



ROBERT HOFRICHTER

TAJNÝ ŽIVOT HUB

ZÁZRAKY SKRYTÉHO SVĚTA

Tajný život hub

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na

www.cpress.cz

www.albatrosmedia.cz



Robert Hofrichter

Tajný život hub – e-kniha

Copyright © Albatros Media a. s., 2018

Všechna práva vyhrazena.

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

ALBATROS  **MEDIA a.s.**

Robert Hofrichter

TAJNÝ ŽIVOT HUB

Zázraky skrytého světa

CPress
Brno 2018

***Člověk si stěží dokáže představit revoluci,
jaká propukne na venkově,
když se náhle objeví houby.
Zvěst o jejich příchodu se šíří jako
stepní požár od chalupy k chalupě...***

Piero Calamandrei

***Věnováno mé ženě Maruše,
která se mnou od onoho památného
houbového roku 1980 stále ještě
chodí po lesích.***

OBSAH

Úvodem	9
NEPŘESLECHNĚTE, CO SI ŠEPTAJÍ HOUBY! Skutečně velké věci z lesního ticha	12
JAK JSEM NAŠEL HOUBY A SVOJI ŽENU Naše kořeny jsou v zemi, ne v betonu	17
FASCINUJÍCÍ ŽIVOT V PODZEMÍ DOKÁŽE TÉMĚŘ VŠECHNO Houby jako plánovači provozu, atomoví technici a lékaři	28
PIVO, CHLÉB A ŠERÝ DÁVNOVĚK Jak začal náš vztah k houbám	46
OCÁSEK JAKO ŘEŠENÍ HÁDANKY Evoluce hub a její výzkum	62
ZOUFALE HLEDANÉ A NEBEZPEČNĚ BLÍZKÉ O chutných plodnicích a zákeřných výtrusech	77
HOUBOVÉ VÝTRUSY CESTUJÍ KOLEM SVĚTA Biogeografie aneb jak přišel květnatec Archerův do Evropy	95
JEDLÉ HOUBY JSOU TY NEJMÉNĚ JEDOVATÉ Vaří mistři organické chemie	107

STAŘÍ ZNÁMÍ A POCHYBNÍ PŘÁTELE	
Zrádné vztahy	129
ÖTZIHO CESTOVNÍ LÉKÁRNIČKA	
Houby jako zázračná medicína?	144
LANÝŽE & SPOL.: ARISTOKRATI MEZI HOUBAMI	
Na houby se psem a prasetem	149
NEJDRSNĚJŠÍ MĚSÍCE V ROCE MILOVNÍKA HUB	
Se sněžnicemi zimní krajinou	162
MOJE PŘÍŠTÍ DOVOLENÁ U BALTU	
S maskou a šnorchlem hledat mořské houby	174
ZVÍŘECÍ A LIDŠTÍ PĚSTITELÉ HUB	
Mravenci a termity to provozují mnohem déle...	185
SYSTÉM JE VÍC NEŽ SOUČET JEHO ČÁSTÍ	
Lišejníky a Darwinův paušální soud	197
MYKOFILIE: BUDE Z TOHO HNED LÁSKA?	
Hledání smyslu v podhoubí neklidného světa	206
Poznámky	216
Rejstřík zmíněných druhů hub a jejich vědeckých jmen	218
Poděkování	223
Poděkování překladatelky	224

ÚVODEM

Milé čtenářky, milí čtenáři,

vítejte na planetě hub. Těmito tajuplnými stvořeními jsou obydleny její lesy, louky, parky a zahrady; najdeme je i v hlubinách oceánů a na vesmírných stanicích na oběžné dráze. Intenzivně se o ně zajímali už naši předkové na savanách a v lesích. Měli bychom je tedy vlastně znát mnohem lépe, než jak tomu ve skutečnosti je.

Abych vás s těmito našimi často nenápadnými a někdy neviditelnými průvodci lépe seznámil, zvu vás na zábavné putování světem *Fungi*, jak se houby označují vědecky. To, že vás při něm mohu doprovázet, je pro mne jakožto biologa a milovníka hub úkol stejně zodpovědný jako radostný. Společně budeme naslouchat dávno zapomenutým zvukům, šepotu hub v hloubi lesa. Třeba se při tom dozvíme něco, co nás přiměje přehodnotit meze našeho chápání přírody a co se tak pro nás stane jakousi *mezí zkušeností*. Protože po našich výpravách – alespoň v to doufám – houbám ve svém vnímání světa vyčleníte daleko významnější místo než dosud.

Tato kniha není klíčem k určování hub ani atlasem hub. Nejedná se nám o hledání hub a jejich přípravu. Jde mi spíš o to, abych vás přiměl žasnout nad neznámým světem a jeho fascinujícími souvislostmi. Tyto souvislosti, vědomí sounáležitosti veškerého života na Zemi, nám v dobách odcizování od přírody a jejího ničení přináší pozitivní inspiraci. „Až teprve v lese se všechno ve mně zklidnilo, v mé duši zavládla vyrovnanost a jistota,“ napsal

Knut Hamsun. Na blahodárném a prospěšném vlivu na naše zdraví se podílejí nesčetné živé organismy lesa – a samozřejmě také houby. Tito živí tvorové kupodivu často nefungují ve vzájemné „darwinovské“ konkurenci, ale spolupracují. V této knize se tak dočtete ledacos o symbiózách a o tom, že spolupráce, ačkoli svým významem převyšuje cokoli jiného, jako by se z našich představ o přírodě nějak vytratila. Právě houby jsou přitom přímo symbolem spolupráce. Jejich podhoubí (mycelium), nepředstavitelně rozsáhlé předivo života, vypovídá o propojení živých organismů a o výměně látek a energií ke vzájemnému prospěchu a o komunikaci i mimo svět živočichů.

S naším mykologickým putováním spojuji i své přesvědčení, že příliš suché a výhradně přírodovědecké popisy mohou někdy být radosti z vnímání přírody spíše na překážku. Vše, co se dále dočtete, je samozřejmě výsledkem vědeckého bádání. Mně však zde jde nejen o to, abych ukázal, co všechno se ve světě hub dá změřit, zvážit a systematizovat. Jde mi o to, abych na našich výpravách i ve vás probudil objevitelskou vášeň, která pohání mne samotného stejně jako každého jiného vědce. Chtěl bych vás povzbudit, abyste se zaposlouchali do příběhů hub. Možná pak na konci knihy společně se mnou sami začnete do našeho pohledu na svět, často až příliš soustředěného na člověka, vnášet některé „mykocentrické“ aspekty.

