

# Živimo v simbiozi

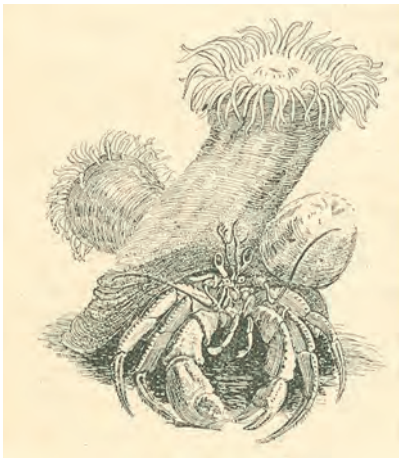
Kazimir Tarman

»Gaia je iz veselja videna simbioza.«

Lynn Margulis in Dorion Sagan, 1995.

»Tako materialno kot mentalno živimo v simbiozi z nepregledno velikim ekosistemom, ki se nenehno na novo poraja.«

Andreas Weber, 2007.



Rak samotarec s stražnimi vetrnicami.

Risba Antona Koželja v knjižici Podobe iz narave, 1917.

obvezna povezava osebkov dveh vrst. Z ekološkega gledišča sicer ohlapna opredelitev pa ustreza v toliko, ker zajema poleg vseh oblik vzajemnosti tudi zajedavstvo. V tem prispevku se bom ozrl na sožitje ali simbiozo v ožjem pomenu besede.

## Zgodovinski pogled

Lišaje so dolgo obravnavali kot samostojno skupino nižjih rastlin. Njihove prave narave niso poznali. Šele švicarski botanik Simon Schwendener (1829–1919) je z mikroskopskimi raziskovanji odkril njihovo dvojnost. Leta 1869 je v razpravi *Tipi alg v lišajih* (*Die Algentypen der Flechten*) v zborniku baselske univerze zapisal, da so lišaji iz gliv in alg sestavljeni organizmi. Sprva težko sprejeto novost so kasneje potrjevali še drugi raziskovalci, med njimi nemški zdravnik, botanik mikrobiolog in mikolog Heinrich Anton de Bary (1831–1888). V delu *Pojav simbioze* (*Die Erscheinung der Symbiose*, 1879) je za to vrsto sožitja skoval ime simbioza.

Najstarejši zapis o sožitju je zapustil grški zgodovinar, imenovan tudi »oče zgodovinskega opisja«, Herodot iz Halikarnasa (485–420 pred našim štetjem). Takole piše: »Med ležanjem ima krokodil odprto gobec nastavljen

Pod besedo *simbioza* navadno pomislimo na sobivanje dveh živih bitij, ki si v preživetju medsebojno pomagata, živita vzajemno. Po naše pravimo temu *sožitje*. Takšno povezavo organizmov označimo z znakom plus (+). Simbioza (v širšem pomenu besede) pa pomeni sožitje dveh ali več bitij ne glede na posledico odnosa. Zato uvrščam sem še *zajedavstvo* ali *parazitizem*, tokrat s predznakom minus (-). Seveda je takšno ocenjevanje evolucijsko-ekološkega stanja antropocentrično, povezano z mislijo na dobro in zlo, a glede na naravni izbor napačno.

V *Velikem slovarju tujk* (Cankarjeva založba, 2002) preberemo, da je simbioza (grško *symbiosis*) ali sožitje biološko *obvezna ali ne-*



Rak samotar (*Paguristes oculatus*) s progasto stražno vetrnico (*Calliactis parasitica*).

Foto: Marjan Richter.

zahodnemu vetriču in tedaj mu gre v usta *Trochilos* (ptič krokodilji tekalec *Pluvianus aegyptius*), ki požira pijavke. To koristi krokodilu, ki je tega vesel in poskrbi, da ne bi poškodoval *Trochilosa*.« (Cott, H. B., 1975.)

