



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

JEDOVATÉ HOUBY A OTRAVY

OTRAVY JEDOVATÝMI MAKROMYCETY

Se sběrem různých druhů hub je bohužel neodmyslitelně spjata riziko otrav – ve střední Evropě roste asi 200 druhů **jedovatých hub**. Nelze říci, že by některý ekosystém byl prost jedovatých druhů, i když méně je jich například v horách, na rašeliništích nebo v travinných porostech.

Houbu lze považovat za jedovatou, jestliže po požití malého množství nebo (v případech kumulativních jedů) opakovaně určitého množství dojde k tomu, že obsažené látky způsobí zdravotní problémy.

Otravy způsobované makromycety můžeme dělit podle jejich závažnosti na

- lehké, které působí houby mírně nebo slabě jedovaté; jde zejména o potíže trávicího traktu, se kterými se ale zdravý organismus dokáže vypořádat;
- těžké, při kterých dochází k poškození některých orgánů, otrava každopádně vyžaduje léčbu a může skončit i smrtí; jde o houby prudce, resp. smrtelně jedovaté.

Obsah toxinů nemusí být vždy a všude stejný – závisí na faktorech prostředí nebo stáří plodnice. Různé množství toxinů je i v různých částech plodnice – např. *Amanita muscaria* má nejvíc účinných látek ve vrstvičce pod pokožkou klobouku, *Amanita phalloides* má nejvíce amanitinů v lupenech.

(Pro zajímavost můžeme poznamenat, že α -amanitin byl objeven i v plodnicích hřibů a lišek, ale v tak malém množství /nanogramy/, že se není čeho obávat).

Rozhodně nelze posuzovat neškodnost hub podle ohryzu jinými živočichy.

Co je jedovaté pro teplokrevné živočichy, nemusí vadit např. bezobratlým (*Amanita phalloides* nevadí plžům), "ožrané" houby tedy nemusí být jedlé.

Různá vnímavost k různým látkám je známa i mezi savci – příkladem jsou králíci, při orálním požití asi 10krát odolnější vůči jedům muchomůrky zelené než člověk. Mějme též na paměti, že i spory jedovatých hub jsou vždy jedovaté.

Představme si teď v krátkosti **nejběžnější jedovaté houby** (uvedený přehled zdaleka neobsahuje všechny naše "jedůvky"!) a jejich účinky.

Muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*): jedy jsou polypeptidy amanitiny a phalloidiny a polysacharid phallin. **Amanitiny** (amatoxiny) blokují syntézu proteinů v buňkách, když inhibují RNA-polymerázu již v jádrech. **Phalloidiny** (phallotoxiny) jsou "jaterní jedy" – rozrušují buněčné stěny jaterních buněk. Phallin je jediný z uvedených toxinů termolabilní (rozkládá se za vyšší teploty, typicky varem).

Projevy otravy (dospělému stačí 1 plodnice /cca 50 g/, dítěti zlomek): za 6-12 hodin (vzácněji až za pár dnů) závratě, studený pot, nevolnost, zvracení, průjemy, později příznaky žloutenky, játra zduřelá, břicho citlivé na tlak a málo moči, nakonec dochází k selhání jater a ledvin (tzv. **hepatorenální = phalloidní** nebo též **hepatonefrotoxický syndrom**) => úmrtnost cca 30 %.



Shodné toxiny obsahují další **muchomůrka jarní** (*A. verna*) a **muchomůrka jízlivá** (*A. virosa*), dále **bedla kaštanová** (*Lepiota castanea*), **bedla chřapáčová** (*L. helveola*) nebo **čepičatka okrajová** (= č. jehličnanová, *Galerina marginata*).



Vlevo shora
Amanita verna,
Amanita virosa,
vpravo shora
Lepiota castanea,
Galerina marginata.

Muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*), muchomůrka slámožlutá (*A. gemmata*), muchomůrka červená (*A. muscaria*) a muchomůrka královská (*A. regalis*) obsahují kyselinu ibotenovou, muskazon a muscimol (= pantherin, dříve též mykoatropin; m. tygrovaná obsahuje těchto látek větší množství), působící hlavně na centrální nervový systém.



http://www.erowid.org/plants/amanitas/amanitas_pantherina.shtml

Amanita pantherina

from National Audubon Society Field Guide to N. American Mushrooms

Foto Ondřej Zicha,
<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id509/>

Vpravo *Amanita gemmata*, dole *Amanita regalis*.

Foto Harri Arkio,
<http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/fungi/basidiomycotina/agaricales/amanitaceae/amanita/index.html>



Projevy otravy: za 30–60 minut nevolnost, bolesti hlavy, po jejich odeznění příznaky tzv. **psychotonického = pantherinového (halucinogenního) syndromu** – člověk je jako "v opici", hlasité řečnění, bezúčelné pohyby se sníženou koordinací, někdy agresivita; mohou následovat poruchy prostorového vnímání, případně ospalost => úmrtnost u m. tygrované asi 3 %, při slabší otravě uzdravení bez následků.

Muchomůrka červená byla, respektive dosud je používána některými národy jako **psychotropní houba** (ve středověku ve Skandinávii, možná i ve starověké Indii, dodnes místy na Sibiři). Psychotropní stavy popsané u *Amanita pantherina*, případně též *A. muscaria* nebo *A. regalis* jsou někdy označovány jako mykoatropinové otravy.



Amanita muscaria. Juan A° Leiva (c) 2003

Vláknice obsahují **muskarin** (ten je v *Amanita muscaria* paradoxně jen ve stopovém množství), působící na receptory parasympatických nervových zakončení. Nejvíce je ho u **vláknice načervenalé** (***Inocybe erubescens*** = *I. patouillardii*), ale jedovatých druhů je v rodu celá řada. Projevy otravy: za 10–30 minut nevolnost, zvracení, průjmy, slzení a slinění, nejprve zrychlený tep a pocení, posléze zpomalený tep, pokles krevního tlaku a bledost, dýchací obtíže, zúžené zornice a mlhavé vidění => úmrtnost (obvykle selháním srdce) asi 4 %.



[http://www.toxinfo.org/pilz/db/bilder/Mai-Ritterling_\(Calocybe_gambosa\).Mai-Ritterling.001.JPG](http://www.toxinfo.org/pilz/db/bilder/Mai-Ritterling_(Calocybe_gambosa).Mai-Ritterling.001.JPG)

Srovnatelné otravy (**muskarinový syndrom**) způsobují též některé **strmělky**, například strmělka vosková (***Clitocybe cerussata***).

Hlavními toxiny **pavučinců** (i tento rod obsahuje mnoho jedovatých druhů) jsou **orellaniny**, jejichž jméno napovídá na **pavučinec plyšový** (= kožnatku plyšovou, *Cortinarius orellanus*) – jedy působící především na ledviny (trvalé poškození ledvinových kanálků), takže hovoříme o ledvinových otravách.

Projevy otravy: za 2–4 dny (v extrému až za 2–3 týdny, nejdelší latence mezi známými houbami) nejprve nadměrné močení, nevolnost, bolesti hlavy, břicha a v kříži, zvracení, posléze selhání ledvin a hromadění produktů metabolismu – tzv. **nefrotoxický syndrom** => úmrtnost přes 30 %, ale otravy jsou naštěstí podobně vzácné jako *Cortinarius orellanus*. Nicméně na usmrcení člověka stačí jedna 30gramová plodnice (tedy méně než u *Amanita phalloides*).

http://www.fungocheva.it/fav_cortinarius_orellanus.htm



Vlevo *Cortinarius orellanus*, vpravo čirůvka zelánka (*Tricholoma equestre*). Záměna těchto druhů je příkladem toho, kam může vést určování jedlých hub jen podle vyobrazení v atlase obsahujícím omezený počet druhů.

Závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), závojenka vmáčklá (*E. rhodopolium*) nebo závojenka jarní (*E. vernum*) způsobují tzv. gastroenterodyspeptický syndrom.

