



EKOLOGIE A VÝZNAM HUB

(místy se zvláštním zřetelem k makromycetům)

- Houby a jejich prostředí • Životní strategie a vzájemné působení hub
- Ekologické skupiny hub, saprofytismus (terestrické houby, detrit a opad, dřevo aj. substráty) • Symbiotické vztahy hub (ektomykorhiza, endomykorhiza, endofytismus, lichenismus, bakterie, vztahy se živočichy) • Parazitismus (parazité živočichů a hub, fytopatogenní houby, typy parazitických vztahů)
 - Houby různých biotopů (jehličnaté, lužní, listnaté lesy, nelesní stanoviště, společenstva hub) • Šíření a rozšíření hub • Ohrožení a ochrana hub
 - Jedlé houby a pěstování • Jedovaté houby a otravy • Hospodářské využití hub (potravinářství, farmacie, biologický boj aj.) • **Hospod. škody působené houbami**



HOSPODÁŘSKÉ ŠKODY PŮSOBENÉ HOUBAMI

Hospodářské škody mají na svědomí v první řadě parazitické houby napadající organismy (zejména rostliny) člověkem využívané.

Dalšími "škůdci" jsou pak houby znehodnocující produkty lidské činnosti (typicky druhy dřevokazné nebo kontaminující potraviny či vědecký materiál).

FYTOPATOGENNÍ HOUBY

Hlavní nebezpečí fytopatogenních hub pro zemědělské kultury tkví v produkci značného množství spor a rychlém šíření => choroba může zachvátit rostliny na velkém území.

Příkladem budiž hladomor v [Irsku 1845–1849](#) (v menší míře ve Skotsku 1846–1847), kam byl dříve introdukován brambor, stal se základní složkou výživy, o pár století později za ním "přišla" [Phytophthora infestans](#) (v Andách, kde je původní, s brambory "žije v rovnováze") a likvidace několika sklizní po sobě byla pro obyvatelstvo katastrofou.



Phytophthora infestans je učebnicovým příkladem patogenní houby, která ve svém domovském areálu neškodí tolik jako když se dostane do vhodných podmínek tam, kde dosud nerostla a není zde proti ní rezistence.

Irský hladomor je bezesporu nejznámější, ve světě však lze najít i další příklady **invazního šíření zavlečených fytopatogenů** v kulturách plodin nebo lesních porostech:

- *Helminthosporium oryzae* (*Pleosporales*) má na svědomí hladomor v Bengálsku 1942–1943;
- rez *Hemileia vastatrix* likviduje pěstování kávy v různých zemích, kde není původní;

Vlevo *Helminthosporium oryzae*, uprostřed *Hemileia vastatrix*, vpravo detail uredíí.



<http://www.agriculturacanaria.com/detalleenfermedades.asp?id=89>



<http://www.apsnet.org/Education/AdvancedPlantPath/Topics/cultivarmixtures/Images/coffeerust.htm>



Foto J. R. Baker,

- "chestnut blight", *Cryphonectria parasitica* zavlečená z Asie do USA v letech 1900–1908 zdecimovala *Castanea dentata*;
- "dutch elm disease", *Ophiostoma novo-ulmi* byla zavlečena z Asie do Evropy kolem roku 1910, do USA zhruba 1928 a druhá vlna nákazy postihla Evropu v 60. letech;
- "sudden oak death", *Phytophthora ramorum* způsobila rozsáhlé kalamity v Evropě a v USA koncem 90. let (v tomto případě není zcela jasné, zda šlo o zavlečení patogena nebo rozšíření autochtonního druhu).

Svahový porost
v Big Sur (Kalifornie)
proředěný působením
Phytophthora ramorum.



Foto David Conneran, http://en.wikipedia.org/wiki/Image:IMG_0223.JPG



Sclerotinia Drop (*Sclerotinia sclerotiorum*) on lettuce.
Courtesy J.A. Amador, TAES, Weslaco, 1972.

