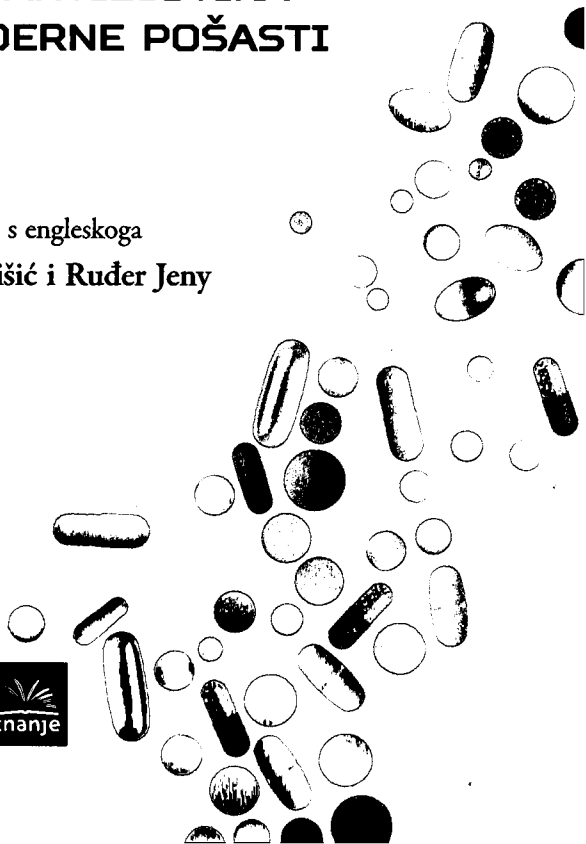


MARTIN J. BLASER

NESTALI MIKROBI

**KAKO PREKOMJERNA
UPORABA ANTIBIOTIKA
POTIČE MODERNE POŠASTI**

Preveli s engleskoga
Marija Perišić i Ruđer Jeny



SADRŽAJ

1. Suvremene pošasti.....	1
2. Naš mikrobni planet.....	12
3. Čovjekov mikrobiom.....	22
4. Uspon patogena.....	41
5. Čudotvorni lijekovi.....	51
6. Prekomjerna uporaba antibiotika.....	65
7. Suvremeni farmer.....	79
8. Majka i dijete.....	87
9. Zaboravljeni svijet.....	103
10. Žgaravica.....	121
11. Poteškoće s disanjem.....	128
12. Viši.....	141
13. ... i deblji.....	148
14. Ponovno o suvremenim pošastima.....	163
15. Antibiotiska zima.....	181
16. Rješenja.....	195
Epilog.....	213
Bilješke.....	217
Zahvale.....	261
Kazalo.....	265
O autoru.....	287

1.

SUVREMENE POŠASTI

Nikad nisam upoznao očeve dvije sestre. U gradiću u kojem su početkom prošlog stoljeća rođene, nijedna od njih nije doživjela drugi rođendan. Imale su visoku temperaturu i nisam siguran što još. Situacija je bila tako teška da je moj djed otišao u crkvu i promijenio im imena kako bi zavarao anđela smrti. Učinio je to za obje kćeri i u oba slučaja nije pomoglo.

Jedno od četiriju novorođenčadi u Americi 1850. umrlo bi prije nego što bi doživjelo prvi rođendan. Smrtonosne su epidemije harale napućenim gradovima jer su njihovi stanovnici živjeli u mračnim, prljavim prostorijama smrdljiva zraka i bez tekuće vode. Neke od poznatih pošasti bile su kolera, upala pluća, šarlah, difterija, hripavac, tuberkuloza i velike boginje.

Danas se za samo šest od svakih tisuću novorođenčadi u Sjedinjenim Američkim Državama očekuje da će umrijeti prije nego što navršje jednu godinu, što je nesumnjivo izvanredan napredak. Proteklo stoljeće i pol naša je zemlja, kao i druge zemlje razvijenoga svijeta, postajala sve zdravija, a to možemo zahvaliti poboljšanim higijenskim uvjetima, obuzdavanju štakora, čistoj vodi za piće, pasteriziranom mlijeku, cijepljenjima u djetinjstvu, suvremenim medicinskim postupcima i, naravno, gotovo sedamdeset godina postojanja antibiotika.

