

## EEE – když je vyhynutí žádoucí



Kromě asociace názvu článku s prvními slůvky malých dětí zkratka znamená eliminace–eradikace–extinkce, česky asi nejvýstižněji odstranění–vymýcení–vyhynutí. Zejména recentní vyhynutí (extinkci), tedy nenávrátné vymření nějakého organismu, většinou chápeme jako něco negativního. Vyhynutí je (skoro) vždy definitivní, a proto vnímáme extinkci jako konečný krok, jako nevratnou ztrátu. Je to smrt druhu, který spolu s námi obýval tuto planetu a v současné době pravděpodobně naší vinou zmizel ze světa navždy. Existují však i výjimky, kdy je vyhynutí naopak velmi žádoucí. Týká se to nebezpečných patogenů, tedy původců infekčních onemocnění lidí i zvířat. Ale také patogenů rostlin, většinou těch pěstovaných, jako byl případ jedné formy rzi travní (*Puccinia graminis* f. *tritici*) ve Velké Británii (blíže na str. CLIII–CLIV). Tyto extinkce patogenů můžeme označit za splněný sen, zejména když se podaří nadobro vyhubit původce smrtelných nákaz člověka. A na splnění tohoto snu již delší dobu intenzivně pracujeme.

Podle odhadů umírala v minulosti většina lidí právě na infekční onemocnění. Infekce stály i za většinou úmrtí ve válečných konfliktech, a to až do první světové války. Teprve začátkem 20. století jsme dokázali zdokonalit vojenskou mašinerii natolik, aby hlavní příčinou lidských úmrtí byla přímá válečná zranění. Za tímto „úspěchem“ však není jen náš vojensko-technický pokrok, ale i pochopení zdravotní role infekčních agens, z nichž ta nejdůležitější, a pro lidské zdraví nejnebezpečnější, byla

1 Vytahování vlasovce medinského (*Dracunculus medinensis*). Ilustrace v knize *Exercitatio de vena Medinensi, ad mentem Ebsinae...* G. H. Welsch (1674)

objevena právě na přelomu 19. a 20. století. Odhalení patogenních mikroorganismů bylo prvním krokem k úspěšnému boji, tentokrát na poli vědeckém.

Ve většině případů se výzkum ubíral dvěma směry. V bezprostřední konfrontaci s nákazou bylo nutné nalézt způsob, jak pacienta vyléčit, nebo alespoň zmírnit průběh infekce. V dlouhodobém horizontu se úsilí zaměřuje spíše na prevenci (tedy aby k nákazě vůbec nedošlo), a především pak na omezení výskytu patogenů. Ideálním řešením je eradikace, a to alespoň lokální, konečným cílem je však eradikace globální, tedy úplné vymýcení těchto mikroorganismů ze světa, v němž už po tisíciletí decimují lidskou populaci.

Naplnění cílů EEE, tedy postupné omezení výskytu s následným lokálním odstraněním až po globální vymýcení, se nejlépe daří u antropozoonotických onemocnění, kde je člověk hlavním zdrojem nákazy. Pokud se podaří vyléčit všechny infikované lidi (tedy nikoli pouze nemocné), patogen postupně z daného území vymizí. Pokud však příslušné patogeny sdílíme s dalšími hostiteli, je situace mnohem komplikovanější a k definitivnímu vymýcení je potřeba souhrv mnoha složek, od lékařů, biologů, epidemiologů a zvěrolékařů až po ekology. Bohužel i v případě, že takový zoonotický

patogen zmizí z lidské populace, stále bývá někde schován ve svých zvířecích rezervoárech a čas od času se znovu objeví a vyvolá větší či menší epidemie. Tyto lokální epidemie, často doprovázené velmi silnou reakcí sdělovacích prostředků, se mnohdy týkají tropických onemocnění, jak tomu bývá v případě eboly a řady dalších.

