

3. METODIKA

Na základě shromážděné literatury k tématickému celku Buňka byla provedena analýza jednotlivých učebnic používaných k výuce biologie na gymnáziu a navrženy změny, ke kterým by mělo dojít (viz 2.1.).

Prostřednictvím získaných poznatků ze středoškolských učebnic, osnov stávajícího vzdělávacího programu a návrhu RVP GV jsou sestaveny návrhy výuky tématu Prokaryontní buňky a výukové materiály týkající se učiva o prokaryontní i eukaryontní buňce.

Součástí výsledků diplomové práce je návrh 75 otázek pro sestavení didaktického testu (viz 4.1.1.), jehož náplň tvoří položky otevřené i uzavřené, týkající se problematiky prokaryontních a eukaryontních organismů. Dichotomické položky jsou zde zastoupeny počtem 25 různých tvrzení, se kterými musí student dle jejich pravdivosti souhlasit či naopak nesouhlasit. Zbývající položky jsou vypracovány formou otázek s mnohonásobnou volbou, jejichž řešením je vždy pouze jedna správná odpověď. V tomto oddílu jsou uvedeny také položky, které student doplňuje písemnou formou a v neposlední řadě jsou v didaktickém testu zastoupeny i položky psané formou souvislého textu, ve kterém musí student nalézt chybná vyjádření a nahradit je správnými.

Součástí této diplomové práce je návrh 46 úkolů pro sestavení pracovních listů (viz 4.6.2.), zaměřený na tematiku prokaryontních a eukaryontních organismů. Soubor těchto návrhů obsahuje úkoly zaměřené na doplňování správných pojmů, přiřazování pojmů, přeskládání jednotlivých písmen s cílem vytvořit smysluplný pojem týkající se buněčné tematiky. Do tohoto oddílu je zařazeno i několik křížovek, šifrovací tabulka, rébusy a osmisměrky, v nichž student vyhledává pojmy, které souvisí s tematikou prokaryontní a eukaryontní buňky.

Dále jsou zhotoveny 4 nákresy (Prokaryontní buňka, Buňka sinice, Eukaryontní buňka, Mitochondrie) na průsvitky. Při kreslení jednotlivých transparentů byly použity barevné zvýrazňovače. Nákresy jsou opatřeny názvem a popisy jednotlivých částí. Tyto průsvitky je možné překopírovat na průhledné fólie a použít je pro zpětnou projekci. Součástí tohoto oddílu jsou také nákresy, které byly zhotoveny technikou překopírování z předem připravených předloh, jež vznikly úpravou a nalepením jednotlivých vystříhaných obrázků. Nákresy zachycují tematiku buňky prokaryontní, ale též buňky rostlinné a živočišné.

Pro zpracování obrazového materiálu byly použity kresby z následující literatury :

Beneš K., 2000 : Úvod do biologie buňky

Černohorský Z., 1967 : Základy rostlinné morfologie

Dostál P. a kol., 1994 : Kapitoly z obecné biologie

Jelínek J., Zicháček V., 1996 : Biologie pro střední školy gymnazijního typu

Kincl L. a kol., 1993 : Biologie rostlin

Kubát K. a kol., 1998 : Botanika

Kubišta V., 1992 : Obecná biologie

Lenochová M. a kol., 1984 : Biologie pro 1. ročník gymnázia

Papáček M. a kol., 1994 : Zoologie

Rosypal S. a kol., 1994 : Přehled biologie

Na základě poznatků a informací z prostudované středoškolské a vysokoškolské literatury byl vypracován návrh pro tvorbu výkladového textu (viz 4.2.), který lze využít při výkladu učiva o prokaryontní buňce na gymnáziu (Vědní disciplíny; Objev bakterií; Výživa bakterií; Výskyt bakterií; Funkční části bakteriální buňky; Tvary bakterií; Rozmnožování bakterií; Bakteriální onemocnění; Význam a využití bakterií; Zneškodňování bakterií).

Součástí přílohy této diplomové práce je soubor kopií snímků z elektronového mikroskopu. Snímky jsou opatřeny názvem a popisem. Sada těchto fotografií byla zhotovena technikou překopírování z připravených předloh, jež prošly úpravou, aby se daly využít ke zhotovení hry puzzle (viz příloha č. 4 – č. 13). Jednotlivé snímky jsou rozstříhány na několik dílčích částí, což poslouží studentům po jejich správném poskládání jako vhodný prostředek pro utváření správné představy o prokaryontní buňce, rostlinné buňce a buněčných organelách (Vakuola, Mitochondrie, Chloroplast, Golgiho aparát, Drsné endoplasmatické retikulum, Jádro).

Soubor elektronmikroskopických snímků byl pořízen z následující literatury :

Černohorský Z., 1967 : Základy rostlinné morfologie

Rosypal S. a kol., 1994 : Přehled biologie

Do diplomové práce je zařazeno 5 návrhů na praktická cvičení (viz 4.5.), jež se vyznačují svou časovou nenáročností, dostupností materiálu a jednoduchou metodikou, takže pro studenty je daná činnost snadno zvládnutelná. V souvislosti s těmito náměty (Buňky z pokožky cibule, Plastidy v rostlinných buňkách, Chromoplasty v mrkvi, Vakuoly rostlinných buněk, Buněčné inkluze – škrobová zrna) byly vypracovány ke každému cvičení návrhy na laboratorní protokoly, jež jsou uvedeny v příloze (viz příloha č. 16 – č. 20).

V příloze je zařazen i námět na didaktickou hru, jejímž cílem je zopakování odborných pojmů. Hra je tvořena sérií lístečků s písmeny, ze kterých správným složením vznikne pojem týkající se problematiky prokaryontní a eukaryontní buňky (viz příloha č. 14 – č. 15).

V praxi byly zrealizovány dvě vyučovací hodiny na téma Prokaryontní organismy (bakterie, sinice). Výuka proběhla počátkem září 2005 v 1. ročníku gymnázia J. V. Jirsíka v Českých Budějovicích. Rozbor vyučovacích hodin je uveden v Závěru.

4. VÝSLEDKY

4.1. Didaktický test

Didaktické testy patří mezi vhodné prostředky pro zjišťování vědomostí studentů za určitý časový úsek školní výuky. Při sestavování didaktických testů je vhodné postupovat od otázek jednoduchých k otázkám složitějšího charakteru. Konkrétní otázky a úkoly mohou mít charakter – doplňovací, přiřazovací, porovnávací, vyřazovací či výběrový. Do didaktického testu je možné zařadit i popis schématu či jeho nákres. Významnou vlastností didaktického testu je objektivita.

V této diplomové práci není vypracován klasický model didaktického testu, ale je zde uveden soubor 75 možných otázek, které by učitel při výuce mohl využít. Soubor těchto otázek může učiteli posloužit jako vhodný prostředek při ústním, ale i písemném zkoušení studentů, jež následuje po probrání určitého tématického celku. Jednotlivé otázky je možné pokládat i během orientačního zkoušení, které umožní učiteli zjistit míru osvojených znalostí studentů.

V souboru jsou obsaženy položky otevřené i položky uzavřené. Oba typy těchto položek se týkají problematiky prokaryontních a eukaryontních organismů. Konkrétně položky druhého typu zde zastupuje 25 různých tvrzení, s nimiž má student dle jejich pravdivosti souhlasit či nesouhlasit. Jedná se o položky dichotomické.

Vedle položek dichotomických jsou zde navrženy položky s mnohonásobnou volbou, jejichž řešením je vždy pouze jedna správná odpověď.

V didaktickém testu jsou dále vypracovány položky otevřené, na které musí student odpovědět písemnou formou a jsou zde uvedeny také položky psané formou souvislého textu, ve kterém musí student nalézt chybná vyjádření a nahradit je správnými.

4.1.1. Návrh otázek pro sestavení didaktického testu

I. Zvolte správnou variantu : ano – ne (PROKARYONTA, EUKARYONTA)

- 1) Základními stavebními jednotkami bílkovin jsou aminokyseliny
- 2) Enzymy jsou bílkoviny
- 3) Adenin se v nukleových kyselinách páruje s cytosinem
- 4) Škrob je stavební polysacharid
- 5) Tuky jsou estery vyšších mastných kyselin s glukosou
- 6) Mitochondrie jsou ohraničené jednovrstevnou membránou
- 7) Na thylakoidech dochází k fotosyntéze
- 8) Vakuoly nejsou semiautonomní orgány
- 9) Plasmidy jsou pro buňku zcela nepostradatelné
- 10) Ribosomy mohou nasedat na endoplasmatické retikulum
- 11) U prokaryontních organismů je vytvořena jaderná membrána
- 12) Mitoza probíhá ve čtyřech fázích – profáze, metafáze, anafáze, biofáze
- 13) Meiozou vznikají somatické buňky
- 14) Lidské somatické buňky mají 23 chromosomů
- 15) Lidská spermie obsahuje v jádře 46 chromosomů
- 16) Buňka přijímá tekuté látky z okolí fagocytozou
- 17) Endocytoza znamená výdej látek buňkou
- 18) V izotonickém prostředí se buňka nemění
- 19) V hypertonickém prostředí proniká voda do buňky
- 20) Exocytoza znamená příjem látek buňkou
- 21) Gamety nejsou zralé pohlavní buňky
- 22) V průběhu meiozy se zdvojuje počet chromosomů
- 23) V průběhu meiozy dochází k tzv. crossing – overu
- 24) Cytokineze je pojem pro rozdělení buňky
- 25) Onkogeny zabraňují vzniku zhoubných nádorů

**II. Zvolte správnou variantu, doplňte vynechaná slova, opravte chybu (y) v textu
(PROKARYONTA, EUKARYONTA)**

1) Prokaryonta jsou :

- a) nebuněčné organismy
- b) mnohobuněčné organismy
- c) jednobuněčné organismy

2) Mezi prokaryonta patří :

- a) bakterie a sinice
- b) bakterie, sinice a houby
- c) sinice, rostliny a živočichové

3) Prokaryontní buňka je :

- a) stejně velká jako eukaryontní
- b) větší než eukaryontní
- c) menší než eukaryontní

4) Jaderná membrána prokaryont :

- a) není vytvořena
- b) je dvoustevná
- c) je jednovrstevná

5) Prokaryontní buňka je ohraničena :

6) Buněčná stěna prokaryont :

- a) zajišťuje ochranu a pevnost
- b) obsahuje převážně celulosu
- c) obsahuje převážně glykogen

7) Peptidoglykan je hlavní součástí :

- a) plasmidu
- b) buněčné stěny
- c) cytoplasmy

8) Ribosom se skládá ze : podjednotek.

9) Bičík umožňuje bakteriím :

10) Anaerobní bakterie :

- a) nepotřebují kyslík
- b) neexistují
- c) potřebují kyslík

11) Bakteriální bičík je ukotven :

- a) v buněčné stěně
- b) v pouzdru
- c) v cytoplasmatické membráně

12) Mezi zásobní látky prokaryont patří :

- a) celulóza a glykogen
- b) celulóza a volutin
- c) glykogen a volutin

13) U prokaryont nenajdeme :

- a) mitochondrie a endoplasmatické retikulum
- b) plasmidy a ribosomy
- c) bičíky a fimbrie

14) jsou krátká vlákna, která slouží k přichycení na povrch jiných buněk

15) Cytoplasmatická membrána je tvořena trojitou vrstvou fosfolipidů a makromolekulami bílkovin

16) Plasmidy :

- a) obsahují doplňkovou genetickou informaci
- b) jsou pro buňku nezbytné
- c) nemohou pronikat mimo buňku

17) Mezi bakteriální onemocnění patří :

- a) angína a chřipka
- b) angína a salmonelóza
- c) chřipka a salmonelóza

18) *Escherichia coli* se vyskytuje :

- a) v ústní dutině
- b) v žaludku
- c) v tlustém střevě

19) Sinice obsahují :

- a) pouze chlorofyl b
- b) pouze chlorofyl a
- c) chlorofyl a i chlorofyl b

20) Metabolismus prokaryontní buňky je pomalejší, než metabolismus eukaryontní buňky.

21) Eukaryonta jsou :

- a) jednobuněčné organismy
- b) mnohobuněčné organismy
- c) nebuněčné organismy

22) Mezi eukaryonta patří :

- a) houby, rostliny a živočichové
- b) bakterie, sinice a řasy
- c) houby, rostliny, bakterie a sinice

23) Jádro eukaryontní buňky ohraničuje :

- a) jednoduchá membrána
- b) tonoplast
- c) dvojité membrána

24) Jádru může obsahovat :

- a) maximálně jedno jadérko
- b) jedno i více jadérek
- c) maximálně dvě jadérka

25) Endoplasmatické retikulum s navázanými ribosomy se nazývá :

26) Mezi semiautonomní organely patří :

- a) mitochondrie a ribosomy
- b) plastidy a endoplasmatické retikulum
- c) mitochondrie a plastidy

27) Mimo buněčné jádro je DNA přítomna :

- a) v mitochondriích a ribosomech
- b) v plastidech a ribosomech
- c) v mitochondriích a plastidech

28) Rozlišujeme tři typy plastidů :, a

29) Chloroplasty nepatří k semiautonomním organelám. Mají vlastní molekulu DNA a proteosyntetický aparát. Jsou místem pro respiraci. Základ chloroplastu tvoří stroma obklopené jednou membránou.

30) Rozlišujeme endoplasmatické retikulum a Pro endoplasmatické retikulum je charakteristické, že na jeho vnější stranu nasedají ribosomy.

31) Stěna vakuoly se označuje jako :

- a) chromoplast
- b) tonoplast
- c) leukoplast

32) Hlavním fotosyntetickým barvivem je :

33) Buněčná stěna je součástí :

- a) chloroplastu
- b) cytoplasmy
- c) vakuoly

34) Mitochondrie jsou organely ohraničené :

- a) dvojitou membránou
- b) matrixem
- c) jednoduchou membránou

35) Jedním z charakteristických znaků rostlinné buňky, kterým se odlišuje od buňky živočišné je přítomnost buněčné stěny. Buněčná stěna je tvořena především fosfolipidy.

36) Na stavbě cytoskeletu (vnitřní kostry buňky) se podílejí dva typy bílkovinných vláken :

a

37) Zásobní látkou rostlinných buněk je (jsou) :

- a) škrob
- b) glykogen
- c) škrob a síra

38) Zásobní látkou živočišných buněk je :

- a) celulóza
- b) volutin
- c) glykogen

39) jsou enzymy, které umožňují buňce rozklad přijatých živin.

40) Tzv. kristy vytváří :

- a) vnější membrána mitochondrie
- b) vnitřní membrána chloroplastu
- c) vnitřní membrána mitochondrie

41) Základní stavební jednotka nukleových kyselin se nazývá :

42) Nukleotid je složen ze tří částí : , a

43) V molekule DNA se vyskytují :

- a) A, G, C, U
- b) A, C, T, U
- c) A, G, T, C

44) Nukleosid je :

- a) sacharid a dusíkatá báze
- b) sacharid a fosfát
- c) dusíkatá báze a fosfát

45) Replikace molekuly DNA znamená :

- a) zdvojení
- b) překlad
- c) přepis

46) Mitoza probíhá ve čtyřech fázích : , , a

47) Chromoplasty jsou místem, kde probíhá fotosyntéza. Při fotosyntéze se z látek organických vytvářejí látky anorganické.

48) Příjem tekutých látek buňkou se nazývá :

- a) fagocytoza
- b) pinocytoza
- c) exocytoza

49) V probíhá buněčné dýchání.

50) Exocytoza znamená :

- a) příjem látek buňkou
- b) výdej výhradně tekutých látek
- c) výdej látek buňkou

4.1.2. Správné odpovědi**I. Zvolte správnou variantu : ano – ne (PROKARYONTA, EUKARYONTA)**

- 1) ano
- 2) ano
- 3) ne
- 4) ne
- 5) ne
- 6) ne
- 7) ano
- 8) ano
- 9) ne
- 10) ano
- 11) ne
- 12) ne
- 13) ne
- 14) ne
- 15) ne
- 16) ne
- 17) ne
- 18) ano
- 19) ne
- 20) ne
- 21) ne
- 22) ano
- 23) ano
- 24) ano
- 25) ne

**II. Zvolte správnou variantu, doplňte vynechaná slova, opravte chybu (y) v textu
(PROKARYONTA, EUKARYONTA)**

- 1) c)
- 2) a)
- 3) c)
- 4) a)
- 5) buněčnou stěnou
- 6) a)
- 7) b)
- 8) dvou
- 9) pohyb
- 10) a)
- 11) c)
- 12) c)
- 13) a)
- 14) Fimbrie
- 15) Cytoplasmatická membrána je tvořena dvojitou vrstvou fosfolipidů a makromolekulami bílkovin.
- 16) a)
- 17) b)
- 18) c)
- 19) b)
- 20) Metabolismus prokaryontní buňky je rychlejší, než metabolismus eukaryontní buňky.
- 21) b)
- 22) a)
- 23) c)
- 24) b)
- 25) drsné
- 26) c)
- 27) c)
- 28) chloroplasty, chromoplasty a leukoplasty
- 29) Chloroplasty patří k semiautonomním organelám. Mají vlastní molekulu DNA a proteosyntetický aparát. Jsou místem pro fotosyntézu. Základ chloroplastu tvoří stroma obklopené dvojitou membránou.
- 30) hladké a drsné. Drsné

- 1) b)
- 2) chlorofyl
- 3) c)
- 4) a)
- 5) Jedním z charakteristických znaků rostlinné buňky, kterým se odlišuje od buňky živočišné je přítomnost buněčné stěny. Buněčná stěna je tvořena především celulosou.
- 6) mikrotubuly a mikrofilamenta
- 7) a)
- 8) c)
- 9) Lyzosomy
- 10) c)
- 1) nukleotid
- 2) sacharidu, dusíkaté báze a fosfátu
- 3) c)
- 4) a)
- 5) a)
- 6) profáze, metafáze, anafáze a telofáze
- 7) Chloroplasty jsou místem, kde probíhá fotosyntéza. Při fotosyntéze se z látek anorganických vytvářejí látky organické.
- 8) b)
- 9) mitochondriích
- 10) c)

4.2. Návrh výkladového textu

Bakterie

Obsah výkladového textu

Vypravíme se na zajímavou exkurzi do světa buněk, do tajemného a krásného mikrosvěta. Nejdříve se dozvíme, jak se nazývá vědní disciplína, která věnuje veškerou svou pozornost tak malým **prokaryontním** organismům, jako jsou bakterie. Následně se seznámíme s osobnostmi, které svými významnými objevy přispěli k hlubšímu poznání onoho již zmíněného mikrosvěta. Osobností, které vnesli důležité poznatky do tohoto oboru, bylo mnoho, ale my se zaměříme pouze na některé z nich. Dále nám nebude nic bránit v tom, abychom se s plným nasazením vydali do světa, jehož obyvateli jsou malinkaté ale velice početné prokaryontní organismy – BAKTERIE. Určitý díl pozornosti budeme věnovat i problematice, která se týká výživy bakterií. Naším zájmem bude, dozvědět se, kde všude se s bakteriemi můžeme setkat. Mnozí z Vás budou možná překvapeni, protože bakterie osidlují i místa, kde by jste je s velkou pravděpodobností neočekávali. Víme, že naše lidské tělo představuje složitý komplex orgánů, které zajišťují všechny životně důležité děje. A stejně tak i bakteriální buňka má své konkrétní strukturní části. Jejich stavba a složení budou stát ve středu naší pozornosti. Až zjistíme na jaké adrese bakterie přebývají a jak vypadají, zaměříme naši pozornost na tvar bakteriálních buněk. Přirozeně nemůžeme opomenout tématiku rozmnožování bakterií. Některé bakterie jsou našimi opravdovými pomocníky, jiné ale považujeme za své úhlavní nepřátele. Bude nás proto zajímat problematika týkající se bakteriálních nemocí a významu bakterií. Dozvíme se i o způsobech, kterými se bakteriální buňky zneškodňují. A nyní, když už víme co nás všechno čeká, můžeme směle vkročit otevřenou bránou do říše záhadného mikrosvěta.

Vědní disciplíny

Vědní disciplína, jejímž předmětem je studium bakteriální buňky, nese název **bakteriologie**. Vědní disciplína **mikrobiologie** se rovněž zabývá bakteriemi, ale mimo bakterií zkoumá například i viry, sinice, řasy nebo kvasinky.

Objev bakterií

Mikrobiologie, jako vědní disciplína, nabyla obrovského významu, a to především díky několika badatelům, kteří se významně podíleli na různých objevech. S některými z nich se nyní seznámíme. První člověk, který pozoroval bakterie se jmenoval **Antoni van Leeuwenhoek**. Pan Leeuwenhoek nebyl žádným profesionálním vědcem, ba naopak, podařilo se mu získat jen základní vzdělání. Pravdou je, že tento holandský obchodník měl dosti náročného koníčka, který spočíval v broušení čoček a zhotovování mikroskopů, prostřednictvím kterých pozoroval vše, co se jen pozorovat dalo. Svá pozorování si nenechával pro sebe, nýbrž je sděloval ve formě dopisů

Anglické královské společnosti. Jeho dopisy obsahují zcela první popis bakterií a mimo to i jejich první vyobrazení. Zde je krátká ukázka citace z jeho dopisu z roku 1676 : „Dne 24. dubna 1676 . . . byly čtyři druhy zvířátek, které plavaly mezi ostatními třemi druhy, neuvěřitelně malé, vskutku tak malé . . . odhaduji, kdyby jich 100 . . . bylo srovnáno za sebou, nedosáhly by délky malého zrnka písku.“ Další významnou osobností na poli mikrobiologie je pan **Carl Linné**, který v roce 1767 zařadil veškeré mikroorganismy do třídy, kterou označil názvem Chaos. V následujícím století, tzn. ve století 19., se dostává na přetřes problematika činnosti a role bakterií v přírodě. Klíčovou postavou v této oblasti byl pan **Luis Pasteur**. Podařilo se mu dokázat, že existence života bez vzduchu je možná. Ale to není vše. Zjistil, že vzdušný kyslík snižuje rychlost fermentace neboli kvašení. Současníkem Luise Pasteura byl další, velice významný mikrobiolog **Robert Koch**. Podařilo se mu prokázat přímý vztah mezi specifickou bakterií a specifickou nemocí. Jako příklad si můžeme uvést tuberkulózu, jejíhož původce *Mycobacterium tuberculosis*, se mu podařilo v roce 1882 identifikovat. Poslední osobností, na kterou zaměříme naši pozornost bude mikrobiolog **Christian Gram**, který přispěl k rozlišení dvou typů bakterií. Jedná se o grampozitivní bakterie, což jsou bakterie, které nelze odbarvit v organickém rozpouštědle a bakterie gramnegativní, které se naopak odbarvují. Grampozitivita či gramnegativita bakterie je vlastností buněčné stěny bakteriální buňky. Existují dva typy buněčné stěny – buněčná stěna gram + a gram – bakterií – u obou je základní složkou peptidoglykan, ale jinak se jejich složení liší. Buněčná stěna grampozitivních bakterií je složena výhradně z peptidoglykanu a teichoových kyselin, je tlustá a neobsahuje lipidy. Naopak buněčná stěna gramnegativních bakterií je velice tenká a lipidy jsou její podstatnou složkou. Grampozitivita a gramnegativita je dána propustností buněčné stěny a obsahem lipidů v buněčné stěně. V případě gramnegativních bakterií je buněčná stěna snadno propustná. V důsledku vymytí lipidů z buněčné stěny organickým rozpouštědlem dochází k odbarvení, zatímco u grampozitivních bakterií je to naopak. Ale odbarvování nebylo jediným rozlišujícím znakem bakterií. Pan Gram si totiž dále všiml, že se bakterie vzájemně liší i v řadě jiných vlastností, ať už se jedná o zmíněnou tloušťku buněčné stěny či rozdílné citlivosti na antibiotikum penicilin.

Výživa bakterií

Z hlediska způsobu výživy patří bakterie mezi organismy, u kterých se setkáváme s **autotrofií** ale i **heterotrofií**. Autotrofní prokaryonta se podle způsobu získávání energie dělí na **fotoautotrofní** bakterie a **chemoautotrofní** bakterie. Fotoautotrofní bakterie získávají energii ze slunečního světla a jako zdroj uhlíku využívají oxid uhličitý. Zdroj vodíku představuje sirovodík neboli sulfan a molekulární vodík. Chemoautotrofní bakterie získávají energii oxidací anorganických látek atmosférickým kyslíkem a jako zdroj uhlíku využívají oxid uhličitý. Zdroj vodíku zajišťuje voda. Heterotrofní prokaryonta se podle způsobu přijímání energie dělí na

fotoheterotrofní bakterie a **chemoheterotrofní** bakterie. Fotoheterotrofní bakterie přijímají energii ze slunečního světla a jako zdroj uhlíku využívají jednoduché organické látky, které jsou zároveň i zdrojem vodíku. Chemoheterotrofní bakterie přijímají energii oxidací organických látek a jako zdroj uhlíku využívají jednoduché organické látky, které slouží i jako zdroj vodíku.

Výskyt bakterií

Bakterie patří mezi jednobuněčné organismy, které jsou na Zemi všudypřítomné. Můžeme se s nimi setkat ve vodě, půdě, vzduchu, ale nevyhnou se jim ani rostlinná či živočišná těla. Ani lidské tělo nepředstavuje pro bakterie zakázané území. Které části lidského těla jsou bakteriemi nejvíce osídleny? Patří mezi ně kůže, a to zejména oblast podpaží a třísel, protože právě v těchto místech jsou pro bakterie vhodné životní podmínky. Je zde teplo, vlhko, ale především jsou zde výměšky kožních žláz, na kterých si bakterie tolik „pochutnávají“. I naše dutina ústní obsahuje velké množství bakteriálních buněk. Důvod je zcela totožný jako tomu bylo v případě kůže. Opět zde panuje teplé a vlhké prostředí a nechybí samozřejmě ani dostatečné množství živin. Na povrchu zubů je tenký film, který není možné odstranit – v něm se vyskytují mimo jiné i mléčné bakterie zkvašující cukry na kyselinu mléčnou, která postupně poškozuje zubní sklovinu, a tím napomáhá vzniku zubního kazu. A co třeba náš nosohltan, průdušky či plíce? I to jsou oblasti, ve kterých sídlí četné množství těchto jednobuněčných organismů. Další významnou krajinou našeho těla, ve které se bakteriím daří více než dobře, je tlusté střevo. Konkrétním představitelem je *Escherichia coli*. Aby jste si učinili představu proč je pro nás tak důležitá, vězte, že dokáže například produkovat vitamíny ze skupiny B, antibiotika nebo některé aminokyseliny. Možná Vás udiví, že tak malé organismy dokáží tak velké věci, ale ještě více se možná budete divit, když uvedu, v jakém množství se kultura této bakterie vyskytuje v našem tlustém střevě. Není to jeden gram, ani deset gramů, je to dokonce až jeden kilogram.

Funkční části bakteriální buňky

Pozornost nyní zaměříme na jednotlivé strukturní části, ze kterých je bakteriální buňka složena. Pro větší přehlednost je všechny nejprve vyjmenujeme a potom si jednu po druhé alespoň stručně charakterizujeme. Jedná se o bakteriální – **chromosom**, **cytosol**, **ribosomy**, **cytoplasmatickou membránu**, **buněčnou stěnu**, **pouzdro**, **fimbrie**, **bičíky**, **zásobní látky** a **glykokalyx**. Tímto výčtem jsme dospěli k deseti strukturním částem, které jsou pro bakteriální buňku nepostradatelné. Bakteriální **chromosom** je tvořen jedinou do kruhu uzavřenou molekulou DNA a vytváří strukturu zvanou nukleoid. Nukleoid je volně uložen v cytosolu a není od okolní cytoplasmy oddělen dvojitou membránou, jako je tomu v případě eukaryont, u prokaryontní buňky nemůžeme tedy hovořit o pravém jádru. Hlavní význam nukleoidu tkví v tom, že je zde uložena genetická informace. Kromě nukleoidu obsahují některé bakterie v cytoplasmě i tzv. plasmidy, což jsou malé, do kruhu uzavřené molekuly DNA. Jsou

nositelkami doplňkové genetické informace, která není pro buňku ale nezbytná. Své významné uplatnění si našly na poli genového inženýrství. **Cytosol** představuje vodný roztok, který vyplňuje vnitřní prostor buňky. Složení tohoto roztoku je velice pestré, například obsahuje proteiny či splodiny metabolismu. **Ribosomy** jsou tělíska složená ze dvou nesteréjně velkých částí, přičemž obě tyto části – podjednotky – obsahují r RNA a proteiny. Ribosomy hrají nezastupitelnou roli při syntéze proteinů. Na povrchu bakteriální buňky je umístěna **cytoplasmatická membrána**, která je tvořena dvojitou vrstvou fosfolipidů a makromolekulami proteinů. Někdy může dojít k tomu, že membrána vytváří vychlípeniny, které se odborně nazývají mezosomy. Jejich funkce není zatím známa, ale pravděpodobně reprezentují centrum pro řadu enzymů. Svou důležitou roli hraje cytoplasmatická membrána při izolaci prostředí vnitřního od prostředí vnějšího. Cytoplasmatická membrána je zcela nepropustná pro polární sloučeniny, jako jsou proteiny, základní živiny, ATP atd. Za nepropustnost je zodpovědná vnitřní část membrány, která je tvořena mastnými kyselinami. Buňka ale musí vyměňovat látky s prostředím, například získávat živiny. To zajišťují bílkovinné přenašeče, které jsou umístěny ve fosfolipidové vrstvě a vytvářejí kanály pro průchod určitých látek. Kanály mohou být značně specifické a propouštět pouze určité látky. Získávání živin se děje formou aktivního transportu, který vyžaduje určité vynaložení energie. V cytoplasmatické membráně je umístěn i dýchací řetězec nebo též enzymová soustava. Jediný pevný útvar v bakteriální buňce představuje **buněčná stěna**. Až na malé výjimky ji nalezneme u všech bakterií. Hlavní složkou buněčné stěny prokaryont je murein nebo pseudomurein. Murein je peptidoglykan obsahující kyselinu muramovou. Pseudomurein je peptidoglykan, který kyselinu muramovou neobsahuje. Buněčná stěna zajišťuje bakteriím řadu významných funkcí. Buněčná stěna funguje jako jakýsi „bodyguard“, protože zajišťuje bakteriální buňce ochranu před vlivy vnějšího prostředí. Ale to není zdaleka vše. Uděluje bakteriální buňce tvar a jelikož není nepropustná, umožňuje vstup a výstup některých molekul do buňky a z buňky. U některých bakterií můžeme zaregistrovat přítomnost **pouzdra**, které je umístěno nad buněčnou stěnou. Někdy se také hovoří o slizové vrstvě či slizovém obalu. Pouzdro se vyznačuje rozmanitým chemickým složením. V pouzdře jsou zastoupeny proteiny, celulóza a řada dalších chemických látek. Zajišťuje bakteriím především ochranu a odolnost vůči vlivům okolního prostředí. **Fimbrie** jsou poměrně krátká, dutá, jemná vlákna, která trčí všemi směry ven z povrchu bakteriální buňky. Jejich význam spočívá v přichycení bakterie k povrchu jiných buněk. Jako tomu bylo v případě pouzdra, i tady platí, že fimbriemi nemusí být vybavena každá bakteriální buňka. Ani v případě **bičků** neplatí, že jsou jimi opatřeny všechny bakteriální buňky. Bičky představují mnohonásobně delší vlákna než samotné bakterie. Bakteriální buňka může být vybavena různým počtem těchto dlouhých bílkovinných vláken, ukotvených v cytoplasmě, a to pomocí dvou destiček. Jedna z destiček plní

funkci statoru, zatímco druhá představuje rotor. Zjednodušeně řečeno, rotor se otáčí kolem statoru, a tím zajišťuje spirálovitý pohyb bičíku. Z toho vyplývá, že bičík, popřípadě bičíky, plní funkci pohybového aparátu. Bakterie potřebují ke svému životu vhodný zdroj energie. Tu pro ně představuje **glykogen**, ale i **kyselina poly – beta – hydroxymáselná**, **volutin** či **síra**. Některé bakterie mohou mít na svém povrchu plst'ovitý obal, zvaný **glykokalyx**. Na jeho stavbě se podílejí polysacharidová vlákna, která umožňují bakteriím přichycení k povrchu. Tím povrchem mohou být i naše zuby. Bakterie na nich vytvářejí svými glykokalyxy jakýsi tenký film, který není možné odstranit. Zde pak zkvašují cukry na kyselinu mléčnou, a tím napomáhají vzniku, tolik obávaného, zubního kazu.

