

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Houby a lišejníky ve výuce biologie na středních
školách

Bakalářská práce

Autor: Kateřina Gajdošová

Studijní program: B1407 – Chemie

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání – Chemie se
zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D.

Hradec Králové

květen 2022



Zadání bakalářské práce

Autor: Kateřina Gajdošová
Studium: S19CH100BP
Studijní program: B1407 Chemie
Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání, Chemie se zaměřením na vzdělávání

Název bakalářské práce: Houby a lišejníky ve výuce biologie na středních školách

Název bakalářské práce Fungi and lichens in biology lectures at secondary schools
AJ:

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Bakalářská práce se zabývá zpracováním tématu houby a lišejníky v předmětu biologie na středních školách. První část seznamuje s organismy, které jsou na středních školách probírány v rámci kapitoly houby a lišejníky a s organizací výuky daného tematického celku. Druhá část se pak věnuje tvorbě výukových materiálů využitelných učiteli středních škol při výuce v hodinách biologie jako jsou pracovní listy, PowerPointové prezentace, náměty na laboratorní cvičení nebo didaktické hry.

Kalína, T., Váňa, J.: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1

Rosypal, S. a kol.: Nový přehled biologie. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-268-5

Jelínek, J., Zicháček, V.: Biologie pro gymnázia. 11. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2014. ISBN 978-80-7182-338-4

HOLEC, J., BIELICH, A., BERAN, M.: Přehled hub střední Evropy. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2077-2

Garantující pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 23.1.2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Kateřina Gajdošová

Poděkování

Tímto bych velice ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. PhDr. Ivo Králíčkovi, Ph.D. za veškerou ochotu, trpělivost, odborné vedení a cenné rady.

Anotace

GAJDOŠOVÁ, K. (2022): *Houby a lišejníky ve výuce biologie na středních školách*. Hradec Králové. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D. 85 s.

Bakalářská práce se zabývá zpracováním tématu houby a lišejníky v předmětu biologie na středních školách. První část seznamuje s organismy, které jsou na středních školách probírány v rámci kapitoly houby a lišejníky a s organizací výuky daného tematického celku. Druhá část se pak věnuje tvorbě výukových materiálů využitelných učiteli středních škol při výuce v hodinách biologie jako jsou pracovní listy, PowerPointové prezentace, náměty na laboratorní cvičení nebo didaktické hry.

Klíčová slova

houby, lišejníky, střední škola, pracovní listy, laboratorní protokoly

Annotation

GAJDOŠOVÁ, K. (2022): *Fungi and lichens in biology lectures at secondary schools*. Hradec Králové. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D. 85 p.

This bachelor thesis focuses on the theme of fungi and lichens within the biology subject for secondary schools. First part deals with the organisms, that are being taught in secondary schools and with the organisation of teaching this thematic unit. Second part is devoted to making materials that can be used by biology teachers during the lessons, such as worksheets, PowerPoint presentations, suggestions for laboratory exercises and didactic games.

Keywords

fungi, lichens, high school, worksheets, laboratory protocols

Obsah

Úvod	8
Cíle práce	8
1 Rešerše	9
1.1 Postavení hub v systému eukaryot	9
1.2 Obecná charakteristika hub	11
1.2.1 Způsoby výživy hub	12
1.2.2 Mykorhiza	12
1.2.3 Zásobní látky hub.....	14
1.3 Rozmnožování a životní cykly hub.....	14
1.3.1 Nepohlavní rozmnožování	15
1.3.2 Pohlavní rozmnožování.....	15
1.4 Charakteristika jednotlivých oddělení hub.....	17
1.4.1 Chytridiomycety (<i>Chytridiomycota</i>)	17
1.4.2 Mikrosporidie (<i>Microsporidiomycota</i>).....	18
1.4.3 Houby spájkivé (<i>Zygomycota</i>)	19
1.4.4 Houby vřeckovýtrusné (<i>Ascomycota</i>)	20
1.4.5 Houby stopkovýtrusné (<i>Basidiomycota</i>)	21
1.4.6 Lišejníky (<i>Lichenes</i>).....	22
1.5 Postavení hub a lišejníků v RVP G	23
1.6 Houby a lišejníky ve vybraných středoškolských učebnicích biologie	23
1.6.1 Biologie pro gymnázia (Jelínek et Zicháček 2014)	23
1.6.2 Biologie rostlin (Kincl et al. 2006)	24
1.6.3 Nový přehled biologie (Rosypal et al. 2003).....	24
1.6.4 Odmaturuj! z biologie (kolektiv autorů 2013)	25
1.6.5 Biologie I. v kostce (Hančová et Vlková 2004)	25
1.6.6 Srovnání jednotlivých učebnic z hlediska uvedených pojmů a zástupců	26
2 Metodika	28
3 Výsledky	29
3.1 Pracovní listy	29
3.1.1 PL – Houby.....	29
3.1.2 PL – Houby vřeckovýtrusné.....	30
3.1.3 PL – Houby stopkovýtrusné.....	30

3.1.4 PL – Mikrosporidie, chytridie, houby spájivé	31
3.1.5 PL – Lišejníky.....	31
3.2 Náměty na laboratorní cvičení.....	31
3.2.1 Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test.....	32
3.2.2 Pozorování plísní	32
3.2.3 Pozorování stopkovýtusných hub	33
3.2.4 Chemické látky obsažené v žampionech.....	33
3.2.5 Pozorování stélek lišejníků	34
3.3 Didaktické hry a aktivity	34
3.4 Test	35
3.5 Výukové prezentace	35
3.6 Vlastní materiály	35
3.6.1 Vlastní pracovní listy.....	35
3.6.2 Vlastní náměty na laboratorní cvičení.....	50
3.6.3 Vlastní didaktické hry	61
3.6.4 Vlastní testy.....	66
3.7 Dotazník.....	74
4 Diskuze	79
4.1 Využité pracovní listy	79
4.2 Využité náměty na laboratorní cvičení.....	79
4.3 Závěrečný test	80
4.4 Dotazníkové šetření	81
Závěr.....	83
Seznam použité literatury.....	85
Seznam obrázků.....	87
Seznam tabulek.....	87
Seznam příloh.....	88

Úvod

Bakalářskou práci jsem se rozhodla věnovat problematice výuky tematického celku houby a lišejníky v hodinách biologie na středních školách, neboť již během studia na gymnáziu jsem si stačila všimnout, kterak je toto téma u většiny žáků takřkajíc v nemilosti. Jak tedy toto téma uchopit a využít naplno potenciálu „národa houbařů“?

S touto otázkou jsem se jala tvořit materiály, jež by byly aplikovatelné do praxe a sloužily tak pedagogům jako podklad pro přípravu vyučovacích hodin. Mým záměrem bylo v první řadě stručné sepsání základních teoretických poznatků, z nichž mohou učitelé čerpat při přípravě expoziční fáze výuky. S tím souvisí i náhled do nejčastěji využívaných učebnic biologie a bližší prozkoumání obsahu věnovaného probíranému tématu. Hlavní důraz byl pak kladen na tvorbu samotných pomůcek sloužících k oživení a zefektivnění výuky, jakož i aktivizaci žáků. Pokud ovšem chceme skutečně proniknout do problematiky výuky hub a lišejníků, neobejdeme se bez náhledu do reálného vyučovacího procesu. Za tímto účelem byli osloveni středoškolští učitelé biologie, jež prostřednictvím dotazníkového šetření poskytlí základní informace o realizaci vyučování, na základě čehož si je čtenář schopen utvořit konkrétnější představu o hodinách věnovaných zmiňovaným houbám a lišejníkům.

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vytvoření materiálů využitelných při výuce tematického celku houby a lišejníky v hodinách biologie na středních školách, kterými jsou pracovní listy, návrhy laboratorních cvičení, didaktické hry a výukové prezentace. Dále si práce klade za cíl sepsání důležitých poznatků, z nichž mohou učitelé vycházet při přípravě výkladu a analýze nejběžnějších učebnic z hlediska obsahu tématu houby a lišejníky. V neposlední řadě je cílem práce také podání detailní analýzy reálně uskutečňované výuky daného tématu na různých středních školách v České republice.

1 Rešerše

První část bakalářské práce je věnována literární rešerši. Rešerše je koncipována tak, aby byla vyučujícím biologie nápomocná při přípravě materiálů využitelných při probírání tematického celku houby a lišejníky. Shrnuje nejdůležitější poznatky obsažené ve středoškolských učebnicích biologie a dále je rozšiřuje. Pro tento účel byla využita odborná literatura, vysokoškolské učebnice nebo odborné články z impaktovaných, recenzovaných, nebo populárně-naučných časopisů. Vybraným středoškolským učebnicím je dále věnována kapitola 1.6.

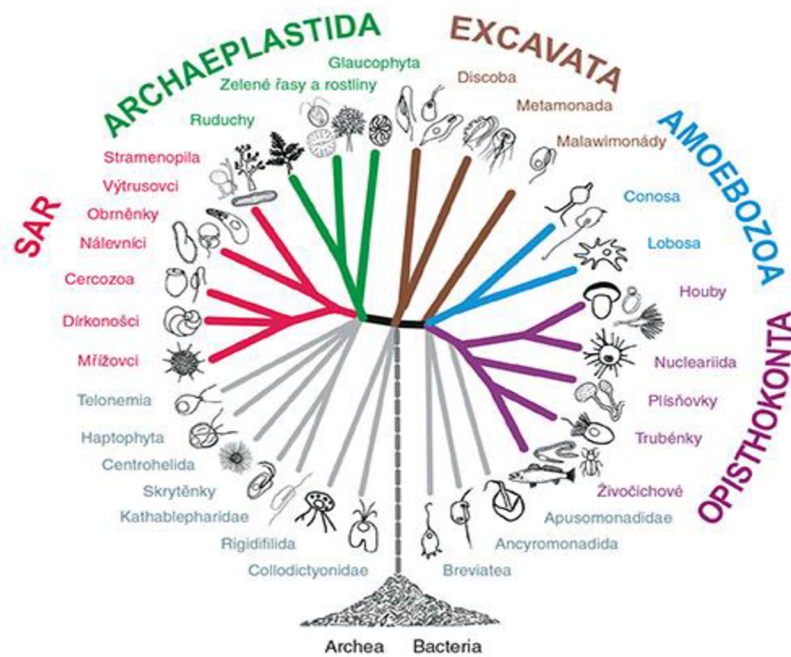
Pořadí podkapitol odpovídá tradičnímu členění v učebnicích. Čtenář je nejprve seznámen s postavením skupiny *Fungi* v systému eukaryot, dále s obecnou charakteristikou hub, jako vlastnostmi buňky hub, způsoby výživy a životními strategiemi, dále způsoby rozmnožování a jednotlivými odděleními včetně zástupců nejčastěji se vyskytujících v učebních materiálech. Následuje sekce věnovaná lišejníkům, ve které je čtenáři přiblížena základní charakteristika lichenizovaných hub.

1.1 Postavení hub v systému eukaryot

První ucelený pohled na systematiku organismů se objevuje v 18. století. Švédský biolog Carl Linné tehdy ve svém díle *Systema naturae* rozdělil živé organismy do dvou říší – *Animalia* (živočichové) a *Vegetabile* (rostliny), jejichž součástí byly i houby. S pojetím hub jako samostatné říše se poprvé setkáváme až ve druhé polovině dvacátého století zásluhou Roberta Whittakera (Macháček et al. 2016), který do finální verze svého systému, publikovaného v roce 1969, zahrnul pět samostatných říší – *Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae* a *Animalia* (Hagen 2012).

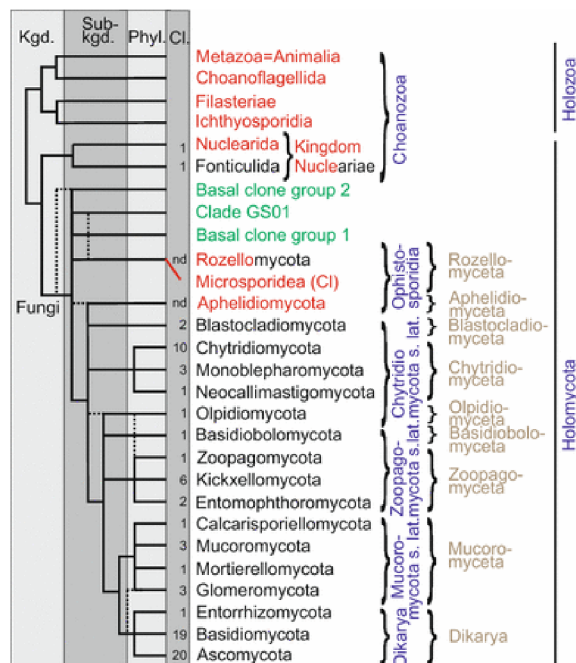
Jak zmiňuje Macháček et al. (2016), do středoškolských učebnic pak pro svou relativní srozumitelnost pravděpodobně nejvíce pronikl systém dle Cavaliera-Smithe (1998), jenž eukaryotické organismy rozčleňuje do pěti říší, jimiž jsou *Protozoa*, *Animalia*, *Fungi*, *Plantae* a *Chromista*. Ač minimálně ve školství stále relativně hojně užívaný, je Cavalier-Smithův systém v současné době považován za problémový, jelikož nerespektuje s všeobecně uznávanými monofyletickými taxony.

V posledních letech došlo k výrazným změnám ve způsobu členění eukaryotických organismů. „Tradiční“ klasifikace odvíjející se od způsobu výživy a typu buňky byla nahrazena klasifikací vycházející z molekulárně fylogenetických analýz. Důraz je v současné době kladen na systém superskupin, jež byl prvně představen roku 2005 a který od té doby též prošel několika revizemi (Obr. 1). Autorem konceptu superskupin je Sina Adl a kolektiv (Macháček et al. 2016). Podle Adla et al (2012) jsou houby součástí superskupiny *Opisthokonta*, jež je charakterizována přítomností jediného, posteriorně umístěného tlačného bičíku bez mastigonemat, objevujícího se alespoň v určité části životního cyklu, případně sekundárně ztraceného, dále existencí páru kinetosomů nebo centriol a plochých mitochondriálních krist.



Obr. 1: Schematický strom eukaryotických organismů (převzato z: Macháček et al. 2018)

Když se blíže podíváme na systém samotné říše *Fungi*, zjistíme, že díky rostoucím poznatkům nejen v oblasti molekulární biologie byl během posledních desetiletí mnohokrát aktualizován (Tedersoo et al. 2018). Podle posledních studií založených na genové sekvenci rRNA je momentálně vyčleňováno 19 oddělení hub (Obr. 2) (Wijayawardene et al. 2020).



Obr. 2: Novodobá klasifikace říše *Fungi*. Modře jsou označeny starší názvy, červeně názvy tradičně spadající pod zoologickou nomenklaturu, zeleně neoficiální názvy nedostatečně popsanych skupin a hnědě označené názvy odpovídající podří-

ším. Arabské číslice udávají počet příslušejících tříd (převzato z: Tedersoo et al. 2018)

Jelikož účelem této práce je poskytnout ucelený soubor poznatků z oblasti mykologie primárně středoškolským učitelům biologie, budu se v dalších částech této práce detailněji zabývat především odděleními objevujícími se ve středoškolských učebnicích, kterými jsou *Microsporidiomycota*, *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota* a *Basidiomycota*. Přesto považuji za vhodné brát v potaz nejnovější poznatky z oblasti systematiky, jelikož v posledních letech došlo k výrazným změnám ve způsobu, jakým se na klasifikaci hub nahlíží, a žáky na ně případně upozornit, což je také důvodem, proč se zde novodobá klasifikace skupiny *Fungi* v první řadě objevila.

1.2 Obecná charakteristika hub

Houby jsou eukaryotní heterotrofní organismy, z nichž většina je mnohobuněčných, najdeme zde ovšem i jednobuněčné zástupce. Tělo hub nazývané stélka (*thallus*) je v případě odvozenějších skupin obvykle tvořeno houbovými vlákny čili hyfami, které mohou být rozděleny přehrádkami, též zvanými septa, někdy opatřenými centrálním pórem.

Hyfy se vzájemně proplétají a dávají tak vznik husté, až několik kilometrů čtverečních půdy zabírající, síti označované jako mycelium (Campbell et Reece 2006). V určitých fázích životního cyklu vytvářejí hyfy mnohých skupin nepravá pletiva, tzv. plektenchymy. V případě, že nedošlo k úplnému srůstu hyf a tyto jsou na příčném průřezu patrné ve formě jednotlivých buněk a mezibuněčných prostor, vzniklé pletivo označujeme prozenchymem. Pokud naopak hyfy zcela srostly a na průřezu tedy již nejsou jednotlivá vlákna zřetelná, hovoříme o pseudoparenchymu. Nepravá pletiva jsou základem mnohých struktur. Vedle plodnic tvoří též stromata (útvary, v nichž jsou plodnice zanořeny) nebo sklerocia (odolné rezistentní útvary sloužící primárně k přečkání nepříznivých podmínek) (Kalina et Váňa 2005).

U parazitických hub se mohou některé hyfy přeměňovat v haustoria pronikající do tkání hostitele, z nichž získávají živiny. S haustorií se též setkáme u mykorhizních hub, kde zastávají podobnou funkci – průnik do buněk a mezibuněčných prostor cévnatých rostlin, odkud absorbují živiny. Existují též hyfy přizpůsobené aktivnímu lovu kořisti, například v půdě žijících hlístic (Campbell et Reece 2006). V případě chytridiomycet, mikrosporidií nebo některých zástupců askomycet (například *Saccharomycetales*) se setkáváme se stélkou v podobě samostatné jednojaderné nebo vícejaderné buňky (Kalina et Váňa 2005).

Samotná buňka hub se liší od té živočišné i rostlinné. Jedním z rozlišovacích znaků je přítomnost buněčné stěny, která však obvykle není tvořena polysacharidem celulózou, jako je tomu v případě rostlinné buňky, nýbrž převážně chitinem či beta-glukanem. Výjimku tvoří některé primitivní skupiny, jež buněčnou stěnu zcela postrádají, a buňky se tak vyskytují pouze v podobě nahého protoplastu (Kalina et Váňa 2005).

1.2.1 Způsoby výživy hub

Dalším znakem vyčleňujícím buňku hub je absence plastidů a fotosynteticky aktivních barviv, z čehož plyne neschopnost hub vyživovat se autotrofně (Kalina et Váňa 2005). Živiny jsou v tomto případě přijímány absorpcí. Houby do okolí produkují hydrolytické extracelulární enzymy, které zajistí rozklad vysokomolekulárních sloučenin na jednodušší organické látky, jež jsou posléze vstřebávány do buňky (Rosypal et al. 2003).

Většina hub patří z hlediska výživy mezi saprotrofy získávající energii a potřebné živiny rozkladem organických zbytků, nebo parazity napadající jiné organismy. Některé houby fungují také jako tzv. saproparazité, jež jsou schopni po usmrcení parazitovaného hostitele žít na jeho odumřelém těle saprofytický. Z hlediska vztahu k hostiteli můžeme parazity rozdělit do tří skupin. Biotrofní parazité získávají živiny pouze z živých buněk hostitele. Naproti tomu nekrotrofní (peritrofní) parazité čerpají živiny z buněk usmrcených, dochází tedy k postupné záhubě hostitele – k tomuto účelu využívají různorodé toxiny nebo enzymy. Poslední skupinu lze nazvat hemibiotrofními parazity – tyto organismy cizopasí nejprve na živých buňkách, následně však hostitele usmrcují a přizpůsobují se nekrotrofnímu způsobu života (Kalina et Váňa 2005).

Mimoto mohou ale houby získávat organické látky také symbioticky, a to zejména prostřednictvím lichenismu (Kapitola 1.4.6) či mykorhizy (Kapitola 1.2.2), kdy houba svému fotosyntetizujícímu partnerovi, jenž poskytuje syntetizované asimiláty, zajišťuje mj. příjem minerálních látek a dostatečné množství vody (Mihulka 2001).

1.2.2 Mykorhiza

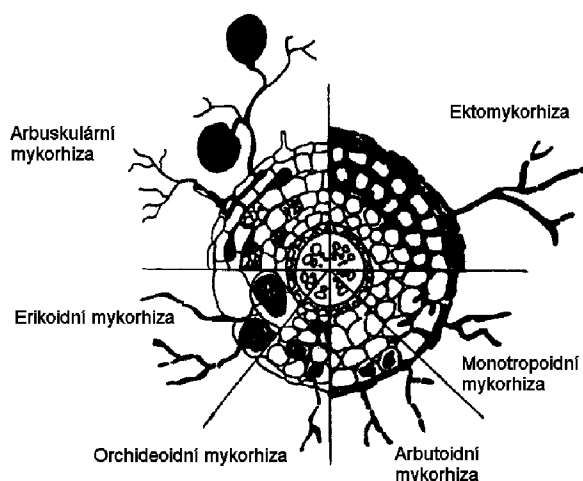
Pojmem mykorhiza označujeme symbiotický vztah mezi houbou a cévnatou rostlinou neopomenutelného ekologického významu – mykorhizy se podle odhadů účastní až 95 % rostlinných druhů, výjimku tvoří pouze hydrofyty a rostliny zamokřených či ruderálních stanovišť (Rosypal et al. 2003). Podstatou mykorhizy je oboustranná látková výměna. Zatímco houba kolonizující kořeny rostliny zajišťuje dostatečný příjem minerálních látek z půdy, rostlina na oplátku poskytuje produkty fotosyntézy. Mykorhiza je obvykle vnímána jako mutualistický, tedy oboustranně výhodný vztah, avšak jednotlivé typy mykorhizy jsou provázány různými fyziologickými projevy. Zatímco velká část mykorhizních interakcí s největší pravděpodobností odpovídá zmíněnému schématu, existují i případy významně se odlišující (Konvalinková 2017). Nabízí se tedy otázka, jakou měrou jsou zúčastnění partneři schopni kontrolovat rovnoměrnost distribuce potřebných látek a zda lze účast v tomto spojení vždy považovat za dobrovolnou (Slavíková 2012).

Jak uvádí Smith et Read (2008), v současné době rozlišujeme sedm typů mykorhizy (Tab. 1) lišících se mj. přítomností houbového pláště (soubor hyf zevnějšku obalující kořen rostliny), Hartigovy sítě (hyfy pronikající do mezibuněčných prostor primární kůry kořene) nebo přehrádek v hyfách. Roli při dělení hraje také ta

skutečnost, zda houba aktivně proniká do buněk rostliny, či nikoliv. Detailnější schéma základních typů mykorrhizy najdeme na obrázku níže (Obr. 3).