U današnjem svijetu djeca odrastaju bez deformacija kostiju uzrokovanih manjkom vitamina D ili »zamazljenih« sinusa zbog infekcija. Gotovo sve žene prežive porođaj. Osamdesetogodišnjaci koji su nekoć provodili dane sjedeći na verandi, danas igraju tenis ili trče za teniskim lopticama, često uz pomoć metalnog zgloba u kuku.

Ipak, unatoč golemu medicinskom napretku, posljednjih nekoliko desetljeća nešto je jako pošlo po zlu. Čini se da na razne načine postajemo sve bolesniji. Na to nam svakoga dana ukazuju i novinski naslovi. Bolujemo od misterioznog spektra nečega što ja nazivam »suvremenim pošastima«: pretilosti, dječjeg dijabetesa, astme, peludne groznice, alergija na hranu, želučanog refluksa, raka jednjaka, celijakije, Crohnove bolesti, ulceroznog kolitisa, autizma, ekcema. Velika je vjerojatnost da vi, netko iz vaše obitelji ili netko koga poznajete boluje od neke od spomenutih bolesti. Za razliku od većine smrtonosnih pošasti iz prošlosti koje su pogadale razmjerno brzo i snažno, navedene su bolesti kronična stanja koja desetljećima umanjuju i narušavaju kvalitetu života oboljelih.

Najvidljivija od tih pošasti je pretilost, definirana indeksom tjelesne mase (engl. *body mass index*, odnosno BMI), kojim se izražava odnos između čovjekove visine i težine. Osobe zdrave težine imaju BMI između 20 i 25. Za one čiji je BMI između 25 i 30 kaže se da imaju višak kilograma, a svi čiji je BMI iznad 30 su pretili. Barack Obama ima BMI oko 23. Većina američkih predsjednika imala je indeks tjelesne mase niži od 27, uz iznimku Williama Howarda Tafta koji je jednom prilikom u Bijeloj kući zaglavio u kadi. Njegov je BMI iznosio 42.

Oko 12 posto Amerikanaca 1990. je bilo pretilo, a do 2010. godine nacionalni je prosjek narastao iznad 30 posto. Idući put kad odete na neki američki terminal zračne luke, u supermarket ili trgovački centar, pogledajte oko sebe i uvjerite se sami. No epidemija pretilosti nije samo američki problem nego globalni. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), 2008. godine 1,5 milijarda odraslih osoba na svijetu imala je višak kilograma, a od toga se više od 200 milijuna muškaraca i gotovo 300 milijuna žena smatralo pretilima. Mnogi od njih žive u zemljama u razvoju koje više povezujemo s glađu i oskudicom nego s prejedanjem.

Podaci su alarmantni, ali ono što je doista šokantno činjenica je da se to nagomilavanje globalne ljudske tjelesne masnoće nije ubrzavalo tijekom nekoliko stoljeća nego u samo dva desetljeća. No hrana bogata mastima i šećerom koju često krivimo za višak kilograma sveprisutna je mnogo dulje od dvadeset godina, barem u razvijenom svijetu, a nove generacije debelih ljudi u zemljama trećeg svijeta nisu iznenada prešle na američki stil prehrane utemeljen na brznoj hrani. Epidemiološke studije pokazale su da visok unos kalorija nesumnjivo ne pomaže, ali ipak nije dovoljan da bi se objasnila rasprostranjenost ili tijek svjetske epidemije pretilosti.

Istodobno se učestalost autoimunog oblika dijabetesa koji počinje u djetinjstvu i zahtijeva injekcije inzulina (dječji dijabetes, odnosno dijabetes tipa 1) u industrijaliziranom svijetu svakih dvadesetak godina udvostručivala. U Finskoj, poznatoj po pedantnom vođenju evidencije, učestalost je od 1950. porasla za 550 posto. Uzrok takvog povećanja nije naše bolje otkrivanje dijabetesa tipa 1. Prije nego što je dvadesetih godina prošlog stoljeća otkriven inzulin, bolest je uvijek bila fatalna. Danas, uz odgovarajući tretman, većina djece preživi. Ali sama se bolest nije promijenila; promijenilo se nešto u nama. Dijabetes tipa 1 pogađa sve mlađu djecu. Dok je prije prosječna dob za postavljanje dijagnoze bila oko devet godina, danas je oko šest, a neka djeca postanu dijabetičari već s tri.

