Zemědělské půdoznalství a **mikrobiologie**

přednáška 10

Ing. Jaroslav Záhora, CSc.
ústav 221

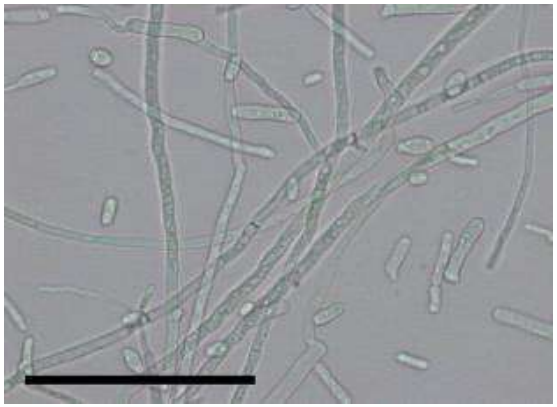
MENDELU
Agronomická
fakulta

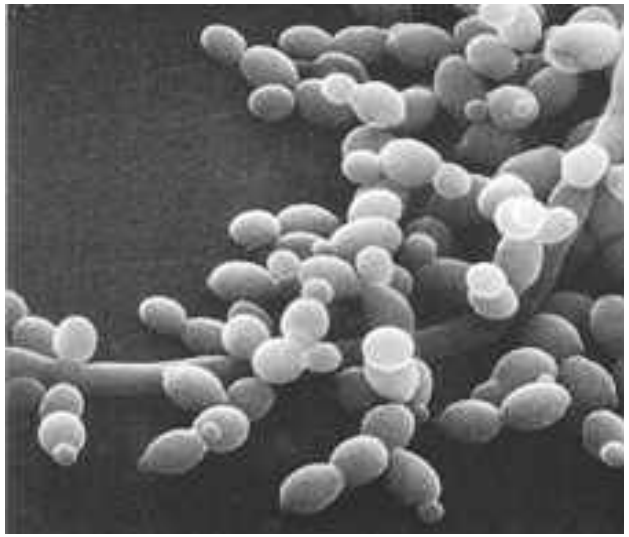
Houby *(Mycota, Fungi)*

- Jednobuněčné a vícebuněčné heterotrofní eukaryotické organismy
- *Thallophyta* (stélkaté rostliny)
- *Mycota* (oddíl)
- předmětem mikrobiologie - mikromycety (plísně)/

Houby *(Mycota, Fungi)*

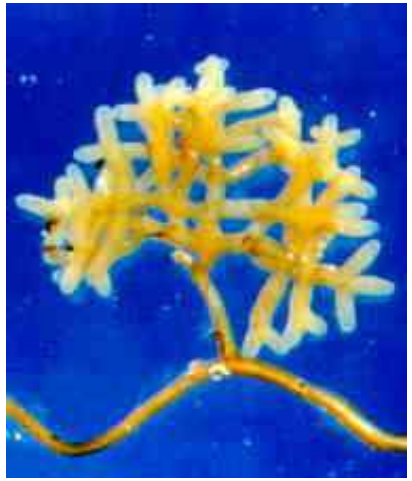
- Jednobuněčné a vícebuněčné heterotrofní eukaryotické organismy
- *Thallophyta* (stélkaté rostliny)
- *Mycota* (oddíl)
- *…….Kvasinky*

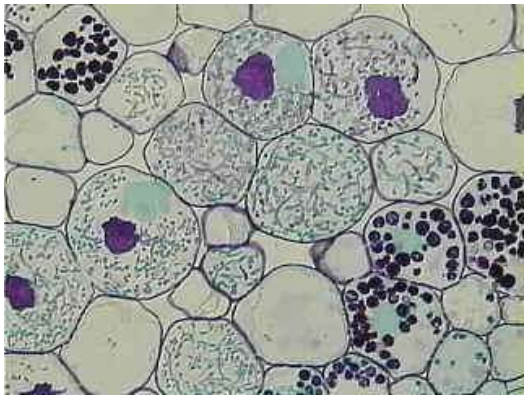


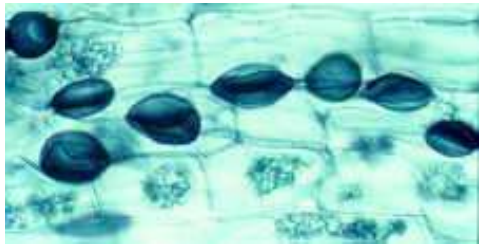


Houby *(Mycota, Fungi)*

- Jednobuněčné a vícebuněčné heterotrofní eukaryotické organismy
- *Thallophyta* (stélkaté rostliny)
- *Mycota* (oddíl)
-

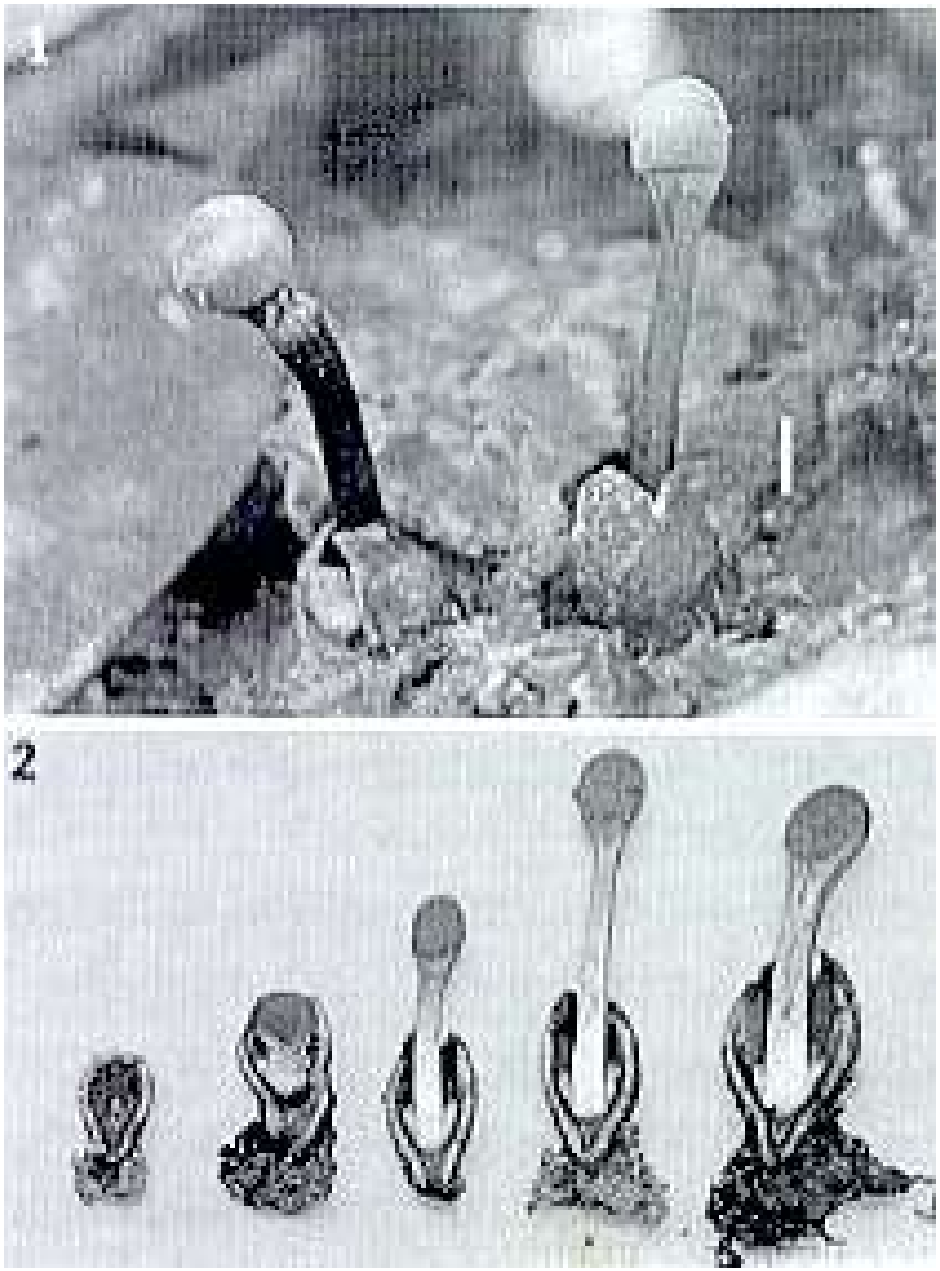






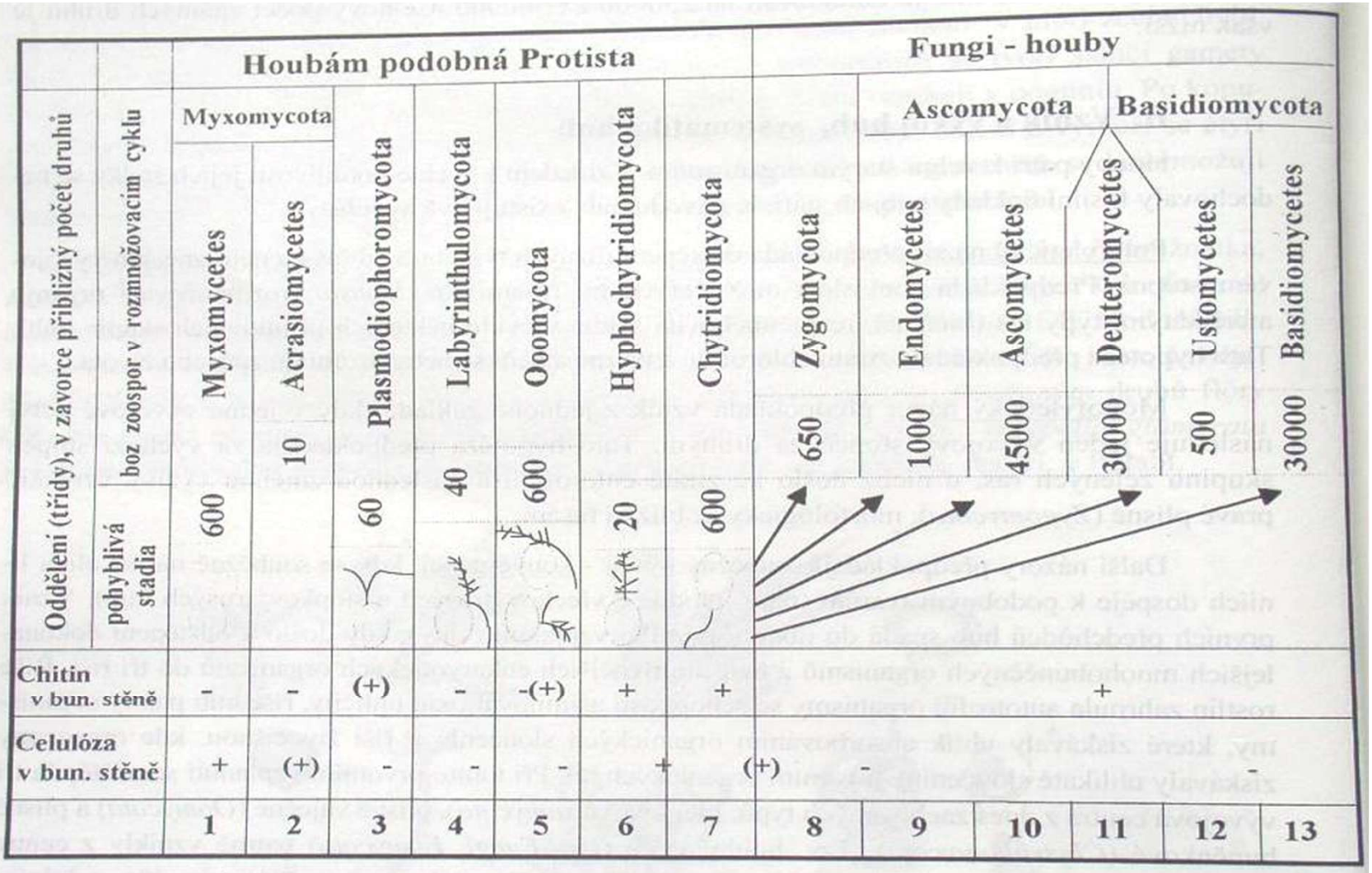
Houby *(Mycota, Fungi)*

- Jednobuněčné a vícebuněčné heterotrofní eukaryotické organismy
- *Thallophyta* (stélkaté rostliny)
- *Mycota* (oddíl)
- a jiné mikromycety

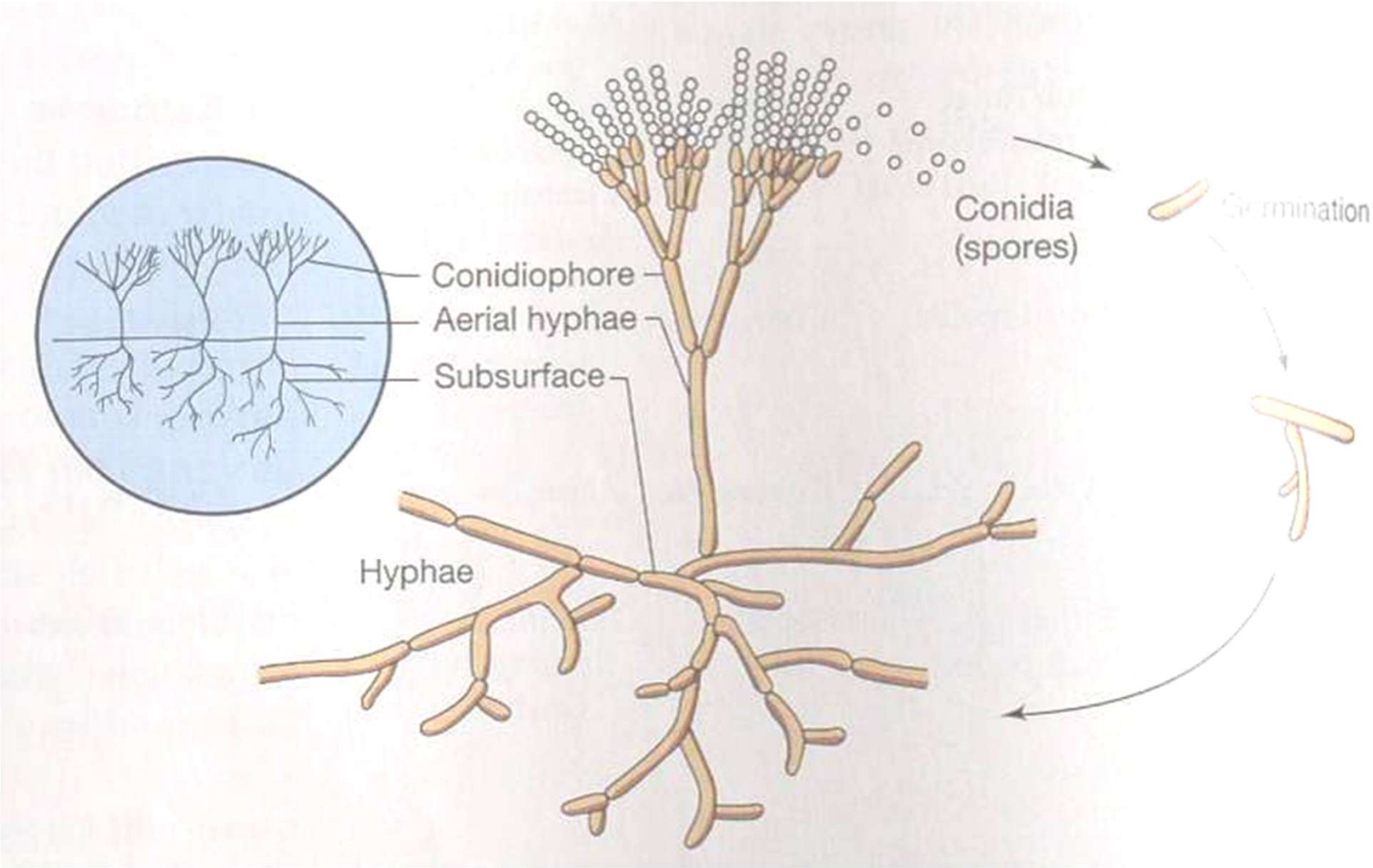


Objev století?

Při pátrání po ekto-myko-partnerech stromů v horách
Pakaramby v Guajaně byla nalezena houba, která byla popsána jako nový rod z taxonomické skupiny *Basidiomycota* příbuzná rodu *Tolustoma.* Na základě molekulárních analýz vývojových linií však bylo prokázáno, že se jedná o příslušníka *Ascomycota*, ba dokonce bylo zjištěno, že to byl úplně nový a odlišný zástupce *Elaphomycetales.* Řádu, jehož všichni zástupci plodí pod zemí. Rod *Pseudotolustoma* ovšem jasně náleží do tohoto řádu a zmíněnou adaptaci houba vyvinula k masovému uvolňování spor v extrémně vlhkém prostředí přízemní vrstvy lesa.

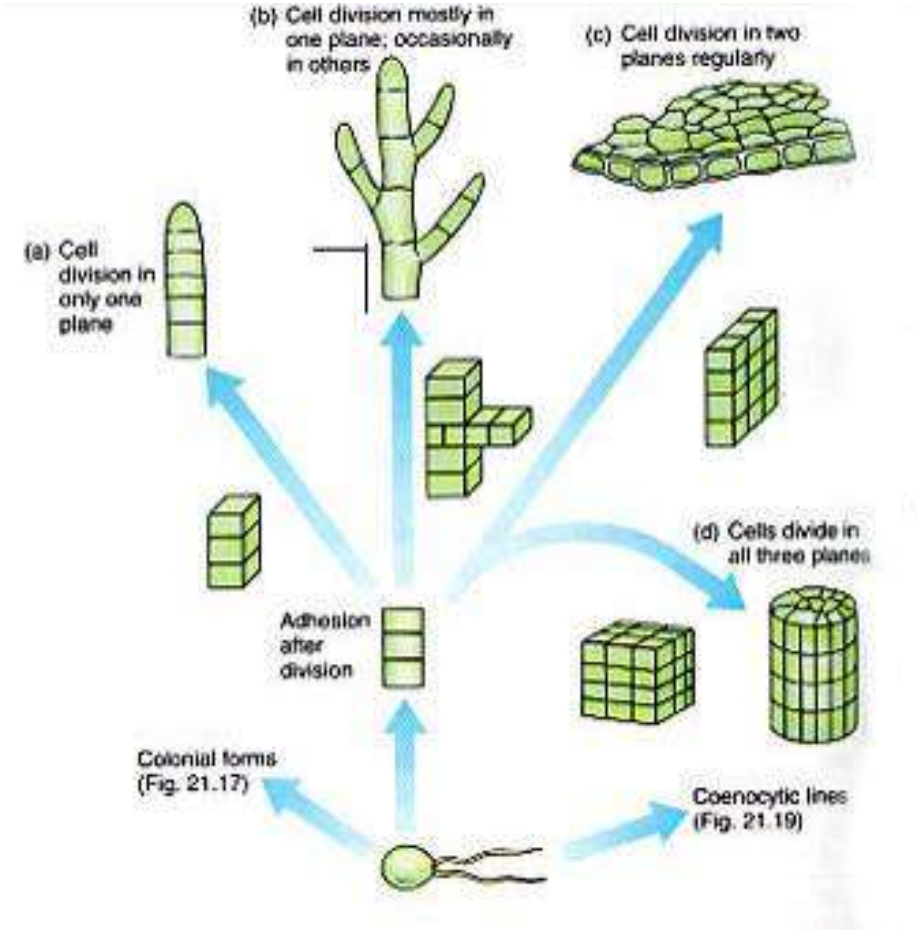


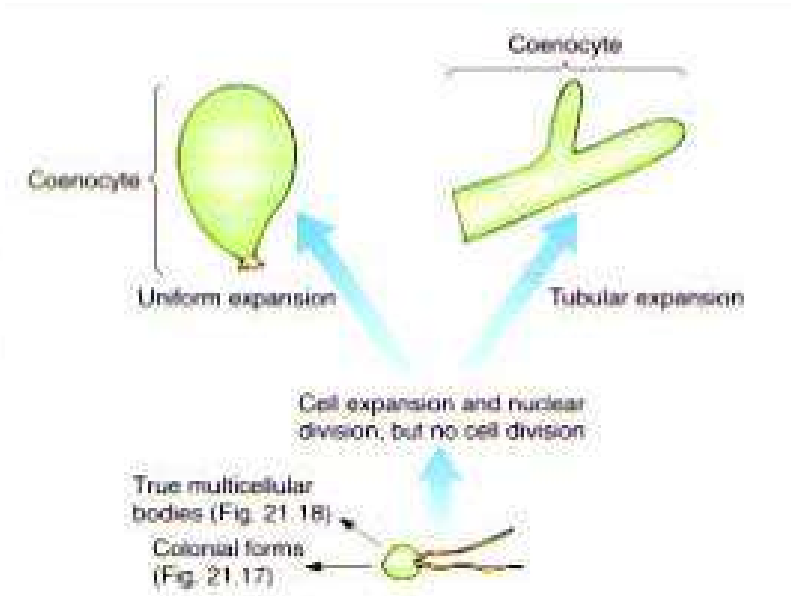
Obr. IV/1 Základní taxonomické členění hub a jejich vzájemné vztahy. Znázornění vztahů mezi jednotlivými taxonomickými skupinami. Oddělení, resp. třídy označené 1-3(4) jsou souhrně označovány ve starších systémech jako hlenky Myxomycota, (4) 5-8 jako nižší houby Phycomycota; 8-13 jsou houby vyšší Eumycota, Fungi (Podle LOEFFLER et MÜLLER 1992).



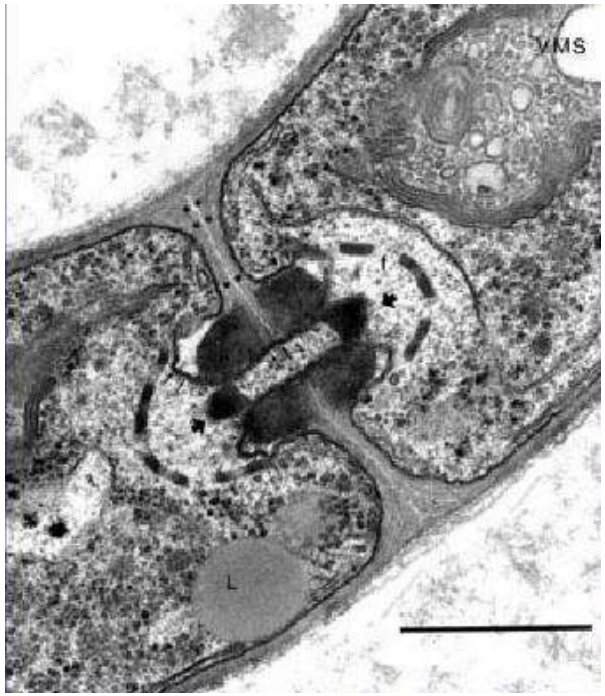
(Mikro)mycety - úvod

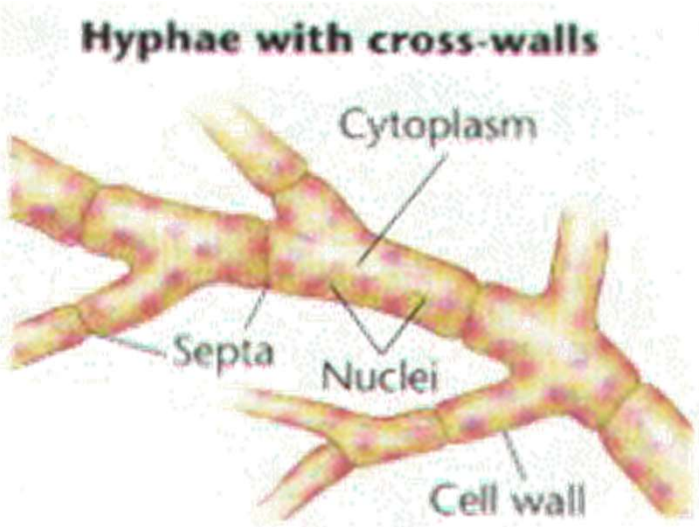
- stélky vláknité
- mnohojaderné (cenocytické)

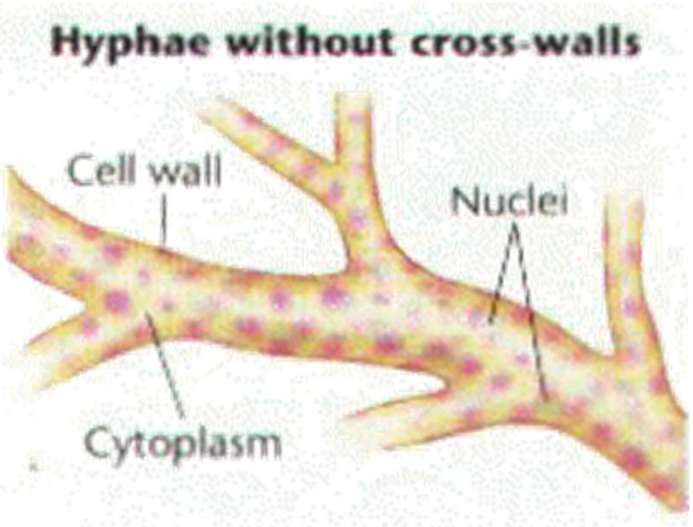




- stélky vláknité
- mnohojaderné (cenocytické)
- spora, h. vlákno (hyfa)
- nižší houby - nedělené,
- vyšší houby (přehrádky – septa),
- substrátové a vzdušné mycelium





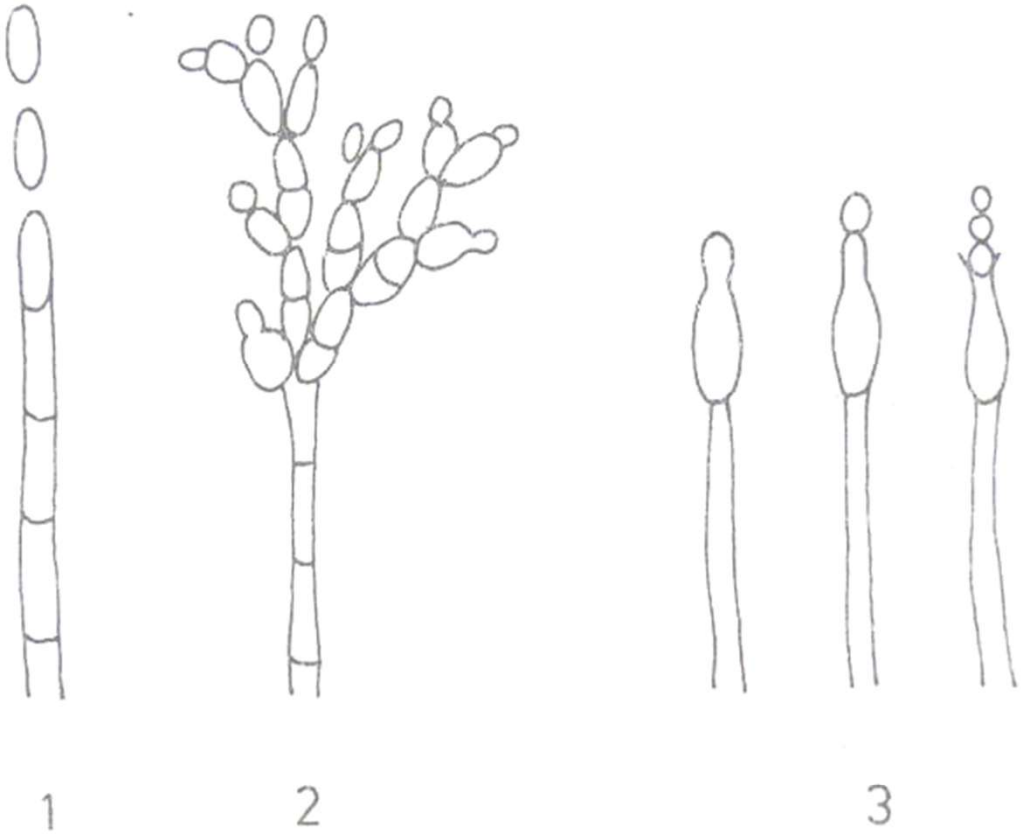


B. stěna - polysacharidy (většinou chytin a glykany)

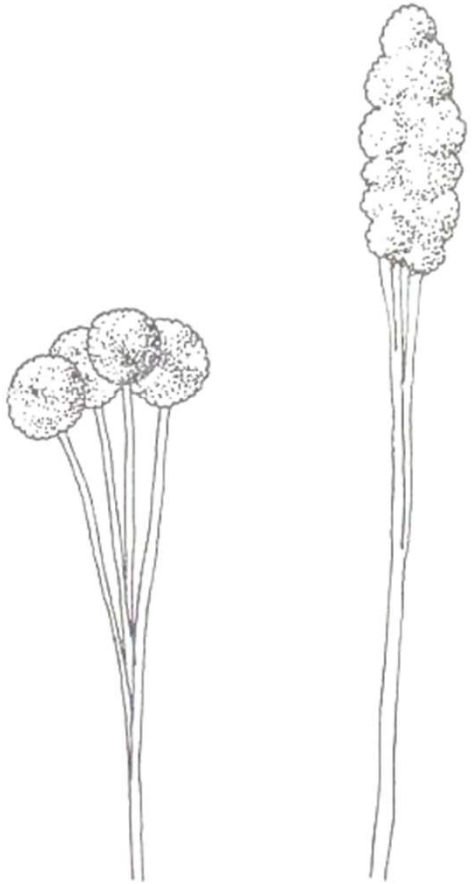
- cytoplasma homogenní, později zrnitá + vakuoly
- nepohlavní rozmnožování - fragmentace a segmentace hyf
- častější nepohlavními sporami (exospory, endospory)
- exospory - rozpadem (artrospory), pučením (blastospory) odškrcováním (konídie)
- konidiofory (srůstem - svazky - koremie)
- pyknidy - vystlané krátkými konidiofory

CHITIN - the principal polysaccharide in cell walls of most fungi (but not *Oomycota*); a polymer of N-acetylglucosamine

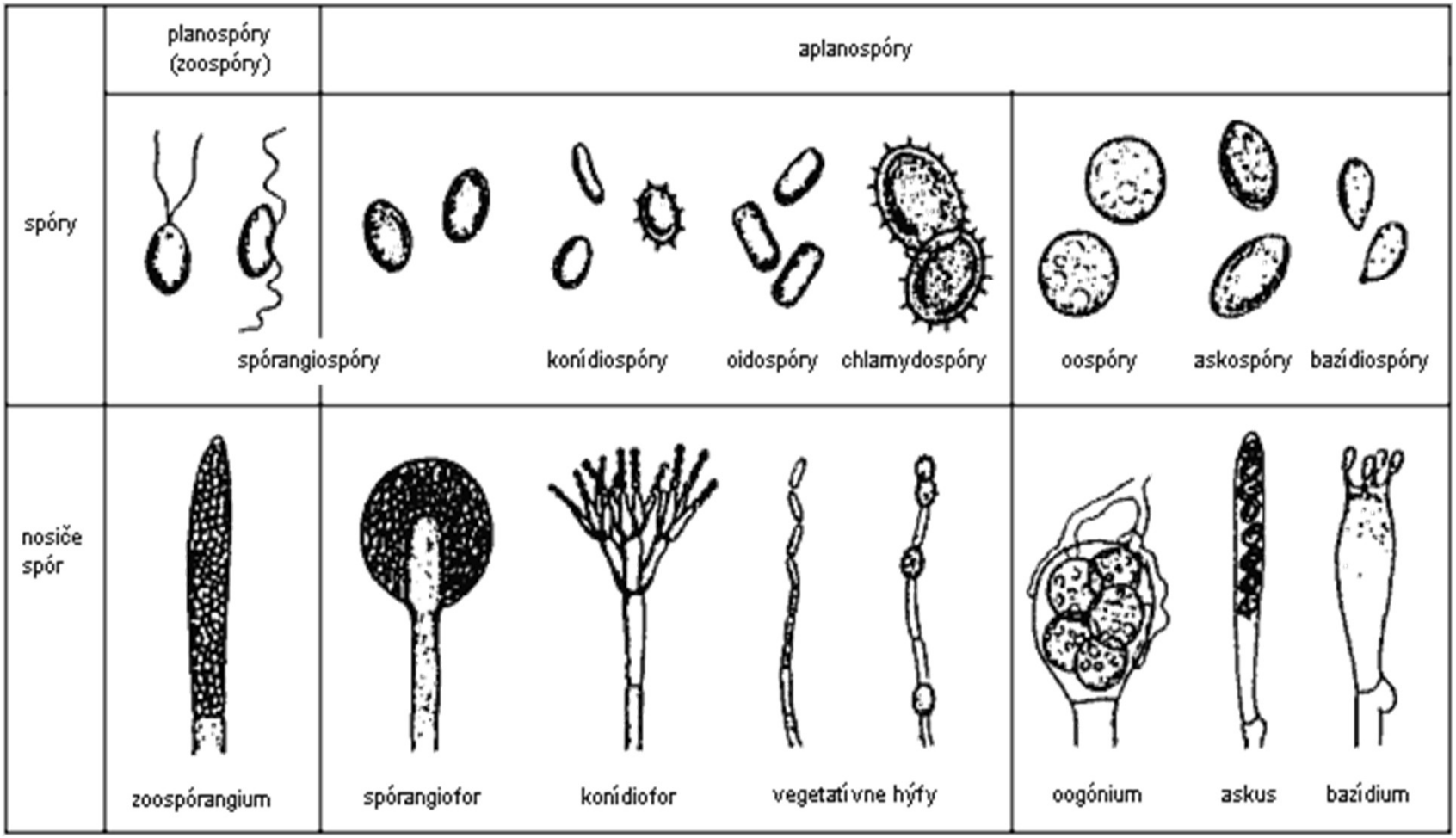
CELLULOSE - principal polysaccharide of plant cell walls; a polymer of glucose; walls of Oomycetes are partly composed of a similar substance called `fungal cellulose'



27. Vznik a druhy niektorých konídií (podľa ŠILHÁNKOVEJ 1983)
1 — oídie čiže artrospóry (*Oospora lactis*), 2 — blastospóry (*Cladosporium* sp).), 3 — fialospóry (*Penicillium* sp.)

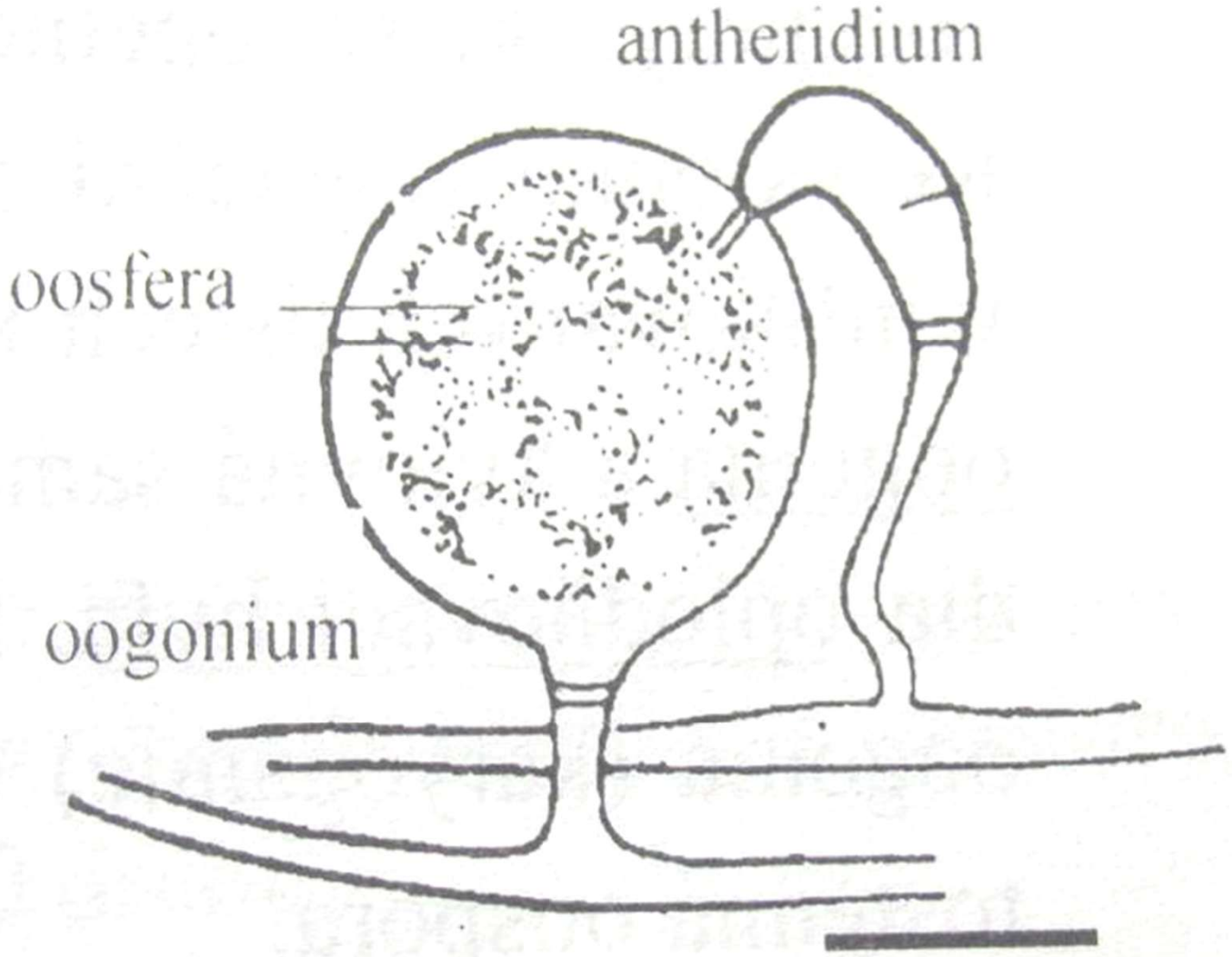


31. Osobitné usporiadanie konidioforov
1 — korémium z rovnako dlhých konidioforov, 2 — korémium z rôzne dlhých konidioforov

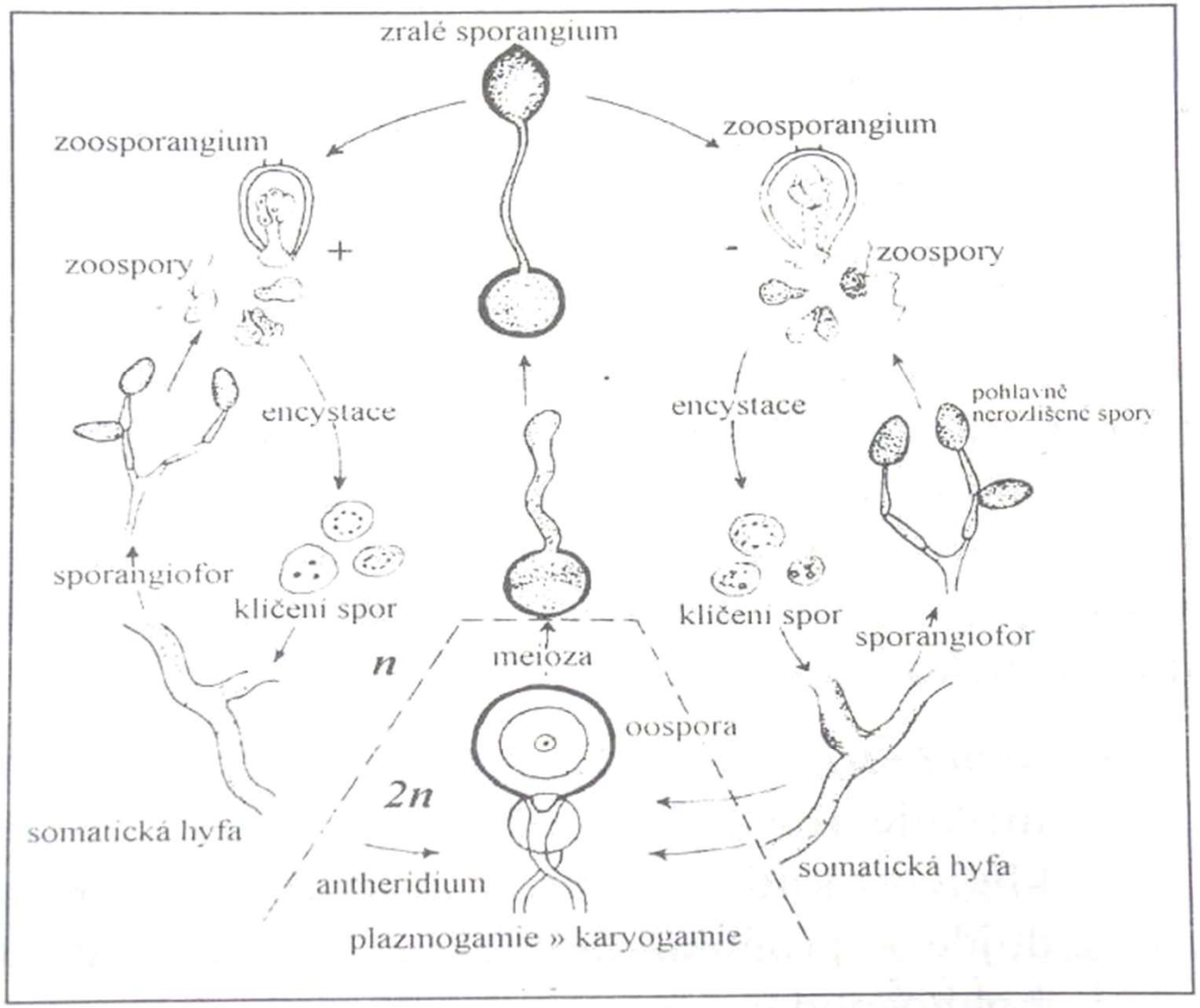


Nejčastěji se vyskytující typy spor u hub

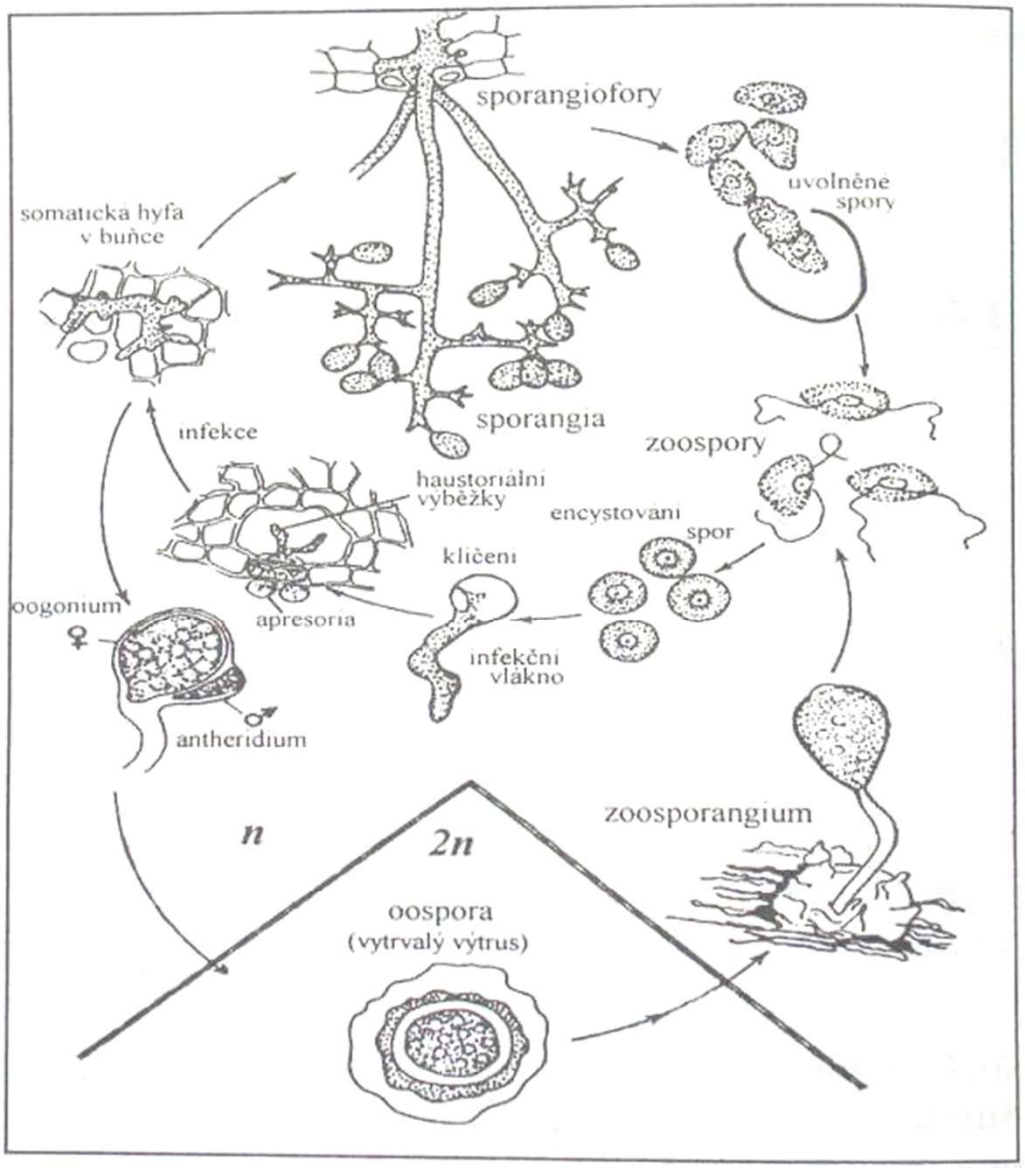
- Sporangium, sporangiospory, sporangiofor (stolon, rhizoidy)
- sporangiospory - přenášení vodou – 2 bičíky (*zoospory*), oblaněné a bez bičíků (*aplanospory*)
- Pohlavně: splynou gamety (vznik v gametangiích) anebo celé gametangie; (+), (-) hyfy vzniká zygota
- pohlavně – oospory, zygospory, askospory a bazídiospory
- **oospory** – anteridium, oogonium, oosféra
- např. fytopatogenní z tř. *Oomycetes* z rodů *Phytophtora* (*P. infestans* - hniloba brambor) a *Plasmopara* (P. *viticola*, nepravá moučnatka vinné révy)



