



EKOLOGIE 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 lesy, listnaté lesy, břízy a nelesní stanoviště, společenstva hub) • **Šíření a rozšíření hub** • Ohrožení a ochrana hub

ŠÍŘENÍ A ROZŠÍŘENÍ HUB

ŠÍŘENÍ HUB A JEJICH DIASPOR

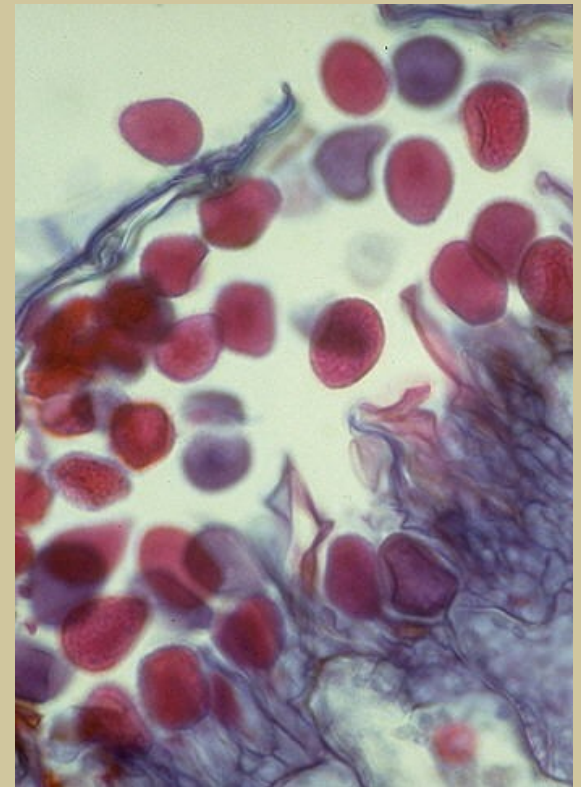
Houby jsou organismy zastoupené v nejrůznějších suchozemských a některé i ve vodních biotopech, převážně v aerobních podmínkách. Po celém povrchu Země se neustále šíří množství výtrusů (příp. úlomků mycelií), které můžeme nalézt i v extrémních podmínkách.

Nejběžnější **způsoby šíření hub** jsou prostřednictvím vzduchu, vody, rostlin anebo živočichů.

Nejčastější je šíření vzduchem – **anemochorie**. Rozměry (2–200 μm) a hmotnost diaspor hub je předurčují k tomu, že mohou překonat vzdálenosti a překážky, přes které se diaspory semenných rostlin nedostanou (u **urediospor** *Puccinia graminis* byl zjištěn dolet až 10 000 km).

Nejvíce spor je ve výšce do 300 m, ale "vystupují" i do stratosféry – nicméně ovzduší samo o sobě není pro houby a jejich spory moc "přátelské" prostředí, mají zde nízkou vlhkost a jsou vystaveny záření. Výhodu v tomto mají spory mající ve stěně melanin (tmavý pigment), jímž jsou přímo na povrchu chráněny proti UV záření; i v buňce mohou být přítomny další látky absorbující proniknuvší záření => jeho energie je obvykle převedena na teplo, které je následně ze spory zase "vyzářeno".

Aby spory v atmosféře přežily, musí "balancovat na hraně" mezi ztrátami vody a zachováním metabolické aktivity – v cytoplazmě mají vysokou koncentraci glycerolu a jiných látek, které umožňují stálý metabolismus v podmínkách omezené dostupnosti vody. Každopádně při tomto způsobu šíření (kdy jsou vystaveny vysušení, UV záření anebo výkyvům teplot) značná část spor ztrácí životnost – proto jich anemochorní houby produkují značné množství.



Urediospory *Puccinia graminis*

http://www.dipbot.unict.it/sistematica/Puc_ure.html

Spory rozšiřované větrem jsou v řadě případů aktivně uvolňovány z plodnic – jde o balistospory rouškatých hub (až na výjimky v podobě druhů rodu *Coprinus* a podobných rodů) nebo askospory z unitunikátních nebo bitunikátních vřecek (u operkulátních *Pezizales* se všechna víčka otevírají a spory vycházejí ven naráz, naopak u inoperkulátních hub jsou turgorem vytlačovány spory po jedné). K aktivnímu uvolňování výtrusů z plodnice dochází jen při vyšší vlhkosti vzduchu (např. u rosolovek jen když jsou "nacucané" vodou, ale ani u jiných hub se ze schnoucích plodnic již spory neuvolňují). Velká metabolická aktivita v hymeniu může vést k zahřátí vrstvičky vzduchu pod hymenoforem => vystřelené bazidiospory jsou zachyceny stoupajícím proudem teplého vzduchu a vyneseny vzhůru (až nad svoji "mateřskou" plodnici, kterou pak mohou zpětně poprášit).