Nedavni porast broja slučajeva astme, kronične upale dišnih puteva, također je vrlo alarmantan. Jedna od dvanaest osoba (oko 25 milijuna, odnosno osam posto populacije SAD-a) 2009. imala je astmu, u usporedbi s jednom od četrnaest osoba desetljeće prije. Deset posto američke djece pati od šumnog disanja, zadihanosti, stezanja u prsima i kašlja, a postotak među crnačkom djecom još je veći: boluje jedno od šestoro djece. Od 2001. do 2009. udio im se povećao za 50 posto. No rast učestalosti astme nije zaobišao nijednu etničku zajednicu; postoci su isprva bili drukčiji za različite skupine i svi su u porastu.

Astmu često potakne nešto iz okoline, primjerice duhanski dim, plijesan, onečišćenje zraka, ostaci od žohara, prehlade ili gripa. Kad napad počne, astmatičar pokušava udahnuti i ako brzo ne dobije

lijek, mora ga se hitno prevesti u bolnicu. Smrt može nastupiti čak i uz najbolju skrb, kao što se dogodilo sinu mojeg kolege liječnika. Bolest ne zaobilazi nijednu ekonomsku ili društvenu klasu.

Alergije na hranu također su posvuda. Samo jednu generaciju prije današnje alergije na kikiriki bile su prava rijetkost, a danas ćete šecući bilo kojim dječjim vrtićem na zidovima vidjeti plakate s natpisom »Zona bez orašastih plodova«. Sve više djece boluje od imunoloških reakcija na bjelančevine iz hrane i to ne samo iz orašastih plodova nego također iz mlijeka, jaja, soje, ribe, voća — što god vam padne na pamet, postoji netko tko je alergičan na to. Celijakija je danas vrlo raširena bolest, a riječ je o alergiji na gluten, glavnu bjelančevinu u pšeničnom brašnu. Od peludne groznice pati deset posto djece. Ekcem, odnosno kronična upala kože, u SAD-u pogađa više od 15 posto djece i dva posto odraslih. U industrijskim se državama posljednjih trideset godina broj djece pogođenih ekcemom utrostručio.

Ti poremećaji ukazuju na to da naša djeca pate od imunološke disfunkcije koja nikad prije nije viđena u takvim razmjerima, ali i od medicinskih stanja poput autizma, suvremene pošasti o kojoj se mnogo priča i raspravlja te koja je fokus mojeg laboratorija. No ni odrasli ne mogu pobjeći od suvremenih pošasti. Kamo god pogledamo, vidimo porast učestalosti upalne bolesti crijeva, uključujući Crohnovu bolest i ulcerozni kolitis.

Kad sam bio student medicine, želučani je refluks, uzrok žgaravice, bio vrlo neuobičajen, ali posljednjih je četrdeset godina njegova učestalost eksplodirala, a karcinom kojemu vodi, adenokarcinom jednjaka, vrsta je raka kojemu se najbrže povećava broj u SAD-u i posvuda drugdje gdje se prate podaci o njemu, a naročito je opasan za muškarce bjelačke rase.



Zašto se svim tim bolestima istodobno naglo povećava učestalost diljem razvijenog svijeta, a isto se događa i sa svijetom u razvoju kako postaje sve sličniji Zapadu? Zar je moguće da je riječ samo o slučajnosti? Ako postoji deset modernih pošasti, postoji li i deset zasebnih uzroka? Sumnjam da je tako.

Ili možda postoji jedan temeljni uzrok i on je razlog usporednog povećanja svih bolesti? Lakše je razumjeti da je uzročnik samo jedan; to je objašnjenje jednostavnije i logičnije. Ali koji bi uzrok mogao biti dovoljno velik da obuhvati astmu, pretilost, želučani refluks, dječji dijabetes, alergije na određene vrste hrane te mnoga druga medicinska stanja? Unos prevelikog broja kalorija može objasniti pretilost, ali ne i astmu jer su mnoga djeca koja boluju od astme mršava. Onečišćenje zraka može objasniti astmu, ali ne i alergije na hranu.

Za svako od tih medicinskih stanja ponuđeno je nekoliko teorija: od manjka sna postanete debeli, cijepjenje uzrokuje autizam, genetski modificirani sojevi pšenice toksični su za čovjekov probavni sustav — da spomenemo samo neke od njih.