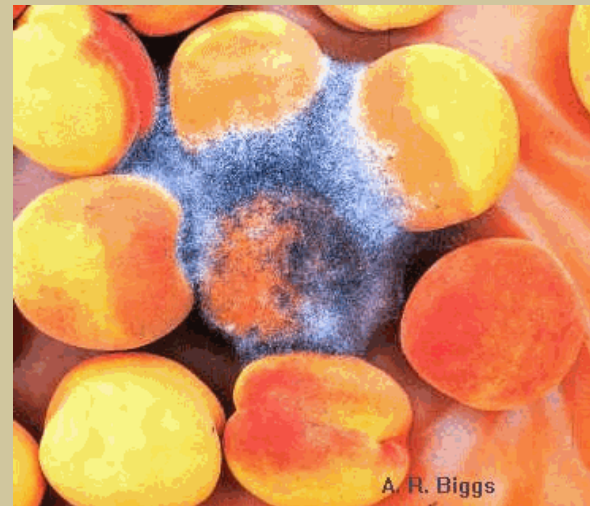
Kromě biotrofních parazitů způsobují značné škody i houby způsobující hniloby již sklizeného rostlinného materiálu (*Sclerotinia* spp., *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Rhizopus stolonifer*).

Vlevo *Botrytis cinerea* a *Trichothecium roseum*, uprostřed *Penicillium italicum* a *P. digitatum*, vpravo *Rhizopus stolonifer*.

<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/penicill.htm>

Foto vpravo Dr. Alan R. Biggs, West Virginia University;

http://www.caf.wvu.edu/kearneysville/disease_descriptions/disease_images/viskeypfr.html



A. R. Biggs

Houbové choroby představují značný hospodářský problém po celém světě, ve vyspělých státech jsou jimi způsobené ztráty odhadovány na 6–10 % celkové produkce.

Přirozeně jsou ovšem plodiny odolné proti svým "domácím" patogenům (jinak by tu už nebyly :o) – houbové epidemie jsou hlavně důsledkem špatného hospodaření (vedoucího ke změně podmínek prostředí – obsahu látek v půdě, pH apod. => oslabení rostlin), pěstování plodin mimo jejich přirozený areál nebo introdukce cizokrajných patogenů.

Značným problémem je v tomto případě skutečnost, že porosty plodin obvykle představují geneticky uniformní monokultury stejného věku (pole, plantáže, lesní porosty) – podaří-li se patogenovi překonat obranné mechanismy hostitele (může se zde uplatnit například pozitivní selekce: u některých jedinců patogena dojde ke změně v genotypu => rostlina včas nerozpozná infekci), snadno zachvátí celou kulturu.

K **hromadné nákaze** dochází za příznivé souhry okolností na straně **patogena, hostitele a prostředí** (viz *infekční proces*).

Vzhledem k patogenům jsou účinné zejména preventivní metody pro zamezení vzniku nákazy – jde o karanténní opatření, jež mají za cíl "nepustit" patogena do oblasti, dovoz rostlinného materiálu z "čistých" oblastí, kontrolu osiva, ošetření způsoby likvidujícími inokulum. Nerespektování karantény bývá hlavní příčinou kalamitních epidemií.

Na straně hostitele jde o šlechtění rezistentních odrůd nebo aplikaci fungicidů. Ovlivněním prostředí může být změna poměrů, kterou "snese" pěstovaná plodina, ale vytvoří nevyhovující podmínky pro patogeny – například odvodnění eliminuje houby šířící se půdní vodou.

Metody **eliminace infekce** předem nebo v počátečním stadiu (ideální je kombinace různých metod, stejně tak i pro potlačení již propuknuvší nákazy):

- šlechtění rostlin na rezistenci proti houbám, pěstování rezistentních variet, kultivarů, populací;
- selekce rostlinného materiálu, setí prověřeného osiva;
- využití nepatogenních kmenů k vyvolání získané imunity proti konkrétním druhům patogenů;
- preventivní aplikace fungicidů, které jsou rozprašovány na povrch rostlin nebo jsou jimi ošetřena semena; některé působí specificky na určitou skupinu hub, jiné mají "široký záběr" a působí proti různým houbám (např. fungicidy obsahující CuSO_4), ale na druhou stranu je nevýhodou, když sirné nebo měďnaté preparáty při splachu do půdy zasáhnou i řadu jiných organismů včetně přirozených antagonistů patogenních druhů;
 - fungicidy působící povrchově zabraňují vstupu patogena do rostlinného těla (označované jako protektivní, jsou účinné proti patogenům působícím na povrchu, omezená bývá jejich účinnost uvnitř pletiv), jiné mohou být rostlinou absorbovány a transportovány do dalších pletiv (systémové fungicidy);