Tvary bakterií

Když se rozhlédneme kolem sebe, můžeme si povšimnout, že někteří lidé jsou vysocí, jiní naopak dosahují spíše malého vzrůstu, že někteří lidé mají korpulentní postavy, jiní mohou být štíhlí jako proutek. Co má tato charakteristika lidské populace společného s bakteriemi? I bakterie se totiž odlišují, stejně jako lidé. Podle tvaru bakteriální buňky je můžeme rozdělit do několika kategorií. První skupinou jsou **kulovité** bakterie, kam se řadí koky, diplokoky, streptokoky, stafylokoky. Kulovitý tvar buňky mají koky a diplokoky. Kulovité buňky uspořádané do řetízků jsou streptokoky. Koky seskupené do hrozu jsou stafylokoky. Druhou skupinu tvoří **tyčinkovité** bakterie, kam se řadí například bacily. Některé bakterie vytvářejí za určitých podmínek spory. Jedná se konkrétně o endospory, protože se tvoří uvnitř buněk vlivem nepříznivých podmínek vnějšího prostředí. Endospory bývají uloženy uprostřed nebo na koncích buněk tyčinkovitého tvaru. Místo, kde je endospora uložena, se obvykle rozšíří. Tyto buňky se označují jako klostridie. Bacily patří mezi buňky tyčinkovitého tvaru, u kterých se ale místo kolem endospory nerozšiřuje. Třetím typem jsou **zakřivené** bakterie, jejichž typickými představiteli jsou rohlíkovitě zakřivená tyčinkovitá vibria, lehce zvlněné tyčinky spirily a tyčinky šroubovitěho tvaru spirochety. **Větvící se** bakterie jsou další kategorií, do které se řadí například aktinomycety či mykobakterie. Poslední skupinou jsou bakterie **bičíkaté**, které nemusejí být opatřeny pouze jediným bičíkem, ale mohou mít bičíků i několik. Zástupcem této skupiny je například *Escherichia coli*.

Rozmnožování bakterií

Pro bakterie obecně platí, že typickým způsobem rozmnožování je **příčné dělení**, kdy se molekula DNA zdvojí. Čímž vzniknou dva identické chromosomy. Mezitím roste buňka do délky a vzniklé dceřiné chromosomy se od sebe postupně oddalují. Uprostřed mateřské buňky se vytvoří přehrádka, tvořena plasmatickou membránou a buněčnou stěnou. Následně se buňka rozdělí na dvě buňky dceřiné.

Bakteriální onemocnění

Ještě předtím než se zaměříme na jednotlivá onemocnění vyvolaná bakteriemi, vysvětlíme si několik základních pojmů, které s nemocemi úzce souvisejí. **Bakteriologie** je vědní disciplína, která se zabývá studiem a významem bakterií. **Virolgie** je vědní obor, který se zabývá studiem a výzkumem virů. **Infekce** je vstup a pomnožení původce onemocnění v organismu. **Bacilonosič** představuje organismus, který je nositelem onemocnění. Místo, kudy původce onemocnění proniká do organismu se nazývá **vstupní brána**. **Inkubační doba** je časový interval od vstupu původce onemocnění k prvním příznakům nemoci. **Přímý přenos** nákazy se uskutečňuje přímým stykem mezi zdrojem onemocnění a novým hostitelem, například při polibku nebo zvířecím kousnutí. **Nepřímý přenos** se uskutečňuje vodou, půdou, potravinami, vzdušnou cestou, členovci či prostřednictvím předmětů, které mohou být znečištěny močí, výkaly, krví nebo slinami. **Epidemie** je místně ohraničený hromadný výskyt infekční nemoci. **Pandemie** je rozšíření nakažlivé nemoci v širokém rozsahu (v celém světadílu nebo světadílech). Bakterie, které vyvolávají onemocnění u člověka, zvířat a rostlin označujeme pojmem **patogenní bakterie**. Bakteriální onemocnění se nevyhýbají ani rostlinám či živočichům, a proto i jim budeme věnovat určitý díl pozornosti. Většinu z Vás budou zajímat především bakteriální onemocnění typická pro člověka. Původci vstupují do organismu různými cestami. **Alimentární cestou**, což znamená prostřednictvím infikované potravy nebo vody, mohou do našeho organismu vstoupit původci nemocí, jako jsou například úplavice, cholera či břišní tyf. **Vzduchem** se přenáší onemocnění, jako například tuberkulóza, angína nebo spála. S nákazami, které jsou přenášeny vzduchem souvisejí tzv. kapénky. Bakterie se přenáší přímo z nemocných osob, a to jejich hlenem z nosu a hrtanu. Hlen je rozšiřován kapénkami, které vznikají při mluvení, kýchání a kašlání. Kapénky mohou být přenášeny i nepřímo předměty, jako jsou sklenice, přístroje nebo kapesníky, které předtím používal člověk s onemocněním. Domnívám se, že je zbytečné zdůrazňovat, abychom si při kýchání či kašlání dávali před ústa dlaň nebo že je mnohem vhodnější používání papírových kapesníků, nežli látkových, neboť se rychleji zbavíme nebezpečných kapének, které na látkovém kapesníku zasychají, jako tzv. infekční prach. Jeho víření znamená možnost infekce všech, kteří jej vdechují. Původce tetanu vstupuje do našeho organismu dalším odlišným způsobem, a to prostřednictvím **poraněné kůže**. Určitě jste všichni slyšeli o antraxu, který se jinak také nazývá, jako uhlák či sněť slezinná. Původcem tohoto onemocnění, které se vyskytuje ve třech formách, a to kožní, střevní a plicní, je *Bacillus anthracis*. Nejnebezpečnější je forma plicní, která se vyznačuje 100 % úmrtností. Zdrojem nákazy pro člověka je zejména hovězí dobytek a ovce. Dalším onemocněním, které **přenáší zvířata**, je borelióza. Mezi její přenašeče patří například klíště obecné, ale přenášet ji může i některý hmyz. Poslední způsob přenosu je přenos **pohlavním stykem**, kterým se přenáší syfilis a

kapavka. U živočichů, konkrétně třeba u žab, se může vyskytnout onemocnění zvané tuberkulóza žab. U rostlin jsou to nemoci způsobující měkkou hnilobu, vadnutí rostlin, skvrnitost plodů nebo nádory typické zejména pro ovocné stromy.

Význam a využití bakterií

Doposud to až na malé výjimky vypadalo, že bakterie mají pouze své stinné stránky, protože angína či úplavice nikomu z nás život nepříjemní, ba naopak, dovedou nám žití značnou měrou zkomplikovat. Bakterie dokáží činit i dobré skutky. Své nezastupitelné uplatnění si našly při čištění odpadních vod. Účastní se kvasných procesů, výroby acetonu, syntézy některých vitamínů, aminokyselin, antibiotik a svou důležitou úlohu sehrávají i v oblasti genového inženýrství. Bakterie se účastní procesu **mineralizace**, což je rozklad organických látek a dalších složek buněk odumřelých částí organismů na látky anorganické, které jsou živinami pro zelené rostliny. Mineralizace probíhá především v povrchové části půdy, dále ve vodních tocích a v mořích. Velký význam mají i bakterie, které žijí v **symbióze** s býložravými živočichy. Typickými představiteli jsou termiti či přežvýkavci, u nichž bakterie rozkládají celulosu a tím vlastně umožňují využívat i takovou rostlinnou hmotu, která je jinak na živiny velmi chudá. V případě termitů se jedná o dřevo, u přežvýkavců máme na mysli slámu. Většina bakterií se řadí k **saprofytickým** organismům. Saprofytické organismy získávají živiny z odumřelých těl rostlin a živočichů, jsou tudíž posledním článkem potravního řetězce. Jsou to jednoznačně nejvýkonnější **rozkladači – dekompozitoři**, tzn., že provádějí konečné zpracování složitých organických látek na oxid uhličitý, vodu a další anorganické sloučeniny. Bez této záslužné činnosti bakterií by byl zemský povrch jen obrovským hřbitovem odumřelých těl rostlin a živočichů.

Zneškodňování bakterií

Někdy nastanou situace, které vyžadují prostředí bez přítomnosti bakterií. Existují dva způsoby, které umožňují odstranit bakterie z konkrétního předmětu či prostředí. První možností je **sterilizace**, druhou je **dezinfekce**. V případě sterilizace dochází k odstranění veškerých mikroorganismů z požadovaného prostředí, naopak při dezinfekci dochází k odstranění pouze těch bakterií, které nějakým způsobem působí nepříznivě. Ostatní neškodné mikroorganismy mohou v daném prostředí bez povšimnutí setrvávat. Mezi prostředky používané v boji s bakteriemi nalezneme formaldehyd, alkohol, chlor, jod, mýdla nebo rtuť. Je možné využít i účinku vysokých teplot nebo UV záření.

Závěr výkladového textu

Naše exkurze do podivuhodného mikrosvěta bakterií dospěla ke svému konci. Snad Vám alespoň částečně umožnila nahlédnout do života bakteriálních buněk, protože to bylo jejím prvořadým cílem.

Kontrolní otázky a úkoly :

- 1) Jak se nazývá vědní obor, který se zabývá studiem bakterií ?
- 2) Čím se na poli mikrobiologie proslavil Antoni van Leeuwenhoek ?
- 3) Kdo objevil přímé souvislosti mezi bakteriemi a nemocemi, které způsobují ?
- 4) Který druh bakterií osidluje tlusté střevo člověka ?
- 5) Jaký tvar má vibrio ?
- 6) Co je nukleoid a jakou má funkci ?
- 7) Které chemické látky využívají bakterie jako zdroj energie ?
- 8) Kde se v bakteriální buňce nachází peptidoglykan ?
- 9) Vyjmenujte alespoň tři choroby, které způsobují člověku bakterie.
- 10) Jakým způsobem se přenáší onemocnění zvané syfilis ?
- 11) Jmenujte alespoň pět oblastí, kde se využívá pozitivní činnosti bakterií.
- 12) Jakým způsobem se bakterie rozmnožují ?
- 13) Vytkněte základní rozdíl mezi dezinfekcí a sterilizací.
- 14) Jaké je využití formaldehydu a UV záření ?
- 15) Mají bakterie prokaryontní typ buňky ?
- 16) Patří bakterie mezi mnohobuněčné organismy ?
- 17) Jak se nazývají bakterie, které získávají energii prostřednictvím oxidace organických látek ?
- 18) Stručně vysvětlete podstatu procesu mineralizace.
- 19) Vytkněte rozdíl mezi epidemií a pandemií.
- 20) Co se skrývá pod označením patogenní bakterie ?

Zdroj informací :

Jelínek J., Zicháček V., 1996 : Biologie pro střední školy gymnazijního typu.

Nováková A., 2004 : Přednášky – mikrobiologie a virologie.

Rosypal S., 1994 : Bakteriologie a virologie.

4.3. Návrh vyučovacích hodin (prokaryontní organismy)

4.3.1. Vyučovací hodina I.

Téma : Bakterie – stavba bakteriální buňky, tvary bakterií, rozmnožování, výskyt a význam bakteriálních buněk.

Ročník : I. (čtyřleté gymnázium).

Cíle : Umět popsat stavbu bakteriální buňky. Umět charakterizovat složení a funkci jednotlivých strukturních částí bakteriální buňky. Uvědomit si tvarovou rozmanitost bakteriálních buněk. Dokázat vysvětlit podstatu rozmnožování bakterií. Uvědomit si, že bakterie představují nejmenší a nejjednodušší organismy na Zemi ale že i přesto mají pro člověka a přírodu význam obrovského rozsahu. Poukázat na všudypřítomnost a velkou adaptační schopnost bakteriálních buněk.

Typ vyučovací hodiny : Výkladová hodina.

Vyučovací prostředky : Literatura s historickým textem o objevu bakterií (viz str. 56), literatura s obrázky bakterií (Kubišta V., 1992 : Obecná biologie. Dostál P. a kol., 1994 : Kapitoly z obecné biologie. Rosypal S., 1994 : Bakteriologie a virologie.), nákres bakteriální buňky (viz příloha č. 1), nákres tvarů bakteriálních buněk (viz příloha č. 2), nákres způsobu rozmnožování bakterií (viz příloha č. 3).

Vyučovací metody : Výklad s popisem, rozhovor.

Metodický postup : Učivo o bakteriích není zcela jednoduché, neboť bakteriální buňky patří k nejmenším žijícím organismům, z čehož vyplývá, že si studenti nemohou vytvořit bezprostřední názor bez využití mikroskopů s dobrou rozlišovací schopností. Na druhou stranu, význam bakterií pro člověka a přírodu dosahuje takových rozměrů, že učivo o nich nelze v žádném případě opomenout. Obtížnost tohoto tématického celku je do jisté míry eliminována předchozími znalostmi a zkušenostmi studentů, neboť řadu životních projevů bakterií velice dobře znají z praktického denního života. Pravděpodobně se každý student setkal s pojmy, jako je například mléčné kvašení nebo čištění odpadních vod. Je nutné zásadně odlišit pozitivní význam bakterií od významu negativního, přičemž v prvním případě se jedná zejména o zajištění koloběhu látek v přírodě, v případě druhém o choroby vyvolané činností bakterií. Zájem zaměříme i na ekologické vztahy (některé bakterie reprezentují producenty, ale hlavně jsou významnými reducenty a konzumenty). Při výkladu nové látky je nutné klást důraz na vysvětlení nových pojmů – používáme výklad s popisem, který je často prokládán metodou rozhovoru, při němž navazujeme na dosavadní zkušenosti studentů. Přednostně uplatňujeme didaktickou zásadu, která nabádá ke spojení teorie s praxí. Vhodné je zadání domácího úkolu ve formě referátu, prostřednictvím kterého se student učí samostatně vyhledávat a zpracovávat získané informace.

Motivace a aktivizace : Četba historického textu o objevu bakteriální buňky (viz str. 56), pomocí které vzbudíme zájem u studentů o probírané učivo. Rozhovor o významu bakterií, jehož prostřednictvím si učitel vytvoří představu o dosavadních znalostech studentů (Kam se vytratí po určité době tělo uhynulé rostliny či živočicha ? Na některých kelímcích od jogurtů se setkáváme s pojmem živá kultura. Co se skrývá pod tímto označením ? Působí zakysané mléčné výrobky příznivě na zdraví člověka či nikoli ? Jak si vysvětlujete možnost termitů žít se dřevem ?).

Expozice učiva :

1) Stavba bakteriální buňky

- nákres bakteriální buňky na tabuli (viz příloha č. 1) a popis jednotlivých strukturních částí prokaryontní buňky, jejich složení a funkce.

Cíle :

- podle nákresu buňky, který si studenti průběžně zakreslují do sešitu, vytvořit správné představy o jednotlivých součástech bakteriální buňky.
- poznat stavbu bakteriální buňky na základě popisu jednotlivých částí a vysvětlení jejich funkce.
- poznat zásobní látky bakteriální buňky.

Vysvětlení nových pojmů :

Buněčná stěna
Cytoplasmatická membrána
Ribosomy
Nukleoid
Plasmidy
Cytosol
Bičíky
Fimbrie
Slizové pouzdro
Glykokalyx
Zásobní látky
Glykogen
Kyselina poly – beta – hydroxymáselná
Volutin
Síra

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Funkční části bakteriální buňky.

2) Tvary bakteriálních buněk a jejich zástupci

- nákres základních typů bakterií podle tvaru buňky na tabuli (viz příloha č. 2)

Cíle :

- podle zjednodušeného nákresu jednotlivých typů tvarů buněk, které si studenti průběžně zakreslují do sešitu, vytvořit představu o tvarové rozmanitosti bakteriálních buněk.
- umět přiřadit konkrétní zástupce k jednotlivým skupinám bakterií, které se vzájemně odlišují tvarem buňky.

Vysvětlení nových pojmů :

Kulovité bakterie (koky, diplokoky, streptokoky, stafylokoky)
Tyčinkovité bakterie (bacily)
Zakřivené bakterie (vibria, spirily, spirochety)
Větvící se bakterie (aktinomycety, mykobakterie)
Bičíkaté bakterie (<i>Vibrio cholerae</i>)

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Tvary bakterií.

3) Rozmnožování bakterií

- schématický nákres příčného dělení bakteriální buňky (viz příloha č. 3)

Cíle :

- podle schématického nákresu příčného dělení bakteriální buňky na tabuli, který si studenti průběžně zakreslují do sešitu, vytvořit správnou představu o typickém způsobu rozmnožování bakterií.
- uvědomit si, že bakteriální DNA tvoří jeden kružnicový chromosom, který se před buněčným dělením replikuje.

Vysvětlení nových pojmů :

Příčné dělení
Kružnicový chromosom

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Rozmnožování bakterií.

4) Výskyt bakterií

- rozhovor týkající se problematiky výskytu bakterií (Kde všude se můžete s bakteriemi setkat ? Nalezneme nějaké bakterie ve vodách termálních pramenů ? Osidlují bakterie sladké vody nebo se vyskytují pouze ve vodě mořské ? Vyskytují se bakterie nyní ve třídě ? Jsou bakterie součástí lidského těla ? Které krajiny lidského těla jsou bakteriemi hojně osídleny ? Proč ?)

Cíle :

- uvědomit si všudypřítomnost bakteriálních buněk, která souvisí s velkou adaptační schopností bakterií na rozmanitá prostředí, a dále pak s velkou odolností bakterií vůči vlivům vnějšího prostředí.

Vysvětlení nových pojmů :

Půdní bakterie
Vodní bakterie
Bakterie ve vzduchu
Bakterie v lidském těle (<i>Escherichia coli</i>)

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Výskyt bakterií.

5) Význam bakterií

- rozhovor týkající se problematiky významu bakterií (Jak se nazývá nejznámější zástupce bakterií, který osidluje tlusté střevo člověka ? V jakém množství se v tlustém střevě vyskytuje ? Co je příčinou vzniku zubního kazu ? Které oblasti lidské činnosti využívají pozitivní činnosti bakterií ?).

Cíle :

- uvědomit si velký význam bakterií v přírodě a pro člověka.
- uvědomit si, že bakterie představují nedílnou součást lidského těla, přičemž mohou působit pozitivně, ale i negativně.
- osvojit si poznatek, že bakterie patří z hlediska ekologického myšlení k významnému článku v potravním řetězci a v koloběhu látek v přírodě.

Vysvětlení nových pojmů :

Čištění odpadních vod
Mléčné kvašení
Syntéza vitamínů, aminokyselin, antibiotik
Výroba octu
Genové inženýrství
Mineralizace
Symbióza
Saprofytické bakterie
Dekompozitoři

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Význam a využití bakterií.

Zápis na tabuli :Nadpis : BAKTERIE

1) Stavba bakteriální buňky

- schématický náčrt bakteriální buňky opatřený popisem (viz příloha č. 1).

2) Typy bakterií podle tvaru

- schématický náčrt jednotlivých tvarů bakteriálních buněk (viz příloha č. 2).

3) Rozmnožování bakterií

- schématický náčrt příčného dělení bakteriální buňky (viz příloha č. 3).

4) Výskyt bakterií

- vzduch
- voda
- půda
- lidské tělo

5) Význam bakterií

- čištění odpadních vod
- mléčné kvašení
- octové kvašení
- etanolové kvašení
- syntéza vitamínů, aminokyselin, antibiotik
- mineralizace
- saprofytismus
- dekompozitoři

Shrnutí učiva : Kontrolní otázky a úkoly :

- 1) Co je nukleoid ?
- 2) Kde se v bakteriální buňce nachází fosfolipidy ?
- 3) Jaký tvar mají stafylokoky ?
- 4) Využívají bakterie jako zdroj energie síru ?
- 5) Jakým způsobem se bakteriální buňky rozmnožují ?
- 6) Vysvětlete princip procesu mineralizace.
- 7) Jmenujte alespoň šest oblastí, kde se využívá pozitivní činnosti bakterií.
- 8) Jakou funkci zajišťují fimbrie ?
- 9) Jak se nazývá bakterie osidlující tlusté střevo člověka ?
- 10) Jakým způsobem získávají živiny saprofytické bakterie ?
- 11) Kde je v bakteriální buňce ukotven bičík a jaké je jeho chemické složení ?

12) Vytkněte rozdíl mezi mureinem a pseudomureinem. Ve které funkční části bakteriální buňky se vyskytují ?

13) Z kolika podjednotek se skládá ribosom ? Jsou stejně velké ? Jaký důležitý děj probíhá v ribosomech ?

Domácí úkol : Zadání referátu na téma Onemocnění vyvolaná bakteriemi.

Rozšiřující informace pro učitele : Některé bakterie obsahují malé molekuly DNA, tzv. plasmidy. Plasmidy je možné z bakterie izolovat a napojit na ně části DNA z chromosomů živočichů nebo rostlin, které obsahují geny pro vznik bílkovin, jež bakterie normálně netvoří. Například na plasmid lze napojit nukleovou kyselinu z králíka obsahující gen pro vytváření inzulinu, kterého se využívá k léčení cukrovky. Plasmid s takto napojenou cizí DNA, která obsahuje gen pro tvorbu inzulinu, se pak opět zavede do bakterie, kde se zdvojuje a účinkem „ inzulinového “ genu tvoří v bakteriích inzulin. Tento způsob výroby řady důležitých látek se označuje jako genové inženýrství.

Doporučená literatura :

Horáková D., Němec M., 2002 : Základy mikrobiologie pro učitelské studium. 233 s., Masarykova univerzita, Brno.

Jungbauerová L., 1998 : Úvod do mikrobiologie. 87 s., Karolinum, Praha.

Kaprálek F., 1986 : Fyziologie bakterií. 603 s., SPN, Praha.

Kaprálek F., 1999 : Základy bakteriologie. 241 s., Karolinum, Praha.

Karlson P., 1981 : Základy biochemie. 501 s., Academia, Praha.

Klaban V., 2001 : Svět mikrobů. 416 s., Gaudeamus, Hradec Králové.

Rosypal S. a kol., 1981 : Obecná bakteriologie. 749 s., SPN, Praha.

Rosypal S., 1994 : Bakteriologie a virologie. 67 s., Scientia, Praha.

Doporučená exkurze : Návštěva areálu čistírny odpadních vod.

4.3.2. Vyučovací hodina II.

Téma : Bakterie – bakteriální onemocnění, zneškodňování bakterií.

Ročník : I. (čtyřleté gymnázium).

Cíle : Osvojit si pojmy související s bakteriálními nemocemi a umět je vysvětlit. Uvědomit si, že patogenní bakterie způsobují onemocnění člověka, ale i rostlin a živočichů. Uvědomit si, že existují různé vstupní brány bakterií do těl organismů. Dokázat vyjmenovat základní bakteriální onemocnění a osvojit si způsoby jejich přenosu. Osvojit si možnosti prevence, která zamezí vzniku bakteriálních onemocnění. Zdůraznit význam hygieny. Seznámit se způsoby zneškodňování bakterií.

Typ vyučovací hodiny : Základní hodina.

Vyučovací prostředky : Referát vypracovaný studentem, skupinová soutěžní hra, jejímž prostřednictvím si studenti zopakují a upevní znalostí týkající se stavby prokaryotní buňky. Hra spočívá v doplňování a utváření správných pojmů (viz str. 57, 58), křížovka, která poslouží studentům pro zopakování znalostí, jež úzce souvisejí s bakteriální buňkou (viz str. 90).

Vyučovací metody : Výklad, vysvětlování, rozhovor, didaktická hra, opakování.

Metodický postup : Učivo o bakteriálních chorobách nepředstavuje pro studenty 1. ročníku čtyřletého gymnázia složitou problematiku. Obtížnost této tematiky je redukována znalostmi a zkušenostmi studentů z denního života. S velkou pravděpodobností se každý student již setkal s pojmy, jako je například infekce, epidemie, angína či dezinfekce. Otázku prevence onemocnění a významu hygieny vyvodí studenti sami. Studenti znají z denního praktického života pojem sterilní prostředí či dezinfekce, tzn., že problematika zneškodňování bakterií může být vyvozena na základě heuristického rozhovoru.

Přednesení referátu na předem zvolené téma u studentů vyvolá větší zájem o probírané učivo a umožní také i prohloubení dosavadních znalostí studentů. Po přečtení referátu je vhodné umožnit studentům, aby pokládali přednášejícímu své dotazy vztahující se k tématu referátu.

Skupinová soutěžní hra, která je zařazena v první části vyučovací hodiny, by měla splňovat dva základní cíle. Její význam spočívá nejen v motivaci a aktivizaci studentů, ale dále slouží jako účinný prostředek při opakování a upevňování znalostí studentů, které získali v předcházející vyučovací hodině. Studenti soutěží ve skupinách. Každá skupina je složena ze čtyř nebo pěti členů. V soutěžní hře se klade důraz nejen na rychlost, ale především na správnost vyřešení. Vítězí skupina, která nejrychleji správně vyřeší dané úkoly. Na závěr vyučovací hodiny je vhodné zařadit kontrolní otázky a úkoly, které umožní vyučujícímu zjistit, jestli studenti nově probranou tematiku dostatečně pochopili. Stejný efekt, jako kontrolní otázky a úkoly, má křížovka, která bude pro studenty představovat mnohem zábavnější způsob opakování. Při výkladu nové látky je nutné klást důraz na vysvětlení nových pojmů. Přednostně se snažíme

používat metodu rozhovoru, při které využíváme znalostí a vědomostí jednotlivých studentů. Rozhovor poslouží učitelé jako vhodná vyučovací metoda pro zjišťování dosavadních znalostí studentů. Přednostně uplatňujeme didaktickou zásadu, která doporučuje spojení teorie s praxí.

Motivace a aktivizace : Přečtení referátu s tematikou bakteriálních onemocnění a skupinová soutěžní hra (viz str. 57, 58). Rozhovor o bakteriálních chorobách a zneškodňování bakterií (V jaké souvislosti jste se setkali s pojmem antrax ? Znáte příklad onemocnění přenášené klíšťaty ? Které znáte pohlavní choroby ? Jakým způsobem se lze proti nim bránit ? V které oblasti lidské činnosti se setkáváme s pojmem sterilní prostředí ?). Doplnění křížovky (viz str. 90).

Motivace a fixace probraného učiva :

- přečtení referátu – téma Onemocnění vyvolaná bakteriemi (např. : Syfilis).
- skupinová soutěžní hra.
- rozhovor týkající se problematiky bakteriálních nemocí a zneškodňování bakterií.

Expozice učiva :

1) Nemoci přenášené bakteriemi

Cíle :

- poznat základní pojmy, které s bakteriálními chorobami souvisejí.
- uvědomit si rozdíl mezi vědní disciplínou bakteriologií a virologií.
- uvědomit si rozdíl mezi epidemií a pandemií.
- osvojit si poznatek, že bakteriální nemoci se netýkají pouze člověka, ale postihují i těla rostlin nebo živočichů.
- poznat odlišné možnosti vstupu bakterií do těla organismu.
- umět vyjmenovat základní bakteriální onemocnění a znát konkrétní způsoby jejich přenosu do těla organismu.
- osvojit si prevenci vzniku bakteriálních onemocnění.

Vysvětlení nových pojmů :

Bakteriologie a virologie
Epidemie a pandemie
Infekce
Vstupní brána
Přenos nákazy
Inkubační doba
Bacilonosič
Patogenní bakterie
Alimentární cesta

Angína, tuberkulóza, spála
Úplavice, cholera, břišní tyf
Tetanus
Kapavka, syfilis
Antrax, borelióza
Měkká hniloba, vadnutí rostlin, skvrnitost plodů, nádory ovocných stromů, mor

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Bakteriální onemocnění.

2) Zneškodňování bakterií

Cíle :

- poznat rozdíl mezi metodou sterilizace a dezinfekce.
- znát prostředky, kterými se bakteriální buňky zneškodňují.

Vysvětlení nových pojmů :

Sterilizace
Dezinfekce

Výklad : viz návrh výkladového textu – kapitola : Zneškodňování bakterií.

Diagnóza učiva :

a) Kontrolní otázky a úkoly :

- 1) Jak se nazývá původce onemocnění ?
- 2) Co označuje pojem alimentární cesta ?
- 3) Co způsobují patogenní bakterie ?
- 4) Jmenujte alespoň dvě onemocnění přenášena vzdušnou cestou.
- 5) Vytkněte rozdíl mezi sterilizací a dezinfekcí.

b) Křížovka (viz str. 90).

Aplikace učiva :

- provedení exkurze do areálu čistírny odpadních vod.
- provedení exkurze do areálu pivovaru.

Zápis na tabuli :

Nadpis : Bakteriální onemocnění a zneškodňování bakterií.

1) Pojmy :

bakteriologie, virologie, epidemie, pandemie, infekce, vstupní brána, přenos nákazy, inkubační doba, bacilonosič, patogenní bakterie.

2) Bakteriální nemoci člověka – přenos a příklady chorob :

- a) alimentární cesta : úplavice, cholera, břišní tyf.
- b) vzduch : angína, tuberkulóza, spála.
- c) poraněná kůže : tetanus.

d) pohlavní styk : kapavka, syfilis.

e) živočichové : antrax, borelióza.

3) Bakteriální nemoci rostlin : měkká hniloba, vadnutí rostlin, skvrnitost plodů, nádory ovocných stromů.

4) Bakteriální nemoci živočichů : tuberkulóza žab.

5) Zneškodňování bakterií :

a) sterilizace

b) dezinfekce

Učitel během výkladu jednotlivé pojmy vysvětluje a studenti si průběžně zapisují poznámky do sešitu.

Rozšiřující informace pro učitele :

Sněť slezinná (uhlák, antrax). Původcem tohoto onemocnění je bacil sněti slezinné *Bacillus anthracis*. Je to grampozitivní, aerobní, sporulující tyčinka, která je ve vegetativní formě málo odolná. Vytváří však spory mimořádně rezistentní k vlivům zevního prostředí, např. v půdě vydrží životaschopné i několik desítek let. Jedná se o onemocnění, které probíhá ve třech formách. Kožní forma, kterou bývají postiženi řezníci či veterináři, neboť se dostávají do styku s kůží a vlnou, která může obsahovat spory antraxu. Plicní forma vzniká vdechnutím prachu, který obsahuje bacily sněti slezinné. Plicní forma patří mezi nejnebezpečnější. Střevní forma může vzniknout po požití nedostatečně povařeného nebo syrového masa nakaženého zvířete. Přenos nákazy může být přímý i nepřímý. Zdrojem nákazy pro člověka je zejména hovězí dobytek a ovce. Inkubační doba je 1 až 3 dny.

