

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA BOTANIKY

Tvorba informačního a výukového materiálu na téma „jedy v houbách“

Bakalářská práce

Nela Jandíková

Biologie – Chemie

Prezenční studium

Vedoucí práce: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala sama podle metodických pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci, 2023

.....

Nela Jandíková

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D., za poskytnuté rady, její vedení a za její cenný čas, který mi věnovala.

Dále bych chtěla poděkovat lidem, kteří mě podporovali při psaní mé bakalářské práce a při studiu a také těm, kteří se mnou trávili svůj volný čas v lese při sběru hub.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení: Nela Jandíková

Název práce: Tvorba informačního a výukového materiálu na téma „jedy v houbách“

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2023

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá jedovatými houbami a snaží se žákům středních škol tuto problematiku více přiblížit. Také je vhodná pro učitele středních škol, kteří mohou z této práce čerpat inspiraci pro svou výuku. Práce obsahuje literární přehled na téma jedy v houbách, a její součástí je i výuková prezentace (powerpoint), dále pracovní list a didaktická hra, které slouží k procvičení této problematiky.

Klíčová slova: mykologie, jedovaté houby, biologie pro SŠ

Počet stran: 103

Počet příloh: 0

Jazyk: Český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Author's name and surname: Nela Jandíková

Title of thesis: Creation of informational and educational material on the topic „poisons in fungi“

Type of thesis: Bachelor's

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc

Supervisor: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

The year of presentation: 2023

Abstract: The bachelor's thesis deals with poisonous mushrooms and tries to bring this issue closer to high school students. It is also suitable for high school teachers, who can draw inspiration from this thesis for their teaching. The thesis contains a literature review on the topic of poisons in mushrooms, and it also includes a teaching presentation (powerpoint), as well as a worksheet and a didactic game, which could be used to practice this issue.

Keywords: mycology, toxic mushrooms, biology for high schools

Number of pages: 103

Number of appendices: 0

Language: Czech

Obsah:

1. ÚVOD	8
2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	9
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1 Obecná charakteristika hub	10
3.2 Ekologie hub	11
3.3 Systematika hub	14
3.4 Morfologie hub	15
3.4.1 Podhoubí.....	15
3.4.2 Plodnice.....	16
Plodnice vřeckovýtrusných hub	16
Plodnice stopkovýtrusných hub	17
3.4.3 Výtrusy	19
3.5 Životní cyklus hub (ze skupin Ascomycota a Basidiomycota)	20
3.6 Jedovaté houby a jejich účinky	23
3.6.1 Hepatorenální syndrom	23
3.6.2 Nefrotoxický (renální) syndrom	26
3.6.3 Parafaloidní syndrom	27
3.6.4 Pantherinový (psychotonický) syndrom	28
3.6.5 Muskarinový (neurotoxický) syndrom.....	30
3.6.6 Psychotropní syndrom.....	31
3.6.7 Koprinový (antabusový) syndrom	33
3.6.8 Imunohemolytický syndrom.....	34
3.6.9 Gastrointestinální syndrom.....	34
3.6.10 Jedy v mikromycetách	36
Aflatoxiny	37
Patulin.....	38
Trichoteceny.....	39
Námelové alkaloidy.....	40
Fumonisiný	42
3.7 Nejvýznamnější druhy jedovatých hub v ČR	43
3.7.1 Muchomůrka červená (<i>Amanita muscaria</i>).....	43
3.7.2 Muchomůrka zelená (<i>Amanita phalloides</i>)	44
3.7.3 Muchomůrka tygrovaná (<i>Amanita pantherina</i>).....	46

3.7.4	Ucháč obecný (<i>Gyromitra esculenta</i>)	47
3.7.5	Třepenitka svazčitá (<i>Hypholoma fasciculare</i>)	48
3.7.6	Pečárka zápašná (<i>Agaricus xanthodermus</i>)	49
3.7.7	Lysohlávka tajemná (<i>Psilocybe serbica</i> var. <i>arcana</i>).....	51
3.7.8	Hřib satan (<i>Boletus satanas</i>).....	52
3.7.9	Hnojník inkoustový (<i>Coprinopsis atramentaria</i>)	54
3.7.10	Pavučinec plyšový (<i>Cortinarius orellanus</i>).....	55
3.7.11	Vláknice začervenalá (<i>Inocybe erubescens</i>).....	56
3.7.12	Čechratka podvinutá (<i>Paxillus involutus</i>)	57
3.7.13	Paličkovice nachová (<i>Claviceps purpurea</i>).....	58
3.7.14	Štětíčkovec rozšířený (<i>Penicillium expansum</i>).....	60
3.7.15	Srpatka (<i>Fusarium</i> sp.).....	61
3.7.16	Kropidlák žlutý (<i>Aspergillus flavus</i>)	63
4.	MATERIÁL A METODY	65
4.1	Sběr položek	65
4.2	Zpracování materiálu.....	66
4.3	Tvorba didaktických materiálů	66
5.	VÝSLEDKY	67
6.	DISKUSE	94
7.	ZÁVĚR.....	97
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	98
	SEZNAM OBRÁZKŮ	102
	SEZNAM TABULEK	103

1. ÚVOD

Při sběru hub v lese je třeba dbát zvýšené opatrnosti na to, co sbíráme. V Česku je houbaření velmi rozšířené a mnozí považují český národ za národ houbařů, a s tím jde ruku v ruce i riziko otrav. Proto by měl být kladen důraz na seznámení s nebezpečím jedovatých hub a následných otrav při probírání tohoto tématu ve školním vyučování. Mnoho lidí se řídí heslem „Co neznám, to nesbírám“, ale někdy se i při pečlivém výběru může stát, že člověk zamění jedlou houbu s jedovatou.

K nejzákeřnějším otravám patří otravy faloidní, které jsou převážně způsobené muchomůrkou zelenou (*Amanita phalloides*). Úmrtí způsobená touto otravou tvoří 90-95 % všech úmrtí po požití hub (Kubička et al., 1980). V letech 2000 – 2004 se v České republice vyskytlo 11 případů otravy amatoxiny, z těchto případů byla u jednoho pacienta provedena transplantace jater a bohužel se vyskytla dvě úmrtí (Garcia et al., 2015). Tyto otravy způsobují také muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*) či muchomůrka jarní (*Amanita verna*).

Muchomůrka zelená není jediná jedovatá houba, která ohrožuje zdraví, nebezpečné jsou také např. pavučince, jako je pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*), či pavučinec výjimečný (*Cortinarius rubellus*), ve kterých je přítomna látka orellanin způsobující selhání ledvin.

Některé jedovaté houby lidé sbírají záměrně, a to kvůli cílené intoxikaci. Mezi tyto houby řadíme např. různé druhy lysohlávek, zejména lysohlávku tajemnou (*Psilocybe serbica* var. *arcana*), lysohlávku modrající (*Psilocybe cyanescens*) a lysohlávku kopinatou (*Psilocybe semilanceata*). Obsahují totiž látky jako je psilocybin a psilocin, které způsobují halucinace.

Tato bakalářská práce se snaží přiblížit čtenářům nejběžnější druhy jedovatých hub a jak je poznat. Dále porovnává druhy jedovaté a jedlé či nejedlé, které mohou být navzájem zaměněny a ukazuje rozdíly mezi nimi, aby nebylo možné tyto druhy zaměnit.

2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem teoretické části mé bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na téma „jedy v houbách“, cílem praktické části bylo provést sběry a herbarizaci jedovatých hub, pořídit fotodokumentaci a vytvořit výukový materiál, jehož součástí je i výuková prezentace, pracovní listy a didaktická hra.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Obecná charakteristika hub

O houbách lze hovořit jako o říši hub, která zahrnuje tzv. pravé houby (Fungi). Pokud chceme o houbách uvažovat v širším pojetí, lze k nim zařadit i další skupiny, které byly dříve řazeny do říše Protozoa, jako je skupina Excavata, Amoebozoa, Rhizaria a říše Chromista, nyní řazena do skupiny Chromalveolata. Zástupce těchto skupin označujeme jako „houbám podobné organismy“. Říše Rhizaria je spolu s Chromista řazena dnes do fylogenetické větve SAR (Mieslerová et al., 2016). K pojmu „houbám podobné organismy“ jsou zařazeny takové skupiny, které mají podobné vlastnosti jako pravé houby, tj. jedná se o eukaryotické heterotrofní organismy se stélkou, ale mají odlišný fylogenetický původ než říše Fungi. Organismy v tomto širším pojetí (houby a houbám podobné organismy) se zabývá i vědní obor zvaný mykologie (Kalina a Váňa, 2005).

Zástupců říše Fungi je popsáno okolo 100 000 druhů. Jsou ale odhady, že celkový počet je daleko vyšší, a to přes milion (Holec et al., 2012).

Houby jsou eukaryotní, primárně heterotrofní stélkaté organismy. Získávají organické látky ze svého okolí a vylučují do něj enzymy, kterými štěpí složité organické látky (Holec et al., 2012). Produktem jejich metabolismu je glykogen, což je polysacharid. Produkci glykogenu se houby podobají živočichům, a naopak se oddalují od rostlin. Dalšími znaky, které ukazují blízkost hub s říší živočichů, jsou např. přítomnost lyzozomů a metabolické pochody, které připomínají pochody probíhající v buňkách živočichů (Kalina a Váňa, 2005). Buněčné jádro hub je ohraničené jadernou membránou a jejich buňky obsahují organely, např. mitochondrie. Neobsahují však chloroplasty, a proto nemohou fotosyntetizovat jako rostliny (Holec et al., 2012).

Je uváděno, že houby mají stejně jako živočichové v buněčných stěnách obsažený chitin, na rozdíl od rostlin, u kterých dominuje v buněčných stěnách celulóza. Toto tvrzení však neplatí bez výjimek. Chitin je skutečně obsažen v buněčných stěnách většiny organismů řazených mezi houby, ale jsou zde i skupiny, u kterých je chitin obsažen pouze stopově nebo i úplně chybí (např. Schizosaccharomycetes) (Kalina a Váňa, 2005). Dále buněčné stěny hub obsahují β -glukan (Holec et al., 2012). Pokud chitin v buněčných

stěnách chybí, tak bývá často nahrazen mannanem, polymery galaktózy a galaktosaminu, nebo celulózu. Některé skupiny mají obsažen jak chitin, tak i celulózu (např. Hyphochytriomycota nebo Myxomycota), některé skupiny obsahují pouze celulózu (např. Oomycota), zmíněné skupiny ovšem nepatří k pravým houbám (Kalina a Váňa, 2005).

3.2 Ekologie hub

Houby jsou heterotrofní organismy, což znamená, že si nedokážou vyrobit organické látky, a proto je musí získávat ze svého okolí (Holec et al., 2012).

Způsobů výživy, které zástupci hub využívají, je mnoho. Řada z nich využívá pletiva jiných rostlin, živočichů i hub ke své vlastní výživě (Kalina a Váňa, 2005). Houbové organismy se z ekologického hlediska dělí na dvě skupiny, a to saprotrofy a symbionty. Saprotrofové získávají živiny z mrtvých těl a symbionti z živých organismů. Symbióza může být mutualistická, či parazitická. Při mutualistické symbióze má z tohoto vztahu prospěch jak houba, tak i jiný organismus. Příkladem takového soužití může být například mykorrhiza a lichenismus. Z parazitické symbiózy má prospěch pouze parazit, ale druhý organismus nikoli (Mieslerová et al., 2016).

Podle nároků na výživu dělíme houbové organismy na tři skupiny: biotrofy, nekrotrofy a saprotrofy. Biotrofové získávají potřebné živiny z živých rostlin, živočichů a hub. Nekrotrofové žijící na živých organismech tyto organismy usmrcují pomocí toxinů a následně je využívají ke své výživě. Saprotrofové se živí organickými zbytky (Mieslerová et al., 2016).

Většina hub získává živiny z odumřelých těl organismů a jsou to tedy saprotrofové. Tyto houby mohou rozkládat dřevo (lignikolní houby), opadané listí a jehličí, nebo zbytky těl rostlin a humus (detritikolní houby), nebo humusové látky v půdě (terestrické saprotrofní houby). Štěpit organické látky umožňují houbám enzymy, které dokážou tyto organické sloučeniny rozštěpit až na oxid uhličitý a vodu. Houby produkují hlavně enzymy, které štěpí celulózu (celuláza) a lignin (ligninolytické enzymy) obsažené v buňkách rostlin. Výsledkem těchto rozkladných procesů je humus (Holec et al., 2012).

Houby jsou jedinými organismy, které dokážou štěpit lignin, tzn. rozkládat dřevo. Lignin rozkládají houby způsobující tzv. bílou hnilobu. Dřevo bělá a ztrácí na hmotnosti,

protože houba rozkládá jak celulózu, tak i hnědě zbarvený lignin. Dále rozlišujeme hnědou hnilobu, při které houba štěpí jen celulózu a hemicelulózy a lignin neštěpí. Z toho důvodu dřevo hnědne a stává se křehčím (Holec et al., 2012).

K saprofytním houbám se řadí i houby, které jsou vázané na určité substráty a na jiných substrátech je nenajdeme. Patří sem muscikolní houby (na odumírajících rostlinkách mechů), sfagnikolní houby (rašeliníky), turfikolní (rašelina), antrakofilní (spálené dřevo a popel), herbikolní (odumřelé byliny), strobilokolní (šišky jehličnanů), fruktokolní (plody rostlin), keratinofilní (rohovina živočichů), koprofilní (exkrementy živočichů) (Holec et al., 2012).

Dalším typem jsou mutualističtí symbionti, kam patří část spájevých (Zygomycota), stopkovýtrusných (Basidiomycota) a vřecovýtrusných hub (Ascomycota). Ti žijí v symbióze s autotrofními rostlinami, které mohou být cévnaté, tomuto soužití se říká mykorhiza, nebo bezcévné, to představuje např. lichenismus (Kalina a Váňa, 2005).

Mykorhizní houby žijí v symbióze s rostlinami. Toto jejich spojení je uskutečněno kořeny a je prospěšné jak pro houbu, tak i pro rostlinu (Klán, 1989). Houba (mykobiont) je propojena podhoubím s kořenovým systémem rostliny (fytobiont) a díky tomu čerpá z rostliny organické látky, a naopak rostlina dostává od houby vodu, dusík a fosfor. Toto vzájemně prospěšné soužití umožňuje rostlině růst i na půdách chudých na dusík (Holec et al., 2012).

Nejběžnějším typem je ektomykorhiza, která je rozšířená u makroskopických hub, hlavně u stopkovýtrusných. Při ní se vytvářejí speciální kořínky (ektomykorhizy) a podhoubí kryje povrch kořínků, a tvoří tzv. hyfový plášť, a hyfy houby pronikají do mezibuněčných prostor kůry kořene a tvoří tzv. Hartigovu síť. Při ektomykorhize hyfová vlákna pronikají až dovnitř kořenových buněk. Tento typ mykorhizy se dělí na arbutoidní a monotropoidní. Ty se odlišují délkou výrůstků, které zasahují do kořenové kůry. U monotropoidní mykorhizy jsou tyto výrůstky krátké (Holec et al., 2012). Nejrozšířenějším typem posledního typu mykorhizy, tzv. endomykorhizy je vezikulo-arbuskulární typ, kde houbové hyfy tvoří přísavku a vnikají do buněk hostitele jen na některých místech, kde se šíří jak buňkami, tak i mezibuněčnými prostorami a vytvářejí útvary zvané arbuskuly, které jsou keříčkovitě větvené. Jejich stěna má charakter membrány a díky tomu umožňuje přenos látek a živin oběma směry. Dále se vyvinuly kulovité váčky, tzv. vezikuly se zásobní funkcí (Klán, 1989). Dalším typem je orchideoidní

endomycorrhiza, při níž dochází ke vztahu mezi houbou a vstavačovitou rostlinou. Zde hyfy pronikají až do buněk kořenů, ale netvoří se hyfový plášť. Tento vztah je prospěšný hlavně pro rostlinu. Vřesovcotvaré rostliny s houbami vytvářejí tzv. erikoidní mykorrhizu. Kořínky těchto rostlin jsou jemné a bez vlášení a pronikají do nich hyfy. Tato symbióza je prospěšná pro rostliny žijící na stanovištích chudých na živiny (Holec et al., 2012).

Při lichenismu dochází k symbióze mezi houbou a sinicí nebo řasou, se kterou tvoří lišejníkovou stélku (Holec et al., 2012). Houbová složka se nazývá mykobiont a fotosyntetizující organismus se nazývá fotobiont. Existuje asi jen 100 druhů fotobiontů a přes 13 500 druhů mykobiontů, což znamená, že různé druhy mykobiontů sdílí stejného fotobionta. Houbovou složku tvoří houby z oddělení Ascomycota a Basidiomycota, přičemž Ascomycota tvoří 98 % mykobiontů (více než 40 % hub z tohoto oddělení je lichenizovaných). Co se týče fotobiontů, tak nejběžnější jsou zelené řasy *Trebouxia* a *Trentepohlia*, a také sinice rodu *Nostoc* (Lutzoni a Miadlikowska, 2009).

Lišejníky se vyskytují skoro na všech suchozemských stanovištích, od tropů až po polární oblasti. Také jsou poměrně nenáročné, co se týče substrátu. Mohou růst jak na horninách, tak i na kůře dřevin, půdě, na listech či mechu a také na umělých substrátech jako je sklo, beton, plasty i kovy. Jejich životnost je odhadována až na tisíciletí, záleží však na podmínkách prostředí (Lutzoni a Miadlikowska, 2009).

Parazitismus je druh symbiózy mezi organismy, kdy parazitující organismus využívá hostitelský organismus, aniž by mu poskytoval něco na oplátku. Mezi houbami existuje mnoho forem parazitismu, to znamená, že je zde konkurence mezi organismy obývajícími stejné stanoviště. U hub se využívá pojem mykoparazitismus, který značí vztah mezi houbovým parazitem a houbovým hostitelem (Barnett, 1963), tento vztah je poměrně vzácný (např. houboví paraziti, kteří napadají plodnice jelenek a pestřeců). Vzácní jsou také paraziti živočichů, především larev a kukel, ale i dospělců hmyzu. Nejrozšířenějšími hostiteli houbových parazitů jsou však zástupci rostlinné říše (Plantae) (Holec et al., 2012).

Biotrofní paraziti získávají organické látky ze živých buněk organismů. Nekrotrofní paraziti svými toxiny nejprve buňky hostitele zahubí a poté z nich čerpají živiny. Houby, které žijí na mrtvém těle hostitele, např. na padlém kmenu stromu, se nazývají saproparaziti a houby, které rozkládají mrtvé části stále živého hostitele se nazývají perthofyty. Rostou např. na mrtvých větvích v korunách živých stromů. Dále jsou známi nekrotrofní paraziti

rostlin, kteří napadají byliny, stromy, keře a mechorosty, které jsou nějak oslabené, např. suchem, poraněním nebo hmyzem (Holec et al., 2012) a v těchto mrtvých pletivech pouze přežívají, např. ve formě sklerocií a rhizomorf (Mieslerová et al., 2016). Parazité se dále dělí na parazity fakultativní (příležitostné) nebo obligátní (závazné) (Kalina a Váňa, 2005).

Endofytické houby jsou skryté většinu života v pletivech rostlin. Lze říci, že tento vztah prospívá oběma partnerům, ale můžeme jej označit za balancovaný antagonismus, tzn., že každý partner se nejvíce zajímá o svůj prospěch, ale vzájemně se respektují. Houby se nacházejí např. uvnitř listů, stonků a také dřeva. Pokud je rostlina nějakým způsobem oslabená, tak tento vztah může přejít až v lehký parazitismus (Holec et al., 2012).

3.3 Systematika hub

V současnosti lze rozdělit pravé houby do devíti kmenů: Opisthosporidia, Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, Blastocladiomycota, Zoopagomycota, Mucoromycota, Glomeromycota, Ascomycota a Basidiomycota (Naranjo-Ortiz a Gabaldón, 2019). Avšak podle Wijayawardene et al. (2020) můžeme houby rozlišit až do 19 kmenů, a to Aphelidiomycota, Ascomycota, Basidiobolomycota, Basidiomycota, Blastocladiomycota, Calcarisporiellomycota, Caulochytriomycota, Chytridiomycota, Entomophthoromycota, Entorrhizomycota, Glomeromycota, Kickxellomycota, Monoblepharomycota, Mortierellomycota, Mucoromycota, Neocallimastigomycota, Olpidiomycota, Rozellomycota a Zoopagomycota.

Oddělení Ascomycota zahrnuje 3 pododdělení, jedním z nich je Pezizomycotina, které obsahuje 13 tříd, dále Saccharomycotina zahrnující jednu třídu a Taphrinomycotina se svými pěti třídami (Wijayawardene et al., 2020).

Hned druhým oddělením v počtu popsáných druhů a jedním z nejdůležitějších oddělení říše hub je skupina Basidiomycota, která se rozlišuje na 3 pododdělení Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina a Agaricomycotina. Velký nárůst rodů bylo v poslední době zaznamenáno hlavně ve skupině Agaricomycotina. Například v minulých letech přibylo 60 nových rodů muchomůrek, 40 rodů hřibů a 50 rodů chorošů (Polyporales) (Wijayawardene et al., 2020).

Tabulka 1: Srovnání dvou nejběžnějších systémů třídění houbových organismů (upraveno podle Mieslerová et al., 2016)

Říše (systém dle Cavalier-Smith, 1998)	Oddělení	Říše (systém dle Adl et al., 2005, 2012)	
Protozoa (prvoci)	ACRASIOMYCOTA	Excavata	
	MYXOMYCOTA	Amoebozoa	
	PLASMIDIOPHOROMYCOTA	Rhizaria	SAR
Chromista (syn. Stramenopila)	LABYRINTHULOMYCOTA	Chromalveolata	
	OOMYCOTA (syn. Peronosporomycota)		
	HYPHOCHYTRIOMYCOTA		
Fungi (houby)	CHYTRIDIOMYCOTA	Opisthokonta	
	MICROSPORIDIOMYCOTA		
	ZYGOMYCOTA		
	GLOMEROMYCOTA		
	ASCOMYCOTA		
	BASIDIOMYCOTA		

3.4 Morfologie hub

3.4.1 Podhoubí

Stélka (thallus) je označení pro tělo houby a může být jednobuněčná nebo mnohobuněčná. Tato stélka je tvořena hyfami, což jsou vlákna, která mohou být větvená (Klán, 1989). Tyto hyfy jsou uspořádány do houbového pletiva, jedná se o nepravé pletivo – plektenchym (Holec et al., 2012). U mnohobuněčných hub jsou hyfy přehrádkované a uvnitř buněk mají jedno nebo i více jader. Hyfy se dělí na část vegetativní, která se nazývá mycelium neboli podhoubí a část, která nese pohlavní orgány a plodnice (Klán, 1989).

Hyfy hub mohou být různým způsobem modifikovány. Například u krepidlovce černavého (*Rhizopus nigricans*) se vyskytují jakési kořínky zvané rhizoidy, díky kterým se krepidlovec upevňuje na podkladu a také díky nim čerpá živiny. U hub, které parazitují na

rostlinách se vyskytují různé formy modifikací. Jedním z nich jsou rhizomorfy, což jsou provazcovité útvary, které jsou síťovitě uspořádány a mohou být až několik metrů dlouhé. Vyskytují se například u václavky obecné (*Armillaria mellea*). Dalším typem modifikace je blanitý útvar zvaný syroccium, který se nachází na stromech v podobě chorošů, např. u troudnatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*). Dále také haustoria, což jsou vlákna, která umožňují čerpat živiny. Tento typ se nachází u padlí (*Erysiphales*). Modifikacemi jsou i sklerocia, tvrdé a kulovité útvary tvořící dormantní stav se zásobními látkami tukové povahy vyskytující se například u paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*). Pro vřeckovýtrusné houby jsou typická stromata, která vytvářejí bochníkovité útvary a slouží jako mechanická ochrana pro plodnice v nich zanořené. U hnojníků (*Coprinus*) se nacházejí útvary zvané ozonium. Jsou to žlutorezavé a štětinaté hyfy u báze plodnic. Rostou na substrátu a povrchu dřeva (Klán, 1989).

