

# Fascinující houby – jak o nich učit a kde je najít

Většina absolventů gymnázií, a to i přírodovědných, se jistě shodne, že houbám (natož pak mikroskopickým) bylo v rámci osnov věnováno minimum času. V Rámcovém vzdělávacím programu (RVP) pro nižší ročníky víceletého gymnázia jsou zakotveny pouze výstupy týkající se rozpoznání našich nejnámějších jedlých a jedovatých hub s plodnicemi a jejich morfologické srovnání, vysvětlení způsobu výživy hub a významu v ekosystému a potravních řetězcích a objasnění funkce hub ve stélce lišejníků. V případě RVP pro vyšší ročníky víceletých gymnázií a klasická čtyřletá gymnázia jsou výstupy už pouze dva: žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné zástupce hub a lišejníků a posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků. Důraz kladený na odlišení plodnic jedovatých hub od jedlých je pochopitelný, uvážíme-li, že houbaření patří mezi nejrozšířenější rekreační aktivity u nás a že ročně dochází k několika úmrtím z důvodu otravy. S jistou nadsázkou a ironií lze poznamenat, že takto koncipovanému RVP možná vděčíme za to, že těchto úmrtí není ročně několikanásobně více. Na druhou stranu ve srovnání s výstupy u jiných, srovnatelně početných a významných skupin organismů je počet požadovaných výstupů pro houby několikanásobně nižší, a to bez zcela zřejmého důvodu.

Cílem tohoto příspěvku není zahltit množstvím informací o biologii hub, především těch mikroskopických, které by v lepším případě žáky zmátly, v horším ještě více utvrdily, že o houbách je lépe nic nevědět. Vhodnější je na konkrétních příkladech ukázat, jak lze ve výuce spojit odborné aspekty s výchovnými, propojit odbornost z biologie hub s těmi z jiných oborů biologie a jak využít houby běžně rostoucí kolem nás v praktické výuce. Spoustu námětů skýtají jednotlivé články tohoto čísla *Živá*, ale na některé se nedostalo.

## Dekompozice

Houby jsou přítomny ve všech ekosystémech (suchozemských neboli terestrických, i vodních) a některé klíčové procesy se bez nich neobejdou. Jedním z nich je koloběh živin v půdě. Každý terestrický ekosystém má svá specifika, co se týče složení vegetačního krytu, a to stejné platí i pro složení bioty a procesy v půdě. Omezíme-li se na naše temperátní jehličnaté a opadavé lesy a různé typy bezlesí, houby v nich zastávají klíčovou roli při rozkladu (dekompozici) mrtvé organické hmoty, tvořené především rostlinnou biomasou. Z chemického hlediska jde hlavně o celulózu (nejběžnější biopolymer na Zemi), lignin a další sloučeniny. Nejúčinnějšími rozkladači těchto látek jsou houby, a to zejména stopkovýtrusné (Basidiomycota – hlavně zástupci třídy Agaricomycetes) saprotrofní a ekto-mykorhizní (které ostatně v evoluci vznikly ze saprotrofních hub, viz článek na str. 198). Díky jejich celulolytickým a oxidativním enzymům si dokážou poradit se všemi

organickými polymery a v účinnosti kolonizace a rozkladu nemají konkurenci mezi jinými mikroorganismy (včetně bakterií). Bez rozkladu těchto látek by byl tok živin v podstatě jednosměrný a končil uložením uhlíku, dusíku a dalších prvků v nerozložené biomase. Podle některých teorií jsou právě mohutné uhlenné depozity následkem chybějící schopnosti hub rozkládat