Lymeská borelióza je infekční choroba, jejíž výskyt byl poprvé popsán v obci Lyme ve státě Connecticut. Původcem této nemoci je bakterie *Borrelia burgdorferi*, která se řadí mezi spirochetální bakterie. Přenašečem této bakterie je v našich podmínkách klíště obecné. Přenos je možný též prostřednictvím komárů rodu *Aedes* a *Culex* a mouchami rodu *Tabanidae*. Choroba probíhá ve třech stádiích. Při prvním stádiu se objevuje zarudnutí kůže kolem místa, kde se klíště přisálo. Centrum zarudnutí postupně bledne. Často se projevují bolesti svalů, kloubů, zvýšená teplota a nastává celková únava organismu. Pro druhé stádium je typické postižení míšních kořenů nebo mozkových nervů, což má za následek poruchy hybnosti i citlivosti. Třetí stádium se projevuje poškozením nervové soustavy, nekrózou chrupavek, kostí a vznikem artritidy.

Cholera se označuje také jako cholera asiatica. Původcem tohoto onemocnění je gramnegativní, prohnutá tyčinka *Vibrio cholerae*. Souvislost tohoto mikroba s onemocněním poprvé popsal v roce 1883 německý mikrobiolog Robert Koch. Cholera začíná bolestmi v břiše a vznikem průjmu. Stolice se postupně v zakalenou, naředlou tekutinu s vločkami hlenu. Po

průjemch nastupuje zvracení, přičemž hrozí nebezpečná dehydratace organismu. Cholera je přenášena prostřednictvím kontaminované vody nebo potravy.

Břišní tyf vyvolává bakterie *Salmonella typhi*, což je gramnegativní, nesporulující tyčinka. Onemocnění se vyznačuje horečkou, bolestmi hlavy, nechutenstvím, zvětšením sleziny a bledě růžovou vyrážkou na trupu. Na počátku onemocnění se objevuje obvykle zácpa, později průjem. Zdrojem nákazy je nemocný člověk. Přenos nákazy probíhá přímým či nepřímým kontaktem se stolicí nebo močí nemocného člověka. Přenos je možný i vodou, mlékem a jinými potravinami.

Tetanus vyvolává bakterie *Clostridium tetani*. Jedná se o grampozitivní, anaerobní tyčinky tvořící spory, které jsou výrazně rezistentní vůči vlivům zevního prostředí. Tetanus je infekční onemocnění, ale není přenosné na jiné osoby. Infekce vzniká prostřednictvím poraněné tkáně člověka, která je kontaminována, např. hlínou obsahující spory *Clostridia tetani*. Hlavním příznakem tetanu je tzv. spasmus čili stažení určitých svalových skupin. Může dojít k postižení dýchacích svalů, přičemž postižený nemůže dýchat a hrozí mu udušení. Díky plošné vakcinaci se u nás tetanus téměř nevyskytuje.

Tuberkulóza se řadí mezi infekční onemocnění nejen člověka, ale i např. hospodářských zvířat. Původcem této choroby je bakterie *Mycobacterium tuberculosis*, která byla objevena roku 1882 německým mikrobiologem Robertem Kochem. Jedná se o grampozitivní, aerobní, tyčinkovité bakterie. Tuberkulóza se může přenést na člověka nepasterovaným mlékem nebo mléčnými výrobky od nemocných krav a zároveň vdechnutím prachu obsahujícího tyto mikroby. U člověka jsou postiženy zejména plíce, vzácněji i jiné orgány, např. ledviny, kůže nebo mízní uzliny. Mezi příznaky tuberkulózy patří suchý kašel, zvýšená teplota, noční pocení, hubnutí a nápadná únava.

Původcem angíny a spály je bakterie rodu *Streptococcus pyogenes*, která je grampozitivní, fakultativně anaerobní, nesporulující a nepohyblivá. Její druhový název doslovně znamená „tvořící hnis“. Bakterie vyvolává řadu onemocnění respiračního traktu, dále různé hnisavé infekce kůže nebo infekce kostí. V případě angíny a spály je onemocnění přenášeno buď přímo nemocnými osobami, a to hlenem z nosu a hrtanu, který je šířen kapénkami vznikajícími při mluvení, kýchání a kašlání, nebo nepřímo, jako jsou sklenice, kapesníky aj., které předtím použil infikovaný člověk.

Úplavice neboli dyzentérie je onemocnění způsobené bakterií rodu *Shigella dysenteriae*. Jedná se o gramnegativní, aerobní bakterie. Dříve byla tato nemoc nazývána „nemocí špinavých rukou“. Bakterie vnikají do organismu prostřednictvím dutiny ústní. Mohou se vyskytovat ve vodě či potravinách, které byly znečištěné fekáliemi. Onemocnění je vysoce nakažlivé.

Treponema pallidum je bakterie, která vyvolává pohlavní chorobu zvanou syfilis nebo příjice či lues. Bakterie se řadí mezi spirochéty, vyznačující se buňkami spirálovitého tvaru.

Onemocnění je přenášeno pohlavním stykem a probíhá ve dvou stádiích, a to časném a pozdním. Syfilis se projevuje vznikem tvrdého vředu na místě vstupu původce nákazy, který se přibližně za pět týdnů samovolně zahojí. Následným projevem onemocnění je tvorba kožní vyrážky. V pozdním stádiu může syfilis postihnout jakýkoliv orgán, např. nervového či cévního systému.

Kapavka neboli gonorrhea je pohlavní choroba způsobená bakterií *Neisseria gonorrhoeae*. Je to gramnegativní, aerobní diplokok, který je velmi citlivý na nepříznivé podmínky vnějšího prostředí. Kapavka se přenáší pohlavním stykem. Tato bakterie se pomocí fimbrií přichycuje na sliznici močovodu a způsobuje jeho zánět. U mužů se projevuje jako zánět močové trubice s hnisavým výtokem a dysurií. U žen se kapavka zjevně neprojevuje. Nemoc se léčí penicilinem.

Mor neboli pestis způsobuje bakterie *Yersinia pestis*, což je gramnegativní, nepohyblivá a nesporulující tyčinka. Mor postihuje v přírodě zejména hlodavce, z kterých se přenáší na jiná zvířata a také i na člověka. Choroba se udržuje především v oblasti střední a jihovýchodní Asie, jihozápadní Afriky, v jižní Americe a jinde. *Yersinia pestis* je přenášena mezi hlodavci a z hlodavců i na člověka určitým druhem blech, které nasály krev z infikovaného zdroje onemocnění. Přenos z člověka na člověka se může uskutečnit blechou obecnou nebo kapénkovou infekcí.

Měkkou hnilobu rostlin vyvolává bakterie *Erwinia carotovora*. Může způsobovat měkkou hnilobu mrkve, brambor, zelí, brukve, celeru a dalších rostlin.

Vadnutí rajčat vyvolává bakterie rodu *Corynebacterium michiganense*. Jedná se o grampozitivní bakterie. Vadnutí zelí, kapusty a dalších rostlin vyvolává bakterie rodu *Xanthomonas campestris*, což jsou bakterie gramnegativní.

Skvrnitost plodů, např. rajčat vyvolávají bakterie rodu *Xanthomonas vesicatoria*. Bakterie patří mezi gramnegativní mikroorganismy.

Hlavním původcem nádorů ovocných stromů je bakterie rodu *Agrobacterium tumefaciens*, způsobující rakovinu kořenů ovocných stromů. Pro tyto bakterie je typická gramnegativita a chemoorganotrofie. Bakterie patří mezi obligátně aerobní druhy, které nikdy netvoří spory. Onemocnění postihuje zejména mladé stromky ve školkách. Nádory mohou dosahovat velikosti hrachu až lidské pěsti. Bakterie, které způsobují vznik nádorů, nesou tzv. tiplasmid (tumor indukující plasmid). Když plasmid vstoupí do buněčné cytoplasmy, tak jeho segment označený jako T – DNA je přenesen do genomu buňky, což způsobuje její dělení. (podle Klaban V., 2001; Rosypal S. a kol., 1981; Rosypal S., 1994).

Doporučená literatura :

Horáková D., Němec M., 2002 : Základy mikrobiologie pro učitelské studium. 233 s., Masarykova univerzita, Brno.

Jungbauerová L., 1998 : Úvod do mikrobiologie. 87 s., Karolinum, Praha.

Kaprálek F., 1986 : Fyziologie bakterií. 603 s., SPN, Praha.

Kaprálek F., 1999 : Základy bakteriologie. 241 s., Karolinum, Praha.

Karlson P., 1981 : Základy biochemie. 501 s., Academia, Praha.

Klaban V., 2001 : Svět mikrobů. 416 s., Gaudeamus, Hradec Králové.

Rosypal S. a kol., 1981 : Obecná bakteriologie. 749 s., SPN, Praha.

Rosypal S., 1994 : Bakteriologie a virologie. 67 s., Scientia, Praha.

4.3.2.1. Ukázka historického textu o objevu bakterií

Citace z dopisu pana Leeuwenhoeka Anglické královské společnosti (9. října 1676) – 18. dopis od roku 1673, z popisu pozorování vyplývá, že poprvé v historii byly spatřeny člověkem bakterie :

„Dne 24. dubna 1676 . . . byly čtyři druhy zvířátek, které plavaly mezi ostatními třemi druhy, neuvěřitelně malé, vskutku tak malé odhaduji, kdyby jich 100 . . . bylo srovnáno za sebou, nedosáhly by délky malého zrnka písku“ (první pozorování pepřového nálevu). „Dne 4. června . . . jsem viděl tak obrovské množství živých tvorů v jedné kapce vody, že jich bylo nejméně 8 až 10 tisíc, a jevily se v mikroskopu mému oku tak jako se jeví písek oku prostému“ (třetí pozorování). „Dne 6. srpna . . . byla to pro mě mezi všemi podivuhodnostmi, které jsem objevil v přírodě, podivuhodnost ze všech největší, a musím říct, že co se mne týče, nepůsobilo mému oku nic větší potěšení než pohled na toto divadlo, kdy mnoho tisíc živých stvoření se pohybuje v kapce vody jeden přes druhého, každé svým zvláštním pohybem. A řekl – li jsem, že jich bylo v kapce tisíce . . . nepřeháním. Kdyby to viděli jiní, uvedli by číslo desetkrát větší, ale já uvádím to nejmenší. Svoji metodu, jak pozorovati ta nejmenší zvířátka, nesdělím jiným. Ani způsob, jak uvidět velmi mnoho zvířátek naráz. To si ponechám pro sebe“ (páté pozorování vody z pepřového nálevu). (Nováková A., 2004 : Přednášky – mikrobiologie a virologie).

4.3.2.2. Soutěžní hra č. 1 - doplňování správných pojmů

Zadání :

1. K - Í - - -
2. N - - O -
3. - O - E - I - Z -
4. - - Ě -
5. S - - - I - - Z - - -
6. A - - O - - L
7. B - - T - - I E
8. - - T - A X
9. - I - O - O -
10. - Y - - P - A - - -
11. G - - K - - E -
12. Š - - - B

Řešení :

1. KLÍŠTĚ
2. NÁDOR
3. BORELIÓZA
4. SNĚŽ
5. STERILIZACE
6. ALKOHOL
7. BAKTERIE
8. ANTRAX
9. RIBOSOM
10. CYTOPLASMA
11. GLYKOGEN
12. ŠKROB

4.3.2.3. Soutěžní hra č. 2 – utváření správných pojmů

Zadání :

1. NAD
2. OMIBSRO
3. RBŠOK
4. IISENC
5. EKBREATI
6. SILAMPD
7. PFOFIISLDO
8. RTPOINE

Řešení :

1. DNA
2. RIBOSOM
3. ŠKROB
4. SINICE
5. BAKTERIE
6. PLASMID
7. FOSFOLIPID
8. PROTEIN

4.4. Návrh exkurze

Téma : Elektronová mikroskopie.

Cíl : Seznámit studenty s moderním technickým zařízením, které umožňuje vytvořit si představu o mikrosvětě.

Motivace : Ukázka snímků z elektronového mikroskopu (viz příloha č. 4 – č. 13), obrazová skládanka puzzle (viz. příloha č. 4 - č. 13).

Názorné prostředky : Snímky z elektronového mikroskopu (viz příloha č. 4 – č. 13), obrazová skládanka puzzle (viz. příloha č. 4 – č. 13).

Vyučovací metody : Výklad, vysvětlování, pozorování, didaktická hra.

Zdroj informací : www.microscopy.cz (2005); Houdek F., 2005 : Tvůrce elektronových očí. Mladá fronta, Praha.

Vedoucí exkurze : Odborný pracovník laboratoře elektronové mikroskopie.

Adresa pracoviště : Ústav elektronové mikroskopie, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice.

4.4.1. Exkurze do Ústavu elektronové mikroskopie

- Tato exkurze je míněna jako návrh, jehož prostřednictvím si studenti vytvoří správnou představu o strukturách a organelách buňky, které dosahují mikroskopických rozměrů.
- Vedoucím exkurze je odborný pracovník z Ústavu elektronové mikroskopie.
- Exkurze může mít charakter úvodní (motivační), přičemž studenti získávají zájem o konkrétní problematiku. Může být začleněna i v průběhu výuky, kdy slouží studentům jako motivační prvek a současně plní funkci názornosti. Exkurze může být zařazena na konec probíraného učiva o buňce. Jejím hlavním cílem pak bude upevnit a prohloubit znalost probraného učiva.
- Exkurzi je vhodné provést hromadně, kdy se všichni studenti soustředí na stejnou tematiku.
- Poznatky z provedené exkurze mohou učiteli vhodně posloužit i v dalších vyučovacích hodinách např. jako účinný prostředek při aktivizaci studentů, kdy na začátku vyučovací hodiny si studenti ve skupinách skládají snímky z elektronového mikroskopu, které jsou předem rozstříhané na několik částí (viz 4.4.8. a příloha č. 4 – č. 13).

4.4.2. Příprava studentů na exkurzi

Před vlastním provedením exkurze do Ústavu elektronové mikroskopie je vhodné vyčlenit přibližně třicet minut v rámci klasické vyučovací hodiny. Tento časový úsek využijeme k seznámení studentů s informacemi, které úzce souvisí s připravovanou exkurzí.

Učitel podá studentům přesné informace, které se týkají datumu uskutečnění, místa srazu, času srazu, místa konání exkurze. Učitel poučí studenty o bezpečnosti při exkurzi (při cestě na pracoviště) a seznámí studenty s konkrétním cílem dané exkurze (zopakování probraného učiva). Učitel sdělí studentům stručné informace o přístrojích, technikách a jejich využití na daném pracovišti. Určitou část výkladu je možné věnovat i pohledu do historie. Pro názornost a

motivaci studentů použijeme ukázkou sady snímků pořízených elektronovým mikroskopem (viz příloha č. 4 – č. 13). K motivaci studentů poslouží i oblíbená obrazová skládanka puzzle, kterou zhotovíme rozstříháním jednotlivých zvětšených elektronmikroskopických snímků (viz příloha č. 4 – č. 13).

4.4.3. Tvůrce elektronových očí

Místem, kde už půl století vznikají elektronové mikroskopy světové úrovně, je Morava, jmenovitě Brno. Hlavní zásluhu na tom má prof. ing. Armin Delong, Dr Sc. Je to autor prvního československého elektronového mikroskopu. Armin Delong se narodil 29. ledna 1925 v Ostravě. Studoval slaboproudou elektroniku na Vysokém učení technickém v Brně. Roku 1948 mu zadal jeho profesor jako téma diplomové práce : navrhnout a zkonstruovat elektronový mikroskop. Bystrý a zapálený chlapec věnoval zadanému úkolu každou volnou chvíli a s pomocí technika si tento náročný urychlovač a televizor v jedné skříni vyrobil již k Vánocům 1949. První československý elektronový mikroskop byl na světě. Během následujících dvou let ho brněnská pobočka Tesly Pardubice vyrobila dvacet kusů. Přístroj zvětšoval až 30 000 krát. Další modernější modely zvětšovaly až 180 000 krát. Brněnská pobočka Tesly Pardubice sice v 90. letech zanikla, ale elektronmikroskopické aktivity v Brně pokračují. Zásahu na tom mají tři soukromé firmy. V jedné z nich pracuje profesor Delong. Profesor Delong je člověk práce, na mikroskopy prý myslí i při poslechu milovaného Dvořáka. (podle Houdek F., 2005).

4.4.4. Trocha historie

Elektronový mikroskop je často uváděn, jako příklad typického vynálezu 20. století. První mikroskop zkonstruovala skupina lidí kolem pánů Knolla a Rusky na začátku třicátých let a v roce 1932 se v článku Knolla a Rusky objevily první fotografie z elektronového mikroskopu. V roce 1986 dostal Ruska za konstrukci elektronového mikroskopu Nobelovu cenu. Byla to přesněji konstrukce transmisního elektronového mikroskopu. Existuje vedle něj i skanovací (řádovací, rastrovací) elektronový mikroskop. Cesta řádovacího elektronového mikroskopu na svět byla o něco složitější a pomalejší. Vlastní řádovací elektronový mikroskop poprvé sestrojil americký vědec Zworikyn. Samostatnou historickou kapitolu představuje využití elektronové mikroskopie v biologii. Již od počátku vývoje transmisního elektronového mikroskopu bylo zřejmé, že preparáty připravené k pozorování budou muset být velmi tenké a navíc zbavené vody. Prvními biologickými objekty pozorovanými mikroskopem byla vlákna bavlny, krevní buňky, různé druhy bakterií, ale i chitinové schránky hmyzu, rozsívky nebo rostlinný materiál.

4.4.5. Transmisní elektronový mikroskop (TEM)

TEM je možné popsat jako složité technické zařízení, které umožňuje pozorování preparátů do tloušťky 100 nm při vysokém zvětšení a s velkou rozlišovací schopností. Vzorke pro TEM nesmí obsahovat vodu, protože v mikroskopu jsou vystaveny vysokému vakuu a

z mokrých preparátů by se voda bouřlivě uvolňovala. To by vedlo jednak k jejich degradaci a za druhé i ztěžovalo práci elektronům, které by se srážkami s molekulami vody brzdily. Proto je nutné biologický materiál upravit tak, aby žádnou vodu neobsahoval. Druhou podmínkou je, že tloušťka preparátu nesmí překročit 100 nm. Silnějšími preparáty totiž elektrony neprojdou a pokud ano, je obraz zatížený chromatickou vadou a nelze jej zaostřit. Obecně existují dvě cesty, jak připravit vzorky pro TEM :

a) Přímá metoda, kdy do mikroskopu vkládáme celý studovaný objekt zbavený vody. Jedná se buď o rozměrově nepatrné objekty (suspenze virů, bakterií nebo buněčných organel), které můžeme v mikroskopu pozorovat celé, nebo z větších vzorků je třeba připravit řezy tloušťky cca do 100 nm, aby jimi mohly projít elektrony.

b) Nepřímá metoda, kdy v mikroskopu pozorujeme repliku studovaného objektu, ne samotný objekt. Zjednodušeně řečeno, TEM funguje tak, že zrychlený, usměrněný proud elektronů emitovaný zdrojem je veden vakuem a probíhá tenkým mikroskopovaným vzorkem – zde se využívá toho, že se část elektronů odráží od atomů a molekul tvořících hmotu vzorku. Jejich opětovným soustředěním pomocí magnetové čočky se vytváří „stínový obraz“ mikroskopovaného vzorku, který se zobrazí na monitoru počítače. (www.microscopy.cz, 2005).

4.4.6. Skanovací elektronový mikroskop (SEM)

SEM je přístroj určený k pozorování povrchů nejrozličnějších objektů. Velkou předností SEM je jeho velká hloubka ostrosti. Další výhodou spočívá v možnosti určit např. prvkové složení preparátu v dané oblasti. Dokonce lze i určit kvantitativní zastoupení jednotlivých prvků. Je ho možné považovat za analogii světelného mikroskopu v dopadajícím světle, na rozdíl od něho je výsledný obraz tvořen pomocí odražených elektronů. Biologické objekty musíme stejně jako v případě TEM pozorovat vysušené, kdy nejsou elektricky vodivé, musí se před vlastním pozorováním potáhnout tenkou vrstvičkou kovu s dobrou elektrickou a tepelnou vodivostí. Zabráni se tak případnému poškození preparátu, např. popraskáním. Chemická příprava biologického objektu pro SEM zahrnuje následující kroky :

- výběr vzorku, jeho odebrání a v případě potřeby jeho čištění (k čištění lze použít např. jemnou jehlu nebo roztok NaCl či HCl).
- fixace preparátu nejčastěji ponořením do fixačního činidla (k fixaci lze použít např. aldehydy nebo oxid osmičelý).
- vymytí fixačních roztoků a dehydratace (k odvodnění se používá např. ethanol nebo aceton).
- vysušení preparátu a jeho nalepení na nosný terčík (nosiči jsou nejčastěji hliníkové podložky).
- zvýšení povrchové vodivosti preparátu (preparát se pokrývá vrstvičkou kovu o tloušťce cca 10 – 20 nm, která má za úkol minimalizovat poškození preparátu. Nejčastěji se používá zlato, platina nebo slitina platiny a paládía. Pokovování se provádí několika způsoby např. vakuovým

napařováním, které spočívá v tom, že daný kov se v napařovací aparatuře za vysokého vakua elektricky zahřeje na teplotu, při které se z jeho povrchu začnou odpařovat jednotlivé molekuly. Ty se šíří všemi směry od zdroje a po dopadu na chladnější předměty na nich kondenzují). Celý tento postup zabere asi dva až tři dny.

Fyzikální přípravy biologického objektu pro SEM jsou reprezentovány mrazovými metodami, jejichž velkou předností je rychlost přípravy i možnost nahlédnout do struktury vnitřních tkání nebo buněk za pomoci mrazového lámání. Mrazové lámání dovoluje odhalit vnitřní povrchy buněčných organel. Samotné lámání je možné provést ve specializované aparatuře, která je připojena k mikroskopu a po provedení lomu je preparát pokoven. Výhodou je, že všechny operace jsou prováděny ve vakuu, takže nehrozí zničení odhalených povrchů např. jejich orosením.

Získání obrazu ve SEM je založeno na interakci primárních elektronů s povrchem prohlíženého objektu. Každý produkt této interakce poskytuje informaci o fyzikálních a chemických vlastnostech zkoumaného objektu, které lze využít, pokud je mikroskop vybaven detekčním čidlem. Interakce mezi primárními elektrony a atomy preparátu se rozdělují do dvou skupin :

- a) elastické kolize, jejichž prostřednictvím vznikají zpětně odražené elektrony.
- b) neelastické kolize, při kterých dochází k předávání energie primárních elektronů atomům vzorku a následně k uvolnění sekundárních elektronů, rtg. záření aj.

K zobrazení povrchu preparátu se v SEM využívají sekundární elektrony, které se od zpětně odražených elektronů odlišují nízkou energií a rychlostí. Vzhledem k nízké energii sekundárních elektronů se z vyvýšenin na povrchu preparátu dostane do detektoru více sekundárních elektronů a výsledkem je vyšší intenzita signálu z detektoru a tedy světlé místo na obrazovce, z prohlubenin je tomu přesně naopak. Tím je získán topografický kontrast, který umožňuje zobrazit v mnohonásobném zvětšení povrch preparátu. Produkce odražených elektronů závisí na středním atomovém čísle vzorku. Z toho plyne, že jako světlé oblasti se budou na obrazovce jevit místa tvořená těžšími prvky. Naopak, oblasti tvořené lehkými prvky se budou jevit jako místa tmavá. Obraz v odražených elektronech je schopen odlišit oblasti s různým prvkovým složením. (www.microscopy.cz, 2005).

4.4.7. Vlastní provedení exkurze na pracovišti elektronové mikroskopie

- Délka trvání exkurze na pracovišti elektronové mikroskopie představuje cca 60 minut.
- Exkurze je provedena hromadnou formou tzn., že studenti společně sledují konkrétní úkony, které vykonává odborný pracovník. Dílčí pracovní postupy jsou provázeny odborným komentářem, který poslouží studentům k pochopení daného postupu práce.
- Exkurze je členěna do několika etap. Studentům je představena laboratoř, kde je TEM, přičemž odborný pracovník studentům vysvětluje podstatu činnosti TEM, se kterou úzce souvisí

i příprava pozorovaných preparátů a zároveň předvádí přihlížejícím jak TEM funguje. Dále je studentům představena laboratoř, kde se využívá SEM. Odborný pracovník opět studenty seznamuje s popisem a funkcemi SEM. Studenti získávají dále informace o přípravě pozorovaného preparátu a ani v tomto případě nechybí praktická ukázka práce na SEM.

4.4.8. Využití poznatků z exkurze

- Aktivizace studentů v následující vyučovací hodině. Aktivizace probíhá formou skupinové soutěžní hry puzzle. Hra spočívá ve správném poskládání dílčích částí, které vznikly rozstříháním zvětšených elektronmikroskopických snímků, do celistvé podoby daných fotografií (viz příloha č. 4 – č. 13). Úkolem každé skupiny studentů je nejprve správné poskládání jednotlivých nastříhaných částí elektronmikroskopických snímků a dále pak následné pojmenování vyobrazených buněčných struktur. Poslední úkol obrazové skládky puzzle spočívá ve správném popisu jednotlivých částí, které jsou vyznačeny na snímcích ve formě malých psacích písmen. Vítězem hry se stává skupina studentů, která bude nejen nejrychlejší, ale hlavně s přesností vyřeší zadané úkoly. Po ukončení skupinové soutěžní hry poskytne vyučující studentům k dispozici původní nerozstříhané elektronmikroskopické snímky, které jsou opatřeny názvem dané buněčné struktury a zároveň i popisem jednotlivých částí (viz příloha č. 4 – č. 13). Tyto kompletní elektronmikroskopické snímky poslouží studentům jako vhodný prostředek pro kontrolu vynaložené činnosti při soutěži. Prostřednictvím této aktivizační činnosti si studenti formou hry zopakují a upevní stavbu buňky a buněčných organel.

- Snímky pořízené elektronovým mikroskopem (viz příloha č. 4 – č. 13) lze využít při ústním nebo písemném opakování studentů. Studenti určují vyobrazené buněčné organely, popisují jejich stavební části a funkce.

- Poznatky z provedené exkurze mohou posloužit také jako účinný prostředek při zkoušení studentů, přičemž učitel předkládá jednotlivé elektronmikroskopické snímky (viz příloha č. 4 – č. 13) a úkol studenta spočívá ve správném pojmenování vyobrazených organel a dále pak v popisu jejich částí a funkcí. Učitel může znalosti studentů z provedené exkurze prověřit i formou otázek (Jaké znáte typy elektronových mikroskopů ? Které kovy se nejčastěji používají k pokovování preparátů v případě použití řádkovacího elektronového mikroskopu ? Jak se označují metody, které reprezentují fyzikální přípravy vzorku pro řádkovací elektronový mikroskop ? Které dvě podmínky musí být splněny při přípravě preparátu pro transmisní elektronový mikroskop ?), které poslouží jako prostředek při zjišťování míry získaných poznatků studentů z vykonané exkurze.

4.5. Laboratorní cvičení

I. CVIČENÍ

Téma – Buňky z pokožky cibule

Cíl – Seznámit se s morfologickou a anatomickou stavbou rostlinné buňky

Potřeby – Cibule (*Allium cepa*), žiletka, preparační jehla, pinzeta, kapátko, Petriho miska s vodou, podložní sklo, krycí sklo, mikroskop

Postup práce – Cibuli rozřežeme na několik dílů, které rozložíme na jednotlivé dužnaté listy. Žiletkou je nařezeme na kousky o velikosti asi 5 mm * 5 mm. Z vnitřní strany stáhneme pinzetou tenkou blánu pokožky, kterou musíme hned přenést do kapky vody na podložní sklo. Přikryjeme krycím sklem a pozorujeme v mikroskopu. Preparát pozorujeme nejprve při malém zvětšení, později při větším zvětšení

Úkoly – Pokuste se rozlišit buněčnou stěnu a další buněčné struktury – cytoplasmu, jádro, jadérko a nakreslete tvar buněk pokožky cibule.

II. CVIČENÍ

Téma – Plastidy v rostlinných buňkách

Cíl – Poznat morfologickou a anatomickou stavbu rostlinné buňky

Potřeby – Mech měřík (*Mnium sp.*), žiletka, pinzeta, preparační jehla, kapátko, Petriho miska s vodou, podložní sklo, krycí sklo, mikroskop

Postup práce – Pinzetou odtrhneme lístek mechu a vložíme jej do kapky vody na podložní sklo. Překryjeme krycím sklem a pozorujeme

Úkoly – Všimněte si množství zelených tělísek v buňkách. Jsou to chloroplasty. Prohlédněte si při větším zvětšení několik buněk a pokuste se v nich najít dělicí se chloroplasty. Zjistěte jakou důležitou funkci plní chloroplasty v rostlinné buňce.

III. CVIČENÍ

Téma – Chromoplasty v mrkvi

Cíl – Poznat morfologickou a anatomickou stavbu rostlinné buňky

Potřeby – Mrkev (*Daucus sativus*) žiletka, pinzeta, preparační jehla, kapátko, Petriho miska s vodou, podložní sklo, krycí sklo, mikroskop

Postup práce – Z kořene mrkve vyřízneme malý špalíček, z něhož žiletkou připravíme co nejtenčí průsvitné řezy. Pinzetou přeneseme průsvitný plátek do kapky vody na podložní sklo. Překryjeme krycím sklem a pozorujeme

Úkoly – Pozorujte mikroskopem a všimněte si typických parenchymatických buněk se shluky oranžových tělísek. Jsou to chromoplasty. Zakreslete je.

IV. CVIČENÍ

Téma – Vakuoly rostlinných buněk

Cíl – Seznámit se s morfologickou a anatomickou stavbou rostlinné buňky

Potřeby – Zralé bobule ptačího zobu (*Ligustrum sp.*), žiletka, preparační jehla, kapátko, Petriho miska s vodou, podložní sklo, krycí sklo, mikroskop

Postup práce – Preparační jehlou protrhneme blanku na povrchu zralé bobule ptačího zobu a uvolněnou část odklopíme. Hrotem preparační jehly seškrábneme z odklopené části trochu tmavé dužniny. Přeneseme ji do kapky vody na podložním skle a rozcupujeme ji. Překryjeme krycím sklem a pozorujeme

Úkoly – Nakreslete jednotlivé buňky dužniny bobule. Zjistěte jaké má vakuola části a jakou funkci v rostlinné buňce vakuola zastává.

V. CVIČENÍ

Téma – Buněčné inkluze – škrobová zrna.

Cíl – Poznat morfologickou a anatomickou stavbu rostlinné buňky.

Potřeby – Kukuřice, rýže, žiletka, preparační jehla, kapátko, Petriho miska s vodou, Lugolův roztok, filtrační papír, podložní sklo, krycí sklo, mikroskop.