### Sožitje - prigoda o dobrem

V prirodopisu živalstva so nam sožitje ali simbiozo prikazali z rakom samotarcem, ki si je na prisvojeno polžjo hišico nadel eno ali dve vetrnici. Dvojnost tega sožitja je v primerjavi z lišaji povsem očitna in prav gotova znana nabiralcem morske hrane iz pradavnine. »Stražno vetrnico (*Adamsia rondelletti*), združno živče s samotarcem,« omenja naravoslovec in šolnik dr. Leopold Poljanec (1876-1944) v učbeniku *Prirodopis živalstva* (Poljanec, L., 1929). Njegov primer simbioze so potem povzemali vsi učbeniki zoologije do najsodobnejših. Med starimi zapisi pa sem izbrskal zanimivo pripoved o sožitju naravoslovca in duhovnika Franca Pengova (1876-?) v poljudnoznanstveni knjižici *Podobe iz Narave* (Pengov, F., 1916/17). Besedilo obnavljam zaradi jezika in posebnega načina obravnave. Takole je pisal: »Da izbrišejo ta madež počasnosti (pisatelj misli na počasno premikanje morskih vetrnic) s svojega rodu, zamislile so nekatere premetene 'glavice' že zdavna samovozilo ali

avtomobil, ki jim omogoči umetno, kar je odrekla priroda. Slavno znani sta v tem pogledu obe stražni vetrnici (*Adamsia*): prva (*A. Palliata*) se je zmenila s samotarcem *Eupagurus Prideauxii* iz staroslavnega rodu *Dekapodov* (deseteronožcev), da mu hoče biti zvesta tovarišica v življenju (glej sliko spodaj!), njena sestra *A. Rondeletii* pa je napravila zvezo s svakovim prijateljem *Paguristes maculatus*, ki je tudi častivreden skrlupar. Pogodba pravi, da ima viteška *Adamsia* dolžnost braniti svojega klienta in njegovo trdnjavo vsekdar in proti vsakomur (nekaka vojaška konvencija). Zato pa mora *Pagurid* oskrbeti svoji protektorici potrebno brašno, zlasti dovolj mesa.« Hkrati *Podobe* izpričujejo tudi staro tradicijo poljudnoznanstvenega pisanja na Slovenskem. V tej zvezi je zanimiva še primerjava s sodobnejšo pripovedjo o isti zgodbi. Preberemo jo v poglavju *Diogen med raki* v knjigi našega morskega biologa dr. Miroslava Zejja *Življenje našega Jadrana* (1947): »Zlasti dobro je znan pravi samotarski rak, ki si izbira za svoj dom predvsem prazne hišice polža volka. Ta rak si izbira le eno in isto vrsto morskih vetrnic (*Adamsia palliata*), ki si jo pričvrsti na vseljeno hišico. Pritrdi si jo vselej tako, da ima cvetka svoj venec lovku blizu odprtine hišice pod rakovim žvekalom. Čeprav je ta vetrnica z rdečimi pikicami in raznobarni-



*Lišaji so pionirji osvajanja golega skalovja. Izvirnik.*

*mi progami lep okras, ji vendar pripada težja naloga, kakor krasiti raka. S svojimi pekočimi ožigalkami, ki jih ima na milijone na svojih belih lovkah, brani samotarca pred ribicami, sipami in hobotnicami. Za protiuslugo pa ji rak prepušča del svojega plena ter jo prenaša po morskem dnu. Tako uživa sicer nepremična morska vetrnica vse ugodnosti premikajoče se živali.»*

V navedenih primerih prikazujejo pisci sožitje kot poseben in zanimiv biološki pojav. Pengov ga je razložil z značilno ilustrativno antropocentrično metodo v skladu s tedanjim časom. Tudi prebiranje drugih zgodb v *Podobah* razkriva pripovedno moč njegovega pisanja in žal smo ga kot zgodnjega naravoslovnega pisca prezrli v *Enciklopediji Slovenije*.

### **Spregledanost sožitij?**

Ekološke vloge sožitij, ki jo tvorijo lišaji, se mimogrede dotaknejo le avtorji botaničnih učbenikov, na primer Lev Detela (1902–1982): »Lišaji so pionirji v pripravljanju rodovitnih tal.« (Detela, L., 1969.) Ekološko vlogo sožitij obravnavajo šele novi srednješolski učbeniki po izidu prevoda knjige *Od molekule do človeka* (1974) in sočasni prenovi učnih šolskih programov.