3.4.2 Plodnice

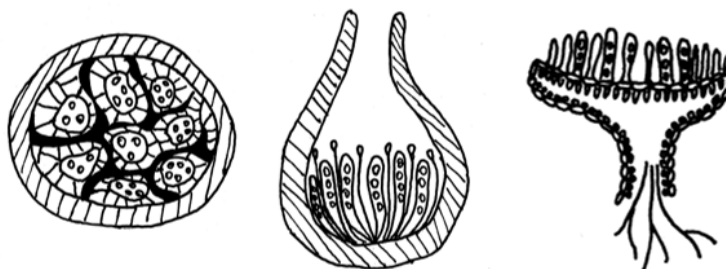
Plodnice tvoří nejvíce viditelnou část životního cyklu hub (Holec et al., 2012). Mohou být různé velké, od desetin milimetru po desítky centimetrů (Klán, 1989). Díky plodnicím dokážeme často spolehlivě zařadit houbu do druhu už na základě morfologie. Nesou pohlavní výtrusy neboli spory a jsou rozmnožovacím orgánem pohlavního stádia u hub. Toto stádium se nazývá teleomorfa. Některé houby mají i nepohlavní stádium - anamorfu, při kterém se tvoří nepohlavní výtrusy např. tzv. konidie (Holec et al., 2012), a existují i houby, které nevytvářejí jiná stádia než právě anamorfy (Mieslerová et al., 2016).

Plodnice vřeckovýtrusných hub

Plodnice vřeckovýtrusných hub se nazývají askomata a velmi se od sebe liší, např. tvarem, velikostí, způsobem vzniku atd. Mohou být otevřené, téměř uzavřené (tyto mají ústí zvané ostiolum), anebo zcela uzavřené, které jsou kulovité nebo hlízovité. Některé druhy hub mají plodnice uzavřené pouze v mládí (Holec et al., 2012).

Plodnice jsou dobrým určovacím znakem při rozlišování druhů hub, ale přesto je potřeba se orientovat i mikroskopickými znaky, zejména vzhledem a velikostí vřecek, výtrusů a parafýz (Holec et al., 2012).

Podle tvaru existují tři základní typy plodnic vřeckovýtrusných hub (viz obrázek 1). Prvním typem je **kleistothecium**. Tento typ bývá velmi malý a tvoří jej uzavřená plodnice kulovitěho tvaru se vřecy rozptýlenými uvnitř plodnice. Jednotlivé hyfy, provazce podhoubí nebo různé přívěsky se mohou vyskytovat na povrchu plodnice. Dalším typem plodnice je **perithecium**. Tato plodnice je hruškovitého nebo kulovitěho tvaru a na svém vrcholu má ústí. Na dně a na bocích vnitřní dutiny plodnice jsou umístěná vřecka a také parafýzy. A posledním typem je **apothecium**, což je uzavřená plodnice pohárovitého, terčovitého nebo miskovitěho tvaru. Může být přisedlá nebo na stopce. Rouško pokrývá vnitřní část pohárku nebo horní plochu terče. Plodnici mohou svrchu krýt mírně vyčnívající a hustě natěsnané vrcholky parafýz, které tvoří ochrannou vrstvu - epithecium. Pod rouškem je vrstva pletiva označující se jako hypothecium (Holec et al., 2012). Někdy se vyskytuje ještě typ plodnice, kdy k pohlavnímu procesu dochází a vřecka se tvoří v již předvytvořené plodnici – **askolokulární plodnice** (Kalina a Váňa, 2005).



Obrázek 1: Plodnice vřeckovýtrusných hub – zleva: kleistothecium, perithecium, apothecium

Autor: Nela Jandíková

Plodnice stopkovýtrusných hub

Plodnice stopkovýtrusných hub se nazývají bazidiokarpy nebo bazidiomata a ve svém hymeniu nesou bazidie, což jsou buňky s výtrusy, tzv. bazidiosporami. Mezi sebou se liší ve velikosti, zbarvení i tvaru, tyto znaky závisí na vnějším prostředí. Obvykle jsou rozlišeny na klobouk a třeň (Mieslerová et al., 2016).

Plodnice se dělí do tzv. hymeniálních a geastrálních typů. Hymeniální typ plodnice (viz obrázek 2) je takový, kde bazidie jsou v hymeniu na povrchu plodnice a hymenium povléká celý povrch plodnice, anebo pouze jeho část, která se nazývá hymenofor. Patří zde holothecium, krustothecium a pilothecium. U geastrálního typu (viz obrázek 3) je plodnice

kryta blánou (okrovkou - peridií), která bývá rozlišena na vnější exoperidii a vnitřní endoperidii. Do tohoto typu plodnic patří plektothecium, lyzothecium, schizothecium, aulaiothecium a klathrothecium (Kalina a Váňa, 2005).

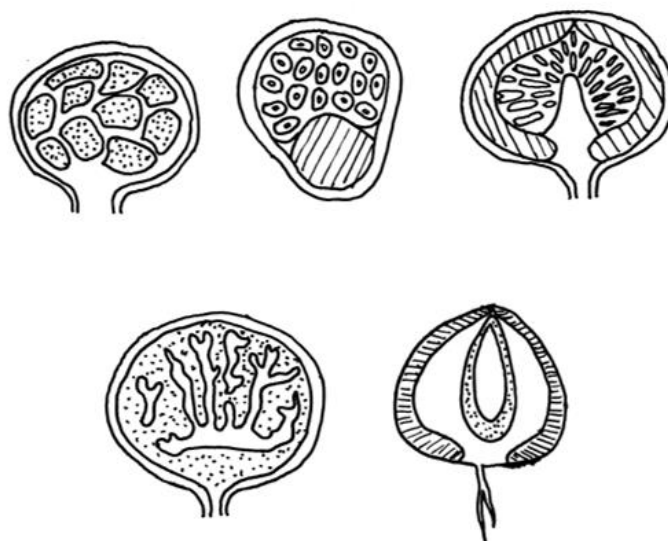
U **holothecia** hymenium pokrývá celý povrch plodnice. Častějšími typy jsou ale **krustothecium** a **pilothecium**, u kterých hymenium pokrývá pouze rourky, lupeny, lišty nebo trny na spodní straně klobouku (Mieslerová et al., 2016). U pilothecia je plodnice rozlišena na klobouk a třeň a bývá jednoletá. Krustothecium může být víceleté, ale i jednoleté a postupně se vyvíjí. Někdy může být také členěno na klobouk a třeň (Kalina a Váňa, 2005).



Obrázek 2: Hymeniální plodnice – zleva: holothecium, krustothecium, pilothecium

Autor: Nela Jandíková

Plektothecium je uzavřená plodnice s roztroušenými bazidiemi. **Lyzothecium** a **schizothecium** jsou uzavřené plodnice, které mají uvnitř dutiny lyzigenního či schizogenního typu a jsou vystlány hymeniem. Například pýchavky (*Lycoperdon*) mají schizothecium. Plodnice je krytá vícevrstevným obalem okrovkou neboli peridií, uvnitř je gleba s výtrusy a obsahuje i kapilicium, což je vlášení (Mieslerová et al., 2016). **Aulaiothecium** je opět uzavřená plodnice, do které z boků a z vrcholu vrůstají lamely kryté hymeniem (Kalina a Váňa, 2005). **Klathrothecium** je také uzavřená plodnice, která má glebu rozdělenou lamelami, které jsou korálovitě větvené a v době zralosti ji vynášejí na povrch nosič zvaný receptakulum. Tento typ plodnice má například hadovka smrdutá (*Phallus impudicus*) (Sedlářová a Vašutová, 2004-2007).



Obrázek 3: Geastrální plodnice – horní řádek zleva: plektothecium, lysothecium, schizothecium, dolní řádek zleva: aulaothecium, klathrothecium

Autor: Nela Jandíková

Mladé plodnice stopkovýtusných hub jsou často kryty obaly (velum), které jim brání ve vyschnutí. Pokud obal kryje celou plodnici, nazývá se plachetka (velum universale), růstem houby se obal trhá a vznikají tak útvary na klobouku a třeni jako jsou šupiny, ostny, vločky nebo vlákna v podobě pochvy atd. Pokud obal nekryje celou plodnici, ale pouze je vytvořen od třeně k okraji klobouku, a takto kryje lupeny či rourky, nazývá se závoj (velum partiale). Následně v dospělosti tvoří prsten okolo třeně, pásek nebo pavučinku (Holec et al., 2012).

3.4.3 Výtrusy

Výtrusy (spory) jsou rozmnožovacími částicemi hub a mohou být jednobuněčné či vícebuněčné. Výtrusy dělíme na mitospory, které vznikly mitózou (vzniklé nepohlavně) a meiospory, vzniklé meiózou (vzniklé pohlavně). Výtrusy se od sebe liší ve tvaru, velikosti, počtem buněk, způsobem utváření buněčné stěny a její afinitou k chemickým látkám. Jejich velikost se pohybuje od 2 do 200 μm , např. bazidiospory jsou velké od 5 do 15 μm a askospory od 20 do 40 μm . Pomocí výtrusů dokážeme i rozeznat jednotlivé rody hub (Klán, 1989).

Spory mohou vznikat pohlavně i nepohlavně. Výtrusy nejprve nabobtnají v příznivých podmínkách a následně vyklíčí. Před samotným vyklíčením často dochází k období dormance spory neboli období odpočinku. Existují dva typy dormance, a to konstituční (endogenní) a exogenní. Při konstituční dormanci spora neklíčí, i když jsou splněny podmínky pro tuto činnost. Má různě dlouhou dobu a je genotypově podmíněná. Exogenní dormance je častější a u tohoto typu spora vyklíčí až poté, co jsou splněny podmínky pro její vyklíčení, nebo čeká až pominou podmínky nepříznivé. Podmínky vhodné pro klíčení představují např. vhodná teplota, obsah vody a obsah kyslíku (Klán, 1989).

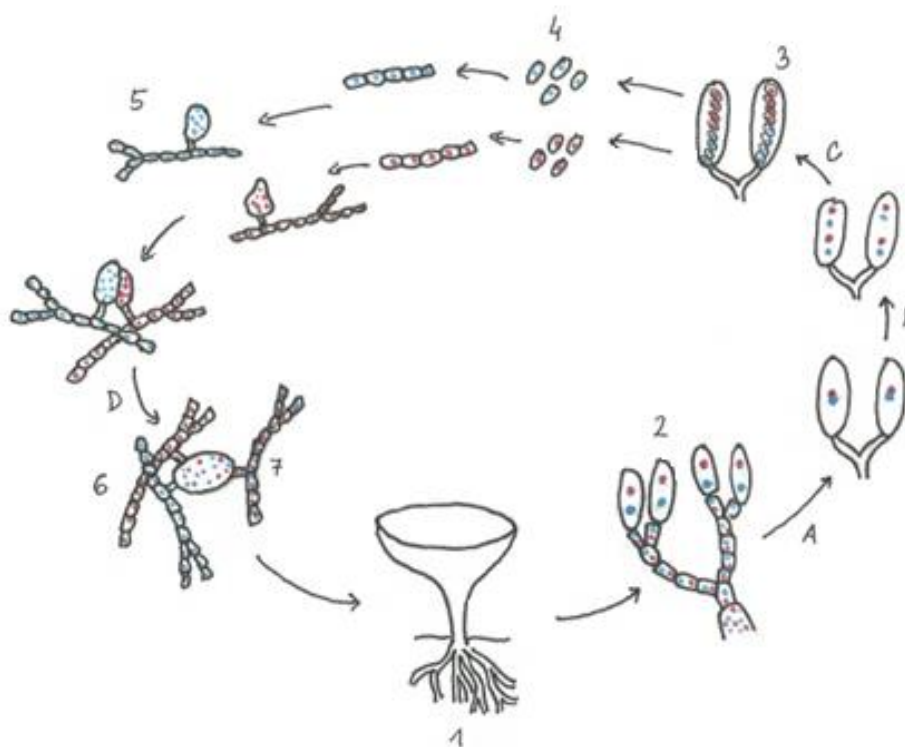
3.5 Životní cyklus hub (ze skupin Ascomycota a Basidiomycota)

Výtrusy hub (askospory, bazidiospory) se šíří nejčastěji vzduchem (anemochorie) a toto šíření je může zanést až tisíce kilometrů daleko. Dalším typem šíření je vodou (hydrochorie), nebo živočichy (zoochorie), např. žížalami, hmyzem, savci jako jsou prasata, srnci, jeleni, ale také člověkem. Člověk může rozšířit výtrusy hub např. na oblečení, botách či spolu s nějakým nákladem. K šíření a také k rozmnožování mohou sloužit i nepohlavní výtrusy, tzv. konidie. Dále také úlomky hyf a části podhoubí, které slouží k nepohlavnímu rozmnožování (Holec et al., 2012).

Jakmile se výtrusy dostanou na vhodný podklad a mají příznivé podmínky, začnou klíčit v klíční hyfu. Tyto podmínky zahrnují vhodnou teplotu, vlhkost, dále také chemické složení půdy atd. Klíční hyfy se rozrůstají a postupně vzniká podhoubí (mycelium). Toto mycelium tvoří tělo houby, tzv. stélku (Holec et al., 2012).

Při pohlavním rozmnožování musí vždy dojít k plazmogamii, karyogamii a meióze (Kalina a Váňa, 2005). Karyogamie je splynutí dvou různých jader v jedno. U vřekovýtrusných hub (viz obrázek 4) se samčí pohlavní orgány nazývají antheridia a samičí pohlavní orgány jsou askogonia. Askogonia jsou jednojaderná, ve většině případů jsou jednobuněčná a na svém vrcholu mívají vlákno tzv. trichogyn. Tento trichogyn tvoří můstek při kontaktu s antheridiem a jeho obsah tímto můstkem přejde do askogonia (jedná se tedy o gametangiogamii). Z askogonia vyrůstají askogenní hyfy a do nich putují oba typy jader, následuje tudíž tzv. dikaryotická fáze. V mladém vřecku jádra dikaryotické fáze

splývají (Holec et al., 2012), a poté dochází k meióze a mitóze a vzniká vřecko (ascus). Vzniklá jádra se mitoticky dělí a po vytvoření buněčné stěny haploidní výtrusy opouštějí vřecko (Klán, 1989). U skupiny vřekovýtrusných hub je však časté i nepohlavní rozmnožování pomocí konidií (Holec et al., 2012).



1. dospělý askokarp produkující spory, 2. askus (vřecko), 3. osm askospor ve vřecku, 4. askospor rozptýlené větrem, 5. klíčící askospor v myceliu, 6. haploidní hyfy (n), 7. dikaryotické mycelium

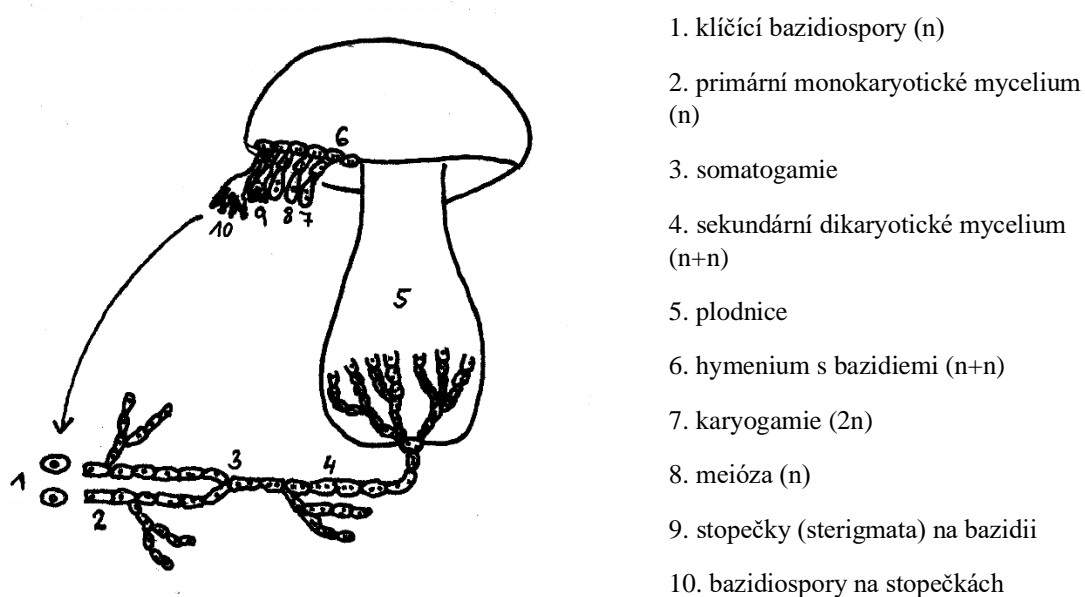
A) karyogamie, B) meióza, C) mitóza, D) plazmogamie

Obrázek 4: Životní cyklus vřekovýtrusných hub

Autor: Nela Jandíková

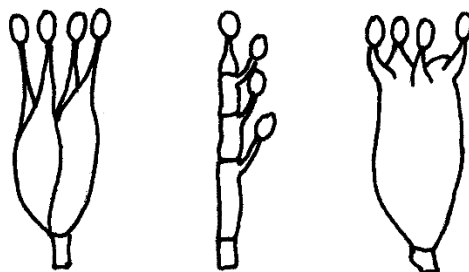
U stopkovýtrusných hub (viz obrázek 5) je pohlavní rozmnožování označováno jako somatogamie, tzn. dochází ke kopulaci haploidních somatických buněk a výslednému vzniku dikaryotického mycelia (Klán, 1989). Buňka vzniklá z dikaryotického mycelia se nazývá bazidie (a probíhá zde karyogamie) a může být oddělena od hyfy příčnou přehrádkou. Jsou rozlišovány dva typy bazidií, a to nepřehrádkované holobazidie a přehrádkované fragmobazidie (viz obrázek 6). Bazidie bývají uloženy v hymeniu (výtrusorodá vrstva) nebo na povrchu či uvnitř plodnice (v glebě). Na bazidiích vyrůstají

sterigmata, což jsou takové stopečky, na kterých se následně po meióze vytváří haploidní bazidiospory (Kalina a Váňa, 2005).



Obrázek 5: Životní cyklus stopkovýtrusných hub

Autor: Nela Jandíková



Obrázek 6: Příklady bazidií. Zleva – fragmobazidie chiastická, fragmobazidie stichická, holobazidie

Autor: Nela Jandíková

Houbová vlákna oddělení Ascomycota a Basidiomycota jsou přehrádkovaná (přehrádka = septum) a na každé této přehrádce je otvor neboli pór. Stopkovýtrusné houby mají přehrádku ztlustlou a otvor se nazývá dolipór. Tento dolipór je obklopen membránou, která umožňuje otvor zavřít. Některé stopkovýtrusné houby jsou také vybaveny přezkami na přehrádkách (Holec et al., 2012). Vřeckovýtrusné houby mají jednoduchý pór.

Primitivnější skupiny hub (jako spájivé), nemají přepážky v hyfách vůbec (Mieslerová et al., 2016).

Hyfy se neustále prodlužují a probíhá u nich apikální neboli vrcholový růst. Probíhají zde metabolické pochody, jejich účinkem dochází k růstu hyf a ke tvorbě buněčné stěny. Hyfy se mohou sdružovat do tlustých provazců, a tak tvořit podhoubí. Dále jsou známé rhizomorfy, které mají složitější stavbu a mohou dorůstat délky až několik desítek metrů (Holec et al., 2012).

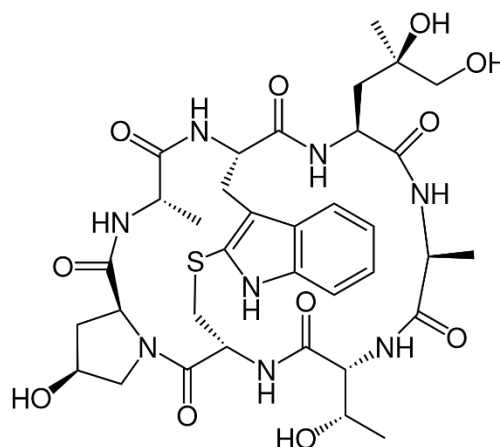
3.6 Jedovaté houby a jejich účinky

Ve střední Evropě roste okolo dvě stě druhů jedovatých hub a z toho je asi 10 druhů smrtelně jedovatých. Tyto houby obsahují toxiny, které způsobují výrazné zdravotní potíže, případně mohou vést u slabších jedinců, jako jsou děti či starší lidé, ke smrti. Jedy začnou na tělo působit po různě dlouhé době. Většinou houby způsobují lehké otravy, které nezanechávají žádné trvalé následky, projevují se např. nevolností, zvracením a průjmy. Pokud houba způsobí těžkou otravu, tak může dojít k poškození některých orgánů jako jsou např. játra nebo ledviny. Naštěstí nejsou tyto otravy již tolik běžné (Holec et al., 2012).

Houby obsahují různé toxiny a podle toho působí na lidský organismus. Podle symptomů dělíme otravy na hepatorenální syndrom, nefrotoxický, parafaloidní, pantherinový, muskarinový, psychotropní, koprinový, imunochemolytický a gastrointestinální syndrom (Holec et al., 2012).

3.6.1 Hepatorenální syndrom

Otravy těmito houbami jsou jedny z nejtěžších a způsobují poškození jater a ledvin (Krmencík a Kysilka, 2001-2007). Otravy způsobují bílkoviny amanitiny a faloidiny, které jsou obsažené v plodnicích muchomůrek. Nejvíce se vyskytují v muchomůrce zelené (*Amanita phalloides*) (viz obrázek 26), muchomůrce jízlivé (*A. virosa*) a muchomůrce jarní (*A. verna*) (Holec et al., 2012). Dále také v některých drobných bedlách (*Lepiota*), např. v bedle chřapáčové (*Lepiota helveola*), bedle červenající (*Chlorophyllum rhacodes*) a



Obrázek 8: Faloidin

Autor: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Faloidin>

Otravy muchomůrkou zelenou patří k nejčastějším u nás (Krměčık a Kysilka, 2001-2007), možná proto, že její chuť je sladká a svádí k tomu, abychom ji pokládali za jedlou (Kubička et al., 1980). První příznaky otravy se projeví až poté, co je poškozeno větší množství hepatocytů. Většinou asi 8-48 hodin po pozření hub. Nejprve dochází k narušení funkce trávicí soustavy a postižený trpí např. malátností, závratěmi, nevolností, bolestí hlavy nebo mrazením. Poté nastanou problémy jako je bolest žaludku, zvracení a průjemy, to způsobuje dehydrataci a demineralizaci až oběhové selhání, což může vést k úmrtí hlavně u dětí. V další fázi vymizí průjemy a zvracení a dochází k selhání jater, ledvin příp. obojího. Okolo 4.-5. dne se pacient cítí lépe, ale dochází ke zvětšení a zvýšené citlivosti jater a také polyurii (vysoký denní výdej moči). Nemocný se uzdravuje v těch lehčích případech, ale v těch těžších dojde k akutnímu selhání jater nebo tubulární funkce ledvin. Při rychlém průběhu otravy se rozvine jaterní kóma, které se projevuje apatií, bezvědomím, poklesem krevního tlaku, neklidem a třesem nebo tachykardií. Smrt nastává při rychlém průběhu 4.-7. den, nebo 8.-12. den při pomalém průběhu otravy (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). Při otravě muchomůrkou zelenou dochází přibližně u 25 % pacientů k úmrtí (Holec et al., 2012).

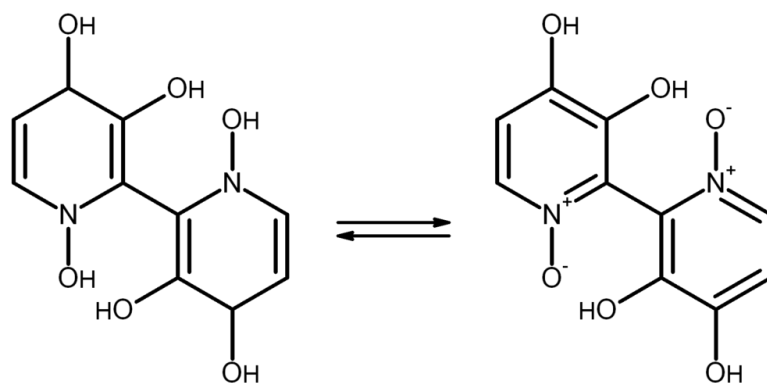
Játra jsou prvním orgánem, který přijde do styku s toxiny, a proto jsou také hepatorenální otravy jedny z nejvíce nebezpečných otrav (Garcia et al., 2015). Léčba u tohoto typu otrav vždy probíhá v nemocnici. Na uzdravení a přežití pacienta má vliv hlavně rychlost diagnózy a zahájení léčby. Otrava muchomůrkami se léčí výplachy trávicí trubice,

popř. laváží trávicí trubice a extrémně velkými dávkami penicilinu G. Dále se podávají pacientovi léky, které chrání jaterní parenchym a také se zkoušejí podávat materiály, které absorbují jedy ve střevech. Pokud je otrava zachycena včas, lze použít hemoperfusi, což je zachycení toxinů z krve speciálně upraveným aktivním uhlím (Krménčik a Kysilka, 2001-2007). Těžší případy lze zachránit pouze díky transplantaci. Vyskytly se dva případy, kde byly nalezeny toxiny muchomůrky zelené v játrech pacienta i po jejich transplantaci (Garcia et al., 2015).

