

Najbolj kompleksen ženitni dogovor ali kaj nam lahko heterostilija pove o stanju okolja

Besedilo: Živa Fišer



Pomladanski jeglič (*Primula veris*). (foto: Živa Fišer)

Eden izmed največjih čarov raziskovanja narave je v tem, da se največji čudeži ne skrivajo, temveč so prisotni prav pred našimi očmi, le pozorni moramo biti nanje. Ti mali čudeži narave pa v sebi pogosto skrivajo kompleksne razloge svojega obstoja. Charles Darwin bi znal o tem povedati marsikaj.

Eden takih čudežev je heterostilija, posebnost pri spolnem razmnoževanju rastlin, ki govori o raznolikosti cvetov znotraj posamezne vrste. S tem pojmom se je, vsaj med študijem, srečal vsak biolog (in morda nanj kasneje tudi pozabil), medtem ko je izven biološkega občinstva le malo poznan. Charles Darwin (1809–1882) je sprva menil, da je bil prvi, ki je prepoznal heterostilijo, a je brskanje po stari literaturi pokazalo, da je bil pojav poznan že

mного prej. William Curtis (1746–1799) na primer je v seriji publikacij *Flora Londonensis* (1777–1798) objavil skico heterostilnih cvetov pri pomladanskem jegliču. Res pa je, da je bil Darwin prvi, ki se je s fenomenom podrobneje ukvarjal in ga skušal razložiti.

Za kaj pravzaprav gre? Gre za pojav, ko se pri eni rastlinski vrsti pojavljajo morfološko različni cvetovi, ki se med seboj razlikujejo po nameščenosti prašnic in brazde pestiča. Cvetovi posameznih osebkov so lahko v dveh (t. i. distilija) ali treh različnih oblikah (t. i. tristilija). Pri distiliji so prisotni kratkovrati cvetovi (*oblika S*, iz angleškega poimenovanja *short*) ter dolgovrati cvetovi (*oblika L*, iz angleškega poimenovanja *long*). Pri dolgovrati cvetovih se brazda pestiča – to je mesto,

kamor ob opraitvi pristane cvetni prah – nahaja nad prašnicami, pri kratkovrati cvetovih pa so višje nameščeni in s tem bolj izpostavljeni prašniki, brazda pestiča pa se nahaja pod njimi. Pri tristiliji je stvar še bolj kompleksna, saj so cvetovi treh oblik: vsak cvet ima prašnice na dveh različnih višinah ter brazdo na tretji višini. Podobno kot pri distiliji imajo cvetovi lahko brazdo nad vsemi prašnicami (*oblika L*) ali pod vsemi prašnicami (*oblika S*), poleg teh dveh pa je lahko brazda tudi vmes, med dvema obročema prašnic – gre za srednjo obliko (*oblika M* ali *medium*).

Večina se nas je s pojavom heterostilije verjetno srečala pri trobentici (*Primula vulgaris*), saj je zaradi razmeroma velikih cvetov nameščenost spolnih organov (predvsem brazde pestiča) dobro opazna.

V resnici trobentica ni edina vrsta jegličev (*Primula*) s heterostilijo, saj je pojav prisoten pri vseh vrstah tega rodu, kar je ugotavljal že Darwin. Spomladi lahko opazujemo gojene sorte s heterostilijo tudi v vrtnarijah. Tudi sicer je heterostilija v resnici pogostejša, kot si mogoče mislimo. Neodvisno se je razvila kar pri 28 družinah cvetnic, in če bi s pozornim očesom opazovali naše domorodne rastline, bi jo našli še pri navadni krvenki (*Lythrum salicaria*), navadnem mrzličniku (*Menyanthes trifoliata*), navadnem pljučniku (*Pulmonaria officinalis*) ter nekaterih vrstah lanov (*Linum*) in zajčjih deteljic (*Oxalis*), med gojenimi vrstami pa jo lahko opazujemo pri okrasni forsitiji (*Forsythia × intermedia*).

