

razprav, ki se jih ne bi sramovali niti danes. Na žalost se od njegovih fosilov ni ohranilo ničesar, kar bi potrjevalo naše domneve in razmišljanja, vsekakor pa so Valvasorjevi zapisi dokaj podrobni in razumljivi. Brez zadržkov lahko rečemo, da je Valvasor s svojo vneto, strastjo in nadvse naprednim razmišljanjem (predvsem razprava o fosilnih zobeh morskih psov) začetnik raziskav fosilov na Slovenskem.

Literatura:

- Faninger, E., 1990: *Valvasor in mineralogija s petrografijo. Proteus*, 52 (9-10): 357–358.
 Golec, B., 2007: *Neznano in presenetljivo o življenju, družini,*

- smrti, grobu in zapuščini Janeza Vajkarda Valvasorja. Zgodovinski časopis*, 61 (3-4): 303–364.
 Kolar - Jurkovšek, T., Jurkovšek, B., 1997: *Valvasoria carniolica n. gen. n.s. p., a Triassic Worm from Slovenia. Geologica Croatica*, 50 (1): 1–5.
 Križnar, M., 2011: *Miocenski zobje rib kostnic iz Zasavja. Društvene novice (Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije)*, 44: 40–41.
 Reisp, B., 1980: *Mladostna potovanja Janeza Vajkarda Valvasorja. Kronika: Časopis za slovensko krajevno zgodovino*, 28: 99–107.
 Mikuž, V., 2007: *Onkoidi iz opuščenega peskokopa Drtija pri Moravčah. Razprave 4. razreda SAZU*, 48 (1): 179–221.
 Valvasor, J. V., 2009: *Čast in slava vojvodine Kranjske. 1.–2. zvezek. Ljubljana: Zavod Dežela Kranjska.*

Umrla je Lynn Margulis – avtorica endosimbiotske teorije • V spomin

Umrla je Lynn Margulis – avtorica endosimbiotske teorije

Kazimir Tarman

»Svojih zamisli nimam za sporne. Imam jih za prave.«
Lynn Margulis

Ameriška biologinja Lynn Margulis se je rodila 5. marca leta 1938 v Chicagu in umrla 22. novembra leta 2011 v Amherstu. Tokrat se jo spominjamo tudi zato, ker smo o njej pisali tudi v našem *Proteusu*.

Kot študentka biologije na univerzi v Chicagu je diplomirala na univerzi Wisconsin–Madison (1960) in doktorirala na univerzi v Berkeleyju (1963). Še kot mlada sodelavka bostonske univerze je leta 1966 napisala za tisti čas »nesprejemljivo« razpravo *Izvor mitotskih evkariontskih celic (The Origin of Mitosing Eucariotic Cells)*. Razpravo, ki jo je ponudila v objavo uredništvom petnajstih znanstvenih revij, so vsa po vrsti za-

vrnila. Slednjič jo je le objavila revija *The Journal of Theoretical Biology (Revija za teoretično biologijo)*. Sedaj je to delo mejnik v sodobnem razumevanju celične evolucije. Z nepopustljivo vztrajnostjo in kljubovalnostjo je premagovala ukoreninjene poglede o izvoru evkariontske celice. Misel o vlogi simbioz v evlucijskem napredku je iskala v sodelovanju prokariontov – prabakterij – v geološki davnini. Ko je ena celica požrla drugo, ni sledilo vedno razkrojevanje te za hrano. Lahko sta požiranje preživeli obe celici. Če je sledilo med njima sodelovanje, je nastalo iz združitve nekaj novega. V milijonih let evolucijskega ustvarjanja se je tako porodil nov tip celice – evkariont-



Lynn Margulis. Vir: www.marshall.edu.

ska celica. V knjigi *Izvor evkariontskih celic* (*Origin of Eucariotic Cells*, 1970) je podrobno predstavila svojo zamisel o evoluciji celice in njenih organelov. Bila je prva, ki je endosimbiotsko teorijo oprla na neposredna mikrobiološka opazovanja. Močno podpora njeni zamisli je bilo odkritje, da vsebujejo mitohondriji in kloroplasti svojo DNA, ki se razlikuje od jedrne DNA in je podobna bakterijski. Odkrili so celo mitohondrijske encime, podobne bakterijskim. Možen izvor mitohondrijev je zato v proteobakterijah, ki so živele v davni geološki preteklosti. Podobnosti se kažejo tudi v ultrastrukturi in delovanju. Notranja zgradba in biokemija na primer klorofila v kloroplastih sta podobni tistim pri cianobakterijah. Izvor kloropla-

stov so zato praciaobakterije. Tudi izvor bičkov in migetalk je povezala s spirohetami. Zamisel je dobila pri praživali *Mixotricha paradoxa* iz prebavila avstralskih termitov *Mastotermes darwiniensis*. Na telo miksotrihe je »prilepljena« množica (približno 240.000) spirohet (*Treponema Spirochetes*, sorodnica povzročiteljice sifilisa), ki delujejo kot migetalk. Toda fina zgradba migetalk in bičkov ni potrdila bakterijskega izvora. V preveliki zagnanosti je prestopila meje možnega.