V historii bylo několik významných osobností otráveno muchomůrkou zelenou, např. císař Claudius, král Karel VI. nebo i papež Klement VII. Dalším příkladem otravy může být car Alexis z Ruska (Ford, 1906).

3.6.2 Nefrotoxický (renální) syndrom

Tento syndrom způsobují bipyridilové deriváty, zvláště pak orellanin (viz obrázek 9). Tyto látky jsou přítomny v plodnicích pavučinců, např. pavučince plyšového (*Cortinarius orellanus*) (viz obrázek 34) či výjimečného (*C. rubellus*). Toxiny v pavučincích způsobují selhání ledvin a první příznaky jako je nevolnost, bolest břicha a hlavy, časté močení apod. se objeví až několik dnů po pozření houby (Holec et al., 2012). Orellanin je rozpustný ve vodě a zůstává i v sušené houbě. Způsobuje poškození ledvinových tubulů, které vedou až k nekrotickým změnám, nedostatečné funkci ledvin a až k úmrtí. Také dochází k inhibici RNA a DNA ledvinových buněk (Krménčik a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 9: Orellanin

Autor: <https://frankies.jimdofree.com/gifte-wirkstoffe/orellanin/>

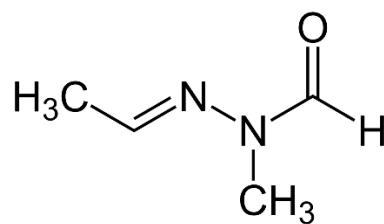
Příznaky otravy se projevují až po týdnu nebo dokonce až po třech týdnech. U pacienta, který trpí jen lehkou otravou, se vyskytuje pouze chronická tubulární nedostatečnost, při střední formě dochází k příznakům jako je žízeň, nutkání k močení, bolesti břicha, hlavy a zad, také nevolnost, zvracení a zácpa. U pacientů se vyskytuje polyurie, která dále přechází v oligurii (snížení denního výdeje moči) s hypostenurií (je vylučována moč o nízké relativní hustotě) a až proteinurií (odpad bílkoviny do moči přesahuje 150 mg/24 hod) a tento stav trvá i tři týdny. Toto může vyústit v chronickou tubulární nedostatečnost. U těžké formy otravy dochází k syndromu akutní tubulární nedostatečnosti, také jsou zde charakteristické projevy akutního nebo chronického poškození ledvin a může se dostavit i sekundární poškození jater (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

Otravy pavučinci se léčí v nemocnici. Jelikož je období latence velmi dlouhé, tak je diagnóza obtížná. Léčebný postup je stejného rázu jako u jiných nekronerfroz, především se musí zvládnout urémie. Doplnuje se extracelulární tekutina, také se snižuje deficit červených krvinek pomocí transfúze a provádí se dialýza krve. U nás se tyto otravy příliš nevyskytují, ale je to možná i tím, že mají dlouhou dobu latence a na otravu se nepřijde včas. Nakonec je smrt diagnostikována jako "selhání ledvin nejasné etiologie". V Polsku je několik odborníků na tyto otravy a diagnostikují až několik desítek případů ročně. (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). V 50. letech 20. století došlo k hromadné otravě v Polsku, bylo intoxikováno 135 obyvatel Bygdosze (Dinis-Oliveira et al., 2016).

3.6.3 Parafaloidní syndrom

Houby působící tento syndrom obsahují gyromitrin (viz obrázek 10), což je těkavá látka, která se odbourává za vzniku N-metylhydrazinu. Příznaky otravy jsou obdobné, jako tomu bylo u muchomůrky zelené (Holec et al., 2012). Tento jed je obsažen v ucháči obecném (*Gyromitra esculenta*) (viz obrázek 28), napadá hepatocyty a způsobuje sekundární poškození ledvin. Ucháč je jednou z prvních jarních hub a bývá často zaměňován za smrže, a kvůli tomu jsou otravy ucháčem vcelku časté (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). O tom, zda je tato houba jedlá či nikoli byly dlouho vedeny spory, jelikož se vyskytly případy, kdy ani po požití velkého množství hub nedošlo k otravě. Na druhou stranu se vyskytly i případy, kdy pouze po požití jediného houbového pokrmu došlo

k otravě, nebo i ke smrti (Smotlacha a Malý, 1986). Tyto otravy jsou poměrně zákeřné, jelikož k nim nedochází brzo po pozření houby a u některých jedinců k nim nemusí dojít vůbec. Příznaky se dostaví po 6-12 hodinách a probíhají ve dvou fázích. V první fázi dochází k únavě, bolestem hlavy, závratím, pocitu plnosti žaludku spolu s nevolností, později k zvracení, bolestem žaludku a jater. Tato první fáze trvá asi 1-2 dny. Druhá fáze je doprovázená poškozením jater a žloutenkou. Játra jsou tuhá, citlivá a zvětšená. U těžkých případů může nastat jaterní kóma. Úmrtnost při otravě ucháčem je asi 25 % a léčba probíhá kontrolou v toxikologickém centru, podáním pyridoxinu a kontrolou jaterních funkcí (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 10: Gyromitrin

Autor:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gyromitrin_Structural_Formulae_.V.1.svg

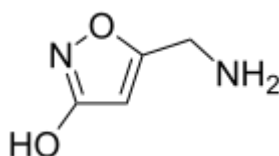
Jed v plodnicích se eliminuje sušením a také vytěká při vaření, ale přesto si nemůžeme být stoprocentně jistí, že všechen jed je z houby pryč (Holec et al., 2012). Ve Finsku je dokonce ucháč pokládán za pochoutku a je běžně konzumován (Härkönen, 1998).

Smrtelná dávka gyromitrinu pro dospělého člověka je údajně obsažena v 300-400 g syrového ucháče. Zatímco u muchomůrky zelené stačí k otravě pouhých 50 g houby (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

3.6.4 Pantherinový (psychotonický) syndrom

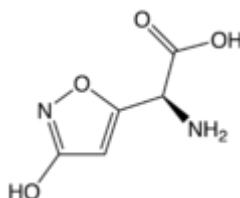
Tento syndrom vyvolávají látky muscimol (muskazon) (viz obrázek 11) a kyselina ibotenová (viz obrázek 12). Tyto jedy působí na centrální nervový systém a první příznaky se dostavují po 60-120 minutách (Holec et al., 2012). Kyselina ibotenová je nestálá, a tak snadno přechází v muscimol. Obě tyto látky patří mezi izoxazolové deriváty. Veškerá

kyselina ibotenová se vyloučí z těla močí asi po 90 minutách, ale vrchol intoxikace nastane až po vyloučení kyseliny. I muscimol se vyloučí močí, ale asi až za 6 hodin (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). Příznaky jsou podobné opilosti, tzn. bolest hlavy, nevolnost, zuřivost nebo stav opojení a poté spánek. Dále můžou některé houby obsahující tuto látku vyvolávat halucinace, např. muchomůrka červená (*Amanita muscaria*) (viz obrázek 25) a je proto využívána lidmi. Kromě muchomůrky červené jsou tyto toxiny obsaženy také v muchomůrce královské (*A. regalis*), m. slámožluté (*A. gemmata*) a muchomůrce tygrované (*Amanita pantherina*) (viz obrázek 27), která jako jediná může ve výjimečných případech způsobit i smrt (Holec et al., 2012). Smrt nastává v 1-2 % případů (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). Ve větším ohrožení jsou hlavně osoby s poruchami krevního oběhu a srdce (Patočka, 2010).



Obrázek 11: Muscimol

Autor: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Muscimol>



Obrázek 12: Kyselina ibotenová

Autor: https://wikijii.com/wiki/Ibotenic_acid

Muchomůrka červená byla dříve používána k hubení much po naložení do mléka. Psal o tom už v roce 1562 Tadeáš Hájek z Hájku. Také v norské mytologii jsou zmínky o požívání této houby Berseky, kteří se tak dostávali do stavu vzteku a užívali tyto houby před bojem. Po boji se dostavil pocit únavy a také vyčerpání. Nakonec je ve 12. století církev označila za čarodějníky a odstranila (Kubíček et al., 1980).

Při léčbě je nutné podat nemocnému apomorfín, projímadlo nebo absorbencia, aby došlo k vyloučení houby z trávicího traktu (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

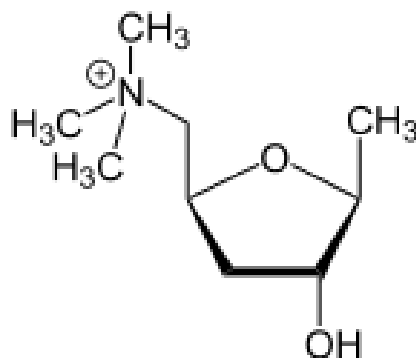
3.6.5 Muskarinový (neurotoxický) syndrom

Houby obsahují alkaloidy muskarin (viz obrázek 13) a cholin (viz obrázek 14), což jsou bazické sloučeniny. Tyto toxiny působí na nervová zakončení a zabraňují vysílání nervových signálů do mozku (Holec et al., 2012), působí na muskarinové receptory, které jsou lokalizované ve svalech a žlázách (Krménčík a Kysilka, 2001-2007). Příznaky se projevují jako silné pocení, slinění, slzení, dále zpomalení srdečního tepu, pokles tlaku, zvracení a průjem a dostaví se přibližně 20-30 minut po pozření houby (Holec et al., 2012), maximálně po dvou hodinách. Nápadným příznakem otravy je zúžení zorniček až na velikost špendlíkové hlavičky. Smrt nastává v důsledku zhroucení krevního oběhového systému (Krménčík a Kysilka, 2001-2007).

Jed je přítomný v plodnicích např. vláknice začervenalé (*Inocybe erubescens*) (viz obrázek 35), strmělky odbarvené (*Clitocybe rivulosa*), strmělky listomilné (*C. phyllophila*), strmělky vonné (*C. fragrans*) (Holec et al., 2012), nebo také u muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). Strmělky mají oproti vláknícím poloviční obsah muskarinu (Krménčík a Kysilka, 2001-2007).

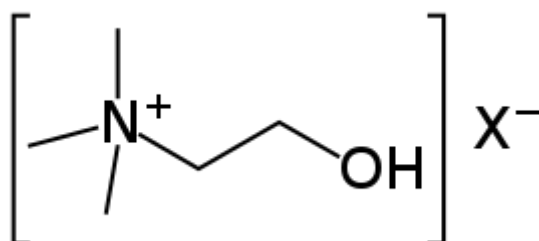
Muskarin byl poprvé izolován z muchomůrky červené, ale zde je ho obsaženo poměrně málo. U muchomůrky červené způsobuje jedovatost zejména muscimol (Smotlacha a Malý, 1986). Otravy končící smrtí jsou zaznamenány především u vláknice začervenalé a tvoří je asi 8-10 % případů (Krménčík a Kysilka, 2001-2007).

Při otravě se postiženým osobám vyplachuje žaludek anebo se vyvolává průjem. Podává se lék zvaný atropin, který pomůže vytěsnit muskarin z nervových zakončení (Holec et al., 2012).



Obrázek 13: Muskarin

Autor: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Muskarin>

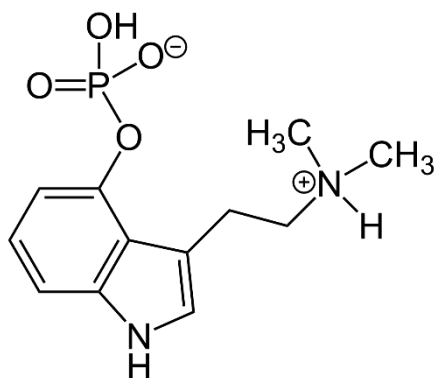


Obrázek 14: Cholin

Autor: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Cholin>

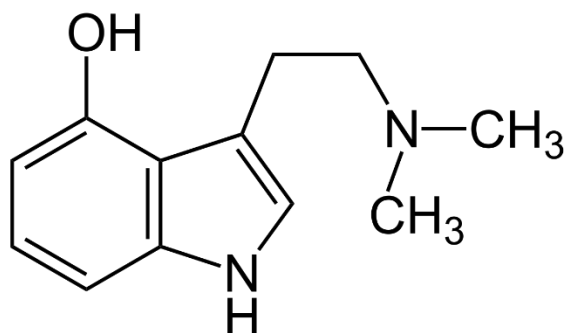
3.6.6 Psychotropní syndrom

Tento syndrom vyvolávají látky psilocybin (viz obrázek 15), psilocin (viz obrázek 16), baeocystin a bufotenin, což jsou indolové alkaloidy (deriváty tryptaminu). Tyto toxiny ovlivňují centrální nervový systém a způsobují změny v myšlení nebo vnímání. Příznaky jsou znát asi po hodině, kdy se dostaví různé projevy jako jsou halucinace, delirium, euforie, zmatenost, omámenost (Holec et al., 2012).



Obrázek 15: Psilocybin

Autor: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Psilocybin>



Obrázek 16: Psilocin

Autor:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/84/Psilocin_Structural_Formulae_V.1.svg/1200px-Psilocin_Structural_Formulae_V.1.svg.png

Mezi houby s těmito látkami patří např. lysohlávka modrající (*Psilocybe cyanescens*), lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*) (viz obrázek 31), lysohlávka kopinatá (*P. semilanceata*), dále se vyskytuje v malém množství u kroupenatců (*Panaeolus*), čepičatek (*Pholiotina*), štitovek (*Pluteus*), vlákníc (*Inocybe*), šupinovek (*Gymnopilus*) a helmovek (*Mycena*) (Holec et al., 2012).

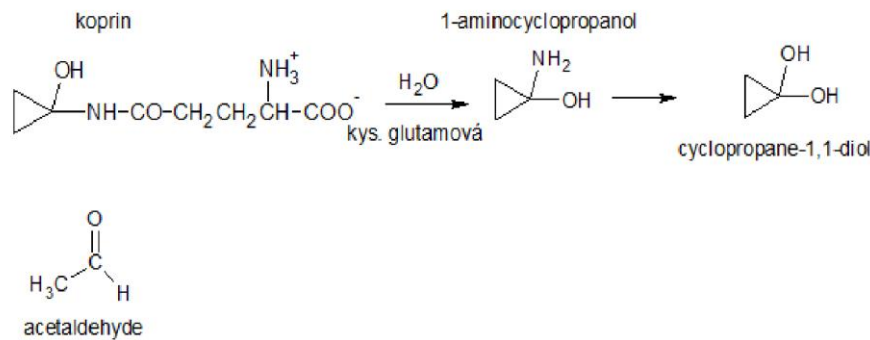
Lysohlávky se využívají jako halucinogenní drogy a jsou u nich popisovány jak příjemné pocity, tak i pocity, které vedly k sebevraždě nebo k odhalení psychické poruchy. Také se vyskytly fyzické problémy jako je pocení, bolest hlavy, snížení tlaku, ochabnutí svalstva, zpomalení srdečního tepu, a dokonce se vyskytla i zástava srdce (Holec et al.,

2012). Příznaky se projevují asi po 15 až 60 minutách. Projevy trvají 6 až 12 hodin a následně odezní. Lékařská pomoc je nutná až při těžkých případech, tehdy se použije diazepam a chlorpromazin k utlumení excitace a halucinací (Krměčík a Kysilka, 2001-2007).

V dnešní době se psilocybin využívá v psychoterapii k léčbě depresí a úzkostí u lidí, kteří trpí rakovinou v pokročilém stádiu. Nedávná studie sledovala vliv psilocybinu na depresi u pacientů s rakovinou a prokázala, že vysoké dávky psilocybinu vedou ke zlepšení výsledků oproti používání nízkých dávek (Johnson a Griffiths, 2017).

3.6.7 Koprinový (antabusový) syndrom

Tento syndrom způsobuje koprin (Holec et al., 2012), jehož chemický vzorec je N-5-(1-hydroxycyklopropyl)-L-glutamin (Krměčík a Kysilka, 2001-2007). Otrava jím se projeví pouze pokud do 6-48 hodin po konzumaci houby, vypijeme alkohol. Jed koprin totiž zastaví odbourávání alkoholu v krvi a my se otrávíme meziproduktem odbourávání alkoholu, což je acetaldehyd (viz obrázek 17) (Holec et al., 2012). Lehčí otravu provází pocit tepla, začervenání v obličeji, bolest hlavy, brnění v končetinách, závratě, nevolnost, pocení a v těžších případech třesavka, brnění a otékání horních končetin, poruchy dýchání, tachykardie a pokles tlaku krve. V těch nejtěžších případech následuje zvracení a průjmy. Otrava se projevuje po 15 minutách až 4 hodinách a uzdravení nastává po 2-3 dnech. Léčbou je klid, dýchání na čerstvém vzduchu, případně inhalace kyslíku a dále analeptika. Samozřejmostí je vynechání alkoholu alespoň na týden. Intenzita otravy nezávisí na množství požití houby, ale na množství alkoholu. Zatím nebyl zaznamenán žádný případ úmrtí (Krměčík a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 17: Metabolismus koprinu při otravě

Autor: <https://www.ohoubach.cz/atlas-hub/detail/123/Hnojnik-inkoustovy/>

Jed je obsažen v hnojníku inkoustovém (*Coprinopsis atramentaria*) (viz obrázek 33) a hnojníku třpytivém (*Coprinus micaceus*) (Krměčičk a Kysilka, 2001-2007).

3.6.8 Imunohemolytický syndrom

Syndrom je způsoben neznámými bílkovinami, které jsou obsaženy v plodnicích čechratky podvinuté (*Paxillus involutus*) (viz obrázek 36). Tyto bílkoviny působí v těle jako antigeny, způsobují totiž v těle tvorbu protilátek, které se během let při opakované konzumaci čechratky ukládají. Až se dosáhne určité koncentrace látek v těle, dojde až k rozpadu stěn červených krvinek (Holec et al., 2012).

První příznaky se mohou projevit 1-4 hodiny po konzumaci syrové houby. Příznaky jsou nevolnost, bolesti břicha a průjem. Později teplota, červená moč, třesavka nebo bolest v kříži (Klán, 1989).

3.6.9 Gastrointestinální syndrom

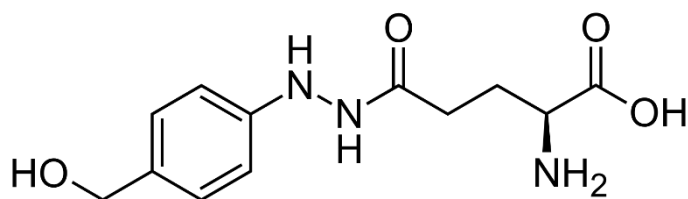
Projevuje se zvracením, průjemy, nevolností a křečemi a dostavuje se již 30-120 minut po požití houby. Složení toxinů většinou není přesně známé a je možné je odstranit

povařením. Otravy tedy mohou vznikat při nedokonalé tepelné úpravě hub. Například prstenaté václavky (*Armillaria*) obsahují termolabilní toxiny (Holec et al., 2012).

Do této kategorie spadá mnoho hub, např. hřib satan (*Boletus satanas*) (viz obrázek 32), závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), závojenka jarní (*E. vernum*), kuřátka (*Ramaria*), pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*) (viz obrázek 30), holubinky (*Russula*) (Krměčık a Kysilka, 2001-2007), dále hořké hřiby, např. hřib kříšť (*Boletus calopus*), hřib žlučový (*Tylopilus felleus*), ryzce (*Lactarius*) a také velké bedly jako je bedla zahradní (*Chlorophyllum brunneum*), bedla jedovatá (*Chlorophyllum venenatum*) (Holec et al., 2012).

Tyto otravy mohou být způsobeny látkami termolabilními či termostabilními. V případě otravy houbou s termolabilními látkami, např. v hřibu satanu, se jed odstraní dokonalým povařením. Při otravě syrovou houbou dochází k nezastavitelnému zvracení. U termostabilních látek nedochází k jejich odstranění povařením houby. Patří zde například závojenka olovová nebo pečárka zápašná (Smotlacha a Malý, 1986).

U žampiónů je hlavním toxinem způsobujícím žaludeční problémy p-hydroxybenzondiazoniový ion, tzv. agaritin (β -N-[gama-L-glutamyl]-4-(hydroxymethyl)fenylhydrazin) (viz obrázek 18). Dalšími látkami jsou agarikon, γ -glutamylazafonol a xanthodermin, které jsou toxické kvůli přítomnosti vazby N-N a jsou také příčinou žloutnutí houby při poranění (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 18: Agaritin

Autor: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agaritrine.svg>

U ryzců a holubinek můžeme najít látky, které mají pryskyřičný charakter a jsou zodpovědné za dráždění trávicího traktu. Dokonce mohou tímto drážděním vyvolat až zánět. Po pozření těchto hub se dostaví po 2-4 hodinách zvracení, průjmy a koliky a tyto příznaky trvají 1-3 dny (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

Závojenka olovová nemá blíže specifikovaný toxin, avšak silně dráždí stěny trávicí trubice. Tyto otravy nejprve připomínají otravu muchomůrkou zelenou, ale dostávají se mnohem dříve, asi 2-4 hodiny po požití houby. Opět nastupují kolikové bolesti, průjmy a zvracení. Otrava proběhne do sedmi dnů. Otravy, které končí smrtelně, tvoří pouhé 1 % případů, tvoří ho hlavně děti nebo starší lidé (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

V těžkých případech otrav těmito houbami může dojít k dehydrataci a poškození ledvin. Léčbou je výplach žaludku, podání adsorbencí nebo projímadla. Také se využívají spasmolytika a léky na zmírnění průjmů a zvracení. Je třeba se vyhnout dehydrataci (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

3.6.10 Jedy v mikromycetách

Tak jako se jedy vyskytují v makroskopických houbách, mykotoxiny se také vyskytují v mikroskopických houbách, tzv. mikromycetách, což jsou jedno i vícebuněčné zástupci říše Fungi. Jsou to saprotrofové či parazité a mohou tvořit vláknitá i kvasinková stádia. Tyto organismy se vyskytují všude, kde je nějaká organická hmota, protože jsou morfologicky rozmanité a jsou schopny velké adaptability. V životním prostředí se vyskytují např. ve vzduchu, půdě, vodě, na povrchu organismů, ať už živých či mrtvých, na předmětech a plochách, nebo třeba i v potravinách, které jsou vhodným prostředím pro jejich růst a rozmnožování, což vede k efektivní produkci jejich mykotoxinů (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

Mykotoxiny, které se hromadí v těle konzumenta (tedy člověka, ale i jiných živočichů) mohou být karcinogenní, toxické, mutagenní a také mohou ovlivňovat rozličné systémy v těle. Jelikož jsou mykotoxiny necitlivé na fyzikální a chemické ošetření, tak je obtížné, pokud se tyto toxiny vytvoří, je dále regulovat. Tedy nejlepším způsobem, jak zamezit šíření mykotoxinů, je omezit jejich tvorbu (Saleh a Goktepe, 2019).

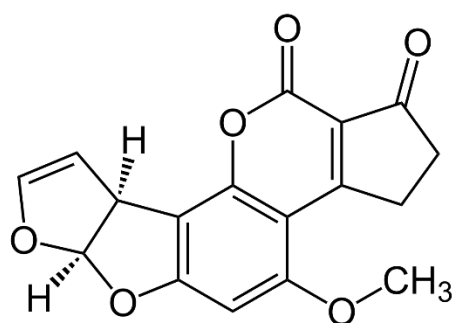
Je známo okolo 300 mykotoxinů, které negativně ovlivňují zdraví lidí a zvířat. Bylo zjištěno, že ze 114 druhů mikromycetů obsažených v potravinách, 65 druhů produkuje mykotoxiny, které nás ohrožují. Několik rodů mikromycetů mohou produkovat stejný mykotoxin a zároveň jeden druh mikromycetů může produkovat i několik mykotoxinů.