lignin z mocných sedimentů rašeliny v období prvohor (která byla navíc extrémně stlačena tektonickými posuny). O rozkladu dřeva se můžeme snadno přesvědčit při vycházce do lesa, kde najdeme větve, pařezy a kmeny částečně nebo úplně rozložené bílou či hnědou hnilobou (také v *Živě* 2013, 2: 54–57). Pokud chceme se studenty podrobněji prostudovat některou dřevokaznou houbu, není nic snazšího než zajít do supermarketu a zakoupit čerstvou hlívu ústřičnou (*Pleurotus ostreatus*), která patří mezi houby bílé hniloby. Dekompozici dřeva, ani adaptace hlívy k tomuto procesu sice demonstrovat nelze, neboť to je dlouhodobý proces zprostředkovaný myceliem hlívy a vylučovanými enzymy, ale plodnice se dají využít k pozorování typických mikroskopických znaků hub stopkovýtrusných – bazidií a bazidiospor. V případě pokročilejších praktik pak můžeme zkusit získat čistou kulturu z plodnice. Protože povrch plodnic bývá pokrytý sporama jiných hub, je potřeba plodnici nejprve rozlomit. Na Petriho misku s agarovou živnou půdou (příprava viz Janderová a Zikánová 2009) přeneseme sterilní pinzetou (např. ožihnou nad lihovým kahanem a ochlazenou na okraji Petriho misky s agarem) kousek pletiva z vnitřku plodnice. Po týdnu udržování misek v temnu a pokojové teplotě můžeme pozorovat husté bílé mycelium vytvářející pravidelnou kruhovou kolonii kolem vloženého pletiva. Při mikroskopování tohoto mycelia studenti uvidí i další znak charakteristický pro většinu hub stopkovýtrusných – přezky na myceliálních přehrádkách.

Jak název „dřevokazná“ napovídá, ne vždy je činnost těchto hub žádoucí a vítaná. Nemusí jít jen o dřevostavby a konstrukce napadené dřevomorkou domácí (*Serpula lacrymans*; viz uvedený článek v *Živě* 2013, 2), parazitické dřevokazné houby mohou působit škody i v hospodářských lesích a na okrasných dřevinách. Poměrně často se i ve městech setkáme s trsy plodnic klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*) na opadaných větvích javorů a jiných listnatých dřevin, ale také na kmenech a větvích dosud stojících stromů, kde se chovají jako paraziti a mohou strom zahubit (obr. 1). Klanolístka obecná se navíc vyznačuje neobvyklou tolerancí k vysokým teplotám a nízkému obsahu vody v substrátu. Její plodnice se běžně objevují i v suchých obdobích a na osluněných stanovištích. Snáší teploty přes 36 °C, což jí umožňuje přežívat dokonce v lidském těle. Byť šlo v historii jen o jednotlivé případy (ale právě takové kuriozity studenti zajímají), rostoucí mycelium klanolístky bylo několikrát nalezeno v průdušnicích dospělého člověka a muselo být operativně odstraněno (Baldrián a Gabriel 1998).

## Mykorhizy

Další nepostradatelnou skupinou hub v půdě jsou houby mykorhizní. Je to taxonomicky i ekologicky velmi heterogenní

**1** Trsy plodnic klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*) na kmeni javoru v univerzitním kampusu Goetheho Univerzity ve Frankfurtu nad Mohanem (Německo)

soubor hub, které mají symbionty ze všech skupin rostlin cévnatých a určitou paralelu k mykorrhizní symbióze nacházíme i mezi houbami a mechorosty (zde nelze hovořit o mykorrhize, neboť mechorosty nemají kořeny, ale rhizoidy). O arbuskulární mykorrhize pojednávají v tomto čísle dva články (na str. 233–239), které shrnují základní podstatu fungování symbiózy, její význam pro rostliny i houby a možnosti využití cíleného očkování rostlin v zemědělství. Ačkoli je arbuskulární mykorrhiza tím nejrozšířenějším typem mykorrhizy, není při běžném pozorování rostlin vůbec patrná. K jejímu cílenému pozorování ale stačí poměrně málo a můžeme si v rámci praktických cvičení prohlédnout obarvené kořeny trav (lipnicovitých – *Poaceae*) nebo bobovitých rostlin (*Fabaceae*) s typickými mykorrhizními útvary (viz pracovní listy k výuce na webové stránce Živa). Alternativně se dají získat odborně barvené kořínky fixované v kyselině mléčné z některého pracoviště zabývajících se studiem arbuskulárních mykorrhiz (např. Botanický ústav nebo Mikrobiologický ústav Akademie věd ČR).

