

Celebrita ze spáleniště

V předchozím článku o spáleništních houbách (na str. 232–235) byl zmíněn i příklad masového výskytu neurčeného zástupce vřeckovýtrusné houby rodu *Neurospora* (*Neurospora*, Ascomycota). Na příkladu *Neurospora* si můžeme rovněž demonstrovat naše dosavadní znalosti o biologii spáleništních hub, nevšední roli, kterou tyto houby hrály v historii vědy, a dokonce, jak jejich studium úzce souvisí s některými významnými událostmi, konkrétně ničivými přírodními pohromami. A to téměř přesně po 100 letech studia!

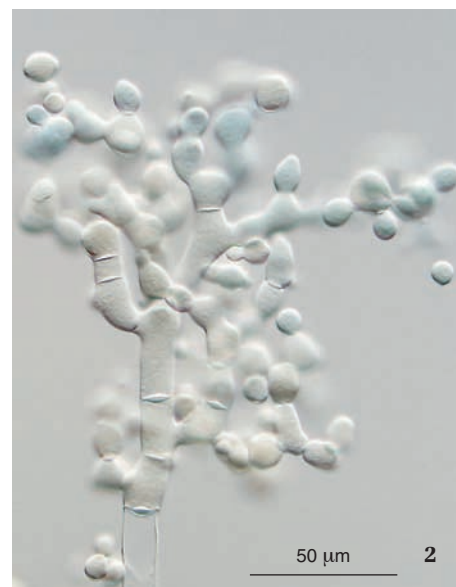


Shodou okolností totiž první masový výskyt, který zcela zjevně patřil některému z druhů *Neurospora* na spáleném dřevě, byl v literatuře zmíněn v r. 1924. Japonský mykolog Kimizo Kitazima tehdy popsal rozsáhlé oranžové porosty na spálených troskách budov po ničivém zemětřesení v Tokiu, jež udeřilo v regionu Kantó 1. září 1923. Zemětřesení, které nejvíce postihlo Jokohamu a Tokio, bylo následováno četnými požáry, neboť zasáhlo obě metropole v poledne, kdy si většina lidí vařila oběd na kamínkách. Mimochodem, neodpusťtím si zmínku o druhém největším zemětřesení v japonském Kóbe v lednu 1994. Tehdy byla v troskách jedné z budov zničena i nesmírně cenná sbírka kultur hub významného japonského mykologa Takashiho Matsushimy. Nenávratně tak bylo ztraceno ohromné množství kultur izolovaných z typového materiálu.

Kitazima ve svém článku popsal nejen morfologii myceliálního porostu s typickými řetízky nepohlavních spor (konidií, obr. 2), ale (a to je velmi důležité) našel na ohořelých stromech i mikroskopické černé plodnice. Tyto lahvicovité plodnice (peritecia) obsahující vřeka s černými jednobuněčnými askosporami zdokumentoval a pozoroval jejich tvorbu i na myceliu izolovaném z ohořelých trsek a pěstova-

ném na agarových živných médiích v laboratoři. V literatuře můžeme nalézt jen velmi málo záznamů o plodnicích pozorovaných v přírodě, takže je tento údaj opravdu důležitý. Jako první zmínil výskyt plodnic zjevně stejného nebo blíže příbuzného zástupce *Neurospora* na kukuřičném chlebu (což také není náhodný substrát, jak uvidíme dále) a ohořelých stromech v Brazílii německý botanik a mykolog Alfred Möller v r. 1901. Jak v Japonsku, tak v Brazílii byly ale tyto houby uvedeny pod jinými jmény, rod *Neurospora* byl ustanoven až r. 1927 americkými mykology Corneliem L. Shearem a Bernardem O. Dodgem, a to hned se třemi druhy: *N. crassa*, *N. tetrasperma* a *N. sitophila*. Všechny byly popsány z ohořelého substrátu a navzájem odlišeny na základě morfologie plodnic a askospor.

K dalšímu historicky zdokumentovanému pozorování plodnice *Neurospora* došlo po více než 70 letech od nálezů v Japonsku, kdy byla peritecia zjištěna na spálených stéblech cukrové třtiny (třtinovníku cukrového – *Saccharum officinarum*), v západoindickém Madduru. Ani pozdější záznamy o výskytu peritecií v přírodě nejsou o moc častější a zahrnují pouze spáleniště v Novém Mexiku (USA). Tyto sporadické údaje kontrastují s naopak častým nálezem oranžových porostů *Neurospora*



