1.Plasmodiophoromycota - endoparasitické hlenky

2. Dictyosteliomycota - buněčné hlenky

3.Acrasiomycota - buněčné hlenky

4. Myxomycota - plasmodiální hlenky

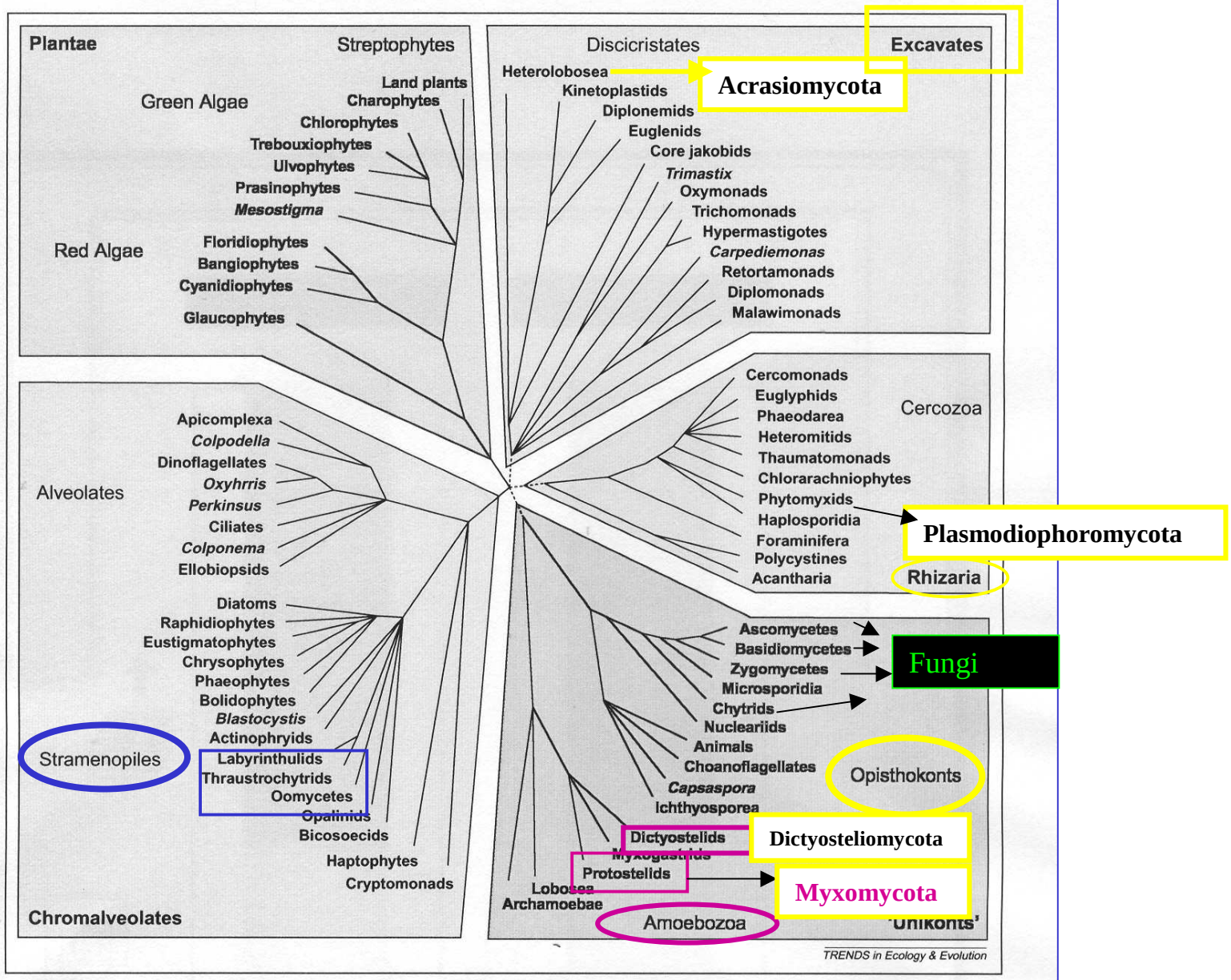


Figure 1. A tree of eukaryotes. The tree is a hypothesis composed from the various types of data discussed in the text, including molecular phylogenies and other molecular characters, as well as morphological and biochemical evidence. Five 'supergroups' are shown, each consisting of a diversity of eukaryotes, most of which are microbial (mostly protists and algae). Relationships are left unresolved (i.e. where several branches emerge simultaneously) when there is little or no evidence for the branching order. Other branches are shown dotted when there are only preliminary indications for this relationship. A handful of 'orphan' genera and two groups, Apusazoa and centrohelid Heliozoa, are not shown. There are few data from these organisms and they are not yet associated with any of these groups.

Hlenky

• Organismy, jejichž trofická fáze nemá buněčnou stěnu, fagotrofické organismy

• **Trofická stádia:**

– Améby, monády, zoospóry

– plasmodia

Rozmnožování:

1. Nepohlavní – dělení améb
2. Pohlavní – výsledkem jsou spóry ve sporokarpech

1. Nádorovky - Plasmodiophoromycota

Endoparazitická plasmodia uvnitř buněk kořene – **trofická fáze**

Plasmodia dvojího typu:

1. **sporogenní** (produkuje **sekundární zoospóry**, filopodia)

2. **cystogenní** (přezimující, silně oblaněné, chitinózní, je zdrojem **primárních**

zoospor)

- První infekční fáze je realizována na kořenovém vlášení

- Druhá infekční fáze v kortexu a centrálním válci kořene

Životní cyklus nádorovek

Odpočivné cystogenní sporangium se po přezimování rozpadá produkuje **primární zoospóry** → infikují vlášení rostlin (chemotaxe, do kořene se dostávají jako nahý protoplast, změny aktinových a tubulinových vláken rostlinných buněk)

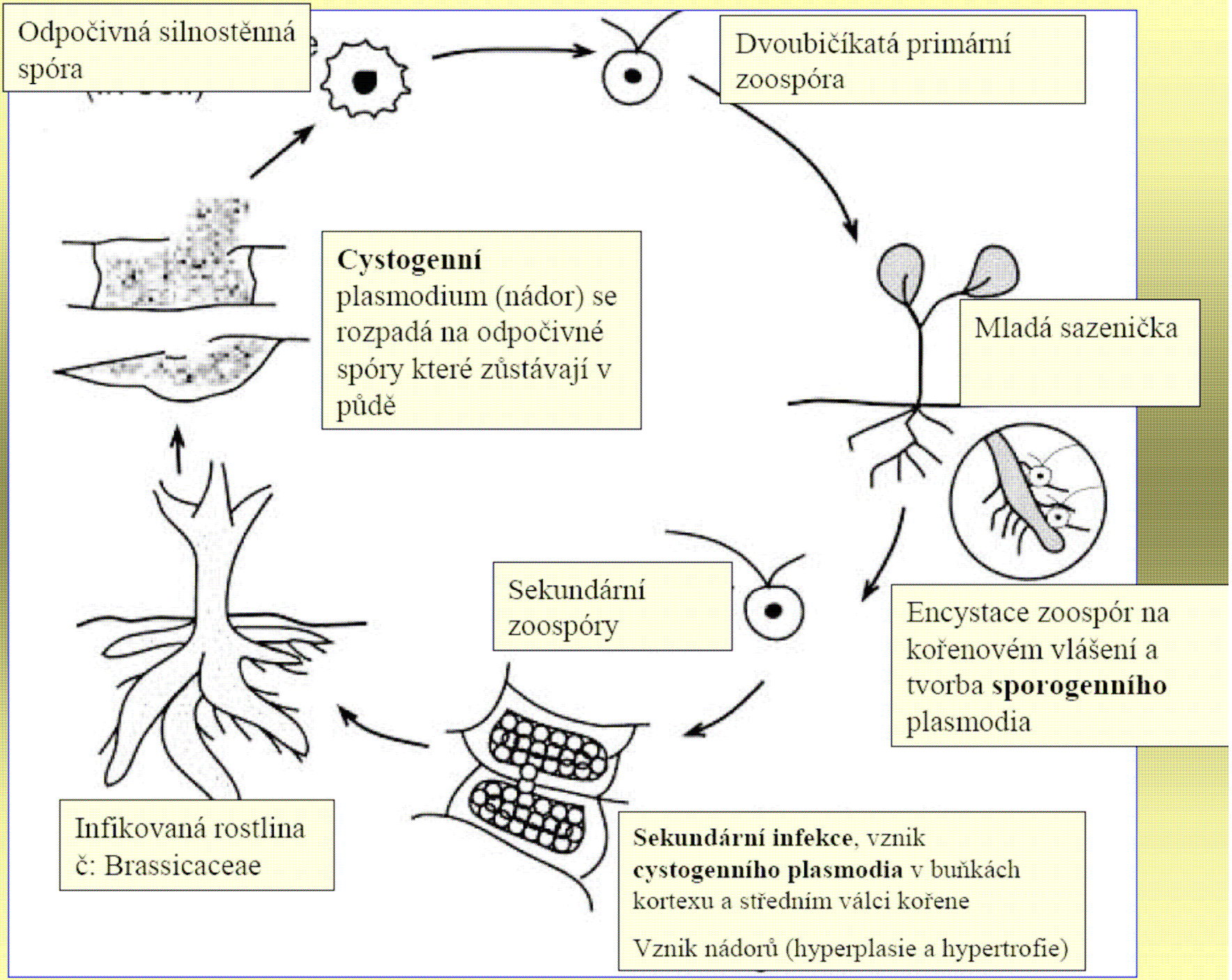
Primární sporogenní plazmodium

jádra v plasmodiu se dělí (křížové dělení jader bez meioze, jsou základem pro zoospory II)

