

TRITON



Jan Votýpka
Iva Kolářová
Petr Horák a kol.

O PARAZITECH A LIDECH



O parazitech a lidech

Vyšlo také v tištěné verzi



Jan Votýpka, Iva Kolářová, Petr Horák a kol.

O parazitech a lidech – e-kniha

Copyright © TRITON, 2021

Všechna práva vyhrazena.

Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.



TRITON
Praha / Kroměříž

O PARAZITECH A LIDECH

Jan Votýpka
Iva Kolářová
Petr Horák a kol.

Publikace vznikla za laskavého přispění:

Elanco Animal Health

Olympus Czech Group

Parazitologický ústav Biologického centra AV ČR

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy



O PARAZITECH A LIDECH

Jan Votýpka
Iva Kolářová
Petr Horák a kol.

Stanislav Juhaňák - TRITON

Jan Votýpka, Iva Kolářová, Petr Horák a kol.

O parazitech a lidech

Tato kniha ani žádná její část nesmí být kopírována, rozmnožována ani jinak šířena bez písemného souhlasu vydavatele.

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Votýpka, Jan

O parazitech a lidech / Jan Votýpka, Iva Kolářová, Petr Horák a kol. --
Vydání první. -- V Praze : Stanislav Juhaňák - Triton, 2018
ISBN 978-80-7553-350-0

576.8 * 179.3 * 616.99 * (048.8:082)

- parazitické organismy
- parazit a hostitel
- člověk a zvíře
- parazitární nemoci
- kolektivní monografie

576 - Buněčná biologie. Cytologie [2]

Přední obálka: detail hlavy mouchy bodalky stájové (*Stomoxys calcitrans*)

Zadní obálka: larva vrtejše s otrněným chobotkem

Předsádka: prvoci trypanosomy spavičné (*Trypanosoma brucei*) v krvi hostitele

Titulní list (strana 5): pohled do ústní kapsule hlístice rodu *Syngamus*

Copyright © Jan Votýpka, Iva Kolářová, Petr Horák a kol., 2018

© Stanislav Juhaňák - TRITON, 2018

Cover © Renata Brtnická, 2018

Vydal Stanislav Juhaňák - TRITON,
Vykáňská 5, 100 00 Praha 10

www.tridistri.cz

ISBN tištěné knihy: 978-80-7553-350-0

ISBN PDF: 978-80-7553-930-4

Editoři

Doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D.

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Parazitologický ústav Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích

RNDr. Iva Kolářová, Ph.D.

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Prof. RNDr. Petr Horák, Ph.D.

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Editorka obrazové dokumentace

RNDr. Jana Bulantová, Ph.D.

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Autoři

Prof. MVDr. David Modrý, Ph.D.

Ústav patologické morfologie a parazitologie Fakulty veterinárního lékařství Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně

Prof. RNDr. Julius Lukeš, CSc.

Parazitologický ústav Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích a Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

RNDr. Petr Kodym, CSc.

Národní referenční laboratoř pro toxoplasmózu, Státní zdravotní ústav v Praze

MUDr. RNDr. František Stejskal, Ph.D.

Klinika infekčních, parazitárních a tropických nemocí 1.-3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, IPVZ a Nemocnice Na Bulovce v Praze, Ústav imunologie a mikrobiologie 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, Infekční oddělení Krajské nemocnice v Liberci

RNDr. Karel Fajfrlík, Ph.D.

Ústav mikrobiologie Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Plzni

Prof. RNDr. Jan Kopecký, CSc.

Katedra medicínské biologie Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Doc. RNDr. Josef Chalupský, CSc.

Katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

MUDr. Martin Kolář

Klinika anesteziologie a resuscitace 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady v Praze

Recenzent

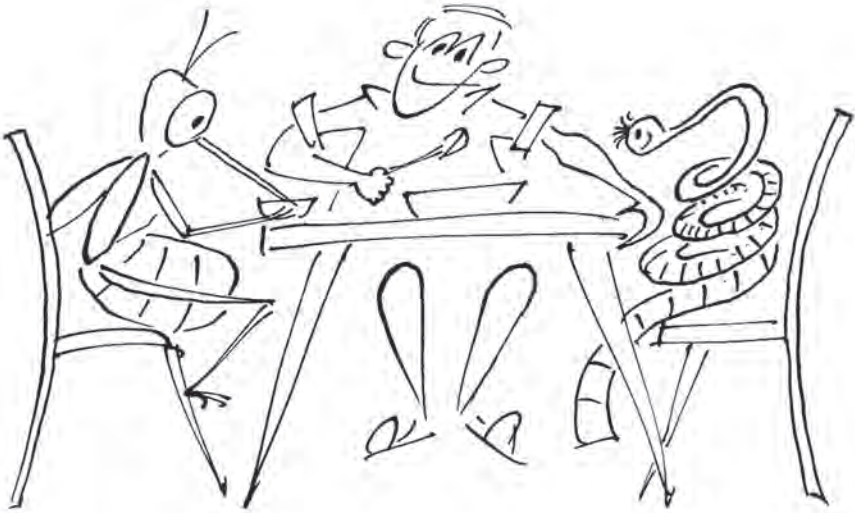
Prof. RNDr. Tomáš Scholz, CSc.

Parazitologický ústav Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích

Obsah

Předmluva	11
Proč právě paraziti? <i>Jan Votýpka</i>	14
■ Upíří mezi námi aneb kdo je kdo <i>Jan Votýpka</i>	40
Paraziti lidí na území ČR – hmyz a roztoči <i>Jan Votýpka</i>	48
■ U nás v posteli <i>Jan Votýpka</i>	61
Paraziti lidí na území ČR – klíšata a roupi <i>Jan Kopecký, Petr Horák</i>	66
■ U nás za humny <i>Jan Votýpka</i>	75
Paraziti lidí na území ČR – toxoplasma <i>Petr Kodym</i>	82
■ U nás v kuchyni <i>Jan Votýpka</i>	105
Paraziti domácích mazlíčků <i>David Modrý</i>	115
■ U nás na dvorku <i>David Modrý</i>	141
Nemoci, války a dějiny <i>Josef Chalupský</i>	147
■ Historie jednoho objevu <i>Josef Chalupský</i>	157
Parazitofobie – hrůza všech hrůz <i>Karel Fajfrlík</i>	160
Paraziti a alternativní medicína <i>Iva Kolářová, Martin Kolář</i>	173
■ O hajném Robátkovi a přátelích přírody <i>Oleg Ditrich</i>	200
Paraziti jako naši spojenci <i>Jan Votýpka, Julius Lukeš, Petr Horák</i>	206
■ Paraziti v „umění“ <i>Josef Chalupský</i>	237
Paraziti na postupu v měnícím se světě <i>Jan Votýpka, David Modrý, Petr Horák</i>	255
■ U nás v rybníčku <i>Jan Votýpka, Petr Horák</i>	271
Paraziti na cestách aneb rizika parazitárních infekcí při cestách do zahraničí <i>František Stejskal</i>	278
Slovo závěrem	334
Literatura	336
Medailonky editorů	338
Medailonky vybraných institucí	340





(J. Chalupský)

Předmluva

Tato kniha je o parazitech. A o lidech, samozřejmě.

Proč nás ale ti paraziti tak moc zajímají? Proč nezůstanou – jako jiné druhy patogenů a všelijakých drobných breberek – doménou pouze úzkého kroužku specialistů?

Protože lidé se parazitů bojí. Většinou podvědomě, ale o to více než ostatních původců infekčních onemocnění. Vysvětlení této zdánlivé anomálie souvisí především s velikostí parazitů. Představa, že se v nás množí viry nebo bakterie, zdaleka není tak děsivá, protože tyto patogenní organismy jsou extrémně drobné a nejsou viditelné pouhým okem. U klasických parazitů se ale již dostáváme na hranici viditelnosti. Dokonce i u parazitů platí, že ti malí, jednobuněční cizopasníci vzbuzují méně obav a hrůzy než parazitičtí červi nebo členovci. Přitom se jedná pouze o pocitovou, iracionální stránku našeho vnímání, protože z pohledu objektivního nebezpečí jsou mnohem nebezpečnější právě paraziti jednobuněční, kteří mají na svědomí mnohem více lidských životů než ti velcí. Rozhodně však platí, že čím větší a odpornější je parazit, tím větší hrůzu vyvolává, a to bez ohledu na skutečné zdravotní nebezpečí. Vrcholem hnusu a znechucení je patrně tasemnice dovádějící v našem střevě nebo larvy tzv. myiázních much vyvíjející se v naší kůži. A přitom ani jeden z těchto parazitů nás neohrožuje na životě.