Vlevo *E. sinuatum*

<http://www.webalice.it/mondellix/Funghi%20E.htm>

Vpravo nahoře

E. rhodopolium

Vpravo dole

E. vernum

Foto Georg Müller,

<http://www.pilzepilze.de/piga/zeige.htm>

[/piga/zeige.htm](http://www.pilzepilze.de/piga/zeige.htm?name=entoloma_vernum)

[?name=entoloma_vernum](http://www.pilzepilze.de/piga/zeige.htm?name=entoloma_vernum)



Projevy otravy:

podráždění žaludku a střev, bolesti břicha, průjmy a zvracení, může vést k silné dehydrataci a souvisící demineralizaci, případně ovlivnění činnosti ledvin. Otrava má sice těžký průběh, ale obvykle nekončí smrtí (úmrtnost kolem 1 %).

Podobné gastrointestinální poruchy byly popsány při požití vzácnějších druhů, jako čirůvky tygrované (*Tricholoma pardinum*) nebo hlívy olivové (*Omphalotus olearius*).

Lysohlávky (lesní *Psilocybe bohemica* a příbuzné druhy; spíše nelesní *P. semilanceata*) obsahují psilocybin a psilocin, deriváty tryptaminu působící na centrální nervový systém => vyvolávají **psychotropní otravy**.

Projevy otravy: za 15–60 minut (i později) bolest hlavy, malátnost, psychické poruchy (pocit štěstí, smích nebo deprese, zlost) – psychotropní = halucinogenní syndrom, při předávkování nebo u člověka se skrytou dispozicí může dojít až k rozštěpení osobnosti.

Lysohlávky jsou nejznámější, ale uvedené látky jsou obsaženy i v jiných našich houbách, jako jsou třeba kropenatec otavní (*Panaeolina foenicisii*), šupinovka nádherná (*Gymnopilus junonius*) nebo některé šítovky (např. *Pluteus salicinus*).



Psilocybe bohemica

Foto Mirek Junek,

http://www.grzyby.pl/gatunki/Psilocybe_bohemica.htm



Psilocybe semilanceata

<http://www.antidot-bg.com/moredrogs2.php?lang=en>



Panaeolina foenicisii

Foto Jan Kneifl,

http://www.nahuby.sk/atlas_hub_detail.php?huba_id=118

Užívání "posvátných" hub jako halucinogenů má dlouhou historii zejména ve střední Americe (sošky dokládající "kult hub" jsou staré až 3500 let).

Zatímco u některých národů (zejména v historii) šlo hlavně u užívání hub (ať už lysohlávek nebo muchomůrek, viz výše) při šamanských obřadech, dnes je intoxikace psychotropními houbami spíše záležitostí "obyčejných" uživatelů.



Pro zajímavost, na Aljašce je výrazným sociálně-zdravotním problémem "iqmik" – žvýkácký tabák smíchaný s popelem ohňovce obecného (*Phellinus igniarius*, i u nás běžně rostoucí), který díky vysokému obsahu hořčíku, sodíku a dalších kationtů zvyšuje pH a při vyšším pH je vyšší výtěžek nikotinu z tabáku => vyšší dávky nikotinu pak mohou vést až k otravě.

Zdroj: Blanchette et al. 2002; převzato z http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_10.ppt



Foto: Taylor F. Lockwood, [http://www.mykoweb.com/CAF/photos/Coprinus_atramentarius\(tfl-s251-30\).jpg](http://www.mykoweb.com/CAF/photos/Coprinus_atramentarius(tfl-s251-30).jpg)

Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*) obsahuje **koprin**, blokuje v játrech aldehydkarboxylázu (CH_3COH vzniká oxidací $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, za normálních okolností je dále převeden na CH_3COOH), což při požití alkoholu vede k otravě hromadícím se acetaldehydem (uvádí se, že neradno požití alkoholu několik hodin až dní po hnojníku, zatímco současné požití by prý nemělo vadit – stejně nedoporučuji zkoušet, nemusí to mít absolutní platnost).
Projevy otravy: bolest hlavy, nevolnost, zvracení, třesavka, bušení srdce (podobné jako účinky antabusu) – tzv. **koprinový = antabusový syndrom**.

