

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Praktická cvičení v učivu Biologie buněk na gymnáziu

Diplomová práce

Autor: **Jana Mandryszová**

Vedoucí diplomové práce: **PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.**, Pedagogická fakulta Jihočeské
univerzity v Českých Budějovicích

České Budějovice 2011

ANOTACE

Mandryszová, J.: Praktická cvičení v učivu Biologie buněk na gymnáziu

Diplomová práce

Tato diplomová práce obsahuje soubor 29 laboratorních úloh zaměřených na buněčnou biologii, které byly vypracovány na základě analýzy učiva o buňce v rámci vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání, dostupných učebnicích biologie a odborné literatuře týkající se tématu. Laboratorní práce podporují aktivní a badatelský přístup k výuce biologie, součástí práce jsou protokoly prací se shrnutím cílů, metodickými poznámkami pro učitele a modelovým řešením.

Vedoucí diplomové práce: **PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.**, Pedagogická fakulta
Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích

ABSTRACT

Mandryszová, J: Practical exercises in cell biology curriculum for grammar schools

Diploma thesis

This diploma thesis contains a collection of 29 practical exercises, aimed at cell biology. These exercises were developed on analysis of cell biology curriculum in Framework Education Programme for grammar schools, available biology textbooks and professional literature based on this topic. Practical exercises follow up active and inquiry-based approach of students to biology education. The exercises include protocol suggestions for exercises, education goals summary, methodical notes for teachers and model answers.

Supervisor: **PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.**, Pedagogická fakulta Jihočeské Univerzity
v Českých Budějovicích

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně, pouze pod odborným vedením vedoucí diplomové práce PaedDr. Radky Závodské, Ph.D. Veškerou literaturu, kterou cituji, uvádím v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47D zákona č.111/1998 Sb., v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou Univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 2.12.2011

.....

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat PaedDr. Radce Závodské Ph.D. za její metodické vedení, pomoc, cenné rady a trpělivost. Dále patří dík paní Mirce Krovové, techničce katedry, za pomoc při realizaci úkolů v laboratoři. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům za trpělivost a podporu, kterou mi poskytovali při psaní této diplomové práce.

Vypracování této diplomové práce bylo podpořeno grantem GAJU 065/2010/S.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1 Biologie buněk v rámci vzdělávacím programu a učebnicích	9
2.1.1 Členění RVP	9
2.1.2 RVP a biologie buňky	9
2.1.3 Buněčná biologie v učebnicích	9
2.2 Laboratorní práce v biologii	11
2.2.1 Laboratorní práce a klíčové kompetence	11
2.2.2 Smysl provádění laboratorních prací v biologii	11
2.2.3 Postup při vytváření laboratorních cvičení učitelem	12
2.2.4 Metody výuky v biologii	14
2.2.5 Pozorování jako metoda výuky biologie	15
2.2.6 Světelná mikroskopie	16
2.2.7 Pokus jako metoda výuky biologie	16
2.2.8 Práce s knihou jako metoda výuky biologie	18
2.2.9 Záznam pozorování či pokusu žáky	19
2.3 Badatelsky orientovaná výuka	20
2.3.1 Podstata badatelsky orientované výuky	20
2.3.2 Bádání v laboratorních cvičeních	20
2.3.3 Příprava učitele na laboratorní práce a na badatelsky orientovanou výuku	21
3. POSTUP PRÁCE	22
4. VÝSLEDKY PRÁCE – ČÁST A	24
<i>Téma 1: Příprava nativního preparátu a práce s mikroskopem</i>	26
<i>Téma 2: Bakterie</i>	34
<i>Téma 3: Buněčné struktury</i>	39
<i>Téma 4: Vnitřní a vnější prostředí rostlinné buňky</i>	63
<i>Téma 5: Prvoci</i>	75
<i>Téma 6: Živočišné buňky v tkáních</i>	82
<i>Téma 7: Organické látky v buňce – bílkoviny</i>	94
<i>Téma 8: Organické látky v buňce – sacharidy</i>	102
<i>Téma 9: DNA v buňkách</i>	115
<i>Téma 10: Fotosyntetická barviva v buňkách listů zelených rostlin</i>	118
<i>Téma 11: Buněčné dělení</i>	127

<i>Téma 12: Kvasinky a plísně</i>	134
5. VÝSLEDKY PRÁCE – ČÁST B.....	143
<i>Laboratorní práce č.1: Síla proteinů (Protein Power)</i>	145
<i>Laboratorní práce č.2: Hříčka přírody (Nature's Dice)</i>	146
<i>Laboratorní práce č.3: Protokol Lambda (Lambda Protocol)</i>	147
6. ZÁVĚR	148
7. SEZNAM LITERATURY	149
8. INTERNETOVÉ ZDROJE	151
9. SEZNAM PŘÍLOH	152
Příloha č.1	153
Příloha č.2	154

1. ÚVOD

K tématu mé diplomové práce mě přivedla PaedDr. Radka Závodská, Ph.D. Cílem mé práce se stalo vytvořit soubor praktických úloh, které by bylo možné provádět s žáky čtyřletých či odpovídajících stupňů osmiletých gymnázií v rámci výuky o buňce v biologické či chemické laboratoři za použití základních chemikálií a laboratorního vybavení.

Úloh zaměřených přímo na buněčnou biologii není mnoho, proto se ve své práci soustřeďuji spíše na laboratorní úlohy, které se na školách v hodinách praktické činnosti s žáky běžně provádějí a které lze vhodnou úpravou, například použitím materiálu, postupu, vhodným zadáním žáky vypracovávaného úkolu či zvolením správného barviva, začlenit právě do výuky biologie buňky.

Záměrně uvádím úlohy co nejjednodušší, aby jich bylo možné zařadit do jedné vyučovací jednotky více, neboť prostor pro výuku buněčné biologie není jasně vymezen ani v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia. Naopak, učivo o buňce bývá roztroušeno do několika dílčích oborů biologie, jak uvádím dále v teoretické části diplomové práce. Z tohoto důvodu je výběr a zařazení prací do výuky biologie na učiteli, který výuku vede a který si může upravit obsah i rozsah laboratorních prací podle svých potřeb.