Lesklokorka ploská (*Ganoderma applanatum*), plodnice poprášená vlastními sporami.

Foto Josef Hlásek,

http://www.hlasek.com/ganoderma_lipsiense_a8473.html



© - josef hlasek

www.hlasek.com

Ganoderma applanatum a8473



R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany.
Wm. C. Brown Publishing, 1995.

Spory břichatek bývají pasivně odlamované ze sterigmat a po uvolnění z rozpadajících se plodnic přenášeny větrem. Některé břichatky se mohou stát "stepními běžci": uvolnění plodnice ze substrátu => kutálení větrem => vysypávání spor.

Na šíření spor se mohou spoluuplatňovat dešťové srážky: dopad vodní kapky vede k vymrštění spor (buď z plodnice nebo spor již uvolněných, ležících na nějakém podkladu) do vzduchu => dále již šíření zajišťují vzdušné proudy (de facto jde o kombinaci hydrochorie a anemochorie, uplatňující se hlavně na krátké vzdálenosti).

Jiný případ kombinace anemochorie s lokální hydrochorií se uplatňuje u hub, které potřebují vodní kapku pro vyklíčení větrem přenesených spor.

Zoochorie je hlavně dvojího typu – jde buď o šíření spor přichycených na povrchu těla anebo procházejících trávicím traktem živočichů.

Endozoochorie: vyloženě skrz trávicí trakt se šíří houby podzemní (shodný mechanismus uplatňují "podzemky" z různých skupin, vřeckaté *Elaphomyces*, *Tuber* nebo sequestrátní stopkovýtrusné houby). Obvykle uvolňují aromatické látky, které působí jako atraktanty – alkoholy, ketony a estery (dimetyl sulfid), zřejmě se nejedná o analogy pohlavních hormonů; někdy je spíše důležitá směs než jednotlivé látky => vůně je cítit i z půdy ven a přiláká savce => ti vyhrabou a sežerou plodnice => spory jsou pak vyloučeny s trusem o kus dál.

Savci (zdaleka nejde jen o prasata a lanýže) jsou zjevně velmi šikovnými hledači – ve výkalech byly nalezeny spory z cca 50 druhů podzemních hub, přičemž řada z nich vůbec nebyla nalezena při mykologických průzkumech.

Hlodavec *Glaucomyces
sabinus* a jeho
oblíbená potrava,
jelenka *Elaphomyces
granulatus*.

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Glaucomyces_sabinus_2.jpeg

<http://myco-nimbus.over-blog.fr/categorie-10021522.html>



Endozoochorii jako "vedlejší produkt své činnosti" zajišťuje i řada mykofágních živočichů – například drobní hlodavci (u některých mohou tvořit plodnice až 100 % stravy v průběhu určitého období), ale i medvědi (nejvíce „houbaří“ na podzim kolem září a houby činí 1–7 % jejich potravy; zjištěny byly hřibovité */Suillus/*, holubinkovité */Russula/*, pýchavky */Calvatia/* nebo druhy s podzemní plodnicí */Rhizopogon/*). Většinou houby tvoří jen jednu ze složek jejich potravy, snad žádný savec není obligátně mykofágní (převážně mykofágní po celý rok je např. klokánek králíkovitý */Bettongia gaimardi/*; tyto druhy jsou zejména v tropických oblastech ohroženy rychlým odlesněním, které vymytí z ekosystému "jejich" houby).

Houby představují pro mykofágní živočichy dobrý zdroj některých živin (vyšší koncentrace N, P, K než v listech nebo semenech, dále vitamíny, aminokyseliny, steroidy, polysacharidy, zásobní lipidy aj.); tito živočichové však musí mít odpovídající výbavu trávicího traktu (enzymy, mikrobiální mykobiota zejména v tenkém střevě).