Tab. 1: Typy mykorrhizy (převzato a upraveno z: https://www.sci.muni.cz/~mykorrh/~/html/zakladni_typy.htm)

	Mykorrhizní houby	Septa v hyfách	Vnitrobuněčná kolonizace	Houbový plášť	Hartigova síť
Arbuskulární	<i>Glomeromycota</i> ¹	NE	ANO	NE	NE
Ekto	<i>Ascomycota</i> <i>Basidiomycota</i> <i>Glomeromycota</i>	ANO	NE	ANO	ANO
Ektendo	<i>Ascomycota</i> <i>Basidiomycota</i>	ANO	ANO	ANO/NE	ANO
Arbutoidní	<i>Basidiomycota</i>	ANO	ANO	ANO/NE	ANO
Monotropoidní	<i>Basidiomycota</i>	ANO	ANO	ANO	ANO
Erikoidní	<i>Ascomycota</i>	ANO	ANO	NE	NE
Orchideoidní	<i>Ascomycota</i> <i>Basidiomycota</i>	ANO	ANO	NE	NE



Obr. 3: Základní typy mykorrhizy – znázornění hyf pronikajících do rhizodermis a primární kůry kořene cévnaté rostliny (převzato z: https://www.sci.muni.cz/~mykorrh/~/html/zakladni_typy.htm)

¹ Původně součástí oddělení *Zygomycota*

Jak je patrné z Obr. 3, v případě ektomykorhizy nedochází k pronikání houbových vláken dovnitř buněk rhizodermis a primární kůry kořene. Naproti tomu u ostatních typů mykorhizy již pozorujeme vnitrobuněčnou kolonizaci hyfami. Zvláštním případem je vezikulo-arbuskulární mykorhiza vyskytující se zejména u zástupců pododdělení *Glomeromycotina* (zmíněné pododdělení bylo původně považováno za součást taxonu *Zygomycota*, jenž se po bližším zkoumání prokázal jako polyfyletický, což vedlo k jeho rozčlenění, dodnes se však s označením *Zygomycota* setkáváme, a to zejména v učivu určenému pro žáky středních škol). Velmi tenké cenocytické mycelium vytváří uvnitř hostitelských buněk specifické struktury. Útvar vytvořený v místě průniku mycelia do kořene rostliny označujeme apresorium. Vlákna dále prorůstají nejen do mezibuněčných prostor, ale i do samotných buněk primární kůry, kde se větví ve speciální stroměčkovité útvary nazývané arbuskuly. Relativně velký povrch arbuskulů umožňuje efektivnější výměnu látek mezi oběma účastníky. Posledními charakteristickými útvary jsou vezikuly, které mají pravděpodobně zásobní funkci (Konvalinková 2017). Vezikulo-arbuskulární mykorhiza má v přírodě nemalý význam, jak uvádí Parniske (2008), účastní se jí více než 70 % všech suchozemských rostlin.

1.2.3 Zásobní látky hub

Zásobními látkami hub jsou jednak sacharidy, zde můžeme jmenovat glykogen, mannany a galaktany, jež jsou stélkou transportovány ve formě cukerných alkoholů, jednak tuky skladované ve formě olejových kapének, konkrétně se jedná o glyceridy či glykolipidy. Velkou koncentraci zásobních látek vykazují útvary uzpůsobené k přečkávání nepříznivých podmínek, jakými jsou například sklerocia (Hrouda 2015).

1.3 Rozmnožování a životní cykly hub

Houby se rozmnožují pohlavně i nepohlavně pomocí výtrusů neboli spor. Spory se vyznačují množstvím specifických adaptací, což může komplikovat snahu o vytvoření jednoznačného popisu těchto částic. Obecně lze ale říci, že spory se od běžných somatických buněk liší v následujících ohledech: buněčná stěna bývá zpravidla tlustší, tvořená více vrstvami a opatřená pigmenty (zejména melaniny), některé buněčné orgány bývají méně vyvinuté (např. endoplasmatické retikulum), dále zde pozorujeme relativně nízký obsah vody, a naopak vysoký obsah zásobních látek – glykogenu, tuků, trehalózy (Deacon 2006).

Kvůli složité terminologii a velkému množství typů spor a mechanismů rozmnožování může být zpočátku obtížné se v problematice reprodukce hub zorientovat (Hudson 1991). V této kapitole se proto pokusím přehledně shrnout a objasnit nejdůležitější pojmy a procesy z oblasti houbové reprodukce. Bližší informace k rozmnožování konkrétních skupin hub jsou pak součástí kapitoly věnované jednotlivým oddělením (Kapitola 1.4).

1.3.1 Nepohlavní rozmnožování

Nepohlavní rozmnožování zajišťuje vznik mnoha geneticky identických jedinců, čehož využívají především parazitické houby. U spousty druhů tak asexuální reprodukce představuje dominantní typ rozmnožování, které může být skutečně vícekrát během vegetačního období. Stadium, ve kterém se nachází nepohlavně se rozmnožující houba, nazýváme anamorfoou nebo též mitosporickou houbou. Pokud se houba rozmnožuje pohlavně, hovoříme o stadiu teleomorfy neboli meisporické houby. Jedinec se svým veškerým reprodukčním vybavením, tzn. anamorfoou i teleomorfoou, je souhrnně označován jako holomorfa (Kalina et Váňa 2005). Jelikož stadia anamorfy a teleomorfy bývají často provázeny výraznými morfologickými odlišnostmi, byla tak jednotlivá stadia v minulosti velmi často považována za zcela odlišné druhy. I přes objasnění vztahu jednotlivých stadií se kvůli kulturním zvyklostem stále můžeme setkat s používáním názvů stadia anamorfy. Příkladem může být plíseň s běžně používaným názvem *Botrytis cinerea*, jež je ve skutečnosti označením anamorfy druhu *Botryotinia fuckeliana* (Webster et Weber 2007).

Pro samotné nepohlavní rozmnožování je charakteristické, že nedochází ke střídání jaderných fází – k meióze a karyogamii, jako je tomu v případě rozmnožování pohlavního. K reprodukci může docházet na haploidním i dikaryotickém myceliu. Základními mechanismy nepohlavního rozmnožování je prosté dělení buněk, fragmentace hyfy nebo stélky, avšak zdaleka nejrelevantnějším a nejčastějším mechanismem je tvorba nepohlavních spor, jež se vyznačují mnohými morfologickými adaptacemi (Kalina et Váňa 2005). Podle přítomnosti bičíku rozlišujeme spory na pohyblivé zoospory (mající jediný opisthokontní bičík bez mastigonemat), typické pro primitivní skupiny, nebo nepohyblivé aplanospory (absence bičíku) (Hudson 1991). Dále se při klasifikaci spor můžeme zaměřit na místo a mechanismus jejich vzniku. Endogenně ve sporangiu vznikající spory nazýváme sporangiospory. Běžnější, exogenně na specializovaných hyfách či konidioforech vznikající spory označujeme konidie. V případě některých druhů se mohou konidie vyvinout v rámci komplexních útvarů, z nichž můžeme jmenovat koremie tvořené shlukem konidioforů, lahvicovité pyknidy nebo klubíčkovitý acervulus (Deacon 2006).

1.3.2 Pohlavní rozmnožování

Pohlavní rozmnožování hraje zásadní roli pro přežití, neboť zajišťuje genetickou rekombinaci. K produkci pohlavních spor se houba uchyluje standardně v případě nepříznivých podmínek, vzniklá spora pak u mnoha druhů funguje jako klidové stadium sloužící k přečkání tohoto období (Deacon 2006).

Sexuální reprodukce zahrnuje tři klíčové kroky: plasmogamii, karyogamii a meiózu, respektive změny ploidie. V první řadě dochází ke splynutí haploidních buněk (plasmogamie). Jádra obou buněk, jež se v této fázi nacházejí ve společné cytoplazmě, v následujícím kroku splývají (karyogamie), čímž vzniká diploidní zygota. Konečné meiotické dělení dává vznik haploidním útvarům a obvykle je následované sporogenezí (Campbell et Reece 2006). Není ovšem výjimkou, že plasmogamie a karyogamie jsou mnohdy časově i prostorově odděleny, houba (ty-

picky stopkovýtrusná) pak setrvává ve stavu dikaryofáze charakterizované přítomností dvou jader, každým s odlišnou genetickou informací. Některé studie naznačují, že dikaryofáze zajišťuje neobvyklou plasticitu, již organismus nacházející se v diploidní fázi nedosahuje. To by mohlo být jedním z důvodů relativně častého využívání dikaryofáze některými houbami (Banuett 2015). Jednotlivé typy pohlavního rozmnožování objevujícího se u hub jsou vypsány níže (Tab. 2).

Tab. 2: Typy pohlavního rozmnožování u hub (Kalina et Váňa 2005, Hrouda 2015)

Typ rozmnožování	Charakteristika	Zástupci	Příklad
gametogamie	pasivně pohyblivé gamety	<i>Chytridiomycota</i>	<i>Synchytridium endobioticum</i>
gametangiogamie	samčí anteridium, samičí oogonium	<i>Zygomycota</i> , <i>Ascomycota</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>
gameto-gametangiogamie	samčí gametangium nahrazeno aplano-gametami	<i>Ascomycota</i>	<i>Stigmatomyces baerii</i>
somato-gametangiogamie	askogon oplodněn jádrem ze somatické hyfy	<i>Ascomycota</i>	<i>Rhizismatales</i>
somatogamie	splynutí somatických hyf	<i>Zygomycota</i> , <i>Basidiomycota</i>	<i>Amanita phalloides</i>
gameto-somatogamie	oplození hyf spermací	<i>Uredinales</i>	<i>Puccinia graminis</i>
autogamie	párování jader uvnitř askogonu	<i>Ascomycota</i>	<i>Morchella</i>

V přírodě se můžeme také setkat s kompletní absencí sexuální reprodukce v průběhu životního cyklu houby. V takovém případě však není organismus o genetickou rekombinaci zcela ochuzen, nýbrž došlo k rozvoji odlišných mechanismů (Dix et Webster 1995). Genetická variabilita je tak zajištěna prostřednictvím tzv. parasexuálního cyklu, při kterém dochází ke splynutí protoplastu buněk dvou odlišných jedinců. Nedochází však ke karyogamii a jádra s odlišnou genetickou výbavou tak koexistují v rámci společné cytoplasmy v podobě heterokaryonu. Houby využívající parasexuálního cyklu nazýváme houbami nedokonalými (Kirimura et al. 2011).

1.4 Charakteristika jednotlivých oddělení hub

Jak již bylo zmíněno, v této práci se soustředíme převážně na houby, se kterými se setkáváme ve středoškolských učebnicích biologie a v následující charakteristice je proto z praktických důvodů zahrnuto pouze pět základních oddělení hub, a sice chytridiomycety (*Chytridiomycota*), mikrosporidie (*Microsporidiomycota*), houby spájkivé (*Zygomycota*), houby vřecovýtrusné (*Ascomycota*) a houby stopkovýtrusné (*Basidiomycota*), společně s ekologickou skupinou lichenizovaných hub.

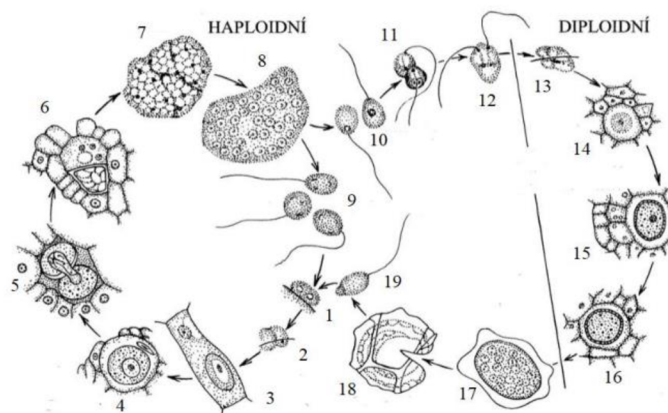
1.4.1 Chytridiomycety (*Chytridiomycota*)

Podle Váni (1996) jsou chytridiomycety neboli plísně buněkové obecně považovány za nejprimitivnější oddělení vlastních hub. U nejjednodušších zástupců nalezneme jednobuněčnou holokarpickou stélku, u odvozenějších jedinců se objevuje stélka eukarpická vytvářející rhizoidy, jež mohou být dále rozvětvené v tzv. rhizomycelium. Nejedvozenější zástupci tvoří cenocytické mycelium rozdělené pseu-

dosepty – přehrádkami tvořenými jinými látkami, než jakými je tvořena samotná buněčná stěna (Sedlářová et Vašutová 2007).

Chytridiomycety se rozmnožují nepohlavně pomocí bičíkatých zoospor vznikajících v mnohjaderných zoosporangíích. Pohlavní rozmnožování je realizováno několika způsoby. Převážně dochází k izogamii, při které kopulují zoospory chovající se jako gamety, setkáme se ale také s anizogamií nebo oogamií, kdy se z anteridia aktivně uvolňují samčí gamety z a oplodňují samičí gamety v oogoniu. Zřídka se u chytridiomycet objevuje gametangiogamie, při které mezi gametangii přechází celý protoplast, nebo somatogamie charakterizována splýváním rhizomycelia (Váňa 1996).

S přítomností pohyblivých zoospor souvisí provázanost chytridií s vodním prostředím. Většina druhů žije saprofytický v půdě nebo ve vodě. Díky schopnosti štěpit celulózu, chitin nebo keratin (Webster et Weber 2007) mohou některé druhy žít též v trávicím traktu býložravců, nemálo druhů však žije paraziticky – napadáno je široké spektrum hostitelů od řas či hub přes cévnaté rostliny a drobné bezobratlé až po bezocasé obojživelníky. Za zmínku stojí nepochybně rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*) napadající hlízy rostlin z čeledi lilkovitých (*Solanaceae*), lahvičkovka zelná (*Olpidium brassicae*) způsobující padání klíčnic rostlin brukvovitých (*Brassicaceae*) (Kalina et Váňa 2005) nebo původce onemocnění chytridiomykózy obojživelníků *Batrachochytrium* (Civiš et al 2010).



1 - přisedlá zoospora, 2 - penetrace buněčné stěny hostitele, 3 - parazit v hostitelské buňce, 4 - zralý prosorus, 5 - klíčící prosorus, 6 - dělení prosoru a jader, 7 - tvorba soru sporangíí, 8 - zralý sorus sporangíí, 9 - zoospory, 10 - gamety, 11 - plazmogamie, 12 - karyogamie, 13 - penetrace stěny hostitele zygotou, 14 - tvorba odpočívajícího sporangia, 15 - pozdější stadium, 16 - zralé odpočívající sporangium, 17 - tvorba zoospor, 18 - prázdné zoosporangium, 19 - uvolněná zoospora

Obr. 4: Životní cyklus chytridiomycet (převzato z: Kalina et Váňa 2005)

1.4.2 Mikrosporidie (*Microsporidiomycota*)

Do oddělení mikrosporidie řadíme specializované jednobuněčné organismy adaptované k životu intracelulárních parazitů. Za hlavní hostitele mikrosporidií jsou považováni zástupci hmyzu, ovšem existují i druhy napadající koryše, ryby nebo dokonce savce včetně člověka (Vávra 2017). S parazitickým způsobem života souvisí výrazná redukce buněčných organel, jakými jsou mitochondrie, lyzozomy či peroxizomy. Naprosto charakteristickou pro tuto skupinu je unikátní stavba spory.

Jednobuněčná spora obsahuje vedle jednoho či dvou jader také specifické organely, jež nejsou známy u žádných jiných hub ani protist – pólové vlákno, pólové vlákno obklopující polaroplast a vakuole podobný útvar (Kalina et Váňa 2005). Pólové vlákno hraje nezbytnou roli při infekci hostitele. Při aktivaci spory vhodným podnětem (například působením chemických látek v traktu hostitele) dojde k prasknutí obalu spory a vystřelení pólového vlákna, skrz nějž je do atakované tkáně transportován obsah spory ve formě sporoplazmy. Tato drobná primitivní buňka se dále vyvíjí v meronta, jenž dává vznik dceřiným buňkám (merozoitům) infikujícím další buňky hostitele (Vávra et Larsson 2014).

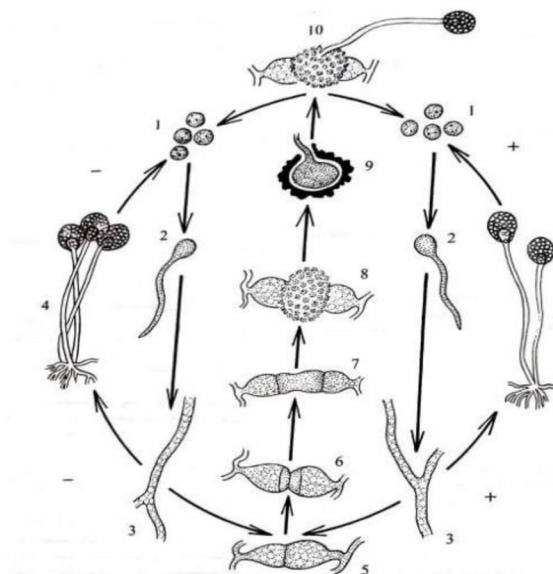
Z hlediska hospodářského významu můžeme zmínit hmyzomorku včelí (*Nosema apis*) parazitující v trávicím traktu včel a způsobující včelí úplavici, či hmyzomorku bourcovou (*Nosema bombycis*), parazita larev bource morušového způsobujícího nemoc pébrina. Nesmíme opomenout, že někteří parazité našli z pohledu člověka i pozitivní uplatnění, a to díky své schopnosti regulovat populace hmyzích škůdců, toho se využívá například v biologickém boji proti sarančím škodícím na pastvinách (Kalina et Váňa 2005).

1.4.3 Houby spájivé (*Zygomycota*)

Polyfyletické oddělení hub spájivých sdružuje houby, u nichž dochází v rámci sexuální reprodukce ke vzniku zygospor. Vegetativní stélka je obvykle tvořena nepřehrádkovaným cenocytickým myceliem (Benny et al 2001). Následující charakteristika je věnovaná třídě *Zygomycetes*.

Nepohlavní rozmnožování většiny spájivých hub se uskutečňuje pomocí nepohyblivých sporangiospor vznikajících uvnitř kulovitých nebo hruškovitých sporangií vyrůstajících na konci specializovaných hyf – sporangioforů. Pohlavní rozmnožování je, s výjimkou několika málo skupin, charakterizováno kopulací gametangií. Po splynutí gametangií vzniká zygosporangium obsahující odolnou diploidní zygosporu. K meióze dochází až při následném klíčení zygospor (Váňa 1996).

Valná většina zástupců třídy *Zygomycetes* je půdními saprotrofy, u některých zástupců však došlo ke specializaci k parazitickému způsobu života. Hostiteli takových druhů jsou pak řasy, bezobratlí živočichové i obratlovci včetně člověka. Saprotrofní zygomycety našly uplatnění mj. při průmyslové výrobě kyseliny citrónové, kyseliny mléčné, některých druhů alkoholu nebo při výrobě orientálních pokrmů (sufu, tempeh). Jmenovat můžeme například plíseň rodu *Mucor* nebo kroupodovec (*Rhizopus*), jenž je též častým kontaminantem potravin (Kalina et Váňa 2005).



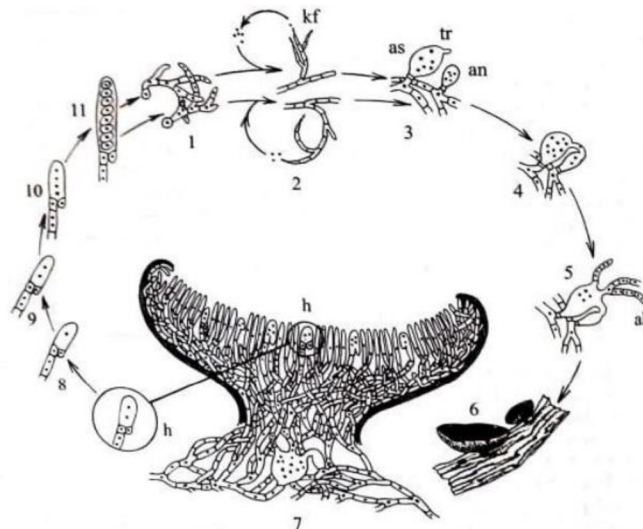
1 - sporangiospory, 2- klíčící sporangiospora, 3 - somatická hyfa, 4 - sporangiofory se sporangii, 5 - progametangia, 6 - gametangia, 7 - kopulace gametangií, plazmogamie, mladé zygosporangium, 8 - zygosporangium, karyogamie, meióza, 9, 10 - klíčení zygosporangia ve sporangiofor s klíčícím sporangiem

Obr. 5: Životní cyklus hub spájivých (převzato z: Kalina et Váňa 2005)

1.4.4 Houby vřecovýtrusné (*Ascomycota*)

Houby vřecovýtrusné patří společně s houbami stopkovýtrusnými do vývojové větve *Dikarya*. Zástupce velmi početného oddělení *Ascomycota* spojuje tvorba charakteristické struktury zvané vřecko (*ascus*). Vřecko vzniká během pohlavního rozmnožování, probíhá v něm karyogamie, redukční dělení i následná mitóza, čímž vzniká zpravidla osm askospor (Holec et al. 2012). Vegetativní stélka askomycet je obvykle tvořena přehrádkovaným myceliem, pseudomyceliem, nebo koloniemi buněk. Někteří zástupci tohoto oddělení vytvářejí během dikaryotické fáze plodnice, tzv. askomata (Kalina et Váňa 2005). Z hlediska morfologie rozlišujeme tři základní typy askomat: kulovité kleistothecium, hruškovité perithecium a miskovité apothecium. Nepohlavní rozmnožování je zajištěno zpravidla tvorbou konidií, případně pučením (Sedlářová et Vašutová 2007).

V řadách vřecovýtrusných hub se setkáme s množstvím ekonomicky významných parazitů cévnatých rostlin a živočichů. Výjimkou nejsou ani parazité napadající člověka (Deacon 2006). Jiné druhy žijí saprotrofně, či symbioticky ve vztahu s jinými organismy, zejména zelenými řasami, eventuálně sinicemi (Kapitola 1.4.6). Nemalou roli hrají askomycety také v biotechnologiích, farmaceutickém průmyslu, či potravinářství (např. *Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium*) (Kalina et Váňa 2005).



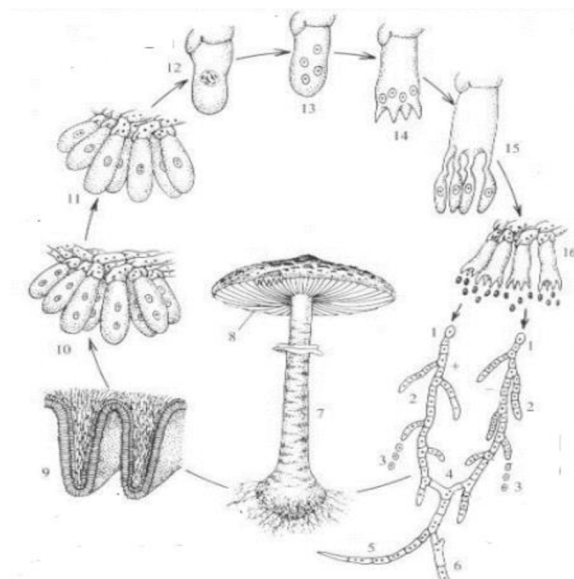
1 - klíčení askospor v myceliu, 2 - nepohlavní rozmnožování pomocí konidií vznikajících na konidioforu (*kf*), 3 - vznik askogonu (*as*) s trichogynem (*tr*) a anteridia (*an*), 4 - kopulace gametangií, plasmogamie, 5 - tvorba dikaryotických askogenních hyf (*ah*), 6 - askokarpy, 7 - průřez askokarpem, v detailu háčková buňka (*h*) ($n+n$), 8 - karyogamie, 9 - první meiotické dělení, 10 - druhé meiotické dělení, 11 - vřecko (askus) s askosporami

Obr. 6: Životní cyklus hub vřeckovýtrusných (převzato z: Kalina et Váňa 2005)

1.4.5 Houby stopkovýtrusné (*Basidiomycota*)

Houby stopkovýtrusné získaly své jméno podle charakteristické buňky zvané bazidie, ve které se tvoří pohlavní spory vyrůstající exogenně na stopečkách (sterigmattech) (Deacon 2006). Vegetativní stélka je obvykle tvořena vláknitým myceliem s přehrádkami opatřenými soudkovitými dolipóry. U většiny zástupců převažuje během životního cyklu sekundární dikaryotické mycelium. Plodnice (bazidiomata) jsou tvořeny terciárním myceliem, jež dává vznik nepravým pletivům, jakými jsou pseudoparenchym nebo plektenchym. Významnou roli hraje pohlavní rozmnožování, jež dalo název celému oddělení. Standardně dochází k somatogamii, jejímž výsledkem je vznik dikaryotické bazidie (Kalina et Váňa 2005). V bazidii dochází ke karyogamii následované redukčním dělením, čímž vznikají obvykle čtyři haploidní jádra, jež se přesouvají do sterigmat na okrajích bazidie a dávají tak vznik bazidiosporám (Holec et al. 2012). Jak uvádí Kalina et Váňa (2005), studium nepohlavního rozmnožování bývá zpravidla upozad'ováno, neboť nenápadné anamorfy jsou téměř vždy spojeny s dominující teleomorfou. Za zmínku přesto stojí reprodukce uskutečňovaná prostřednictvím fragmentace stélky či produkce konidií.