- likvidace rostlinných zbytků (v případě zakopání nebo zaorání mohou některé organismy přežít i hlouběji v půdě, spolehlivější je spálení, i když záleží na intenzitě ohně a má i své zápory jako ztrátu živin, narušení povrchu půdy);
- eliminace živých rostlin přímo napadených nebo i nositelů nákazy (například mezihostitelů v případě rzí);
- "rotace" plodin (střídavé pěstování různých plodin na dané ploše, opětné pěstování té původní až zase po delší době, kterou někteří patogeni nepřežijí – tento přístup je neúčinný pro patogeny schopné dlouhého přežívání v dormantních stádiích);
- setí "na řídko" (čím hustší porost, tím snadnější a tím i rychlejší šíření infekce) nebo smíšených porostů (různé plodiny pohromadě, též větší vzdálenosti a navíc i "překážející" rostliny mezi jedinci téhož druhu);
- možnou "taktikou" je i vysetí náchylné plodiny na ploše, o které je předem známo, že je infikována patogenem => dojde k nákaze => předčasná sklizeň a likvidace napadených rostlin před uzavřením životního cyklu patogena => snížení počtu infekčních propagulí v daném místě.

Potlačení již existující nákazy je obtížnější, ale v případě, že infekce již propukla ve větší míře, je potřebné ji zastavit nebo aspoň zpomalit postup šíření. I zde jsou různé možnosti:

- růst a šíření patogena může být inhibováno změnou mikroklimatických podmínek (teplota, vlhkost, ozáření) – dobře se aplikuje ve sklenících, na polích je to samozřejmě obtížnější a omezeně použitelné;
- likvidace nakažených plodin (může zamezit šíření v případě menší, prostorově omezené nákazy; naopak likvidace všech porostů ze širokého okolí, pokud se již nákaza rozšířila, je těžko proveditelná, nehledě na to, že propagule patogena již mohou být rozptýleny v půdě anebo ve vodě);
– obdobně i pletí coby způsob eliminace jednotlivých napadených rostlin je použitelné jen v plošně omezených porostech, ne na širých lánech;
- aplikace chemických přípravků, fungicidů (v této fázi účinné spíše systémové fungicidy, viz výše);
- omezeně jsou využívána antibiotika (např. cyklohexamin proti peronosporám a rzím), nevýhodou je schopnost patogenů vyvinout rezistentní formy;

- "biologický boj" představuje využití organismů, které likvidují patogeny kompetiční cestou (vytlačí je z životního prostoru, ochudí o zdroje živin) nebo prostřednictvím sekundárních metabolitů s antibiotickými účinky;
 - další možností je využití fungivorních bezobratlých;
 - též využití mykoparazitů (zde vlastně jde o houbové hyperparazity) proti odpočívajícím stadiím patogenů (*Chytridiomycota* napadající oospory druhů z odd. *Oomycota*, imperfektní houby napadající sklerocia) => problémem je v takovém případě zanesení nového organismu do ekosystému nebo zvýšení zastoupení stávajícího – možné narušení rovnováhy;
- naopak lze využít specifické houbové parazity proti plevelům (označované jako mykoherbicity).

Výhody "biologického boje" oproti "chemickému": v menší míře zasahuje jiné organismy než cílové, méně snadno se u patogena vyvine rezistence => lze předpokládat, že v dohledné době se podíl "biologického boje" výrazně zvýší.