Přítomnost mykotoxinů v potravinách je závislá na typu potraviny a také způsobu jejich uchování (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

Mezi tyto mykotoxiny patří např. aflatoxiny, deoxynivalenol, fumonisin B1, ochratoxin A, patulin, sterigmatocystin a zearalenon. Podle toxických účinků na cílové orgány je dělíme do několika skupin: dermatotoxiny = jedy působící na pokožku (např.: trichoteceny...), estrogény (např. zearalenony), genotoxiny = látky, které poškozují genetický materiál buněk (např.: aflatoxiny, citrinin, patulin...), hematotoxiny = jedy poškozující krevtovornou tkáň (např.: aflatoxiny, ochratoxin A, trichoteceny...), hepatotoxiny = jedy poškozující játra (např.: aflatoxiny, sterigmatocystin...), imunotoxiny = toxiny poškozující imunitní systém (např.: aflatoxiny, ochratoxin A, patulin, trichoteceny...), nefrotoxiny = jedy působící na ledviny (např.: citrinin...), neurotoxiny = jedy, které negativně působí na nervový systém (např.: fumitremorgeny, fumonisiny...) a toxiny působící na orgány trávicího traktu (např. trichoteceny) (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). V této práci jsou zmíněny pouze některé z těchto nebezpečných mykotoxinů.

Aflatoxiny

Existují 4 typy aflatoxinů: AFB₁ (viz obrázek 19), AFB₂, AFG₁ a AFG₂. Nejčastěji se vyskytuje typ AFB₁. Aflatoxiny se vyskytují u druhů *Aspergillus flavus* (kropidlák žlutý) (viz obrázek 43), *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus argeninicus* a *Aspergillus nomius*. Rod *Aspergillus* je konidiové stádium (anamorfa) vřecovýtrusé houby *Eurotium*, která patří do čeledi *Eurotiaceae* a řádu *Eurotiales* (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 19: Aflatoxin B1

Autor: https://en.wikipedia.org/wiki/Aflatoxin_B1

Účinky aflatoxinů mohou být akutně toxické, kancerogenní, mutagenní a teratogenní. Aflatoxiny jsou primárně metabolizovány v játrech. Primární metabolity jsou

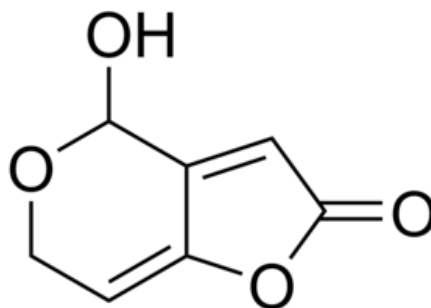
poté detoxikovány konjugací s kyselinou glukuronovou či kyselinou sírovou. Následně jsou eliminovány močí a stolicí (Krměčık a Kysilka, 2001-2007).

Patulin

Tato látka byla poprvé identifikována v roce 1943 a nesla název tercinin. Má negativní účinky na gastrointestinální a neurologický systém, způsobují poškození jater a ledvin, přesto je klasifikován jako nekarzinogenní (Saleh a Goktepe, 2019).

Patulin (viz obrázek 20) bývá obvykle izolován z jablek a jablečných produktů. Je to metabolit houby, která na nich parazituje, tedy *Penicillium expansum* (viz obrázek 39), *Penicillium patulinum* a *Byssochlamys nivea*. Patulin bývá obsažen i v mase, např. drůbežím. Dostává se zde z obilovin kontaminovaných *Aspergillus clavatus*, kterými je drůbež krmena. Patulin je ukazatelem špatného zpracování potravin, např. plesnivě vstupní suroviny. Pro lidi a zvířata není vážným ohrožením, ale může dojít k chronické intoxikaci (Krměčık a Kysilka, 2001-2007). Rizikovou skupinou jsou zejména kojenci, ke kterým se toxické látky dostanou prostřednictvím mateřského mléka (Saleh a Goktepe, 2019).

Co se týče kontaminace ovoce houbami, dochází k ní většinou prostřednictvím půdy, vzduchu či vody, která se využívá k zalévání. Také ale může dojít ke kontaminaci při skladování, balení nebo přepravě (Saleh a Goktepe, 2019).



Obrázek 20: Patulin

Autor:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Patulin.png/280px-](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Patulin.png/280px-Patulin.png)

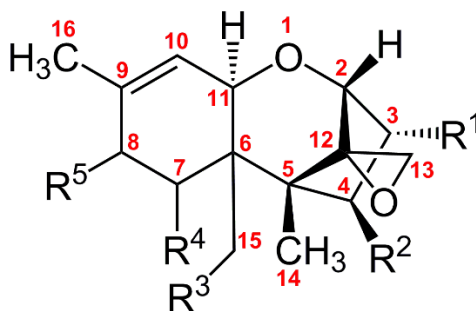
[Patulin.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Patulin.png/280px-Patulin.png)

Trichoteceny

Tyto mykotoxiny jsou produkovány houbami z rodů *Dendrochium*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Trichothecium*, *Stachybotrys*, *Cephalosporium* a *Uerticimonosporium*, které tvoří konidiová stádia vřeckovýtusných hub (Krměčík a Kysilka, 2001-2007).

O těchto intoxikacích jsou záznamy již z počátku 20. století. Vyskytovaly se onemocnění ve východní Sibiři po konzumaci prosa a ječmene kontaminovaných houbami *Fusarium* a *Gibberella*, což jsou anamorfa a teleomorfa jednoho organismu. Projevy nemoci byly bolest hlavy, závratě, třesavka, zvracení a zrakové poruchy. Na konci druhé světové války se v Orenburgu vyskytla epidemie tzv. alimentární toxické aleukie (ATA). Toto onemocnění bylo způsobeno hladomorem, lidé totiž konzumovali ozimé klíčící rostliny, které byly kontaminované houbami rodu *Fusarium*. Onemocnění se rozvíjelo zánětem dutiny ústní a gastrointestinální sliznice a následně pokračovaly zvracením, průjmami a bolestmi břicha. Příznaky zmizí po několika dnech a pacientovi se udělá dobře, ale může na to navázat pokles leukocytů, sepse nebo poškození kostní dřeně (Krměčík a Kysilka, 2001-2007).

Trichoteceny (viz obrázek 21) mají inhibiční účinky na eukaryotní buňky, např. inhibice funkce mitochondrií, syntézy proteinů, také DNA a RNA, a také inhibiční vliv na buněčné dělení. Naopak vyvolávají apoptózu neboli programovanou buněčnou smrt. Účinky těchto toxinů na zvířata mohou zahrnovat zpomalení růstu, poruchy reprodukce, odmítání potravy, a také zvracení. Také na rostliny mají negativní vliv, jehož výsledkem je např. zpomalení růstu, inhibice sazenic a inhibice regenerace zelených rostlin (Rocha et al., 2005).

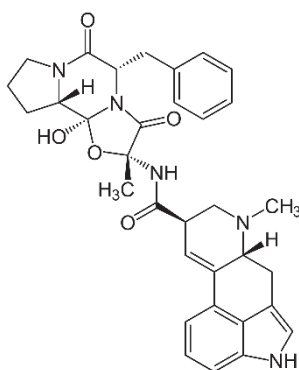


Obrázek 21: Trichotecen

Autor: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Trichothecenes.png>

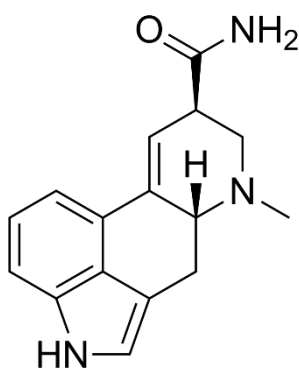
Námelové alkaloidy

Tyto alkaloidy jsou obsaženy v paličkovici nachové (*Claviceps purpurea*) (viz obrázek 37) popř. v *Claviceps paspali*, které parazitují na travinách i obilovinách. Mají přezimující stádium, tzv. sklerocium nebo námel, který obsahuje toxické látky. Patří zde báze nerozpustné ve vodě jako je ergotamin (viz obrázek 22), ergotaminin, ergosin, ergosinin, ergokristin, ergokristinin, ergokriptin, ergokriptinin, ergokornin, ergokorninin a báze ve vodě rozpustné jako je ergin (viz obrázek 23), erginin, ergobasin a ergobasinin (Krménčik a Kysilka, 2001-2007).



Obrázek 22: Ergotamin

Autor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/ff/Ergotamin_-_Ergotamine.svg/1671px-Ergotamin_-_Ergotamine.svg.png



Obrázek 23: Ergin

Autor:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1c/Ergine.svg/800px-Ergine.svg.png>

Tyto houby parazitují na více než 600 druzích jednoděložných rostlin, zejména na čeledích Poaceae, Juncaceae a Cyperaceae, zejména na obilovinách (kukuřice, pšenice, oves, ječmen atd.) (Schiff, 2006). Nejčastěji se námel nachází na žitě a jeho výskyt je podporován chladnými zimami, které oslabí rostliny a zároveň vlhkost na jaře podporuje růst houby. Méně často bývá na ječmeni, ovsu a pšenici a také na travách např. lipnici luční a kostřavě červené (Krmencík a Kysilka, 2001-2007).

Po požití potravin kontaminované námelem může dojít k rozvinutí tzv. ergotismu. Touto nemocí mohou trpět zejména děti a dospívající, jelikož zkonsumují výrazně více potravy na jednotku své hmotnosti, a tudíž i více toxinu. Ergotismus má různé symptomy, jelikož existují 4 skupiny alkaloidů, které námel vytváří, a tak je obtížné určit druh onemocnění. Existují dvě formy ergotismu, a to konvulzivní a gangrenózní. V jihozápadní Evropě se vyskytuje spíše gangrenózní typ ergotismu, zatímco v severovýchodní Evropě spíše konvulsivní typ (Krmencík a Kysilka, 2001-2007).

Konvulsivní ergotismus se projevuje mírnými závratěmi, tlakem v čelní oblasti hlavy, únavou, depresemi, nevolností a zvracením, ale také bolestmi v bedrech a končetinách. Ve vážných případech postižený cítí mravenčení, chladnutí končetin, záškuby a křeče v končetinách, jazyku nebo i mimických svalech. V nejtěžších případech dochází k epileptiformním křečím a vlčímu hladu. Pacient může ležet i několik hodin jako mrtvý a poté dojde k paralýze horních končetin, záškubům paží a ztrátě řeči. Smrt může nastat třetí den po prvních příznacích (Krmencík a Kysilka, 2001-2007).

Při gangrenózním ergotismu dochází ke stažení cév, svalovým bolestem a střídání pocitů chladu a tepla. Pokud dojde k těžkému průběhu, tak se dostaví nekróza a může dojít až ke ztrátě končetiny (Krmencík a Kysilka, 2001-2007).

Zvířata trpí po požití těchto toxinů nervovým ergotismem, také gangrenózním ergotismem a agalaktií (neschopnost tvorby mléka) (Schiff, 2006).

V dnešní době je riziko výskytu této nemoci minimální. Může se objevit jen pokud dojde k hrubému porušení zemědělské a technologické praxe při pěstování a skladování obilovin. Většímu ohrožení čelí hospodářská zvířata, která jsou někdy krmena zbytky po čištění zrna, anebo se mohou nakazit při pastvě. Pro lidi představují hlavní riziko výrobky z dovezeného žita z oblastí s nižšími kontrolami (Krmencík a Kysilka, 2001-2007).

jehňat, drůbeže a ryb. Dále se u nich testovaly imunotoxické a teratogenní účinky těchto toxinů (Krménčik a Kysilka, 2001-2007).

3.7 Nejvýznamnější druhy jedovatých hub v ČR

3.7.1 Muchomůrka červená (*Amanita muscaria*)

Popis: Klobouk je velký od 7 do 20 cm v průměru a bývá polokulovitý u mladých hub a v dospělosti bývá rozložený. Je sytě korálově červený až do oranžova a ve vzácných případech může být nažloutlý. Na povrchu klobouku jsou bílé až lehce nažloutlé šupinovitě bradavky, které jsou ve většině případů soustředně uspořádány téměř po celém povrchu klobouku a jdou lehce odstranit. Klobouk je lehce lepkavý za vlhka a za sucha je suchý. Lupeny muchomůrky jsou 5-12 mm vysoké, volné, vcelku husté a mají bílou, někdy bělavě žlutou barvu. V mládí jsou lupeny kryty blanitým velem, který je bělavý či nažloutlý (Socha a Jegorov, 2014).

Třeň může být 8-15 cm vysoký a 1,5-2,5 cm tlustý. Je dlouze kyjovitý a v dolní části má hlízovitý tvar. Jeho barva je bílá až nažloutlá a v horní části má blanitý prstenec s povrchem hladkým nebo jemně vločkatým. Dužnina má bílou barvu a její chuť je nasládlá. Výtrusný prach je také bílý (Socha a Jegorov, 2014).

Výskyt: Období jejího výskytu je od léta do podzimu. Většinou ji nacházíme ve větších skupinách a nejčastěji pod břízami, smrký a borovicemi (Socha a Jegorov, 2014).

Využití: Dříve se muchomůrka červená používala k zabíjení much, ale bylo zjištěno, že mouchy byly pouze omámeny a jen část z nich uhynula. Na Sibiři se používala k šamanským účelům a také jako lék proti otoku, revmatismu a také bolestem břicha. V novověku se využívala k homeopatii a doporučovali ji k léčbě epilepsie, nervové podrážděnosti anebo například labilitě (Socha a Jegorov, 2014).

Možná záměna: Muchomůrka červená je velmi dobře rozpoznatelná houba díky svému typickému zjevu a téměř každý ji tak zná (Socha a Jegorov, 2014).



Obrázek 25: Muchomůrka červená (*Amanita muscaria*)

Autor: Nela Jandíková

3.7.2 Muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*)

Popis: Malinké plodnice mají podobu blanitého vajíčka bílé barvy (Kubička et al., 1980). Klobouk má průměr 6-15 cm a u mladých plodnic je polokruhovitý až kulovitý a ve stáří plochý s hladkým okrajem. Jeho barva je v různých odstínech zelené, případně s hnědavým odstínem. Na středu bývá jeho barva tmavší a na slunci bledne. Za vlhka je pokožka klobouku lepkavá. Lupeny mohou být 5-12 mm vysoké, jsou husté, volné a u třeně mají zaoblený tvar. Jsou bílé a výtrusný prach je také bílý. V mládí jsou lupeny kryty bělavým či nažloutlým závojem (Socha a Jegorov, 2014).

Třeň je válcovitý, bělavý, 7-15 cm dlouhý a 1-2 cm tlustý. Má bělavou až lehce nazelenalou barvu a nahoře má blanitý prstenec. Bázi třeně tvoří bílá vakovitá pochva. Dužnina je bělavá a v klobouku může být do žluta zbarvená. Její chuť a pach připomínají syrové brambory (Socha a Jegorov, 2014).

Výskyt: Roste od brzkého léta až do podzimu, v listnatých, ale i smíšených lesích. Nejčastěji se vyskytuje pod duby, buky, habry a roste jednotlivě, případně v menších skupinkách (Socha a Jegorov, 2014).

Využití: Je smrtelně jedovatá, poškozují játra a ledviny, což je popsáno v kapitole 3.6.1 Hepatorenální syndrom.

Možná záměna: Lze ji zaměnit s muchomůrkou jarní (*Amanita verna*), která je rovněž jedovatá, ale je poměrně vzácná a roste o něco dříve, protože má ráda teplejší podmínky. Má čistě bílý a hladký klobouk a bílý třen (Socha a Jegorov, 2014).

Dále lze muchomůrku zelenou zaměnit s muchomůrkou jízlivou (*Amanita virosa*), která je také smrtelně jedovatá a má bílý klobouk se smetanovým až nažloutlým středem. Její třen je bílý, válcovitý, šupinkatý, hedvábně lesklý a obepíná jej blanitý prstenec bílé barvy. Bázi třeně má tato muchomůrka tvořenou bílou pochvou hlízovitého tvaru. Její výskyt je typický hlavně pro jehličnaté a smíšené lesy, zejména pod smrky, či borovicemi a spíše ve vyšších polohách (Socha a Jegorov, 2014).

Všechny tyto muchomůrky zde zmíněné mohou být zaměněny s jedlými pečárkami (*Agaricus*) nebo také se zelenými holubinkami (*Russula*). Důležitým znakem je přítomnost pochvy u báze třeně, kterou holubinky a pečárky nemají. Také se pečárky od muchomůrek liší růžově či čokoládově zbarvenými lupeny (Socha a Jegorov, 2014).

Dalším druhem zaměnitelným za muchomůrku zelenou je čirůvka zelánka (*Tricholoma equestre*), ta však nemá ani prstenec a ani pochvu, má však žluté lupeny (Kubíček et al., 1980).



Obrázek 26: Muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*)

Autor: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Amanita-phalloides/#>

3.7.3 Muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*)

Popis: Její klobouk má průměr 4-12 cm, u mladých plodnic bývá skoro kulovitý, následně polokulovitý, až v dospělosti rozložený. Povrch klobouku je za vlhka slizký a za sucha lesklý. Pokožka klobouku bývá pokryta útržky celkového obalu bílé barvy. Barva klobouku se pohybuje od šedohnědé, žlutohnědé až po olivově nahnědlou. Lupeny jsou husté, u třeně zaoblené a smetanově bílé. Výtrusný prach je bílý (Kubička et al., 1980).

Třeň je asi 15 cm dlouhý a 2 cm tlustý, je přímý, bílý a brzy dutý, nahoře má hladký a bílý prsten, který často opadáva. V dolní části se třeň rozšiřuje v hlízu. Dužnina je bílá a voní a chutná po syrových bramborách (Kubička et al., 1980).

Výskyt: Roste od července do října, v lesích listnatých i jehličnatých, ale také v parcích pod jednotlivými stromy (Kubička et al., 1980).

Využití: Způsobuje psychotonický syndrom, který je shrnut v kapitole 3.6.4 Pantherinový (psychotonický) syndrom.

Možná záměna: Zaměňuje se s muchomůrkou růžovkou (*Amanita rubescens*) a muchomůrkou šedivkou (*Amanita excelsa*). Obě mají rýhovaný prsten. Muchomůrku tygrovanou lze poznat pomocí reakce s hydroxidy, kdy po namydlení pokožky klobouku se objeví oranžově žluté zbarvení (Kubička et al., 1980).



Obrázek 27: Muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*)

Autor: Nela Jandíková

3.7.4 Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*)

Popis: Klobouk je v průměru 3-10 cm široký i vysoký. Je mozkovitě zprohýbaný, dutý a jeho barva je kaštanová či temně hnědá, vzácně může být žlutý nebo bílý. Ve stáří postupně černá. Jeho výtrusný prach má bílou barvu (Kubička et al., 1980).

Třeň je dutý, široký, válcovitý a na povrchu je zmačkaný. Je bílý a někdy může být načervenalý. Dužnina je bílá a má nevýraznou chuť a houbovou vůni (Kubička et al., 1980).

Výskyt: Roste v lesích listnatých i jehličnatých. Někdy z pařezu nebo na holé zemi. Vyskytuje se od jara do začátku června (Kubička et al., 1980).

Využití: Dříve se považoval za jedlou houbu a byl sbírán. Houba se spařila a odlila se voda. Občas se však projeví otravy, které mají až faloidní charakter (Kubička et al., 1980).

Možná záměna: Může se plést se smržem obecným (*Morchella esculenta*), který je jedlý a chutný a na rozdíl od ucháče je povrch jeho klobouk pokryt lištami s důlky (Kubička et al., 1980).



Obrázek 28: Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*)

Autor: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Gyromitra-esculenta/#>

3.7.5 Třepenitka svazčítá (*Hypholoma fasciculare*)

Popis: Průměr klobouku se pohybuje v rozmezí 2-6 cm. U mladých hub je polokruhovitý až zvonovitý a u starších rozložený, někdy mívá hrbol uprostřed. Barva je sírově žlutá a uprostřed je oranžový až hnědý. Mladé plodnice mívají zbytky pavučinového závoje na okraji klobouku. Klobouk je hladký a za sucha matný, pokud je větší vlhko, tak je lehce lepkavý. Lupeny jsou husté, mají krátký zoubek, kterým jsou připojeny ke třeni. Jejich výška je 2-5 mm a barva je sírově žlutá stejně jako klobouk. Výtrusný prach má tmavě hnědou barvu (Socha a Jegerov, 2014).

Třeň má délku 4-10 cm a tloušťku 0,3-0,6 cm. Má válcovitý tvar, místy je zprohýbaný, barva je opět sírově žlutá a v horní části jsou na třeni zbytky hnědého závoje. Dužnina je také sírově žlutá a na bázi třeně je nahnědlá. Pach je zatuchlý a chuť je svíravá a hořká (Socha a Jegerov, 2014).

Výskyt: Třepenitka roste od května až do listopadu hlavně na pařezech, padlých kmenech atd. Roste ve velkých skupinách zejména v lesích, ale i v parcích a zahradách (Socha a Jegerov, 2014).

Využití: U třepenitky svazčíté byly zjištěny kromě toxických účinků, které způsobují gastrointestinální syndrom, i účinky antimikrobiální a protinádorové. V novějších

studiích byla prokázána inhibice růstu MDA-kb2 a MCF-7 buněk rakoviny prsu a PC-3, Du 145 a LNCaP rakovinných buněk prostaty (Socha a Jegorov, 2014).

Možná záměna: Třepenitka cihlová (*Hypholoma lateritium*) je také nejedlá a hořká houba, ale má větší plodnice a oranžově či cihlově červeně zbarvený klobouk. Dalším podobným druhem je třepenitka maková (*Hypholoma capnoides*), která má více okrový až světle oranžový klobouk a má nejprve bílošedé lupeny, později šedomodré, a nakonec fialově šedé (Socha a Jegorov, 2014).



Obrázek 29: Třepenitka svazčitá (*Hypholoma fasciculare*)

Autor: Nela Jandíková

3.7.6 Pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*)

Popis: Průměr klobouku je v rozmezí 6-15 cm, u mladých plodnic je téměř oválně polokruhovitý až kulovitý a v dospělosti je široce kuželovitý či vyklenutý, někdy mívá plochý střed a bývá uprostřed zatlačený. Barva klobouku je bílá až šedavě bílá a ve středu bývá naředlý nebo je zde nádech do okrova. Pokožka klobouku je suchá a lesklá jako hedvábí, může být mírně šupinkatá a někdy lehce praská. Lupeny jsou bělavé a přecházejí v masově růžovou barvu a později až v hnědou a černohnědou. Jsou husté, volné a 5-10 mm vysoké. Výtrusný prach je bílý (Socha a Jegorov, 2014).

Třeň se od klobouku snadno odlamuje, je bílý, válcovitý, 7-13 cm dlouhý a 1-2,5 cm široký a má hlízovitou bázi, která po rozkrojení žloutne. V horní části třeně je bílý, blanitý prstenec s lesklým povrchem, který je lehce převislý. Dužnina má bílou barvu, na bázi žlutá a po pomačkání žloutne i v jiných částech. Tato houba páchne po karbolu hlavně při tepelném zpracování (Socha a Jegorov, 2014).

Výskyt: Roste od začátku léta až do října a je vcelku hojná. Roste v listnatých a smíšených lesích, také v parcích či sadech. Hlavním stanovištěm jsou místa pod duby, lípami, někdy také ve smrkových lesích s vápencovým podkladem (Socha a Jegorov, 2014).

Využití: Pečárka zápašná je slabě jedovatá a hlavními příznaky při otravě je zčervenání a také žaludeční křeče. Tato houba obsahuje antibiotikum psalliotin. Tato látka má antimikrobiální účinky proti bakteriím (např.: *Streptococcus sp.*, *Escherichia coli* atd.). Z pečárky zápašné byl také izolován agaricin. V menších dávkách se využíval proti nadměrnému pocení neurotiků a pacientů trpících tuberkulózou (Socha a Jegorov, 2014). Agaricin je derivát kyseliny citronové a patří mezi mastné kyseliny. Inhibuje funkci Krebsova cyklu a způsobuje nedostatečnou produkci ATP v mitochondriích (Patočka, 2016).

