

## Vítejte v báječném novém světě parazitů

**Idealistu to asi nepotěší, ale parazitický způsob života je v přírodě nejspíš mnohem běžnější než kterákoli jiná životní strategie. Není sice jisté, kolik druhů mezi prokaryotickými organismy, tj. u bakterií a archaeí, je parazitických, ale mezi organismy eukaryotickými, tj. mezi protisty, mnohobuněčnými houbami, rostlinami a živočichy, co do počtu s přehledem vítězí druhy parazitické. Je v tom ale drobný háček – musíme se držet současné učebnicové definice parazita, podle níž je parazit takový organismus, který se po určité fázi svého životního cyklu úzce fyzicky váže na organismus jiného (tzv. hostitelského) druhu, přičemž on sám má z dané vazby užitek, zatímco hostitel škodu.**

U některých parazitů je taková vazba velmi těsná a parazit žije přímo v těle hostitele (tzv. endoparaziti, např. tasemnice) nebo dokonce přímo uvnitř jeho buněk (parazitické endocytobionti, např. rickettsie), jindy je vazba mnohem volnější a paraziti žijí na povrchu těla svého hostitele (ektoparaziti, např. veš). Někdy je soužití dokonce velmi volné a paraziti čekají na svého hostitele v jeho příbytcích (tzv. nidikoidní paraziti, jako štěnice). Avšak mezi parazity patří i tzv. kleptoparaziti, kteří svému hostiteli neškodí přímo, ale kradou mu potravu, jeho potomstvo či „péči“ (nutí ho starat se o potomstvo parazita). Mezi kleptoparazity řadíme např. parazity sociální, třeba otrokářské mravence, nebo parazity hnízdní – kukačky nebo kleptoparazitické včely.

Přestože často automaticky předpokládáme, že hostiteli parazitů jsou živočichové, není tomu tak. Mezi hostiteli musíme počítat všechny organismy (včetně bakterií, které jsou parazitovány např. bakterio-

fágy). A tak mluvíme o parazitech živočichů, hub nebo rostlin, které mohou napadat viry, bakterie, houbové organismy (např. padlí), jiné rostliny, ale i fytofágní hmyz. A tím se dostáváme k onomu „drobnému háčku“ – mezi parazity musíme řadit i všechny ektoparazity rostlin. Definici splňují bezvadně (dlouhodobá vazba na jeden hostitelský organismus) a ani z ekologického pohledu proti jejich zařazení mezi parazity nelze nic namítat. Že by však právě otakárek fenyklový nebo mandelinka topolová měli reprezentovat typického parazita, je představa poněkud nezvyklá. Nicméně právě zařazením fytofágního hmyzu mezi parazity získají paraziti nad neparazity (alespoň mezi již popsanými druhy) rozhodující převahu. Jak je to mezi druhy dosud nepopsanými, můžeme pouze hádat. Není však mnoho důvodů, proč bychom měli očekávat, že tomu bude výrazně jinak. Možná spíše naopak, právě mezi parazitickými helminty (dříve parazitickými červy), houbami, ale i protisty

bude obrovské množství zatím nepopsaných druhů. Někteří biologové dokonce tvrdí, že kdyby v přírodě najednou zmizela veškerá biomasa rostlin a volně žijících živočichů, nebo se stala pro náš zrak dokonale průhlednou, v lese bychom nejspíš stejně nezabloudili, neboť by jen samotní endoparazitické helminti dobře ohraničovali obrysy stromů, trávy a kdo ví, možná i kosů a veverek. K převaze parazitů přispívá i početná skupina parazitoidů – ti rovněž splňují zmíněnou definici parazitismu, na rozdíl od „klasických“ parazitů však svoje hostitele pravidelně zabíjejí. Parazitoidy nalezneme téměř ve všech hmyzích řádech, nejpočetněji jsou však zastoupeni mezi blanokřídlými (po broucích druhý nejpočetnější řád hmyzu) a dvoukřídlými.