Ceratocystis ulmi (původce grafiózy jilmů) se šíří prostřednictvím kůrovců (přenášejí konidie na povrchu těla i v trávicím traktu; již zmíněno v kapitole Symbiotické vztahy hub). Přenašeči dřevních hub bývají dosti často i háďátka.

S přispěním živočichů se šíří též houby koprofilní, jejichž spory jsou uvolňovány (jednotlivě z vřecek nebo bazidií, ale např. Pilobolus /foto vpravo/ využívá aktivní vystřelování celých sporangii) směrem ke světlu (světlo znamená volný prostor – šance na větší "dostřel") => spory se po uvolnění přilepí na okolní trávu => ta je spasena býložravci => spory (do té doby dormantní) vyklíčí po průchodu trávicím traktem. Sporangia některých spájivých hub a spory vřeckatých hub bývají vystřeleny rychlostí $2\text{--}25\text{ ms}^{-1}$ se zrychlením $20.000\text{--}180.000\text{ g}$, což umožňuje dostřel až 2,5 metru.

Aktivní odmršťování spor nebo sporangii představuje v principu **autochorii**, která je v těchto případech kombinována se zoochorií, případně anemochorií v dalším průběhu šíření.



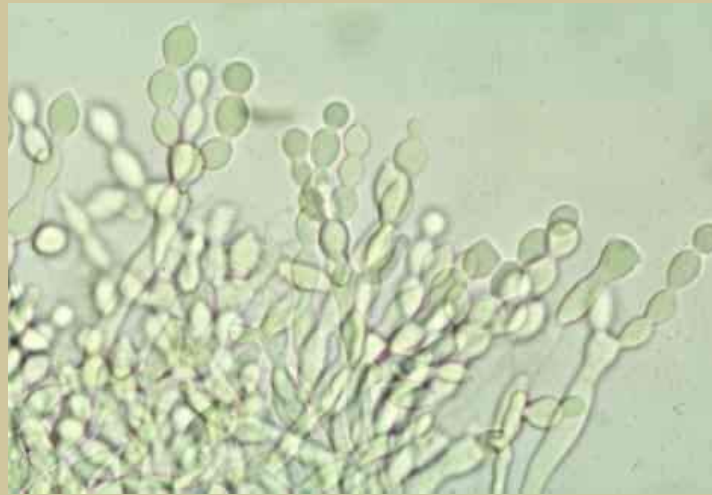
Na stejné úrovni jako endozoochorie "podzemek" je **epizoochorie** v případě plodnic padlí s větvenými přívěsky, jimiž se zachytávají na tělech lesních živočichů; nejedná se o tak bytostně spjatý vztah jako v případě ambróziových hub, ale přece jen jde o nezanedbatelný přínos k šíření spor.

Zatímco padlí využívají "mechanické pomůcky" k zachycení spor, jiné houby šířící své spory na povrchu těl živočichů (nejčastěji hmyzu nebo slimáků) vylučují sliz obalující spory nebo látky, které lákají hmyz svým pachem – známými případy jsou chlamydospory druhů rodu *Asterophora* (mouchy láká pach rozkládajících se ryzců a holubinek), povrch těřichu u rodu *Phallus*, ...

Asterophora lycoperdoides a její chlamydospory, *Phallus impudicus* a detail těřichu.



... konidie hub z rodů *Monilia* nebo *Claviceps* (vylučování medovice, páchnoucí semeníky napadených trav), spory některých rzí – ty jsou rovněž entomogamní, využívají hmyz i pro přenos spermacií na receptivní hyfy.



<http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/jdeacon/microbes/applerot.htm>



Jako přenašeči dřevních hub se nezáměrně uplatňují i datlovití ptáci – přenášejí houby, vstupující červími cestami do stromu, na další stromy, kde je též hmyz, ale ještě zde nebyla houba (významný je tento způsob přenosu u tracheomykózních hub, které málo fruktifikují a netvoří ani mnoho konidií).

Ektomykorhizním houbám mohou svou činností napomoci brouci hovniválové, když koulí "svoji kuličku", nabalí na ni jejich spory a pak zahrabou do země => blíže ke kořenům.