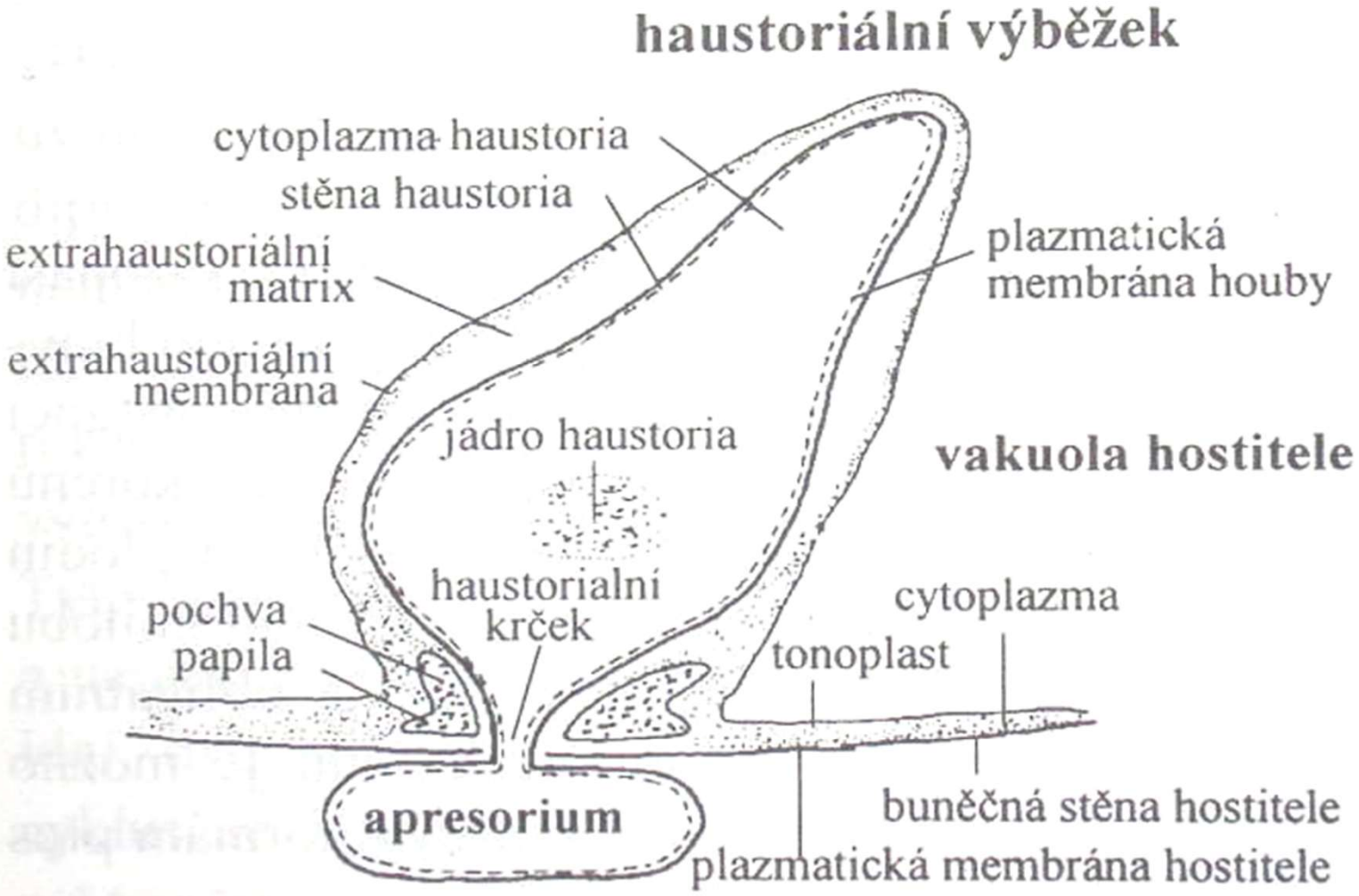
Obr.IV/7 Oogamie



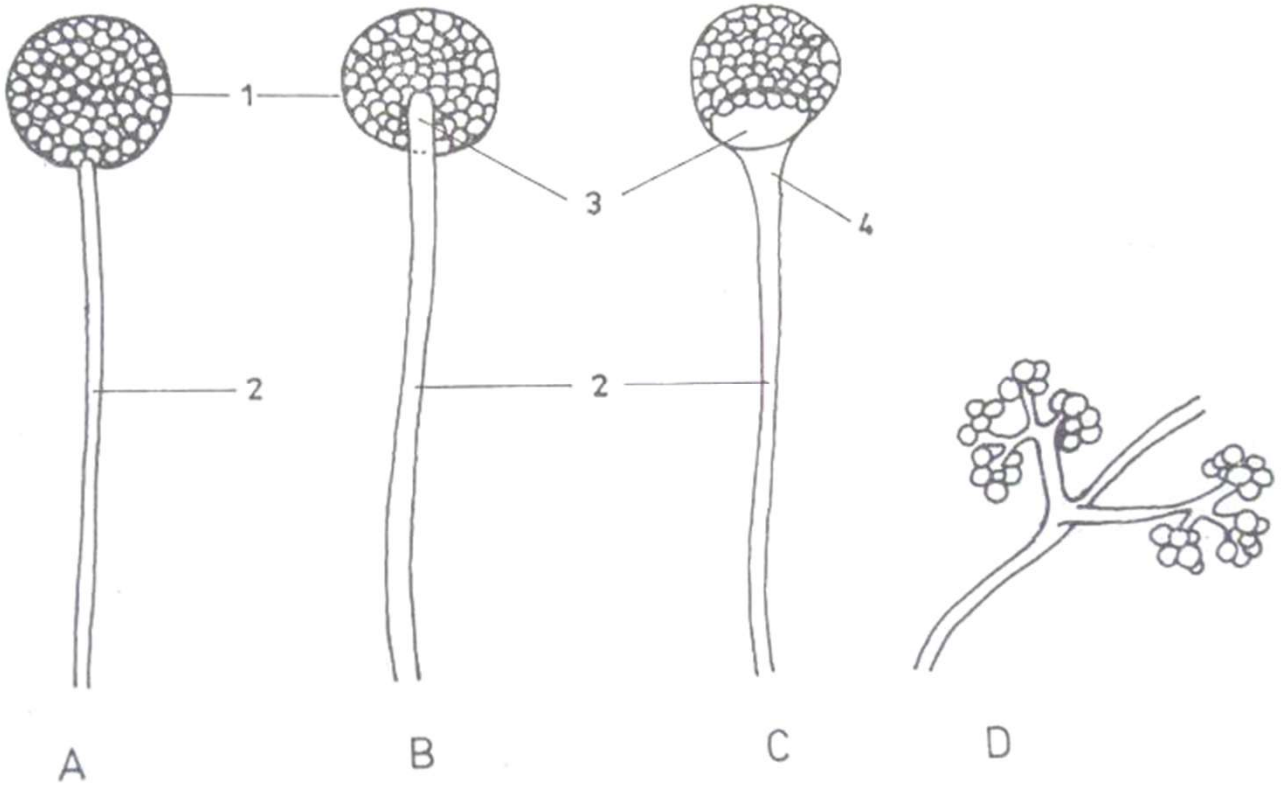
Obr.IV/11 Životní cyklus Phytophthora infestans.
(podle ALEXOPOULOS 1966)



Obr. IV/8 Životní cyklus vřetenatky révové Plasmopara viticola. (podle ALEXOPOULOS 1966)



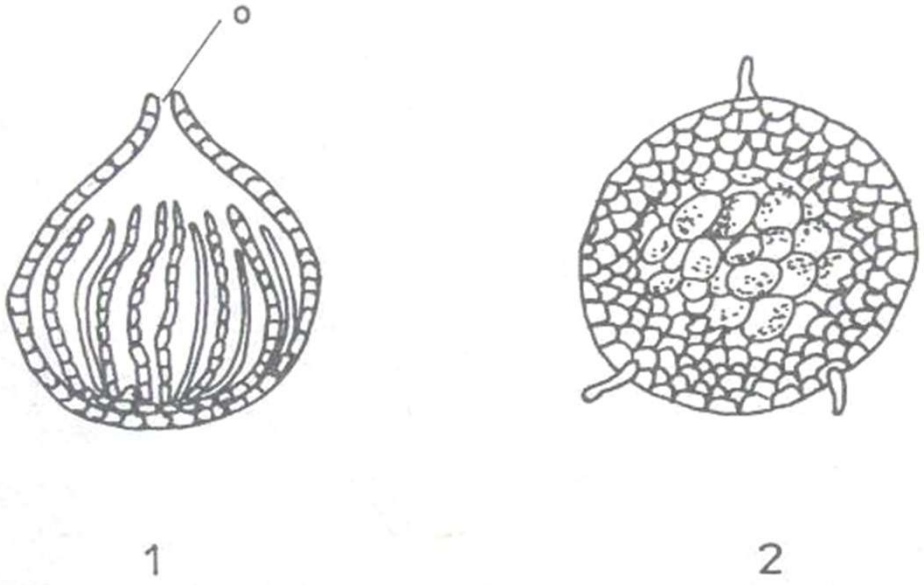
Obr. IV/9 Stavba haustoria vřetenatky révové Plasmopara viticola (podle KUDELY 1989)



33. Sporangiá a sporangioly (podľa FASSATIOVEJ 1979)
A—C — guľovité sporangiá, A — bez kolumely (rod *Mortierella*), B — s kolumelou (rod *Mucor*), C — s kolumelou a apofýzou (rod *Rhizopus*), D — časť sporangioforu so sporangiolami (rod *Thamnidium*)
1 — sporangium, 2 — sporangiofor, 3 — kolumela, 4 — apofýza

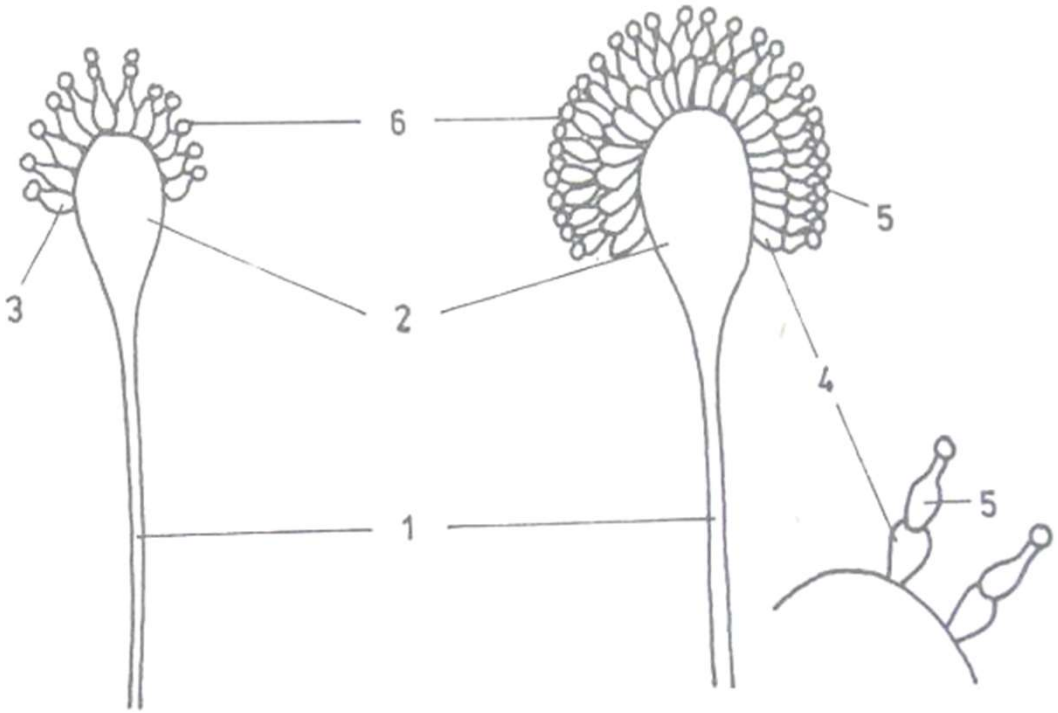
Mikromycety

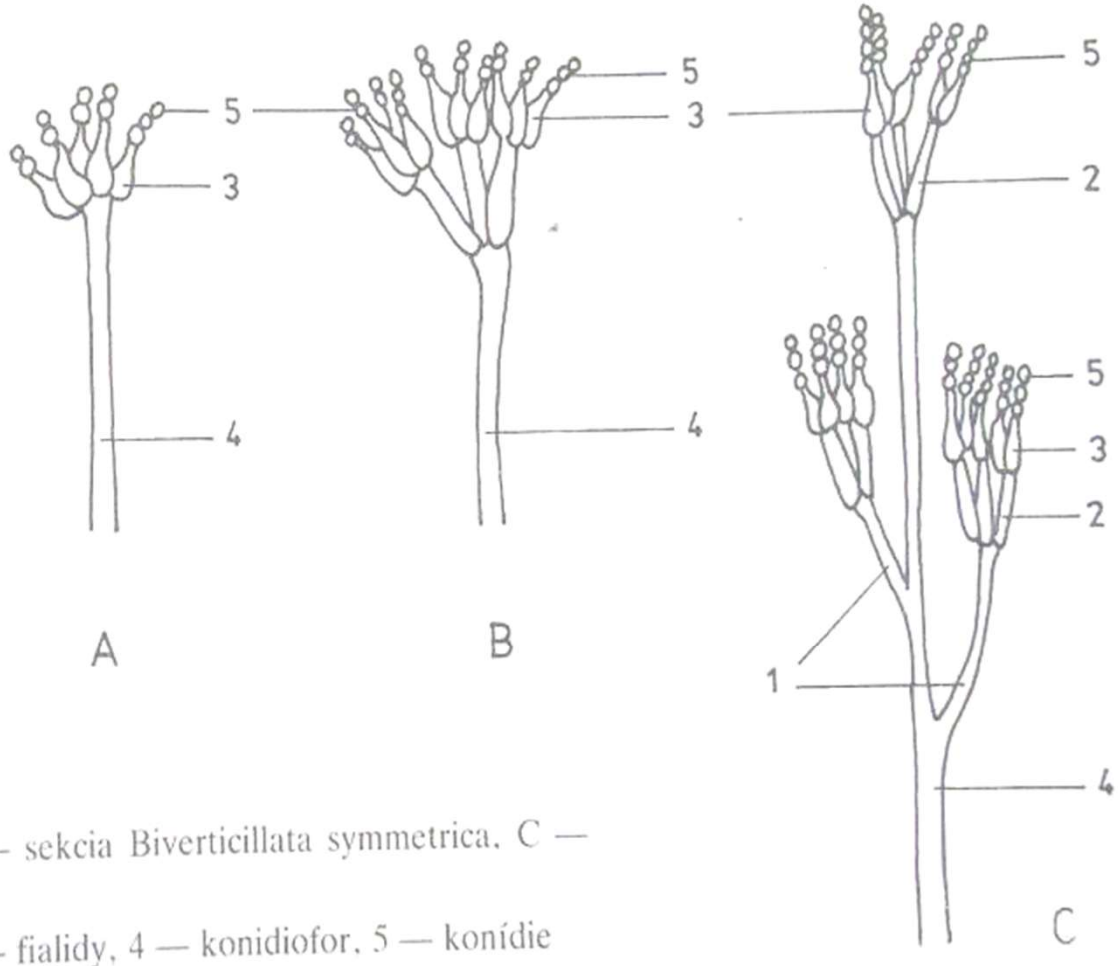
- **zygospory** tř. *Zygomycetes*,
- ze zygospory – mycelium, sporangium - sporangiospory
- **askospory** tř. *Ascomycetes*, (v *ascích* 1 až 8), (*perité* *illus* a *Penicil*



35. Umiestnenie askospór
1 — v peritéciu, 2 — v kleistotéciu, o — ostiola (otvor)

29. Konidiofory v rode *Aspergillus*
1 — konidiofor, 2 — vezikula, 3 — fialidy, 4 — metuly čiže primárne fialidy, 5 — sekundárne fialidy, 6 — konídie





30. Konidiofory v rode *Penicillium*

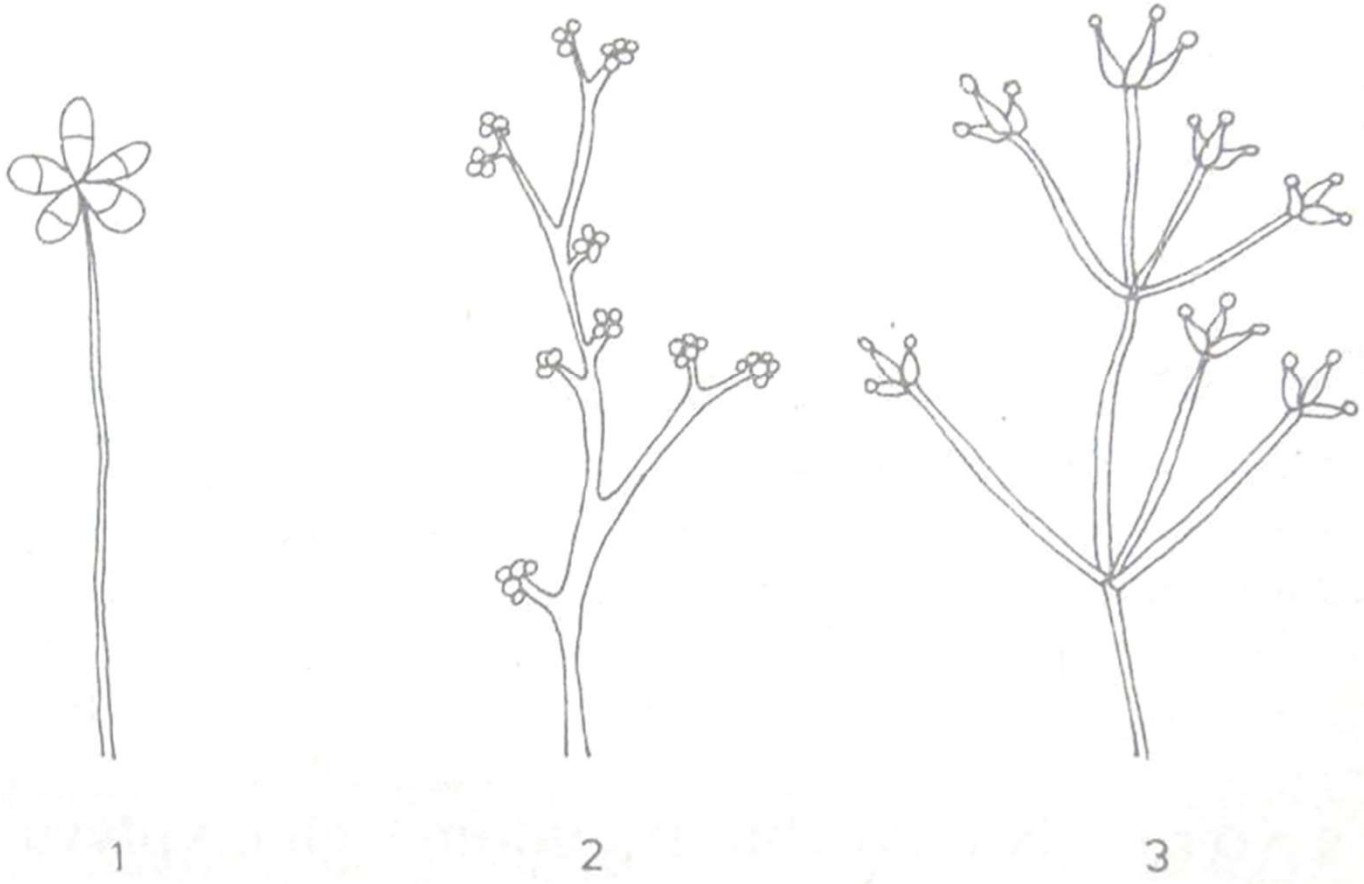
A — sekcia Monoverticillata, B — sekcia Biverticillata symmetrica, C — sekcia Asymmetrica

1 — vetvy (rami), 2 — metuly, 3 — fialidy, 4 — konidiofor, 5 — konídie

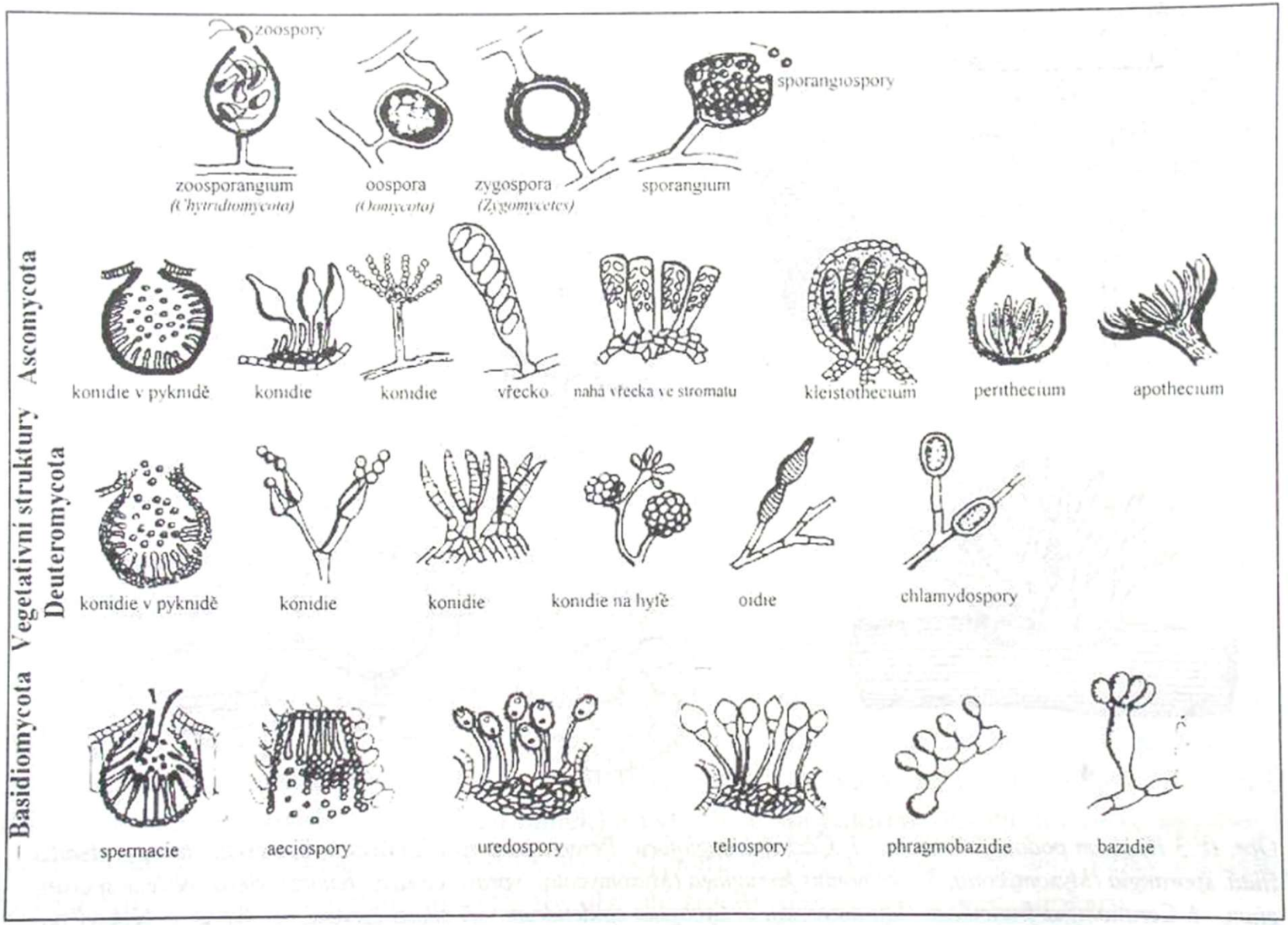
Mikromycety

- **zygospory** tř. *Zygomycetes*,
- ze zygospory – mycelium, sporangium - sporangiospory
- **askospory** tř. *Ascomycetes*, (v *ascích* 1 až 8), (*peritécium* a *kleistotécium)*, rody *Aspergillus* a *Penicillium*
- **bazidiospory** – tř. *Basidiomycetes,* na stopkách (sterigmách) z bazídie
- přetrvávajícími útvary chlamydospory, nebo větší myceliární formy - sklerocia (paraziti rostlin)

Sklerocia *Rhizoctonia solani* (kořenomorka bramborová)



28. Typy konidioforov (podľa ŠILHÁNKOVEJ 1983)
1 — jednoduchý (*Trichothecium roseum*), 2 — nepravidelne rozvetvený (*Botrytis cinerea*), 3 — praslenovito rozvetvený (*Verticillium* sp.)



Obr. IV/2 Reprodukční orgány hub (podle KUDELY 1989)

Význam mikromycet

- významná součást biocenózy
- rezervoár hub - půda
- organické substráty zdroj látek a energie
- aerobní, nízké pH, relativně termotolerantní
- na rozvoj některých stačí vzdušná vlhkost
- široké enzymové vybavení
- acidofilní a acidotolerantní -dominantní mikroflórou kyselých půd (např. lesních)

Význam mikromycet

- půdní mikrobiocenóza - struktura půdy, mykorhiza
- mineralizace, a humifikace
- v chemickém, farmaceutickém a potravinářském prům. (proteázy, amylázy, celulázy, pektolytické enzymy), antibiotika, steroidy, organické kyseliny (citrónová, fumarová, itakonová, glukonová a šťavelová) apod.
- plísňových sýry, některé trvanlivé masné výr. (uherák)
- aerobní čištění odpadních vod
- rozklad různého org. odpadu (papír, dřevo, textil, obaly…)

Význam mikromycet

- Negativně: saprofyty znehodnocují krmiva a plodiny
- patogenní mikromycety - mykózy rostlin, zvířat i lidí
- mykotoxiny – mykotoxikózy (aflatoxin - *Aspergillus flavus*)
- alergická onemocnění- spory hub
- psychrofilní mykoflóra v chladírnách
- termofilní mikroflóra přežívá nedokonalou sterilizaci

Základy systematiky

Ve starším pojetí polyfyletická říše hub (Fungi) sdružovala heterotrofní organismy bez plastidů z různých taxonomických skupin, s odlišnou biologií, které byly vymezeny především ekologicky jako: destruenti, reducenti nebo dekompozitoři.

Na základě studia rDNA byl navržen systém pět říší (Cavalier-Smith, 1989; Whittaker et Margulis, 1978): Chromista, Protista (syn. Protoctista), Fungi, Plantae, Animalia, z nichž první tři zahrnují zástupce původní říše hub:

- říše Protista
- říše Chromista (Straminipili)
- říše Fungi

Electron micrograph showing transcription of ribosomal RNA (rRNA) genes in the developing egg cell of the spotted newt.

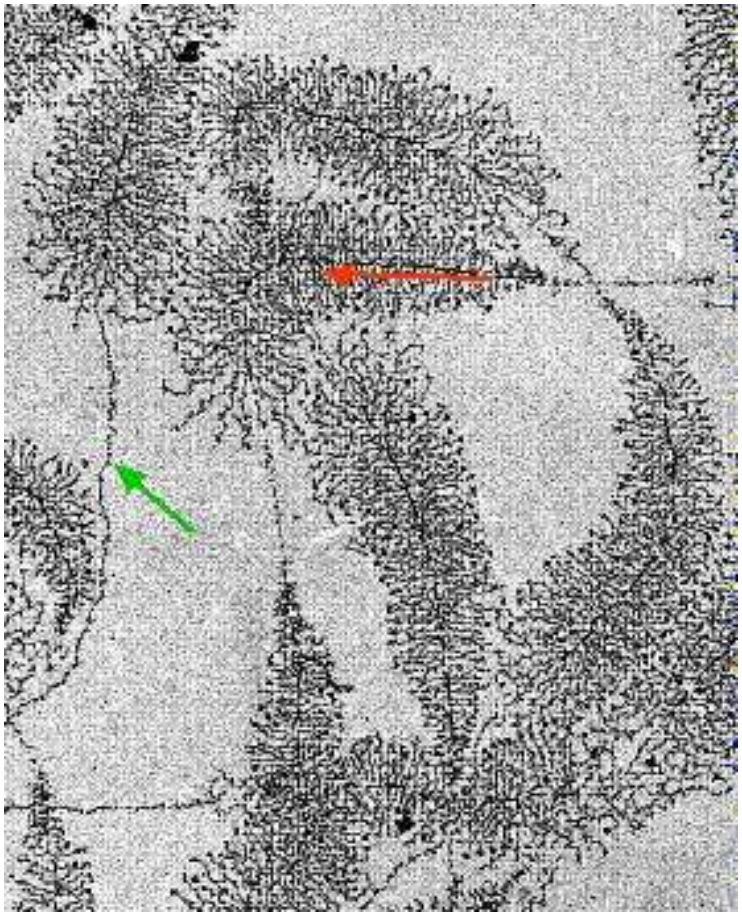
Eukaryotes have several hundred identical genes encoding ribosomal RNA.

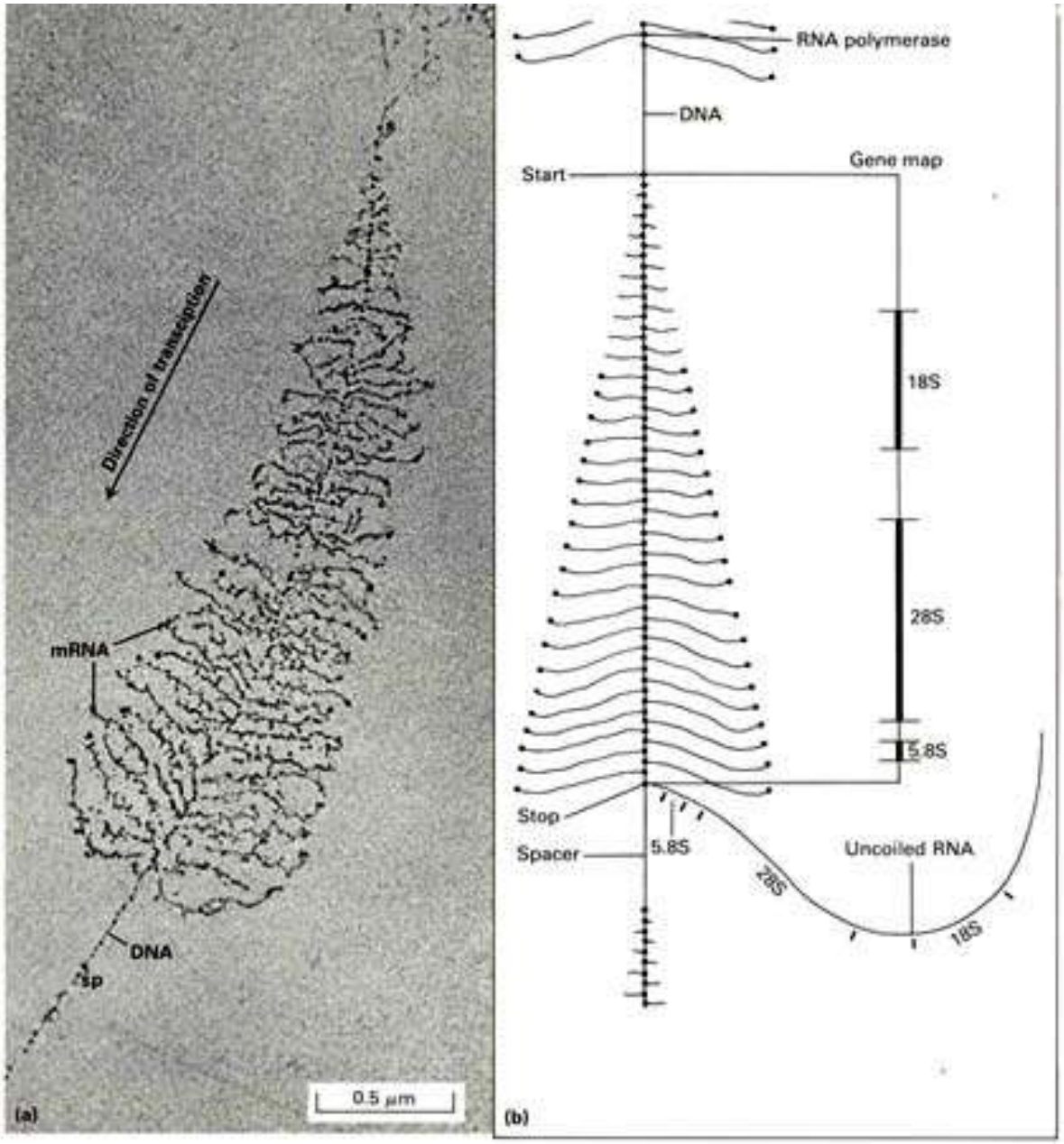
The long filaments (green arrow) are DNA molecules coated with proteins. The fibers extending in clusters from the main axes are molecules of ribosomal RNA which will be used in the construction of the cell's ribosomes.

Note how transcription begins at one end of each gene, with the RNA molecules getting longer (red arrow) as they proceed toward completion.

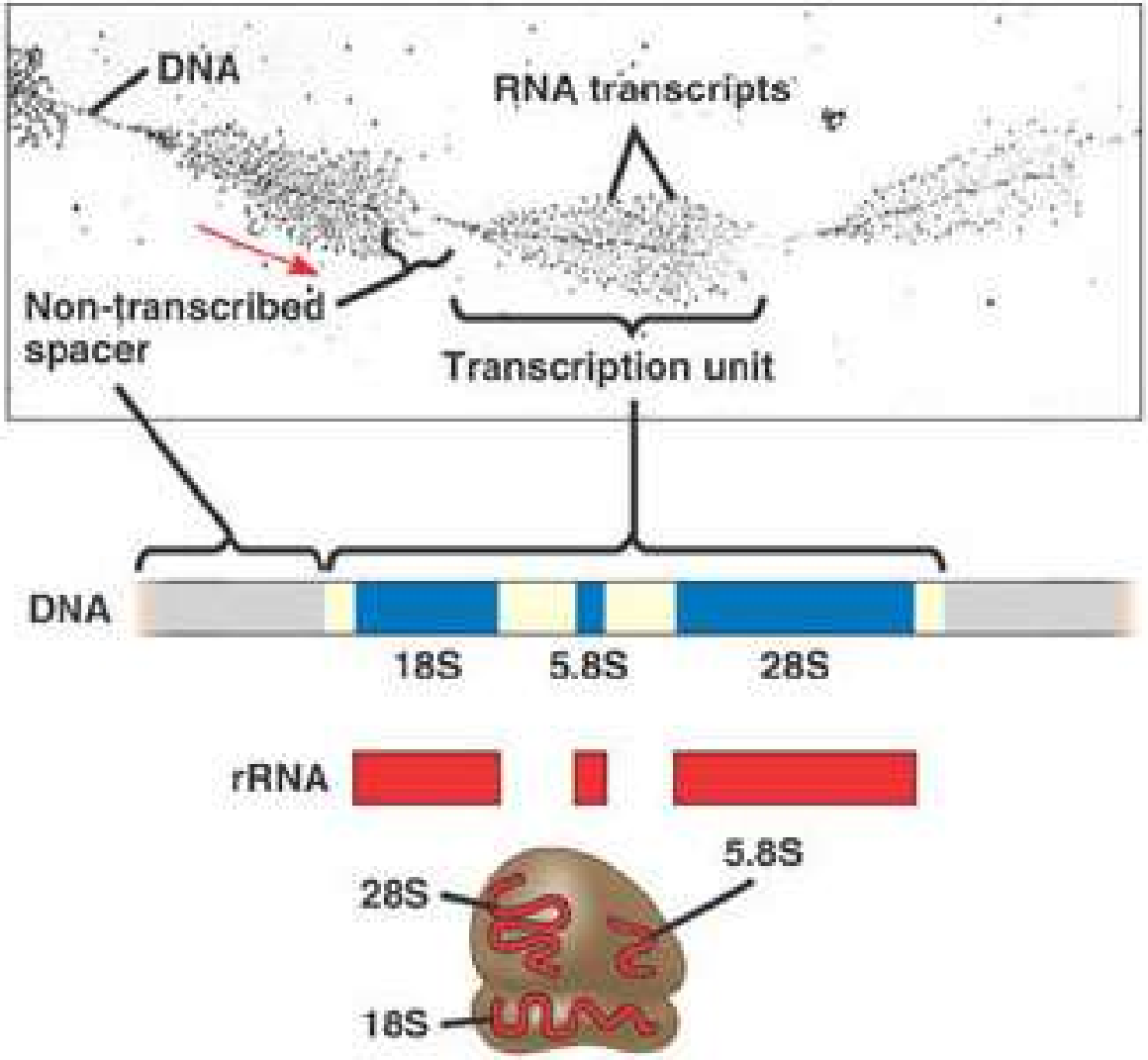
Note also the large number (up to 100) of RNA molecules that are transcribed simultaneously from each gene.

The portions of DNA bare of RNA appear to be genetically inactive. (Courtesy of O. L. Miller, Jr., and Barbara R. Beatty, Biology Division, Oak Ridge National Laboratory.)

