

Viry, pavučina života a lehký vánek bytí

text **EDUARD KEJNOVSKÝ**

JESTLI NÁŠ DRUH, který jsme kdysi pyšně nazvali *Homo sapiens*, někdy něco zabije, budou to nejspíš nepatrné viry. Po objevení Ameriky padlo více Indiánů za obětí importovaným virovým onemocněním (neštovice, spalničky, chřipka) než zbraním conquistadorů. Dnešní média nám prezentují viry jako nejstrašnější škůdce, čirou hrozbu a zlo. Pokud ale na viry a celou přírodu pohlédneme z větší výšky, potlačíme naši sebestřednost a uvědomíme si souvislosti, zjistíme, že jsme původně vnímali jen část pravdy a že realita je složitější. Začneme si klást otázky: Jak viry přispívají k evoluci života na Zemi, jaký je jejich původ a jsou vůbec živé?

VIRY A SÍŤ ŽIVOTA

Viry se adaptovaly na biologické druhy všech říší života - napadají bakterie (tyto viry se označují jako bakteriofágy), prvky, houby, rostliny i živočichy. Moderní metagenomické studie kupříkladu ukazují, jak obrovskou masu světových moří a oceánů tvoří viry. Většina virových DNA a RNA takto nalezených v oceánech dosud nebyla v databázích. Tyto viry nám jsou zatím neznámé, neboť je nedokážeme kultivovat, ale díky současným vysoce účinným sekvenčním metodám vidíme jejich dědičnou informaci. V jedné čajové lžičce mořské vody jsou přítomny miliony až miliardy virů (většinou bakteriofágů), které regulují růst fytoplanktonu, a celkově tak přispívají k fungování celého mořského ekosystému. Mořské viry dokonce globálně ovlivňují biogeochemické cykly a mimo jiné také pomáhají přenosu

genů mezi druhy v určitém ekosystému, čímž zvyšují jeho biodiverzitu.

Dnes je již zcela zřejmé, že viry jsou důležitou součástí sítě života. Jejich vliv na nejrůznější formy života je i navzdory mikroskopickým rozměrům obrovský, což dokládají i dnes tak aktuální epidemie a pandemie, které odpradávná devastují a budou devastovat jiné organismy včetně člověka. Slovo „devastovat“ se však zdá méně vhodným, pokud život na Zemi nahledneme jako funkční celek a budeme jej vnímat jako prazvláštní pavučinu objímající naši planetu, jako síť provázanou předivem nejrůznějších vztahů. Při tomto pohledu se budou pandemie jevit spíše jako funkční regulátory neoddelitelné od ostatních vlivů přispívajících ke koncertu života, jako normální a svým způsobem nutné součásti planetárního bytí.

TVAROVÁ PESTROST VIRŮ

Fascinující je množství velikostí a tvarů, kterých viry nabývají (**obr.**). K nejmenším patří bakteriofágy, které jsou přibližně 10 000krát menší než zrnko soli (velikost kapsidy se pohybuje v desítkách až stovkách nanometrů). Na druhé straně stojí obří viry (giant viruses), z nichž jsou nejznámější megaviry a mimiviry, jež jsou svými rozměry, ale i velikostí genetické informace srovnatelné s bakteriemi. Například *Pandoravirus salinus* má genom velký 2,5 Mb (milionů bází). Jiný obří virus, *Pithovirus sibericus*, má kapsidu velkou asi 1,5 μm . Pro srovnání, nejmenší známé bakteriální genomy