V zájmu lepší čtivosti neuvádím při každé zmínce běžných druhů hub, jako je muchomůrka červená, hřib nebo liška, jejich vědecké názvy. Vědecké názvy všech hub zmíněných v knize jsou však shrnuty v příloze. Jenom tam, kde to dává smysl z hlediska pochopení smyslu, naleznete vědecké názvy druhů a nadřazených biologických kategorií přímo v textu.

Pokud mi snad nedopatřením unikla nějaká chyba, což se při tom množství informací a zdrojů s velkou pravděpodobností stalo, prosím vás o shovívavost.

*Váš Robert Hofrichter
Salzburg, v prosinci 2016*

NEPŘESLECHNĚTE, CO SI ŠEPTAJÍ HOUBY!

Skutečně velké věci z lesního ticha

.....

Všechno je stále hlasitější, stále křiklavější, stále rychlejší. Náš mozek na to ale není stavěn, pochází z dob, kdy ještě existovaly táborové ohně a jasná hvězdná obloha a skutečný klid.

Tim Schlenzig, mymonk.de

I vy jste si pravděpodobně dosud mysleli, že ve sféře živých organismů viditelných pouhým okem existují především dva druhy tvorů: rostliny a živočichové. To ale není pravda: ve skutečnosti naši planetu obývají *tři* velké formy vyššího života. Ta třetí, houby, je přinejmenším stejně rozšířená a všudypřítomná jako zvířata a rostliny. A význam hub je daleko větší, než jak se zpravidla domníváme a očekáváme. Nejsou to totiž jen ty houby důvěrně známé z lesa, ale také mikroorganismy – a ty jsou jak známo všude. Proto z toho na vás při našem putování možná občas půjde až strach. Věděli jste, že při každém nadechnutí vdechnete minimálně deset houbových výtrusů? A jestli vás to neděsí, počkejte, až se společně pustíme do medicínské mykologie... Každopádně ale při všem tom zděšení budete také bezmezně žasnout, tím jsem si jist.

Začněme ale několika elementárními věcmi. Rostliny svými listy obsahujícími chlorofyl zachycují sluneční

energii a oxid uhličitý ze vzduchu a prostřednictvím kořenů získávají živiny z půdy, aby z nich vytvořily cukr, který je živí. Již ovšem víme, že biologické základy rostlinného světa tato poučka z hodin biologie popisuje jen nedostatečně. Tím vlastním mostem mezi rostlinami a půdou totiž nejsou jen samotné kořeny. Existuje také vzájemný vztah mezi houbami žijícími v půdě a rostlinami. Téměř 90 procent všech rostlin provozuje symbiózu s houbami zvanou mykorhiza. Slovo „mykorhiza“ je složeno z řeckých slov *mykes* (houba) a *rhiza* (kořen). Toto partnerství, s nímž se ještě seznámíme podrobněji, může být spíše vnější, ale i veskrze intimní, vnitřní. To spíše vnější se označuje jako *ektomykorhiza* (*ekto* v řečtině označuje „vnějšek“), to vnitřní jako *endomykorhiza* (*endo* znamená „vnitřek“). Obě formy se liší strukturální blízkostí partnerů a fyziologickým průběhem látkové výměny. Ve střední Evropě se nejčastěji vyskytuje *ektomykorhiza*: větvičí se houbová vlákna v půdě vytvářejí hustý plášť kolem kořínků mladých rostlin. Houbová vlákna mohou sice vrůst do kůry kořenů (*cortex*), ale do samotných buněk kořenů nepronikají. U *endomykorhizy* je tomu jinak. Tady se vlákna houby dostávají až do buněk kořenné kůry svého rostlinného partnera, aby vytvořily bezprostřední a co možná největší styčné plochy pro výměnu. Užší soužití už ani nemůže být! Rostlina přitom musí vůči svému houbovému partnerovi projevovat velkou míru vstřícnosti a „důvěry“. To, že nějaký cizí organismus proniká až do jednotlivých buněk vlastního těla, jistě může skončit i smrtí. A mezi houbami je skutečně nemálo parazitů, kteří jiné rostliny nebo i živočichy (a lidi!) zabíjejí. V některých případech ale rostlina zjevně „ví“, kdo jí prospívá a kdo ne.

To je docela pozoruhodné, když uvážíme, jak nepřehledně mnohotvárné a četné jsou druhy hub – každopádně z pohledu člověka. Ona celkem známá muchomůrka červená je tak v našich zeměpisných šířkách jen jednou z možná 10 000 velkých hub (*makromycet*), tedy takových hub, které vytvářejí pouhým okem rozpoznatelné plodnice. U rodu muchomůrek (*Amanita*), ke kterému náleží naše muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), ale i tak nebezpeční braši jako skupina *Phalloidae* (kam patří muchomůrka zelená, někdy také nazývaná muchomůrka hlízovitá, *Amanita phalloides*), je známo již na 500 druhů. Odborníci odhadují, že by jich mohlo být ještě nejméně jednou tolik.

Houby nejsou zelenina

Na mapě planety hub je tedy stále ještě mnoho bílých míst označujících málo probádané oblasti. A není divu, neboť ještě před několika málo desítkami let jsme houby nepovažovali za samostatnou říši živých organismů, za naprosto svébytnou formu života. Naši předkové nechápali, co houby ve skutečnosti jsou. Po staletí v našem obrazu světa existovaly zprvu tři kategorie tvorů: rostliny, živočichové a lidé. Od dob Darwinových se lidé z biologického hlediska zařadili k živočichům – takže zbyly už jen dvě...

Co ale přesně jsou houby, to bylo nejasné a sporné. A dokonce i v renomovaných internetových lexikonech biologie dodnes nacházíme definice jako: *Thalofyty (stélkaté rostliny) jsou mnohobuněčné organismy, jejichž vegetační tělo nevykazuje členění na kořen, stonek a list, které je typické pro vyšší rostliny. Patří k nim vícebuněčné rasy, lišejníky (Lichenes) a mechy (Bryophyta) a také houby. Ne!* Houby nejsou žádné thalofyty ani jiné -fyty. Neprovádějí

totiž žádnou fotosyntézu, což právě vyjadřuje ona přípona „-fyty“. Houby musejí žrát. Z tohoto důvodu mají mnohem blíže ke zvířatům než k rostlinám. Proto také houby nejsou žádná „zelenina, která roste na vlhkých místech, a proto vypadá jako deštník“, jak jsem jednou slyšel z dětských úst. To je sice sugestivní, ale jinak trochu mimo. Není to rostlina – takže ani zelenina.

