

# Quo vadis, taxonomie mikroskopických hub?

Taxonomie patří mezi popisné disciplíny. Jejím cílem je popis nových taxonů (druhů, rodů a vyšších taxonomických jednotek, např. čeledí nebo řádů) a jejich uspořádání podle předpokládané vzájemné příbuznosti. Výchozím materiálem jsou v případě taxonomie hub sběry nebo izoláty z prostředí, které nejprve určíme. Určování (determinace) probíhá obvykle na základě fenotypových znaků, zahrnujících nejen morfologii, ale i další charakteristiky (rychlost růstu, schopnost růstu při určité teplotě, produkci sekundárních metabolitů v kultuře apod.), a molekulárních dat, především sekvencí určitých vybraných úseků DNA. Taxonomická práce tudíž často navazuje na terénní studia diverzity určité taxonomické skupiny hub v konkrétní oblasti nebo na určitém substrátu, při nichž je sebrán nebo izolován z prostředí čerstvý materiál a doplněn o herbářové položky či kultury ze sbírek. Význam terénního studia mykobioty a navazující taxonomické práce je zřejmý – podat přehled o diverzitě určité skupiny organismů, přispět ke znalosti jejich rozšíření a ekologie a na základě srovnávacího studia popsat druhy a vyšší taxony nové pro vědu. Tyto studie tak doplňují znalosti lokální biodiverzity ekosystémů a jsou podkladem pro znalost globální biodiverzity, jejího modelování, i stanovení stupně ochrany konkrétních území.

Můžeme bezpochyby říci, že Evropa byla jedním z center mykologického výzkumu 20. stol., a to díky mykologickým týmům v rámci univerzit, muzeí a sbírek kultur. Mezi nejvýznamnější patřily skupiny vědců z univerzity v německém Tübingenu, britského International Mycological Institute (IMI) se sídlem v Kew na předměstí Londýna (obr. 1) a z nizozemské sbírky hub Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), která postupně sídlila v Delftu, Baarnu a nyní v Utrechtu (v r. 2017 byla přejmenována na Westerdijk Fungal Biodiversity Institute). Pro jejich systematickou činnost patřily především Britské ostrovy mezi mykologicky nejlépe prostudované

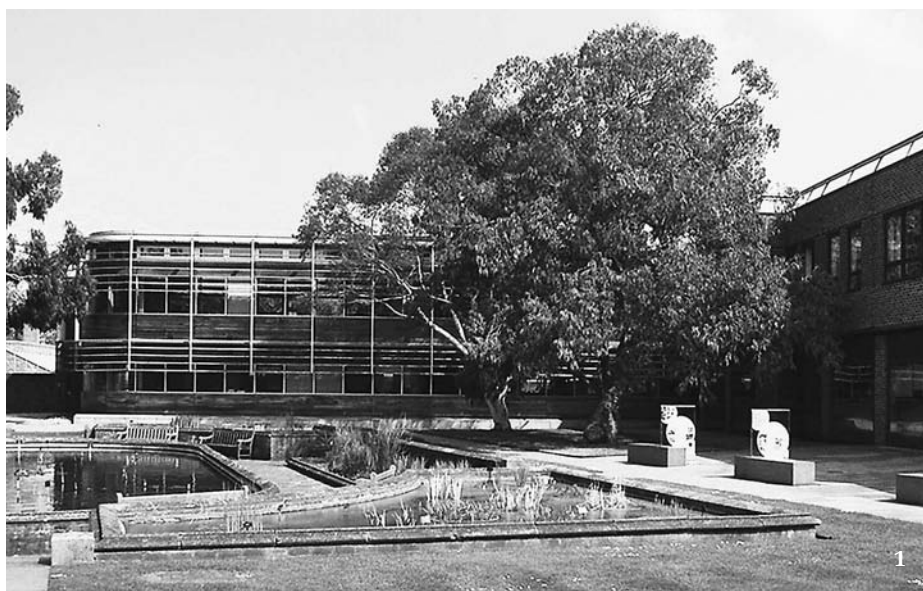
oblasti světa a s určitou nadsázkou lze říct, že každá houba v současnosti nalezená ve Velké Británii má už jméno. Byť nemusí být význam pro tuto znalost mykobioty hned patrný, srovnání počtu druhů hub a cévnatých rostlin na Britských ostrovech se stalo základem pro první studie odhadující celkový počet druhů hub (Hawksworth 2001). Běžným typem prací především z období 60.–70. let 20. stol. byly přehledy mykobioty (dříve jako mykoflóry) určité oblasti nebo určitého substrátu založené na sběru v terénu spojené s popisem několika nových druhů pro vědu. Tehdy vycházely v nejprestižnějších britských (*Transactions of British Mycological*