Maltuziansko izhodišče za razlago delovanja naravnega odbiranja, ki ga je uporabil Darwin, temelji na ekoloških odnosih: tekmovanju za dobrine, plenilstvu in zajedavstvu. Gre za vidne odnose, ki jih je preprosto opazovati v naravi in njihov učinek preučevati eksperimentalno v bioloških modelih. Z množico opazovanih primerov iz narave je postregel že sam Darwin v delu *O nastanku vrst*. Čeprav je Darwin raziskoval vlogo žuželk pri oprraševanju orhidej, simbiozi kot dejavniku evolucije ni namenil ustrezne pozornosti. Posledica neuravnoveženosti je razvidna v obravnava medvrstnih odnosov še stoletje kasneje. V ospredju je bila tekmovalnost ali kompeticija. Raziskovalci, ki so sledili, med njimi tudi angleški ekolog Charles Elton (1900–1991), avtor prve ekologije živali (*Animal Ecology*, 1927) in raziskovalec problemov dinamike populacij miši in lemingov, so s preštevanjem populacij plena in plenilcev iskali odgovore na obstoj naravnega ravnovesja. Alfred J. Lotka (1880–1949) in Vito Volterra (1860–1940), prvi je bil Američan in drugi Italijan, oba pa matematika in fizika, sta neodvisno drug od drugega opisala nihanja populacij z enačbo. Po izidu »kulturnega« delala Eugena P. Oduma (1913–2002) *Funda-*



Kamena korala  
*Acropora sp.*  
s koralnicami.

Foto: Marjan Richter.

*mentals of Ecology* (*Osnove ekologije*, 1971) so postali odnosi med populacijami pomemben del vsebine vseh ekoloških učbenikov. Težišče obravnave je bila vloga plenilstva, zajedavstva in kompeticije. Simbiozam niso pripisovali tolikšnega ekološko-evolucijskega pomena. Zanimivo je, da so teme plenilstva - s poudarkom na agresivnosti - stalne in priljubljene v televizijskih nadaljevanjih iz življenja levov, krokodilov in morskih psov. Sožitja so tudi zaradi odsotnosti dramatičnosti manj gledljiva. Pa vendar so sožitja vseprisotna v vodnih in kopenskih ekosistemih. O tem nas prepriča tudi galerija posnetkov sožitij v knjigi našega podmorskega raziskovalca in fotografa Marjana Richterja *Naše morje*.

### Vznik novih pogledov

Danes doživljamo naraščajočo neskladnost človeške civilizacije z naravo. Izzivamo globalne katastrofe: podnebne in biotske vseh vrst, od upadanja biotske raznovrstnosti do preživetne neuravnoteženosti med človeškimi skupnostmi. Že davno tega je naša brezbržnost obsodila v knjigi *Nema pomlad*

(1962) ameriška biologinja Rachel Carson (1907–1964). Drugo svarilo o našem nevestnem početju je v knjigi *Gaja* (1979) zapisal James E. Lovelock (1919). Lovelock vidi v geo- in biosferi Zemlje delujoči simbiotični sistem.

V novi ekologiji so obravnave sožitja ali simbioze vedno pogostejše. Ko spoznavamo (ugotavljamo) prepletenost življenja v malem (na ravni povezanih osebkov) in velikem (ekosistemu) merilu, ne gre le za sheme, ki jih rišemo s prehranjevalnimi verigami in spleti, kjer delujejo, kot se je v pesnitvi *In Memoriam A. H. H.* (*V spomin A. H. H.*, 1849) izrekel angleški pesnik Alfred lord Tennyson, »rdeči zobje in kremplji«. Pri uspešnosti preživetja delujejo tudi sožitja. Navsezadnje je bila za evolucijo biotske raznovrstnosti, tudi naše evolucije, usodna »tehnična inovacija, izumljena v združbi simbiotičnih bakterij«, to je rojstvo evkariontske celice, kot pravi evolucijska biologinja Lynn Margulis (1938–2011). »Verjamem, da je večina evolucijskih novosti nastala in še nastaja neposredno s simbiozo, pa čeprav to ni splošno sprejeta ideja razlage evolucijskih spre-