Se současnou definicí parazitismu budeme mít naopak potíže v případě létavého krevsajícího hmyzu, jako jsou komáři, tiplicí, muchničky, ovádi, mouchy tse-tse a další jim podobní trapiči. Parazit se totiž vyznačuje dlouhodobou vazbou na svou oběť (jeden hostitelský organismus), kterou většinou nezabíjí, a pokud ano, tak s časovým odstupem. Tím se zásadně liší od predátora, u něhož je interakce s obětí (kořistí) pouze krátkodobá, v případě úspěšného lovu kořist usmrtí a navíc se za svůj život nespokojí pouze s jedním úlovkem. Zatímco vši, blechy, štěnice a hnízdní paraziti většinou opakovaně a dlouhodobě sají na stejném hostiteli, příslušníci létavého krevsajícího hmyzu (ale např. i jihoameričtí upíři) „loví“ různé hostitele, na kterých sají pouze krátkodobě a které neusmrcují. Protože tyto zástupce nelze zařadit ani mezi klasické predátory, ani mezi parazity, bývají označováni jako mikropredátoři. Podobných skupin na přechodu mezi predací a parazitismem bychom však pochopitelně našli celou řadu. Jak třeba hodnotit kutilky nebo hrabalky lovcí pavouky a housenky, které pak zaživa předkládají svým potomkům k postupné konzumaci...

### O mafích a drogových dealerech

Parazity není možné vymezit taxonomicky. Mohli bychom je spíše označit za ekologickou skupinu, jejíž životní strategií je parazitický způsob života. Mezi parazity patří jak virus chřipky, bakterie způsobující salmonélu, prvok *Plasmodium falciparum* (původce malárie), kvasinka působící kandidózu, helmint tasemnice dlouhočlenná, veš či štěnice, také ryba hořavka, která klade jikry do plášťové dutiny mlže velevruba a shodou okolností je parazitem i její hostitel velevrub, jehož larvy – glochidie – naopak parazitují přichyceny na kůži ryb. Parazitem je i kukačka, která klade svá vejce do hnízd jiných druhů ptáků. Doposud se nepodařilo odhalit parazitického savce, pokud ovšem nebudeme počítat parazitického psa a parazitického tasmánského ďábla medvědotivého, kteří se přenášejí jako linie nádorových buněk mezi příslušníky svého druhu a ve druhém případě momentálně představují pro pří-



1

1 Larvy motolice *Leucochloridium paradoxum* v tykadlech plže jantarky obecné (*Succinea putris*). Housenkovitě útvary navíc nepravidelně pulzují. Pro hmyzožravého ptáka sousto k nakousnutí.

slušné populace vážné ohrožení. Sociální parazity u našeho vlastního druhu raději zmiňovat nebudu, ještě bych mohl podlehnout pokušení dělat laciné a na tomto místě zcela nepatřičné vtípky. Parazitické opice napodobující lidské kojence a podstrkující svá mláďata do chýší afrických domorodců, které popisuje ve svém románu *Mandarína* Stanislav Komárek, patří (bohužel?) do říše science fiction.

Na první pohled by se mohlo zdát, že základní ekologické kritérium parazitismu, tj. že parazitovi soužití s hostitelem přináší prospěch, zatímco hostitel má z tohoto soužití škodu, je jasné a jednoznačné. Při bližším pohledu však jednoznačnost mizí. Existuje totiž celá řada parazitů, kteří sice svému hostiteli škodí, zároveň však u něj vypěstovali závislost na své přítomnosti. Tento tzv. efekt drogového dealera je znám např. u helmintů ze skupiny filárií, ve kterých parazitují bakterie z rodu *Wolbachia*. Jestliže tyto bakterie odstraníme pomocí vhodného antibiotika, životaschopnost i plodnost helmintů výrazně poklesne, zároveň však existuje řada druhů filárií, které spokojeně fungují dál i bez *wolbachii*. Vznik podobné závislosti byl ostatně pozorován i v laboratorních podmínkách.