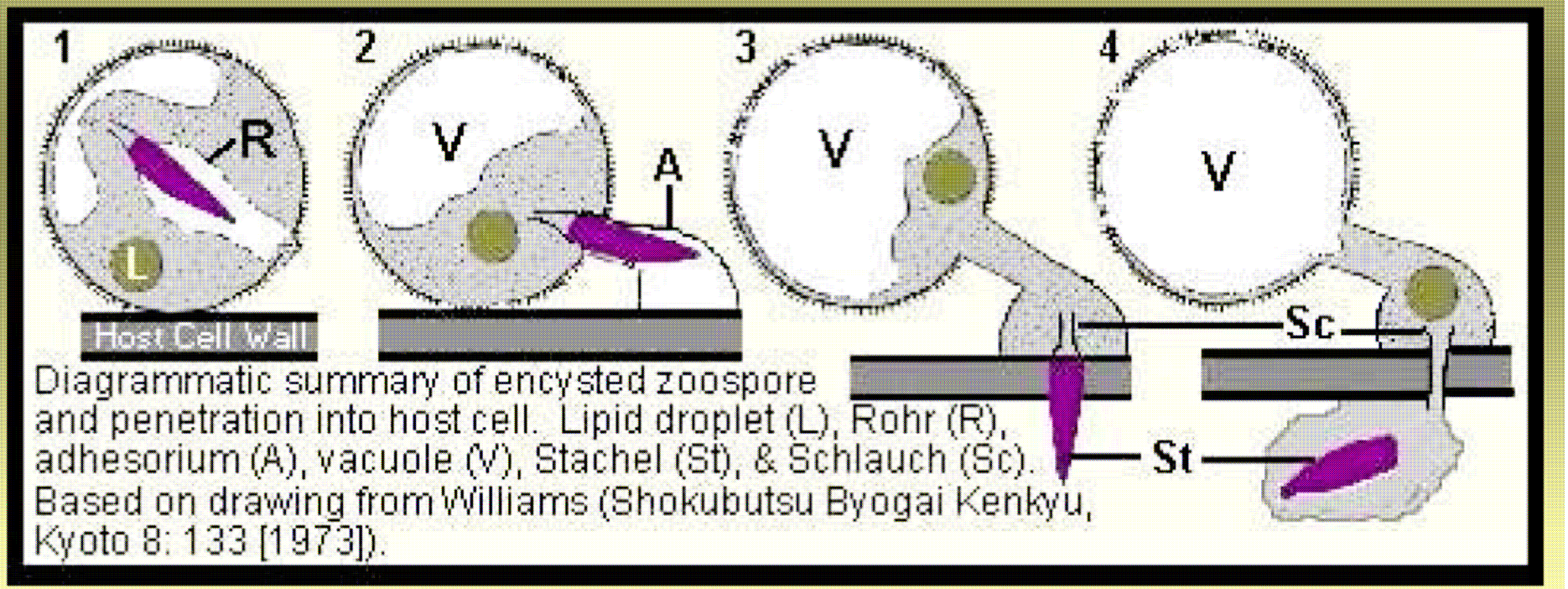
Sekundární zoospory se dostávají do půdy, chemotaxí se dostávají ke kořínku, infikují korové buňky

Do buněk se dostává protoplast (křížové dělení jader včetně meioze, vzniká **cystogenní plazmodium)**

Jádra se oblaní a rozpadá se na **odpočivné spory**


Odpočivná silnostěnná spóra
Dvoubičíkatá primární zoospóra
Mladá sazenička
Encystace zoospór na kořenovém vlášení a tvorba **sporogenního** plasmodia
Sekundární zoospóry
Sekundární infekce, vznik **cystogenního plasmodia** v buňkách kortexu a středním válci kořene
Vznik nádorů (hyperplasie a hypertrofie)
Infikovaná rostlina č: Brassicaceae
Cystogenní plasmodium (nádor) se rozpadá na odpočivné spóry které zůstávají v půdě

Encystace zoospory a přechod protoplastu do rostlinné buňky



Diagrammatic summary of encysted zoospore and penetration into host cell. Lipid droplet (L), Rohr (R), adhesorium (A), vacuole (V), Stachel (St), & Schlauch (Sc). Based on drawing from Williams (Shokubutsu Byogai Kenkyu, Kyoto 8: 133 [1973]).

Druhy nádorovek

Kulturní rostliny:

•*Plasmodiophora brassicae* – Nádorovka kapustová (R čeledi Brassicaceae)

•*Spongospora subteranea* –Prašná strupovitost brambor

•*Polymyxa betae* – rhizomanie na cukrové řepě

Plané rostliny:

Polymyxa graminis, Tetramyxa sp. – traviny

Sorosphaera (*Ligniera*) *veronicae* – rozrazily

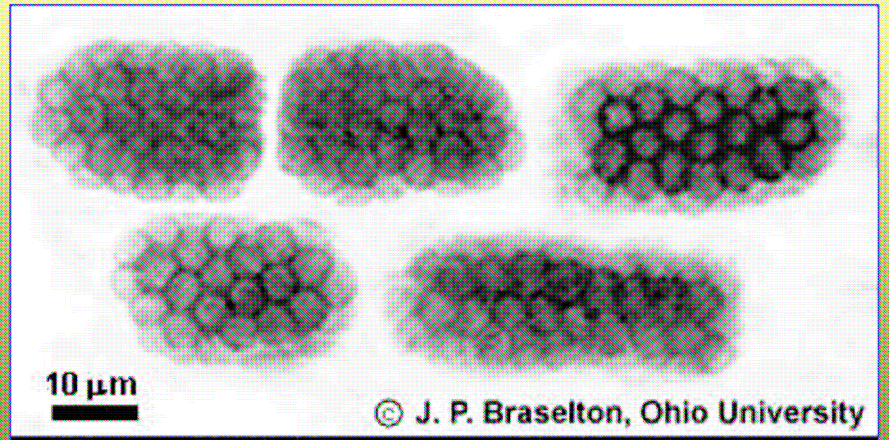
Membranosorus heterantherae as *Sorodiscus heterantherae -Hetheranthea dubia*

