

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

**HLENKY V PREGRADUÁLNÍ PŘÍPRAVĚ  
UČITELŮ BIOLOGIE**

Slime Molds in Teacher's Education

Bakalářská práce

**Autor:** Tereza Korbélyi

**Vedoucí práce:** Mgr. Dagmar Říhová

*Praha 2014*

**Název:**

Hlenky v pregraduální přípravě učitelů biologie.

**Abstrakt:**

Cílem této práce je porovnat přístupy českých vysokých škol k zařazení hlenek (Amoebozoa: Myxomycota) do systému během výuky budoucích učitelů biologie.

První část práce je zaměřena na charakteristiku a porovnání jednotlivých skupin organismů, které jsou nebo byly historicky řazeny mezi hlenky. Vlastnosti každé skupiny jsou popsány do detailu včetně popisu typického životního cyklu.

Druhá část práce je věnována výsledkům šetření způsobu výuky hlenek na vybraných českých vysokých školách se zřetelem k systematické klasifikaci skupiny. Šetření proběhlo na osmi státních vysokých školách.

Studenti se s hlenkami mohou setkat celkem na 18 přednáškách. Většina vyučujících hlenky přednáší v rámci nižší botaniky nebo mykologie (13 přednášek), ve dvou případech jsou jim věnovány kapitoly v kurzech zoologie bezobratlých a mikrobiologie. Tři přednášky jsou specializovány přímo na jednobuněčná eukaryota.

Většina vyučujících studenty seznamuje s klasifikací na základě prací Cavaliera-Smithe (2009) a Rogera a Simpsona (2004), v některých případech se vyskytly klasifikace založené na publikaci Váni a Kaliny (2005). Důraz je tak kladen na novější fylogenetické poznatky.

**Klíčová slova:** hlenky, Labyrinthulomycota, Plasmodiophoromycota, Acrasia, Myxomycota, české vysoké školy, příprava budoucích učitelů

**Title:**

Slime molds in teacher's education.

**Abstract:**

The goal of this paper is to compare the approaches of Czech universities to classification of slime molds (Amoebozoa: Myxomycetes) in the course of the future biology teacher's education.

In the first part of the bachelor's thesis, all groups of organisms previously classified as slime molds are characterized. The detailed description of each group, completed with notes about life cycles, is provided.

The second part of the thesis is dedicated to the results of the survey conducted among selected Czech universities. The nature of education focused on slime mold was investigated with the emphasis on used systematic classification. The survey was conducted on eight state universities.

Generally, students could visit eighteen lectures dealing with myxomycetes. The myxomycetes are taught mostly as a part of lower botanic or mycology (13 lectures), in two cases as a part of microbiology or invertebrate zoology. In three cases, myxomycetes are taught in the lectures specialized on unicellular eukaryotes.

Most of the lecturers present the higher myxomycetes classification based on works of Cavalier-Smith (2009) or Roger and Simpson (2004), in some cases also based on the work of Váňa and Kalina (2005). Thus, the most recent phylogenetic findings are emphasized.

**Keywords:** Myxomycetes, Labyrinthulomycota, Plasmodiophoromycota, Acrasia, Myxomycota, Czech universities, teacher's education

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Dagmar Říhové s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství.

Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění posledních předpisů.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 112/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

Práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

Souhlasím s uložením své bakalářské práce v databázi Theses.

Ve Větrušicích dne

Podpis

## **Poděkování**

Mé poděkování patří všem, kteří mě nasměřovali a pomohli mi zjistit kdo a v jakém kurzu o hlenkách a jim podobných skupinách přednáší. Jsou to: Prof. RNDr. Vítězslav Bičík, CSc., Mgr. Petr Bogusch, Ph.D., Doc. RNDr. Jan Hanys Kaštovský, Ph.D., RNDr. Zdeňka Chocholoušková Ph.D., Doc. Mgr. Pavel Drozd, Ph.D., Mgr. Jan Malý, Ph.D., PeadDr. Ing. Vladimír Vinter, Ph.D.

Za poskytnutí úplných informací ke svým kurzům děkuji následujícím vyučujícím: Mgr. Marek Eliáš, Ph.D., Mgr. Martin Kostka, Ph.D., Ing. Miloslava Kavková, Ph.D., RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D., Mgr. Petra Mazalová, Ph.D., RNDr. Lenka Němcová, CSc., RNDr. Božena Šerá, Ph.D., Mgr. Veronika Kaufnerová, Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc., Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D., Mgr. Blažena Brabcová, Ph.D., Mgr. Ondřej Koukol, Ph.D., Mgr. Petr Hrouda, Ph.D.

Největší poděkování patří Mgr. Dagmar Říhové, která mi poskytla mnoho rad, trpělivosti a času při vedení mé bakalářské práce.

Dále děkuji Ing. Jiřímu Šleisovi za pomoc při překladu odborných článků, rady a konečnou stylistickou úpravu textu, obrázků a příloh.

## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Hlenky</b> .....	<b>10</b>
2.1 <i>Charakteristika</i> .....	10
2.1.1 ACRASIOMYCETES.....	10
2.1.2 MYXOMYCETES.....	13
2.1.3 PLASMODIOPHOROMYCOTA.....	25
2.1.4 LABYRINTHULOMYCOTA.....	27
2.2 <i>Dnešní pohled na zařazení a systematiku hlenek</i> .....	28
<b>3 Hlenky ve výuce na českých vysokých školách</b> .....	<b>34</b>
3.1 <i>Seznam VŠ</i> .....	34
3.1.1 Masarykova univerzita v Brně.....	35
3.1.2 Univerzita Palackého v Olomouci.....	36
3.1.3 Ostravská Univerzita.....	36
3.1.4 Univerzita Hradec Králové.....	37
3.1.5 Západočeská Univerzita.....	37
3.1.6 Jihočeská Univerzita.....	37
3.1.7 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně.....	39
3.1.8 Univerzita Karlova.....	39
<b>4 Závěr</b> .....	<b>41</b>
<b>5 Seznam použitých pojmů</b> .....	<b>43</b>
<b>6 Seznam použité literatury</b> .....	<b>46</b>
<b>7 Přílohy</b> .....	<b>48</b>
7.1 <i>Příloha 1</i> .....	49
7.2 <i>Příloha 2</i> .....	50
7.2.1 Masarykova Univerzita.....	50

Přírodovědecká fakulta – Mgr. Petr Hrouda, Ph.D. ....	50
7.2.2 Masarykova Univerzita .....	51
Pedagogická fakulta – Mgr. Blažena Brabcová, Ph.D.....	51
7.2.3 Univerzita Palackého v Olomouci.....	53
Přírodovědecká fakulta – RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.....	53
7.2.4 Univerzita Palackého v Olomouci.....	54
Přírodovědecká fakulta –RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.....	54
7.2.5 Univerzita Palackého v Olomouci.....	55
Pedagogická fakulta – Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D. ....	55
7.2.6 Ostravská Univerzita .....	56
Přírodovědecká fakulta - Mgr. Marek Eliáš, Ph.D.....	56
7.2.7 Univerzita Hradec Králové.....	58
Přírodovědecká fakulta – Mgr. Petra Mazalová, Ph.D. ....	58
7.2.8 Západočeská Univerzita .....	59
Pedagogická fakulta – Mgr. Veronika Kaufnerová .....	59
7.2.9 Jihočeská univerzita .....	60
Přírodovědecká fakulta – Ing. Kavková, Ph.D. ....	60
7.2.10 Jihočeská univerzita .....	61
Přírodovědecká fakulta –Mgr. Martin Kostka, Ph.D. ....	61
7.2.11 Jihočeská univerzita .....	62
Pedagogická fakulta - Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.....	62
7.2.12 Jihočeská univerzita .....	63
Pedagogická fakulta - RNDr. Božena Šerá, Ph.D.....	63
7.2.13 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně .....	64
Přírodovědecká fakulta – RNDr. Lenka Němcová, CSc.....	64
7.2.14 Univerzita Karlova .....	65
Přírodovědecká fakulta –Mgr. Ondřej Koukol, Ph.D. ....	65

7.3	<i>Příloha 3</i> .....	66
7.4	<i>Příloha 4</i> .....	71



# 1 Úvod

Hlenky (Myxomycetes) a jim příbuzné organismy jsou bezesporu jedněmi z nejrozporuplnějších organismů, co se týče jejich umístění do systému. Jejich postavení v systému živých organismů se v průběhu posledních dvou století několikrát změnilo. Nejen zařazení hlenek jako takových je složité: problematické je i zařazení některých skupin organismů hlenkám podobným. Nejistota v tomto směru panovala především u tří skupin: u akrází neboli buněčných hlenek (*Acrasiomycota*), nádorovek (*Plasmodiophoromycota*) a labyrintul označované jako vodní hlenky (*Labyrinthulomycota*). Všechny skupiny zmiňovaných organismů patřily v minulosti do jediného oddělení. Tyto skupiny spojuje podobný způsob života, který má vegetativní a reprodukční fázi. V reprodukční fázi se vytváří plazmodia, z nichž vznikají sorokarpy či sporokarpy, dle typu plazmodia. Ve vegetativní části životního cyklu je podobnost v základních typech stélek, myxaméb a myxomonád. Na základě molekulárních znaků a zkoumání jejich životních cyklů však bylo zjištěno, že ačkoliv se sobě částečně podobají, fylogeneticky tyto skupiny příbuzné nejsou.

Ve své práci se tedy zaměřím na to, jak se k systému hlenek v současnosti (šetření bylo provedeno v akademickém roce 2013/2014) staví různé vysoké školy v České republice při výuce budoucích učitelů biologie.

První část práce věnuji především charakteristice a porovnání jednotlivých skupin původně a v současnosti řazených mezi hlenky, ve druhé části seznámím čtenáře s výsledky svého průzkumu výuky hlenek na osmi vysokých školách.

## 2 Hlenky

### 2.1 Charakteristika

Skupina hlenky byla dříve jedinou skupinou, v níž bychom našli několik linií organismů s podobnými projevy v životním cyklu či s obdobnými morfologickými znaky. Nalezneme je převážně na stinných stanovištích na organickém materiálu typu tlející pařezy, listí, borka stromů či na kompostech.

První fází jejich cyklu jsou jednobuněčné améby, někdy s bičíkem (jeho přítomnost často závisí na podmínkách prostředí). Podobné je dále utváření plazmodií a tím tedy vznik specifické mnohobuněčnosti (Špaček, 1999). Pro hlenky typické mnohobuněčné útvary rostou splýváním s dalšími amébami nebo menšími plazmodii (záleží na druhu) (Shaulsky a Kessin, 2007). Jejich reprodukce závisí na vytváření plodniček, kde se vytváří spory z nichž vyjdu nové améby (Keizer, 1999).

Toto jsou specifika dříve jednotné skupiny hlenky, kam patřily i dnes samostatně klasifikované linie *Acrasiomycetes*, *Myxomycetes*, *Plasmodiophoromycota* a *Labyrinthulomycota* (Klasifikace, 2013). V následujících odstavcích je shrnuta charakteristika každé této skupiny včetně životního cyklu.

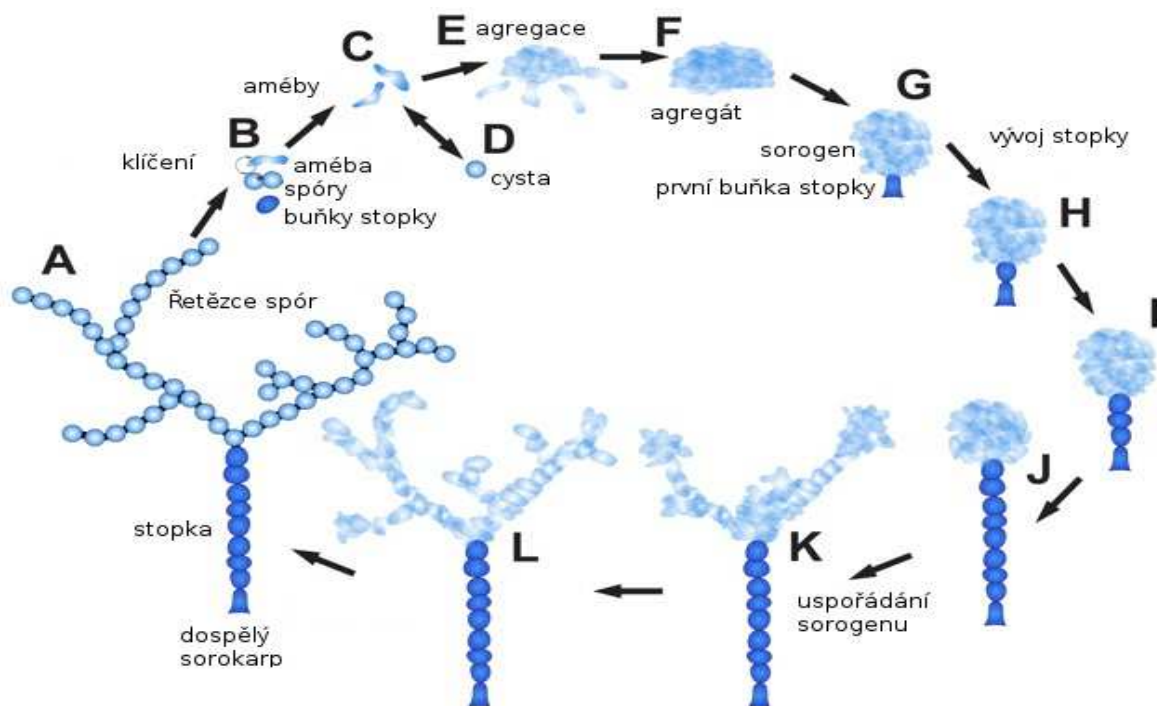
#### 2.1.1 ACRASIOMYCETES

Akrázie (*Acrasiomycota*), označované taktéž jako buněčné hlenky, jsou jednou ze skupin organismů, která v minulosti byla řazena pod uměle vytvořenou skupinu hlenky. Jedná se o holozoické organismy živící se převážně kvasinkami, bakteriemi nebo také konidiami hub. Jsou to půdní organismy a vyskytují se ve vlhkém prostředí, konkrétně na borkách stromů, trusu či na tlejících houbách a to v lesích i na polích. Pro člověka mají vesměs nulový praktický význam. *Acrasiomycetes* čítá cca 5-6 rodů a 12 druhů. Jedněmi z nejznámějších rodů jsou: *Acrasis* (*A. rosea*); viz **Obrázek 2**, *Guttulina* (*G. flegellata*), *Guttulinopsis* (*G. vulgaris* či *Fonticula alba*).

Jejich základním typem stélky je bezblanná myxaméba, což je měňavkovitá buňka bez bičíku převážně s jedním jádrem. Občas se vyskytují i vícejaderné výjimky (například rod *Guttulina*). Nezploštělé myxaméby válcovitého tvaru mají rozlišenou protoplazmu na ektoplazmu, která je homogenní, a endoplazmu vyznačující se zrnitostí. Pohyb jim zajišťuje lalokovité

pseudopodium (panožka). Například u rodu *Fonticula* se na konci pseudopodií vytvářejí ještě takzvané subpseudopodia, což jsou tenké vláknité výběžky. U akrází se taktéž vyskytuje dvoubičíkaté stadium, zvané myxomonády, které se však vytvářejí ojedinelé. Myxomonády jsou typické pro rod *Acrasis* a *Guttulina*. Jejich bičinky jsou stejně dlouhé a vyrůstající z předního konce buňky (Váňa a Kalina, 2005). Akrázie se dělí schizotomicky a za nepříznivých podmínek vytvářejí tenkostěnné mikrocysty nebo sférocyty s drsnou stěnou. Obě dvě stadia jsou kulatého tvaru (Prášil, 2010).

Jedním z mnoha (zdánlivě) společných znaků s hlenkami je životní cyklus; viz **Obrázek 1**. Vysvětlován je na modelu rodu *Acrasis rosea*, který je zatím nejvíce prozkoumán. Jeho myxaméby a plazmodia mají růžovou barvu, odsud i druhový název *rosea*. Nalezneme je převážně na odumřelých rostlinách a lze ho v laboratořích pěstovat na agarové půdě s přidáním bakterií a kvasinek, jakožto výživou (Prášil, 2012). První fáze, nazývána trofická, představuje myxaméby žijící jednotlivě a samostatně. Pakliže dojde zdroj výživy, začnou se myxaméby shlukovat neboli agregovat a dochází ke vzniku mnohobuněčných útvarů zvaných pseudoplazmodia (Váňa a Kalina, 2005). V takovém plazmodiu, nazývaném agregační, si jednotlivé buňky zachovávají vlastní identitu. Kdybychom vyvinuli na plazmodium tlak, buňky se od sebe zase oddělí (Ambrožová, 2008). Následně vzniknou neoblaněné sorokarpy představované stopkou (soroforem) nesoucím na svém vrcholu sorogen. Sorofor je krátký a nevětvený nebo může i zcela chybět, tehdy je sorogen přisedlý. Buňky sorogenu se mohou odlišovat od buněk soroforu. Z něj pak vychází sorus spor. Spory jsou oblaněné s chitinozní stěnou bez celulózy (Váňa a Kalina, 2005).