Jakým druhem živého organismu jsou houby?

Až v roce 1969 Robert Whittaker uveřejnil svoji představu o *pěti říších živých organismů*, jež poprvé zjednávala houbám samostatné místo ve světě živé přírody, které si zasluhují.¹ Trvalo však ještě další dvě desítky let, než zvláštní postavení hub a skutečnost, že se nejedná o rostliny, postupně přijala za své i širší veřejnost. Mnoha lidem dodnes není jasné, že náš svět neobývají jen dva základní typy živých organismů. Domnívají se, že houby jsou něco jako pradávni předkové rostlin. A tak to také dlouho bylo uváděno v učebnicích botaniky. V otázce, kam tedy vlastně houby patří, zuřil ve vědeckých kruzích po několik desetiletí skutečný boj.

Poznatek, že se jedná o svébytnou formu života, se prakticky rovnal změně paradigmatu, koperníkovskému obratu ve vnímání světa. Neboť s poznáním, že houby jsou svébytnou formou života, začalo být jasné i to, že existovaly již před rostlinami. Teprve houby umožnily vývoj rostlinného života a jeho suchozemských forem. A ještě

1 Tzv. five-kingdom taxonomic classification člení svět živých organismů na *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista* a *Monera*, což podle Whittakera lépe vystihuje evoluční vztahy – pozn. překl.

i dnes udržují při životě – právě jsme to slyšeli – 90 procent všeho toho, co se zelená a kvete.

Obrovité vláknité bytosti skryté v půdě

Teď už by snad mohlo být jasné, že když mluvím o houbách, nemám tím na mysli jen pěstované nebo sbírané plodnice, které pojídáme, jako jsou žampiony nebo hříby. Houby, to jsou tvorové z vláken, skryté žijící v půdě nebo ve dřevě. Tyto opravdové houby jsou někdy až hrůzu nahánějící cizí stvoření, vetřelci bez očí a srsti. Pro člověka není jednoduché si vůči těmto neznámým tvorům vypěstovat empatii – a už vůbec ne, pokud jsou slizcí nebo dokonce vybaveni smrtícím jedem. Nebo se projevují děsivě: některá z oněch nekonečných bělavých houbových přediv v půdě dokonce mohou v noci světélkovat.

Můžeme tedy vůbec houby „jako takové“ pojmout do srdce? S trochou vědomostí jistě můžeme – zvláště když vezmeme v úvahu, že příroda a zvláště les se svým klidem a léčivou silou se nabízí jen „v jednom balení“ spolu s houbami. Rostliny zužitkovávají oxid uhličitý. Houby, zvířata a my sami jej vydechujeme. Během světelné fáze fotosyntézy se uvolňuje kyslík, který houby potřebují stejně jako my. Houby a stromy – respektive rostliny obecně – jsou tak jedinečným způsobem navzájem provázány.

Vydejme se tedy na výpravu tajemným světem hub. Nechť se nám houby stanou zdrojem radosti. A propos radost – naše putování za houbami se v příští kapitole bude odvíjet poněkud osobně. Budete jistě souhlasit, že základní mykologické znalosti mohou mít v životě i praktický význam...

JAK JSEM NAŠEL HOUBY A SVOJI ŽENU

Naše kořeny jsou v zemi, ne v betonu

.....

Všechny věci se stávají zdrojem radosti, pokud je milujeme.

Tomáš Akvinský

Příběh, který zde budu vyprávět, se odehrál jednoho krásného dne v pozdním létě roku 1980, kdy jsem se vydal s jednou hezkou mladou ženou do lesa. Přiznávám: s jednoznačným úmyslem. Byl jsem zamilovaný a chtěl jsem ji požádat o ruku. Kromě toho po hojných deštích zrovna vrcholila houbová sezona, což mě od raného dětství nikdy nenechávalo chladným. Věděl jsem, že moje průvodkyně dokáže ocenit dobré jídlo. Pro tříadvacetiletého mladíka ve fázi namlouvání bylo jasné, že se náležitě připraví a udělá všechno, co je v lidských silách, aby zanechal dobrý dojem. Výsledek mých příprav na vycházku do lesa vypadal následovně: dva krajíce křupavého chleba z pece na dřevo jsem tlustě namazal škvarkovým sádlem, trochu posolil, opepřil a posypal mletou paprikou a ozdobil několika kolečky cibule. K tomu jsem do batohu přibalil dvě láhve vychlazeného piva, pečlivě zavinuté do novinového papíru.

Neobvyklý zásnubní prsten

Houbařská sezona byla v tom roce mohutná a půda v lese byla houbami poseta. Když se přiblížil okamžik velkých slov, utrl jsem obrovitánskou bedlu vysokou, obra mezi bedlami. Stáhl jsem z jejího třeně volně pohyblivý prstenec a navlékl jsem jej své – od nynějška – nevěstě na prst. Základní mykologické znalosti mohou mít v životě ve-skrze praktický význam: ne všechny druhy velkých bedel mají totiž pohyblivý prstenec, avšak *Macrolepiota procera*, která tam tehdy byla s námi, jej má.

Ačkoli zásnubní prsten byl dost nekonvenční a kvalita jeho materiálu se co do trvanlivosti nedala srovnat se zlatem, byl vzhledem ke svému symbolickému významu s potěšením přijat – stejně jako chleba se sádlem a pivo. Takže tenkrát všechno vyšlo a ještě teď, o 36 let později, chodíme společně po lesích a hledáme a fotografujeme houby.

Houbové řízky – chutné, ale bohužel těžko stravitelné

Základy mého nadšení pro houby byly vybudovány brzy: již v útlém věku sotva čtyř let jsem se svými rodiči chodil na *houby*. A hned jsem houbám propadl i kulinářsky. Vrcholem blaha pro mne byly a dodnes jsou smažené bedly. Obalované bedly vypadají jako vídeňský řízek, chutnají ale podle mě mnohem lépe. Této zvenčí křupavé a uvnitř šťavnaté aromatické pochoutky jsem se už jako dítě nemohl nabažit, ale moje matka mě brzdila: houby prý jsou pro děti těžko stravitelné. Dnes vím, že na tom něco pravdy bude, protože buněčné stěny hub se skládají z chitinu a tento polysacharid je pro člověka sám o sobě nestravitelný, poskytuje ale cenné vlákniny. Mne osobně

naštěstí žádný houbový pokrm nikdy v žaludku nijak zvlášť netížil.