© M. Sedlářová, 2004

Foto Michaela Sedlářová, <http://botany.upol.cz/atlas/system/nazvy/claviceps-microcephala.html>

Monilia fructigena a její konidie, detail pseudosklerocia *Claviceps microcephala* v klasu *Molinia* sp.

Další způsoby šíření jsou vzácnější.

Fytochorie je nejčastější u parazitických hub, diaspory se šíří se semeny nebo plody hostitelské rostliny (např. mycelium *Ustilaginales* v embryu).

Parazitické houby se též mohou šířit z jedné rostliny na druhou v místě dotyku nebo srůstu kořenů; např. václavky ani nepotřebují přímý kontakt hostitelských dřevin, vzdálenosti v řádu metrů překonávají rhizomorfami.



[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/prm7770](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/prm7770)

<http://picasaweb.google.com/lh/photo/zUk72cTK3B5RQvYyE4IqBg>



Vlevo mycelium *Ustilago nuda* v embryu ječmene (pravý záběr), vpravo rhizomorfy *Armillaria* sp.

V případě **hydrochorie** jde zejména o šíření zoospor, a to nejen přímo ve vodě u vodních zástupců, ale též například v půdní vodě (jde o zástupce oddělení *Oomycota* a zejména *Chytridiomycota*, kteří mohou být též přenašeči viróz). Pohyb zoospor je buď pasivní v encystovaném stavu nebo aktivní – například u parazitických druhů z oddělení *Oomycota* se uplatňuje pozitivní chemotaxe vyvolaná kořenovými exudáty. V případě aktivního šíření pohyblivých buněk se jedná též o formu **autochorie**.

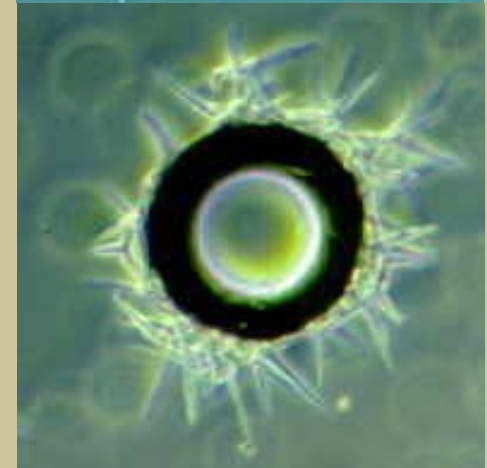
Dalším příkladem hydrochorie je přenos konidií vodních hyfomycetů – tzv. Ingoldovských vodních hub, jejichž konidie plavou v planktonu čistých vod (*viz též vodní houby*). Jsou to houby, které se v průběhu evoluce dostaly do vody druhotně (jedná se o anamorfy hlavně vřeckatých, ale i stopkovýtrusných hub) a spory jsou tvarově přizpůsobené pro unášení proudem (výběžky do různých směrů, co největší povrch, *viz zde*).

V případě suchozemských hub se jedná spíše o pasivní odnos spor tekoucí vodou (napadají-li do vody) nebo prostřednictvím srážek (rozstřík kapek při dešti, viz výše).

Konidie *Lemonniera* sp., dole nachytané na vzduchové bublině – proto je vodní pěna prostředím bohatým na přenášené spory.



<http://www.mycolog.com/chapter11b.htm>



Zvláštní postavení má **antropochorie**, šíření zásluhou člověka – zejména s dopravou, ale třeba i s odpadem.

Typickým příkladem je *Clathrus archeri* dovezený z Austrálie (=> po Evropě už se šíří zoochorně), ale i epifytocie *Plasmopara viticola*, *Phytophthora infestans* (zavlečeny z Ameriky do Evropy) nebo *Ophiostoma novo-ulmi* (naopak z Evropy do Severní Ameriky).

Foto: květnatec Archerův (*Clathrus archeri*)

Vlastně i mykorhizní houby modřínových lesů (dnes u nás považované běžně za "domácí") byly do Čech a na Moravu zavlečeny až s vysazováním modřínů (původních v Alpách nebo Karpatech) v 18. století.

Antropochorní jsou též "domestikované" houby, které v našich podmínkách už pomalu ztratily schopnost přežít venku (*Serpula lacrymans*).