Není ještě zcela jisté, jak je to s obsahem koprinu u jiných druhů hnojníků (nebyl zjištěn přímo v plodnicích, ale jsou známy případy potíží po následném požití alkoholu).

Upozornit nutno též na **čechratku podvinutou** (*Paxillus involutus*), prudce jedovatou hlavně za syrova – v jejím případě jde zřejmě o imunitní reakci organismu na látky houby, neobsahující přímo toxiny => vytvořené protilátky rozrušují i stěny červených krvinek (nemusí se projevit hned, může dojít k "plíživé otravě" při postupné kumulaci houbových antigenů v těle).

Projevy otravy: za 1–4 hodiny nevolnost, bolest břicha, průjem, následně projevy **imunoheolytického syndromu** – třesavka, teplota, selhávání ledvin (s tím je spojena bolest v kříži, červená moč).



S **hemolytickým syndromem** se můžeme setkat též při požití nedostatečně tepelně upravených plodnic čirůvky fialové (*Lepista nuda*) a čirůvky dvoubarvé (*L. saeva*), muchomůrky růžovky (*Amanita rubescens*), pošvatky (*A. vaginata*), kukmáku sklepního (*Volvariella volvacea*), hříbu koloděje (*Boletus luridus*) a příbuzných "modráků", smržů (*Morchella*) a kačenek (*Verpa*), tedy u hub, které jsou při dobré kuchyňské úpravě vesměs jedlé a výborné.



Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*) a vzácnější baňka velkokališná (*Sarcosphaera coronaria*) obsahují gyromitrin, prudce jedovatý za syrova a při nedostatečné tepelné úpravě, ale rozkládá se varem (též se jeho toxicita snižuje sušením, což se normálně u jedovatých hub nestává).

K otravě je potřeba velké množství plodnic (až několik kilogramů). Projevy otravy jsou podobné jako u muchomůrky zelené – tzv. **paraphalloidní syndrom =>** úmrtnost také až 30 %, ale tyto otravy jsou naštěstí vzácné. Nicméně i když nenastane akutní otrava, vznikají v žaludku (kde je kyselé prostředí) hydrolýzou gyromitrinu karcinogenní látky.



Gyromitra esculenta



Sarcosphaera coronaria

Foto Michaela Sedlářová,
<http://botany.upol.cz/atlas/system/image.php?filename=ascomyces%2Fpezizales%2Fsarcosphaera-crassa.jpg&width=512&height=504&latin=Sarcosphaera%20crassa&czech=Baňka%20velkokališná&descr=apothecium,%20vzácný%20druh%20jehličnatých%20lesů%20na%20vápnitých%20půdách>

Foto E. Garnweidner



I některé jiné houby obsahují **termolabilní toxiny**, takže po důkladném uvaření jsou jedlé – příkladem je **hřib satan** (*Boletus satanas*) a příbuzné druhy, vyvolávající intenzivní zvracení.

Řada dalších hub vyvolá po požití lehčí otravy projevující se nevolností, zvracením, průjmy, tedy tzv. **gastrointestinální** (*gastroenterodyspeptický*) **syndrom**.

Způsobují jej např. **nedostatečně tepelně upravené václavky**, dále **pesterce**, některé palčivé **holubinky a ryzce**, **pečárka zápašná**, některé druhy **čirůvek**, **kuřátek** aj.

Otravy tohoto typu může způsobit kdejaká houba, pokud je požívána v syrovém nebo málo upraveném stavu – může jít o prostou reakci trávicí soustavy na obtížnou stravitelnost houbových pletiv.

Příznaky otravy mohou u náchylných lidí vyvolat i houby, jež jsou pro většinu lidí bez problémů jedlé (strmělka mlženka, václavky) – dá se to nejspíše označit za alergii dotyčných lidí na některé houby.