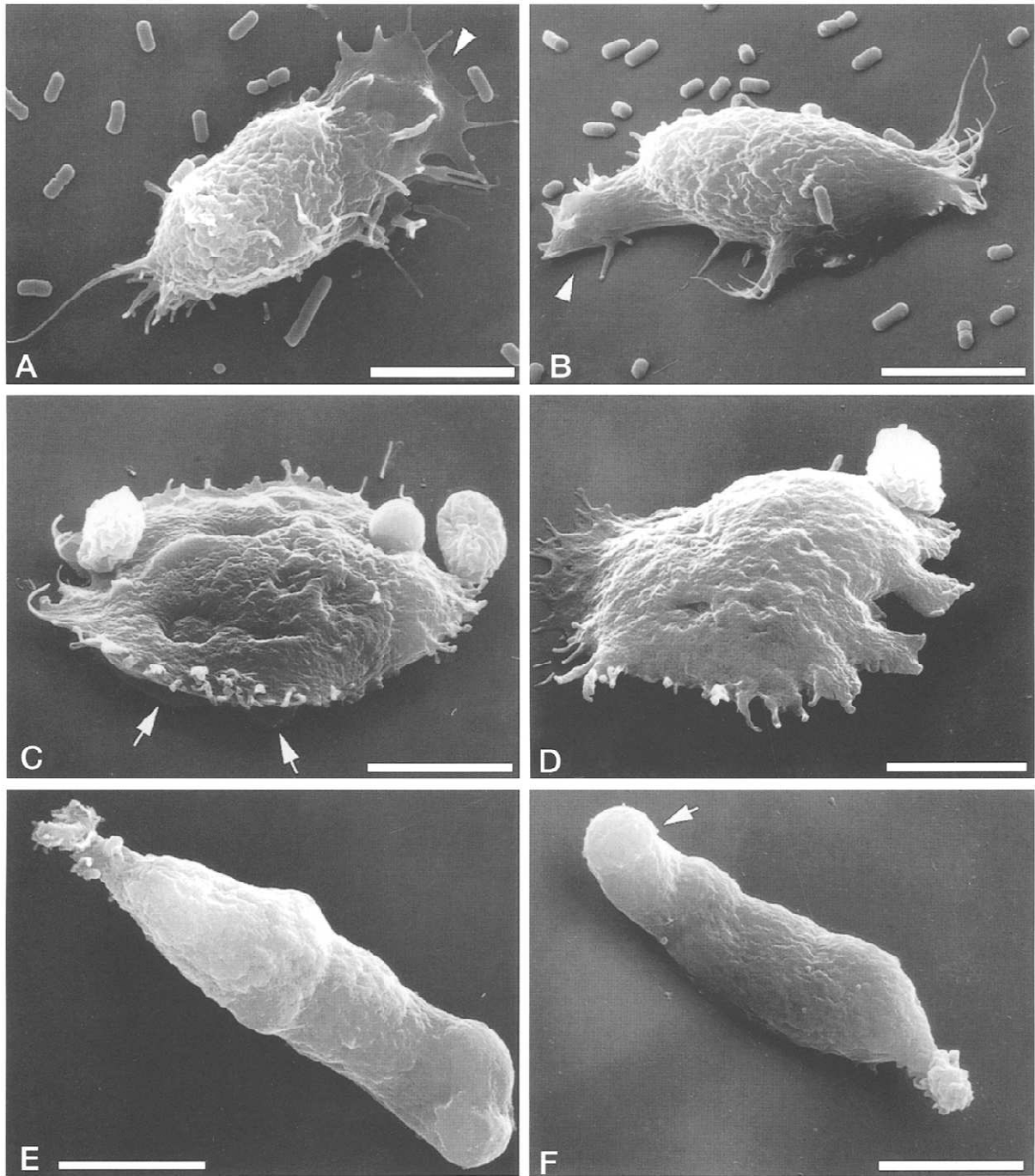
Obrázek 1: životní cyklus skupiny *Acrasiomycota*. Převzato z <http://mwb250.biology.msstate.edu/TheBrownLab/Resources.html>, 5.6.2014



Obrázek 2: *Acrasis rosea*. Převzato z <http://pakagrifarming.blogspot.cz/2013/01/kingdom-fungi-and-phytopathology-unique.html>, 5.6.2014

### 2.1.2 MYXOMYCETES

Výskyt Myxomycetes nebo také vlastních hlenek je řízen vlhkostí a teplotou. Nacházejí se na chladných stinných a vlhkých místech s dostatkem odumírající organické hmoty osídlené bakteriemi a kvasinkami, které jsou pro tyto hlenky zdrojem výživy. Takovými místy jsou například tlející dřevo, rostlinný odpad, kůra živých stromů, výkaly býložravců nebo porosty mechorostů (Babula, 2008). Zajímavostí je, že hlenky se živí i známou bakterií *Escherichia coli* (**Obrázek 3: AB**) a po pohlcení 1000 takovýchto bakterií se hlenka může začít dělit (Gregorová, 2010). Vegetativní stadium je zastoupeno myxamébami, myxomonádami a posléze diploidním mnohojaderným plazmodiem. Z plazmodií se pak vytvoří fruktifikační útvary, jejichž struktura vznikne z bezjaderného plazmatu a jaderné plazma se účastní přeměny na meiospory, jejichž buněčná stěna je tvořena galaktosaminem a zásobní látkou je glykogen. Co se týče barevnosti, vyskytuje se zde široká paleta barev, avšak není zcela objasněno jejich chemické složení. Ví se, že je odlišné od barviv hub (Čepička, 2009). Myxomycetes jsou obvykle členěny na tři skupiny: *Protosteliomycetidae*, *Dyctiosteliomycetidae* a *Myxomycetidae* (Klasifikace, 2013).



**Obrázek 3: mikroskopické snímky myxaméb (Zuppinger a Roos, 1997).**

**A, B** – améba *Dyciostelium discoideum* krmící se bakterií *E. coli*; **C, D** – zřetelná pseudopodie *Protostelium mycophaga*; **E, F** – améba druhu *Acrasis rosea*, nejsou zde odlišena pseudopodia, pouze pohyblivý uroid.

- PROTOSTELIOMYCETIDAE

Jedná se o skupinu hlenek čítající cca 16 rodů o 30 druzích, vyskytující se po celém světě krom Antarktidy. Nalezneme je na tlejících rostlinách, humusu, či v půdě. Živí se fagotrofickou predací bakterií, spor hub nebo kvasinek. Trofická fáze je představována myxamébami, u některých druhů byla zaznamenána i přítomnost myxomonád. Myxomonády mají jeden nebo dva akrokontní, anteriorní bičíky. Protosteliomycetidae se taktéž shlukují v plazmodia, která vznikají splýváním myxaméby. Jsou mnohjaderná bez proudění plazmy (Vzdělávání, 2014).

Životní cyklus je velice jednoduchý. Trofickou fázi představují myxaméby, které vyklíčí ze spory. Následuje vytvoření stopky, která nese sporu s vlastní buněčnou stěnou. Poté se zralá spora uvolní. Tento životní cyklus je charakteristický například pro rod *Nematostelium*. Rod *Ceratiomyxa* (česky válečkovka), viz **Obrázek 4**, má životní cyklus více podobný pravým hlenkám. Je jediným rodem, u kterého dochází ke střídání jaderných fází a tudíž je přítomno pohlavní rozmnožování. Při klíčení spory nevzniká myxaméba, ale myxomonáda s jedním nebo dvěma bičíky. Následně se změní v myxamébu, která splývá s dalšími myxamébami v mnohjaderné haploidní plazmodium. Dochází ke splývání jader a tvorbě diploidního plazmodia. Před vytvořením sporoforu se plazmodium potáhne bílou vrstvou a utvoří se řada výrůstků na nichž po meióze vznikají jednosporová sporangia. Jednojaderné spory se mitoticky dělí ve čtyř- až osmibuněčné útvary, kde se z každé buňky vytvoří jedna myxomonáda (Váňa a Kalina, 2005).



**Obrázek 4: plodničky rodu *Ceratiomyxa*. Převzato z <http://www.damyko.info/ForumB/viewtopic.php?t=166>, 5.6.2014**

- DYCTIOSTELIOMYCETIDAE

Zástupce nalezneme opět na zbytcích tlejících rostlin nebo v půdě listnatých lesů. Mají praktický význam především v biologii půdy (Váňa a Kalina, 2005).

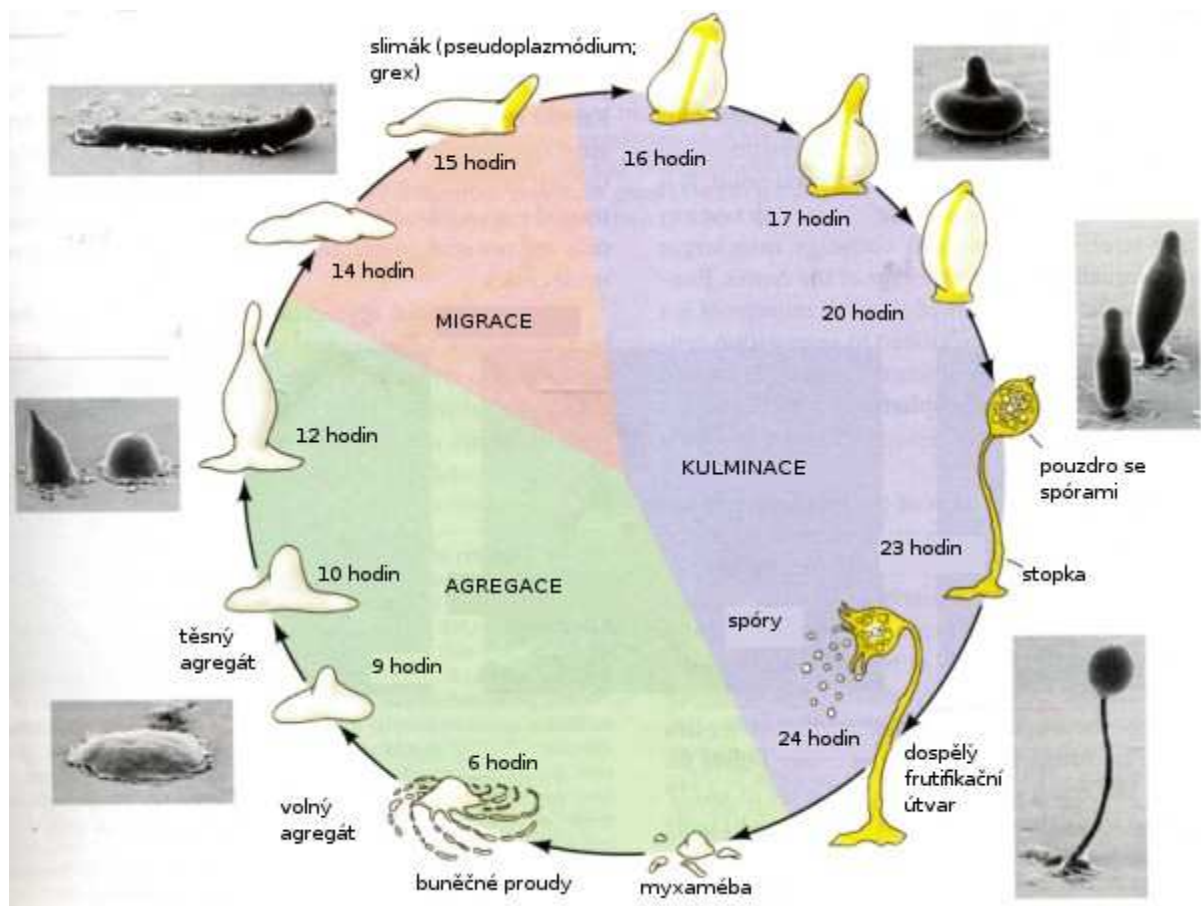
Z této skupiny také pochází nezastupitelný modelový organismus vývojové a buněčné biologie: rod *Dictyostelium*; viz **Obrázek 5**. K výzkumům je využíván díky svému poměrně malému genomu, který byl kompletně přečten již v roce 2005 a čítá 34 milionů párů bazí.



**Obrázek 5:** *Dictyostelium discoideum*, plodničky. Převzato z <http://www.scientificamerican.com/article/what-is-it-social-cells/>, 5.6. 2014

Životní cyklus vypadá následovně: trofická fáze začíná vyklíčením tlustostěnných spor za vzniku jednobuněčných haploidních myxaméb, které se mitoticky dělí. Postupně tak vznikne populace samostatně žijících myxaméb. Pakliže dojde k nedostatku potravy, umí si tyto buňky navzájem dát vědět a na hlad reagují shlukováním. Dochází k agregaci a vzniku plazmodia (Čepička, 2009); viz **Obrázek 6**.



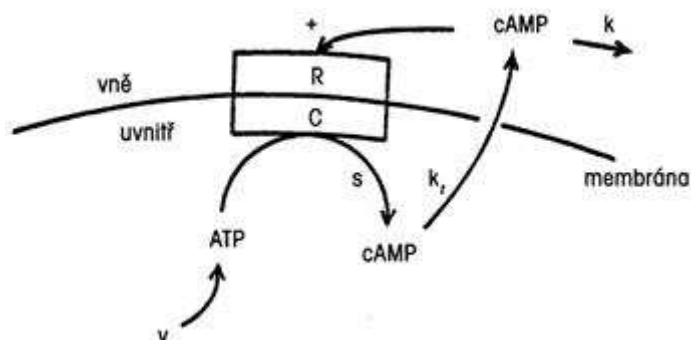


**Obrázek 6: životní cyklus *D. discoideum*. Převzato z <http://www.dls.ym.edu.tw/lesson3/devebio.htm>, 5.6.2014**

Dokonce byla zkoumána a porovnávána rychlost pohybu a velikost améb mezi jedinci skupiny Acrasiomycota (*Acrasis rosea*), Protosteliomycetidae (*Protostelium mycophaga*) a Dycitosteliomycetidae, kde byl zkoumán druh *Dictyostelium discoideum*. Výzkum ukázal, že největší a nejrychlejší amébou je améba druhu *Acrasis rosea* s velikostí  $759 \mu\text{m}^2$  a s průměrnou rychlostí  $10,3 \mu\text{m}$  za minutu. Představuje tak nejrychlejší eukaryotní buňku. U *Protostelia mycophaga* byla naměřena velikost  $498 \mu\text{m}^2$  a průměrná rychlost  $26,5 \mu\text{m}$  za minutu. Améba druhu *Dictyostelium discoideum* měla pouhých  $220 \mu\text{m}^2$  a průměrně urazila  $10,3 \mu\text{m}$  za minutu (Zuppinger a Roos 1997). Zároveň byla porovnávána rychlost samotné améby a pohyb plazmodia, kdy plazmodium dosahovalo třikrát větší průměrné rychlosti (Bonner, 2003).

Při agregaci vysílají myxaméby signál pomocí chemoatraktantu akrasinu (cAMP), který zároveň zachytávají od jiných myxaméb pomocí receptorů. Chemicky se jedná o cyklický adenosin-3', 5'-monofosfát. Vysílání signálu předchází sekrece glykoproteinu CMF („Conditioned

*Medium Factor*“) do okolí, což je hlavním spouštěčem vytváření cAMP. CMF je produkován při dělení buňek a myxaméby jeho vylučováním spotřebovávají jeho vytvořenou zásobu. cAMP vzniká z ATP (adenosin-5'-trifosfát) za účasti enzymu adenylátcyklázy. Tento proces je vyobrazen na **Obrázku 7**.



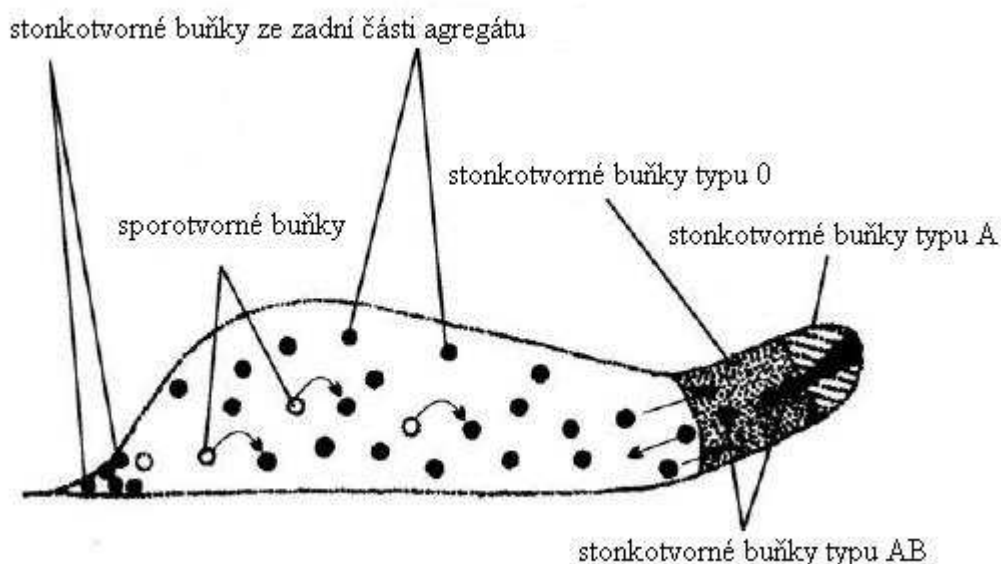
**Obrázek 7: vznik cAMP. Převzato z <http://nelterm.kof.zcu.cz/biologie/rds/rds.htm>, 11.6.2014**

Po navázání cAMP na receptor dojde uvnitř buňky k syntéze nových proteinů vedoucí ke specializaci buňky a její diferenciaci na přední a zadní část. Přední část se posouvá ke zdroji cAMP. Tato diferenciaci trvá cca 5 vteřin. Dále se spouští syntéza cAMP a následně je uvolňován do prostředí (Čepička, 2009).

Jedním z vědeckých poznatků je fakt, že pro vytvoření fruktifikačních útvarů jsou více ve výhodě améby s větší zásobou glukózy. Ta je ovšem nejvíce spotřebovávána při vytváření cAMP. Existuje tedy stav, kdy některé z améb obklopené dalšími amébami vysílající cAMP přestanou cAMP produkovat a vysílat za účelem ušetření glukózy, kterou později využijí k vytvoření spor. Mají tedy výhodu při finální reprodukci (Shaulsky a Kessin, 2007).

Některé z buněk začnou vylučovat i jiné látky. Jednou z hlavních je PDI inhibitor fosfodiesteráza. K těmto buňkám se pak spirálně shromažďují ostatní. Jakmile dojde ke shluknutí myxaméb, vytváří se kompaktní útvar označovaný jako slimák. Mnohobuněčný útvar vzniká spíše z geneticky podobnějších, tedy příbuznějších buněk. V této fázi si buňky na základě umlčení některých svých genů a zároveň zapnutí genů jiných (odlišné genové exprese) rozdělí funkce a změni své chování. Buňky se diferencují (viz **Obrázek 8**) na PST („*prestalk*“, stopkotvorné z nichž vzniknou stopky a podílejí se a migraci) a PSP („*prespore*“, sporotvorné dávající vznik odolným sporám uvnitř plodničky) buňky. PST buňky se dělí ještě na několik typů: PST-A (dávají vznik čepičce, která chrání svrchní část plodničky), PST-B (vytvářejí místo pro

uchycení plodničky k substrátu tzv. bazální disk) PST-AB (vylučují plášť stopky, který je tvořen extracelulární matrix a spojují stopku s bazálním diskem) na konec procházejí programovanou buněčnou smrtí. PSP a PST buňky jsou na pohled identické, odlišnost je pouze na genové úrovni (Čepička, 2009). Procentuální zastoupení stopkotvorných a sporotvorných buněk je cca 20 % a 80 % (Romeralo, Escalante a Baldauf, 2012).