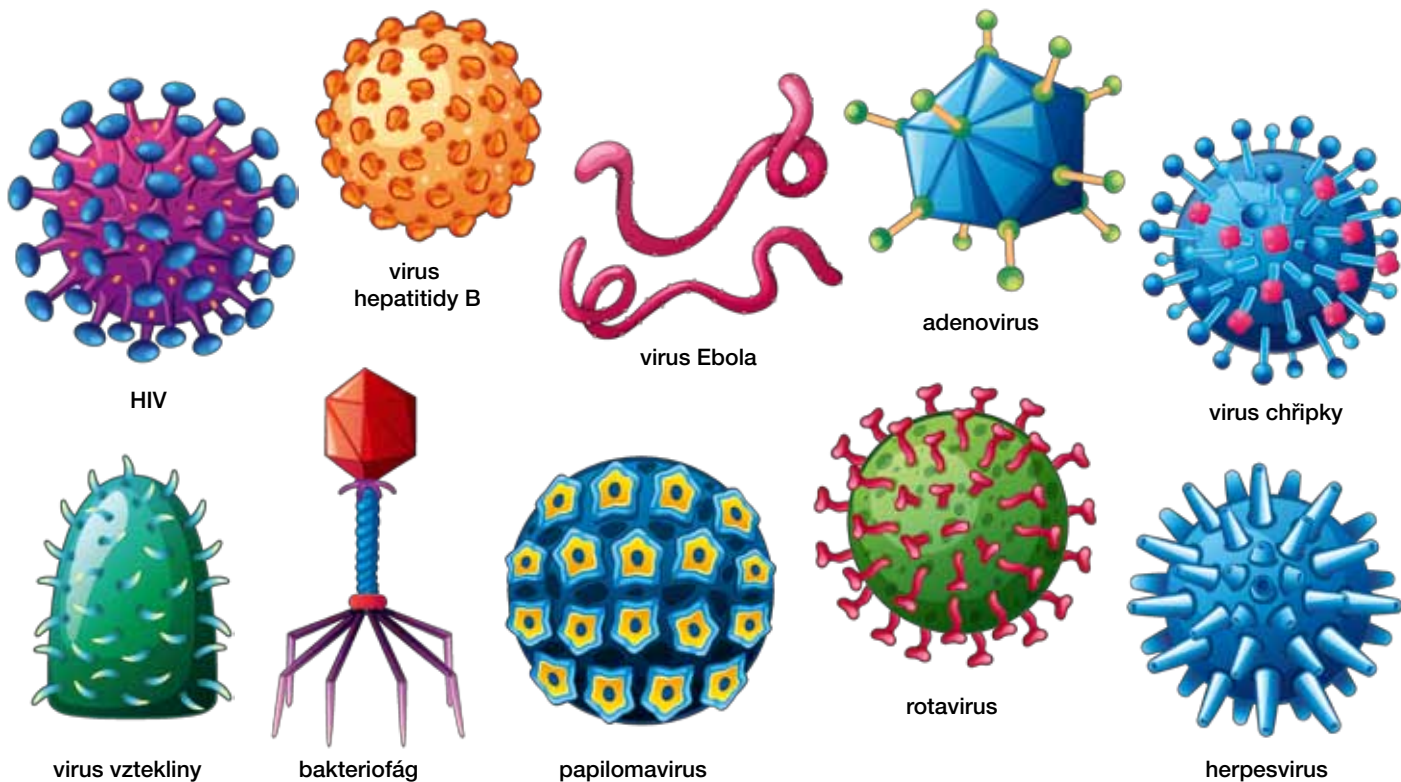
(*Mycoplasma genitalium*) mají pouhých 0,5 Mb a velikost buňky jen 0,3 μm . Obří viry kódují nejen kapsidu (proteinový obal chránící genetickou informaci viru), ale dokonce i ribozomy (továrny na výrobu proteinů), obsahují metabolické geny, a dokonce i opakující se úseky DNA, tzv. repetice, charakteristické až pro složitější organismy. Byly objeveny také parazity megavirů - virofágy (např. Sputnik) a transpovirony.

JAKÝ JE PŮVOD VIRŮ?

Viry jsou pestré nejen tvarově, ale i složením a obsahem genetické informace. Zatímco některé viry nesou genetickou informaci ve formě jedno- nebo dvouřetězcové DNA, jiné mají genetickou informaci tvořenou jedno- či dvouřetězcovou RNA. Neméně variabilní jsou viry v počtu a typu genů, které potřebují k realizaci svého replikačního cyklu. Velkou otázkou tak zůstává původ virů. Na jedné straně na ně lze nahlížet jako na velmi starobylé entity, sahající až k úsvitu života, které si do dnešních dob zachovaly podobu prvních primitivních replikátorů. Strídání fáze molekuly DNA a molekuly RNA u některých virů může být jakousi reminiscencí dávného přechodu z původního světa RNA k dnešnímu světu molekul DNA, RNA a proteinů (viz Vesmír 93, 78, 2014/2). Na druhé straně lze na řadu virů nahlížet jako na odvozené entity, které vznikly buď redukcí či degenerací z buňky (případ obřích virů), anebo naopak progresí z genomu, jakýmsi únikem z buňky. O úniku z buňky se uvažuje v případě jedné skupiny mobilních genetických elementů, takzvaných retrotranspozonů LTR, z nichž některé získaly gen ENV zajišťující virulenci. Potomky takto uniklých retrotranspozonů LTR jsou možná retroviry, mezi něž patří i známý virus HIV. Z výše uvedeného tedy vyplývá,

Doc. RNDr. EDUARD KEJNOVSKÝ, CSc., (*1966) vystudoval Přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity. V Biofyzikálním ústavu AV ČR v Brně se zabývá studiem evoluce pohlavních chromozomů a dynamikou genomů. Na PfF Masarykovy univerzity přednáší evoluční genomiku. Je autorem knih *Horská rozjímání – eseje o hledání smyslu života* (Cesta 2013, viz Vesmír 92, 585, 2013/10), *Tajemství genů – od vzniku života po genom člověka* (Academia 2015), *Kouzlo krajiny a moudrost slova* (Cesta 2016) a *Ve větru – o krajině, lásce a tichu* (Cesta 2017). V roce 2019 byl zvolen za člena Učené společnosti ČR.