Postup práce – Žiletkou rozřízneme zrníčko. Preparační jehlou vyškrábneme několik zrněk a vložíme je do kapky vody na podložní sklo. Preparát obarvíme Lugolovým roztokem. Překryjeme krycím sklem a pozorujeme. Zrnka vykazují tmavé zbarvení – důkaz škrobu.

Úkoly – Pozorujte jednotlivá škrobová zrna. Stručně charakterizujte složení škrobových zrn. Preparát zakreslete.

4.6. Pracovní listy

Pracovní listy patří mezi didaktické prostředky, které si zpravidla učitel připravuje sám. Celkový počet otázek a úkolů si volí podle jejich náročnosti a podle doby, která je vyměřena k jejich vyřešení.

V této diplomové práci nejsou vypracovány konkrétní návrhy pracovních listů, ale je zde uveden soubor 46 možných úkolů, které by učitel mohl využít při sestavování pracovních listů na dané téma týkající se učiva o prokaryontní a eukaryontní buňce.

V souboru jsou zařazeny úkoly zaměřené na doplňování správných pojmů, přiřazovací úkoly a dále i úkoly, ve kterých je nutné přeskládat jednotlivá písmena tak, aby vznikl smysluplný pojem týkající se buněčné tematiky.

Navrhla jsem i několik křížovek, šifrovací tabulku, rébusy a osmisměrky, v nichž student vyhledává pojmy, které úzce souvisí s tematikou prokaryontní a eukaryontní buňky.

Zhotovila jsem průsvitky, na kterých jsou barevně znázorněny nákresy související s prokaryontní a eukaryontní buňkou. Konkrétně jsem vypracovala nákres buňky prokaryontní, buňky eukaryontní, buňky sinice a dále schéma eukaryontní organely mitochondrie. Jednotlivé nákresy jsou opatřeny názvem a konkrétními popisky. Tyto průsvitky lze dle potřeby velikostně upravit na kopírovacím zařízení a překopírovat je na průhledné folie pro zpětnou projekci. Jednotlivé nákresy na průsvítkách je možné využít při výkladu učiva o prokaryontních či eukaryontních organismech a dále například jako účinný prostředek při písemném zkoušení studentů na probrané téma. Úkol studentů spočívá ve správném popisu vyznačených částí.

Nedílnou součástí těchto úkolů je soubor 23 nákresů, které nejsou opatřeny popisky. Úkol studenta tedy spočívá ve správném doplnění příslušných popisků. Tyto nákresy s tematikou prokaryontních a eukaryontních organismů mohou učiteli posloužit jako vhodný prostředek při písemném a rovněž ústním zkoušení studentů, které následuje po probrání jím určeného tematického celku. Jednotlivé obrázky lze využít i během výkladu učiva o buňce, neboť představují pro studenty názorný obrazový materiál, který jim zajistí zprostředkuje větší představivost o dané tematice.

4.6.1. Seznam úkolů pro sestavení pracovních listů

1. Doplnění názvů (prokaryontní buňka)
2. Doplnění názvů (prokaryontní buňka)
3. Doplnění názvů (rostlinná buňka)
4. Doplnění názvů (rostlinná buňka)
5. Doplnění názvů (živočišná buňka)
6. Doplnění názvů (živočišná buňka)
7. Doplnění názvů (prokaryontní a eukaryontní buňka)
8. Poskládání názvů z písmen (prokaryontní a eukaryontní buňka)
9. Přiřazování správných pojmů (prokaryontní buňka)
10. Přiřazování správných pojmů (rostlinná buňka)
11. Přiřazování správných pojmů (živočišná buňka)
12. Přiřazování správných pojmů (buněčné děje)
13. Doplnění správných pojmů (prokaryontní buňka)
14. Doplnění správných pojmů (eukaryontní buňka)
15. Doplnění správných pojmů (rostlinná buňka)
16. Doplnění správných pojmů (eukaryontní buňka)
17. Šifrovací tabulka (prokaryontní a eukaryontní buňka)
18. Rébusy (prokaryontní a eukaryontní buňka)
19. Osmisměrka (rostlinná buňka)
20. Osmisměrka (živočišná buňka)
21. Osmisměrka (prokaryontní buňka)
22. Křížovka (prokaryontní buňka)
23. Popis vyobrazeného nákresu (prokaryontní buňka)
24. Popis vyobrazeného nákresu (bakteriální buňka)
25. Popis vyobrazeného nákresu (prokaryontní buňka)
26. Pojmenování vyobrazené bakterie (bakteriální buňka)
27. Pojmenování vyobrazených bakterií (bakteriální buňka)
28. Popis vyobrazeného nákresu (buňka sinice)
29. Popis vyobrazeného nákresu (buňka sinice)
30. Popis vyobrazeného nákresu (buňka sinice)
31. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná buňka)
32. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná buňka)
33. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná buňka)
34. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná a živočišná buňka)

35. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná buňka)
36. Popis vyobrazeného nákresu (rostlinná buňka)
37. Popis vyobrazeného nákresu (eukaryontní buňka)
38. Popis vyobrazeného nákresu (živočišná buňka)
39. Popis vyobrazeného nákresu (živočišná buňka)
40. Popis vyobrazeného nákresu (živočišná buňka)
41. Pojmenování vyobrazeného schématu a jeho popis (buněčné jádro)
42. Pojmenování vyobrazené organely a její popis (mitochondrie)
43. Pojmenování vyobrazené organely a její popis (mitochondrie)
44. Pojmenování vyobrazené organely a její popis (mitochondrie)
45. Pojmenování vyobrazené organely a její popis (chloroplast)
46. Pojmenování vyobrazené organely a její popis (chloroplast)
- č. 1 Schéma prokaryontní buňky (průsvitky)
- č. 2 Schéma buňky sinice (průsvitky)
- č. 3 Schéma eukaryontní buňky (průsvitky)
- č. 4 Schéma mitochondrie (průsvitky)

4.6.2. Návrh úkolů pro sestavení pracovních listů**1. Doplňte názvy buněčných součástí (PROKARYONTNÍ BUŇKA) :**

1. - u - ě - - - - t - n -

2. - - b - - - m

3. P - - s m - d

4. - - ě - k

5. F - - b - - e

6. - u - - - o - d

7. C - t - - o -

8. - o - z - - o

2. Doplňte názvy chemických látek v buněčných součástech**(PROKARYONTNÍ BUŇKA):**

1. R - -
2. P - - t - i -
3. P - - t - d - - - y - - n
4. - - ch - r - d
5. F - s - - l - - i -

3. Doplňte názvy organel (ROSTLINNÁ BUŇKA) :

1. - l - s t - -

2. - - t - - - - r - -

3. - - b o - - m

4. - a - u - l -

5. - - - r -

4. Doplňte názvy součástí organel (ROSTLINNÁ BUŇKA) :

1. T - - o - - a - t
2. - h - - a - o - d
3. - - t - - x
4. - u - - č - - - - á - a
5. S - - o m -

5. Doplňte názvy organel (ŽIVOČIŠNÁ BUŇKA) :

1. - - d - o

2. L - - o s - -

3. - - - g - h - a - - r - -

4. - i - - - o - - r - -

5. V - - - o - -

6. Doplňte názvy součástí organel (ŽIVOČIŠNÁ BUŇKA) :

1. M - - r - t - - u - y

2. T - - o - - a s -

3. - r i - - y

4. Ch - - - - - o -

5. M - - r i -

5. K jakému prokádce je naseř? (přímé, zřímé, vřímé, vřímé, vřímé, vřímé)

7. Doplňte názvy procesů, které probíhají v buňce :

1. F --- s --- t ---
2. D - ch ---
3. M - t --- a
4. - - p - i - a - e - N -
5. M - i --- a

8. Z písmen poskládejte názvy organel, chemických látek, organismů a badatelů (PROKARYONTA, EUKARYONTA) :

1. i o r t o m i c h e a d

2. o d á j r

3. u l a k v o a

4. N A D

5. o m i b s r o

6. r b š o k

7. i i s e n c

8. e k b r e a t i

9. o e h o k

10. t x m i a r

11. y l r o f l c h o

12. o o p t s t n a l

13. s i l a m p d

14. p f o f i i s l d o

15. s t w a n o

16. r c k i c

17. r d j é a o k

18. m t r o s a

19. i s y r t k

20. r t p o i a e

9. Přiřaďte pojmy, které k sobě patří (PROKARYONTÍ BUŇKA) :

1. Chromosom
 2. Plasmatická membrána
 3. Bičík
 4. Buněčná stěna
 5. Ribosom
 6. Cytosol
 7. Kapsula
 8. Fimbrie
 9. Plasmidy
-
- a) Fosfolipidy
 - b) Nepohyblivá vlákna
 - c) DNA
 - d) Slizová vrstva
 - e) Rosolovitý vodný roztok
 - f) Peptidoglykany
 - g) Kruhové molekuly DNA
 - h) Bílkovinné vlákno
 - i) r RNA

10. Přiřaďte pojmy, které k sobě patří (ROSTLINNÁ BUŇKA) :

1. Jádro
 2. Chloroplast
 3. Golgiho aparát
 4. Mitochondrie
 5. Vakuola
 6. Buněčná stěna
 7. Chromoplast
 8. Škrob
 9. Mikrotubuly
-
- a) Kristy
 - b) Tonoplast
 - c) Celulosa
 - d) Chromosom
 - e) Karotenoidy
 - f) Zásobní polysacharid
 - g) Systém měchýřků
 - h) Chlorofyl
 - i) Bílkovinná vlákna

11. Přiřad'te pojmy, které k sobě patří (ŽIVOČIŠNÁ BUŇKA) :

1. Mitochondrie
 2. Vakuola
 3. Ribosom
 4. Glykogen
 5. Jádro
 6. Lyzosomy
 7. Mikrofilamenta
 8. Cytoskelet
 9. Cytosol
-
- a) Jadérko
 - b) Hydrolytické enzymy
 - c) Buněčná šťáva
 - d) r RNA
 - e) Matrix
 - f) Aktin
 - g) Zásobní polysacharid
 - h) Mikrotubuly
 - i) Rosolovitá hmota

12. Přiřaďte pojmy, které k sobě patří (BUNĚČNÉ DĚJE) :

1. Fotosyntéza
2. Dýchání
3. Proteosyntéza
4. Syntéza lipidů
5. Mitoza
6. Glykolýza

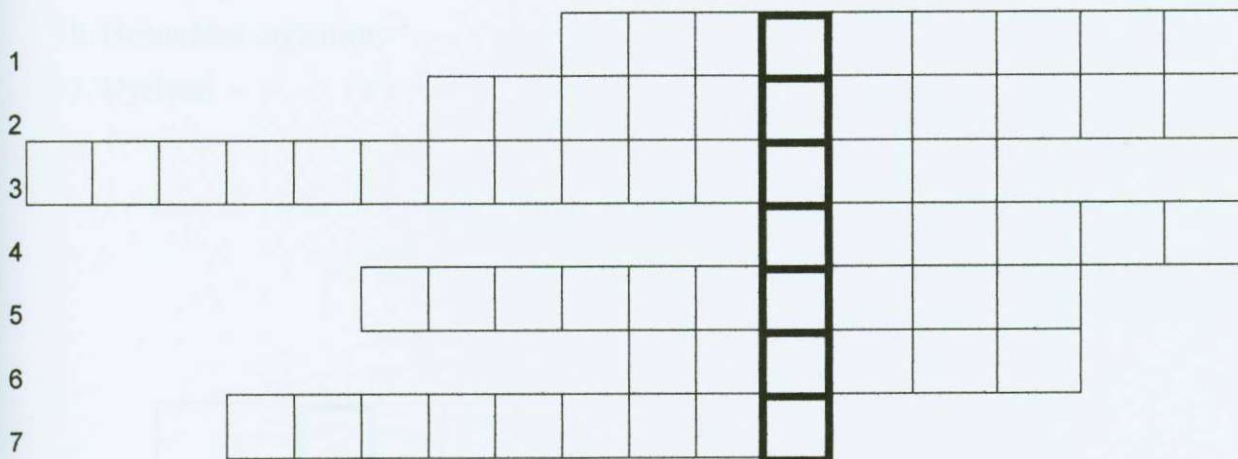
- a) Drsné endoplasmatické retikulum
- b) Jádro
- c) Mitochondrie
- d) Chloroplast
- e) Hladké endoplasmatické retikulum
- f) Cytosol

13. Doplňte správné pojmy – tajenkou je jednobuněčný organismus :

1. Struktura osahující r RNA
2. Nositelka genetické informace
3. Zástupce vláknitých sinic
4. Zásobní látka bakterií
5. Bakterie osidlující tlusté střevo člověka
6. Způsob zneškodňování bakterií
7. Zástupce zakřivených bakterií
8. Bakteriální onemocnění přenášené kontaminovanou vodou

15. Doplňte správné pojmy – tajenkou je organela, která se podle typu přítomného pigmentu dělí do tří skupin :

1. Dýchání
2. Stavební složka biomembrán
3. Stavební složka buněčné stěny bakterií
4. Jednobuněčné prokaryotní organismy
5. Příjem tekutých látek buňkou
6. Přepážky uvnitř mitochondrie
7. Stavební jednotka nukleových kyselin



16. Doplňte správné pojmy – tajenkou je organela, ve které se uskutečňuje buněčné dýchání :

1. Přenos vody přes polopropustnou membránu
2. Pohybový aparát bakteriální buňky
3. Nauka o buňce
4. Tvorba bílkovin
5. Asimilační barvivo
6. Bezjaderné jednobuněčné organismy
7. Latinský název buněčného jádra
8. Nositelka genetické informace
9. Název biogenního prvku se značkou - S
10. Nebuněčné organismy
11. Dýchání

17. Co skrývá následující šifra ?

	1	2	3	4	5
F	A	B	C	D	E
J	F	G	H	I	J
P	K	L	M	N	O
B	P	Q	R	S	T
G	U	V	X	Y	Z

- a) 2F 1F 1P 5B 5F 3B 4J 5F – 1F – 4B 4J 4P 4J 3F 5F – 5J 4B 5P 1G – 1B 3B 5P 1P 1F 3B 4G
5P 4P 5B 1F.
- b) 3F 3J 2P 5P 3B 5P 1B 2P 1F 4B 5B – 5J 5F – 3F 5F 4P 5B 3B 5F 3P – 1J 5P 5B 5P 4B 4G 4P
5B 5F 5G 4G.
- c) 5F 4P 4F 5P 1B 2P 1F 4B 3P 1F 5B 4J 3F 1P 5F – 3B 5F 5B 4J 1P 1G 2P 1G 3P – 2F 5F 5G
– 4P 1F 2G 1F 5G 1F 4P 4G 3F 3J – 3B 4J 2F 5P 4B 5P 3P 1G – 5J 5F – 3J 2P 1F 4F 1P 5F.

18. V následujících větách objevíte názvy různých buněčných organel či jejich součástí. V každé větě je ukryt jeden název :

1. Včera jsem navštívila divadelní představení „ Já, drozd a žížala “.
2. V hodinách chemie se dozvíte co je to plast, idioblastem vás pro změnu potrápí biologie.
3. Petr a Olga se vypravili na výlet do přírody, aby poznali naše minerály. Petr naskládal kompletní geologickou výbavu do koženého vaku, Ola nezapomněla přibalit mapu.
4. Studenti byli nadšeni přírodopisným filmem „ Brána do mikrosvěta “.
5. Na tomto místě našli řečtí archeologové vzácný poklad.
6. Bratr mi chtěl udělat radost, protože jsem měl narozeniny. Šel do ZOO, kde natočil tygra na videokameru. Kazetu mi pak věnoval, protože ví, že obdivuji divoké šelmy.
7. Dnes jsme v hodině chemie probírali halogeny, a to hlavně fluor a chlor, o plastech, na které jsem nesmírně zvědav, bude řeč až za několik týdnů.
8. Jirka si všiml, že má děravou kapsu. Ale bylo už příliš pozdě, protože všechny mince už se stačily rozkutálet. Zřejmě první peníze poztrácel u losa, jelikož odtud začala poznávací výprava po zoologické zahradě.

19. Z tabulky vypište názvy tří buněčných organel, které jsou součástí rostlinné buňky :

P	V	A	Z	S	CH	V	A	A	O
O	M	O	L	V	T	R	B	M	M
CH	S	I	H	O	R	D	Á	J	G
Z	T	A	S	M	U	Z	Y	H	E
I	S	U	F	K	V	K	E	I	D
CH	L	O	R	O	P	L	A	S	T
I	J	Z	B	L	A	P	O	V	R

20. Z tabulky vypište názvy tří buněčných organel, které jsou součástí živočišné buňky :

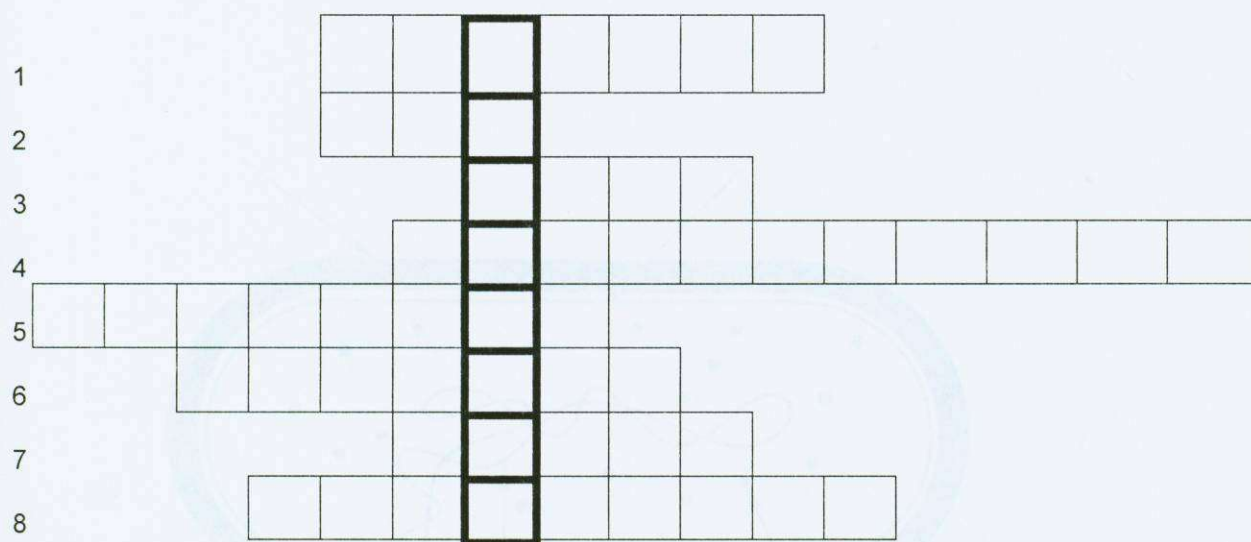
M	A	U	C	I	L	R	Z	S	I	C
I	P	V	T	V	I	O	A	J	K	D
O	B	Z	J	B	P	M	B	A	S	Z
M	I	T	O	CH	O	N	D	R	I	E
M	O	S	O	Z	Y	L	O	F	P	N
G	O	M	R	T	CH	U	I	J	K	A
M	L	R	S	H	A	B	U	I	G	D

21. Z tabulky vypište názvy tří buněčných součástí prokaryontní buňky :

T	F	V	G	O	M	D	R
Y	E	K	Í	Č	I	B	N
L	N	CH	D	M	CH	U	B
K	G	J	S	T	Ě	N	A
Z	I	A	H	R	K	Ě	S
O	L	Y	T	I	A	Č	T
P	S	M	A	V	CH	N	U
B	L	P	S	U	I	Á	C

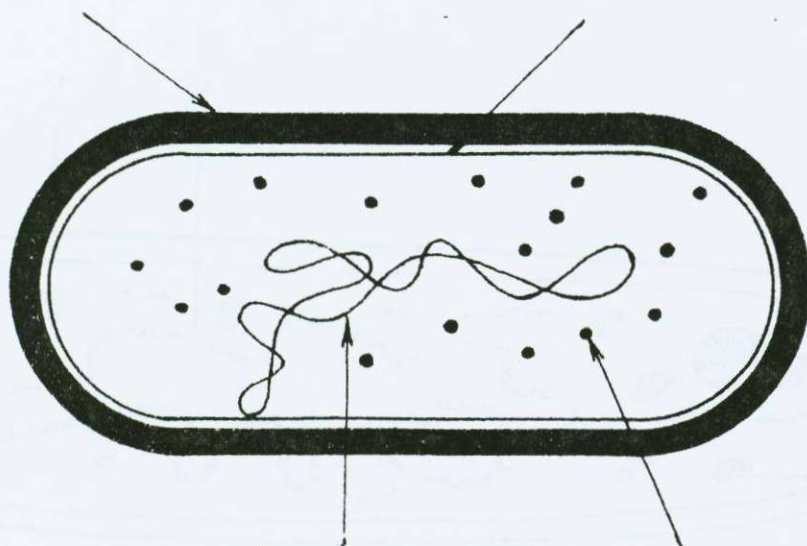
22. Křížovka :

- 1) Struktura obsahující r RNA
- 2) Bakteriální chromosom
- 3) Kulovité bakterie
- 4) Způsob zneškodňování bakterií
- 5) Zásobní látka bakterií
- 6) Krátká vlákna na povrchu bakteriální buňky
- 7) Pohybový aparát bakteriální buňky
- 8) Bakteriální onemocnění přenášené klíšťaty



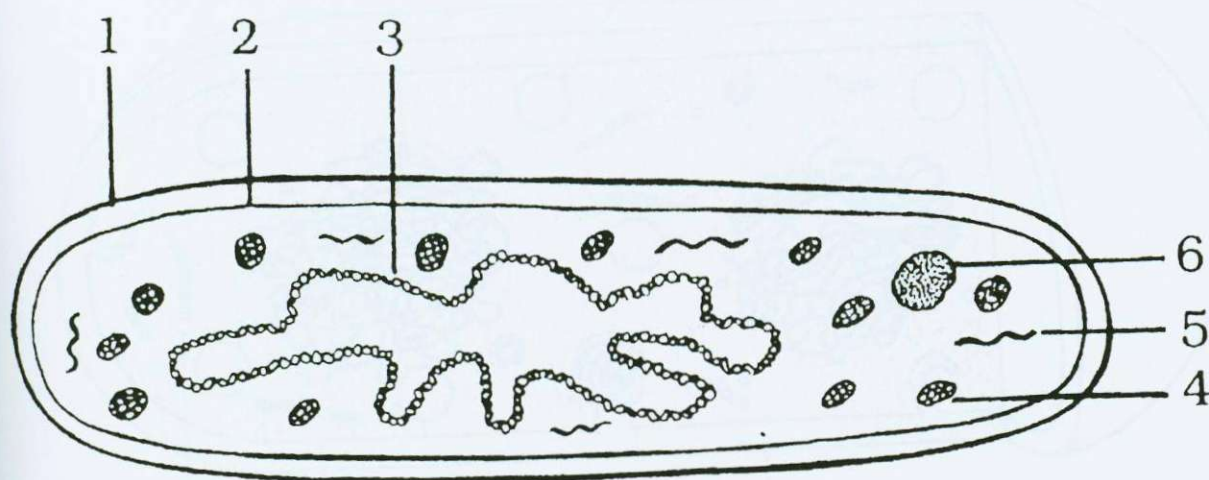
23. Prokaryontní buňka

Popiš označená místa na obrázku :



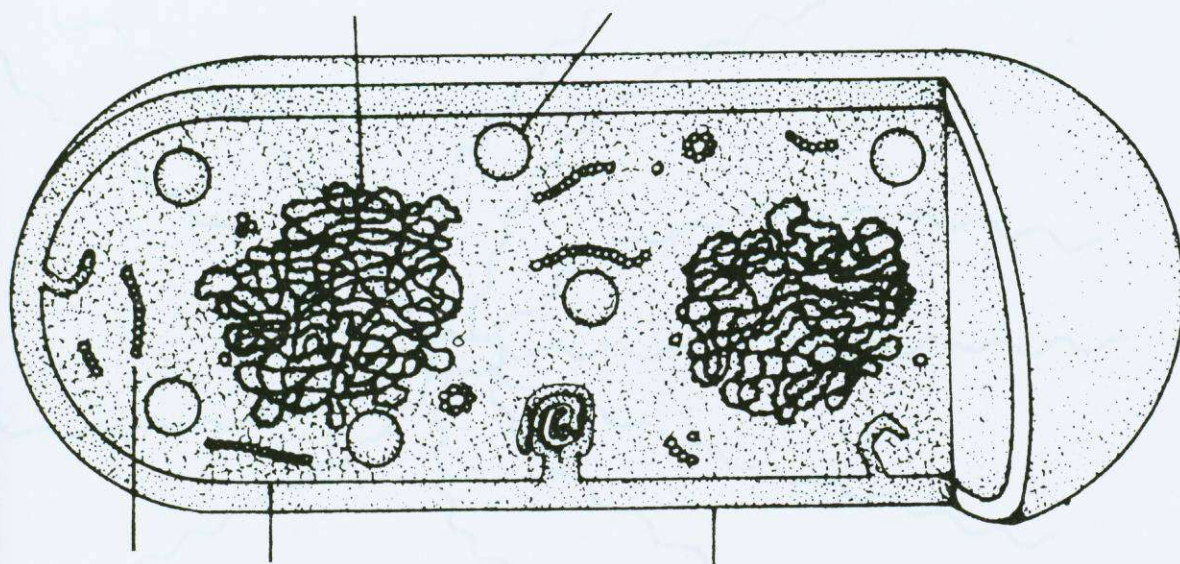
24. Bakteriální buňka

Popiš označená místa na obrázku :



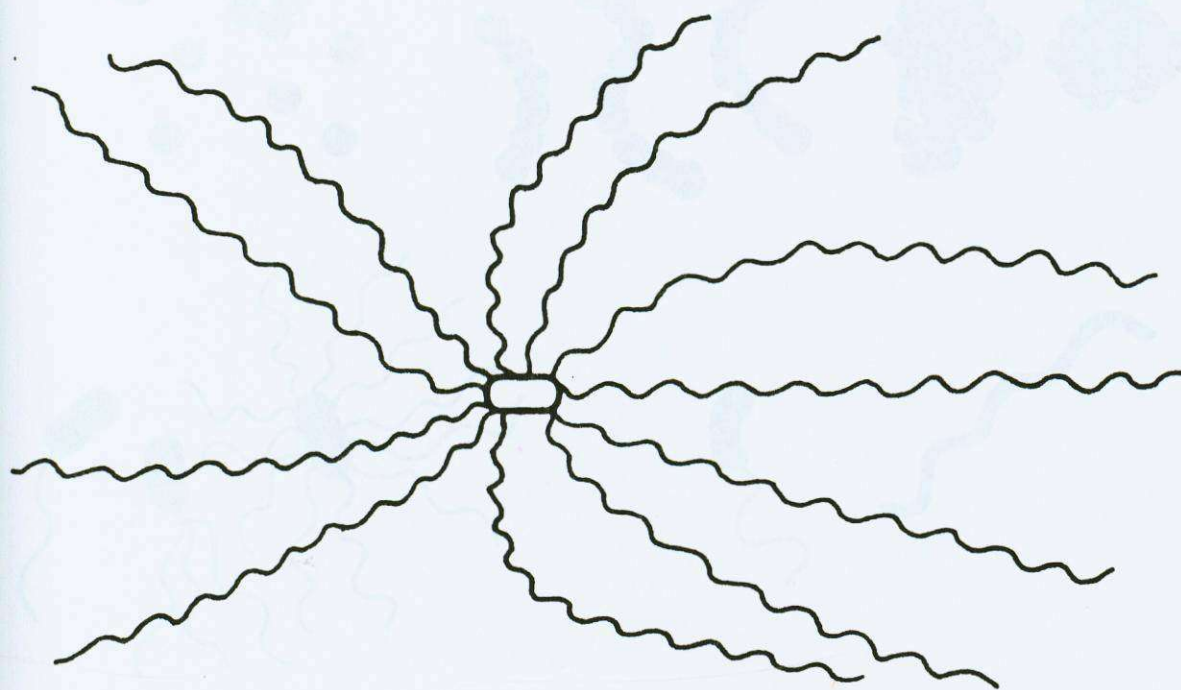
25. Prokaryontní buňka

Popiš vyznačená místa v nákresu :



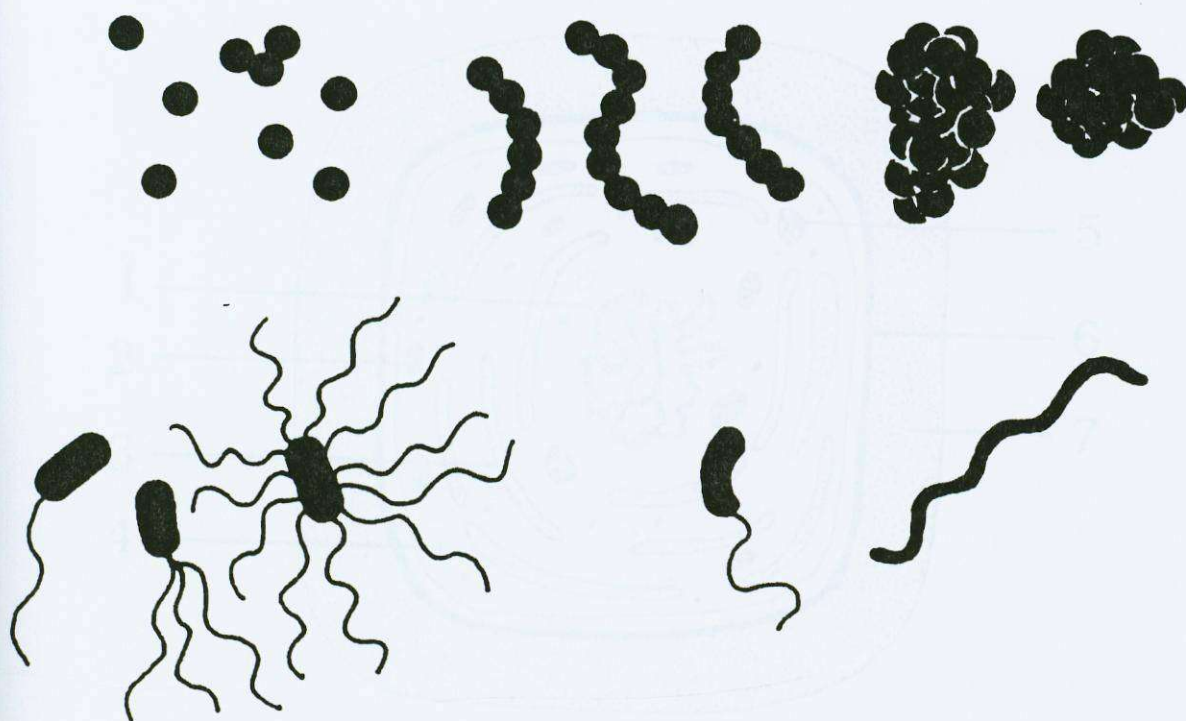
26. Bakteriální buňka

Urči, co je na obrázku :