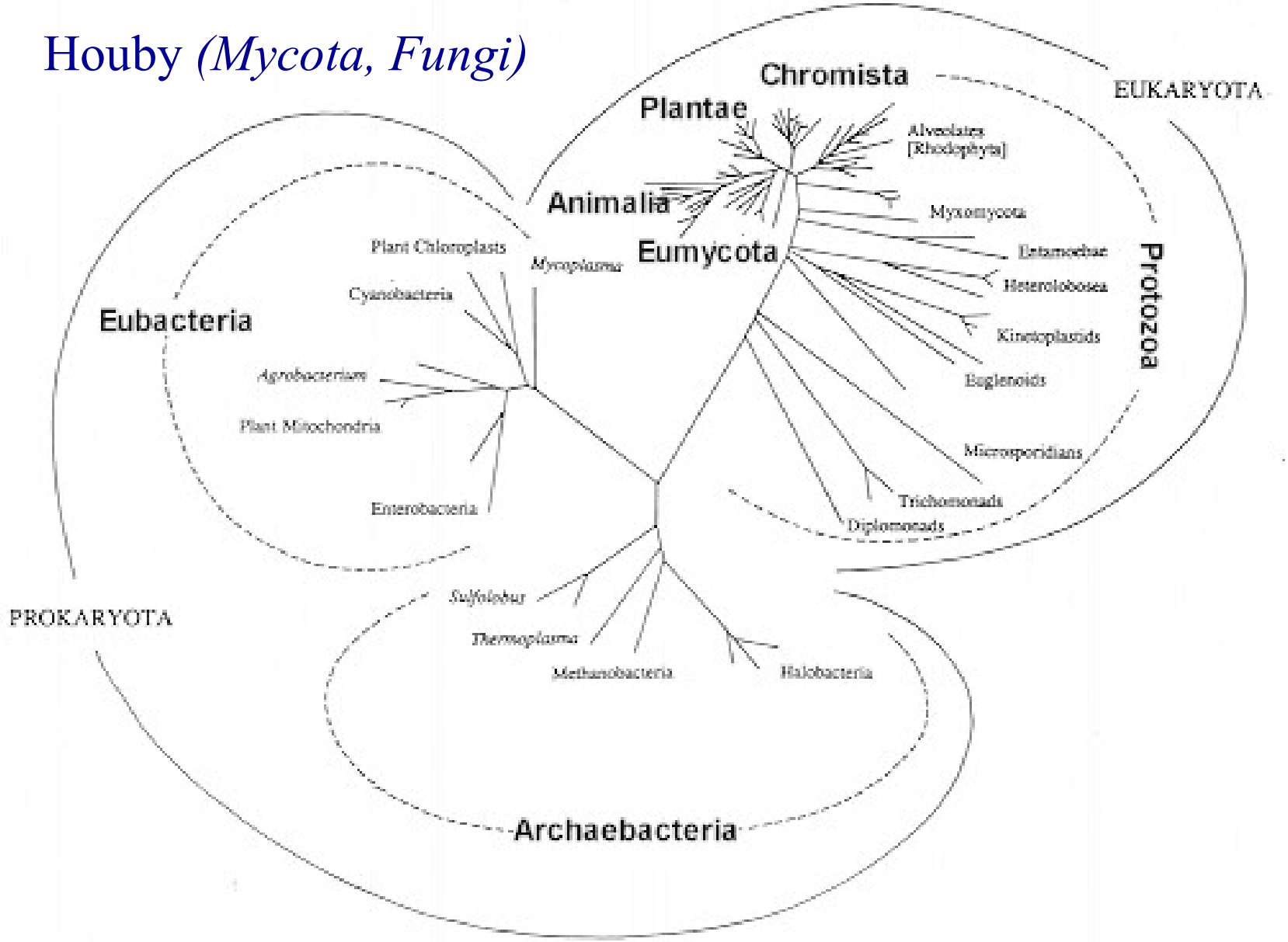


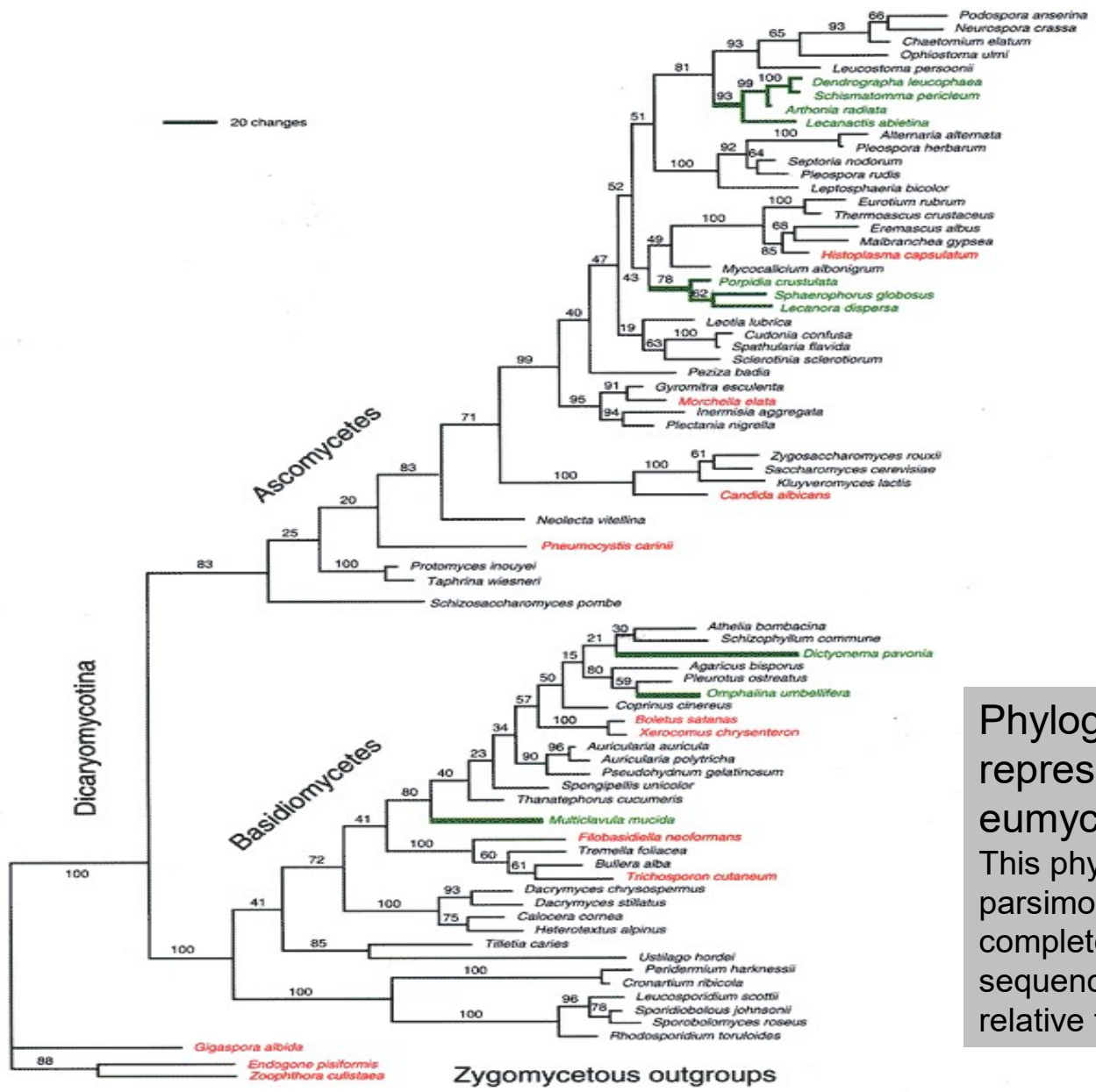

Direction of transcription
mRNA
DNA
Sp
0.5 μm
(a)
RNA polymerase
DNA
Start
Gene map
18S
28S
5.8S
Stop
Spacer
5.8S
28S
Uncoiled RNA
18S
(b)

(a) Part of the ribosomal RNA gene family



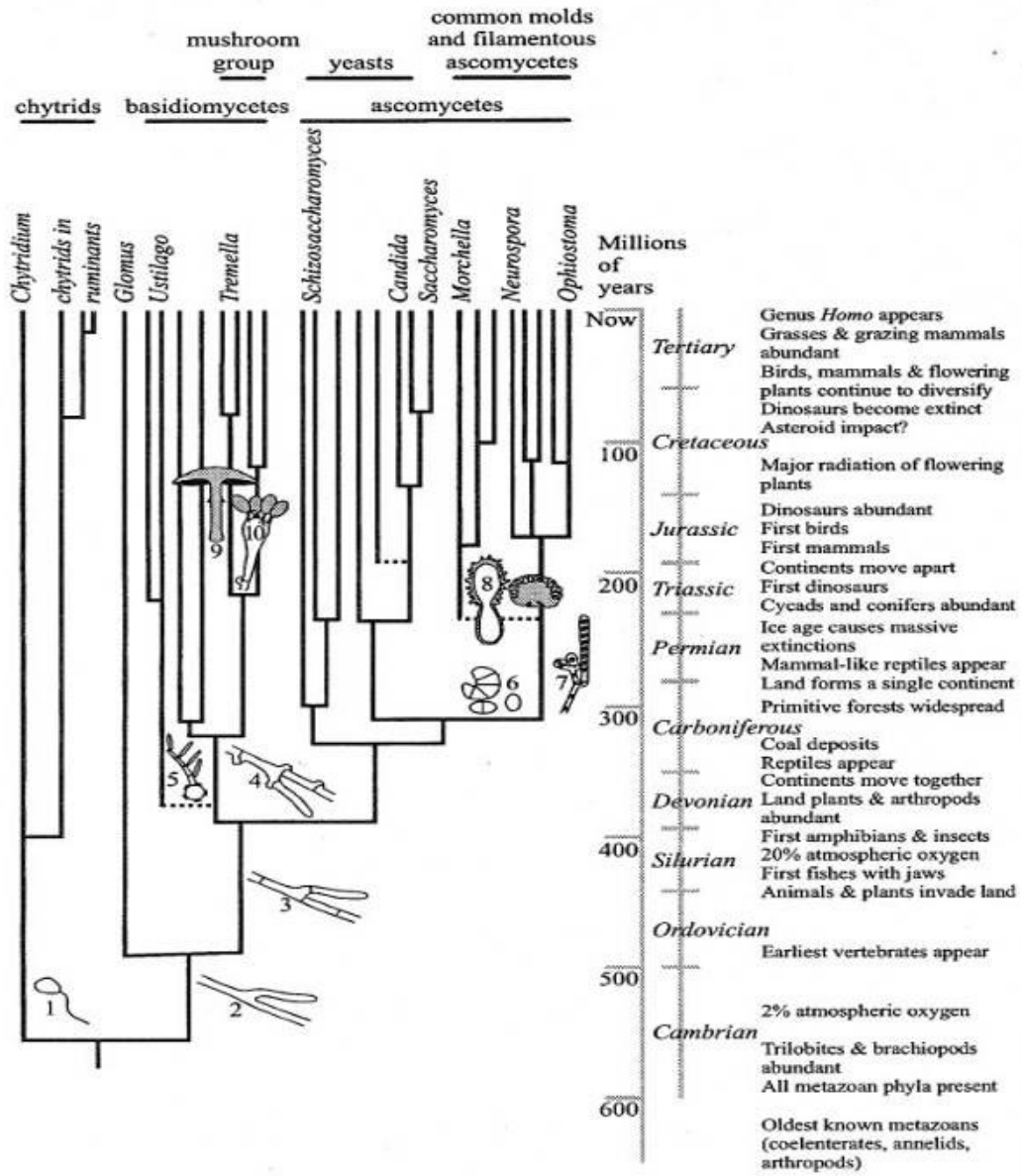
Houby *(Mycota, Fungi)*





Phylogeny of representative eumycota

This phylogram is based on parsimony analysis of nearly complete (ca. 1700 nt) rDNA sequences. Distance is relative to line length.



Moore, D., Novak Frazer, L.A. (2002): Essential fungal genetics. Springer Verlag, New York, p.6.

• říše Protista zahrnuje Myxomycota (polyfyletická skupina, v níž se setkávají vlastní hlenky a akrasie), nejasný je původ plasmodiofor, jež jsou v současnosti v rámci Protist izolovanou skupinou

• říše Chromista (Straminipili) zahrnuje oddělení Oomycota a příbuzná oddělení (Labyrinthulomycota, Hyphochytriomycota)

• říše Fungi je monofyletickou skupinou se společným předkem, který mohl mít společný vývojový základ s ruduchami (samičí pohlavní buňky podobné s vřeckatými houbami, póry v přehrádkách a byla zjištěna i dikaryotizace) - viz kladogram fylogeneze hub.

- V pojetí různých autorů jsou uváděny různé úrovně taxonů:
  - jediné oddělení s pododděleními Chytridiomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina a Basidiomycotina
  - oddělení Chytridiomycota a Eumycota (pododd. Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina)
  - oddělení Chytridiomycota, Zygomycota a Dikaryomycota (pododd. Ascomycotina, Basidiomycotina)
  - oddělení Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota a Basidiomycota

	Zygomycotina	Ascomycotina	Basidiomycotina
Mycelium	nepřehrádkované	přehrádkované	přehrádkované - dolioporus
Dikaryofáze	chybí	většinou přítomna	přítomna
Nepohlavní rozmnožování	endogenně vznikající sporangiospory	exogenně vznikající konidie	exogenně vznikající konidie
Pohlavní rozmnožování	gametangiogamie, zygosporangium s jedinou meisporou (zygospora)	gametangiogamie, meiospory (askospory) vznikají endogenně ve vřeckách	somatogamie,meiospory (bazidiospory) vznikají exogenně na bazidii
Plodnice	chybí	askomata	bazidiomata

Životní strategie hub

- saprofyté (dekompozitoři, přeměňují organickou hmotu na anorganickou)

- nekrotrofové (napadají živá pletiva, která po usmrcení využívají jako zdroj živin)

- biotrofové (napadají a využívají živá pletiva)

- interakce s dalšími organismy:

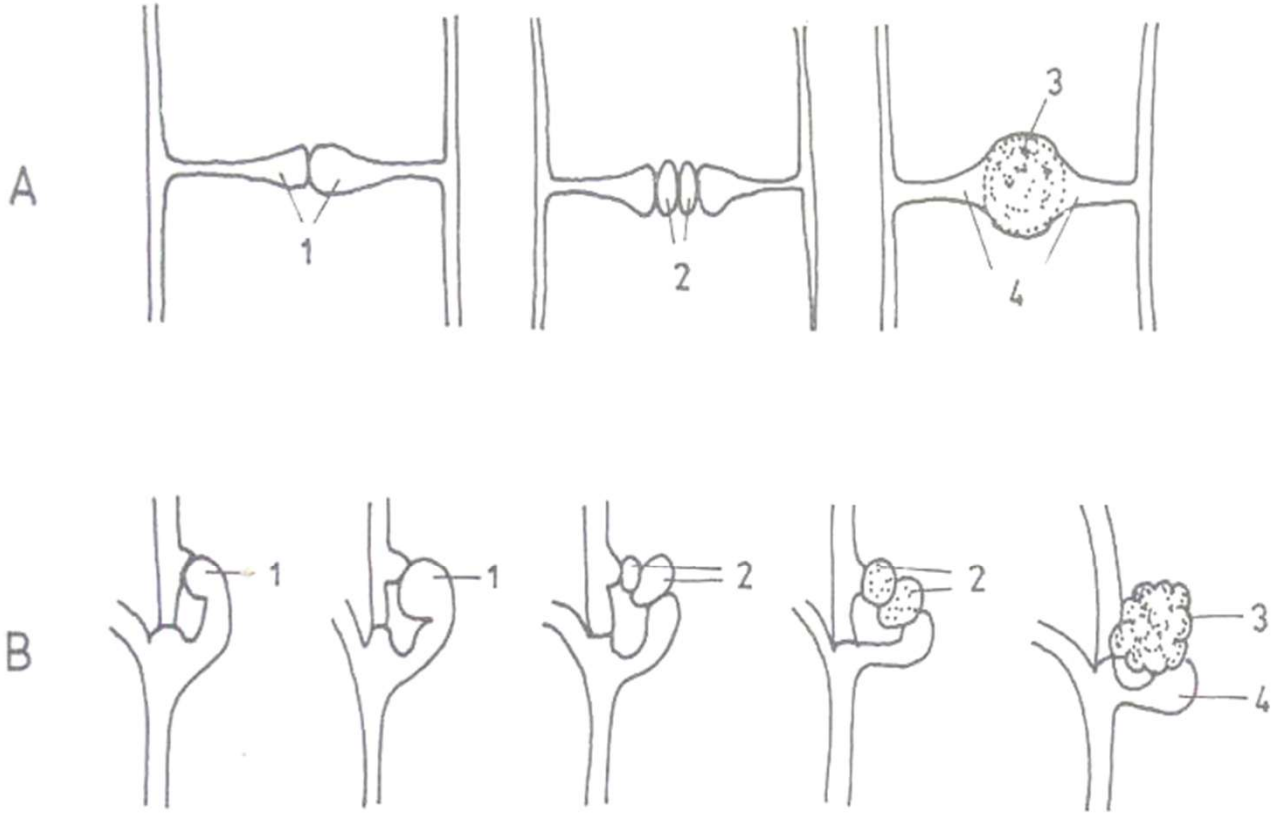
  - parazitismus (rostliny, houby, živočichové)
  - symbiosa s hmyzem – ambrosiové houby, houby v mycetangiích členovců
  - mykorrhiza - symbióza s kořeny cévnatých rostlin
  - lichenizované houby - symbióza se zelenými řasami nebo cyanobakteriemi

Pododd. ZYGOMYCOTINA - houby spájivé

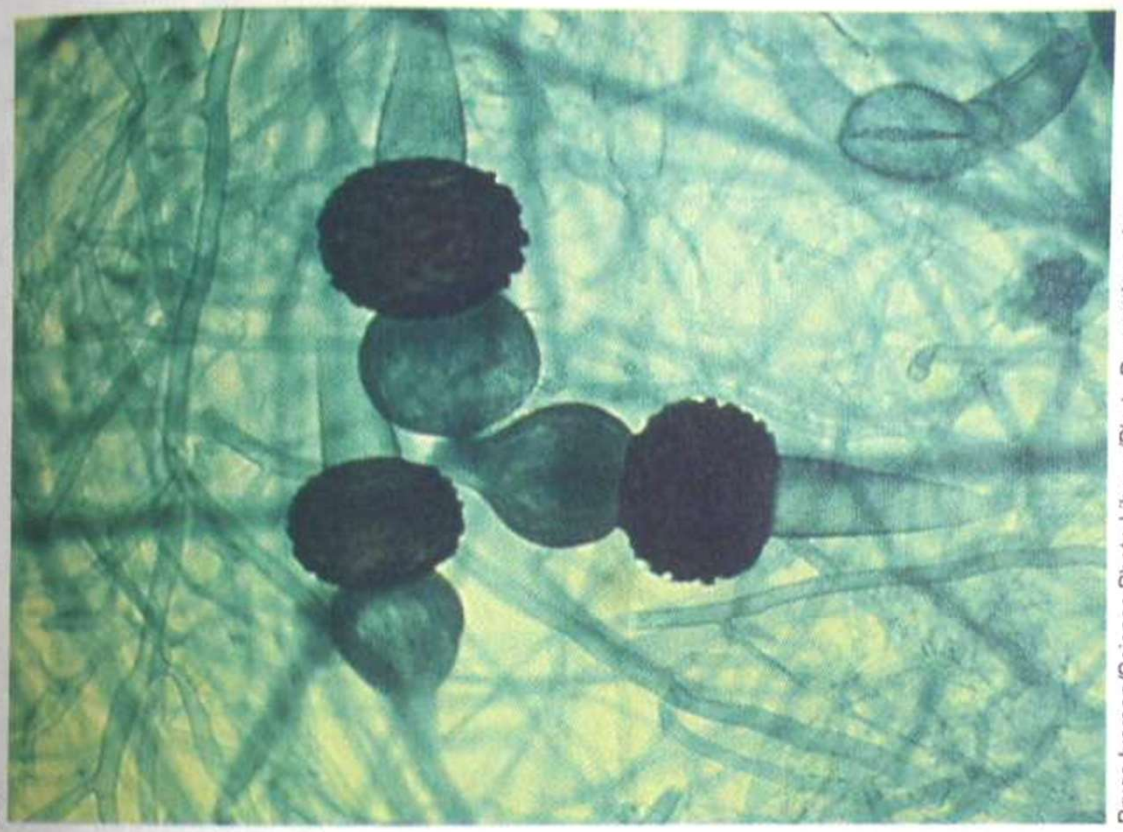
Třída: ZYGOMYCETES

Rhizopus nigricans - Kropidlovec černavý
bílé mycelium se zralými černě zbarvenými sporangii

- **zygospory** pododd. Zygomycotina,
- ze zygospory – mycelium, sporangium -



34. Tvorba zygospór A — izogamické spájanie (rod *Mucor* a *Rhizopus*), B — heterogamické spájanie (*Zygorhynchus heterogamus*)
1 — progametangium, 2 — gametangiá, 3 — zygospóra, 4 — suspenzor

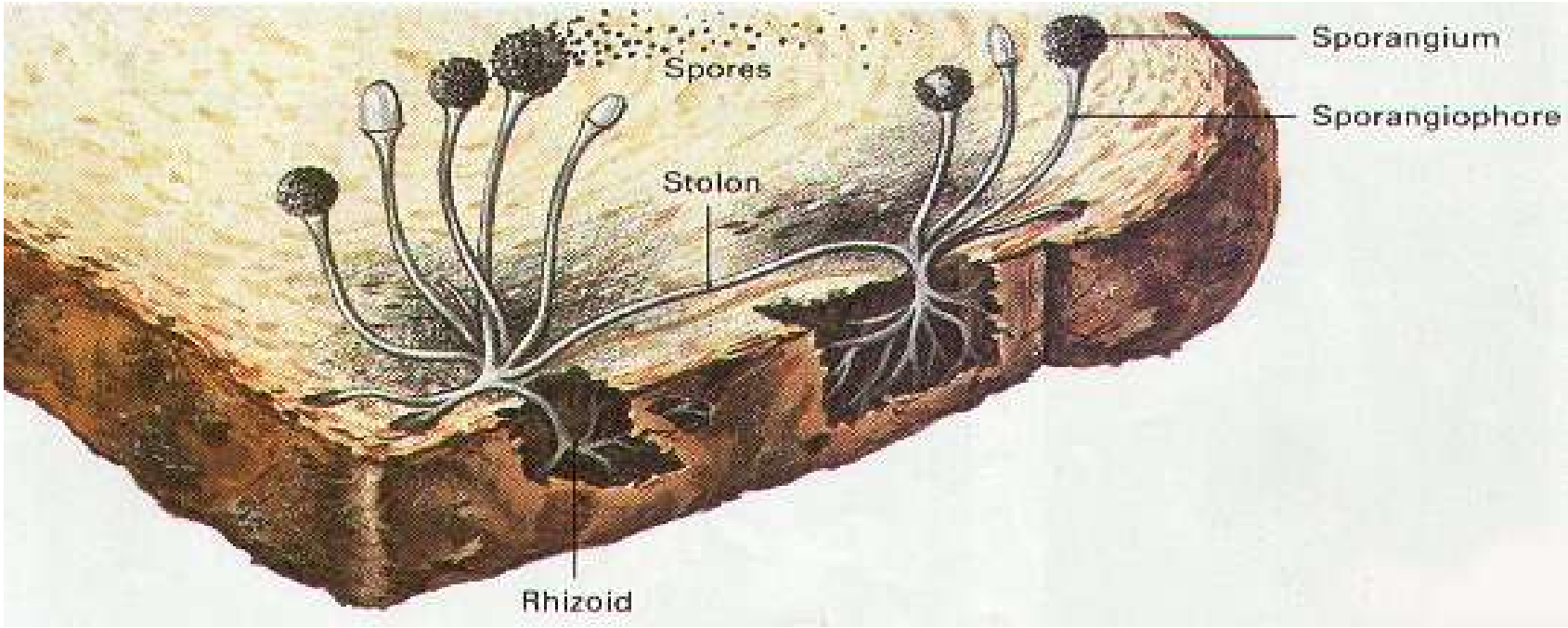


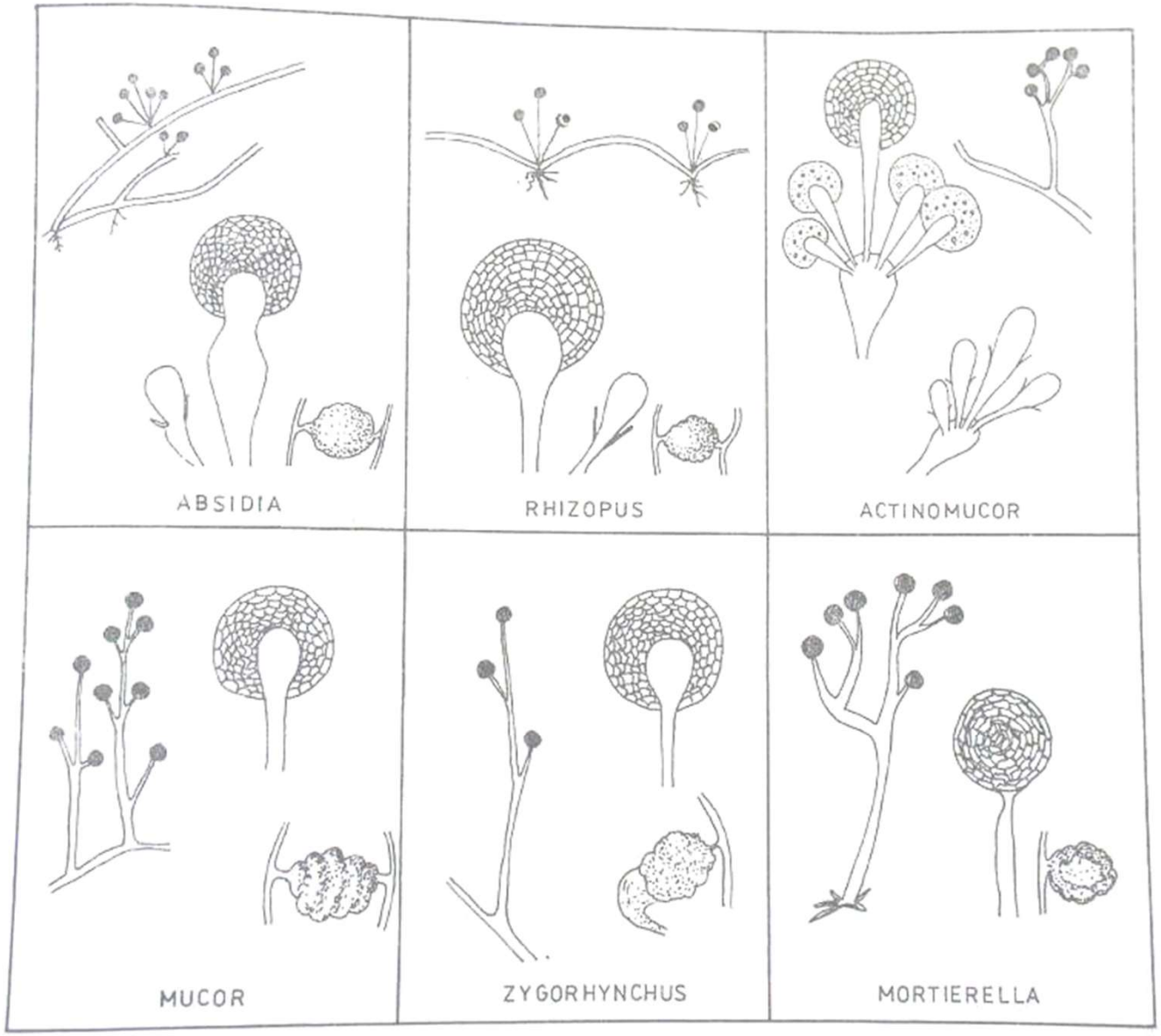
(b)

Bruce Iverson/Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.

FIGURE 17.11 Fungi. (a) Fungal colonies growing on an agar plate. Note the appearance of the masses of mycelia and asexual spores that give the colonies a dusty, matted appearance. (b) Zygospores (sexual spores, black structures) of the common bread mold, *Rhizopus nigricans*. Zygospores result from the fusion of two nuclei and eventually release asexual spores that germinate to yield new mycelia.

- Sporangium, sporangiospory, sporangiofor (stolon, rhizoidy)





36. *Zygomycetes — Mucorales*, rody pôdnych mikroorganizmov (podľa POCHONA a de BARJACOVEJ 1960)

Pododd. ASCOMYCOTINA - houby vřeckaté

- skupina sdružuje houby, jejichž výtrusy vznikají endogenně ve vřecku (ascus), obvykle v počtu 8 (někdy jiný)
- vřecko má povahu meiosporangia = zralé je diploidní buňka (obvykle je jediná v životním cyklu)
- u mnoha zástupců za normálních podmínek houba žije jen v imperfektním stadiu (anamorfa)

vegetativní stélka:

- přehrádkované mycelium (u kvasinek i jednotlivé buňky, příp. pučivé pseudomycelium); vegetativní mycelium je haploidní (výjimky u kvasinek)
- ve středu přehrádky jednoduchý pór (výjimečně chybí) (umožňuje průchod cytoplazmy a organel)

Pododd. ASCOMYCOTINA - houby vřeckaté

pohlavní proces:

- dochází ke vzniku dikaryotických hyf, tvoří plodnice (askomata) - v plodnicích pak dochází ke karyogamii v koncových buňkách tzv. askogenních hyf - z nich vznikají vřecka

výskyt, ekologie:

- jedná se o nejpočetnější skupinu hub, zahrnující cca 60% známých taxonů
- do tohoto pododdělení patří většina známých lichenizovaných hub a většina známých imperfektních

Kvasinky

- netvoří taxonomickou skupinu
- **rozmnožování** – pučením (1x – vícekrát), přehrádkami, nepravé hyfy – pseudomycelia, pravé mycelium, sporogenní - spory

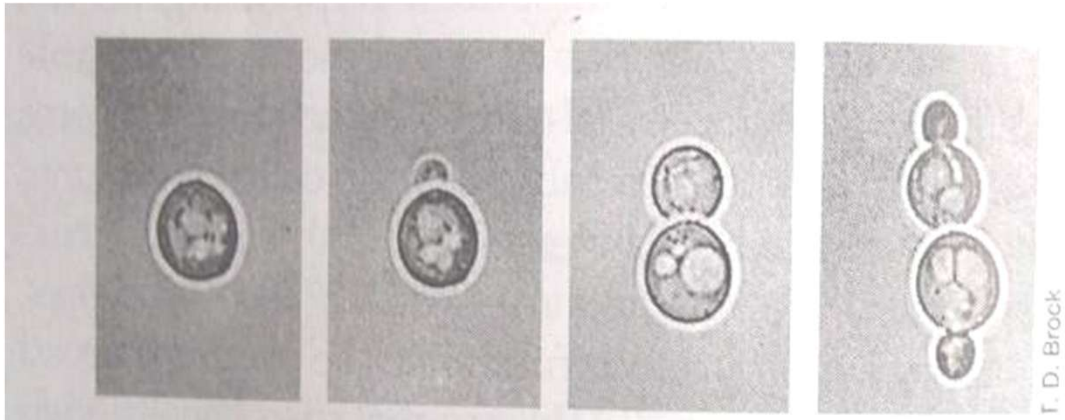
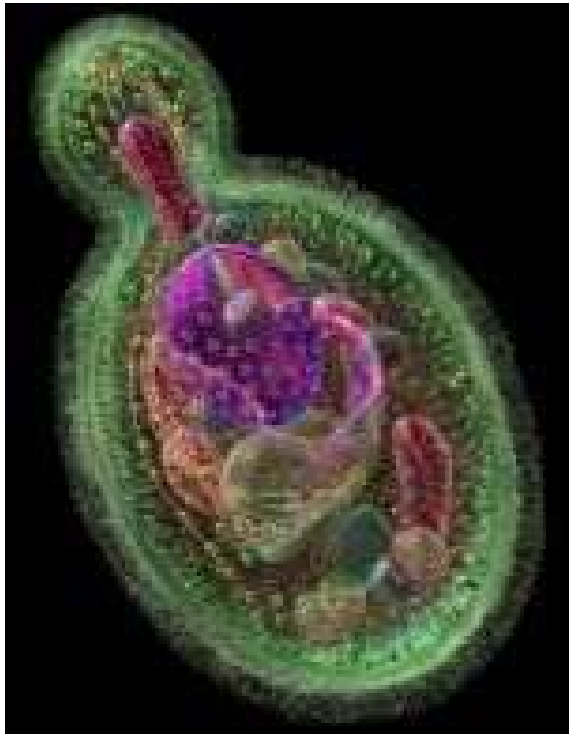
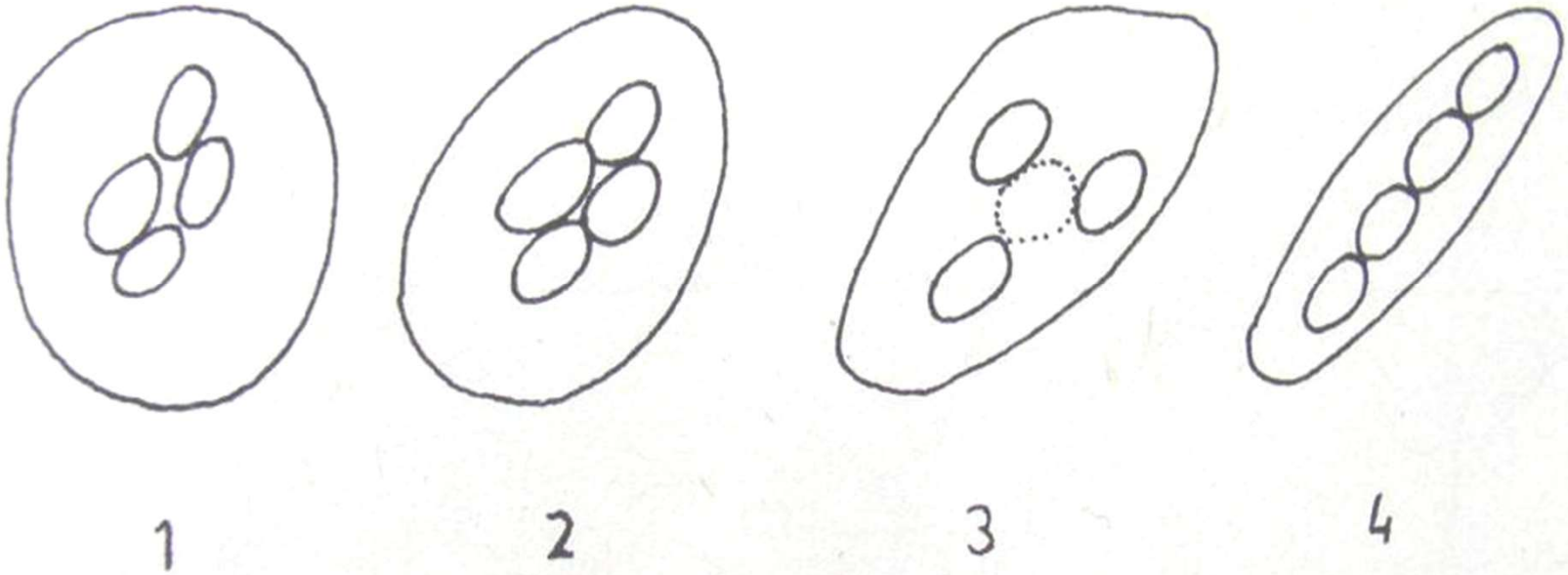


FIGURE 17.14 Growth by budding division in *Saccharomyces cerevisiae*. Note the pronounced nucleus. Phase-contrast micrograph. A single cell of *S. cerevisiae* is about 8 μm in diameter.



Kvasinky

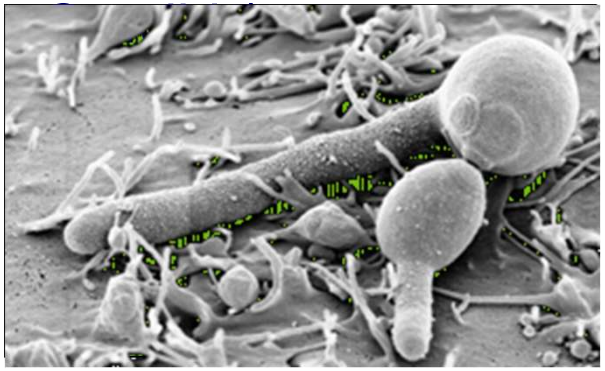
- netvoří taxonomickou skupinu
- **rozmnožování** – pučením, přehrádkami, nepravé hyfy – pseudomycelia, pravé mycelium
- redukované formy jiných hub (askomycety, bazídiomycety a deuteromycety), redukce především pohlavních procesů
- askosporogenní nebo také pravé kvasinky – *Saccharomyces*

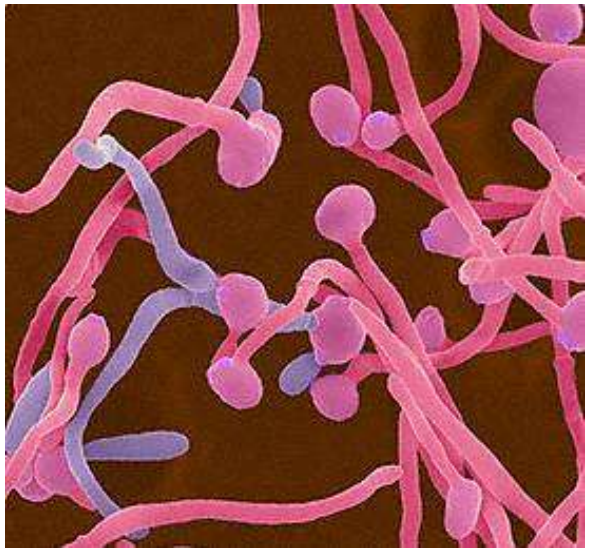


26. Asky (vrecká) sacharomycét (podľa KOCKOVEJ-KRATOCHVÍLOVEJ 1982)
1 — guľovité, 2 — elipsovité, 3 — romboedrické, 4 — s lineárne usporiadanými askospórami

Kvasinky

- nepravé kvasinky– asporogenní,
- anaskogenní (*Deuteromycetes*), řád *Torulopsidales* (-



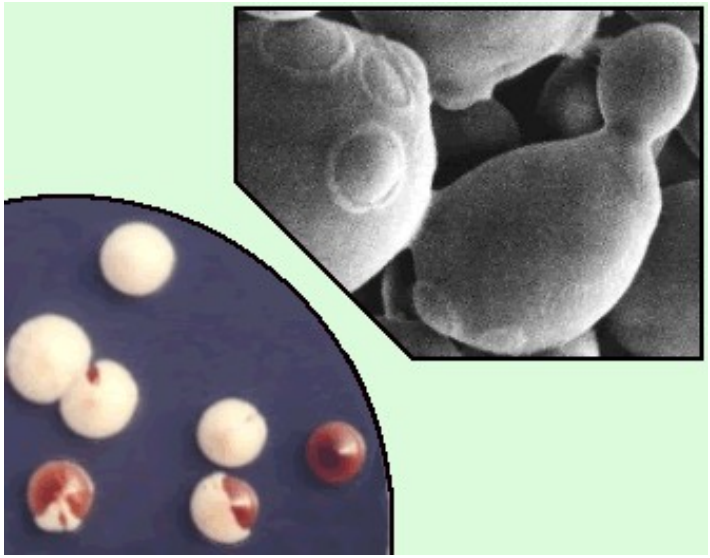


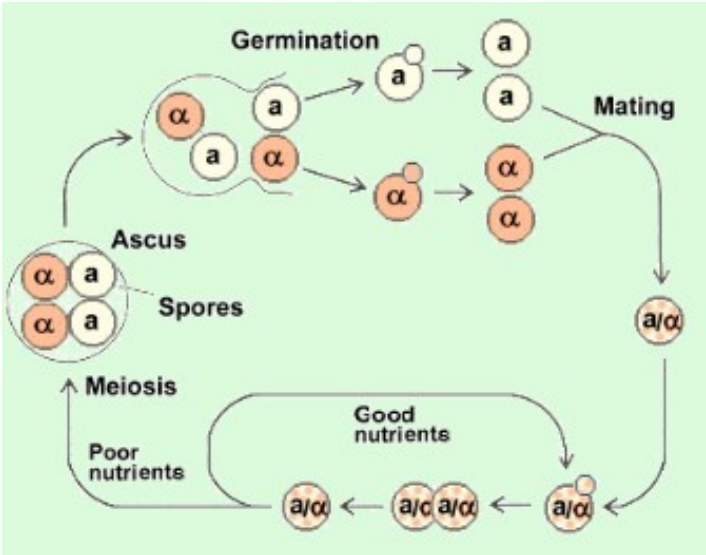
pseudomycelia

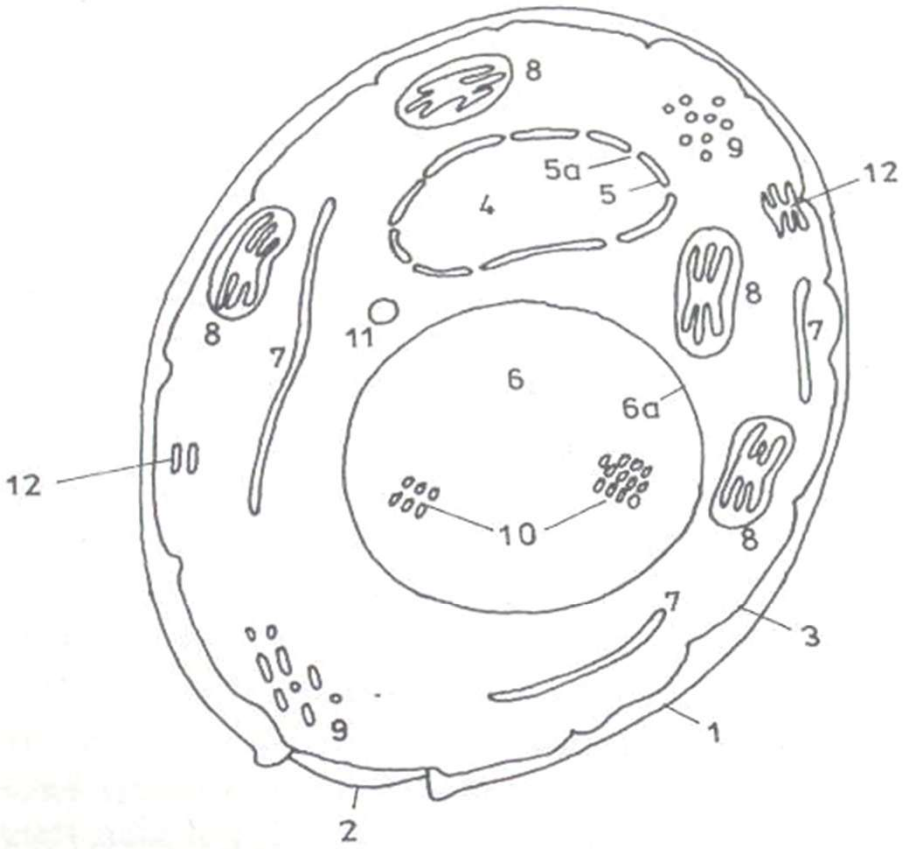
Candida albicans on human epithelium

Kvasinky

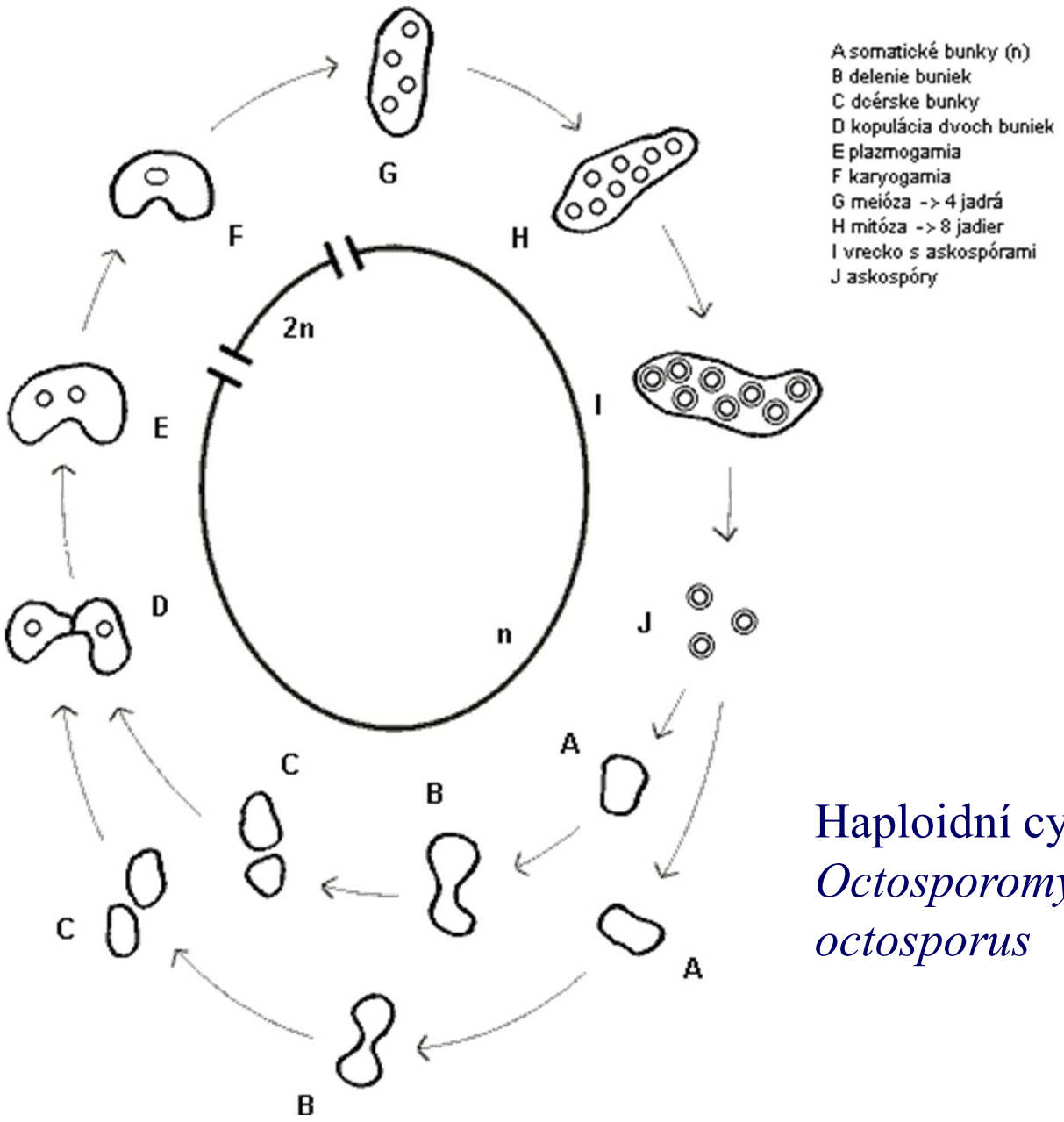
- tvar: kulovitý, elipsovitý, podlouhlý i vláknitý; (rotační elipsoid)
- *Saccharomyces cerevisiae* - pekařská, lihovarská, vinná, nebo tzv. „svrchní“ pivovarská kvasinka