Armillaria mellea

Foto Harry Regin,

http://www.pilzfotopage.de/Agaricales/slides/Armillaria_mellea.html



Clitocybe nebularis

<http://www.grn.es/amjc/bolets/cnebularis.htm>

Je samozřejmé, že zdravotní problémy může způsobit požití zapařených, zkažených nebo starých hub (přeměnou bílkovin vznikají látky typu putrescinu či kadaverinu, tedy vlastně mrtvolné jedy).

Tuhé houby nezpůsobují otravy v pravém slova smyslu; zažívací obtíže jsou způsobeny neschopností organismu je dobře strávit. Týká se to například lišek (*Cantharellus*), kuřátek (*Ramaria*) nebo jedlých chorošotvarých hub (*Laetiporus sulphureus*, *Fistulina hepatica*, *Polyporus squamosus*). Mýlil by se ovšem ten, kdo by se domníval, že veškeré "chorošé" jsou jen nejedlé kvůli své tuhosti – například hlinák červenající (*Hapalopilus rutilans*) způsobuje hepatorenální selhání spojené s okyselením a nedostatkem vápníku a draslíku.



Část populace může mít obecně problémy s trávením hub – důvodem je nedostatek trehalázy v trávicím systému.

Jaká je nejlepší **pomoc při otravě houbami?**

Při podezření na otravu je prvořadé vyvolat zvracení => dostat zbytky hub a s nimi i jedovaté látky v co největší míře ven z těla. Doporučuje se podávat hodně tekutin (rozporné jsou názory na mléko, některý autor je doporučuje, jiný naopak; rozhodně však nikdy alkohol!) a vitamíny z řady B. Samozřejmě je co nejrychlejší vyhledání lékařské pomoci.

Je vhodné ponechat k dispozici část čerstvých hub; není-li, pak zbytek pokrmu anebo aspoň zvratky či stolici postiženého – zkrátka cokoli, co může usnadnit určení původu otravy.

Různé druhy hub mají různou schopnost koncentrovat v plodnicích **těžké kovy** (kadmium, selen, rtuť, méně olovo); záleží na akumulární schopnosti daného druhu (vysoká je například u muchomůrek, žampionů nebo hříbovitých hub) a koncentraci prvků v půdě – tedy ve městech nebo u dálnic houby na jídlo sbírat neradno, při opakovaném požívání se prvky v těle kumulují, což časem může vést až k otravě.

Zejména velká koncentrace spor hub může vyvolat **alergické reakce**.

Známé jsou případy u pracovníků v pěstírnách hub, kde s množstvím spor přicházejí pravidelně do styku => dochází k dráždění dýchací sliznice => propuknutí "otravy" – vysoké teploty, rýma, kašel, únava, případně též podrážděním vyvolaný zánět spojivek.

Zatímco běžná koncentrace v ovzduší je asi 7 spor na cm³, v pěstírnách dosahuje řádu milionů. Aby pracovníci netrpěli alergií, byly vypěstovány speciální kmeny některých druhů, které nevytvářejí spory.

Oproti tomu v přírodě jsou nejčastějšími alergeny imperfektní houby (*Aspergillus fumigatus*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*) – hovoří-li se v alergologickém zpravodajství o "sporách plísní", jde především o konidie těchto hub.



Cladosporium herbarum na ovoci, konidie *Aspergillus fumigatus* a *Alternaria alternata*.

TOXINY MIKROSKOPICKÝCH HUB

Toxiny mikroskopických hub nejsou sice tak známé, ale co do významu se přinejmenším vyrovnají známým "jedůvkám" z řad makromycetů.

K jejich výskytu může dojít na nejrůznějších potravinách, které jsou za vhodných podmínek (teplota, vlhkost, přístup spor) pro houby ideální živnou půdou.

Nejvýznamnější z nich jsou **aflatoxiny**, objevené teprve v 60. letech 20. století (předpona aflu- je odvozena od druhu, který byl jako první objeven coby producent těchto jedů – **Aspergillus flavus**). Již v malém množství působí prudké otravy lidí i zvířat (savci, ptáci), příčinou smrti bývá selhání jater a ledvin.