Možná záměna: Lze ji zaměnit s pečárkou ovčí (*Agaricus arvensis*), která je jedlá, ale má anýzovou až mandlovou vůni. Dále je podobná pečárce polní (*Agaricus campestris*), ta má ale vůni kořenitou. Od jedlých pečárek ji odlišíme hlavně díky žloutnoucí bázi třeně a vůni po karbolu, která připomíná nemocniční prostory umyté dezinfekcí (Socha a Jegorov, 2014).



Obrázek 30: Pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*)

Autor: Nela Jandíková

3.7.7 Lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*)

Popis: Její klobouk má 20-50 mm v průměru, je vyklenutý až plochý a u starších hub mívá zvednuté okraje. Jeho barva je za vlhka rezavě hnědá a za sucha světle okrová. Pokud dojde k poranění klobouku tak modrozelenají, to se děje také ve stáří. Lupeny mají úzce připojené či přirostlé a jejich barva je světle šedá, později bývají tmavě hnědé (Antonín et al., 2020).

Třeň je válcovitý a na bázi může být lehce ztlustlý. Jeho délka je 45-80 mm a je 2-7 mm tlustý. V mládí mívají pavučinové velum. Třeň je bělavý a po otlačení je modrající (Antonín et al., 2020).

Výskyt: Roste od října do prosince a místy i hojně. Roste ve skupinách či trsech a zejména na rozkládajících se větvičkách a také na opadu. Vyskytují se podél cest (Antonín et al., 2020).

Využití: Lysohlávky jsou psychotropní drogy, které způsobují psychotropní syndrom (viz psychotropní syndrom v kapitole 3.6.6). V dnešní době se psilocybin z lysohlávek

využívá v terapiích, např. k léčbě depresí, a také je využíván k léčbě úzkostí u pacientů s pokročilým stádiem rakoviny (Johnson a Griffiths, 2017).

Možná záměna: Je jí velmi podobná lysohlávka česká (*Psilocybe bohemica*), která má ale na okrajích slabě rýhovaný klobouk a roste většinou samostatně (Antonín et al., 2020).



Obrázek 31: Lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*)

Autor: https://www.ohoubach.cz/obrazky/galerie/22/31939_1.JPG

3.7.8 Hřib satan (*Boletus satanas*)

Popis: Hřib satan má klobouk velký od 6-30 cm v průměru. Mladé houby mají klobouk polokulovitý a jeho okraj bývá přitisknutý ke třeni. Později bývá rozložený a mírně zprohýbaný a ve stáří mívá okraj mírně přehnutý vzhůru (Kubička et al., 1980). Barva klobouku je bělavá, či našedlá, na okraji narůžovělá a někdy mívá olivový nádech. Povrch je pouze za vlhka jemně lepkavý, jinak sametový či matný. Rourky mají délku 10-25 mm, jsou světle žluté, později až citrónové a na řezu modrají. Jejich póry jsou nejprve zbarvené stejně, později ale červenají a po otlačení modrají. Jeho výtrusný prach je hnědoolivový (Socha a Jegorov, 2014).

Třeň je robustní, 5-15 cm dlouhý a 3-12 cm tlustý. Nejprve je vejčitý a později soudkovitého tvaru. U klobouku je žlutý až do oranžova a v dolní a střední oblasti je karmínově červený. Barva dužniny je bělavá, někdy bývá nažloutlá v oblasti nad rourkami a ve třeni a u jeho báze je nahnědlá. Dužnina má nasládlou chuť a nevýraznou či slabě kořeněnou vůni (Socha a Jegorov, 2014).

Výskyt: Hřib satan je vzácný a ohrožený, byl zařazen do červeného seznamu hub ČR. Roste od konce června až do října. Jeho stanovištěm jsou listnaté lesy, hlavně pod duby, buky a habry. Má rád vápnité půdy (Socha a Jegorov, 2014).

Využití: Tato houba je významná v homeopatii, kde se jeho výtažek používá při bolestech žaludku, úplavici, malárii, a také u jaterních chorob (Socha a Jegorov, 2014). Hřib satan obsahuje termolabilní látky, které dráždí trávicí ústrojí a tyto látky vyvolávají zvracení (Smotlacha a Malý, 1986).

Možná záměna: Hřib nachový (*Boletus rhodoxanthus*) je podobný, ale je hojnější. Roste na podobných místech a je také za syrova jedovatý. Liší se od hříbu satana menšími plodnicemi, také má válcovitý až kyjovitý třeň a žlutější dužninu (Socha a Jegorov, 2014). Také se někdy se satanem pletou jedlé hříby kovář (*Neoboletus luridiformis*) a koloděj (*Suillellus luridus*), ale také nepoživatelný hřib kříšť (*Boletus calopus*) (Kubička et al., 1980).



Obrázek 32: Hřib satan (*Boletus satanas*)

Autor: <https://www.myko.cz/myko/public/images/myko/0069/2010/0069-2010-0000-0013p.jpg>

3.7.9 Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*)

Popis: Klobouk má průměr okolo 35-100 mm, je vysoký, má vejčitý tvar a později zvonovitý. Je rýhovaný a u starších hub bývá na okrajích potrhaný. Jeho barva je šedá, šedohnědá až šedofialová. Má také naředlé lupeny, které jsou ke třeni připojeny úzce. Lupeny postupně černají (Antonín et al., 2020).

Třeň je 40-175 mm dlouhý a úzký (8-15 mm). Je bělavý a na bázi má prstencovité zbytky obalu. Tvar má válcovitý, vřetenovitý a je jemně vláknitý (Antonín et al., 2020).

Výskyt: Roste od května do listopadu. Je hojný a můžeme jej najít, jak v lese, tak i v parcích, na okrajích cest a zahradách (Antonín et al., 2020).

Využití: Je sice jedlý, ale pokud je skombinován s alkoholem, tak vyvolává otravu. Obsahuje totiž látku koprin, který neumožňuje odbourání alkoholu v krvi a zastavuje tento proces ve stádiu acetaldehydu, kterým se člověk otráví (Antonín et al., 2020). Více o této otravě viz koprinový syndrom v kapitole 3.6.7.

Možná záměna: Jemu podobný je hnojník Romagnesiho (*Coprinopsis romagnesiana*), který má ale na klobouku a na třeni narezavělé šupiny a má menší výtrusy. Dále je mu podobný také hnojník hrotitý (*Coprinopsis acuminata*), ten je však širší, a také vyšší s většími výtrusy (Antonín et al., 2020). Lze jej zaměnit také za hnojník obecný (*Coprinus comatus*), který je v mládí jedlý (Kříž, 2018).



Obrázek 33: Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*)

Autor: <https://www.myko.cz/clanek346/>

3.7.10 Pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*)

Popis: Jeho klobouk má polokruhovitý tvar, později je vyklenutý s hrbolkem uprostřed. Je široký 30-85 mm a bývá jemně vláknitý. Má rezavě oranžovou, až oranžově hnědou barvu. Lupeny má široce připojené, jsou řídké a šafránově žluté až skořicově hnědé (Antonín et al., 2020).

Jeho třeň má délku 30-70 mm a šířku 4-12 mm. Je válcovitý a žlutě zbarvený a později bývá rezavě žlutý. V mládí má zbytky žlutého obalu. Jeho dužnina má zatuchlý pach a nažloutlou až narezlou barvu (Antonín et al., 2020).

Výskyt: Roste od srpna do října. Není příliš hojný a roste jak jednotlivě, tak i ve skupinách. Roste zejména v listnatých lesích pod duby a někdy také pod břízami a buky. Je spíše typický pro teplejší oblasti (Antonín et al., 2020).

Využití: Je smrtelně jedovatý. Toxiny v něm obsažené se nazývají orellaniny a jsou nebezpečné zejména pro ledvinovou tkáň (Antonín et al., 2020).

Možná záměna: Lze jej zaměnit např. za pavučinec vyjímečný (*Cortinarius rubellus*), pavučinec žlutoplavý (*Cortinarius limonius*), které jsou oba jedovaté. Dále za jedlý pavučinec různý (*Cortinarius varius*) (Kříž, 2018).



Obrázek 34: Pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*)

Autor: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id379657/?taxonid=60664&type=1>

3.7.11 Vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*)

Popis: Klobouk má 25-80 mm v průměru. Je polokruhovitý a později vyklenutý až plochý. Má ve středu hrbolek. Jeho barva je bělavá až světle okrová a ve stáří, či po otlacení je načervenalý. Lupeny mají béžově šedou až šedohnědou barvu s olivovým nádechem (Antonín et al., 2020).

Třeň má délku 25-110 mm a šířku 5-20 mm. Je válcovitý, někdy až kyjovitý a bělavý až světle okrový. Opět se zbarvuje do červena ve stáří, či po otlacení jako klobouk (Antonín et al., 2020).

Výskyt: Roste od května do července, zejména v prosvětlených listnatých lesích a parcích. Není příliš hojná a roste jak jednotlivě, tak i ve skupinách na půdách bohatých na vápenec (Antonín et al., 2020).

Využití: Je to prudce jedovatá houba, působí muskarinové otravy (více viz muskarinový syndrom, kapitola 3.6.5) (Smotlacha a Malý, 1986).

Možná záměna: Je možné ji zaměnit za čirůvku májovku (*Calocybe gambosa*), jelikož oba druhy rostou koncem května na podobných místech, ale lze je od sebe rozeznat podle typického červenání vláknice (Smotlacha a Malý, 1986).



Obrázek 35: Vláknicе začervenalá (*Inocybe erubescens*)

Autor: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Inocybe-erubescens/>

3.7.12 Čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)

Popis: Její klobouk má průměr 20-150 mm, je v mládí široce kuželovitý a později až nálevkovitý. Jeho barva je zelenošedá či světle hnědočervená až žlutohnědá. Lupeny mají světle žlutou a později rezavě hnědou barvu. Jsou široce připojeny (Antonín et al., 2020).

Třeň je 40-70 mm dlouhý a 10-20 mm široký. Má žlutou až rezavě žlutou barvu. Dužnina čechratky je nažloutlá až oranžově žlutá a stejně jako pokožka po otláčení hnědne (Antonín et al., 2020).

Výskyt: Roste od června do listopadu a je velice hojná. Jejím stanovištěm jsou všechny typy lesů, zahrady i sady a roste v početných skupinách (Antonín et al., 2020).

Využití: Dříve ji považovali za jedlou, ale bylo zjištěno, že obsahuje antigen, který reaguje se skupinami látek podobné povahy na povrchu červených krvinek, a tím způsobuje jejich rozpad, což může někdy vést i ke smrti (Antonín et al., 2020).

Možná záměna: Lze ji zaměnit s čechratkou olšovou (*Paxillus rubicundulus*), ta je ale menší a okraj jejího klobouku je málo podvinutý. Klobouk má šupinatý. Dále jsou jí podobné některé ryzce, např. ryzec kravský (*Lactarius torminosus*) a ryzec šeredný (*Lactarius turpis*), které ovšem roní mléko při poranění (Dvořák, 2011).



Obrázek 36: Čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)

Autor: <https://www.myko.cz/clanek345/>

3.7.13 Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)

Popis: Její sklerocia, kterým se říká námel (viz obrázek 38), jsou dlouhá okolo 1-2 cm a jsou rovná nebo zahnutá. Jejich barva je černofialová a uvnitř mají barvu bílou. Z těchto sklerocií vyrostou v dalším roce stroma s plodničkami. Jejich barva je purpurová a jsou okolo 1 cm dlouhá (Hoskovec, 2009).

Výskyt: Vyskytuje se zejména v holoarktické oblasti severní polokoule. Většina druhů z rodu *Claviceps* se vyskytuje v subtropických a v tropických oblastech. Je to parazit na květech obilnin (zejména na žitě) a trav (Hoskovec, 2009). Ke kontaminaci námellovými alkaloidy dochází na jaře, kdy jsou jejich askospory přenášeny větrem na hostitelské rostliny. U této rostliny dojde k napadení semeníků pomocí hyf a zde

dochází k tvorbě anamorfních spor, které jsou vylučovány do medovice (tekutina podobná sirupu). Následně dochází k přenosu této infikované medovice pomocí opylovačů do jiných květů a tím se šíří i houba. Produkce medovice ustane ve chvíli, kdy se začnou tvořit sklerocia. Tato sklerocia dozrávají asi za 5 týdnů a jsou označována za rané stádium pohlavní diferenciacie paličkovice. Na podzim opouští klas a padají na zem, kde produkují vřeska s askosporami (Schiff, 2006).

Využití: Námel obsahuje jedovaté látky. Dříve se objevovaly i smrtelné otravy po požití napadaného obilí. Pěstuje se ve speciálních kulturách a využívá se i v lékařství (Hoskovec, 2009).



Obrázek 37: *Claviceps purpurea* v mikroskopu

Autor: <https://fungi.myspecies.info/file/684>



Obrázek 38: Námel (sklerocium) paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*)

Autor:

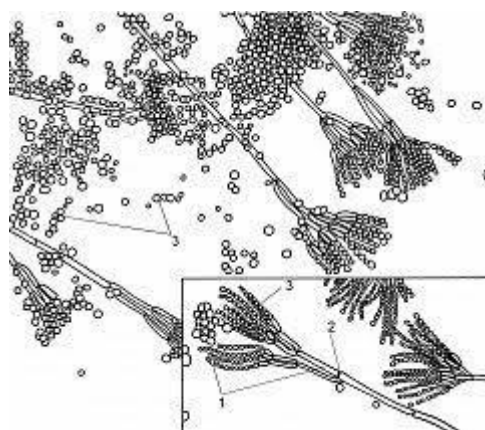
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Claviceps_purpurea_45739206.jpg

3.7.14 Štětíčkovec rozšířený (*Penicillium expansum*)

Popis: Vytváří modrozelené či šedozelené kolonie, velké 4-5 cm. Jejich povrch je zrnitý nebo má jasně viditelné svazky konidioforů délky 120-150 μm . Lem na okraji bývá bílý. Jeho konidie jsou elipsoidní a ve stáří mají kulovitý tvar. Konidie jsou hladké a okolo 3 μm velké (Kalhotka, 2014).

Výskyt: V přírodě se vyskytuje hojně. Nachází se v ovzduší i v půdě. Napadá zeleninu i ovoce a konkrétně na jablkách vytváří tzv. modrou hnilobu (viz obrázek 40) (Kalhotka, 2014).

Využití: Produkují antibiotika, také mykotoxiny jako je patulin, citrinin, roquefortin C a také chetoglobosin C (Kalhotka, 2014).



Obrázek 39: *Penicillium expansum* v mikroskopu

Autor: <https://mikrosvet.mimoni.cz/pdf/104-plisne-5-askomycety-stetickovec-penicillium>



Obrázek 40: *Penicillium expansum* na jablku

Autor: <https://apal.org.au/preventing-patulin-problems-in-apple-products/>

3.7.15 Srpatka (*Fusarium sp.*)

Popis: Jejich mycelium je nepravidelné a řídké. Může být bílé, šedé, ale i barevné (např. červené, žluté, fialové). Tvoří srpkovité makrokonidie, které jsou dvou i vícebuněčné (rozměrů 28-42 x 3-5 μm). Mikrokonidie mají hruškovitý, či oválný tvar a jsou hladké (rozměrů 8-10 x 3-4 μm). Mohou také tvořit kulovité chlamyospory (Kalhotka, 2014).

Výskyt: Jsou součástí půdního ekosystému, a zde se podílí na rozkladu organické hmoty. Jsou všudypřítomné (Kalhotka, 2014).

Využití: Celý rod *Fusarium* náleží do skupiny patogenních plísní polních plodin a některé druhy lze uplatnit v biotechnologiích, Zde se využívají jako kulturní kmeny k výrobě mykoproteinu (quornu). Jsou fytopatogenní a např. u potravin bohatých na tuk, jako jsou ořechy a máslo, způsobují žluknutí (Kalhotka, 2014). Produkují mykotoxiny fumonisiny a způsobují onemocnění klasů obilovin, ale i cévních svazků a kořenového systému mnoha druhů kulturních plodin, např. kukuřice (viz obrázek 42) (Beccaccioli et al., 2021).

Produkují mnoho mykotoxinů, např. T-2 Toxin, zearalenon, fumonisiny, gibereliny, které urychlují klíčení semen a růst rostlin (Kalhotka, 2014).



Obrázek 41: *Fusarium verticillioides* v mikroskopu

Autor: https://en.wikipedia.org/wiki/Fusarium_verticillioides



Obrázek 42: *Fusarium* na kukuřici

Autor:

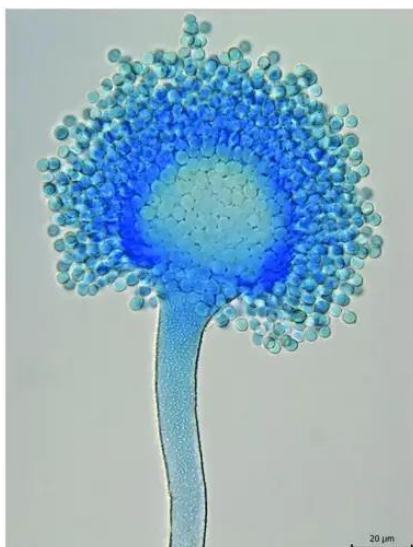
https://apps.lucidcentral.org/pppw_v10/text/web_full/entities/maize_fusarium_kernel_rot_224.htm

3.7.16 Kropidlák žlutý (*Aspergillus flavus*)

Popis: Je to půdní houba, která se živí saprofytycky. Před sklizní a po ní napadá semena svými aflatoxiny. Vyskytuje se v podobě konidií, nebo sklerocií a v rostlinné tkáni se vyskytuje v podobě mycelia. Za nepříznivých podmínek se vyskytují v půdě jako sklerocia a produkují konidie (Amaike a Keller, 2011). Velikost konidioforů je okolo 63,1 až 66,8 μm (da Silva Bomfim, 2020).

Výskyt: Tato houba napadá celou škálu rostlinných druhů. Zejména parazituje na plodinách, které obsahují olej (např. kukuřice, arašíd, bavlník...) (viz obrázek 44) (Amaike a Keller, 2011).

Využití: Kropidlák produkuje aflatoxiny, které mají např. karcinogenní či mutagenní účinky. Způsobuje také aspergilózu u lidí a zvířat, což je infekční onemocnění způsobené touto houbou. Dělí se na alergickou, saprofytickou kolonizaci a invazivní aspergilózu (Amaike a Keller, 2011).



Obrázek 43: *Aspergillus flavus* v mikroskopu

Autor: <https://microbiologynote.com/wp-content/uploads/2023/05/Light-microscopy-of-Aspergillus-flavus-with-lactophenol-cotton-blue-Photo-Vladimir.png?ezimgfmt=rs:382x502/rscb7/ngcb7/notWebP>



Obrázek 44: *Aspergillus flavus* na kukuřici

Autor: https://www.aspergillus.org.uk/wp-content/uploads/2018/02/aspergillus_ear_mold_2.jpg

4. MATERIÁL A METODY

4.1 Sběr položek

Sběr probíhal zejména od září do listopadu roku 2022 v několika oblastech České republiky. Sběr jsem prováděla v lokalitách v okolí obce Rudimov, města Šumperk, také na Svatém Kopečku u Olomouce a jeden vzorek pochází z okolí Teplíc nad Bečvou. Veškeré nalezené položky jsou zaznamenány v tabulce č. 2 spolu s datem a místem sběru. Je zde také označena jedovatost či nejedlost houby a také, zda se mi podařilo zachovat herbarizovanou položku. Houby jsem určovala zejména podle knihy *Přehled hub střední Evropy* (Holec et al., 2012), a také podle knihy *Ottův velký atlas – Houby* (Antonín, 2020). Identitu některých druhů jsem konzultovala s vedoucí práce.

Tabulka 2: Seznam obsahující sesbírané houbové položky

Název česky	Název latinsky	Místo nálezu	Datum nálezu	Jedovatost	Herbar. položka
Čirůvka kravská	<i>Tricholoma vaccinum</i>	Rudimov	06.11.2022	nejedlá	ano
Čirůvka sírožlutá	<i>Tricholoma sulphureum</i>	Rudimov	01.10.2022	jedovatá	ano
Helmovka ředkvičková	<i>Mycena pura</i>	Šumperk	24.09.2022	jedovatá	ano
Helmovka slizká	<i>Mycena epipterygia</i>	Svatý Kopeček	29.10.2022	nejedlá	ano
Hnojník obecný	<i>Coprinus comatus</i>	Šumperk	06.10.2022	jedlý	ne
Hnojník třpytivý	<i>Coprinellus micaceus</i>	Svatý Kopeček	29.10.2022	nejedlý	ano
Kyj niťovitý	<i>Mycrotyphula juncea</i>	Svatý Kopeček	29.10.2022	nejedlý	ano
Muchomůrka červená	<i>Amanita muscaria</i>	Rudimov	17.09.2022	jedovatá	ano
Muchomůrka tygrovaná	<i>Amanita pantherina</i>	Rudimov	17.09.2022	jedovatá	ano
Muchomůrka zelená	<i>Amanita phalloides</i>	Svatý Kopeček	29.10.2022	jedovatá	ne
Pavučinec	<i>Cortinarius sp.</i>	Rudimov	06.11.2022	jedovatý	ano
Pečárka zápašná	<i>Agaricus xanthodermus</i>	Teplíce nad Bečvou	28.09.2022	jedovatá	ano

Název česky	Název latinsky	Místo nálezu	Datum nálezu	Jedovatost	Herbar. položka
Ryzec hnědý	<i>Lactarius helvus</i>	Svatý Kopeček	29.10.2022	jedovatý	ano
Ryzec kafrový	<i>Lactarius camphoratus</i>	Rudimov	06.11.2022	nejedlý	ano
Ryzec liškový	<i>Lactarius tabidus</i>	Rudimov	06.11.2022	nejedlý	ano
Ryzec ryšavý	<i>Lactarius rufus</i>	Rudimov	06.11.2022	nejedlý	ano
Slzivka zatvrdlá	<i>Hebeloma laterinum</i>	Šumperk	06.10.2022	nejedlá	ano
Strmělka listomilná	<i>Clitocybe phyllophila</i>	Šumperk	06.10.2022	jedovatá	ano
Třepenitka svazčitá	<i>Hypholoma fasciculare</i>	Rudimov	01.10.2022	jedovatá	ano
Vláknice začervenalá	<i>Inosperma erubescens</i>	Rudimov	06.11.2022	jedovatá	ano

4.2 Zpracování materiálu

Určování sesbíraných hub probíhalo přímo v terénu, případně až později s pomocí houbových atlasů. U každé houby jsem pořídila fotodokumentaci a všechny houby jsem se snažila zachovat ve formě herbarizované položky pomocí sušení v sušičce na ovoce. Bohužel ne všechny položky se podařilo zachovat, a tak jsem některé znovu sesbírala a vytvořila nové herbarizované položky.

4.3 Tvorba didaktických materiálů

K vytvoření výukové prezentace jsem využila systém Microsoft PowerPoint. Co se týče pracovních listů, tak ty jsem vytvářela v systému Microsoft Word a na vytvoření osmisměrky jsem použila web Discovery education (<https://puzzlemaker.discoveryeducation.com/>). Taktéž k vytvoření didaktické hry jsem využívala Microsoft Word.

5. VÝSLEDKY

Výsledky bakalářské práce jsou zpracovány v powerpointové prezentaci, pracovních litech a didaktické hře. Tyto materiály jsou určeny zejména pro žáky středních škol, kteří se zajímají o tuto problematiku, např. v seminářích.

Powerpointová prezentace by měla sloužit jako osnova pro výuku tohoto tématu a zvýšení zájmu (proto je zde hodně obrázkových příloh). Měla by být doprovázena výkladem, který vychází z teoretické části bakalářské práce. Jsou zde fotky hub, které jsem sama pořídila, nebo jsou převzaty z internetu.

Pracovní list je zaměřen na otázku nejen jedovatých hub, ale i na obecné informace o stopkovýtrusných houbách, jako je jejich stavba anebo ekologie. Z otázek jedovatosti je zde věnována pozornost záměnám za jiné druhy hub, také jsou zde zmíněny některé syndromy, podle kterých se jedovaté houby dělí. Obrázky v pracovním listu jsem si sama vytvořila.