Důležitým nástrojem v boji (angličtina používá spíše slovo control) s infekčními onemocněními je i vakcinace. Očkování na jednu stranu zajišťuje individuální ochranu, současně však znesnadňuje patogenům přenos a dlouhodobý koloběh mezi hostiteli. Právě díky vakcinaci se podařilo potlačit řadu vážných, většinou čistě lidských onemocnění, zejména pak těch virových. V našich končinách bývá zmiňována eradikace dětské obrny, díky níž se od 60. let 20. století nevyskytl na území bývalého Československa žádný autochtonní případ paralytické poliomyelitidy. Obrnu pak stále připomínají dnes již ikonické obrázky tzv. železných plic, které zajišťovaly přežívání dětských pacientů. Nejslavnější úspěch očkování se však vztahuje k úplné eradikaci pravých nebo též černých neštovic. Doposud jde o jediný případ totálního vymýcení lidského infekčního onemocnění, a tedy i globální extinkce jeho původce, viru *Variola*. Jen za posledních 100 let své existence zahubily černé neštovice téměř půl miliardy lidí a miliony umíraly ještě v 60. letech minulého století. Díky soustředěnému programu očkování pod patronací Světové zdravotnické organizace (WHO) byly pravé neštovice r. 1980 prohlášeny za zcela vymýcené. Tuto účinnou a originální koncepci celosvětového úsilí vypracoval český epidemiolog Karel Raška (1909–1987), který se však uznání ve své vlastní zemi bohužel nedožil.

Proti některým patogenům ale účinnou vakcínu dosud nemáme. Ani v takovém případě nemusí být vše ztraceno. Důležité je, abychom znali jejich životní cyklus, včetně všech přenašečů a rezervoárových hostitelů. Pak můžeme účinně zasáhnout a jejich výskyt omezit, případně je lokálně vymýtit. Takto se např. podařilo malárii (kterou působí jednobuněční paraziti krvinokvy – zimničky rodu *Plasmodium*, přenašžené komáry rodu *Anopheles*) vytlačit z Evropy a na řadě dalších míst počet nových případů značně redukovat.

Zatímco malárie zůstává stále celosvětovou hrozbou, další parazit, který je lidstvu znám odedávna a např. v podobě ohnivých hadů vystupuje již ve Starém zákoně, je na pokraji vyhubení. Zničila ho obyčejná filtrace vody. Vlasovec medinský (*Dracunculus medinensis*), který se stal i předobrazem lékařského znaku – „hada“ obtočeného kolem hole, totiž ve svém životním cyklu využívá jako mezihostitele vodní korýše buchanky, a tak prostá filtrace vody stačí k efektivnímu přerušení jeho přenosu.

K vyhubení někdy postačí i přísná karanténa a pečlivé dohledávání všech infikovaných osob. Takto patrně byla zastavena infekce SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome), onemocnění dýchacích cest způsobeného koronavirem SARS-CoV, který se objevil na konci r. 2002. V r. 2003 vyvolal v jihovýchodní Asii epidemii, která zde však byla lokalizována, a tak od r. 2004 není hlášen žádný nový případ. U virů je



značně obtížné mluvit o druzích, ale pokud linii SARS-CoV šířící se v lidské populaci označíme za samostatný druh, tak pravděpodobně vyhynul; obdobná linie viru se ovšem může vynořit z rezervoárových živočichů, kde tyto patogeny dlouhodobě přežívají a cirkulují. Podobným způsobem vyhynula v minulosti řada patogenů specializujících se až příliš úzce na hostitele.

Epidemie a pandemie – tyto termíny jsou často chápány obecně, bez ohledu na hostitele, byť by měly být vyhrazeny pouze lidským onemocněním; u zvířat mluvíme o epizootiích a u rostlin o epifytiích – v některých případech mohou vést k lokálnímu či globálnímu vyhynutí všech vhodných hostitelů, což způsobí i vyhynutí jejich specializovaných patogenů. Dokonce pouhé drastické snížení počtu hostitelů může vést k zániku jejich patogenů, ačkoli samotný hostitel tuto apokalypsu třeba přežije. Některé z popisovaných velkých epidemií, jež postihly lidstvo v minulých staletích a tisíciletích, byly možná způsobeny patogeny, které následně vymizely. Díky analýze archaické DNA (aDNA) víme, že rozhodně některé z vysoce virulentních kmenů nám známých patogenů zodpovědných za hromadné hynutí našich předků již nejsou v současné době v lidské populaci přítomny. Je docela dobře možné, že časem objevíme i neznámé, již vyhynulé druhy lidských, případně i zvířecích patogenů.

Měli bychom zde rovněž zmínit, že se podařilo zcela vyhubit i jeden patogen zvířecí – původce moru skotu (*Morbillivirus*). Toto virové onemocnění bylo vysoce nakažlivé a dosahovalo smrtelnosti až 90 %. V zemích postižených morem skotu se pravidelně očkovalo živou atenuovanou (oslabenou) vakcínou. Léčba postižených



zvířat se neprováděla a jejich radikální likvidace byla pro majitele stád značně traumatická. Avšak díky této důsledné strategii prohlásila v říjnu 2010 Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), že mor skotu je zcela vymýcen.