Kromě vytváření návodů k praktickým cvičením z buněčné biologie se má práce orientuje na překlad třech anglicky psaných návodů k laboratorním cvičením, které ještě více než laboratorní činnost žáků sama o sobě podporují badatelsky orientovaný přístup k výuce biologie, jehož prvky se snažím zdůraznit i ve zpracovaných návodech k laboratorním cvičením.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Biologie buněk v rámcově vzdělávacím programu a učebnicích

2.1.1 Členění RVP

Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání je rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí. Učivo o biologii je zařazeno spolu s chemií, fyzikou, geografii a geologií do jediné vzdělávací oblasti – Člověk a příroda. Toto zařazení odpovídá tomu, že tyto předměty se často prolínají a využívají i podobných metod, jakými jsou například pozorování a pokus. Učivo biologie je v RVP rozděleno do několika kategorií, konkrétně obecná biologie, biologie virů, biologie bakterií, biologie protist, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, genetika a ekologie (kolektiv, 2005). Každá kategorie v sobě zahrnuje výčet očekávaných výstupů, které by žáci měli při studiu jednotlivých kategorií obsáhnout.

2.1.2 RVP a biologie buňky

Jak se patrné, biologie buňky v RVP GV nestojí samostatně, ale je zahrnuta do téměř všech dílčích kategorií. Obecná biologie by měla žákům mimo jiné osvětlit právě stavbu a funkce buněk. Jako dva základní typy buněk jsou uvedeny buňka prokaryotní a eukaryotní. Dále by obecná biologie měla žákům osvětlit smysl diferenciaci a specializaci buněk, tj. vznik pletiv a tkání (kolektiv, 2005). Téma buněčné biologie však nezahrnuje pouze stavbu buněk prokaryotních a eukaryotních, ale například i jejich chemické složení. Chemickým složením buněk, převážně z hlediska organických makromolekulárních látek, se zabývá například i genetika nebo biochemie, která je sice zařazena do chemického učiva, ale s biologií úzce souvisí. Učivo o buněčné biologii tedy můžeme včlenit i do dalších kategorií. Stavbu a funkce prokaryotní buňky můžeme například zařadit do biologie bakterií, učivo o rostlinné buňce do biologie rostlin, živočišnou buňku do biologie živočichů atd.

2.1.3 Buněčná biologie v učebnicích

Učivo buněčné biologie je diferencováno i v mnohých ve školách používaných učebnicích. Jednotlivé učebnice se liší i rozsahem poskytovaného učiva o buňce. Uceleně byste ho našli například v učebnici Biologie buněk (Závodská, 2006) či Biologie buněk (Berger, 2000), ale v ostatních bývá zařazeno postupně. Například v Obecné biologii (Kubišta, 2004) je obsažena prokaryotní buňka ihned následovaná učivem o bakteriích a poté

stavba eukaryotní buňky. Je zde také stručné porovnání buňky rostlinné s živočišnou a buněčné dělení. Rozsáhleji je poté zařazena rostlinná buňka do učebnice ze stejné edice Biologie rostlin (Kincl, 2000). I živočišná buňka je do učebnic zařazována zvlášť. Učivo o ní je možné najít v úvodu učebnice Zoologie (Papáček, 2000). Mnohé školy nyní využívají k výuce biologie publikace, které původně jako učebnice nevznikaly. Namátkou například Nový přehled biologie (Rosypal, 2003), který sdružuje veškeré učivo biologie. Žákům tak odpadá povinnost pořizovat si na každý nový školní rok jinou učebnici.

Na konci této kapitoly přikládám tabulku s přehledem učebnic, které zde zmiňuji, a uvádím v ní, které učivo z buněčné biologie obsahují. Učivo vybírám s ohledem na obsah vypracovaných úloh, které jsou uvedeny v části Výsledky práce – část A (str.24). Jedná se o toto učivo:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| (1) učivo o prokaryotní buňce | (6) učivo o buněčném dělení |
| (2) učivo o bakteriích | (7) učivo o látkovém složení buňky |
| (3) učivo o eukaryotní buňce | (8) učivo o fotosyntéze (popř. |
| (4) učivo o buňce rostlinné | i buněčném dýchání |
| (5) učivo o buňce živočišné | |

Tabulka č.1: Přehled učiva buněčné biologie v učebnicích

Název učebnice (autor, rok vydání)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Obecná biologie (Kubišta, 2004)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne
Biologie rostlin (Kincl a kol., 2000)	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ano
Botanika (Kubát a kol., 2003)	ne	ne	ne	ano	ne	ano	ne	ano
Zoologie (Papáček a kol., 2000)	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne
Nový přehled biologie (Rosypal, 2003)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Biologie buněk (Závodská, 2006)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ano

2.2 Laboratorní práce v biologii

2.2.1 Laboratorní práce a klíčové kompetence

Mimo rozčlenění učiva biologie definuje RVP GV klíčové kompetence, které by měli žáci při výuce všech předmětů, nejen biologie, rozvíjet. Některé klíčové kompetence jdou velmi dobře aplikovat též na laboratorní práce, na které je zaměřena tato diplomová práce. Klíčovými kompetencemi jsou kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanská a kompetence k podnikavosti (kolektiv, 2005).

Kompetence k učení předpokládá schopnost samostatně se učit, kriticky hodnotit získané informace, organizovat vlastní činnost v tomto směru a hodnotit sama sebe. Tato kompetence se v praktické činnosti v laboratoři projevuje tím, že si žák musí sám organizovat práci a po ukončení pokusu či pozorování musí zhodnotit výsledek.

Základem k získání kompetence k řešení problémů je schopnost problém najít. Poté jak žák na základě získaných zkušeností a dovedností řeší a přemítá o různých způsobech řešení. V laboratorních cvičeních se tato kompetence uplatňuje zejména při provádění pokusů.

Kompetence komunikativní zahrnuje schopnost studenta porozumět odborným a abstraktním termínům, schopnost se samostatně vyjádřit, například vlastními slovy formulovat odpověď na laboratorní úkol.

Kompetence sociální a personální předpokládá spolupráci a toleranci mezi spolužáky, schopnost uzavřít kompromis. Ve výuce laboratorního cvičení jsou žáci nuceni spolupracovat a koordinovat svou práci s partnerem (partnerská výuka) či s více partnery (skupinová výuka).

2.2.2 Smysl provádění laboratorních prací v biologii

Laboratorní práce či praktická cvičení jsou organizační formou výuky biologie v současné době na gymnáziích zařazovanou pravidelně do výuky biologie. Zpravidla se konají ve speciálně uzpůsobených třídách – biologických laboratořích, jejichž technické vybavení odpovídá potřebám žáků i učitelů. Nejčastěji se v rámci této organizační formy výuky využívá metod problémových – pozorování a pokusu (Horník, Altmann, 1988).