AREÁLY A ROZŠÍŘENÍ HUB

V celosvětovém měřítku lze obecně říci, že houby mají mnohem širší areály ve srovnání s cévnatými rostlinami. Je to samozřejmě dáno snadností přenosu drobných spor, ale na druhou stranu přenos sám o sobě nemusí stačit k "zabydlení" na novém místě – podobně samozřejmě se uplatňují limity ekologické, spora musí nalézt vhodné podmínky, aby mohla nejen vyklíčit v hyfu, ale též aby se vyklíčivší hyfa dále úspěšně rozrostla.

Limitujícím faktorem je zejména substrát (např. druhy vápnomilné potřebují vápnitou půdu, druhy mykorhizní svého symbionta, druhy kopofilní trus konkrétního živočicha); v případě parazitů je potřeba nashromáždění určitého množství houby, aby infekce byla úspěšná ("infekční hustota").

Dost zásadní roli hraje heterothalismus – i když houba vyklíčí v jiné oblasti, musí tam nalézt opačně pohlavně laděného "partnera", aby se mohla dále rozmnožovat.

Je dobré znát nejen celkový areál, ale i různé disperzity; důležité je též rozlišit, zda má druh v oblasti trvalý výskyt nebo tam jen dočasně pronikl, ale dlouhodobě tam nepřežije.

Největší areály mají rzi a padlí (fylogeneticky nejstarší?); areály parazitů jsou závislé též na výskytu hostitelských rostlin. Ovšem výskyt hostitelské rostliny ještě nemusí znamenat výskyt parazita – mohla se rozšířit do oblastí, kde již nějaká jiná podmínka parazitovi nevyhovuje, a proto tam není přítomen.

Areál houby, který je shodný s areálem jejího hostitele, je označován jako homotopní; naopak heterotopní areál je takový, kde rozšíření houby se nekryje s rozšířením hostitele.

Saprotrofní houby mají obvykle širokou ekologickou amplitudu danou značným rozsahem tolerance vůči ekologickým faktorům stanoviště – mnoho jich jsou ubikvisti, jejichž rozšíření se blíží kosmopolitnímu (opatrně s používáním slova kosmopolitní – to znamená nejen výskyt na všech kontinentech /pomineme-li Antarktidu/, ale i ve všech podnebných pásích – a to ani u hub tak běžné není!).

Běžné druhy s takovýmto rozšířením jsou například *Schizophyllum commune*, *Laetiporus sulphureus*, *Mycena pura*, *Coprinus comatus*, *Phallus impudicus*, *Scleroderma verrucosum*.



Nahoře zleva klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*), helmovka ředkvičková (*Mycena pura*), hadovka smrdutá (*Phallus impudicus*), dole zleva sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*), hnojník obecný (*Coprinus comatus*), pestřec bradavčitý (*Scleroderma verrucosum*).

Rozšíření hub může poukazovat na klimatické podmínky různých území (ukazovat pohoří, teplé oblasti apod.), nicméně rozdíly v druhovém složení mezi různými podnebnými pásy nejsou tak výrazné jako u cévnatých rostlin.

Centrum svého rozšíření v tropech a subtropích mají např. špičky (*Marasmius*) nebo houževnatce (*Lentinus*); naopak největší druhové bohatství v mírných pásích mají např. muchomůrky (*Amanita*), holubinky (*Russula*), ryzce (*Lactarius*), pýchavky (*Lycoperdon*) nebo některé "chorošovitě" houby.

Na různých kontinentech mohou růst různé populace téhož druhu anebo blízké příbuzné, ale různé druhy – zde hraje důležitou roli hodnocení na základě testů kompatibility.

Podobně jako v případě cévnatých rostlin lze popsat rozdíly mykobioty Evropy a Severní Ameriky. Severoamerická mykobiota je bohatší – přece jen Severní Amerika zabírá více klimatických pásem a její biota nebyla tak zdecimována ledovými dobami, což se odráží i na spektru hub; je zde zřetelná i určitá vazba na šíři spektra druhů rostlin, zejména u hub parazitických a symbiotických.

