših morij pogosteje preživijo tudi pri nas. Vrste, ki imajo široko tolerančno območje, imajo večje možnosti, da se na novo okolje prilagodijo ter se uspešno razmnožujejo. Slej kot prej se pojavi tekmovanje z avtohtonimi vrstami, s katerimi imajo prekrivajoče ekološke niše. Pri tem lahko nove vrste odvezemajo življenjski prostor, vire hrane ali pa zgolj s svojim obstojem spremenijo okolje do te mere, da se populacijska dinamika avtohtonih organizmov spremeni. Vnos tujerodnih vrst z možno invazivnostjo, ki lahko ima vpliv tudi na višje trofične ravni, je za varstvene biologe in ekologe načeloma nezaželen, saj vnaša v izoblikovane združbe precej negotovosti in nevarnosti za avtohtone organizme (Molnar in sod., 2008). Problem pa niso le tujerodni zaškrgrarji, marveč tudi druge tujerodne vrste, denimo ribe, ki so njihovi plenil-

ci. Tujerodne plenilske vrste lahko zdesetkajo ali popolnoma iztrebijo avtohtone organizme ter močno vplivajo na združbe, izoblikovane v severnem Jadranu. Vzrok, zakaj so tujerodni plenilci uspešnejši v plenjenju avtohtonih organizmov, je predvsem v odsotnosti koevolucije med vrstami (Occhipinti-Ambrogi, Galil, 2010). Tako ostajajo nekatere interakcije med taksoni neznane, še posebej, kadar sta v stiku taksona, ki se evolucijsko nista sorazvijala. Koevolucija med organizmi poganja razvoj vrst, saj se v njej med seboj prilagajajo.

Kako človek vpliva na pojavljanje golih polžev in ostalih morskih organizmov?

Človek s svojim delovanjem močno spreminja morske ekosisteme, na žalost pa je najbolj na udaru jedrna sestavina morskega ekosistema, to je voda - voda, ki jo razumemo kot topilo za snovi, ki jih človek namerno ali nenamerno vnaša v svoje okolje. V morje se namreč izteka rezultanta, vsota, vseh človekovih dejavnosti: izpiranja urbanih, kmetijskih, industrijskih in drugih snovi v reke in kasneje v morja ter izrabe in regulacije rek za številne človeške potrebe, pri tem pa se bistveno spremeni oblika raztopljenih snovi. V Jadranskem morju na primer živo srebro, ki se v anoksičnih razmerah (razmerah, kjer ni kisika ali pa ga hudo primanjkuje) ali na soški akumulaciji pretvori v metilirano živo srebro. Takšno prehaja tudi v Jadransko morje, kjer ga organizmi nižjih trofičnih ravni absorbirajo, nato pa s prehranjevalnimi spleti prehaja v višje trofične stopnje (Faganeli in sod., 2002). Metilirano živo srebro je za razliko od elementarnega izjemno strupeno (nevrotoksin) za človeka, pa tudi za ostale živali, ki v življenju kopičijo metilirano živo srebro v svojem organizmu (Ke in sod., 2023). Prav tako tudi zračna onesnaženost vpliva na morje in prispeva k vedno večjemu celokupnemu deležu obremenjujočih snovi v njem (Ito in sod., 2023). Ta ista voda pa je tudi življenjsko okolje, v tem primeru golih polžev, ki so se na lastnosti vode in snovi, raztopljenih v vodi, prilagajali dolgo časa. Zelo hitro spreminjanje lastnosti morske vode je zato problematično.

Nekatere vrste se na takšne hipne spremembe lahko prilagodijo, velika večina pa ima s tem težave. Sprva se spremembe okolja kažejo v zmanjšanem fitnesu osebkov, kar vodi v zmanjševanje populacij, genetskem zdrsu (driftu) in spirali izumiranja. Na tak način ne izumirajo zgolj zaškrgrarji, marveč tudi ostale skupine živali, kar lahko ima izjemno velik vpliv na celotni ekosistem.

Slovarček:

Bentos. Živalske in rastlinske združbe, ki živijo na dnu morskih ali celinskih voda.

Endosimbioza. Vrsta sožitja, v katerem en organizem prebiva v telesu ali celici drugega organizma.

Estivacija. Poletno mirovanje zaradi možnosti dehidracije ali pregretja.