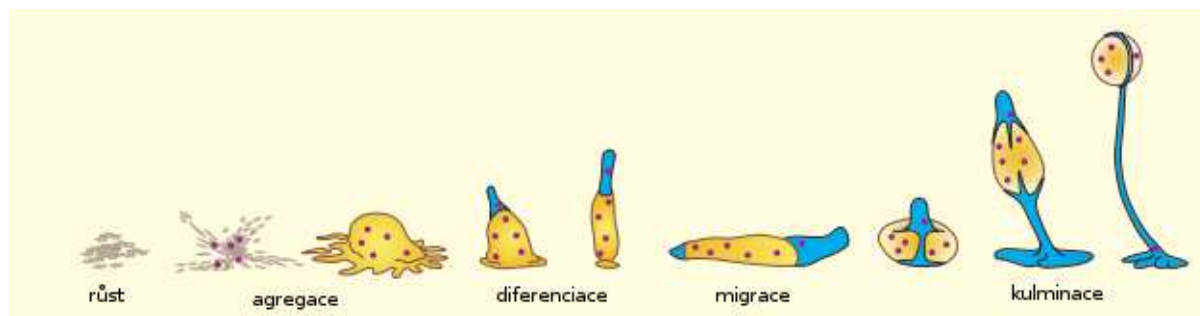


**Obrázek 8: diferenciaci buněk ve slimákově. Převzato z <http://nelterm.kof.zcu.cz/biologie/rds/rds.htm>, 7.6.2014**

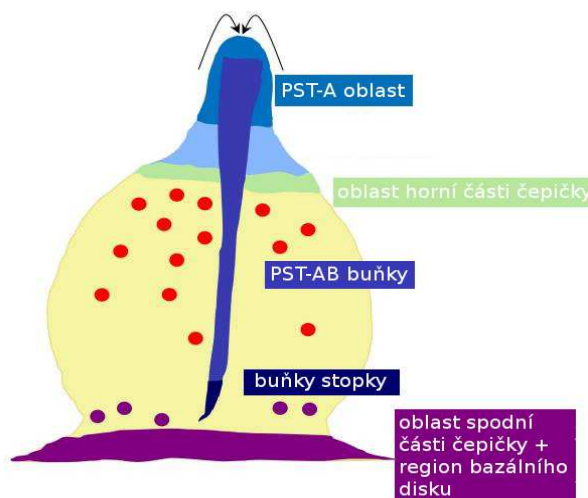
Takto vzniklý diferenciováný mnohobuněčný útvar – slimák, se obalí polysacharidovou vrstvou, která slouží jako obrana před predátory. Je schopný pohybu řízeného cyklickými vlnami cAMP vylučovaného PST buňkami z přední části slimáka. Pohybuje se fototakticky a termotakticky po dobu až jednoho dne (Čepička, 2009). Při laboratorním zkoumání druhu *Dictyostelium discoideum* vědci zjistili, že aby se plazmodium neboli slimák mohlo vůbec pohybovat, je třeba, aby mělo patřičnou velikost. Menší plazmodia se vůbec nepřesouvají na místo výhodnějších podmínek, ale fruktifikují v místě agregace. Velikost slimáka je důležitá i z hlediska diferenciaci, kdy vlastně vznikají buňky pro pohyb (Bonner, 2003). Pakliže se ale agregát utvoří v dobrých podmínkách, stadium slimáka vůbec nevzniká. V opačném případě, dosáhne-li slimák místa s dostatečným množstvím potravy, dochází ke kulminaci (fruktifikaci) – tvorbě plodniček.

Vstup do kulminačního procesu je ovládán koncentrací amoniaku  $\text{NH}_3$ , který vytvářejí myxaméby rozkladem proteinů a RNA, což je jejich zdroj energie. Jakmile tyto zdroje spotřebují,

přestane se  $\text{NH}_3$  vytvářet a jeho koncentrace klesne, tím se spustí proces kulminace.  $\text{NH}_3$  mimo jiné způsobuje, že se slimáci sami sobě vyhýbají, dochází tedy k negativní chemotaxi (Čepička, 2009). Při vstupu do kulminace se slimák přestane pohybovat a jeho přední část tvořená PST buňkami se zvedne nad substrát. Celý cyklus vzniku plodničky je vyobrazen na **Obrázku 9**. Uvnitř dojde ke vzniku tubusu a zbytek slimáka se zploští v bazální disk. Buňky předurčené k tvorbě stopky začnou migrovat dovnitř tubusu, kde utvoří pevnou celulozní strukturu, viz **Obrázek 10**.



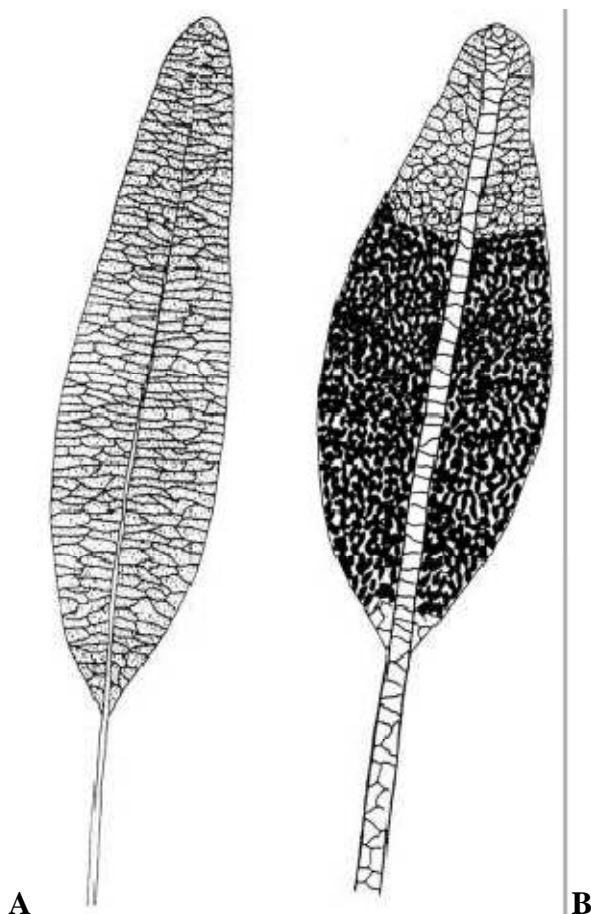
**Obrázek 9: rozdělení buněk do jednotlivých částí plodničky při jejím vzniku (Shauly a Kessin, 2007).**



**Obrázek 10: vznik tubulu a směr migrace stopkotvorných buněk. Převzato z <http://www.metamicrobe.com/dicty/>, 11.6.2014**

Při vytvoření stopky zahyne zhruba 20 % buněk (Romeralo, Escalante a Baldauf, 2012). Při vytváření fruktifikačních útvarů, kde mají jednotlivé buňky předem na základě zmiňované diferenciace rozdělené své funkce, bývají stopkovýtusné zpravidla ty améby, které začaly vydávat signál k agregaci. Jako první začaly hladovět, tedy mají nejméně živin, jenž jsou potřeba k samotné fruktifikaci (Gregorová, 2010). To, že buňky zahynou, má své opodstatnění.

Čím je totiž plazmodium větší, tím větší bude potřebovat oporu při vzniku plodničky. V mrtvých buňkách se vytvoří křížové výztuhy a jsou tedy schopné lépe unést váhu plodničky, než by tomu bylo, kdyby buňky byly živé. Avšak například Acrasiomycota nebo *Acytostelium* mají ve své stopce buňky živé, či je stopka nebuněčná (Bonner, 2003); viz **Obrázek 11**.



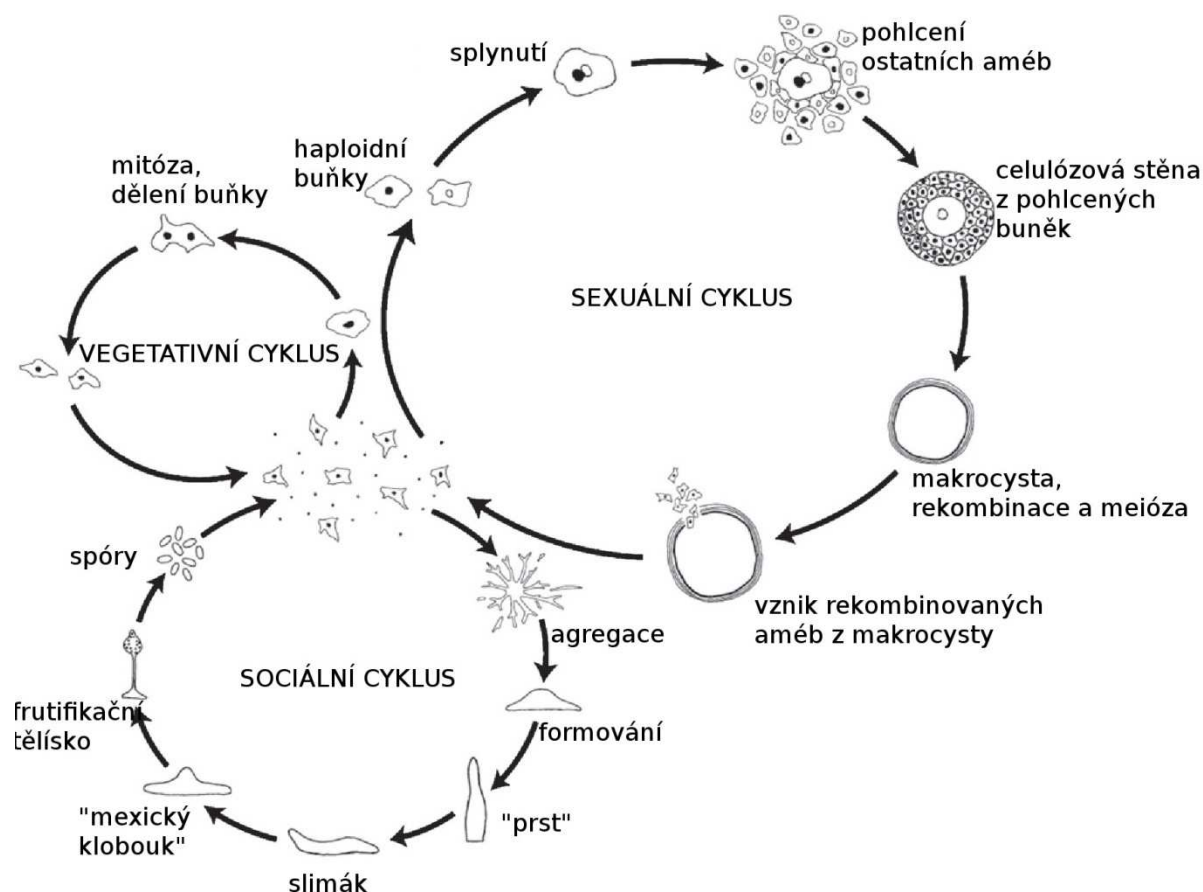
**Obrázek 11: dva typy plodniček (Bonner, 2003).**

**A** - plodnička rodu *Acytostelium* s nebuněčnou stopkou

**B** - plodnička *Dictyostelium discoideum* s mrtvými buňkami ve stopce

Laboratorním zkoumáním byly objeveny buňky s jakousi výhodou před ostatními: svému osudu zaniknout ve stopce se vyhnou. Jsou geneticky odlišné a v literatuře jsou uváděny doslova jako „podvodníci“. Tento typ výhody má svůj protipól. Podvodné buňky se sice primárně dostanou na konec stopky, ale jejich genetická výbava jim umožní vytvořit o mnoho méně spor než je tomu u ostatních buněk. Tím je zamezeno jejich přemnožení. Samozřejmě ostatní buňky se proti „podvodníkům“ brání, nepouští je mezi sebe při agregaci či je z agregátu vyloučí. Ne vždy se jim to však povede. Dalším objevem bylo, že rozdělení kmenů buněk na stopkotvorné a sporotvorné v poměru 1:1 nemusí být vždy pravidlem. Někdy se stane, že je-

den kmen profituje více, ve smyslu dostání se do konečné fáze vytvoření spor. Proč se tomu tak děje nebylo zjištěno (Shaulsky a Kessin, 2007). V další fázi sporotvorné buňky migrují po stonku na jeho vrchol, kde se vytvoří plodničky se spory. Ty se oblaní a uvnitř proběhne další vývoj. Dojde ke shlukování buněk a následně ke spojení dvou myxaméb za vzniku jedné zygoty (makrocysta), která pohltí ostatní myxaméby. Uvnitř dojde k meioze a dalším dělením k produkci několika set haploidních myxaméb. Makrocyta se obalí celulozovým obalem a vyčkává na příznivé podmínky pro klíčení. Tímto je životní cyklus uzavřen. Vznik makrocysty představuje pohlavní fázi reprodukce, která je typická pro *Dictyostelium discoideum* (Čepička, 2009) všechny cykly jsou znázorněny na **Obrázku 12**.



**Obrázek 12: životní cyklus *D. discoideum*. (Romelaro, Escalante a Baldauf, 2012)**

Je třeba podotknout výhodu mnohobuněčnosti ve formě plazmodia. Při utváření spor v tak velkém útvaru je o 20% větší šance rozptýlení spor do okolí a jejich následný další životní cyklus, než by tomu bylo, kdyby améba fruktifikovala sama (Shaulsky a Kessin, 2007).

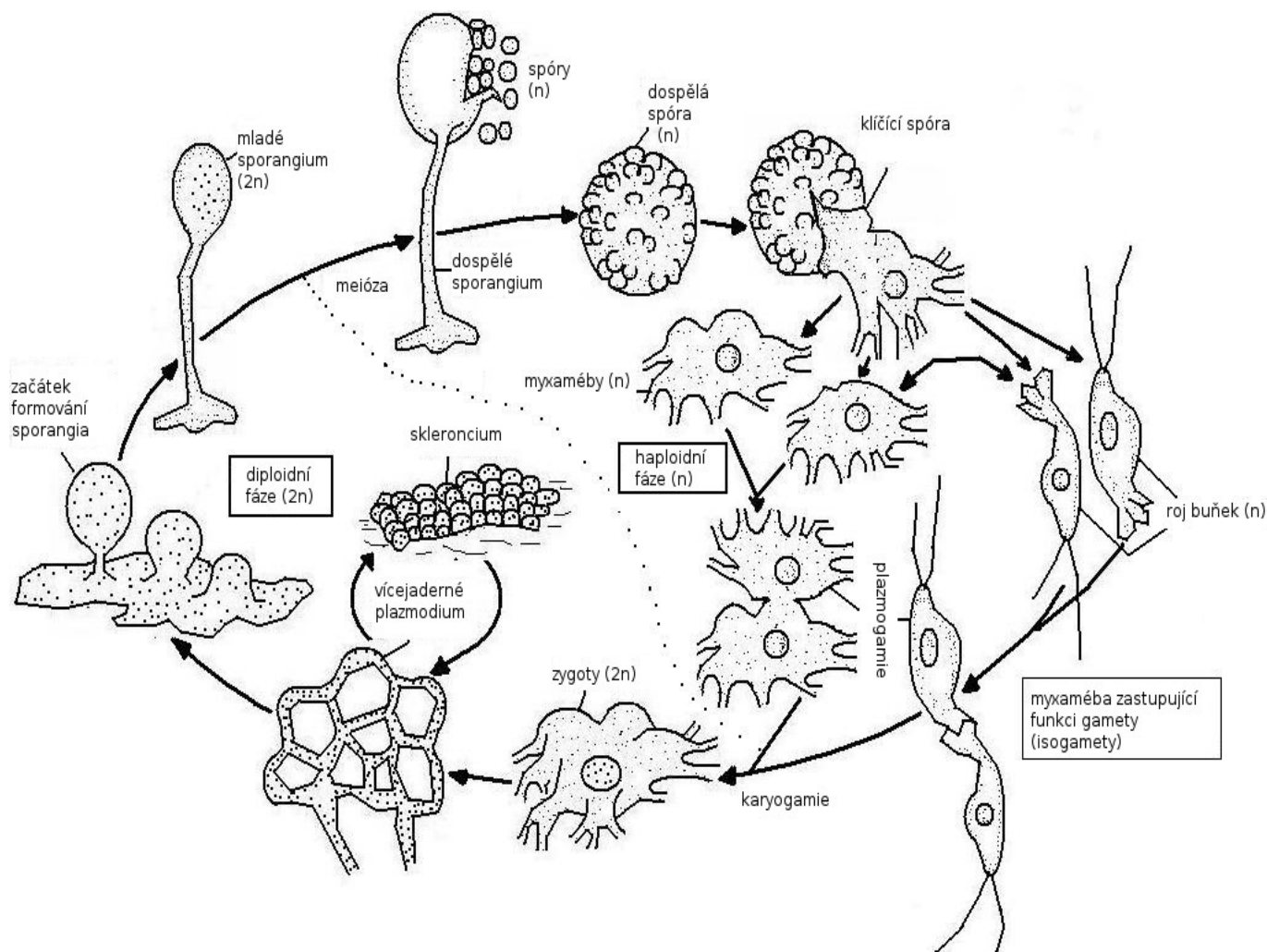
- MYXOMYCETIDAE

Českým názvem vlastní hlenky, Myxomycetidae jsou organismy vyskytující se kosmopolitně na vlhkých a stinných místech, nejčastěji tedy v lesních porostech. Vyživují se holozoicky, fagotrofně a to bakteriemi, jednobuněčnými eukaryoty, kvasinkami, sporami hub aj. Životní cyklus vlastních hlenek skýtá dvě fáze, trofickou a reprodukční (Špaček, 1999).

Trofickou fází představují buď haploidní jednojaderné myxaméby a nebo bičíkaté myxomonády. Bičíky myxomonád nejsou stejně dlouhé. Jsou hladké, umístěné apikálně. Kratší bičík může být redukovaný i zcela chybět. Během života se z nebičíkaté myxaméby mohou stát bičíkaté myxomonády a naopak. Druh hlenky a ekologické podmínky určují, který typ buněk vznikne. Ve vodním prostředí většinou vznikají myxomonády, v sušším zas myxaméby. Tyto améboidní buňky se dělí otevřenou mitozou, a představují gamety. Buňky opačného pohlaví spolu také kopulují, připojí se zadními konci. Zde dojde ke vzniku diploidní myxomonády, která představuje zygotu. Ta se pohybuje, vyživuje a dochází u ní k dělení jader. Plazma se ale nedělí. Dochází ke zvýšené syntéze DNA a následně ke vzniku plazmodia, které může splývat s dalšími plazmodii nebo s diploidními myxamébami. Takovéto plazmodium se vyživuje taktéž holozoicky a pohybuje se pomocí pseudopodií. K tomu mu pomáhají bílkoviny aktin a myosin. Pohyb plazmodia je negativně fototaktický, pozitivně hydrotaktický a směřovaný za potravou (Váňa a Kalina, 2005)

. Hlenky vytvářejí tři typy plazmodií. Protoplazmodium, například u rodu *Echinostelium lunatum*, je mikroskopické a nejprimitivnější. Vzniká z něj pouze jediný sporokarp. Je bez zřetelné žilnatiny a nedochází v něm k rytmickému proudění protoplazmy. Afanoplazmodium je patrné pomocí lupy. Na počátku jeho vzniku se hodně podobá protoplazmodiu, postupně se však zvětšuje. Vzniká z něj nejvyšší počet sporokarpů. Tvoří jej jemné žilky které jsou uspořádány síťovitě. Proudění plazmy je zde již rychlé a rytmické. Faneroplazmodium představuje největší, makroskopické plazmodium. Je známé u rodu *Fuligo septica*. Na počátku jeho vzniku se taktéž podobá protoplazmodiu. Dává vznik většímu počtu sporokarpů. Proudění plazmy je stejně jako u afanoplazmodia rytmické a rychlé (MUNI, 2014). Častý je i výskyt barev díky karotenoidům nebo barvivům flavonoidní povahy. Příčinou může být i pH substrátu. Faneroplazmodium je nejčastěji žluté, ale může být i oranžové, hnědé či červené, jsou známá i černá a šedá plazmodia (Váňa a Kalina, 2005).