Příklady symptomů vyvolaných nádorovkami

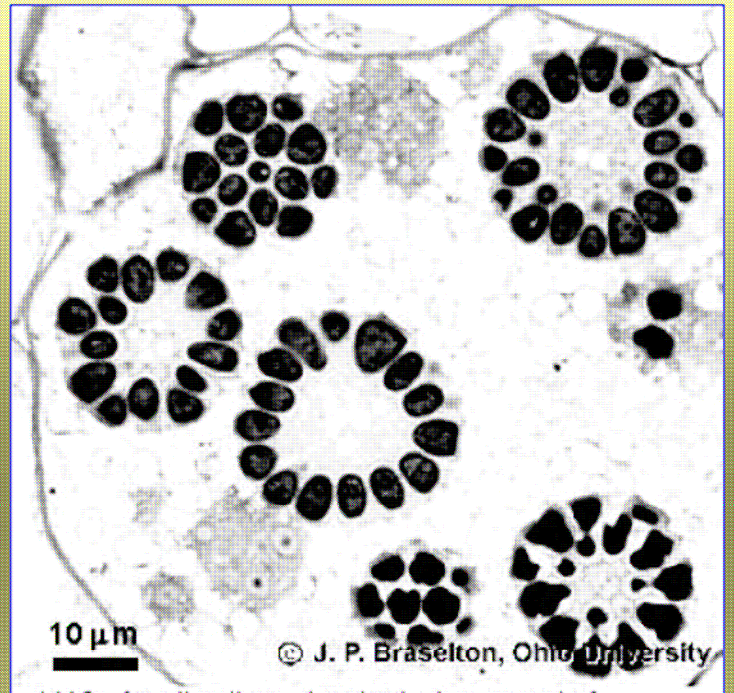
Rhizomanie – ***Polymyxa betae***

Plasmodiophopra brassicae

Sporogenní a cystogenní plazmodium



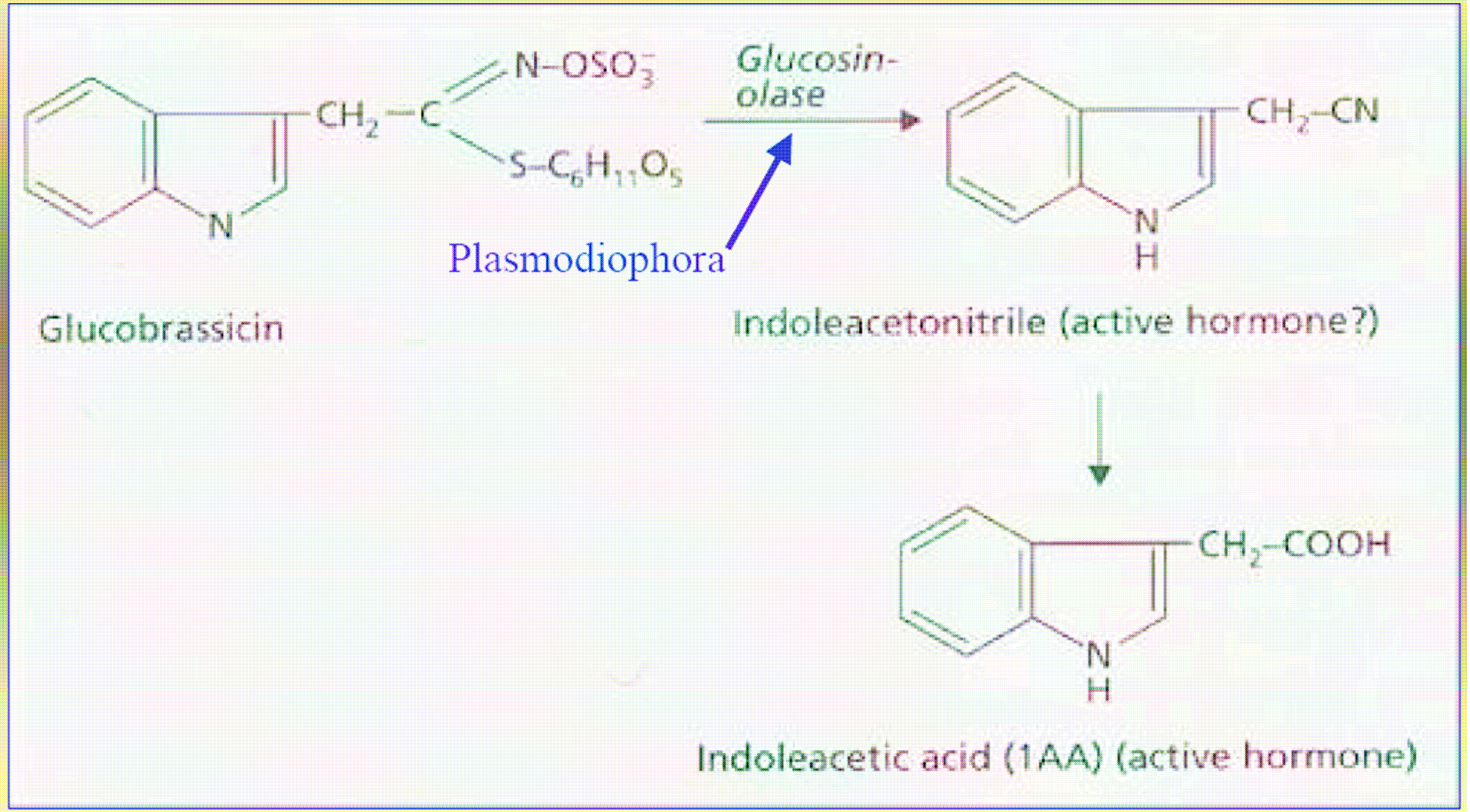
Sporosori of *Ligniera verrucosa* in root of *Veronica* sp. stained with cotton blue in lactophenol.



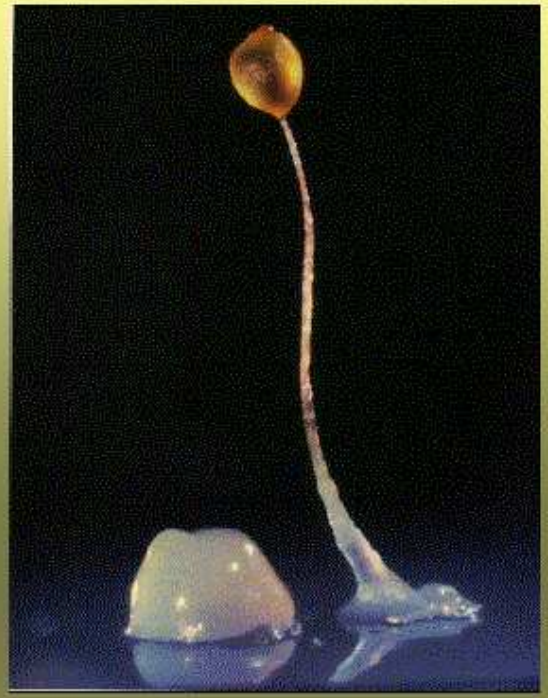
LMG of section through spherical sporosori of *Sorosphaera veronicae* in shoot gall of *Veronica* sp.

LMG of sporosori of *Tetramyxa parasitica*

Co způsobuje hypertrofie a hyperplazie pletiv?



Buněčné hlenky



http://niko.unl.edu/bs101/pix/dd1.g

- Dvě oddělení
  - **Dictyosteliomycota**
  - Přednostně v půdě
  - **Acrasiomycota**
    - Na odumřelých částech rostlin,organickém substrátu
- Trofickou fázi tvoří **jednojaderná améba schopná agregace**

1. Dyctiostelida

•Všudypřítomné organismy nepatrných rozměrů - půda, organické substráty, rozkládající se houby

•Základní stélkou je jednojaderná, nahá, haploidní améba živící se bakteriemi

•životní cyklus zahrnuje několik vývojových fází: améba, agregáty améb, mikrocysty a spóry

• **spóry** jsou produkovány na rozmanitých útvarech (**sporokarpy**)

•Jsou roznášeny drobnými členovci a hmyzem

•Pohlavní způsob rozmnožování– **formace makrocyst** je znám je u několika druhů

Charakteristiky:

- **Améby mají filózní pseudopodia, nemají bičíky**
- **Améby se rozmnožují podélným dělením, živí se fagocyticky – potravní vakuola**
- Nevhodné trofické a rozmnožovací podmínky – améby se mění na **mikrocysty**
- Shlukují se na základě produkce feromonů cAMP* - akrasin
- Améby se shlukují do slizu, který je schopný pohybu – **pseudoplasmodium**
- Pseudoplasmodium obsahuje **presporické vakuoly v presporických buňkách**
- Pseudoplasmodium formuje stopkové buňky, které jsou základem pro sorofór
- Pohlavně se rozmnožují tak, že formují **makrocysty**
- Spóry jsou ovoidní- globózní a obsahují celulózu v buněčné stěně

Agregace – shlukování

-určitý počet améb produkuje akrasin

-Améby se shlukují podél akrasinového gradientu, útvar je pulzující

-Polarizace améb a shlukování kolem c AMP gradientu (pulzování), améby proudí do středu útvaru –tok améb

-Améby přestávají přijímat potravu (holozoický způsob) a potravní vakuola je nahrazena autofagickou vakuolou

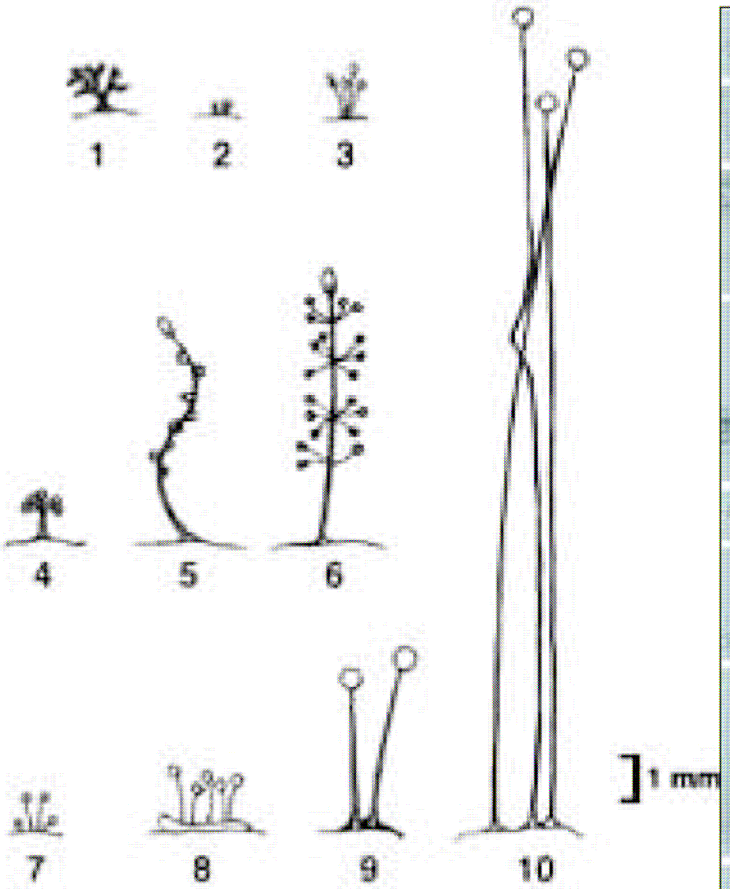
-**Pseudoplasmodium** (na substrátu), fototropismus, migrace (0,3-2 mm za hodinu) (shluk 10-50 000 amébv celulitickém obalu)

-Buňky **pseudoplasmodia** se dělí na dva typy: anteriorní se mění na pre-stopkové (metabolicky aktivní, celulóza a amoniak) a a posteriorní na pre-sporické buňky (pre- sporické vakuoly) – bohaté na N, mohou být i dormantní

-Když se zastaví migrace - pseudoplasmodium mění tvar – **globózní**, posléze zploští a vyvíjí se **papila z** pre- stonkových buněk

-Pre- stonkové buňky se prodlužují, produkují celulózu a utvoří cylindrický útvar, který obklopí všechny stonkové buňky

-Pre-sporické buňky jsou vytlačeny nahoru na stopku a přemění se ve spóry



1 Acrasis rosea
2 Protostelium
3 Actytostelium leptosonum
4 Dictyostelium polycephalum
5 Dictyostelium roseum
6 Polysphondylium pallidum
7 Dictyostelium minutum
8 Dictyostelium cavetum
9 Dictyostelium discoideum
10 Dictyostelium giganteum