Najpopularnije objašnjenje mnogih dječjih bolesti je takozvana hipoteza higijene utemeljena na ideji da do suvremenih pošasti dolazi jer smo svoj svijet učinili prečistim. Zbog toga su se imunološki sustavi naše djece uspavali i razvili sklonost lažnim uzburinama te prijateljskoj vatri. Danas mnogo roditelja pokušava potaknuti imunološki sustav svog djeteta izlažući ga kućnim ljubimcima, domaćim životinjama i stajskim dvorištima ili, još bolje, dopuštajući mu da stavlja zemlju u usta.

Ja se s time nikako ne slažem. Takva izlaganja smatram uglavnom beskorisnima za naše zdravlje. Mikrobi prisutni u zemlji razvili su se za to tlo, a ne za nas. Mikrobi u kućnim ljubimcima i domaćim životinjama također nisu duboko ukorijenjeni u našoj evoluciji. Pokazat ću vam kako je hipoteza higijene zapravo pogrešno protumačena.

Mnogo je važnije da pobliže proučimo mikroorganizme koji žive u našim tijelima te na njima — golemu skupinu suprotstavljenih i suradničkih mikroba koje znamo pod kolektivnim imenom mikrobiom. U ekologiji se pojmom *biom* označavaju skupovi biljaka i životinja u nekoj zajednici poput džungle, šume ili koraljnog grebena. Golema raznolikost vrsta, velikih i malih, u interakciji su jedna s drugom oblikujući složene mreže uzajamne podrške. Kad neka temeljna vrsta nestane ili izumre, okoliš pati, a može čak doživjeti kolaps.

Svaki je čovjek domaćin slične raznovrsne ekologije mikroba koja se tisućama godina razvijala zajedno s našom vrstom. Žive nam u ustima, u crijevima, u nazalnim hodnicima, ušnom kanalu te na koži, a u žena oblažu i rodnicu. Mikrobe koji čine naš mikrobiom uglavnom steknemo rano u životu i, što je iznenađujuće, njihove populacije u trogodišnjaka već nalikuju onima odraslih osoba. Zajedno imaju presudnu ulogu u našem imunitetu kao i u našoj sposobnosti da se borimo s bolešću. Ukratko, mikrobiom nam čuva zdravlje. No neki njegovi dijelovi počeli su nestajati.

Razloge za tu katastrofu pronalazimo posvuda oko nas, a neki od njih su prekomjerno uzimanje antibiotika u ljudi i životinja, carski rezovi te raširena uporaba antiseptika i sredstava za dezinfekciju. Otpornost na antibiotike doista je velik problem — stari ubojice poput tuberkuloze postaju sve otporniji i ponovno se aktiviraju — sad se čini da se javljaju novi i pogađaju ljude pošastima poput *Clostridium difficilea* (*C. diff*), bakterije iz probavnog trakta otporne na brojne antibiotike koja je potencijalna opasnost u bolnicama, te sve raširenijim patogenom *Staphylococcus aureusom* (MRSA) otpornim na meticilin koji se može dobiti bilo gdje. Selektivni pritisak uporabe antibiotika očito povećava njihovu prisutnost.

Ali bez obzira na to koliko su ti rezistentni patogeni strašni, gubitak raznolikosti našeg mikrobioma ipak je mnogo opasniji. Taj gubitak mijenja sam razvoj pogađajući naš metabolizam, imunitet i razum.

Taj sam proces nazvao »mikrobiomom koji nestaje«. Riječ je o nezgodnom nazivu koji ne klizi lako s jezika, ali uvjeren sam da je ispravan. Mnogo je razloga zbog kojih gubimo svoje drevne mikrobe i taj je problem središnja tema ove knjige. Gubitak mikrobne raznolikosti na našim tijelima i u njima skupo se plaća, a ja predviđam da će u budućnosti biti još gore. Kao što su motor s unutarnjim izgaranjem, cijepanje atoma i pesticidi imali nepredviđene posljedice, isto se događa i sa zloporabom antibiotika te drugih medicinskih ili kvazimedicinskih navika (primjerice uporabom dezinfekcijskih sredstava).

Ne promijenimo li svoje ponašanje, čeka nas još gori scenarij. Scenarij tako turoban, poput mećave koja huji zaleđenim

krajolikom, da sam ga nazvao »antibiotskom zimom«. Ne želim da djecu budućnosti zadesi sudbina mojih nesretnih teta. I upravo zato pozivam na uzbunu.