Laboratorní cvičení plní ve výuce celou řadu funkcí, kromě vzdělávací například i funkci výchovnou a motivační (Tulenková, 2006b). Provádění pozorování či pokusu probouzí v žácích hlubší zájem o biologii jako takovou a zároveň je učí novým dovednostem (práce s mikroskopem, příprava nativního preparátu, plánování pozorování či pokusu a jeho organizace, grafické vyjádření výsledku, analýza a zobecnění výsledku, registrace průběhu

pokusu, aplikace teoretických poznatků apod.) a rozvíjí jejich schopnosti (samostatnost, vytrvalost, trpělivost, zručnost, koncentrování pozornosti, pečlivost apod.).

Učení se laboratorním dovednostem a návykům probíhá u většiny žáků podle vzorce definovaného Pettym (2002). Učitel žákům musí nejprve objasnit proč se jí učí a proč ji mají provádět právě tím způsobem, jakým jim ji učitel předkládá a doporučuje. Aby mohli žáci postup, kterým si danou dovednost osvojí, přejmout od učitele či jej napodobit, musí jim ji učitel prakticky předvést. Dovednost si poté žáci fixují trénováním, při kterém je učitel kontroluje a opravuje jejich techniku tak dlouho, dokud nedostatky v jejím provedení nezmizí. Žákům rovněž pomáhá, pokud jim učitel poskytne například mnemotechnickou pomůcku pro lepší zapamatování dané dovednosti. Návykem se dovednost stává ve chvíli, kdy ji žáci tolikrát aktivně opakovali, až nemusí nad jejím provedením přemýšlet a stává se pro ně automatickým postupem. Při nácviu potřebných dovedností by měl být učitel vždy vstřícný otázkám žáků.

Laboratorní cvičení také přispívá k formování zájmů žáků, postojů a přesvědčení, rozvíjí aktivitu, tvořivost, slovní zásobu díky spojování abstraktních pojmů s konkrétními představami a podněcuje žáky v soustavnosti v přípravě a v učení (Horník, Altmann, 1988).

2.2.3 Postup při vytváření laboratorních cvičení učitelem

Učitel by se měl nejprve seznámit s obsahem učiva a určit cíle, které má laboratorní práce splnit ve výuce žáků, tj. co chce žáky v hodině laboratorního cvičení naučit. Cíle by měli vycházet z potřeb žáků (Cangelosi, 1996). Poté by měl vybrat vhodný materiál k pozorování či pokusu a formulovat úlohy, které budou žáci provádět, aby splnili cíle.

Učitel by se měl před cvičením se všemi úlohami důkladně seznámit a vyzkoušet si je prakticky, z toho potom odvodit nejvhodnější postup pro žáky a odhadnout dobu trvání žakovského pokusu. Čím více času věnuje učitel přípravě na učební činnost žáků, tím méně namáhavé pro něj bude dosahování vytyčeného cíle výuky a zajistí i hladký průběh vyučovacího procesu. (Cangelosi, 1996). Podle odhadu doby potřebné na provedení úloh žáky vymyslí způsob organizace práce.

Před samotným laboratorním cvičením z žáky by měl v dostatečném předstihu připravit materiál a pomůcky, které budou potřeba, aby žáci mohli začít co nejdříve pracovat samostatně. V hodině by potom měl žáky nejprve seznámit s bezpečností práce a s cíli výuky a poté je vhodně namotivovat. Před započatím samostatné práce by měl žáky krátce seznámit s jednotlivými úkoly, či probrat postup práce, popřípadě jim ukázat techniku, jakou budou pracovat (například přípravu mikroskopického preparátu). Poté co proběhne samostatná práce

žáků by měl učitel společně s nimi zhodnotit výsledky jejich práce a vyvodit závěry vyplývající z pozorování či provedení pokusu (Tulenková, 2006b).

Při vytváření laboratorních prací je žádoucí, aby se učitel držel některých didaktických zásad, které definuje Altmann (1971b) a které jsou platné dodnes.

Laboratorní práce sami o sobě splňují zásady názornosti a spojení teorie s praxí, protože žák díky praktické činnosti získává nové nebo prověřuje již nabyté vědomosti, které nabývají konkrétních představ a které až do provádění praktické činnosti měly abstraktní význam.

Dále by laboratorní práce měla ctít zásadu srozumitelnosti a přiměřenosti. Laboratorní práce by měly být vytvářeny se zřetelem na rozumové schopnosti žáků a vědomosti, které doposud nabyli. Obsah laboratorní práce by měl odpovídat obsahu výkladových hodin a logicky na sebe navazovat, tedy splňovat zásadu soustavnosti a posloupnosti. Nové poznatky by podle ní měli žáci nabývat na základě smyslového pozorování či vytváření pokusu. Učitel by měl stavět na již získaných vědomostech žáků.

Laboratorní práce by měla odpovídat též zásadě o výchovném vyučování. Hodina laboratorní práce by měla tedy mít kromě vzdělávací funkce i výchovnou, například by měla rozvíjet myšlení žáků, zlepšovat jejich pozorovací schopnosti, učit je spolupráci s partnerem či skupinou a rozvíjet schopnost samostatně a srozumitelně se vyjadřovat.

Na laboratorní činnost lze aplikovat i zásadu uvědomělosti osvojovaných vědomostí. Pokud žáci vědí, co a proč dělají, jsou pak více motivovaní pro činnost a činnost samotná je může vést k oblibě biologie a vyvíjení větší aktivity ve výuce. S touto zásadou souvisí i další zásada ve výuce biologie, a to zásada trvalosti. Pokud si žáci uvědomují smysl osvojovaných vědomostí, činnost v biologii je naplňuje a poznatky si mohou ověřit v praxi, vědomosti a dovednosti získané v laboratorním cvičení jsou trvalého charakteru.

Učitel by měl v hodinách laboratorních cvičení ctít i zásadu individuálního přístupu k žákům. Díky laboratorním cvičením může učitel zjistit, kteří žáci jsou v biologii nadaní a naopak, kteří zaostávají a snažit se nadané žáky podporovat, dávat jim například úlohy navíc, a se zaostávajícími žáky pracovat tak, aby se problém se zaostáváním odstranil.

Učitel by měl dodržovat i zásadu respektování mezipředmětových vztahů, neboť právě v laboratorních cvičeních z biologie jsou tyto vztahy nejvíce patrné. Například úzká provázanost biologie s chemií či fyzikou, geografii a geologií, které jsou právě díky této provázanosti sdruženy v rámcově vzdělávacím programu v jeden celek (kolektiv, 2005).