V Česku se cítíme v relativním bezpečí, ale ve světě, zejména v tropech a subtropích, existují rozlehlé oblasti, kde jsou paraziti dodnes velmi vážným zdravotním problémem a skutečným nebezpečím pro člověka. Počet jejich přímých obětí dosahuje každoročně jednoho milionu, přičemž množství nepřímých obětí je mnohem vyšší. Protože chudé země třetího světa stojí stranou zájmů

farmaceutického průmyslu, je vývoj léků cílených proti parazitům spíše opomíjenou částí globálního výzkumu. Tím spíš je chvályhodné, že v roce 2015 byla Nobelova cena, tedy nejvyšší ocenění, jaké může vědec získat, udělena třem parazitologům. Američan irského původu William C. Campbell a Japonec Satoši Omura ji obdrželi za výzkum léčebné látky proti parazitickým hlísticím a Číňanka Tchu Jou-jou za výzkum přispívající k léčbě malárie. Karolinský institut ve Stockholmu zdůvodnil své rozhodnutí o udělení ceny těmito slovy: „Laureáti vyvinuli způsoby léčby, které znamenaly revoluci v léčení jedněch z nejničivějších parazitických chorob, jež postihují stamiliony lidí ročně.“ A je vhodné dodat, že především v těch nejchudších oblastech světa.

Přestože se většina nebezpečných a lidský život ohrožujících parazitů vyskytuje na našem území jen vzácně, ti méně nebezpeční jsou stále běžní. V období epidemií jen málokteré dítě unikne nákaze vešmi, stejně tak jsou u nás v dětských kolektivech stále nalézáni roupi. Přibližně pětina naší populace je infikována prvokem toxoplasmou, která však u většiny postižených lidí nevyvolává žádné výrazné projevy onemocnění, i když se uvažuje o jejím vlivu na chování nakažených osob. Mít tedy vlastního parazita není až tak vzácné, jak by se na první pohled mohlo zdát. V našem těle však žijí i další organismy, které bychom mohli za parazity považovat, i když projevy onemocnění vyvolávají jen zcela výjimečně. Například většina dospělých lidí má ve vlasových a chlupových váčcích drobné roztoče trudníky a v zažívací soustavě skoro každého člověka bychom objevili řadu víceméně neškodných podnájemníků, například mikrosporidií.

Paraziti jsou živé organismy a jako takoví se přizpůsobují nejen svým hostitelům, ale i vnějšímu okolí a neustále se měnícím podmínkám čím dál globalizovanějšího světa. Právě vzájemné celosvětové propojení, zrychlující se doprava a rostoucí počet lidí na naší planetě přináší ideální podmínky pro šíření různých patogenů, parazity nevyjímaje. Ještě nikdy se po světě nepohybovalo z místa na místo tak velké množství lidí, zvířat a zboží, ještě nikdy nebylo tak snadné dostat se tak rychle, kamkoli nás napadne. Tato téměř nekonečná volnost pohybu však platí i pro různé nevíтанé hosty, kteří po zavlečení na nová místa mohou způsobit velké, a někdy i nenávratné škody. Svět se neustále mění a jedním z projevů sou-

časnosti, na něž si musíme zvyknout, jsou i velké migrační pohyby lidí vyvolané klimatickými změnami, válečnými konflikty a politicko-ekonomickou situací. Spolu s přicházejícími lidmi může sice rovněž docházet k zavlékání různých infekčních chorob včetně těch parazitických, ale pokud zůstane v cílových zemích zachována dobře vybudovaná zdravotnická síť, týmy odborníků si s případnými zdravotními riziky plynoucími z migračních vln dokážou poradit.

Pochopitelně, paraziti se nevyskytují jen u lidí. Běžně se s nimi setkáváme jak u domácích mazlíčků, tak u hospodářských zvířat či zvířat volně žijících v našem okolí. Paraziti jsou doslova všude kolem nás a občas i v nás samotných. Máme se jich tedy bát? Rozhodně je nesmíme podceňovat, současně by však bylo stejně chybné přeceňovat jejich nebezpečí a negativní dopad na lidské zdraví. V některých případech se naopak uvažuje o jejich pozitivním přínosu pro naši imunitu a v několika specifických případech se dokonce paraziti oficiálně používají k léčbě, a to i v nemocnicích v Česku.

Nejlepší způsob, jak se zbavit přemrštěných obav z parazitů, je náležitá informovanost - o jejich podobě, způsobu života i případných nebezpečích, která pro nás znamenají. A právě o tom je tato kniha.

editoři

Proč právě paraziti?

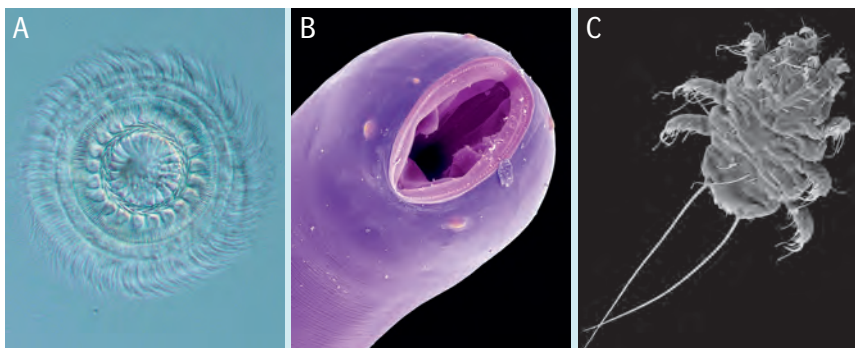
Jan Votýpka

Vítejte v Parazitostánu

*„Vítáme vás na naší planetě! Ale hned na úvod si musíme něco ujasnit. Tahle planeta (jmenuje se Země, to jen tak pro pořádek) je **především** planetou parazitů.“*

Je to tak. Parazitický nebo též cizopasný způsob života je v přírodě pravděpodobně mnohem rozšířenější než kterákoli jiná životní strategie. Při zběžném pohledu by se sice mohlo zdát, že paraziti jsou poměrně vzácní, ale to je tím, že většina z nich žije skrytě, v tělech svých hostitelů. Mnozí z nás si také pod slovem parazit obvykle představí odporného, bělavého, slizkého červa, například tasemnici, popřípadě krvelačný hmyz nebo klíště, a po chvílce přemýšlení si možná vzpomeneme i na miniaturní jednobuněčné prvoky, kteří způsobují spavou nemoc nebo malárii. A právě zde se dostáváme na pomyslnou křižovatku pojmů. Klasická parazitologie, jako vědecká disciplína i jako jedna z odnoží medicíny, se historicky soustřeďuje na studium právě těchto tří výše zmíněných skupin parazitických organismů, tedy parazitických červů neboli helmintů*, členovců a prvoků. Jejich hostiteli jsou buď lidé (v tom případě jsou objektem zájmu humánní medicíny), nebo zvířata (těmi se pak zabývá medicína veterinární).

* Parazitičtí červi neboli helminti zahrnují několik vzájemně nepříbuzných skupin jako tasemnice, motolice, hlístice a mnohé další.



„Svatá Trojice“

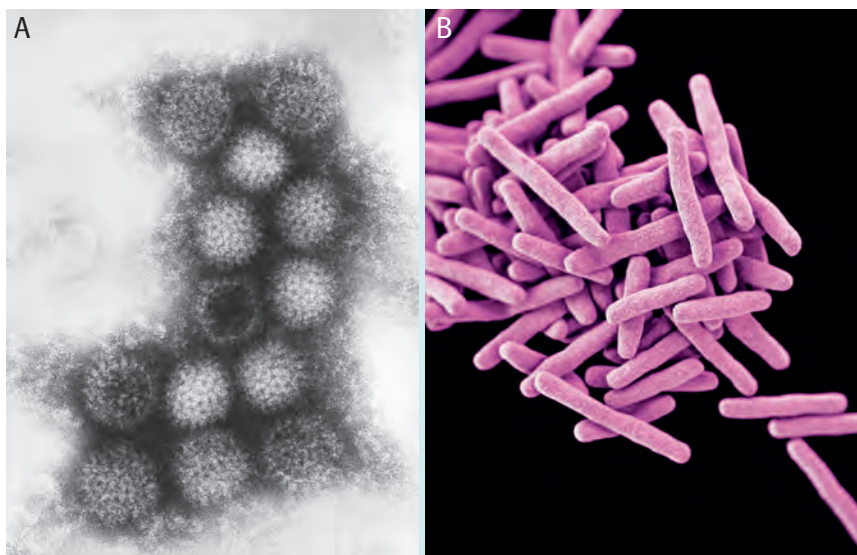
Z pohledu klasické, tj. humánní a veterinární parazitologie považujeme za parazity pouze příslušníky následujících tří velkých skupin: prvoků (protist), helmintů (parazitických červů) a členovců. **Brousilka** (*Trichodina*) (A), žijící na povrchu ryb, zastupuje prvoky (správněji protista) a její nápadné a současně nezvyklé kontury inspirovaly podobu znaku Parazitologického ústavu Biologického centra AV ČR (viz logo na str. 238). **Hlístice** *Cucullanus cirratus* (B) je představitelem parazitických červů (tzv. helmintů), vyskytuje se ve střevích mořských ryb a vyznačuje se ústní kapsulou lemovanou drobnými zoubky. Poslední skupinu, parazitické členovce (mezi něž náležejí korýši, roztoči a hmyz), reprezentuje **myší roztoč** rodu *Myobia* (C), který se vyskytuje i u doma chovaných hlodavců. (Zdroj: Jana Bulantová)

Z pohledu biologa je však definice parazitismu mnohem, mnohem širší: **parazit je jakýkoli organismus, který dlouhodobě žije na úkor jiného organismu, takzvaného hostitele**. K této poměrně jednoduché definici je nutné dodat hned několik upřesňujících vysvětlení. Přestože často předpokládáme, že hostiteli parazitů jsou živočichové, ve skutečnosti může být hostitelem kdokoli a cokoli. Tedy nejen živočich, ale i rostlina nebo houba, a také prvok či řasa, ba dokonce bakterie, kterou může infikovat virus bakteriofág.