Moje osobno putovanje prema spoznaji da su naši prijateljski mikrobi u opasnosti počelo je 9. srpnja 1977. godine. Sjećam se točnog datuma jer sam tog dana prvi put čuo ime mikroba, *Campylobacter*, koji je doslovce pokrenuo istraživanje koje mi je obilježilo život. Tek sam nedugo prije toga imenovan gostujućim profesorom za zarazne bolesti na denverskom Medicinskom centru Sveučilišta u Coloradu.

Tog su me jutro poslali da pregledam tridesettrogodišnjeg pacijenta koji je nekoliko dana prije primljen u bolnicu. Imao je visoku temperaturu i bio je dezorijentiran. Lumbalna punkcija potvrdila je da ima meningitis, ozbiljnu upalu živčanog sustava. Njegovi su liječnici poslali uzorke krvi i spinalne tekućine u laboratorij na analizu kako bi se ustanovilo je li uzrok upale bakterijska infekcija i, ako se to potvrdi, da se utvrdi o kakvoj je bakteriji riječ. Dok su čekali rezultate testova i još nisu znali ništa o bakteriji, ipak su ga stavili na antibiotike jer je izgledao vrlo bolesno. Smatrali su da mu odmah trebaju velike doze antibiotika ili će umrijeti. I imali su pravo.

Rezultati su pokazali bakteriju sporog rasta identificiranu kao *Campylobacter fetus*, organizam za koji nitko u bolnici nije nikad čuo. Zato su pozvali mene. Premda sam na tom poslu radio tek devet dana, očekivalo se da znam sve odgovore.

Organizmi *Campylobacter* pripadaju rodu bakterija spiralnog oblika. Poput mnogih drugih sličnih sitnim vadičepima, njihov im zavojit oblik pomaže da se probiju u želatinoznu sluz koja oblaže gastrointestinalni trakt. Ali odakle im to neobično ime za vrstu — *fetus*? (U biologiji se svaki organizam prvo identificira imenom svojeg roda, u ovom slučaju *Campylobacter*, i zatim imenom vrste, u ovom slučaju *fetus*. Svaki rod ima mnogo vrsta i podvrsta. Ljudi su *Homo sapiens*: iz roda *Homo* i vrste *sapiens*.) Kopajući po medicinskoj literaturi, otkrio sam da je mikrob to neobično ime dobio jer je pogađao gravidne ovce i krave te izazivao pobačaje. Rijetko

je inficirao ljude pa je bio pravi misterij kako se naš pacijent, glazbenik koji je živio u gradu, uspio zaraziti.

Kad smo saznali o kojem je organizmu riječ, pacijentu smo osmislili odgovarajuću antibiotsku terapiju i već se za dva tjedna oporavio. Otprilike u to vrijeme trebao sam održati govor na kliničkoj konferenciji i odlučio sam da će mi tema biti upravo *Campylobacter*. Što je moglo biti bolje od govora o rijetkoj infekciji o kojoj nitko nije ništa znao? Tako će i moje vlastito početničko neznanje ostati neotkriveno.

Čitajući više o *Campylobacter fetusu*, ubrzo sam saznao da ima i rođaka nazvanog *Campylobacter jejuni*. (Jejunum je dio tankog crijeva.) Premda je stručna literatura na tu temu vrlo oskudna, pronašao sam da osobe zaražene bakterijom *C. fetus* imaju krvne infekcije, a one koje je zarazio *C. jejuni* obično imaju dijarejne bolesti. Dakle, riječ je o dvama gotovo istovjetnim organizmima vrlo različitih učinaka na tijelo. Zašto bi jedna *Campylobacter* ostala zaglavljena u crijevima gdje je na neki način i pripadala dok bi druga poput nindže pobjegla u krvotok? Odmah sam se zainteresirao.

Idućih nekoliko godina, prebacivši se iz sveučilišnog svijeta u Centre za nadzor bolesti i zatim natrag na sveučilište (Sveučilište u Coloradu i Sveučilište Vanderbilt), postao sam stručnjak za *C. fetus*, moju »omiljenu« bakteriju, i otkrio neke tajne o njezinoj hudinijskoj prirodi.