Různé způsoby **ošetřování porostů** a dodávání živin mohou hrát kladnou i zápornou úlohu:

- zaplavení (např. rýžových polí) nebo zavlažení půdy může eliminovat některé patogeny, ale s vodou zase "přitečou" inokula jiných, vodou šířených; zalévání kultur (postřik shora) prodlužuje dobu zvlhčení listů, což také může být "voda na mlýn" patogenních hub;
- hnojení a dodávky živin podporují růst (a tím i sílu a zdraví populace) rostlin, ale mohou podpořit i rozvoj patogenů – hlavní potřebné prvky jsou dusík (dusičná hnojiva podporují vegetativní růst a tím i dobu dozrávání – v této fázi jsou rostliny náchylnější k infekci), fosfor (různý efekt na různé rostliny i patogeny – některým pomůže, jiné potlačí), draslík (převážně eliminuje rozvoj patogenů) a vápník (nezbytný prvek pro budování buněčných stěn, potřebný tedy k obrannému zesílení stěn buněk; větší množství vápníku také zvyšuje pH půdy, což může likvidovat acidofilní houby).

Jsou určité možnosti, jak předpovědět možnost vzniku **epidemie** (někteří autoři preferují pro choroby rostlin výraz **epifytocie**) na základě průběhu počasí, stanovištních faktorů a znalosti biologie konkrétních druhů. Analýza významných faktorů může dodat data pro počítačové modelování situace => vyhodnocení rizika propuknutí nákazy ve větším rozsahu => v dnešní době snadné informování pěstitelů prostřednictvím sdělovacích prostředků anebo internetu.

Zdrojovými daty bývají klimatické údaje (včetně mikroklimatických, teploty v porostu nebo vlhkosti na povrchu listů), množství infekčních částic v prostředí (to je dobrý údaj u chorob, které se rozšíří postupně za stabilně dobrých podmínek; slabší výpovědní hodnotu má okamžité množství inokula u chorob, které se za příhodných podmínek rozšíří "bleskově"), u půdních hub podmínky v půdě, u hub přenášených živočichy přítomnost a množství přenašečů.

Někde je využíváno pěstování náchylných kultivarů na sledovaných plochách – propuknutí nákazy zde poskytne varování na možnost následného zasažení okolních porostů.

DŘEVOKAZNÉ HOUBY

Největší škody v lesních kulturách způsobují primární parazité:



- *Heterobasidion annosum* (resp. dnes komplex několika druhů, pro zjednodušení je zde uváděn jako jeden) je "metlou" především jehličnatých porostů, zejména smrkových kultur v nižších polohách. Zásadní pro napadení dřeviny je oslabení způsobené stresem z nedostatku vody, když při delším suchu klesne hladina vody v půdě a kořenový systém se ocitne "na suchu" (důsledkem je i pokles koncentrace fungistatických látek v pletivech). Vyhnití kořenového systému a spodní části kmene má za následek vyvracení stromů.



- Obdobně zhoubně mohou působit václavky (*Armillaria* spp., na snímku *Armillaria ostoyae*), jejichž působení je omezeno na kořeny a bazální část kmene; nákaza může být navenek zřejmá "nenormálním" rozšířením spodku kmene (kuželovitá báze), kterým dřevina kompenzuje hnilobu jádrového dřeva.

Foto Martina Vašutová,

<http://botany.upol.cz/atlas/system/image.php?filename=basidiomycetes%2Fhomobasidiomycetes%2Fpolyporales%2Fheterobasidion-annosum1.jpg>

Foto Jaroslav Malý, <http://www.naturfoto.cz/vaclavka-smrkova-fotografie-11505.html>

Sekundární parazité (*Stereum* spp., *Phaeolus schweinitzii* aj.) se uplatňují při poranění borky a vniknutí infekce do dřeva. Na případech poranění se vedle přirozených příčin (odlomení větví, mrazové trhliny, pohyb kamenů v suťovém svahu) výrazně podílí i člověk (poškození sousedních kmenů při těžbě) a ohryz lesní zvěří (mnohde přemnoženou nad únosný stav). Napadení lesních dřevin způsobují hlavně stopkovýtrusné houby, především z řádu *Polyporales* (i když dnes již "choroše" patří do různých řádů), v menší míře vřeckaté, zejména stromatické pyrenomycety (především *Xylariales*).

Nahoře hnědák Schweinitzův (*Phaeolus schweinitzii*), dole spálenka skořepatá (*Kretzschmaria* = *Ustulina deusta*).