2.2.4 Metody výuky v biologii

Jednotlivé metody výuky biologie jsou způsoby, kterými učitel cíleně dosahuje naplánovaných cílů ve výuce žáků (Altmann, 1975). Výběr určité metody závisí hlavně na volbě výchovně vzdělávacího cíle, kterého chce učitel spolu s žáky dosáhnout, a na obsahu učiva, který chce žákům zprostředkovat. Na výběr metody působí i další faktory, například psychické schopnosti žáků, forma výuky z hlediska organizace, časová dotace a v neposlední řadě i materiální vybavení školy. Metody výuky naplňují informačně vzdělávací, výchovnou, organizační a kontrolní funkci. Výběr určité metody rozhoduje o míře efektivnosti výukového procesu.

Horník a Altmann (1988) rozdělují vyučovací metody do 4 kategorií. První skupinou jsou metody, v nichž je zásadní činnost učitele, metody monologické. Činnost žáků spočívá v myšlenkovém zpracování obsahu učiva, jež je jim zprostředkováváno učitelem. Aktivita žáků se neprojevuje. Mezi monologické metody patří výklad, vysvětlování, vyprávění, popis a přednáška.

Druhá skupina je definována jako metody dialogické, v nichž má činnost žáka stejnou váhu jako činnost učitele. Jedná se o rozhovor a metody prověřování a hodnocení znalostí žáků.

Třetí skupina vyučovacích metod je pro laboratorní cvičení stěžejní. Tvoří ji pozorování a pokus, tj. metody problémové. Problémové metody předpokládají aktivní a samostatnou činnost žáka ve výuce, jejíž průběh učitel pouze koordinuje a řídí po organizační stránce.

Poslední skupinou jsou metody audiodidaktické, kam spadá například práce s učebnicí, pracovním listem, sešitem a podobně. Tato metoda je opět založena na samostatné činnosti žáků, která výrazně převládá nad činností učitele.

Problémové metody pokus a pozorování nejsou jedinými metodami používanými při výuce formou laboratorního cvičení, pouze v ní převládají (Horník, Altmann, 1988). Do jisté míry je zde zastoupen i výklad učitele, který žáky seznamuje s problematikou, motivuje je a říká, na co se při pozorování či provádění pokusu zaměřit. Díky přítomnosti výkladové části v laboratorním cvičení může žákům vysvětlit pracovní postup či shrnout výsledky. Při shrnování a zpracovávání výsledků se mnohdy uplatňuje je i dialogická metoda rozhovor, kdy se učitel snaží žáky vhodně zvolenými a předem promyšlenými otázkami dovést ke správnému cíli. V laboratorní práci se může dobře uplatnit i práce s knihou, určovacím klíčem, či pracovním listem a sešitem.

2.2.5 Pozorování jako metoda výuky biologie

Pozorování je metoda, jejíž pomocí žáci pozorují a cíleně vnímají biologický objekt či jev, na který jejich pozornost zaměřuje učitel, aniž by zasahovali do jeho průběhu. Žáci mohou pozorovat objekty pouhým okem či používat pomůcky jako je lupa, mikroskop či dalekohled (Tulenková, 2006a). V případě buněčné biologie je samozřejmě hlavní pomůckou mikroskop.

Pozorování má pro žáky největší přínos, pozorují-li skutečné „živé“ objekty namísto jejich zprostředkování fotografií, modelem, či nákresem. Z tohoto hlediska můžeme pozorování rozlišit na dva druhy – bezprostřední a zprostředkované (Altmann, 1975 a Tulenková, 2006a).

Bezprostřední pozorování má na žáky významný výchovný vliv. Díky práci se skutečným biologickým materiálem vede pozorování žáky k porovnávání toho, co vidí ve škole, s tím, co je obklopuje mimo ni v podobě fotografií, filmů, televize a knih. Vyvolává v nich potřebu kontrolovat a prověřovat si správnost poznatků. Bezprostřední pozorování přispívá k vytváření konkrétních představ u žáků a spojování těchto představ s abstraktními pojmy a odbornými termíny, kterými je učitel zahrnuje. Rozšiřuje se tak slovní zásoba žáka a jeho schopnost se samostatně slovně vyjádřit. Pozorování objektů učí žáky soustředit pozornost do jednoho místa, na jeden jev, odstraňuje nevšímavost a nutí žáky pracovat samostatně, vytrvale a pečlivě (Tulenková, 2006a).

Altmann (1975) rozděluje pozorování do několika dalších kategorií a používá k tomu různá hlediska dělení. Například podle doby trvání pozorování jej můžeme rozdělit na krátkodobé a dlouhodobé. Podle toho, zda žáci pozorují určitý objekt před nebo po výkladu učitele, definuje předběžné a dodatečné pozorování. Předběžné pozorování může mít například motivační funkci, dodatečné slouží k ověření nově nabytých poznatků.

Z hlediska cíle dělí Altmann (1975) pozorování na popisné, objevné a zjišťující. Nejméně náročné na samostatnou činnost žáků je pozorování zjišťující, kdy učitel svým výkladem usměrňuje pozornost žáků na objekty či jevy podle potřeby. Naopak nejnáročnější je pozorování objevné, kdy musí žáci sami vystihnout obecné a podstatné znaky charakteristické danému objektu či jevu a poté vyvodit závěry. Popisné pozorování je náročné na pozorovací schopnosti žáků a do určité míry rovněž předpokládá samostatnou práci studentů. Závěry však žáci vyvozují pod vedením učitele.

Úspěšnost pozorování určitého objektu je závislá na několika faktorech. Jednak dostupnosti a stavu techniky, dokonalosti žákova zraku a jeho vnímavosti, dostatku materiálu k pozorování, organizaci činnosti při pozorování a schopnosti žáka výsledek pozorování nějakým způsobem zpracovat (Tulenková, 2006a).

2.2.6 Světelná mikroskopie

Základním vybavením pro pozorování objektů v buněčné biologii ve škole je světelný mikroskop (Tulenková, 2006a), neboť jeho rozlišovací schopnosti odpovídají velikostem buněk a některých buněčných organel.

V praxi se od mikroskopu očekávají tři základní vlastnosti – dobrá zvětšovací schopnost, dobrá zobrazovací schopnost a nejdůležitější dobrá rozlišovací schopnost (Hejtmánek, 1993). Díky hodnotě rozlišovací schopnosti mikroskopu můžeme zvolit správné zvětšení pozorovaného objektu v závislosti na jeho skutečné velikosti. Rozlišovací schopnost mikroskopu se značí d_m a vypočítá se podle vzorce (Hejtmánek, 1993):

$$d_m = \frac{327 \mu\text{m}}{M},$$

kde d_m odpovídá minimální velikosti objektu, který mikroskop zobrazí, a uvádí se v μm . Hodnota 327 μm je maximální vzdálenost dvou bodů, které jsme schopni rozlišit vlastním okem ze vzdálenosti 25 cm. M je poté celkové zvětšení mikroskopu, jež je součinem zvětšení objektivu a okuláru za předpokladu, že tubus má předepsanou délku a jeho zvětšovací koeficient je roven jedné.