U tom je smislu *C. fetus* imao ranu ulogu u evoluciji moje hipoteze nestajućeg mikrobioma jer me naučio temeljne lekcije o načinima na koje bakterije mogu opstati u svojim domaćinima. Da, točno je da uzrokuju bolesti, ali s vremenom sam počeo shvaćati da postoje i bakterije koje žive u nama te uporabom mnoštva sličnih alata izmiču našem imunom sustavu. Obično nam ne štete nego nas zapravo štite. Naučio sam da bakterije u obavljanju svojeg posla primjenjuju bezbrojne trikove usavršene tijekom milijuna godina pokušaja i pogreški, a to što rade može, ovisno o okolnostima, ili pomoći ili naštetiti njihovim domaćinima. Poslije ću detaljnije pisati o tom konceptu.

C. fetus najviše me naučio o tajnovitosti — kako mikroorganizmi stječu sredstva s pomoću kojih izmiču obrambenom sustavu

svojih domaćina. Premda faktori iz krvi ubijaju čak 99,9 posto svih bakterija, među njima i *C. jejuni*, *C. fetus* otkliže u krvotok zaogrnuvši se svojevrsnim »ogrtaćem nevidljivosti«. No bez obzira na to, mogu je zarobiti stanice zdravih jetara. Ali ako se bakterija ne ukloni iz krvi osobe čija su jetra oštećena (naknadno sam saznao da je pacijent kojeg sam posjetio bio teški alkoholičar), rezultat može biti meningitis.

Dok sam početkom 1980-ih radio na bakterijama *C. fetus* i *C. jejuni*, otkriven je novi rođak *Campylobactera* i to nigdje drugdje nego u želucu. Nazvan je »želučani organizam sličan kampilobakteru«, odnosno engleskom skraćenicom GCLO (danas ga zovemo *Helicobacter pylori*), i pokazalo se da raspolaže gomilom trikova koji nam, u stilu Jekylla i Hydea, mogu naštetiti, ali nas mogu i zaštititi od loših stvari. Već dvadeset osam godina proučavam taj organizam jer vjerujem i nadam se da ću dokazati da je riječ o indikatoru koji može pomoći riješiti zagonetku suvremenih pošasti.

Moj prvi susret s tim organizmom dogodio se u listopadu 1983. na Drugoj međunarodnoj radionici o infekcijama kampilobakterom u Bruxellesu gdje sam upoznao dr. Barryja Marshalla, mladog liječnika iz Australije koji je otkrio GCLO i tvrdio da uzrokuje gastritis i čireve. Nitko mu nije vjerovao. Svi su »znali« da čireve uzrokuje stres i prekomjerna želučana kiselina. Ja sam također bio skeptičan. Nije mi bilo teško vidjeti da je otkrio novu bakteriju, ali mislio sam da nema baš mnogo dokaza u vezi čireva.

Tek sam dvije godine poslije, nakon što su drugi znanstvenici potvrdili da je mikrob doista povezan s gastritisom i čirevima, odlučio vidjeti mogu li ikako pridonijeti razumijevanju prirode GCLO-a (koji je 1989. preimenovan u *Helicobacter pylori* nakon što je genetska analiza otkrila da pripada posebnom rodu, a ne rodu *Campylobacter*). Odnos im je pomalo sličan onome između lavova (*Panthera leo*) i domaćih mačaka (*Felis catus*): sigurno je da su rođaci, ali dovoljno daleki da pripadaju različitim rodovima. Moj je laboratorij razvio krvni test za mikrob koji je pokazao da, ako je prisutan u vašem tijelu, ono ima prirodnu obranu od njega.

Marshall i njegov istraživački partner Robin Warren obavili su sjajan posao provevši kliničke studije koje su pokazale da je uništavanje

2.

NAŠ MIKROBNI PLANET

Naš je planet postojanje počeo kao beživotna kugla rastaljene stijene prije oko 4,5 milijarde godina. Ali milijardu godina poslije oceani su bujali slobodnoživućim stanicama. U tim se praiskopskim morima nekako, na načine koji su znanosti još nepoznati, pojavio život. Neki kažu da su se prvi građevni blokovi pojavili kao prašina koja je padala iz svemira — takozvana hipoteza panspermije. Drugi tvrde da su se samoreplicirajuće molekule spojile u glinenim talozima na dnu oceana, u vrućim hidrotermalnim otvorima ili u pjenušavim mjehurićima koje stvaraju valovi udarajući o obalu. Još uvijek nemamo objašnjenje za to kako je sve počelo.