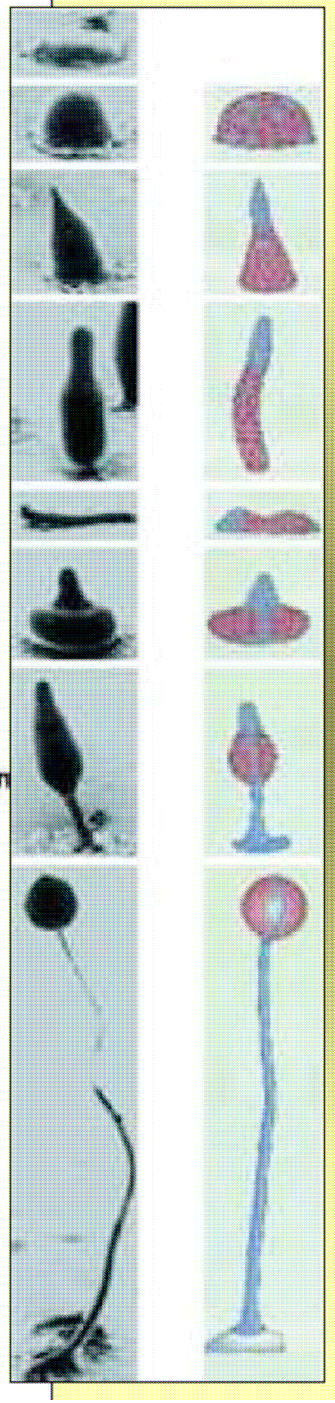


Fig. 1. The life cycle of ***Dictyostelium***. A scanning electron micrograph of *Dictyostelium* development is shown on the left and the sorting pattern of prestalk and prespore cells on the right. Blue represents prestalk cells, which initially differentiate interspersed among the prespore cells and then sort out to form an apical tip. The prior aggregation stage employs chemotaxis to assemble 100000 amoebae into the mound shown here (Parent & Devreotes, 1999 ; Kessin, 2000). The panel on the left is reproduced courtesy of R. L. Blanton & M. Grimson, Texas Technical University. The panels on the right are reproduced with permission from Kessin & van Lookeren Campagne (1992) .

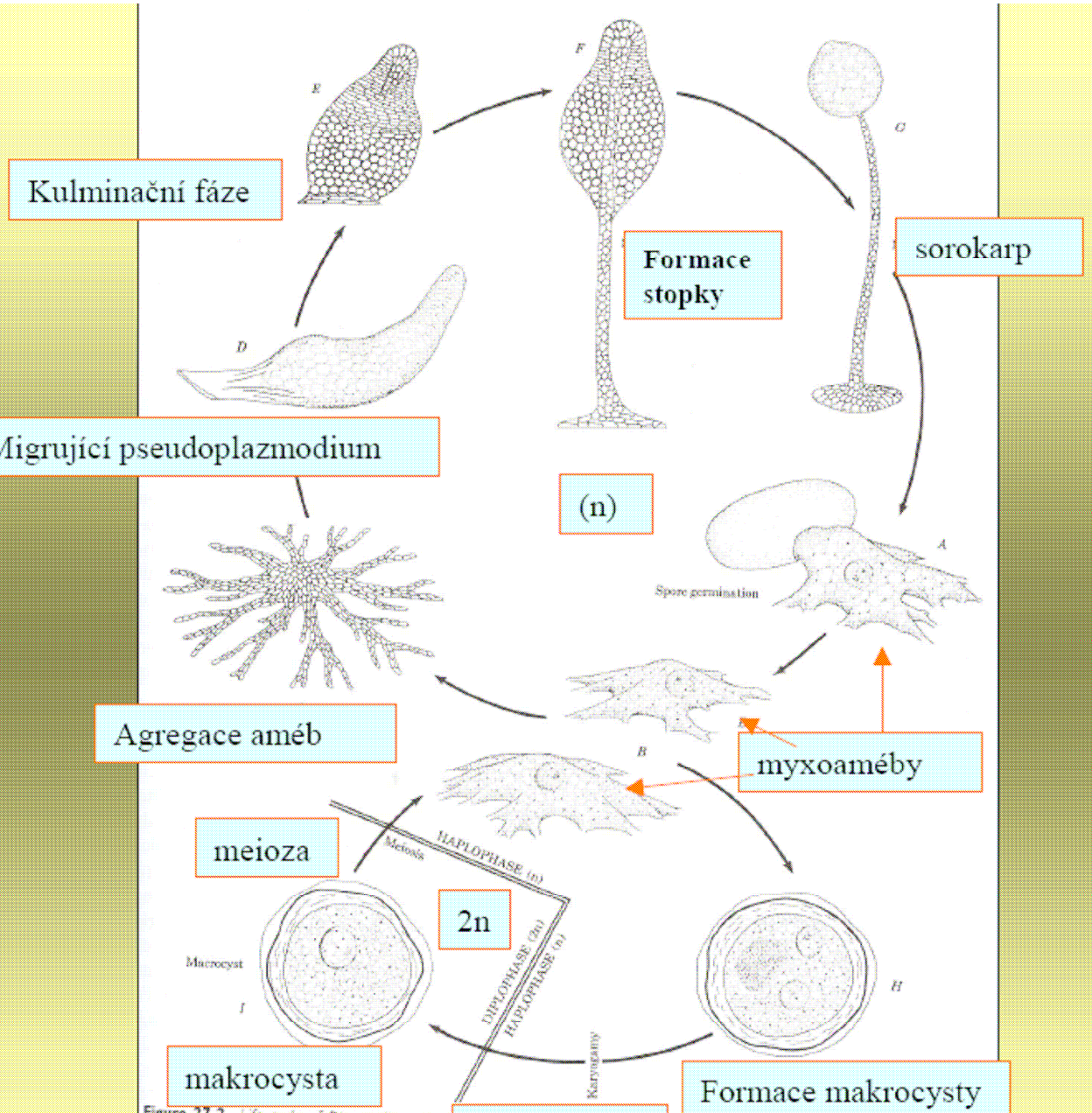
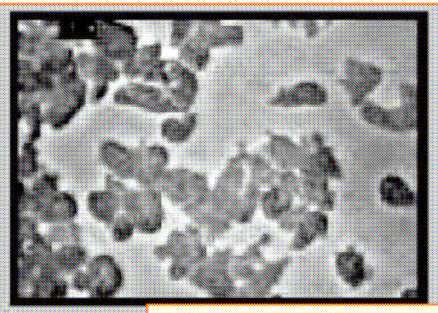


Figure 27-2 Life cycle of *Dictyostelium discoi*
Aggregating amoebae shown at much lower ma
sorocarp formation (culmination). Prestalk cells i papilla pushing downward from tip. (F) Later stage of sorocarp formation with
stalk tube almost fully formed. (G) Mature sorocarp showing cellular stalk and spores embedded in matrix. (H) Dikaryotic giant cell
that will become zygote. (I) Macrocyst with diploid nucleus. After meiosis subsequent mitotic divisions will produce many haploid
nuclei before cleavage of macrocyst to produce new somatic amoebae that escape from cyst. (Drawing by R. W. Scheetz.)

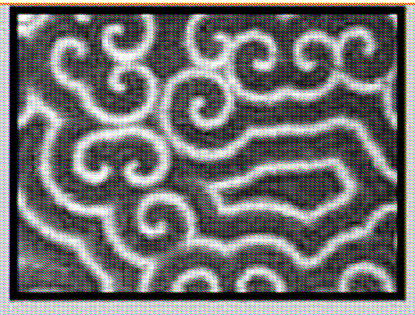
Životní cyklus *Dictyostelium discoideum*

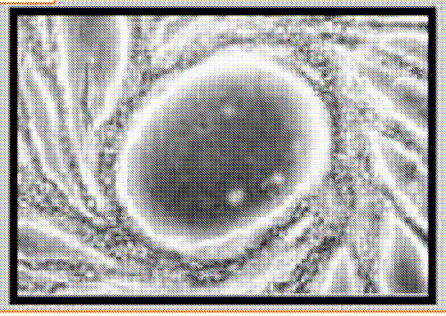
Vegetativní améby



agregace

4h





Tok améb (6h)