Obraz, který vzniká v mikroskopu, pozorujeme-li objekt prostřednictvím objektivu a okuláru je neskutečný, zvětšený a převrácený (Hejtmánek, 1993).

Na kvalitě vytvořeného obrazu se podílí mnoho faktorů. Jedním z nich je například i dokonalost oka pozorovatele (Tulenková, 2006a). K tomu, aby obraz byl co nejdokonalejší napomáhá výrazně nácvik techniky mikroskopování a schopnost správně objekt osvětlit pomocí kondenzoru a clony, s jejichž pomocí je možné soustředit paprsky na objekt dopadajícího světla do středu zorného pole. Důležitá je i hloubka ostrosti obrazu. Hloubku ostrosti definujeme jako ostře viditelnou vrstvu v rovině preparátu, zatímco vrstvy nad a pod ní jsou zobrazeny neostře (Hejtmánek, 1993). Posunu roviny ostrosti obrazu docílíme zaostřováním, čili pohybem mikrošroubu.

2.2.7 Pokus jako metoda výuky biologie

Školní pokus velmi souvisí s pozorováním. Dalo by se říct, že pokus je pouhou formou pozorování, při němž lze měnit podmínky, za nichž biologický jev probíhá. Umožňuje též daný jev vyčlenit z celé soustavy probíhajících jevů. Pokus je však oproti pozorování pro žáky působivější a přesvědčivější, neboť jej lze kdykoli se stejným výsledkem zopakovat (Horník, Altmann, 1988). Pokus v sobě spojuje jednak samostatnou činnost žáků, živé pozorování objektu či jevu a abstraktní myšlení žáků. Žáci se na pokusech učí, že za každým důsledkem stojí jeho příčina, neosvojují si pouze dogmatická tvrzení, která jim učitel

předkládá při výkladu. Žáci si vytvářejí vlastní názor a mohou si jej tímto způsobem empiricky ověřit.

Kromě významných vzdělávacích přínosů stojí za zmínku i ty výchovné. Při provádění pokusu jsou si žáci vědomi, že musí dodržovat určitá pravidla a kázeň, musí se sami rozhodovat a být důslední, učí se komunikovat a respektovat práci spolužáků. Pokusy v žácích pěstují sebevědomí, iniciativnost a trpělivost, nutí je kriticky hodnotit vlastní práci a též je učí vlastní práci správně zorganizovat (Tulenková, 2006a).

Pokusy můžeme z hlediska organizačního rozdělit na pokusy demonstrační a frontální. Pro žáky jsou vždy atraktivnější pokusy frontální, které sami provádějí. Pokusy demonstrační provádí před žáky učitel. Demonstrační pokusy umožňují žákům bezprostředně sledovat nějaký biologický jev, při pozorování však zůstávají pasivní, proto tento způsob provádění pokusu nebývá tak efektivní jako pokus frontální. Experimenty prováděné učitelem nemají velký vliv na žáky z hlediska hlubšího porozumění tématu či rozvoje dovedností aplikace získaných poznatků v další výuce (Janík, Stuchlíková, 2010). Příprava učitele na demonstrační pokus je náročná, musí jej zorganizovat jednat po technické stránce, tak po stránce organizační, aby zajistil pozornost všech žáků najednou. Může být použit pro ilustraci probíraného učiva či jako motivace pro další výklad.

Frontální pokusy jsou ve výuce biologie efektivnější, neboť si každý žák či dvojice žáků prochází všemi etapami pokusu, organizují vlastní práci a zaznamenávají průběh a výsledky pokusu. Při tvorbě frontálního pokusu by měl učitel vycházet z prostředí, ve kterém žáci žijí a z jejich prvotními představami o tématu tak, aby byli žáci sami schopní formulovat domněnku, kterou budou pokusem ověřovat, pak budou schopni lépe formulovat výsledky své práce a aplikovat získané vědomosti v další výuce (Janík, Stuchlíková, 2010).

Frontální pokusy Horník, Altmann (1988) dále rozdělují na pokusy individuální, partnerské a skupinové. Samostatným pokusem je pokus, který provádí žák celý sám, zúčastňuje se tak všech jeho etap. Partnerský pokus je pokus, který provádí žák ve dvojici s jiným žákem. V takovém případě se žáci v činnosti střídají. Skupinový pokus je pokus, jež provádí více žáků. Partnerský pokus je tedy vlastně modifikací skupinového pokusu.

Mnoho žákovských pokusů se děje právě formou skupinové výuky. Žáci musí být ve skupinách či dvojicích aktivní a do řešení se zapojují i jinak neaktivní či nesmělí žáci. Ve skupinách se žáci více soustředí na kontrolu svých vlastních výsledků, popřípadě se nebojí požádat o pomoc spolužáka. Žáci si procvičují též slovní zásobu a jelikož žáci spatřují ve vlastní práci větší smysl, cítí odpovědnost za učení se poznatkům či dovednostem, které zde získávají (Petty, 2002). Učitel si může být více jist správností zjištěných výsledků a správností provedení zadaného úkolu, pokud je ve skupině více žáků. Naopak menší

skupina (partneři) jsou rychlejší v rozhodování a je zde eliminováno riziko, že některý z žáků bude jen pasivně přihlížet činností spolužáků (Petty, 2002).

Podle doby trvání definujeme krátkodobé a dlouhodobé pokusy. Dlouhodobé pokusy mohou přesahovat do více vyučovacích jednotek, krátkodobý pokus zabírá nejvýše jednu vyučovací jednotku (Tulenková, 2006a).

Podle obsahu pokusu je dělíme na informující a potvrzující (Altmann, 1975). V případě informujícího pokusu žák získává nové poznatky, které musí myšlenkově zpracovat, ujasnit si jeho příčiny. Informující pokusy mají na žáky motivační účinek. Potvrzující pokus je pokus, kterým si žáci ověřují nabyté vědomosti. Prostřednictvím tohoto pokusu, kterému předchází výklad učitele, si žáci své vědomosti upevňují.

Při plánování pokusu musí učitel nejprve vybrat vhodný materiál k jeho uskutečnění, poté musí pokus připravit, nejdéle jeden den předem, musí zohlednit dobu trvání pokusu i místo, kde chce pokus zrealizovat (Tulenková, 2006a).