Druhou fází životního cyklu je fáze reprodukční. Na nebo pod plasmodiem se vytvoří blanka, na níž pak vyrůstají sporokarpy. Ze sporokarpů vznikají spory, ze kterých vyrejdí několik haploidních myxaméb nebo myxomonád. Myxaméby se většinou hned mění na myxomonády vytvořením bičků. Rozeznáváme tři typy sporokarpů: přisedlá či stopkatá sporangia vznikající z celých protoplazmodií nebo z menších částí jiných plazmodií; velké poduškovité aethalium pokryté peridií; nebo síťovitý plazmodiokarp pokrytý peridií tvořenou uhličitánem vápenatým. Dojde-li k nepříznivým podmínkám, vytvoří se takzvané cysty, ve kterých myxomonády přečkávají nepříznivé období (Novák a Skalický, 2008); viz **Obrázek 13**.



**Obrázek 13: životní cyklus vlastních hlenek. Převzato z <http://www.peoi.org/Courses/Coursesen/bot/frame14.html>, 5.6. 2014**



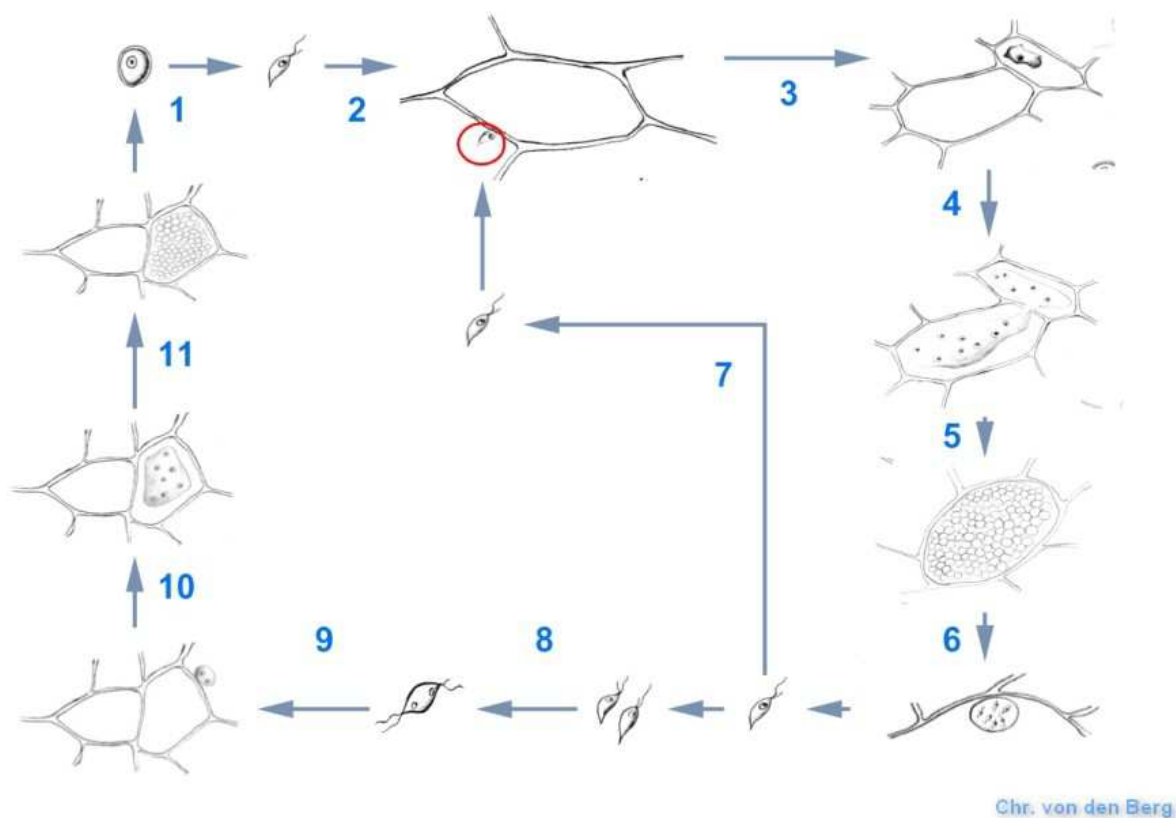
### 2.1.3 PLASMODIOPHOROMYCOTA

Plazmodiomorfy, česky nazývané nádorovky, byly taktéž (jak bylo zmíněno v úvodu) řazeny mezi hlenky. Ovšem fylogeneticky s hlenkami nemají nic společného, jedná se o skupinu pouze morfologicky podobnou. Mezi nádorovky řadíme přibližně 15 rodů čítající 40 druhů (Váňa a Kalina 2005). Jedná se o specializované obligátní intracelulární endoparazity mnoha organismů (Špaček, 1999). Do této skupiny patří i některé ekonomicky významné rody a druhy, parazitující na zemědělských plodinách. Asi nejznámějším zástupcem je nádorovka kapustová *Plasmodiophora brassicae*, která napadá kořeny brukvovitých rostlin. Dalším příkladem je *Spongospora subterranae* napadající hlízy brambor. U nás je však vzácná (Babula, 2008). Dále napadají parožnatky, chromofyty, oomycety i cévnaté rostliny (Váňa a Kalina, 2005), košťálovou zeleninu či planě rostoucí brukvovité rostliny (Špaček, 1999). Rod *Haptoglossa* dokonce napadá i bezobratlé živočichy. Zatím co u ostatních skupin hlenkovitých organismů je vznikající plazmodium pohyblivé, u nádorovek tomu tak není. Jediné pohyblivé stadium je počáteční jednojaderné paraplazmodium, které se postupně améboidním pohybem dostává do dalších buněk hostitele, dále jsou to pouze vzniklé zoospory pohybující se pomocí bičíku (Váňa a Kalina, 2005).

Paraplazmodium zastupuje vegetativní fázi, což je jedním z rozdílů od ostatních skupin hlenek. Díky tomu nevznikají myxaméby a ani nesplývá s menšími paraplazmodii, jak je tomu u jiných druhů. Zde dochází ke specifickému kříživému dělení jader, což je další odlišnost od ostatních skupin. Pod světelným mikroskopem lze vidět křížovou strukturu, která vzniká díky rozcházení uspořádaných chromozomů do tvaru prstence kolem jádérka k pólům. Výživa nádorovek je osmotrofní. Paraplazmodia se dělí na dva typy, haploidní sporangiální a diploidní sporogenní (Špaček, 1999).

Sporangiální plasmodium je primární a dává vznik sporangiím (tzv. gametangiím), ve kterých vznikají sekundární zoospory s funkcí gamet. Sporogenní plasmodium je diploidní a vznikají z něj cysty, což jsou tlustostěnné odpočívající spory. Z nich posléze klíčí primární zoospory se dvěma bičíky, které infikují další hostitelské buňky (Váňa a Kalina, 2005). Životní cyklus Plasmodiophoromycota lze dobře shrnout na příkladu u nás nejznámějšího zástupce, nádorovky kapustové. V cystě uložené v nádorech na kořenech hostitelských rostlin se ukrývá jedna primární zoospora. Zoospora se pohybuje pomocí dvou bičíků umístěných na přední části buňky směrem ke kořenovým vláskům hostitele, kde se uchytí. Po uchycení přechází do encystovaného stavu a zatáhne bičíky. Uvnitř buňky vzniká vakuola a zvláštní orgán, připomí-

nající trubičku s výsuvným trnem uvnitř. Trn je tvořen nahuštěnou protoplazmou. Postupně se vakuola zvětšuje a svým tlakem způsobí vysunutí trnu, jenž naruší buněčnou stěnu buňky hostitele. V místě průniku trnu vznikne otvor, jímž se protoplazma encystované zoospory dostává dovnitř hostitelské buňky. Tím vzniklo jednojaderné paraplazmodium schopné améboidního pohybu mezi hostitelskými buňkami. Posléze dochází k dělení jader a vzniku sporangiálního haploidního paraplazmodia, které později nese sporangia (ZCU, 2014). Ty se z těla hostitele uvolní do půdy jakožto sekundární zoospory. Sekundární zoospory mají schopnost splývat mezi sebou a dochází tak k plazmogamii, nikoliv však ke karyogamii. Splýnout mohou 2–4 zoospory, které vytvářejí nádory kořenů v nichž vznikají a přečkávají nové cysty. Z nich vyvedí nové primární zoospory a celý cyklus se opakuje, viz **Obrázek 14**. V životním cyklu jsou tedy zoospory primární a sekundární. Není mezi nimi rozdíl, jsou morfologicky identické a liší se pouze způsobem vzniku. Primární zoospora vycestuje přímo z cysty a sekundární vzniká z vytvořených sporangií paraplazmodia (Váňa a Kalina, 2005).

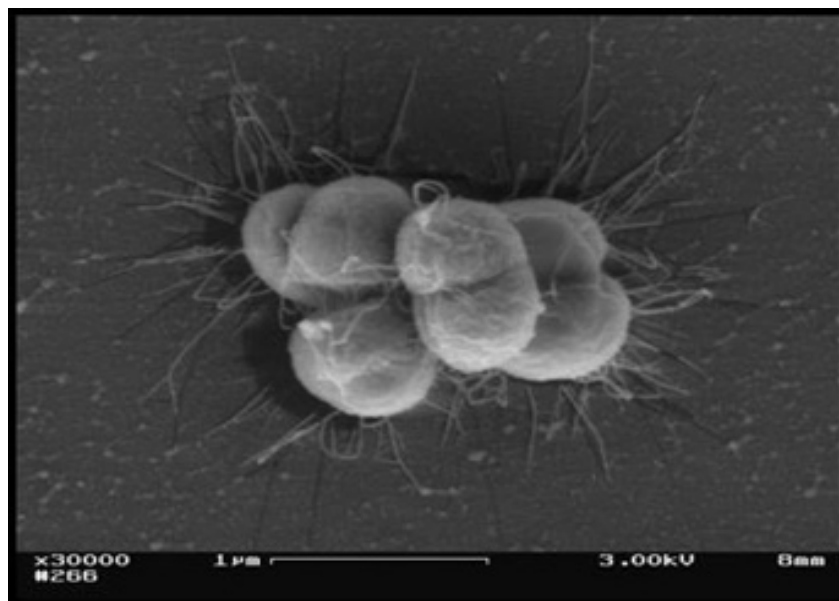


**Obrázek 14: životní cyklus Plasmodiophoromycota. Převzato z <http://www.fsbio-hannover.de/oftheweek/280.htm>, 12.6.2014**

## 2.1.4 LABYRINTHULOMYCOTA

*Labyrinthulomycota*, česky někdy nazývané labyrintuly, je malá skupina která v současnosti zahrnuje 48 druhů zařazených do 13 rodů. Jsou známé také jako „vodní hlenky“. Nalezneme je především v mořských biotopech nebo v braktických vodách v ústí řek. Jsou odděleny do dvou řádů *Labyrinthulomycota* a *Thraustochytriales*; viz **Obrázek 15** (Anonymus, 2014). Byl u nich zaznamenán i parazitický způsob života, *Labyrinthula cienkowskii* napadá sladkovodní řasu *Vaucheria sessilis* (Váňa a Kalina, 2005). Jsou to tedy parazité mořských řas a vodních cévnatých rostlin. Saprofytičtí zástupci žijí v koloniích (Babula, 2008).

V trofické fázi mají stélky labyrintul na povrchu šupinky. Buňky mohou být pohyblivé nebo nepohyblivé. Nepohyblivé buňky mají kulovitý tvar, kdežto pohyblivé buňky jsou elipsoidní nebo větvenovité. Jsou oblaněné, ale v buněčné stěně nebyl prokázán chitin ani celulóza. Labyrintuly vytváří útvary podobné plazmodiím, označované jako filoplazmodia: jednotlivé buňky jsou spojeny ektoplazmatickými výběžky v síťovité útvary. Ektoplazmatické výběžky vznikají v botrozomech, specializovaných organelách lokalizovaných na povrchu buněk. Reprodukční fáze produkuje zoospory se dvěma bičíky, u nichž jeden je pětý nebo aplanospory, které jsou nepohyblivé. Jediné buňky se seskupí v jednom místě filoplazmodia, kde vzniká sporangium obalené tenkou stěnou a v něm spory (Váňa a Kalina 2005).



**Obrázek 15:** mikroskopické zobrazení řádu *Thraustochytriales*. Převzato z [http://www3.botany.ubc.ca/bleander/Celeste\\_files/research.html](http://www3.botany.ubc.ca/bleander/Celeste_files/research.html) 12.6.2014

## 2.2 Dnešní pohled na zařazení a systematiku hlenek

Obecný systém organismů se neustále mění díky novým poznatkům vědců; viz **Tabulka 1**. První z velkých klasifikátorů, Carl Linné (1735), rozdělil organismy do dvou říší – rostlin a živočichů. Ernst Haeckel (1866) k nim přidal jednobuněčnou říši Protista, do které zařadil organismy z pomezí rostlin a živočichů, které nebylo možné zařadit do žádné z obou předchozích skupin; viz **Obrázek 16**. Názorem Edouarda Chattona bylo zavést pouze dvě imperia, Prokaryota a Eukaryota. Herbert F. Copeland (1938) zavedl systému čtyř říší: Monera, Protoctista, Plantae a Animalia; viz **Obrázek 17**. Roku 1969 přichází revoluce v systému, jelikož Robert Whittaker poprvé uvádí říši hub (Fungi); viz **Obrázek 18**. Carl Woese a kolektiv (1977) rozřadil organismy do šesti říší, které potom sjednotil v tři domény (1990). Velmi aktuální systém vytvořil Thomas Cavalier-Smith (1993) původně s osmi říšemi, které posléze upravil do šesti: Bakteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi (1998) (Kingdom (biology), 2014).

Podobným vývojem prošel i pohled na zařazení hlenek mezi ostatní (jednobuněčné) organismy. Jako první se je pokusil zařadit německý přírodovědec H. A. de Bary (1831–1888). Hlenky označil jako Mycetozoa a zařadil je do příbuznosti živočichů (Mykologie, 2010). E. Haeckel hlenky zařadil do říše Protista, jelikož pro něj představovaly díky pohyblivé trofické fázi jedny z organismů, které se nacházejí na pomezí rostlin a živočichů. H.F. Copeland je ve svém systému čtyř říší zařadil mezi Protoctista. Jejich dalším místem byla říše Fungi, kam je roku 1969 umístil Robert Whittaker (Kingdom (biology), 2014). Ani toto zařazení však nebylo definitivní. Místo v této říši získaly na základě podobnosti s houbovými organismy v reprodukční fázi svého životního cyklu, kde dochází ke vzniku sporokarpů a spor obsahujících chitin. To byla ovšem jejich jediná podobnost (Čelakovský, 1890). Od hub se hlenky liší především pohyblivým vývojovým stadiem, plazmodiem. Následně se objevil i názor, zda by hlenky neměly být součástí nižších rostlin pro podobnost typů stélek. Jedná se konkrétně o měnavkovitý (rhizopodální) a bičíkatý (monadoidní) typ stélek (Vašíček, 2014).

Dnes se na hlenky tak, jak je vnímali výše zmínění autoři, již nehledí. Mezi hlenky tehdy byly řazeny i jim podobné, nikoliv však příbuzné organismy. Pospolu v jedné skupině tak mohly být nalezeny nejen „pravé“ hlenky, ale také akrázie, nádorovky a labyrintuly.

Prvním z pokusů o přirozené zařazení se stal systém Cavaliera-Smithe. Ten si jako první uvědomil, že protista nejsou přirozená skupina, ale „sběrný koš“, který zahrnuje množství různě

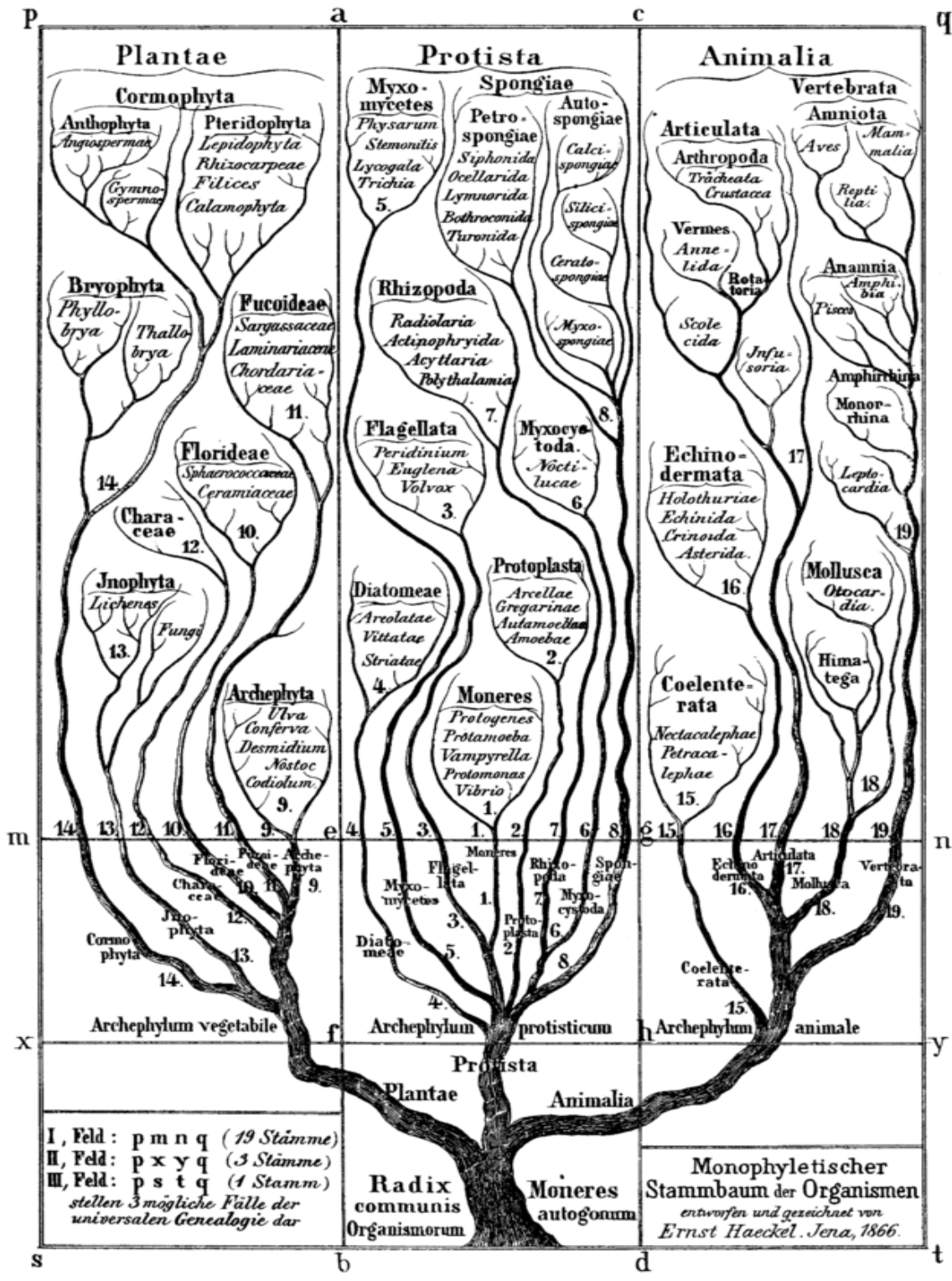
příbuzných linií, které spojuje pouze jeden znak – jednobuněčnost (EN (wiki), 2014). Krokem ke zcela novému nahlížení na systém všeho živého se posléze stal názor Simpsona a Rogera (2004), který už reflektuje skutečnost, že mnohé jednobuněčné linie jsou mnohem více příbuzné liniím mnohobuněčným, než sobě navzájem; viz **obrázek 19**.