Fitnes. Fitnes pomeni relativno konkurenčno sposobnost določenega genotipa, ki jo določa celota prilagoditev na ravni morfoloških, fizioloških, razmnoževalnih in fitogeografskih znakov, kaže pa se v povprečnem številu preživelih potomcev tega genotipa glede na druge.

Genetski zdrs (drift). Naključna sprememba frekvence alelov v neki populaciji skozi generacije. Pojavlja se pri vseh populacijah, vendar ima največji vpliv na majhne populacije.

Infralitoral. Prvi pas v morju, ki ni neposredno izpostavljen vplivom kopnega.

Koevolucija. Sprememba genetske sestave enega organizma ali organske vrste, ki nastane kot odgovor na spremembo genetske sestave drugega organizma ali organske vrste.

Kozmopolitska razširjenost. Globalna/splošna razširjenost nekega taksona.

Združba. Skupnost organizmov, ki živijo na določenem območju v enakih okoljskih razmerah.

Literatura:

Cortesi, F., Cheney, K. L., 2010: *Conspicuousness is correlated with toxicity in marine opisthobranchs*. *Journal of Evolutionary Biology*, 23 (7). <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2010.02018.x>.



Tomaž Granda je študent magistrskega študija ekologije in biodiverzitete na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Prihaja iz Maribora, kjer je začel s svojim izobraževanjem. Kot dijak je obiskoval Prvo gimnazijo Maribor, vzporedno pa tudi Konservatorij za glasbo in balet Maribor. V času šolanja je ugotovil, da ga narava in biologija zelo zanimata. Zato je univerzitetno pot nadaljeval na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, kjer je po treh letih tudi uspešno diplomiral. V želji po novih znanjih in izkušnjah se je vpisal na Biotehniško fakulteto Univerze v Ljubljani. Zanimajo ga vodni (morski in sladkovodni) ekosistemi, združbe v njih in upravljanje z njimi. Foto: Filip Lab, Bobinj leta 2023.

Faganeli, J., Horvat, M., Covelli, S., Fajon, V., Logar, M., Lipej, L., Cermelj, B., 2003: *Mercury and methylmercury in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)*. *Science of the Total Environment*, 304 (1–3). [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00578-8](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00578-8).

Galil, B. S., 2008: *Alien species in the Mediterranean Sea – Which, when, where, why?* *Hydrobiologia*, 606 (1). <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9342-z>.

Ito, A., Miyazaki, Y., Taketani, F., Iwamoto, Y., Kanaya, Y., 2023: *Marine aerosol feedback on biogeochemical cycles and the climate in the Anthropocene: lessons learned from the Pacific Ocean*. In *Environmental Science: Atmospheres*. <https://doi.org/10.1039/d2ea00156j>.

Johnson, P. M., Willows, A. O. D., 1999: *Defense in sea hares (Gastropoda, Opisthobranchia, Anaspeidae): Multiple layers of protection from egg to adult*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 32 (2–3). <https://doi.org/10.1080/10236249909379045>.

Lipej, L., Trkov, D., Mavrič, B., 2018: *Polži zaškrgrarji slovenskega morja*. Piran: Nacionalni inštitut za biologijo.

Ke, T., Tinkov, A. A., Skalny, A. V., Santamaria, A., Rocha, J. B. T., Bowman, A. B., Chen, W., Aschner, M., 2023: *Epigenetics and Methylmercury-Induced Neurotoxicity, Evidence from Experimental Studies*. *Toxics*, 11 (1). <https://doi.org/10.3390/toxics11010072>.

Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B., 2010: *Marine alien species as an aspect of global change. Advances in Oceanography and Limnology*, 1(1). <https://doi.org/10.1080/19475721003743876>.

Sanvicente-Añorve, L., Hermoso-Salazar, M., Ortigosa, J., Solís-Weiss, V., Lemus-Santana, E., 2012: *Opisthobranch assemblages from a coral reef system: The role of habitat type and food availability*. *Bulletin of Marine Science*, 88 (4). <https://doi.org/10.5343/bms.2011.1117>.

Wägele, H., Klussmann-Kolb, A., 2005: *Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) – More than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging*. *Frontiers in Zoology*, 2. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-2-3>.

Winters, A. E., Wilson, N. G., van den Berg, C. P., How, M. J., Endler, J. A., Marshall, N. J., White, A. M., Garson, M. J., Cheney, K. L., 2018: *Toxicity and taste: Unequal chemical defences in a mimicry ring*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285 (1880). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0457>.