Buňky měňavky *Amoeba proteus* kmen D obsahují symbiotické bakterie – odstraníme-li je pomocí antibiotik, rychlost množení měňavky klesne. Když však byly studovány měňavky ze zamražených kultur, bylo zjištěno, že když se dostaly do laboratoře, neobsahovaly symbiotické bakterie, a přitom se množily rychleji než dnešní měňavky s bakteriemi. Velmi náznorný příklad efektu drogového dealera nám také předvádí parazitický koryš *Cymothoa exigua*, který žije v ústní dutině určitého druhu ryb (chňapal *Lutjanus guttatus*). Koryš nejprve vykouzne rybě jazyk, čímž jí znemožní získávat potravu. Potom se přichytí zbývajícímu pahýlu jazyka a ryba se naučí koryše používat jako náhradního nástroje získávání potravy – vyplázne ho z ústní dutiny, koryš uchopí potravu a ryba ho opět zasune i s potravou zpět do úst. Bez jazyka a bez svého parazita by zmračená ryba dlouho nepřežila, s jazykem a bez parazita by se jí však nejspíš žilo lépe.

Efekt drogového dealera se nesmí zaměňovat s efektem mafie. Tento trik používají jiné druhy parazitů a slouží rovněž k tomu, aby parazit donutil hostitele k nedobrovolné spolupráci. Celý trik spočívá v tom, že parazit za normálních okolností škodí hostiteli relativně málo, teprve v okamžiku, kdy se proti němu hostitel začne bránit, parazit škodí velmi intenzivně. Např. kukačka chocholatá (*Clamator glandarius*) klade svá vejce do straších hnízd. Na rozdíl od naší kukačky obecné mladá kukačka chocholatá nelikviduje ostatní mláďata v hnízdě, pouze si pro sebe uzurpuje velký díl jejich potravy. Jestliže pěstouni vetřelce ve svém hnízdě tolerují, alespoň část svých mláďat nakonec vyvedou. Jestliže však kukaččí vajíčko nebo mládě je z hnízda vyhozeno, kukačka, která se zdržuje v okolí a pravidelně létá kontrolovat hnízda se svými vejci a mláďaty, zničí celou snůšku strak. Mafiánské strategie využívá spousta parazitických mikroorganismů. Dokud se lidské tělo nezačne proti bakteriím způsobujícím záškrt bránit tím, že by



**2** Kukačka nádherná (*Chalcites lucidus*, dříve *Chrysococcyx l.*) z Austrálie a Nového Zélandu je příkladem hnízdního parazita. Foto T. Grim

schovalo snadno dostupné železo, které řada parazitických mikroorganismů potřebuje ke svému růstu, bakterie příliš neškodí. Jakmile však hostitel rozpozná přítomnost vetřelce a železo před ním schová, začnou bakterie produkovat difterotoxin a ten ničí buňky v okolní tkáni. Bakterie tím získají vlastně dvojí výhodu. Jednak se dostanou k železu z poškozených buněk, a jednak vyvíjejí selekční tlak na populaci hostitele, aby se v budoucnu bakterii nebránil. V lidské populaci, stejně tak jako v předchozím příkladě mezi strakami, jsou totiž zvýhodněni jedinci, kteří parazita nerozpoznají, nebo se proti němu nebrání. Paraziti tak trestáním bránícího se hostitele zvyšují pravděpodobný reprodukční úspěch svých potomků.

Některé paraziti však těsnost svého soužití s hostitelem trochu přehnali. Mám na mysli situaci, kdy se parazit začne přenášet z hostitele na hostitele výhradně vertikálně, a to prostřednictvím pohlavních buněk. Na první pohled může tento způsob přenosu vypadat výhodný a může být až překvapivě, jak vzácně se s ním v přírodě setkáme. Příčinou patrně bude to, že parazit, který spojí svůj reprodukční úspěch takto těsně s reprodukčním úspěchem svého hostitele, je na nejlepší cestě se ve svém hostiteli „evolučně rozpustit“. Geny parazita tím ztratí „motivaci“ upřednostňovat jeho zájmy před zájmy hostitele a dříve nebo později se dokonce přestěhují z chromozomu parazita na chromozomy hostitele, kde jsou lépe chráněny proti vzniku mutací. Geny, jejichž funkce se kryje s geny parazita, také mohou docela vymizet, případně naopak nahradit příslušné geny na chromozomech hostitele. Analýza genů v jádře našich buněk již dávno ukázala, že velká část genů pochází z prokaryotických symbiontů – s největší pravděpodobností z bakteriálních parazitů. Mnoho genů jsme získali z bakterií, ze kterých se časem staly dnešní mitochondrie. Mitochondrie, stejně tak jako chloroplasty fotosyntetických organismů, si ještě uchovaly malou část svého bakteriálního (u plastidů