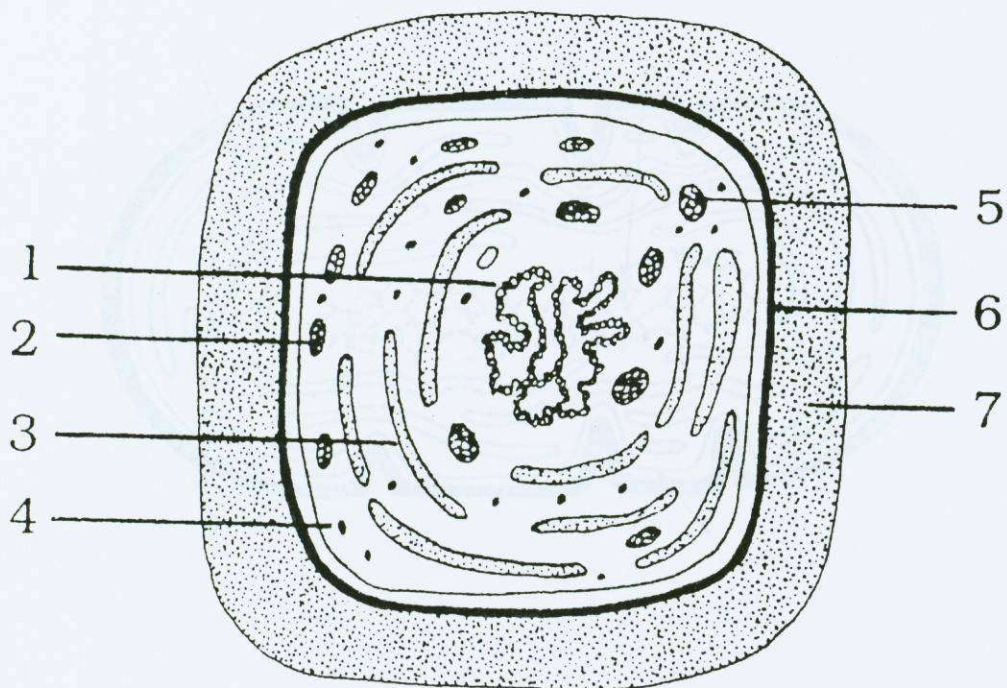
27. Bakteriální buňka

Pojmenuj vyobrazené bakterie :



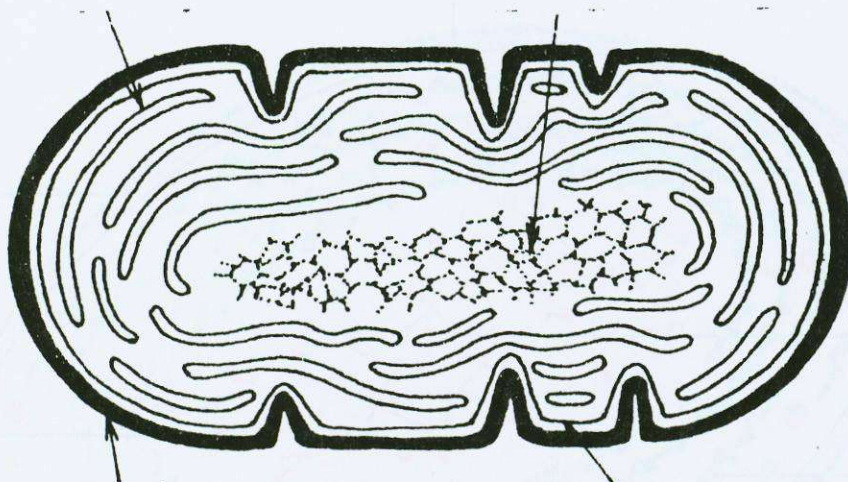
28. Buňka sinice

Popiš označená místa v nákresu :



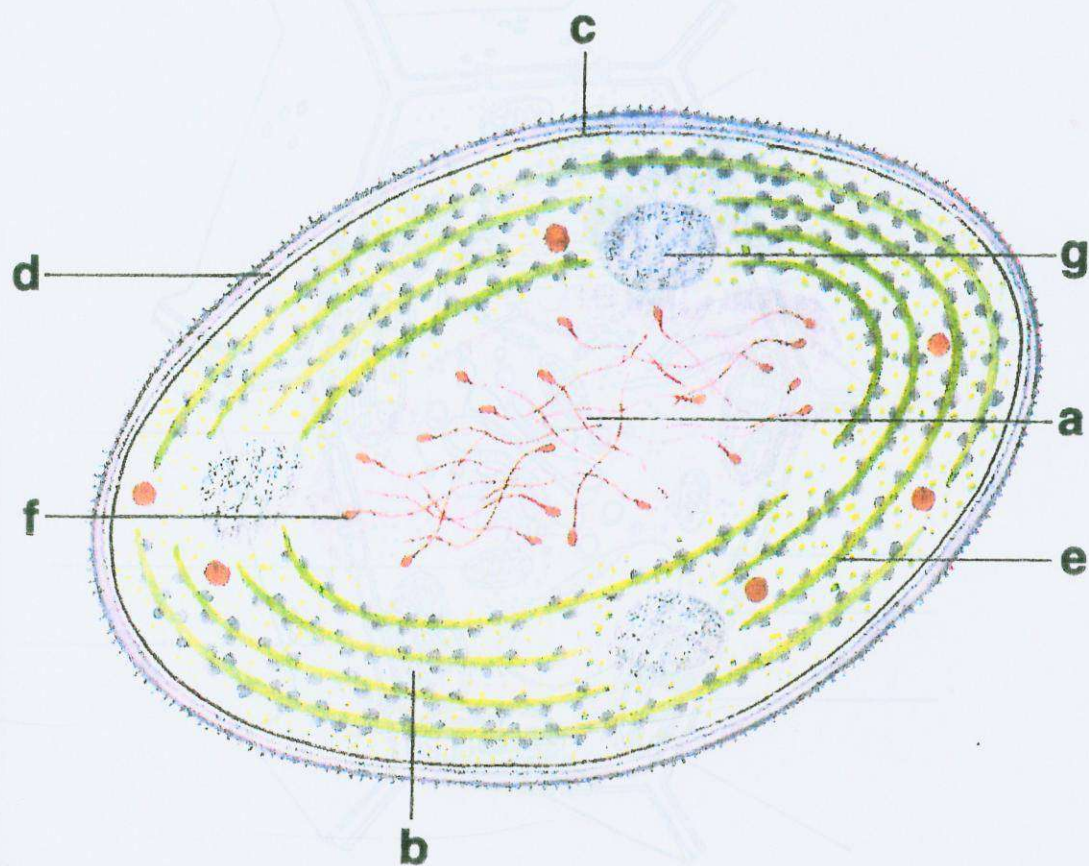
29. Buňka sinice

Popiš vyznačená místa v nákresu :



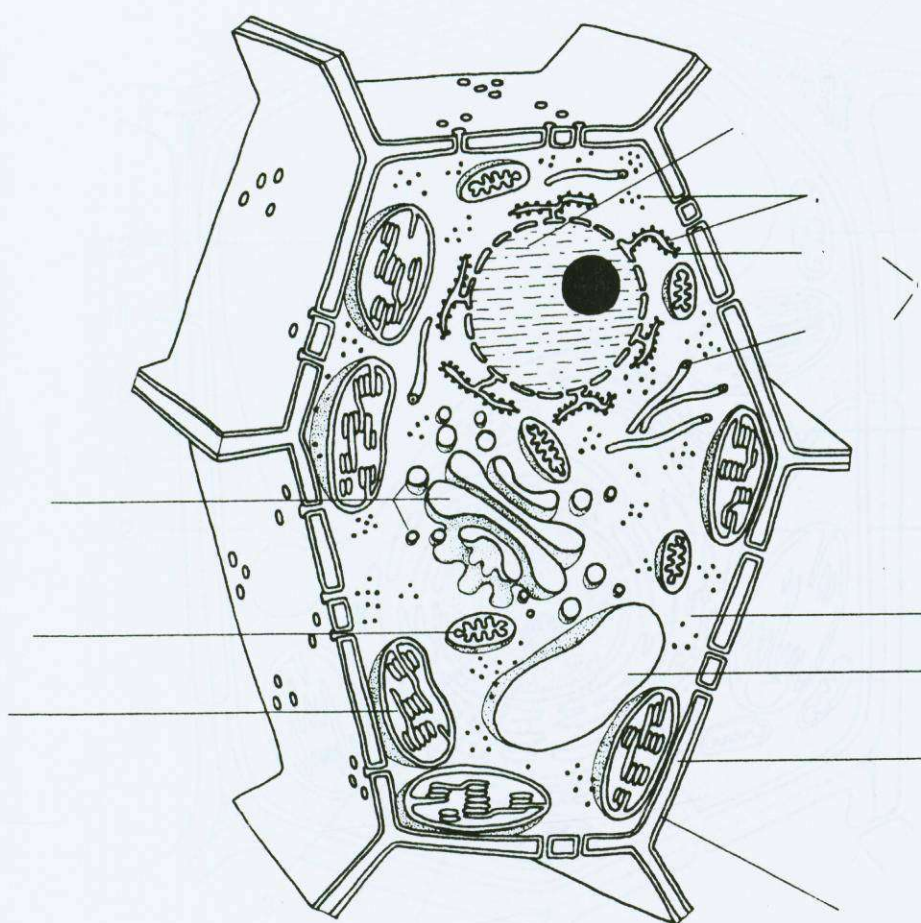
30. Buňka sinice

Popiš označená místa v nákresu :



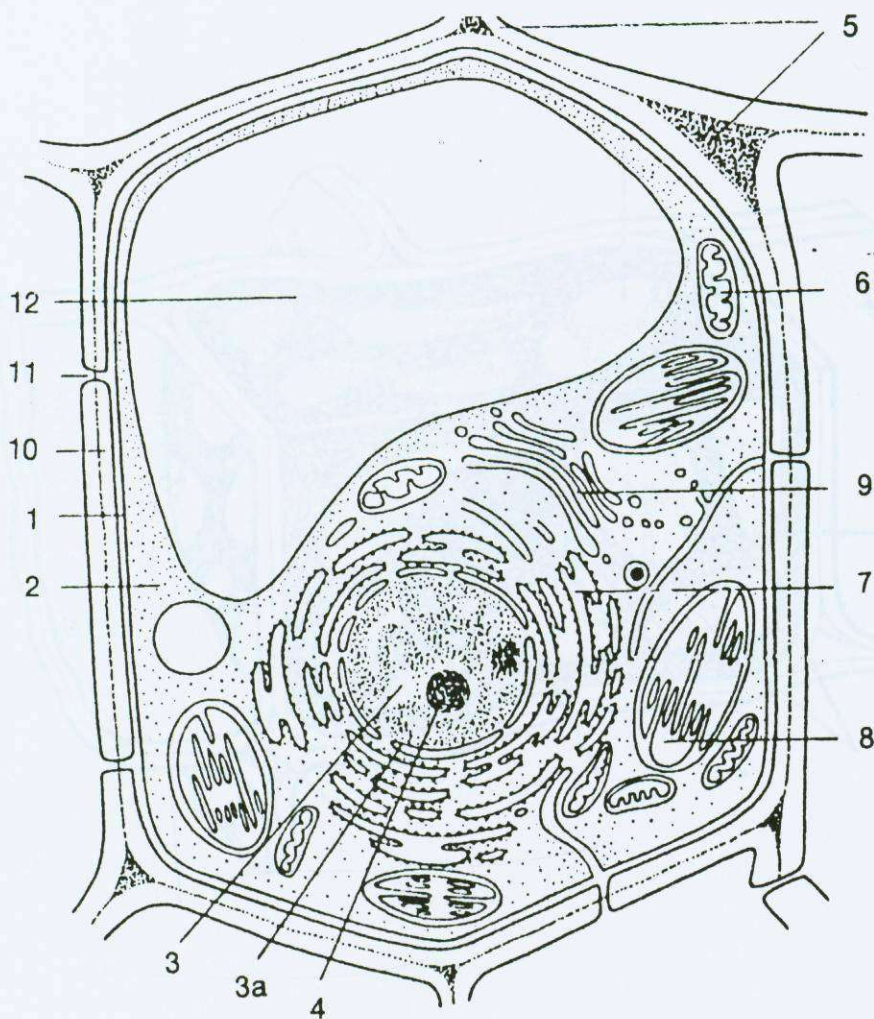
31. Rostlinná buňka

Popiš schéma stavby rostlinné buňky :



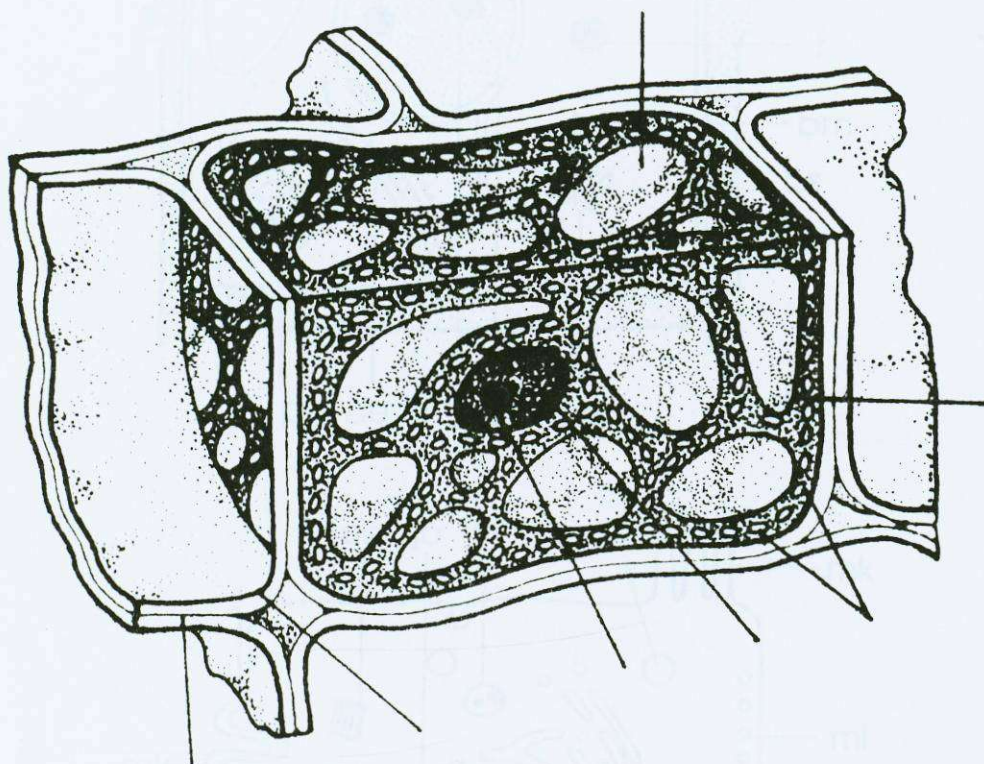
32. Rostlinná buňka

Popiš vyznačená místa na obrázku :



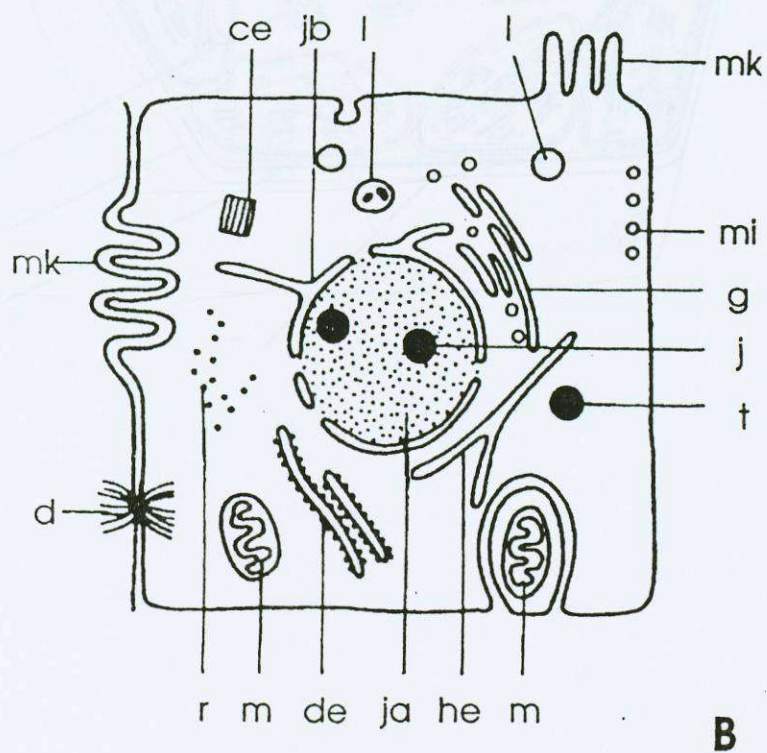
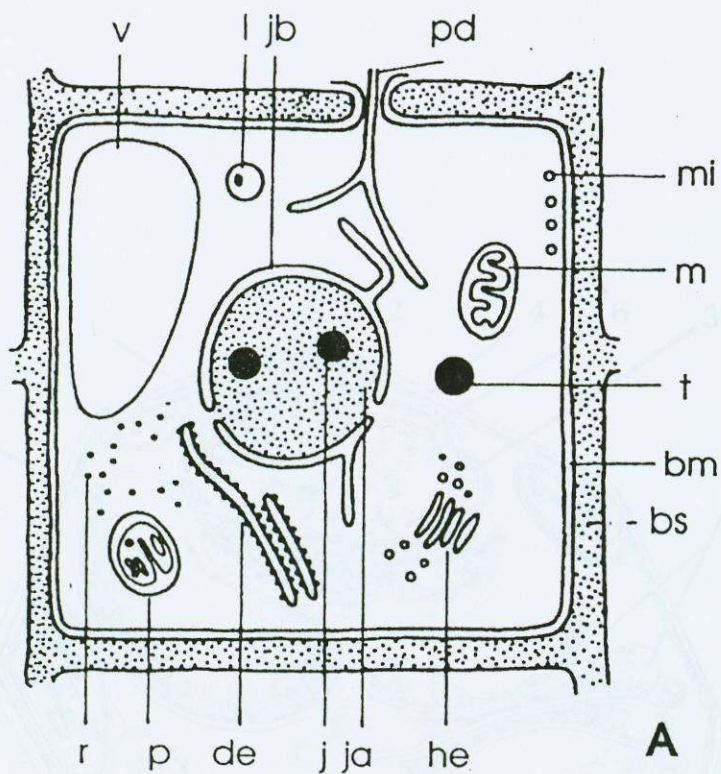
33. Rostlinná buňka

Popiš označená místa na obrázku :



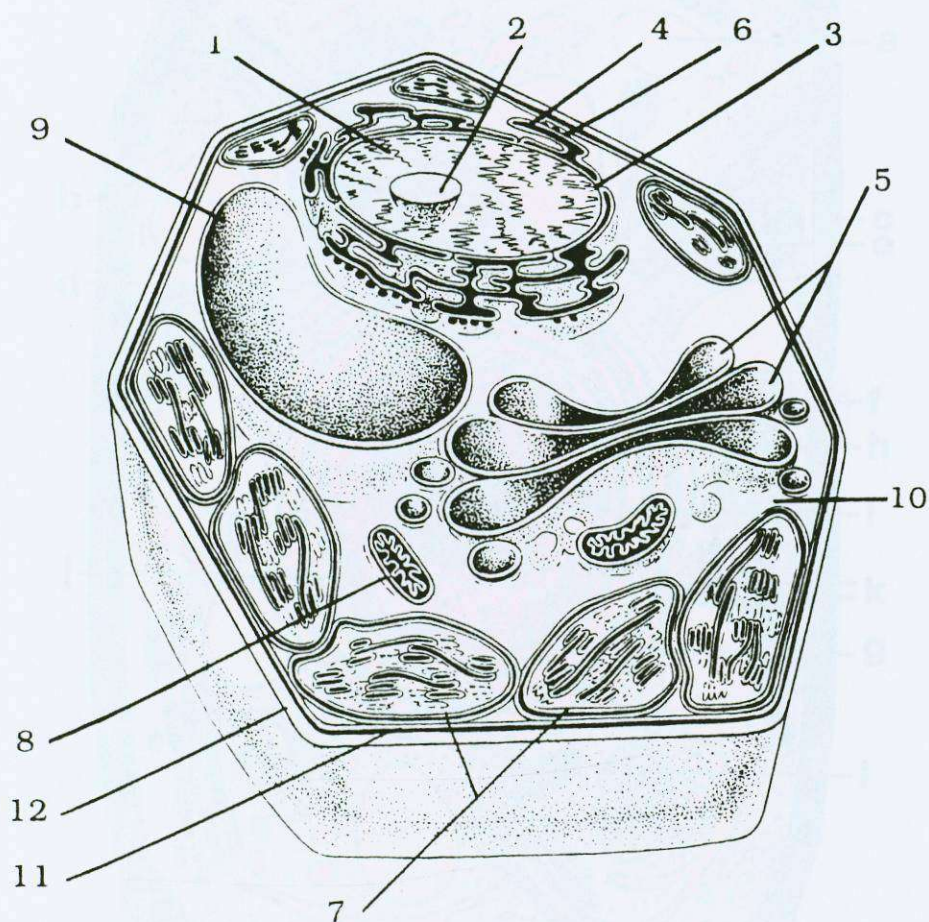
34. Rostlinná buňka a živočišná buňka

Urči, který z nákresů představuje rostlinnou buňku a popiš vyznačená místa ve správně zvoleném nákresu :



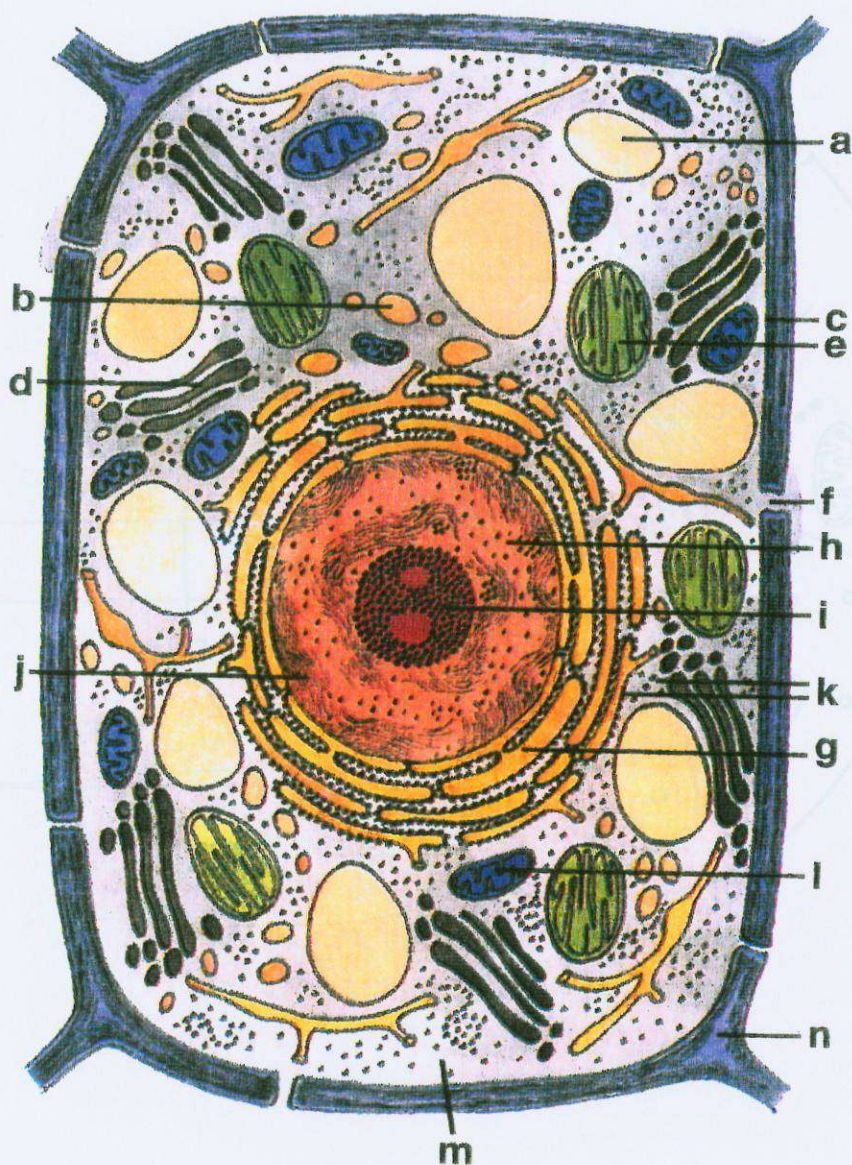
35. Rostlinná buňka

Popiš vyznačená místa v nákresu :



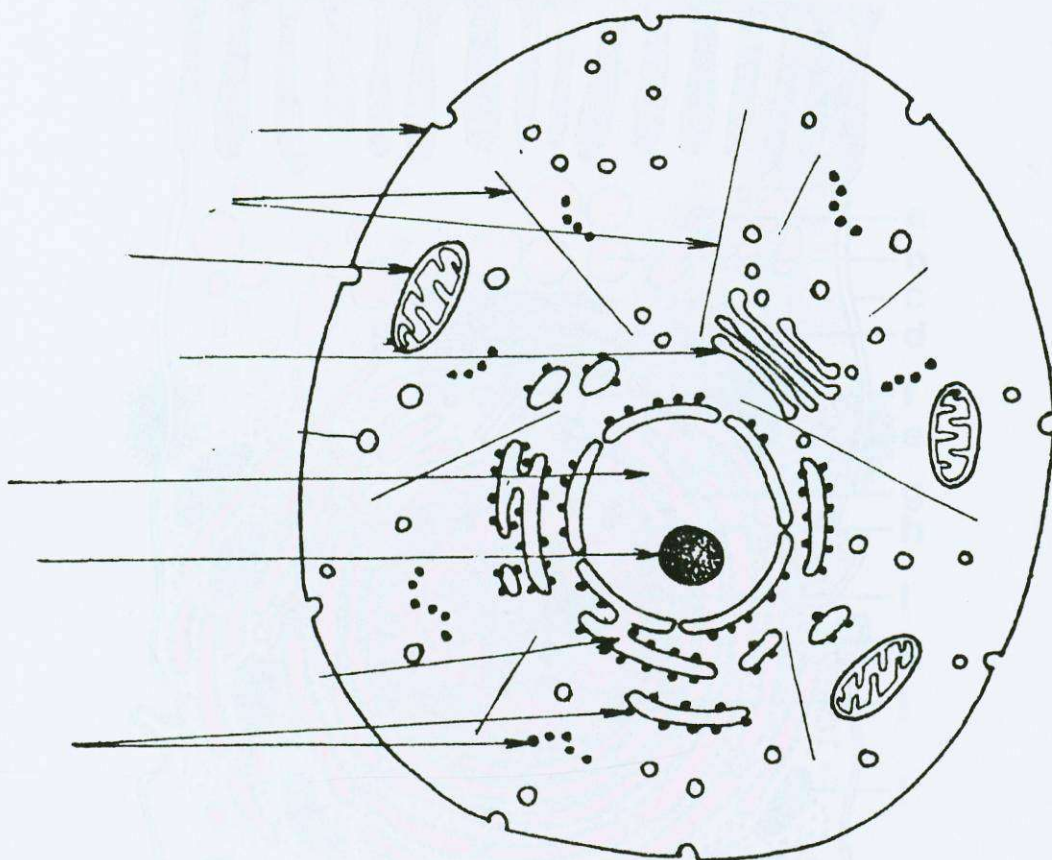
36. Rostlinná buňka

Popiš vyznačená místa v nákresu :



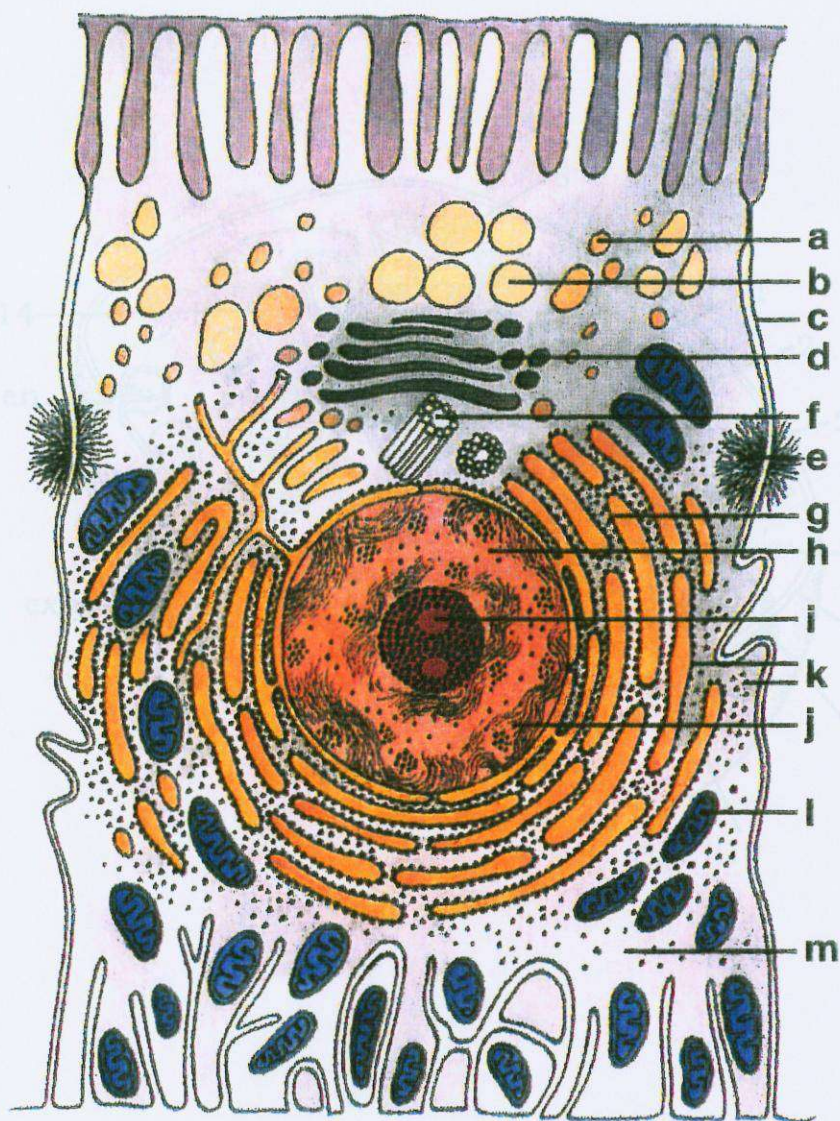
37. Eukaryontní buňka

Popiš označená místa v nákresu :