*Society*, později přejmenovaný na *Mycological Research a Fungal Biology*), rakouských (*Sydowia*) a holandských (*Persoonia*) mykologických časopisech. Současně z těchto pracovišť vzešla i rozsáhlá kompendia – práce zabývající se především vřeckovýtusnými houbami – *Dematiaceous Hyphomycetes* (1971), *More dematiaceous Hyphomycetes* (1974) a *British Ascomycetes* (1978). Tyto publikace zahrnují stručné popisy a vyobrazení většiny tehdy známých rodů a několika jejich běžných zástupců a patří i v současnosti mezi první volbu při určování nalezených hub. Samozřejmě od té doby došlo k popisu nových druhů a změnily se i druhové a rodové koncepty taxonů uvedených v publikacích, ale pro zařazení nalezené houby alespoň rámcově do rodu jsou stále nepostradatelné. Mimo Evropu náležely v té době ke špičce (a většinou stále patří) mykologická pracoviště např. v rámci herbářů Canadian National Mycological Herbarium (podle původního jména Department of Agriculture, Ottawa, Mycology nese zkratku DAOM) v Ottawě a University of Alberta Microfungus Collection and Herbarium (UAMH) na univerzitě v Albertě v Kanadě, sbírky v americké Peorii (původním jménem Northern Regional Research Laboratory, NRRL), institutu Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI) v jihoafrické Pretorii, univerzity v indickém Madrásu nebo ve sbírce hub v japonském Kóbe.

Studium diverzity hub představuje stále aktuální téma, ale došlo ve srovnání s minulostí k výraznému posunu v metodice. Do popředí se dostávají práce týkající se diverzity především endofytních hub v pletivech rostlin (více v článku na str. 227) a mikroskopických hub z dalších substrátů založené na kultivačním přístupu spojeném s identifikací na základě molekulárních dat. Tento typ studia je dosud populární v Evropě i v Severní Americe, nicméně vzhledem k vyšší diverzitě rostlin v tropech je jasné, že perspektivní do budoucna je studovat tyto tropické ekosystémy. I přes určitou šablonovitost (sběr v terénu, sterilizace, kultivace, určování vyrostlých hub na základě srovnání sekvencí DNA, v podstatě bez nutnosti řešit morfologii zaznamenaných druhů) jsou nesmírně významné pro navazující taxonomické práce a objevy druhů hub s biotechnologickým potenciálem, pro něž je klíčové mít daný druh v čisté kultuře.

I pomyslná „mapa“ studia taxonomie mikroskopických hub dnes vypadá jinak. Z evropských center zůstává v současnosti stále aktivní jen nizozemská CBS. Této instituci se daří spojovat několik vědeckých aktivit, především dlouhodobé udržování největší evropské sbírky kultur hub, výzkum v oblasti taxonomie mikroskopických hub, služby pro veřejnost (konzultace a určování mikroskopických druhů hub) a pokračuje i ve vydávání časopisů

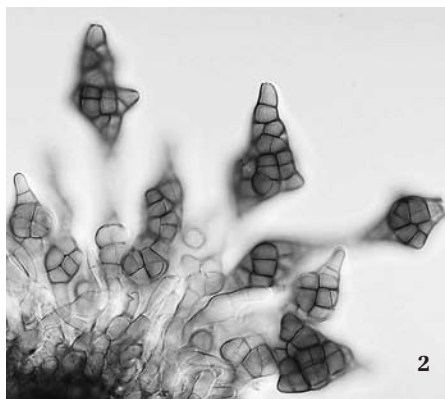
1 Jodrell Laboratory v Royal Botanical Gardens (RBG) v Kew ve Velké Británii. Její součástí jsou vědecká pracoviště zabývající se fylogenezí a taxonomií hub a lišejníků, i rozsáhlé herbářové sbírky hub (sloučené sbírky RBG a International Mycological Institute, IMI).



Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi a Studies in Mycology (posledně jmenovaný je dnes nejvýše hodnoceným mykologickým periodikem). V r. 2011 zde také vyšla aktualizovaná publikace Genera of Hyphomycetes, která navázala na stejnojmenné dílo z r. 1980 vydané univerzitou v Albertě. Tento přehled rodů anamorfních askomycetů (tedy jejich nepohlavních stádií) s vyobrazením jednoho typického zástupce a kompletním přehledem literatury k danému rodu znamená nepostradatelný zdroj k určování těchto hub. Evropě silně konkurují velké týmy mykologů zabývajících se taxonomií mikroskopických hub v Asii, především v Číně a Thajsku. Např. v thajském Institute of Excellence in Fungal Research, jenž (alespoň podle jména) zahrnuje špičkový výzkum ve studiu hub na univerzitě Mae Fah Luang, vzniká v současnosti množství taxonomických studií, převážně asijských tropických skupin hub. Jsou publikovány především v asijských časopisech s dlouholetou tradicí (Fungal Diversity vydávaný v Kunmingu v Číně), nebo relativně nedávno založených (Mycosphere). Zároveň zde vznikají novodobá on-line kompendia, která by měla zahrnovat popisy, taxonomické zařazení a vyobrazení známých a nově popisovaných druhů (např. Faces of Fungi na [www.facesoffungi.org](http://www.facesoffungi.org)).

Tento geografický posun na jednu stranu odráží vědecký pokrok na asijských univerzitách, především schopnost vlastního studia biodiverzity místních tropických ekosystémů (v minulém století prováděného spíše evropskými a severoamerickými specialisty, podobně jako v případě jiných skupin organismů), má ale i několik negativ. Jedním z nich je specifická vědecká kultura těchto pracovišť, hlavně snaha o rychlé získání a následnou rychlou publikaci nových výsledků bez dostatečných zkušeností v oboru a metodických dovedností. Těmto mykologům mnohdy chybí širší mykologické a obecně biologické vzdělání typické pro evropský vzdělávací systém, kritický náhled na vlastní výsledky a dostupnost evropské a severoamerické literatury, která zatím nebyla digitalizována a zpřístupněna on-line (ale je např. běžná v evropských univerzitních knihovnách). Přehnaný význam přisuzovaný molekulárním datům vede k tomu, že jsou při porovnávání opomíjeny již popsané druhy identifikovatelné podle morfologie, ale zatím bez známé sekvence DNA. Výsledkem tak bývá povrchní studium čerstvých sběrů, nepřesné určení z důvodu nedostupnosti primárních zdrojů s důkladnými popisy, chybně prováděné a interpretované analýzy molekulárních dat. Z toho vyplývají nesprávné popisy nových druhů, kdy jsou ve skutečnosti popisovány už druhy dávno známé. V kombinaci s rovněž asijskými recenzenty v domácích vědeckých časopisech jsou pak tyto výsledky publikovány, čímž se i chyby v nich stávají „oficiální“.

Důvodů pro tento geografický posun je více. V první řadě zanikly evropské mykologické týmy, svým způsobem přirozeně, kdy nová generace vědců neviděla perspektivu v taxonomii, nebo v mykologii obecně. Taxonomie si za to ale mohla částečně sama přílišným důrazem na vyčerpávající studium co největšího množství srovnáva-



2 Mnohobuněčné zdovité nepohlavní spory (konidie) druhu *Phragmotrichum chailletii*. Ačkoli se tento nápadný druh na jaře běžně vyskytuje na smrkových šiškách v opadu, není dosud známa žádná sekvence jeho DNA, tudíž ani postavení v systému vřekovýtusných hub (Ascomycota). Snímky O. Koukola

cího (referenčního) materiálu v podobě herbářových položek, co nejdětalnějších popisů a až do r. 2010 v případě rostlin a hub povinného popisu v latině. Současně došlo k přesunu peněz do dynamicky se rozvíjejících mykologických oborů (ekofyziologie, fytopatologie, buněčné signalizace, produkce sekundárních metabolitů apod.) a biodiverzitní studie začaly probíhat na základě ryze molekulárních dat (tzv. environmentálních sekvencí získaných z celkové DNA extrahované ze vzorku odebraného na určitém stanovišti, také Živa 2017, 3: 118–120), což vylučuje navazující taxonomickou studii – alespoň prozatím, než bude možné popsat nové druhy čistě na základě environmentální sekvence. Taxonomii ale dodal vzpruhu nástup molekulárních metod a diagnostické značky získané ze srovnání sekvencí DNA. Se stále se snižující náročností získat molekulární data a s klesající cenou za analýzy začaly vznikat nové dynamické týmy. Jejich členové se už nenechali tolik ovlivnit starými dogmaty a spíše hledali odpovědi na taxonomické otázky v analýzách DNA. Tyto týmy vznikly kromě Evropy na zmiňovaných asijských univerzitách a je možné, že v brzké budoucnosti budou asijské taxonomové převažovat.