K jejich tvorbě dochází nejvíce v teplých oblastech na plesnivých arašídách (podzemnice), kukuřici nebo rýži, v našich podmínkách pak na obilí, ovoci, zelenině, ale i masu a mléčných výrobcích.

Aspergillus flavus,
konidiofor s koni-
diemi a nárosty
plísně na kukuřici.

Foto Eddy Weir,

<http://freespace.virgin.net/eddy.weir/aspfla.jpg>

<http://www.mgel.msstate.edu/aspergillus.htm>

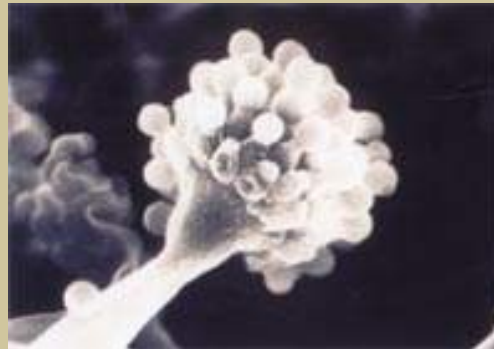


Jedinci téhož druhu na témže substrátu mohou i nemusí tvořit mykotoxiny – jedná se zřejmě o různé variety, odlišené genotypově (prostředí má vliv jen na množství toxinu, ale nerozhoduje o tom, zda toxin je či není tvořen), avšak morfologicky nerozlišitelné.

Odstranění plísně z povrchu samo o sobě neučiní potravinu požitelnou – produkty svého metabolismu houba uvolňuje do prostředí, v tomto případě do substrátu => např. v případě kompotu s plísní na povrchu lze předpokládat, že veškerá šťáva již obsahuje mykotoxiny. Potraviny napadené plísní nelze obsažených látek zbavit – rozhodující je tedy nenechat nic zplesnivět, ať už neposkytnutím vhodných podmínek pro plísně (hlavně vlhko a teplo), nebo vhodnou konzervací a sterilizací (nejlépe vše dohromady).

Mykotoxiny mohou způsobit potíže chronické i akutní, nezřídka končící i smrtí (případně v subletálních dávkách vyvolat propuknutí rakoviny).

- Nejnebezpečnější jsou aflatoxiny B₁ a B₂ (produkované druhy rodu *Aspergillus*) => poškození jater a ledvin, karcinogeny, vliv na imunitní systém, blokáce syntézy DNA a RNA; nejvíce otrav se odehrává v Asii a Africe ve spojitosti s konzumací plodů podzemnice olejné.
- *Aspergillus oryzae* nebo *A. sojae* produkují soli kyseliny glutamové => konzumace pokrmů s nadměrným obsahem glutamanů (hlavně glutamanu sodného) vede ke Kwokově nemoci – "syndromu čínské kuchyně".



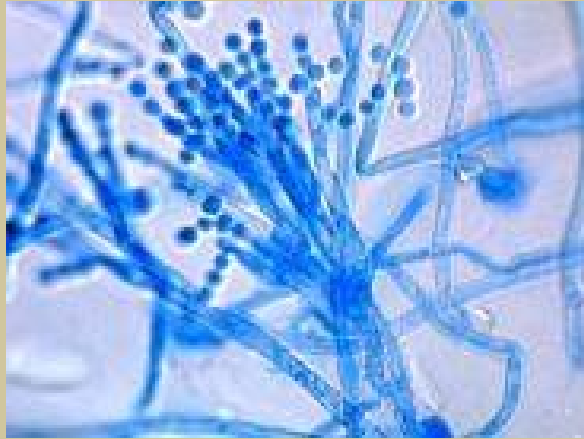
Vlevo konidiofory *Aspergillus oryzae*, vpravo *Aspergillus sojae*.

<http://kiifc.kikkoman.co.jp/tenji/tenji01/hakkou.html>

- Patulin (některé druhy rodů *Penicillium* a *Aspergillus*) je hlavně v plesnivém nebo hnijícím ovoci (snadné napadení po mechanickém poškození) => následně může být např. v moštech, k jejichž výrobě bylo toto ovoce použito => poškození různých orgánů, též karcinogen.