Brzy jsem se začal učit první vědecké názvy svých miláček, abych těmito znalostmi ohromoval v rodinném kruhu. Už tehdy tedy zapouštělo první kořínky vědomí, že se stanu biologem a ničím jiným.

Nelze všechny bedly házet do jednoho pytle

A tak jsem rychle narazil na vědecký název *Macrolepiota* pro bedlu vysokou a zjistil jsem také, že se u tohoto rodu jedná o půdní *saprobionty*, tedy že se živí rozkládajícími se organickými látkami, že dávají přednost lesům a loukám bohatým na živiny a že existují i menší bedly, které nemají v názvu ono *Macro*, a jsou proto označovány jen jako *Lepiota*. Mezi těmito menšími bedlami se vyskytuje několik smrtelně jedovatých druhů obsahujících amatoxin, což zpochybňuje kulinářskou hodnotu celého rodu. Určování bedel by se proto mělo přenechat odborníkům.

Pečlivě jsem od té doby své houbařské nálezy prověřoval: jsou skutečně dost velké na to, aby to mohla být *Macrolepiota*? Je prstenec na třeni volný a dá se s ním posouvat sem a tam? Když tomu tak bylo, nestálo už nic v cestě k talíři s krásně osmaženými houbovými řízků. Později jsem zjistil, že prstenec bedly útlé – rovněž jedlé – se moc posouvat nedá. Párkrát mi tedy unikla chutná krmě a vůbec mi začínalo být stále jasnější, že existuje něco jako *naivní mykologický světónázor*. Tu a tam člověk o houbách něco málo pochytil a brzy začne mít domýšlivý pocit, že toho ví hodně, nebo dokonce že ví všechno. Nic by nebylo pravdě vzdálenější než takováto představa! Milovníci hub se nepřestanou učit nikdy a měli by sledovat aktuální vývoj vědeckého poznání. Vezměme si jenom ty

bedly: se svými dvěma kritérii, velikostí a posuvným prstencem, jsem se mylně cítil v bezpečí. Mezitím mykologové od bedel vysokých oddělili bedly jedovaté a vyčlenili je do vlastního rodu nazvaného *Chlorophyllum*. Bedla jedovatá se od bedly vysoké odlišuje nejen hladkým třením bez šupin a trhlin: v roce 1979 byla popsána i jedovatá bedla červenající (jejíž dužina se na vzduchu zbarvuje červenooranžově). Dodnes se ovšem vedou spory o tom, zda je to skutečně samostatný druh. Známý byl v klimaticky příznivých oblastech jižní Evropy, ale jeho plodnice se vyskytují stále častěji i na silně hnojených půdách a kompostech. Dnes bych bedlu, která se objevila na kompostu nebo v zahradě a má červenající dužinu, pravděpodobně z opatrnosti nejedl, navíc i zápach a chuť bedly červenající jsou nepříjemné.²

Tak jednoduché to tedy s houbami není. *Naivní mykologický světonázor* se stále více diferencoval a každým dnem je složitější. To je jedno z nejdůležitějších poučení pro všechny, kteří s houbařením právě začínají, ale také pro ty, kteří své „vědomosti“ stále ještě zakládají na tom, co se traduje z časů našich prababiček.

Houby – zdroj vášně

Zájmy mého mládí se pro mě staly povoláním.

Nádherné, bizarní a tajuplné houby se během let stále více stávaly předmětem mé lovecké vášně. Hledal jsem

2 Uvádí se dokonce i poddruh bedla červenající česká (*Chlorophyllum rhacodes* var. *bohemica*), který má být rovněž jedovatý; podle některých autorů jedovatost této houby závisí spíše na osobních dispozicích konzumenta (zvýšená citlivost či alergie) – pozn. překl.

je, abych je tiše obdivoval, abych přemýšlel o tom, jaké nejasné procesy se odehrávají v půdě několik centimetrů pode mnou, abych se naučil poznávat dosud neznámé druhy, abych je fotografoval a abych vybrané kousky házel na pánev. Houby vyzařují něco, co se dá někomu, kdo tuto vášeň nesdílí, jen těžko vysvětlit. Některé mají neuvěřitelnou auru: v jejich blízkosti číhá smrt. Chovají se naprosto nevypočitatelně: stává se, že se schovávají celé roky, aby pak jejich plodnice nečekaně vyrazily v obrovském množství – někdy tam, kde s nimi člověk počítal, často ale na zcela neočekávaných místech.

Houby – budovatelé podzemních sítí

V roce 1998 přinesl renomovaný časopis *Nature* článek, ve kterém byla vyzvednuta mimořádná ekologická role mykorhizních hub pro propojení stromů. Rostliny a houby spolu navzájem komunikují. Používají k tomu chemické látky, jako jsou například terpeny v lesním vzduchu [1], anebo mykologický internet [2], který by se dal označit jako *wood-wide-web*, jako internet stromů.

K čemu je tato síť stromů a hub dobrá a jak funguje? Protože rostliny mají kořeny a nemohou jen tak jednoduše změnit své stanoviště, pokud se ukáže jako nevýhodné, využívají houbová vlákna jako systém vedení, aby si navzájem posílaly dodávky užitečných látek. Hovořit přitom o „světové“ síti je sice trochu přehnané, přesto bychom si mykorhizu u starších, vyzrálých biotopů neměli představovat jako jednoduché propojení dvou jedinců na malém prostoru, ale spíše jako komplexní, často obrovskou síť nesčetných jednotlivých hub a rostlin, která se udržuje po generace a přitom se neustále optimalizuje a přebudovává.