Stejně jako uvedená definice nijak neomezuje, kdo a co je hostitelem, není žádným způsobem vymezeno ani systematické postavení organismu samotného parazita. Proto můžeme za cizopasníky považovat v nejširším slova smyslu nejen výše uvedené tři skupiny „klasických“ parazitů, tj. červy, členovce a prvoky, ale i parazitické zástupce rostlin, houbových organismů nebo bakterií. Především však za parazity musíme považovat všechny viry, protože ty nejsou bez hostitelských buněk vůbec schopny samostatné existence. Ačkoli se nám to bude možná zdát poněkud zvláštní, za parazity v širším slova smyslu musíme rovněž považovat všechny „škůdce“ rostlin, ať už se jedná

o bakteriální a virové infekce, houbové nákazy působené například rzi a padlím, nebo různé hmyzí trapiče, jako jsou housenky ožírající listy nebo mšice sající na nerozvinutých poupatech. Při takto široce pojaté definici parazitismu již není tak šokující úvodní představa, že na tomto světě více než polovina všech životních forem uplatňuje alespoň po určitou část své existence cizopasný způsob života.

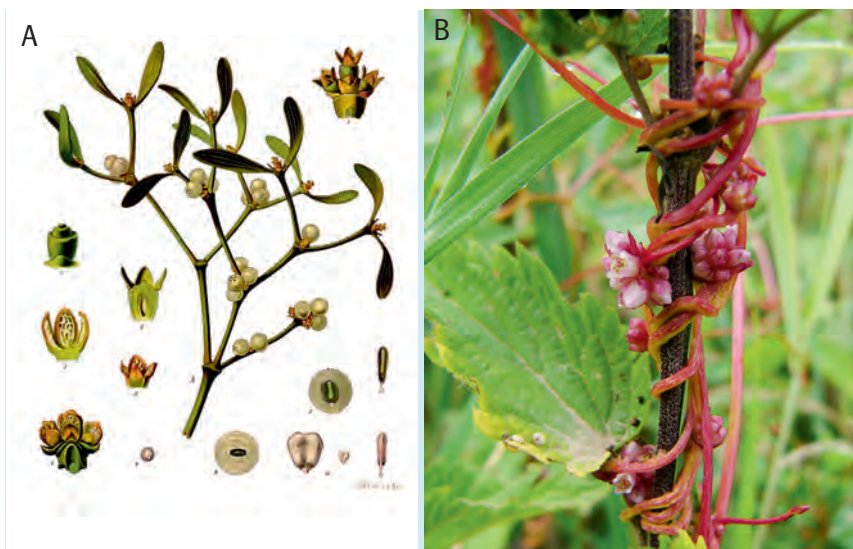
Výše uvedená definice parazitismu v sobě skrývá ještě další dva důležité aspekty cizopasného způsobu života. Těmi jsou forma vzájemného soužití a vliv parazita na hostitele. Základní podmínka parazitismu zdůrazňuje dlouhodobé **soužití** dvou rozdílných organismů. Pro výraz soužití se používá odborný termín **symbióza**, kterou však většína lidí chápe jako něco pozitivního, vzájemně prospěšného. Avšak jen jedna forma symbiózy (tedy vzájemného soužití), tzv. *mutualismus*,



Tohle že je parazit?

V nejširším ekologickém a biologickém pojetí lze za parazity považovat jakékoli organismy žijící alespoň po část svých životů na úkor organismu jiného (tzv. hostitele). Této velmi obecné definici vyhovuje mimo klasických parazitů i řada dalších organismů. Například všechny **viry** (A; *Orbivirus*) žijí v buňkách hostitele, ve kterých se i rozmnožují. Je sice možné diskutovat o tom, zda je virus vůbec organismus (někdy se virus tak trochu žertem označuje jako špatná zpráva zabalená v bílkovinném obalu), ale není pochyb, že viry jsou vnitrobuněční parazité. Stejně tak řada **bakterií** (B; *Mycobacterium tuberculosis*, **původce tuberkulózy**) žije na úkor svých hostitelů, a proto je můžeme bez nadsázky označit za parazitické organismy. (Zdroj: A, CDC/Fred Murphy; B, CDC/James Archer)

této vžitě představě odpovídá. Většina čtenářů může znát mutualismus jako klasickou vzájemně výhodnou koexistenci houby a řasy v těle lišejníků nebo jako výpomoc bachorových nálevníků v žaludcích přezvýkavců, popřípadě oboustranně výhodnou pomoc mezi rybkou



Parazitické rostliny

Za parazity můžeme považovat různé organismy, od virů a bakterií přes prvoky a houby až po rostliny. **Jmelí bílé** (*Viscum album*) (A) je typickou a všem dobře známou poloparazitickou rostlinou. Vzhledem ke způsobu růstu a neopadavým listům je opředeno mnoha pověrami a mýty, a to již z předkřesťanského období, kdy bylo například využíváno v obřadech keltských druidů. Podle rané křesťanské tradice prý pocházelo dřevo na kříž Ježíše Krista ze jmelí, jež bylo tehdy údajně volně rostoucím, mohutným stromem. Jmelí navíc symbolizuje i obřad přijímání Kristova těla a krve, a i proto se udrželo jako celosvětový symbol vánočních svátků. Jako bylina má široké uplatnění v léčitelství a ve farmacii. Na našem území rostou tři (pod)druhy, které se liší hostitelskými rostlinami. Nejvzácnější je jmelí bílé jedlové, častější pak jmelí bílé borovicové a nejběžnější je jmelí bílé, rostoucí na listnáčích. Díky přítomnosti chloroplastů (= zelená barva) je jmelí fotosynteticky aktivní (proto se označuje za poloparazita), a tak ze svých hostitelů získává především vodu a minerální látky. V některých oblastech, u nás například na severní Moravě, však jmelí vážně poškozuje hostitelské stromy, a je nutné vůči němu zasahovat. Mnohem méně známá, i když rovněž běžná, je další parazitická rostlina, která nese velmi peprné (zejména pro Slováky) jméno **kokotice** (*Cuscuta*) (B). Její lidové označení otáčka či užerka dobře vystihuje jak její ovčívě schopnosti, tak i parazitický způsob života, kdy svými „kořeny“ saje a užírá živiny z hostitelské rostliny. Protože nemá vlastní chlorofyl a nemůže fotosyntetizovat, je zcela odkázána na hostitele, od kterého získává jak vodu a minerální látky, tak i látky organické. (Zdroj: A, Franz Eugen Köhler – jmelí bílé na ilustraci z 19. století; B, Helena Kulíková)

klaunem a žahavými chapadly mořských sasanek. Jiný typ symbiózy, který označujeme jako *komenzalizmus*, znamená, že jeden z partnerů ze vzájemného vztahu profituje, a to většinou ve smyslu dojíždání zbytků po tom druhém, zatímco druhému z dvojice je to v podstatě jedno. Třetí a poslední možností vzájemného soužití je *parazitismus*, kdy parazit ze vztahu těží, zatímco hostitel různě strádá.

Tím se dostáváme k druhému v definici zmíněnému aspektu soužití a tím je vliv parazita na hostitele. Parazit totiž vždy **žije na úkor jiného organismu**, který jeho přítomností strádá. Nicméně platí, že parazit svého hostitele většinou nezabíjí, rozhodně tedy ne hned. Dokonce můžeme říci, že správný parazit se snaží svého hostitele udržet naživu pokud možno co nejdéle, aby měl dost času na vlastní rozmnožování a infikování dalších hostitelů.

Výše uvedená životní strategie parazitů, tedy dlouhodobé soužití s hostitelem a snaha o jeho udržení při životě, je zcela odlišná od ostatních běžných životních strategií, jako je například predace. Predátoři, a je jedno, zda se jedná o šelmy a dravce, hmyzožravé ptáky, netopýry, dravý hmyz nebo masožravé rostliny, sice také žijí na úkor své kořisti, tu však zabíjejí hned po jejím ulovení a navíc vzájemný kontakt mezi lovcem a jeho obětí rozhodně nemůžeme označit za dlouhodobý. Právě hledisko času (dlouhodobost soužití) a dopad na hostitelovu biologickou zdatnost neboli fitness („ubližuje“, ale nezabíjí) jsou pro parazity velmi charakteristické.