Darwin je bil prvi, ki je zanjo podal znanstveno razlago. Na svojem vrtu je namreč izvajal opravitvene poskuse na jegličih in ugotovil, da mora za uspešno oprашitev in

oploditev priti do navzkrižnega oprășevanja med različnimi tipi cvetov. Cvet *oblike S* lahko oprăși le cvetni prah, ki prihaja iz cveta *oblike L*, in obratno. Temu strokovno rečemo legitimno oprășevanje, medtem ko je oprășevanje med cvetovi iste oblike nelegitimno. Danes vemo tudi, da razlike niso le v morfologiji cvetov, temveč tudi v cvetnem prahu: pri kratkovrati obliki je cvetni prah za približno 50 % večji kot pri dolgovrati obliki, prav tako se razlikuje pri ornamentaciji zunanje stene pelodnega zrna (eksine).

Darwin pa ni opazoval le heterostilije pri jegličih, temveč je ta pojav prepoznal tudi pri drugih vrstah. Poznal je tudi drugo obliko heterostilije – tristilijo s tremi oblikami cvetov. Tako Darwin kot Fritz Müller (1814–1865), nemški botanik, ki se je izselil v južno Brazilijo in tam raziskoval rastlinstvo in živalstvo (verjetno je ekologom najbolj poznan po Müllerjevi

mimikriji) ter si intenzivno dopisoval z Darwinom, sta ob opazovanju dveh različnih oblik cvetov vodne hijacinte (*Eichhornia crassipes*) prišla do istega zaključka: opazovani različici cvetov pripadata oblikama *L* in *M*, na podlagi nameščenosti brazde pestiča in prašnic pa sta sklepala, da mora obstajati tudi tretja oblika (*oblika S*). Ta je dolgo veljala za izumrlo, dokler je ni več kot stoletje kasneje priznani evolucijski biolog Spencer C.H. Barrett (roj. 1948) odkril v Amazoniji.

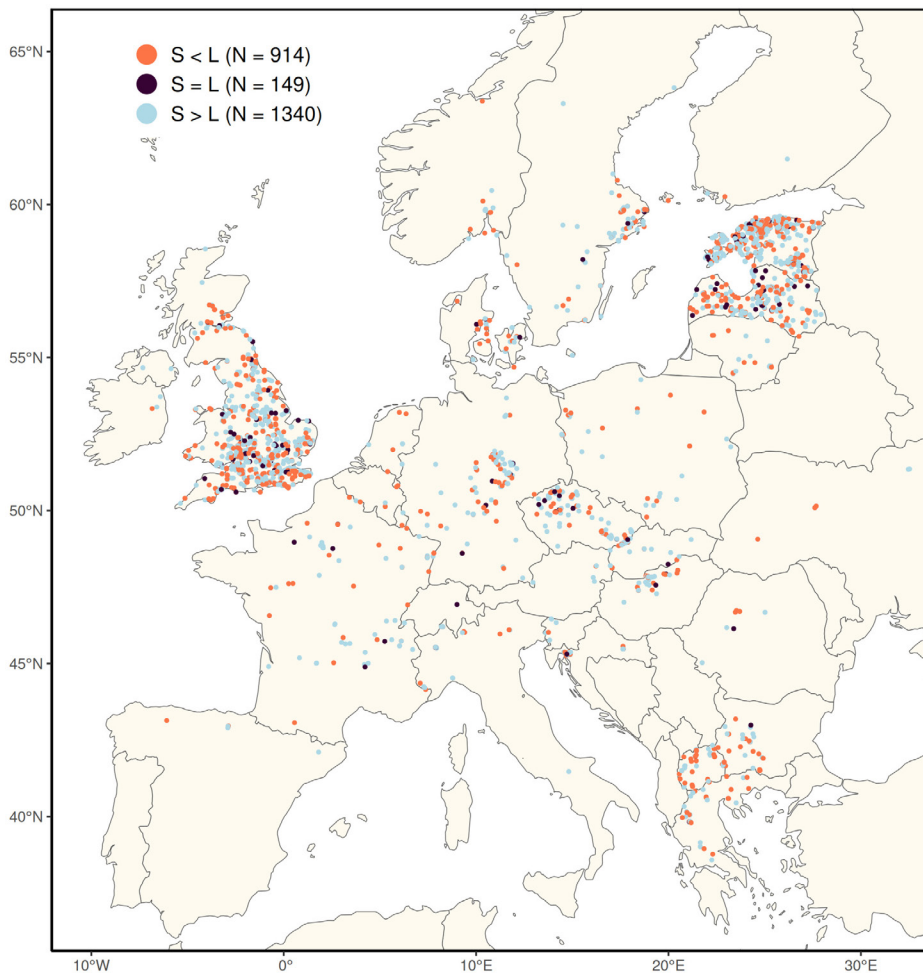
Nobeno moje majhno odkritje mi ni prineslo toliko zadovoljstva kot razkritje pomena zgradbe heterostilnih cvetov. (Darwin, 1877)