2.2.8 Práce s knihou jako metoda výuky biologie

V této diplomové práci je pro laboratorní cvičení kromě metod uvedených výše zařazena i práce s knihou (učebnicí, naučnou či vědeckou literaturou, popřípadě internetovými zdroji). Žáci touto metodou získávají nové, či prohlubující informace k danému tématu, nebo si ověřují a upevňují své znalosti o daném tématu. Žáci by měli pracovat s knihou pod vedením učitele, který by jim měl objasnit, jaké cíle mají splnit, a neustále je kontrolovat, zda-li se nezaměřují na nepodstatné informace a ty důležité pomíjejí.

Marton a Saljo (in Petty, 2002) uvádějí dva způsoby, jakými mohou žáci přistupovat k učení se formou čtení – povrchový a hloubkový, Petty (2002) poté doplňuje ještě jeden – nulový. Podstata povrchového způsobu studia literatury tkví v tom, že žáci se snaží zapamatovat si z celého tématu pouze to, co je po nich požadováno. Problémem je, že se poznatky učí doslovně. Hloubkový způsob studia literatury je opakem povrchového způsobu. Žáci se snaží objasnit si i souvislosti mezi hlavními myšlenkami, pochopit logicky způsob argumentace a nejasnosti, které najdou se snaží osvětlit dalším studiem nebo otázkami na učitele. Třetím způsobem osvojování učiva četbou je způsob nulový. Při něm si žáci jen mechanicky pročítají text, aniž by se snažili něco zapamatovat, ale důležité pro ně je, aby to měli co nejdříve za sebou. Jistou prevencí před tím, že žáci budou pracovat posledním ze způsobů je, požádat žáky, aby si například vedli poznámky z četby, nebo dohledali některé další informace, popřípadě, aby text který četli kriticky zhodnotili.

Metoda práce s literaturou by však neměla zužovat ve výuce místo hlavní vyučovací metody, obvykle se používá v motivačním smyslu či pro doplnění výkladu učitele. Z hlediska

efektivnosti je málo účinná. Žáci studováním literatury získávají schopnost samostatně pracovat a smysluplně se vyjadřovat (Altmann, 1975). Postupně jsou schopni určit podstatné věci a vyvozovat obecné závěry. Tato metoda pomáhá žákům nejvíce v domácí přípravě na výuku a samostudiu zájmových oblastí. Metodu práce s knihou je však nutné nacvičovat a rozvíjet.

2.2.9 Záznam pozorování či pokusu žáky

Žáci by si měli z hodin laboratorních prací odnášet záznam o práci, kterou prováděli. Podobu laboratorního protokolu si určuje každý učitel sám, záznam by se však měl řídit několika pravidly, která jsou v krátkosti uvedena níže.

Nákres

Na zdokumentování pozorování žáci nejčastěji zhotovují nákres. Nákres odpovídající didaktickým požadavkům by měl vypadat následovně. Měl by být dostatečně velký, jednoduchý, ale obsahově a vědecky správný. Měl by být opatřen popisem a žáci by jej měli vytvářet plynule, silnými čarami tužkou bez vybarvování či stínování. Měl by zdůrazňovat důležité podstatné znaky pozorovaného objektu (Altmann, 1971a).

Zápis protokolu

Zápis o prováděném pozorování či pokusu by si měl vést každý žák i v případě, že se pokusy provádějí formou partnerského pokusu. Protokol by měl vždy obsahovat datum, kdy se pozorování či pokus uskutečnil, název laboratorní práce, materiál a pomůcky, stručný pracovní postup, výsledky pozorování či pokusu a závěr, který celou práci shrne (Tulenková, 2006b).

2.3 Badatelsky orientovaná výuka a laboratorní cvičení

2.3.1 Podstata badatelsky orientované výuky

Termín „bádání“ je překladem anglického termínu „inquiry“, který může znamenat též hledání pravdy. Spornou otázkou zůstává, zda se jedná o nový přístup k výuce biologie, či je-li v něm zahrnuto něco, co se na našich školách vyskytuje již mnoho let (Janík, Stuchlíková, 2010). Pravdou je, že podstatu badatelsky orientované výuky či její prvky můžeme najít například v problémovém, či projektovém přístupu k vyučování nebo aktivizujících formách a metodách výuky (Papáček, 2010b).

Podstatou badatelského způsobu vyučování biologie je, že učivo není předkládáno žákům učitelem formou výkladu, ale metodou řešení problému. Učitel žáky systematicky navádí svými otázkami a provádí je řešením problému v roli jakéhosi průvodce tak, aby žáci sami byli schopni definovat problém, navrhnout metodu, kterým jej budou řešit, vyhledat potřebné informace v dostupných zdrojích a následně problém vyřešit (Papáček, 2010a). Žáci tak aktivně, vlastní činností, získávají poznatky, dovednosti a rozvíjejí své komunikační schopnosti.

2.3.2 Bádání v laboratorních cvičeních

Bádání k výuce biologie neodmyslitelně patří. Právě laboratorní cvičení jsou na badatelském způsobu výuky do jisté míry založena. Žáci při laboratorních cvičeních musí plánovat a poté realizovat pokusy, čímž vytváří základnu pro osvojování nových konkrétních poznatků, pojmů a metod, kterými se laboratorní činnost žáků uskutečňuje.

Eastwell (2009, in Stuchlíková, 2010) rozděluje bádání do 4 kategorií, jejichž rysy jsou aplikovatelné na laboratorní práce prováděné žáky ve škole. První kategorií tvoří bádání potvrzující, při němž učitel žákům poskytuje otázku i pracovní postup, který vede k jejímu ověření. Žáci poté srovnávají své výsledky své práce s již známými výsledky. Druhá kategorie, strukturované bádání, se od první liší v tom, že výsledky práce nejsou předem známy a je na žácích zkoumaný jev či děj objasnit. Nasměřované bádání tvoří třetí kategorii a vyznačuje se tím, že žáci kromě formulování výsledků vymýšlejí i postup práce na základě otázky, kterou jim sdělí učitel. Poslední čtvrtá skupina otevřené bádání je charakteristická tím, že jak úkol, tak postup práce, bádání samotné a formulaci výsledků provádějí žáci samostatně.

Při badatelsky orientovaném vyučování je tedy největší důraz kladen na samostatnost žáků, rozvoj jejich kritického myšlení, schopnosti hledat a nacházet potřebné informace a hodnotit je i svou vlastní činností.

2.3.3 Příprava učitele na laboratorní práce a na badatelsky orientovanou výuku

Jakým způsobem by měl učitel připravit hodinu laboratorních cvičení již bylo napsáno v kapitole 2.2.3. Postup přípravy na hodinu popsany v dané kapitole odpovídá modelu, který ve své knize uvádí Cangelosi (1996) a který může být aplikován na výuku biologie obecně i na laboratorní práce v biologii. Čítá šest následujících bodů: stanovení potřeb žáků, stanovení cíle výuky, výběr učebních činností, příprava na učební činnosti, vedení učebních činností a zhodnocení míry dosažení výukového cíle.