*Koreninski gomoljčki s simbiotičnimi bakterijami na koreninah fižola. Izvirnik.*

*memb v večini učbenikov,» je zapisala Lynn Margulis (1998). Sodobna znanost pritrjuje evolucijski vlogi *simbiogeneze* tudi v novih učbenikih. Urejenosti ekosistemov ne po-gojuje zgolj tekmovalnost, »boj vsakega z vsakim«, ampak tudi prepleteni vzorci so-žitij. Simbioze odpirajo nove ekološke niše, zato zmanjšujejo tekmovalnost med vrstami in ponujajo možnosti za sobivanje. Očiten primer tega so evolucijsko stari ekosistemi, kot sta na primer koralni greben in tropski deževni gozd, kajti prav simbioze omogo-čajo sobivanje množici vrst in zato obstoj velike biotske raznovrstnosti.*

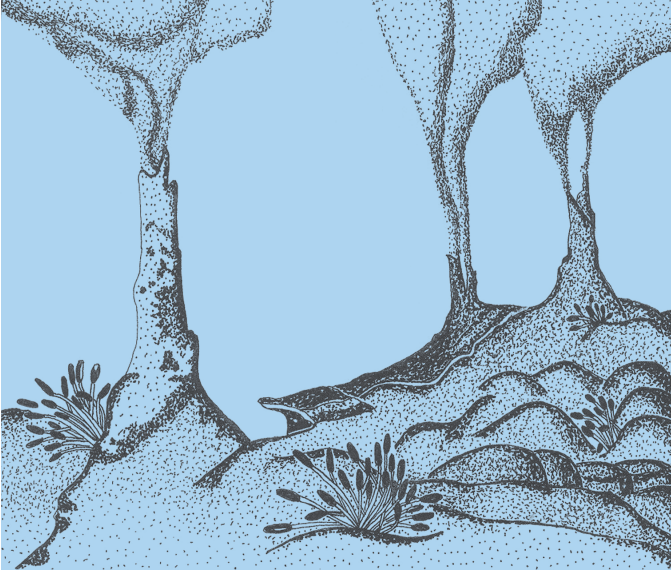
Simbioza širi življenjske možnosti, še po-sebej v skrajnostnih razmerah življenja. Pri osvajanju kopnin pred 410 milijoni let so bili pionirji lišaji, pri uspešnem pre-hodu cevnic iz vode na kopno pa so po-magale mikorizne glive. In lišaji so že od davno ustvarjalni pionirji golega, mrzlim vetrovom izpostavljenega skalovja v Ark-tiki in Antarktiki, v gorah Alp, Himalaje in Andov, pa tudi toplih in presušenih tal skrepenele ognjeniške lave. Ob »*vulkanskih*

*dimnikih*«, na stičiščih celinskih plošč v globini oceanov, poganjajo življenje združb simbioze mikrobov s školjkami, raki ter bradonosci riftijami. Brez simbiotičnih alg (*Symbiodinium* sp.) bi kamniti koralnjaki ne rasli in ne ustvarjali koralnih grebenov in atolov, pa tudi ne kamnitih apneniških skladov v geološki davnini, ki so se dvi-gnili v visoke gorske grebene. Simbiotični bičkarji (*Hypermastigina*) in bakterije prebavljajo les (celulozo) v črevesu termi-tov. Brez mikrobnih združb, ki v vampu goveda obdelujejo celulozo v zaužitji travi, in množice migetalčarjev entodiniomorfov (*Entodiniomopha*) bi ne pili mleka in ne jedli sira. Nova raziskovanja so odkrila en-todiniomorfe tudi pri gorilah in šimpanzih. Navsezadnje je naše telo sožitje milijard celic, pa tudi uživalec sožitij z množicami mikrobov v črevesu in na koži. In gozd, po katerem se vije moja sprehajalna pot, ži-vi v vidnih in nevidnih simbiozah. Nekaj tega mi je bilo dano videti prek drobnega živega sveta v gozdni prsti (glej *Proteus*, 68: 102–108).