Ve tmě se to hezky povídá

Jak si můžeme tuto výměnnou lesní burzu představit? Rostliny používají tzv. strigolakton, rostlinný hormon, aby přilákaly ke svým kořenům houby. Mezi miliardami půdních organismů tak „zamilovaná houba“ v naprosté tmě a ve velmi hustém prostředí najde cestu ke „svému kořenu“. Houba zase pomocí takzvaných myc faktorů (chemicky se jedná o oligomery chitinu) rostlině sděluje: *Už jsem skoro tady, brzy dojde ke kontaktu, nespouštěj svoje obranné mechanismy, vytvoř místo toho jemné boční kořínky, které mohou klidně ovinout.* Tuto presymbiotickou fázi bychom mohli z lidského pohledu označit jako období něžného sblížování. V této fázi jde o to, vybudovat vzájemnou důvěru. Na svoji příležitost přece jen číhají i paraziti, jacísi „sňatkoví podvodníci“. V buňkách budoucích partnerů probíhají během procesu vzájemného poznávání dramatické přestavby: zatímco houba si vytváří takzvané *hyfopodium*, kterým se připojí ke kořeni rostliny, procházejí epidermální buňky kůry kořene, které leží pod *hyfopodiem*, rozsáhlou buněčnou přestavbou. Cytoskelet a endoplazmatické retikulum vytvářejí takzvaný prepenetrační aparát (PPA), který připraví cestu houbové hyfy, tedy buněčného vlákna houby, epidermální buňkou. Houba tedy rostlinnými buňkami neprorůstá „násilím“, spíše jí hostitel cestu aktivně uvolní. I mezi buněčnými vrstvami kůry se mohou houbové hyfy šířit podélně, než konečně v buňkách vnitřní kůry dojde k vytvoření „kýžených“ arbuskulů, což jsou rozvětvené hyfy v podobě stromečků.

O užitečnosti síťové spolupráce

Již zmíněné strigolaktony pro svoji rostlinu jakožto primární spouštěč zajišťují mnohé: udržují lepší kořenový systém a zvýšenou mykorhizaci, což zase vede k lepšímu zásobování fosfáty, dalšími živinami a vodou z půdy. Z tohoto partnerství těží ale i houba: získává svůj díl cukru, který rostlina vytváří prostřednictvím fotosyntézy.

Hormonální šelevení v lesní půdě tak vypovídá o vzájemně užitečné komunikaci a spolupráci na nejvyšším stupni. Les je jeden velký celek, kolektiv nespočetných živých tvorů, které koexistují už stamiliony let a mohou si vyměňovat veškeré informace v zájmu společného blaha. A komunikují také s námi lidmi jakožto s návštěvníky lesa.

Neboť v lese nacházíme zdroj spirituality, která může náš život změnit k lepšímu. Když se otevřeme, srůstáme s lesem, se stromy, se všemi těmi neviditelnými houbami v jedno velké *podhoubí* života. Hluboká empatie ke všemu živému z nás však činí lidi. *Máme kořeny, a ty rozhodně netkví v betonu*, zdůrazňuje Andreas Danzer, syn zesnulého rakouského hudebníka Georga Danzera. *Každý člověk pociťuje v hloubi duše tíhnutí k přírodě*. A slovy Piera Calamandreiho: ... *všichni směřují do lesa: během oněch několika málo dní naleznou opět radost ze života, štěstí z toho, že mohou svobodně pracovat, smíření se světem...*

Bambi, fialová kráva, žluté kachny a syndrom nedostatku přírody

Intenzivní blízkost k přírodě je dnes ovšem všechno jiné než samozřejmost. Vyrůstají generace, které jsou srostlé spíše (nebo už jenom) s digitálním světem, a ne se sítí přírody. Psychologové a psychiatři mluví v této souvislosti o tzv. *nature deficit disorder*, syndromu chybějící přírody.

Rostoucí odcizení od přírody vykvétá pozoruhodnými květy. Již v polovině devadesátých let ukázal dnes už slavný a často citovaný pokus v Bavorsku, že třicet procent ze 40 000 zúčastněných dětí namalovalo pod vlivem reklamy jistého výrobce čokolády krávu fialově. V roce 1997 se sedm procent dotázaných dětí domnívalo, že kachny jsou žluté, v roce 2003 to už bylo jedenáct procent.

To jsou jen některé drobné a zdánlivě směšné příznaky odcizování přírodě, které ve skutečnosti postupuje velice rychle. Neznalost forem, procesů a jevů přírodního prostředí, to, že již neprožíváme rytmy, cykly a jevy našeho světa – to vše má závažné následky pro jednotlivce i společnost. Příroda, která je člověku cizí a neznámá, není vnímána ani jako hodnota, a proto ji lze ničit. Odcizení od přírody nás odcizuje od našeho lidství. Neboť jako lidé jsme sami součástí přírody! Nevychýli jsme se na betonu a asfaltu.

Houby se v této zapeklité situaci mohou stát skvělými pedagogy, spjatými se zemí, kteří nám ukážou cestu zpět ke vnímání přírodního bytí. A to způsobem, který není „sluníčkový“, ale realistický.

Známým jevem již téměř pseudonáboženské idealizace přírody je takzvaný syndrom Bambi. Místo toho, aby lidé chápali přírodu tak *brutálně*, jaká ve skutečnosti je, drží se jejího neskutečného obrazu, jak to vidíme všude kolem v komiksech, Disneyho filmech a dětských knížkách: harmonický, idealizovaný klamný svět růžovoučkých, šťastných tvorů a někdy i sympatických muchomůrek. Vypořádat se s realitou přírody a vytvořit si k ní přiměřený přístup je pak těžké: *Sázet stromy je dobré, kácet stromy je špatné a myslivec je beztak vrah*. Po spojení s přírodou a skutečné lásce k živému zde není ani stopa.

Příroda má totiž mnoho podob. Přijmout je takové, jaké jsou, je součástí lásky k životu. A k tomu patří i dravci a paraziti. I když nám přijde zatěžko je milovat, nezbyvá nám nic jiného, než je akceptovat jako součást reality a obdivovat bezmeznou vynalézavost života.

Pokud byste chtěli alespoň trochu poznat jen nepatrný zlomek všech těch zázraků v půdě, udělali byste to jako americký profesor ekologie David G. Haskell, který s lupou v ruce celý rok pozoroval jeden čtvereční metr lesní půdy a přitom dokumentoval spolužití všech těch drobných živých organismů. Na otázku, jestli to nebyla strašná nuda, odpověděl: *Ani na okamžik. Každý den jsem byl znovu překvapován tím množstvím tvorů na onom metru čtverečním – a množstvím příběhů, které vyprávěli. Čím více jsem přihlížel, naslouchal a číchal, tím to bylo zajímavější.*

Hnilák smrkový – temný brach v bílém rouše

To, že se obdiv k vynalézavosti přírody může obracet i k věcem, které – nahlíženo optikou lidských morálních kategorií – jsou „špatné“, bychom si mohli názorně ukázat na příkladu hniláku smrkového (*Monotropa hypopitys*), který je rozšířen po celé severní polokouli. O zázraku mykorhizy již byla řeč. Vzhledem ke kreativě evoluce by bylo zarážející, kdyby žádný živý tvor nepřišel na nápad tento dokonalý systém zneužít. A tady vstupuje do hry hnilák smrkový, parazitní rostlina bez chlorofylu, která svým bledě žlutým či bělavým zbarvením připomíná chřest.³ Tato rostlina už není schopna provádět fo-

3 Německý název této rostliny zní Fichtenspargel – doslova „smrkový chřest“ – pozn. překl.

tosyntézu. Místo toho se na vhodném místě „napíchne“ na houbové vlákno mykorhizního spojení mezi stromem a houbou. Tím, jak pronikne do komunikačního kanálu obou partnerů, stromu a houby, se hnilák stává jakýmsi hackerem – abychom zůstali u analogie s internetem.