12h

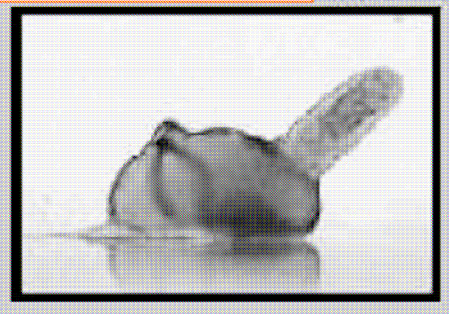
Seskupení améb

24h

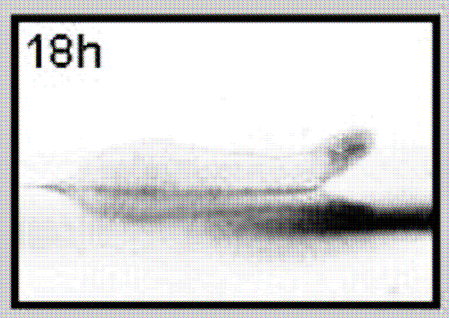
sporokarp

Kulminační fáze

22h

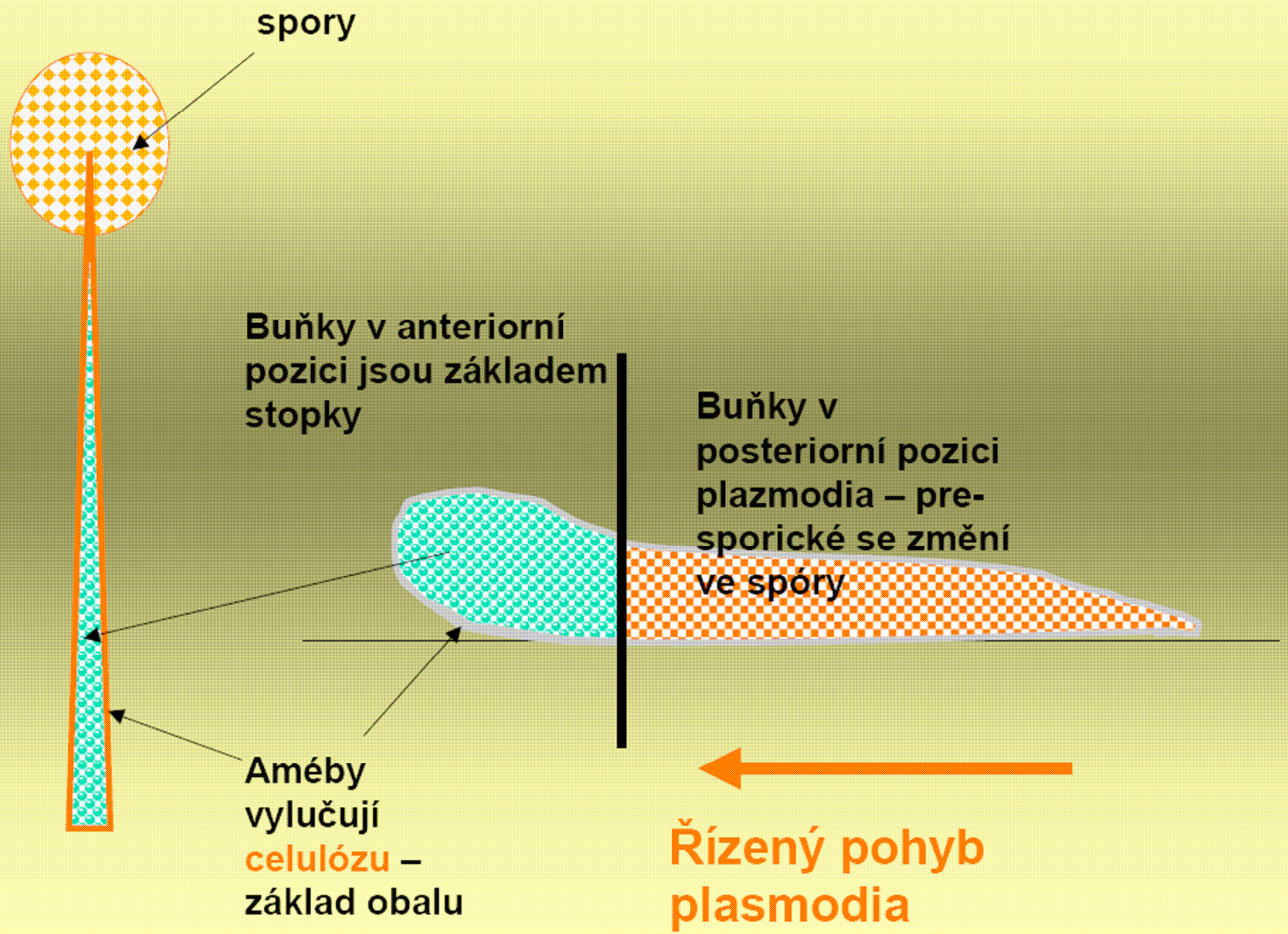


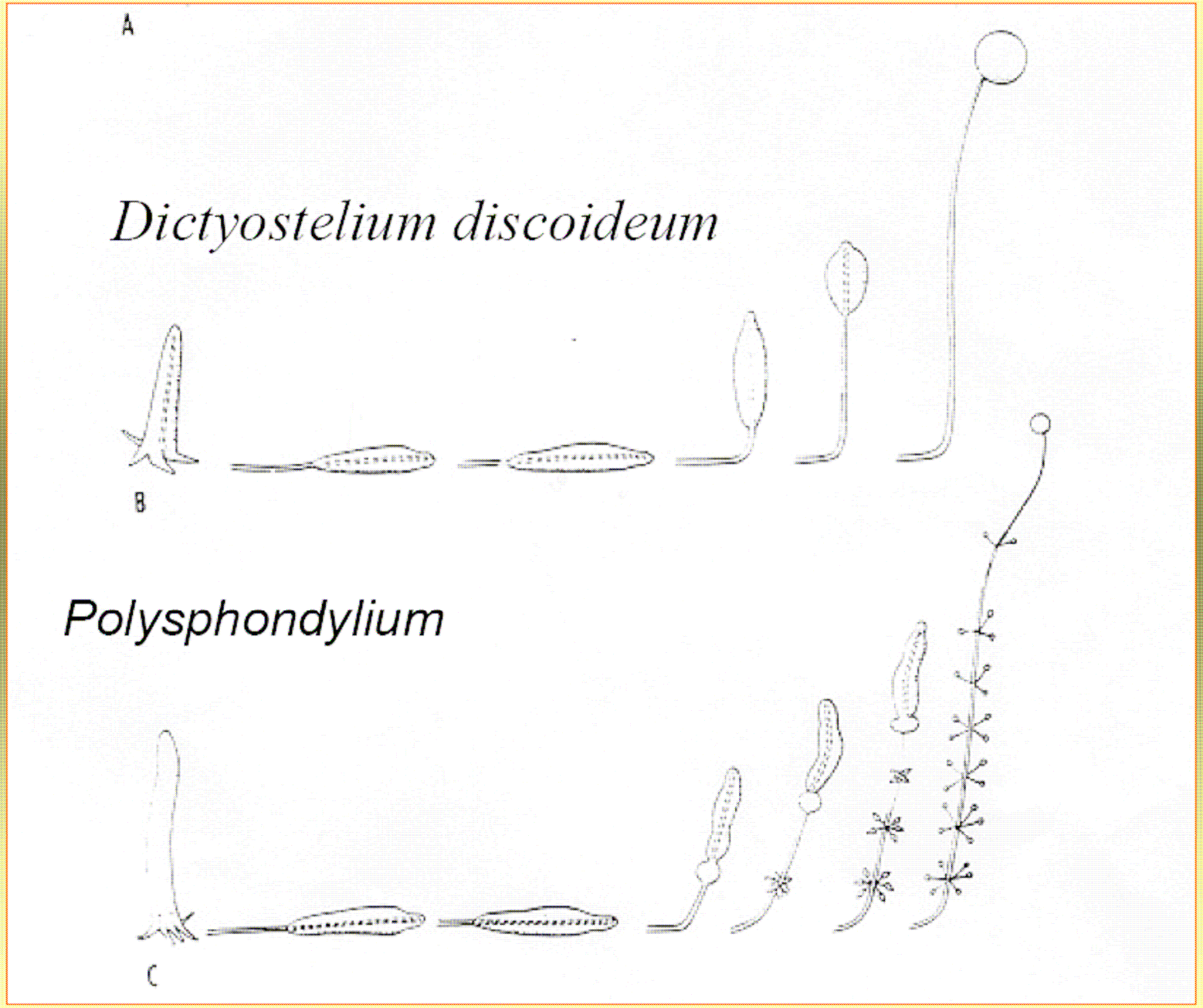
18h



Sliz - pseudoplazmodium

http://www.zi.biologie.uni-muenchen.de/zoologie/dicty/dicty.html


spory
Buňky v anteriorní pozici jsou základem stopky
Buňky v posteriorní pozici plazmodia – pre-sporické se změní ve spóry
Améby vylučují celulózu – základ obalu
Řízený pohyb plasmodia


A
Dictyostelium discoideum
B
Polysphondylium
C

Acrasiomycota

- Tři čeledi, pět rodů, 15 druhů
- Polyfyletická skupina
  - Flagelátní a neflagelátní druhy
  - Zástupci jedné čeledi mají tubulátní mitochondrialní kristy, ostatní mají talířovité

Acrasiomycota

- Cylindrické améby mají laločnatá filopodia,živí se fagocyticky
- Améby **limaxového typu**, granulózní endoplasma, hladká ektoplasma, specifické suborganely jako proteinová tělíska
- Posteriorní část améby: kontraktilní vakuola a malá filózní pseudopodia
- **Nemají:** cAMP, migrační fázi – nedochází k toku améb, celulózu, nevytváří makrocysty
- stonkové buňky klíčí
- Některé buňky jsou biflagelátní
- *Acrasis, Copromyxa, Guttulina, Fonticula*