Organismy z původní skupiny hlenky dnes nalezneme v několika říších. Prvé hlenky (Mycetozoa), dělené na tři skupiny Protosteliomycetidae, Dictyosteliomycetidae a Myxomycetidae, jsou dnes řazeny mezi Amoebozoa (Conozoa). Buněčné hlenky neboli akrázie (Acrasiomycota) mají své místo ve skupině Excavata (Heterolobosea) a součástí Chromista (Stramenopiles) jsou Labyrinthulomycota. Někdy mezi chromistní organismy řazená skupina Rhizaria dnes zahrnuje také nádorovky (Plasmodiophoromycota neboli Phytomyxea) (EN (wiki), 2014).

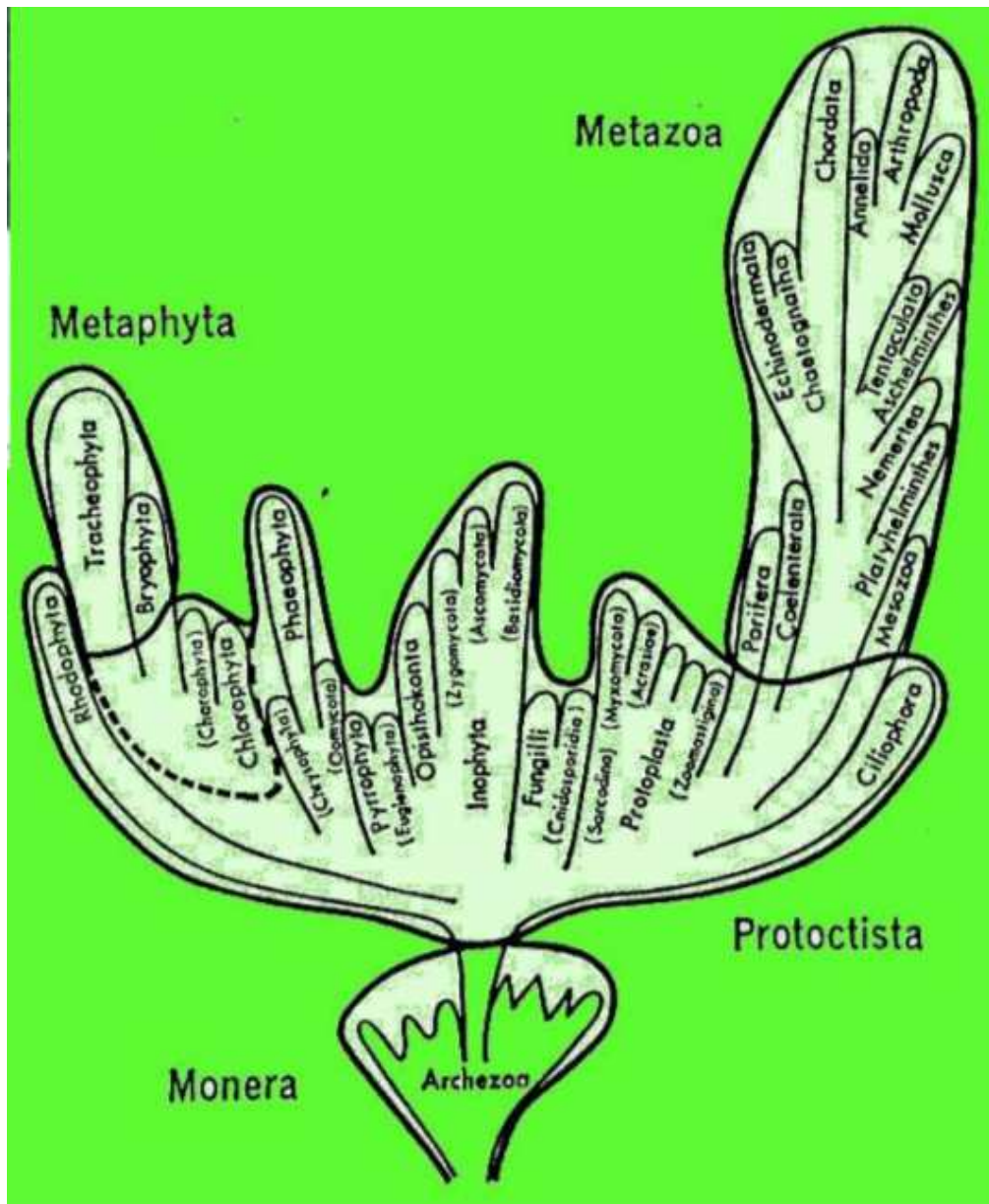
Nejproblematictější je v současné době vnitřní uspořádání organismů, patřících ke chromistní linii. V literatuře se lze setkat s různými názory na tuto skupinu. Jedním z problémů je, zda Rhizaria tvoří samostatnou říši či jsou součástí skupiny Chromista. V případě hlenek se tento problém týká pouze nádorovek, ostatní skupiny hlenek a hlenkám podobných organismů mají již své dobře podpořené zařazení.

**Tabulka 1: vývoj systému. Převzato z [http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom\\_\(biology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology)), 12.6.2014**

Linnaeus 1735	Haeckel 1866	Chatton 1925	Copeland 1938	Whittaker 1969	Woese et al. 1977	Woese et al. 1990	Cavalier-Smith 1993	Cavalier-Smith 1998	
2 říše	3 říše	2 impéria	4 říše	5 říší	6 říší	3 domény	8 říší	6 říší	
(not treated)	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Eubacteria	Bacteria	
					Archaeobacteria	Archaea	Archaeobacteria	Bacteria	
			Protoctista	Protista	Protista	Protista	Archezoa	Protozoa	Protozoa
							Chromista	Chromista	
Vegetabilia	Plantae	Eukaryota	Plantae	Plantae	Plantae	Eucarya	Plantae	Plantae	
			Fungi	Fungi	Fungi		Fungi	Fungi	
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	



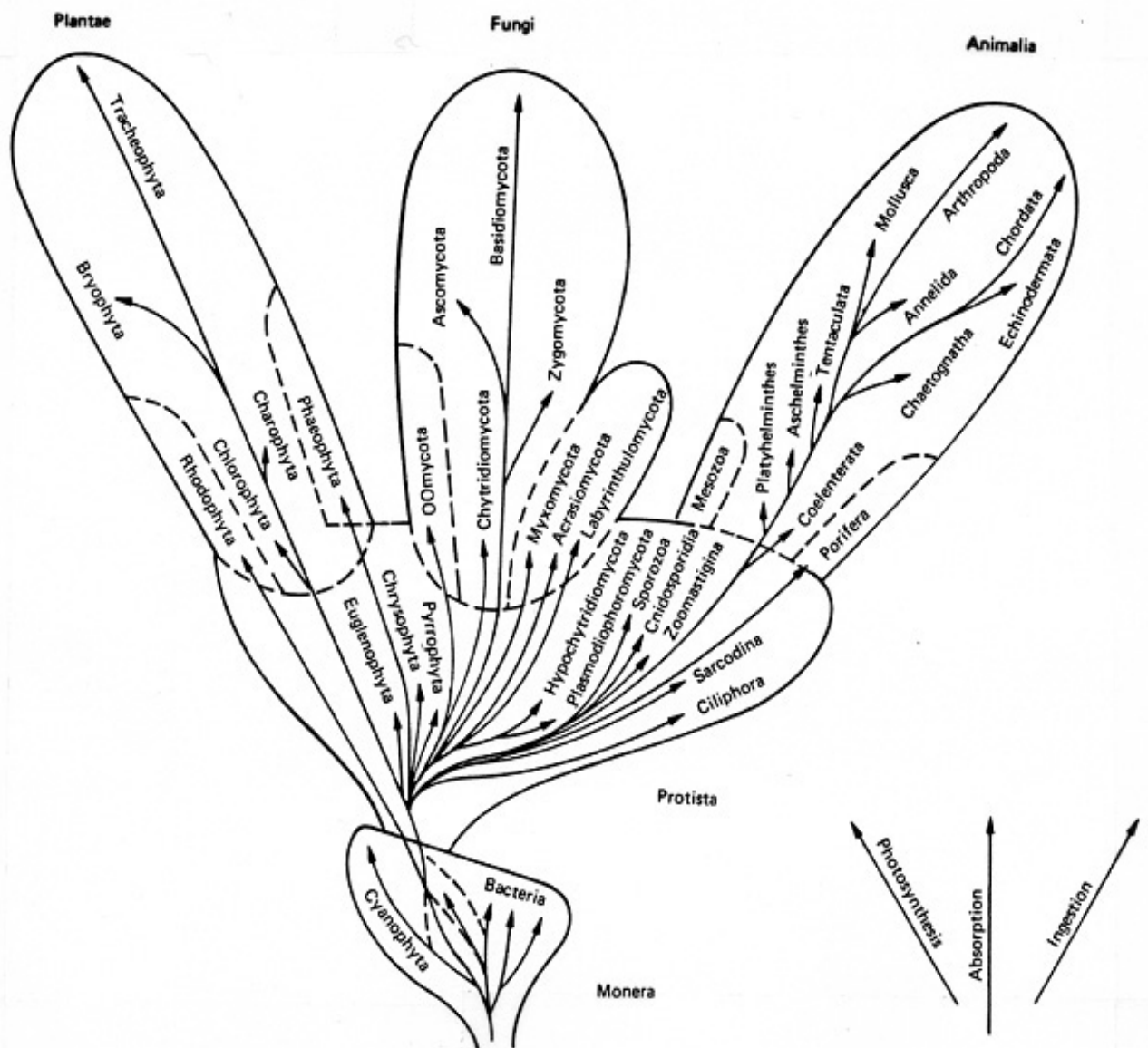
Obrázek 16: systém dle Haeckela. Převzato z [http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom\\_\(biology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology)), 12.6.2014



PROKARYOTA	EUKARYOTA	
jednotlivé	jednobuněčné	mnohobuněčné a mnohobuněčné
samostatně v koloniích	samostatně v koloniích	diferenciace somatického pletiva (tkáně)

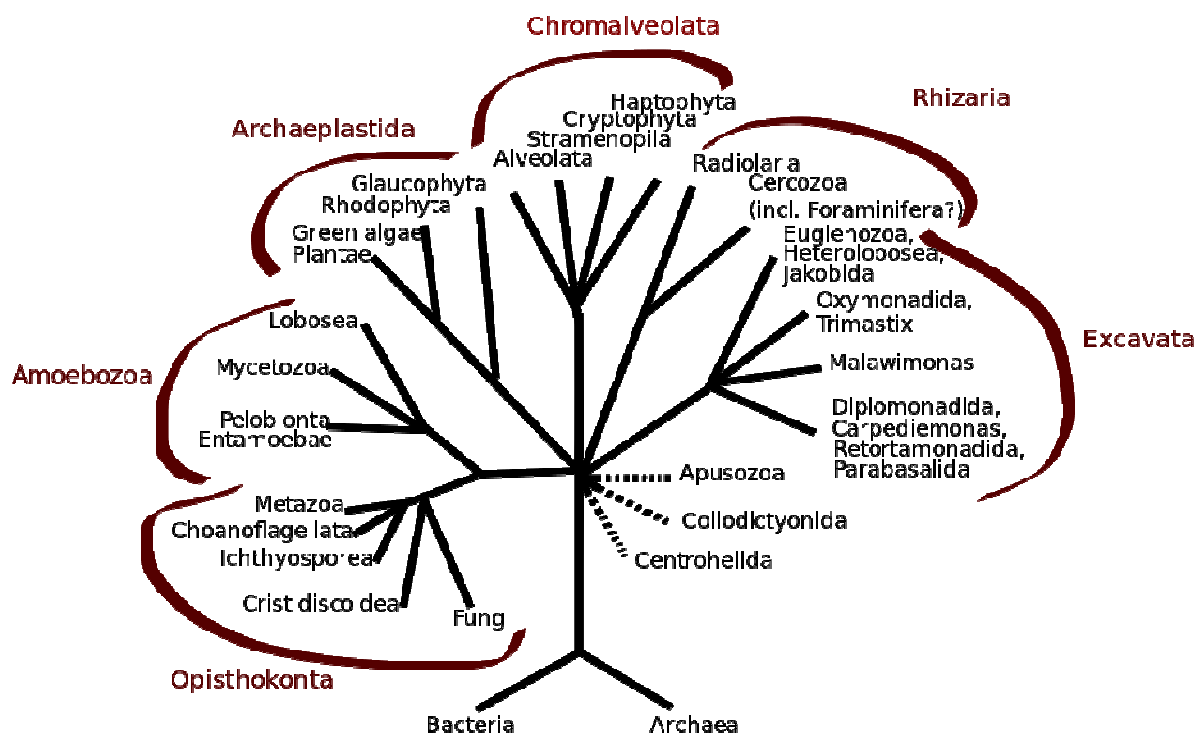
Obrázek 17: systém dle Copelanda. Převzato z <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=44813&kod=MB120P18>, 12.6.2014





Obrázek 18: systém dle Whittakera. Převzato z <http://www1.umn.edu/ships/db/whittaker.htm>, 12.6.2014





Obrázek 19: systém dle Simpsona a Rogera. Převzato z [http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom\\_\(biology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology)), 12.6.2014

### 3 Hlenky ve výuce na českých vysokých školách

V praktické části své bakalářské práce jsem se rozhodla zjistit, jakým způsobem a v jakých předmětech jsou na českých vysokých školách seznamováni s hlenkami budoucí učitelé biologie. Díky své podivnosti a poměrně nedávným změnám vyšší klasifikace není pohled na hlenky na všech pracovištích, která budoucí učitele školí, jednotný. Hlenky jsou probírány v široké škále předmětů od botaniky až po zoologii a stejně tak jsou široké možnosti jejich systematického zařazení, které se na různých školách liší.

Svůj výzkum jsem provedla na osmi státních vysokých školách. Západočeská univerzita školí budoucí učitele pouze v rámci Pedagogické fakulty. Tři z univerzit (Ostravská univerzita, Univerzita Hradec Králové a Univerzita Jana Evangelisty Purkyně) vyučují budoucí učitele pouze na přírodovědeckých fakultách. Zbývající ústavy (Univerzita Karlova, Masarykova univerzita, Univerzita Palackého v Olomouci a Jihočeská univerzita) vzdělávají učitele jak na pedagogické, tak na přírodovědecké fakultě. U těchto univerzit, kde se studenti s hlenkami mohou setkat na obou fakultách, uvádím stav na obou pracovištích.

Výzkum probíhal jednoduchou formou: nejprve jsem zjistila, kdo a v jakém (jakých) předmětu (předmětech) hlenky vyučuje. Vyučujícímu jsem poté zaslala e-mail, jehož text je přiložen v příloze č.1, ve kterém jsem se ho ptala na podrobnosti výuky. Má zjištění naleznete v následujících kapitolách.

#### 3.1 Seznam VŠ

- Masarykova Univerzita
- Univerzita Palackého v Olomouci
- Ostravská Univerzita
- Univerzita Hradec Králové
- Západočeská Univerzita
- Jihočeská univerzita
- Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
- Univerzita Karlova

### 3.1.1 Masarykova univerzita v Brně

Na Masarykově univerzitě se hlenky vyučují v učitelských oborech na Přírodovědecké a Pedagogické fakultě. Na **Přírodovědecké fakultě** se s nimi studenti seznamují ve dvou předmětech: Fylogenezi a diverzitě řas a hub (Bi1090), k tomuto předmětu běží paralelně i cvičení (Bi1090c); a v přednášce Systém řas a hub pro pokročilé (Bi9050). Fylogeneze a diverzita řas a hub je určena pro první ročník bakalářského studia, Systém řas a hub je doporučen pro magisterské studium. Oba předměty vyučuje Mgr. Petr Hrouda, Ph.D. Doktor Hrouda mi na otázku v jakém předmětu a dle jakého systému vyučuje hlenky odpověděl, že se hlenky vyučují ve výše zmíněných předmětech a vyučuje je jakožto součást říše Amoebozoa. Zároveň mi zaslal své prezentace, ve kterých podrobně popisuje tyto organismy a charakterizuje jednotlivé skupiny eukaryotických organismů.

**Pedagogická fakulta** se o hlenkách zmiňuje ve čtyřech předmětech. První z nich jsou Základy systému a evoluce nižších rostlin a hub (Bi2BP BHNP), které jsou vyučovány formou přednášky pro druhý ročník bakalářského studia. Základy systému a evoluce nižších rostlin a hub (Bi2BP BHNL) jsou cvičení k předchozímu předmětu taktéž určená pro druhý ročník bakalářského studia; Cvičení v terénu - botanika, zoologie a ekologie (Bi2BP TCBZ) je předmět opět určený pro 2. ročník bakalářského studia. Poslední z předmětů, zmiňující hlenky, je Komplexní cvičení v terénu (Bi2MP\_KCTE). V tomto předmětu jsou hlenky zkoušeny při poznávačce. I Komplexní cvičení je vyučováno ve 2. ročníku magisterského studia. Výuku všech těchto předmětů vede Mgr. Blažena Brabcová, Ph.D.