Zástupci oddělení *Basidiomycota* jsou ve většině případů organismy suchozemskými. Nalezneme zde saprofyty, parazity, ale také symbionty využívající partnerského vztahu s cévnatými rostlinami (mykorhizy). Vzácněji se setkáme též s lichenizovanými houbami. Hlavní význam spočívá ve sběru a konzumaci mnohých kloboukatých hub, negativně jsou pak člověkem vnímány zejména fytopatogenní houby působící škody na hospodářských plodinách a houby způsobující hnilobu dřeva (Kalina et Váňa 2005).



1 - klíčící bazidiospory, 2 - primární (haploidní) mycelium, 3 - tvorba konidií, 4 - somatogamie mezi dvěma kompatibilními primárními mycelii, 5, 6 - sekundární (dikaryotické) mycelium, 7 - bazidioma, 8 - lupeny v hymeniu, 9 - detail průřezu lupenů s hymenoforem, 10 - mladé dikaryotické bazidie, 11 - karyogamie, 12 - mladá diploidní bazidie, 13 - bazidie po meióze, 14 - počátek tvorby sterigmat a migrace jader, 15 - mladé bazidiospory na sterigmatech, 16 - uvolňování bazidiospor

Obr. 7: Životní cyklus hub stopkovýtrusných (převzato z: Kalina et Váňa 2005)

1.4.6 Lišejníky (*Lichenes*)

V první řadě je nutné zdůraznit, že pojmem lišejníky rozumíme ekologickou, nikoliv taxonomickou skupinu. Většina lišejníků je řazena do oddělení *Ascomycota*, neboť systematické zařazení se odvíjí od druhu přítomného mykobionta, kterým je zpravidla vřeckovýtrusná houba (Liška 2000). Lišejník představuje asociaci, v níž je obligátně vázána houba (mykobiont) a řasa, respektive sinice (fotobiont). Fotobiont zajišťuje asimiláty, mykobiont vodu a minerální látky (Sedlářová et Vašutová 2007). Podle uspořádání houbových a řasových, respektive sinicových buněk rozlišujeme stélku homeomerickou s rovnoměrným rozložením buněk a stélku heteromerickou s diferencovanými vrstvami. Heteromerickou stélku můžeme podle růstové formy dále dělit na stélku keříčkovitou, lupenitou, či korovitou (Halda et al. 2016), homeomerickou pak na stélku vláknitou, nebo rosolovitou (Kalina et Váňa 2005).

Rozmnožování lišejníků se děje pohlavním i nepohlavním způsobem. Pohlavní rozmnožování realizuje mykobiont (detaily sexuální reprodukce askomycet viz Kapitola 1.4.4). Nepohlavní rozmnožování probíhá za pomoci konidií produkovaných pyknidami, či pomocí drobných tělísek, jakými jsou soredie – buňky řas propletené hyfami uvolňující se ze sorálů, a izidie, lišící se navíc přítomností korovité vrstvy (Halda et al. 2016).

Kosmopolitní rozšíření lišejníků dává tušit jejich významu, zejména v oblasti tundry představují lišejníky hlavní zdroj potravy herbivorů, fungují také jako tzv. pionýrské organismy. Člověk sám zužitkovává lišejníky kupříkladu při výrobě barviv, léků nebo parfémů. Významnou roli hrají lišejníky v biomonitoringu, kde fungují jako bioindikátory čistoty ovzduší (Halda et al. 2016).

1.5 Postavení hub a lišejníků v RVP G

Mezi základní kurikulární dokumenty patří rámcové vzdělávací programy a školní vzdělávací programy. Rámcové vzdělávací programy představují závazné rámce vzdělávání, podle kterých je na jednotlivých školách uskutečňování vzdělávání. Školní vzdělávací programy jsou vytvářené jednotlivými školami, vycházejí však ze zásad stanovených v RVP (Vinter et al. 2009).

Rámcové vzdělávací programy prochází v současné době revizí, podle dosavadních návrhů se však očekávané výstupy ani učivo tematického celku Biologie hub, do něhož se řadí i lišejníky, nikterak nemění. Pozice hub a lišejníků v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia z roku 2007 vypadá následovně (Balada et al. 2007):

Vzdělávací oblast: Člověk a příroda

Vzdělávací obor: Biologie

Tematický celek: Biologie hub

Očekávané výstupy:

- žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné zástupce hub a lišejníků
- žák posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků

Učivo:

- stavba a funkce hub
- stavba a funkce lišejníků

1.6 Houby a lišejníky ve vybraných středoškolských učebnicích biologie

V této kapitole bych se ráda zabývala nejčastěji využívanými středoškolskými učebnicemi biologie a množstvím obsahu věnovaného houbám a lišejníkům. Při analýze učebnic jsem se soustředila převážně na přítomnost odborných termínů ve výkladu (Tab. 3), stejně tak jako na množství zmíněných skupin a jednotlivých zástupců (Tab. 4). Učebnice jsem zvolila na základě odpovědí respondentů z řad středoškolských učitelů biologie, jež se zúčastnili vyplňování dotazníku orientovaného na uspořádání výuky tohoto tematického celku (Příloha č. 5).

1.6.1 Biologie pro gymnázia (Jelínek et Zicháček 2014)

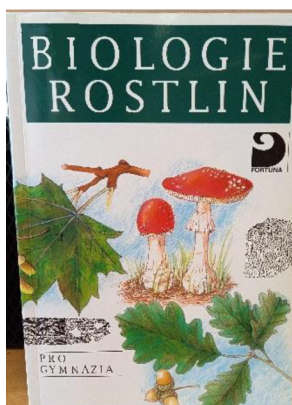
V této hojně využívané učebnici najdeme shrnuté v podstatě celé gymnaziální učivo. Součástí učebnice je vedle teoretické části také část praktická obsahující náměty na laboratorní cvičení. Učebnice obsahuje relativně velké množství černobílých obrázků, k nalezení jsou však i barevné obrazové přílohy. Říši houby autoři rozdělují na pět oddělení (*Chytridiomycota*, *Microsporidiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*), z nichž každé je detailněji rozebráno. Houbám a lišejníkům je zde věnováno zhruba deset stran formátu A5, z toho čtyři strany přísluší praktickým cvičením. Obrázky zástupců jsou také součástí barevné obrazové přílohy.



Obr. 8: Biologie pro gymnázia. Foto autorka.

1.6.2 Biologie rostlin (Kincl et al. 2006)

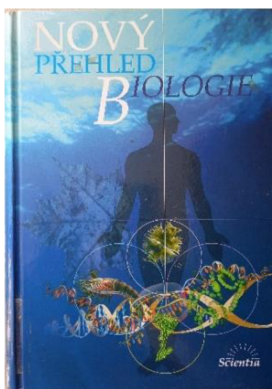
Gymnaziální učebnice se, jak už název napovídá, zaměřuje zejména na studium rostlin, avšak opomenuty nezůstávají ani houby. Obrázky jsou opět černobílé. V kapitole věnované houbám se autoři nejprve zabývají třemi odděleními houbových organismů (*Myxomycota*, *Plasmodiophoromycota*, *Oomycota*), samotnou říši houby pak člení do pěti oddělení (*Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Lichenes*). Na konci kapitoly nalezneme kontrolní otázky a úkoly shrnující a ověřující získané poznatky a pět různých námětů pro praktické cvičení. Houbovým organismům je v učebnici věnována jedna a půl strany A5, samotné houby se pak těší celým čtrnácti stranám téhož formátu.



Obr. 9: Biologie rostlin. Foto autorka.

1.6.3 Nový přehled biologie (Rosypal et al. 2003)

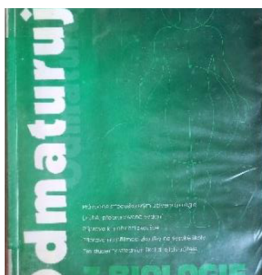
Rozsáhlá učebnice detailně shrnující celé učivo vyššího gymnázia, ba dokonce gymnaziální učivo přesahující. Publikace je doplněna o spoustu barevných obrázků a fotografií, objevují se i názorná černobílá schémata. Houby jsou součástí velké kapitoly Eukarya. Autoři houby rozčleňují do pěti oddělení (*Chytridiomycota*, *Microsporidiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*) a do několika příslušejících tříd. Součástí kapitoly věnované systému hub je i tabulka zobrazující skupiny organismů, jež bývaly dříve řazeny mezi houby, ale v dnešní době již náleží do jiných říší (*Myxomycota*, *Plasmodiophoromycota*, *Oomycota*, *Hyphochytriomycota*, *Labyrinthulomycota*). Houbám je zde věnováno celých dvacet sedm stran, z toho dvě strany přísluší pouze lišejníkům. Za zmínku nepochybně stojí množství zmíněných zástupců, které přesahuje všechny ostatní zkoumané učebnice, navíc obohacené o fotografie.



Obr. 10: Nový přehled biologie. Foto autorka.

1.6.4 Odmaturuj! z biologie (kolektiv autorů 2013)

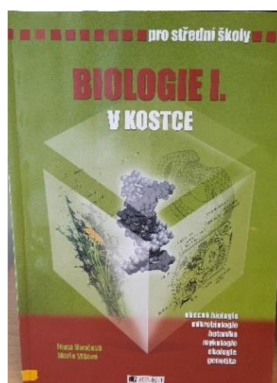
Učebnice z edice Odmaturuj! slibuje čtenářům přehledného průvodce středoškolským učivem biologie a přípravu na maturitní zkoušku, či přijímací zkoušky na vysoké školy. Učebnice obsahuje relativně velké množství barevných obrázků a fotografií, sloupce po okrajích stran shrnují klíčové informace a zajímavosti. Houby jsou zde zastoupeny čtyřmi odděleními (*Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*). Celkem je zde houbám a lišejníkům věnováno osm stran.



Obr. 11: Odmaturuj! z biologie. Foto autorka.

1.6.5 Biologie I. v kostce (Hančová et Vlková 2004)

Poněkud stručnější učebnice shrnuje základní poznatky z oblasti obecné biologie, mikrobiologie, botaniky, mykologie, ekologie a genetiky. Systém hub je zde pojat následovně: čtyři základní oddělení (*Myxomycota*, *Chytridiomycota*, *Oomycota*, *Eumycota*), jež jsou dále diferencovaná do několika tříd. Lišejníky jsou zde pojaty jako samostatná skupina, jejíž charakteristice je věnováno poměrně málo informací, základní pojmy jsou zde však zahrnuty. Kapitola Mykologie je rozepsaná do pěti stran A4, součástí jsou jednoduchá černobílá schémata, celkově je výklad relativně stručný. Znatelným nedostatkem učebnice je kompletní absence obrazového materiálu u zmiňovaných zástupců.



Obr. 12: Biologie I v kostce. Foto autorka.

1.6.6 Srovnání jednotlivých učebnic z hlediska uvedených pojmů a zástupců

V níže uvedených tabulkách nalezneme seznam odborných pojmů a jednotlivých zástupců, o nichž se zkoumané učebnice zmiňují. Sledované pojmy byly vybrány na základě doporučení uvedeného v Příručce pro začínající učitele biologie (Vinter et al. 2019), nejedná se o kompletní výpis odborné terminologie obsažené v publikacích.

Tab. 3: Srovnání vybraných středoškolských učebnic z hlediska přítomnosti doporučených odborných termínů dle Vintera et al. (2009)

Termín / učebnice	Biologie pro gymnázia	Biologie rostlin	Nový přehled biologie	Odmaturuj! z biologie	Biologie I. v kostce
mykologie		✓			✓
dekompozitor	✓	✓	✓	✓	
reducent	✓				✓
fungicid				✓	
mykóza		✓	✓		✓
mykorhiza	✓	✓	✓	✓	✓
lichenismus	✓	✓	✓	✓	✓
hyfa	✓	✓	✓	✓	✓
mycelium	✓	✓	✓	✓	✓
plazmogamie	✓		✓	✓	✓
karyogamie	✓	✓	✓	✓	✓
spora	✓	✓	✓	✓	✓
sporokarp					✓
zoospora	✓	✓	✓	✓	✓
aplanospora	✓		✓		✓
askospora	✓	✓	✓	✓	✓
bazidiospora	✓	✓	✓	✓	✓
zygospora	✓	✓	✓	✓	✓
konidie	✓	✓	✓	✓	✓

izogamie			✓		✓
anizogamie			✓		✓
oogamie			✓		✓
fragmentace		✓	✓	✓	✓
vřecko	✓	✓	✓	✓	✓
bazidie	✓	✓	✓	✓	✓
hymenium	✓	✓	✓	✓	✓
teřich			✓		
mykotoxiny		✓	✓	✓	✓
aflatoxiny		✓		✓	✓
lichenologie		✓			✓
soredie	✓		✓	✓	✓
pionýrské organismy					

Při detailní analýze vybraných učebnic zaměřené na množství obsažených odborných termínů (Tab. 3) si všimneme, že nejvíce pojmů se objevuje v učebnici Biologie I. v kostce, jež danou problematiku představuje čtenáři relativně stručně. Naopak nejméně ze sledovaných termínů nalezneme v učebnici Biologie pro gymnázia. Nutno však podotknout, že i přes absenci samotných termínů se v učebnici dané zákonitosti objevují přímo popsané. Za zmínku dále stojí ta skutečnost, že ve všech zkoumaných učebnicích byly klíčové pojmy jasně odlišeny od zbytku textu. Většinou toho bylo dosaženo díky použitím písma v tučném řezu, Odmaturuj! z biologie a Biologie I. v kostce navíc termíny odlišují barevně.

Tab. 4: Srovnání vybraných středoškolských učebnic z hlediska přítomnosti doporučených zástupců podle Vintera et al. (2009), kde CH – *Chytridiomycota*, Z – *Zygomycota*, A – *Ascomycota*, B – *Basidiomycota*, L – *Lichenes*

Rod / Učebnice		Biologie pro gymnázia	Biologie rostlin	Nový přehled biologie	Odmaturuj! z biologie	Biologie v kostce
CH	rakovinec	✓	✓	✓	✓	✓
	lahvičkovka	✓	✓	✓	✓	✓
Z	kropidlovec	✓	✓	✓	✓	✓
	plíseň hlavičková	✓	✓	✓	✓	✓
A	kvasinka	✓	✓	✓	✓	✓
	paličkovice	✓	✓	✓	✓	✓
	štetičkovec	✓	✓	✓	✓	✓
	padlí	✓	✓	✓	✓	✓
	hlízenka		✓			✓
	smrž	✓	✓	✓	✓	✓

	ucháč	✓		✓	✓	✓
	lanýž	✓	✓		✓	✓
	kropidlák		✓	✓	✓	✓
B	rez	✓	✓	✓	✓	✓
	choroš	✓	✓	✓	✓	✓
	hřib	✓	✓	✓	✓	✓
	muchomůrka	✓	✓	✓	✓	✓
	holubinka	✓	✓	✓	✓	✓
	žampion	✓	✓		✓	✓
L	terčovka	✓	✓	✓	✓	✓
	pukléřka	✓		✓		✓
	mapovník		✓	✓	✓	✓
	dutohlávka	✓	✓	✓	✓	✓
	provazovka	✓	✓		✓	✓

Jak je patrné z tabulky výše, všechny z vybraných učebnic obsahují naprostou většinu doporučených zástupců hub a lišejníků, žádná z nich se v tomto ohledu výrazně neliší a nevymyká. Pokud bychom se ale podívali co do počtu na celkové zastoupení všech zástupců hub napříč publikacemi, titul nejobsáhlejší a nejpestřejší učebnice by si odnesl Nový přehled biologie, nelze též opomenout výjimečné množství fotografií příslušných organismů přítomných v této publikaci.

2 Metodika

Jedním z cílů bakalářské práce bylo vytvoření materiálů využitelných při výuce tematického celku houby a lišejníky na středních školách. Za tímto účelem byly v softwaru Microsoft Word vytvořeny pracovní listy a návrhy laboratorních protokolů, z nichž většina byla ozkoušena na Biskupském gymnáziu v Hradci Králové (pracovní list Houby vřeckovýtrusné a cvičení Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test byly ozkoušeny se třídou kvintou dne 3. 1. 2022, pracovní listy Houby stopkovýtrusné a Lišejníky byly zadány téže třídě jako nepovinné domácí úkoly) a na Gymnáziu U Balvanu v Jablonci nad Nisou (cvičení Chemické látky obsažené v žampionech ozkoušené v rámci kroužku Badatelská chemie pro život a studium se žáky druhého ročníku dne 11. 2. 2022 a se žáky třetího ročníku dne 25. 2. 2022). Při tvorbě jsem čerpala inspiraci z učebnic biologie, zejména Biologie pro gymnázia, absolvovaných cvičení Fylogeneze a systému stélkatých organismů, dále z webu Otevřená věda a Science in School, populárně naučných časopisů Živa a Vesmír nebo z metodického portálu RVP. Dále byly v softwaru Microsoft Word a Microsoft PowerPoint vytvořeny didaktické hry a aktivity k oživení výuky, při jejichž tvorbě jsem vycházela z vlastních zkušeností, PowerPointové prezentace sloužící jako hrubý podklad při výkladu a závěrečný test ověřující nabyté znalosti žáků. Prezentace vycházejí z poznatků uvedených v učebnicích Biologie pro gymnázia a Biologie rostlin.

Pracovní listy, laboratorní protokoly a didaktické hry byly vyhotoveny ve dvou formách, z nichž jedna je určena přímo žákům, druhá, jež je obsahem příloh této práce (datové medium CD), obsahuje správné řešení a případné poznámky k realizaci, a je tedy určena učitelům. Vytvořené materiály jsou bohaté na obrazový materiál, velká část obsažených fotografií je autorských. Fotografie byly pořízeny chytrým telefonem Samsung Galaxy A41 s použitím 16 mm širokoúhlého a makro objektivu Pictar Smart Lens Wide Angle. Zbytek fotografií pochází z online zdrojů.

Kromě výše zmíněných materiálů byl taktéž vytvořen závěrečný test ověřující znalosti napříč celou oblastí biologie hub. Test byl primárně vytvořen pro třídu kvinta na Biskupském gymnáziu v Hradci Králové, ve které probíhalo testování vytvořených pracovních listů a námětů na laboratorní cvičení, podle pokynů dr. Králíčka. Test psalo celkem 26 žáků, využity byly pouze varianty A a B, varianta C zůstala nevyužita.

Dalším cílem bylo zjistit, jakým způsobem je realizována výuka hub a lišejníku na různých středních školách v České republice, za tímto účelem byl vytvořen dotazník pro středoškolské učitele biologie. Dotazník byl vytvořen pomocí nástroje Survio. Sběr dat probíhal od 22. února 2022 do 21. března 2022. K vyhodnocení dat a tvorbě grafů byl využit software Microsoft Excel. Samotný dotazník je součástí Přílohy č. 5.

3 Výsledky

3.1 Pracovní listy

V rámci praktické části práce bylo vytvořeno celkem pět pracovních listů, jež mohou učitelé biologie využívat ve svých hodinách. Každý z pracovních listů je zaměřen na jinou oblast tematického celku houby a lišejníky a je tak možné pracovní listy různě kombinovat, není však nezbytně nutné využít všechny. Pracovní listy jsou bohaté na obrazový materiál a důraz je kladen především na praktické využití zástupců hub a lišejníků. Při jejich tvorbě bylo snahou vytvořit vizuálně atraktivní materiály, které by žáky na první pohled zaujaly. Pracovní listy by neměly sloužit jako jediný zdroj informací v hodinách a neměly by nahrazovat kompletní výklad pedagoga, slouží však k jeho rozšíření a zopakování již nabytých znalostí. Správné řešení pracovních listů je součástí Přílohy č. 1.

3.1.1 PL – Houby

Pracovní list je věnovaný obecné charakteristice hub a je vhodný pro celkové zopakování tématu, jednotlivé úkoly byly zvoleny tak, aby upevnily, případně rozšířily základní znalosti napříč různými odvětvími mykologie. Tento pracovní list se také hodí zařadit do výuky tehdy, když se vyučující rozhodne zbylé pracovní listy nevyužít. Další tři listy jsou orientované na konkrétní oddělení hub a rozšiřují znalosti o jednotlivých skupinách.

Metodický list	
Název materiálu	Houby
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák charakterizuje houby, posoudí hospodářský a ekologický význam hub, pozná důležité zástupe hub
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	houby, buňka hub
Druh učebního materiálu	Pracovní list
Věková skupina	15-19 let
Čas	30 minut
Pomůcky	barevně vytištěný pracovní list, atlas hub

3.1.2 PL – Houby vřekovýtrusné

List je vedle charakteristiky životního cyklu zaměřen převážně na využití zástupců tohoto oddělení a poznávání druhů, se kterými se v přírodě setkáváme takřka denně.

Metodický list	
Název materiálu	Houby vřekovýtrusné
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák posoudí ekologický a hospodářský význam vřekovýtrusných hub, pozná důležité zástupe vřekovýtrusných hub
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	vřekovýtrusné houby, kvasinky, biotechnologie
Druh učebního materiálu	Pracovní list
Věková skupina	15-19 let
Čas	20 minut
Pomůcky	barevně vytištěný pracovní list, atlas hub

3.1.3 PL – Houby stopkovýtrusné

Kromě základní charakteristiky tohoto oddělení jsou v listu zařazeny také úlohy zaměřené na poznávání a využití hub, se kterými se žáci mohou běžně setkat při houbaření, roli zde proto hrají i úkoly, ve kterých mají žáci rozhodnout, které z hub jsou jedlé, které jsou nejedlé, nebo dokonce jedovaté.

Metodický list	
Název materiálu	Houby stopkovýtrusné
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák posoudí ekologický a hospodářský význam stopkovýtrusných hub, pozná důležité zástupe stopkovýtrusných hub
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	stopkovýtrusné houby, houbaření
Druh učebního materiálu	Pracovní list
Věková skupina	15-19 let
Čas	30 minut

Pomůcky	barevně vytištěný pracovní list, atlas hub
---------	--

3.1.4 PL – Mikrosporidie, chytridie, houby spájkivé

Pracovní list spojuje tři méně známé oddělení hub – mikrosporidie, chytridie a houby spájkivé. Primárně se věnuje praktickému využití těchto skupin a poskytuje žákům vhled do rozmanitého světa hub, jenž není omezen pouze na všeobecně známé kloboukaté houby. Tento rozšiřující list je vhodné zařadit do výuky například v rámci specializovaného semináře spíše než běžných hodin biologie.