No bez obzira na to, ipak donekle znamo kako život funkcionira, kako jednostavna pravila vode prema složenosti i kako je bogatstvo raznolikosti našeg planeta uopće nastalo. Sveukupan živi svijet — mehanizam života — počiva na trajnim načelima evolucije, natjecanja i suradnje koji su se najprije razvili u praoceanima.

Živimo na mikrobnom planetu kojim posve vladaju oblici života premaleni da bismo ih vidjeli golim okom. Oko tri milijarde godina bakterije su bile jedini živući stanovnici Zemlje. Zauzele su svaki komadić kopna, zraka i vode te pokrenule kemijske reakcije koje su stvorile biosferu. Usto su postavile i uvjete za evoluciju

višestaničnog života. Stvorile su kisik koji udišemo, zemlju koju obrađujemo, prehrambene mreže koje podržavaju naše oceane. Polako i neumoljivo, metodom pokušaja i pogrešaka, od početka vremena pa kroz cijelu povijest postojanja, stvorile su složene i čvrste sustave povratnih informacija koji sve do danas podržavaju ukupan život na Zemlji.

Čovjekovu je umu teško shvatiti koncept vremena, milijardi godina tijekom kojih je mikrobnost aktivnost bućkala anorgansku tvar u prve sastojke života. Riječ je o konceptu koji potječe iz geologije i iz našeg razumijevanja kako su se kontinenti oblikovali, kretali, razdvajali, sudarali, stvarali planinske lance, a zatim su ih milijardama godina erodirali vjetrovi i kiše. Ipak, bakterije su živjele ovdje davno prije čak i divovskih superkontinenta Laurazije i Gondvane koji su postojali prije otprilike pola milijarde godina i od kojih su nastali današnji kontinenti.

U svojoj klasičnoj knjizi *Bazen i prostor*, uključenoj u veće djelo *Anali prošlog svijeta*, John McPhee prekrasnom je usporedbom dočarao naše mjesto u toj golemoj kronologiji: »Zamislite Zemljinu povijest kao staru englesku mjeru za duljinu, jard, odnosno udaljenost od kraljeva nosa do najdalje točke ispružene ruke. Jedan potez rašpicom za nokte po njegovu srednjem prstu izbrisao bi cijelu ljudsku povijest.«

Naše mjesto u povijesti svijeta zorno ilustrira još jedna usporedba. Kad bi se 3,7 milijardi godina života na Zemlji saželo u dvadeset četiri sata, naši bi se hominidni preci pojavili 47 do 96 sekundi prije ponoći, a naša vrsta, *Homo sapiens*, stupila bi na scenu 2 sekunde prije ponoći.

Ali potreban je još jedan zapanjujući koncept da bismo shvatili golemost našeg mikrobnog svijeta. Uz samo pokoju iznimku koja potvrđuje pravilo, mikrobi su nevidljivi golim okom. Milijuni mikroba mogu stati u ušicu igle. Ali kad biste ih stavili na okup, ne samo da bi brojčano premašili sve miševe, kitove, ljude, ptice, kukce, crve i stabla zajedno — zapravo sve vidljive oblike života koje poznajemo na Zemlji — nego bi bili i teži od njih. Razmislite na trenutak o tome. Nevidljivi mikrobi čine najveći dio Zemljine

biomase, više od sisavaca i gmazova, od svih riba u moru i od svih šuma.

Bez mikroba ne bismo mogli jesti ni disati. A gotovo bi svi mikrobi bez nas nastavili normalno postojati.

Pojam *mikrob* odnosi se na nekoliko tipova organizama. U ovoj ću knjizi spominjati uglavnom domenu bakterija, koje nazivamo i *prokariotima*, odnosno jednostaničnim organizmima bez jezgre. Ali to ne znači da je riječ o primitivnim bićima. Bakterijske su stanice cjeloviti, samostalni organizmi: mogu disati, kretati se, jesti, izbacivati otpad, braniti se od neprijatelja i, što je najvažnije, razmnožavati se. Pojavljuju se u svim oblicima i veličinama. Mogu izgledati poput lopti, mrkvi, bumeranga, zarez, zmija, opeka, čak i tronožaca. Svi su izvrsno prilagođeni načinu na koji preživljavaju u ovom svijetu, uključujući i one o kojima ću detaljnije pisati u idućem poglavlju, a žive na našim tijelima i u njima. Njihov nestanak znači da smo u nevolji.