Doktorka Brabcová využívá ve své výuce systematické zařazení hlenek dle systému užívanému v publikaci Váni a Kaliny (2005), která využívá tři oddělení. První z nich, Acrasiomycota (akrázie), obsahuje jedinou třídu Acrasiomycetes. Druhé oddělení, Myxomycota (hlenky), je dělené na tři třídy: Protosteliomycetes, Dictyosteliomycetes a Myxomycetes. Posledním oddělením jsou Plasmodiophoromycota, třída Plasmodiophoromycetes. Jako studijní literaturu doporučuje:

- Kalina T. et Váňa J (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii.* – Karolinum, Praha
- Kalina T. (2001): *Systém a vývoj sinic a řas.* - Praha UK, [skriptum].
- Váňa J. (1998): *Systém a vývoj hub a houbových organismů.* - Karolinum, Praha.
- Urban Z. et Kalina T. (1980): *Systém a evoluce nižších rostlin.* - SPN Praha. (lze použít jen částečně)

- Špaček J (1999): *Hlenky, houby, řasy*. - Masarykova univerzita, Brno. (lze použít jen částečně)

### 3.1.2 Univerzita Palackého v Olomouci

Univerzita Palackého v Olomouci hlenky vyučuje taktéž na Přírodovědecké i Pedagogické fakultě. **Přírodovědecká fakulta** seznamuje své posluchače s hlenkami v předmětu Fylogeneze a systém nižších rostlin (BOT/SNP, SNPR), ke kterému je určené cvičení (BOT/SNCVU, SNCVO). Tento předmět je pro budoucí učitele doporučován ve druhém ročníku bakalářského studia, pro BE (Biologie a ekologie) a MBB (Molekulární a buněčná biologie) v prvním ročníku a pro Ochranu a tvorbu životního prostředí v ročníku třetím bakalářského studia. Předmět vyučuje RNDr. Barbora Mieslerová Ph.D. Co se týče systému, čerpá z práce Váni a Kaliny (2005) a rovněž mi poskytla k nahlédnutí prezentaci.

**Pedagogická fakulta** se hlenkami zabývá v předmětech Nižší rostliny a Mikrobiologii, které vyučuje Mgr. Martina Vašutová ve 2. ročníku. Dále pak se s nimi studenti mohou setkat v Zoologii bezobratlých. Tento předmět je vyučován paní Prof. Ing. Miladou Bocákovou, Ph.D., která hlenky systematicky řadí mezi Amoebozoa.

### 3.1.3 Ostravská Univerzita

U Ostravské Univerzity budeme mluvit pouze o fakultě Přírodovědecké. Zde se o hlenkách zmiňuje Mgr. Marek Eliáš, Ph.D. v předmětu Biologie protistů a hub prvním ročníku bakalářského studia. Doktor Eliáš jejich složité zařazení v rámci tohoto zcela nového předmětu vyučuje na základě fylogenetických vztahů dle nejnovějších metod molekulární fylogenetiky a fylogenomiky. Konkrétně hlenky, tedy jejich skupiny Dictyostelida a Myxogastria řadí mezi Amoebozoa. Rod *Acrasia* zmiňuje ve skupině Heterolobosea (Excavata). Zabývá se i rodem *Guttulinopsis* a skupinou Plasmodiophorida patřící do Rhizaria a skupinou Labyrinthulomycetes patřící do skupiny Stramenopiles (oboje Chromista).

Doktor Eliáš upouští od rigidního rozřazení na systematické kategorie typu řád, třída, kmen atd. a využívá neutrálně zvolené pojmy jako skupina, linie atd. Jako studijní literatura jsou doporučeny tituly, kde jsou studenti upozorňováni na zastaralý systém a jsou odkázáni na informace ze systematiky z přednášek předmětu:

- Kirk, P. M. et al. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford, 2008.

- Margulis, L. (ed.). *Handbook of Protoctista*. Jones and Bartlem Publisher, Boston, 2012.
- Webster, J., Weber, R. *Introduction to fungi*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
- Hausmann K. & Hulsmann N. *Protozoologie*. Praha, 2003. ISBN 80-200-0978-7.
- Kalina, T., Váňa, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha, 608p, 2005.

### 3.1.4 Univerzita Hradec Králové

Univerzita Hradec Králové připravuje budoucí pedagogy biologie taktéž pouze na Přírodovědecké fakultě. Zde má hlenky na starost Mgr. Petra Mazalová, Ph.D. v předmětu Fylogeneze a systém stélkatých organismů. Tento předmět je povinný v prvním roce studia v zimním semestru. Dle názoru paní doktorky Mazalové by ale bylo nejlepší ho přesunout až do druhého ročníku (kdy se studenti naučí pracovat s mikroskopem a učit se naráz větší množství informací). Druhým předmětem je Mykologie, která je povinně volitelná a studenti si ji mohou zvolit jak na bakalářském, tak v magisterském stupni. Doktorka Mazalová řadí hlenky do říše Amoebozoa. Čerpá z Váni a Kaliny (2005) s upozorněním na zastaralost zde uvedeného systému. Doporučena je i následující publikace:

- Váňa, J. *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. Karolinum, Praha, 1996.

### 3.1.5 Západočeská Univerzita

Západočeská univerzita se budoucím pedagogům biologie věnuje na Pedagogické fakultě. Hlenky jsou zmiňovány v předmětu Botanika systematická 1 (KBI/BOT1) pro druhý ročník bakalářského studia, konkrétně v zimním semestru Mgr. Veronikou Kaufnerovou. Hlenky řadí taktéž mezi Amoebozoa (Unikonta). Zdrojem informací pro studenty jsou především přednášky a publikace Váni a Kaliny (2005), avšak nikoliv zde používaný systém.

### 3.1.6 Jihočeská Univerzita

Jihočeská Univerzita vyučuje hlenky stejně jako Masarykova Univerzita a Univerzita Palackého v Olomouci na fakultě Přírodovědecké i Pedagogické.

Přírodovědecká fakulta je zahrnula do předmětu Mykologie (KBO/135) pro druhý nebo třetí ročník bakalářského studia, který vyučuje Ing. Miloslava Kavková, Ph.D.; a do Protistologie

(KZO/161) pod záštitou Mgr. Martina Kostky, Ph.D., doporučené pro 3. ročník. K oběma předmětům běží paralelně cvičení. V rámci přednášky Protistologie bere pan magistr Kostka hlenky jakožto polyfyletickou skupinu, která je součástí Amoebozoa. Probírá skupiny Dictyostelida, Myxomycota a rod *Copromyxa*. Dále zmiňuje akrázie (Acrasida), které řadí do Heterolobosea (Excavata); a skupinu Plasmodiophora a rod *Guttulinopsis*, řazené do Rhizaria.

Krom doporučené studijní literatury poskytuje svým studentům odkaz na internetové stránky českých protistologů ([www.protistologie.cz](http://www.protistologie.cz)), kde naleznou audiozáznamy a prezentace určené pro přednášku Protistologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Coby další studijní literaturu doporučuje publikaci Hausmanna a Hülsmana (2003) s upozorněním, že systém prvoků zde prezentovaný již není aktuální.

Paní inženýrka Kavková mi zaslala odkazy na své výukové prezentace, kde se o hlenkách zmiňuje. Acrasiomycota mají místo ve skupině Excavata: Heterolobosea, Plasmodiophoromycota ve skupině Rhizaria: Phytomyxids, Myxomycota v Amoebozoa a Labyrinthulomycota spadají pod Chromalveolates: Stramenopiles. Doporučenou literaturou je kniha Přehled hub střední Evropy Holce, Bielicha a Berana (2012) a další anglické tituly, které jsou uvedeny na konci prezentací, stejně jako odkaz na webové stránky s aktualizovanými prezentacemi k přednáškám:

- <http://mykoweb.prf.jcu.cz/mykologiesm.html>

**Pedagogická fakulta** se o hlenkách zmiňuje v předmětech Botanika nižších hub a rostlin (KBI/BOT53) ve 2. ročníku prezenčního studia a v 1. ročníku studia dálkového, které má na starost RNDr. Božena Šerá, Ph.D. Na předmět navazuje cvičení, o hlenkách zde zmínka není. Oba předměty si zároveň mohou zapsat studenti jiných oborů.

Paní doktorka Šerá mi poslala svou prezentaci k přednášce, kde hlenky, konkrétně skupiny Acrasiomycota, Myxomycota a Plasmodiophoromycota řadí do skupiny Protozoa. Jako studijní literaturu uvádí následující publikace:

- Kalina T., Váňa J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha
- Novák J., Skalický M. 2008. *Botanika. Cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint, Praha.

Zmínku o hlenkách nalezneme i v předmětu Základy biologie buněčných eukaryot (KBI/MIK52) vyučovaným Prof. RNDr. Miroslavem Papáčkem, CSc., který mi zároveň poskytl kontakt na paní doktorku Šerou.

### **3.1.7 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně**

Na Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně připravují pedagogy biologie pouze na Přírodovědecké fakultě.

Hlenky zde vyučuje RNDr. Lenka Němcová, CSc v předmětu Fyziologie a systém nižších rostlin (KBI/P301) pro 2. ročník. Ve výuce zmiňuje systém Cavaliera-Smithe (1998), ve kterém jsou hlenky řazeny do skupiny Protozoa; a systém podle Simpsona a Rogera (2004) s rozřazením hlenek do říší Excavata, Amoebozoa či Rhizaria. Jako studijní materiál používá opět publikaci Váni a Kaliny (2005).

### **3.1.8 Univerzita Karlova**

Karlova univerzita se vzdělávání budoucích středoškolských učitelů biologie věnuje jak na Pedagogické, tak na Přírodovědecké fakultě.

Na **Přírodovědecké fakultě** jsou hlenky zahrnuty do předmětu Mykologie pro učitele (MB120P124), vyučovaného Mgr. Ondřejem Koukolem, Ph.D. Ke studiu doporučuje doktor Koukol své prezentace, které mi poskytl k nahlédnutí, a zároveň se snaží uvádět aktuální systematické poznatky. Skupinu Acrasiomycota tak řadí mezi Excavata, Myxomycota do Amoebozoa a Labyrinthulomycota společně s Plasmodiophoromycota do Chromista.

Studenti PřF se mohou s hlenkami setkat také v Protistologii (MB160P62) docenta RNDr. Ivana Čepičky, Ph.D.; Mgr. Vladimíra Hampla, Ph.D. a Mgr. Pavla Škalouda, Ph.D. Tento předmět je primárně určen pro studenty odborných biologických oborů, zapisují si jej však také studenti učitelských kombinací. K přednášce přísluší rozsáhlé stránky [www.protistologie.cz](http://www.protistologie.cz) s množstvím aktuální doporučené literatury a také s nahrávkami jednotlivých přednášek a výukových prezentací, které si studenti mohou kdykoliv poslechnout a prohlédnout.

Studijní materiály příslušející k této přednášce jsou doporučovány dr. Kostkou (Jihočeská univerzita) a Mgr. Říhovou (PedF UK) v rámci jimi vyučovaných předmětů.

Přednáška Protistologie je zaměřena výhradně na jednobuněčné skupiny a uvádí nejnovější systematické zařazení, mnohdy včetně jeho nedávných proměn. Přednášející zde zmiňují jak skupinu Acrasina (Excavata: Heterolobosea), tak „klasické“ skupiny hlenek, řazené mezi Amoebozoa (Mycetozoa: Dictyosteliida, Myxogastria a Protosteliida). Vodní hlenky (Labyrinthulomycetes) jsou zmiňovány ve skupině Stramenopiles; nadorovky (Plasmodiophoromycota; zde jako Phytomyxea) v Cercozoa. Obě posledně jmenované skupiny – Stramenopiles i Cercozoa – jsou řazeny mezi Chromista.

Na **Pedagogické fakultě** jsou hlenky vyučovány v předmětu Biologie jednobuněčných a příbuzných organismů (OB2302010) Mgr. Dagmar Říhovou. Z organismů tradičně řazených mezi hlenky jsou v této přednášce zmiňovány pouze pravé hlenky (Amoebozoa: Eumycetozoa), dělené na tři skupiny Protosteliida, Dictyosteliida a Myxogastria; a hlenkám podobné akrázie (Acrasina), řazené mezi Excavata: Heterolobosea. Okrajově jsou probrány též nadorovky, řazené mezi Chromista: Cercozoa.

Mimo učebnice protistologie Hausmanna a Hülsmanna (2003) jsou dále jako studijní literatura doporučovány dvě základní učebnice zoologie bezobratlých (Brusca a Brusca 2002; Ruppert et al. 2004) a přehledový článek Čepičky et al. (2010). Stejně jako v případě Protistologie dr. Kostky (Jihočeská univerzita) jsou hlubším zájemcům o problematiku doporučeny stránky [www.protistologie.cz](http://www.protistologie.cz). Studenti jsou navíc upozorněni, že v doporučovaných publikacích nenaleznou aktuální systém a tyto informace jsou jim dodávány ve výukových prezentacích.



## 4 Závěr

Tato práce je zaměřena na charakteristiku hlenek a jim podobných organismů a na srovnání jejich znaků (viz tabulka v **příloze č. 4**). Ve své druhé části navíc porovnává způsob seznamování s těmito zajímavými organismy na osmi českých státních vysokých školách s obory připravujícími budoucí učitele biologie. Zjišťováno bylo především, v jakých předmětech jsou tyto organismy vyučovány a jak se vedoucí kurzů či přednášek staví k jejich vyššímu systematickému zařazení.

Variabilita výuky hlenek mezi jednotlivými školami je značná, studenti jsou však s hlenkami seznámeni na všech zkoumaných vysokých školách, žádný z ústavů je neopomíjí.

Z hlediska výuky poměrně nedávno došlo k zásadnímu posunu v náhledu na vyšší klasifikaci organismů (Cavalier-Smith 2009; Simpson a Roger, 2004), což se promítá i do širokého spektra předmětů, ve kterých jsou hlenky probírány. „Paleta“ předmětů tak sahá od mikrobiologie až po zoologii bezobratlých.

Protože na hlenky bylo poměrně dlouho nahlíženo jako na houbové organismy, byly tradičně vyučovány společně s houbami nebo nižšími rostlinami. To se odráží i v aktuální situaci: v akademickém roce 2013/2014 byly hlenky nejčastěji vyučovány v předmětech zaměřených na fylogenezi a systém nižších rostlin a hub (celkem 7 předmětů). V botanicky zaměřených předmětech se objevily ve třech případech a v přednáškách mykologie také třikrát. Tři kurzy, ve kterých je hlenkám věnován prostor, jsou zaměřeny na jednobuněčné organismy (obvykle jsou označovány jako protozoologie nebo biologie jednobuněčných organismů/protistů). S hlenkami se však můžeme setkat i v mikrobiologii či zoologii bezobratlých (v obou případech na Pedagogické fakultě Univerzity Palackého v Olomouci). K předmětům mnohdy paralelně běží výuka cvičení (v 8 případech). Celkový přehled předmětů zahrnujících výuku hlenek je shrnut v tabulce umístěné v **příloze č. 3**.

Obory vychovávající budoucí učitele biologie, kde tyto předměty nalezneme, se vyučují jak na pedagogických, tak na přírodovědeckých fakultách zmíněných vysokých škol. Mezi přírodovědeckými a pedagogickými fakultami však není výrazný rozdíl v zařazení hlenek do určitého typu přednášky. Taktéž přístup k systému hlenek z hlediska vyučujících je velice podobný.

Nejčastěji doporučovanou studijní literaturou je česky psaná publikace **Sinice, řasy, houby a mechorosty v systému šesti říší** Váni a Kaliny (2005). Další z často doporučovaných učebnic je **Protozoologie** autorů Hausmanna a Hülsmanna (2003). V obou případech jsou studenti upozorňováni na zastaralé pojetí systému.

Při výuce jsou také používána rozdílná pojetí vyšší klasifikace organismů. Nejčastěji užívanými systémy byl systém dle Thomase Cavaliera-Smithe (2009), Simpsona a Rogera (2004), a na některých školách z části také systém dle Váni a Kaliny (2005).

Cavalier-Smith (2009) řadí hlenkové organismy mezi protozoa. Tyto jsou dále, co se „hlenkového“ úhlu pohledu týče, děleny do tří skupin. První z nich jsou Excavata: Heterolobosea, kam jsou řazeny buněčné hlenky ze skupiny Acrasiomycota. Největší část hlenkových organismů, pravé hlenky (Mycetozoa), jsou řazeny do Amoebozoa: Conosa. Pravé hlenky jsou děleny do tří skupin: Protostelea, Dictyostelea a Myxomycetes). Třetí skupinou, kam je řazena část organismů původně přiřazovaných k hlenkám, jsou Chromista: Rhizaria. Do linie označované jako Cercozoa jsou zde řazeny nádorovky (Phytomyxea, někdy označované také jako Plasmodiophoromycota). Mezi Sagenista (další z vnitřních skupin chromistní linie) jsou řazeny labyrintuly (Labyrinthulea).

Nejpřehledněji zpracovaným systémem, poměrně podobným pojetí Cavaliera-Smithe, je systém Simpsona a Rogera (2004). Rozdělení je následující: Excavata: Heterolobosea – **Acrasiomycota**; Amoebozoa: **Mycetozoa** (tradičně dělené na tři skupiny Protostelidae, Dictyostelidae a Myxomycetidae); Chromalveolata: Stramenopila – **Labyrinthulomycetes**; a Rhizaria: Cercozoa – **Plasmodiophoromycota**.

Vána a Kalina (2005) mají systém také přehledný, ale poněkud zastaralý (některými vyučujícími byl zcela nedoporučován). Vyšší klasifikaci uvádí následovně: ve velké skupině sdružující téměř všechny jednobuněčné organismy, tzv. Protozoa, lze hlenkové organismy najít mezi **Acrasiomycota** (Acrasiomycetes), **Myxomycota** (opět tři tradiční skupiny pravých hlenek Protosteliomycetes, Dictyosteliomycetes a Myxomycetes) a **Plasmodiophoromycota** (Plasmodiophoromycetes).

Hlenky jsou díky svému specifickému životnímu cyklu tak odlišné od „běžných“ organismů, že ve finále není až tak důležité v jakém předmětu je o nich zmínka či kam vlastně systematicky patří. Hlavní je fakt, že se jimi nezabývá pouze věda a výzkum, ale že se o nich dovědí, byť třeba jen okrajově, i studenti učitelských oborů biologie.