Metodický list	
Název materiálu	Mikrosporidie, chytridie, houby spájkivé
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák posoudí ekologický a hospodářský význam mikrosporidií, chytridií a zygomycet
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	mikrosporidie, chytridie, houby spájkivé
Druh učebního materiálu	Pracovní list
Věková skupina	15-19 let
Čas	20 minut
Pomůcky	barevně vytištěný pracovní list

3.1.5 PL – Lišejníky

V posledním pracovním listu si žáci zopakují a rozšíří své znalosti o lišejnících. Stejně jako v předchozích materiálech, figurují i zde úlohy rozebírající rozličné možnosti využití lišejníků v různých oblastech lidské činnosti.

Metodický list	
Název materiálu	Lišejníky
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák charakterizuje lišejníky, posoudí ekologický a hospodářský význam lišejníků, pozná důležité zástupce lišejníků
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	lišejníky, lichenologie, bioindikátory
Druh učebního materiálu	Pracovní list
Věková skupina	15-19 let
Čas	30 minut
Pomůcky	barevně vytištěný pracovní list

3.2 Náměty na laboratorní cvičení

V rámci bakalářské práce bylo vytvořeno celkem pět námětů na laboratorní cvičení. Snahou bylo obsáhnout alespoň část z každého významného oddělení hub s ohledem na dostupnost materiálu a bezpečnost. Náplně cvičení byly zvoleny tak, aby byla cvičení realizovatelná v průběhu celého školního roku, a nebyla tak omezena pouze na konkrétní období, například na podzim. V případě některých cvičení, jmenovitě cvičení věnovaného stopkovýtrusným houbám, může být shánění různorodých plodnic hub v průběhu celého roku komplikované, toto cvičení by

proto bylo vhodné realizovat v podzimním období, kdy jsou v přírodě běžně dostupné velice rozmanité druhy hub, avšak s trochou úsilí lze plodnice některých druhů nalézt i v zimě, či na jaře. Kromě nabytí dalších poznatků z oblasti mykologie si tak žáci osvojí schopnost pracovat v biologické, či chemické laboratoři, připravovat nativní preparáty a využívat k jejich pozorování světelného mikroskopu nebo binokulární lupy. Součástí vyplněných protokolů, jež jsou obsahem Přílohy č. 2, jsou i pokyny pro učitele, připomínky a potenciální nástrahy cvičení, na něž je třeba si dát pozor.

3.2.1 Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test

První z námětů je věnován vřeckovýtrusným houbám, konkrétně kvasinkám (*Saccharomyces cerevisiae*). Náplní cvičení je ekotoxikologický test, kdy budou žáci k suspenzi kvasinek přidávat chemické látky odlišné povahy o různém pH. Po obarvení methylenovou modří budou pak jednotlivé vzorky pozorovat pod mikroskopem a podle přibližného počtu mrtvých obarvených buněk určí životaschopnost kvasinek v daném roztoku. Na základě toho posoudí, které chemické látky stimulují růst, případně pučení kvasinek a které růst naopak inhibují a kvasinky usmrcují.

Metodický list	
Název materiálu	Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák pracuje se světelným mikroskopem, popisuje princip ekotoxikologie
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	kvasinky, ekotoxikologie, mikroskop
Druh učebního materiálu	Laboratorní protokol
Věková skupina	15-19 let
Čas	90 minut
Pomůcky	droždí, potřeby pro mikroskopování a zhotovení preparátu, methylenová modř, chemikálie viz protokol

3.2.2 Pozorování plísní

Cvičení se zaměřuje na pozorování plísní, s nimiž se čas od času setkáváme na potravinách. Žáci tak budou mít možnost pozorovat zblízka sporangia a sporangiospory nejznámějších plísní, jakými jsou kropidlovec černavý (*Rhizopus stolonifer*) nebo plíseň hlavičková (*Mucor mucedo*) vypěstovaných na chlebu, či jiných potravinách.

Metodický list	
Název materiálu	Pozorování plísní
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák pracuje se světelným mikroskopem, pozná běžné zástupce plísní
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	plísně, kontaminant, mikroskop

Druh učebního materiálu	Laboratorní protokol
Věková skupina	15-19 let
Čas	45 minut
Pomůcky	plesnivé potraviny, potřeby pro mikroskopování a zhotovení preparátu, viz protokol

3.2.3 Pozorování stopkovýtrusných hub

Cvičení si klade za cíl seznámit žáky se stopkovýtrusnými houbami. Stopkovýtrusné houby budou žáci pozorovat jak makroskopicky – pouhým okem, tak mikroskopicky – v tomto případě půjde o pozorování bazidiospor žampionů. V neposlední řadě budou žáci jednoduchou metodou vážení zjišťovat procentuální obsah vody v plodnicích žampionů, případně jiné libovolné stopkovýtrusné houby.

Metodický list	
Název materiálu	Pozorování stopkovýtrusných hub
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák pracuje s binokulární lupou a se světelným mikroskopem, pozná důležité zástupce stopkovýtrusných hub
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	stopkovýtrusné houby, plodnice, spory, mikroskop
Druh učebního materiálu	Laboratorní protokol
Věková skupina	15-19 let
Čas	45 minut
Pomůcky	plodnice stopkovýtrusných hub, potřeby pro mikroskopování a zhotovení preparátu, váha, binokulární lupa, viz protokol

3.2.4 Chemické látky obsažené v žampionech

V případě tohoto námětu je na zvážení, zda cvičení nerealizovat v rámci hodin chemie, minimálně je však vhodná spolupráce s vyučujícím chemie, neboť pro realizaci cvičení jsou nezbytné chemikálie, jež se využívají pro kvalitativní analýzu a které s největší pravděpodobností nejsou součástí běžného kabinetu učitele biologie. Jak již bylo zmíněno, cvičení je věnováno kvalitativní analýze látek obsažených v žampionech. Žáci si tak ozkouší některé základní důkazy, jakými jsou důkaz proteinů, důkaz kyseliny L-askorbové (vitaminu C), důkaz fosforečnanů, chloridů, sodných nebo draselných iontů. Důkazy jsou většinou založeny na tvorbě barevné sraženiny, v případě sodných a draselných iontů jde o plamenovou zkoušku, při které je vyzářeno elektromagnetické záření ve formě viditelného světla o vlnové délce odpovídající určité barvě. Díky tomuto cvičení žáci zdokonalují své dovednosti nejen v čistě biologické, ale také v chemické laboratoři a více si tak uvědomují vzájemnou provázanost přírodních věd.

Metodický list	
Název materiálu	Chemické látky obsažené v žampionech
Vzdělávací obor	Biologie, chemie

Očekávaný výstup	žák popisuje princip kvalitativní analýzy, provádí jednoduché důkazové reakce, charakterizuje houby z hlediska obsažených chemických látek
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	žampiony, kvalitativní analýza, důkazové reakce
Druh učebního materiálu	Laboratorní protokol
Věková skupina	15-19 let
Čas	90 minut
Pomůcky	žampiony, laboratorní sklo, chemikálie pro kvalitativní analýzu, viz protokol

3.2.5 Pozorování stélek lišejníků

V posledním cvičení je zahrnuto téma lišejníky. Žáci různé stélky lišejníků pozorují nejprve pouhým okem, případně s použitím binokulární lupy. Po následném zhotovení příčného řezu sledují jednotlivé vrstvy vybraného lišejníku pod mikroskopem.

Metodický list	
Název materiálu	Pozorování stélek lišejníků
Vzdělávací obor	Biologie
Očekávaný výstup	žák pracuje se světelným mikroskopem a binokulární lupou, zhotovuje nativní preparáty, charakterizuje jednotlivé typy stélek lišejníků
Speciální vzdělávací potřeby	Ne
Klíčová slova	lišejník, stélka, mikroskop
Druh učebního materiálu	Laboratorní protokol
Věková skupina	15-19 let
Čas	45 minut
Pomůcky	stélky lišejníků, potřeby pro mikroskopování a zhotovení preparátu, binokulární lupa, viz protokol

3.3 Didaktické hry a aktivity

Součástí bakalářské práce jsou čtyři didaktické hry a aktivity, jejichž řešení je součástí Přílohy č. 3. První z vytvořených her je klasické pexeso, ve kterém žáci přiřazují obrázek zástupce k jeho názvu. Do pexesa byli vybráni takoví zástupci, se kterými se mohou žáci běžně setkat v přírodě, zároveň však nemusí být napříč laickou veřejností tolik známí. Díky seznámení se s nimi v rámci této hry budou žáci s větší pravděpodobností schopni příslušné organismy v přírodě identifikovat.

Následující aktivita Svítící houby si klade za cíl zábavnou formou upevnit poznatky týkající se jedlosti, respektive jedovatosti kloboukatých hub a představit žákům zajímavost z říše hub, jakou je bioluminiscence. Žáci vybarvují pouze políčka s názvy jedlých hub. Písmenka v pravém dolním rohu vybarvených políček dají žákům dohromady tajenku – název houby známé pro svou schopnost bioluminiscence.

Další v pořadí je karetní hra Černý Petr – princip je totožný jako u stejnojmenné hry – hráči si v každém kole vylosují kartu od sousedního spoluhráče podle pře-

dem určeného směru hry. Úkolem každého hráče je vytvořit dvojice hub, které k sobě patří a při vykládání zdůvodnit, proč tyto dvě houby patří k sobě (může existovat více možností). Pro kontrolu je každá karta opatřena barevným symbolem, jenž je společný právě příslušné dvojici. Prohrává hráč, kterému zůstane jako poslední v ruce černý Petr.

Poslední vytvořenou hrou je Riskuj! (Příloha č. 7). Hru je vhodné zařadit do výuky jako opakování po dobrání tematického celku. Princip hry spočívá ve správném zodpovězení vybrané otázky. Na herní ploše se nachází celkem 25 polí, každé ukrývající jednu otázku. Otázky jsou rozděleny do pěti kategorií spadajících pod tematický celek houby a lišejníky – obecné, zajímavost, význam, poznávačka, lišejníky. Každá otázka je hodnocena přesně daným počtem bodů (sto až pět set) zvoleným podle vzrůstající obtížnosti. Po kliknutí na vybrané pole dojde k odkrytí otázky, po kliknutí myší se zobrazí správná odpověď. Pokud hráč odpoví správně, přičte si příslušný počet bodů, v případě, že odpoví mylně, nepřičítá, ale ani neodečítá si žádné body. Po zobrazení otázky lze příslušné pole červeně zabarvit, aby došlo k jasnému odlišení již odkrytých otázek. Vyhrává hráč s nejvyšším dosaženým počtem bodů. Součástí souboru je návod s pokyny k ovládní hry.

3.4 Test

Závěrečný test vyhotovený ve třech variantách obsahuje kombinace otevřených i uzavřených otázek, doplňování popisků do obrázků a schémat. Maximální možný počet bodů, jenž lze v testech získat, je 22. Při vytváření testů bylo snahou zachovat u všech variant zhruba stejnou obtížnost, v každé variantě tudíž najdeme zastoupený stejný podíl jednotlivých typů otázek. Několik málo otázek se objevuje ve všech třech variantách, velmi často však mají jiné pořadové číslo. Řešení testu je obsaženo v Příloze č. 4.

3.5 Výukové prezentace

Pro potřeby vyučujících byly vytvořeny dvě PowerPointové prezentace (Příloha č. 8, Příloha č. 9). Obě z vytvořených prezentací jsou koncipovány jako hrubý podklad do výuky biologie, rozhodně by neměly nahradit výklad učitele, jelikož neobsahují všechny stěžejní informace. Obsaženy jsou pouze základní pojmy a obrazový materiál ilustrující základní problematiku. První prezentace se věnuje houbám, stručně je zde charakterizováno pět základních oddělení hub včetně konkrétních zástupců. Druhá prezentace je zaměřená na lišejníky, vedle obecné charakteristiky zde najdeme fotografie nedůležitějších zástupců.

3.6 Vlastní materiály

V této části jsou zahrnuty vytvořené materiály v podobě určené pro žáky. Správná řešení jednotlivých úloh, stejně tak jako didaktická hra Riskuj! a výukové prezentace jsou součástí příloh. Seznam a zdroje obrázků použitých v pracovních listech a didaktických hrách jsou z praktických důvodů zahrnuty v Příloze č. 6.

3.6.1 Vlastní pracovní listy

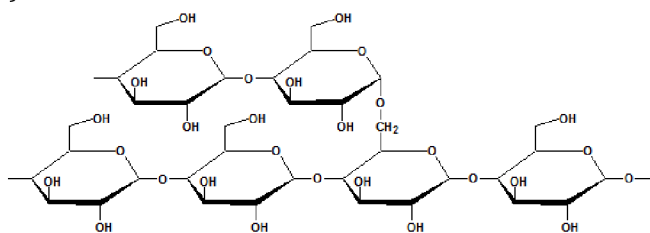
Jméno:

Datum:

Houby

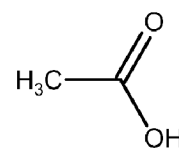
1. Zakroužkujte **pravdivá** tvrzení o houbách.
- a) Buňky tvořící houby jsou prokaryotického typu.
 - b) Buňky tvořící houby jsou eukaryotického typu.
 - c) Jsou výhradně jednobuněčné.
 - d) Jejich buňky mají buněčnou stěnu.
 - e) Jsou heterotrofní organismy.
 - f) Jsou autotrofní organismy.
2. Který z následujících vzorců odpovídá struktuře **zásobní látky hub**? Do jaké **skupiny chemických látek** byste danou sloučeninu zařadili?

A)



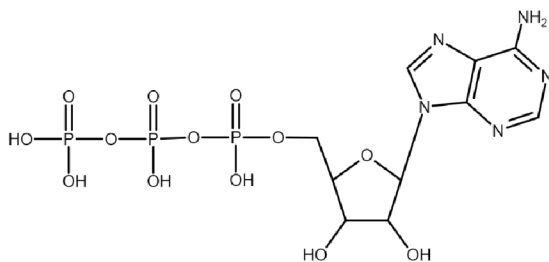
Obr. 1

B)



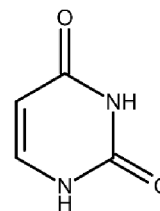
Obr. 2

C)



Obr. 3

D)



Obr. 4

Odpověď:

3. Napište, zda jsou následující tvrzení **pravdivá, či nikoliv**.

- a) Podhoubí je tvořeno vlákny zvanými rhizoidy.
- b) Parazitický vztah mezi houbou a cévnatou rostlinou se označuje mykorhiza.
- c) Většina hub je schopna provádět fotosyntézu.
- d) Většina známých plísní patří mezi houby vřecovýtrusné nebo spájkivé.

e) Kvasinky se rozmnožují pučením. □

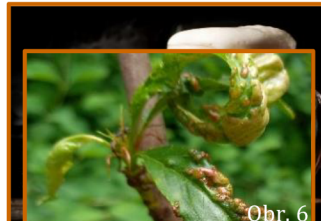
4. **Přiřad'te** obrázky s popisky k zástupcům v tabulce.

choroš šupinatý	
kadeřavka broskvová	
štětičkovec	

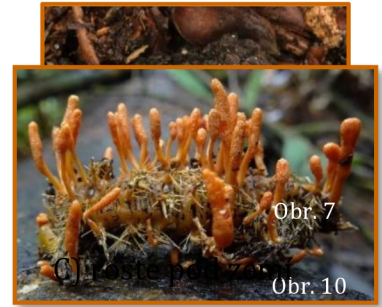
housenice	
kvasinka pивní	
lanýž	



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9

5.

Popleta dostal chuť na smaženici a vydal se na houby. V domnění, že nachází samé jedlé houby, nasbíral do košíku i několik ne-jedlých, nebo dokonce jedovatých druhů. Pomozte Popletovi určit, **která z hub ve dvojici je jedlá**, a která by do smaženice **v žádném případě neměla přijít**. Nezapomeňte Popletovi sepsat, **dle čeho jste ho usoudil(e) na jaké ovoce si má** **příště zaměřit**. U jednotlivých obrázků se také můžete pokusit **určit názvy hub**, které Popleta pravděpodobně zamýšlel sesbírat.

A)



Obr. 11

B)



Obr. 12

A)

B)



A)



B)



Pokud si nejsem **stoprocentně** jistý s určením, houbu nikdy **nesbírám!**

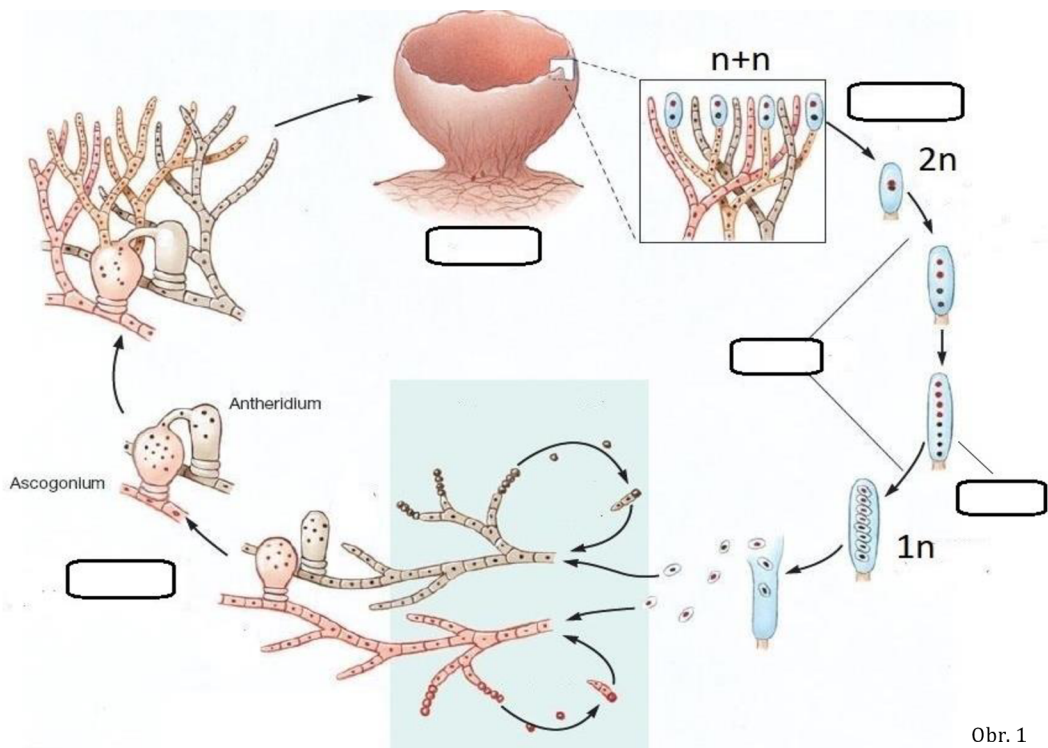
Jméno:

Datum:

Houby vřeckovýtrusné

Vřeckovýtrusné houby (*Ascomycota*) jsou největší skupinou říše *Fungi*. Typická pro tuto skupinu je přítomnost **vřecka (*ascus*)**, ve kterém se tvoří standardně **osm pohlavních spor**, nazývaných též **askospory**. Vedle toho mohou vytvářet také **nepohlavní spory**, například **konidie**. V řadách askomycet najdeme **saprofity, parazity i mutualisty** (většina **mykobiontů lišejníků** patří do tohoto oddělení).

1. Přiřaďte popisky z tabulky k jednotlivým fázím životního cyklu vřeckovýtrusné houby.



Obr. 1

Vřecko s askosporami	A
Karyogamie	B
Plodnice (askokarp)	C

Meióza	D
Plasmogamie	E

2. Hospodářsky nejvýznamnější vřeckovýtrusnou houbou je rod **kvasinka**. **Nakreslete** jednoduché obrázky znázorňující příklady **využití kvasinek** (min. 3).

3. Přiřaďte jednotlivé zástupce k obrázkům a charakteristice v tabulce.



A	hlízenka
B	štetičkovec roquefortský
C	paličkovice nachová
D	padlí dubové
E	kvasinky
F	dřevnatka mnohotvará
G	rážovka rumělková

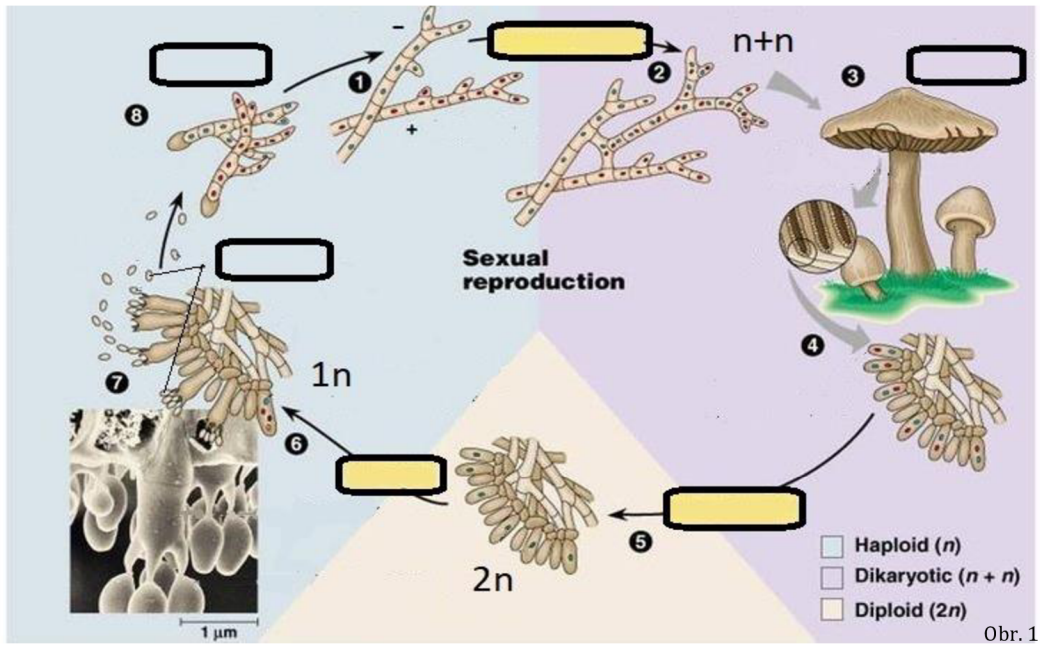
	námel na obilí
	„prsty mrtvého muže“
	napadá plody ovocných stromů
	povlaky na listech
	odumřelé větve stromů a keřů
	výroba sýrů s modrou plísní
	výroba piva

Jméno:

Datum:

Houby stopkovýtrusné

1. Přiřaďte popisky z tabulky k jednotlivým fázím životního cyklu stopkovýtrusné houby.



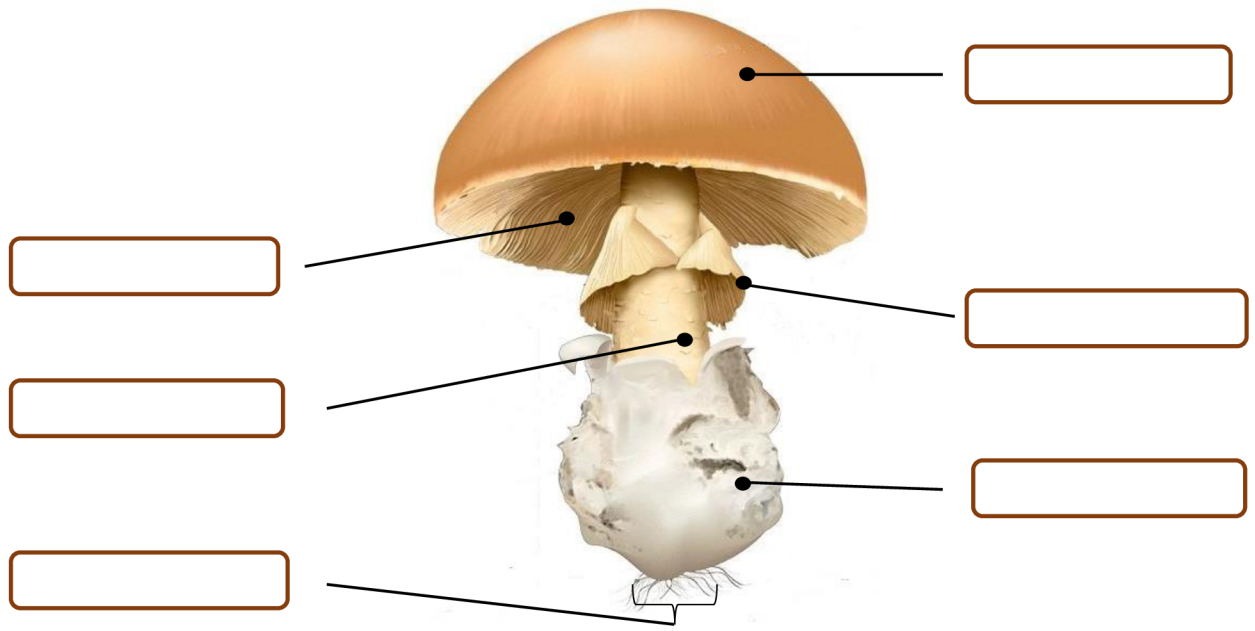
Obr. 1

A	Karyogamie
B	Primární haploidní mycelium
C	Bazidiospory

D	Meióza
E	Plasmogamie
F	Plodnice (bazidiokarp)

2. I. Doplňte do obrázku **popisky** z nabídky.

PRSTEN - PODHOUBÍ - TŘEŇ - ROUŠKO - POCHVA - KLOBOUK



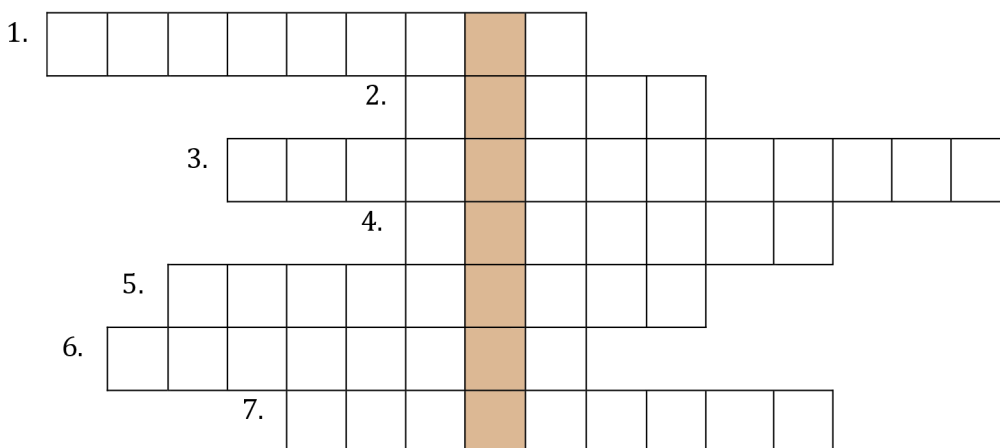
Obr. 2

II. Doplňte **chybějící text** týkající se stavby plodnic hub.

Na obrázku vidíme typickou plodnici stopkovýtusné houby (*Basidiomycota*). V podzemní části najdeme podhoubí neboli Samotná plodnice je tvořena nepravými pletivy jako je např. nebo Na spodní straně klobouku najdeme výtrusorodé rouško, které může být , nebo ostnité. V roušku se tvoří výtrusy neboli Rouško může být u některých zástupců chráněno tzv. závojem, jehož pozůstatek bývá u starších plodnic označován jako Příkladem zástupce majícího tuto strukturu je

3. Vyplňte křížovku.

1. Jiným slovem rozkladač
2. Výtrusorodé pletivo uvnitř plodnice (viz pýchavka)
3. Houby stopkovýtusné (odborně)
4. Nepohlavně vzniklé spory
5. Mutualistický vztah mezi houbou a cévnatou rostlinou
6. Odborně podhoubí
7. Mezi houbaři velmi oblíbená čeleď hub



TAJENKA: - vřeckovýtrusná houba parazitující na plodnicích jiných, zejména stopkovýtusných hub. Infikovaná houba bývá pokryta bílým nebo zlatožlutým povlakem.



Obr. 3

4. Přiřaďte jednotlivé zástupce k obrázkům a krátké charakteristice.



A	pestřec obecný
B	holubinka vrhavka
C	dřevomorka domácí
D	krásnorůžek lepkavý
E	kotrč kadeřavý
F	rez hrušňová

	keříčkovitě rozvětvená plodnice, nejedlá
	dřevokazná houba
	pálivá chuť, jedovatá
	skvrny na čepelích listů hrušně
	vytváří kulovité plodnice, uvnitř teřich, v malém množství považována za jedlou
	tvarem připomíná mořskou houbu, jedlá



5. Které z následujících hub patří do houbařova košíku? Napište také jejich názvy.

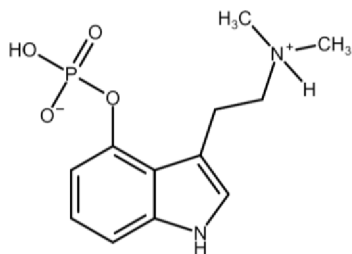




Odpověď:

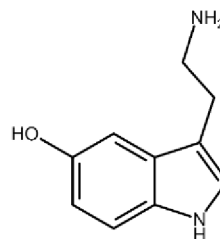
6. BONUS

Alkaloid psilocybin obsažený v houbě rodu lysohlávka je znám svými halucinačními účinky. Mezi účinky psilocybinu se řadí například poruchy koordinace, změněné vnímání reality, pocity neklidu a nevolnost. Mimo jiné ale psilocybin navenčuje pocity euforie a vědci spekulují, zda nemůže mít zmírňující vliv na projevy deprese. Pokuste se vysvětlit, jak je možné, že pro lidské tělo nepřirozený psilocybin dokáže vyvolat i takto „pozitivní“ reakci. Pokud si nevíte rady, využijte nápovědu ve formě obrázků níže.



Psilocybin

Obr. 16



Serotonin

Obr. 17

Odpověď:

Jméno:

Datum:

Mikrosporidie, chytridiomycety, houby spájivé

vytvářejí pohyblivé zoospory, častí parazité členovců, jsou striktně vázané na vodní prostředí, vytvářejí tlustostěnné zygospory, spory mají pólové vlákno, často na substrátech bohatých na cukr

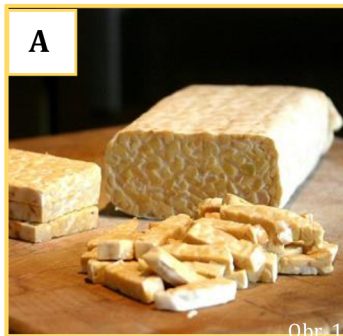
1. Přiřaďte uvedené charakteristiky k jednotlivým skupinám.

Mikrosporidia

Chytridiomycota

Zygomycota

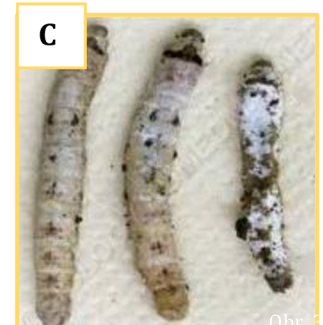
2. S pomocí literatury nebo internetu vyhledejte jména zástupců k jednotlivým obrázkům.



výroba pokrmu tempeh



regulace přemnožení
sarančí v USA



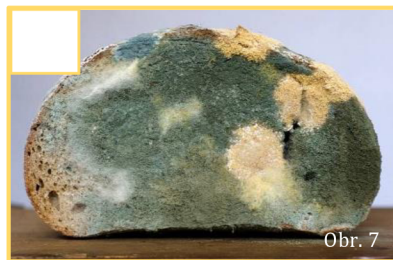
nemoc pebrina ohrožující
hedvábnictví

A:

B:

C:

3. Přiřaďte zástupce k obrázkům a krátké charakteristice.



A	rakovinec bramborový
B	hmyzomorka včelí
C	Batrachochytrium
D	hmyzomorka muší
E	kropidlovec černavý

	parazit obojživelníků
	kontaminant potravin
	přísně karanténní druh
	bílé povlaky na dvoukřídlech
	parazit v zažívacím traktu včel

Jméno:

Datum:

Lišejníky

1. **Doplňte** chybějící text.

Lichenismus je symbiotický vztah mezi houbou a nebo (velmi častým fotobiontem je např. rod *Trebouxia*). Mykobiont poskytuje , zatímco fotobiont zajišťuje Lišejníky jsou organismy (vyskytují se téměř po celém světě), jsou schopné přežít i extrémní teploty a nedostatek vody.

2. Přiřad'te názvy **typů stélek** k jednotlivým fotografiím.

korovitá – keříčkovitá – lupenitá



Obr. 1

.....
(terčovka bublinatá)



Obr. 2

.....
(mapovník zeměpisný)



Obr. 3

.....
(provazovka)



Obr. 4

.....
(misnička zední)

3. S přáteli jste se rozhodli, že si založíte novou **firmu zpracovávající lišejníky**. Jakožto manažeři stojíte před nelehkým úkolem – zvolit nejvhodnější oblast, ve které se bude vaše firma specializovat. Proberte se svými kolegy (ve skupinách po cca čtyřech lidech), jaký nejvhodnější **produkt(y) můžete vyrábět** a které lišejníky k tomu budete potřebovat.

Pokud si nevíte rady, můžete použít internet, učebnici nebo inspiraci ve formě obrázků



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7

Výsledky porady:

4. Zvýšený výskyt **nitrofilního**¹ lišejníku rodu **terčovník** (*Xanthoria*) byl využíván původními obyvateli Aljašky **při lovu svišťů**.² Pokuste se vysvětlit, v čem mohl spočívat princip hledání svišťů na základě přítomnosti zmíněného lišejníku (jak mohla přítomnost lišejníku souviset s výskytem svišťů).



Obr. 8

terčovník (*Xanthoria*)

Odpověď:

5. BONUS

K zjištění stavu čistoty ovzduší za pomoci lišejníků jsou využívány různé analytické metody, zkušený lichenolog je však schopen přibližný stav ovzduší odhadnout už na základě pouhého pozorování přítomných druhů. Obecně platí,

¹ nitrofilní = žijící na stanovišti bohatém na dusík

² SKALKA, M. (2004): *Lišejníky jako bioindikátory*. Živa 3, 107.

že lišejníky se **stélkou keříčkovitou** jsou **vůči znečištění citlivější** než ty se **stélkou korovitou** a **velké množství druhů** značí **lepší kvalitu** ovzduší. Dalším ukazatelem může být také **velikost stélky** lišejníku.

a) S pomocí uvedených informací a tabulky níže si můžete sami vyzkoušet odhadnout přibližný stav ovzduší v okolí svého bydliště na základě pozorování přítomných lišejníků.

b) Pokuste se zdůvodnit podtržené tvrzení v úvodním textu.

Tabulka 1: Vztah velikosti lišejníků a kvality ovzduší¹

Velikost lišejníku (cm)	Hodnocení kvality ovzduší
0-3	špatné
4-6	slušné-přiměřené
7-9	dobré
10-12	vynikající

¹ Malíř, F., Ostrý, V. (2014): *Biologický monitoring*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové.

3.6.2 Vlastní náměty na laboratorní cvičení

Jméno:

Datum:

Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test

Teorie:

Kvasinky jsou **jednobuněčné** vřekovýtrusné houby. Rozmnožují se obvykle nepohlavně **pučením**. Své uplatnění našly zejména v **biotechnologiích**, kde se využívají pro své fermentační schopnosti.

Vitální test, jenž budeme dnes provádět, je založen na skutečnosti, že živé buňky mají membránu **polopropustnou (semipermeabilní)**, nepropustí tedy barvivo dovnitř cytosolu, naproti tomu mrtvé buňky mají membránu **zcela propustnou (permeabilní)**, díky čemuž u nich dochází k obarvení.

Ekotoxikologie se zabývá vlivem chemických látek na organismy a ekosystém, k tomuto účelu jsou hojně využívány právě kvasinky. Cílem experimentu je zjistit, jak působí jednotlivé chemické látky na chování a stav kvasinek.

Materiál:

- pekařské droždí, lžička cukru, methylenová modř, roztok libovolné, nejlépe silné kyseliny a zásady (např. HCl, NaOH)

Pomůcky:

- kádinka, zkumavky, kapátko, potřeby pro mikroskopování, filtrační papír

Úkol:

- Do každé ze čtyřech zkumavek pipetujte 0,5 ml kvasinkové suspenze.
- Do každé zkumavky přidejte 2,5 ml **jednoho** z připravených roztoků.
- U všech roztoků zjistěte pomocí indikátorových papírků hodnotu pH a nechte 20 minut inkubovat.
- Na podložní sklo naneste kapku **promíchané** suspenze, přikryjte krycím sklem a s pomocí filtračního papíru obarvěte preparát methylenovou modří (z jedné strany kapeme pod sklíčko methylenovou modř, z druhé strany odsáváme vodu filtračním papírem, čímž dojde k plynulému obarvení preparátu). Postup opakujte u všech roztoků.
- Barevně zakreslete pozorované buňky kontrolního vzorku s vodou.
- V závěru zhodnoťte životnost kvasinek v jednotlivých roztocích.

Naměřené hodnoty:

Roztok	Hodnota pH	Životaschopnost	Poznámky

Nákres:

Závěr:

Jméno:

Datum:

Pozorování plísní

Teorie:

Většina plísní, se kterými se běžně setkáváme, se řadí do oddělení hub vřeckovýtrusných nebo spájivých. Příkladem spájivé houby může být **kropidlovec černavý** (*Rhizopus stolonifer*), jenž se často vyskytuje na chlebu. Z řad hub vřeckovýtrusných můžeme jmenovat **štětičkovec** (*Penicillium*), který se objevuje například na citrusových plodech, avšak některé druhy štětičkovce našly své uplatnění také při výrobě sýrů camembertského nebo roquefortského typu. Dalším hojným zástupcem je **kropidlák černý** (*Aspergillus flavus*) vyskytující se často na ovoci a zelenině.

Materiál:

- plesnivý chléb / citrusový plod / použitý sáček od čaje / sýr camembertského typu

Pomůcky:

- potřeby pro mikroskopování, pinzeta

Úkol:

- Pomocí pinzety opatrně přeneste část mycelia do kapky vody na podložním sklíčku a přikryjte krycím sklíčkem.
- Do protokolu zakreslete pozorovaná mycelia příslušných zástupců plísní.
- V závěru stručně zhodnoťte výsledky své práce.

Nákresy:

Závěr:

Jméno:

Datum:

Pozorování stopkovýtrusných hub

Teorie:

Houby stopkovýtrusné (*Basidiomycota*) představují velice rozmanitou skupinu. Společným znakem jsou **bazidie** – buňky, ze kterých meioticky vznikají obvykle **čtyři spory na stopkách**, zvané též **bazidiospory**. Spousta zástupců stopkovýtrusných hub tvoří **plodnice** z nepravých pletiv. Patří sem i velké kloboukaté houby, jež známe z houbaření.

Úloha č. 1: Pozorování plodnic stopkovýtrusných hub

Materiál:

- plodnice stopkovýtrusných hub

Pomůcky:

- binokulární lupa (nepovinně)

Úkol:

- Pouhým okem, případně s použitím binokulární lupy, pozorujte plodnice různých stopkovýtrusných hub.
- Pozorované plodnice zakreslete a popište.

Nákresy:

Úloha č. 2: Pozorování výtrusů stopkovýtrusných hub

Materiál:

- plodnice stopkovýtrusné houby (např. žampionu)

Pomůcky:

- papír, štěteček, potřeby pro mikroskopování

Úkol:

- Den předem si na bílý papír položte spodní stranou klobouk houby.
- Během této doby by se mělo okolo plodnice objevit množství tmavých výtrusů.
- Výtrusy naberte štětečkem a naneste do kapky vody na podložním sklíčku.
- Pozorované výtrusy zakreslete do protokolu.

Nákresy:

Úloha č. 3: Zjišťování množství vody v plodnicích hub

Materiál:

- plodnice stopkovýtusných hub (např. žampionů)

Pomůcky:

- nůž, Petriho miska, váhy, síto

Úkol:

- Dvě až tři plodnice hub zvažte na vahách.
- Plodnice dále pokrájete na menší kousky, dejte je na síto a nechte je nad topením vysušit do příštího cvičení. Po týdnu zjistěte hmotnost sušených hub.
- Spočítejte obsah vody v plodnicích (v gramech i v procentech).

Naměřené hodnoty a výpočty:

Počáteční hmotnost plodnic (g)	Hmotnost plodnic po týdnu (g)	Hmotnost vody (g)	Procentuální obsah vody

Závěr:

Jméno:

Datum:

Chemické látky obsažené v žampionech

Teorie:

Houby obsahují stejně jako ostatní organismy spoustu **chemických látek**. Jmenovat můžeme např. sacharidy, lipidy, proteiny, vitaminy a minerály. Některé z těchto látek si můžeme pomocí jednoduchých metod **kvalitativní analýzy** dokázat i v prostředí školní laboratoře.

Úloha č. 1 – Důkaz proteinů (Biuretová reakce)

Chemikálie:

- 1 M roztok NaOH, 1 M roztok CuSO₄

Pomůcky:

- nůž, kapátko, kádinka

Úkol:

- Žampion příčně rozříznete na dvě části.
- Kapátkem naneste na řez několik kapek hydroxidu sodného.
- Přidejte pár kapek síranu měďnatého.
- Pokud jsou přítomny proteiny, dojde ke změně barvy ze světlé na tmavě modrou (vznikne modrá komplexní sloučenina Cu²⁺ s proteiny).

Výsledky:

Úloha č. 2 – Důkaz vitamínu C

Chemikálie:

- 1% roztok K₃[Fe(CN)₆], roztok FeCl₃

Pomůcky:

- nůž, filtrační papír, kapátko, digestoř, pinzeta, rozprašovač

Úkol:

- Vystříhnete si kruh filtračního papíru a s pomocí pinzety ho opatrně namočte do roztoku chloridu železitého a nechte zaschnout.
- Žampion podélně rozříznete (můžete použít polovinu z předchozí úlohy).
- Půlku žampionu přimáčkněte na filtrační papír.
- Odstraňte půlku žampionu a v digestoři rovnoměrně postříkejte filtrační papír roztokem K₃[Fe(CN)₆].
- Filtrační papír se zbarví do světle modré (Turnbullova modř), pokud byl v houbě přítomen vitamin C, obtisk houby se zbarví tmavě modře (účinkem vitamínu C dojde k redukci Fe³⁺ iontů na tmavě modré Fe²⁺ ionty).

Výsledky:

Úloha č. 3 – Důkaz fosforečnanů

Chemikálie:

- (NH₄)₂MoO₄, koncentrovaná HNO₃

Pomůcky:

- třecí miska s tloučkem, žíhací kelímek, triangel, kahan, síťka, filtrační kruh, filtrační nálevka, filtrační papír, stojan, svorky, kádinky, pipeta, tyčinka, Petriho miska, pH papírky, zkumavky, držák na zkumavky, kapátko

Úkol:

- Sušené plátky žampionů rozetřete v třecí misce s tloučkem.
- Poté je převed'te do žíhacího kelímku a žiňte, dokud nevznikne popel (20-30 min).
- Popel převed'te do kádinky s max 10 ml destilované vody a filtrujte.
- Filtrát okysel'te kyselinou dusičnou tak, aby pH bylo méně než 6 (použijte indikátorové papírky) a filtrát rozdělte na dvě poloviny (jednu nechte na další úlohu).
- 5 ml okyseleného roztoku napipetujte do zkumavky a přidejte menší množství molybdenanu amonného.
- Zkumavku vložte do velké kádinky s horkou vodou a zahřívajte zhruba 2 minuty, poté nechte vychladnout.
- Pokud byly přítomny fosforečnany, vznikne ve zkumavce sytě žlutá sraženina fosfomolybdenanu amonného.

Výsledky:

Úloha č. 4 – Důkaz chloridových iontů

Chemikálie:

- okyselený filtrát z úlohy č. 3, 5% roztok AgNO_3

Pomůcky:

- pipeta, zkumavka, kapátko

Úkol:

- Do zkumavky pipetujte 3-5 ml okyseleného filtrátu.
- Přidejte několik kapek dusičnanu stříbrného.
- Bílá sraženina ve zkumavce je důkazem chloridových iontů.

Výsledky:

Úloha č. 5 – Důkaz sodných a draselných iontů

Pomůcky:

- Bunsenův kahan, úchopné kleště

Úkol:

- Plátek sušeného žampionu chyt'te kleštěmi a opatrně ho vložte do plamene kahanu.
- Pozorujeme zbarvení plamene – sodík dáva plamenu žlutou barvu, po chvíli dojde díky přítomnosti draslíku k zbarvení do fialova.

Výsledky:

Závěr:

Dokazovaná látka	Přítomnost (✓ / X)
Proteiny	
Vitamin C	
PO ₄ ³⁻	
Cl ⁻	
Na ⁺	
K ⁺	

Jméno:

Datum:

Pozorování stélek lišejníků

Teorie:

Lichenismus je symbiotický vztah mezi **houbou** a **řasou nebo sinicí**. Mykobiont poskytuje vodu a ochranu, zatímco fotobiont zajišťuje asimiláty. Lišejníky jsou **kosmopolitní** organismy, jsou schopné přežít i extrémní teploty a nedostatek vody.

Úloha č. 1 – Makroskopické pozorování stélek lišejníků

Materiál:

- různé typy stélek lišejníků (např. terčovka bublinatá, misnička zední, provazovka, dutohlávka, ...)

Pomůcky:

- binokulární lupa (nepovinně)

Úkol:

- Pouhým okem a s použitím binokulární lupy pozorujte různé typy stélek lišejníků.
- Pozorované stélky zakreslete a popište.

Nákresy:

Úloha č. 2 – Mikroskopické pozorování řezu stélkou lišejníku

Materiál:

- lupenitá stélka lišejníku (např. terčovka bublinatá, terčovník zední, větvičník slívový)

Pomůcky:

- žiletka, pinzeta, potřebý pro mikroskopování, bezová duše

Úkol:

- Nejprve žiletkou odřízněte menší kousek stélky lišejníku.
- Připravte si bezovou duši: cca 10-15 cm dlouhou větvičku bezu zbavenou borky podélně rozřízněte, mezi obě poloviny budete vkládat vzorek – v našem případě kousek stélky lišejníku.
- Po vložení stélky do bezové duše se pokuste pomocí žiletky zhotovit co nejtenčí příčné řezy.
- Řezy přeneste pinzetou do kapky vody na podložním skle.
- Do protokolu zakreslete pozorovaný řez a popište jednotlivé vrstvy.