Musíme si také připustit, že parazité nejsou zlí. Nemůžeme je pokládat za „trest boží“ nebo za „zplozence pekla“. Na otázku: „Proč tady jsou?“ bychom asi měli odpovědět: „Protože tu mohou být!“ Parazitismus musíme chápat jako životní strategii, jako životní styl, který si cizopasníci zvolili a který jim umožňuje žít na této planetě. Paraziti se během svého evolučního vývoje přizpůsobili okolí jako kterékoli jiné organismy na Zemi a pouze využili nabídnuté možnosti - v tomto případě velmi bohaté nabídky prostřeného stolu v podobě hostitelova těla. Koneckonců označení hostitel a cizopasník docela přesně vystihuje povahu jejich vzájemného vztahu. Zatímco hostitel **hostí** nezvaného návštěvníka na nebo ve svém těle, cizopasník se naopak **na cizím pase** (nebo **pase po cizím***) a snaží se z této nabídky získat co nejvíc.

* „Pásti“ zde znamená pátrat, slídit, popřípadě toužit po někom či něčem.



Parazitické houby

Mnoho druhů hub žije v dlouhodobém soužití s jinými organismy. Některé jsou mutualistické, jiné komenzální a další parazitické. Mezi ty parazitické patří například houby působící různá kožní onemocnění, kterými alespoň jednou za život trpí skoro každý člověk. Jiné houby mohou parazitovat na rostlinách. Jednou z nejznámějších je **paličkovice nachová** (*Claviceps purpurea*), parazitující v semeníku obilovin, který přeměňuje na tmavý, nápadně protažený, tvrdý útvar. Odborně se nazývá sklerocium, lidově **námel** (A), ale též černidlo, svatě žito apod. Sklerocia obsahují velké množství farmaceuticky aktivních alkaloidů, které mohou být původci onemocnění zvaného ergotismus nebo též oheň svatého Antonína.

Zdravotně a ekonomicky méně významné, ale zato biologicky mnohem zajímavější jsou některé entomopatogenní (tj. na hmyzu parazitující) houby, které dokážou manipulovat s chováním nakažených jedinců. Nejznámější jsou houby rodu **Cordyceps**, napadající mj. mravence v tropech a subtropích. Nakaženým jedincem postupně prorůstá houba a v okamžiku, kdy je připravená k tvorbě plodnice, donutí mravence vylézt na vyvýšené místo nad mravenčí cestičkou. Zde se infikovaný mravenec pevně zakousne do podkladu, například stébla, a čeká, dokud z jeho většinou již mrtvého těla nevyroste **plodnice parazitické houby** (B). Ta uvolní spory, které se snášejí na cestičku s mravenci; ti jsou následně infikováni a celý cyklus se opakuje. (Zdroj: A, Helena Kulíková; B, David Modrý)

Ťuky ťuk, mohu dál? aneb o hostitelské specifitě

Pokud je svět kolem nás plný parazitů, jak je možné, že jimi nejsou naše těla doslova prolezlá?

Tento zdánlivý paradox souvisí s takzvanou hostitelskou specifitou parazitů. Zjednodušeně můžeme říci, že hostitel poskytuje svým parazitům byt i stravu, a tak se jeho podnájemníci nemusí skoro o nic starat. Avšak nic není zadarmo. Pochopitelně žádný hostitel o své nezvané hosty nestojí, a snaží se jim proto všemožně bránit. Už v průběhu evoluce se u všech organismů vyvinula nějaká forma obranného systému, která zamezuje parazitům v průniku a obsazení jejich těl. S nějakou formou obranných mechanismů se setkáváme



Hnízdní parazitismus u ptáků

Kukačka obecná (*Cuculus canorus*) má mezi ptáky výjimečné postavení, vždyť pro svoji jedinečnost byla mj. zvolena Českou společností ornitologickou ptákem roku 2010. Její známé kukání, které pozná opravdu každý, je neodmyslitelně spjata s nastupujícím létem i s kulturními tradicemi. Kukačka však zůstává tajemným ptákem, a ač ji často zaslechneme, jen málokdy ji spatříme. Její výjimečnost však nespočívá ve skrytém způsobu života, ale tkví v neobvyklém způsobu rozmnožování, který se označuje jako mezidruhový hnízdní parazitismus. Kukačka je jediným obratlovcím hnízdním parazitem u nás. Nestaví si vlastní hnízdo, ale snáší svá vejce do hnízd pěvců. Dospělá kukačka nejčastěji parazituje u rákosníků, červenek a **rehků zahradních** (A) a přitom zlikviduje jedno nebo více vajec hostitele. Pokud adoptivní rodiče podvržené vejce nepoznají, přijdou záhy o všechno vlastní potomstvo, protože čerstvě vylíhlé **mládě kukačky** (B) začne ihned čistit hnízdo od nežádoucí konkurence. (Zdroj: Tomáš Grim)

nejen u obratlovců, ale také u bezobratlých, nalezneme ji však rovněž u rostlin, hub, prvoků, řas, a dokonce bakterií.

Pokud se tedy nějaký parazit „rozhodne“ žít v těle jiného organismu, musí vyvinout strategii, s jejíž pomocí překoná obranný systém svého hostitele. V průběhu své evoluce každý parazit vytvářel zbraně, kterými hostitelovu ochranu nakonec prolomí a které mu umožní do hostitele nejen vniknout, ale také se v něm usadit a vyvíjet. V přírodě však nic není statické, a tak ani hostitel nelení a hledá způsob, jak vyvrátit na zbraně útočníka. A tak po miliony let trvají nekonečné závody ve zbrojení, plné útoků a protiútoků, až se časem vytvoří jakási velmi křehká rovnováha mezi oběma válčícími stranami. Tyto závody ve zbrojení však často vedou ke značné specializaci.

Každý hostitel i každý parazit, ať už patří k jakékoli skupině organismů, si vytvářejí vlastní specifické zbraně, proti nimž je nutné vyvinout stejně dobré a specifické protizbraně a obranu. Ty jsou sice účinné v rámci příslušné dvojice parazit–hostitel, ale většinou jsou zcela nepoužitelné pro překonání obrany jiného potenciálního hostitele nebo pro obranu proti jinému parazitovi.

Relativně vysoká specializace parazitů na své hostitele (tzv. hostitelská specifita) je hlavní příčinou současného stavu, kdy je svět kolem nás plný různých parazitů, ale na lidské populaci parazitují pouze ty druhy, které se během své evoluční minulosti specializovaly na člověka. U řady těchto parazitů dokonce došlo k tak velké specializaci, že se mohou vyvíjet pouze u lidí, a nesdílíme je dokonce ani s našimi nejbližšími příbuznými, lidoopy. Mezi klasickými parazity, tedy mezi červy, členovci a prvoky, bychom našli více než tucet takových vysoce specializovaných zástupců. Z helmintů jsou to například dospělci tasemnice bezbranné a dlouhočlenné a roup dětský, z členovců pak zákožka jako zástupce roztočů a také tři druhy* lidských vší coby reprezentantů parazitického hmyzu. Mezi prvoky vykazují tuto vysokou hostitelskou specifitu například původci malárie (*Plasmodium*). Mezi dalšími skupinami lidských parazitů, zejména mezi bakteriemi a viry, bychom rovněž našli desítky, možná i stovky vysoce specializovaných druhů. Tak jako se od nás nemůže nakazit našimi specifickými parazity žádný jiný druh hostitele, nemůžeme se ani my nakazit specifickými parazity ostatních živočichů, či dokonce rostlin nebo dalších organismů.

Stejně jako se nikdo nebude bát, že by se mu na hlavě mohlo usadit jmelí nebo že by na našem uchu začala hodovat housenka běláška zelného, není nutné se obávat ani útoku dalších hostitelsky specifických parazitů. Bohužel, existuje i řada výjimek. Někteří paraziti, ale není jich naštěstí mnoho, dokázali vyvinout způsoby, kterými překonají obranné mechanismy příbuzných, a v některých případech dokonce i zcela nepříbuzných hostitelských organismů. Každý si jistě vzpomene na památnou větu dědy Komárka z české filmové klasiky *Na samotě u lesa*: „To jsou blechy psí, ty na člověka

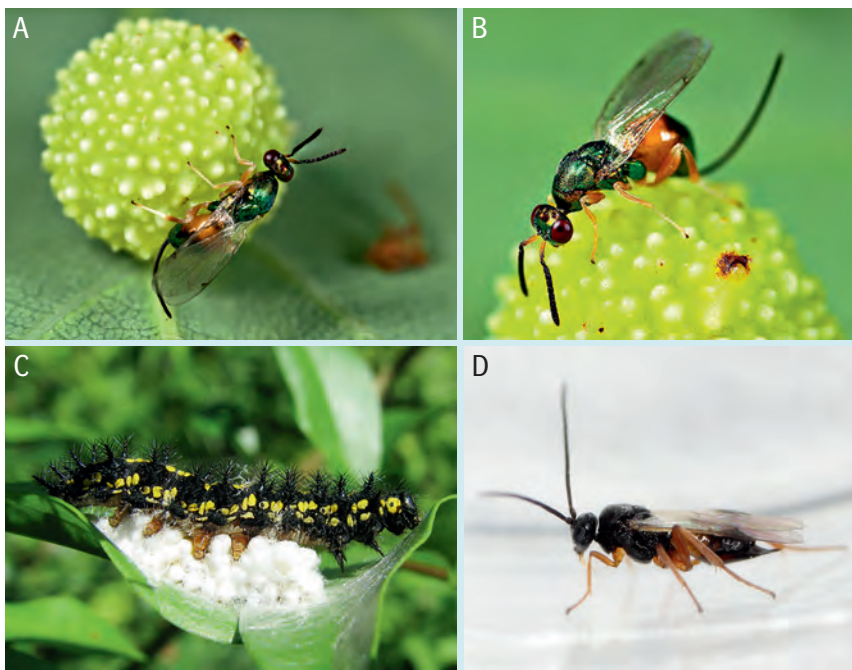
* Veš hlavová, veš šatní a veš muňka, nicméně první dvě bývají někdy považovány za jeden druh.