- *Penicillium roqueforti* a *Penicillium camemberti* vytvářejí kromě kmenů užívaných v potravinářství i toxinogenní kmeny.

Vlevo konidiofory *Penicillium camemberti*, vpravo *Penicillium roqueforti*.



- Trichotheceny (*Fusarium*, *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Trichothecium*) jsou nejvíce v obilninách => způsobují poruchy trávicího traktu (nejvíce v hladových dobách /oblastech, kdy se bere zavděk i plesnivým obilím).

Foto Dennis Kunkel, <http://student.ccbcmd.edu/courses/bio141/labmanua/lab10/dkpen.html>

- Fusariové jedy (trichothecen, vomitoxin) v kontaminovaném krmivu mohou působit značné problémy v chovech hospodářských zvířat (zejména prasat).
- Karcinogenita byla prokázána i u dalších látek, jako jsou sterigmatocystin, luteoskyrin nebo kyselina penicilová (produkované zase dalšími druhy rodů *Penicillium* a *Aspergillus*).

Na rozdíl od těchto toxinů různých imperfektních hub, objevovaných v průběhu posledních desetiletí, jsou již déle známé **námelové alkaloidy**.

Ze středověku a raného novověku je známa řada případů hromadných otrav lidí, kteří požili chléb ze zrní semletého i s námelovými sklerocii (v závěru 17. století byl poprvé označen námel za příčinu onemocnění, do té doby to byl "hněv boží" apod.) => mrtví se tehdy počítali na desetitisíce.

Otrava se projevuje dvojitým způsobem:

- při tzv. "sněťovém" (též gangrenózním) ergotismu působí alkaloidy stažení stěn cév => vede k nedostatečnému prokrvení tkání, které odumírají jako při omrznutí => vlitne tam bakteriální infekce => sněť (viz foto vpravo); počátečním příznakem je ovšem pocit horka v končetinách – v historii "svatý oheň" nebo "oheň svatého Antonína";

- přistoupí-li k ergotismu nedostatek vitamínu A, dochází k obrně sympatického nervstva (konvulzivní ergorismus) => záškuby svalů a křeče, pálení, vyčerpání, zrakové a sluchové halucinace ("tanec sv. Víta"), může dojít až k degeneraci míchy, obvykle nastává smrt v důsledku obrny dýchacích cest.



<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/pp551w.htm>

Ergotové alkaloidy produkují zejména druhy rodu *Claviceps* (paličkovice; z cca 40 druhů je již známo 40 různých alkaloidů); dvěma základními skupinami těchto látek jsou klavinové alkaloidy (ergoklavin a jiné klaviny) a deriváty kyseliny lysergové (např. ergothaminy). Dnes je otrava námelem (alespoň v Evropě) u lidí věcí neznámou, jeho výskyt na obilí byl eliminován; vyskytuje se ovšem na planých travách, takže při spasení jsou známy případy otrav dobytka.



Co vlastně jsou houbové jedy?

Houbové jedy neboli mykotoxiny (princiálně jsou to synonyma, ale v praxi se označení houbové jedy používá víc pro jedy makromycetů a mykotoxiny pro toxiny mikromycetů) jsou produkty metabolismu, ale jejich vznik není přímo spojen s tvorbou biomasy – jsou považovány za sekundární metabolity.

Je několik hypotéz, proč je houby vytvářejí: odpadní produkty metabolismu (nevysvětluje jejich tvorbu u hub, které je vytvářejí jen v určitém stadiu ontogeneze) nebo prostředek kompetice (potlačování jiných organismů; jasné je to u nekrotrofních patogenů), možná i regulátory vlastních metabolických dějů. Avšak všeobecná teorie vysvětlující význam tvorby jedů dosud není vyslovena a vzhledem k rozmanitosti houbových jedů s různými účinky na buňky a tkáně je i nepravděpodobné, že by tvorba jedů měla u všech hub jednotný význam.

Přehled jedovatých hub (makro- i mikromycetů) a jejich jedů viz na http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/molecular_immunology/chemicalcausesfungi.html.