Foto Pantáta, <http://www.damyko.info/ForumA/viewtopic.php?t=174>

Foto Martina Vašutová,

http://botany.upol.cz/atlas/system/image.php?filename=ascomycetes%2Fxyariales%2Fhouby_0071.jpg&width=350&height=263&latin=Ustulina%20deusta&czech=Spálenka%20skořepatá&descr=syn.%20Kretzschmaria%20deusta



© 2007 Martina Vašutová

Značné nebezpečí představují houbami **napadené dřeviny v zástavbě** měst a vesnic, kde pád větve či celého stromu může ohrozit obyvatele. Teoreticky by se dalo mluvit o vhodnosti vysazovat i v obcích původní druhy dřevin, ale proti nim v některých případech mohou mluvit změněné podmínky – suchá (obvykle oddrenážovaná) a udusaná půda (nedostatek kyslíku, voda po ní přeteče a nevsakuje se) je spíše vhodná pro xerotolerantní druhy. V blízkosti komunikací navíc otřesy ztěžují či znemožňují napojení mykorhizního mycelia.

Nebezpečná situace nastává s vniknutím houby do dřeva a následným rozvojem hniloby ve dřevě. Ačkoli na první pohled zřetelnější bývá obvykle bílá hniloba (s víceméně rovnocenným rozkladem strukturních složek dřeva), větší riziko představuje hnědá hniloba působená celulózovorními houbami – zaměření pouze na celulózu znamená (až tisícinásobně!) vyšší aktivitu celuláz a úplný rozklad celulózy má za následek výrazné zhoršení biomechanických vlastností, zejména pevnosti dřeva.

Přítomnost hniloby v kmenech lze někdy rozpoznat netypickým rozšířením kmene – je-li hniloba uvnitř, zaměřuje se houba hlavně na jádrové dřevě a dřevina to kompenzuje zvýšeným růstem po obvodu, snaží se hnilobě "urůst" (viz výše u václavků); též některé dřeviny vytvoří tmavou bariéru kolem napadeného dřeva (což se ale pozná až na průřezu). Markantní známkou rozsáhlého působení houby je (pokud se objeví) tvorba většího množství plodnic a zejména na více místech; naopak to ovšem platit nemusí, málo plodnic zdaleka nemusí znamenat malou nákazu.

Houba nejnáze proniká v místech porušené borky a obnaženého dřeva. Důležité pro zamezení nákazy je provádět správně ořez větví (vždy až na větví, ponechat klidně určitý pahýl, ale nikdy neřezat do výběžku kmene). Přírozené praskliny vznikají hlavně v místech větvení typu "V", tedy mezi dvěma či více rovnocennými kmeny (tedy ne odbočování větví) – setkáme se s ním v případě "dvojáků", dřevin seřezaných "na hlavu" a následně přerůstajících nebo starých pařezů, kde z kořenových výmladků vyroste vícekmenný strom.

Skryté nebezpečí mohou představovat kořenové hniloby, které nemusí být navenek vůbec viditelné, ale narušení kořenového systému ovlivní jeho ukotvovací funkci. Takto napadený strom může být rozpoznán v případě nekompenzovaného náklonu, kdy je kmen šikmý v celé výšce (prozrazuje to naklání stromu až v dospělém věku, zatímco zdravý strom, byť šikmo vyrostší, by kmen následně napřímil). Příčinou může být napadení například václavkou (nemusí se navenek tvořit plodnice, jen rhizomorfy pod kůrou) nebo spálenkou (neradno zasypávat zemí i kořenové náběhy, to má *Ustulina* ráda).

Co je důležité pro eliminaci rizika ohrožení v případě dřevin v parcích nebo na ulicích?

- základní zásada: prevence na prvním místě;
- již od výsadby zajistit dřevině podmínky, aby byla v dobré kondici (zejména dostatek vody);
- pokud možno zamezit mechanickému poškození;
- při řezu chránit hraniční zóny (mezi kmenem a větví);
- v případě ošetření řezné plochy tak učinit ihned a nevytvořit na řezu "skleník" nepropustným pokryvem;
- eliminovat podmínky vhodné pro houby (vnikání vlhkosti do dřeva);
- průběžně monitorovat stav dřeviny – zjevné oslabení značí problém;
- sledovat, zda se na povrchu neobjevují plodnice – podle druhu houby lze určit druh hniloby, která je uvnitř;