cyanobakteriálního) genomu; naprostou většinu genů potřebných pro syntézu svých proteinů však předaly do jádra hostitele. Rada symbiontů se ve svém hostiteli rozpuštěla úplně a dnes po nich v současné buňce zbyly pouze jednotlivé skupiny vzájemně příbuzných prokaryotických genů. V některých případech mohla mít původní symbióza charakter mutualismu – ze soužití měly užitek oba zúčastněné organismy. Tak tomu nejspíš bylo v případě chloroplastů u rostlin. V mnoha případech však zajisté šlo o parazitismus – ze soužití měl užitek pouze jeden z partnerů. S velkou pravděpodobností to byl i případ mitochondrií, jejichž blízcí bakteriální příbuzní žijí dodnes jako vnitrobuněční paraziti.

### Parazit – tvůrce prostředí a manipulátor

Paraziti mají obrovský význam pro fungování přírodních ekosystémů. Kdyby na Zemi neexistoval parazitismus, vypadala by příroda úplně jinak a v mnoha směrech by byla chudší. Především dokážou udržovat zhruba konstantní velikost populace hostitelského druhu. Jakmile velikost populace hostitele stoupne nad rovnovážnou hodnotu, zjednoduší a zrychlí se přenos parazitů z nakažených hostitelů na zdravé jedince a následkem toho se velikost populace hostitele začne zmenšovat. V menší populaci se hostitelé mnohem méně potkávají, a tak přenos parazitů začne vzácnout a začnou ubývat. Potom ovšem velikost populace hostitele může opět vzrůst. Populace, jejíž velikost není regulována činností parazita, roste až do té doby, než si spotřebuje své zdroje. Poté začnou její jedinci hladovět, zpomalí množení, takže rychlost umírání má převahu nad rychlostí množení. Regulace parazitem a regulace nedostatkem zdrojů se liší tím, že v druhém případě příslušníci populace vlastně neustále strádají nedostatkem potravy nebo jiného zdroje. Naproti tomu při regulaci parazitem mají všichni potravu dostatek, nestrádají a mohou se množit optimální rychlostí (Flegr 1997).

Paraziti účinně přispívají také k udržování vysoké biodiverzity. Jestliže má každý druh specializovaného parazita, který hlídá svého hostitele, aby se nepřemnožil,



3



4



5

mohou na stejném území přežívat různé druhy s podobnými potravními nároky. Ve vzácnějších případech naopak přítomnost parazita znemožní, aby dva druhy, z nichž každý je specializovaný na jiný typ potravy, mohly koexistovat na stejném území. Ekologové znají jev tzv. parazitické arbitráže. Přítomnost parazita může rozhodnout o tom, který ze dvou konkurujících si hostitelských druhů na daném území zvítězí. V Severní Americe nyní probíhá takový nerovný zápas mezi jelenem běloocasým (*Odocoileus virginianus*) a ostatními jelenovitými. Za normálních okolností by jelenec podlehl svým úspěšnějším parazitickým helmintům *Parelaphostrongylus tenuis*, přičemž sami jsou, na rozdíl od svých konkurentů, proti němu relativně odolní. Z míst, do kterých pronikli nakažení jelenci, velmi rychle mizí ostatní jelenovití (a výrazně se tam zhoršují podmínky pro chov ovcí, které parazit rovněž zabíjí). Na našem území probíhá podobně dramatický souboj mezi původními a introdukovanými druhy raků, kteří si s sebou přinesli račí mor – na rozdíl od našich domácích raků jsou proti němu relativně odolní.