Naproti tomu „produkt“ ektomykorrhizy lze vidět poměrně dobře v podobě plodnic ektomykorrhizních stopkovýtrusných hub. Bez propojení jejich mycelia s kořeny dřevin plodnice nevzniknou a dosud není jasné, které faktory nebo chemické sloučeniny jsou za tento proces zodpovědné. Z toho důvodu zatím nejsme schopni vypěstovat plodnice hřibů, křemenáčů, kozáků nebo holubinek v pěstírně na substrátu, jak je tomu běžné u hlívy nebo žampionů, ale musíme na ně chodit do lesa. Podobně dobře uvidíme ektomykorrhizu na kořenech dřevin z čeledi bukovitých (*Fagaceae*), březovitých (*Betulaceae*) a borovicovitých (*Pinaceae*). Kořínky mají charakteristicky tupě zakončené, někdy vidličnaté větvené, různě zbarvené a bez vlasových kořínků. Jmenné vlášení, které pozorujeme pod binokulární lupou na promytých kořenech v Petriho misce s vodou, jsou hyfy ektomykorrhizní houby. Ostatní typy mykorrhiz se nejspíš v praktické výuce nevyužijí, ale není na škodu zmínit, že bez erikoidní mykorrhizy by vypadala tundra úplně jinak. Nepřežila by v ní jediná erikoidní rostlina (tedy zástupci řádu vřesovcotvaré – *Ericales*, jako např. vřesy nebo borůvky) a bez orchideoidní mykorrhizy by pro změnu neexistovaly rostliny s nejkrásnějšími květy, orchideje neboli vstavačovité (Živa 2016, 4: 168–171). Jako perličku je možné doplnit, že nezelené mykotrofní rostliny pozměnily výměnu živin s houbovým myceliem v čistý příjem živin a na houbě parazitují (Živa 2010, 5: 204–208).

### Paraziti rostlin

Třetí skupinou klíčovou pro fungování většiny ekosystémů jsou houby parazitické. Během evoluce dokázaly využít jako hostitele rostliny, živočichy i jiné houby. Příklady jejich parazitování a efekt na hostitele jsou nesmírně různorodé a zahrnují mírné parazity způsobující např. jen skvrny na listech rostlin až druhy, které zapříčiní rychlou smrt zdravých dospělých jedinců během jediné sezony. Pouze u hub nacházíme druhy, které se v rámci životního cyklu chovají současně jako sapro-

trofí a příležitostní paraziti, nebo paraziti přecházející po uhybnutí hostitele na saprotrófní výživu. Podobná flexibilita ve změně ekologie během života jednoho organismu je v rámci eukaryot zcela výjimečná!

Parazitické houby představují přirozenou součást složitých potravních vztahů v každém ekosystému, ačkoli je máme ve zvyku vnímat jako škodlivé a nepatřičné (zvláště pokud jsme hostiteli my sami nebo hospodářské plodiny). Např. parazitické dřevokazné houby napadají staré stromy v lesních porostech a mrtvé stromy (stojící i ležící) znamenají stanoviště pro celou řadu živočichů. V případě rozšíření některého druhu dřevokazné houby v hospodářském porostu (navíc vysázeném v nepřírodných podmínkách a jako monokultura) nebo zavlečení exotického parazita do nového prostředí může už docházet k rozsáhlým škodám a hospodářským ztrátám. Mezi rostlinné parazity patří k současným „celebritám“ lze bezesporu zařadit voskovičku jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*, Živa 2014, 1: 7–10) způsobující předčasný opad listů jasanů a nekrózy na výhonech, větvích i kmenech. Následky její celoevropské epidemie pozorujeme i u nás. V první řadě symptomy (prosychání větví v koruně) a v druhé řadě i plodnice voskovičky na tlejících řapících v opadu. Následky rozšíření původců grafiozy jilmů (druhů *Ophiostoma ulmi* a *O. novo-ulmi*) vedly téměř k úplné likvidaci jilmů v Evropě v druhé polovině 20. stol. (a mimo jiné k ohrožení některých živočichů vázaných svým životem na jilmu). I když dnes tyto stromy nacházíme v lesních porostech, jde pouze o mladé jedince vysazené nebo přirozeně zmlazené po ústupu grafiozy.

Některé parazitické druhy se vyskytují i v současnosti, ale díky karanténním a jiným opatřením už nepůsobují žádné škody, přestože v minulosti dokázaly významně zasáhnout do sociálních, ekonomických a demografických poměrů lidské společnosti. Rozšíření rzi *Hemileia vastatrix* na kávovníkových plantážích v britských koloniích druhé poloviny 19. stol. vedla k jejich devastaci a přechodu na pěstování čajovníku. V Británii se díky tomu rozmohlo ve větší míře pití čaje na rozdíl od předchozí preference kávy. Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) přetvářející obilky obilnin ve sklerocia zase působila lokální epidemie otrav v různých částech Evropy a Severní Ameriky od starověku až do konce 19. stol. (viz článek na str. 266). Tyto otravy měly i sociálně-lékařský podtext, neboť vedly ke specializaci jednoho z mníšských řádů (řád sv. Antonína) na péči o silně intoxikované jedince, a to včetně zvládnutí amputace končetin postižených nekrosou.