Upíři a vampyrismus

Upír nebo také vampýr je mytologické stvoření, které se živí krví živých, zpravidla lidských bytostí. O upírech, nemrtvých přes den spících v hrobě a v noci sajících krev nešťastných obětí, slyšel nebo četl snad každý. A zpravidla si hned vybavíme **hraběte Drákulu z Transylvánie** (A). Mnohem méně lidí však ví, že upíři jsou skutečná stvoření z tohoto světa. V rumunských horách bychom je však hledali marně, protože **upíři** (*Desmodus*) (B, C) jsou rod malých tropických netopýrů vyskytujících se pouze ve Střední a Jižní Americe. Stejně jako jejich mytičtí příbuzní se i oni živí výhradně krví teplokrevných živočichů. Přes den se ukrývají na tmavých místech a vylétávají až za úplné tmy. K hostiteli málokdy přilétávají přímo a většinou k němu přilezou po zemi. Stoličky mají upíři zakrnělé, zato řezáky, které slouží k naříznutí kůže hostitele, jsou velmi ostré. Vhodné místo k „nakousnutí“ poznají upíři pomocí speciálního tepločivného orgánu v okolí nozder, kterým zaznamenají tepající krev. Vytékající krev nenasávají, ale olizují jazykem. (Zdroj: A, Wikipedia – portrét Vlada III. s „habsburským“ rtem na innsbruckém zámku Ambras; B-C, Radek Lučan)

nejdou.“ Nejen z vlastní zkušenosti víme, že hostitelská specifita blech není zdaleka tak vysoká jako u vši. Zatímco hostitelsky specifické lidské nebo psí vši si vzájemně nevyměníme, ani kdybychom spali se svým psem ve stejné posteli, blechy budou ochotně sát na psu i člověku. Dalším příkladem mezi „klasickými“ parazity je prvok *Toxoplasma gondii*, o kterém pojednává jedna z následujících kapi-



Hyperparazitismus aneb i parazit má své parazity

Parazitický způsob života je všudypřítomný. Ani parazit sám není v bezpečí a může se stát objektem další parazitace (tzv. hyperparazitace). Známe viry parazitující na jiných virech nebo bakterie parazitující na bakteriích. U vyšších organismů je pak vícenásobná parazitace ještě běžnější.

Parazitická (přesněji parazitoidní, viz str. 211) **vosička krásenka** (A, B) ze skupiny chalcidek zkoumá háčku na listu hostitelské rostliny. Háčky samotné jsou přitom rostlinné útvary vznikající po napadení háčkovitým parazitem, v tomto případě parazitickou vosičkou žlabatkou. Zatímco larvy žlabatky se paraziticky vyvíjejí v komůrkách uvnitř háčky nedobrovolně vytvořené rostlinou, potomstvo parazitoida (tedy chalcidky) se vyvíjí v těle larvy žlabatky, kterou nakonec vždy usmrtí. Krásenka je tedy parazitoidem rostlinného háčkovitého parazita žlabatky.

Housenky motýlů, stejně jako další herbivorní (tj. býložravý) hmyz, můžeme bez nadsázky považovat za parazity jejich živných rostlin. Avšak i samy housenky se často stávají hostiteli různých parazitoidních vosiček. **Hnědásek osikový** (*Euphydryas maturna*) je jedním z našich nejzávažnějších denních motýlů a jeho poslední populace v Dománovickém lese je na pokraji vyhynutí. Na snímku je zachycena jeho nápadně černožlutě zbarvená **housenka**, která byla **napadena parazitickou** (resp. parazitoidní) **vosičkou vejřitkou** (C). Larvy vosičky se živí tkáněmi uvnitř housenky, avšak před zakuklením opustí svého hostitele a upletou si kokony mimo jeho tělo. Parazitovaná housenka je však stále živá, a dokonce kukly svého trýznitele nějakou dobu hlídá a chrání před nebezpečím. Například odhání další parazitoidní vosičky, které by chtěly do kukel vejřitky naklást své vlastní larvy (to by byl již parazitismus na třetí). V okamžiku, kdy se z kukel líhnou **dospělé vosičky** (D), je již hostitelská housenka mrtvá. (Zdroj: A–B, Jiří Švábík; C, Pavel Moravec; D, Jana Bulantová)

tol. Tento parazit, kterým je nakažena přibližně pětina lidí v naší zemi, je schopen vývoje ve většině teplokrevných obratlovců, tedy ve většině druhů savců a ptáků. Nejdále v nízké hostitelské specifitě zašla bakterie *Pseudomonas aeruginosa*, která dokáže napadat nejen různé živočichy včetně člověka, ale dokonce i rostliny.

Chránit je? To snad ne!

Vysoká hostitelská specifita, která vede k omezené schopnosti infikovat nepříbuzné druhy hostitelů, je příčinou velmi zajímavého fenoménu, který byl zmíněn hned v úvodu této kapitoly. Je jím velké druhové bohatství parazitů. Tím, že se cizopasníci museli úzce specializovat na své hostitele, docházelo během evoluce ke vzniku velkého počtu parazitických druhů. Pokud situaci extrémně zjednodušíme, tak můžeme předpokládat, že každý hostitel má alespoň jednoho specifického parazita. Pochopitelně, čím větší je hostitel a čím déle žije, tím více specifických parazitů bude mít. Zatímco člověk jich má desítky až stovky (zejména počítáme-li i bakterie a viry), taková půdní bakterie bude mít pravděpodobně jen jednoho či dva specifické bakteriofágy. Navíc ani parazit sám není uchráněn napadením dalším parazitem – v tom případě mluvíme o tzv. hyperparazitismu, který může být dokonce i několikanásobný.

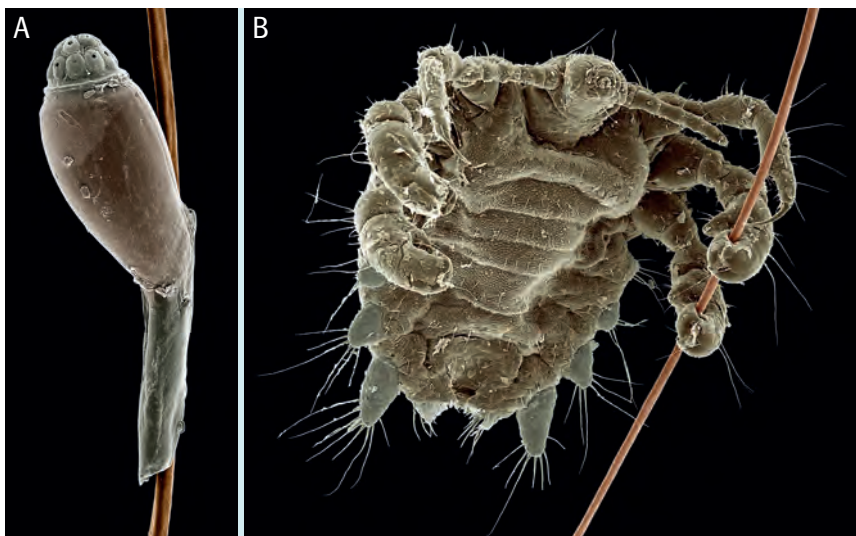
Opět se tedy dostáváme k tvrzení, že většina organismů na této planetě je alespoň po část svého života parazitická. Z toho plyne, že minimálně polovina biodiverzity na Zemi je představována parazitickými organismy.