Jak již bylo napsáno výše, o tom, zda budou žáci v hodině praktických činností úspěšně pracovat, rozhoduje mnoho faktorů. Nemalou měrou se na úspěšnosti žáků podílí též psychologické rozpoložení žáků, vztah, který panuje mezi učitelem a žákem, a s tím související atmosféra ve třídě (Tulenková, 2006b). K navození dobré atmosféry k učení jsou mimo jiné potřebné dobré organizační vlastnosti učitele. S tím souvisí i schopnost žákům udělit srozumitelné a jasné pokyny před započatím práce, soustředit pozornost žáků na plán činností a poté je kontrolovat (Petty, 2002).

Rovněž je žádoucí, aby si každý učitel před zahájením výuky v laboratořích (a vlastně i výuky vůbec) vytvořil systém pravidel, které chce, aby žáci dodržovali (Petty, 2002). Pravidla by měla být jasně definována a na žácích důsledně vyžadována. Podmínkou však je, že se danými pravidly bude striktně řídit i učitel sám, jinak pozbývají účinnosti. Pravidla mohou vymýšlet i žáci sami, předkládat je třídě a poté se může o jejich přijetí hlasovat. Ovšem učitel musí při jejich schvalování zajistit demokratičnost hlasování a musí zajistit, aby se na seznam pravidel dostala právě ta základní pravidla, která zajišťují bezproblémový průběh vyučování (Cangelosi, 1996).

Nároky na přípravu učitele na badatelsky zaměřenou výuku jsou ještě větší. Důraz je kladen hlavně na tvořivost a flexibilitu učitele, neboť i když učitel postupuje podle podrobné přípravy, nemůže se vyhnout riziku, že výuka nesplní předem stanovené cíle (Papáček, 2010a).

3. POSTUP PRÁCE

Při sestavování diplomové práce jsem postupovala následujícím způsobem.

Nejdříve jsem se seznámila se začleněním tématu Buněčné biologie do Rámcově vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání (RVP GV) a s požadavky, které by měli žáci při studiu tohoto tématu splnit. Poté jsem prostudovala učebnice biologie a další dostupnou literaturu týkající se laboratorních prací v buněčné biologii či biologii obecně (Sítařová, 2010; Jelínek, Zicháček, 1996; Hejtmánek, 1999; Kincl a kol., 2000; Baer, 1973). Inspirací mi byly i návody laboratorních prací dostupné na internetu (www.sci.muni.cz/botany/rotreklova/pokusy, <http://is.muni.cz/do/ped/kat/biologie/pokusy/>, <http://www.kbi.zcu.cz>, <http://www.iuventas.cz>, <http://rg-projekt.cz/3-biologie/28-3-rocnik/191-botanika>, výukový portál 1.LF UK v Praze: portal.lf1.cuni.cz/clanek-630-prakticka-cviceni-z-biologie-a-genetiky, cvičení z cytologie a anatomie rostlin www.sci.muni.cz/~anatomy/1_page/.htm).

Poté jsem vybrala laboratorní práce, které mohou naplnit edukační cíle vzdělávacího okruhu Biologie buněk. Cílem laboratorních prací je rovněž naučit žáky potřebným dovednostem a návykům, jako je správná technika mikroskopování, příprava nativního preparátu, správné vedení laboratorního protokolu, bezpečné zacházení s chemikáliemi, správný postup při laboratorních úkonech, například při filtraci či pipetování chemikálií, a chování v laboratoři obecně.

Vybrané úlohy s podobnou tematikou jsem pro přehlednost seřadila do jednotlivých témat, které jsem opatřila o metodické poznámky k technice provedení pro učitele, cíle, které by úlohy zařazené do jednoho tématu měli ve výuce buněčné biologie splnit, seznam potřebných chemikálií s pokyny o bezpečném zacházení s nimi a seznam doplňující literatury, kterou učitel může žákům poskytnout v případě, že žáci mají o dané téma hlubší zájem. Dále je každá úloha opatřena modelovým protokolem pro žáky, který obsahuje stručný teoretický úvod, seznam potřeb a chemikálií, postup práce a návrh úkolů, které by žáci měli vypracovat.

Základem portfolia zpracovaných laboratorních prací jsou klasické a tradiční postupy, které však byly modifikovány, např. využitím různých materiálů (většinou rostlinného původu) a porovnáním získaných výsledků aplikací různých typů barvení, zjednodušením postupů, aby byly snadno proveditelné pro žáky gymnázia, či zdůrazněním prvků badatelsky orientované výuky. Jedním z hledisek pro návrh laboratorních prací bylo rovněž to, aby nebyly náročné na materiál, vybavení a dostupnost používaných chemikálií.

Všechny uvedené úkoly jsem vyzkoušela v laboratoři a zdokumentovala. Každá úloha obsahuje, kromě částí uvedených výše, ještě modelové řešení, ve kterém jsou využity autorské fotografie. Praktické provedení úloh přispělo také k některým úpravám pracovních postupů v navrhovaných úlohách.

Dále jsem se zabývala překladem třech anglických návodů laboratorních prací vydaných Národním centrem pro biotechnologické vzdělávání (NCBE) univerzity v Readingu (UK) a jejich možnostmi využití ve výuce biologie v České republice. Při překládání prací jsem se zaměřila hlavně na srozumitelnost českého textu pro cílovou skupinu žáků, tj. žáky čtyřletých gymnázií a žáky druhého cyklu osmiletých gymnázií. Při překladu některých anglických termínů jsem se potýkala s problémem, zda využít „počeštělého“ výrazu či ryze českého ekvivalentu. Posléze jsem se přiklonila k využití českých výrazů pro lepší srozumitelnost. S materiály jsem po estetické stránce nemanipulovala, pouze jsem je přeložila do českého jazyka. Při hodnocení vhodnosti zařazení těchto úloh do výuky u nás jsem brala zřetel zejména na náročnost prací po teoretické stránce, dostupnost vybavení a chemikálií a přibližnou dobu trvání těchto prací.