I v současnosti, kdy máme rozsáhlé možnosti včasné detekce a identifikace parazitických hub a účinné prostředky na jejich hubení, dochází ke kalamitním škodám na zemědělských plodinách. Příkladem mohou být nové virulentní kmeny rzi travní (*Puccinia graminis*), které se šíří z Afriky a snižují výnosy pšenice při silném napadení až o 70 %. Kvůli pěstování obilnin formou velkoplošných jednodruhových polí je těžké zabránit šíření nákazy. Celosvětovým problémem je také druh *Magnaporthe grisea*, parazitující na rýži – roční

ztráty způsobené tímto druhem by podle odhadů vystačily pro nasycení 60 milionů lidí. Onemocnění banánovníků způsobené několika blízcí příbuznými druhy rodu *Pseudocercospora* znamená celosvětově až 40% ztrátu pěstovaných banánů ročně. I zde je ochrana velmi obtížná, neboť všechny banánovníky na plantážích jsou klony jediné odrůdy (Cavendish), a proto nemají žádnou genetickou diverzitu (Živa 2016, 6: 277–281). Stačí jediný silně virulentní kmen některého z parazitických druhů hub a jeho šíření nic nezabrání.

Pomineme-li globální hrozby a ekonomické škody jdoucí do milionů dolarů, se „skromnými“ následky houbových chorob se můžeme setkat všude kolem nás a některé z nich dobře poslouží pro vysvětlení morfologie, symptomatologie a životního cyklu. Kadeřavka broskvoňová (*Taphrina deformans*) deformuje a zbarvuje listy broskvoní a při silnější nákaze stromu způsobuje předčasný opad nezralých plodů. Na příčném řezu napadeného listu (který může být prokoukou šikovnosti studentů) vidíme vývojově primitivní vrůstka a samotné pozorování napadených listů může být využito při výuce růstových změn rostlin po napadení parazitickými organismy. Jedny z nejčastějších druhů parazitických hub jsou padlí (Erysiphales), která současně snadno najdeme v přírodě (i v městské vegetaci) na různých rostlinách. Jejich plodnice jsou pokryté tvarově nevěděními přívěsky a představují ideální objekt pro mikroskopické pozorování. Preparát vytvoříme pomocí preparační jehly seškrábnutím povrchového mycelia s plodnicemi z listu do kapky vody nebo kyseliny mléčné. Druhou možností je obtisk listu nalepením a stržením průsvitné lepicí pásky a její nalepení na kapku vody na podložní sklíčko. Pokud se nám podaří určit hostitele, je velice snadné podle něj určit i druh padlí (stačí k tomu internetový vyhledávač) vzhledem k vysoké specializaci druhu na druh. V okolí školy jistě nalezneme i různé rzi. Rez hrušňová (*Gymnosporangium sabinae*) střídá hrušeň a jalovec čínský nebo j. chvojku jako hostitele. Na hrušni způsobuje viditelné skvrny na listech vedoucí k oslabení stromu a předčasnému opadu nezralých plodů. Na jalovcích naproti tomu znamenají ložiska zimních výtrusů (telia s teliosporami) „jen“ estetickou škodu a vzhledem k častému pěstování jalovce čínského a jeho kříženců jako okrasné dřeviny není obtížné pozorovat tuto rez na větvích. Přenesením drobné části čerstvého, ale i sušeného telia do kapky vody nebo kyseliny mléčné je připraven preparát se zimními výtrusy a při větší dávce štěstí lze dokonce pozorovat jejich klíčení v bazidie s bazidiosporami.