V současnosti je proto v Evropě velmi těžké získat financie z grantové agentury na projekt základního výzkumu zaměřený čistě na taxonomii hub. Tento fakt představuje současně výzvu pro mykology k hledání nových výstupů studií týkajících se biodiverzity a taxonomie, jako jsou např. aspekty ekologie, virulence, fyziologie dané skupiny hub s důrazem na závažnost tématu např. v kontextu šíření patogenních druhů. Důvodů, proč se stala čistá taxonomie tak neatraktivní disciplínou pro poskytovatele financí na výzkum, bude více, ale tím hlavním je nejspíše metodická „archaičnost“. V taxonomii je stále nejdůležitějším nástrojem optický mikroskop, byť už od dob van Leeuwenhoeka prodělal výraznou proměnu a často je nutné se podívat i mikroskopem elektronickým! Molekulární metody používané v taxonomii jsou v podstatě také rutinní a většina taxonomických studií v mykologii nepatří mezi ty, které by

využívaly nejmodernější celogenomové analýzy (ačkoli se tento přístup začíná prosazovat v taxonomii rostlin a obratlovců), nemluvě o proteomice a jiných inovativních postupech už i proto, že tato data jsou pro houby stále dost vzácná, a tudíž scházejí referenční údaje. Bohužel pro vědce, má taxonomická práce málokdy charakter experimentálních studií a neoplývá oslnivým designem prováděných výzkumů. Pro sběr materiálu je často důležitější zkušenost s trochou štěstí v terénu, pro vyhodnocení morfologických rozdílů stačí jednoduchá statistika. V neposlední řadě mívá minimální aplikovatelnost výsledků. Jediné prostředky na taxonomii tak pocházejí z projektů, které si kladou jiné cíle a taxonomickou charakteristiku studovaných druhů hub si přidávají jako jeden z menších, spíše upozaděných cílů, z institucionálních prostředků nebo z prostředků mimo výzkum a vývoj. Podfinancování našťastí odhlané a nadšené taxonomy úplně neodradí. Pomineme-li vstupní investice do kvalitní optiky a spolupracujeme-li s laboratoří schopnou analyzovat molekulární data, vlastní práce je sice časově velmi náročná, ale zároveň levná. Můžeme se proto setkat s fenoménem, který nemá v jiném mykologickém odvětví obdoby, a tím je mykolog-taxonom amatér. Mezi evropskými odborníky najdeme několik osobností, které získaly mykologické vzdělání na univerzitě, ale následně se rozhodly nebýt součástí klasického „vědeckého soukolí“, a přesto provádějí špičkový taxonomický výzkum mikroskopických vřekovýtusných hub hrazený z vlastních zdrojů.

Je ale opravdu taxonomie hub, tedy popisy nových druhů (a jiných taxonomických jednotek), přejmenování starých druhů na základě nově zjištěných informací, případně monografické studie celých rodů, čeledí apod., opravdu zbytečné? Určitě ne. V případě hub, kde odhadem známe a máme pojmenováno asi 3–8 % z celkového počtu druhů (podle toho, jestli uvažujeme odhadovanou diverzitu hub na 1,5 nebo až čtyři miliony druhů), je zřejmé, že tento výzkum bude vždy perspektivní z hlediska nových objevů. Nové druhy mikroskopických hub můžeme stále najít i ve střední Evropě a zvláště pak v tropických oblastech je celkem pravidlem, že jakýkoliv průzkum vede k popisu nových druhů. Kromě toho je svým způsobem objevem i nalezení dosud velmi vzácného druhu, známého např. z jediné lokality nebo první izolace do kultury, která vede k extrakci DNA (u mikroskopických hub často není možné získat čistou DNA, pokud rostou na substrátu s dalšími druhy hub) a zjištění pozice daného druhu v přirozeném fylogenetickém systému (obr. 2). Současně by se taxonomie měla co nejvíce provázat s dalšími obory. Jméno nic neznamena, pokud o daném druhu nemáme další informace. Navíc v jiných oblastech mykologie (především v aplikované sféře) je zcela běžné, že pokud se najde druh výjimečnou svou ekologií, produkcí sekundárních metabolitů nebo enzymů, jeho určení do druhu, případně popsání nového druhu, je tou poslední starostí.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.