

# 1. poglavje

## Kaj so virusi?

Mikrob majhen je tako,  
da opaziš ga težko.  
Upajo pa optimisti vrli,  
da skozi mikroskop ga bodo uzrli.  
Njegov členasti jezik se skriva pod  
sto nenavadnimi vrstami zob.  
Sedem čopastih repov prekriva  
roza-vijolična pikasta griva.  
Vzorček se skriva na vsaki od pik,  
sestavljen iz štiridesetih različnih verig.  
Bledo zelene obrvi se mu mrščče,  
a kaj, ko ga videl ni še nihče.  
A znanstveniki, ki to menda vedo,  
nam zagotavljajo, da je tako ...  
O, verjemimo vse,  
česar zares nihče ne ve.  
*The Microbe* (1896), Hilaire Belloc

Enostavni mikrobi so se na Zemlji razvili pred približno tremi milijardami let, ljudje pa so jih izolirali šele v poznem 19. stoletju, približno dvajset let preden je Hilaire Belloc napisal pesem *The Microbe*. Pesmica, namenjena zabavi, vendarle odseva skepticizem svojega časa. Precejšen miselni preskok je bil potreben, da so ljudje sprejeli to, da bolezn, ki so jih dotlej pripisovali bodisi božji volji, bodisi položaju planetov, bodisi kužnim param, ki se dvigajo iz močvar in razpadajočih organskih snovi, povzročajo drobceni živi organizmi. Do tega spoznanja seveda niso prišli čez noč, a z

odkrivanjem novih in novih mikrobov se je uveljavila »teorija o klicah« in na začetku 20. stoletja je na splošno, celo v neznanstvenih krogih veljalo, da lahko mikrobi povzročijo bolezni.

Za ta velikanski preskok v razumevanju je bil ključen tehnični razvoj mikroskopov v 16. stoletju, zanj pa je bil zaslužen nizozemski izdelovalec leč Antonie van Leewenhoek (1632–1723). Prvi je mikrobe tudi videl. Da so »klice« vzrok za infekcijske bolezni, sta šele sredi 19. stoletja ugotovila Louis Pasteur (1822–95) v Parizu in Robert Koch (1843–1910) v Berlinu. Pasteur je veliko prispeval k opustitvi občega prepričanja o »spontanem nastanku« – da življenje nastane iz neorganskih snovi. Pokazal je, da je mogoče razraščanje plesni v juhi preprečiti: zavremo jo in nato shranimo v prostor s filtri, ki izločijo vse delce snovi iz zraka. S tem je dokazal, da so v zraku mikroskopske »klice«.

Koch je leta 1876 odkril prvo bakterijo, *Bacillus anthraci*. Kmalu je razvil postopke za gojenje mikrobov v laboratoriju, nato pa drugega za drugim odkrival in opisoval mikrobe, ki povzročajo strašne bolezni, denimo antraks, tuberkulozo, kolero, davico, tetanus in sifilis. Jasno je postalo, da so bakterije po zgradbi podobne celicam sesalcev: celična stena obdaja citoplazmo, v kateri je ena sama, vijačna molekula DNK. Bakterije večinoma lahko preživijo same in lahko proizvedejo vse beljakovine oziroma proteine, ki jih potrebujejo za presnovo in celično delitev.

Ostala pa je še skupina infekcijskih bolezni, katerih povzročiteljev ni bilo mogoče najti: denimo črne koze, ošpice, mumps, rdečke in gripa. Očitno je bilo, da so ti mikrobi zelo majhni, saj so se prebili skozi filtre, v katere so se ujele bakterije, zato so jih poimenovali »filtrabilni dejavniki«. V

tistih časih je bila večina znanstvenikov mnenja, da gre za zelo majhne bakterije.

Leta 1876 je začel Adolf Mayer (1843–1942), direktor Eksperimentalne kmetijske postaje v Wageningenu na Nizozemskem, raziskovati novo bolezen, ki je napadla rastline tobaka in razdejala nizozemsko tobačno industrijo. Poimenoval jo je »mozaična bolezen tobaka«, saj na listih prizadetih rastlin nastanejo mozaični vzorci. Da je bolezen infekcijska, je dokazal tako, da jo je s sokom okuženih rastlin prenesel na zdrave. Po njegovem je bolezen povzročala zelo majhna bakterija ali toksin.

Pozneje je biolog Dmitrij Ivanovski (1864–1920) na Univerzi v Sankt Peterburgu v Rusiji prav tako raziskoval mozaično bolezen tobaka in leta 1892 dokazal, da njen povzročitelj pronica skozi filtre, v katere se ujamejo bakterije. Tudi po njegovem je bolezen povzročal kemični toksin, ki ga ustvarja bakterija.