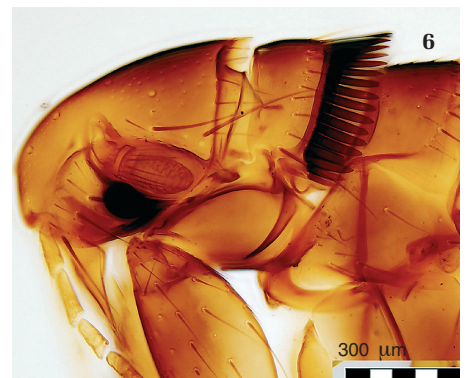
Paraziti dokážou nepřímo vytvářet i celé nové biotopy. Např. některé druhy motolic cizopasí v noze mořských mlžů a způsobují, že se infikovaní mlži nedokážou zahrabat do písku. To např. umožňuje, aby na daném území přeživaly početnější populace ptáků, kteří se těmito mlži živí. Navíc se na daném typu biotopu (americké písčité pláže) nevyskytují kromě parazitovaných mlžů jiné pevné předměty, na nichž by mohly přežívat populace epifytických živočichů a rostlin (žijících přisedle na povrchu ponořených živých i neživých předmětů). Bez motolic, které zabrání části mlžů zahrabat se do písku, by byly pláže podstatně druhově chudší.

Paraziti často dokážou ve svém zájmu ovlivnit chování svého hostitele, ať již jde o rybu, plže nebo člověka. Motolice *Leucochloridium paradoxum* se potřebuje v rámci svého životního cyklu dostat z plže jantarky do kosa či jiného pěvce. Kosi jantarky normálně nežerou, to však pro motolici nepředstavuje vážný problém. Larvy motolice proniknou do tykadla plže a pře-

mění drobné tykadlo ve velký, barevně pruhaný a během dne neustále pulzující orgán (obr. 1). Navíc často přinutí plže, aby se ukryl pod list a zpod jeho okraje vystrčil své přeměněné tykadlo připomínající kroučící se housenky. Pták se nechá vzhledem tykadla ošálit, sezobne „housenku“ i s larvami motolic a ty se v jeho těle přemění v dospělé.

Prvek toxoplazma, který se potřebuje dostat z mezihostitele – např. myši, do definitivního hostitele, kočkovité šelmy, dokáže způsobit, že se pro myš stane přitažlivým pach kočky a navíc u ní dojde ke zpomalení reflexů (Berdoy a kol. 2000). Více než třetina lidí v České republice je nakažena toxoplazmou a i u nich se přítomnost parazita projevuje mimo jiné prodloužením reakčních dob. To může být příčinou toho, že infikovaní lidé mají zhruba 2,5x vyšší pravděpodobnost dopravní nehody (Flegel a kol. 2002). Prvek také mění povahu nakažených osob a podle amerických autorů dokonce lze některé rozdíly v národní povaze vysvětlit rozdíly ve výskytu toxoplazmy v jednotlivých zemích.

Paraziti tedy rozhodně nejsou jen nudnými brachy, s nimiž chabře bojují lékaři v rozvojových zemích, ale představují také nesmírně zajímavou skupinu organismů, která výrazně ovlivňuje svět, v němž žijeme.



6

3 Hálka žlabatky dubové (*Cynips quercusfolii*) na listu dubu. Foto J. Votýpka

4 Moucha nakažená parazitickou houbou rodu *Entomophora*. Vlákna houby doslova přikovají nohy napadeného hmyzu k vegetaci. Snímky J. Flegla, není-li uvedeno jinak

5 Hrabalka černá (*Auplopus carbonarius*) s uloveným pavoukem. Foto S. Krejčík

6 Ptačí blecha *Ceratophyllus styx* je parazitem břehulí. Byla popsána před více než 100 lety L. W. Rothschildem, příslušníkem bohaté rodiny finančníků, pro které se stalo studium blech rodinnou tradicí. Foto E. Suková



JSEM CHRYSOPS CAECUTIENS, BZIKAVKA SLEPOOČKA, ZNÁM A POPULÁRNÍ JSEM VŠAK POD SVÝM UMĚLECKÝM JMÉNEM HOVADO.

Orig. V. Renčín