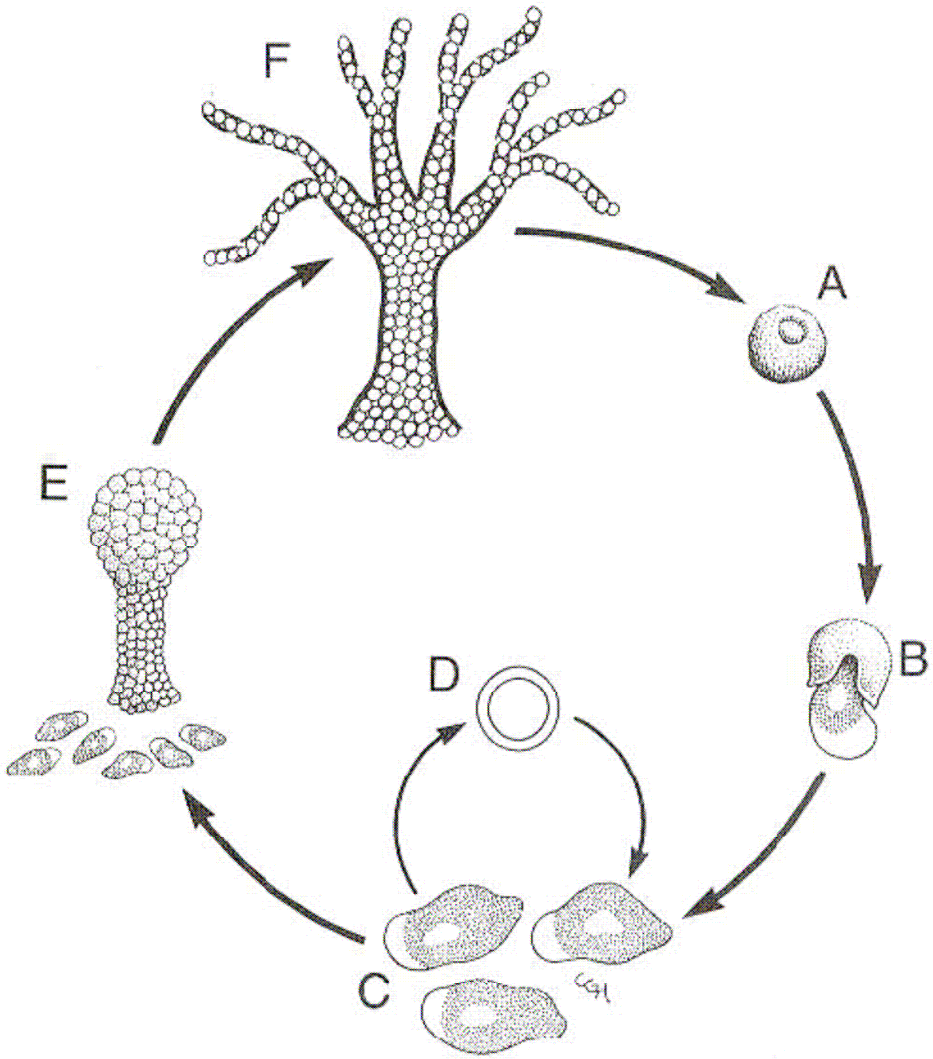


Figure 28-2 Life cycle of *Acrasis rosea*. (A) Mature spore. (B) Germinating spore. (C) Amoebae. (D) Microcyst. (E) Aggregation and sorocarp formation. (F) Mature sorocarp. Not to scale. (Drawing by Carol Gubbins Hahn.)

Myxomycota
(pravé hlenky)

- Fagocytóza
- **Životní cyklus**:
- 1. tři typy jednojaderných buněk
- 2. Mnohojaderná somatická fáze – plasmodium
- 3. Rezistentní fáze - sklerocium
- 4.reproduktivní fáze kulminuje tvorbou sporofóru na které jsou produkovány oblaněné spóry

Taxonomické znaky:

- Vývoj sporoforu
- Typ sporoforu
- Typ sporulace
- Barva spor
- Přítomnost nebo absence vláknitých stuktur jako je ***kapilicium***

Řády:

Liceales

Echinosteliales

Trichiales

Physarales

Stemonitales

Ceratomyxales

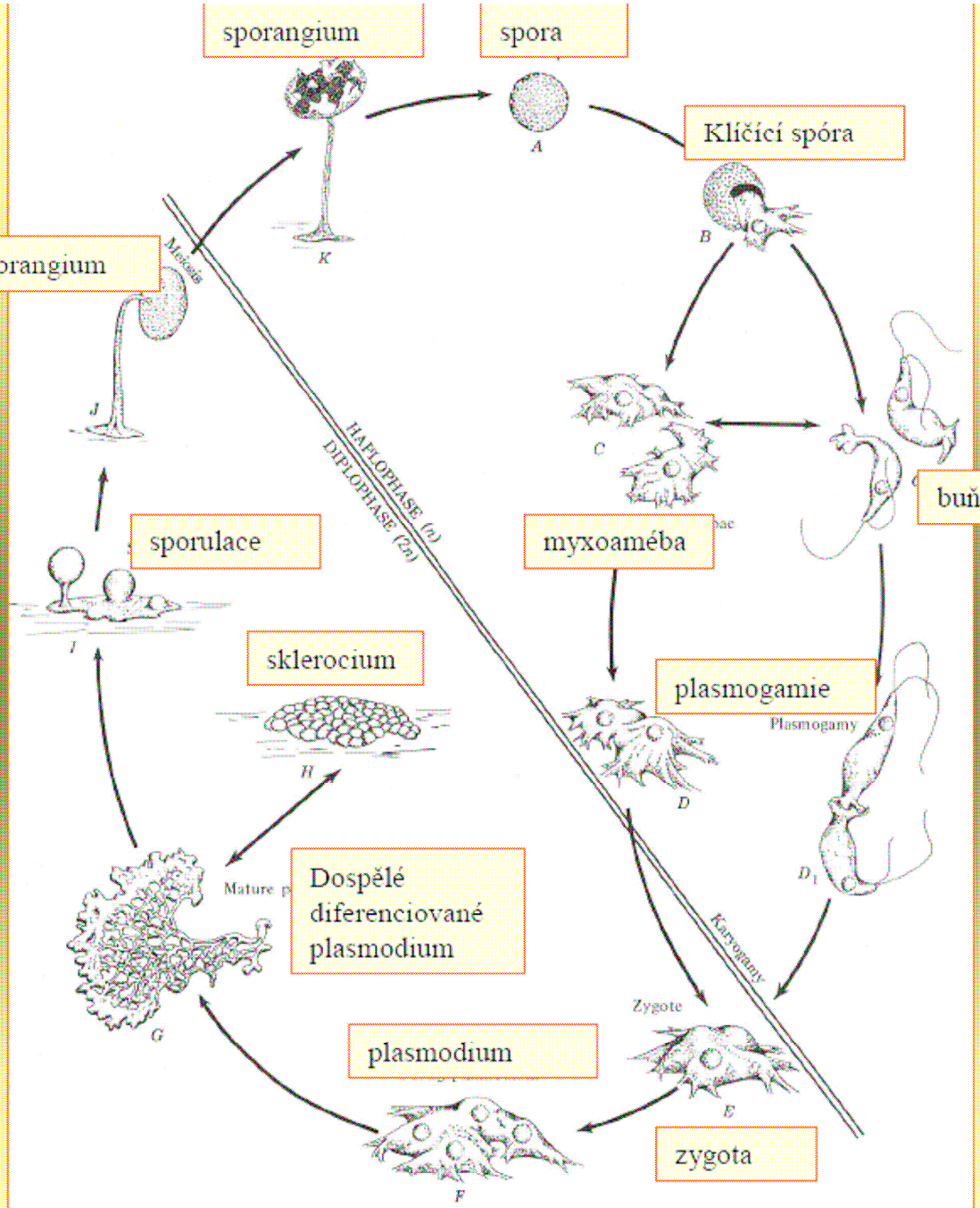


Figure 29-5 Life cycle of a typical heterothallic myxomycete. (A) Mature haploid spore. (B) Germinating spore. (C) Myxamoeba. Myxamoeb may encyst to form microcysts (not shown). (C1) Swarm cells. (D) Fusing myxamoebae. (D1) Fusing swarm cells. (E) Young zygote. (F) You plasmodium. (G) Mature plasmodium. (H) Sclerotium. (I) Sporulation. (J) Young premeiotic sporangium with spores. (K) Mature postmei sporangium. (Illustrated from living material by R. W. Schwartz.)

- Většina myxomycet jsou **endosporické** druhy – produkují spory uvnitř sporoforu a jsou kryté peridií
- Spory jsou většinou globózní hladké, retikulátní, trnité tec.
- Stěna některých druhů obsahuje galaktosamin a melanin
- Haploidní
- Obsahují **autofagickou vakuolu**, **lipidová tělíska** a **glykogen**
- Resistentní vůči nepříznivým podmínkám
- Disperze větrem, háďátky, hmyzem… etc.
- Klíčí v myxoamébu nebo v bičíkatou buňku (swarm cells) - podle podmínek prostředí
- Bičíkaté buňky rotují a potravu přijímají absorpcí a trávením posteriorní částí (lepivá)

•Pohyblivá buňka zatáhne bičík a promění se v amébu

•Améby se podélně dělí – velká populace

•Při nepříznivých podmínkách se mohou améby pokrýt glukosaminem a vytvořit **mikrocysty**

•Améby i bičíkaté buňky mají funkci gamet – **bipolární heterothalismus**

• zygota – mitotické dělení – cytokineze – mnohojaderná ameboidní struktura – **PLASMODIUM** (nemá buněčnou stěnu, pouze membránu a gelatinózní povlak. Může obsahovat mikrofibrily.)