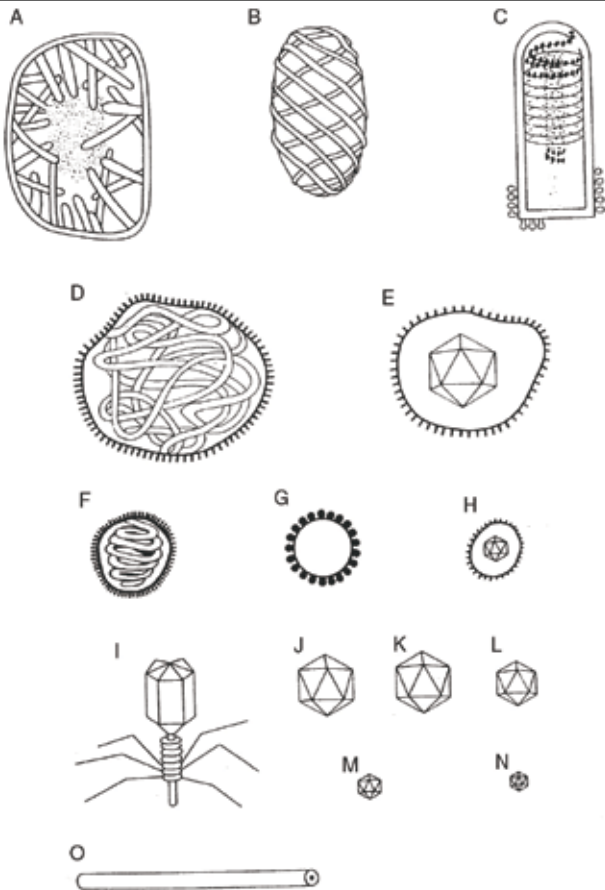
Leta 1898 je Martinus Beijerinck (1851–1931) s Šole za agrikulturo v Wageningenu Mayerjeve eksperimente nadaljeval in pokazal, da povzročitelj raste v celicah, ki se delijo, in da vselej, ko okuži rastlino, pridobi polno moč. Sklepal je, da je povzročitelj živ mikrob, in kot prvi skoval ime *virus*, ki izhaja iz latinske besede za toksin, strup ali sluzasto tekočino.

Na začetku 20. stoletja so viruse opredelili kot skupino mikrobov, ki so infektivni, prehajajo skozi filtre in za razmnoževanje potrebujejo žive celice; njihova struktura pa je bila še zmeraj skrivnost. V 30. letih 20. stoletja so virus mozaične bolezni tobaka izolirali v obliki kristala, zaradi česar so domnevali, da so virusi sestavljeni izključno iz beljakovin. Kmalu zatem so odkrili tudi sestavine nukleinske kisline

in dokazali, da so ključnega pomena za infektivnost. Šele z iznajdbo elektronskega mikroskopa leta 1939 pa je bilo viruse prvič mogoče videti ter spoznati njihovo strukturo. Pokazalo se je, da gre za poseben razred mikrobov.

Virusi niso celice, temveč delci. Sestavlja jih beljakovinska ovojnica, ki obdaja in varuje genski material; slavni imunolog sir Peter Medawar (1915–87) jim je rekel kar »slaba novica, zavita v beljakovine«. Celotna virusna struktura se imenuje *virion*, zunanji ovoj pa *kapsida*. Kapside so različnih oblik in velikosti, odvisno od tega, v katero družino virus sodi. Sestavljene so iz beljakovinskih podenot, imenovanih *kapsomere*; oblika viriona pa je odvisna od razporeditve kapsomer okoli osrednjega genskega materiala. Virusi koz, denimo, so kvadraste oblike, herpesvirusi so ikozaedrični (polieder z dvajsetimi ploskvami), virus stekline ima obliko naboja, virus mozaične bolezni tobaka pa je dolg in tanek kakor paličica (Slika 1). Pri nekaterih virusih kapsido obdaja še zunanja plast, imenovana *ovojnica*.

Večina virusov je premajhnih, da bi jih videli s svetlobnim mikroskopom. V splošnem so sto- do petstokrat manjši od bakterij, v premeru merijo 20–300 nanometrov (nm; 1 nm je tisočmilijoninka metra) (Slika 2). Izjema je nedavno odkriti velikan, mimivirus (krajše ime za »virus, ki posnema mikrobo«), s približno 700 nm premera celo večji od nekaterih bakterij. V virusni kapsidi je virusov genski material, *genom*; to je bodisi RNK ali DNK, odvisno od tipa virusa (Slika 3). Genom vsebuje gene virusa, ki so nosilci koda za izdelavo novih virusov, in te dedne značilnosti prenašajo na naslednjo generacijo. Število genov v virusih je običajno med 4 in 200; tudi glede tega je mimivirus nenavaden, saj ocenjujejo, da ima 600–1000 genov, kar je več od številnih bakterij.



A ortopokvirus  
 B parapokvirus  
 C rabdovirus  
 D paramiksovirus  
 E herpesvirus

F ortomiksovirus  
 G koronavirus  
 H togavirus  
 I T-parni kolifag  
 J adenovirus

K reovirus  
 L papovavirus  
 M pikornavirus  
 N parvovirus  
 O virus mozaične  
 bolezni tobaka

1 Zgradba virusov.