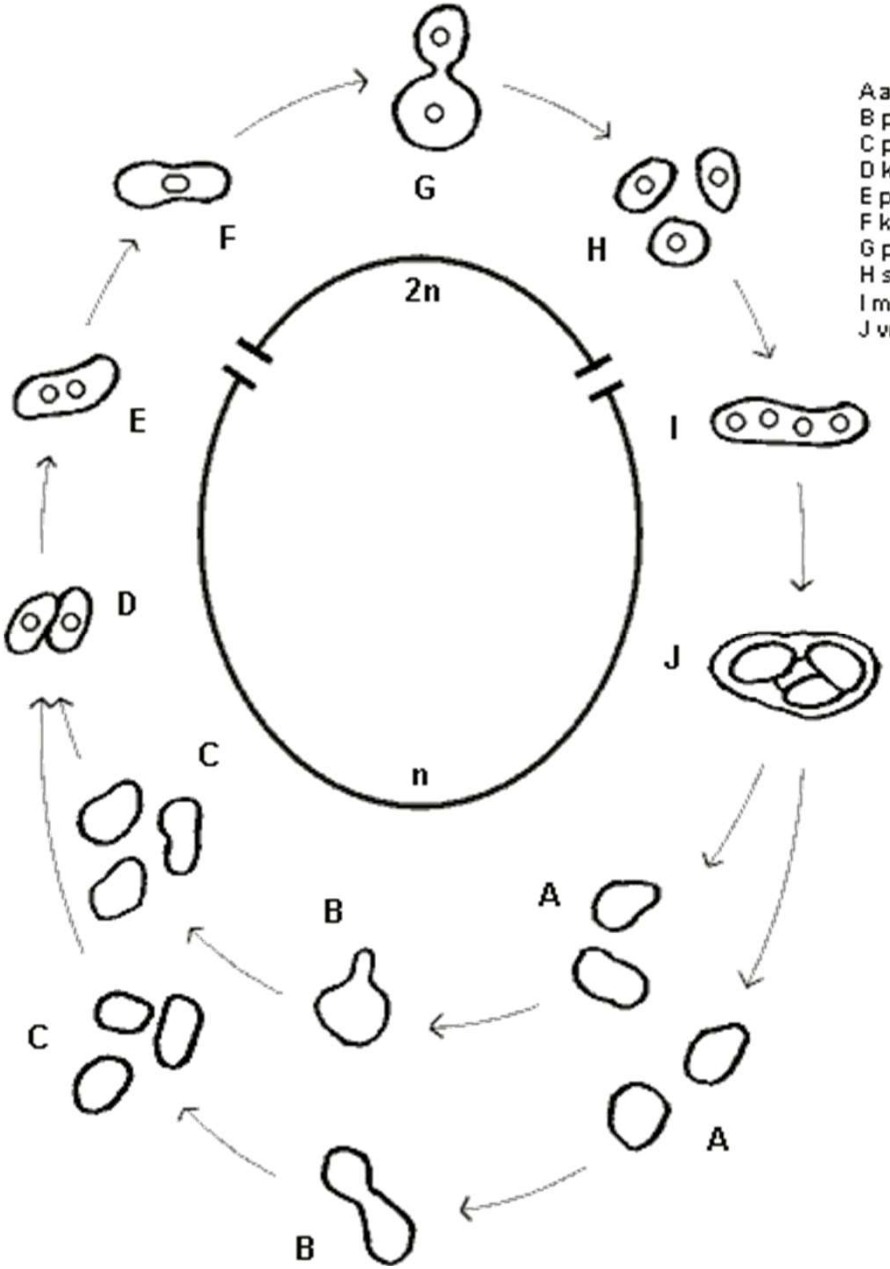




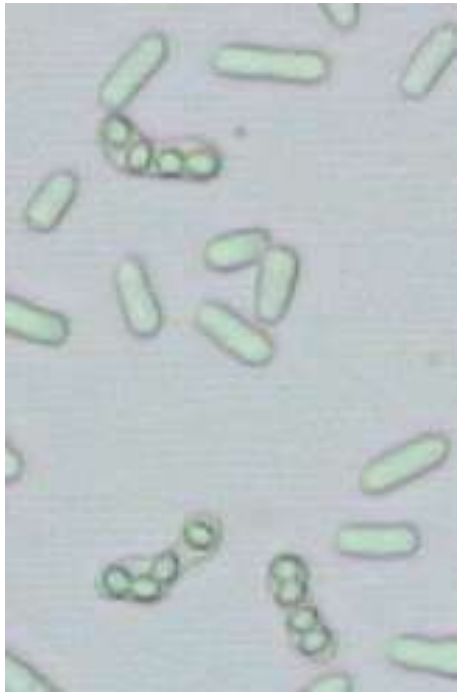
22. Schéma prierezu bunkou kvasiniek (podľa ŠILHÁNKOVEJ 1983)
1 — bunková stena, 2 — jazva po púčiku, 3 — cytoplazmová membrána, 4 — jadro, 5 — jadrová membrána, 5a — pór v jadrovej membráne, 6 — vakuola, 6a — membrána vakuoly, 7 — endoplazmové retikulum, 8 — mitochondrie, 9 — glykogén, 10 — polymetafosfát (volutín), 11 — lipidy, 12 — Golgiho aparát



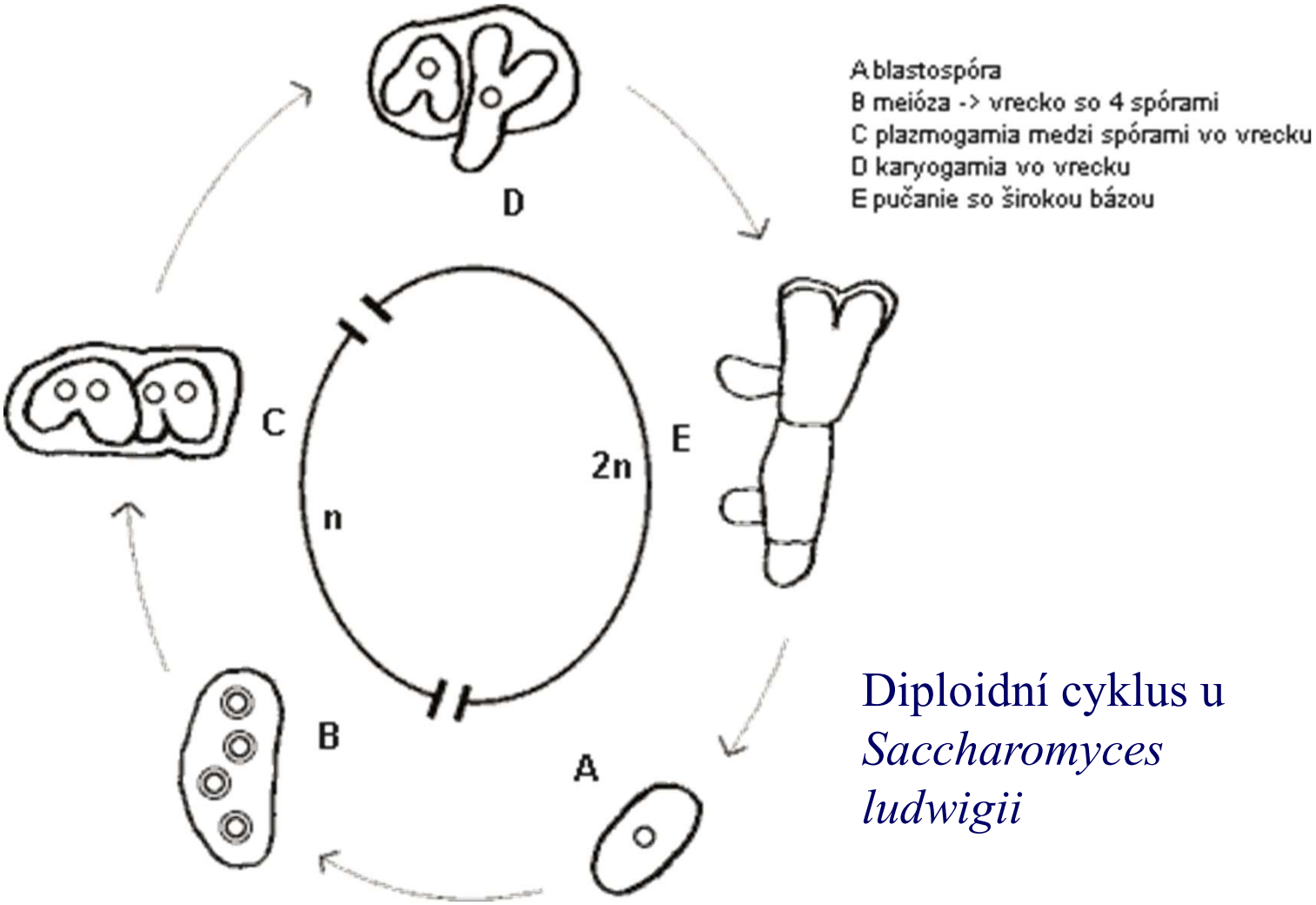
Haploidní cyklus u *Octosporomyces octosporus*



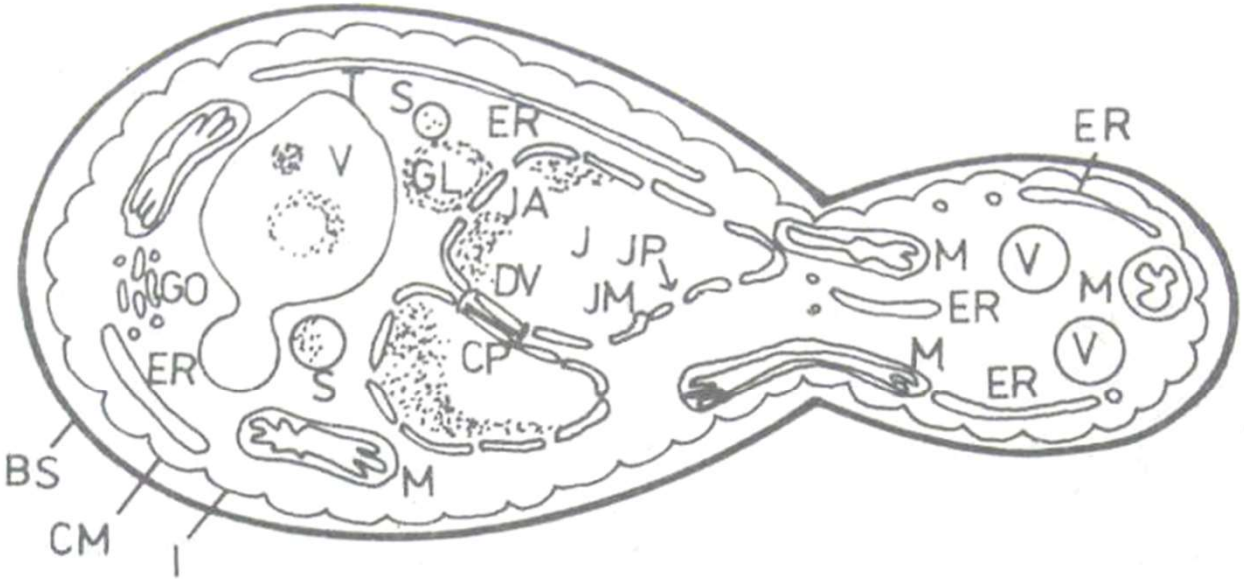
A askospóry
B pučanie s úzkou bázou
C pučaním vzniknuté nové bunky
D kopulácia
E plazmogamia
F karyogamia
G pučanie
H somatické bunky (2n)
I meióza -> 4 jadrá
J vrecko s askospórami



Haplo-diploidní cyklus u *Saccharomyces cerevisiae*



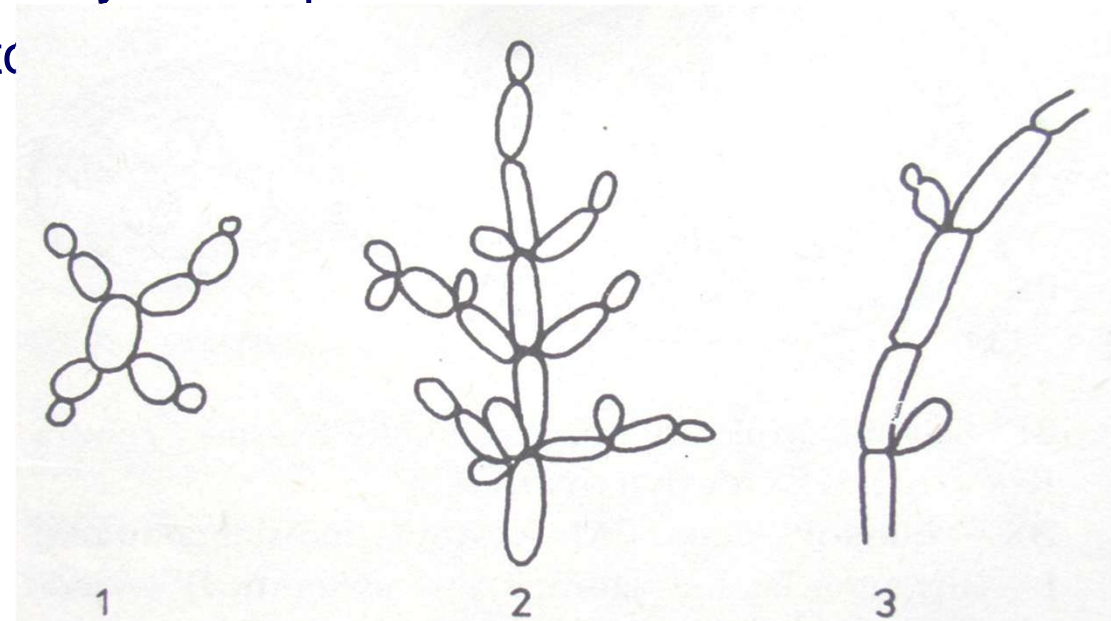
Diploidní cyklus u *Saccharomyces ludwigii*



21. Schéma štruktúry pučiacej bunky kvasinky (podľa KOCKOVEJ-KRATOCHVÍLOVEJ 1982)
BS — bunková stena, CM — cytoplazmová membrána, I — invaginácia, J — jadro, JA — jadierko, JP — jadrový pór, DV — vretienko, CP — plak, ER — endoplazmové retikulum, V — vakuola s polymetafosfátovými zrnkami, VP — pinocytóza, T — tonoplast, GO — Golgiho orgán, M — mitochondrie, GL — globuly, S — vakuola s S-adenozylmetionínom

Kvasinky

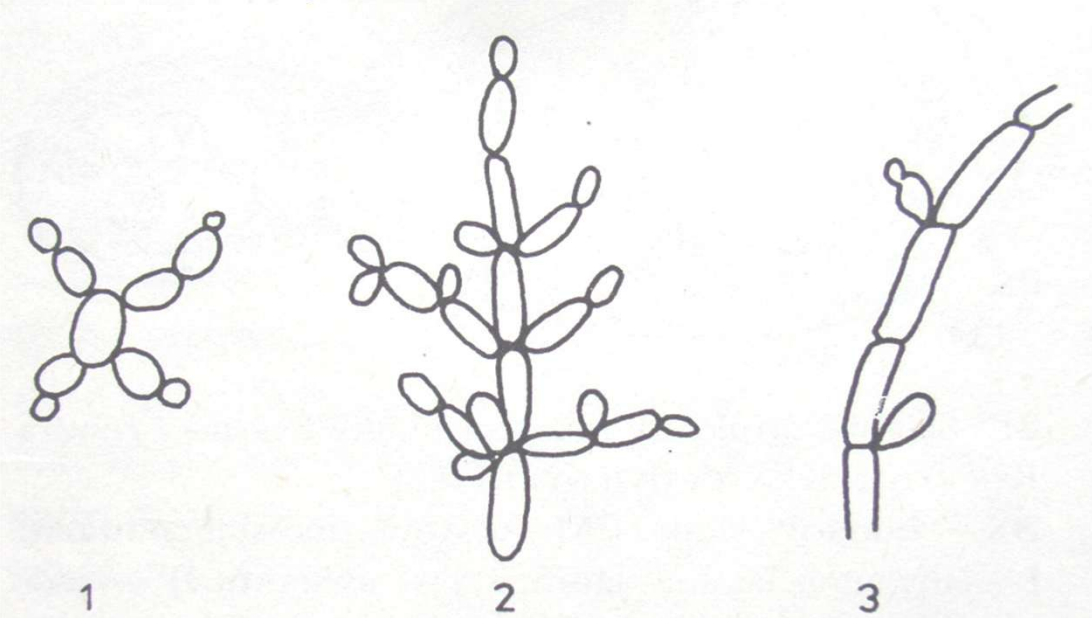
- pučení (jádro mitóza) – b. se oddělí nebo tvoří trsy
- *Saccharomycodes* - nová b. spojená širokou základnou
- pseudomycelium prodlužování a rozmnožování b. (blasto



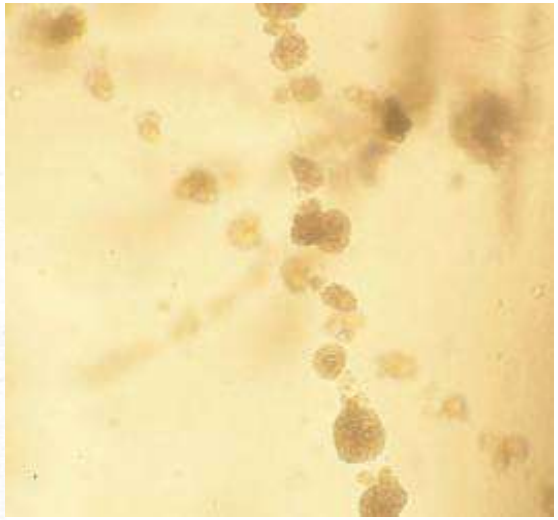
23. Rast kvasiniek
1 — vo zväzku buniek, 2 — v pseudomycéliu, 3 — v pravom mycéliu

Kvasinky

- pučení (jádro mitóza) – b. se oddělí nebo tvoří trsy
- *Saccharomycodes* - nová b. spojená širokou základnou
- pseudomycelium prodlužování a rozmnožování b.



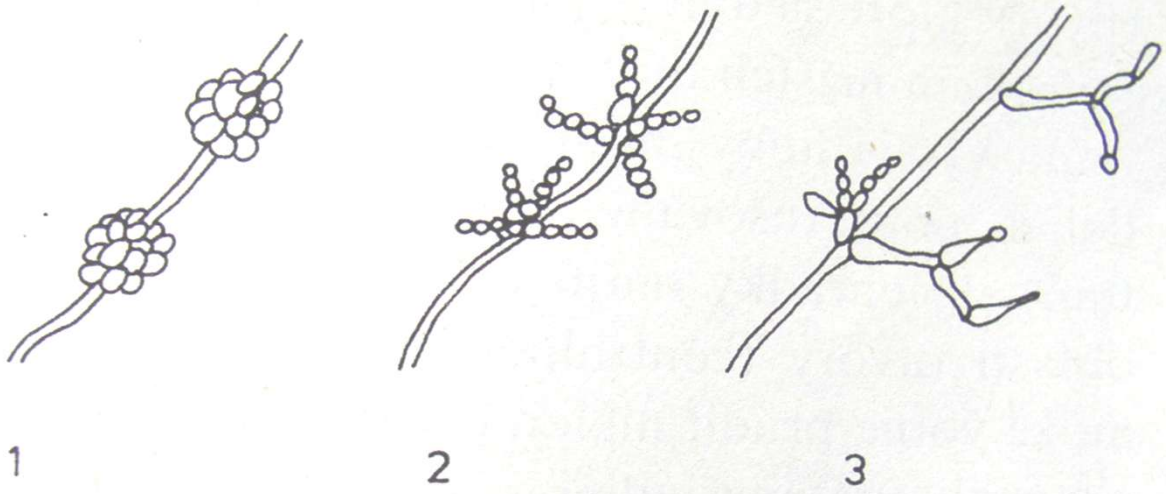
23. Rast kvasiniek
1 — vo zväzku buniek, 2 — v pseudomycéliu, 3 — v pravom mycéliu



Shluky blastospor (*Candida* albicans) v pravidelných odstupech na pseudomyceliu

Kvasinky

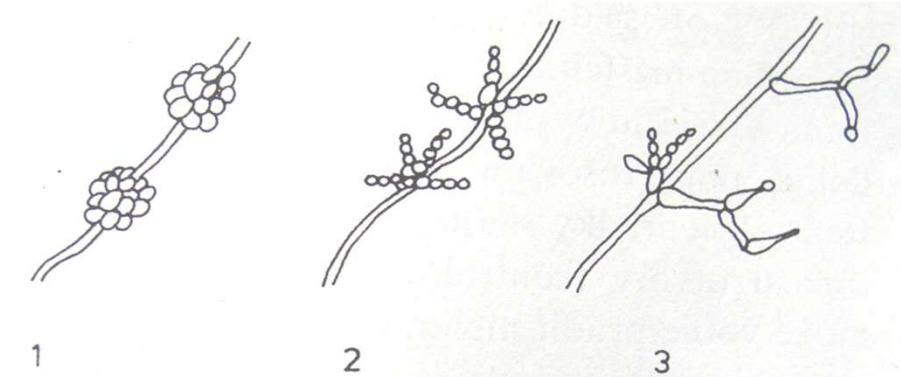
- pseudomycelium - chumáčovité, přeslenovité, neprav. rozvětvené
- kvasinky s pseudomyceliem - artrospory
- pseudomycelium - taxonomie (nedostatečná výživa a vzduch)



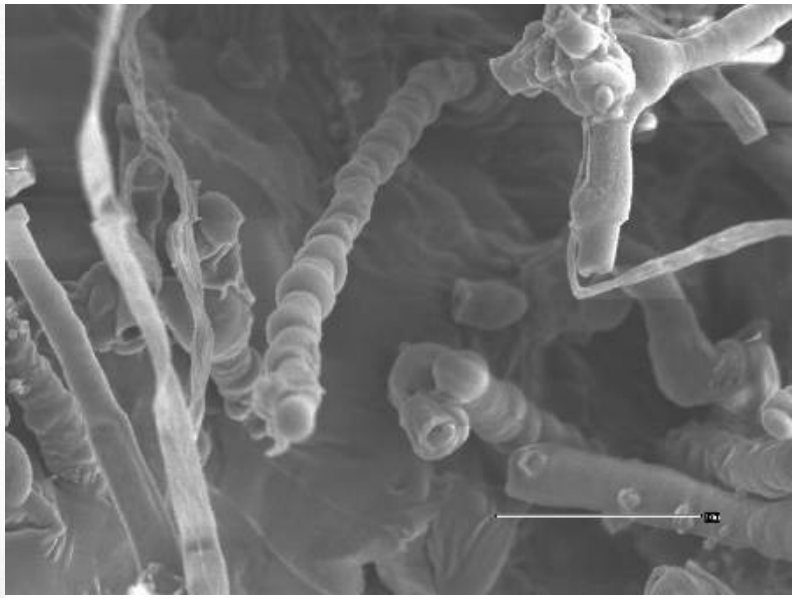
24. Tvary pseudomycélia (podľa KOCKOVEJ-KRATOCHVÍLOVEJ 1983)
1 — chumáčovité, 2 — praslenovité, 3 — nepravidelne rozvetvené

Kvasinky

- pseudomycelium - chumáčovité, přeslenovité, neprav. rozvětvené
- kvasinky s pseudomyceliem - artrospory
- pseudomycelium - taxonomie (nedostatečná výživa a vzduch)



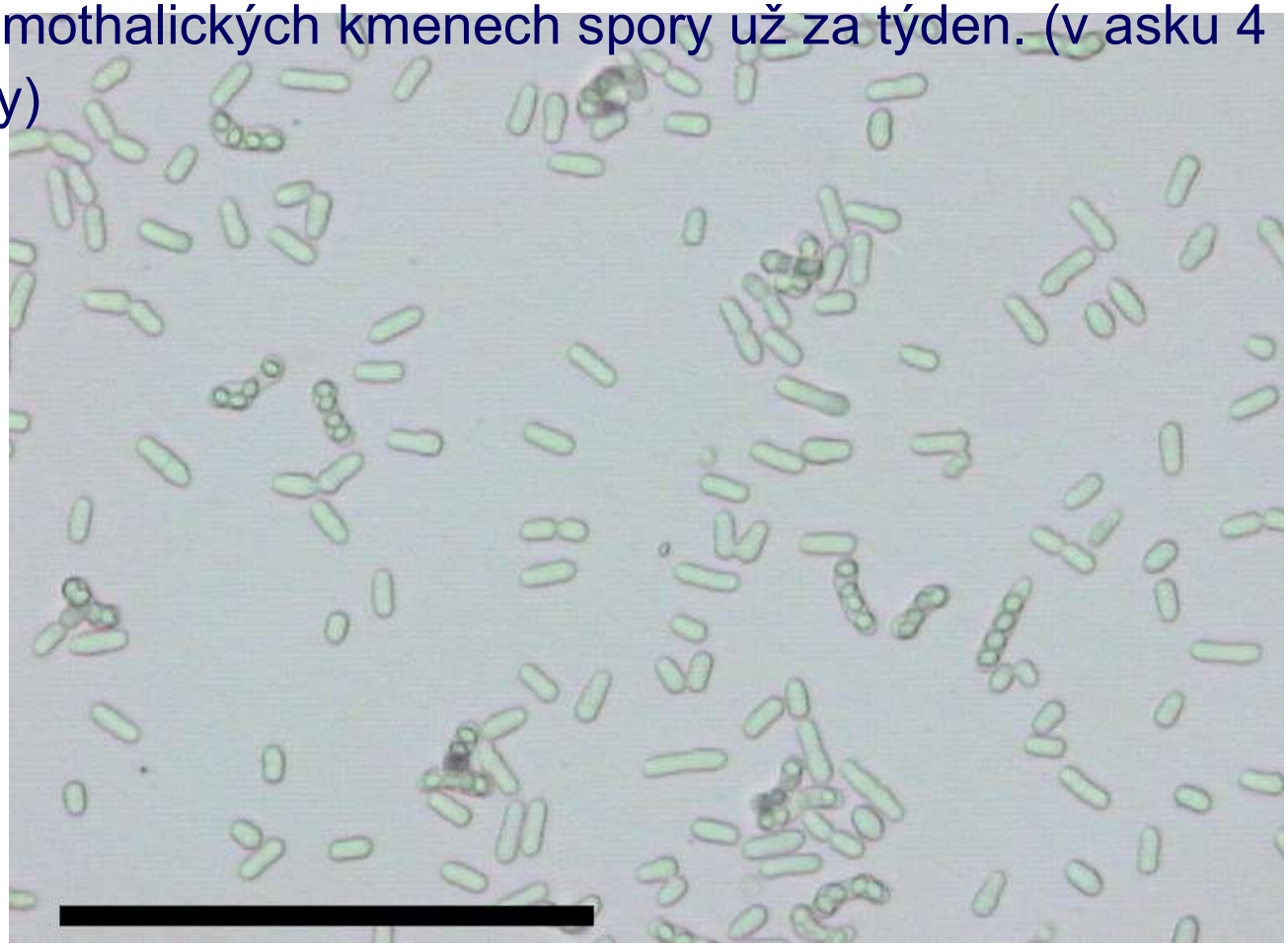
24. Tvary pseudomycélia (podľa KOCKOVEJ-KRATOCHVÍLOVEJ 1983)
1 — chumáčovité, 2 — praslenovité, 3 — nepravidelne rozvetvené



artrospory

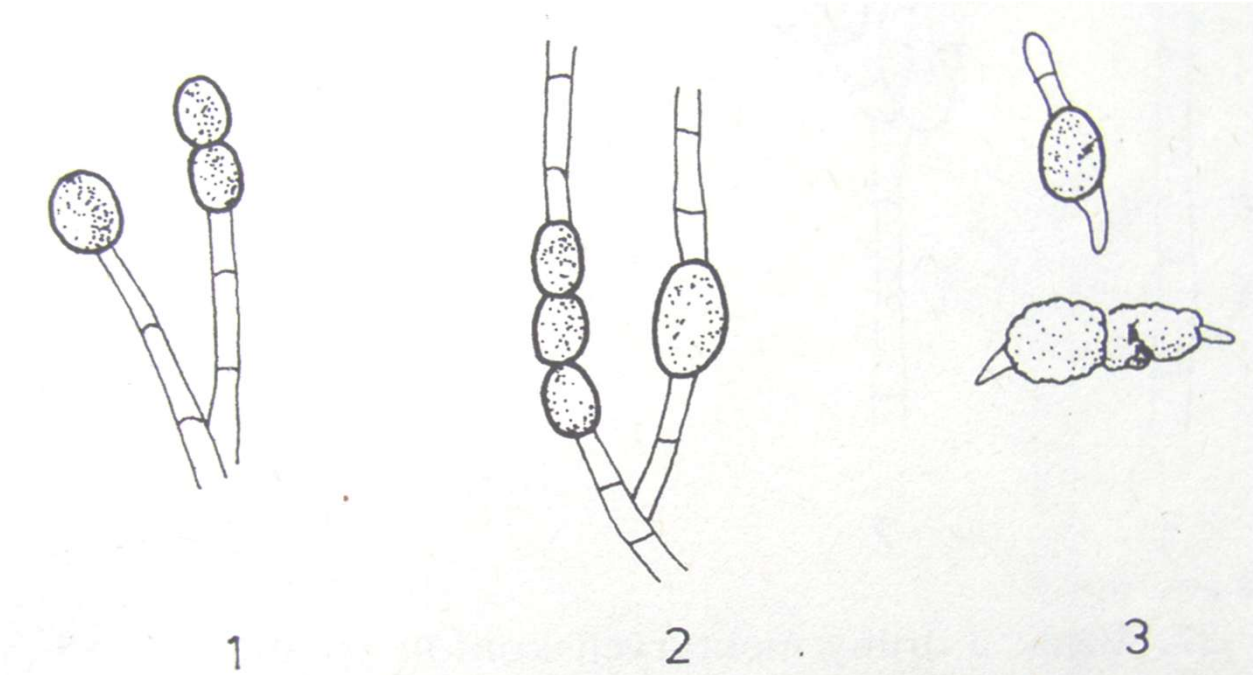
Kvasinky

- *Schizosaccharomyces* - vegetativně příčné dělení přehrádkami
- V homothalických kmenech spory už za týden. (v asku 4 spory)



Kvasinky

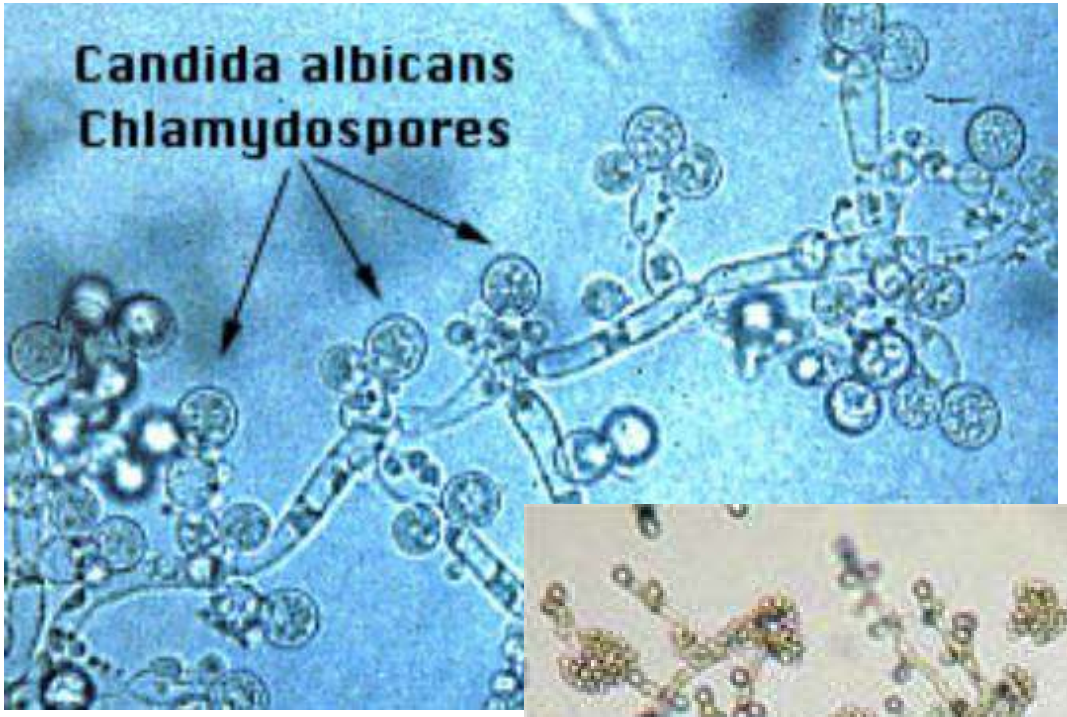
- chlamydospory - zachování v nepříznivých podmínkách

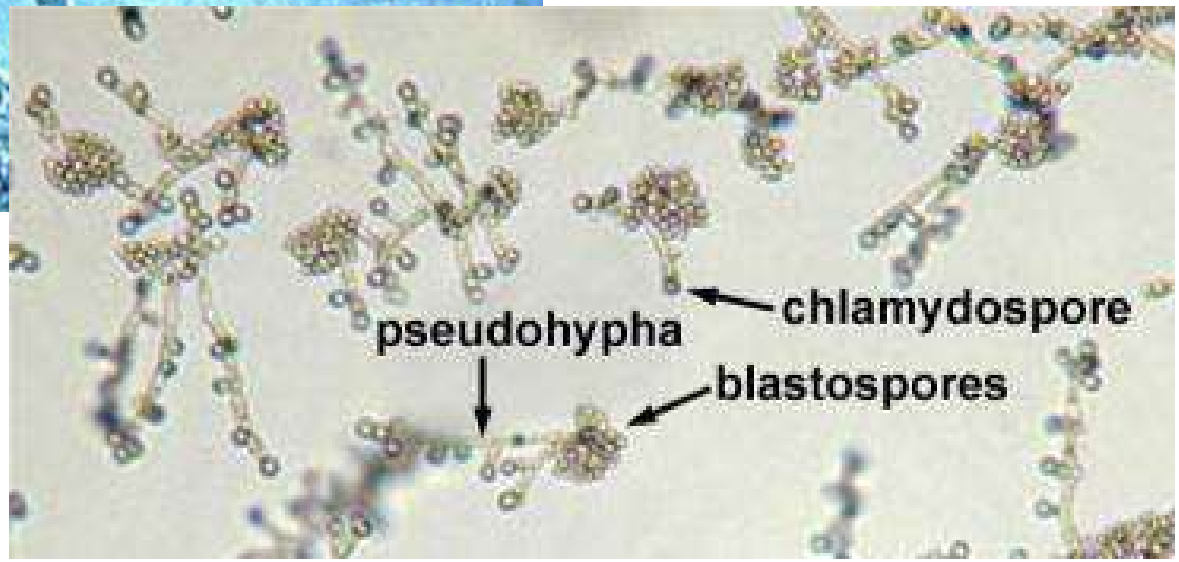


25. Chlamydospóry
1 — koncové, 2 — interkalárne, 3 — v makrokonídii

Kvasinky

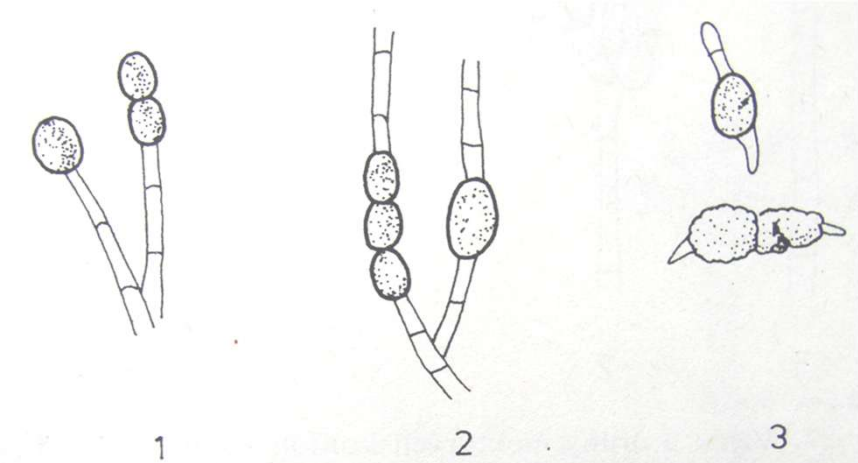
- chlamydospory - zachování v nepříznivých podmínkách





Kvasinky

- chlamydospory - zachování v nepříznivých podmínkách

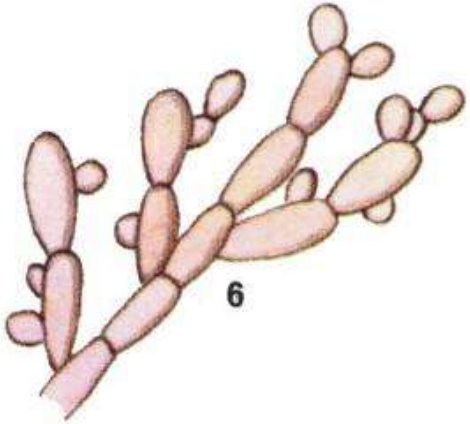


25. Chlamydospóry
1 — koncové, 2 — interkalárne, 3 — v makrokonídii

- ba ané“ (rod *Sporobolomyces*)

Kvasinky

- *Rhodosporidium (Basidiomycetes*) **životní cyklus**
- a) konjugace (n + n)
  teliospora
- b) vzniklá zygota klíčí - (dikaryotické mycelium),– heterokaryotní (dvě různá jádra)
- c) kulovitá tmavá teliospora se silnou stěnou (probazidium)
- d) v teliospoře karyogamie (2n), následná meioza
- e) teliospora klíčí do čtyřbuňkového promyc
  buňka pučí a vytváří haploidní sporidie (bas
- f) sporidie se uvolňují a pučí do (n) - kultur.
- g) tato vegetativní fáze …. ***Rhodotorul***



Kvasinky

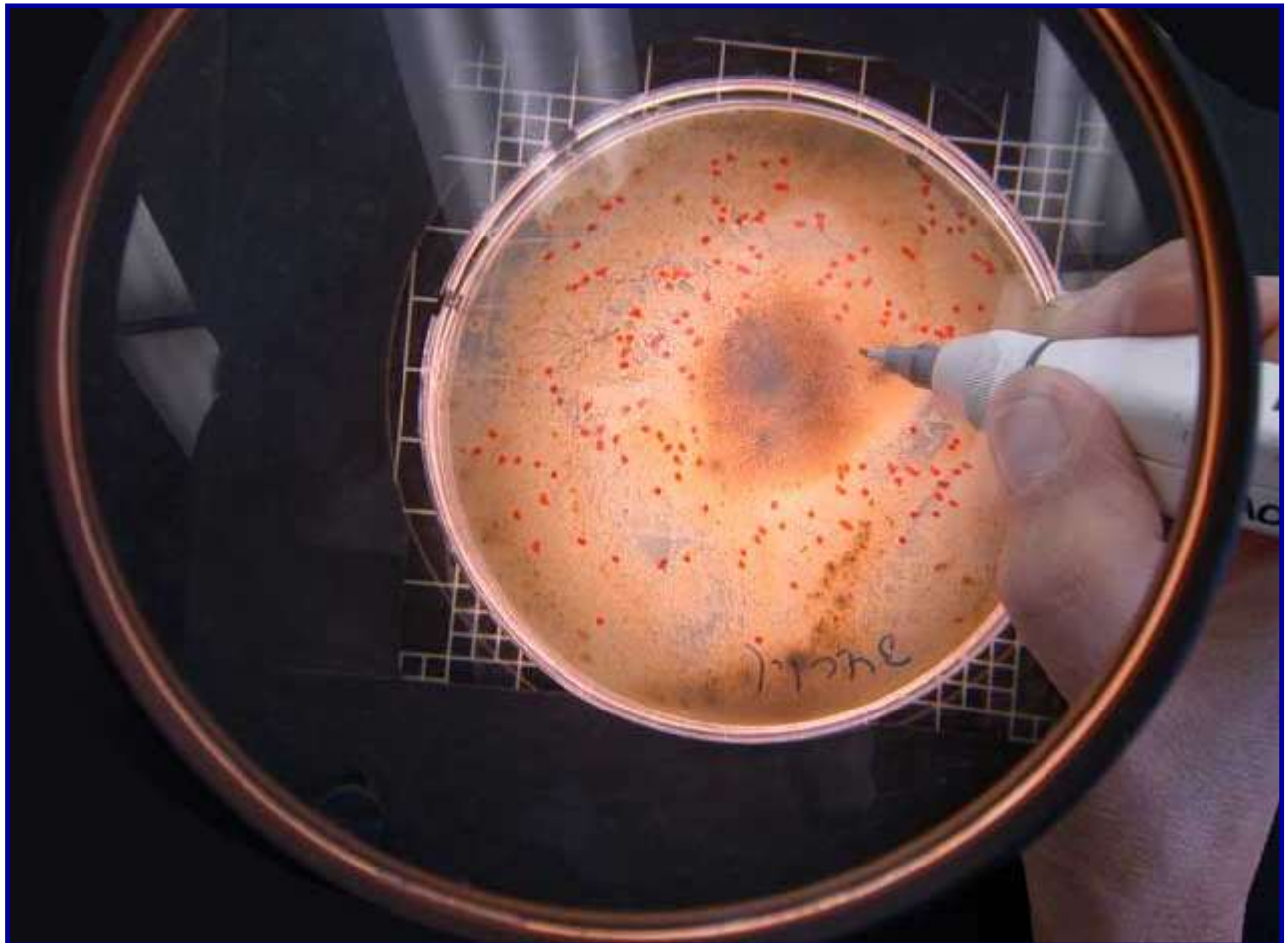
- v přírodě velmi rozšířeny,

Researchers collect soil samples from polar New Harbor.