Heterostilija velja za enega najbolj učinkovitih mehanizmov zagotavljanja navzkrižnega oprășevanja v populacijah žužkocvetk. Da pa je navzkrižno oprășevanje zagotovljeno, morajo v populacijah obstajati osebki vseh oblik, in ne le to – za maksimalno uspešnost razmnoževanja morajo biti ti osebki v razmerju 1 : 1 pri distiliji ali 1 : 1 : 1 pri tristiliji (ravnovesne populacije), čemur pravimo tudi izopletija. Odstopanje od tega razmerja lahko povzroči zmanjšanje uspeha oprășevanja. Kako in zakaj pa bi lahko prišlo do »porušena« izopletije, je vprašanje, ki zahteva obsežne terenske raziskave in kasnejše analize podatkov.

Nedavne raziskave na pomladanskem jegliču (*Primula veris*), ki so jih izvedli v Estoniji, so pokazale, da nekatere populacije niso v ravnovesju, temveč imajo presežek bodisi *oblik S* ali *L* cvetov. Raziskave o genetski raznolikosti istih populacij so pokazale, da so populacije s porušnim ravnovesjem oblik genetsko manj raznolike. Gre predvsem za majhne populacije, ki se srečujejo z izgubo ali drobljenjem (fragmentacijo) habitatov. Rezultati te raziskave so se zdeli zanimivi, a so bili izvedeni na razmeroma majhnem številu populacij. Estonski raziskovalci Univerze v Tartuju z raziskovalko Tsipe Aavik na čelu so razmišljali, kako bi kljub omejenim finančnim virom lahko prišli do večjega vzorca za svojo raziskavo. Srečno naključje je hotelo, da se je pokazala možnost zagona projekta občanske znanosti *Eesti otsib nurmenukke* (v prevodu *Iščemo pomladanske jegliče*), preko katerega so mobilizirali na stotine prostovoljcev iz cele Estonije in na ta način pridobili podatke za precej več populacij. V letu 2019 so tako pridobili podatke o 220.000 osebkih jegličev z več kot 1.700 lokacij.



MLADI RAZISKOVALCI PRI ISKANJU POMLADANSKIH JEGLIČEV. (foto: Živa Fišer)



Populacije pomladanskega jegliča, vzorčene v okviru projekta občanske znanosti v letih 2021 in 2022. Oranžne pike predstavljajo populacije s presežkom cvetov oblike L, vijoličaste pike predstavljajo populacije v ravnovesju, svetlomodre pike pa populacije s presežkom cvetov oblike S. (vir: Aavik s sod., 2025)

Večina raziskovalcev se je ob tem prvič srečala z občansko znanostjo in možnostmi, pa tudi izzivi, ki jih take raziskave prinašajo. Pozitivne izkušnje in navdušenost prostovoljcev ter sodelovanje v mednarodnem projektu *ConservePlants* pa so dali projektu nov zagon – zakaj ne bi raziskave razširili na celo Evropo? Tako je prišlo do nadgradnje estonske iniciative v panevropsko, ki je potekala v letih 2021 in 2022. S pomočjo lokalnih koordinatorjev iz posameznih evropskih držav – v Sloveniji so bili v kampanjo vključeni Univerza na Primorskem, Botanični vrt Univerze v Ljubljani ter program Ekošola – so bili pridobljeni podatki za preko 5.200 populacij iz 30 držav.