Doposud tedy máme dvě globálně vymýcená onemocnění, jedno lidské a jedno dobytčí, doprovázená extinkcí jejich virových původců. Je to hodně, nebo málo? Jako lidstvo v záměrném vyhlazování patogenů moc úspěšnější nejsme, na rozdíl od námi zaviněných extinkcí jiných druhů, ať již pro užitek (např. „blboun nejapný“ neboli dronte mauricijský, holub stěhovavý, různé druhy obřích želv a další, o nichž se blíže zmiňují jiné články tohoto čísla), nebo nechtěně (počet vyhubených druhů jde pravděpodobně do desítek tisíců).

**2** Mor skotu v Jižní Africe v r. 1896. Původcem tohoto vysoce nakažlivého onemocnění byl *Morbillivirus*. Snímky převzaty z Wikimedia Commons, v souladu s podmínkami použití

Záměrné vyhubení patogenů se tedy jeví jako velmi zdoluhavý a složitý proces, i když v současnosti jsou mnohá infekční onemocnění a jejich původci oproti minulosti značně potlačeni a některé nemoci dokonce lokálně vymýceny. A tak můžeme hrdě konstatovat, že v řadě případů byla z uvedených tří E splněna první dvě, i když to poslední nás stále ještě čeká.

K dalšímu čtení např. Živa 2016, 3: LIII–LV; 2017, 1: XIV–XV; 2021, 2: XXXIII–XXXIX.

Ondřej Koukol

## Vymírání mikroskopických hub?

Prohlásit některý druh houby za vyhynulý je ošemetné. Překvapivé nálezy plodnic druhů, které nebyly na určitém území nalezeny po několik desítek let, ukazují, že není vůbec snadné určit, kdy už můžeme některý z druhů takto označit. Z toho důvodu se v oficiálních dokumentech typu červený seznam nehovoří o vyhynulých druzích hub, ale používá se označení nezvěstné. O situaci u makromycetů (hub s velkými plodnicemi) pojednává samostatný článek (na str. 232–234), v tomto příspěvku se podíváme na mikroskopické houby, u kterých je situace ještě složitější. Tyto houby většinu života rostou skrytě v substrátu, a když už vytvářejí plodnice nebo jiné struktury se sporami, jsou mikroskopické – menší než 2 mm – čili obtížně naležitelné (některé jen zkušeným mykologem s terénní lupou) a určitelné podle morfologických znaků až pod mikroskopem, případně v kombinaci s molekulárními daty. Mají samozřejmě také své nároky na klimatické (či spíše mikroklimatické) podmínky prostředí a zdroje živin v sub-

strátu, soupeří (kompetují) s ostatními organismy, a tudíž mohou při velkých změnách z daného prostředí zcela vymizet. Máme o nich ale daleko méně záznamů pozorování než u makromycetů, takže můžeme o jejich vyhynutí hovořit spíše v obecné rovině.

Mezi nejpravděpodobnější příčiny patří vyhynutí rostlinného druhu (obdobně to může platit i pro živočichy), na který je určitý druh houby striktně vázaný jako mutualistický nebo parazitický symbiont. Totální likvidace dřívěšálu obecného (*Berberis vulgaris*) ve Velké Británii na počátku 20. století např. vedla k lokálnímu „vyhynutí“ rzi travní (resp. její formy *Puccinia graminis* f. *tritici*). V tomto případě ale šlo o cílenou snahu zbavit se parazitického druhu způsobujícího velké hospodářské škody na pšenici, který měl dřívěšál jako mezihostitele. I někteří saprotrofové rozkládající mrtvé části rostlin mohou být úzce specializováni, u většiny saprotrofů spíš můžeme považovat za ohrožující klimatické změny prostředí a úbytek specifických



**1** Klíčící teliospory *Tilletia controversa*, původce zakrslé snětivosti pšenice. Druh proslul tím, že si udržuje klíčivost i několik desítek let. Foto V. Dumalášová

kých habitatů. V hospodářských lesích se např. prakticky nesetkáme s mrtvými, ale stojícími stromy starými desítky až stovky let. Přitom představují unikátní stanoviště pro druhy slabé kompetičně, zato odolné vůči extrémnímu prostředí (živinami chudé dřevo exponované slunci a rychle vysychající, obr. 2).