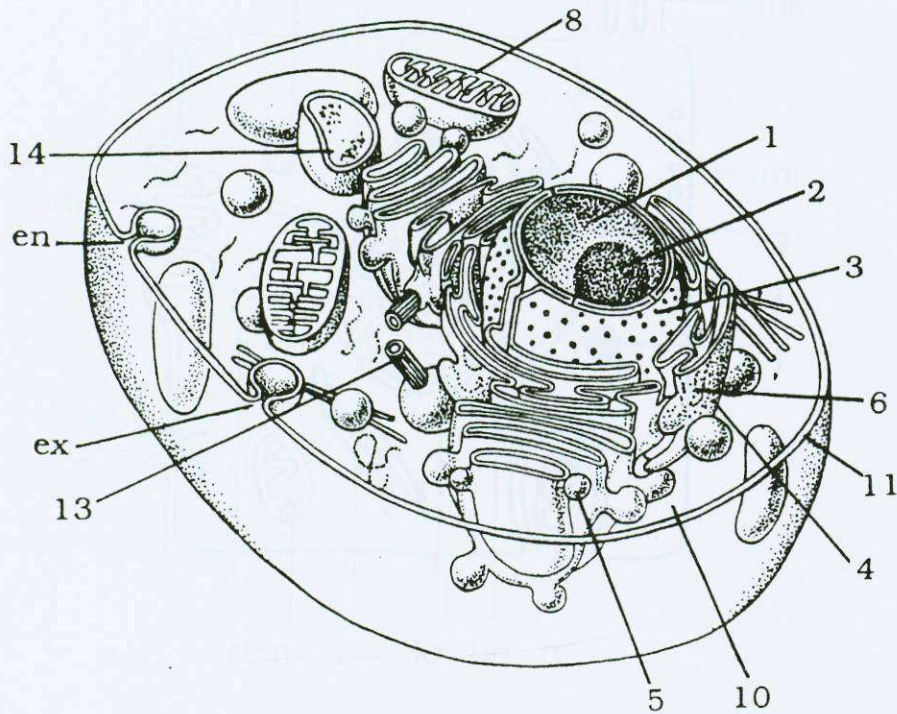
38. Živočišná buňka

Popiš vyznačená místa v nákresu :



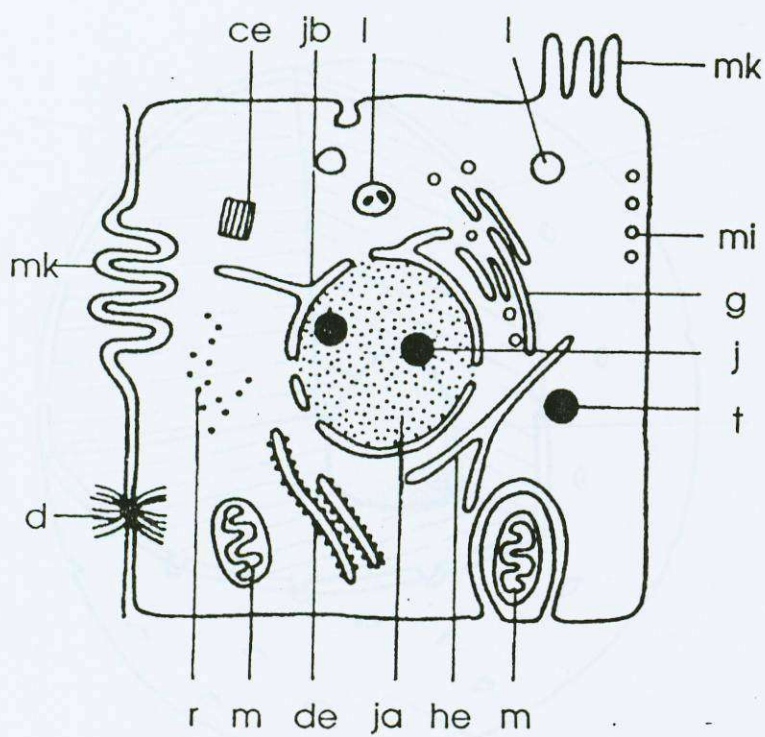
39. Živočišná buňka

Popiš vyznačená místa v nákresu :



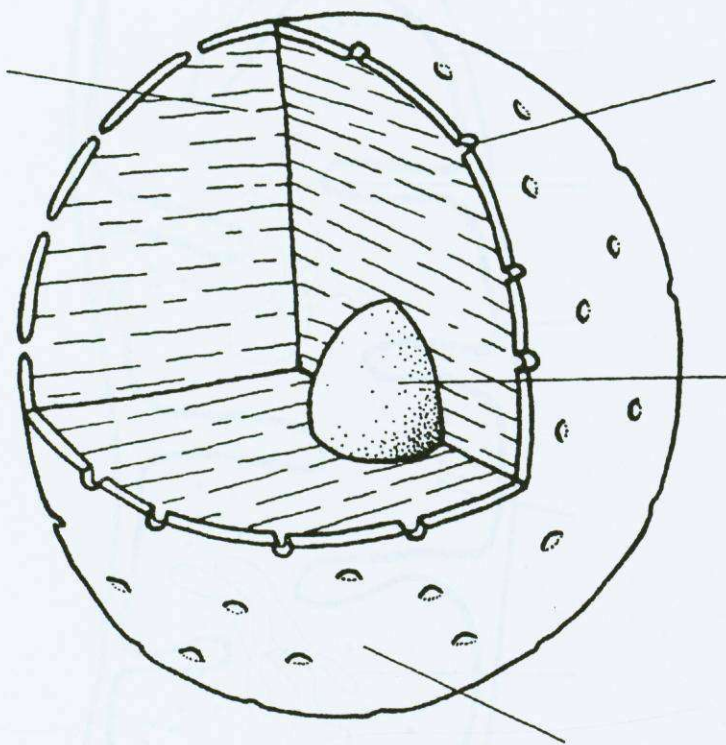
40. Živočišná buňka

Popiš označená místa v nákresu :



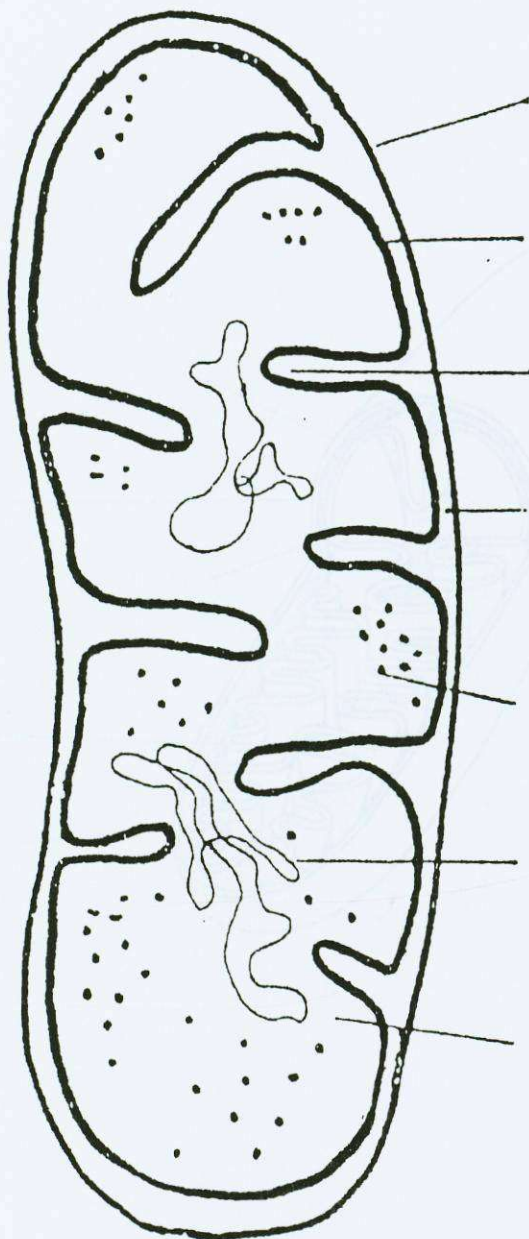
41. Buněčné jádro

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



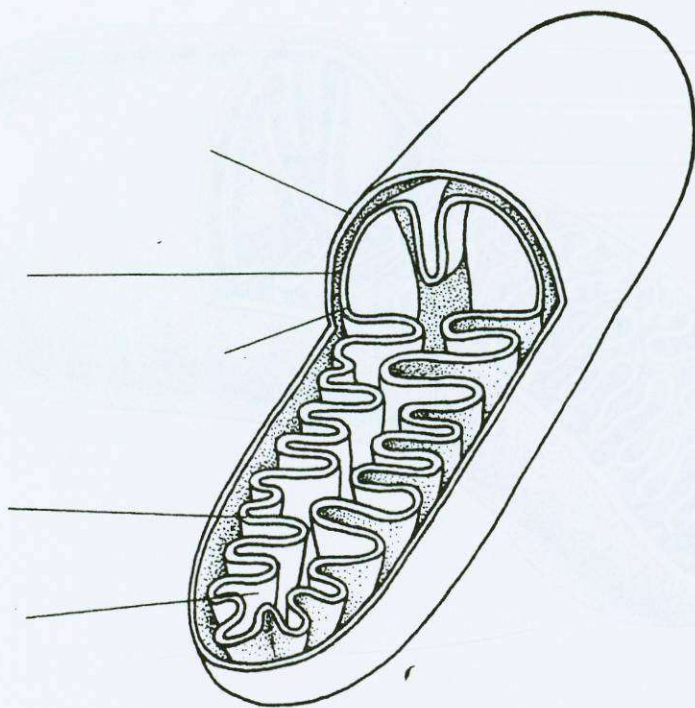
42. Mitochondrie

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



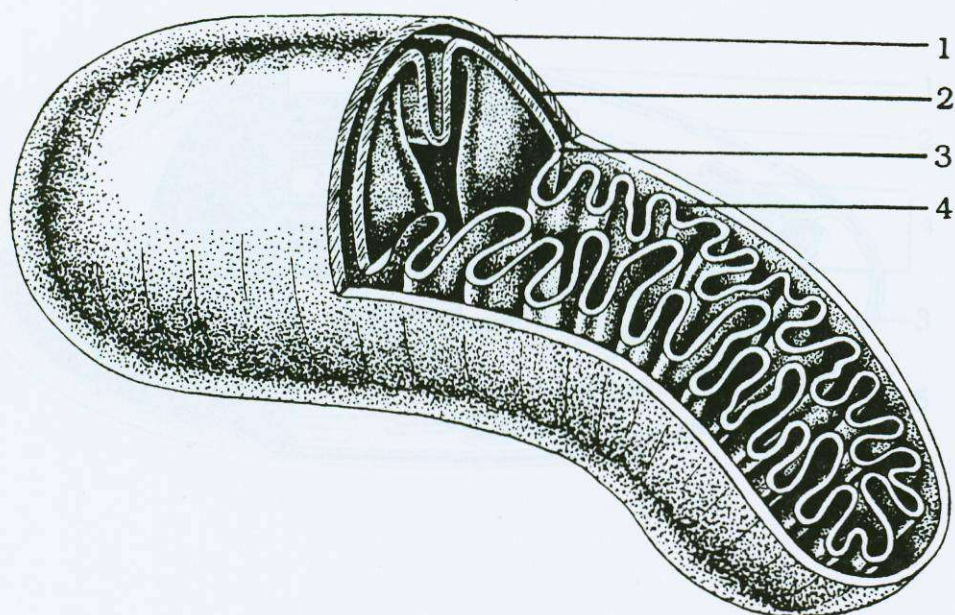
43. Mitochondrie

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



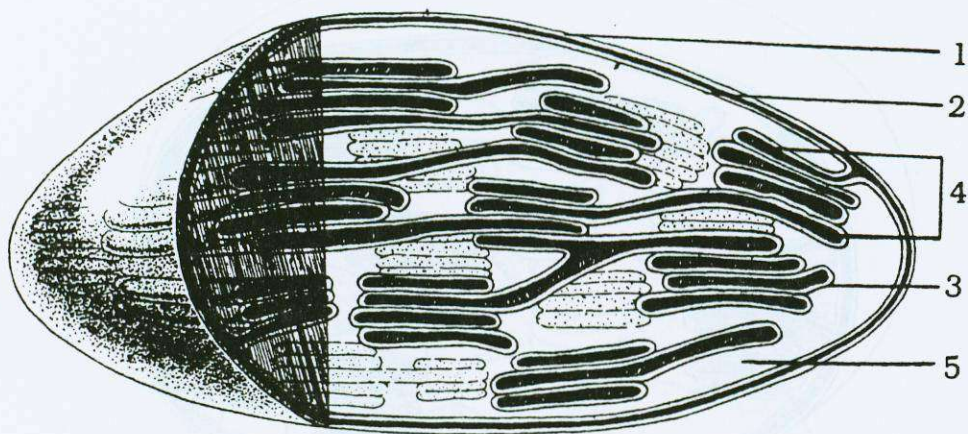
44. Mitochondrie

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



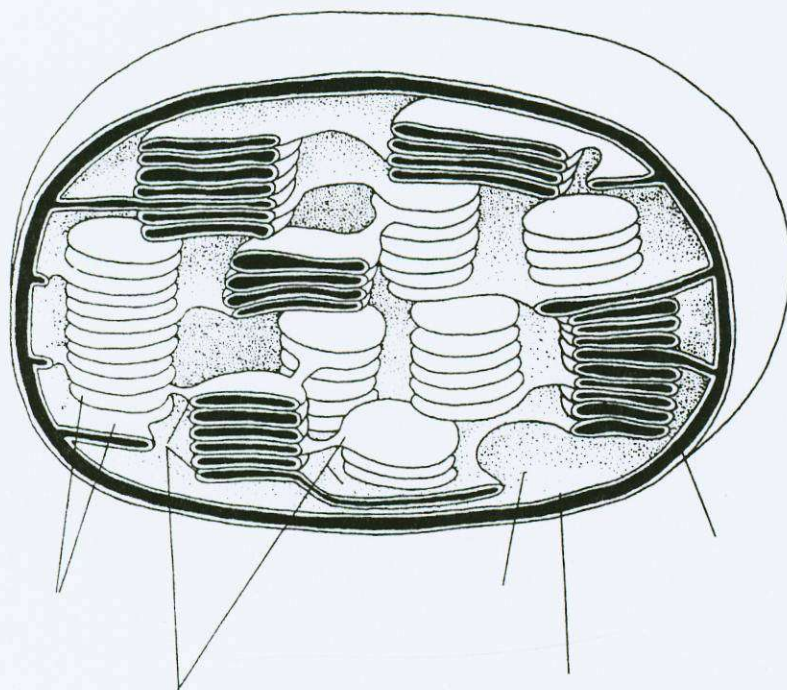
45. Chloroplast

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



46. Chloroplast

Urči, co je na obrázku a vyznačená místa popiš :



4.6.3. Správná řešení**2. Řešení :****1. Řešení :**

1. Buněčná stěna
2. Ribosom
3. Plasmid
4. Bičík
5. Fimbrie
6. Nukleoid
7. Cytosol
8. Pouzdro

2. Řešení :

1. RNA
2. Protein
3. Peptidoglykan
4. Sacharid
5. Fosfolipid

3. Řešení :

1. Plastid
2. Mitochondrie
3. Ribosom
4. Vakuola
5. Jádro

4. Řešení :

1. Tonoplast
2. Thylakoid
3. Matrix
4. Buněčná šťáva
5. Stroma

5. Řešení :

1. Jádro
2. Lyzom
3. Golgiho aparát
4. Mitochondrie
5. Vakuola

6. Řešení :

1. Mikrotubuly
2. Tonoplast
3. Kristy
4. Chromosom
5. Matrix

7. Řešení :

1. Fotosyntéza
2. Dýchání
3. Mitoza
4. Replikace DNA
5. Meioza

8. Řešení :

1. Mitochondrie
2. Jádro
3. Vakuola
4. DNA
5. Ribosom
6. Škrob
7. Sinice
8. Bakterie
9. Hooke
10. Matrix
11. Chlorofyl
12. Tonoplast
13. Plasmid
14. Fosfolipid
15. Watson
16. Crick
17. Jadérko
18. Stroma
19. Kristy
20. Protein

9. Řešení :

1. c)
2. a)
3. h)
4. f)
5. i)
6. e)
7. d)
8. b)
9. g)

10. Řešení :

1. d)
2. h)
3. g)
4. a)
5. b)
6. c)
7. e)
8. f)
9. i)

11. Řešení :

1. e)
2. c)
3. d)
4. g)
5. a)
6. b)
7. f)
8. h)
9. i)

1		R	I	B	O	S	O	M		
2		D	N	A						
3		D	R	K	A	L	K	A		
4	V	O	L	T	I	N				
5		E	S	E	R	I	CH	I	A	
6		S	T	R	I	L	I	Z	A	C
7			V	I	B	R	I	O		
8		CH	O	E	R	A				

14. Řešení :

1					S	V	Ě	T	L	O		
2	M	I	T	O	Z	A						
3					Š	K	R	O	B			
4			C	E	L	U	L	O	S	A		
5			T	O	N	O	P	L	A	S	T	
6					G	L	Y	K	O	G	E	N
7	R	E	P	L	I	K	A	C	E			

15. Řešení :

1								R	E	S	P	I	R	A	C	E
2						F	O	S	F	O	L	I	P	I	D	Y
3	P	E	P	T	I	D	O	G	L	Y	K	A	N	Y		
4											S	I	N	I	C	E
5						P	I	N	O	C	Y	T	O	Z	A	
6									K	R	I	S	T	Y		
7						N	U	K	L	E	O	T	I	D		

17. Řešení :

- a) BAKTERIE A SINICE JSOU PROKARYONTA.
- b) CHLOROPLAST JE CENTREM FOTOSYNTÉZY.
- c) ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM BEZ NAVÁZANÝCH RIBOSOMŮ JE HLADKÉ.

18. Řešení :

1. Jádro
2. Plastid
3. Vakuola
4. Membrána
5. Stěna
6. Grana
7. Chloroplast
8. Celulosa

19. Řešení :

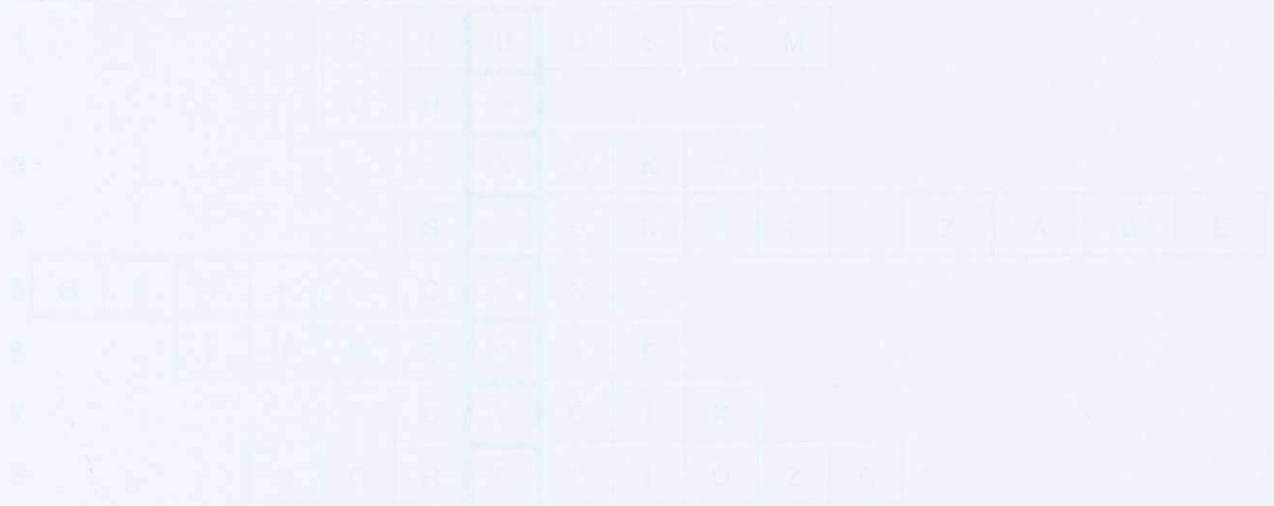
CHLOROPLAST, JÁDRO, VAKUOLA

20. Řešení :

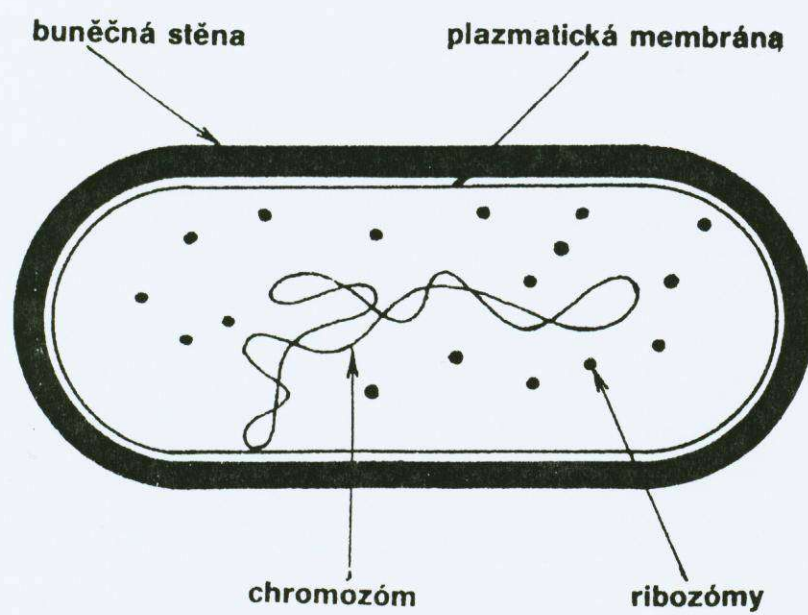
LYZOSOM, MITOCHONDRIE, RIBOSOM

21. Řešení :

BIČÍK, BUNĚČNÁ STĚNA, PLASMID



1				R	I	B	O	S	O	M						
2				D	N	A										
3						K	O	K	Y							
4					S	T	E	R	I	L	I	Z	A	C	E	
5	G	L	Y	K	O	G	E	N								
6				F	I	M	B	R	I	E						
7						B	I	Č	Í	K						
8				B	O	R	E	L	I	Ó	Z	A				

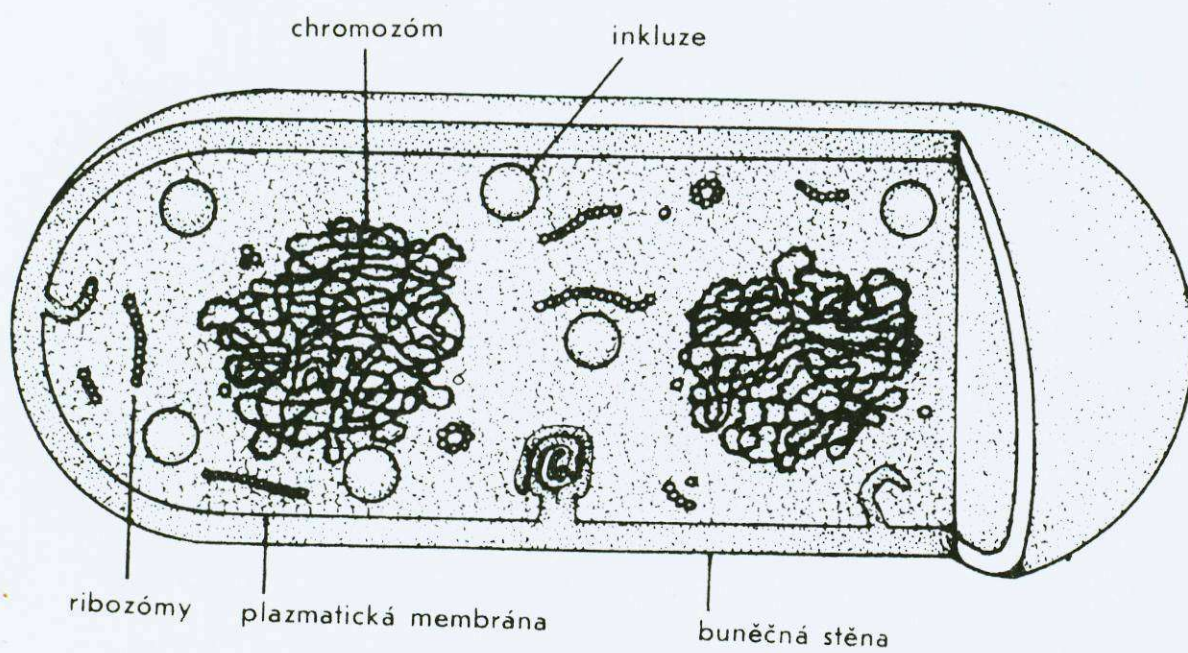
23. Řešení :

24. Řešení :

- 1 - Buněčná stěna
- 2 - Plasmatická membrána
- 3 - Nukleoid
- 4 - Ribosom
- 5 - Rozpustná RNA
- 6 - Plasmid



25. Řešení :



26. Řešení :

Escherichia coli

kolony



stafylokoky



stafylokoky

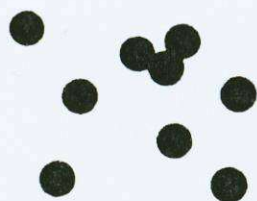


kolony v roztoku, živá buňky

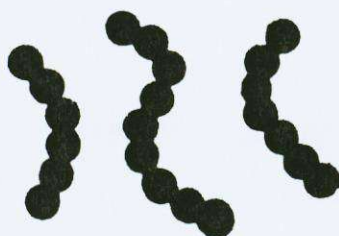


plazma v spirichetě

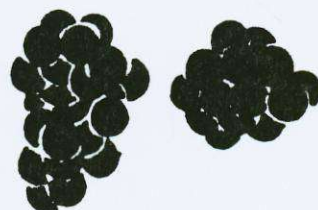
27. Řešení :



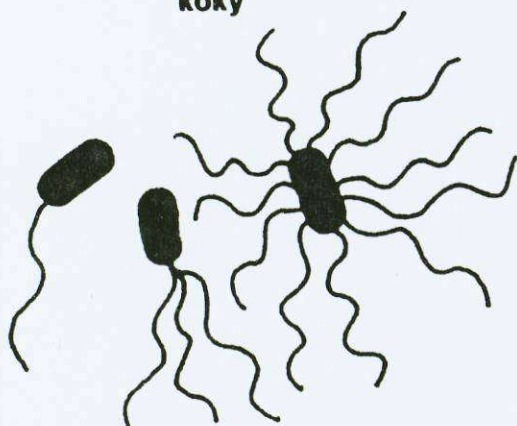
koky



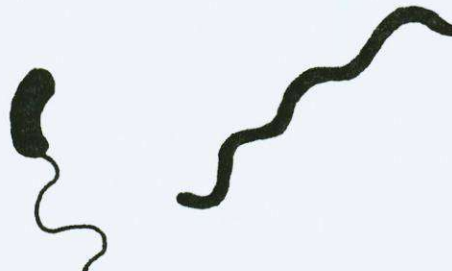
streptokoky



stafylokoky



tyčinky s různě umístěnými bičíky



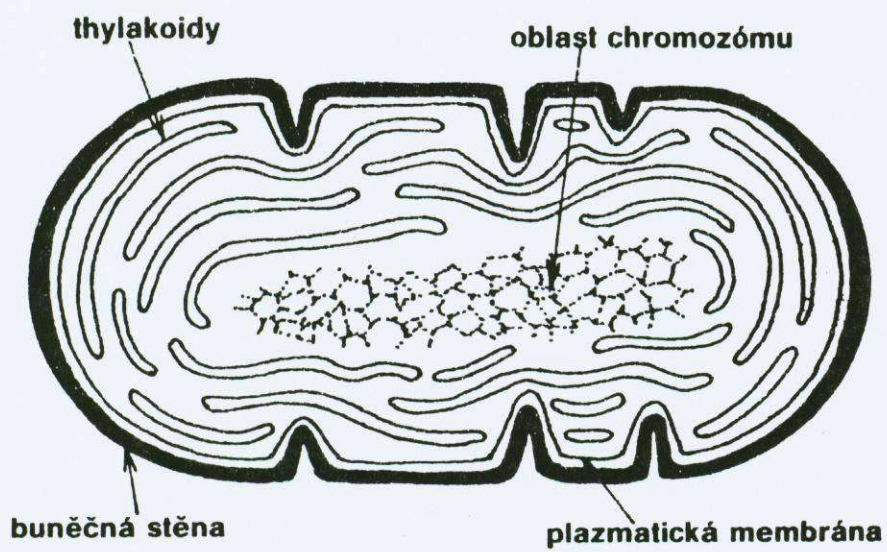
vibrio a spirochéta

28. Řešení :

- 1 - Nukleoid
- 2 - Plasmatická membrána
- 3 - Fotosyntetické membrány
- 4 - Ribosom
- 5 - Tukové částice
- 6 - Buněčná stěna
- 7 - Slizová pochva



29. Řešení :

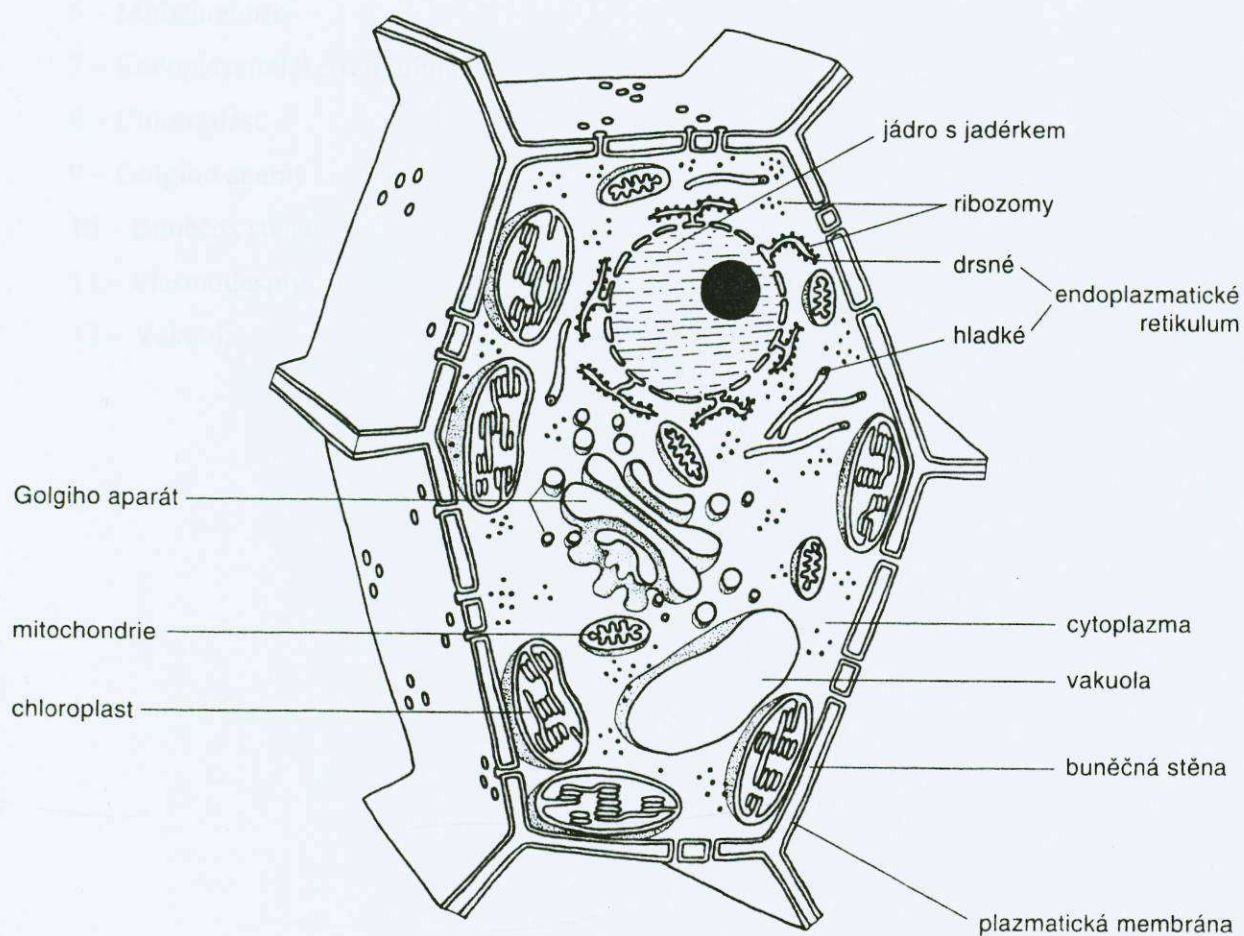


30. Řešení :