•Plasmodium je pohyblivé – chemotaxe k sacharidům

•Protoplast je pohyblivý (lektiny, aktinová vlákna, myosin v gelatinózní matrix a Ca ionty)- pulzuje

•Plasmodia mívají bílou, žlutou či oranžovou barvu

•Plasmodia se živí bakteriemi, spórami hub

Plasmodium hlenky *Brefeldia maxima*

Protoplasmodium – homogenní, nežilkované, pomalý tok cytoplasmy pulzační – většinou produkuje jedno sporangium (Licea sp.)

Aphanoplasmodium –větvené žilkované, protoplasma je homogenní, postrádají gelatinózní obal, cytoplasmatický tok je rychlý a pulzační (*Stemonitis sp*)

Phaneroplasmodium – masivní plasmodium, granulóní protoplast , znatelná žilnatinaa výrazný cytoplazmatický tok, dobře viditelné od raného vývoje

plasmodium může ztvrdnout a vytvořit **sklerocium** (dormantní) – sklerocia se skládají z buněk – **makrocysty, sferuly** (mnohojaderné, 10-25μm)

Plasmodium na lupenech Basidiokarpu rodu Mycena

endosporické hlenky produkují čtyři základní typy sporangií:

1. Přisedlá nebo stopkatá sporangia, kryté peridií, mohou mít hypothalus – báze stopky ($CaCO_3$,)

2. **Aethalium** – masivní polštářovitá sporangia krytá peridií

(Lycogala, Fuligo, Mucilago sp.)

3. **Pseudoaethalium** –individuální sporangia, dobře rozeznatelná,hypothalus je masivní stopkatý

4. **Plasmodiokarp** – připomíná plasmodium – protoplazma se na akumuluje do hlavní žíly a sporuluje

Spóry se tvoří na kolumele nebo pseudokolumele, sporangium může být vyplněno **kapiliciem** (vlášení) nebo **pseudokapiliciem**, které je spojeno s kolumelou.

Peridie je bílkovinné povahy nebo je vápenatá.

Kapilicium a spóry druhu *Hemitrichia clavata*.

Aethalium (*Lycogala epidendrum*)	
Stopkaté sporangium (*Hemitrichia clavata*) **Sesilní sporangium** *(Badhamia affinis*)	
Pseudoaethalium (*Tubifera ferruginosa*)	
Plasmodiokarp (*Hemitrichia serpula*)	

Metatrichia floriformis

Sporofór může být stemonitoidní nebo myxogasteroidní

•**Stemonitoidní** – řád. Stemonitales – dlouhá stopka vzniká z plazmodia na hypothalu a protoplasmu protlačuje vzhůru –vzniká peridie okolo kapilicia.

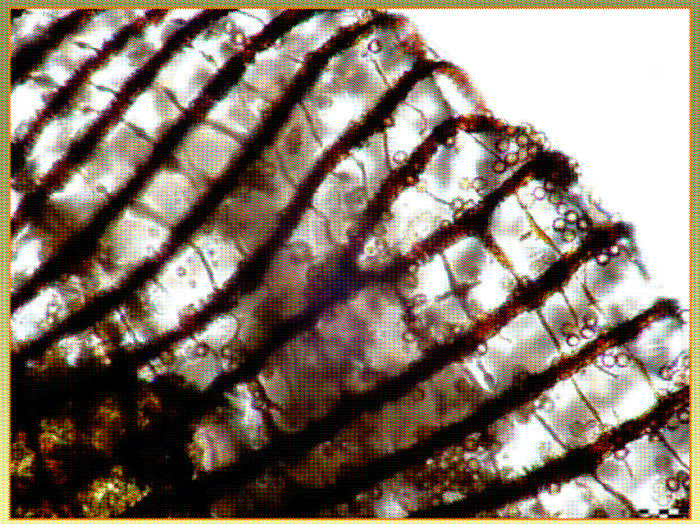
•**Myxogasteroidní** – stopka není s protoplastem a povrch sporangioforu a sporangium se tvoří současně, hypothalus je formován vrstvou slizu

Řád Liceales

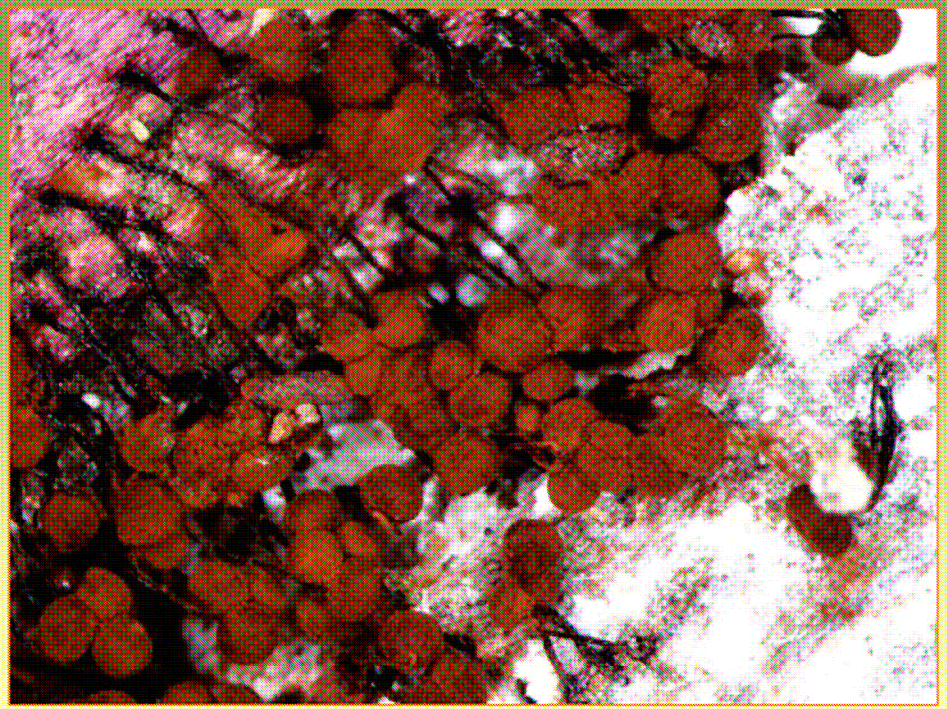
Druhy, jejichž sporokarpy – aethalium – postrádají kapilicium