### Paraziti hub a živočichů

Houby parazitují také na jiných houbách a přesvědčíme se o tom i při houbaření. Kdo by ostatně neznal plodnice některých druhů suchohřibů pokryté bílým myceliálním porostem, který patří zástupcům rodu nedohub (*Hypomyces*). Poměrně často najdeme v jehličnatém lese i plodnice helmovky (*Mycena*), s klobouky porostlými parazitickými houbášem hnědým (také ježohubka – *Spinellus fusiger*, obr. 2). Její porost tvoří sporangiofory zakončené



2 Plodnice helmovky (*Mycena* sp.) s kloboukem porostlým mykoparazitickou spájkovou houbou *Spinellus fusiger* (Mucoromycota). Snímky O. Koukola

černými sporangii, takže celá plodnice připomíná jehelníček se spoustou jehel. Jednou z atraktivních mykoparazitických hub je také housenice cizopasná (*Elaphocordyceps ophioglossoides*). Její charakteristická hnědá stromata docela často vyrůstají z půdy v jehličnatých lesích. Po pečlivém a opatrném vyhrabání se dostaneme i k jejich hostitelům – hlízovitým plodnicím houby podzemky (*Elaphomyces* sp.), prorostlým charakteristicky žlutavými myceliem housenice (jinými slovy, pokud chceme objevit podzemku, stačí najít housenici).

Paraziti živočichů zahrnují nesmírně diverzifikovanou skupinu hub, která napadá bezobratlé, a dále velký počet druhů doložených z obratlovců včetně člověka. Nepoměrně větší množství druhů doložených z bezobratlých a obratlovců s nestálou tělesnou teplotou je dáno tím, že běžná stálá teplota těla teplokrevných živočichů (např. u člověka 36,5 °C) je nad 35 °C, tedy nad horní hranici pro růst většiny druhů hub. Pouze poměrně málo druhů si vyvinulo schopnost růstu za vysokých teplot (o termofilních a termotolerantních houbách blíže v článku na str. 208), nebo napadají pokožku, která má nižší teplotu, a pokožkové deriváty (nehty, vlasy, srst, šupiny). Další rozdíl spočívá v účinku na hostitele, kdy paraziti bezobratlých způsobují v drtivé většině případů úmrtí hostitele, zatímco paraziti obratlovců jen relativně vzácně, jejich napadení se projevuje spíše povrchovými infekcemi (také Živa 2012, 3: 107–110). Z této teorie lze uvést i poměrně „atraktivní“ příklady, jak mohou být tyto druhy hub pro člověka přínosné, nebo naopak nebezpečné.

Jedním z druhů, které napadají přezimující housenky motýlů, je housenice čínská (*Ophiocordyceps sinensis*, dřívě

*Cordyceps sinensis*), využívaná již několik staletí v tradiční čínské medicíně. Rostoucí poptávka po mumifikovaných housenkách se stromaty této houby bohužel vede ke stále intenzivnějšímu sběru a housenice čínská patří k ohroženým vyhubením z důvodu vysbírání v přírodě. Některé z druhů entomopatogenních hub jsou využívány v biologickém boji proti škodlivému hmyzu (viz článek na str. 250). Naproti tomu stojí stále častější infekce člověka dermatofytními houbami, jež sice mívají jen „kosmetický“ účinek, ale jejich léčba může být zdlouhavá (článek na str. 262), dále rostoucí množství infekcí vyžadujících chirurgický zásah a systémové náklady vedoucí až k úmrtí pacienta (blíže na str. 254). Mezi parazity obratlovců vynikají svým destruktivním účinkem na hostitele *Pseudogymnoascus destructans*, *Batrachochytrium dendrobatidis* a *B. salamandrorans*. Zatímco první druh náležející mezi vrčkovýtrusné houby způsobuje masivní úhyny severoamerických netopýrů v jejich zimovištích, další dva zástupci chytridií (Chytridiomycota) jsou zodpovědné za hromadné vymírání tropických a subtropických žab, resp. evropských ocařatých obojživelníků. O těchto druzích tak získáme stejné množství informací v mykologických jako zoologických zdrojích.

### Neparazitické asociace hub a jiných organismů

Mezi nejznámější mutualistické asociace patří bezesporu lišejníky (byť zde je otázka, v kolika případech bude prospěšná pro oba partnery). Méně známé, přitom kuriózně častější (a zcela unikající našemu zraku) jsou endofytní houby, které nacházíme takřka v každém pletivu všech rostlin (cévnatých i bezcévných, viz str. 227). Jejich využití v praktické výuce zůstává omezené, neboť pro jejich důkaz je potřeba houby izolovat z povrchové sterilizovaných částí rostlin, což vyžaduje použití agresivních chemikálií. Podobně i některé mutualistické asociace hub s živočichy nelze demonstrovat v praktické hodině, přesto stojí za zmínku. Jde především o bachorové houby (chytridie z oddělení Neocallimastigomycota), bez nichž by nefungoval složitý proces trávení rostlinné biomasy v bachoru přežvýkavců (viz Živa 2007, 2: 88–89). Uvážíme-li, kolik důležitých potravinářských produktů máme z hovězího dobytka, není pro nás tato symbióza až tak odtažitá téma! Vyslovenou perličkou je pak asociace středo- a jihoamerických mravenců střihačů (*Atta* sp.) s několika druhy pečárkotvarých hub (Agaricales). Představují jeden z mála případů v živočišné říši (dalším jsou některé skupiny rovněž středoamerických druhů termitů), kdy hmyz cíleně pěstuje houbu jako hlavní zdroj potravy. Současně jsou mravenci střihači poměrně atraktivní skupinou pro producenty přírodovědných pořadů, a proto o nich existuje řada populárně naučných videí, která zmiňují (ne-li zobrazují) i mravenčí „houbové zahrádky“.