Ochrana přírody a biodiverzity se dostává na přední místa našeho zájmu a často je skloňována i v kontextu různých politických proklamací a dlouhodobých závazků lidstva vůči planetě, na které žijeme. Jak si ale poradíme se skutečností, že většinu biodiverzity představují cizopasníci? V některých případech se dostáváme do velmi paradoxní situace. Pokud vyhyne nějaký živočišný druh, ať už se jedná o vzácného ptáka blbouna nejapného, nebo v současnosti vymírající poslední jedince severního poddruhu nosorožce bílého, vždy společně se samotným hostitelem zmizí i všichni jeho specifíci paraziti a symbionti obecně. V takovém případě bychom měli

truchlit ne nad ztrátou jednoho, ale desítek či stovek druhů, které nenávratně zmizí ze světa.

Odhaduje se, že každý den vyhyne přibližně osmdesát druhů organismů. Avšak toto číslo představuje pouze počet „hostitelů“, tedy především volně žijících druhů rostlin, hub, řas a živočichů. Pochopitelně se nejedná o tak velké a spektakulární druhy, jako je nosorožec bílý, ale nejčastěji o drobné nenápadné druhy hmyzu nebo endemické rostliny tropických pralesů. I ty však ve svých tělech hostí řadu parazitů a dalších symbiontů, a tak denně ztrácíme stovky až tisíce organismů, aniž bychom o nich vůbec věděli. Jedná se o tak strašlivou ztrátu biodiverzity a organocidu (vyvraždění živých tvorů; obdoba genocidy u lidí) natolik apokalyptických rozměrů, že se zcela vymyká lidské představivosti, a proto se o ní raději vůbec nemluví.

Ač z povrchu Země nechtěně a nenávratně mizí statisíce parazitických druhů, cíleným hubením se nám, lidem, podařilo ze světa zatím sprovodit pouze jednoho lidského a jednoho zvířecího původce vysoce patogenních onemocnění. Jedná se o virus pravých neboli černých neštovic, na jejichž vymýcení se podílel i český epidemiolog Karel Raška, a o africký mor skotu, působený paramyxovirem. Vzhledem ke špatné pověsti několika málo parazitických zástupců je jen velmi malá šance, aby se paraziti dostali na červený seznam chráněných a ohrožených organismů. A tak budou i nadále v zoologických zahradách plošně používána antiparazitika, i když tak pravděpodobně zabijíme poslední zástupce mnohdy ještě nepojmenovaných druhů cizopasníků. Stejně tak při správě chráněných území nebude brána v potaz komplikovanost životních cyklů parazitů, kteří tak nebudou schopni dané lokality nadále obývat, i když pro ně mohou znamenat poslední místa jejich výskytu. V celém světě existují různé programy na ochranu volně žijících i chovaných zvířat, zemědělci a chovatelé dostávají finanční dotace na udržení zbytkových chovů lokálních plemen holubů, slepic, králíků a dalších domácích zvířat. Jakou by však měla šanci na podporu úpěnlivá žádost volající po zachování mizejícího druhu vši muňky, která se stává celosvětově ohroženým druhem? Naše předsudky jsou příliš silné, a tak se asi musíme smířit s tím, že parazitům se zákonné ochrany patrně nikdy nedostane, a to přesto, že jsou nedílnou součástí všech ekosystémů a hrají v nich významnou roli.



Veš muňka je na pokraji vyhynutí

Některé parazitické organismy jsou natolik vzácné, že zasluhují naši ochranu. A některým se jí skutečně dostalo a byly zařazeny do „červené knihy“. Na našem území je takto chráněná například pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*), vzácná houba housenice *Cordyceps entomorrhiza*, parazitující na střevlících, nebo například jmelí bílé jedlové (*Viscum album* subsp. *abietis*). Z parazitů člověka se však této ochrany zatím nedostalo žádnému zástupci, ačkoli někteří výhradně lidsí parazité, kteří kromě nás nemají žádného jiného hostitele, kde by mohli přežít, jsou na hranici vyhynutí. Typickým příkladem jsou **vši muňky**, citlivé na všechny používané insekticidy a navíc trpící současnou módou depilace, která brání uchycení **vajíček** zvaných **hnidy** (A) i samotných **dospělců** (B) na těle hostitele. (Zdroj: Jana Bulantová)

Naše dohoda už neplatí!

Dlouhodobé soužití, které evolučně vyústilo ve vzájemně tolerovanou koexistenci, není sice pro hostitele optimální (lepší by bylo nemít žádné parazity), ale je celkem akceptovatelné. Naopak z pohledu parazita je tato rovnováha a omezení negativních dopadů na hostitele jednoznačně lepší než vysoká virulence a patogenita, která by vedla k rychlé hostitelově smrti. Prosté množení v rámci těla již infikovaného hostitele totiž není z pohledu parazita dlouhodobým řešením. Ač se bude parazit sebevíc snažit být ke svému hostiteli relativně „hodný“, stejně jednoho dne hostitel zahyne, ať už v důsledku působení parazita, nebo jiných okolností. A s hostitelem uhne i samotný parazit a také všichni jeho potomci, kteří se nacházejí

v hostitelově těle. Sice existují paraziti, kteří opustí hostitelovo tělo, až když je mrtvé, ale jsou to ojedinělé výjimky. Pro většinu parazitů je zánik hostitele spojen i s jejich vlastním fyzickým zánikem. Hlavním úkolem každého cizopasníka je tedy infikovat co nejvíce dalších hostitelů, a to ještě za života hostitele stávajícího, a tak se rozšířit v prostoru i čase. Proto je pro parazity výhodné udržet svého hostitele co nejdéle naživu, a poskytnout tak čas sobě samým na množení a napadení dalších hostitelů.

Z evoluční motivace parazita chovat se ke svému hostiteli pokud možno co nejméně zle (virulentně) plyne i jedna velmi důležitá skutečnost. Většina z nás klade automaticky rovnítko mezi slova infekce a nemoc. Tak tomu však zdaleka není. Zjednodušeně můžeme říci, že nemocí neboli chorobou rozumíme patologický stav těla nebo mysli, který nemocnému způsobuje subjektivní i objektivní potíže (i když v některých případech si jich dotyčný nemusí být vědom). Ovšem řada parazitů se ke svým hostitelům chová natolik „slušně“, že se žádné výrazné patologické projevy nedostavují. Ačkoli parazit stále žije na úkor svého hostitele, a dochází tak ke snížení hostitelova fitness (kvality života), nemůžeme tento stav označit za nemoc. Každý pátý obyvatel našeho státu, a tedy i každý pátý čtenář této knihy, je pravděpodobně nakažen již výše zmíněným parazitem *Toxoplasma gondii*. Přesto nemůžeme říci, že by dva miliony obyvatel Česka trpěly toxoplasmózou, tedy byly nemocné následkem infekce prvokem *T. gondii*. Stejně tak platí i pro řadu dalších infekčních agens, že ačkoli jsme nakaženi, infekce se automaticky neprojeví onemocněním. Proto je nutné rozlišovat mezi nemocí a pouhou přítomností parazita v našem těle, tedy infekcí. Jak se dozvíme v jedné z dalších kapitol, řada lidí má ve své krvi protilátky proti boreliím, tedy bakteriím přenášeným klíštěaty. Přestože často říkáme, že jsou to protilátky proti borelióze, není to tak úplně pravda, protože většina z těchto lidí žádné onemocnění, tedy boreliózu, neprodělala, ale zřejmě měli pouze bezpříznakovou infekci. Ačkoli toxoplasma i borelie vyvolávají jen u menší části nakažených lidí projevy onemocnění, tedy toxoplasmózu nebo boreliózu, někteří paraziti dospěli ve svém „mírovém“ soužití s hostiteli ještě mnohem dál a projevy onemocnění se u infikovaných hostitelů neobjevují téměř nikdy. Například virem Epsteinova a Barrové (EBV) se nakazí v průběhu života skoro každý člověk, a tak je tento virus jedním

z nejběžnějších lidských parazitů. Naprostá většina infekcí tímto virem je asymptomatická, a tudíž bezpříznaková, a jen ve výjimečných případech může virus způsobit infekční mononukleózu.

Správný parazit tedy svému hostiteli škodí co nejméně. Dokonce po dlouhé době soužití může nastat situace, kdy již neškodí vůbec, a tehdy by mohl být překlasifikován z parazita na komezála. V některých případech je opravdu poměrně obtížné rozhodnout, jestli je daný organismus parazitem, či nikoli.

Proč tedy mají paraziti tak špatnou pověst a proč vůbec vyvolávají onemocnění, a dokonce někdy své hostitele i zabíjejí?