Još jedna mikrobna domena, nazvana *arheje*, pomalo nalikuje bakterijama, ali kao što im ime govori, vrlo su stara i široka grana stabla života drukčije genetike i biokemije te zasebne evolucijske povijesti. Izvorno zabilježene u ekstremnim okolišima poput vrućih izvora i slanih jezera, arheje se zapravo mogu naći u brojnim nišama, između ostaloga i u čovjekovim črijevimima te u pupku.

Treća grana mikrobnog života sastoji se od *eukariota*, stanica s jezgrom i drugim organelama koje osiguravaju građevne blokove za složenije, višestanične oblike života. Tijekom posljednjih 600 milijuna godina eukarioti su izgradili kukce, ribe, biljke, vodozemce, gmazove, ptice, sisavce — sve »velike« oblike života, od mrava do sekvoja, koje možete vidjeti oko sebe. Međutim, neki su primitivni eukarioti ubačeni u istu skupinu s mikrobima, uključujući i gljive, primitivne alge, neke amebe i sluznjače (praživotinje koje se nekoć ubrajalo među gljive).

Dočarajmo to još jednom usporedbom. Svi znaju što je obiteljsko stablo. Vaši su preci poredani po generacijama, s najstarijim pradjedom ili prabakom na vrhu, zatim bakama i djedovima te dalje tako da se sa svakom novom generacijom broj članova obitelji

povećava. Sad zamislite obiteljsko stablo sveukupnog života na Zemlji. Toliko je oblika života da ono manje nalikuje stablu, a više grmu s granama koje se šire u svim smjerovima. Na trenutak zamislite da je grm okrugao, tako da je prva generacija, odnosno izvorište, blizu središta, a grane se šire prema van. A onda smjestimo ljude na grm, na mjesto koje bi približno odgovaralo položaju kazaljke na satu koja pokazuje osam sati.

A sad pitanje. Gdje se na tom grmu nalazi oblik života s farmi koji nazivamo kukuruzom? Ipak smo mi ljudi pa zasigurno ne mislimo da smo baš jako blizu zelenoj biljci poput kukuruza. Možda je na pola puta oko grma? Pogrešno, kukuruz je na 8 sati i jednu sekundu. Ako su ljudi i kukuruz doista tako blizu, tko se nalazi na ostatku grma života i njegovim granama? Odgovor: uglavnom bakterije. Primjerice, udaljenost između dviju vrlo čestih bakterija, *E. coli* i *Clostridium*, mnogo je veća nego između ljudi i kukuruza. Ljudska je vrsta samo jedna mrvice u većinski bakterijskom svijetu. Moramo se napokon naviknuti na tu ideju.

Osim svega nabrojanog, postoje i virusi koji, strogo gledajući, nisu živi; umnožavaju se napadajući žive stanice i vežući se za njih. Viruse poput onih gripe, obične prehlade, herpesa i HIV-a smatramo problematičnima za ljude, ali većina virusa koji postoje na svijetu nema nikakva utjecaja na nas; ciljevi su im bakterijske stanice, a ne životinjske stanice poput naših. U oceanima je broj čestica virusa nezamisliv, više ih je nego zvijezda u svemiru i hrane se mnoštvom bakterija u vodi. Tijekom milijardi godina koliko se virusi i mikrobi natječu, svaki od njih razvio je oružje kojim pokušava poraziti suparnike. Njihovo me natjecanje podsjeća na klasični strip *Špijun protiv špijuna* iz časopisa *Mad*. Zapravo, jedna od mogućih terapija bakterijskih bolesti u ljudi uključuje iskorištavanje *faga* — virusa koji ubijaju bakterije — što je ideja o kojoj pišem potkraj knjige.

Premda naš svijet naseljavaju i oblikuju brojne vrste mikroba, u ovoj ću se knjizi ponajprije usredotočiti na bakterije i na ono što se događa kad ih bez razmišljanja ubijamo snažnim lijekovima. Premda postoji mnogo eukariota (primjerice *Plasmodium falciparum*, jedan