1 Hrana lepené překližky s koloniemi *Neurospora sitophila*
2 Řetízky nepohlavních spor (konidií) a rozpadavé mycelium *N. sitophila*

s konidiemi, tedy rozmnožujících (a rozšiřujících) se pouze nepohlavně. Nápadné porosty *Neurospora* na ohořelých substrátech byly udávány z tropických a subtropických oblastí celého světa, do konce minulého století ale nikdy z oblasti mírného pásu. Těto zvláštnosti si všimli pro změnu američtí vědci a v letech 2001–06 cíleně zaměřili do oblastí postižených rozsáhlými požáry v mírném pásu (Jacobson a kol. 2004, 2006). Poměrně nečekaně se jim podařilo zdokumentovat častý výskyt *Neurospora* na spálených stromech od Nového Mexika na jihu po Aljašku na severu. Následně byli úspěšní i ve spálených lesních porostech v Portugalsku, Španělsku, Francii, Itálii a Švýcarsku. Nalezli celkem čtyři druhy, kromě tří zmíněných výše šlo ještě o *N. discreta*. Vždy ale našli pouze nepohlavní stadium s konidiemi, bez peritecií.

Kuriózní je, že jedna *Neurospora*, konkrétně *N. sitophila*, byla v Evropě známá a v odborné literatuře doložená již od první poloviny 19. století. Nikoli ale z přírody, nýbrž z pekáren! Nejstarší písemný záznam pochází z vlhkého a horkého léta 1842, kdy čerstvě upečenou várku chleba ve vojenské pekárně v Paříži přerostla rychle rostoucí oranžová plíseň. Tento nález studoval francouzský mykolog Jean P. F. C. Montagne, který kontaminující houbu pojmenoval *Penicillium sitophilum*. Další podobné nálezy pocházely rovněž z pekáren, a to v Německu, Itálii a USA, a protože šlo zjevně o stejnou houbu, ustanovilo se pro ni i obecné označení „červená plíseň chleba“ (red bread mold) či pekárenská plíseň.

Na počátku minulého století byl stejný druh *Neurospora* zaznamenán i ve Velké Británii a zase v souvislosti s lidskou aktivitou, tentokrát ale už pod jménem *Monilia sitophila* (více o změně jmen podle názorů na jejich taxonomické zařazení viz Živa 2023, 4: 167–170). Rychle rostoucí porost tvořící konidie byl pozorován na rostlinných zbytcích, konkrétně na semelech a obilkách, a opět po požáru, tento-

krát ale lisovny olejů, resp. mlýna. Autoři studie popisující ojedinělé výskyty této rychle rostoucí oranžové houby z Velké Británie (Ramsbottomu a Stephens 1935) zmínili i časté záznamy z USA, kde způsobovala kontaminace skladované cukrové třtiny a ovoce a v laboratořích přidělavala velké starosti mykologům a fytopatologům, neboť představovala jednu z nejhorších a nejrychleji rostoucích kontaminantů v kultuře. Tyto nálezy ze „synantropního“ prostředí dále propojili s výskytem na ohořelém dřevě v přírodě a uvedli, že jde zjevně o stejný druh. Později byl tento druh, který se ale od r. 1981 jmenoval *Chrysosporium sitophilum*, často nalézán i v papírnách a v provozech zpracovávajících korek nebo dřevo, typicky při výrobě lepených překližkových desek (obr. 1). Vzhledem k opravdu vysoké produkci konidií byly vzácně zaznamenány i dýchací obtíže zaměstnanců pracujících ve zmíněných provozech. Kromě těchto případů nejsou neurospory pro zdraví člověka nebezpečné. Neznáme u nich ani produkci toxinů, a v jedné z indonéských provincií je neurospora *N. intermedia* dokonce používána k fermentaci různých kuchyňských zbytků na výrobu pokrmu zvaného oncom.

Ačkoli nejsou neurospory pro člověka přímo nebezpečné, mohou s nadsázkou způsobit i infarkt, např. mykologům, kteří zjistí, že jejich velice cenná sbírka izolátů je přerostlá neurosporou. Ohromné množství konidií, které produkuje velmi rychle rostoucí mycelium (dosahuje rychlosti růstu až několik milimetrů za hodinu) a které se zároveň záhy rozpadá na jednotlivé buňky fungující rovněž jako spory (obr. 2), z nich dělá i v současnosti nejnebezpečnější kontaminant v laboratořích. Jako jedny z mála hub se totiž dokážou rychle rozšířit i mezi Petriho miskami a po jejich nálezu bývají jakékoli pokusy o záchranu původních kultur víceméně marné (obr. 3).

V tuto chvíli je asi už jasné pojitko mezi výskytem neurospor v přírodě a v důsledku lidské činnosti. Všechny substráty neurospor mají společné to, že v určitou chvíli byl přírodní materiál zahřátý za vlhka na vysokou teplotu nebo zvlhl po předchozím zahřátí. Možná i některý ze čtenářů má s touto houbou zkušenost, v domácnosti se dá nalézt na odpadu z kávovarů, tedy na tepelně „ošetřených“ (propařených) mletých kávových zrnech (obr. 4).