Researchers collect soil samples from polar New Harbor.

Researchers Regina Redman and Rusty Rodriguez process soil samples from the Dry Valleys. Yeast colonies are grown in the polar lab at McMurdo.

Yeast colonies, visible as dots, are counted. Compared to a temperate ecosystem, there are between 100 to 10,000 fewer organisms in a gram of soil



Kvasinky

- v přírodě velmi rozšířeny,
- v potravinářském průmyslu autolyzáty a extrakty droždí – potr. přísady, léč. preparáty (obsah aminokyselin, vitamínů)
- složky živných půd v mikrobiol. lab.
- krmné droždí - bílkovinné krmivo (melasa, odpady – použitím rodů *Candida* /*C. utilis*, *C. tropicalis* a *C. pseudotropicalis*/)

Kvasinky

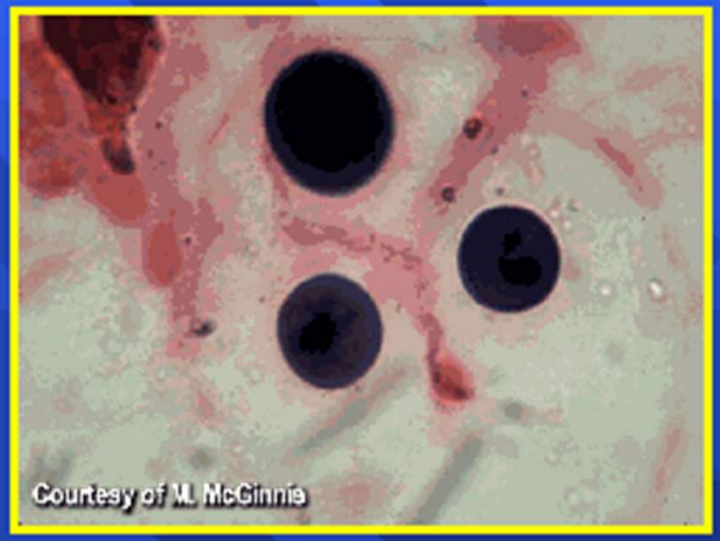
- v přírodě velmi rozšířeny,
- v potravinářském průmyslu autolyzáty a extrakty droždí – potr. přísady, léč. preparáty (obsah aminokyselin, vitamínů)
- složky živných půd v mikrobiol. lab.
- krmné droždí - bílkovinné krmivo (melasa, odpady – použitím rodů *Candida* /*C. utilis*, *C. tropicalis* a *C. pseudotropicalis*/)
- komerce - enzymy, koenzymy, nukleotidy, vitamíny
- *S. cerevisiae* - výroba ergosterolu (provitamínu D)
- *Rhodotorula* - producent karotenoidů a tuků
- *Kluyveromyces fragilis*

  K. lactis kvasí laktózu, tzv.kefírová zrna

Kvasinky

Skin and Lung Infections Caused by *Cryptococcus neoformans*

Cutaneous lesions in a renal transplant patient.



Cryptococcus neoformans in lung tissue. Gram stain. 1000X.

http://fungusweb.utmb.edu/mycology/fungi/

Kvasinky

- velmi nebezpečným je *Cryptococcus neoformans*, který může napadat vnitřní tkáně zvířat i lidí

- rody *Eremothecium* a *Ashbya* jsou parazity rostlin

Tř. HEMIASCOMYCETES
(ENDOMYCETES, PROTOASCOMYCETES)

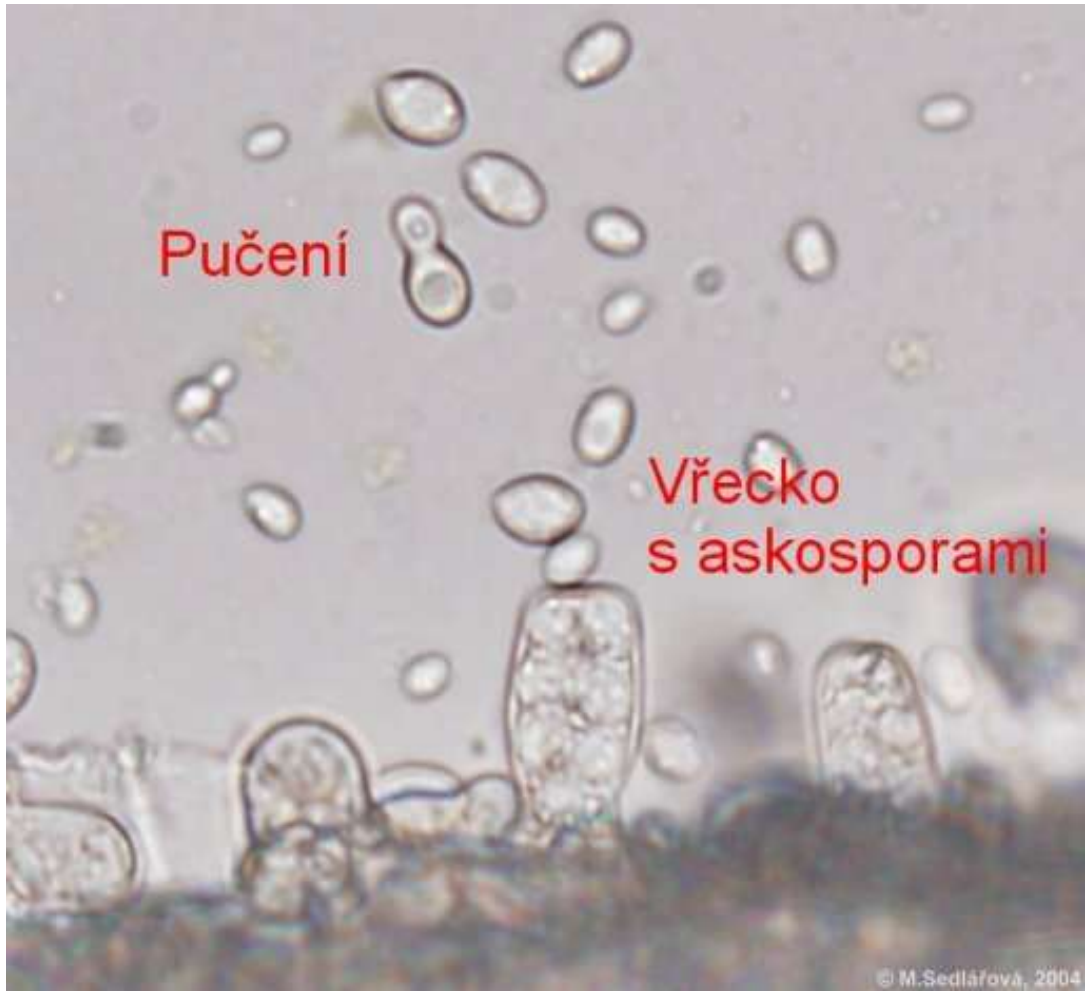
Systém:

- řád Saccharomycetales - kvasinky
- řád Schizosaccharomycetales
- řád Protomycetales

- řád Taphrinales
  - parazité, liší se od všech tvorbou dikaryotického parazitického mycelia

Taphrina deformans - Kadeřavka broskvová
broskvoň silně napadená kadeřavkou

Taphrina deformans - Kadeřavka broskvová
červené zduřeniny na listech se později
pokrývají vrstvou bílých vřecek



Taphrina deformans - Kadeřavka broskvová
detail vrstvy vřecek na povrchu listu

Taphrina sp. - Kadeřavka (palcatka)
Čarověník na větvích *Pinus canariensis*
způsobený nerovnováhou v hladině cytokininů

Tř. ASCOMYCETES – houby vřeckovýtrusé

•skupina hub s mikroskopickou nebo makroskopickou stélkou, vytvářející často plodnice

stélka:

•přehrádkované mycelium s většinou jednoduchým centrálním pórem

buněčná stěna:

•obsahuje chitin a polyglukan

nepohlavní rozmnožování:

•na specializovaných hyfách (konidioforech) se EXOGENNĚ tvoří nepohyblivé jedno- nebo vícebuněčné konidie

pohlavní rozmnožování:

•gametangiogamie (askogon + anteridium), případně gameto-gametangiogamie (askogon + samčí gameta), dochází pouze k plazmogamii, z askogonu vyrůstají dvoujaderné (askogenní) hyfy

výskyt, ekologie:

•nejpočetnější všeobecně rozšířená skupina hub

•převážně saprofyté, případně parazité, několik zástupců je považováno za mykorhizní a asi třetina patří k tzv. lichenizovaným houbám

Tř. ASCOMYCETES – houby vřeckovýtrusé

systém:

•dělí se do cca 38 řádů

•ze snahy seskupit tyto řády do systematických skupin jsou nejvýznamnější dvě pojetí:

•*členění podle typů plodnic:* Plectomycetes (kleistothecia), Pyrenomycetes (perithecia), Discomycetes (apothecia)

•*členění podle ontogeneze plodnic:* podtř. Protoascomycetidae, Ascohymenomycetidae (askohymeniální typ – plodnice se vytváří zároveň s růstem askogenních hyf), Ascoloculomycetidae (askolokulární typ – askogenní hyfy vrůstají do již vytvořené plodnice)

•postupující poznání tato jednoduchá dělení komplikuje a od taxonomického použití těchto skupin se ustupuje

Penicillium - Štětičkovec
konidiofor r. Penicillium

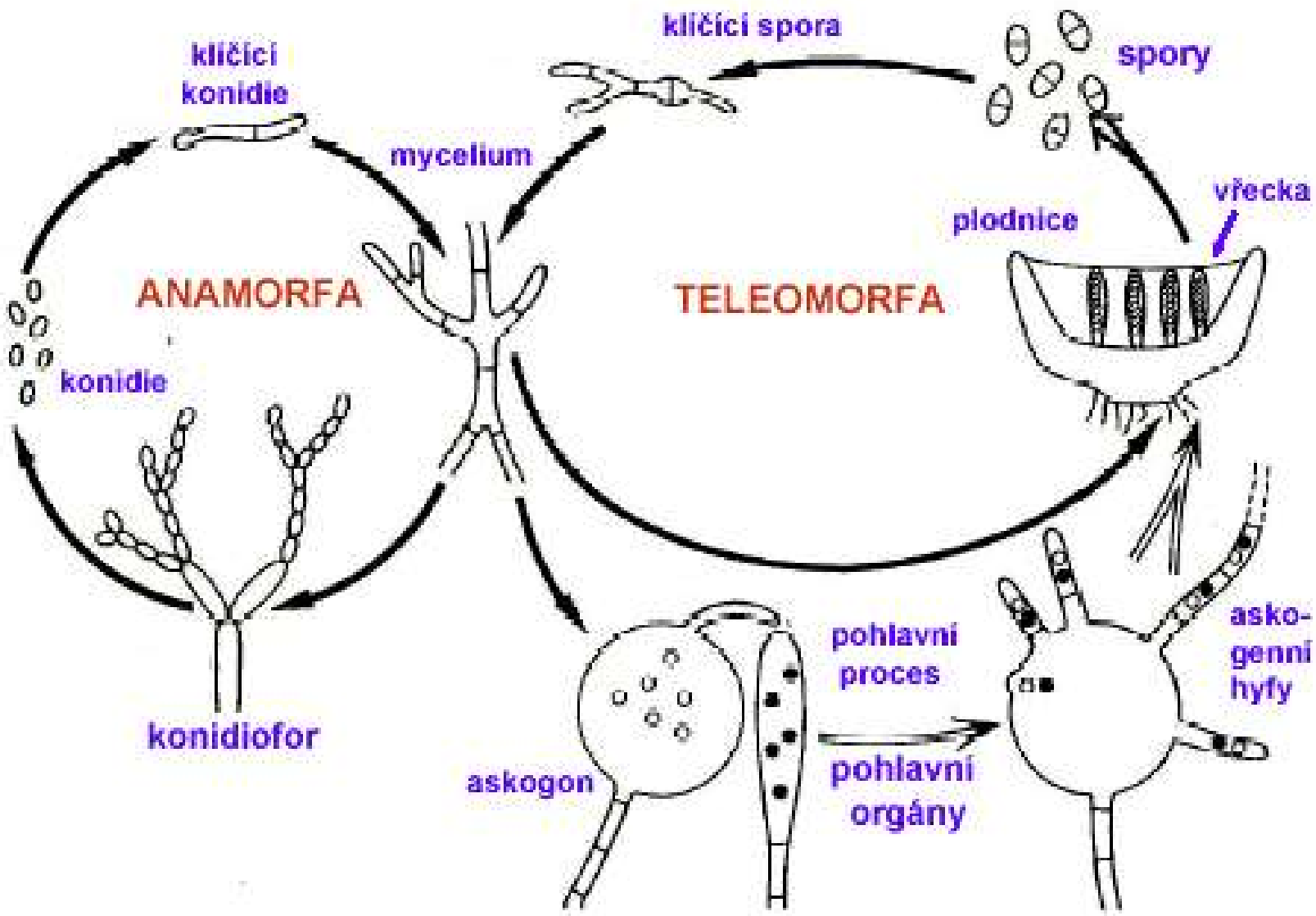
Aspergillus sp. - Kropidlák
konidiofor r. Aspergillus

Pomocné pododd. Deuteromycotina
houby nedokonalé (Fungi imperfecti)

Taxonomická jednotka, která byla uměle vytvořena pro klasifikaci hub v anamorfní fázi (většinou součástí živ. cyklů vřeckovýtrusých hub) a v různém pojetí zahrnuje:

1. pouze druhy, u nichž se nevytváří teleomorfa nebo není známa - po objevení teleomorfy je druh zařazen do přirozeného systému a z Deuteromycet vyřazen

2. anamorfy všech druhů - i těch, u kterých se teleomorfy vzácně tvoří, ale anamorfa je převládajícím stadiem (souběžná klasifikace v přirozeném systému hub)


klíčící konidie
klíčící spora
spory
mycelium
vřecka
plodnice
ANAMORFA
TELEOMORFA
konidie
konidiofor
askogon
pohlavní proces
pohlavní orgány
asko-genní hyfy

Oidium sp. - Padlí
mycelium a konidiofory padlí na láčce
Nepenthes

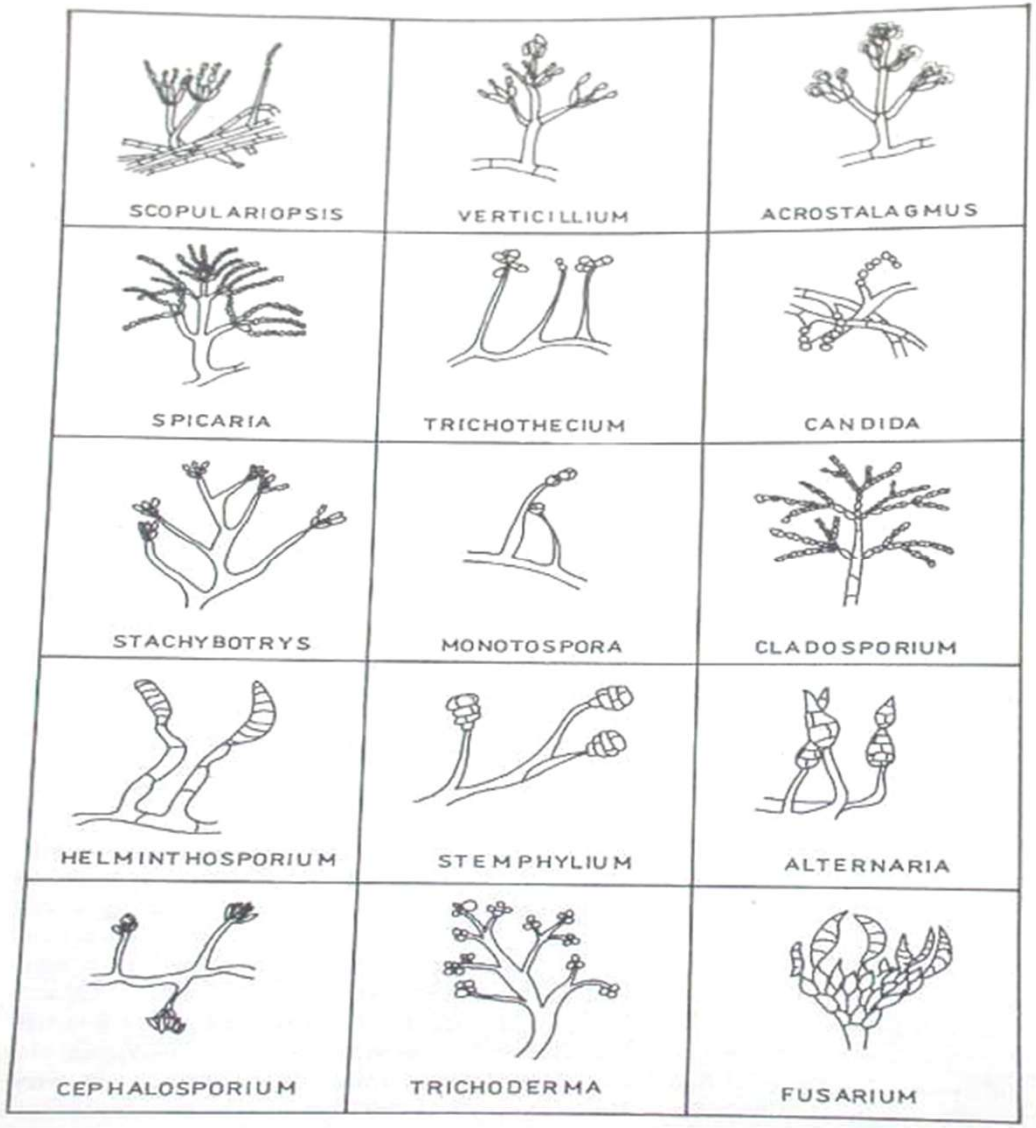
Monilia laxa - Moniliová hniloba
makroskopické příznaky moniliové hniloby na meruňkách

Botrytis cinerea - Plíseň šedá
konidiofor

Fusarium sp. - Srpovnička
makroskopické příznaky fuzariové hniloby na plodu tykve

Alternaria
klíčící konidie r. Alternaria na listu salátu
(Lactuca sativa

Další Deuteromycotina



37. *Deuteromycetes (Fungi imperfecti)* — rody pôdnych mikroorganizmov (podľa POCHONA a de BARJACOVEJ 1960)

Pododd. BASIDIOMYCOTINA – stopkovýtrusé houby

skupina hub s převážně makroskopickými plodnicemi, charakteristickým znakem je přítomnost bazidií

stélka:

- vláknité přehrádkované mycelium, rozlišujeme monokaryotické (primární) a dikaryotické (sekundární) mycelium, které ve vegetativní fázi převažuje

nepohlavní rozmnožování:

- méně významné než u předchozích skupin, exogenně se vytváří konidie, blastospory či dochází k fragmentaci stélky

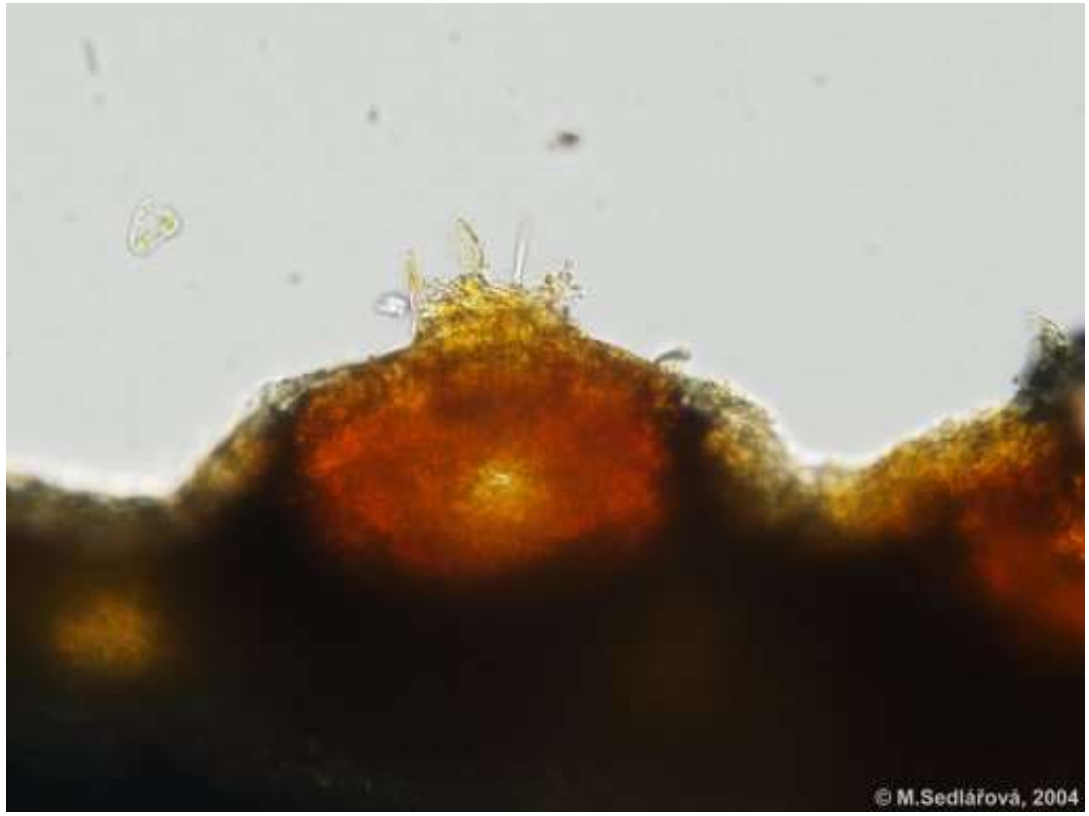
pohlavní rozmnožování:

- splývání primárních mycelií (somatogamie) za vzniku dikaryotického mycelia. Na něm se za příhodných podmínek vytváří plodnice (basidiomata), v jejich výtrusorodé vrstvě dochází na koncových buňkách dikaryotického mycelia (bazidiích) ke karyogamii a následné meióze. Haploidní bazidiospory vznikají vně na stopečkách (sterigmatech), většinou 4 na jedné bazidii, ale počet může být 2-8.

výskyt a význam:

- asi 22 000 druhů s kosmopolitním rozšířením
- saprofyté, parazité i symbionti (mykorhiza)

Gymnosporangium sabinae - Rez hrušňová makroskopické příznaky rzi hrušňové-aecia na listech



Gymnosporangium sabinae - Rez hrušňová
detail aecia s aeciosporami

Gymnosporangium sabinae - Rez hrušňová telia se zimními sporami (teliosporami) na větévkách jalovce

Pomocné odd. LICHENES (lišejníky)

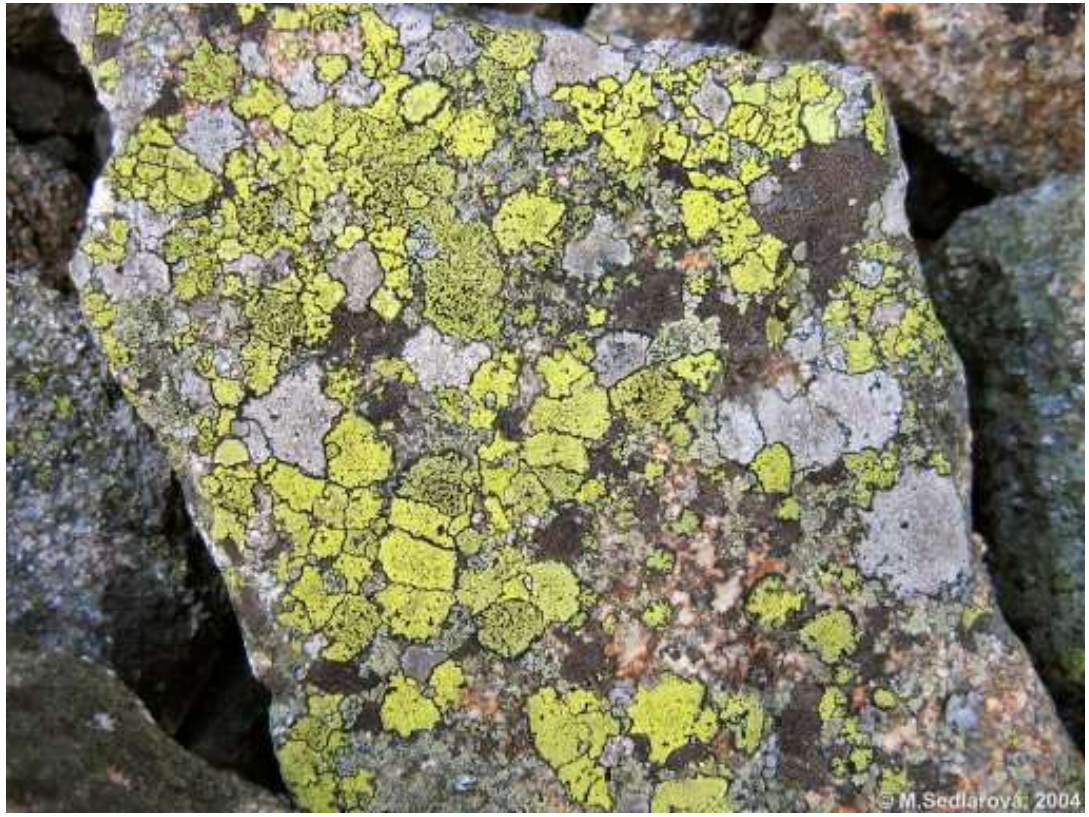
Lišejník je komplexní organismus, obecně definován jako morfologicko-fyziologická jednotka, ve které je obligátně vázán určitý druh houby (mykobiont) s určitým druhem řasy nebo sinice (obecně fotobiont).

na hyfách mykobionta se vytvářejí haustoria pronikající do buněk fotobionta. Celý organismus je tedy autotrofní, soužití je oboustranně výhodné pro obě složky a umožňuje osídlení i extrémních lokalit

Vztah mykobionta a fykobionta je zjednodušeně označován jako mutualistická symbióza, někdy se jedná spíše o helotismus (ujařmení).

V symbióze mohou žít i více než dvě složky, spojení více mykobiontů či fotobiontů vede ke vzniku parasymbiózy. Někdy může houba růst saprofyticky na odumřelých buňkách fotobionta, nebo dochází k parazitismu z jedné či druhé strany.

Collema - Huspeník
lišejník s homeomerickou stélkou, fotobiont sinice *Nostoc*



Rhizocarpon geographicum –
Mapovník zeměpisný
endolitický druh hojný na extrémních stanovištích, osidluje kyselé horniny

Xantoria parietina - Terčovník zední
lupenitá stélka s apotecii

Cetraria islandica - Pukléřka islandská
keříčkovitá šedozelená až hnědá stélka

Cladonia - Dutohlávka
vzpřímená keříčkovitá podecia

Cladonia - Dutohlávka
dutohlávka a pukléřka

Kontrolní otázky

1. Zařazení mikromycet v systému, početnost skupin
2. Stavba stélky, buněčná stěna mikromycet
3. Rozmnožování u tř. *Oomycetes*
4. Jiné způsoby rozmnožování mikromycet
5. Význam mikromycet ± „pozitivní“
6. Význam mikromycet ± „negativní“
7. Zygomycotina
8. Ascomycotina
9. Basidiomycotina
10. Deuteromycotina
11. Kvasinky – obecná charakteristika, zařazení
12. Kvasinky - význam
13. Lišejníky

Chemické složení mikroorganismů

Cytochemie

- většina metod pracuje s usmrcenou mikrobiální hmotou

- při studiu živých buněk - **poznatky** především **kvalitativní**

- při všech **kvantitativních analýzách** se neobejdeme bez **většího množství mikrobiální hmoty** (dokonalé čištění hmoty mikrobů od substrátu, složení substrátu, různé stáří kultur, různá stádia vývoje, odumřelé, autolyzované buňky ….

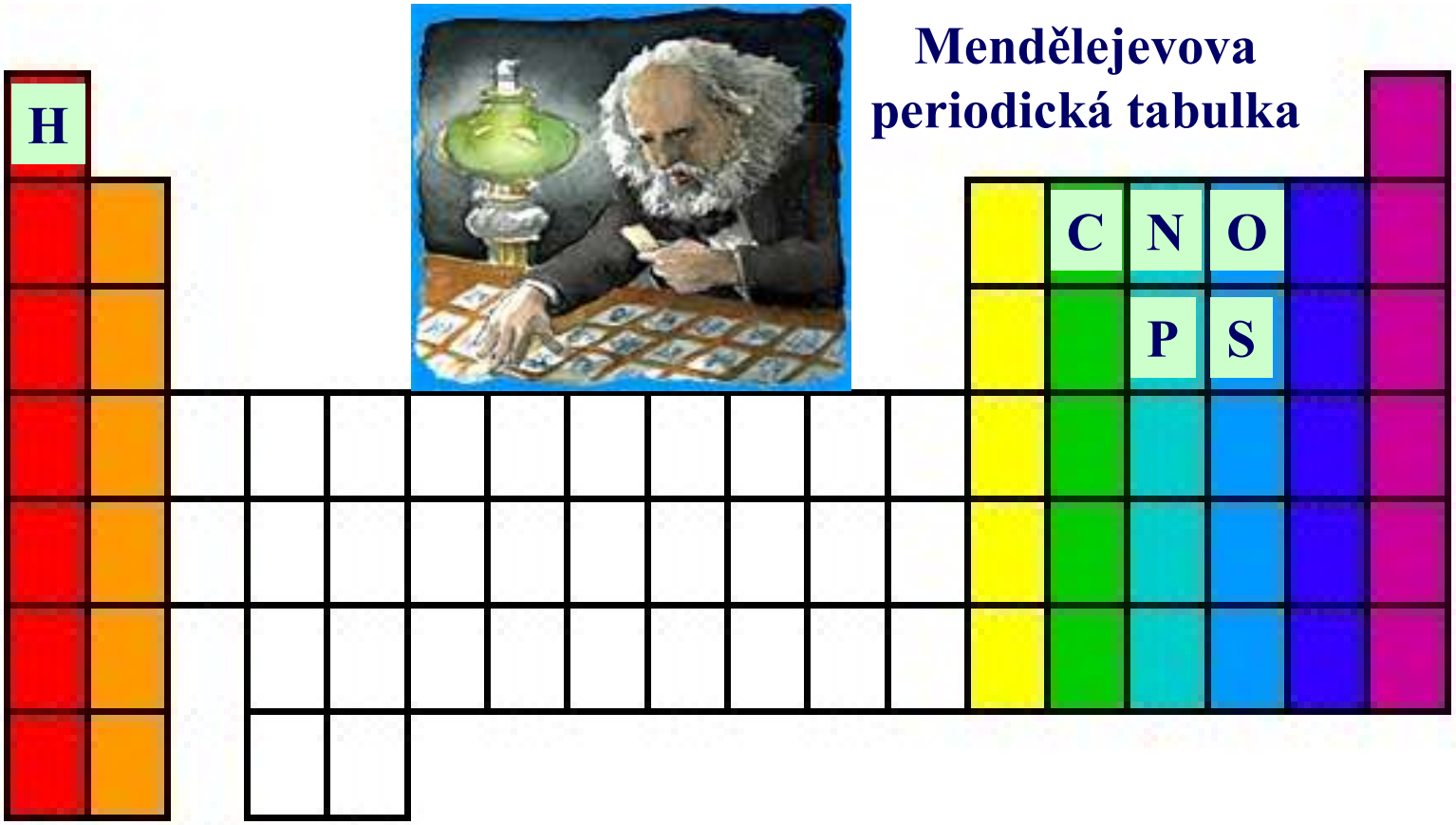
- když porovnáme chemické složení mikroorganismů, rostlin a živočichů, zjistíme, že **ani v prvkovém, ani v látkovém složení nejsou zásadní rozdíly**

Chemické složení mikroorganismů

- známe přibližně 20 prvků, které se pravidelně vyskytují v živých organismech a z nich **jen 13** můžeme zjistit **ve vyšším zastoupení než 0,001%** - tyto prvky se nazývají **biogenní**

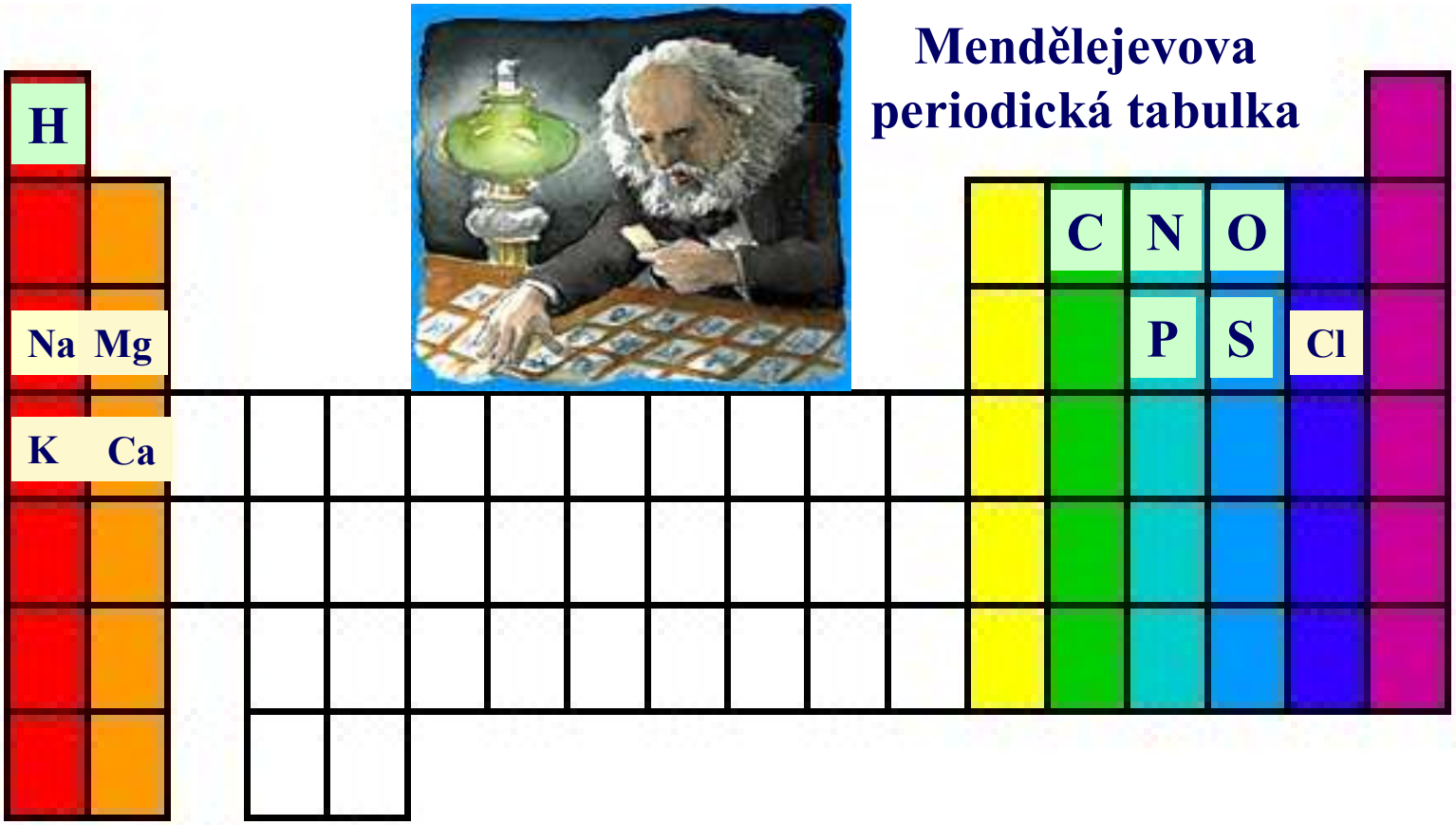
- Mezi **makroelementy** (plastické prvky) patří **C, H, O, N, P, S, Na, K, Ca, Mg** a **Cl - tvoří téměř 99,9%** hmotnosti buněk, přičemž základní plastické prvky – **C, H, O, N – 95% hmotnosti buněk**

- Mezi **mikroelementy** (stopové prvky) patří **Fe, Cu, Mn, Co, I, Br, F, Si, Zn, Li, Ba, Al, Rb, Sr, As** a **V** (tvoří asi 0,1% hmotnosti buněk).