Phaneroplasmodium, nebo protoplasmodium

Lycogala epidendrum, Tubifera ferruginosa, Dictydium cancellatum



Cribraria canceolata



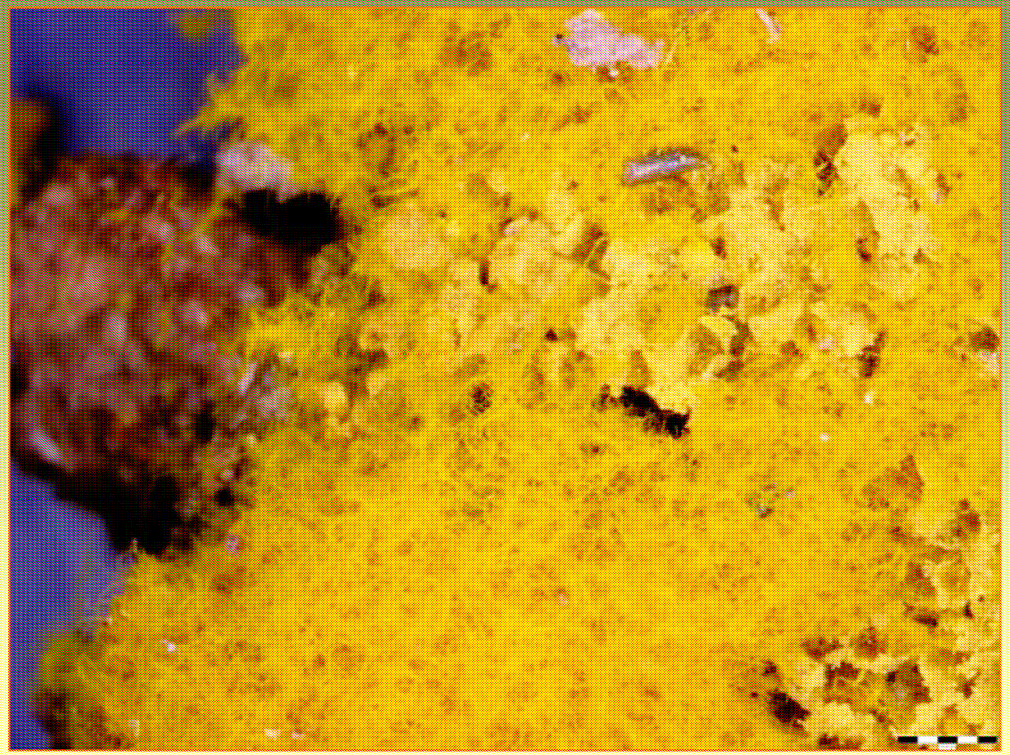
Enteridium lycoperdon

Řád: **Trichiales**

Světlé spóry, žluté oranžové, sporofóry obsahují kapilicium

Rody: *Arcyria, Trichia, Hemitrichia*

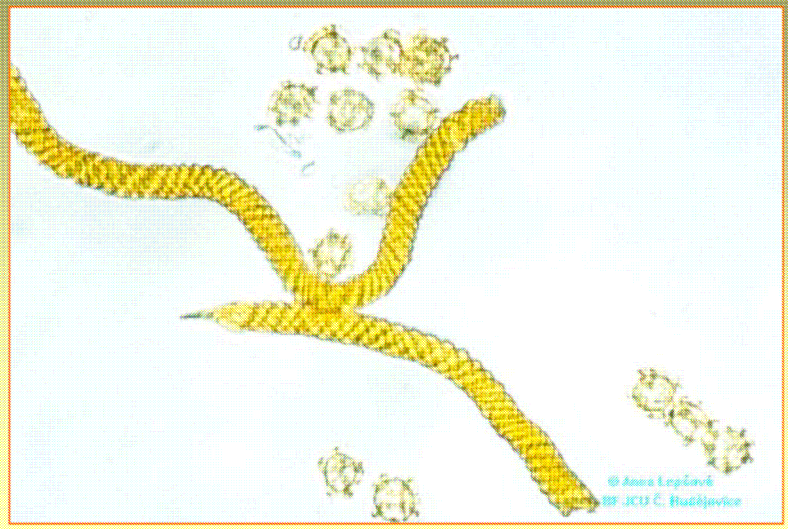
Phaneroplasmodium a aphanoplasmodium

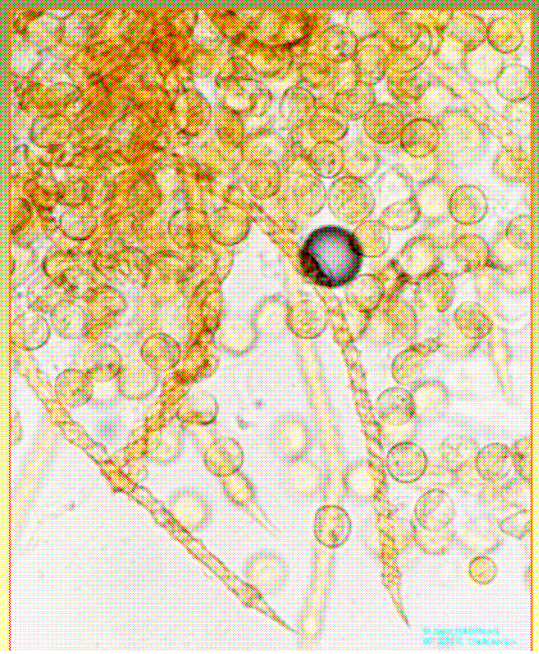


Arcyria nutans

Hemitrichia serpula

Trichia favoginea





Trichia varia

Řád: **Physarales**

Červenohnědé spóry,

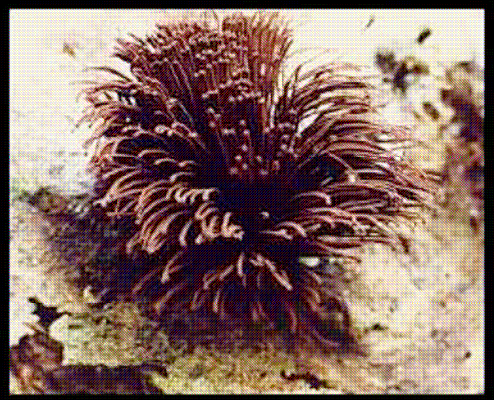
phaneroplasmodium

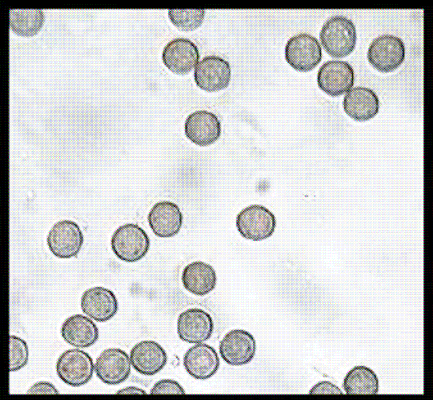
Didymium nigripes

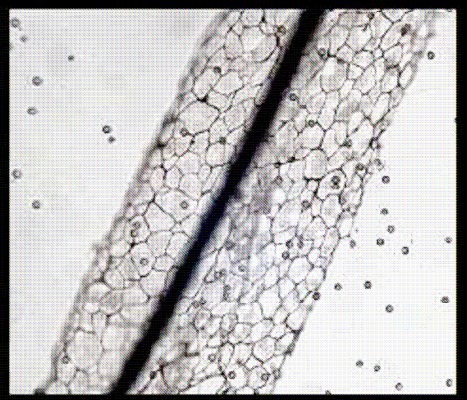
Řád: **Stemonitales**

fialově hnědé spóry, aphanoplasmodium, *kapilicium*

Stemonitis axifera







Řád: **Ceratiomyxales**

Exosporické myxomycety

Spóry jsou produkovány na povrchu sporofóru a hypothalu

Každá spora má vlastní stěnu, ale nemají celkovou peridii

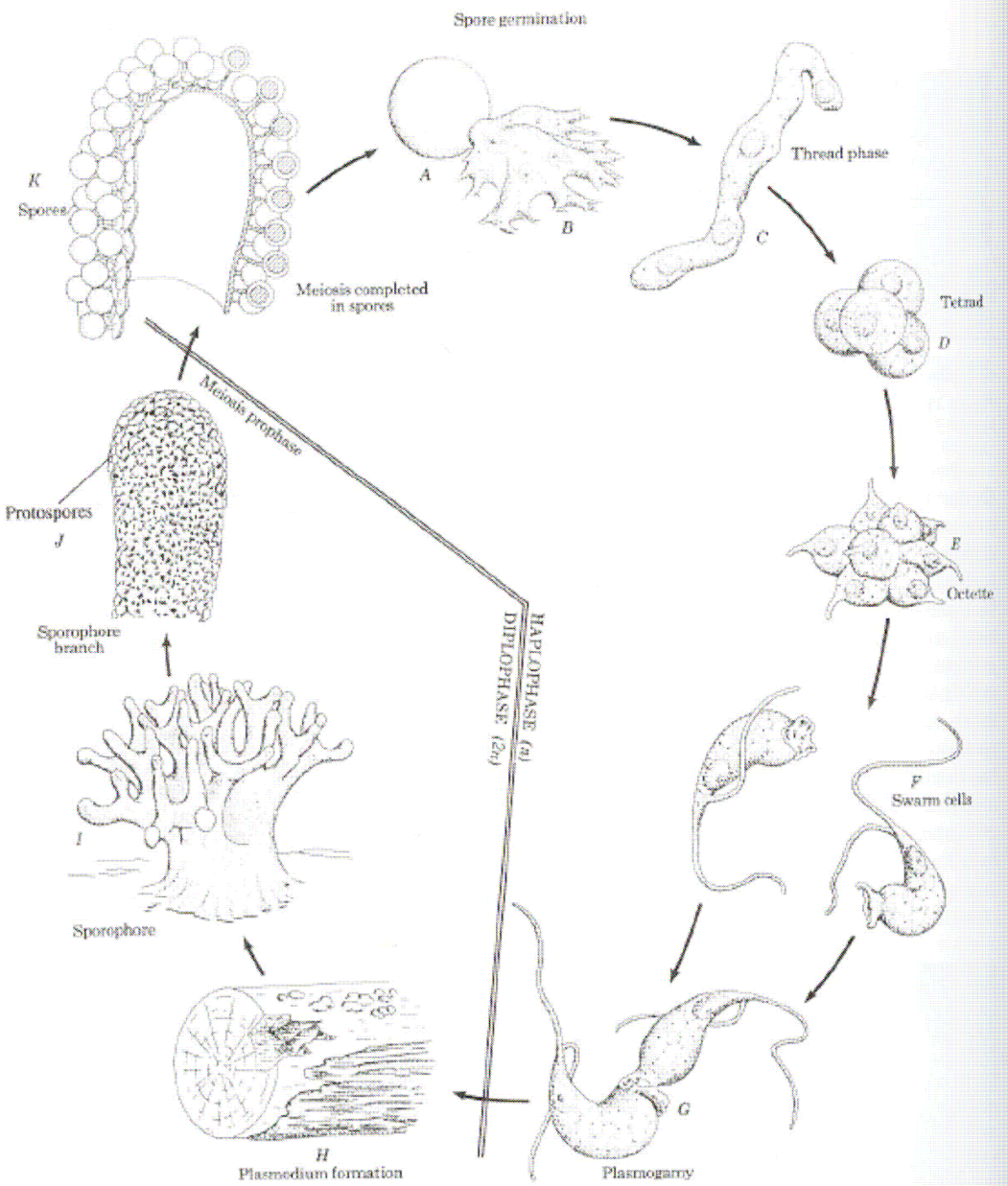


Figure 29-28 Life cycle of *Ceratiomyxa fruticulosa*. (A) Germinating spore after meiosis has been completed. (B) Protoplast with four haploid nuclei. (C) Thread stage with four nuclei. (D) Tetrad. (E) Octette. (F) Swarm cells. (G) Fusion of swarm cells. (H) Plasmodium emerging from log. (I) Developing sporophore. (J) One of the branches of the developing sporophore covered with protospores in which meiosis begins. (K) Spores elevated on individual stalks to form one-spored sporangia. (Constructed from living material by R. W. Scheetz.)

Diderma testaceum: Myxomycota
Kavkova BFJU©

Lycogala epidendrum
Kavková BFJU

Leocarpus fragilis
Kavkova BFTU

Tubifera ferruginosa

Zvídavá otázka:

Jak se od sebe liší pseudoplasmodium a plasmodium?

- Alexopoulos, Mims, Blackwell (1996) Introductory mycology
- Webster and Weber (2005) Introduction to fungi
- Internetové zdroje

http://slimemold.uark.edu/MG/plasmodiocarp.htm