Nákresy:

Závěr:

3.6.3 Vlastní didaktické hry

Didaktická hra Riskuj! je součástí Přílohy č. 7.

Pexeso



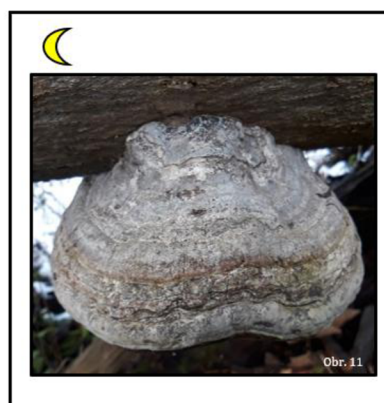
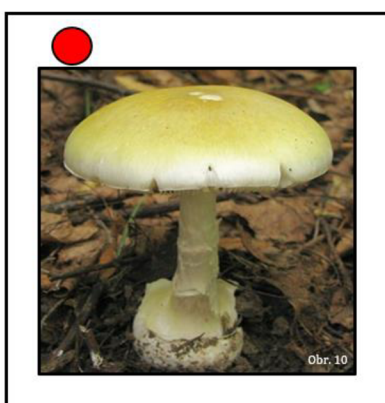
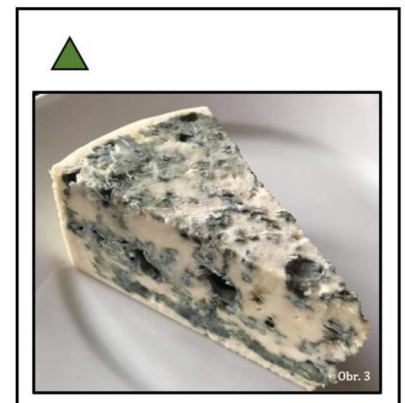
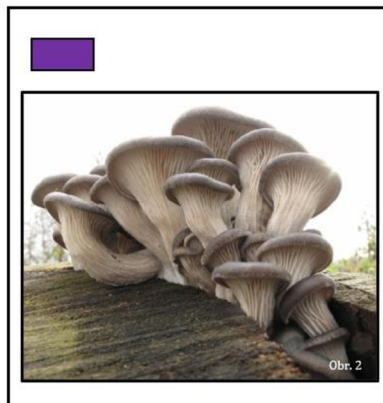
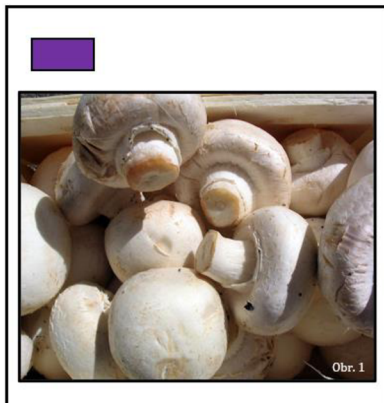
Liška obecná	Hřib žlučník	Hávnatka
Hřib kovář	Šupinovka kostrbatá	Mapovník zeměpisný
Sírovec žlutooranžový	Hnojník obecný	Svraštělka javorová
Troudinatec pásovaný	Kuřátka	Dutohlávka

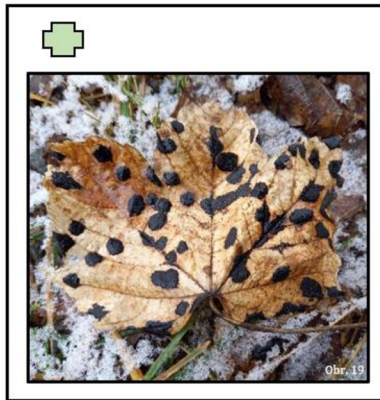
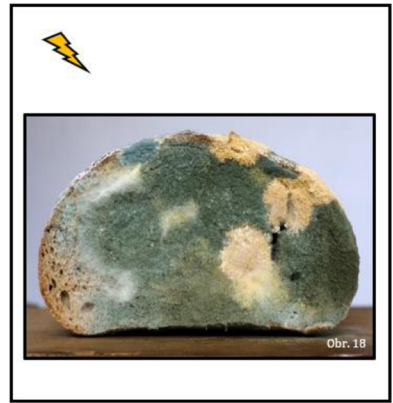
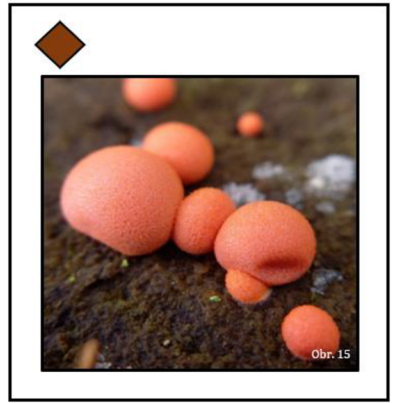
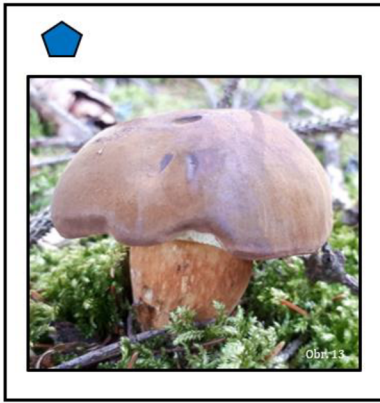
Svítilí houby

Bioluminiscence neboli schopnost organismu vyzařovat viditelné světlo se vyvinula nejen u bakterií, řas nebo hmyzu, ale také u některých hub. Vaším nynějším úkolem je vybarvit všechna políčka, ve kterých jsou uvedeny názvy **jedlých** hub. Z **vybarvených** políček si poté opište příslušná písmenka uvedená v závorce. Dohromady vám dají název jedné z hub známé pro svou schopnost bioluminiscence. Pozor, ať se neotrávíte!

závojenka olovová (P)	ucháč obecný (U)	pečárka ovčí (P)	holubinka vrhavka (T)	muchomůrka citrónová (A)
hřib kříšť (W)	pavučinec plyšový (E)	ryzec kravský (H)	šupinovka zhoubná (O)	hřib žlutomasý (A)
holubinka mandlová (Ř)	kuřátka sličná (K)	hřib satan (R)	smrž obecný (E)	troudnatec pásovaný (V)
pečárka zápašná (A)	liška obecná (Z)	muchomůrka růžovka (N)	krásnorůžek lepkavý (Y)	čechratka podvinutá (S)
muchomůrka královská (V)	hřib dubový (Í)	dřevnatka mnohotvárná (D)	čirůvka májovka (K)	hřib Le Galové (M)

Černý Petr

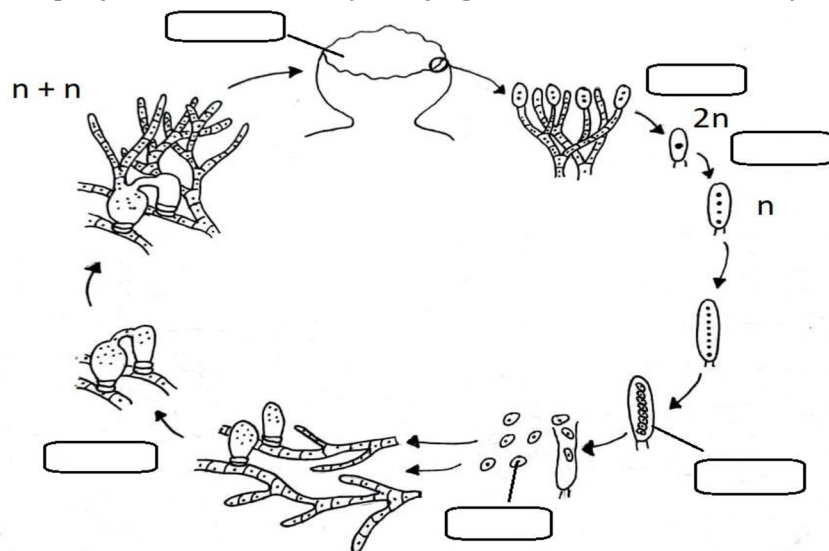




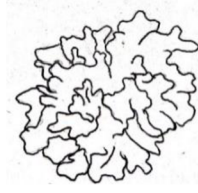
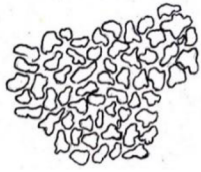
3.6.4 Vlastní testy

Test houby a lišejníky – varianta A

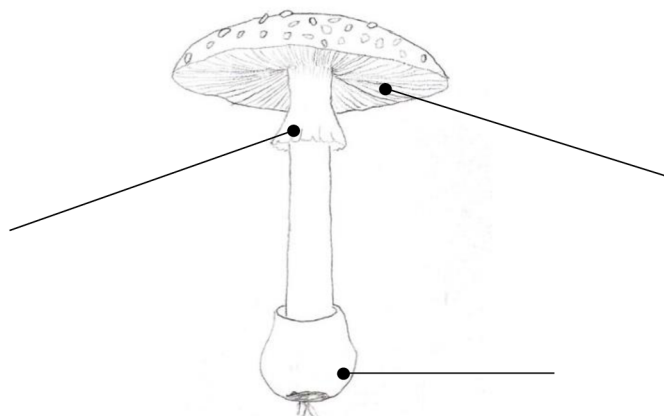
1. Napište názvy pěti oddělení řazených do skupiny Fungi (houby). (3 b)
2. Spojením kterých dvou organismů vzniká lišejník? (1 b)
3. Zásobní látkou většiny hub je ... (1 b)
 - a) škrob
 - b) chitin
 - c) glykogen
 - d) celulóza
4. Přiřaďte čísla jednotlivých pojmů do schématu životního cyklu houby. Určete, jakému oddělení hub odpovídá následující schéma. (4 b)
 - 1) vřecko
 - 2) askospory
 - 3) gametangiogamie
 - 4) karyogamie
 - 5) meióza
 - 6) askokarp



5. Vyberte **nepravdivé** tvrzení o houbách spájivých (*Zygomycota*). (1 b)
 - a) vytvářejí tlustostěnné zygospory
 - b) často se živí saprofyticky
 - c) obvykle tvoří čtyři pohlavní spory na stopkách
 - d) typickým zástupcem je kropidlovec černavý
6. K jednotlivým obrázkům napište název příslušného typu stélky a příklad zástupce. (3 b)



7. Která z následujících hub patří mezi houby **jedlé**? (1 b)
- a) závojenka olovová
 - b) krásnorůžek lepkavý
 - c) čirůvka májovka
 - d) holubinka vrhavka
8. Napište alespoň **tři** příklady využití hub. (1 b)
9. Vyberte **nepravdivé** tvrzení o lišejnících. (1 b)
- a) parazitují na stromech
 - b) v severských zemích slouží jako zdroj potravy pro soby
 - c) využívají se k výrobě barviv nebo lakmusu
 - d) jsou významnými bioindikátory čistoty ovzduší
10. Tato houba vytváří kulovité plodnice s teřichem, v malém množství se používá jako koření. O jakou houbu se jedná? (1 b)
- a) kotrč kadeřavý
 - b) pestřec obecný
 - c) hlízenka
 - d) padlí dubové
11. Doplňte popisky do obrázku. (2 b)



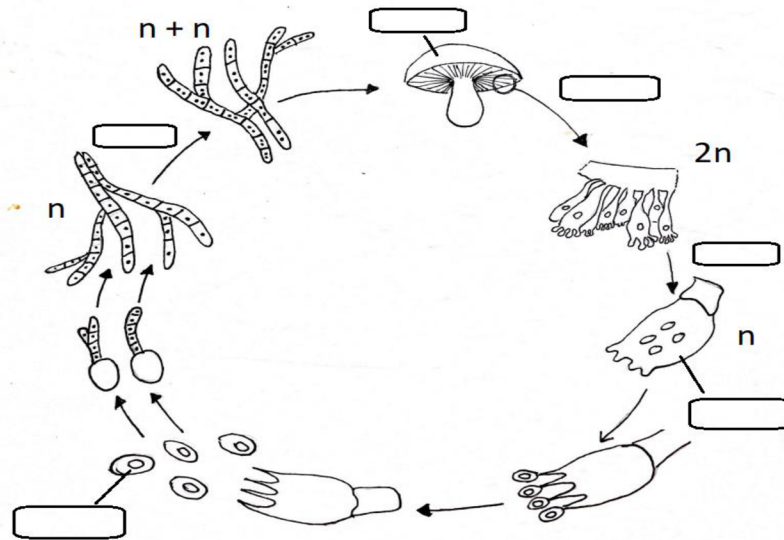
12. Napište název houby, jež se využívá jako modelový organismus v ekotoxikologii. (1 b)
13. Která z těchto chorob **není** způsobena houbou? (1 b)

- a) kadeřavost broskvoní
- b) rakovina brambor
- c) moniliová hniloba
- d) šarka švestek

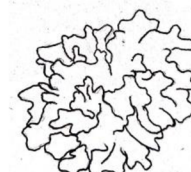
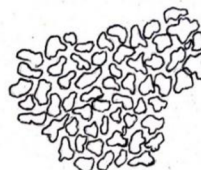
14. Napište název houby produkující antibiotikum penicilin. Jak se jmenoval objevitel účinku penicilinu? (1 b)

Houby a lišejníky – varianta B

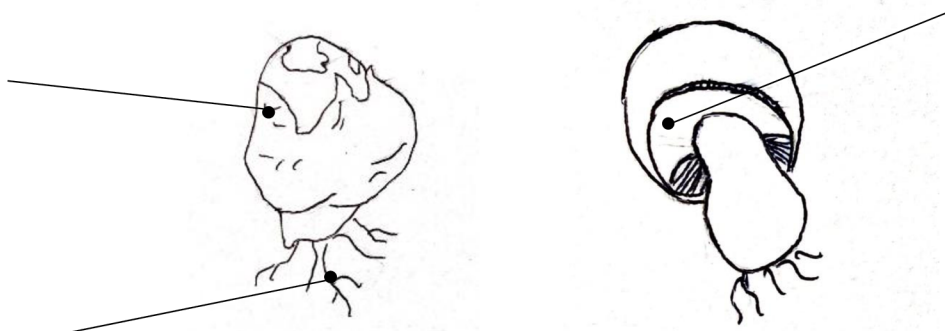
- Napište názvy pěti oddělení řazených do skupiny Fungi (houby). (3 b)
- Buněčná stěna je u většiny hub tvořena ... (1 b)
 - celulózou
 - glykogenem
 - chitinem
 - inulinem
- Vyberte **nepravdivé** tvrzení o chytridiomycetách (*Chytridiomycota*). (1 b)
 - jsou vázány na vodní prostředí
 - vytvářejí pohyblivé zoospory
 - pohlavní spory vznikají ve vřecku
 - do této skupiny patří například rakovinec bramborový
- Spojením kterých dvou organismů vzniká lišejník? (1 b)
- Přiřaďte čísla jednotlivých pojmů do schématu životního cyklu houby. Určete, jakému oddělení hub odpovídá následující schéma. (4 b)
 - bazidie
 - bazidiospory
 - plasmogamie
 - karyogamie
 - meióza
 - basidiokarp



- K jednotlivým obrázkům napište název příslušného typu stélky a příklad zástupce. (3 b)



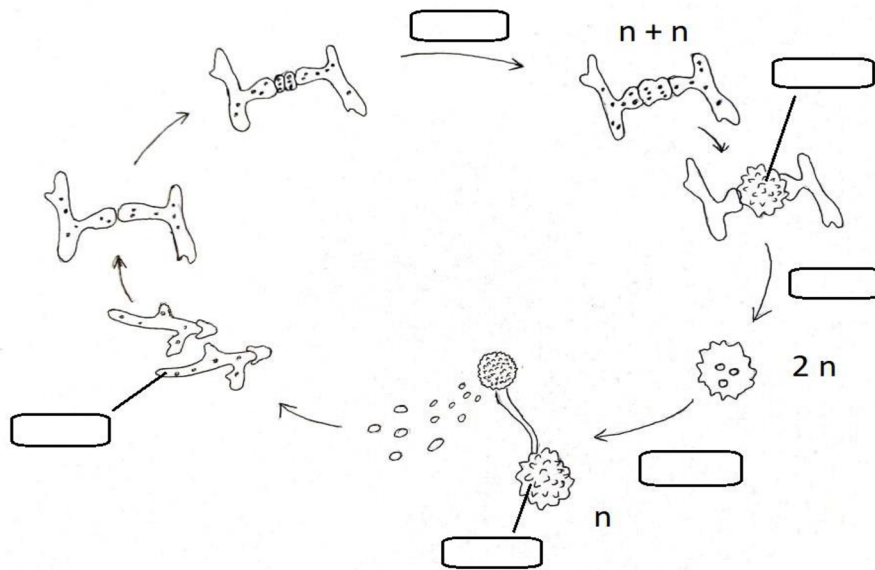
7. Jak označujeme organismy sloužící k určování stavu životního prostředí? (1 b)
8. Napište alespoň **tři** příklady využití kvasinek. (1 b)
9. Která z těchto hub patří mezi houby **jedlé**? (1 b)
- pečárka ovčí
 - pavučinec plyšový
 - závojenka olovová
 - hřib satan
10. Vyberte **pravdivé** tvrzení o lišejnících. (1 b)
- používají se jako modelové organismy v ekotoxikologii
 - využívají se k výrobě některých léčiv
 - parazitují na stromech
 - jejich stélka je výhradně jednobuněčná
11. Tato houba napadá cévnaté rostliny a na jejich listech vytváří šedobílé povlaky.
O jakou houbu se jedná? (1 b)
- dřevnatka mnohotvará
 - opěnka měnlivá
 - měchomršť
 - padlí
12. Napište název houby parazitující v trávicím traktu včel. (1 b)
13. Jak nazýváme mutualistický vztah mezi houbou a cévnatou rostlinou? Uveďte konkrétní příklad. (1 b)
14. Doplňte popisky do obrázků. (2 b)



Test houby a lišejníky – varianta C

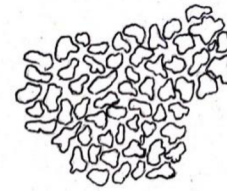
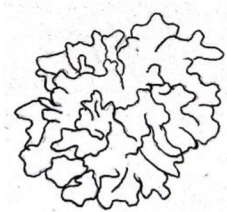
1. Napište názvy pěti oddělení řazených do skupiny Fungi (houby). (3 b)
2. Které z těchto spor jsou tvořeny během **pohlavního** rozmnožování? (1 b)
 - a) askospory
 - b) konidie
 - c) sporangiospory
 - d) chlamydospory
3. Vyberte **nepravdivé** tvrzení o mikrosporidiích (*Microsporidia*). (1 b)
 - a) obvykle dávají vznik osmi pohlavním sporám na stopkách
 - b) často parazitují na členovcích
 - c) jejich spory jsou opatřeny pólovým vláknem
 - d) zástupcem je hmyzomorka bourcová způsobující nemoc pebrina
4. Přiřaďte čísla jednotlivých pojmů do schématu životního cyklu houby. Určete, jakému oddělení hub odpovídá toto schéma. (4 b)

1) somatická hyfa	3) klíčící zygospora	5) karyogamie
2) zygospora	4) plasmogamie	6) meióza



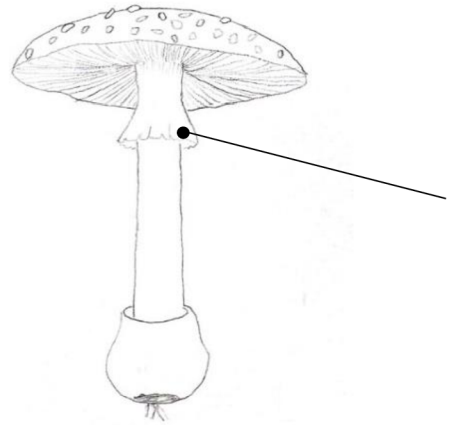
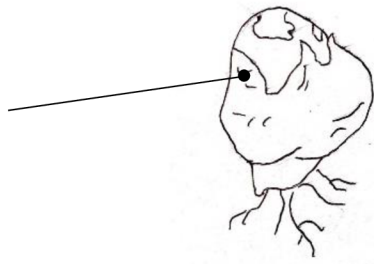
5. Jak se nazývá způsob nepohlavního rozmnožování charakteristický pro kvasinky? (1 b)
6. Jak se jmenuje houba vytvářející námel na obilí? (1 b)
 - a) lysohlávka kopinatá
 - b) paličkovice nachová
 - c) pestřec obecný
 - d) dřevomorka domácí

7. K jednotlivým obrázkům napište název příslušného typu stélky a příklad zá-
stupce. (3 b)



8. Jak označujeme organismy, které jako první osidlují nová stanoviště? (1 b)
9. Napište alespoň **tři** příklady významu hub pro člověka. (1 b)
10. Která z těchto hub **není** jedlá? (1 b)
- a) čirůvka májovka
 - b) pečárka ovčí
 - c) závojenka olovová
 - d) kotrč kadeřavý
11. Vyberte **nepravdivé** tvrzení o lišejnících. (1 b)
- a) žijí epifyticky
 - b) využívají se k výrobě parfémů
 - c) slouží jako bioindikátory čistoty ovzduší
 - d) pohlavní rozmnožování zajišťuje výhradně fotobiont
12. Jak se jmenuje chytridiomyceta napadající hlízy lilkovitých rostlin? (1 b)
13. Jak označujeme pletiva tvořící plodnice stopkovýtrusných hub? Uveďte kon-
krétní příklad takového pletiva. (1 b)
14. Doplňte popisky do obrázků. (2 b)



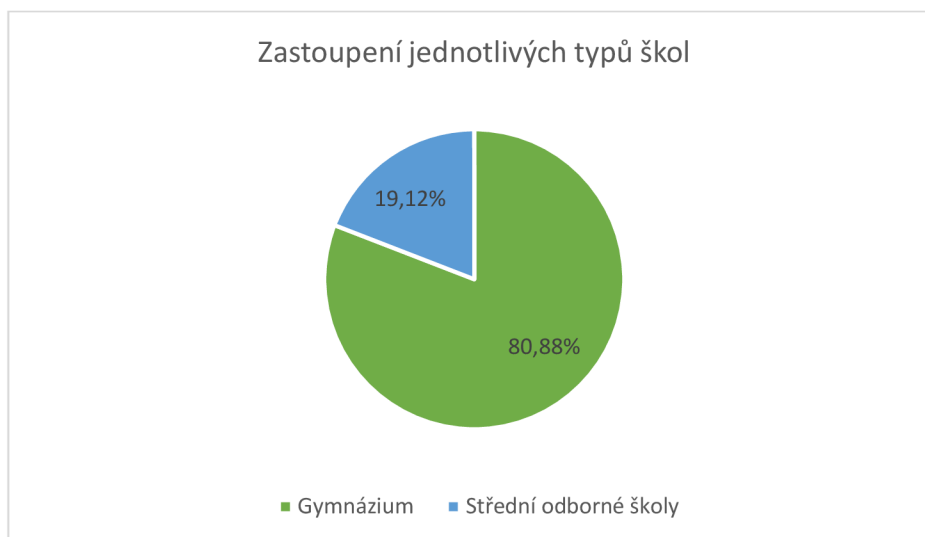


3.7 Dotazník

V první řadě jsem pomocí dotazníku zjišťovala, na jakém typu střední školy zúčastnění učitelé působí. Respondenti mohli vybrat jeden z pěti uvedených typů škol, či uvést svou školu v kolonce „jiné“.

