

Vážení a milí čtenáři, nedá nám, abychom vám nenapsali v těchto zvláštních časech „doby virové“, které velmi rychle změnilly současný vcelku zaběhnutý, bezpečný a pohodlný život Evropana (nejen) tak, jak si ještě nedávno málokdo dovedl představit.

S trochou nadsázky se někdy říká, že virus je vlastně špatná zpráva zabalená do bílkovinného obalu. A tato virová zpráva je, a to bez nadsázky, opravdu špatná, i když na virové poměry stále relativně

mírná. Ukazuje, jak je naše společnost zranitelná a jak je snadné i v dnešní době podlehnout strachu a panice. A jak důležité jsou svoboda poznání a základní výzkum. Čísla, která se hrdou z médií, jsou obrovská a tragická, zastíňují čísla jiná, o kterých se tolik nemluví, ať jde o počty lidí, kteří každoročně onemocní chřipkou, AIDS, tuberkulózou, nebo nesou následky hladu. Současná situace všechny zaskočila a připomněla nám, jaké to tu kdysi bývalo – s epidemiemi a pandemiemi se lidstvo

potýkalo odedávna, ale postupně jsme se naučili s patogeny žít. Sice jsme na ty časy už pozapomněli, ale na rozdíl od našich předků máme velkou výhodu – stejně jako pandemie ani věda nezná hranice, a tak intenzivní celosvětová spolupráce umožní i SARS-CoV-2 a COVID-19 zvládnout.

Živa, obdobně jako naše společnost, přežila dvě světové války, komunismus i mnohé ekonomické propady – nepochybně spolu s vámi překoná i tuto pandemii.

Přejeme vám i vašim blízkým, i všem ostatním, ať nadcházející časy prožijeme s dobrou myslí, a v co nejlepší kondici zdravotní, i ekonomické.

Jan Votýpka a Jana Šrotová

Ilja Trebichavský

Virosféra – záhadný svět virů

*Jak pozorují přírodopytci, na každé bleše se živí menší blechy
a ty koušou zas ještě menší
a tak to jde až do nekonečna.
Jonathan Swift (Rapsodie o poezii)*

Viry jsou nejpočetnější biologickou entitou v biosféře. Jejich podíl na biosféře se od r. 1997 nazývá virosférou a jejich soubor v určité nice se analogicky mikrobiomu označuje virom. Do světa virů vnikáme teprve v posledních desetiletích a každý rok přináší nečekané objevy a překvapení. Těmto novým objevům je článek věnován.

V životním prostředí jsou viry všudypřítomné, ale nejvíce jich nalezneme v kolébcích pozemského života – v moři. V jednom mililitru mořské vody je v průměru 10 milionů virových partikul, ale v jediném gramu mořských sedimentů řádově miliarda. Při plavání v moři můžeme tedy spolknout na sto milionů fágů, parazitů bakterií pro nás zcela neškodných.

Nejpočetnější viry mořských bakterií nazvané autolykoviry byly objeveny teprve r. 2018 virology v americkém Bostonu. V r. 2019 byly nalezeny viry sinic, cyanofágy, v hloubce 37 m pod dnem Baltského moře, kde přežily živé 8 tisíc let. Odhaduje se, že mořské dno obsahuje 95 % mikroskopického zemského života a je jím osídleno stovky metrů až kilometry hluboko. Vzestupnými proudy stoupají viry k povrchu oceánů a aerosolem se dostávají do ovzduší, kde vzdušnými proudy cestují mezi kontinenty. Virologové je našli v nadmořské výšce 3 000 m ve španělském pohoří Sierra Nevada a spočítali, že denně tam na jediný metr čtvereční spadne 800 milionů živých fágů.

Viry provázejí své extrémofilní hostitele i do míst nepříznivých pro život. Tak například hyperaridní oblast Miers Valley v Antarktidě (s ročním úhrnem srážek asi 5 mm) vykazovala velkou diverzitu virů čeledí *Bicaudaviridae*, *Asfarviridae*, *Lavidaviridae*, *Tectiviridae* a *Sphaerolipoviridae*. Viry byly nalezeny i v hyperaridních územích namibijské pouště nebo v hypersalinálních oblastech. Hypertermofilní virom (přeží-

vá při teplotách přesahujících 80 °C) obsahoval viry, které infikují všechny tři biologické domény života, zejména parazity archei *Turriviridae*, *Fuselloviridae*, *Bicaudaviridae* a *Globuloviridae*, ale také viry eukaryot *Nudiviridae*, *Phycodnaviridae* a *Poxviridae*.