Vědci, kteří se zabývají mykorhizou, si této pozoruhodné rostliny povšimli už dřív, ale dlouhou dobu byla považována za *saprophyt*, který se živí odumřelou organickou biomasou, jako to skutečně mnoho hub činí. To se ale ukázalo jako neudržitelné, když se podrobněji začala zkoumat mykorhiza čirůvek (*Tricholoma*). Hnilák parazituje na symbiotických vazbách těchto hub ke stromům. Když tohle začalo být jasné, musel být nalezen specifický termín pro jeho zvláštní způsob života: označuje se jako *mykoheterotrofie*. Už v roce 1960 Erik Björkman tento jev prokázal pomocí radioaktivní stopovací látky, a on to také byl, kdo začal pro tuto formu krádeže výživy razit pojem *epiparazitismus*.

Bez hub by nebylo orchidejí

A v této souvislosti pak nemůžeme nezmínit orchideje. Tato celosvětově rozšířená skupina rostlin, která má až 30 000 druhů, druhá nejpočetnější rodina krytosemenných a pro mnoho lidí *královna květin*, je obligátně mykotrofní. Žádná orchidej by nespátřila světlo světa bez pomoci nějaké houby. Protože semena orchidejí jsou mimořádně malá, nemohou se v počáteční málobuněčné fázi vyvíjet sama – potřebují k tomu pomocníka v podobě houby, která jim dodá potřebné živiny. Mykorhizní houba pronikne do mladých klíčků a odtamtud se rozšíří do vznikajících kořínků, zatímco stonek a kořenové hlízy zpravidla zůstávají bez houby. Orchideje jsou proto

v první fázi života na houbách existenčně závislé. A některé zůstávají i déle. Později si však mnoho druhů vytváří zelené listy a přecházejí k autotrofní výživě, čímž pro ně napojená houbová vlákna ztrácejí význam.

U nádherných orchidejí se však již nemůžeme déle zdržovat. V příští etapě našeho putování vstoupíme do zázračného světa hub. Objevíme zde neuvěřitelné talenty, zářející schopnosti a neomezené možnosti. Dozvíme se, že ona tajuplná vláknitá stvoření dokážou téměř všechno...

FASCINUJÍCÍ ŽIVOT V PODZEMÍ DOKÁŽE TÉMĚŘ VŠECHNO

Houby jako plánovači provozu, atomoví technici a lékaři

.....

***Radioaktivní uhlík, jímž vědci naočkovali břízu, putoval
půdou a houbovými spoji do sousední douglasky...***

Peter Wohlleben

Většina lidí toho o houbách ví velmi málo. Zároveň se ale zdá, že většina nebiologů se zajímá více o houby než o rostliny. Snad proto, že mnoho houbových plodnic se nejen dá jíst, ale zčásti jsou považovány za vyhledávanou lahůdku mimořádné chuti. Možná však důvod fascinace houbami sahá hlouběji a je mnohověstnatější. V této kapitole se ponoříme do zázračného světa hub a poznáme je jako bezvadně propojené mistry v přežívání, zákeřné dravce, geniální plánovače dopravního provozu a vysoce efektivní specialisty na recyklaci.

Strom a houba: nerozlučná dvojice

Soužití stromů a hub patří k největším zázrakům našeho světa. A součástí tohoto zázraku jsou i ty nejznámější z našich jedlých hub: většina z nich je obligátně symbiotická, to znamená, že své chutné plodnice mohou tvořit jen ve spojení s kořeny. Hříbky, lišky a většinu dalších pochoutek bychom tedy bez úzkého sepetí mezi houbami a stromy museli škrtnout ze seznamu našich požitků.

Jediný strom může vytvářet společenství až se stovkou různých druhů hub a v rámci jednoho druhu s mnoha různými jednotlivci. Jeden krychlový centimetr půdy může obsahovat až dvacet kilometrů (!) tenoučkých houbových vláken. Podobně jako neurony lidského mozku houba prorůstá vším a vytváří přitom nepředstavitelně složité předitivo. Houby tvoří něco jako mozek vegetace, jak to formuloval ekobotanik Wolf-Dieter Storl. Řídí informační tok mezi rostlinami a okolním ekosystémem. Ale i kořeny jsou výrazem vegetativní inteligence. Prostřednictvím nesčetných stále se vytvářejících nových vlasových kořínků si rostliny „prohmatávají“ půdu a vnímají prostředí. Pátrají po molekulách vody, stopových prvcích a dalších fyziologických informacích.

Výměnný obchod v podzemí

Vláknití obyvatelé podsvětí, kteří prorůstají mnohem větším objemem půdy, než jak by to dokázal kterýkoli strom, se rádi podělí: téměř všechny minerály, které shromáždí z půdy, odevzdávají rostlinám, které jsou jakožto fotosynteticky aktivní živé organismy závislé na živinách. Obdarování tento dar dychtivě přijímají. Prostřednictvím svých kořenů by se nikdy k minerálům nedostali tak efektivně jako mimořádně tenká houbová vlákna se svými téměř všemocnými enzymy. Symbióza však znamená nejen brát, ale i dávat. Rostliny se tak houbám za jejich služby odvděčují cukrem (většinou glukózou), který prostřednictvím fotosyntézy produkují ve velkém množství. Houbám může být předáno až dvacet procent toho, co rostlina vytvoří. A vedle sacharidů dostávají pomocníci v podzemí od rostlin i vitaminy, respektive jejich předstupně. Neboť mnoho hub, podobně jako my lidé, si nedokáže vitaminy

vytvářet samo. Dnes se má za to, že osídlení souše prvními suchozemskými rostlinami bylo vlastně možné teprve díky symbióze mezi rostlinami a houbami, a pochybuje se o tom, že by se takováto nespecifická symbióza vůbec mohla vyvinout až dodatečně. Stamiliony let z toho mají užitek obě strany – a s nimi i všechny ostatní živé organismy. Zdá se tak, že podstatným základním momentem evoluce není konkurence, ale kooperace, poznání, že společně jsme silnější. A tato spolupráce může přinášet obrovské výsledky!