- a – Nukleoplasma
- b – Chromatoplasma
- c – Plasmalema
- d – Čtyřvrstevná stěna
- e – Thylakoidy
- f – Části prostorové sítě DNA
- g – Cyanofycinová zrna



31. Řešení :

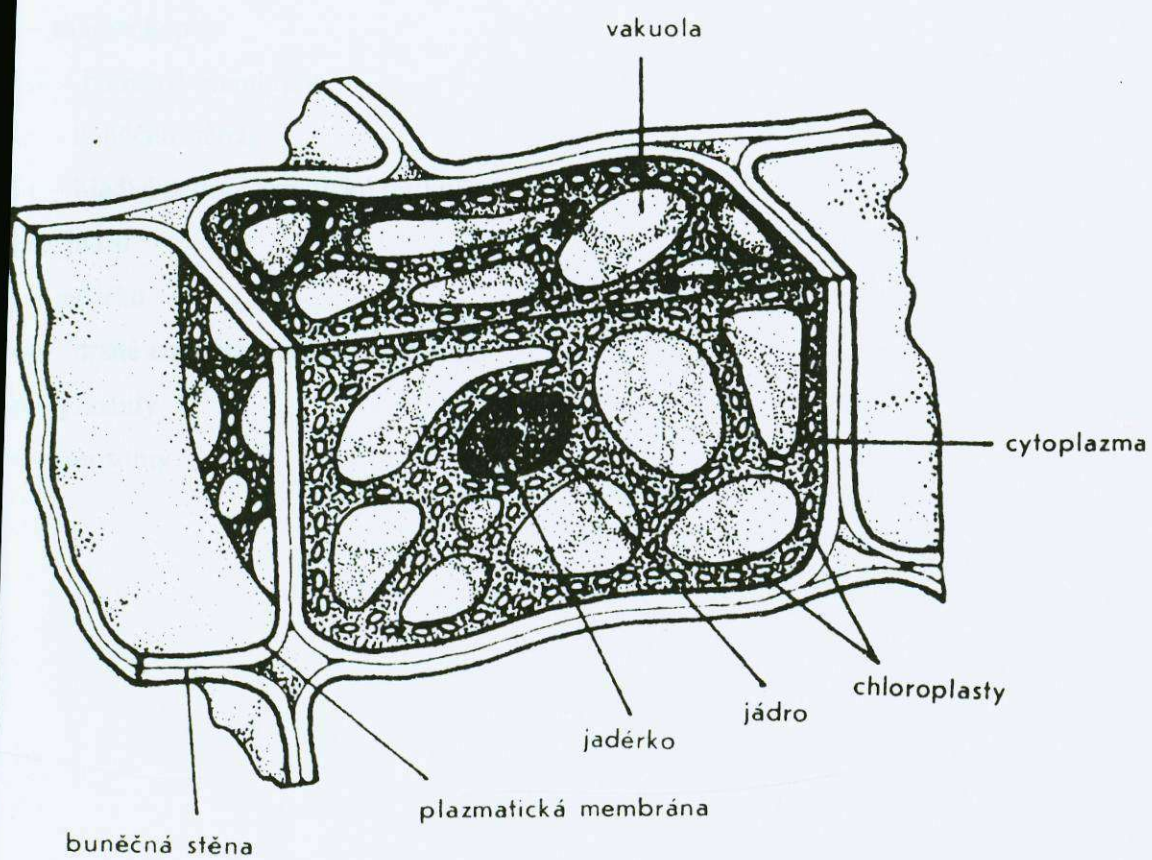


32. Řešení :

- 1 - Plasmatická membrána
- 2 - Cytoplasma
- 3 - Buněčné jádro
- 3a – Jaderný obal
- 4 – Jadérko
- 5 – Mezibuněčné prostory
- 6 – Mitochondrie
- 7 – Endoplasmatické retikulum
- 8 – Chloroplast
- 9 – Golgiho aparát
- 10 – Buněčná stěna
- 11 – Plasmodesmy
- 12 – Vakuola



33. Řešení :



34. Řešení :

A

v – vakuola

l – lyzom

jb – jaderná membrána

pd – plasmodesma

mi – mikrotubuly a mikrofibrily

m – mitochondrie

t – tuková kapka

bm – buněčná membrána

bs – buněčná stěna

he – hladké endoplasmatické retikulum

ja – jádro

j – jadérko

de – drsné endoplasmatické retikulum

p – plastidy

r – ribosomy

35. Řešení :

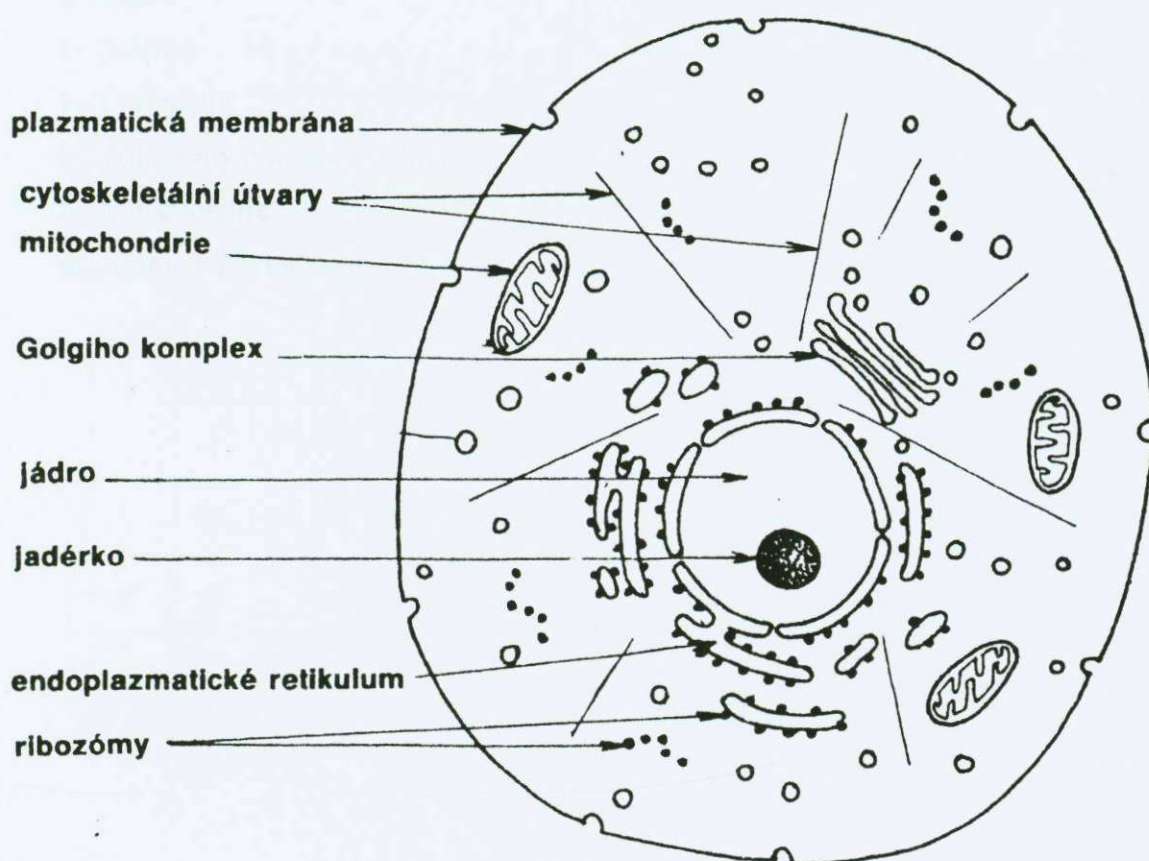
- 1 – Jádro
- 2 – Jadérko
- 3 – Jaderná membrána
- 4 – Endoplasmatické retikulum
- 5 – Golgiho aparát
- 6 – Ribosomy
- 7 – Chloroplasty
- 8 – Mitochondrie
- 9 – Vakuola
- 10 – Cytoplasma
- 11 – Plasmatická membrána
- 12 – Buněčná stěna

36. Řešení :

- a – Vakuola
- b – Váček
- c – Plasmatická membrána
- d – Golgiho aparát
- e – Plastid
- f – Plasmodesma
- g – Endoplasmatické retikulum
- h – Jádro
- i – Jadérko
- j – Chromatin
- k – Ribosomy (vázané a volné)
- l – Mitochondrie
- m – Základní cytoplasma
- n – Buněčná stěna



37. Řešení :



38. Řešení :

- a – Lyzom
- b – Sekreční váček
- c – Plasmatická membrána
- d – Golgiho aparát
- e – Desmosom
- f – Centriol
- g – Endoplasmatické retikulum
- h – Jádro
- i – Jadérko
- j – Chromatin
- k – Ribosomy (vázané a volné)
- l – Mitochondrie
- m – Základní cytoplasma

39. Řešení :

1 – Jádro

2 – Jadérko

3 – Jaderná membrána

4 – Endoplasmatické retikulum

5 – Golgiho aparát

6 – Ribosomy

8 – Mitochondrie

10 – Cytoplasma

11 – Plasmatická membrána

13 – Centriola

14 – Lyzosomy

en – endocytoza

ex – exocytoza

40. Řešení :

ce – centriola

jb – jaderná membrána

l – lyzozom

mk – mikrokylky

ml – mikrotubuly a mikrofibrily

g – Golgiho aparát

j – jadérko

t – tuková kapka

m – mitochondrie

he – hladké endoplasmatické retikulum

ja – jádro

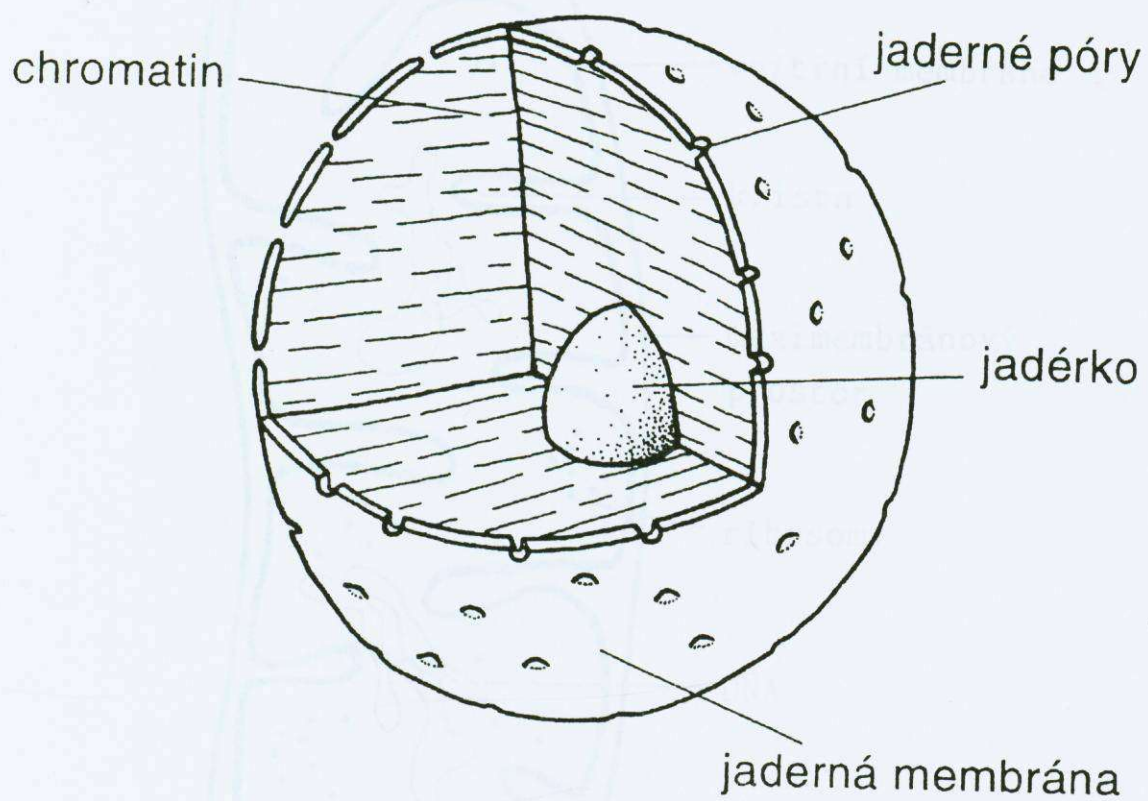
de – drsné endoplasmatické retikulum

r – ribosomy



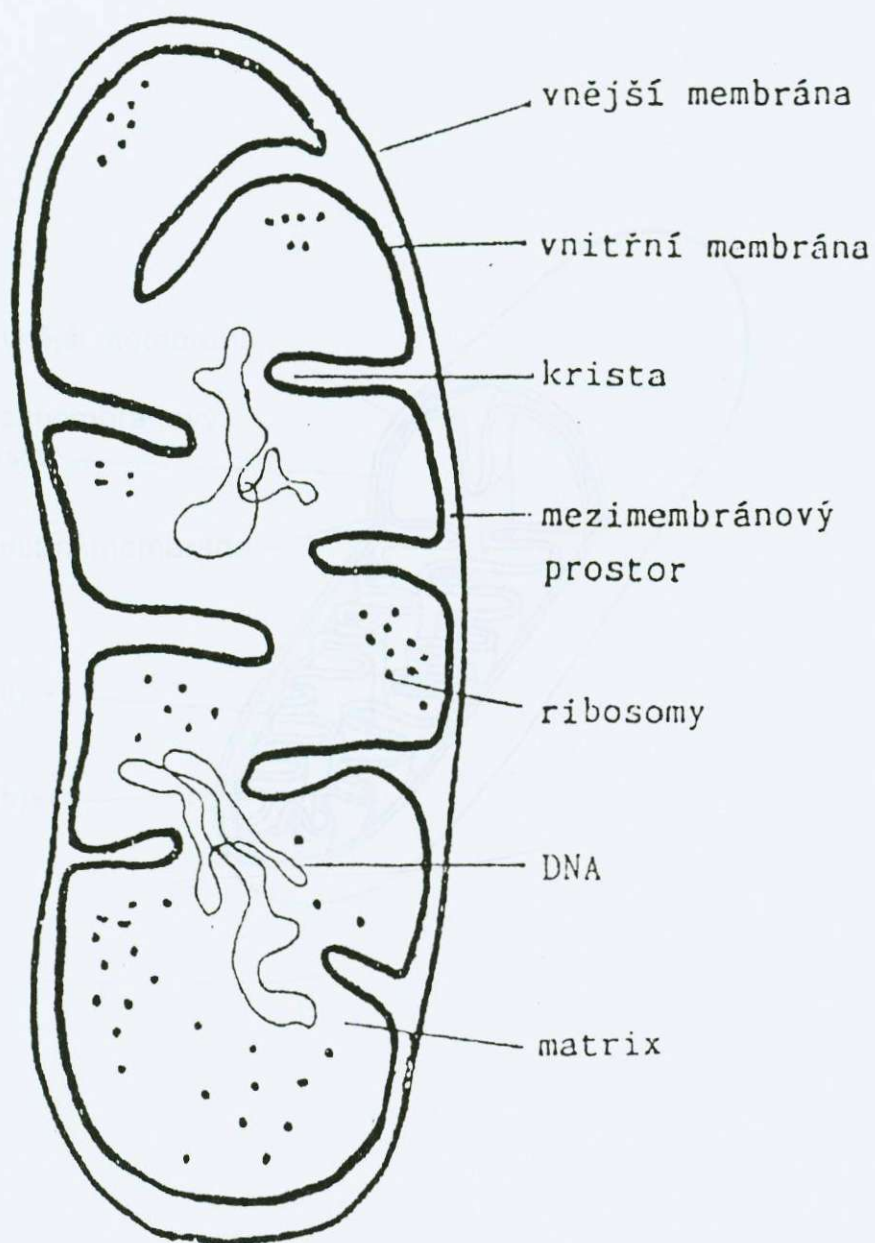
41. Řešení :

Buněčné jádro



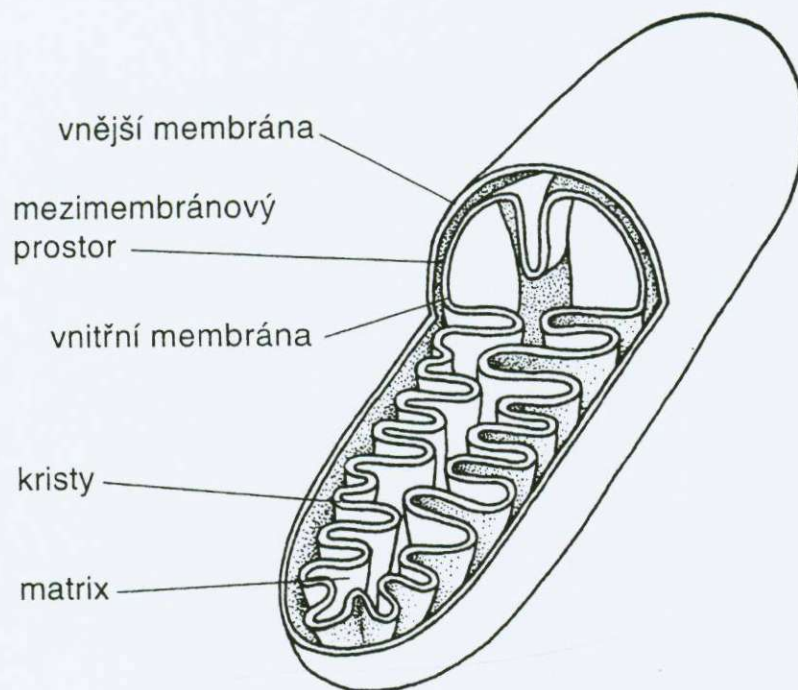
42. Řešení :

Mitochondrie



43. Řešení :

Mitochondrie



44. Řešení :

Mitochondrie

- 1 – Vnější membrána
- 2 – Mezimembránový prostor
- 3 – Vnitřní membrána zvlněná v kristy
- 4 – Matrix

45. Řešení :

Chloroplast

- 1 – Vnější membrána
- 2 – Vnitřní membrána
- 3 – Thylakoid
- 4 – Granum
- 5 – Stroma



stroma

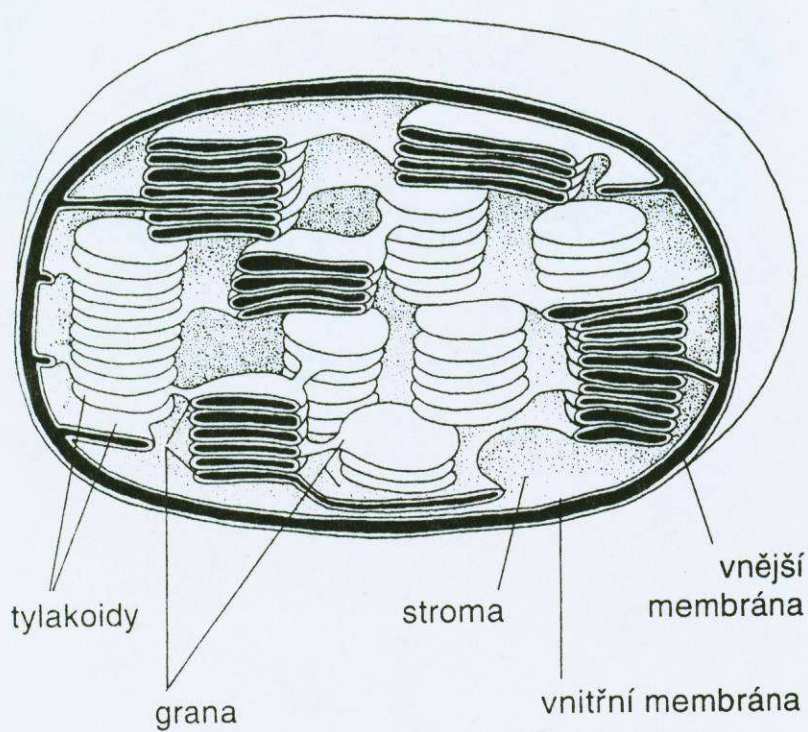
vnější
membrána

stoma

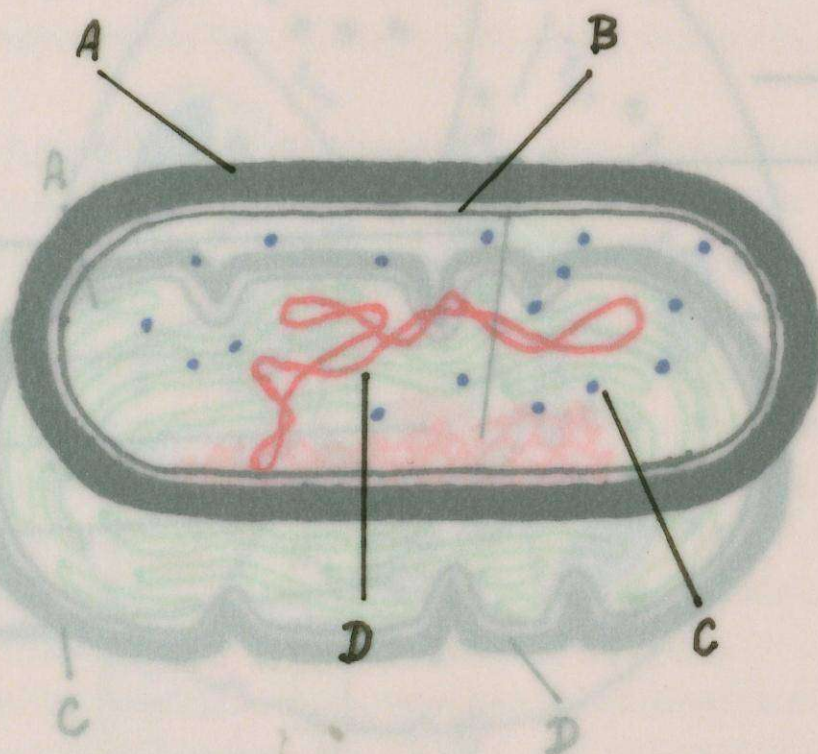
vnitřní membrána

46. Řešení :