Didaktická hra je zaměřena na poznání jednotlivých druhů hub pomocí slovního popisu. Nechtěla jsem udělat prostou poznávačku s obrázky, a tak jsem vytvořila hru Houbařská štafeta. Jsou zde zahrnuty jak jedlé, tak i jedovaté houby. Jsou to známé houby, které by měli žáci poznat.

Powerpointová prezentace



Jedovaté houby

Nela Jandíková

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

ÚVOD

- Houby jsou **eukaryotní**, primárně **heterotrofní stélkaté** organismy.
- Z hlediska ekologie se dělí na **saprotrofy** (=získávají živiny z mrtvých těl) a **symbionty** (=získávají živiny z živých organismů).
- Příkladem **mutualistické symbiózy** (oboustranně prospěšné) je např. **lichenismus** nebo **mykorrhiza**.
- Lichenismus = symbióza mezi houbou a sinicí nebo řasou. Houba = **mykobiont**, řasa/sinice = **fotobiont**.
- Mykorrhiza = symbióza hub s rostlinami.
- Další typ symbiózy je **symbióza parazitická**, ze které má prospěch pouze parazit, ale druhý organismus nikoli.



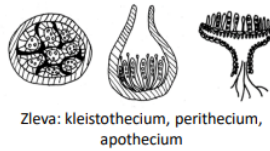
Říše (systém dle Cavalier-Smith, 1998)	Oddělení	Říše (systém dle Adl et al., 2005, 2012)
Protozoa (prvoci)	ACRASIOMYCOTA	Excavata
	MYXOMYCOTA	Amoebozoa
	PLASMIDIOPHOROMYCOTA	Rhizaria
Chromista (syn. Stramenopila)	LABYRINTHULOMYCOTA	Chromalveolata
	OOMYCOTA (syn. Peronosporomycota)	
	HYPHOCHYTRIOMYCOTA	
Fungí (houby)	CHYTRIDIOMYCOTA	Opisthokonta
	MICROSPORIDIOMYCOTA	
	ZYGOMYCOTA	
	GLOMEROMYCOTA	
	ASCOMYCOTA	
	BASIDIOMYCOTA	

Srovnání dvou nejběžnějších systémů třídění houbových organismů

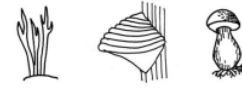
- Ve svých buněčných stěnách mají **chitin**, ale u některých chybí. Některé houby kromě chitinu obsahují také např. **β -glukan** nebo **celulózu**.
- Tělo hub (stélka) je tvořena **hyfami** a tyto hyfy se uskupují v houbové pletivo a mají vegetativní část tzv. **podhoubí (mycelium)** a generativní část, **plodnici**, která tvoří nejvíce viditelnou část jejich těla a jsou zde uloženy **spory**, díky kterým se rozmnožují.
- V některých houbách (Ascomycota a Basidiomycota) jsou obsaženy **toxiny**, které mohou způsobit zdravotní potíže a v některých případech i smrt. Zejména pro slabší jedince (děti a starší lidé) to může mít fatální následky.

Plodnice vřeckovýtrusných hub

- **Kleistothecium** – uzavřená, kulovitá, vřecka rozptýleny uvnitř plodnice
- **Perithecium** – hruškovitá nebo kulovitá, na vrcholu má ústí
- **Apothecium** – uzavřená, pohárovitá plodnice



Zleva: kleistothecium, perithecium, apothecium



Hymeniální plodnice – zleva: holothecium, krustothecium, pilothecium

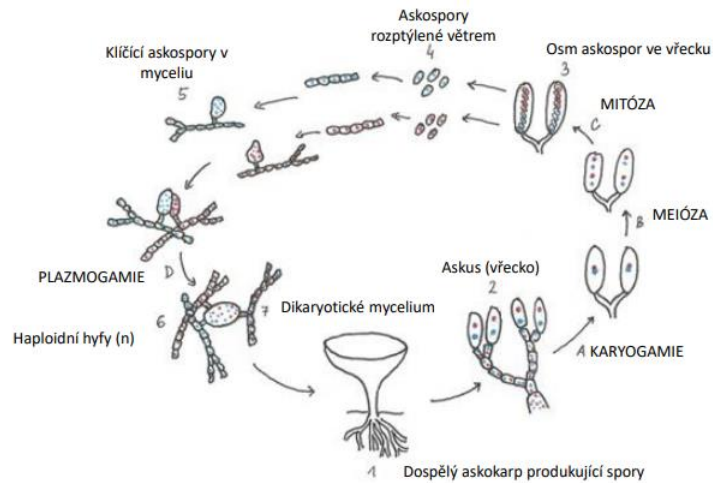


Geastrální plodnice – horní řádek zleva: plektothecium, lysothecium, schizothecium, dolní řádek zleva: aulaiothecium, klathrothecium

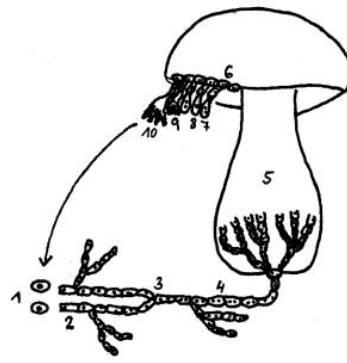
Plodnice stopkovýtrusných hub

- **Hymeniální** = Bazidie jsou v hymeniu na povrchu plodnice a hymenium povléká celý povrch plodnice, anebo pouze jeho část, která se nazývá hymenofor.
 - **Holothecium** - hymenium pokrývá celý povrch plodnice
 - **Pilothecium** - rozlišena na klobouk a třeň
 - **Krustothecium** - někdy členěno na klobouk a třeň
- **Geastrální** plodnice = Kryta blánou (okrovkou - peridií), která bývá rozlišena na vnější exoperidii a vnitřní endoperidii. Všechny jsou uzavřené.
 - **Plektothecium, lysothecium, schizothecium, aulaiothecium, klathrothecium**

ROZMNOŽOVÁNÍ VŘECKOVÝTRUSNÝCH HUB



ROZMNOŽOVÁNÍ STOPKOVÝTRUSNÝCH HUB



1. klíčení bazidiospor (n)
2. primární monokaryotické mycelium (n)
3. somatogamie
4. sekundární dikaryotické mycelium (n+n)
5. plodnice
6. hymenium s bazidii (n+n)
7. karyogamie (2n)
8. meióza (n)
9. stopěčky (sterigmata) na bazidii
10. bazidiospory na stopkách

DĚLENÍ HOUBOVÝCH JEDŮ

- Jedovaté houby rozlišujeme podle toho na jakou část lidského organismu působí.
- Patří zde: hepatorenální syndrom, nefrotoxický, parafaloidní, pantherinový, muskarinový, psychotropní, koprinový, imunohemolytický a gastrointestinální syndrom.



POUŽITÉ ZNAKY

Jedlý

Nejedlý

Jedovatý

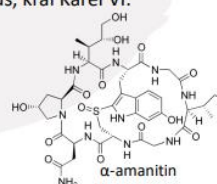


HEPATORENÁLNÍ SYNDROM



Muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*)

- Tyto otravy jsou jedny nejtěžších a způsobují poškození jater a ledvin.
- Způsobují je látky **amanitiny** a **faloidiny**.
- muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*), muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*) a muchomůrka jarní (*Amanita verna*).
- V historii bylo několik významných osobností otráveno muchomůrkou zelenou, např. císař Claudius, král Karel VI. nebo i papež Klement VII.



ZÁMĚNA

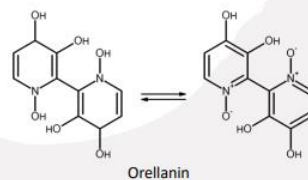


NEFROTOXICKÝ SYNDROM

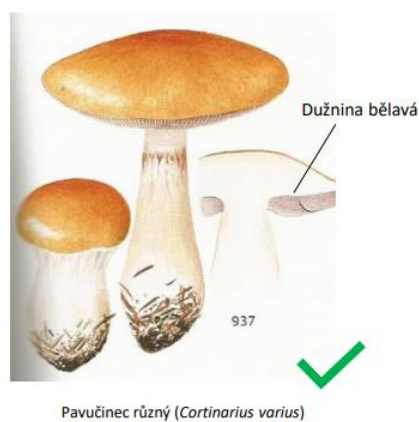


Pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*)

- Tyto toxiny způsobují selhání ledvin.
- Látkou, která tyto problémy způsobuje je **orellanin**, který je obsažen v pavučincích.
- Pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*), pavučinec výjimečný (*Cortinarius rubellus*)



ZÁMĚNA



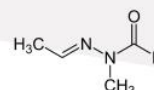
Pozor! Všechny pavučince jsou si dost podobné a je těžké je rozeznat, proto se nedoporučují sbírat.

PARAFALOIDNÍ SYNDROM



Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*)

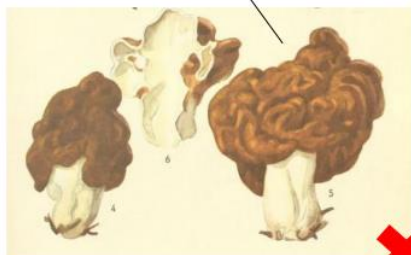
- Jed obsažený v houbách se nazývá **gyromitrin**.
- Příznaky této otravy jsou podobné jako u muchomůrky zelené.
- Smrtná dávka je asi 6x větší než u muchomůrky zelené.
- Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*)



Gyromitrin

ZÁMĚNA

Klobouk mozkovitě zprohýbaný



Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*)

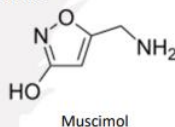
Klobouk pokryt lištami s důlky



Smrž obecný (*Morchella esculenta*)

PANTHERINOVÝ SYNDROM

- Tento syndrom je vyvolán látkami **muscimolem** a **kyselinou ibotenovou**.
- Působí na centrální nervový systém a způsobují halucinace.
- Muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*) a muchomůrka královská (*Amanita regalis*)
- Muchomůrka červená byla dříve používána k hubení much po naložení do mléka. Jsou o tom zmínky už z roku 1562.

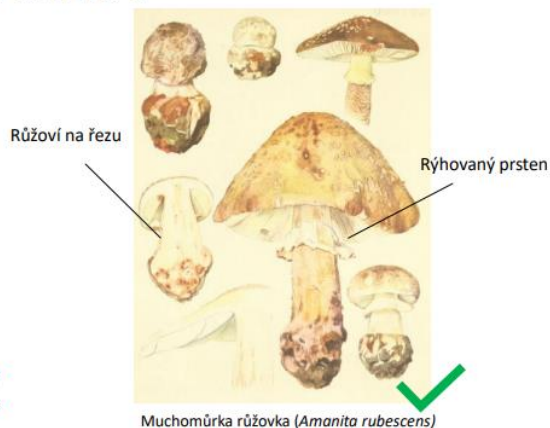
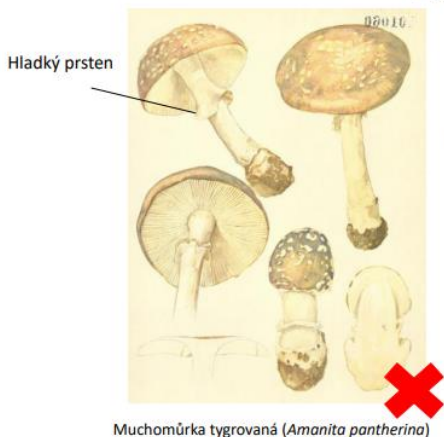


Muscimol



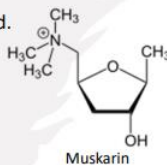
Muchomůrka červená (*Amanita muscaria*)

ZÁMĚNA



MUSKARINOVÝ SYNDROM

- Je způsoben látkami **muskarinem** a **cholinem**.
- Tyto látky působí na nervová zakončení a zabraňují vysílání nervových signálů do mozku.
- Muskarin byl poprvé izolován z muchomůrky červené, ale zde je ho obsaženo poměrně málo.
- Vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*), strmělka odbarvená (*Clitocybe rivulosa*), strmělka listomilná (*Clitocybe phyllophila*) atd.



Vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*)

ZÁMĚNA

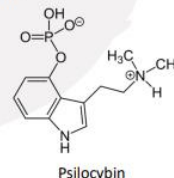


PSYCHOTROPNÍ SYNDROM



Lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*)

- Tento syndrom způsobují látky **psilocybin** a **psilocin**.
- Působí na centrální nervový systém a způsobují změny ve vnímání a myšlení.
- Lysohlávka modrající (*Psilocybe cyanescens*), lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*) a lysohlávka kopinatá (*Psilocybe semilanceata*)
- V dnešní době se psilocybin využívá v psychoterapii k léčbě depresí a úzkostí u lidí, kteří trpí rakovinou v pokročilém stádiu.



ZÁMĚNA

Roste ve skupinách



Lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica* var. *arcana*)

Slabě rýhovaný klobouk



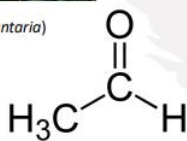
Lysohlávka česká (*Psilocybe bohemica*)

KOPRINOVÝ SYNDROM



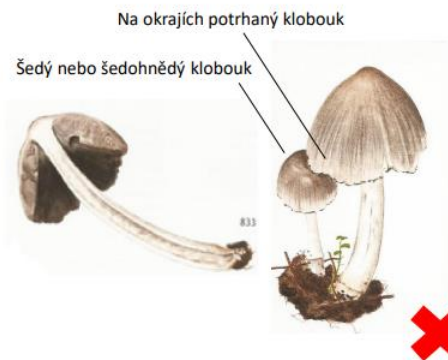
Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*)

- Tuto otravu způsobuje látka zvaná **koprin**. Otrava se však projeví pouze pokud do 6-48 hodin postižený požije alkohol.
- Tento jed totiž zastavuje odbourávání alkoholu a člověk se otráví meziproduktem metabolismu acetaldehydem.
- Intenzita otravy nezávisí na množství požitých houby, ale na množství alkoholu.
- Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*), hnojník třpytivý (*Coprinellus micaceus*)

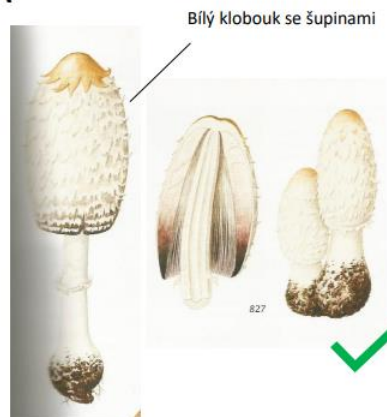


Acetaldehyd

ZÁMĚNA



Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*)



Hnojník obecný (*Coprinus comatus*)

IMUNOHEMOLYTICKÝ SYNDROM



Čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)

- Tento typ otravy způsobují neznámé bílkoviny.
- Působí v těle jako antigeny, způsobují tvorbu protilátek, a ty se pak po opakované konzumaci houby během let ukládají. Nakonec dojde k rozpadu stěn červených krvinek.
- Čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)

ZÁMĚNA



Čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)



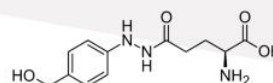
Ryzec kravský (*Lactarius torminosus*)

GASTROINTESTINÁLNÍ SYNDROM



Hřib satan (*Boletus satanas*)

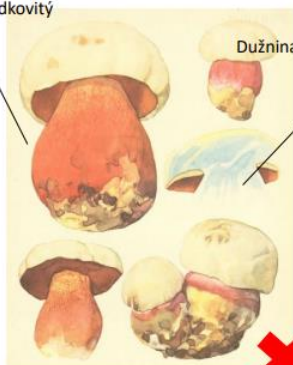
- Tyto otravy způsobují látky termolabilní či termostabilní. V případě termolabilních látek (v hříbu satanu) se jed odstraní dokonalým povařením. Při otravě syrovou houbou dochází k nezastavitelnému zvracení. Termostabilní látky se povařením neodstraní (v pečárce zápašné nebo závojence olovové).
- Látkou způsobující tyto potíže je **agaritin**, je obsažen v pečárce zápašné, dále **agarikon**, **γ-glutamilazafonol** a **xanthodermin**.
- Hřib satan (*Boletus satanas*), závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), kuřátka (*Ramaria*), pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*), holubinky (*Russula*) atd.



Agaritin

ZÁMĚNA

Třeň robustní, vejčitý a později soudkovitý



Hřib satan (*Boletus satanas*)

Dužnina bělavá, nebo nažloutlá

Protáhlý třeň

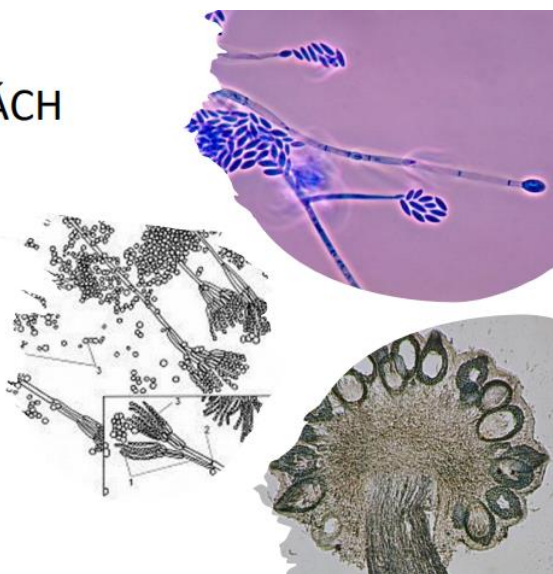


Hřib kovář (*Neoboletus luridiformis*)

Žlutější dužnina, modrající

JEDY V MIKROMYCETÁCH

- Mikroskopické houby se nazývají mikromycety.
- Jsou všude okolo nás, např. ve vzduchu, půdě, vodě, na předmětech i v potravinách.
- Produkuje mykotoxiny, které se mohou hromadit v těle člověka a mají zde karcinogenní, toxické a mutagenní účinky.
- Mezi tyto mykotoxiny patří např. aflatoxiny, patulin, trichoteceny, námelové alkaloidy a fumonisiny, atd. Všechny zde vyjmenované mykotoxiny jsou dále popsány.



AFLATOXINY

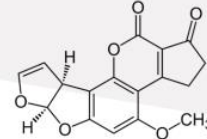


Aspergillus flavus v mikroskopu



Aspergillus flavus na kukuřici

- Jejich účinky mohou být akutně toxické, kancerogenní, mutagenní a teratogenní. Aflatoxiny jsou primárně metabolizovány v játrech a jsou eliminovány močí a stolicí.
- 4 typy aflatoxinů: **AFB1** (nejčastější), **AFB2**, **AFG1** a **AFG2**.
- *Aspergillus flavus* (kropidlák žlutý), *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus argeninus* a *Aspergillus nomius*



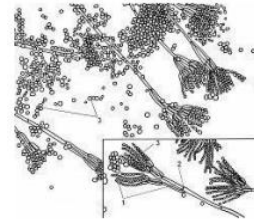
Aflatoxin B1

PATULIN

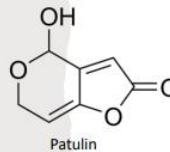
- Má negativní účinky na gastrointestinální a neurologický systém, způsobují poškození jater a ledvin.
- Bývá izolován z jablek a jejich produktů. Je to metabolit houby, která na nich parazituje.
- Ke kontaminaci ovoce houbami dochází prostřednictvím půdy, vzduchu či vody, která se využívá k zalévání.
- Pro lidi a zvířata není vážným ohrožením, ale může dojít k chronické intoxikaci, rizikovou skupinou jsou kojenci, toxické látky se k nim dostanou prostřednictvím mateřského mléka.
- Štětíčkovec rozšířený (*Penicillium expansum*), *Penicillium patulinum* a *Byssosclamyces nivea*



Penicillium expansum na jablku



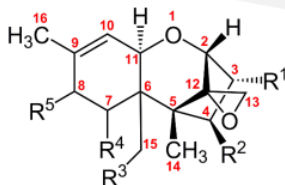
Penicillium expansum v mikroskopu



Patulin

TRICHOTECENY

- Mají inhibiční účinky na eukaryotní buňky, např. inhibují funkci mitochondrií, syntézu proteinů, také DNA a RNA, a také mají inhibiční vliv na buněčné dělení a vyvolávají programovanou buněčnou smrt.
- *Dendrochium*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Trichothecium*, *Stachybotrys*, *Cephalosporium* a *Uerticimonosporium*
- Již na počátku 20. století. Se vyskytovaly onemocnění ve východní Sibiři po konzumaci prosa a ječmene kontaminovaných rody *Fusarium* a *Gibberella* (anamorfa a teleomorfa jednoho organismu).
- Projevy nemoci: bolest hlavy, závrať, třesavka, zvracení



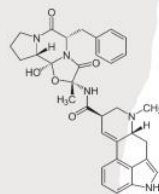
Trichotecen

NÁMELOVÉ ALKALOIDY

- Mezi tyto alkaloidy patří např. **ergotamin**, **ergosin**, **ergin**, atd.
- Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) a *Claviceps paspali*
- Vytváří sklerocia, kterým se říká **námel**. Parazitují na rostlinách čeledí *Poaceae*, *Juncaceae* a *Cyperaceae*, zejména na krmných travách (kukuřice, pšenice, oves, ječmen atd.) .
- Po požití kontaminované potraviny může dojít k nemoci tzv. **ergotismu**. Toto onemocnění má dvě formy, **konvulzivní** (závratě, tlak v čelní oblasti hlavy, únava, deprese, nevolnost a zvracení) a **gangrenózní** (stažení cév, svalové bolesti, střídání pocitů chladu a tepla).
- V Číně byl dříve námel využíván v porodnictví a v Egyptě se z něj dělal přípravek na růst vlasů.



Claviceps purpurea v mikroskopu



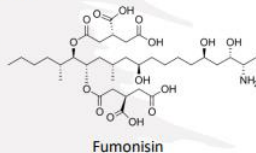
Ergotamin



Námel (*Claviceps purpurea*)

FUMONISINY

- Tyto látky byly izolovány z kukuřice, rýže, banánů atd.
- Jejich dopad na zdraví člověka není jasný, avšak může dojít k rakovině jícnu, či rakovině jater. Malé množství těchto látek se dokonce v těchto orgánech hromadí.
- Vyvolávají několik nemocí u koní, plicní edém u prasat a nádorové onemocnění jater u kryš.
- *Fusarium moniliforme* (= *Fusarium verticillioides*)



Fumonisin



Fusarium na kukuřici



Fusarium verticillioides v mikroskopu

Zdroje

Prezentace vychází z bakalářské práce *Tvorba výukového materiálu na téma „jedy v houbách“* autorkou je Nela Jandíková.

Dále vychází z knih:

- KŘÍŽ, M. Zrádní dvojníci jedlých hub. První tištěné vydání. Praha: Granit, 2018. 115 stran. ISBN 978-80-7296-119-1.
- MIESLEROVÁ, B., SEDLÁŘOVÁ, M. a LEBEDA, A. Houby a houbám podobné organismy v biotechnologiích. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. 199 stran. Učebnice. ISBN 978-80-244-4983-8.