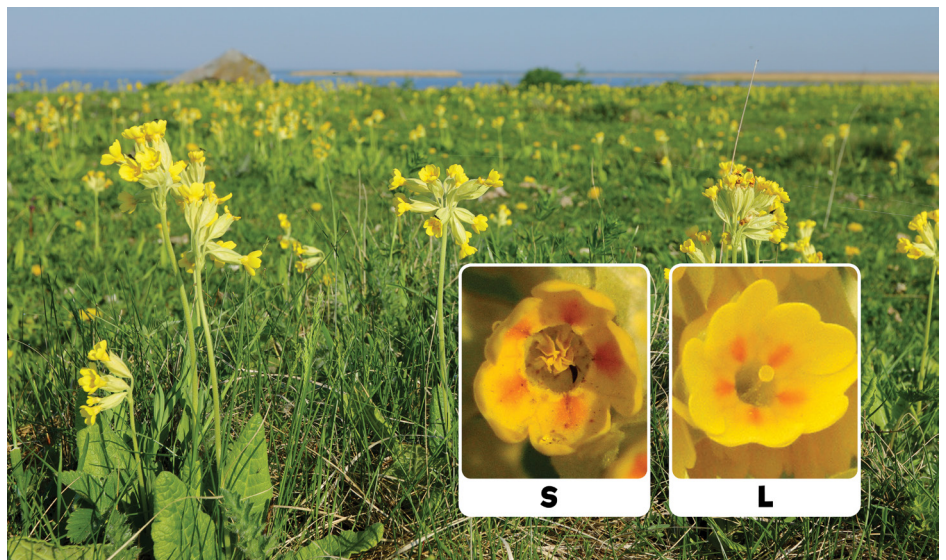
Rezultati, objavljeni januarja 2025 v reviji *Journal of Ecology*, so pokazali, da se globalno pojavlja skoraj 10 % več cvetov oblike S kot oblike L, čeprav bi pričakovali ravnovesno stanje. Smo morda priča evlucijskim spremembam ali pa je razlog za te presenetljive rezultate kje drugje, bo stvar nadaljnjih raziskav. Prevlada oblike S je bolj očitna tam, kjer so poletni meseci bolj deževni in kjer prihaja do bolj intenzivne rabe tal. Rezultati nakazujejo, da je za odstopanje od norme zelo verjetno

odgovoren (tudi) človek. V manjših populacijah je frekvenca posameznih cvetnih oblik veliko bolj neuravnotežena kot v velikih populacijah. To ima za posledico, da je v manjših populacijah navzkrižno oprasovanje oteženo, kar lahko vodi do nadaljnega upada vrste, ki je v nekaterih državah ogrožena. Raziskava je omogočila nov vpogled v to, kako se vrste s kompleksnejšimi razmnoževalnimi siste-

mi spopadajo s hitrimi spremembami v okolju.

Seveda moramo ob koncu omeniti tudi prednosti in slabosti koncepta občanske (ljudske, državljanske ...) znanosti. Projekti, ki vključujejo prostovoljce, ki povečini nimajo predznanja s področja raziskave (v tem primeru botanike ali ekologije), so včasih predmet kritik zaradi domnevno slabše kakovosti ali nezanesljivosti podatkov. Raziskovalci seveda stremimo k čim višji kakovosti in zanesljivosti podatkov, saj le taki podatki omogočijo nova dognanja in rezultirajo v znanstvenih objavah. Dobro načrtovanje projektnih aktivnosti ter jasna in nedvoumna navodila lahko bistveno prispevajo k zanesljivejšim podatkom, poteg tega pa morajo take raziskave vključevati tudi varovalke, torej jasno določena merila za vključitev podatkov v nadaljnje analize. To pomeni, da mora biti vsak vnos natančno pregledan, na podlagi izbranih meril pa je potem odločeno, ali bo upoštevan v analizah ali ne.

Čeprav tovrstne raziskave res omogočijo pridobivanje podatkov, ki bi bili sicer težko dosegljivi, pa je njihova obdelava kompleksna in dolgotrajna. Ne smemo pozabiti, da je vključevanje prostovoljcev v tovrstne raziskave dvosmeren proces, saj na sodelujoče ne smemo gledati le kot na orodje za pridobivanje podatkov, temveč je naloga poklicnih znanstvenikov, da sodelujoče izobražujejo, osveščajo in jim na razumljiv način posredujejo raziskovalne rezultate. V ozadju takih projektov je pogosto številčno osebje, ki zagotavlja, da projekti ustrezno sledijo načelom občanske znanosti. ✂



Populacija pomladanskega jegliča (*Primula veris*) v Estoniji ter prikaz kratkovrate (S) in dolgovrate (L) oblike. (foto: Kaarel Kaisel – pokrajina in Edgar Karofeld – detajl cveta)