Chloroplast



PROKARYONTNÍ BUŇKA



A - GOLGIHO KOMPLEX

B - JÁDRO

C - JADERKO

D - ENDOPLAZMATICKÉ RETIKULUM

E - PLYŠKAVY

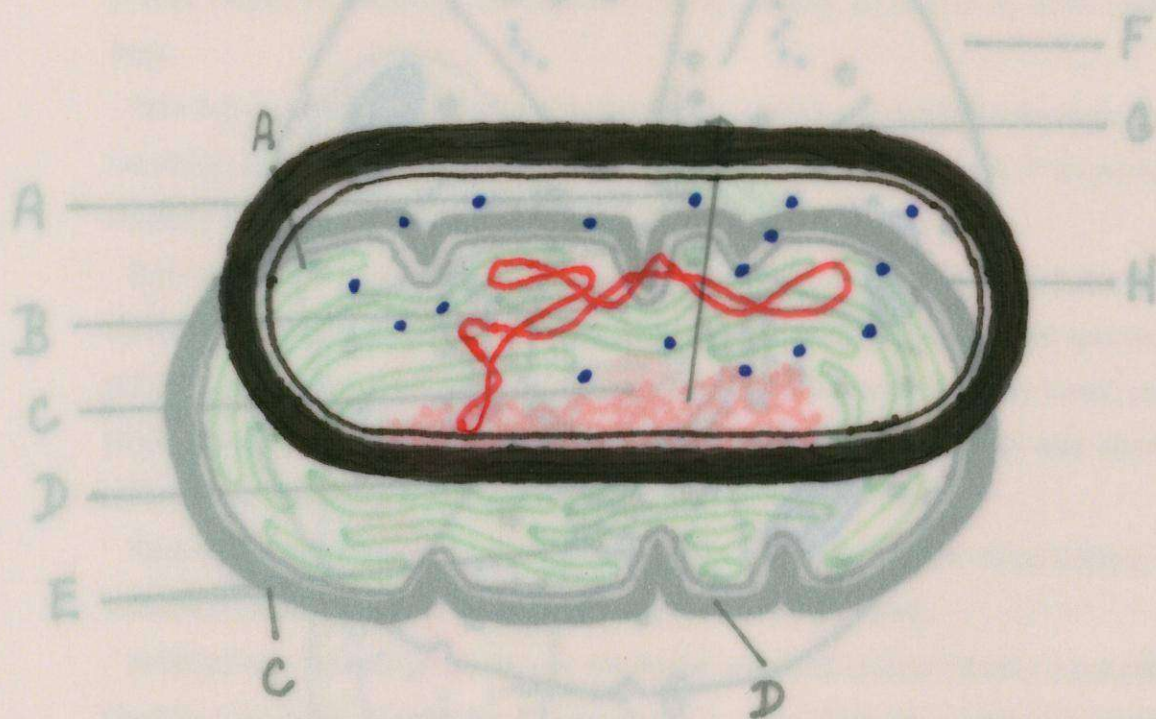
A - BUNĚČNÁ STĚNA

B - PLASMATICKÁ MEMBRÁNA

C - RIBOSOMY

D - CHROMOSOM

PROKARYONTNÍ BUŇKA



A - GOLGIHO KOMPLEX

B - JÁDRO

C - JADERKO

D - ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM

E - RIBOSOMY

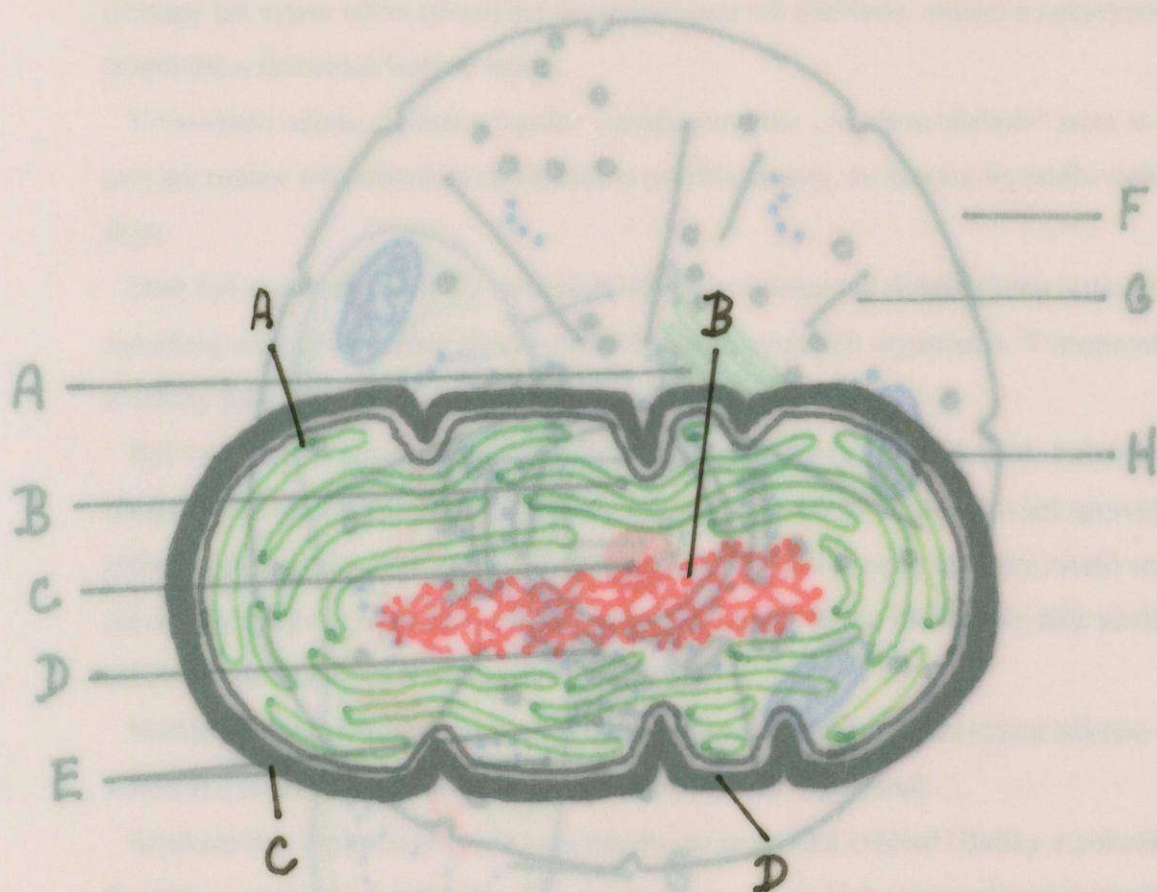
A - THYLAKOIDY

B - OBLAST CHROMOSOMU

C - BUNĚČNÁ STĚNA

D - PLASMATICKÁ MEMBRÁNA

EUK BUŇKA SINICE



A – GOLGIHO KOMPLEX

B – JÁDRO

C – JADÉRKO

D – ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM

E – RIBOSOMY

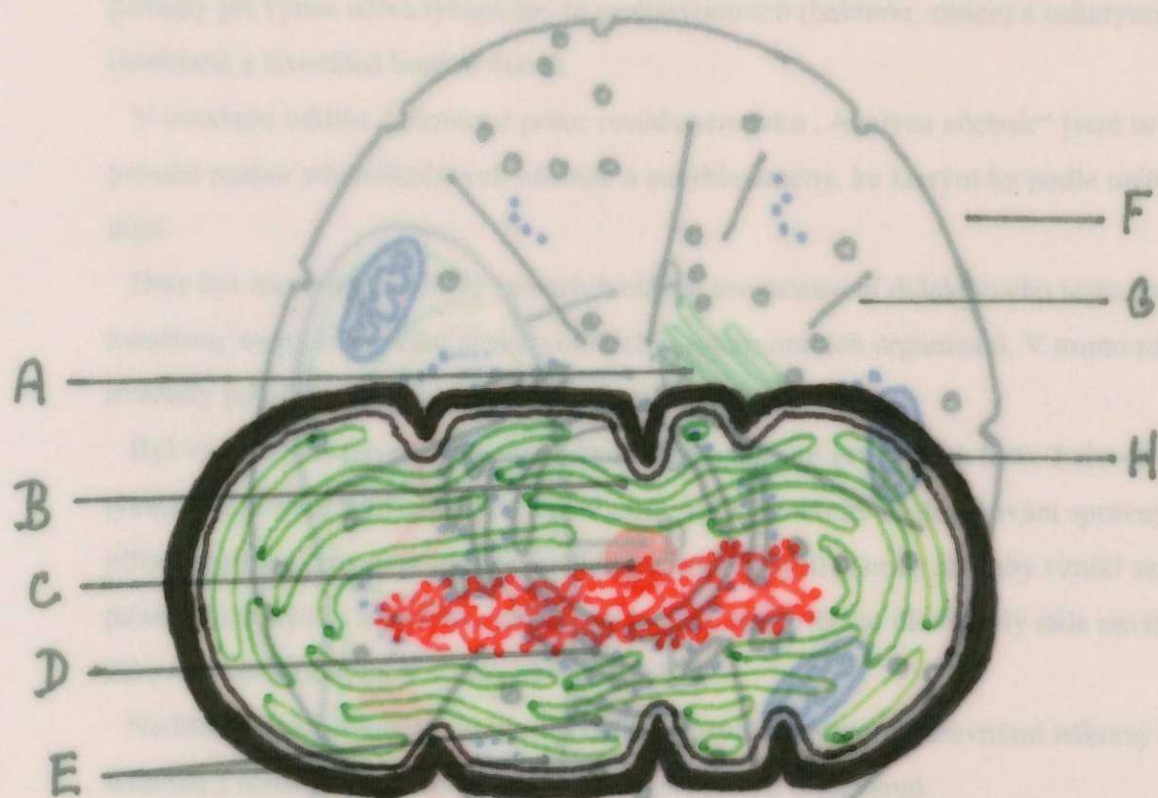
A – THYLAKOIDY

B – OBLAST CHROMOSOMU

C – BUNĚČNÁ STĚNA

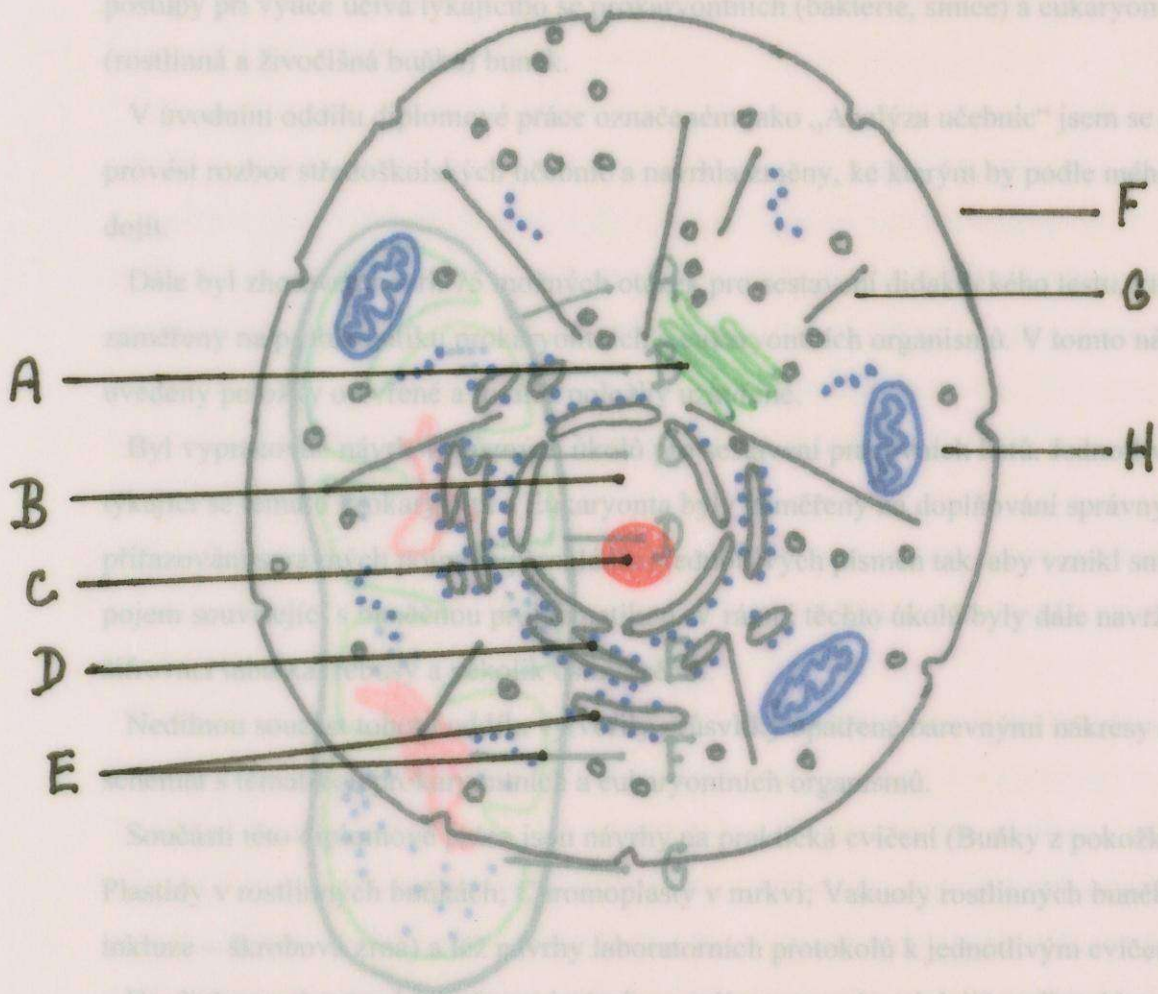
D – PLASMATICKÁ MEMBRÁNA

5. ZÁVĚR **EUK BUŇKA SINICE** KA



- A – GOLGIHO KOMPLEX
- B – JÁDRO
- C – JADÉRKO
- D – ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM
- E – RIBOSOMY
- F – PLASMATICKÁ MEMBRÁNA
- G – CYTOSKELETÁRNÍ ÚTVAR
- H – MITOCHONDRIE

5. ZÁVĚR EUKARYONTNÍ BUŇKA



A – GOLGIHO KOMPLEX

B – JÁDRO

C – JADÉRKO

D – ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM

E – RIBOSOMY

F – PLASMATICKÁ MEMBRÁNA

G – CYTOSKELETÁRNÍ ÚTVAR

H – MITOCHONDRIE

G - MATRIX

5. ZÁVĚR EUKARYONTNÍ BUŇKA

Tato diplomová práce měla za cíl na základě rozboru tématického celku Buňka navrhnout nové postupy při výuce učiva týkajícího se prokaryontních (bakterie, sinice) a eukaryontních (rostlinná a živočišná buňka) buněk.

V úvodním oddílu diplomové práce označeném jako „Analýza učebnic“ jsem se pokusila provést rozbor středoškolských učebnic a navrhl jsem, ke kterým by podle mého názoru, mělo dojít.

Dále byl zhotoven návrh 5 možných otázek pro sestavení didaktického testu, které byly zaměřeny na problematiku prokaryontních a eukaryontních organismů. V tomto návrhu byly uvedeny položky otevřené a uzavřené otázky.

Byl vypracován návrh pracovních úkolů k řešení při využití těchto listů. Jednotlivé úkoly týkající se tématu prokaryontní a eukaryontní buňky byly zaměřeny na doplňování správných pojmů, přiřazování správných pojmů k výsledkům předchozích úkolů, tak aby vznikl smysluplný pojem související s řešenou problematikou. K řešení těchto úkolů byly dále navrženy křížovky, šifrovaná tabulka, rebusy a několik doplňkových úkolů.

Nedílnou součástí tohoto oddílu byly zhotoveny související barevnými nákresy a soubor 23 schémat s tématikou prokaryontních a eukaryontních organismů.

Součástí této diplomové práce jsou návrhy na praktická cvičení (Buňky z pokožky cibule; Plastidy v rostlinných buňkách; Chromoplasty v mrkvi; Vakuoly rostlinných buněk; Buněčné inkluze – škrobová zrna) a též návrhy laboratorních protokolů k jednotlivým cvičením.

Do diplomové práce byl zařazen i návrh na zajímavou exkurzi, jejíž realizaci by zprostředkoval odborný pracovník laboratoře elektronové mikroskopie v Ústavu elektronové mikroskopie, který má své sídlo v Českých Budějovicích. V souvislosti s navrženou exkurzí byl zhotoven technikou překopírování z předem připraveného materiálu soubor elektronmikroskopických snímků, na kterých je zachycena problematika prokaryontních a eukaryontních organismů. Kopie každé této fotografie byla rozstříhána na jednotlivé díly, které se skládají do puzzle skládají do smysluplného celku.

Součástí diplomové práce se staly i návrhy na aktivní využití učiva, které spočívá ve správném poskládání jednotlivých částí buňky do celku. Tyto úkoly byly zaměřeny na poznání struktury a funkce jednotlivých částí buňky s prokaryontní a eukaryontní buňkou.

Byl vypracován též návrh vyučovacíh hodin na téma Prokaryontní organismy a výkladového textu, který se rovněž věnuje tématice prokaryontních organismů (Vědní disciplíny; Objev bakterií; Výživa bakterií; Výskyt bakterií; Funkce částí bakteriální buňky; Tvary bakterií;

A – VNĚJŠÍ MEMBRÁNA

B – VNITŘNÍ MEMBRÁNA

C – KRISTA

D – MEZIMEMBRÁNOVÝ PROSTOR

E – RIBOSOMY

F – DNA

G – MATRIX

5. ZÁVĚR

MITOCHONDRIE

Tato diplomová práce měla za cíl na základě rozboru tématického celku Buňka navrhnout nové postupy při výuce učiva týkajícího se prokaryontních (bakterie, sinice) a eukaryontních (rostlinná a živočišná buňka) buněk.

V úvodním oddílu diplomové práce označeném jako „Analýza učebnic“ jsem se pokusila provést rozbor středoškolských učebnic a navrhla změny, ke kterým by podle mého názoru, mělo dojít.

Dále byl zhotoven návrh 75 možných otázek pro sestavení didaktického testu, které byly zaměřeny na problematiku prokaryontních a eukaryontních organismů. V tomto návrhu byly uvedeny položky otevřené a rovněž položky uzavřené.

Byl vypracován návrh 46 různých úkolů pro sestavení pracovních listů. Jednotlivé úkoly týkající se tématu Prokaryonta a Eukaryonta byly zaměřeny na doplňování správných pojmů, přiřazování správných pojmů a přeskládání jednotlivých písmen tak, aby vznikl smysluplný pojem související s buněčnou problematikou. V rámci těchto úkolů byly dále navrženy křížovky, šifrovací tabulka, rébusy a několik osmisměrek.

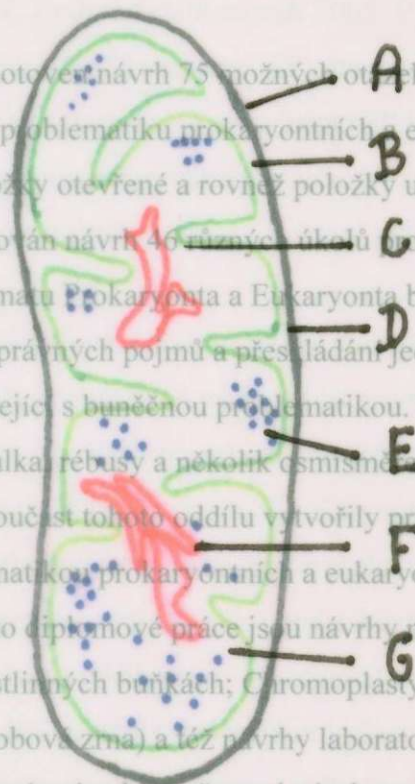
Nedílnou součástí tohoto oddílu vytvořily průsvitky opatřené barevnými nákresey a soubor 23 schémat s tematikou prokaryontních a eukaryontních organismů.

Součástí této diplomové práce jsou návrhy na praktická cvičení (Buňky z pokožky cibule; Plastidy v rostlinných buňkách; Chromoplasty v mrkvi; Vakuoly rostlinných buněk; Buněčné inkluze – škrobová zrna) a též návrhy laboratorních protokolů k jednotlivým cvičením.

Do diplomové práce byl zařazen i návrh na zajímavou exkurzi, jejíž realizaci by zprostředkoval odborný pracovník laboratoře elektronové mikroskopie v Ústavu elektronové mikroskopie, který má své sídlo v Českých Budějovicích. V souvislosti s navrženou exkurzí byl zhotoven technikou překopírování z předem připraveného materiálu soubor elektronmikroskopických snímků, na kterých je zachycena problematika prokaryontních a eukaryontních organismů. Kopie každé této fotografie byla rozstříhána na jednotlivé dílky, které lze poskládat do puzzle skládajícího se do smysluplného celku.

Součástí diplomové práce se staly též návrhy didaktické hry, jejichž princip spočívá ve správném poskládání jednotlivých písmen, ze kterých lze vytvořit pojem, jež lze seřadit s prokaryontní a eukaryontní buňkou.

Byl vypracován též návrh vyučovacíh hodin na téma Prokaryontní organismy a výkladového textu, který se rovněž věnuje tématice prokaryontních organismů (Vědní disciplíny; Objev bakterií; Výživa bakterií; Výskyt bakterií; Funkce částí bakteriální buňky; Tvary bakterií;



A – VNĚJŠÍ MEMBRÁNA

B – VNITŘNÍ MEMBRÁNA

C – KRISTA

D – MEZIMEMBRÁNOVÝ PROSTOR

E – RIBOSOMY

F – DNA

G – MATRIX

Č. 4

5. ZÁVĚR

MITOCHONDRIE

Tato diplomová práce měla za cíl na základě rozboru tématického celku Buňka navrhnout nové postupy při výuce učiva týkajícího se prokaryotních (bakterie, sinice) a eukaryotních (rostlinná a živočišná buňka) buněk.

V úvodním oddílu diplomové práce označeném jako „Analýza učebnic“ jsem se pokusila provést rozbor středoškolských učebnic a navrhla změny, ke kterým by podle mého názoru, mělo dojít.

Dále byl zhotoven návrh 75 možných otázek pro sestavení didaktického testu, které byly zaměřeny na problematiku prokaryotních a eukaryotních organismů. V tomto návrhu byly uvedeny položky otevřené a rovněž položky uzavřené.

Byl vypracován návrh 46 různých úkolů pro sestavení pracovních listů. Jednotlivé úkoly týkající se tématu Prokaryota a Eukaryota byly zaměřeny na doplňování správných pojmů, přiřazování správných pojmů a přeskládání jednotlivých písmen tak, aby vznikl smysluplný pojem související s buněčnou problematikou. V rámci těchto úkolů byly dále navrženy křížovky, šifrovací tabulka, rébusy a několik osmisměrek.

Nedílnou součástí tohoto oddílu vytvořily průsvitky opatřené barevnými nákresey a soubor 23 schémat s tematikou prokaryotních a eukaryotních organismů.

Součástí této diplomové práce jsou návrhy na praktická cvičení (Buňky z pokožky cibule; Plastidy v rostlinných buňkách; Chromoplasty v mrkvi; Vakuoly rostlinných buněk; Buněčné inkluze – škrobová zrna) a též návrhy laboratorních protokolů k jednotlivým cvičením.

Do diplomové práce byl zařazen i návrh na zajímavou exkurzi, jejíž realizaci by zprostředkoval odborný pracovník laboratoře elektronové mikroskopie v Ústavu elektronové mikroskopie, který má své sídlo v Českých Budějovicích. V souvislosti s navrženou exkurzí byl zhotoven technikou překopírování z předem připraveného materiálu soubor elektronmikroskopických snímků, na kterých je zachycena problematika prokaryotních a eukaryotních organismů. Kopie každé této fotografie byla rozstříhána na jednotlivé dílčí části, které se na principu hry puzzle skládají do smysluplného celku.

Součástí diplomové práce se staly také návrhy na didaktické hry, jejichž princip spočívá ve správném poskládání jednotlivých písmen, ze kterých vzejde pojem, jež úzce souvisí s prokaryotní a eukaryotní buňkou.

Byl vypracován též návrh vyučovacích hodin na téma Prokaryotní organismy a výkladového textu, který se rovněž věnuje tematice prokaryotních organismů (Vědní disciplíny; Objev bakterií; Výživa bakterií; Výskyt bakterií; Funkční části bakteriální buňky; Tvary bakterií;

Č. 4

5. ZÁVĚR

Tato diplomová práce měla za cíl na základě rozboru tématického celku Buňka navrhnout nové postupy při výuce učiva týkajícího se prokaryontních (bakterie, sinice) a eukaryontních (rostlinná a živočišná buňka) buněk.

V úvodním oddílu diplomové práce označeném jako „Analýza učebnic“ jsem se pokusila provést rozbor středoškolských učebnic a navrhla změny, ke kterým by podle mého názoru, mělo dojít.

Dále byl zhotoven návrh 75 možných otázek pro sestavení didaktického testu, které byly zaměřeny na problematiku prokaryontních a eukaryontních organismů. V tomto návrhu byly uvedeny položky otevřené a rovněž položky uzavřené.

Byl vypracován návrh 46 různých úkolů pro sestavení pracovních listů. Jednotlivé úkoly týkající se tématu Prokaryonta a Eukaryonta byly zaměřeny na doplňování správných pojmů, přiřazování správných pojmů a přeskládání jednotlivých písmen tak, aby vznikl smysluplný pojem související s buněčnou problematikou. V rámci těchto úkolů byly dále navrženy křížovky, šifrovací tabulka, rébusy a několik osmisměrek.

Nedílnou součástí tohoto oddílu vytvořily průsvitky opatřené barevnými nákresey a soubor 23 schémat s tematikou prokaryontních a eukaryontních organismů.

Součástí této diplomové práce jsou návrhy na praktická cvičení (Buňky z pokožky cibule; Plastidy v rostlinných buňkách; Chromoplasty v mrkvi; Vakuoly rostlinných buněk; Buněčné inkluze – škrobová zrna) a též návrhy laboratorních protokolů k jednotlivým cvičením.

Do diplomové práce byl zařazen i návrh na zajímavou exkurzi, jejíž realizaci by zprostředkoval odborný pracovník laboratoře elektronové mikroskopie v Ústavu elektronové mikroskopie, který má své sídlo v Českých Budějovicích. V souvislosti s navrženou exkurzí byl zhotoven technikou překopírování z předem připraveného materiálu soubor elektronmikroskopických snímků, na kterých je zachycena problematika prokaryontních a eukaryontních organismů. Kopie každé této fotografie byla rozstříhána na jednotlivé dílčí části, které se na principu hry puzzle skládají do smysluplného celku.

Součástí diplomové práce se staly také návrhy na didaktické hry, jejichž princip spočívá ve správném poskládání jednotlivých písmen, ze kterých vzejde pojem, jež úzce souvisí s prokaryontní a eukaryontní buňkou.

Byl vypracován též návrh vyučovacích hodin na téma Prokaryontní organismy a výkladového textu, který se rovněž věnuje tematice prokaryontních organismů (Vědní disciplíny; Objev bakterií; Výživa bakterií; Výskyt bakterií; Funkční části bakteriální buňky; Tvary bakterií;

Rozmnožování bakterií; Bakteriální onemocnění; Význam a využití bakterií; Zneškodňování bakterií).

V rámci diplomové práce byla provedena realizace dvou vyučovacích hodin na gymnáziu J. V. Jirsíka v Českých Budějovicích. Učivo obou vyučovacích hodin se týkalo tematiky prokaryontních organismů (bakterie, sinice).

První vyučovací hodinu na téma Prokaryontní organismy jsem uskutečnila v 1. ročníku gymnázia J. V. Jirsíka počátkem září 2005. Výuky, jež měla charakter klasické výkladové hodiny se zúčastnilo 28 studentů. Cíl této vyučovací hodiny spočíval v seznámení studentů s problematikou týkající se stavby bakteriální buňky, tvaru bakterií, rozmnožování bakterií a výskytu a významu bakteriálních buněk. V rámci této hodiny jsem zvolila vyučovací metody typu výkladu s popisem a rozhovor, který patří mezi prostředky, jež účinně podněcují aktivitu studentů.

Na začátku vyučovací hodiny jsem uskutečnila nejprve organizační záležitosti (zápis do třídní knihy, kontrola docházky) a následně jsem seznámila studenty s tématem a jeho dílčími kapitolami, aby si učinili představu o průběhu dané hodiny.

Před vlastním výkladem učiva o prokaryontní buňce jsem zvolila jako vhodný motivační prostředek četbu krátké ukázky historického textu o objevu bakteriální buňky (viz str. 56). Prostřednictvím této ukázky se mi podařilo vzbudit zájem u studentů o probírané učivo.

Po přečtení historického textu následoval vlastní výklad, na jehož počátek jsem zařadila tematiku týkající se stavby bakteriální buňky. Na tabuli jsem zhotovila náčrt prokaryontní buňky, který jsem opatřila popisem jednotlivých strukturních částí (viz příloha č. 1). Náčrt jsem zhotovila pomocí barevných kříd a kladla jsem důraz i na jeho dostatečnou velikost, aby studentům zajistil názornost a snadnou orientaci ve schématu. Poté, co si studenti zakreslili toto schéma do sešitu, uskutečnila jsem vysvětlení nových pojmů, které s touto tematikou souvisely. U studentů vzbudila zájem zejména problematika plasmidů, a to především v souvislosti s jejich širokým spektrem využití v oblasti genového inženýrství.

Navazující kapitolou této vyučovací hodiny byla tematika zabývající se tvary bakteriálních buněk a jejich zástupci. I v tomto případě jsem zhotovila na tabuli zjednodušené náčrty jednotlivých typů bakterií, které si studenti průběžně zakreslili do sešitu (viz příloha č. 2).

Následně proběhl výklad problematiky týkající se učiva o rozmnožování bakterií. Na tabuli jsem zhotovila schématický náčrt příčného dělení bakteriální buňky, který si studenti průběžně zakreslili do sešitu (viz příloha č. 3). Při zhotovování tohoto náčrtu jsem jednotlivé děje příčného dělení bakteriální buňky slovně komentovala a studenti si zapisovali poznámky do sešitu.

Předposlední kapitolou této vyučovací hodiny byla vyložena tematika výskytu bakterií. Tuto problematiku jsem zahájila formou rozhovoru se studenty, který se osvědčil jako vhodný prostředek pro aktivizaci jejich myšlení. Na jednotlivé dotazy studenti aktivně a správně odpovídali. Prostřednictvím těchto otázek si studenti uvědomili všudypřítomnost bakteriálních buněk, která úzce souvisí s jejich velkou adaptační schopností na rozmanitá prostředí. V souvislosti s touto tematikou jsem provedla zápis důležitých pojmů na tabuli a studenti si jej přepsali do svých sešitů.

Poslední kapitola byla věnována problematice zabývající se významem bakterií. Tuto tematiku jsem zahájila položením několika otázek vztahujících se k danému tématu. Zvolený postup se osvědčil, neboť aktivizoval myšlení studentů a zprostředkoval nám vzájemnou komunikaci na dané téma. Jednotlivé otázky nečinily studentům žádné velké obtíže, s výjimkou dotazu, který se týkal bakterie zvané *Escherichia coli*, a to konkrétně jejího kvantitativního zastoupení v tlustém střevě člověka. Téměř všichni studenti odhadovali její množství v těle člověka na mnohem nižší hodnoty. Formou těchto otázek si studenti uvědomili, že bakterie mají velký význam nejen v přírodě, ale i pro člověka. Osvojili si poznatky, že bakterie představují nedílnou součást lidského těla, přičemž jejich působení může být pozitivní i negativní. Důležité pojmy týkající se tohoto tématu jsem napsala na tabuli a studenti si je zapsali do svých sešitů.

Na samý závěr této vyučovací hodiny s tematikou prokaryontních organismů jsem zařadila několik kontrolních otázek, jejichž prostřednictvím jsem si učinila představu o tom, do jaké míry studenti vyložené učivo pochopili. Vzhledem k tomu, že na většinu mých dotazů zodpověděli správně, nabyla jsem dojmu, že si dané učivo studenti dostatečně osvojili. Jako vhodný motivační prostředek pro zahájení navazující vyučovací hodiny jsem zadala studentům domácí úkol, který spočíval ve vypracování referátu na téma Onemocnění vyvolaná bakteriemi. Z důvodu nedostatku času ve vyučovací hodině byl zadán pouze jeden referát.

Druhou vyučovací hodinu na téma Prokaryontní organismy jsem uskutečnila v 1. ročníku gymnázia J. V. Jirsíka počátkem září 2005. Výuky, jež měla charakter základní hodiny se zúčastnilo celkem 28 studentů. Cíl této vyučovací hodiny spočíval v seznámení studentů s problematikou týkající se bakteriálních onemocnění člověka, živočichů a rostlin a dále pak v osvojení poznatků souvisejících se způsoby odstraňování bakterií. V rámci této vyučovací hodiny jsem zvolila vyučovací metody typu výkladu, vysvětlování a rozhovoru. Během výuky se podařilo zrealizovat i dvě didaktické hry (viz str. 57, 58) a shrnující opakování, které proběhlo formou pokládání otázek na probrané učivo a vyplněním předem připravené křížovky (viz str. 90).

Na začátku vyučovací hodiny jsem uskutečnila nejprve organizační záležitosti (zápis do třídní knihy, kontrola docházky) a následně jsem seznámila studenty s průběhem dané vyučovací hodiny.

Jako vhodný motivační prostředek před zahájením vlastního výkladu se osvědčila četba stručného referátu na téma Syfilis, pro jehož vypracování využila studentka informace z internetových stránek. Prostřednictvím tohoto referátu se podařilo vyvolat u studentů větší zájem o probírané učivo.

Po přednesení referátu byla provedena realizace dvou didaktických her (viz str. 57, 58), které posloužily jako účinný prostředek při aktivizaci a motivaci studentů, ale velice důležitou roli sehrály i při opakování a upevňování znalostí studentů, které získali v předcházející vyučovací hodině. Před zahájením didaktických her jsem studentům nejprve vysvětlila pravidla. Poté jsem studenty rozdělila do sedmi čtyřčlenných skupin, přičemž všechny skupiny měly stejná zadání, tzn., že byla zajištěna dostatečná objektivita a shodná náročnost na její vyřešení. Vítězem soutěže se stala skupina, která zadané úkoly vyřešila nejen nejrychleji, ale hlavně zcela správně. Didaktické hry, které jsou časově nenáročné (10 minut), se v mé praxi u studentů velice osvědčily.

Po ukončení dílčích soutěžních her následoval vlastní výklad, na jehož počátek jsem zařadila tematiku zabývající se nemocemi přenášeny bakteriemi. Tuto problematiku jsem zahájila formou rozhovoru se studenty. Metoda rozhovoru, při které využíváme znalosti a vědomosti jednotlivých studentů, posloužila jako účinný aktivizující prostředek podněcující myšlení studentů. Na mé dílčí dotazy studenti aktivně a správně odpovídali. Po rozhovoru následoval výklad, během kterého jsem studentům vysvětlila konkrétní pojmy, jež s touto tematikou úzce souvisely. Provedla jsem zápis na tabuli, který si studenti přepsali do sešitu.

Navazující kapitolou této vyučovací hodiny byla problematika, která se věnuje zneškodňování a odstraňování bakteriálních buněk. Prostřednictvím výkladu jsem seznámila studenty s konkrétními metodami používanými k odstraňování bakterií a vysvětlila principy jejich provedení v praxi. Provedla jsem zápis důležitých pojmů na tabuli, jež si studenti zapsali do sešitu. Pro studenty byly tyto pojmy známé z denního praktického života, z čehož vyplývá, že tato problematika nepatřila mezi obtížnou učební tematiku.

Na závěr výuky jsem položila studentům několik kontrolních otázek, které mi umožnily zjistit, jestli nově probranou tematiku dostatečně pochopili. Na jednotlivé mé dotazy studenti odpovídali správně.

Poslední motivující aktivitou v rámci této vyučovací hodiny bylo vyplnění křížovky s tematikou prokaryontních organismů (viz str. 90). Křížovku jsem zhotovila na tabuli před

začátkem vyučovací hodiny. Pro studenty představovala zábavný způsob opakování probraného učiva.

Závěrem lze konstatovat, že studenty nejvíce zaujala četba referátu a vhodným způsobem se osvědčily i didaktické hry (viz str. 57, 58) a vyplňování křížovky (viz str. 90).

6. SEZNAM LITERATURY

1. Altmann A., 1975 : Metody a zásady ve výuce biologie. 285 s., SPN, Praha.
2. Altmann A., Horník F., 1988 : Vybrané kapitoly z didaktiky biologie. 121 s., SPN, Praha.
3. Beneš K., 2000 : Úvod do biologie buňky. 110 s., JU, České Budějovice.
4. Berger J., 1994 : Biologie v otázkách. 222 s., Tobiáš, Havlíčkův Brod.
5. Černohorský Z., 1967 : Základy rostlinné morfologie. 216 s., SPN, Praha.
6. Dostál P. a kol., 1994 : Kapitoly z obecné biologie. 79 s., SPN, Praha.
7. Horáková D., Němec M., 2002 : Základy mikrobiologie pro učitelské studium. 233 s., MU, Brno.
8. Houdek F., 2005 : Tvůrce elektronových očí. Mladá fronta, Praha.
9. Jelínek J., Zicháček V., 1996 : Biologie pro střední školy gymnazijního typu. 415 s., Fin publishing, Olomouc.
10. Jungbauerová L., 1998 : Úvod do mikrobiologie. 87 s., Karolinum, Praha.
11. Kaprálek F., 1986 : Fyziologie bakterií. 603 s., SPN, Praha.
12. Kaprálek F., 1999 : Základy bakteriologie. 241 s., Karolinum, Praha.
13. Karlson P., 1981 : Základy biochemie. 501 s., Academia, Praha.
14. Kincl L. a kol., 1993 : Biologie rostlin. 112 s., Fortuna, Praha.
15. Klaban V., 2001 : Svět mikrobů. 416 s., Gaudeamus, Hradec Králové.
16. Kolektiv autorů., 2004 : Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání, pilotní verze. VÚP Praha.
17. Kubát K. a kol., 1998 : Botanika. 231 s., Scientia, Praha.
18. Kubišta V., 1992 : Obecná biologie. 96 s., Fortuna, Praha.
19. Lenochová M. a kol., 1984 : Biologie pro 1. ročník gymnázia. 256 s., SPN, Praha.
20. Maňák J., 1995 : Nárys didaktiky. 104 s., MU, Brno.
21. Maňák J., Švec V., 2003 : Výukové metody. 219 s., Paido, Brno.
22. Nováková A., 2004 : Přednášky – mikrobiologie a virologie, JU, České Budějovice.
23. Papáček M. a kol., 1994 : Zoologie. 286 s., Scientia, Praha.
24. Papáček M., Slipka J., 1997 : Úvod do odborné práce. 88 s., JU, České Budějovice.
25. Rosypal S. a kol., 1981 : Obecná bakteriologie. 749 s., SPN, Praha.
26. Rosypal S., 1994 : Bakteriologie a virologie. 67 s., Scientia, Praha.
27. Rosypal S. a kol., 1994 : Přehled biologie. 635 s., Scientia, Praha.
28. Řehák B., 1965 : Vyučování biologii. 271 s., SPN, Praha.
29. Solfronk J., 1994 : Organizační formy vyučování. 67 s., Karolinum, Praha.
30. Šlégl J., 2002 : Ekologie a ochrana životního prostředí. 157 s., Fortuna, Praha.

31. Šmarda J., 2003 : Genetika pro gymnázia. 143 s., Fortuna, Praha.
32. www.microscopy.cz (2005)
33. Závodská R., 2005 : Téma biologie buněk v kontextu rámcového vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání. s. 318-320. In : Zima M., Boleček P., Omelka R. (eds): *Progres v biologii, Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie 4. Biologické dni- Proceedings of the International Scientific Conference 4th Biological days*. 8.-9. 10. 2005, Nitra. Fakulta prírodných vied Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 508 s.