Z neobveznimi zvezami, ki jim pravimo v ekologiji *protokooperacija*, je človek skozi tisočletja osvajal Zemljo. Dokaz za to sta pes in konj. Najbrž, ah, kar gotovo bodo simbioze spremljale osvajalce novih svetov.

### V razmislek

V nasprotju s spontanostjo evolucijskih procesov v naravi upravlja družbene procese in razvoj razumni človek. Ali ni to pred-nost naše vrste? Je in ni, kajti razum lahko zapelje človeštvo v obstoj ali pogubo. Tudi razvoj naše civilizacije je vzklik z ekološko uspešnim sodelovanjem - sožitjem naših davnih praprednikov v divjini tropske Afri-



Podmorski vulkanizem na stičišču celinskih plošč. Okoli »dimnikov« se naselijo črvi kolobarniki riftije (*Riftia pachyptila*), ki živijo v sožitju s simbiotičnimi bakterijami, sposobnimi izkoriščati v vodi prisotne sulfide (na primer strupeni  $H_2S$ ).

Risba: Boštjan Tarman.

ke. Spopadi in vojne stotisočletja kasneje so uničevale, sožitja po opustošenju pa znova vračala blagor človeštvu. Da bi prevladalo ustvarjalno sožitje nad uničevalno agresijo, je nastala Organizacija združenih narodov. Ali ni to oblika nove *družbene simbioze*? Poskus ustvarjanja planetarnega sožitja med narodi. Narava je učiteljica!

#### Literatura:

- Bevk, S., 1933: *Botanika za višje razrede srednjih šol*. Ljubljana: Banovinska zaloga šolskih knjig in učil.
- Carson, R., 1972: *Nema pomlad*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Cott, H. B., 1975: *Looking at Animals*. London: Collins.
- Detela, L., 1960: *Botanika*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Elton, Ch., 1927: *Animal Ecology*. London: Sidgwick & Jackson Ltd. (Ponatis 1971).
- Lovelock, J. E., 1994: *Gaja – nov pogled na življenje na Zemlji*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Margulis, L., 1998: *The Symbiotic Planet – A new look at evolution*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Odum, E. P., 1971: *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders Company.
- Pengov, F., 1916/17: *Podobe iz narave* (1. in 2. zvezek). Celovec: Družba sv. Mohorja.
- Poljanec, L., 1929: *Prirodopis živalstva*. Celje: Družba sv. Mohorja.

Richter, M., 2005: *Naše morje*. Piran: Sijart.

Sušnik, F. (urednik), 1974: *Od molekule do človeka*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Tarman, K., 1992: *Osnove ekologije in ekologija živali*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Weber, A., 2011: *Čuteča narava – človek, narava in revolucija znanosti o življenju*. Ljubljana: Modrijan.

Zei, M., Zháněl, J., 1947: *Življenje našega Jadrana*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

#### Slovarček:

**Gaja.** Hipoteza J. E. Lovelocka in L. Margulis govori, da so fizikalne in kemične razmere na našem planetu delo živih organizmov in prav ti vzdržujejo tudi njihovo obnavljanje, kroženje in stanovitnost.

**Protokooperacija.** Oblika neobveznega sožitja, na primer združevanje različnih vrst kopitarjev in nojev v mešane črede zaradi varnosti pred plenilci ali sodelovanje nekaterih plenilcev v skupinskem lovu (levi, volkovi).

**Mikoriza.** Sožitje med glivami in koreninami rastlin: glive oskrbujejo rastlino z vodo in hranilnimi solmi, rastline pa dajejo glivam ogljikove hidrate.

**Riftija.** Vrsta *Riftia pachyptila* sodi med kolobarnike – bradonosce (*Pogonophora*), značilna vrsta, ki živi v skrajnostnih razmerah na območju globokomorskega vulkanizma.

**Skr lupar, tudi škr lupar.** Zastarelo ime za rake, sedaj pogosteje uporabljano v kulinariki.