Překvapivý rekord ze světa hub

Na otázku, který živý organismus je největší na světě, nacházíme nejrůznější odpovědi. Nejtěžším známým zvířetem, které kdy na zemi žilo, je plejtvák obrovský (*Balaenoptera musculus*), známý také jako modrá velryba, který patří ke koticovcům (podřád kytovců), a je tedy savec. Největší jedinci dosahují impozantní délky 33 metrů (tomu by se blížili jen někteří ještěři) a hmotnosti až 200 tun. Tak těžké zvíře může žít jen ve vodě.

Když své hledání rozšíříme na rostliny, pak Strom generála Shermana (*General Sherman Tree*), sekvojovec obrovský (*Sequoiadendron giganteum*) v národním parku Giant Forest of Sequoia v Kalifornii, je ještě mnohem větší – především, když vedle jeho „délky“ vezmeme v potaz i jeho objem: je 83,8 metru vysoký, má objem 1 487 krychlových metrů a hmotnost přes 2 100 tun. Samozřejmě jsou tito giganti vzhledem ke svému věku přes 3 000 let také mnohem starší než kterékoli zvíře.

Pokud bychom ale do hry přibrali ještě i houby, začne to být doopravdy zajímavé: václavka objevená v roce 2000 v americkém státě Oregon váží tolik co čtyři (!) dospělé

samičky modré velryby, z nichž každá by měla 150 tun. Sekvojovec obrovský je sice třikrát tak těžký, zato prostorové rozměry této houby jsou podstatně větší než velikost kteréhokoli jiného živého organismu na Zemi: zaujímá odhadem plochu 880 hektarů, což je více než 1 200 fotbalových hřišť!

Podle všeho největší houba Evropy ve Švýcarském národním parku v blízkosti průsmyku Ofenpass pokrývá plochu 500 × 800 metrů. Tato václavka stará přes tisíc let je zástupcem stejného druhu jako americká rekordmanka.

Pokud jde o velikost, houby tedy zaujímají první místo. Největší stvoření světa však ukazuje své žlutavé kloboučky – své v nejlepším případě asi dvanáct centimetrů velké plodnice – jen na pařezech a oslabených kmenech. Pokud to ale udělá, je to pro vlastníka lesa malér, a Národní park Malheur je také název lesa, ve kterém roste oregonská obří václavka. *Armillaria*, jak se tento rod václavek vědecky nazývá, totiž napadá stromy jako parazit a může způsobit jejich uhynutí. Pak má houba ještě několik let možnost se živit mrtvým dřevem jako saprofyt, který využívá odumřelou organickou hmotu. Pro lesníky a majitele lesů je to protivník, se kterým je obtížné se pouštět do křížku: mohutné tělo z vláken proniká až do metrové hloubky a odtud páchá své nepravosti. Pomalu se prohlodává lesní půdou od stromu ke stromu, provrtává se zeminou a produkuje stále další černohnědá, milimetrová vlákna, jejichž celkovou délku snad ani nelze odhadnout. Naše obří houba z Oregonu by mohla být stará přes 2 400 let.

V našich šířkách je václavka obecná nebo žlutoprstená jednou z nejčastějších podzimních hub. Ve slovansky mluvících zemích se označují jako „václavky“, ale i v řadě

německy hovořících regionů je tato houba známá jako *Wenzelspilz*. Své jméno získala proto, že se každoročně objevuje často v době kolem 28. září, svátku českého národního světce Václava (Wenzel).

Prehistorické epizody s „lesním mužíčkem“

Houby hrály rozhodující roli už v nejranějších fázích života na naší Zemi. Mnoho vědců vychází dokonce z toho, že byly časy, kdy na naší planetě dominovaly – třeba po oné pradávné katastrofě na konci křídly (nejmladšího období druhohor) před 65 miliony let, kdy dopad obrovského meteoritu zahubil celou Zemi na několik měsíců do tmy, takže velká část rostlinných i živočišných druhů zanikla. Mimo jiné tehdy jak známo vyhynuli dinosauři. Houbám po této globální katastrofě nastaly rajske časy, jakkoli to může znít hrůzostrašně. Neboť všude byly hromady „mrtvol“ a houby jakožto „destruenti“, rozkladači organické hmoty, se z toho mohly radovat. Zbytky dřeva z odumřelých stromů, mrtvolý zvířat a vadnoucí zbytky rostlin pro ně představovaly plné spižírny. Vlna vymírání na hranici křídly a třetihor (označovaná také jako tzv. „událost K/T“) byla pro houby snad nejproduktivnější dobou vůbec. Sedimenty na Novém Zélandu ukazují, co se tehdy dělo: jinak hojně se vyskytující pyly na delší dobu vymizely – zato dnes nacházíme čtyřmilimetrovou vrstvu, která je tvořena výhradně houbovými vlákny a výtrusy. Teprve postupně se vrátil sluneční svit a s ním i flóra a fauna.

Obr z pravěku: řasa, lišejník, rostlina, nebo houba?

Dávno před touto dramatickou událostí však na zemi žili tvorové, se kterými si paleontologové dodnes lámou

hlavu. Při cestě zpět v čase bychom svět v době před 420 až 350 miliony let, v takzvaném devonu, asi ani nepoznali. Prvními živočichy na souši byli stonožky, bezkřídlý hmyz a červi. Obratlovci právě procházeli svým vrcholným vývojem ve vodě, aby se brzy odvážili prvních krůčků na pevninu. V devonu začaly souš osídlovat první vyšší rostliny – a houby jim při tom pomáhaly, neboť ty už tam byly a dosahovaly ohromných rozměrů.

Z tehdy ještě nízké vegetace vysoko vyčníval *Prototaxites* s výškou dva až devět metrů a „průměrem kmene“ až jeden metr. Podle našich současných poznatků to byl nejvyšší a největší suchozemský organismus tehdejší doby.

Tato fosilie je dosud známá jen ze zlomků, což vědcům ztěžuje práci. Podobá se stromovému pařezu – a její vědecký název vychází ve skutečnosti z její podobnosti s tisem (*Taxus*). Badatelé dodnes hloubají nad tím, kdo byli příbuzní těchto gigantů. Diskutovalo se již o všem možném, od hnědých řas přes lišejníky až po rostliny. Nejmodernější interpretace z roku 2007 však *Prototaxites* zařazuje mezi houby.