Obrázky v prezentaci:

- Muchomůrka zelená, autor: Tomáš Chalouš, staženo z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Amanita-phalloides/#>
- α-amanitin, staženo z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Alfa-amanitin>
- Pavučinec plyšový, autor: Daniel Dvořák, staženo z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id379657/?taxonid=60664&type=1>
- Orellanin, staženo z: <https://frankies.jimdofree.com/gifte-wirkstoffe/orellanin/>
- Ucháň obecný, autor: Oldřich Jindřich, staženo z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Gyromitra-esculenta/#>
- Gyromitrin, staženo z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gyromitrin_Structural_Formulae_V.1.svg
- Muscimol, staženo z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Muscimol>
- Vláknice začervenalá, autor: Tomáš Chalouš, staženo z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Inocybe-erubescens/>
- Muskarin, staženo z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Muskarin>
- Lysohlávka tajemná, autor: chorchee, staženo z: https://www.ohoubach.cz/obrazky/galerie/22/31939_1.JPG

Zdroje

Obrázky v prezentaci:

- Psilocybin, staženo z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Psilocybin>
- Hnojník inkoustový, autor: Jiří Burel, staženo z: <https://www.myko.cz/clanek346/>
- Acetaldehyd, staženo z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Acetaldehyde-2D.png>
- Čechratka podvinutá, autor: Martin Kříž, staženo z: <https://www.myko.cz/clanek345/>
- Hřib satan (*Boletus satanas*), staženo z: <https://www.myko.cz/myko/public/images/myko/0069/2010/0069-2010-0000-0013p.jpg>
- Agaritin, staženo z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agaritrine.svg>
- *Fusarium verticillioides* v mikroskopu, Staženo z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fusarium_verticillioides
- *Penicillium expansum* v mikroskopu, staženo z: <https://mikrosvet.mimoni.cz/pdf/104-plisne-5-askomycety-stetickovec-penicillium>
- *Claviceps purpurea* v mikroskopu, staženo z: <https://fungi.myspecies.info/file/684>
- *Aspergillus flavus* v mikroskopu, staženo z: <https://microbiologynote.com/wp-content/uploads/2023/05/Light-microscopy-of-Aspergillus-flavus-with-lactophenol-cotton-blue-Photo-Vladimir.png?ezimgfmt=rs:382x502/rscb7/ngcb7/notWebP>
- *Aspergillus flavus* na kukuřici, staženo z: https://www.aspergillus.org.uk/wp-content/uploads/2018/02/aspergillus_ear_mold_2.jpg
- Patulin, staženo z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Patulin.png/280px-Patulin.png>

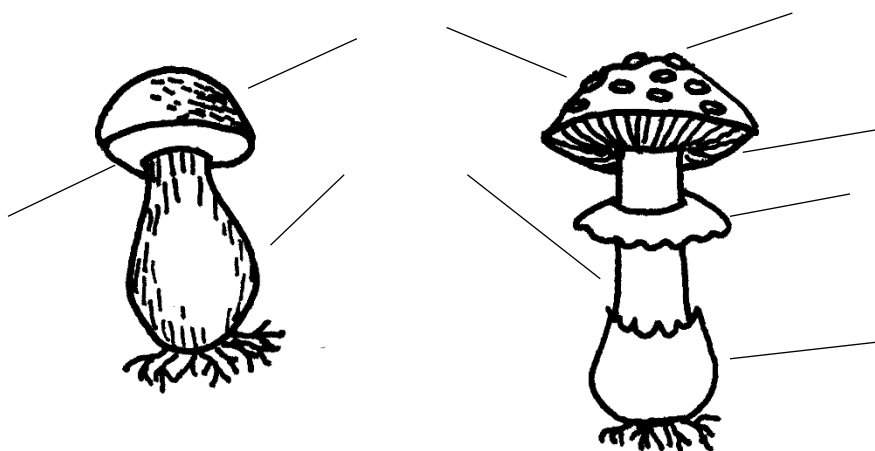
Zdroje

Obrázky v prezentaci:

- *Penicillium expansum* na jablku, staženo z: <https://apa1.org.au/preventing-patulin-problems-in-apple-products/>
- *Fusarium* na kukuřici, staženo z: https://apps.lucidcentral.org/pppw_v10/text/web_full/entities/maize_fusarium_kernel_rot_224.htm
- Fumonisin, staženo z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Fumonisin_B1.svg/1200px-Fumonisin_B1.svg.png
- Námel (*Claviceps purpurea*), staženo z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Claviceps_purpurea_45739206.jpg
- Ergotamin, staženo z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/ff/Ergotamin_-_Ergotamine.svg/1671px-Ergotamin_-_Ergotamine.svg.png
- Trichotecen, staženo z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Trichothecenes.png>
- Kresby hub (ucháč obecný, smrž obecný, muchomůrka tygrovaná, muchomůrka růžovka, vláknice začervenalá, čirůvka májovka, čechratka podvinutá, ryzec kravský, hřib satan, hřib kovář) převzaty z knihy: PILÁT, A. Atlas hub. 2. vyd. Praha: SPN, 1964. 72 s. Obrazové pomocné knihy.
- Kresby hub (muchomůrka zelená, pečárka ovčí, pavučinec plyšový, pavučinec různý, lysohlávka tajemná, lysohlávka česká, hnojník inkoustový, hnojník obecný) převzaty z knihy: HOLEC, J., BIELICH, A. a BERAN, M. Přehled hub střední Evropy. Vyd. 1. Praha: Academia, 2012. 622 s. ISBN 978-80-200-2077-2.
- Autorem ostatních obrázků a fotografií je Nela Jandíková.

Pracovní list pro SŠ

Úkol č. 1: Popište stavbu těla stopkovýtrusé houby.



Úkol č. 2: Napište jaké jedovaté houby znáte? (alespoň 5)

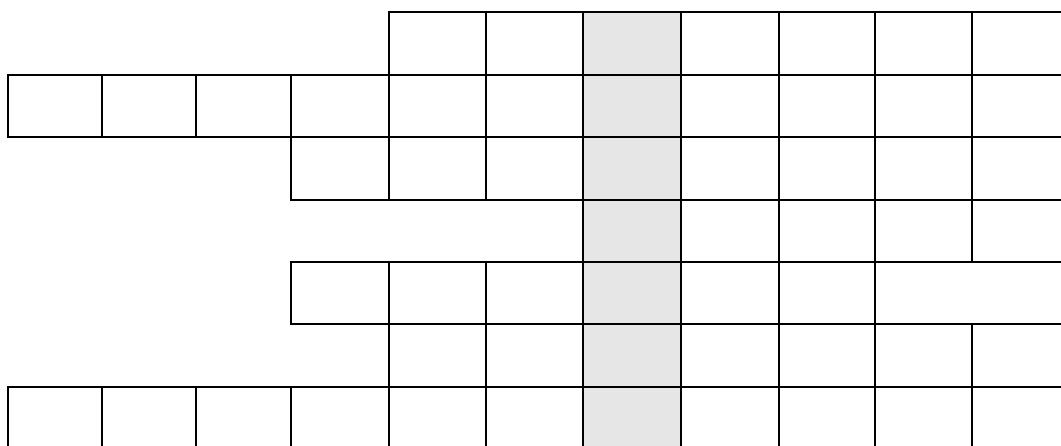
.....
.....

Úkol č. 3: Napište dva ekologické typy hub a jaký je mezi nimi rozdíl.

1. =

2. =

Úkol č. 4: Tajenka – Jeden druh muchomůrky se dříve používal v domácnostech k chytání much. Byla to muchomůrka



1. Jak byste jinak nazvali žampion?
2. Jak se nazývá typ plodnice vyskytující se například u muchomůrky, bedly nebo žampionu?
3. Pomocí čeho se houby rozmnožují?
4. Jak se odborně nazývá obal, kterým jsou kryty mladé plodnice a brání jim ve vysychání?

5. Jaká je naše nejjedovatější muchomůrka?
6. V plodnicích pavučinců se nacházení toxiny, které způsobují syndrom.
7. Jeden druh hub se využívá jako droga. Navozuje halucinace, ale na každého působí jinak. Jak se tyto houby nazývají?

Úkol č. 5: Spojte české a latinské pojmy. A vysvětlete je.

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Okrovka | A) Ascus |
| 2. Plachetka | B) Sporokarp |
| 3. Plodnice | C) Thalus |
| 4. Podhoubí | D) Peridie |
| 5. Výtrus | E) Mycelium |
| 6. Stélka | F) Velum |
| 7. Vřecko | G) Spora |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

Úkol č. 6: Osmisměrka. Najděte všechna slova vypsána níže.

```

E V V P L P N Ž A M P I Ó N K
H Ý Ř D I O A Z R P E G Y N L
N T E L E L I R S T É L K A A
O R C X B H O M A E N G G T T
J U K E R I U T C Z A L S A H
N S O O H S W I H Z I V V S R
Í I K O C A N P Ň E Ř T Y B O
K Y T A A D O X V R C Y V I T
M X R I O D K F T I Y I P Ř H
Z I Q L H L P U A V N Z U H E
N V P O O C B Y O J I N E M C
H O U N I R P O K B X Q B C I
D B A M U I C E H T O P A M U
Í S A P R O T R O F T L G T M
A K R Ů M O H C U M I L K V F

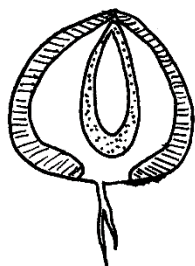
```

apothecium	klathrothecium	parazit	stélka
falotoxiny	klobouk	pilothecium	symbiont
gyromitrin	koprin	plodnice	toxiny
hnojník	lichenismus	podhoubí	třeň
holothecium	muchomůrka	psilocybin	vřecko
hřib satan	muskarin	ryzec	výtrus
chitin	mykorhiza	saprotrof	žampión

Úkol č. 7: Doplňte informace o pojmech z úkolu č. 6.

- Zjistěte, která houba má plodnici typu apothecium.
- U jaké houby se vyskytují falotoxiny a co způsobují?.....
- U jaké houby najdeme gyromitrin?.....
- Jak spolu souvisí hnojník a koprin?.....
- Která houba má plodnici typu holothecium?.....
- Která houba má plodnici typu klathrothecium?.....
- Co je lichenismus?.....
- Co je mykorhiza?.....
- U jaké houby nalezneme muskarin?.....
- Popiš, co je parazitismus a jaké jsou jeho dva typy.....
- U kterých hub nalezneme plodnici typu pilothecium?.....

U jaké houby nalezneme psilocybin?.....



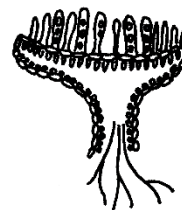
Klathrothecium



Holothecium



Pilotheceum



Apothecium

Úkol č. 8: Dvojníci jedovatých hub. Přičadte k sobě houby, které se často pletou.

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Muchomůrka jarní | A) Hnojník obecný |
| 2. Bedla vysoká | B) Ucháč obecný |
| 3. Hřib kovář | C) Vláknice začervenalá |
| 4. Čirůvka májovka | D) Muchomůrka zelená |
| 5. Muchomůrka růžovka | E) Pečárka zápašná |
| 6. Smrž obecný | F) Hřib satan |
| 7. Pečárka ovčí | G) Muchomůrka tygrovaná |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

Úkol č. 9: Doplnění textu. Doplněte text tak, aby jeho znění dávalo smysl a informace v něm byly správné. Obrázky napoví, o jaký typ houby se jedná.

Jednou z jedovatých hub vyskytujících se u nás je
 Má mohutný červený třeň a klobouk. Tato houba je velmi vzácná, a ne každý se s ní setká. Má klobouk zespod tvořený a jejich barva je
 Požití této houby způsobuje syndrom, který způsobuje také závojenka olovová, pečárka zápašná atd.



Další jedovatou houbou je Její vzhled je velmi charakteristický a většina malých dětí ji zná. Její klobouk pokrývají a po obvodu třeně je viditelný bílý Oby tyto útvary jsou pozůstatkem obalu, který kryje mladé plodnice, tzv. Na spodu klobouku se nacházejí a klobouk má výraznou barvu, podle které ji snadno poznáme. Tato houba obsahuje muscimol, který způsobuje syndrom. Při léčbě bychom měli nemocnému podat, aby došlo k vyloučení houby ze střev a žaludku.



Úkol č. 10: Napište, zda je dané tvrzení správné či nikoli. U špatných vysvětlete, proč není správné.

- | | | |
|---|--------|-------|
| 1. Jedovaté houby jsou vždy výrazně zbarveny. | ANO/NE | |
| 2. Jed se z hub odstraní povařením. | ANO/NE | |
| 3. Hepatorenální syndrom způsobuje muchomůrka zelená. | ANO/NE | |
| 4. Lysohlávky mohou způsobit halucinace. | ANO/NE | |
| 5. Hnojník inkoustový je jedovatý a po jeho požití nastávají okamžité zdravotní potíže. | ANO/NE | |
| 6. Houby, které jsou okousané od jiných živočichů jsou zaručeně jedlé. | ANO/NE | |
| 7. Ucháč obecný je jedlá a chutná houba. | ANO/NE | |
| 8. Muchomůrka červená obsahuje muskarin, což je hlavní příčina její jedovatosti. | ANO/NE | |

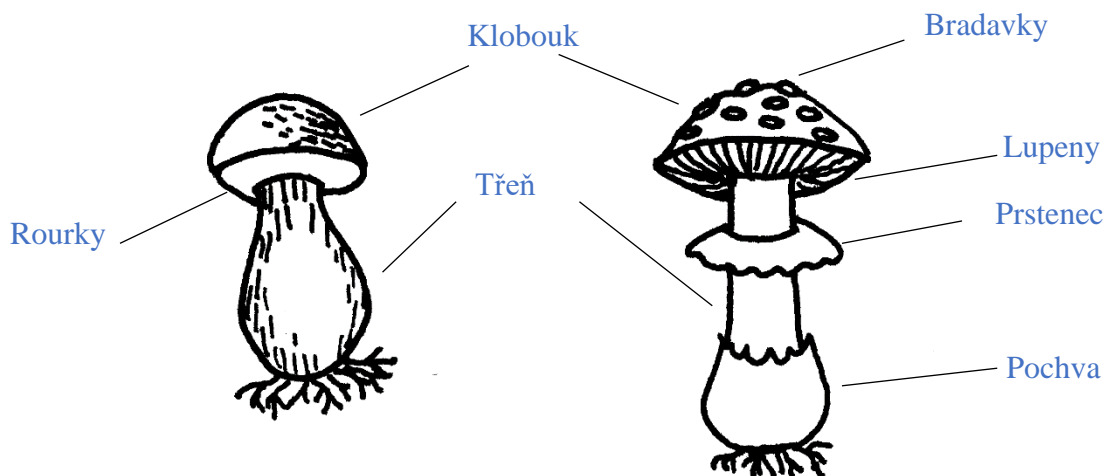
Úkol č. 11: Správně spojte názvy jednotlivých toxinů s oblastí v těle, na kterou působí.

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Dermatotoxiny | A. DNA buněk |
| 2. Genotoxiny | B. Nervový systém |
| 3. Hematotoxiny | C. Játra |
| 4. Hepatotoxiny | D. Kůže |
| 5. Imunotoxiny | E. Krvetvorná tkáň |
| 6. Nefrotoxiny | F. Imunitní systém |
| 7. Neurotoxiny | G. Ledviny |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

Pracovní list pro SŠ - řešení

Úkol č. 1: Popište stavbu těla stopkovýtrusé houby.



Úkol č. 2: Napište jaké jedovaté houby znáte? (alespoň 5)

Muchomůrka červená, muchomůrka zelená, hřib satan, muchomůrka tygrovaná, pečárka zápašná atd.....

Úkol č. 3: Napište dva ekologické typy hub a jaký je mezi nimi rozdíl.

1. symbiont = získávají živiny z živých organismů
2. saprotrof = získávají živiny z mrtvých těl

Úkol č. 4: Tajenka – Jeden druh muchomůrky se dříve používal v domácnostech k chytání much. Byla to muchomůrka červená

				P	E	Č	Á	R	K	A
P	I	L	O	T	H	E	C	I	U	M
			V	Ý	T	R	U	S	Ů	
						V	E	L	U	M
			Z	E	L	E	N	Á		
				R	E	N	Á	L	N	Í
L	Y	S	O	H	L	Á	V	K	Y	

1. Jak byste jinak nazvali žampion?
2. Jak se nazývá typ plodnice vyskytující se například u muchomůrky, bedly nebo žampionu?

3. Pomocí čeho se houby rozmnožují?
4. Jak se odborně nazývá obal, kterým jsou kryty mladé plodnice a brání jim ve vysychání?
5. Jaká je naše nejjedovatější muchomůrka?
6. V plodnicích pavučinců se nacházejí toxiny, které způsobují syndrom.
7. Jeden druh hub se využívá jako droga. Navozuje halucinace, ale na každého působí jinak. Jak se tyto houby nazývají?

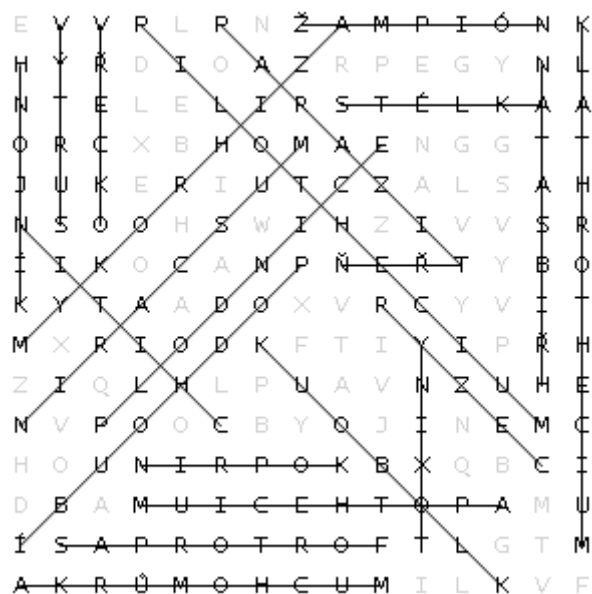
Úkol č. 5: Spojte české a latinské pojmy. A vysvětlete je.

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Okrovka | A) Ascus |
| 2. Plachetka | B) Sporokarp |
| 3. Plodnice | C) Thalus |
| 4. Podhoubí | D) Peridie |
| 5. Výtrus | E) Mycelium |
| 6. Stélka | F) Velum |
| 7. Vřecko | G) Spora |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
D	F	B	E	G	C	A

1. Blána, která kryje plodnici geastrálního typu a bývá rozlišena na vnější exoperidii a vnitřní endoperidii.
2. Obal, který kryje celý povrch mladé plodnice stopkovýtrusných hub a brání jim ve vyschnutí.
3. Tvoří nejvíce viditelnou část životního cyklu hub. Nesou pohlavní výtrusy a jsou rozmnožovací orgánem pohlavního stádia u hub.
4. Vegetativní část hyf, které tvoří stélku houby.
5. Rozmnožovací částice hub a mohou být jednobuněčné či vícebuněčné.
6. Tělo houby a může být jednobuněčná nebo mnohobuněčná. Je tvořena hyfami, což jsou vlákna, která mohou být větvená.
7. Buňka vřeckovýtrusných hub, v níž dochází ke karyogamii, meióze a tvorbě askospor.

Úkol č. 6: Osmisměrka. Najděte všechna slova vypsána níže.



apothecium

falotoxiny

gyromitrin

hnojník

holothecium

hřib satan

chitin

klathrothecium

klobouk

koprin

lichenismus

muchomůrka

muskarin

mykorhiza

parazit

pilothecium

plodnice

podhoubí

psilocybin

ryzec

saprotrof

stélka

symbiont

toxiny

třeň

vřecko

výtrus

žampión

Úkol č. 7: Doplňte informace o pojmech z úkolu č. 6.

Zjistěte, která houba má plodnici typu apothecium. [Smrž obecný](#)

U jaké houby se vyskytují falotoxiny a co způsobují? [Muchomůrka zelená, Hepatorenální syndrom](#)

U jaké houby najdeme gyromitrin? [Ucháč obecný](#)

Jak spolu souvisí hnojník a koprin? [Koprin je jed obsažený v hnojníku inkoustovém.](#)

Která houba má plodnici typu holothecium? [Kuřátka](#)

Která houba má plodnici typu klathrothecium? [Hadovka smrdutá, Květnatec Archerův](#)

Co je lichenismus? [Symbiotický vztah mezi houbou a řasou či sinicí \(mykobiont a fotobiont\).](#)

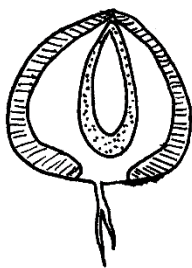
Co je mykorhiza? [Symbiotický vztah mezi houbou a rostlinou, probíhá pomocí kořenů a je prospěšný jak pro houbu, tak pro rostlinu.](#)

U jaké houby nalezneme muskarin? [Vláknice začervenalá, strmělka odbarvená, muchomůrka červená](#)

Popiš, co je parazitismus a jaké jsou jeho dva typy. [Způsob výživy hub, kdy využívají ke své výživě pletiva cizích organismů. Dělí se na parazity fakultativní a obligátní.](#)

U kterých hub nalezneme plodnici typu pilothecium? [Muchomůrky, bedly, hřib smrkový](#)

U jaké houby nalezneme psilocybin? [Lysohlávky](#)



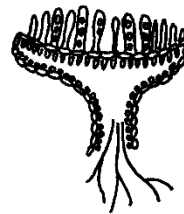
Klathrothecium



Holothecium



Pilothecium



Apothecium

Úkol č. 8: Dvojníci jedovatých hub. Přiřaďte k sobě houby, které se často pletou.

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Muchomůrka jarní | A) Hnojník obecný |
| 2. Bedla vysoká | B) Ucháč obecný |
| 3. Hřib kovář | C) Vláknice začervenalá |
| 4. Čirůvka májovka | D) Muchomůrka zelená |
| 5. Muchomůrka růžovka | E) Pečárka zápašná |
| 6. Smrž obecný | F) Hřib satan |
| 7. Pečárka ovčí | G) Muchomůrka tygrovaná |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
D	A	F	C	G	B	E

Úkol č. 9: Doplnění textu. Doplněte text tak, aby jeho znění dávalo smysl a informace v něm byly správné. Obrázky napoví, o jaký typ houby se jedná.

Jednou z jedovatých hub vyskytujících se u nás je *hřib satan*. Má mohutný červený třeně a *bělavý* klobouk. Tato houba je velmi vzácná, a ne každý se s ní setká. Má klobouk zespod tvořený *roučky* a jejich barva je *světle žlutá*. Požití této houby způsobuje *gastrointestinální* syndrom, který způsobuje také závojenka olovová, pečárka zápašná atd.



Další jedovatou houbou je *muchomůrka červená*. Její vzhled je velmi charakteristický a většina malých dětí ji zná. Její klobouk pokrývají *bradavky* a po obvodu třeně je viditelný bílý *prstenec*. Oby tyto útvary jsou pozůstatkem obalu, který kryje mladé plodnice, tzv. *velum*. Na spodu klobouku se nacházejí *lupeny* a klobouk má výraznou *červenou* barvu, podle které ji snadno poznáme. Tato houba obsahuje *muscimol*, který způsobuje *psychotonický (pantherinový)* syndrom. Při léčbě bychom měli nemocnému podat *apomorfín*, aby došlo k vyloučení houby ze střev a žaludku.



Úkol č. 10: Napište, zda je dané tvrzení správné či nikoli. U špatných vysvětlete, proč není správné.

- | | | |
|---|--------|---|
| 1. Jedovaté houby jsou vždy výrazně zbarveny. | ANO/NE | Pouze některé jedovaté houby jsou výrazně zbarveny, ale většina není. |
| 2. Jed se z hub odstraní povařením. | ANO/NE | U některých je to pravda, ale hodně jedů je termostabilních. |
| 3. Hepatorenální syndrom způsobuje muchomůrka zelená. | ANO/NE |
..... |
| 4. Lysohlávky mohou způsobit halucinace. | ANO/NE | Problémy nastanou, pokud do 48 hodin po požití požije postižený alkohol. |
| 5. Hnojník inkoustový je jedovatý a po jeho požití nastávají okamžité zdravotní potíže. | ANO/NE | Jiní živočichové jako například slimáci mají jiný trávicí systém atd. takže na ně jed nemusí působit. |
| 6. Houby, které jsou okousané od jiných živočichů jsou zaručeně jedlé. | ANO/NE | Dříve byla považována za jedlou, ale byl u ní zjištěn obsah jedu. |
| 7. Ucháč obecný je jedlá a chutná houba. | ANO/NE | Muskarin skutečně obsahuje, ale hlavní příčinou jedovatosti je muscimol. |
| 8. Muchomůrka červená obsahuje muskarin, což je hlavní příčina její jedovatosti. | ANO/NE | |

Úkol č. 11: Správně spojte názvy jednotlivých toxinů s oblastí v těle, na kterou působí.

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Dermatotoxiny | A. DNA buněk |
| 2. Genotoxiny | B. Nervový systém |
| 3. Hematotoxiny | C. Játra |
| 4. Hepatotoxiny | D. Kůže |
| 5. Imunotoxiny | E. Krvetvorná tkáň |
| 6. Nefrotoxiny | F. Imunitní systém |
| 7. Neurotoxiny | G. Ledviny |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
D	A	E	C	F	G	B

Didaktická hra pro SŠ

Název hry: Houbařská štafeta

Popis hry: Máme 20 kartiček (může být i více), na každé je název houby a charakteristika houby jiné, tedy daná charakteristika neodpovídá názvu houby na kartičce. Každý žák dostane alespoň jednu kartičku, ale může jich dostat i více (záleží na počtu žáků).