Při metagenomické studii hypertermofilního viromu ze severoamerického národního parku Yellowstone, z horkého pramene o teplotě blízké varu vody, byla objevena nová virová DNA polymeráza PyroPhage 3173 Pol, u níž byla zjištěna vyšší specifická a citlivost pro polymerázovou řetězovou reakci v reálném čase (RT-PCR) než u současných komerčních enzymů a je již pod tímto jménem prodávána jako první replikáza klonovaná z termostabilního fága. To ukazuje nový prospěšný potenciál virových genů.

Obří DNA viry *Pithovirus sibericum* a *Mollivirus sibericum*, objevený Chantal Abergelovou a Jeanem-Michelem Claveriem z Univerzity v Aix-Marseille v r. 2014, přečkaly živé 30 tisíc let v hloubce 30 m pod povrchem sibiřského permafrostu. Hostitelem těchto virů jsou améby.

Unikátní několik let trvající vědecký program Tara Oceans, který se věnoval rozsáhlé inventuře života v oceánech, poskytl obraz o diverzitě virů v mořské vodě. Celkem 43 expedic přivezlo rozsáhlý genetický materiál, po jehož zpracování stoupl globální počet populací DNA virů na 195 728 (Gregory a kol. 2019). Vzhledem k nedostatku referenčních genomů a dalším metod-

kým chybám je obtížné určit počet nových virových druhů, ale zdá se, že metagenomika oceánů je teprve na počátku a následný počet bude daleko vyšší. Celkový počet virů na Zemi by mohl dosáhnout 10^{31} , protože jsou o řád početnější než bakterie. Většinu jich dosud neznáme, ale snad by mohly mít řádově 100 milionů druhů. Vždyť jenom savčích virů může být na 300 tisíc. Sekvenování jejich genomu brání pouze vysoká cena 6 miliard amerických dolarů. Vzhledem k diverzitě hmyzu bude hmyzích virů nejméně o dva řády více, takže k sekvenování virosféry nebude genetikům stačit ani celé století.

Lidský virom

Odhaduje se, že v lidském těle žije průměrně na 4×10^{13} bakterií. Kolem tisíce druhů se nachází ve střevě. Většinu z nich tvoří komenzální bakterie, žijící v souladu s hostitelem, aniž by jakkoli škodily, některé druhy jsou mutualistické, přinášejí svému hostiteli prospěch.

Naskytá se otázka, zda žijí v lidském těle také komenzální viry. Odhalení viromu zdravého člověka naráží na určité překážky. Střevo a stolice obsahují kromě fágů, které jsou zde nejčetnější (asi tisíc druhů), také živočišné a rostlinné viry, které se dostaly do trávicího systému s potravou. Nález virů ve stolici nebo dýchacím traktu ještě neznamená, že se množily v lidských buňkách. Mohou pocházet z bakterií či prvků, kvasinek nebo mnohobuněčných eukaryot přítomných na lidské sliznici.

Díky novým metodám sekvenování DNA byly v lidském střevě nalezeny malé nepatogenní aneloviry, cirkoviry a pikobirnaviry. Aneloviry jsou u většiny lidí běžně přítomny v krevním séru a různých orgánech nebo slinách už krátce po narození. Jejich zástupcem je malý DNA virus podobný parvovirem Torque-teno virus (TTV), o němž není známo, že by vyvolával nějaké onemocnění. Byl objeven náhodou sekvenováním DNA při transfuzi krve. V současné době se studuje, zda není odpovědný za 5 % virových hepatitid, poté co byly vyloučeny hepatitidy F a G jako neprůkazné. Rovněž se uvažuje, zda není příčinou nějaké jiné choroby. Dokud však nebude hodnověrně prokázána jeho patogenita, bude nadále považován za komenzální virus člověka.

Ke komenzálům patří možná i gamapapilomaviry zachycené na lidské kůži a pikobirnaviry nalezené v lidské stolici,