- po vyhodnocení rizik případně rozhodnout o skácení dřeviny – záleží na:
 - druhu hniloby (jak již bylo řečeno, hnědá/červená je nebezpečnější);
 - stavu dřeviny (pevnost dřeva, rozsah poškození);
 - druhu dřeviny, v případě cenného druhu se vyplatí i nákladné testy (tahové zkoušky apod.), ošetření nebo zpevnění (celkové náklady dosahují desítek tisíc);
 - ohrožený prostor v případě pádu (zda hrozí zásah stavby nebo místa pohybu osob);
- v případě nízkého rizika lze doporučit ponechání dřeviny (má na stanovišti svůj ekologický význam).

Rozklad opracovaného dřeva (nábytek, stěny a podlahy budov) způsobují zejména *Serpula lacrymans* a *Coniophora puteana*. Tyto druhy způsobují hnědou hnilobu, jež vede k rozložení celulózy až na CO₂ a H₂O (=> tím dochází ke zvlhčení i suchého dřeva, což zpětně vyhovuje houbám), ve dřevě lze často nalézt jejich syrocia.

Ideální podmínky pro napadení dřeva v interiérech jsou pokojová teplota, dostatečná vzdušná vlhkost (v počáteční fázi i vlhké dřevo, později už není podmínkou), dostatek kyslíku, ideálně kyselé pH.

Pro běžnou ochranu před dřevokaznými houbami je lepší vytvoření podmínek nepříznivých pro růst – omezení přístupu kyslíku, nízká vlhkost, nízká teplota. Ideální prevencí proti napadení je zdravé a suché dřevo, vyplatí se i moření.

V případě nákazy je nejlepším řešením napadené dřevo odstranit a spálit.

Lze využít i chemické přípravky (například kyselinu benzoovou, slabé kyseliny pronikají do hyf, kde způsobují snížení pH a smrt buněk), ale jsou omezeně účinné a mnohé toxické.



(*Coniophora puteana*) nejen tvoří rozlité plodnice na dřevě, ale rozrůstá se i rhizomorfami.



http://www.ib-rauch.de/holz/pilze/mycel_ks.html

Koniofora (popraška) sklepní

HOUBY V LABORATOŘÍCH

"Nevítané" houby mohou být problémem i v laboratorních podmínkách

– zmiňme stručně možnosti zamezení jejich přenosu a růstu:

- mechanické zamezení průniku hub – membránovým filtrem;
- příprava sterilní živné půdy:
 - sterilizace v páře při 100 °C (3 dny po půl hodině, doporučeno pro půdy obsahující cukry);
 - sterilizace v autoklávu (20 minut při tlaku 1–1,5 atmosféry);
- příprava sterilních nástrojů, kterými odebíráme vzorky, a nádobí, do kterého jsou odebrány:
 - sterilizace teplem, laboratorní sklo je doporučeno dát na 2–3 hodiny do sušárny při 160–180 °C (teoreticky na likvidaci spor hub stačí 90 °C, zatímco na likvidaci bakterií až 120 °C); před kontaktem s kulturou je záhodno ožehnout nad plamenem hroty nástrojů, hrdla zkumavek i zátky;
 - v laboratořích, ale i v potravinářských provozech, je častou formou sterilizace ionizujícím zářením (např. γ), které denaturuje proteiny a DNA, ale jinak nenarušuje chemické složení ani mechanické vlastnosti látek (oproti autoklávování nebo propaření); dávka 25 kGy (kiloGray) by měla stačit k likvidaci i spor a dormantních stádií (ale je znám případ, kdy *Melanotus eccentricus* /*Agaricales*/ ozáření přežil);

- přenos hub mezi kulturami (přeočkování) v uzavřeném prostoru – malých očkovacích boxech nebo prosklených skříních s otvory pro ruce, které lze dezinfikovat zářením z UV lampy nebo vystříkáním dezinfekčními prostředky;
- působení chemických látek (působících nespecificky na různé organismy – např. síra a její sloučeniny – nebo specifické látky působící na metabolismus, funkci plazmatické membrány, inhibitory mitózy, syntézy DNA, RNA, proteinů, ...).