Postup hry: První žák přečte charakteristiku, kterou má napsanou na své kartičce, tu si vyslechnou ostatní žáci, a ten který má na své kartičce houbu odpovídající této charakteristice, tak přečte název té houby a následně i novou charakteristiku. Na tu odpovídá další žák a hra dále pokračuje, až dojdeme opět k úplně první kartičce, kterou jsme hru začali.

Kartičky je nutné rozstříhat.

<p style="text-align: center;">Muchomůrka červená</p> <p><i>Jmenuji se sice jako moje jedovatá kolegyně, ale jsem chutná houba. Lidově se mi říká masák.</i></p>	<p style="text-align: center;">Muchomůrka růžovka</p> <p><i>Pod kloboukem mám rourky žluté barvy, ale jeho povrch je hnědý díky čemuž se snadno schovám v listí. Často si mě dáváš do polévky a najdeš mě zejména pod smrky.</i></p>
<p style="text-align: center;">Hřib smrkový</p> <p><i>Jsem velmi jedovatá houba, dávej si na mě pozor. Často se pletu se žampionem. Mám zelený klobouk, u báze třeně pochvu a bílý prstenec okolo třeně.</i></p>	<p style="text-align: center;">Muchomůrka zelená</p> <p><i>Jsem krásná žlutá houba, svůj název sdílím s jednou psovitou šelmou. Jsou ze mě výborné omáčky.</i></p>

<p style="text-align: center;">Liška obecná</p> <p><i>Jsem nenápadná houbička, ale při požití ti můžu navodit halucinace. Jsem někdy i využívána jako droga.</i></p>	<p style="text-align: center;">Lysohlávka tajemná</p> <p><i>Jsem vzácná houba, ale také jsem velmi jedovatá. Mám výrazně červeně zbarvený třeň a bílý klobouk. Pod kloboukem mám rourky. Patřím mezi modrající houby.</i></p>
<p style="text-align: center;">Hřib satan</p> <p><i>Jsem bílá lupenitá houba s prstenem a růžovými až tmavými lupeny. Najdeš mě i na louce, a dokonce i v supermarketu.</i></p>	<p style="text-align: center;">Žampion zahradní</p> <p><i>Rostu na kmenech stromů, a dokonce mě můžeš najít i v zimě. Jsem jedlá houba. Ve svém názvu mám obsaženu část těla, protože ji připomínám tvarem.</i></p>
<p style="text-align: center;">Ucho Jidášovo</p> <p><i>Vypadám spíše jako kámen než jako houba. Rostu na kmenech stromů jsem koncentricky pruhovaný.</i></p>	<p style="text-align: center;">Trounatec pásovaný</p> <p><i>Jsem mohutná bílá houba s šupinkami na třeni i klobouku. Pod kloboukem mám lupeny a okolo třeně mám prstenec. Jsou ze mě výborné řízky.</i></p>
<p style="text-align: center;">Bedla vysoká</p> <p><i>Mám dlouhé bílé receptakulum a kulovitou, zelenou, uzavřenou plodnici. V dospělosti silně zapáchám, což mi dalo i můj název.</i></p>	<p style="text-align: center;">Hadovka smrdutá</p> <p><i>Jsem jedovatá lupenitá houba. Mám hnědý klobouk se světlejšími šupinami a hladkým prstenem a pletou si mě s muchomůrkou růžovkou.</i></p>

<p style="text-align: center;">Muchomůrka tygrovaná</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem malá růžová lupenitá houbička a voním jako jedna růžová brukvovitá zelenina.</i></p>	<p style="text-align: center;">Helmovka ředkvičková</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem vřeckovýtrusná houba. Moje horní část vypadá jako mozek. Dříve se myslelo, že jsem jedlý, ale později se ukázalo, že ne.</i></p>
<p style="text-align: center;">Ucháč obecný</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem jedlá oranžová houba a roním oranžové mléko. Mé lupeny jsou také oranžové. Ve stáří mám uprostřed klobouk nazelenalý.</i></p>	<p style="text-align: center;">Ryzec pravý</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem nenápadná hnědá lupenitá houba. Přesto, že jsem byl dříve veden jako jedlý, zjistilo se, že jsem smrtelně jedovatý. Jak rostu, tak tvořím mezi tření a kloboukem pavučinku.</i></p>
<p style="text-align: center;">Pavučinec plyšový</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem bílá houba s geastrální plodnicí a na povrchu plodnice mám ostny. V mládí mám kulovitý tvar.</i></p>	<p style="text-align: center;">Pýchavka obecná</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem parazitická houba. Jsem za syrova jedovatá, ale po povaření jedlá a chutná houba. Rostu často ve velkých trsech na pařezech. Můj klobouk je světle hnědý s tmavými ostny.</i></p>
<p style="text-align: center;">Václavka obecná</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem houba, která roste pod zemí. Jsem vyhlášenou pochoutkou. K mému nalezení potřebuješ vycvičeného psa nebo prase.</i></p>	<p style="text-align: center;">Lanýž letní</p> <p style="text-align: center;"><i>Jsem krásná lupenitá houba, ale jsem jedovatá. Určitě mě znáš. Můj červený klobouk s bílými vločkami by chtěla nosit každá houba.</i></p>

6. DISKUSE

Jelikož je houbaření v České republice velmi rozšířenou aktivitou, jak zmiňuje např. Kamen (2017), tak by této problematice mělo být věnováno mnohem více pozornosti, než se jí dostává. Jak již bylo řečeno, tato bakalářská práce se zabývá otázkou jedovatých hub a také jedy v nich obsažených. Jsou zde zahrnuty druhy jedovatých hub, které jsou v našich lesích běžné, a které jsou také snadno zaměnitelné s druhy jedlými, či nejedlými. Abychom tomuto omylu zabránili, je potřeba se naučit základní rozdíly mezi těmito druhy.

Tento výukový materiál je určen zejména pro žáky středních škol, kteří mají zájem o mykologii a je jim umožněno se tomuto tématu více věnovat. Také slouží jako opora pro učitele a další osoby zajímající se o jedovaté houby. Součástí práce je i výuková prezentace, ve které jsou zjednodušeně popsány jednotlivé typy otrav. Také je zde pracovní list s řešením, díky kterému žáci mohou lépe téma uchopit a lépe si jej zapamatovat. Další přílohou je didaktická hra, která je ve výuce, dle mého názoru, velmi důležitá, protože díky ní mohou žáci lépe učivu porozumět, a hlavně si jej spojit s příjemnou činností a s něčím, co je baví. Důležité jsou pro žáky také obrázkové atlasy, kde mohou houby vidět a porovnávat jednotlivé druhy mezi sebou. Takový velký atlas je např. *Ottův velký atlas – Houby* (Antonín a Hagara, 2020), ve kterém je zobrazena spousta druhů hub.

V učebnicích biologie pro SŠ jsou houby zmíněny velmi okrajově. K dispozici žákům i učitelům jsou zejména učebnice *Biologie pro gymnázia* (Jelínek a Zicháček, 2014), dále např. *Biologie v kostce* (Hančová a Vlková, 1997) či *Odmaturuj z biologie* (Benešová et al., 2003).

Učebnice od Hančové a Vlkové (1997) rozebírá mykologii na pouhých pěti stranách. Je zde zmíněná stavba a rozmnožování a dále je zde podkapitola o systému hub. Vřeckovýtrusným houbám je zde věnován prostor něco málo přes jednu stranu a stopkovýtrusným taktéž okolo jedné strany textu. Je zde věnována pozornost rozmnožování, dále zde autorky vyjmenovávají řády a k nim několik zástupců, ale pouze u některých je zmíněno nebezpečí toxinů, a kde je běžně najdeme, např. je zde zmíněna paličkovice nachová a také, že produkuje námellové alkaloidy, ale je zde napsáno, že se vyskytuje na travách, a že se využívá ve farmacii. Není zde tedy upozornění na jedovatost a nebezpečí, které tato houba způsobuje. Dalším příkladem může být rod *Penicillium*, o kterém jsou zde vypsány informace jako např. že se využívá pro výrobu antibiotik, či ke

zraní sýrů, ale není zde zmíněno, že jej žák může najít na shnilém jablku, a že by to mohlo být nebezpečné. Co se týče stopkovýtrusných hub, tak zde je opět věnována pozornost rozmnožování a životnímu cyklu, a také je zde zmíněn význam hub, ať už pro přírodu či pro člověka. Co se týče velkých hub, tak jsou zde zmíněny pouze dřevokazné houby, pečárkotvaré a břichatkovité a jednotlivé druhy jsou zde pouze vyjmenovány, není zde tedy žádná zmínka o jedovatosti, či jedlosti některého z druhů, ani jejich popis, ani fotografie či kresba.

Učebnice od Jelínka a Zicháčka (2014) věnuje říši hub také pouze pět stran. Oddělení vřeckovýtrusných hub zde dostává prostor na pouhých 1,5 stranách. Je zde věnována pozornost rozmnožování a zástupců je zde zmíněno velmi málo. Je zde opět zmíněna, ve stejném rozsahu, paličkovice nachová a rod *Penicillium*, a dále smrž obecný a ucháč obecný, o kterém je zde napsáno, že je prudce jedovatý. Oddělení stopkovýtrusných hub má pozornost autorů také na 1,5 stranách. Opět je zde popsán životní cyklus a rozmnožování a je zde i popis stavby lupenaté a rourkaté houby. Z jedovatých hub jsou zde zmíněny muchomůrka zelená, muchomůrka tygrovaná a závojenka olovová. K těmto houbám jsou zde také vyjmenováni jedlí dvojníci, ale opět žádný popis, či rozdíly mezi nimi, a ani obrázková příloha. Opět je zde věnován prostor významu hub.

V učebnici od Benešové et al. (2003) jsou houby probrány na deseti stranách. Je zde probrána obecná charakteristika, systém a na šesté straně se dostáváme k vřeckovýtrusným houbám. Je zde jejich charakteristika, stavba, rozmnožování a následně zástupci. Např. je zde probrán rod *Aspergillus*, zmiňují konkrétně druh *Aspergillus flavus* a také to, že obsahuje karcinogenní toxiny. Jsou zde popsány houby smrž obecný a ucháč obecný, ale nejsou zde např. jejich fotografie či kresby. Dalším tématem jsou houby stopkovýtrusné, a ty opět začínají charakteristikou, stavbou a rozmnožováním a pokračují zástupci. Zde jsou pouze vyjmenovány jedlé a jedovaté houby, ale opět zde nejsou fotografie. Na okraji strany jsou poznámky, ve kterých se dočteme, že muchomůrka zelená je zaměnitelná se žampionem, a že je odlišíme pomocí pochvy vyskytující se u muchomůrky, a také podle barvy lupenů, které jsou u žampionů růžové a později hnědé.

Dle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia spadá téma houby do vzdělávací oblasti Člověk a příroda a do vzdělávacího oboru Biologie, konkrétně Biologie hub. Podle tohoto RVP pro gymnázia (VÚP v Praze, 2007) by měl žák poznat a pojmenovat významné zástupce hub a lišejníků, a také posoudit ekologický, zdravotnický a

hospodářský význam hub a lišejníků. Probírané učivo je shrnuto jako stavba a funkce hub a stavba a funkce lišejníků. Tyto dvě oblasti, tedy co by měl žák dokázat a co je obsaženo v učivu se příliš neshodují. Je zde napsáno, že by měl žák znát významné zástupce a ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků, ale přitom je v učivu obsažena jen stavba a funkce hub a lišejníků, takže zde je v RVP nesoulad mezi žákovými schopnostmi a tím co se má vyučovat ve škole.

Nejvíce pozornosti ve výuce by mělo být věnováno právě těm znalostem o houbách, se kterými se mohou žáci v životě běžně setkat, ať už v lese při sběru, na shnilém ovoci, nebo i v kuchyni, jako se tomu věnuje např. kniha *Houbařská kuchařka* (Smotlacha 1989). Zejména by měla být věnována pozornost rozpoznávání jednotlivých druhů hub, jelikož Češi jsou vášniví houbaři a je zde také velké riziko otrav. Zvláště u druhů, které jsou snadno zaměnitelné, by se měl brát zřetel na jejich rozeznání a identifikaci. Také by mohla být součástí výuky první pomoc v případě otravy jedovatou houbou, ale samozřejmě by to musel dovolovat časový harmonogram výuky.

Má práce by ve výuce mohla být užitečná zejména při názorné ukázce rozdílů mezi běžně zaměňovanými druhy, k tomu je užitečná i publikace *Zrádní dvojníci jedlých hub* (Kříž, 2018). Také by mohla sloužit jako opora do seminářů zabývajících se blíže mykologií.

7. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce, která se zaměřuje na jedovaté houby a látky v nich obsažené, bylo vytvoření výukového materiálu, který by byl přínosný jak pro žáky středních škol, tak i pro jejich učitele.

Žáci se s problematikou seznamují prostřednictvím výukové prezentace, která slouží i jako výuková opora pro učitele, a dále mají k dispozici pracovní list, který žákům pomůže tuto problematiku lépe uchytit, stejně jako didaktická hra, kterou jsem vytvořila pro zpestření výuky. Také jsou v prezentaci zahrnuty druhy, které jsou snadno zaměnitelné a poukazují na rozdíly mezi nimi. Jelikož je v České republice houbaření velmi rozšířené, nemělo by se toto téma podceňovat.

V bakalářské práci i ve výukové prezentaci jsou obsaženy autorské fotografie, které jsem při sběru hub pořídila.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Tištěné zdroje

AMAIKE, S., KELLER, N. P. *Aspergillus flavus*. Annual Review of Phytopathology, 2011. 49: 107-133.

ANTONÍN, V. a HAGARA, L. *Ottův velký atlas - houby*. Nové upravené vydání. Praha: Ottovo nakladatelství, a.s., 2020. 416 stran. ISBN 978-80-7451-788-4.

BARNETT, H. L. *The nature of mycoparasitism by fungi*. Annual Reviews in Microbiology, 1963. 17(1): 1-14.

BECCACCIOLI, M., SALUSTRI, M., SCALA, V., LUDOVICI, M., CACCIOTTI, A., D'ANGELI, S., BROWN, D. W. a REVERBERI, M. *The effect of Fusarium verticillioides fumonisins on fatty acids, sphingolipids, and oxylipins in maize germings*. International Journal of Molecular Sciences, 2021. 22(5): 2435.

BENEŠOVÁ, M., HAMPLOVÁ, H., KNOTOVÁ, K., LEFNEROVÁ, P., SÁČKOVÁ, I. a SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj z biologie*. Vyd. 1. Brno: Didaktis, 2003. 224 s. ISBN 80-86285-67-7.

DA SILVA BOMFIM, N. et al. *Antifungal and antiaflatoxigenic activity of rosemary essential oil (Rosmarinus officinalis L.) against Aspergillus flavus*. Food Additives & Contaminants: Part A, 2020, 37(1): 153-161.

DINIS-OLIVEIRA, R. J., SOARES, M. a CARVALHO, F. *Human and experimental toxicology of orellanine*. Human and Experimental Toxicology, 2016. 35(9): 1016-1029.

FORD, W. W. *The toxins and antitoxins of poisonous mushrooms (Amanita phalloides)*. The Journal of Infectious Diseases, 1906. Vol. 3, No. 2: 191-224.

GARCIA, J., COSTA, V. M., CARVALHO, A., BAPTISTA, P., DE PINHO, P. G., DE LOURDES BASTOS, M. a CARVALHO, F. *Amanita phalloides poisoning: Mechanisms of toxicity and treatment*. Food and Chemical Toxicology, 2015. 86: 41-55.

HANČOVÁ, H. a VLKOVÁ, M. *Biologie v kostce. I, Obecná biologie, mikrobiologie, botanika, mykologie, ekologie, genetika*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 1997. 112 s. ISBN 80-7200-059-4.

- HÄRKÖNEN, M. *Uses of mushrooms by Finns and Karelians*. International Journal of Circumpolar Health, 1998. 57(1): 40-55.
- HOLEC, J., BIELICH, A. a BERAN, M. *Přehled hub střední Evropy*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2012. 622 s. ISBN 978-80-200-2077-2.
- JELÍNEK, J. a ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia: teoretická a praktická část*. 11., rozšířené elektronické vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2014. ISBN 978-80-7182-297-4.
- JOHNSON, M. W., GRIFFITHS, R. R. *Potential therapeutic effects of psilocybin*. Neurotherapeutics, 2017. 14: 734-740.
- KALHOTKA, L. *Mikromycety v prostředí člověka: vláknité mikromycety (plísně) a kvasinky*. V Brně: Mendelova univerzita, 2014. 77 s. ISBN 978-80-7375-943-8.
- KALINA, T. a VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2005. 606 s., 32 s. obr. příl. ISBN 80-246-1036-1.
- KAMEN, J. *Báječný svět hub: o krásných houbách, nadšených houbařích a českém vítězství*. První vydání. Praha: Mladá fronta a.s., 2017. 235 stran. ISBN 978-80-204-4708-1.
- KLÁN, J. *Co víme o houbách*. Vyd. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. 310 s., ISBN 80-04-21143-7.
- KŘÍŽ, M. *Zrádní dvojníci jedlých hub*. První tištěné vydání. Praha: Granit, 2018. 115 stran. ISBN 978-80-7296-119-1.
- KUBIČKA, J., ERHART, J. a ERHARTOVÁ, M. *Jedovaté houby*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1980. 247 s. ISBN 08-072-80.
- LUTZONI, F., MIADLIKOWSKA, J. *Lichens*. Current Biology, 2009. 19(13): R502-R503.
- MIESLEROVÁ, B., SEDLÁŘOVÁ, M. a LEBEDA, A. *Houby a houbám podobné organismy v biotechnologiích*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. 199 stran. Učebnice. ISBN 978-80-244-4983-8.
- NARANJO-ORTIZ, M. A., GABALDÓN, T. *Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi*. Biological Reviews, 2019. 94: 2101-2137.

ROCHA, O., ANSARI, K., DOOHAN, F. M. *Effects of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: A review*. Food Additives and Contaminants, 2005. 22(4): 369-378.

SALEH, I., GOKTEPE, I. *The characteristics, occurrence, and toxicological effects of patulin*. Food and Chemical Toxicology, 2019. 129: 301-211.

SCHIFF, P. L. *Ergot and Its Alkaloids*. Americal Journal of Pharmaceutical Education, 2006. 70 (5): Article 98.

SMOTLACHA, M. a MALÝ, J. *Atlas tržních a jedovatých hub*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986. 272 s. Příroda; sv. 9. ISBN 07-016-86.

SMOTLACHA, M. *Houbařská kuchařka*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1989. 237 s. ISBN 08-085-89.

SOCHA, R. a JEGOROV, A. *Encyklopedie léčivých hub*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2014. 768 s. ISBN 978-80-200-2312-4.

VOSS, K. A. et al. *An Overview of Rodent Toxicities: Liver and Kidney Effects of Fumonisin and Fusarium moniliforme*. Environmental Health Perspectives, 2001. 109 (suppl 2): 259-266.

WIJAYAWARDENE, NALIN N., et al. *Outline of Fungi and fungus-like taxa*. Mycosphere Online: Journal of Fungal Biology, 2020. 11(1): 1060-1456.

Internetové zdroje

DVOŘÁK, R. *Paxillus involutus - čechratka podvinutá*. Česká mykologická společnost [online]. Praha, 2011. 31.08. [cit. 2023-07-16]. Dostupné z: <https://www.myko.cz/clanek345/>

HOSKOVEC, L. *CLAVICEPS PURPUREA (Fr.) Tul. – paličkovice nachová / kyjanička purpurová*. Botany.cz [online]. 2009. 16.03. [cit. 2023-07-16].

KRMENČÍK, P., KYSILKA, J.: *Jedy*. [online]. 2001-2007, [cit. 2023-03-07]. Biotox: Toxikon. Dostupné z: https://www.biotox.cz/toxikon/c_jedy/index.php

PATOČKA, J. Agaricin, mitochondriální houbový jed. Toxicology [online]. 2016, 14.04. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=877>

PATOČKA, J. *Pozor na muchomůrku tygrovanou!* [online]. 2010, [cit. 2023-06-29]. Toxicology. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=346>

SEDLÁŘOVÁ, M., VAŠUTOVÁ, M. Atlas houbových organismů [online]. 2004-2007, Olomouc: Katedra botaniky PřF UP v Olomouci. [cit. 2023-07-12]. Dostupné na: <http://old.botany.upol.cz/atlas/system/index.php>

ZICHA, O. Helmovka ředkvičková. BioLib [online]. 2023, [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id60355/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Plodnice vřekovýtrusných hub – zleva: kleistothecium, perithecium, apothecium.....	17
Obrázek 2: Hymeniální plodnice – zleva: holothecium, krustothecium, pilothecium.....	18
Obrázek 3: Geastrální plodnice – horní řádek zleva: plektothecium, lysothecium, schizothecium, dolní řádek zleva: aulaothecium, klathrothecium.....	19
Obrázek 4: Životní cyklus vřekovýtrusných hub.....	21
Obrázek 5: Životní cyklus stopkovýtrusných hub.....	22
Obrázek 6: Příklady bazidií. Zleva – fragmobazidie chiastická, fragmobazidie stichická, holobazidie.....	22
Obrázek 7: α -amanitin.....	24
Obrázek 8: Faloidin.....	25
Obrázek 9: Orellanin.....	26
Obrázek 10: Gyromitrin.....	28
Obrázek 11: Muscimol.....	29
Obrázek 12: Kyselina ibotenová.....	29
Obrázek 13: Muskarin.....	31
Obrázek 14: Cholin.....	31
Obrázek 15: Psilocybin.....	32
Obrázek 16: Psilocin.....	32
Obrázek 17: Metabolismus koprinu při otravě.....	34
Obrázek 18: Agaritin.....	35
Obrázek 19: Aflatoxin B1.....	37
Obrázek 20: Patulin.....	38
Obrázek 21: Trichotecen.....	39
Obrázek 22: Ergotamin.....	40
Obrázek 23: Ergin.....	40
Obrázek 24: Fumonisin.....	42
Obrázek 25: Muchomůrka červená (<i>Amanita muscaria</i>).....	44
Obrázek 26: Muchomůrka zelená (<i>Amanita phalloides</i>).....	45
Obrázek 27: Muchomůrka tygrovaná (<i>Amanita pantherina</i>).....	47
Obrázek 28: Ucháč obecný (<i>Gyromitra esculenta</i>).....	48
Obrázek 29: Třepenitka svazčitá (<i>Hypholoma fasciculare</i>).....	49
Obrázek 30: Pečárka zápašná (<i>Agaricus xanthodermus</i>).....	51
Obrázek 31: Lysohlávka tajemná (<i>Psilocybe serbica</i> var. <i>arcana</i>).....	52
Obrázek 32: Hřib satan (<i>Boletus satanas</i>).....	53
Obrázek 33: Hnojník inkoustový (<i>Coprinopsis atramentaria</i>).....	55
Obrázek 34: Pavučinec plyšový (<i>Cortinarius orellanus</i>).....	56
Obrázek 35: Vláknička začervenalá (<i>Inocybe erubescens</i>).....	57
Obrázek 36: Čechratka podvinutá (<i>Paxillus involutus</i>).....	58
Obrázek 37: <i>Claviceps purpurea</i> v mikroskopu.....	59
Obrázek 38: Námel (sklerocium) paličkovice nachové (<i>Claviceps purpurea</i>).....	60
Obrázek 39: <i>Penicillium expansum</i> v mikroskopu.....	61

Obrázek 40: <i>Penicillium expansum</i> na jablku.....	61
Obrázek 41: <i>Fusarium verticillioides</i> v mikroskopu.....	62
Obrázek 42: <i>Fusarium</i> na kukuřici.....	63
Obrázek 43: <i>Aspergillus flavus</i> v mikroskopu	64
Obrázek 44: <i>Aspergillus flavus</i> na kukuřici.....	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Srovnání dvou nejběžnějších systémů třídění houbových organismů (upraveno podle Mieslerová et al., 2016).....	15
Tabulka 2: Seznam obsahující sesbírané houbové položky	65