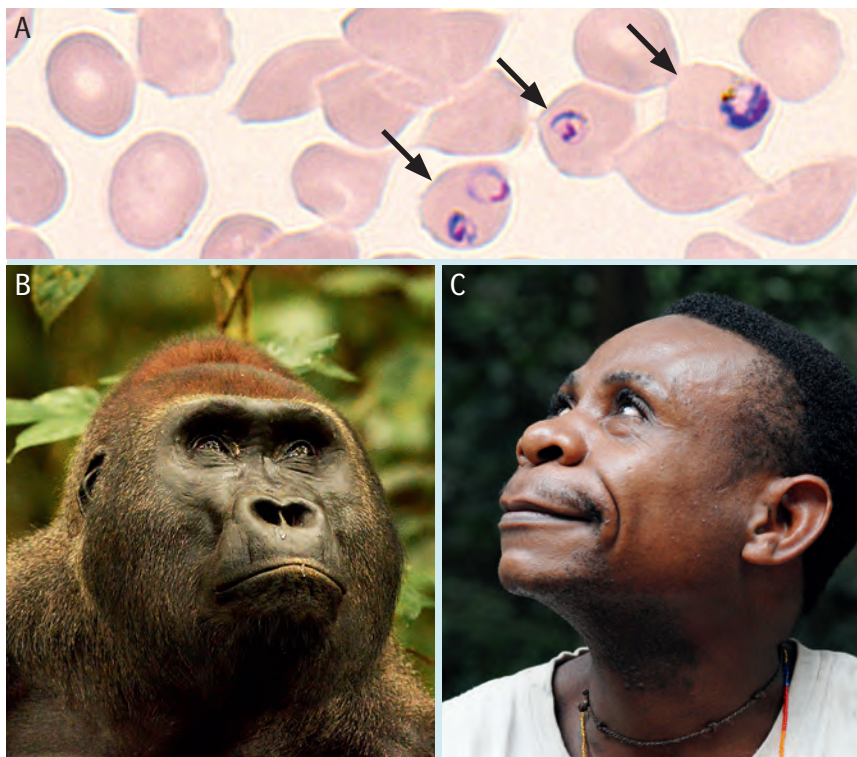
S odpovědí na tuto otázku je to stejné jako s dobrou pověstí třídy plné hodných žáků, kterou nadobro zkazil jeden raubíř. Většina parazitů, a to jak v širokém pojetí, tedy od virů až po živočichy, tak v úzkém medicínském, tj. klasickém, pojetí (červi, členovci a prvoci), opravdu nevyvolává u svých hostitelů žádné vážné patologické projevy. Proto se o nich nemluví, snad jako by ani neexistovali. Veškerá pozornost je upřena jen na těch pár nebezpečných, a tak vzniká falešný dojem, že paraziti musejí být zlí a svým hostitelům škodit, a dokonce je i zabíjet. Vysvětlit existenci těchto výjimek není nijak jednoduché a k vážným patologickým projevům v průběhu infekce parazity může vést několik cest.

V řadě případů může být za nečekanými patologickými příznaky náhoda, respektive souhra náhodných okolností. Nevhodná kombinace času, tkáňové lokalizace, souběžná infekce dalšími parazity nebo změna fyziologického či imunologického stavu hostitele způsobí, že infekce jinak poměrně neškodným parazitem má u daného jedince náhle mnohem vážnější průběh než u většinové populace.

Přestože pro parazity nebo obecně patogenní agens používáme nějaké konkrétní jméno, nikdy se nejedná o zcela homogenní skupinu organismů a vnitřní odlišnosti najdeme v rámci každého druhu. Co mají společného malí černí Pygmejové, vysocí blondatí Skandinávci a ploskonosí Mongolové? Všichni patří do jednoho živočišného druhu *Homo sapiens*. Stejně jako se mezi sebou liší lidé, budou se lišit i jednotlivé skupiny (linie, kmeny, variety) náležející k jednomu druhu parazita. Mezi jednotlivými liniemi parazitů dochází k častému vzájemnému křížení a neustále se objevují i nové mutace a odlišnosti.

Bohužel, tyto *mutace* mohou někdy vést ke vzniku vysoce virulentních kmenů, které poruší dlouhodobé příměří s hostitelem a začnou se chovat mimo rámec dohodnutých pravidel. Takovéto odstoupení od smlouvy má většinou tragické důsledky pro obě strany, protože rychlá smrt hostitele znemožňuje parazitům efektivní přenos, a tak vysoce virulentní kmen po čase z populace většinou zcela vymizí.

Dalším případem, kdy se parazit chová nelogicky a nešetrně vůči svému hostiteli, je stav, kdy došlo teprve nedávno (v evolučním smyslu) k *adaptaci parazita na nového hostitele*. Každý parazit, a dokonce i každý kmen parazita má za sebou svou vlastní evoluční minulost a je přizpůsoben svému hostiteli. Pokud však dojde ke změně hostitele (nebo dokonce pouze ke změně v rámci populace hostitele – například běloši versus indiáni), může nastat vážný problém. Za příklad nám poslouží snad nejznámější a hlavně nejnebezpečnější onemocnění působené klasickým parazitem. V dějinách lidského rodu nezemřelo nejvíce lidí ve válkách, jak by se mohlo zdát z výuky dějepisu, ale na malárii. Toto onemocnění vyvolávají čtyři druhy parazitických prvoků rodu *Plasmodium*, česky někdy označovaných jako zimnička nebo též krvinkovka. Původem se jedná o opičí druhy, které se v průběhu evoluce adaptovaly na život u lidí. U tří z nich (*Plasmodium malariae*, *P. ovale* a *P. vivax*) došlo k této specializaci na lidi již poměrně dávno, a tak se zdá, že se v průběhu našeho vzájemného soužití vytvořila jakási rovnováha mezi hostitelem (tedy člověkem) a parazitem. Malárie vyvolávaná těmito třemi druhy zimniček je sice doprovázena vysokými horečkami, ale člověk je většinou přežije bez vážnějších následků. Nicméně čtvrtý druh (*P. falciparum*), způsobující tzv. tropickou malárii, je původem gorilí zimnička, která přeskočila na člověka teprve nedávno. Za tuto evolučně relativně krátkou dobu se ještě nedokázala vytvořit vzájemná rovnováha, a proto je tento druh pro svého nového lidského hostitele ještě stále vysoce patogenní. Zimnička *P. falciparum* je zodpovědná za většinu smrtelných malarických onemocnění, kterých ještě v nedávné minulosti bývalo kolem dvou milionů ročně – naštěstí se tento počet v posledních letech dramaticky snižuje díky koordinovanému postupu mezinárodních organizací, jako jsou Světová zdravotnická organizace (WHO) či Lékaři bez hranic (MSF), i soukromých nadací, například Nadace Billa a Melindy Gatesových (BMGF).



Původce malárie jsme chytili od goril

Řada původců lidských onemocnění se vyskytuje převážně v populacích domácích i volně žijících zvířat. Tato onemocnění označujeme jako zoonózy (například lymeská borelióza). Avšak i mnoho parazitů, kteří v současné době kolují téměř výhradně v lidské populaci (tzv. antroponózy), má svůj původ mezi volně žijícími živočichy. Relativně nedávno bylo objeveno, že tento osud potkal i nejnebezpečnějšího lidského parazita, který má stále na svědomí statisíce lidských životů ročně. Je jím **zimnička tropická** (*Plasmodium falciparum*) (A), původce nejvážnější formy lidské malárie. Na obrázku krevního roztěru pacienta jsou patrná fialově obarvená stadia parazita, kterým se podle jejich typického tvaru říká prstýnek. Šipkami jsou označeny napadené červené krvinky. Tento parazit, přenášený komáry rodu *Anopheles*, byl primárně přizpůsoben k životu v lidoopech, konkrétně v **gorilách** (B). Ty jsou sice běžně nakaženy, ale infekce u nich nezpůsobuje žádné klinické projevy onemocnění. To je pro parazity velmi typické chování, kdy dlouhodobé soužití s hostitelem vede k výraznému poklesu jejich virulence. Relativně nedávno, před několika tisíci lety, však tento parazit v africké džungli přeskočil **na člověka** (C), a protože je pro něj člověk stále ještě novým hostitelem, rovnováha se doposud nevytvořila, a infekce má tak na organismus člověka devastující dopad. Ačkoli dříve docházelo ke vzájemné výměně těchto parazitů pravděpodobně častěji, v současné době koluje v lidské populaci *P. falciparum* zcela bez účasti lidoopů. Pravdou však zůstává, že nejnebezpečnější malarický parazit člověka je nechtěný dávný dárek od goril. (Zdroj: A, Jana Bulantová; B-C, David Modrý)

Kromě klasického (tzv. obligátního) parazitismu, kdy cizopasník nemůže jinak a jedinou možností jeho existence je žít na úkor svého hostitele, existuje i jiná, poněkud odlišná životní strategie. Takzvaní **fakultativní paraziti** mohou žít po celé generace mimo těla svých potenciálních hostitelů jako obyčejné volně žijící organismy. Pokud se jim však naskytne možnost vstoupit do hostitele, učiní tak. V jeho těle se následně pomnoží, a protože mezi hostitelem a parazitem neexistuje evolučně vytvářená a opakovaně udržovaná rovnováha, způsobí často smrtící chorobu. Příkladem takových organismů je půdní bakterie *Clostridium tetani* vyvolávající tetanus nebo vodní měňavky rodů *Naegleria* a *Acanthamoeba*, které při napadení mozku hostitele způsobují téměř vždy smrt pacienta.