Seveda je Lynn Margulis gradila svojo endosimbiotsko teorijo na starih spoznanjih. Misel o endosimbiozi kot možnosti za nastanek evkariontske celice je prvi zapisal v razpravi *O naravi in izvoru kromatofor v rastlinstvu* (1905) ruski botanik in evolucionisti biolog Konstantin Mereško-

vski (1855–1921). Zamisel je dobil pri nemškem botaniku Andreasu Schimperju (1856–1901), ki je odkril podobnosti med delitvijo rastlinskih kloroplastov in delitvijo cianobakterij. Zato je menil, da so se zelene rastline razvile s simbiozo dveh organizmov. Leta 1920 pa je ameriški biolog Ivan Wallin (1883–1969) postavil tezo o endosimbiotskem izvoru mitohondrijev. S tedanjim znanjem neusklajene zamisli so potem tonile v pozabo. Šele podrobne primerjalne elektronskomikroskopske raziskave cianobakterij in kloroplastov v začetku šestdesetih let prejšnjega stoletja so obudile stare zamisli, Lynn Margulis pa jim je dala s svojimi mikrobiološkimi spoznanji nov zagon. Prepričljivo je dokazala »sorodnost«

med evbakterijami, mitohondriji in kloroplasti.

Študirala je genetiko, da bi bolje razumela evolucijo. Razočarana pa je spoznala, da genetikov ni zanimala evolucija življenja na Zemlji, ampak predvsem, kot se je izrazila, »vzgoja boljših paradiznikov«. Zato se je rada družila z geologi, saj so bili po njenih besedah »edini, ki se še ukvarjajo z okoljem«.

Po mnenju Lynn Margulis in njenega sina Dorianana Sagana (sina iz prvega zakona z astronomom Carlom Saganom) »se življenje na Zemlji ni razvilo z bojem, ampak z mreženjem«, s povezovanjem in sodelovanjem organizmov različnih vrst. Endosimbionti, ki so vnašali svojo DNA v jedra gostiteljskih celic, so poganjali genetsko variabilnost in evolucijo življenja. Seveda tak pogled na evolucijsko vlogo izmenjave genskih informacij med bakterijami, virusi in evkariontskimi celicami za mnoge znanstvenike ni bil sprejemljiv. Neodarvinistično poudarjanje medvrstnega tekmovanja kot gonilne sile evolucije je označila za »nauk verske sekte anglosaške biologije«. Z razmišljanjem, da Darwina napačno razumemo, je naletela na odpor mnogih znanstvenikov.

Veliki znanstveniki si včasih dovolijo nenavadne reči in to velja tudi za Lynn Margulis. Prepričana je bila, da ni dokaza, da je HIV infekcijski virus, in trdila, da se simptomi AIDS-a prekrivajo s simptomi sifilisa. Kot odgovorni recenzentki so ji zamerili objavo članka Donalda I. Williamsona *Gosenice so se razvile iz onihofor s hibridogenezo (Caterpillars evolved from onychophorans by hybridogenesis)* v ugledni ameriški reviji *Proceedings of the National Academy of Sciences* leta 2009. Avtor je zanikal, da bi se ličinke žuželk in njihova odrasla stanja razvila iz istih prednikov. Obstoječo povezavo pa je razložil s hibridizacijo. Članek je izzval upravičeno ogorčenje strokovnjakov. Biolog Fred Nijhout z univerze Duke, ki raziskuje ontogenetski razvoj žuželk, je hudomušno zapisal: »Williamsonov članek je primernejši za Nacionalni preiskovalni urad kot pa za

Nacionalno akademijo.« Kljub vsemu ji vodilni evolucijski biolog Richard Dawkins teh stranpoti ni zameril in ji je namenil ustrezno priznanje (1995): »Zelo občudujem Lynn Margulis, njen pogum in vztrajnost pri zagovoru endosimbiojske teorije ter dosežek, ko je iz nepriznavanja dosegla njeno priznanje. Pri tem mislim na teorijo o evkariontski celici – simbiojski zvezi preprostih prokariontskih celic –, eno od velikih spoznanj evolucijske biologije dvajsetega stoletja. Prav zato jo tako visoko cenim.« Simbiogeneza je sedaj obravnavana v vseh sodobnih učbenikih biologije.

Čeprav je bila kritična do neodarvinizma in so ji nekateri pripisali celo pristajanje na neolamarkizem, se je v svojih delih pogosto sklicevala na Darwina in njegov nauk. Navsezadnje je z endosimbiojsko teorijo pomembno dopolnila naše védenje o evolucijskih poteh živega sveta. Mnoga priznanja, ki jih je prejela, dokazujejo pomembnost njenega znanstvenega prispevka. Lynn Margulis je bila članica mnogih akademij, prejemnica Nagrade Williama Procterja za znanstvene dosežke (1999), nacionalne medalje za znanost, ki ji jo je podelil ameriški predsednik W. J. Clinton (1999), Humboldtove nagrade (2002) in Darwin-Wallaceove medalje Linnéjevega društva v Londonu (2008). Bila je govorka na konferenci o biološki evoluciji na Papeški gregorijanski univerzi v Rimu, kjer so razpravljali o dialogu med evolucijsko biologijo in krščanstvom (2009). Leta 2010 je bila sprejeta v Društvo razmišljujočih Leonardo da Vinci na Univerzi za tehnološki napredek v Tempeju v Arizoni. Nazadnje je delovala kot univerzitetna profesorica na oddelku za geoznanosti na Univerzi Massachusetts v Amherstu. Poleg mnogih znanstvenih razprav je zapustila še bogato bero poljudnoznanstvenih knjig. Med temi bom spomnil na *Simbiojski planet – nov pogled na evolucijo (The Symbiotic Planet – A new look at evolution)* (1989), žlahtni avtobiografski oris zorenja zamisli o simbiogenezi.