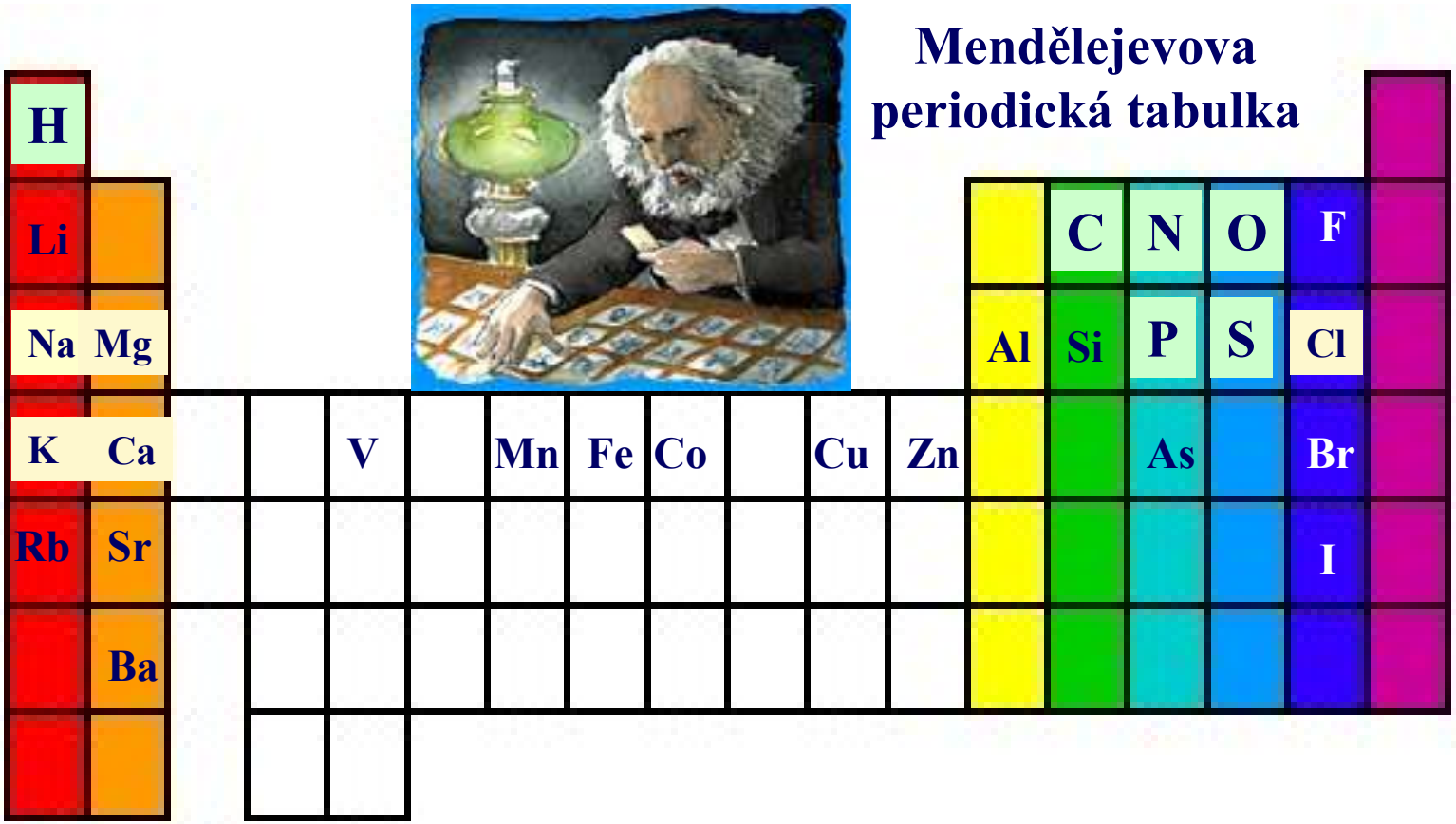
Biogenní prvky (plastické - makroelementy)

primární prvky **(C, H, O, N, P, S)** se vyskytují nejčastěji a jsou univerzálními složkami stavebních jednotek všech buněk



Biogenní prvky (plastické - makroelementy)

sekundární prvky **(K, Na, Mg, Ca, Cl)** jsou většinou ionizované a potřebné pro fyzikální procesy v buňce (permeabilita, viskozita)



Stopové prvky (- mikroelementy)

stopové prvky (mikroelementy) se pravidelně nevyskytují ve všech buňkách, mnohé jsou však potřebné jako kofaktory při enzymových reakcích - i přes nízké zastoupení jsou mnohé **nepostradatelné** pro určité druhy

Chemické složení mikroorganismů

- **Sušina** - po odstranění vody

- Obvyklé je také dělení na vodu, popel a plyny

- **popel** (**popeloviny**) - vyžíháním živé hmoty (550° C), jsou to anorganické sloučeniny, které při žíhání nepřechází do plynného skupenství

- **volné plyny** (např. O_2, CO_2, N_2) se zjistili v plynových vakuolách rostlinných buněk zatímco údaje o přítomnosti volných plynů v mikrobiálních buňkách chybí

Chemické složení mikroorganismů

- Organické látky

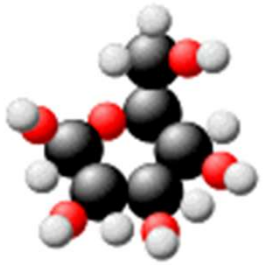
- nízkomolekulární - **sacharidy a jejich deriváty, aminokyseliny, peptidy, purinové a pyrimidinové deriváty, koenzymy, vitamíny**

- vysokomolekulární typickými biopolymery jsou **polysacharidy, bílkoviny a enzymy, nukleové kyseliny** a další

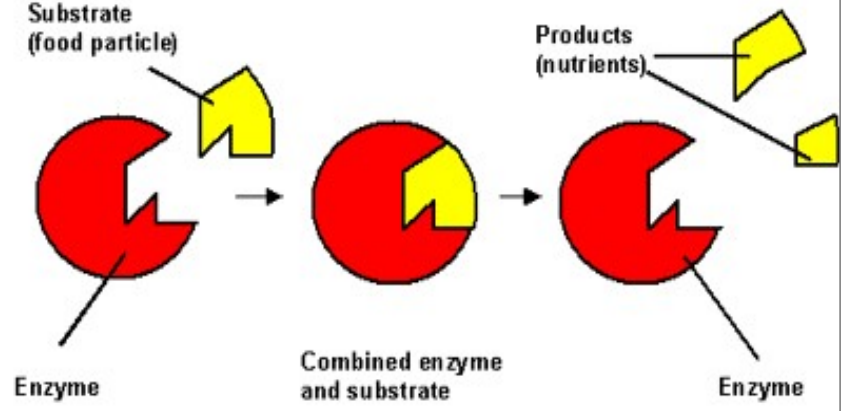
Chemické složení mikroorganismů

- Podle vztahu k biochemickým reakcím můžeme látky rozdělit na **substráty, produkty a katalyzátory**

- **Substráty** - **zdroj energie** pro tvorbu produktů
- meziprodukty (intermediáty, intermediární metabolity) – postupnou návazností a koordinací reakcí vzniká **produkt** (může být substrátem pro



glucose

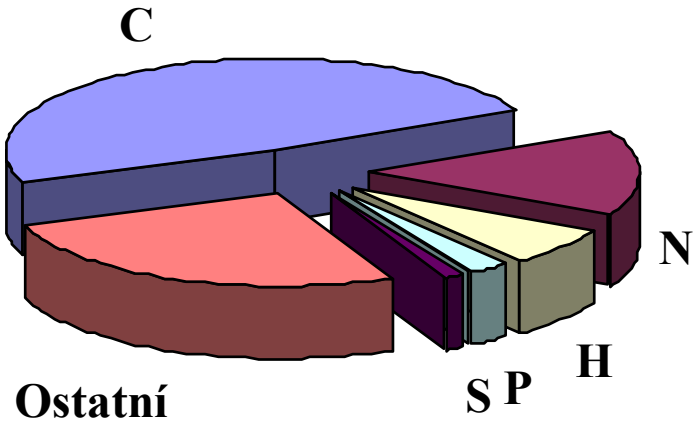


How enzymes break down food into nutrients

-jsou to různé
nízkomolekula
(podle obsahu
spotřebované
nejvýznamněj
proteiny; voda
sirovodík a da
malý obsah vo
obvykle vycho
syntézu složitě
výslednými zp
složitých látek

Prvkové a látkové složení virů

Elementární analýzou čistých a koncentrovaných suchých virových preparátů se zjistily tyto průměrné hodnoty: asi **48% uhlíku, asi 7 % vodíku, asi 15% dusíku, od 0,2 do 2,2% síry a 0,07 – 4,8% fosforu**



Látková analýza virů ukazuje, že rostlinné RNA-viry stejně jako malé živočišné RNA-viry se skládají ze **6 až 40% RNA, zbytek připadá na bílkoviny**

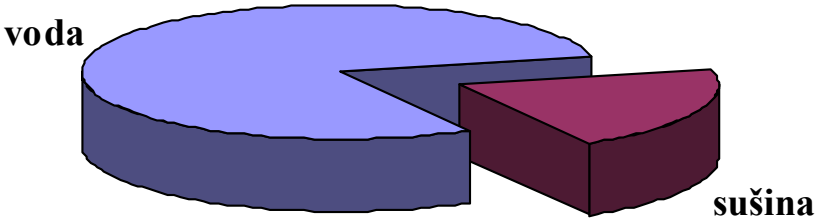
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

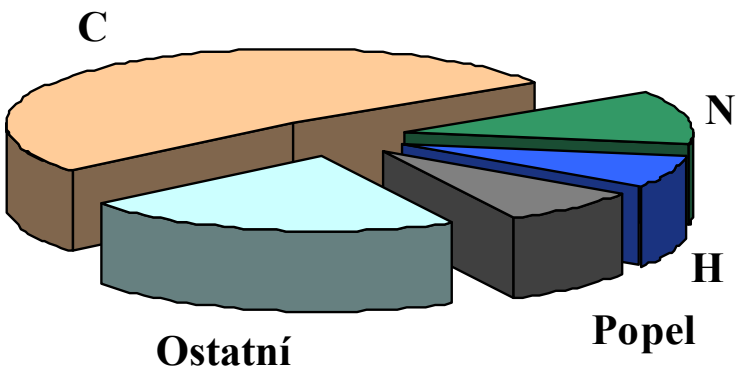
- Prvkové složení:

- v sušině připadá největší procento na primární, plastické prvky; **uhlík** je v **bakteriích** zastoupen průměrně **50%,** v kvasinkách a houbách od 22 do 64%; vodík je jen ve vázané formě, kyslík tvoří 20 až 44%, dusík 1 až 10% a fosfor 3 až 5%;

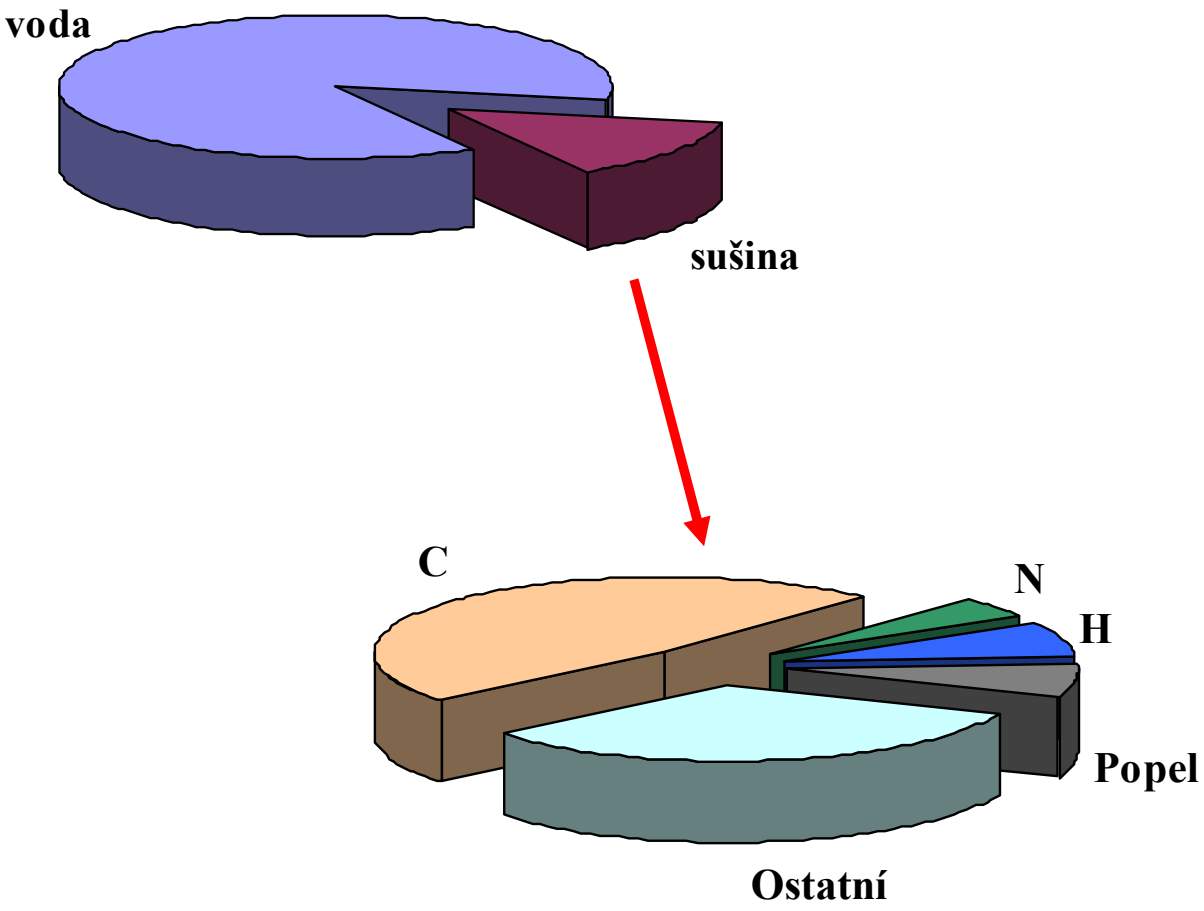
- kvantitativní **výkyvy** v prvkovém složení mikrobů jsou odrazem druhu mikrobů, jejich fyziologické aktivity, věku kultury i složení prostředí, ve kterém mikrobi žijí

Chemické složení mikroorganismů - bakterie

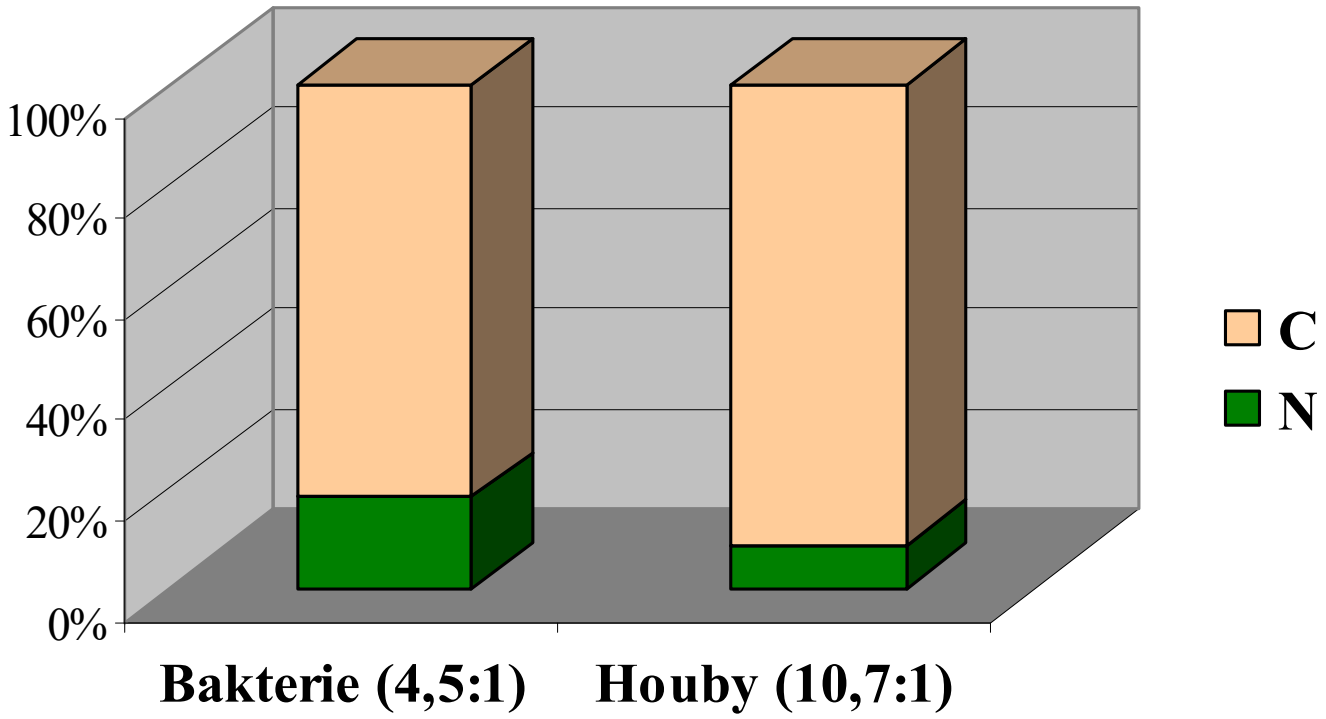




Chemické složení mikroorganismů- mikromycety



Chemické složení mikroorganismů – poměr C:N



Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- **Látkové složení:**

- ***Anorganické sloučeniny:***
- **voda** (70 – 98 % celkové živé hmotnosti buněk) největší podíl připadá na volnou vodu, zatímco vázaná voda (asi 3-6%)
- **voda je v první řadě rozpouštědlem a transportním činitelem převážné většiny anorganických a organických sloučenin**
- část molekul vody se disociuje na ionty H^+ a OH^-; (pH), stálost vnitřního prostředí buněk kontroluje cytoplazmatická membrána
- voda aktivuje biochemické reakce disociací sloučenin na

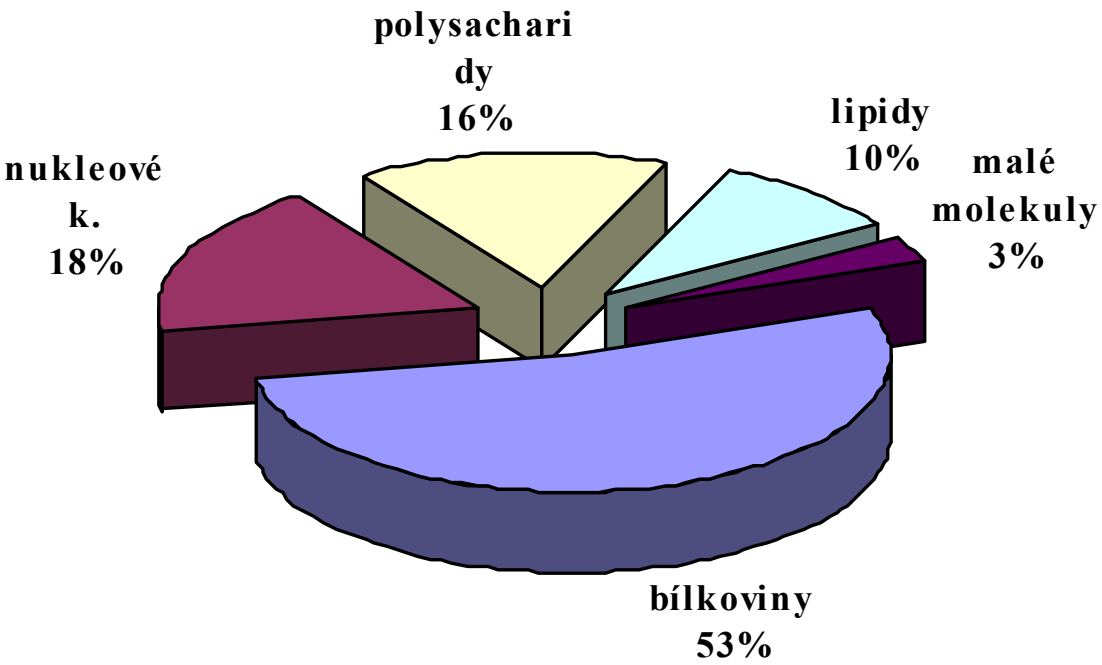
P
složení bu

- **Látkové sl**
- Anorganick
- Tyto slouče
organismu
98% celkov
buněk) jak
vyskytující
formě; nejv
volnou vod
tvoří jen m
celkového
bez poškoz
nedá jedno
odstranit

- Voda přítom
více význa
vyplývají z
chemickýc
v první řa
transportn

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- ***Organické sloučeniny:***
- **biopolymery** (polykondenzáty - bílkoviny, nukleové kyseliny a polysacharidy) bez přítomnosti biopolymerů by existence kterékoliv živé soustavy nebyla možná



Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

Organické sloučeniny:

- I když je počet **monomerů,** ze kterých jsou složeny polymery, ve skutečnosti malý

  asi 20 aminokyselin u bílkovin,

  v podstatě 5 různých nukleotidů u nukleových kyselin a

  několik desítek monosacharidů u polysacharidů,

živé soustavy si z něj mohou vytvořit ohromný počet možných různých polymerových molekul (řádově 10^{100} až 10^{1000})

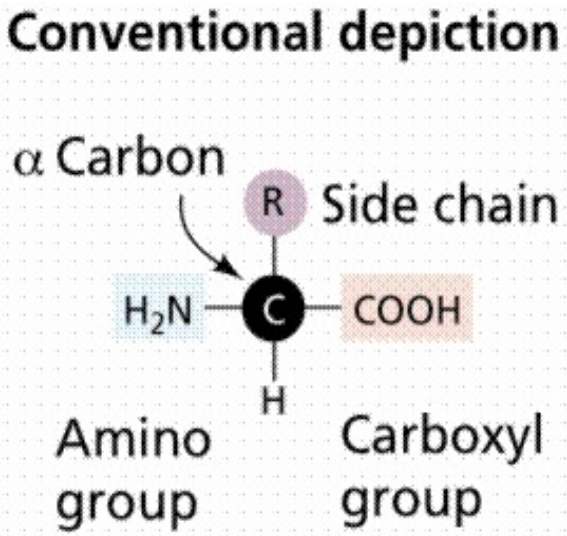
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

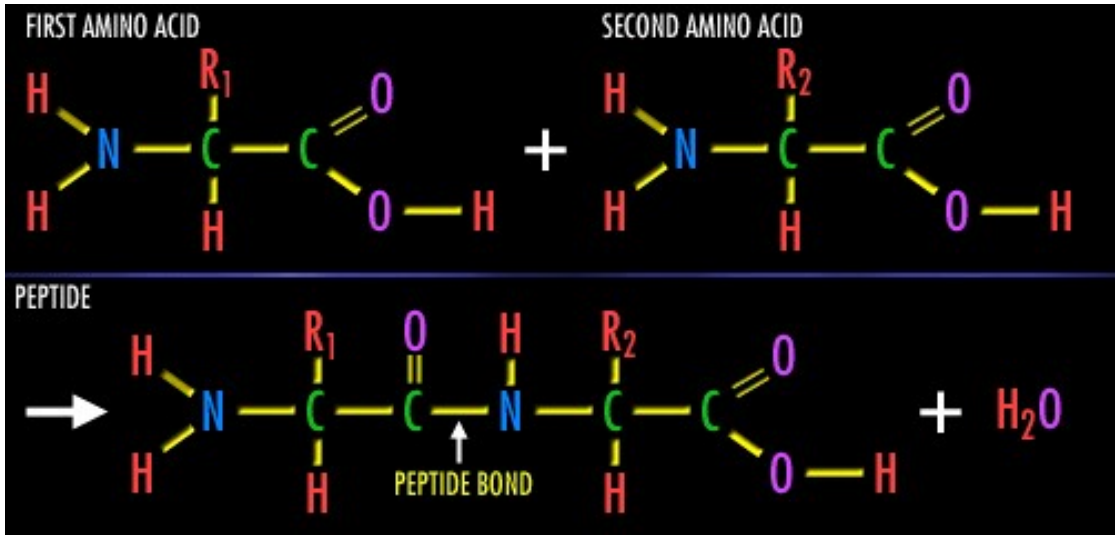
Bílkoviny (proteiny)

- jsou složité přirozené vysokomolekulární sloučeniny, jejichž makromolekuly se sestávají buď celé, nebo jen z části z velkého počtu různých aminokyselin navzájem spojených peptidovou vazbou

- **esenciální aminokyseliny** jsou takové, které určitý druh není schopný syntetizovat pomocí metabolických přeměn jiných látek

- **nahraditelné aminokyseliny** vznikají v organismu hlavně z meziproduktů metabolismu sacharidů a lipidů

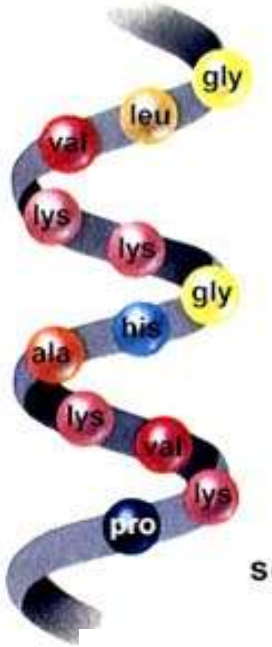




každý polypeptidový řetězec je zakončen skupinou – COOH a skupinou – NH_2

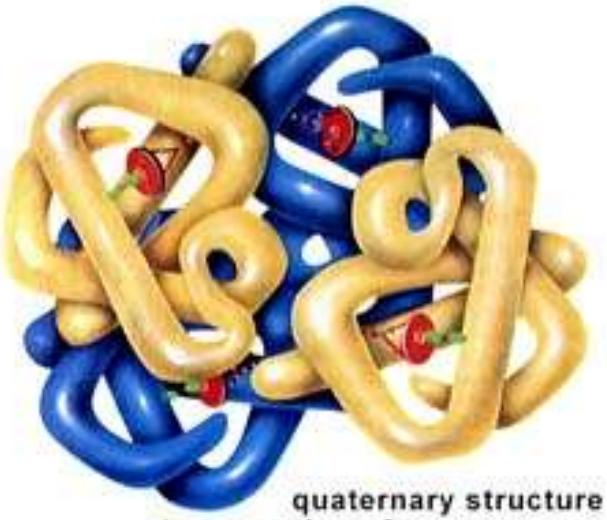
Při tvorbě peptidové vazby se vylučuje molekula vody, takže jde vlastně o **kondenzaci** spojení dvou aminokyselin peptidovou vazbou se nazývá dipeptid, tří tripeptid atd., peptidy obsahující méně než 10 aminokyselin se označují jako oligopeptidy, spojením většího počtu aminokyselin vzniká polypeptidový řetězec

primary structure
(amino acid sequence)



secondary structure
(α-helix)

tertiary structure
(folded individual peptide)



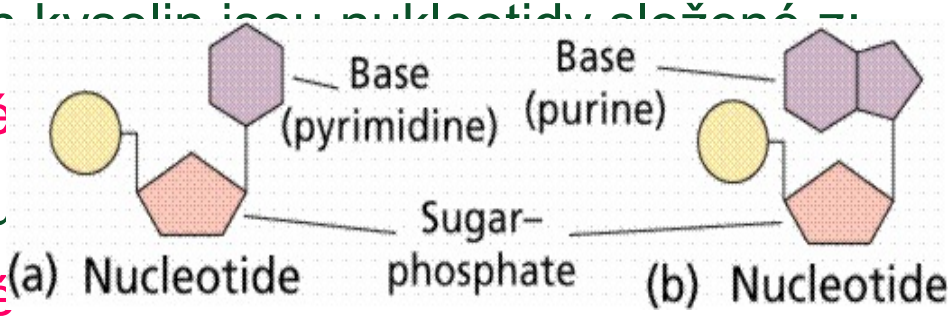
quaternary structure
(aggregation of two or more peptides)

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

Nukleové kyseliny

- relativně malé procento hmotnosti buňky
- kódováním genetické informace a jejím naplňováním představují nejdůležitější typ biopolymeru všech živých soustav

- Monomerem nukleových kyselin jsou nukleotidy složené z:
  a) organické dusíkaté
  b) pentózy (sacharidu
  c) kyseliny fosforečné



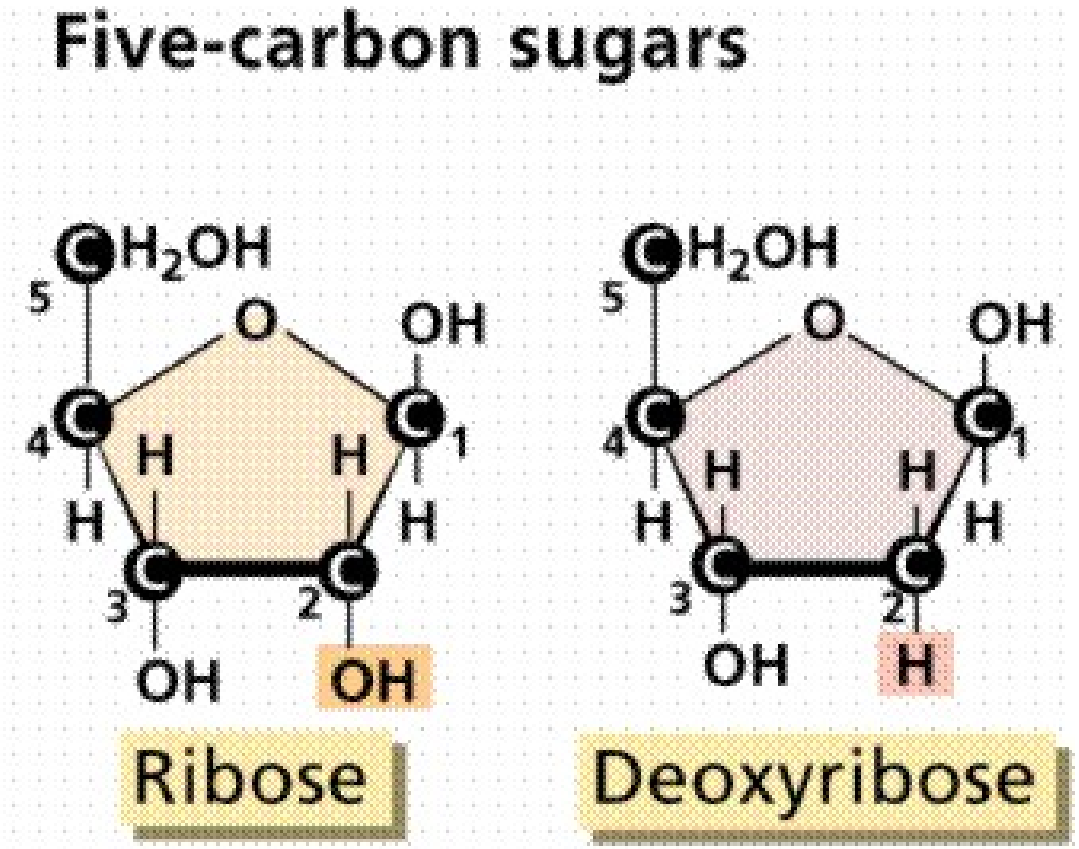
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

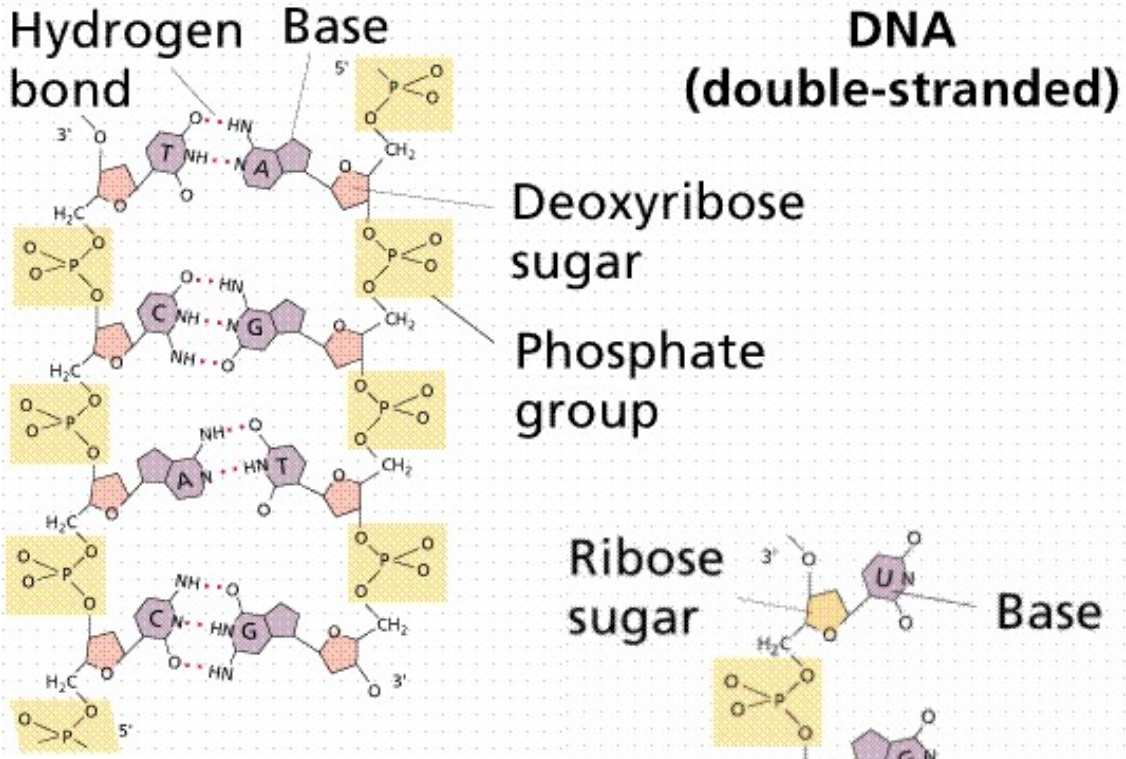
Nukleové kyseliny

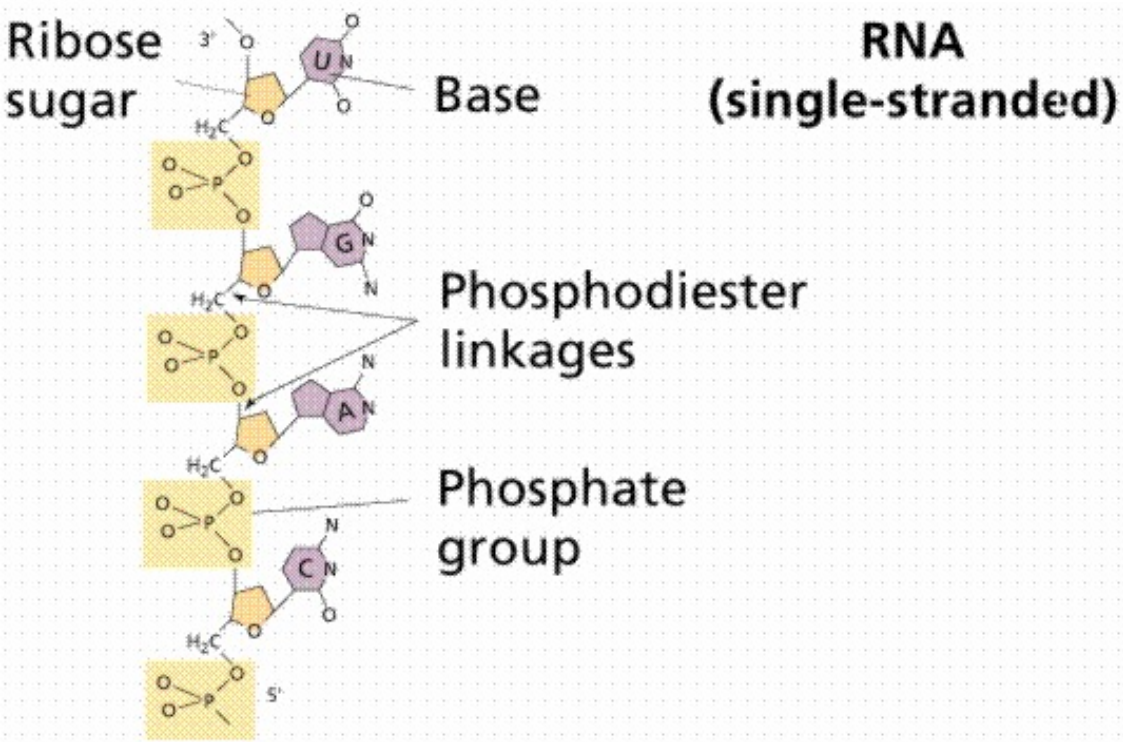
- Z organických dusíkatých zásad se v nukleotidech vyskytují purinové (adenin a guanin) a pyrimidinové báze (cytozin, tymin a uracil)

- Kyselina fosforečná se estericky váže na třetí nebo pátý atom uhlíku pentózy a určuje kyselý charakter molekuly

- Pentózy nukleotidů jsou dvě – **ribóza** (v ribonukleotidech) anebo **deoxyribóza** (v deoxyribonukleotidech)


Five-carbon sugars
H_2OH
5
O
OH
4
1
H
H
H
H
3
2
OH
OH
Ribose
H_2OH
5
O
OH
4
1
H
H
H
H
3
2
OH
H
Deoxyribose

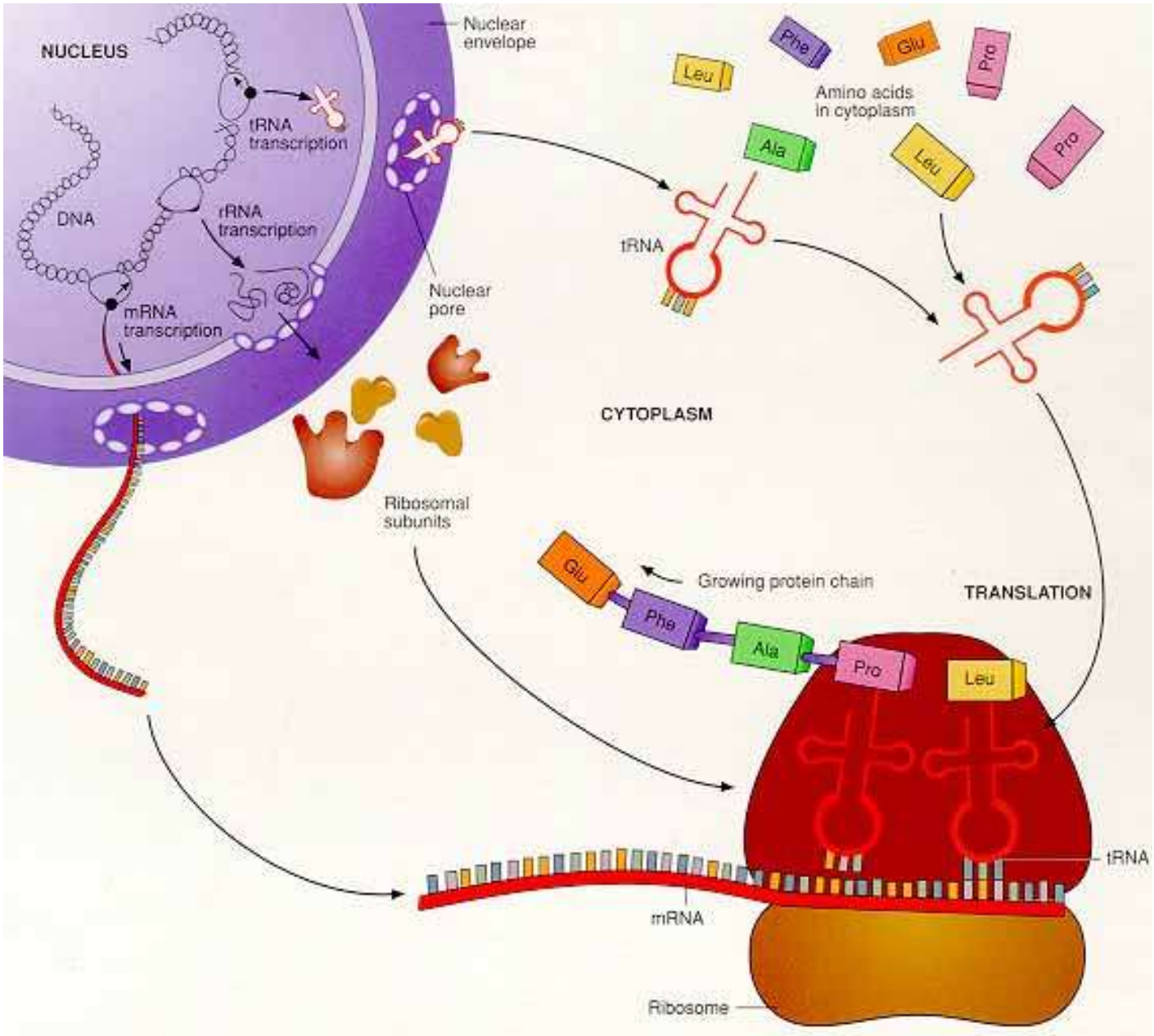

Hydrogen bond
Base
DNA
(double-stranded)
Deoxyribose sugar
Phosphate group


Ribose sugar
Base
RNA
(single-stranded)
Phosphodiester linkages
Phosphate group

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

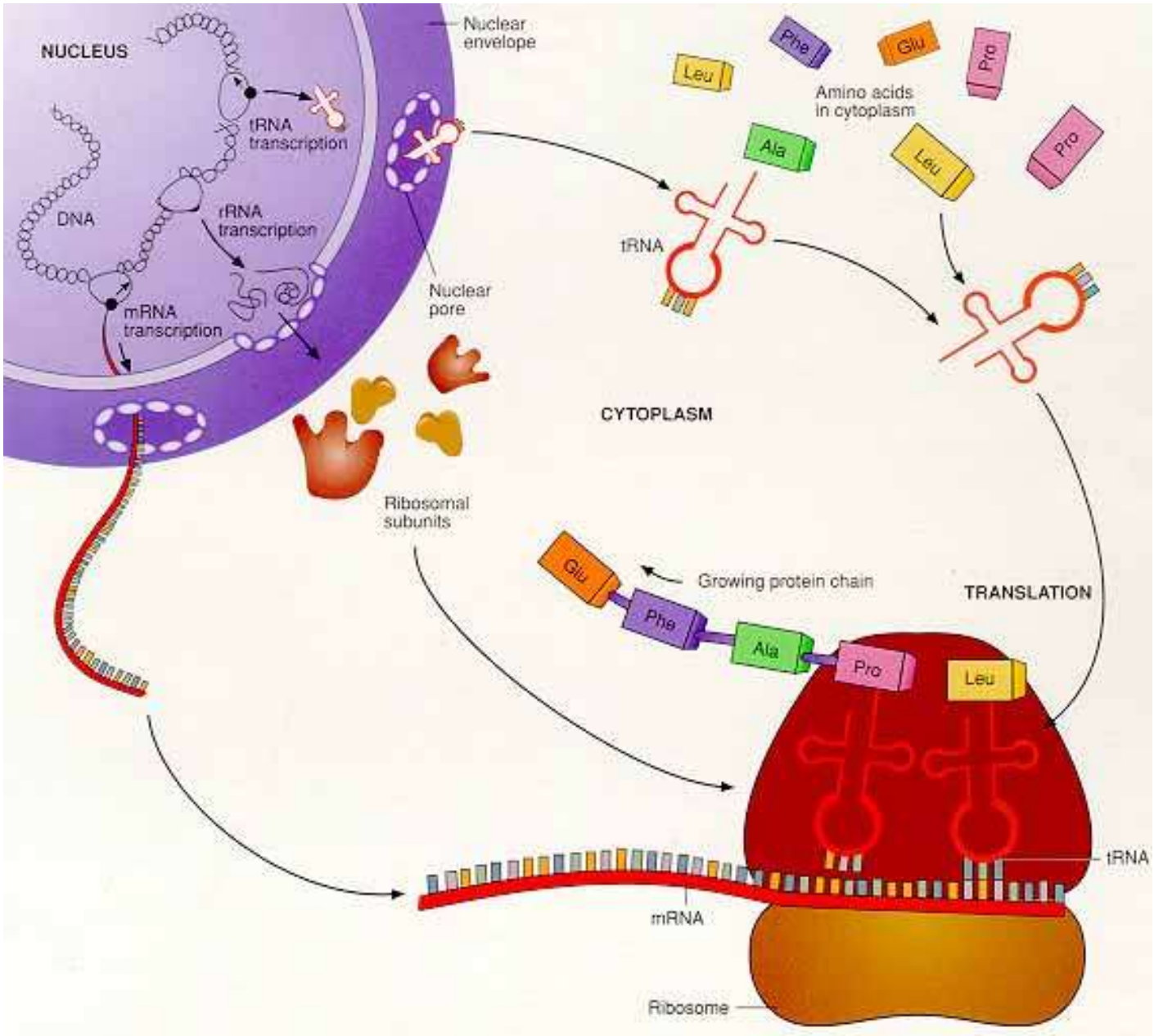
- Podle funkce, kterou RNA zastávají, rozlišujeme tři typy RNA:

- **Mediátorová RNA (mRNA)** do které se přepisuje genetická informace zapsaná v DNA, prostřednictvím mRNA se tato informace o sekvenci bazí přenáší ve formě přepisu do ribozómů, kde se podle ní sestavují sekvence aminokyselin v polypeptidových řetězcích bílkovin; molekulová hmotnost mRNA je 100 000 – 500 000


NUCLEUS
Nuclear envelope
tRNA transcription
DNA
rRNA transcription
mRNA transcription
Nuclear pore
Leu
Phe
Glu
Pro
Amino acids in cytoplasm
Ala
Leu
Pro
tRNA
CYTOPLASM
Ribosomal subunits
Glu
Growing protein chain
TRANSLATION
Phe
Ala
Pro
Leu
tRNA
mRNA
Ribosome

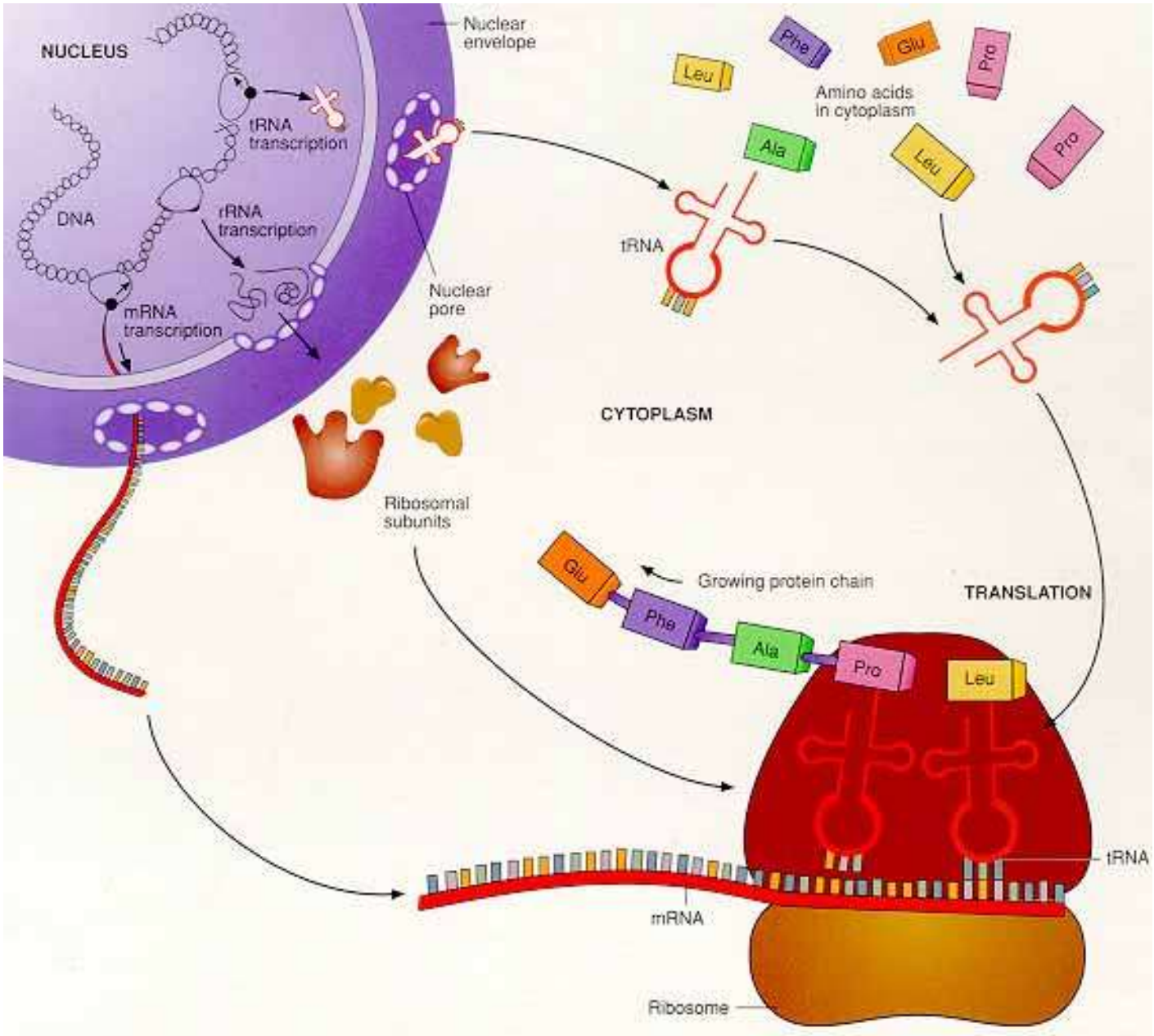
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- **Ribozómová RNA (rRNA)** je složkou ribozómů a podmiňuje připojení mRNA k ribozómům, nukleotidový řetězec této RNA má v určitém úseku tvar dvojzávitnice, přičemž tvoří základ ribozómů, na povrchu kterých se nachází bazický bílkovinný obal, rRNA má největší molekulovou hmotnost – až kolem 1 miliónu


NUCLEUS
Nuclear envelope
tRNA transcription
DNA
rRNA transcription
mRNA transcription
Nuclear pore
Leu
Phe
Glu
Pro
Amino acids in cytoplasm
Ala
Leu
Pro
tRNA
CYTOPLASM
Ribosomal subunits
Glu
Growing protein chain
TRANSLATION
Phe
Ala
Pro
Leu
tRNA
mRNA
Ribosome

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- **Transferová RNA (tRNA)** je malá molekula, sestávající asi z 80 nukleotidů s molekulovou hmotností kolem 26 000, nachází se v základní cytoplasmě a má významnou úlohu při syntéze bílkovin, váže na sebe aminokyseliny a takto aktivované je přenáší na místo syntézy na ribozómech, ukázalo se, že každou aminokyselinu přenáší její vlastní tRNA, tRNA mají dlouhou životnost

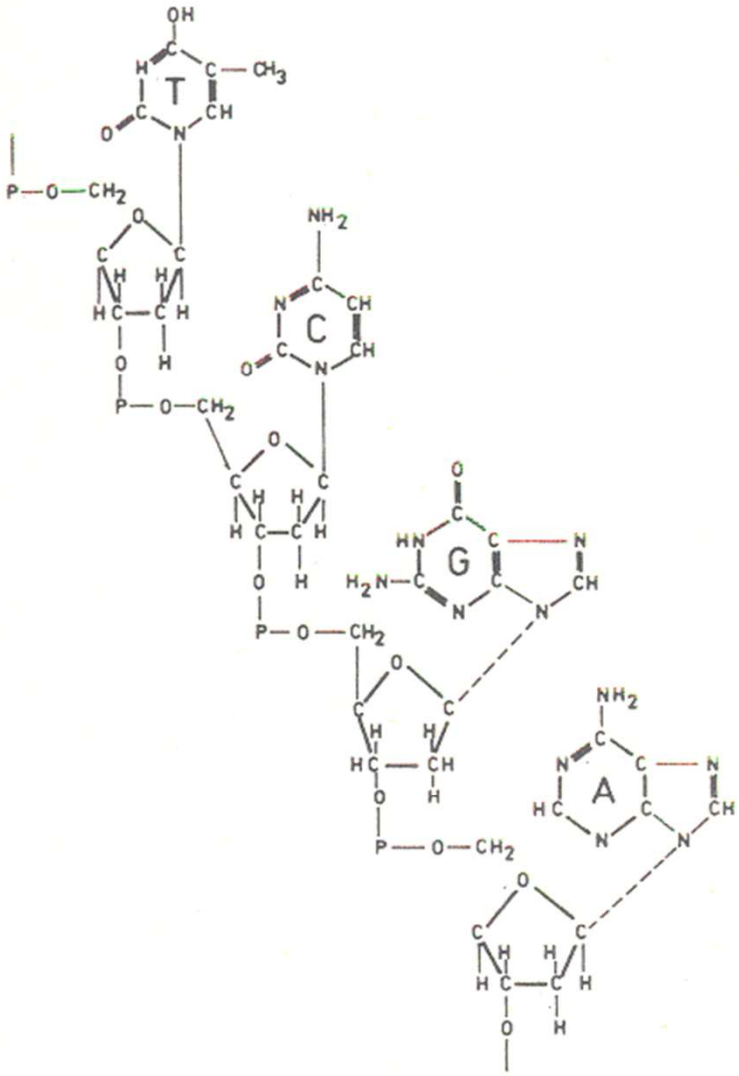

NUCLEUS
Nuclear envelope
tRNA transcription
DNA
rRNA transcription
mRNA transcription
Nuclear pore
Leu
Phe
Glu
Pro
Amino acids in cytoplasm
Ala
Leu
Pro
tRNA
CYTOPLASM
Ribosomal subunits
Glu
Growing protein chain
TRANSLATION
Phe
Ala
Pro
Leu
tRNA
mRNA
Ribosome

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

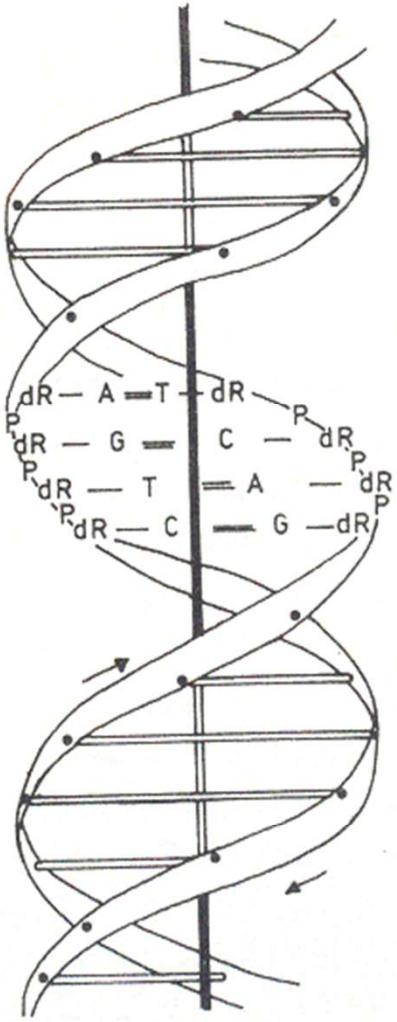
- RNA - adenin, guanin, cytozin a uracil
- DNA - adenin, guanin, cytozin a tymin
- (oba typy NA obsahují dvě purinové a dvě pyrimidinové báze)

- Sekvence nukleotidů v obou vláknech je ve vzájemné závislosti – párování bazí – purinová má vždy pyrimidinový protějšek a naopak – proti cytozinu se nachází guanin (C-G) proti A-T

- Poměrné zastoupení bazí v molekule DNA se vyjadřuje poměrem A+T/C+G, který je pro daný druh DNA vždy konstantní.



47. Primárna štruktúra DNA (podľa ŠKÁRKU a kol. 1973)



48. Zjednodušená schéma sekundárnej štruktúry molekuly DNA
dR — deoxyribóza, P — kyselina fosforečná, A, T, G, C — bázy (adenín, tymín, guanín, cytozín)
Molekula pozostáva z 2 polynukleotidových reťazcov stočených do závitnice (dvojitá závitnica — duplex). Oba reťazce prebiehajú antiparalelne a sú navzájom spojené vodíkovými mostíkmi medzi komplementárnymi bázami (A, T, G, C) ležiacimi proti sebe

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- **SACHARIDY**

- Účast na buněčném metabolismu - nejčastějším zdrojem energie a uhlíku ve výživě většiny heterotrofních organizmů

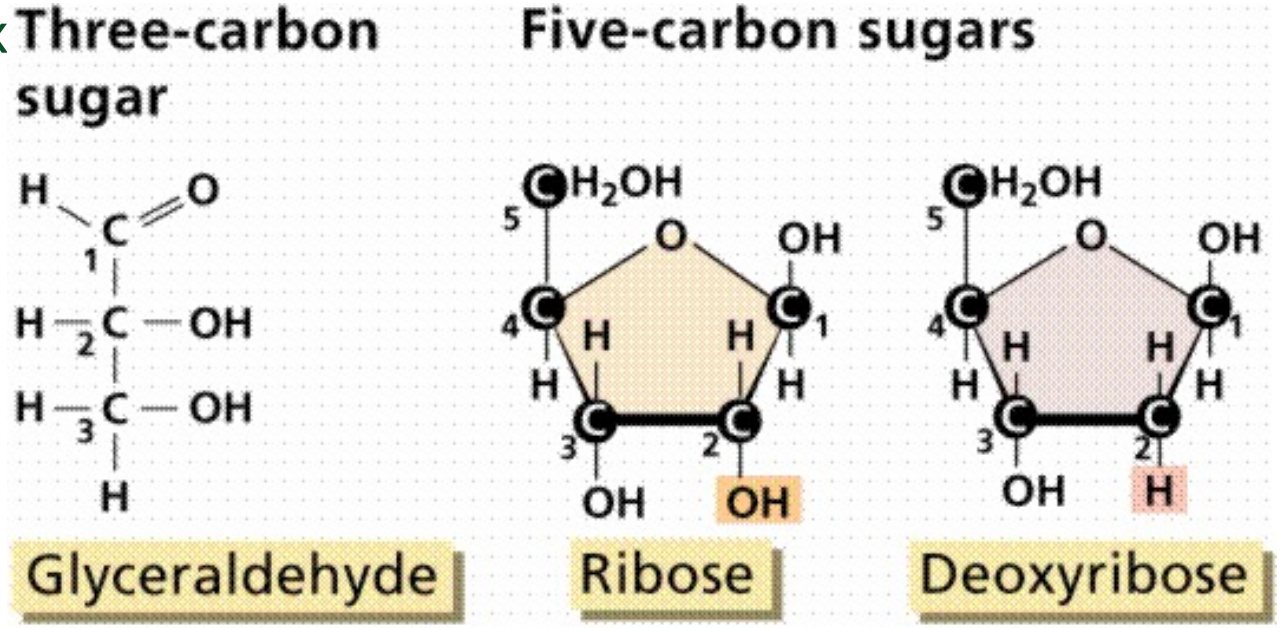
- Složky některých buněčných struktur

- Obsah sacharidů v mikrobních buňkách je velmi variabilní (biologická aktivita buňky, věk, živné prostředí a ekologičtí činitelé)

- Sacharidy dělíme na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy

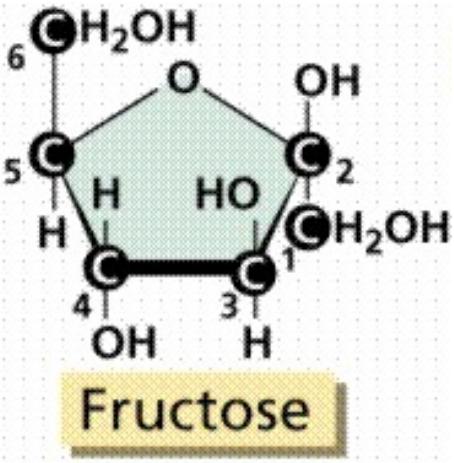
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

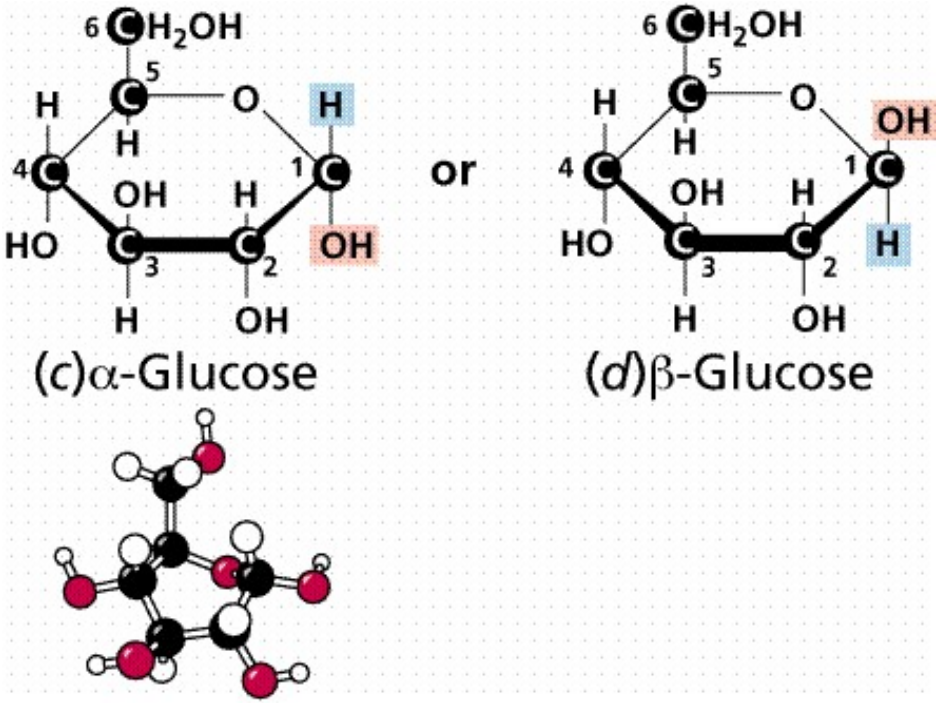
- Monosacharidy jsou po chemické stránce oxidačními produkty vícemocných alkoholů. Podle počtu atomů uhlíku je dělíme na triózy, tetrózy, pentózy, hexózy aj.
- V metabolizmu buněk jsou nedůležitější triózy, pentózy a hex



Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

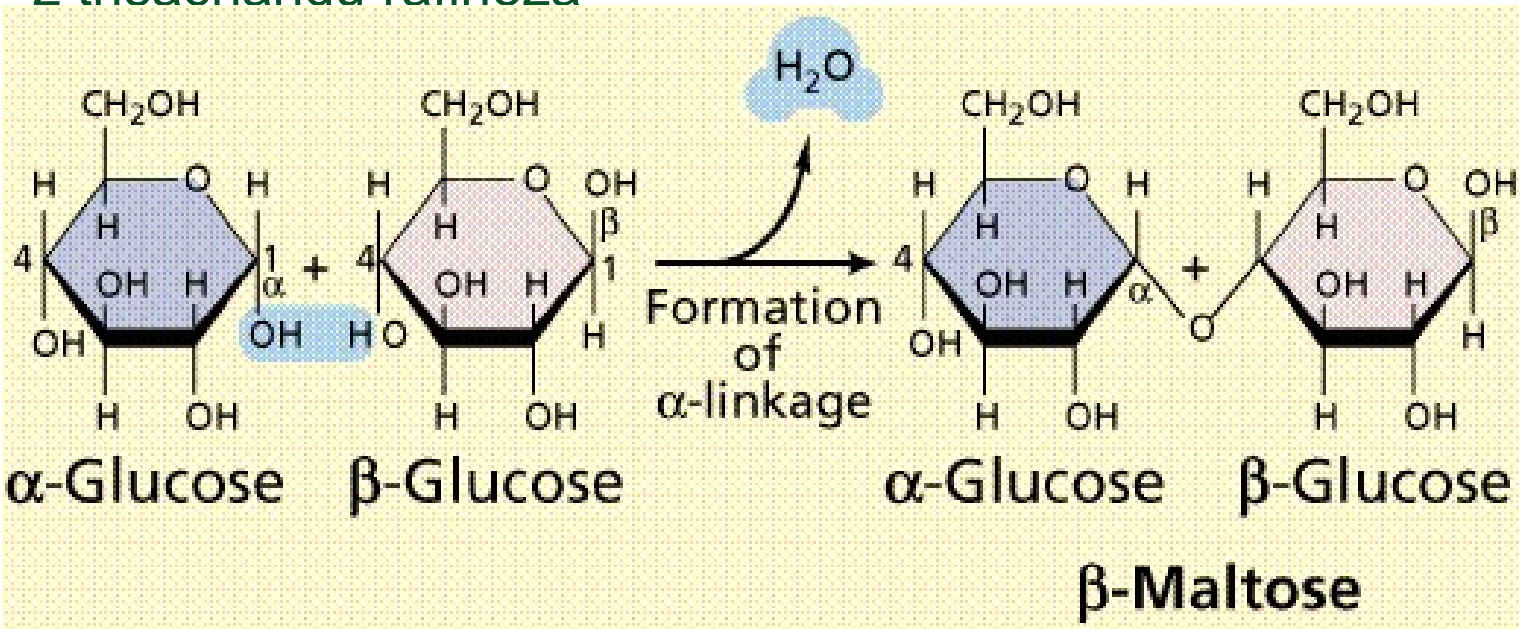
- Monosacharidy jsou po chemické stránce oxidačními produkty vícemocných alkoholů. Podle počtu atomů uhlíku je dělíme na triózy, tetrózy, pentózy, hexózy aj.
- V metabolizmu buněk jsou nedůležitější triózy, pentózy a hexózy





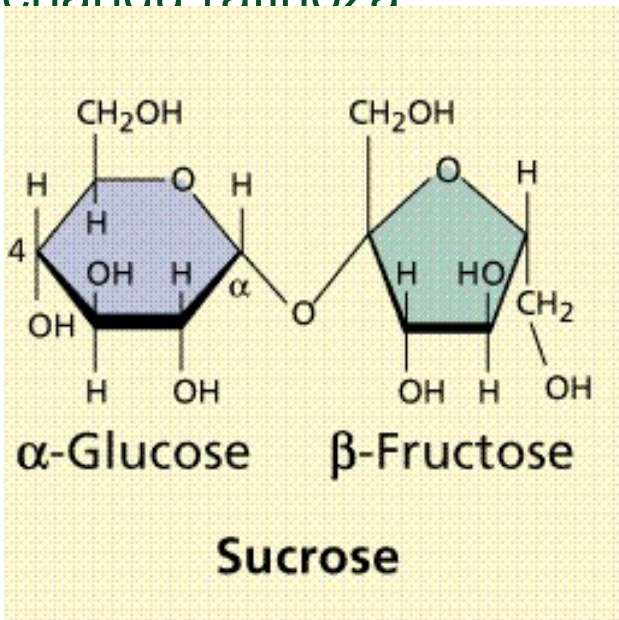
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

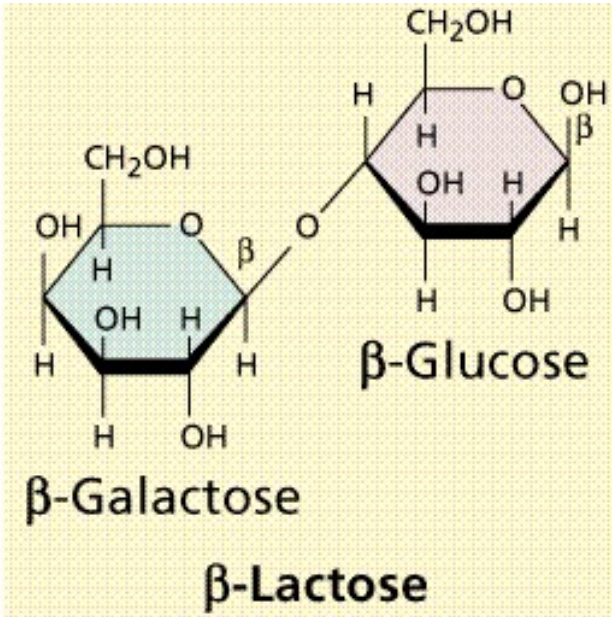
- Oligosacharidy se syntetizují ze dvou až 12 molekul monosacharidů pospojovaných glykozidovou vazbou.
- Nejdůležitější disacharidy - sacharóza, laktóza, celobióza,
- z trisacharidů rafinóza



Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- Oligosacharidy se syntetizují ze dvou až 12 molekul monosacharidů pospojovaných glykozidovou vazbou.
- Nejdůležitější disacharidy - sacharóza, laktóza, celobióza,
- z trisacharidů rafinóza





Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- Polysacharidy (glykany)
  - součástí buněčných stěn a mezibuněčných hmot,
  - v buňce slouží jako energetická zásoba a
  - vázané na bílkoviny jsou součástí mnohých funkčně důležitých makromolekul (enzymů, membránových receptorů …)

- Monomerem polysacharidových molekul jsou monosacharidy Jednotlivé druhy polysacharidů se odlišují jednak **typem monomeru** (monomerů), jednak **typem glykozidové vazby**

-Monomerem polysacharidov
jsou monosacha
hexóz D-glukóz
manóza, D-gala
pentóz L-arabin
xylóza

-Jednotlivé druh
polysacharidů s
jednak typem m
(monomerů), je
glykozidové va

-Podle struktury
rozlišujeme
makromolekuly
polysacharidů t
– **lineární, rozv**
globulární

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- Příkladem lineárního polysacharidu je celulóza, kde počet monomerů dosahuje až 10 000 délka molekuly až několik µm

- Rozvětvené polysacharidy - na základní řetězec se váží trisacharidové až pentasacharidové boční řetězce

- Makromolekuly glykogenu a škrobu jsou globulární, polysacharidový řetězec je široce rozvětvený

- konjugované glykany

  vazbou na peptidy vznikají peptidoglykany,

  vazbou na bílkoviny vznikají glykoproteiny,

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- Polysacharidy

stavební (konstrukční)

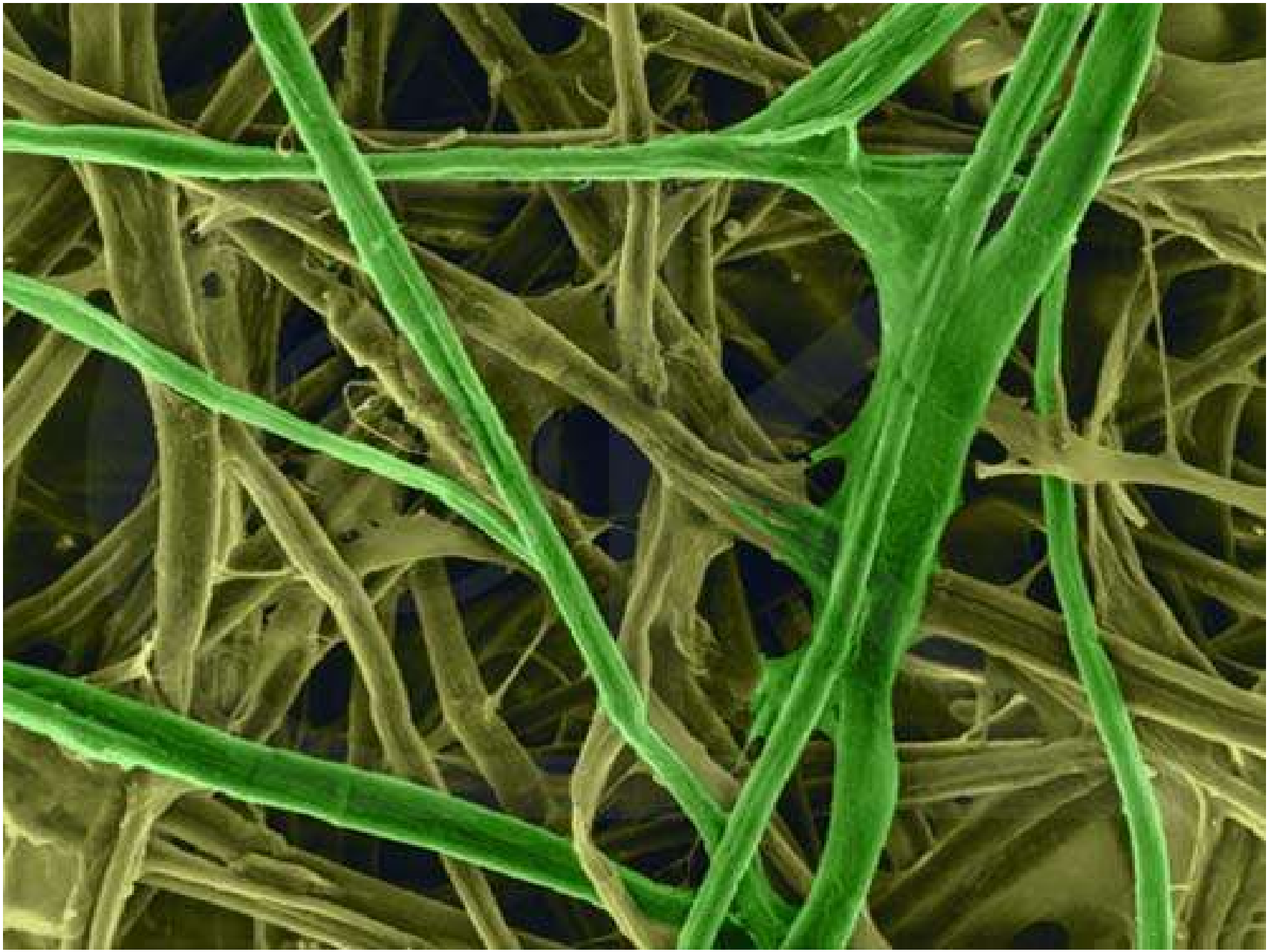
celulóza - buněčnéch stěny rostlin, některých hub a řas, zjištěna byla i ve slizovém obalu octových bakterií rodu *Acetobacter*

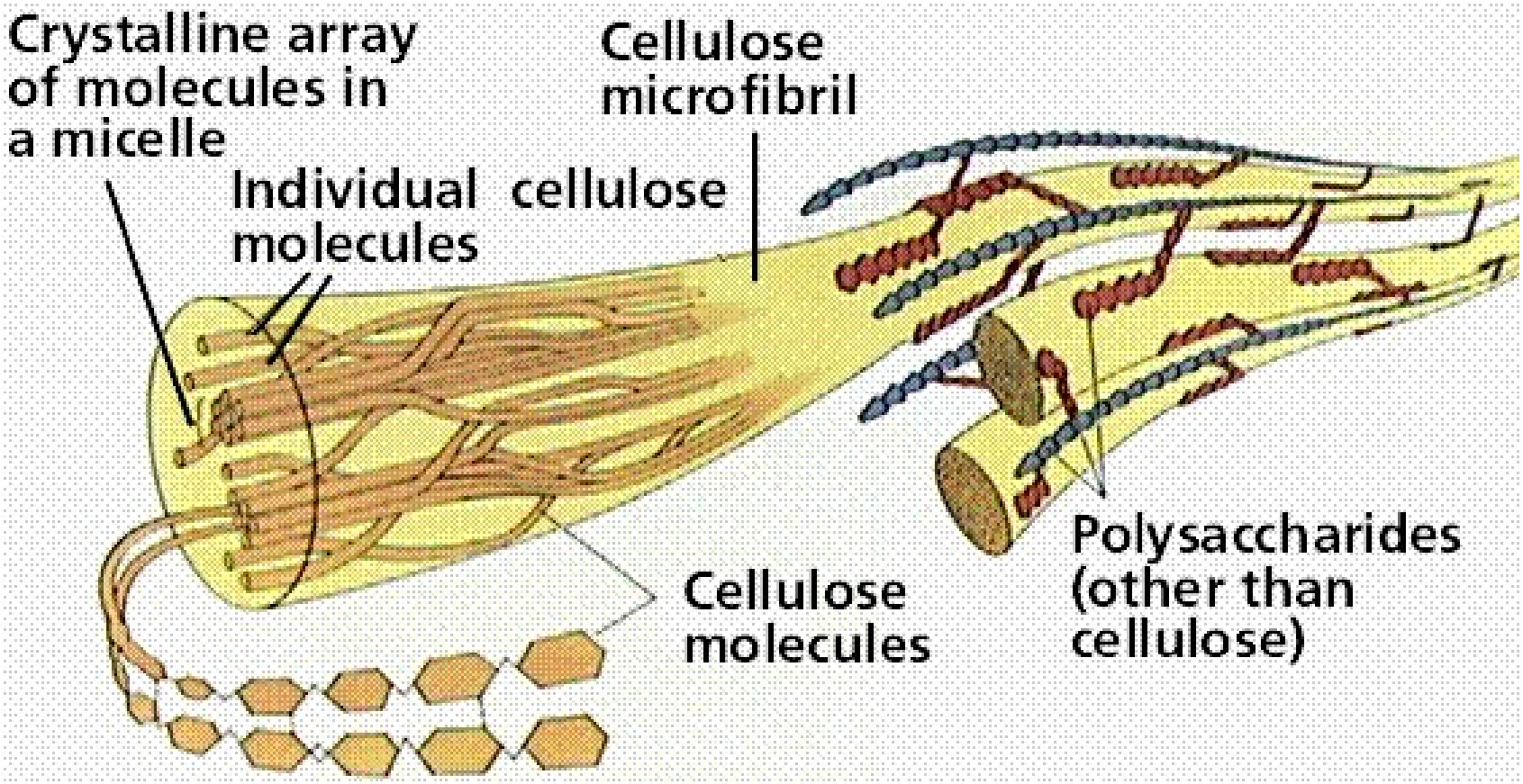
zásobní (rezervní)

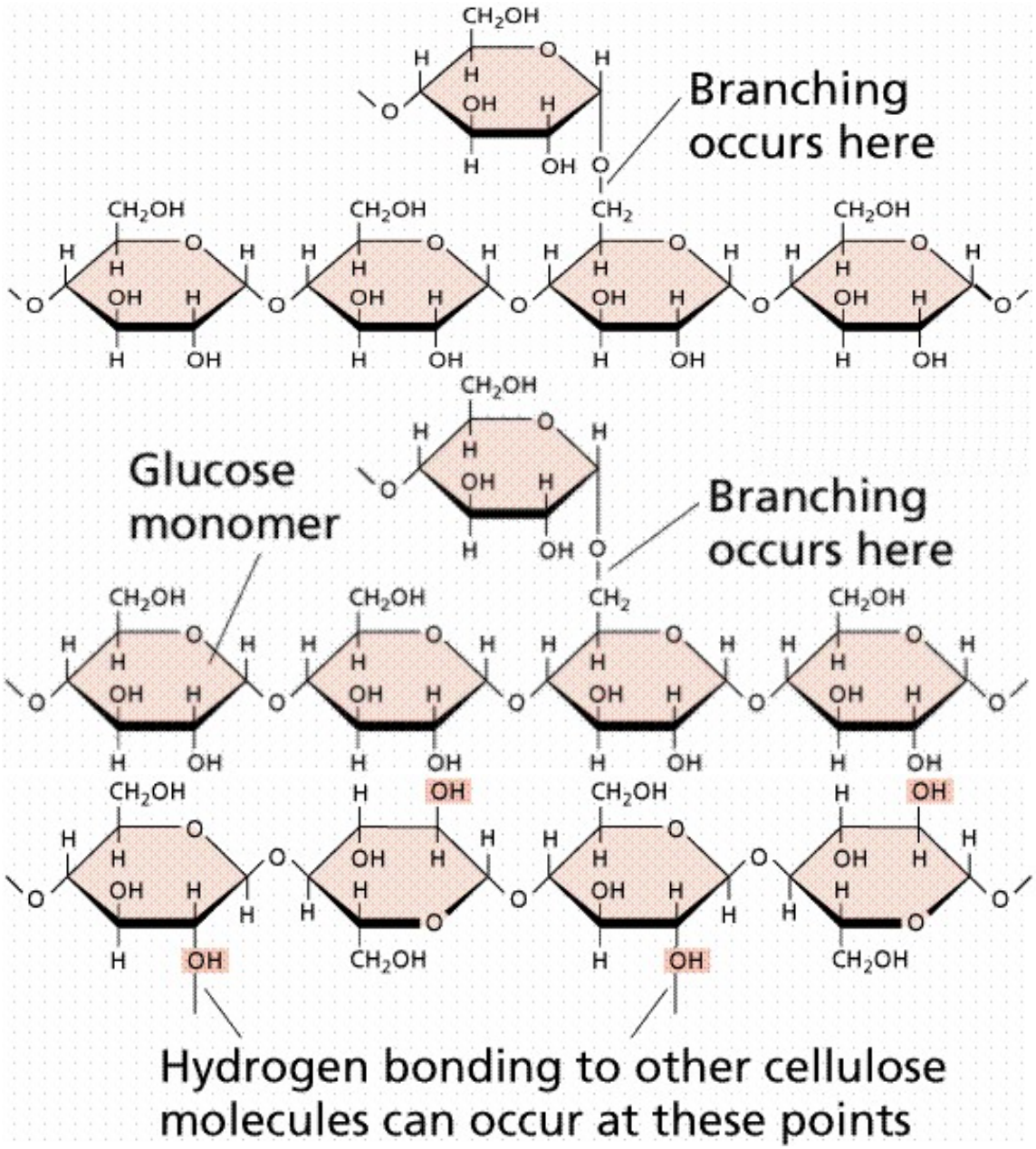
na rozdíl od stavebních polysacharidů α**-glykozidové** vazby umožňující vytvořit kompaktní molekuly. Nejdůležitější rezervní polysacharidy jsou:

Škrob - ve vyšších rostlinách, v některých řasách a houbách

Glykogen - zejména v prvocích, houbách a některých zástupcích rodu *Bacillus*




Crystalline array
of molecules in
a micelle
Cellulose
microfibril
Individual cellulose
molecules
Cellulose
molecules
Polysaccharides
(other than
cellulose)


Branching occurs here
Glucose monomer
Branching occurs here
Hydrogen bonding to other cellulose molecules can occur at these points

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

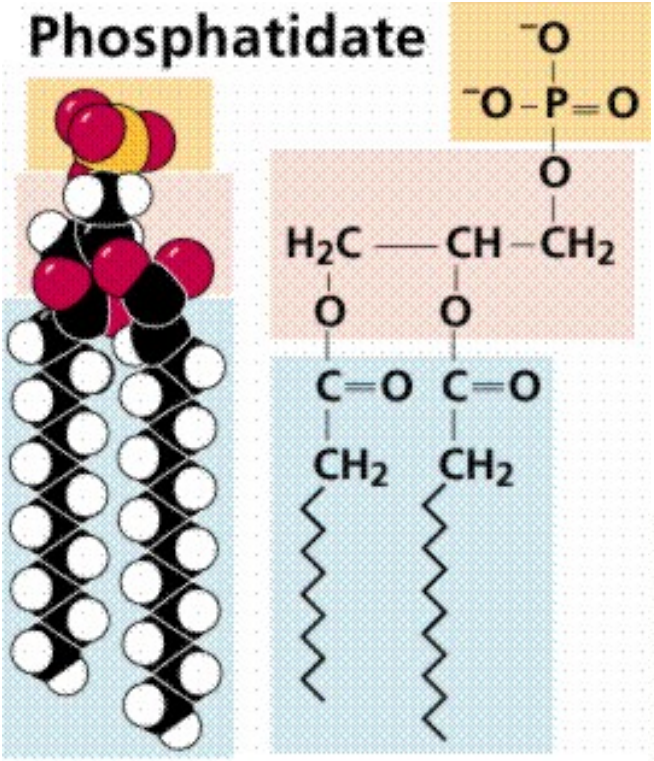
- **LIPIDY**

- estery alkoholů a karboxylových (mastných) kyselin, mají hydrofobní charakter, jsou nerozpustné ve vodě

- fosfolipidy (fosfatidy) mají ve své molekule kyselinou fosforečnou

- glykolipidy obsahují lipidové a sacharidové složky spojené kovalentní vazbou

- společně s molekulami bílkovin - základními složkami biomembrán fosfolipidy buněčných membrán tvoří volně



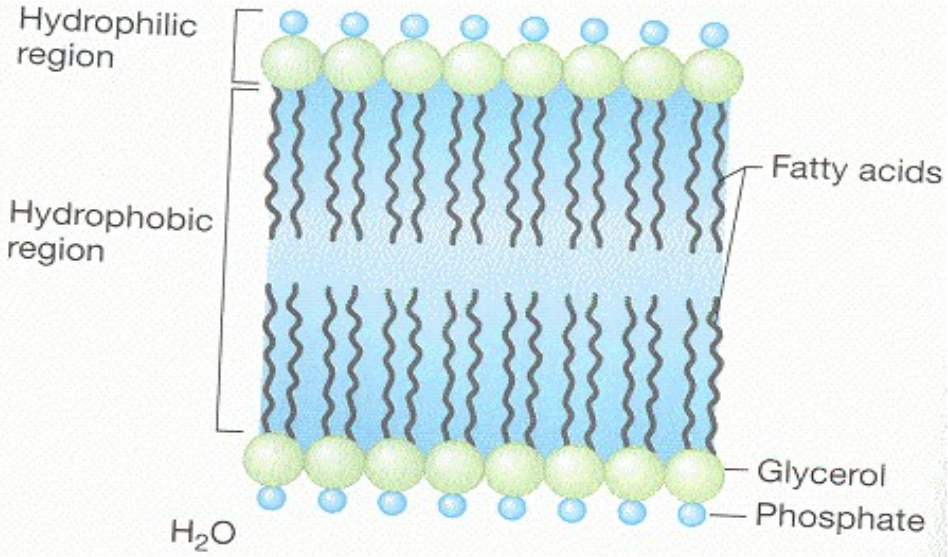


FIGURE 3.16 Fundamental structure of a phospholipid bilayer. The cytoplasmic membrane is about 8 nm (80 Å) wide.