že je málo pravděpodobné, že by všechny známé viry vznikly z jednoho společného předka. Naopak zřejmě vznikaly v průběhu evoluce mnohokrát, a to pravděpodobně více různými mechanismy.

JSOU VIRY ŽIVÉ?

I v případě této zásadní otázky se můžeme setkat s protichůdnými odpověďmi. Na jedné straně lze na viry nahlížet jako na inertní chemikálie, viry lze totiž krystalizovat, a třebaže nesou genetickou informaci, nutně potřebují k její realizaci buňku, nejsou tedy autonomními organismy. Na druhé straně splňují většinu minimalistických definic života (například „život = replikace s variací“, viz Vesmír 95, 137, 2016/3). Námitka, že nejsou autonomní, slábně, pokud si uvědomíme silnou provázanost živých tvorů. Je vůbec někdo autonomní? Podobně můžeme nahlížet i na jejich parazitický způsob života. Co je ještě parazitismus, a co už je jen silná provázanost s jinými organismy či závislost na nich (třeba v rámci potravních řetězců)? Jak daleko mají viry k mobilním

elementům osidlujícím náš genom, tzv. transpozonům (Vesmír 88, 556, 2009/9), pouhým úsekům DNA, s nimiž jsou v některých případech viry příbuzné (retroviry s retrotranspozony LTR nebo helitrony s geminiviry)? Jak daleko mají naopak viry k buňce, z níž některé asi vznikly (například obří viry), a tedy k životu? Ano, viry balancují kdesi na nejasné hranici života.

VIRY A EVOLUCE

Vraťme se k myšlence zmíněné na začátku, totiž k možnému zničení našeho druhu viry. Nebyli bychom prvním druhem, který by takto zanikl. Trvání existence druhu je často vymezeno jen v jednotkách milionů let (budiž nám útěchou, že druh *Homo sapiens* vznikl teprve před asi 300 000 lety), i když jsou známy výjimky, označované jako živoucí fosilie, přežívající v téměř nezměněné podobě desítky i stovky milionů let (z živočichů například latimérie podivná, bahník, loděnka a ostrorep; z rostlin mj. cykasy a jinan dvoulaločný). Vymizení biologického druhu může být důsledkem

působení jak klimatických faktorů (teplota, sucho), tak i faktorů biologických jako důsledek interakcí v rámci sítě života (působení parazitů). Výhodou virů v této nekonečné válce či spíše tanci života jsou jejich malé rozměry, extrémně krátká reprodukční doba, velké množství potomků a z toho vyplývající rychlá evoluce. Tedy atributy charakterizující parazity.

Existují však také příklady tvořivého působení virů v evoluci. Virové epidemie většinou nevyhubily druh, ale jen způsobily snížení velikosti populace. Tím urychlovaly evoluci a mohly vést i k vzniku nových druhů. Zrychlení evoluce napomáhá také přenos genů mezi druhy, což velice elegantně dokážou právě viry. Kuriózním případem „domestikace“ virů jsou proteiny syncytiny, které se podílejí na správném vývoji placenty a imunitní toleranci plodu matkou. Syncytiny vznikly z endogenních retrovirů, tedy pozůstatků retrovirových infekcí předků všech savců. Retroviry tak stojí na počátku evoluce savců. Ještě kurióznější je zjištění, že syncytiny vznikaly z retrovirů během evoluce savců opakovaně. Nové varianty daly svým nositelům dodatečnou selekční výhodu a urychlily vznik nových savčích druhů.

Vznik a zánik druhů probíhá od počátku života, stálá změna je vepsána v hmotě, existence druhů představuje kratší či delší záblesky v časoprostoru naší planety. Planetární pavučina života navzdory stálým proměnám pořád trvá. Jako by vlála ve větru, občasný porыв ji přetrhne, ale přesto se stále tvoří, proměňuje a trvá... Pohlédme na její krásu, tentokrát skrze půvab nepatrných, ale přitom tak důležitých virů... ●

Inspirováno Vladimírem Solovjovem (1853–1900)

VŠECHEN ŽIVOT v přírodě se vyznačuje bojem, zlobou, bolestí a končí smrtí a rozpadem, všude vládne egoismus, nesoulad a nepřátelství, každý bojuje s každým, jeden tvor požírá druhého a živé bytosti postrádají smyslu. Každý projev egoismu způsobuje další a další oddělování jednotlivých bytostí a jejich rozpad. [...] Sobectví a rozpor vidíme, jen pokud živé bytosti vnímáme navzájem odděleně. Pokud ale stvoření nahlédneme jako celek, pak i přes všechny rozpor a temný chaos, vtištěný do základů života, spatříme sjednocení a pochopíme, že vesmír, kosmos, je harmonický. Prapočátkem všeho bytí je absolutní celistvost, dokonalost a klid...