Houby vyskytující se přirozeně na daném území jsou **autochtonní** ("native", původní), naopak jako **allochtonní** (nepůvodní) jsou označovány druhy v místech výskytu mimo svůj přirozený areál. Uvedené rozlišení se nemusí vztahovat jen na oblasti rozšíření ve "velkém měřítku", stejně tak je možno rozlišit původní a nepůvodní druhy i lokálně na úrovni konkrétního habitatu (stanoviště, substrátu) – například na opadu v potocích jsou autochtonní druhy "vodních plísní" *Saprolegnia* nebo *Achlya*, zatímco allochtonně se zde objevují terrestrické hyfomycety typu *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* či *Cladosporium*.

Řada allochtonních druhů se do míst svého nepůvodního výskytu dostala činností člověka – v tomto případě hovoříme o druzích **zavlečených** ("introduced"). Někde může jít o cílený přenos, například při vysazování mykorrhizních rostlin s jejich partnerskými houbami – příklady mohou být ektomykorrhizní *Hydnangium carneum* spolu se semenáčky dřevin rodu *Eucalyptus* (introdukovaných z Austrálie při výsadbách ve Španělsku) nebo arbuskulární mykorrhiza na výsypkách, při rekultivaci erodovaných oblastí (*Glomus claroideum*).

Hydnangium carneum

<http://forum.funghiitaliani.it/index.php?showtopic=17141>



Ve většině případů jde ale o zavlečení neúmyslné – známým příkladem je již zmíněný *Clathrus archeri*, australský druh, který se během 20. století rozšířil po Evropě. Do popředí zájmu se teď dostává *Favolaschia calocera* z Madagaskaru, invazně se šířící na Novém Zélandu, kde hrozí, že vytlačí místní dřevožijné houby; tento druh už byl objeven i v Evropě (Itálie). Naopak příklady evropského "exportu" jsou třeba *Amanita muscaria* na Novém Zélandu (kde tvoří mykorrhizu s druhy rodu *Nothofagus*) nebo *Amanita phalloides*, introdukovaná na východní pobřeží Severní Ameriky, do Jižní Ameriky, Austrálie a taktéž na Nový Zéland.

http://josecastrorios.blogspot.com/2010_05_23_archive.html
Foto José Castro Ríos



Favolaschia calocera

Amanita muscaria

http://www.treesforlife.org.uk/forest/photo/fantastic_fungi.html



Amanita phalloides

<http://www.kuleuven-kortrijk.be/facult/wet/biologie/pb/kulakbiocampus/paddestoelen/groene%20knolamaniet.htm>

Kapitola sama pro sebe jsou invazní fytopatogenní houby (více v kapitole *Hospodářské škody působené houbami*).

Na závěr se v krátkosti podívejme na **houby České republiky**.

Vedle druhů s širokým areálem zahrnujícím různé klimatické oblasti tvoří jádro české mykobioty druhy střeoevropské (tímto výrazem jsou myšleny druhy mající centrum rozšíření v oblasti střední Evropy, neboť druhů vyskytujících se pouze zde je velmi málo); kromě nich sem ovšem zasahují svým výskytem i druhy teplomilné nebo chladnomilné.

- Chladnomilné druhy se vyskytují v horských polohách (v různé míře od montánního až po alpský stupeň) nebo v inverzních polohách nižších stupňů (hluboká, úzce zaříznutá údolí):

- je třeba odlišovat druhy chladnomilné od vyloženě horských, vázaných na horskou vegetaci (horské smrčiny, kleč, bezlesí nad hranicí lesa, vrchoviště);

- do horských lesů zasahují druhy karpatsko-alpské (*Hygrophorus marzuolus*,

Albatrellus pes-caprae).

Zleva
krásnoporka
kozí noha
(*Albatrellus pes-caprae*),
šřavnatka
březnovka
(*Hygrophorus marzuolus*).



- Teplomilné druhy se vyskytují v teplých lesích nebo na výslunných stepních biotopech:
 - do teplých oblastí zasahují druhy mediteránní, které zde mají severní hranici svého areálu (*Omphalotus olearius*, *Amanita vittadinii*, *Pleurotus eryngii*);
 - málo je vyloženě nížinných druhů, jedná se především o druhy vázané svým výskytem na lužní lesy;
 - teplomilné druhy lze nalézt i na slunných svazích v horských oblastech, kde se uplatňuje teplotní inverze.



Nahoře muchomůrka Vittadiniho (*Amanita vittadinii*), dole zleva hlíva máčková (*Pleurotus eryngii*) a hlíva olivová (*Omphalotus olearius*)