## 5 Seznam použitých pojmů

<b>Agregace</b>	shlukování
<b>Akrokontní bičík</b>	vrcholový, přední bičík
<b>Améby</b>	česky měnavka, jednobuněčný organismus, jehož tvar se neustále mění. Tím se organismus zároveň pohybuje a přijímá potravu
<b>Anteriorní</b>	přední, čelný
<b>Aplanospora</b>	nepohyblivý výtrus
<b>Botrozom</b>	specifické orgány na povrchu buněk z nichž u labyrintul vznikají složitá síť výběžků
<b>Cysta</b>	útvary pro přečkání nepříznivých podmínek
<b>Ektoplazma</b>	povrchová vrstva cytoplazmy
<b>Endoplazma</b>	vnitřní část cytoplazmy
<b>Fagotrofní výživa</b>	pohlcování organismů nebo jejich částí jiným živočichem
<b>Filoplazmodium</b>	ektoplazmatické výběžky spojující se v síť (labyrintuly)
<b>Fototaktický pohyb</b>	pohyb podmíněný světlem
<b>Fruktifikace</b>	vytváření plodu, zrání
<b>Holozoická výživa</b>	u heterotrofních organismů, které nejsou schopné vytvářet samy organické látky; dochází k pohlcování celých bakterií, kvasinek, houbových spor atd.
<b>Hydrotaktický pohyb</b>	pohyb směrem ke zdroji vody
<b>Chemotaxe</b>	pohyb organismu či buňky ve směru chemického gradientu
<b>Intracelulární</b>	vnitrobuněčný
<b>Meiospora</b>	spora vzniklá meiotickým dělením
<b>Mikrocysta</b>	malá cysta (útvary pro přečkání nepříznivých podmínek)

<b>Myxaméba</b>	nebičíkaté vývojové stádium hlenek a jim podobných organismů, tvořící panožky a vyživující se fagocyticky
<b>Myxomonáda</b>	obvykle dvoubičíkaté vývojové stadium hlenek a jim podobných organismů
<b>Obligátní</b>	nutný
<b>Otevřená mitóza</b>	typ mitotického dělení, při kterém jaderná membrána na začátku mitózy zcela mizí (typické pro mnohobuněčné živočichy)
<b>Paraplazmodium</b>	nevzniká splýváním buněk ani menších plazmodií. Je buď jednojaderné, malé, které se amébovitě pohybuje (mimo tělo hostitele), nebo je vícejaderné, větší a nepohybuje se (v těle hostitele); nádorovky
<b>Plazmodium</b>	mnohobuněčný slizovitý útvar vzniklý splynutím více buněk, nebo menších plazmodií; protostelidy, myxomycetes
<b>Pseudoplazmodium</b>	plazmodium, kde nedochází ke splynutí buněk, ale každá buňka si zachovává vlastní identitu; akrázie, dictyostelidy
<b>pseudopodium</b>	panožka – útvar vznikající při amébovitěm pohybu
<b>sférocyta</b>	odolná buňka kulovitého tvaru vzniklá za nepříznivých podmínek (může vznikat i splynutím myxaméb); akrázie
<b>Schizotomie</b>	podélné dělení
<b>Sorofor</b>	stopka fruktifikačního útvaru
<b>Sorogen</b>	útvar na vrcholu stopky členěný na řetězce spor
<b>Sorokarp</b>	fruktifikační útvar dělený na sorofor a sorogen (plodnička vznikající z pseudoplazmodia)
<b>Spora</b>	výtrus
<b>Sporangium</b>	výtrusnice
<b>Sporokarp</b>	oblaněná plodnička hlenek (vzniká z plazmodia)
<b>Subpseudopodia</b>	nitkovité útvary vznikající na konci pseudopodia (akrázie)
<b>Termotaktický pohyb</b>	pohyb ve směru příznivé teploty

<b>Vegetativní</b>	týkající se všech životních funkcí s výjimkou pohlavního rozmnožování
<b>Zoospora</b>	pohyblivá nepohlavní spora
<b>Zygota</b>	diploidní jedno- i vícejaderná buňka vzniklá splynutím dvou gamet

## 6 Seznam použité literatury

BABULA, Petr. *Archebakterie, bakterie, houby, protista*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2008. 144 s. ISBN 978-80-7305-057-3.

BONNER, J. T. On the origin of differentiation. *J. Biosci.* 2003, č. 28, s. 523–528.

ČELAKOVSKÝ, Ladislav. *České Myxomycenty*: disertační práce z Botanického ústavu české university. V Praze: V komissí Fr. Řivnáče, 1890. 53 s.

ČEPIČKA, Ivan et al. *Mnohobuněčnost: biologická olympiáda 2009-2010, 44. ročník: přípravný text pro kategorie A, B*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 105 s. ISBN 978-80-213-1951-6.

KALINA, CSC., Doc. RNDr. Tomáš a Prof. RNDr. Jiří VÁŇA, DRSC. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2005. 606 s. ISBN 80-246-1036-1.

KEIZER, Gerrit J. *Encyklopedie hub*. 2. vyd. Čestlice: Rebo, 1999. 288 s. ISBN 80-7234-117-0.

NOVÁK, Jan a SKALICKÝ, Milan. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Vyd. 1. Praha: Powerprint, 2008. 327 s. ISBN 978-80-904011-1-2.

ROMERALOA, María, Ricardo ESCALANTEB a Sandra L. BALDAUFA. Evolution and Diversity of Dictyostelid Social Amoebae. *Protist.* 2012, č. 163, 327 - 343.

SHAULSKY, Gad a Richard H. KESSIN. The Cold War of the Social Amoebae. *Current Biology.* 2007, č. 17, s. 684 - 692.

ŠPAČEK, Jan. *Hlenky, houby, řasy*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 1999. 134 s. ISBN 80-210-2157-8

ZUPPINGER, Christian a Urs-Peter ROOS. Cell Shape, Motility and Distribution of F-actin in Amoebae of the Mycetozoans *Protostelium mycophaga* and *Acrasis rosea*. A Comparison with *Dictyostelium discoideum*. *European Journal of PROTISTOLOGY.* 1997, č. 33, s. 396-408.

## **Elektronické zdroje:**

**Anonymus, 2014:** <http://goo.gl/f4J0as> stránka navštívena dne 4.6.2014

**EN (wiky), 2014:** <http://goo.gl/fFxzDp> stránka navštívena dne 10.6.2014

**Gregorová, 2010:** <http://goo.gl/KYZlwl> stránka navštívena dne 3.3.2014

**Kingdom (biology), 2014:** <http://goo.gl/wUW72c> stránka navštívena dne 10.6.2014

**Klasifikace, 2013:** <http://goo.gl/JNJ9Vc> stránka navštívena dne 10.6.2014

**MUNI, 2014:** <http://goo.gl/B7uD2o> stránka navštívena dne 12.6.2014

**Mykologie, 2010:** <http://goo.gl/Ep1hXz> stránka navštívena dne 4.6.2014

**Prášil, 2010:** <http://goo.gl/QWXW79> stránka navštívena dne 11.6.2014

**Prášil, 2012:** <http://goo.gl/Bh8QWt> stránka navštívena dne 15.3.2014

**Vašíček, 2014:** <http://goo.gl/WQpb3B> stránka navštívena dne 12.6.2014

**Vzdělávání, 2014:** <http://goo.gl/Pczifh> stránka navštívena dne 11.6.2014

**ZCU, 2014:** <http://goo.gl/I9vR3g> stránka navštívena dne 16.6.2014

## 7 Přílohy

**Příloha č. 1:** text e-mailu, zaslaný jednotlivým vyučujícím

**Příloha č. 2:** odpovědi jednotlivých oslovených vyučujících

**Příloha č. 3:** tabulka 1

**Příloha č. 4:** tabulka 2

Elektronická příloha na vlepeném CD:

**Příloha 1:** fylogenetický strom (<http://goo.gl/k11nCt>)

**Příloha 2:** výukové prezentace, zaslané jednotlivými vyučujícími



## 7.1 Příloha 1

### Text e-mailu, zaslaný jednotlivým vyučujícím

*Dobrý den,*

*jsem studentkou Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze oboru Biologie-Výchova ke zdraví. Píši bakalářskou práci na téma Hlenky v pregraduální přípravě učitelů biologie a chtěla bych Vás coby zástupce xxx<sup>1</sup> univerzity požádat o pomoc.*

*Hlenky jsou jedny z organismů, jejichž systematická pozice se v posledních letech výrazně mění. Pohled na jejich systematiku a taxonomii není jednotný, někdy jsou brány spíše jako houbové organismy a jindy spíše jako několik samostatných skupin s podobnými životními cykly. Mým úkolem je zjistit, v jakých předmětech jsou hlenky na vysokých školách s pedagogickým zaměřením v ČR vyučovány a kam jsou při této výuce systematicky řazeny.*

*Proto jsem Vás jako garanta oboru (vedoucího katedry,...)<sup>2</sup> chtěla požádat, zda byste mi nemohl poskytnout kontakt na konkrétní vyučující předmětů, ve kterých jsou hlenky na vaší fakultě vyučovány; případně mě nasměrovat na internetový odkaz, kde jsou tyto informace uvedeny.*

*Velmi Vám děkuji za pomoc,  
s pozdravem Tereza Korbélyi.*

---

<sup>1</sup> Bylo doplněno dle konkrétní univerzity.

<sup>2</sup> Na základě vyhledaných kontaktů byla doplněna přesná funkce vyučujícího.

## 7.2 Příloha 2

### Odpovědi jednotlivých oslovených vyučujících

#### 7.2.1 Masarykova Univerzita

##### **Přírodovědecká fakulta – Mgr.Petr Hrouda, Ph.D.**

Doktor Hrouda mi na otázku, v jakém předmětu a dle jakého systému vyučuje hlenky, odpověděl takto:

*„Hlenky jsou v současné době řazeny do říše Amoebozoa (kam patří spolu s kořenonožci, tedy měňavkami a spol., a některými dalšími skupinami "prvoků"). Tato říše je nejspíš sesterskou skupinou k říši Opisthokonta, kam jsou dnes společně řazeni živočichové a houby - podle molekulárního systému tak hlenky přímo nepatří k houbám ani k živočichům, i když s oběma skupinami mají některé společné znaky. K hlenkám byly v historii řazeny i podobně, leč zcela nepříbuzně skupiny jako akrasie a labyrintuly /tzv. vodní hlenky/.“*

## 7.2.2 Masarykova Univerzita

### Pedagogická fakulta – Mgr. Blažena Brabcová, Ph.D.

Doktorka Brabcová mi zaslala e- mail v této podobě:

„Moje systematické zařazení při přednáškách i cvičení se přidrží publikace: Kalina T. et Váňa J.(2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. UK Praha, Karolinum, 606 p. Předměty, ve kterých jsou hlenky vyučovány jsou pro programy: Pedagogické asistentsví přírodopisu na ZŠ (první tři předměty níže uvedené) a Učitelství přírodopisu pro ZŠ (poslední předmět níže uvedený).

Hlenky jsou vyučovány v rámci předmětů:

**Bi2BP\_BHNP** Základy systému a evoluce nižších rostlin a hub - to jsou přednášky-

**Bi2BP\_BHNL** Základy systému a evoluce nižších rostlin a hub - to jsou cvičení (mohu Vám sdělit že ve cvičeních ukazují tyto hlenky: vlčí mléko, slizovka práškovitá, pěnitka popelavá, při přednáškách jich je na obrázku ještě o několik více) Dále, pokud v terénu narazíme na hlenky, jsou ukazovány a zapsány v závěrečných zprávách v předmětech:

**Bi2BP\_TCBZ** Cvičení v terénu - botanika, zoologie a ekologie **Bi2MP\_KCTE** Komplexní cvičení v terénu (v tomto předmětu jsou navíc zkoušeny při poznávačce).

### Studijní literatura

- **Bi2BP\_BHNP**

- Kalina T. et Váňa J (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. – Karolinum, Praha
- Kalina T. (2001): *Systém a vývoj sinic a řas*. - Praha UK, [skriptum].
- Váňa J. (1998): *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. - Karolinum, Praha.
- Rosypal S. et al. (1992): *Fylogeneze, systém a biologie organismů*. - SPN Praha. (Lze použít jen částečně)
- Urban Z. et Kalina T. (1980): *Systém a evoluce nižších rostlin*. - SPN Praha. (Lze použít jen částečně)
- Špaček J (1999): *Hlenky, houby, řasy*. - Masarykova univerzita, Brno. (Lze použít jen částečně)

- **Bi2BP\_BHNL, Bi2BP\_TCBZ a Bi2MP\_KCTE**

Základní určovací literatura:

- *Hindák F. et al. (1975): Klíč na určovanie výtrusných rastlín - SPN Bratislava*
- *Hindák F. et al. (1978): Sladkovodné riasy. - SPN Bratislava*
- *Svrček M. et al. (1976): Klíč k určování bezcévných rostlin. - SPN Praha*
- *Hagara L. Antonín V. et Baier J. (1999): Houby. - Aventinum, Praha, 416 s.*
- *Keizer G. J. (1998): Encyklopedie hub. – Rebo Productions, Česlice, 2. vyd., 288 s.*
- *Veselý et al. (1972): Přehled československých hub. - Academia Praha*
- *Červenka M. et al. (1972): Klíč na určovanie výtrusných rastlín II. diel. Slizovky a huby. - SPN Bratislava*
- *Grunert H. a R. (1995): Houby. Knižní klub Praha.*
- *Reader's Digest Výběr (2003): Houby česká encyklopedie + kapesní atlas hub. - Reader's Digest Výběr, Praha*
- *Černohorský Z. et al. (1956): Klíč k určování lišejníků ČSR. I. díl. - Nakl. ČSAV, Praha*
- *Pišút I. et al. (1974): Klíč na určovanie výtrusných rastlín. III. diel. - Slov. pedag. nakl., Bratislava*
- ***Další literatura a odkazy:*** (*Determinační literatura viz. sylabus cvičení = předmět Bi2BP\_BHNL*)
  - *Kremer B. P. et Muhle H. (1998): Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty. - Ikar Praha*
  - *Peciar V. et al. (1984): Základy systému a evolúcie výtrusných rastlín. - SPN Bratislava.*
  - <http://www.sinicearasy.cz>
  - <http://www.sinice.cz>
  - <http://botany.natur.cuni.cz/algo/>
  - <http://www.butbn.cas.cz/ccala/ccala.htm>
  - <http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-rasy.htm>
  - <http://botany.upol.cz/atlas/system/index.html>
  - <http://www.ochranaprirody.cz/res/data/109/014978.pdf?seek=1>
  - <http://www.sci.muni.cz/botany/krypto/houby.htm>
  - <http://galerie.sinicearasy.cz/galerie>
  - <https://botany.natur.cuni.cz/cs/sbirka-kultur-hub-ccf>.

### **7.2.3 Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta – RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.**

Doktorka Mieslerová na můj dotaz reagovala tímto způsobem:

*„My u nás učíme hlenky v rámci předmětu, který je dlouhodobě historicky nazvaný Fylogeneze a systém nižších rostli. 6 týdnů se učí sinice a řasy (což je systematicky samozřejmě nesmysl – sinice jsou prokaryota) a 6 týdnů houbové organismy, v rámci kterých se učí o hlenkách. Posílám první přednášku, kde o nich učím. Čerpala jsem z práce Kalina, Váňa (2005), která je doporučována i jako studijní literatura.“*

#### **7.2.4 Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta –RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.**

Zajímavou odpověď z Univerzity Palackého v Olomouci a zároveň i doporučení na ostatní kantory, jsem dostala od pana doktora Tufa (katedra ekologie a životního prostředí):

*„Protistologie ani protozoologie se samostatně neučí. Co si pamatuji, tak jsme se o hlenkách učili (tj. před jářku dvaceti lety) v Systému nižších rostlin a prvoky jsme probírali v Systému a evoluci bezobratlých a v Parazitologii.“*

## 7.2.5 Univerzita Palackého v Olomouci

**Pedagogická fakulta – Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.**

Od profesorky Bocákové jsem na můj dotaz obdržela tuto reakci:

*„Zabývám se příbuzenskými vztahy organizmů a publikovala jsem některé články o fylogenezi brouků. Na základě analýz DNA bylo zjištěno, že hlenky (nebo alespoň většina organizmů, které byly dříve řazeny do hlenek) jsou sesterskou skupinou měňavek a spolu s nimi tvoří větev Amoebozoa. Větev Amoebozoa je pak sesterskou skupinou Opisthokonta (což jsou převážně mnohobuněční živočichové a houby). Hlenky a jejich komplikovanou pozici v rámci eukaryotických organizmů zmiňujeme proto ve 3 předmětech:*

*- nižší rostliny*

*- mikrobiologie*

*- zoologie bezobratlých*

*Studentům ale vysvětlujeme, že nižší rostliny stejně jako bezobratlí jsou vlastně nepřirozené skupiny, které bychom měli přestat používat, protože se rozpadly.“*

## 7.2.6 Ostravská Univerzita

### Přírodovědecká fakulta - Mgr. Marek Eliáš, Ph.D.

Doktor Eliáš mi poskytl naprosto vyčerpávající odpověď:

„Výuka biologie organismů tradičně považovaných za "nižší rostliny" (řasy, houby, hlenky) a "prvky" na naší katedře biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské Univerzity v Ostravě prošla nedávno zásadní modernizací a od letního se-mestru akademického roku 2012/13 existuje předmět s názvem Biologie protistů a hub, který seznamuje s diverzitou, fylogenezí a biologií právě těchto skupin, kdy hlavním vodítkem pro organizaci přednášky jsou důsledně fylogenetické vztahy, jak se jeví na základě nejnovějších metod molekulární fylogenetiky a fylogenomiky. Pokud jde o hlenky v nejširším slova smyslu, tak o skupinách Dictyos-teliida a Myxogastria hovoříme jako o podskupinách širší skupiny Amoebozoa, "hlenky" *Fon-ticula alba* uvádíme jako příklad nezávisle vzniklé agregativní mnohobuněčnosti ve skupině Opisthokonta (v linii příbuzné houbám), rod *Acrasia* obdobným způsobem zmiňujeme v kon-textu výkladu o skupině Heterolobosea, stejně tak hovoříme o rodu *Guttulinopsis* jakožto jed-né z mnoha linií skupiny Rhizaria, a konečně skupinu Labyrinthulomycetes (Labyrinthulida) představujeme jako jednu z podskupin skupiny Stramenopiles. Pokud chcete za hlenky v ši-rokém slova smyslu považovat i skupinu Plasmodiophorida (nebo Phytomyxea), tak o ní samo-zřejmě hovoříme také, a to jako o zvláštní parazitické skupině v rámci širší skupiny Rhizaria. V souladu s nejnovějšími trendy upouštíme od používání ranku (řád, třída, kmen atd.) a o jed-notlivých taxonech hovoříme v ad hoc volených neutrálních pojmech "skupina", "podskupi-na", "linie" apod. Jako literaturu doporučujeme studentům následující tituly (kopíruji rovnou ze sylabu předmětu):

- Graham, J. E., Wilcox, L. W., Graham, L. E. *Algae*. Benjamin Cummings (Pearson), San Francisco, 2008.
- Lee, J. J., Leedse, G. F., Bradbury, P. *The illustrated guide to the Protozoa*. Allen Press, Lawrence, 2000.
- Kirk, P. M. et al. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford, 2008.
- Margulis, L. (ed.). *Handbook of Protozoa*. Jones and Bartlett Publisher, Boston, 2012.
- Webster, J., Weber, R. *Introduction to fungi*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.