Další možností, kdy se paraziti doslova utrhnou ze řetězu a mohou zabít své hostitele, je případ takzvaných **oportunních infekcí**. Už víme, že většina parazitů žije v relativní shodě se svým hostitelem. Tato křehká rovnováha je podmíněna existencí velmi silných zbraní na obou stranách. Vzájemné soužití bychom si proto mohli představit i jako jistou formu přetlačované, kdy mají oba borci stejně sil. Co se však stane, když jeden poleví? Pokud dojdou síly parazitovi, je nemilosrdně zlikvidován, a my si toho pochopitelně ani nevšimneme. Když však dojdou síly nám, hostitelům, parazit záhy ovládne arénu a jeho působení se projeví ve formě nemoci, v nejhorším případě i smrti. Typickým oportunním parazitem je již několikrát zmiňovaná *Toxoplasma gondii*, ale i některé, v lidské populaci běžně rozšířené houbovité organismy, jako jsou mikrosporidie (*Enterocytozoon*, *Encephalitozoon*) nebo *Pneumocystis*.

V běžné situaci nám většinou síly nedojdou, avšak náš obranný systém může být oslaben a ochromen nějakým vnějším zásahem. Může se například jednat o cílenou imunosupresivní léčbu, při které je naším zájmem oslabit vlastní imunitu. K této poněkud zvláštní terapii musíme přikročit například u některých typů transplantací (například tehdy, když transplantovaná tkáň nebo orgán pocházejí od jiného člověka), kdy je naší snahou omezit tendenci imunitního systému odhojit, jinými slovy zlikvidovat cizorodý transplantát. Podobnou léčbu podstupujeme rovněž při úsilí o potlačení některých autoimunitních onemocnění. Stejně tak může být naše imunita výrazně oslabena v případě některých infekčních onemocnění, která specificky napadají určité složky

imunitního systému - nejnámější je virus HIV, který u infikovaných lidí může způsobit onemocnění AIDS, jež se projevuje právě oslabenou imunitou. Náš imunitní systém může být také oslaben stresem - velmi dobře je známá souvislost mezi imunitou sníženou stresem a vznikem oparu, který je většinou projevem latentní virové nákazy. Podlomené zdraví, a tedy málo funkční imunita, mohou být důsledkem i nadměrné fyzické námahy nebo špatných výživových podmínek - proto vězni, uprchlíci, běženci, zajatci a zbídačené obyvatelstvo chudých států tak často podléhají zcela banálním onemocněním, kterých by si dobře živený člověk v normální situaci skoro ani nevšiml. U savců, a tedy také u lidí, je rizikové i období odstavování kojenců. Mateřské mléko obsahuje řadu potřebných protilátek, které si kojenec teprve začíná sám vytvářet. Konec přísunu těchto protilátek od matky a nedostatečná vlastní produkce, spolu s celkově nedostatečně vyvinutou imunitou byly v minulosti (a v některých oblastech světa jsou i v současnosti) hlavní příčinou kojenecké a batolecí úmrtnosti.

„Člověče, kdo jsi?“ „Jsem velký, obsahuji zástupy!“

Tato hypotetická rozprava mezi literátem Miloslavem Kubešem, který klade zdánlivě triviální otázku kdo jsme, a básníkem Waltem Whitmanem, který na ni dává překvapivou odpověď v díle *Song of Myself*, bude mottem, které nás provede kapitolou o nečekaném světě v nás samých.

Chápání lidí jako chodících zoologických zahrad by ještě před několika lety bylo považováno za poněkud extrémní názor. Od té doby se však mnohé změnilo, především se však změnilo samo paradigma. V rámci vědecko-společenských disciplín označuje pojem paradigma takový princip, který je považovaný v dané historické etapě za vzorový a je sdílen většinou vědců a výzkumníků. Paradigma vymezuje nejen to, **co** má být zkoumáno, ale i jakými **přístupy** a metodami a rovněž podle jakých **pravidel** a konvencí má být daný výzkum pojímán. Paradigmata jsou ve vědě i společnosti již ze své podstaty dočasná a jejich změna obvykle probíhá radikálním obratem, zpravidla vědeckou a někdy i společenskou revolucí.

Jedno ze základních paradigmat nazírání na nás samotné se však v poměrně nedávné době značně změnilo. Informace, že na každou lidskou buňku v našem těle připadá až deset* buněk jiných organismů, a to zejména mikrobů a virů, již začíná být součástí moderních vysokoškolských učebnic. Jak je to možné? Pokud bychom lidské tělo rozebrali na „prvočinitele“, zjistili bychom, že je složeno přibližně ze 37 bilionů buněk, kterým bychom tedy mohli dát popis *Homo sapiens* (člověk moudrý). Ovšem po tomto „oštítkování“ nám zbude ještě neuvěřitelných 100 bilionů dalších buněk, zejména bakterií a mikroskopických hub, které v součtu představují asi dva kilogramy naší celkové hmotnosti. Počítáme-li tedy pouze mikroorganismy, je lidských buněk v našem těle asi čtvrtina. K oné zmíněné desetině se dobereme tehdy, pokud ve svém počítání zohledníme i viry, jejichž chápání jako samostatných organismů, či dokonce buněk, je však do jisté míry problematické. Avšak i v případě, že zůstaneme v úvahách pouze u mikroorganismů, je jejich počet troj- až čtyřnásobně vyšší než počet našich buněk.

To nejzajímavější, a nejen z pohledu biologů, však není počet těchto mikrobiálních buněk, které obývají naše tělo, ale neuvěřitelné množství druhů bakterií a mikroskopických hub. V každém z nás přebývá více než tisíc druhů mikroorganismů, v naprosté většině dosud nepojmenovaných. Jen pro představu, na území České republiky bylo dosud zaznamenáno přibližně 500 druhů obratlovců (od ryb přes ptáky až po savce) a dva tisíce druhů vyšších rostlin. Takže bakteriální a houbová zahrádka našich těl představuje docela slušnou zoologickou a botanickou zahradu, srovnatelnou s faunou a flórou naší republiky. Čeká nás však ještě jedno zajímavé zjištění. Mikroorganismy v našich tělech se svými dvěma miliony genů stonásobně převyšují počet genů lidských. Pokud bychom tedy libovolného lidského jedince rozebrali až na jednotlivé geny, tak by pouze každý stý náležel lidskému druhu *Homo sapiens*; všechny ostatní by byly původem z jiných, v nás žijících organismů. A tak bychom se opravdu mohli zeptat, kým nebo čím jsme, když pouze jedna ze čtyř (či dokonce jen jedna z deseti) buněk je naše, a dokonce když náš je jen každý stý gen.

* Podle nejnovějších studií se zdá, že poměr 1 : 10 bude nutné poupravit na 1 : 5 nebo až 1 : 3, ale i tak je množství buněk jiných organismů v našem těle enormně vysoké.

Pochopitelně, že zjednodušený, jednodruhový pohled na naši individualitu jako na druh *Homo sapiens* je zcela dostatečný pro většinu našich každodenních sociálních, společenských i právních interakcí. Avšak chceme-li se detailněji podívat na naši biologickou povahu, a to včetně otázek souvisejících se zdravím, nemůžeme výše uvedené informace ignorovat. Musíme se naučit vnímat sebe samé jako jakési biologické superjedince, definované jako součet lidského organismu s jeho mikrobiomem. Je to právě tato vzájemná symbiotická asociace mezi člověkem a všemi jeho tělními souputníky, díky níž jsme schopni své existence a přežívání v čase individuálním (ontogenetickým), historickým i evolučním.

Pohádka o společné domácnosti

Kdo jsou vlastně naši spolubydlíci, kde se nacházejí a jak se dostávají do našich těl?

Lidský mikrobiom (dříve označovaný jako mikroflóra) je složitý ekosystém. Tvoří ho biliony nebuněčných virů (v souhrnu se označují jako viriom), primitivní bakterie a archea (tzv. prokaryom) a také vyspělejší eukaryota (tzv. eukaryom), mezi něž patří především mikroskopické houby a kvasinky (tzv. mykobiom). Tento výčet pak uzavírají, i když ne u každého jedince, jednobuněční prvoci a někdy červi neboli helminti. Největší množství co do počtu jedinců i druhů se nachází v tlustém střevě, ale i další části našich těl (zejména ústní a nosní dutina, kůže, plíce) jsou velmi bohaté na symbiotické organismy. Naopak téměř bez cizích organismů je například mozek nebo krev.

Osídlování našich těl mikrobiomem začíná již v porodních cestách matky, další mikroorganismy se na nás přenášejí z mateřského mléka, slin a kůže. Později následují různé zdroje z prostředí, jako jsou voda, půda, potraviny, ostatní lidé a zvířata. Naše těla jsou evolučně připravena na soužití s tímto obrovským množstvím mikroorganismů, a tak na individuální úrovni dochází k momentálnímu i dlouhodobému vzájemnému ovlivňování mikrobiomu a naší fyziologie a především našeho imunitního systému. Nově bylo prokázáno, že složení střevní bakteriální mikroflóry v prvním