Tab. 5: Zastoupení jednotlivých typů škol

Typ školy	Gymnázium	Střední odborná škola
Počet odpovědí	55	13

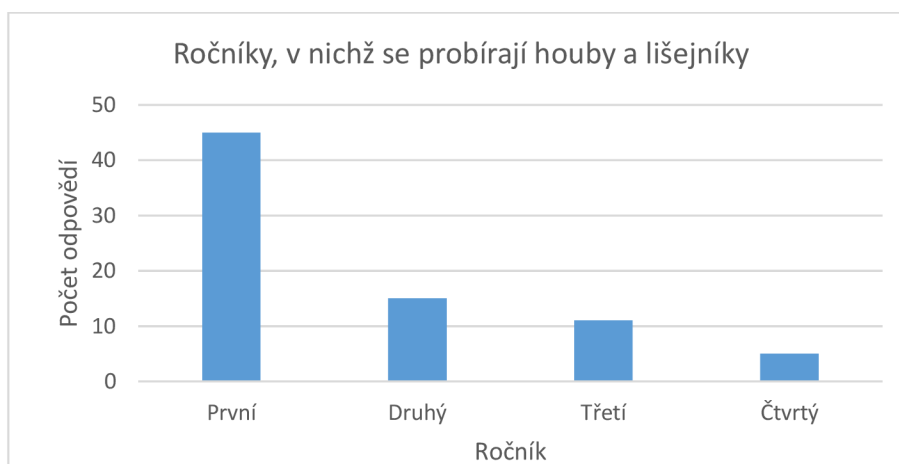


Graf 1: Podíl zastoupení typů škol, na nichž respondenti vyučují biologii

Následující otázka se týkala na ročníky, ve kterých vyučující probírají dané téma (Graf 2). Bylo možné zvolit více odpovědí, a to kvůli existenci specializovaných seminářů, které se zpravidla vyučující až ve vyšších ročnících a v nichž mohou učitelé houby a lišejníky probírat více do hloubky.

Tab. 6: Ročníky, v nichž se probírají houby a lišejníky

Ročník	První	Druhý	Třetí	Čtvrtý
Počet odpovědí	45	15	11	5

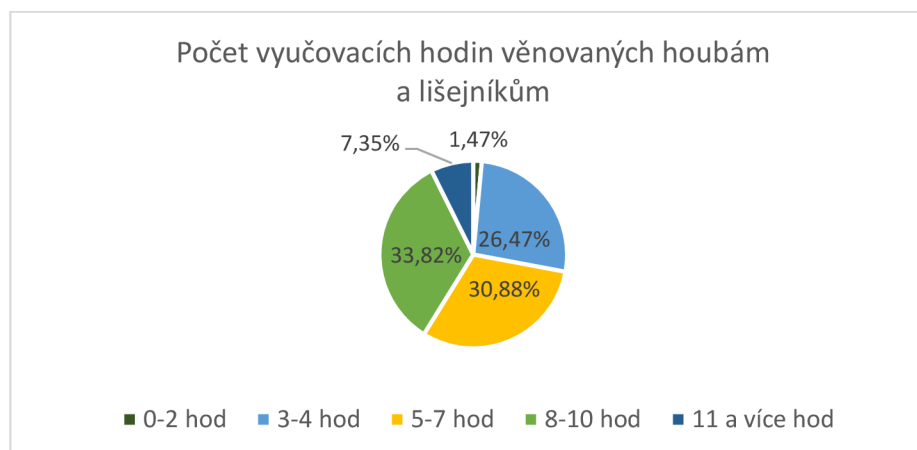


Graf 2: Ročníky, v nichž vyučující probírají tematický celek houby a lišejníky

V nadcházející otázce respondenti uváděli, kolik vyučovacích hodin věnují orientačně výuce daného tematického celku. Do celkového počtu hodin jsou započítány i specializované semináře, nikoliv však laboratorní cvičení.

Tab. 7: Počet vyučovacích hodin věnovaných houbám a lišejníkům

Počet vyučovacích hodin	0-2	3-4	5-7	8-10	11 a více
Počet odpovědí	1	18	21	23	5

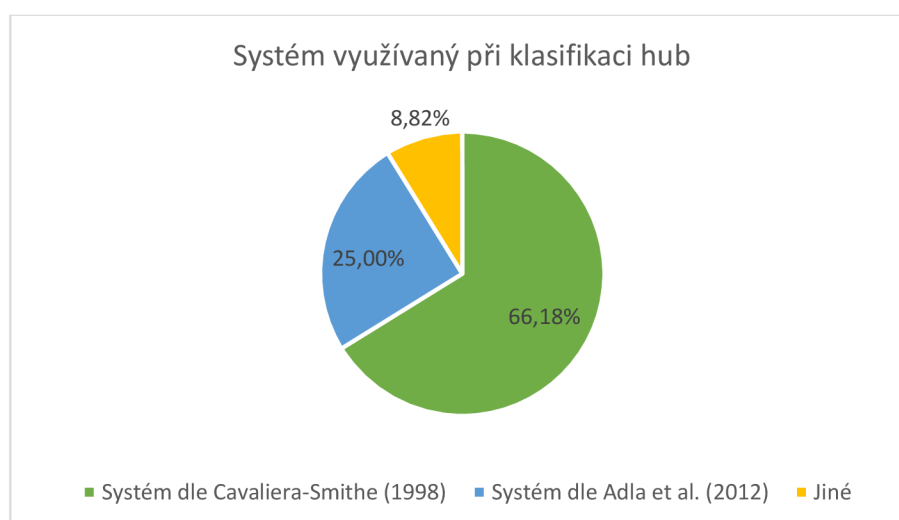


Graf 3: Počet vyučovacích hodin (včetně specializovaných seminářů) věnovaných houbám a lišejníkům

Součástí dotazníku byla také otázka zaměřená na systém, jenž využívají učitelé při klasifikaci hub. Bylo možné zvolit pouze jednu odpověď.

Tab. 8: Systém využívaný při klasifikaci hub

Systém	Cavalier-Smith	Adl et al.	Jiné
Počet odpovědí	45	17	6

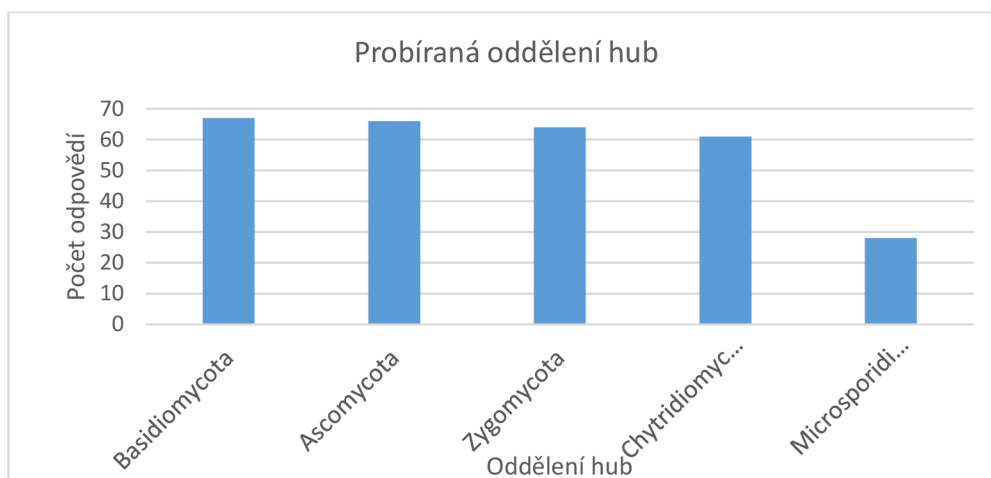


Graf 4: Systém, jímž se vyučující řídí při klasifikaci hub

Dále účastníci vybírali ta oddělení hub, s nimiž své žáky seznamují v rámci klasických hodin nebo specializovaných seminářů.

Tab. 9: Probíraná oddělení hub

Oddělení	Basidio.	Asco.	Zygo.	Chytridio.	Mikrosporidio.
Počet odpovědí	67	66	64	61	28

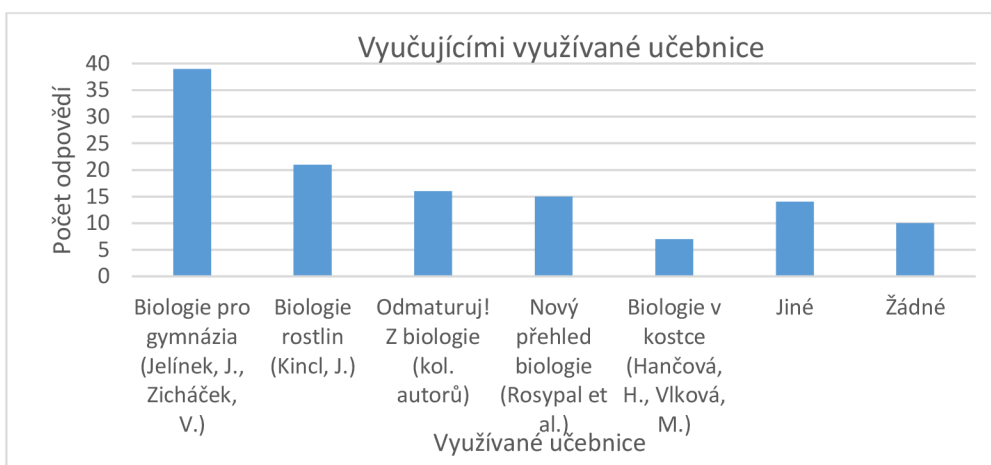


Graf 5: Oddělení hub, se kterými seznamují učitelé své žáky

Další část dotazníku byla zaměřená na učebnice nejčastěji využívané při probírání hub a lišejníků. Účastníci byli jednak dotázáni na učebnice, jež využívají oni sami při výuce (Graf 6), jednak na učebnice, které při studiu v ideálním případě využívají jejich žáci (Graf 7). Na výběr bylo v obou případech pět nejznámějších učebnic, dále možnost „jiné“ a „žádné“, vybráno mohlo být více odpovědí.

Tab. 10: Vyučujícími využívané učebnice

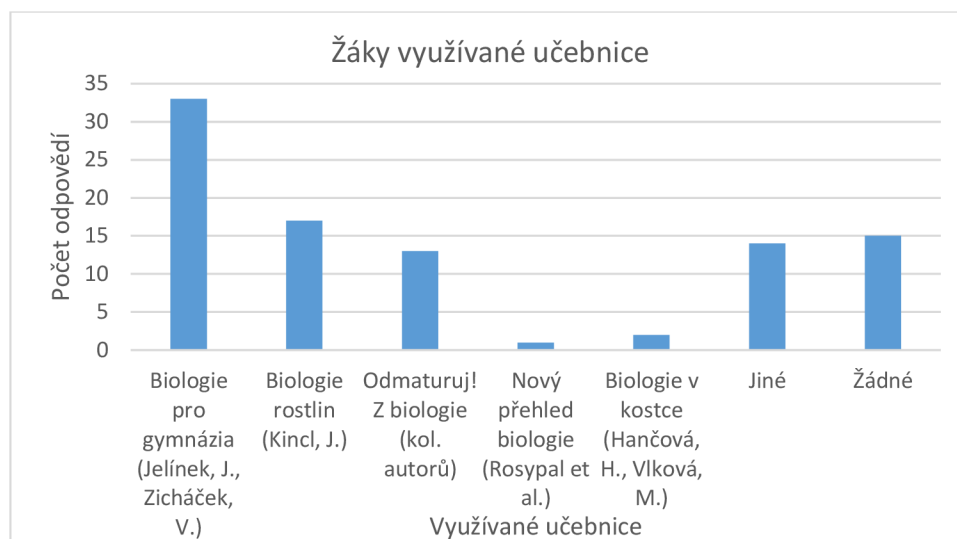
Učebnice	Biologie pro gymnázia	Biologie rostlin	Odmaturuj! z biologie	Nový přehled biologie	Biologie v kostce	Jiné	Žádné
Odpovědi	39	21	16	15	7	14	10



Graf 6: Učebnice biologie využívané vyučujícími při výuce hub a lišejníků

Tab. 11: Žáky využívané učebnice

Učebnice	Biologie pro gymnázia	Biologie rostlin	Odmaturuj! z biologie	Nový přehled biologie	Biologie v kostce	Jiné	Žádné
Odpovědi	33	17	13	1	2	14	15

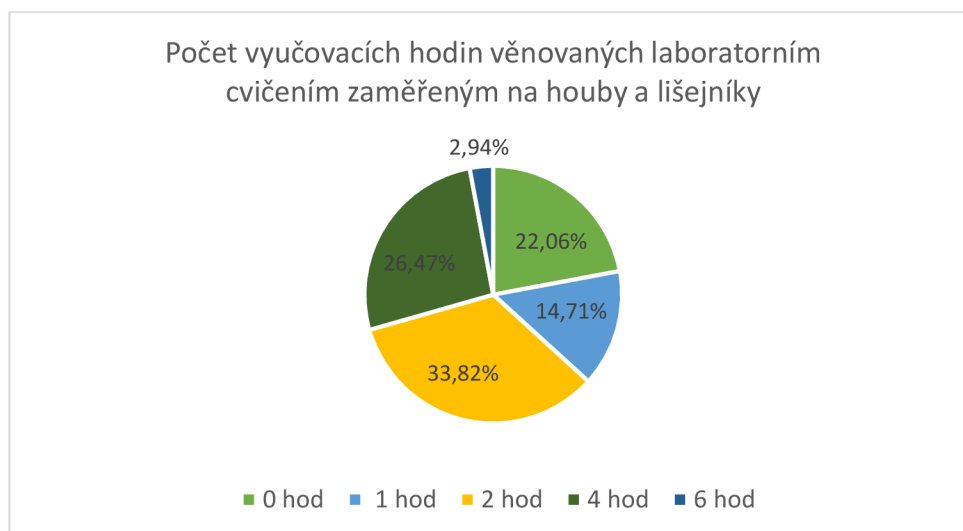


Graf 7: Učebnice biologie, jež využívají žáci dotázaných učitelů při studiu tematického celku houby a lišejníky

V následující otázce měli účastníci napsat přibližný počet vyučovacích hodin věnovaných laboratorním cvičením zaměřeným na houby a lišejníky (Graf 8).

Tab. 12: Počet vyučovacích hodin věnovaných laboratorním cvičením

Počet vyučovacích hodin	0	1	2	4	6
Počet odpovědí	15	10	23	18	2

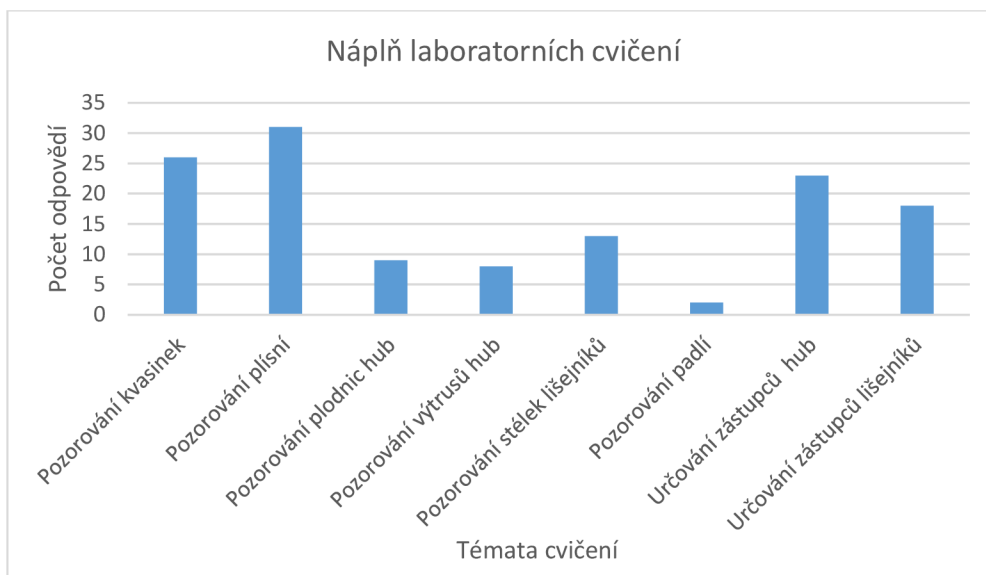


Graf 8: Počet hodin věnovaných cvičením zaměřeným na houby a lišejníky

V další otázce byli respondenti požádáni, aby uvedli konkrétní témata laboratorních cvičení, která s žáky realizují, v případě, že věnují část laboratorních cvičení houbám a lišejníkům (Graf 9). Po jedné odpovědi zastoupené náměty, jež respondenti realizují spíše výjimečně, nebyly kvůli nepravidelnému zařazení do výuky zahrnuty do výsledného grafu.

Tab. 13: Konkrétní témata laboratorních cvičení věnovaných houbám a lišejníkům

Téma	Kvasinky	Plísně	Plodnice	Výtrusy	Lišejníky	Padlí	Zástupci H	Zástupci L
Odpovědi	1	18	21	23	5	2	23	18

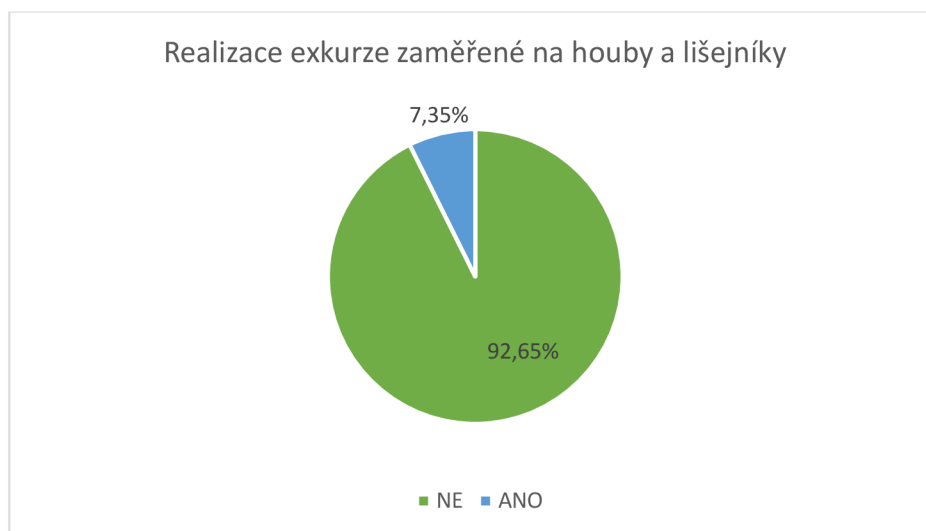


Graf 9: Konkrétní témata laboratorních cvičení věnovaných houbám a lišejníkům

Poslední otázka se ptala, zda vyučující realizují povinnou exkurzi zaměřenou na houby a lišejníky. Na konci dotazníku někteří účastníci doplňovali detaily, aby blíže specifikovali svou odpověď.

Tab. 14: Realizace exkurze věnované houbám a lišejníkům

Realizace exkurze	Ano	Ne
Počet odpovědí	5	63



Graf 10: Realizace povinné exkurze zaměřené na houby a lišejníky

4 Diskuze

Jelikož studium hub a lišejníků může být pro žáky náročné, pokusila jsem se v této práci mj. vytvořit materiály, které by mohly přispět k zefektivnění výuky a aktivizaci žáků v hodinách biologie. Velký potenciál shledávám v úlohách rozšiřujících schopnosti správné determinace hub, zejména pak rozlišení jedlých a jedovatých druhů a v některých zajímavostech, jež jsou ve většině případů převzaty z populárně naučných časopisů.

4.1 Využité pracovní listy

Po ozkoušení vybraných pracovních listů mohu konstatovat, že při vyplňování si žáci vedli velmi dobře. Co se týče listu zaměřeného na vřeckovýtrusné houby, většina z celkových 24 žáků získala plný počet bodů, největší úspěch mělo cvičení č. 2, ve kterém měli žáci nakreslit jednoduché obrázky znázorňující příklady využití kvasinek – žáci si dali s obrázky velkou práci, ba dokonce své výtvořky nadšeně ukazovali vyučujícímu.

Pracovní list na stopkovýtrusné houby odevzdalo celkem 25 žáků, relativně velkou chybovost vykazovala úloha č. 5, ve které měli žáci ze série obrázků vybrat jedlé houby – zobrazenou závojenku olovovou cca třetina žáků zaměňovala za jedlou čirůvku májovku. Osm žáků se také pokusilo vyplnit bonusovou otázku zabývající se účinky psilocybinu na lidský organismus.

V posledním pracovním listu, jenž byl věnován lišejníkům, nenastaly žádné problémy, až na pár drobných výjimek získávali žáci povětšinou plný počet bodů. Na základě kreativních odpovědí usuzuji, že žáky nejvíce oslovila úloha č. 3, ve které měli navrhnout svou vlastní firmu zpracovávající lišejníky. Pouze dva žáci vyplnili závěrečnou bonusovou otázku, ve které měli zjišťovat stav čistoty ovzduší v okolí svého bydliště na základě přítomnosti lišejníků.

Jako problematická by mohla být v případě vytvořených pracovních listů vnímána grafická podoba, která s sebou vedle vizuální atraktivity nese jistá úskalí. Listy obsahují mnoho fotografií, u nichž je kvůli charakteru cvičení žádoucí, aby byly vytištěny barevně, v případě některých škol však může být tisk tolika barevných listů pro celou třídu náročný až nerealizovatelný. Zde přichází na scénu představa a technické možnosti jednotlivých vyučujících. Pracovní listy je možné individuálně zaslat žákům, kteří si je sami vytisknou. Další z možností je černobílý tisk s promítáním barevné verze na dataprojektoru. Třetí, avšak určitě nikoliv poslední možností je využití tabletů, notebooků, či smartphonů, s jejichž pomocí mohou žáci materiály hravě vyplnit bez nutnosti tisku. Po zvážení všech výhod a nevýhod si každý vyučující jistě najde optimální řešení.

4.2 Využité náměty na laboratorní cvičení

První cvičení – Pozorování kvasinek – ekotoxikologický test – se obešlo bez větších komplikací, žáci neměli s vyplněním protokolu problém, přesto prošel protokol po realizaci drobnými úpravami (např. tabulka na zaznamenávání výsledků je v nové verzi zcela prázdná a žáci si ji doplní sami podle dostupných chemikálií).

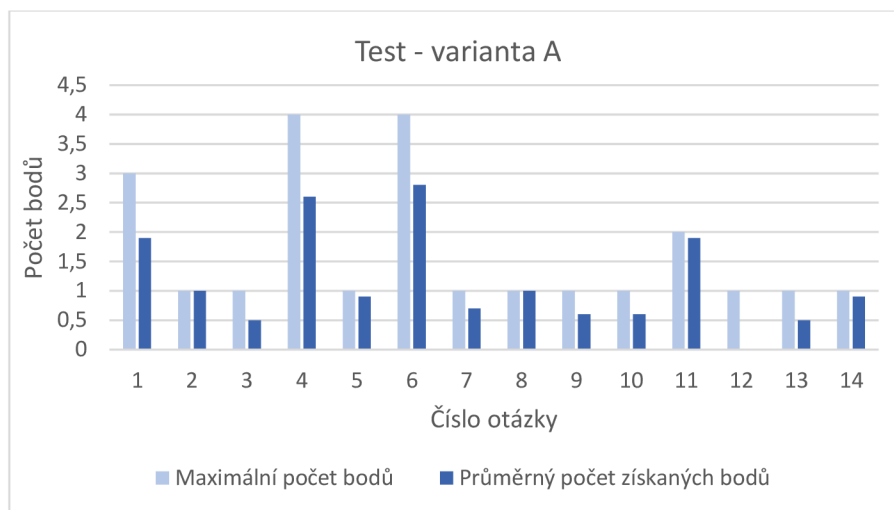
Při realizaci cvičení Pozorování plísní a Pozorování stélek lišejníků nebyly zaznamenány žádné obtíže, náročné bylo pouze zhotovení skutečně tenkých řezů stélkou lišejníku.