- *Hausmann K. & Hulsmann N. Protozoologie. Praha, 2003. ISBN 80-200-0978-7.*
- *Kalina, T., Váňa, J. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha, 608p, 2005.*

*Explicitně ovšem studenty upozorňujeme, že pohledy na příbuzenské vztahy mezi organismy a klasifikační schémata jsou v těchto textech zastaralé a odkazujeme na vlastní přednášky.“*

## 7.2.7 Univerzita Hradec Králové

### Přírodovědecká fakulta – Mgr. Petra Mazalová, Ph.D.

Doktorka Mazlová mi poslala e-mail s následujícím obsahem:

„V obou předmětech jsou studentům předkládány jako oddělení náležící do říše Amoebozoa. Ke studiu předmětu *Fylogeneze a systém stélkatých organismů* doporučuji studentům kromě některých článků mj. Kalinu a Váňu (co se pojmů, životních cyklů atd. týče - s upozorněním, že systém tam již ale zcela neodpovídá). Dále jelikož Vás asi spíše zajímá část týkající se výuky houbových organismů jim doporučuji knihu *Přehled hub střední Evropy (Holec ad.)* - ačkoliv i ta má slabinu - najdete tam pouze houby vřecko a stopkovýtrusné...ale systém je tam alespoň relativně nový. Mykologie jsem učila v zimním semestru prvně a chystám v něm změny - minimálně zavést jako prerekvizitu úspěšné absolvování předmětu *Fylogeneze a systém stélkatých organismů*. Co se literatury týče, doporučuji studentům již zmíněné publikace, dále např.:

- Klán, J. (1989): *Co víme o houbách*. SPN Praha
- Váňa, J.: *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. Karolinum, Praha, 1996.
- Sedlářová, M., Vašutová, M.: *Atlas houbových organismů*
- <http://old.botany.upol.cz/atlas/system/index.php>
- Kúdela V. a kol. (1989): *Obecná fytopatologie*. Academia, Praha.
- Carlile, M.J., Watkinson, S.C., Gooday, G.W.: *Thefungi*. Academic Press, San Diego, 2001.
- Deacon, J.W.: *Modern Mycology*. Blackwell Science Ltd., Oxford, 1997.
- Dix, N.J., Webster, J.: *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, London, 1995.
- Griffin, D.H.: *Fungal Physiology*. Willey-Liss, New York, 1994.
- Hudson, H.J.: *Fungal Biology*. Edward Arnold Publishers, Ltd., London, 1986.
- včetně tuzemských i zahraničních časopisů.“

## 7.2.8 Západočeská Univerzita

### Pedagogická fakulta – Mgr. Veronika Kaufnerová

Od Magistry Kaufnerové zněla odpověď takto:

*„Tyto organismy jsou u nás zařazeny do výuky předmětu s názvem Botanika systematická I (dříve myslím pod názvem Systém a fylogeneze nižších rostlin - pamatuj-li si dobře, prakticky se z tradičních důvodů v tomto předmětu hromadně vyučuje vše, co bylo tradičně považováno za "bezcévné" rostliny, nebo taky "nižší" rostliny). Hlenky (Myxomycota) jsou v těchto přednáškách řazeny do skupiny Unikonta – Amoebozoa. Vzhledem k tomu, že jsou přednášky upravovány na základě vycházejících publikací (bohužel při kvalitě a schopnostech studentů Pedagogické fakulty se ne zcela vždy dá očekávat aktivní přístup při četbě tak širokého spektra aktuální odborné literatury) jsou zdrojem informací pro studenty zejména přednášky. Virtuální skripta, která máme vytvořena na našich webových stránkách vznikla před mnoha lety jako výstup grantu FRVS kolegyně, která vedla předmět kdysi. Tato skripta aktuálně nejsou využívána jako zdroj informací pro studenty. Některé (ne taxonomické) informace mohou čerpat z publikace Kalina et Váňa (2005), ale bohužel ta je z hlediska systematiky organismů značně zaostalá. Rozsah a obsah výuky z části odpovídá rozsahu uvedeném v Kalinovi a Váňovi (2005) - samozřejmě s výjimkami.“*

## 7.2.9 Jihočeská univerzita

### Přírodovědecká fakulta – Ing. Kavková, Ph.D.

Doktorka Kavková mi rovnou poslala odkazy na její prezentace kde se o hlenkách zmiňuje:

*„Posílám odkaz na prezentaci k hlenkám, jak je učím já. Na konci prezentaci jsou uvedené zdroje informací.*

- <http://mykoweb.prf.jcu.cz/mykologiesm.html>
- <http://mykoweb.prf.jcu.cz/hlenky2011.pdf>

*S literaturou je to těžké. V češtině neexistuje zhola nic. Vloni vyšla nová kniha, která je spíš přehled, ale i po systematické a taxonomické stránce je dobře udělaná - "Přehled hub střední Evropy". autoři: Jan Holec, Antonín Bielich a Miroslav Beran. Jinak se studenti učí z mých prezentací, protože třeba biologie hub a jednotlivých skupin se neustále vyvíjí a mění, přednášky renovují a aktualizují tak ob rok.*

*Jinak doporučuji spoustu literatury v anglickém jazyce, ale nemyslím si, že by ji někdo studoval. Veškerá tato literatura je uvedena na konci mých prezentací. Mykologie je sama o sobě dost náročná, snažím se to vysvětlit na terénním kurzu a při přednáškách.“*

## 7.2.10 Jihočeská univerzita

### Přírodovědecká fakulta –Mgr. Martin Kostka, Ph.D.

Doktor Kostka mi svůj náhled na výuku hlenek poslal také:

*„Omlouvám se za opožděnou odpověď, Váš mail mi ve schránce zapadl nějak hluboko... Přednáším tu v Budějovicích protistologii a hlenky jsou v rámci přednášky brány jako polyfyletická skupina - hlavně tedy jako příslušníci amoebozoí (diktyostelidi a myxosporidi plus ještě Copromyxa) plus pár takových těch obskurních skupinek jako jsou akrasidi (Heterolobosea), plasmodiofory a Guttulinopsis (Rhizaria), nebo opisthokontní Fonticula. Asi bych Vás měl upozornit, že zatím touto přednáškou žádný budoucí učitel neprošel... nicméně v dohledné budoucnosti by se jich pár objevit mělo (přednáška je relativně nová, je to povinně volitelný předmět pro některé učitelské obory). Popravdě nevím, zda mají studenti učitelství tady v Budějovicích nějakou mykologii nebo tak něco, kde by hlenky našli. Zkoušela jste Pražáky, jestli nevyučují i učitelské obory? Viz <http://www.protistologie.cz/>. S literaturou je problém, doporučuji své prezentace (v PDF formě), případně Hausmann, K., Hülsmann, N.: Protistologie (ale s tím, že systém prvoků je dnes úplně překopaný. Doporučený je III. ročník studia.“*

### **7.2.11 Jihočeská univerzita**

#### **Pedagogická fakulta - Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.**

Kontakt na paní doktorku Šerou jsem dostala od doktora Papáčka, který se také o hlenkách zmiňuje v jednom ze svých předmětů:

*„Kontakt na takové vyučující naší katedry je: RNDr. Božena Šerá, Ph.D. - e-mail: [bse-  
ra@pf.jcu.cz](mailto:bse-<br/>ra@pf.jcu.cz) a zmínku o hlenkách mám i já v kurzu jednobuněčných eukaryot.“*

## 7.2.12 Jihočeská univerzita

### Pedagogická fakulta - RNDr.Božena Šerá, Ph.D.

Doktorka Šerá pak na můj dotaz reagovala takto:

*„Posílám soubor ppt, jehož obsah je součástí přednášek týkajících se systematiky nižších rostlin a hub. Předmět je určený studentům učitelství přírodopisu pro 2. stupeň ZŠ a studentům přírodovědné a ekologické výchovy (prezenční i kombinovaná forma studia). V praktikách se touto skupinou organismů zpravidla nezabýváme (výjimkou může být terénní cvičení). Z doporučené literatury, která se týká hlenek: Kalina T., Váňa J. 2005. Sinice, řasy, houby, mechroscopy a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha. Novák J., Skalický M. 2008. Botanika. Cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint, Praha. Předmět Botanika nižších rostlin a hub u nás běží především pro studenty 2. ročníku denního studia a studenty 1. ročníku dálkového studia. Zapsat si jej mohou i z jiných ročníků (včetně cvičení).“*

### **7.2.13 Univerita Jana Evangelisty Purkyně**

**Přírodovědecká fakulta – RNDr. Lenka Němcová, CSc.**

Od Doktorky Němcové mi přišla e-mail v takovéto podobě:

*„Vyučuji na katedře biologie PřF UJEP předmět Fylogeneze a systém nižších rostlin. Zmiňuji ve výuce jak systém Cavalier-Smith z r. 1998, kde patří hlenky do říše Protozoa, tak jejich rozřazení do říší Excavata, Amoebozoa a Rhizaria podle systému Simpsona a Rogera z r. 2004. Doporučuji Váňovu tlustou zelenou knihu a nižší rostliny učím v zimním semestru 2. ročníku.“*



## **7.2.14 Univerzita Karlova**

### **Přírodovědecká fakulta –Mgr.Ondřej Koukol Ph.D.**

Na Karlově Univerzitě jsem kontaktovala doktora Koukolu:

*„Posílám extrakt ze své přednášky Mykologie pro učitele (MB120P124), v níž se o hlenkách krátce zmiňuji v rámci "Houbových organizmů", verzi z letošního ZS. Hlenky nejsou můj obor, snažím se ale držet aktuálních poznatků. Pokud tam najdete nějaké nepřesnosti, které jsou už dnes vyvráceny/upřesněny, dejte mi prosím vědět, ať si to opravím pro příští rok.“*

### **7.3 Příloha 3**

#### **Srovnávací tabulka výuky hlenek na VŠ**

Pozn.: tabulka se nachází na další straně (č.67), kvůli její nadměrné velikosti.

VŠ	Fakulta	předměty	ročník	vyučující	system
Masarykova Univerzita	Přírodovědecká	Fylogeneze a diverzita řas a hub (Bi1090) + cvičení (Bi1090c)	1.ročník bakalářské studium	Mgr. Petr Hrouda, Ph.D.	Amoebozoa (Mycetozoa) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protostealea</li> <li>• Dictyostelea</li> <li>• Myxogastrea</li> </ul> Excavata (Heterolobosea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasida</li> </ul> Rhizaria (Phytomyxea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophorida</li> </ul> Chromalveolata <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labyrinthulomycota</li> </ul>
		System řas a hub pro pokročilé (Bi9050)	magisterské studium		
	Pedagogická	Základy systému a evoluce nižších rostlin a hub (Bi2BP BHNP) + cvičení (Bi2BP BHNL)	2.ročník bakalářské studium	Mgr. Blažena Brabcová, Ph. D.	PROTOZOA  Acrasiomycota <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasiomycetes</li> </ul> Myxomycota <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protosteliomycetes</li> <li>• Dictyosteliomycetes</li> <li>• Myxomycetes</li> </ul> Plasmodiophoromycota <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophoromycetes</li> </ul>
		Cvičení v terénu - botanika, zoologie a ekologie (Bi2BP TCBZ)	2.ročník bakalářské studium		
Komplexní cvičení v terénu (Bi2MP_KCTE)	2. ročníku magisterského studia				
Univerzita Palackého v Olomouci	Přírodovědecká	Fylogeneze a systém nižších rostlin (BOT/SNP, SNPR) + cvičení (BOT/SNCVU, SNCVO).	1., 2. nebo 3. ročník bakalářského studia dle oboru	RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.	

VŠ	fakulta	Předmět	ročník	vyučující	system
Univerzita Palackého v Olomouci	Pedagogická	Nižší rostliny (KPR/BNIRC)	2. ročník bakalářského studia	Mgr. Martina Vašutová	Neuvedeno
		Mikrobiologie	2.ročník bakalářského studia	Mgr. Martina Vašutová	Neuvedeno
		Zoologie bezobratlých	-	Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.	Amoebozoa – hlenky (Myxomycetes) (ostatní skupiny nebyly zmíněny)
Ostravská Univerzita	Přírodovědecká	Biologie protistů a hub (KBE/BPRHU)	1.ročník bakalářského studia	Mgr. Marek Eliáš, Ph.D.	Amoebozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dictyostelida</li> <li>• Myxogastria</li> </ul> Excavata (Heterolobosea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasia</li> </ul> Chromista (Rhizaria) <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guttulinopsis</i></li> <li>• Plasmodiophorida</li> </ul> Chromista (Stramenopiles) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labyrinthulomycetes</li> </ul>
Univerzita Hradec Králové	Přírodovědecká	Fylogeneze a systém stélkatých organismů (FYSYSTO)	1.ročník bakalářského studia	Mgr. Petra Mazalová, Ph.D.	Amoebozoa – hlenky (Myxomycetes) (ostatní skupiny nebyly zmíněny)
		Mykologie	Povinně volitelné pro bakalářské i magisterské studium		
Západočeská Univerzita	Pedagogická	Botanika systematická 1 (KBI/BOT1)	2.ročník bakalářského studia	Mgr. Veronika Kaufnerová	Amoebozoa (Unikonta) – hlenky (Myxomycetes) (ostatní skupiny nebyly zmíněny)

VŠ	fakulta	předmět	ročník	vyučující	system
Jihočeská Univerzita	Přírodovědecká	Mykologie (KBO/135) + cvičení	2. nebo 3. ročník bakalářského studia	Ing. Miloslava Kavková, Ph.D.	Excavata(Heterolobosea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasiomycota</li> </ul> Rhizaria (Phytophytes) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophoromycota</li> </ul> Amoebozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myxomycota (Dictyostelids, Protostelids, Myxogastroids)</li> </ul> Chromalveolates (Stramenopiles) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labyrinthulomycota</li> </ul>
		Protistologie (KZO/161) + cvičení	3. ročník bakalářského studia	Mgr. Martin Kostka, Ph.D.	Amoebozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dictyostelida</li> <li>• Myxomycota</li> <li>• <i>Copromyxa</i></li> </ul> Excavata (Heterolobosea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasiomycota</li> </ul> Rhizaria <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophora</li> <li>• <i>Guttulinopsis</i></li> </ul>
	Pedagogická	Botanika nižších hub a rostlin (KBI/BOT53)	2. ročník prezenčního bakalářského studia; u dálkového 1. ročník	RNDr. Božena Šerá, Ph.D.	Protozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasiomycota</li> <li>• Myxomycota</li> <li>• Plasmodiophoromycota</li> </ul>

VŠ	fakulta	předmět	ročník	vyučující	system
Jihočeská Univerzita	Pedagogická	Základy biologie buněčných eukaryot (KBI/MIK52)	1. ročník bakalářského studia	Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.	Neuvedeno
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně	Přírodovědecká	Fyziologie a systém nižších rostlin (KBI/P301)	2. ročník bakalářského studia	RNDr. Lenka Němcová, CSc.	Cavalier-Smith (1998) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protozoa</li> </ul> Simpson a Roger(2004) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excavata</li> <li>• Amoebozoa</li> <li>• Rhizaria</li> </ul>
Karlova Univerzita	Přírodovědecká	Mykologie (pro učitele) (MB120P124)	2. ročník bakalářského studia	Mgr. Ondřej Koukol, Ph.D.	Excavata <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akrasiomycetes</li> </ul> Amoebozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myxomycota</li> </ul> Chromista (Chromalveolata) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labyrinthulomycota</li> </ul> Chromista (Rhizaria) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophoromycota</li> </ul>
	Pedagogická	Biologie jednobuněčných a příbuzných organismů (OB2302010) + cvičení	1. ročník bakalářského studia	Mgr. Dagmar Říhová	Amoebozoa (Eumycetozoa) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protosteliida</li> <li>• Dictyosteliida</li> <li>• Myxogastria</li> </ul> Excavata (Heterolobosea) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrasina</li> </ul> Chromista: Cercozoa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmodiophoromycota</li> </ul>

## 7.4 Příloha 4

### Srovnávací tabulka hlenek a jim podobných organismů

	Acrasiomycetes	Myxomycota			Plasmodiophoromycota	Labyrinthulomycota
		Protostelida	Dyctiostelida	Myxomycetes		
<b>typ stélky</b>	myxaméba/ myxomonáda -schizotomické dělení -mikrocysty/sférocysty	myxaméba/ myxomonáda	myxaméba -podélné dělení	myxaméba/ myxomonáda	zoospora paraplazmodium (jednojaderné)	pohyblivé/ nepohyblivé buňky
<b>typ plazmodia</b>	pseudoplazmodium	plazmodium -bez proudění plazy - mnohoaderné	pseudoplazmodium	plazmodium -protoplazmodium -afanoplazmodium -faneroplazmodium	paraplazmodium -mnohoaderné -nepohyblivé (křížové dělení jader)	filoplazmodium
<b>fruktifikace</b>	sorokarpy -sorofofor -sorogen	sporokarpy -sporofor -sporangia	sorokarpy -sorofofor -sorogen	sporokarpy -aethalium -pseudoaethalium -plasmodiokarp	nevytváří fruktifikační útvary	nevytváří fruktifikační útvary
<b>výživa</b>	holozoická	fagotrofická predace	fagotrofní	holozoická, fagotrofní	osmotrofní	osmotrofní
<b>výskyt</b>	vlhko, borky stromů, trus, lesy, pole	tlející rostliny, humus, půda,	půda, listnaté lesy, tlející rostliny	kosmopolitní, stinné prostředí vlhké	tělo hostitele (rostlin)	mořské biotopy, braktické vody
<b>zástupci</b>	5-6 rodů (12druhů) Acrasis – <i>A.rosea</i> Guttulina – <i>G.flagellata</i> Guttulinopsis - <i>G.vulgaris</i> - <i>Fonticula alba</i>	16 rodů (30 druhů) <i>Ceratiomyxa</i> <i>Nematostelium</i> <i>Protostelium mycophaga</i>	<i>Dyctiostelium discoideum</i> <i>Acytostelium</i>	60 rodů (725 druhů) <i>Echinostelium lunatum</i> <i>Fuligo septica</i> <i>Lycogala epidendrum</i>	<i>Plasmodiophora brassicae</i> , <i>Spongoporasubterranea</i> , <i>Haptoglossa</i>	<i>Labyrinthulacienkowskii</i>

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
M.D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce před její obhajobou**

Závěrečná práce:

Druh práce	
Název práce	
Autor práce	

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Jsem si vědom/a, že pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze na své náklady a že úhrada nákladů za kopírování, resp. tisk jedné strany formátu A4 černobíle byla stanovena na 5 Kč.

V Praze dne .....

Jméno a příjmení žadatele	
Adresa trvalého bydliště	

\_\_\_\_\_  
podpis žadatele



**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
M.D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce  
Evidenční list**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno a příjmení	Adresa trvalého bydliště	Podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				