Kdo si počká, ten se dočká

Mohli bychom v tuto chvíli neurospory opustit, ale to bychom vynechali ještě dva důležité aspekty. Tím prvním je zcela zjevná otázka – odkud se neurospory v přírodě tak rychle rozšíří po spáleništi? Na spálené vegetaci se objevují jako jedny z prvních hub již několik týdnů po požáru. Jako zdroj pro kolonizaci slouží s největší pravděpodobností tmavé askospory, u kterých byla v laboratorních podmínkách pozorována indukce klíčení po zahřátí na teploty nad 65 °C. Znamená to ale, že askospory musejí být přítomné v půdě (případně v borce stromů, která také dokáže izolovat před spálením) v době před požárem. Autoři výše uvedené studie z USA tuto hypotézu částečně potvrdili, když askospory neurospor opravdu našli v několika



3 Petriho misky kontaminované neurosporou *N. sitophila*. Z jedné napadené misky se houba rozšířila do ostatních a vyplňuje i prostor kolem misek v sáčku myceliem a prašnými konidiemi. Zkušený mykolog sáček ani neotvírá a donese jej rovnou na likvidaci do autoklávu. Foto A. Kubátová
4 Odpad z namletých kávových zrn, který je po několika dnech přerostlý myceliem neurospory – pravděpodobně *N. sitophila*. Snímky O. Koukola, pokud není uvedeno jinak

náhodně vybraných lokalitách, na nichž delší dobu nehořelo. Neurospory jsou tedy nesmírně „trpělivé“ houby, jejichž askospory čekají v půdě až desítky let, než nastanou ty správné podmínky (sterilizace substrátu žářem, uvolnění živin, stimulace klíčení), na které pak reagují rychlým růstem. Tento růst je provázen nápadným myceliem produkujícím nepohlavně vzniklé konidie. Mohlo by se zdát divné, že nedochází k masivní produkci plodnic, ale je možné, že mikroskopická, snadno přehlédnutelná peritecia unikají pozornosti i při cílených mykologických průzkumech spálenišť. Svou roli může hrát i nepřítomnost vhodného partnera pro pohlavní proces. Aby došlo k pohlavnímu procesu a tvorbě plodnic u heterotalických druhů (což právě řada neurospor je), musejí se

potkat kompatibilní mycelia patřící odlišným párovacím typům (obdoba pohlaví u živočichů a rostlin). Musejí být stejného druhu, ale geneticky trochu odlišná. Pokud tedy na spáleništi v přírodě převládá pouze jeden z párovacích typů, nemá možnost pohlavního procesu, a proto ani tvorby plodnic. Pokud k němu ale dojde, i malé množství skrytých peritecií zjevně dokáže vyprodukovat dostatek askospor, které čekají na další možný požár. Mimochodem, askospory neurospor jsou natolik odolné proti rozkladu, že v sedimentech přežijí i několik tisíc let a používají se jako jeden z indikátorů požárů v paleoekologii.

Druhým, trochu paradoxním aspektem je, že přece jen existuje prostředí, kde se to myceliem a plodnicemi neurospor přímo „hemží“. Jsou to biologické laboratoře! Neurospora, konkrétně druh *N. crassa*, je modelovým organismem používaným již od 40. let minulého století a oblíbeným pro svůj rychlý růst, snadné pěstování, a pokud jsou k dispozici dvě mycelia s odlišným párovacím typem, tak i pro snadnou indukci pohlavního procesu a tvorby plodnic. Mimo kvasinky jde o nejlépe prostudovaný druh houby vůbec, jehož výzkum významně přispěl k objevu základních biologických procesů, např. k definici vztahu jeden gen = jeden protein. Neurospora byla nepostradatelná při studiu metabolismu uhlíku, dusíku, síry a syntézy aminokyselin u hub. Dále také při studiu cirkardiálních rytmů, fotoreceptorů a vnímání modrého světla, cytoskeletu a pohlavního procesu. Zadáme-li tento druh do vyhledávače vědeckých publikací na internetu (Web of Science), vyskočí na nás neuvěřitelných 11 100 záznamů odkazujících na články nebo kapitoly v knize, které byly o tomto druhu napsány. Pro představu, řádově srovnatelné číslo ukáže vyhledávač po zadání jména kropidlák žlutý (*Aspergillus flavus*), producenta nechvalně známého aflatoxinu. Výčet všech oborů, které vděčí za část výsledků pokusům na neurosporách, by byl ještě mnohem delší, zmiňme už jen to, že *N. crassa* byla první vláknitá houba, u níž byl v r. 2003 sekvenován celý genom. Jak ale ukazují otazníky kolem ojedinělých nálezů z přírody, neurospory stále skrývají spoustu tajemství.

Seznam použité literatury je uveden na webové stránce Živý.