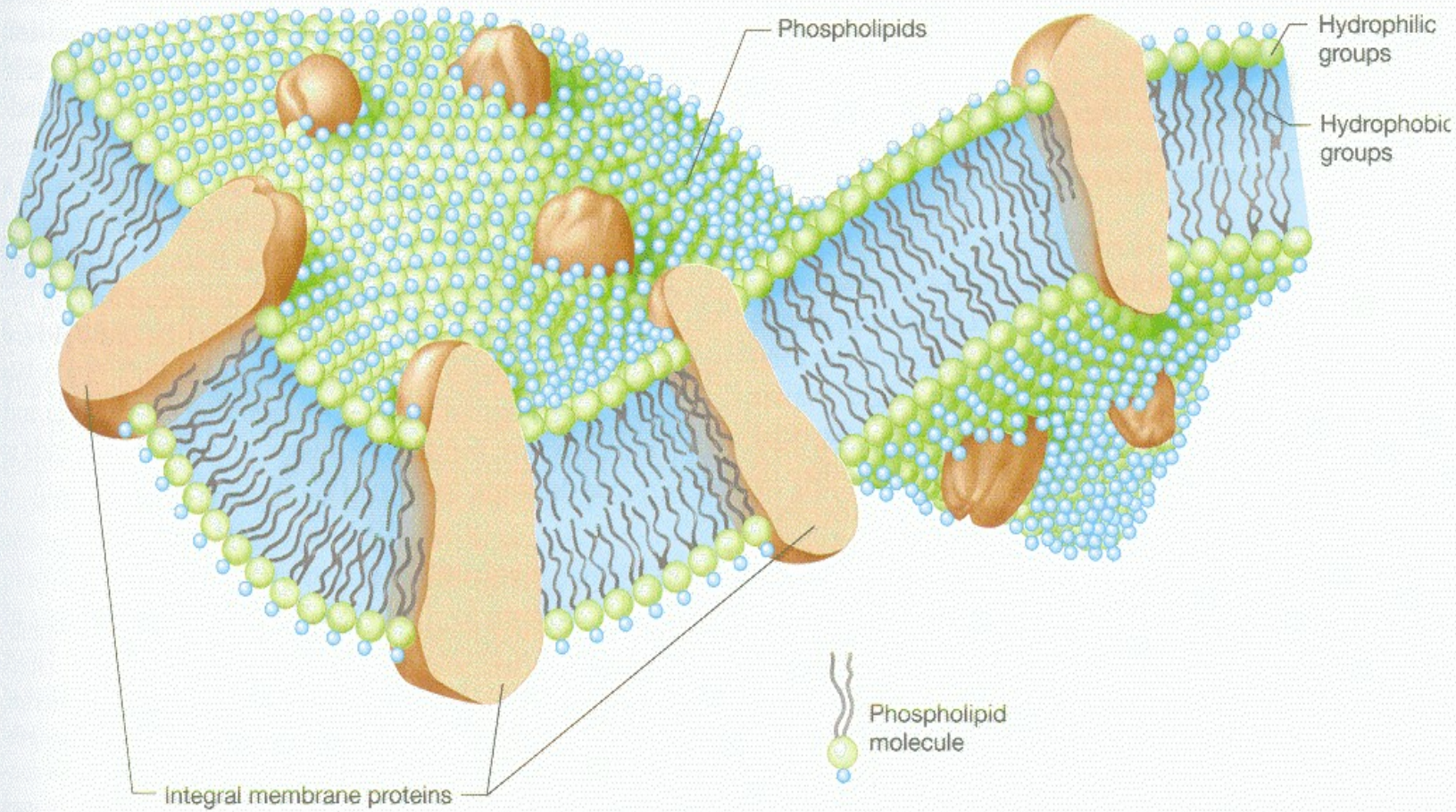


FIGURE 3.18 Diagram of the structure of the cytoplasmic membrane. The matrix of the unit membrane is composed of phospholipids, with the hydrophobic groups directed inward and the hydrophilic groups toward the outside, where they associate with water. Embedded in the matrix are proteins that have considerable hydrophobic character in the region that traverses the fatty acid bilayer. Hydrophilic proteins and other charged substances, such as metal ions, may be attached to the hydrophilic surfaces. Although there are some chemical differences, the overall structure of the cytoplasmic membrane shown is similar in both prokaryotes and eukaryotes (but see an exception to the bilayer design in Figure 3.21).

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

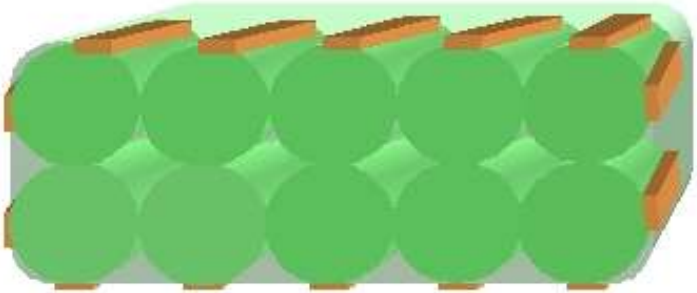
PIGMENTY

- endopigmenty exopigmenty - důležitý taxonomický znak MO
- Chemická struktura mikrobiálních pigmentů je rozmanitá - deriváty karotenu, pyrolu, naftochinonu, ..

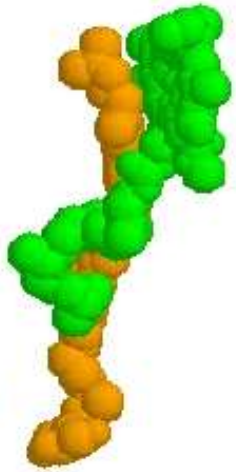
- **Bakteriochlorofyl**
- je zelený pyrolový pigment fototrofních bakterií, (stejná funkce jako chlorofyl, ale není s ním identický)
- podle stavby molekuly 5 typů – a, b, c, d, e, (obsahuje Mg)

A Model for Bacteriochlorophyll-Carotenoid Interactions in the Chlorosome

Co-aggregates of bacteriochlorophyll (green) and carotenoids (orange) …



not unlike those found in the purple bacterial LH2 complex!

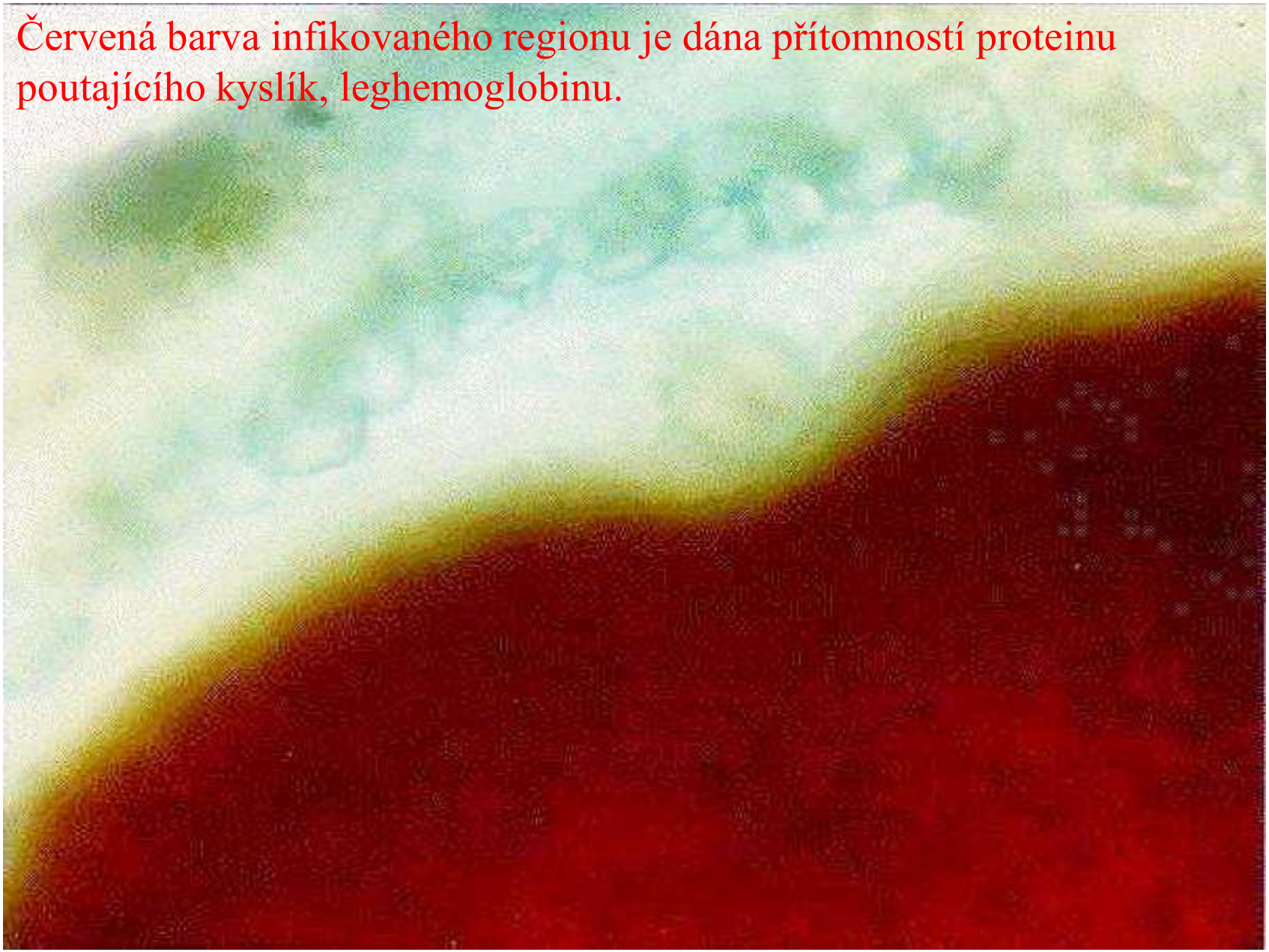


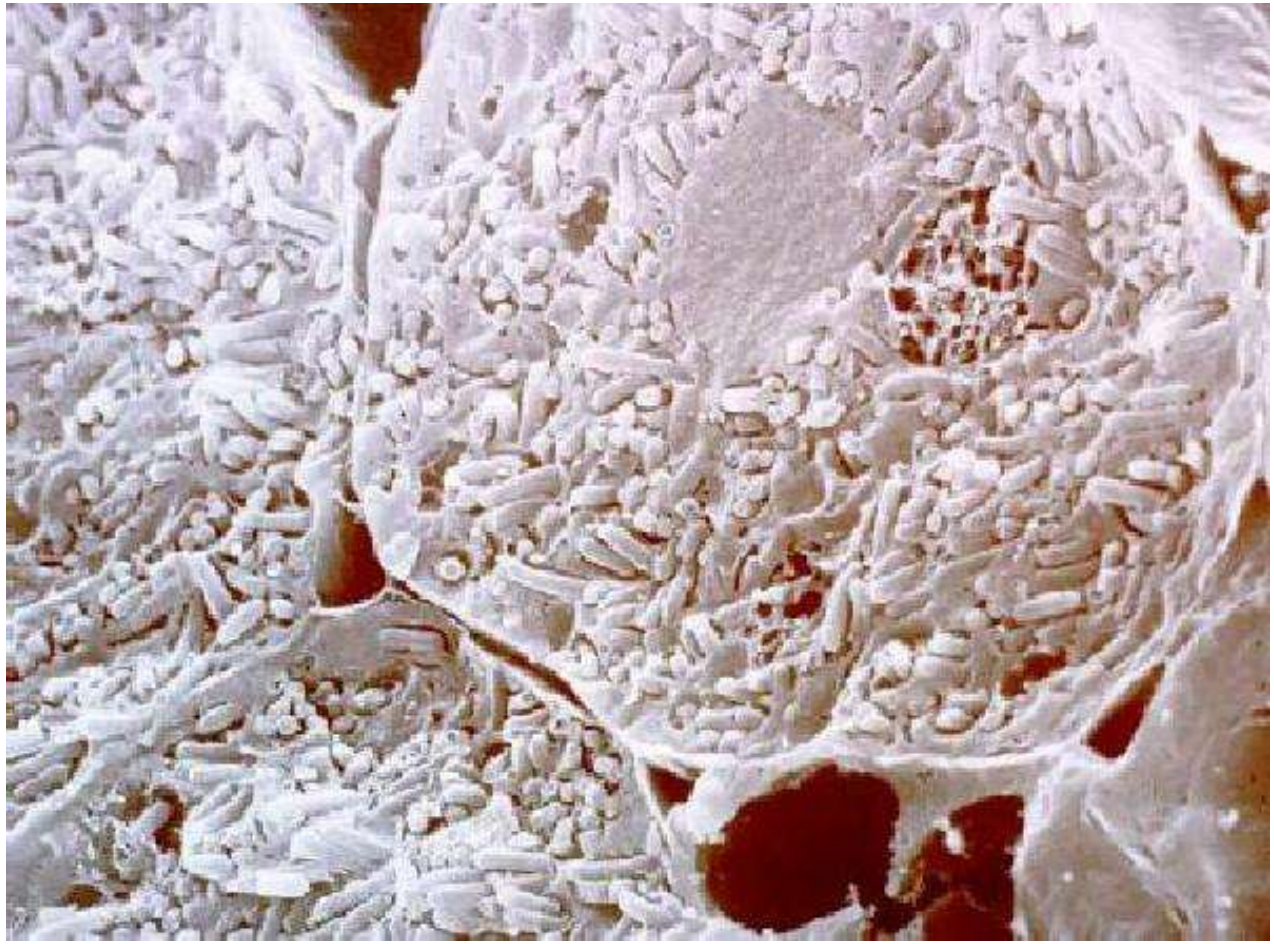
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

PIGMENTY

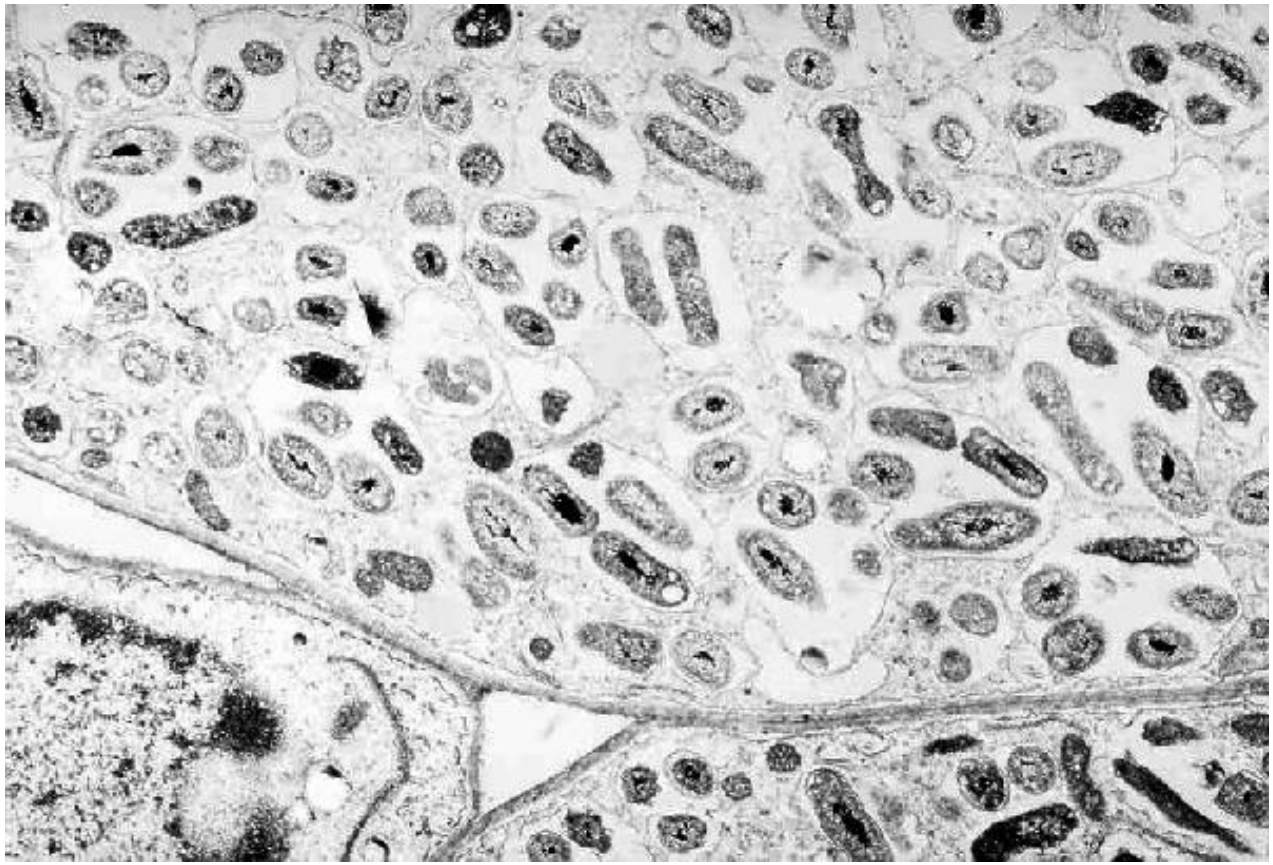
- **Leghemoglobin**- v hlízkách bakterií rodu *Rhizobium* má pyrolovou povahu a obsahuje Fe

Červená barva infikovaného regionu je dána přítomností proteinu poutajícího kyslík, leghemoglobinu.





Mikrofotografie infikované buňky skenovacím elektronovým mikroskopem. Tyčinkovité struktury patří mikrosymbiontické bakterii *Bradyrhizobium japonicum*. V jedné infikované buňce může být až 20.000 jednotlivých bakteroidů!



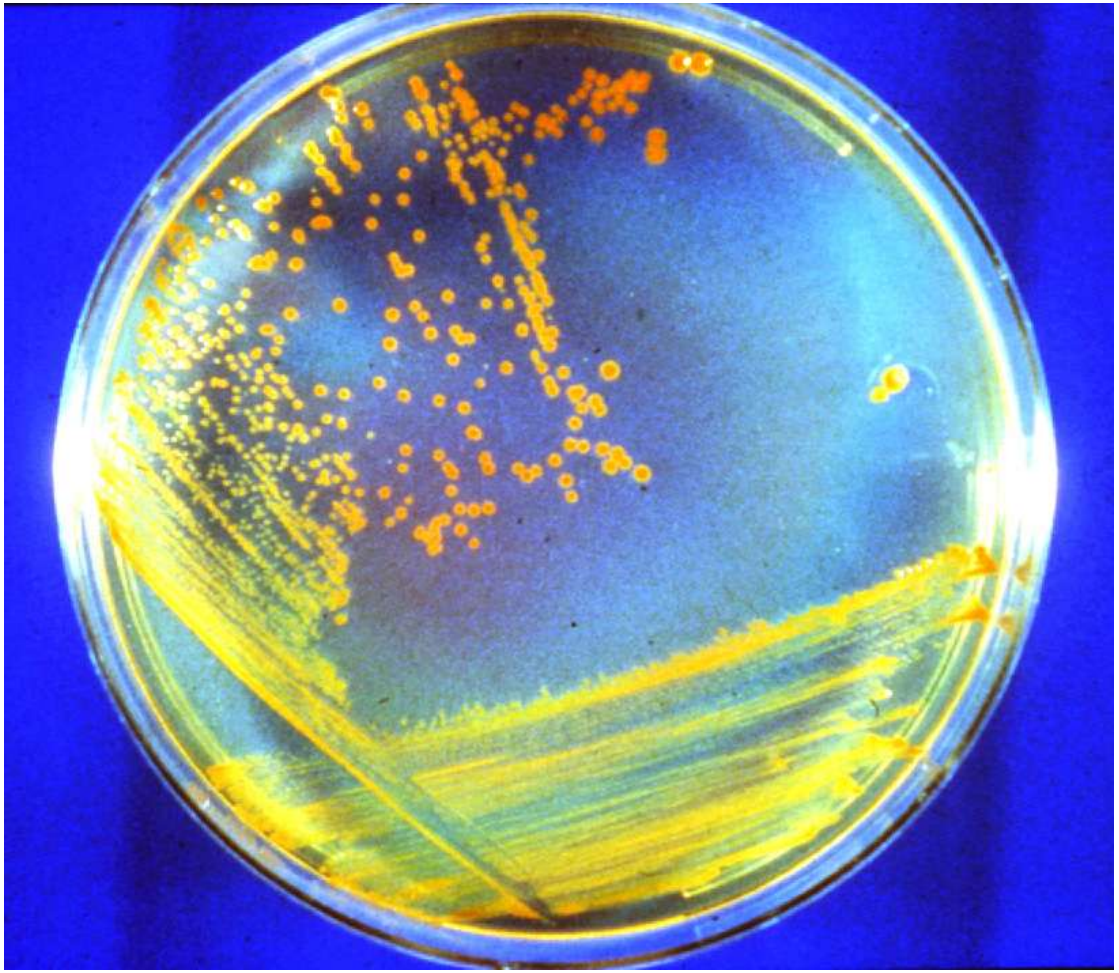
Transmisní elektronová mikrofotografie infikované buňky. Bacteroidy se jeví buď jako tmavší kolečka, nebo jako tyčinky v závislosti na tom, zda byly nařezány příčně nebo podélně. Bacteroidy jsou seskupeny do jednotek po třech až pěti a vytváří symbiosom. Symbiosome je oddělen od cytosolu hostitelské buňky symbiosomovou membránou, která byla odvozena z infekce vlákno. Neinfikovaných buněk je v levém dolním rohu mikrofotografie

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

PIGMENTY

- **Karotenoidy** – (deriváty karotenu) jsou většinou žluté, oranžové až červené pigmenty, mnohé se nacházejí v buňkách fototrofních bakterií; běžně se vyskytují v bakteriích rodu *Micrococcus, Staphylococcus, Mycobacterium* a *Nocardia*, v kvasinkách rodů *Rhodotorula, Rhodosporidium* a *Cryptococcus*

- tvoří se na světle, jehož účinným akceptorem je flavin, nebo flavoprotein schopný fotooxidace – tvorba karotenoidů se vysvětluje jako ochrana proti škodlivému vlivu slunečního záření



D. radiodurans rostoucí na živném agaru. Oranžová barva je způsobena karotenoidovými pigmenty. Díky tomu je schopen snášet velmi nízké pH, vysoké a nízké teploty, a dokonce i dávky záření.

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

- **Antokyany** jsou červené a modré pigmenty s vlastnostmi přirozených indikátorů měnících se obvykle podle pH prostředí, producenty jsou druhy rodu *Streptomyces*

- **Melaniny** jsou většinou hnědé až černé pigmenty komplexní povahy s vysokou molekulovou hmotností, melaniny často tvoří plísně, některé aktinomycety, *Azotobacter chroococcum* a jiní

- Funkce pigmentů v buňce:
- katalytické, nebo se účastní na mechanizmu přeměny světelné energie na chemickou, příp. ochranný význam

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

VITAMÍNY

- Zařazují se mezi růstové faktory, t.j. látky, které mají zpravidla **funkci prekurzorů biosyntézy** makromolekulárních sloučenin anebo koenzymů nezbytných pro růst a vývin buňky

- Mikroorganizmy, které neumějí syntetizovat jeden nebo více růstových faktorů, se nazývají **auxotrofní**

- Na rozdíl od nich **prototrofní** mikroorganismy mohou syntetizovat nezbytné růstové faktory z jednodušších složek

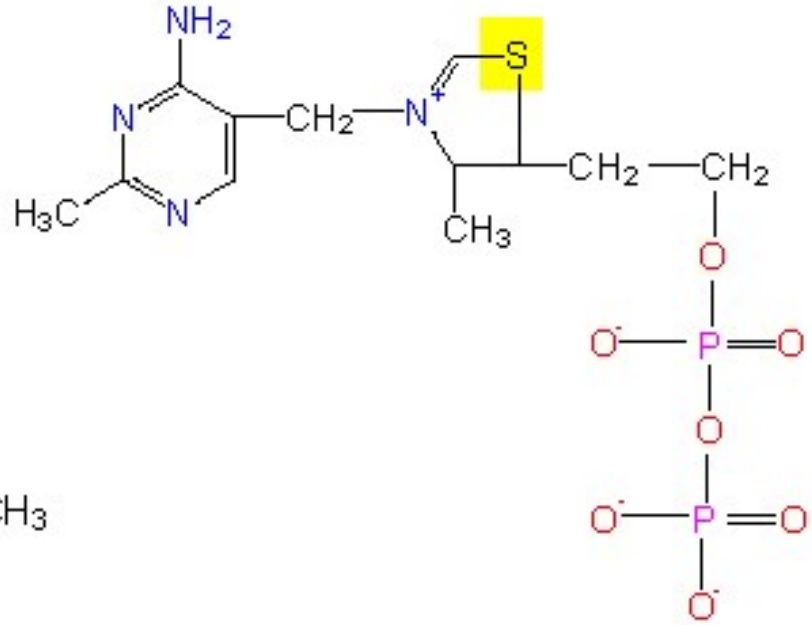
Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

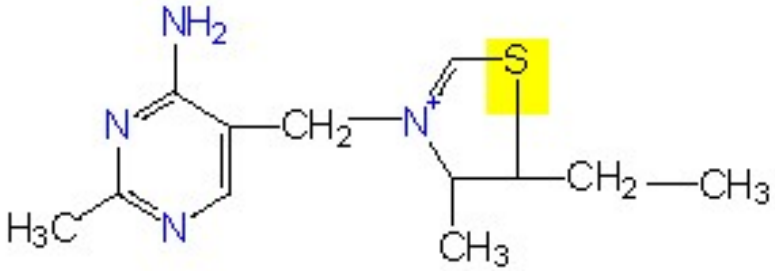
- Na vitamíny, zejména skupiny B, jsou odkázané např. laktobakterie, propionové bakterie, stafylokoky, streptokoky, klostridie,

- Producenti vitamínů, převážně skupiny B, jsou různé sporulující bakterie, azotobakter, symbiotické hlízkové bakterie, různé aktinomycety a mikromycety

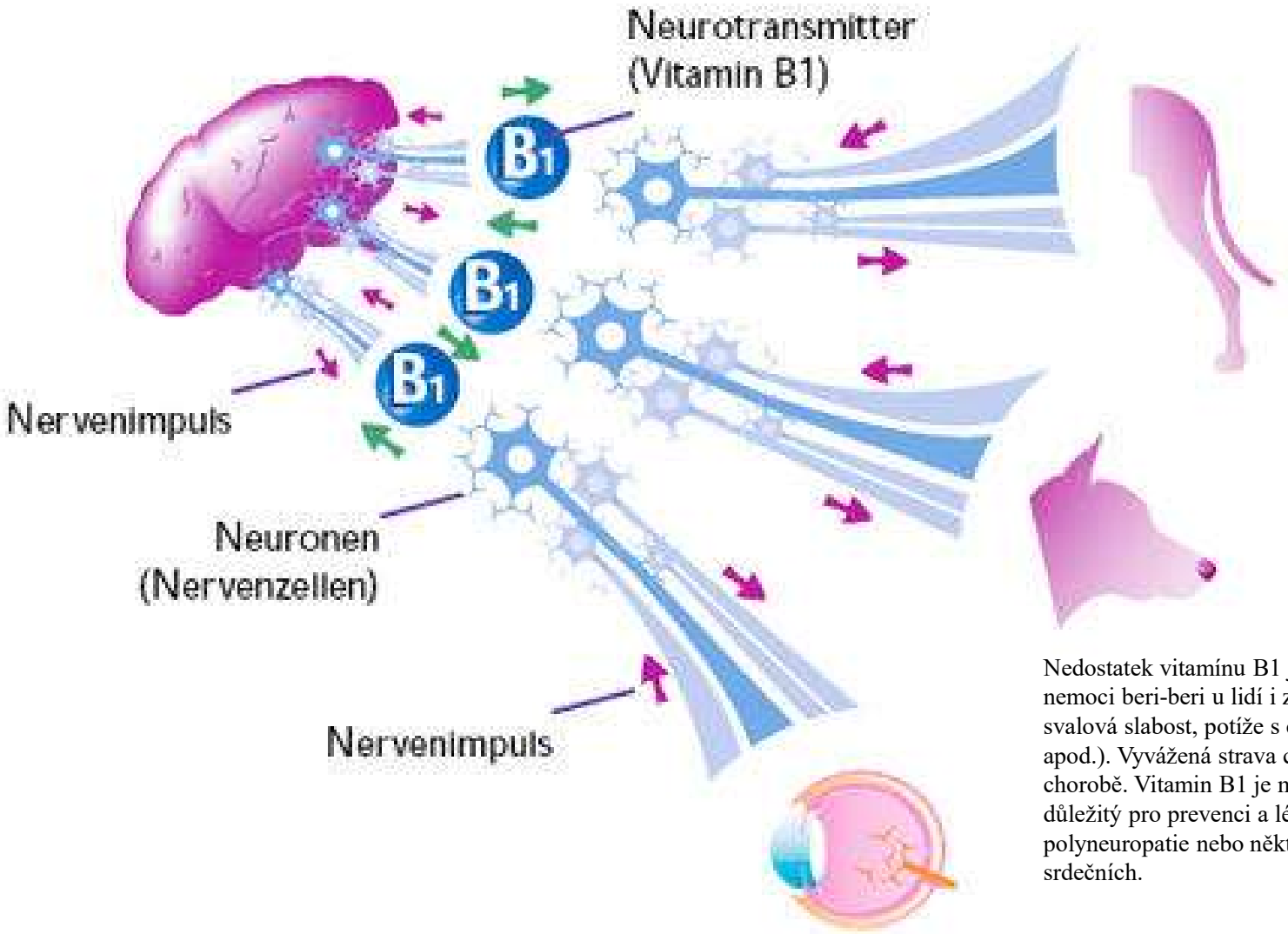
- Významnými producenty B – vitaminů jsou kvasinky, zejména pekařské *Saccharomyces cerevisiae*, tyto kvasinky mohou obsahovat až 2,2 % volného thiaminu (vitamínu B_1), sušené až 30% a hydrolyzované až 85 %

thiamine and
thiamine pyrophosphate





Vitamin B1, Anti- Polyneuritis Vitamin,(Aneurin)

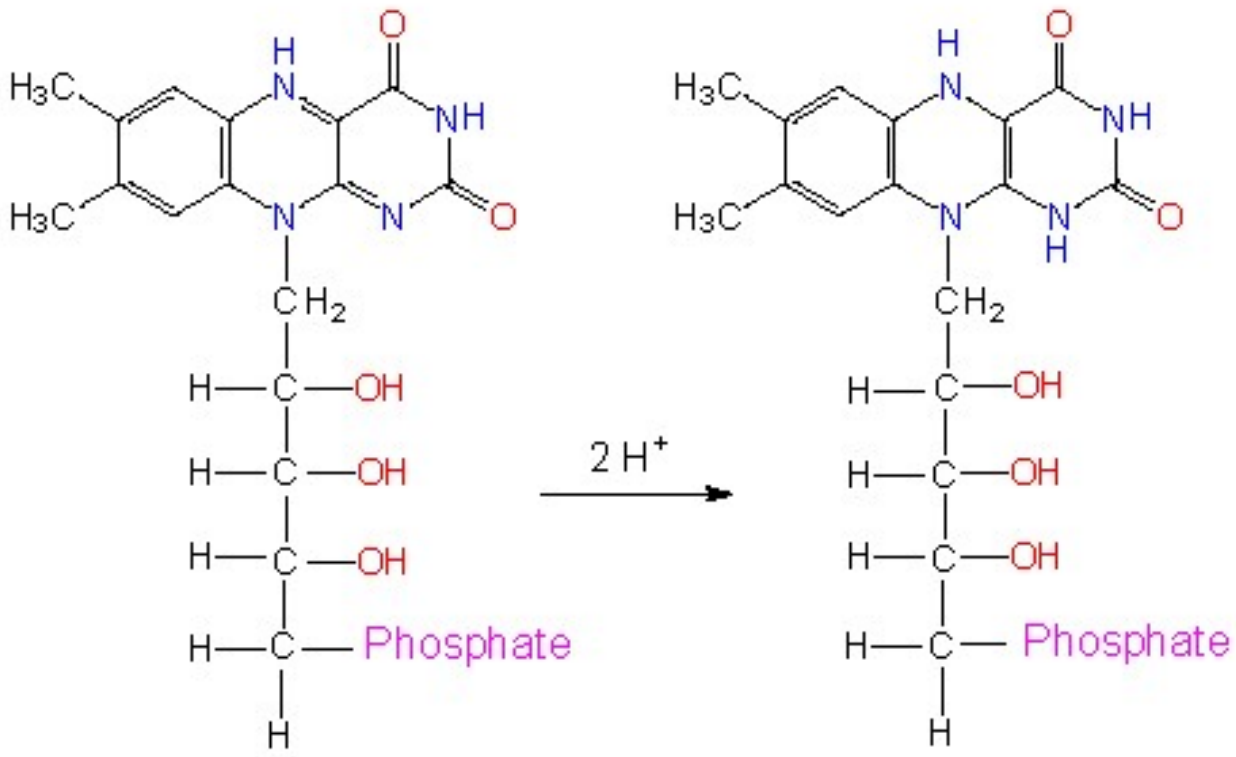


Nedostatek vitamínu B1 je příčinou nemoci beri-beri u lidí i zvířat (únava, svalová slabost, potíže s chůzí, vidění apod.). Vyvážená strava chrání proti této chorobě. Vitamin B1 je mimo jiné důležitý pro prevenci a léčbu nemocí polyneuropatie nebo některých srdečních.

Prvkové a látkové složení buněk mikrobů

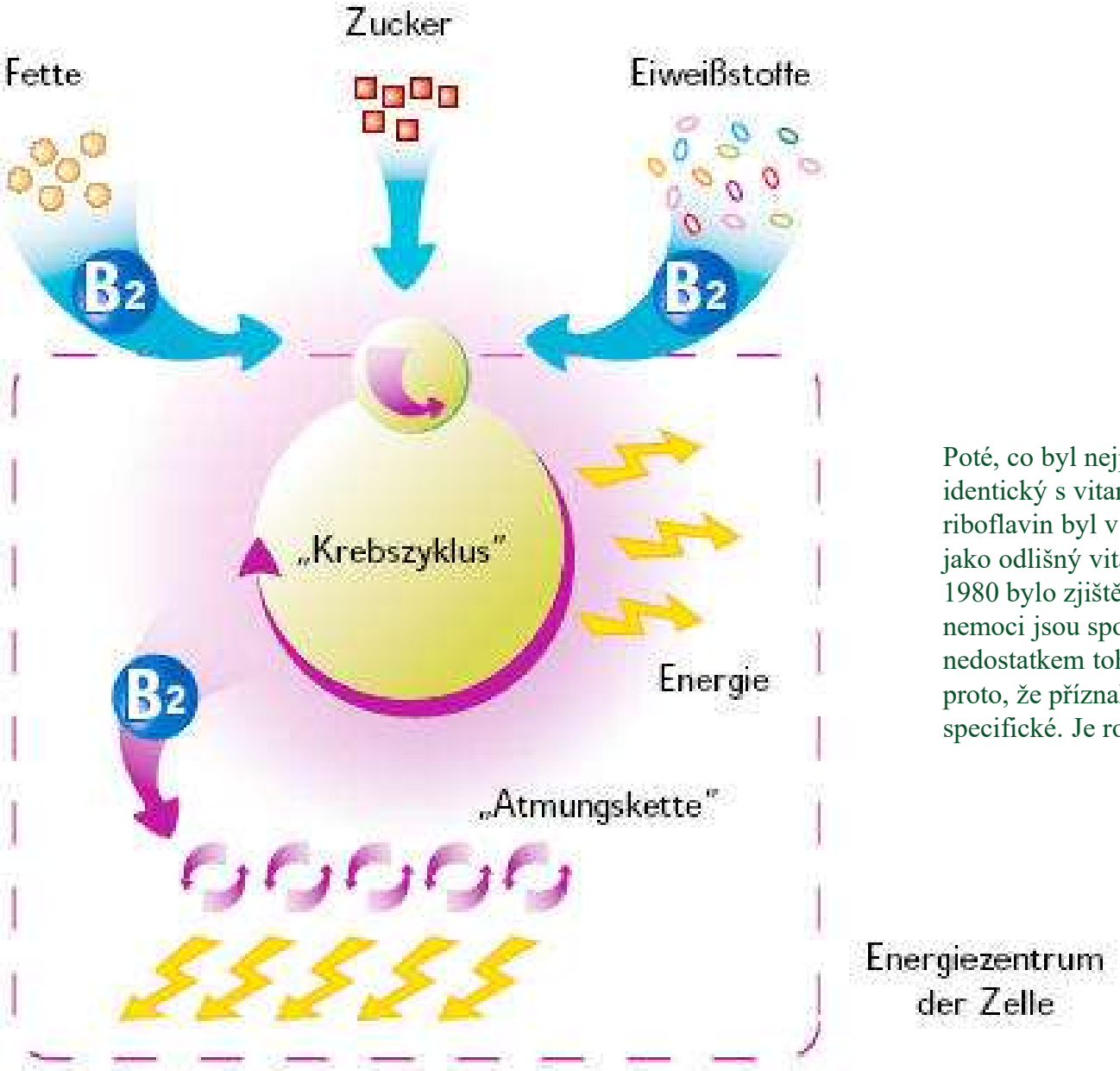
- Kvasinky obsahují zpravidla 4 – 8 % riboflavinu (vitamínu B_2), 11% niacinu (vitamínu B_5)

- Intestinální mikroflóra zejména přežvýkavců produkuje významný vitamín B_{12}, průmyslově se získává pro farmaceutické účely z kultur aktinomycet *Streptomyces griseus*



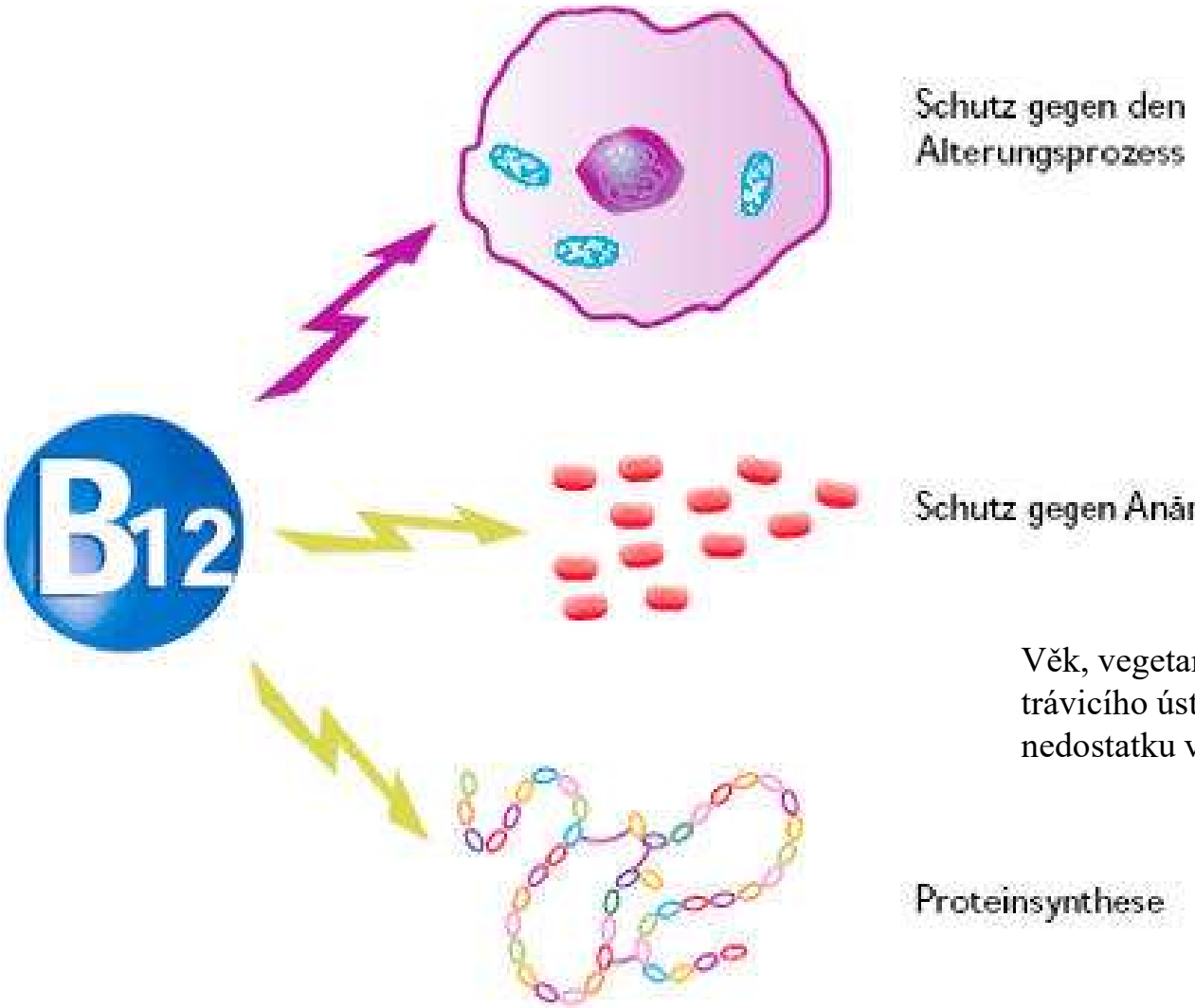
Riboflavin (vitamin B_2) v oxidovaném a redukovaném stavu

Nedostatek vede ke změnám v kůži a k poruchám vidění.Vitamin B_2 přispívá zejména k vitalitě kůže a vlasů.



Poté, co byl nejprve považován za identický s vitamínem B1, riboflavin byl v roce 1937 popsán jako odlišný vitamín. Teprve v roce 1980 bylo zjištěno, že některé nemoci jsou spojené právě s nedostatkem tohoto vitamínu a to proto, že příznaky nejsou specifické. Je rozpustný ve vodě.

Vitamin B12 (auch: Cyanocobalamin)



Věk, vegetariánské diety a nemoci trávicího ústrojí jsou na vině nedostatku vitamínu B12.

Růstové faktory:

B_1 - prekurzor TPP, koenzym dekarboxylázy

B_2 - prekurzor flavoproteinu

B_3 - prekurzor koenzymu A

B_4 - donor metylových skupin

B_5 - složka pyrimidinových nukleotidů

B_6 - koenzym transaminázy

B_7 - účast při karboxylaci

C - regulace redox potenciálu, transport elektronů

Kontrolní otázky

- Cytochemie mikroorganismů
- **Primární biogenní prvky**
- **Sekundární biogenní prvky a mikroelementy**
- Sušina, popel, volné plyny u MO
- Poměr C a N u virů, baktérií, mikromycet
- **Bílkoviny, proteosyntéza**
- **Nukleové kyseliny**
- **Sacharidy, celulóza**
- **Lipidy**
- Bakteriochlorofyl, karotenoidy
- Leghemoglobin, melaniny
- *Deinococcus radiodurans*
- Vitamíny, vitamín B1
- Vitamíny B2, B12