Chemické látky obsažené v žampionech jakožto poslední z realizovaných cvičení proběhlo podle představ, podle nadšení žáků soudím, že je toto téma oslovilo. Některé úlohy se dokonce vydařily nad očekávání dobře (překvapivě výrazné plamenové zkoušky). Toto cvičení vnímám velice kladně, jelikož klade důraz na mezipředmětové vazby a žáci si díky němu více uvědomují, v jak těsném vztahu se nacházejí přírodní vědy.

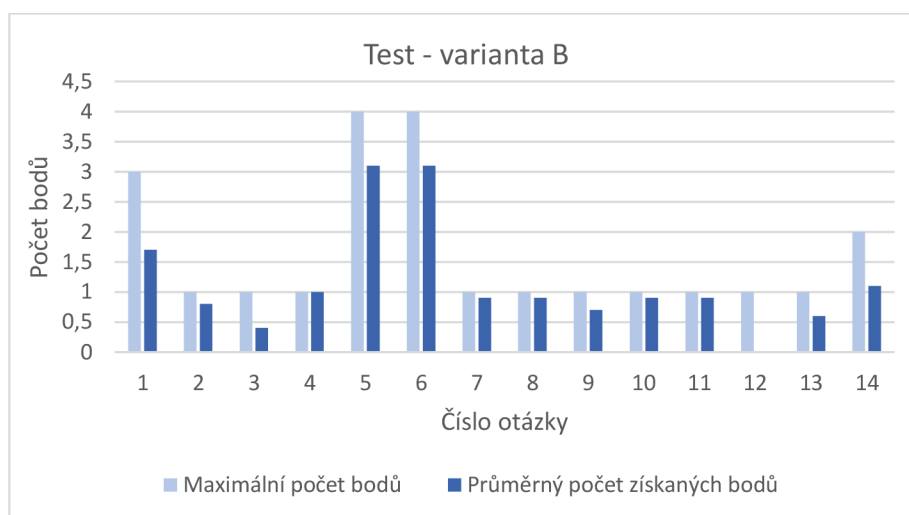
4.3 Závěrečný test

Průměrný bodový zisk celé třídy (26 žáků) v testu byl 15,7 bodů z celkových 22. Modus odpovídal hodnotě 16,5 bodů. Jak je patrné z grafů níže (Graf 11, Graf 12), zdaleka nejproblémovější byly otázky, jímž v obou variantách příslušelo pořadové číslo 12. V případě varianty A se otázka dotazovala na název houby využívané jako modelový organismus v ekotoxikologii. Ve variantě B se otázka ptala na název houby parazitující v trávicím traktu včel. Problémovou byla také v pořadí hned první otázka (stejná v obou variantách), u níž měli žáci napsat názvy pěti oddělení řazených do říše *Fungi*. Zatímco téměř všichni žáci si vzpomněli na hlenky, nádorovky nebo oomycety, nikdo z účastníků nezařadil do odpovědi mikrosporidie. Oddělení spájkivé, vřeckovýtrusné a stopkovýtrusné houby pak odpověděla většina žáků, někteří psali pouze „pravé houby“. Naproti tomu se žákům dařilo zejména v otázkách zaměřených na doplňování pojmů do schémat životních cyklů hub a v otázkách, v nichž měli rozlišit jedlé a nejedlé druhy, či vymyslet příklady praktického využití hub. Otázky zaměřené na lišejníky zaznamenaly také vysoké procento správných odpovědí.

Relativně nízkou úspěšnost v testu si vysvětluji primárně nedostatečným zkonzultováním testových otázek s vyučujícím, žáci se tak s některými informacemi nemuseli v hodinách přímo setkat. Otázky sice vycházely z vytvořených materiálů, avšak ne všechny materiály si žáci reálně vyzkoušeli – zde bych zmínila pracovní list věnovaný mikrosporidiím, chytridiím a houbám spájkivým, který žákům očividně chyběl, neboť ve dvou otázkách, jež se týkaly mikrosporidií, nebyla zaznamenána jediná správná odpověď. Přesto musím konstatovat, že si v ostatních odvětvích žáci vedli dobře.



Graf 11: Počet bodů získaných v testu varianty A



Graf 12: Počet bodů získaných v testu varianty B

4.4 Dotazníkové šetření

Více než 80 % dotázaných učitelů působí na gymnáziu, zbylí učitelé působí na jiných typech středních škol, jmenovitě jde o střední školy zdravotnické, zemědělské, průmyslové a veterinární, z praktických důvodů byly ve vyhodnocení tyto školy sloučeny do jediné kategorie (Graf 1). Nejvíce respondentů (66,18 %) uvedlo, že téma houby a lišejníky probírá v prvním ročníku. Podstatně méně učitelů pak téma probírá v následujících třech ročnících (Graf 2). Jak je patrné z Grafu 3, nejčastěji je houbám a lišejníkům věnováno mezi osmi až deseti vyučovacími hodinami, uvedlo tak 30,88 % respondentů. Nejmenší zaznamenaný počet vyučovacích hodin věnovaný houbám a lišejníkům odpovídal hodnotě jedna (1,47 % respondentů).

Celkem 66, 18 % respondentů využívá při klasifikaci systém dle Cavaliera-Smithe z roku 1998, houby tedy řadí do samostatné říše houby. Pouze 25 % respondentů využívá modernější klasifikace dle Adla et al. z roku 2012, podle které jsou houby řazeny do superskupiny *Opisthokonta*. 8,82 % respondentů klasifikuje houby jiným způsobem, konkrétní odpověď však bohužel nebyla zaznamenána, jednou z potenciálních možností je ale kombinace obou systémů (Graf 4). S tím souvisí i otázka, s jakými od-

děleními hub seznamují respondenti své žáky. Oddělení *Basidiomycota* a *Ascomycota* vybrali téměř všichni zúčastnění. O něco méně učitelů vybralo též oddělení *Zygomycota* a *Chytridiomycota*, stále se však jednalo o zhruba 90 % učitelů. Výrazný pokles však zaznamenalo oddělení *Microsporidiomycota*, s nímž své žáky seznamuje pouze 41,18 % všech respondentů (Graf 5). Klasifikace tohoto oddělení je vnímána jako problematická a v některých učebnicích biologie se s mikrosporidii ani nesetkáme.

Z hlediska využívaných učebnic, jak ze strany vyučujících, tak ze strany žáků, dominuje Biologie pro gymnázia (Graf 6, Graf 7). Učebnici využívá 57,36 % všech účastníků. Že tutéž učebnici využívají i jejich žáci, uvedlo celkem 48,53 % dotázaných. Oblíbenost této učebnice nepochybně souvisí s množstvím informací v učebnici uvedených, jelikož zahrnuje náplň v podstatě celého středoškolského studia. Názorná schémata a obrázky též přispívají k vyšší oblíbenosti. Učiteli nejméně využívanou je ze zmíněných učebnic Biologie v kostce s 10,29 %, jež je svým obsahem relativně stručná. Naproti tomu v případě žáků je nejméně využívanou učebnicí Nový přehled biologie, zmínilo ji pouze 1,47 % respondentů. Zde však pozorujeme zajímavý obrat, neboť ze strany učitelů je tato učebnice relativně hojně využívána (22,06 % respondentů). To může být pravděpodobně zapříčiněno množstvím učiva, jež učebnice pokrývá a jež je mnohdy vysoce nad rámec středoškolských hodin biologie. 14,71 % respondentů uvedlo, že sami při výuce zmíněného tematického celku nepoužívají žádné učebnice, 22,06 % pak uvedlo, že jejich žáci nevyužívají při studiu téhož tématu žádné učebnice.

Laboratorním cvičení jsou nejčastěji věnovány dvě vyučovací hodiny, uvedlo tak 33,82 %. Necelých 30 % učitelů pak houbám a lišejníkům věnuje čtyři vyučovací hodiny. Celkem 22,06 % respondentů uvedlo, že houbám a lišejníkům nevěnují ani jednu hodinu laboratorního cvičení (Graf 8). Podle odpovědí účastníků se tak děje zejména proto, že laboratorní cvičení na jejich škole vůbec neprobíhají, nebo se začínají učit až ve třetím ročníku, kdy už téma houby a lišejníky neprobírají, nebo vyhrazený čas věnují raději jiným tématům. Náplně realizovaných cvičení jsou různé, sešlo se zde velké množství odpovědí, nejčastěji se však objevovaly varianty s pozorováním plísní (45,59 % odpovědí), konkrétně plísně hlavičkové, kropidlovce a štětičkovce, a pozorováním kvasinek (38,24 % odpovědí), dále určování makroskopických zástupců hub (33,82 % odpovědí) nebo lišejníků (26,47 % odpovědí) (Graf 9). Několik respondentů uvedlo, že určování hub a lišejníků probíhá přímo v terénu. Zastoupená se objevila také některá cvičení, jež vyučující realizují spíše výjimečně – ekologie hub, medicínální houby, biomonitoring pomocí lišejníků v rámci terénního cvičení.

Nenahraditelnou součástí studia mykologie, potažmo lichenologie, je samotná práce v terénu, kde mohou žáci zblízka poznat skutečné kouzlo hub. Povinné exkurze zaměřené na houby a lišejníky však realizuje pouhých 7,35 % respondentů. Někteří exkurzi realizují podle času a počasí, není tedy absolvována každým rokem. Další z respondentů se se žáky čtvrtého ročníku, jež navštěvují biologický seminář, účastní výstavy hub, jež se koná na podzim v Muzeu Východních Čech. V další odpovědi vyučující uvádí, že spolupracuje s Mykologickým kroužkem Trutnov, z. s., exkurze a podobné aktivity jsou realizovány podle času a potřeby. V tomto ohledu je jistě nápo-

mocná ta skutečnost, že velká část obyvatel České republiky patří mezi nadšené houbaře, což je staví do značně výhodné pozice. Právě záliba v houbaření může žáky více naladit ke studiu hub a sbírání dalších zkušeností ve volném čase. Spousta žáků má již od dětství základní schopnost determinace běžných druhů hub a alespoň stručnou představu o jejich ekologii. Určitě je ale na místě, aby učitel seznámil žáky s dalšími možnostmi rozvíjení svých znalostí, jakými jsou například právě zmiňované exkurze a vycházky, výstavy, či mykologické poradny, jež v současné době působí i online na sociálních sítích.

Celkově je z dotazníkového šetření patrné, že houbám a lišejníkům není v rámci klasických hodin biologie obvykle věnováno příliš prostoru, značný posun je však patrný na specializovaných seminářích. Pozitivní je ovšem ta skutečnost, že v naprosté většině případů se pak s houbami a lišejníky žáci minimálně jednou setkají na laboratorním cvičení, leckdy také přímo v terénu. Do budoucna by dozajista stálo za zvážení, zda se nepokusit přijít s návrhem na zlepšení této situace, jedná se však o velice nelehký úkol a zůstává otázkou, na kolik je tento záměr vůbec proveditelný.

Závěr

V rešeršní části práce byly sepsány nejdůležitější poznatky z oblasti mykologie a lichenologie, jež slouží středoškolským učitelům biologie jako souhrnný podklad při přípravě na výuku. Součástí je též analýza nejběžněji využívaných učebnic biologie, důraz je kladen na přítomnost odborných termínů a zástupců hub a lišejníků. Nejvíce informací, zástupců a obrazového materiálu z vybraných publikací obsahuje Nový přehled biologie.

V rámci praktické části bylo vytvořeno celkem pět pracovních listů vhodných do klasických hodin biologie, či do hodin specializovaných seminářů. Dále bylo sepsáno pět námětů na laboratorní cvičení – nezbytnou součást studia biologie. Vytvořeny byly také čtyři didaktické hry, jež je též vhodné průběžně zařazovat do výuky. Jako podpůrný prostředek pro výklad byly vytvořeny dvě PowerPointové prezentace obsahující převážně obrazový materiál sloužící k názorné ilustraci dané problematiky. Závěrečný test, zhotovený ve třech variantách, vychází z poznatků uvedených v pracovních listech, cvičeních a prezentacích a ověřuje, zda došlo k dosažení vybraných stanovených kognitivních cílů vycházejících z RVP.

Vybrané materiály byly ozkoušeny v praxi na Biskupském gymnáziu v Hradci Králové a na Gymnáziu U Balvanu v Jablonci nad Nisou. Dosažené výsledky a zpětná vazba od žáků potvrzují, že zařazení vytvořených materiálů do výuky působí na žáky pozitivně, vede k jejich motivaci a aktivizaci. Pracovní listy žáky mj. učí pracovat s knižními a elektronickými zdroji, slouží k upevnění a zároveň ověření nabytých vědomostí. V rámci laboratorních cvičení pak dochází ke zdokonalování dovedností v biologické laboratoři, rozvíjení schopnosti samostatné práce a interpretace získaných výsledků.

Na základě výsledků dotazníkového šetření si lze udělat bližší představu o způsobu realizace výuky tematického celku houby a lišejníky na různých středních školách v České republice. Výsledky naznačují, že sledované téma je v některých případech

relativně opomíjeno. Přesto se většina učitelů snaží věnovat čas reálnému seznámení žáků s houbami a lišejníky at' už v rámci laboratorních, nebo terénních cvičení.

Seznam použité literatury

1. ADL, S. M., et al. (2012): The Revised Classification of Eukaryotes [online], *Journal of Eukaryotic Microbiology*, **59**(5), 429-514. ISSN 1550-7408. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>
2. BALADA, J. et al. (2007): *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze. 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3
3. BANUETT, F. (2015): From Dikaryon to Diploid [online], *Fungal Biology Reviews*, **29**(3-4), 194-208. ISSN 1749-4613. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2015.08.001>
4. BENEŠOVÁ, M., HAMPLOVÁ, H., KNOTOVÁ, K., LEFNEROVÁ, P., PFEIFEROVÁ, E., SÁČKOVÁ, I., SATRAPOVÁ, H. (2013): *Odmaturuj! z biologie*. 2. vyd. Brno: Didaktis. 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9
5. BENNY, G. L., HUMBER, R. A., MORTON, J. B. (2001): Zygomycota: Zygomycetes [online]. *The Mycota: Systematics and Evolution*. McLAUGHLIN, D. J., McLAUGHLIN, E. G., LEMKE, P. A. [eds]. Berlin: Springer. 113-146. ISBN 978-3-662-10376-0. Dostupné z WWW: https://doi.org/10.1007/978-3-662-10376-0_6
6. CAMPBELL, N. A., REECE, J. B. (2006): *Biologie*. 1. vyd. Brno: Computer press. 1332 s. ISBN 80-251-1178-4
7. CIVIŠ, P., VOJAR, J., BALÁŽ, V. (2010): Chytridiomykóza – hrozba pro naše obojživelníky? [online], *Ochrana přírody*, **65**(4), 18-20. ISSN 1210-258X. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z WWW: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/chytridiomykoza-hrozba-pro-nase-obojzivelnyky/>
8. DEACON, J. W. (2006): *Fungal Biology* [online]. 4. vyd. Oxford: Blackwell Publishing. 380 s. ISBN 9781118685068. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1002/9781118685068>
9. DIX, N. J., WEBSTER, J. (1995): *Fungal Ecology* [online]. 1. vyd. Dordrecht: Springer. 549 s. ISBN 978-94-011-0693-1. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0693-1>
10. HAGEN, J. B. (2012): Five Kingdoms, More or Less: Robert Whittaker and the Broad Classification of Organisms [online], *BioScience*, **62**(1), 67-74. ISSN 1525-3244. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.11>
11. HALDA, J., KUČERA, J., KOVAL, Š. (2016): *Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub 1 – mechorosty a lišejníky*. 1. vyd. Vrchlabí: Správa KRMAP. 440 s. ISBN 978-80-7535-027-5
12. HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M. (2006): *Biologie I. v kostce*. 3. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment. 112 s. ISBN 80-7200-971-0
13. HOLEC, J., BIELICH, A., BERAN, M. (2012): *Přehled hub střední Evropy*. 1. vyd. Praha: Academia. 624 s. ISBN 978-80-200-2077-2
14. HROUDA, P. (2015): *Obecná mykologie* [online]. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. [cit. 2022-01-15]. Dostupné z WWW: <https://www.sci.muni.cz/botany/mycology/mykolog.htm>

15. HUDSON, H. J. (1991): *Fungal Biology*. 1. vyd. Cambridge: Cambridge University Press. 306 s. ISBN 978-0521427739
16. JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. (2014): *Biologie pro gymnázia*. 11. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 579 s. ISBN 978-80-7182-338-4
17. KALINA, T., VÁŇA, J. (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum. 606 s. ISBN 80-246-1036-1.
18. KINCL, L., KINCL, M., JARKLOVÁ, J. (2006): *Biologie rostlin*. 4. vyd. Praha: Fortuna. 303 s. ISBN 80-7168-947-5
19. KIRIMURA, K., HONDA, Y., HATTORI, T. (2011): *Comprehensive Biotechnology* [online]. 2. vyd. Cambridge: Academic Press. 5320 s. ISBN 9780080885049 [cit. 2022-01-26]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00169-0>
20. KONVALINKOVÁ, T. (2017): Symbióza, kam se podíváš. O arbuskulárně mykorhizních houbách a soužití s rostlinami [online], *Živa*, 5, 233-236. ISSN 0044-4812. [cit. 2022-01-22]. Dostupné z WWW: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/symbioza-kam-se-podivas-o-arbuskularne-mykorhiznic.pdf>
21. LIŠKA, J. (2000): Vázaný a nevázaný život lišejníků [online], *Vesmír*, 79(11), 623. ISSN 1214-4029. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z WWW: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2000/cislo-11/vazany-nevazany-zivot-lisejniku.html>
22. MIHULKA, S. (2001): Pomáhaly houby rostlinám na souš? [online], *Vesmír*, 80(7), 374. ISSN 1214-4029. [cit. 2022-01-22]. Dostupné z WWW: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2001/cislo-7/pomahaly-houby-rostlinam-sous.html>
23. PARNISKE, M. (2008): Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses [online], *Nature Reviews Microbiology*, 6, 763-775. ISSN 1740-1534. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1038/nrmicro1987>
24. ROSYPAL, S. et al. (2003): *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia. 797 s. ISBN 80-7183-268-5
25. SEDLÁŘOVÁ, M., VAŠUTOVÁ, M. (2007): *Atlas houbových organismů*. [online]. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <http://botany.upol.cz/atlas/system>
26. SLAVÍKOVÁ, R. (2012): Jak se obchoduje v podzemí? [online], *Vesmír*, 91(3), 144. ISSN 1214-4029. [cit. 2022-01-22]. Dostupné z WWW: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2012/cislo-3/jak-se-obchoduje-podzemi.html>
27. SMITH, S. E., READ, D. J. (2008): *Mycorrhizal symbiosis*. 3. vyd. Londýn: Academic Press. 800 s. ISBN 9780080559346
28. TEDERSOO, L., SÁNCHEZ-RAMÍREZ, S., KÖLJALG, U. et al. (2018): High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses [online], *Fungal Diversity*, 90, 135–159. ISSN 1878-9129. [cit. 2022-01-21]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0401-0>

29. VÁŇA, J. (1996): *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 164 s. ISBN 80-7184-175-7
30. VÁVRA, J. (2017): Mikrosporidie: houby, co nevypadají jako houby, aneb Sestry říše Fungi? [online], *Živa*, 5, 257-261. ISSN 0044-4812. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z WWW: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/mikrosporidie-houby-co-nevypadaji-jako-houby-aneb.pdf>
31. VÁVRA, J., LARSSON, J. I. R. (2014): Structure of the Microsporidia [online]. *The microsporidia and microsporidiosis*. WITTNER, M., WEISS, L. M. [eds]. 1. vyd. Washington, D. C.: ASM Press. 7-84. ISBN 9781683672616. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1128/9781555818227.ch2>
32. VINTER, V., KRÁLÍČEK, I., MÜLLER, L., SMOLOVÁ, I., HRUBÝ, D., CHODOROVÁ, M. (2009): *Příručka pro začínající učitele biologie*. 1. vyd. Šumperk: Trifox. 243 s. ISBN 978-80-904309-4-5
33. WEBSTER, J., WEBER, R. W. S. (2007): *Introduction to Fungi* [online]. 3. vyd. Cambridge: Cambridge University Press. 867 s. ISBN 9780511809026. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511809026>
34. WIJAYAWARDENE, N. et al. (2020): Outline of Fungi and fungus-like taxa [online], *Mycosphere*, **11**(1), 1160-1456. ISSN 2077-7019. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>

Seznam obrázků

- Obr. 1: Schematický strom eukaryotických organismů
- Obr. 2: Novodobá klasifikace říše *Fungi*
- Obr. 3: Základní typy mykorrhizy
- Obr. 4: Životní cyklus chytridiomycet
- Obr. 5: Životní cyklus hub spájivých
- Obr. 6: Životní cyklus hub vřeckovýtrusných
- Obr. 7: Životní cyklus hub stopkovýtrusných
- Obr. 8: Biologie pro gymnázia
- Obr. 9: Biologie rostlin
- Obr. 10: Nový přehled biologie
- Obr. 11: Odmaturuj! z biologie
- Obr. 12: Biologie v kostce

Seznam tabulek

- Tab. 1: Typy mykorrhizy
- Tab. 2: Typy pohlavního rozmnožování u hub
- Tab. 3: Srovnání vybraných středoškolských učebnic z hlediska přítomnosti doporučených odborných termínů dle Vintera et al. (2009)
- Tab. 4: Srovnání vybraných středoškolských učebnic z hlediska přítomnosti doporučených zástupců dle Vintera et al. (2009)
- Tab. 5: Zastoupení jednotlivých typů škol

- Tab. 6: Ročníky, v nichž se probírají houby a lišejníky
Tab. 7: Počet vyučovacích hodin věnovaných houbám a lišejníkům
Tab. 8: Systém využíváný při klasifikaci hub
Tab. 9: Probíraná oddělení hub
Tab. 10: Vyučujícími využívané učebnice
Tab. 11: Žáky využívané učebnice
Tab. 12: Počet vyučovacích hodin věnovaných laboratorním cvičením
Tab. 13: Konkrétní témata laboratorních cvičení věnovaných houbám a lišejníkům
Tab. 14: Realizace exkurze věnované houbám a lišejníkům

Seznam příloh

- Příloha č. 1: Pracovní listy – vyplněné
Příloha č. 2: Laboratorní protokoly – vyplněné
Příloha č. 3: Didaktické hry – řešení
Příloha č. 4: Test houby a lišejníky – řešení
Příloha č. 5: Dotazník pro učitele biologie zaměřený na realizaci výuky tematického celku houby a lišejníky
Příloha č. 6: Zdroje využité při tvorbě materiálů
Příloha č. 7: Hra Riskuj!
Příloha č. 8: Výuková prezentace Houby
Příloha č. 9: Výuková prezentace Lišejníky

Přílohy jsou součástí datového media CD.