Úplnou raritou na závěr jsou pak houby predátoři, chytající aktivně půdní háďátka. Opět jde o skupinu poměrně obtížně pozorovatelnou během praktické části, ale na druhou stranu lze na internetu najít plnou verzi vzdělávacího pořadu natoče-

ného v reálném čase a v časosběru v r. 1994 v německém Göttingenu (Nematophagous fungi I a II). Tento dodnes nepřekonatelný soubor videí zachycuje několik druhů hub, které různými mechanismy lapají půdní háďátka, a tím si vylepšují výživu o zdroj dusíku.

### Houby v biotechnologiích

Jestli jsou houby v něčem výjimečné, pak v produkci obrovské diverzity enzymů, které jim umožňují rozkládat nejrůznější sloučeniny přírodního původu, a sekundárních metabolitů, díky nimž komunikují s prostředím a ovlivňují (mikro)organismy v okolí. Těchto dvou vlastností se hojně využívá v biotechnologiích. Ať už jde historicky o výrobu kvašených alkoholických nápojů, kynutého pečiva, sýrů a salámů s ušlechtilou plísní, fermentaci sóji na sójovou omáčku a tempěh, nebo o léčiva (antibiotika, cyklosporin a statin), mikroskopické houby se využívají v lidské civilizaci od pradávna. Mezi nejnovější směry výzkumu patří především hledání léčiv (např. nových typů antibiotik a cytostatik) a využití čistých houbových enzymů pro potravinářské a obecné průmyslové aplikace. Jen málokdo si dnes uvědomuje, kolik výrobních procesů zahrnuje enzymy hub (např. odstraňování sedliny z džusů, laktózy z mléka, úprava krmiva, pečiva a masa, čištění vody, zpracování kůže, papíru a textilu) a kolik produktů je obsahuje (čisticí prostředky). Další méně známé aplikace popisuje článek na str. CXXXI, některé najdeme i na str. 250 a CXXXIII této Živy. Houbám v biotechnologiích se věnuje rovněž nedávno vyšlá publikace, blíže v recenzích na str. CXXXVIII.

Mezi zajímavosti patří i poměrně vzácné, byť někdy klíčové využití hub ve forenzních vědách. Druhá identita nalezených hub na mrtvých obětech, jejich rychlost růstu, nebo specifický substrát, na kterém se v přírodě vyskytují, pomohly usvědčit řadu pachatelů (Hawksworth a Wiltshire 2015).

### Nebezpečí pro člověka

S rozvojem našich znalostí hub a jejich toxinů (blíže na str. CXXXIII) je již v rozvinutých zemích běžná pravidelná kontrola surovin a potravinářských produktů. Nehrozí nám bezprostřední otrava, ani dlouhodobá expozice některým mykotoxinům, nanejvýš pozřeme něco s obsahem mykotoxinů nad povolenou normu. Přesto nám i dnes mohou mikroskopické houby „škodit“. Nejčastěji se to týká znehodnocení potravin (při špatném a příliš dlouhém skladování zplsnívá), růstu mikroskopických hub na zdech a dalších částech bytů, případně v klimatizačních jednotkách (což vede k uvolňování alergenních spor a těkavých sekundárních metabolitů do ovzduší) a znehodnocení archivních nebo sbírkových předmětů z přírodních materiálů (Živa 2002, 4: 153–156). Přehnaná hygiena a stres vede celkově ke snižování odolnosti člověka a čím dál více druhů mikroskopických hub se stává příležitostnými patogeny.

Terminologický slovník najdete na str. CXXXVII kuléru, použitou literaturu a materiály k výuce na webu Živy.