Obrovitý vzrůst houby byl tehdy pravděpodobně umožněn nepřítomností nepřátel, kteří by ji požírali; mohla si nerušeně růst po dlouhou dobu.

Zářiví vítězové

Ale i houbám, které to nemají tak pohodlné, se často daří neuvěřitelně dobře. Pozoruhodnou formu přežívání si vytvořily *Cryptococcus neoformans* a *Wangiella dermatitidis*: patří k takzvaným radiotrofním houbám. To, co jiné živé organismy zabíjí, jim naopak obzvláště prospívá. Profesor Arturo Casadevall z Lékařské fakulty Alberta Einsteina v New Yorku vyhodnocoval po havárii reaktoru

v Černobyli vzorky materiálu. Ukázalo se, že v troskách zamořených vysokou radiací nebylo mrtvé úplně všechno. Jakési černé houby se tam při dávkách radiace, které by prakticky pro každý jiný živý organismus byly naprosto smrtelné, zjevně dařilo naprosto skvěle. Ba dokonce pod vlivem radioaktivity vykazovala zvýšenou míru látkové výměny. Houby, které obsahují jako pigment melanin, zřejmě ve skutečnosti mohou záření využívat jako zdroj energie. Melanin je načervenalý, hnědý nebo černý pigment, kterému vděčíme za zbarvení kůže, vlasů, peří nebo očí u lidí a živočichů. Houby využívají melanin k přizpůsobení se extrémním podmínkám prostředí – absorbuje pro ně radioaktivní záření.

Pro půdní vrstvy se zvýšenou radioaktivitou – ale také ve věčně zmrzlých oblastech Arktidy a Antarktidy – jsou melanizované houbové hyfy typické. Energie záření se záhadným způsobem přeměňuje v chemickou energii, a umožňuje tak vznik energeticky bohatých sloučenin. Ekaterina Dadachova, rovněž výzkumnice z newyorské Einsteinovy lékařské fakulty, srovnává působení melaninu s funkcí chlorofylu u rostlin. Melanin prý využívá jinou část elektromagnetického spektra, ionizující záření, a tím podporuje růst hub. Výzkumy však jsou teprve na počátku. Houby a jejich pigment melanin prozatím zůstávají jednou z nesčetných mykologických hádanek. A těch je vskutku hodně.

Pouštní houby

Růst hub si spojujeme s přítomností dostatečné vláhy. V pouštích bychom proto jejich výskyt neočekávali – a přesto se právě v takovýchto extrémních životních podmínkách ukazuje, jaký potenciál přežití se v houbách

skrývá. Jak v horkých a suchých pouštích, tak v ledových pustinách Arktidy a Antarktidy vzdorují houby těm nejnepříznivějším podmínkám. A i když je prostředí slané, kyselé, obsahuje metan, je vysoce toxické nebo jakkoli jinak „neobyvatelné“, prakticky ve všech můžeme najít extremofily, tedy živé organismy, které se specializují právě na takovéto niky.

To může vést k zajímavým jevům. Ve středoasijské poušti Karakum, která pokrývá téměř celou plochu Turkmenistánu a kde během roku zřídka kdy naprší více než 150 mililitrů vody na čtvereční kilometr, v květnu 1976 během krátké doby spadl prakticky celý roční úhrn srážek. Krátce nato spousta Turkmenů začala trávit volný čas hledáním hub v poušti. Typickým druhem v tomto prostředí je nožník paličkovitý (*Podaxis pistillaris*), příbuzný žampionu, který se podobá hnojníku obecnému. A také samotné žampiony zaplavily tehdy poušť v neobyčejném množství a velikostech – některé vážily až půl kila.

Vysloveně termofilní, tedy teplomilné druhy, které se cítí dobře teprve v teplotách mezi 20 až více než 50 °C, nejsou mezi houbami příliš početné [3]. Existují však a jejich zvláštní nadání často prozrazují už jejich názvy: *Talaromyces thermophilus*, *Thermoascus auranticus* nebo *Chaetomium thermophile*. K rekordmanům patří *Thermomyces lanuginosus*, kterému se daří ještě při 62 °C. Také mnoho extremofilních pouštních rostlin se druží s houbami. Se svými houbovými partnery mohou období největšího sucha a horka přestát lépe než bez nich. A také v geotermálních půdách jako v národním parku Yellowstone žijí houby a umožňují přežití některým rostlinám. V roce 1999 izolovali badatelé z půdy teplé 70 °C šestnáct druhů hub, které poté při teplotách kolem 55 °C

začaly nádherně růst. Trávě *Dicanthelium lanuginosum* se daří v tomto prostředí při stálé půdní teplotě kolem 55 °C a více. Žije v ní endosymbiotická houba, která jí k tomu pomáhá. I pro extrémní životní podmínky platí: společně jsme silnější.

Každý z nás je biotopem?

Houby jsou všudypřítomné, a to nejen v našem životním prostředí, ale i na nás samotných. Tomu se dá sotva zabránit, neboť je běžně vdechujeme a přijímáme s potravou. Houby jsou do určité míry součástí nás samých – jen by neměly nikdy mít navrch. Podle současného stavu vědeckého poznání ale na každou z průměrně asi 30 bilionů buněk lidského těla připadá v průměru jeden „cizí“ organismus. Jsme tedy – jako každý vyšší živý organismus – jakousi zoologickou, botanickou a mykologickou zahradou. *V ústní dutině plave mírumilovná améba Entamoeba gingivalis, napsal časopis Der Spiegel v jednom článku, v pórech obličeje se daří neškodnému roztoči Demodex folliculorum. A také pijavice a mouchy, vši a komáři, houby, prvoci, viry, štěnice, červi, klíšťata se cítí dobře ve dvounohém biotopu.*

To ale není všechno: *Jen na pokožce o ploše asi dva čtvereční metry žije tolik mikrobů jako lidí na Zemi. S 1 000 000 000 000 (slovy: bilionem) živých organismů v jednom gramu střevního obsahu patří lidské tlusté střevo k místům s největší hustotou obyvatel na planetě vůbec.*

Každý z nás je biotopem pro biliony organismů, které v tom nejlepším případě žijí v harmonii. Jsme něco jako superorganismy, které mohou žít jen díky tomu, že nesčetní malí pomáhají jednomu velkému. A ve všem tom dění hrají houby rozhodující roli [4] – bez nich by jejich