4. VÝSLEDKY PRÁCE – ČÁST A

Následující část obsahuje souhrn provedených praktických úloh zařazených do jednotlivých tematických celků. V každém celku jsou vypsány cíle, které by měli žáci provedením úloh zařazených do daného tématu splnit. Dále pak úlohy, jež mají provést a teoretické pojednání určené pro učitele o řešené problematice. (Seznam témat a úloh je uveden níže.) Každé téma obsahuje metodické poznámky a pokyny pro učitele, které se týkají zařazení úloh do výuky, pokynů k bezpečnosti práce, používání ochranných pomůcek a přípravě materiálu před pozorováním či pokusem. Je zde uveden výčet potřebných chemikálií pro dané téma spolu s pokyny pro bezpečné zacházení s nimi včetně R a S vět, jejichž seznam a plné znění naleznete v Příloze 2 na straně 154, a seznam literatury, který může učitel žákům poskytnout, pokud žáci o dané téma projeví zájem.

Následují návrhy žákovských protokolů jednotlivých úloh, které se skládají ze stručného teoretického úvodu, výčtu potřeb a chemikálií, stručného bodového postupu práce a navržených úkolů, které by žáci k dané úloze měli vypracovat. Každá úloha je navíc doplněna modelovým řešením obsahujícím fotografie pozorovaných objektů či pokusů a odpovědi na úkoly uvedené v žákovském protokolu.

Seznam témat a úloh:

TÉMA 1: PŘÍPRAVA NATIVNÍHO PREPARÁTU A PRÁCE S MIKROSKOPEM

Úloha č.1: Připravte nativní preparát z epidermis z vnitřní strany suknice cibule kuchyňské (*Allium cepa*)

Úloha č.2: Pozorujte v mikroskopu nativní preparát připravený v předchozí úloze

TÉMA 2: BAKTERIE

Úloha č.1: Seznamte se s běžnými tvary některých patogenních bakterií a nemocemi, které způsobují

TÉMA 3: BUNĚČNÉ STRUKTURY

Úloha č.1: Pozorujte viditelné buněčné struktury (buněčná stěna, jádro a jadérko) v epidermálních buňkách cibule kuchyňské.

Úloha č.2: Pozorujte epidermální buňky po jejich vitálním obarvení

Úloha č.3: Pozorujte chloroplasty v buňkách listů zelených rostlin

Úloha č.4: Pozorujte chromoplasty v buňkách z dužin různých plodů

Úloha č.5: Připravte a pozorujte roztlakový preparát buněk s chromoplasty

Úloha č.6: Pozorujte škrobová zrna

TÉMA 4: VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ ROSTLINNÉ BUŇKY

Úloha č.1: Pozorujte plazmolýzu rostlinných buněk

Úloha č.2: Stanovte osmotickou hodnotu buňky

TÉMA 5: PRVOCI

Úloha č.1: Pozorujte prvoky v senném nálevu

TÉMA 6: ŽIVOČIŠNÉ BUŇKY V TKÁNÍCH

Úloha č.1: Pozorujte buňky výstelky (epitelu) z dutiny ústní nebo z povrchu jazyka

Úloha č.2: Pozorujte buňky příčně pruhovaného svalstva

Úloha č.3: Pozorujte buňky hladké svaloviny a srdce

TÉMA 7: ORGANICKÉ LÁTKY V BUŇCE – BÍLKOVINY

Úloha č.1: Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách hlízy bramboru

Úloha č.2: Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách listu jakékoli rostliny

TÉMA 8: ORGANICKÉ LÁTKY V BUŇCE – SACHARIDY

Úloha č.1: Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách banánu, jablka nebo mandarinky

Úloha č.2: Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách cukrové řepy

Úloha č.3: Dokažte přítomnost polysacharidu škrobu v buňkách bramborové hlízy

Úloha č.4: Dokažte přítomnost polysacharidu celulózy v buněčné stěně

TÉMA 9: DNA V BUŇKÁCH

Úloha č.1: Izolujte DNA z libovolného biologického materiálu

TÉMA 10: FOTOSYNTETICKÁ BARVIVA V BUŇKÁCH LISTŮ ZELENÝCH ROSTLIN

Úloha č.1: Extrahujte (oddělte) fotosyntetická barviva z listů zelené rostliny

Úloha č.2: Rozdělte fotosyntetická barviva podle Krausovy metody

Úloha č.3: Rozdělte fotosyntetická barviva papírovou chromatografií

TÉMA 11: BUNĚČNÉ DĚLENÍ

Úloha č.1: Pozorujte v buňkách čerstvých kořínků fáze probíhajícího mitotického dělení

TÉMA 12: KVASINKY A PLÍSNĚ

Úloha č.1: Pozorujte kvasinky pивní

Úloha č.2: Pozorujte děj, který nastává po smíchání suspenze kvasinek s roztokem cukru (sacharózy)

Úloha č.3: Pozorujte plísň vytvořené na povrchu chleba či jiných materiálech

TÉMA 1: PŘÍPRAVA NATIVNÍHO PREPARÁTU A PRÁCE S MIKROSKOPEM

CÍLE:

1. Žák se naučí správně připravovat nativní preparáty pro mikroskopické pozorování tak, aby si byl schopen v dalších hodinách připravovat preparáty sám, bez pomoci učitele.
2. Žák se naučí správně používat pomůcky z preparační soupravy a zároveň bude trénovat zručnost při práci s nimi.
3. Žáci se seznámí se stavbou a funkcemi mikroskopu.
4. Žáci si vyzkoušejí práci s mikroskopem na preparátu připraveném v předchozí úloze.
5. Žáci se naučí správně zaostřovat na preparát pomocí makrometrického a mikrometrického šroubu, posouvat ideální část preparátu do středu zorného pole, měnit zvětšení výměnou objektivů a regulovat světelnost mikroskopu kondenzorem a clonou.
6. Žáci se naučí správně zhotovit nákres pozorovaného materiálu.

ÚLOHY:

- 1) Připravte nativní preparát z epidermis z vnitřní strany suknice cibule kuchyňské (*Allium cepa*)
- 2) Pozorujte v mikroskopu nativní preparát připravený v předchozí úloze

TEORETICKÝ ÚVOD:

Obecně rozeznáváme dva typy preparátů – nativní (dočasné) a trvalé. Trvalé preparáty jsou většinou žákům středních škol k dispozici hotové, nemusí je tedy připravovat sami. Preparáty dočasné neboli nativní si však studenti před každým mikroskopováním připravují sami, a je proto žádoucí, aby si co nejdříve osvojili správný postup. Aby žáci mohli preparáty připravit, musí mít k dispozici základní preparační soupravu. Na některých školách jsou žákům na laboratorních cvičeních zapůjčovány malé školní preparační soupravy, kde však tato možnost neexistuje, měli by si žáci opatřit následující pomůcky: kapátko, žiletku (popřípadě skalpel), chirurgickou pinzetu, preparační jehlu (pokud si ji žák nemůže opatřit jinak, lze ji vyrobit například z háčku na háčkování obroušením jeho koncové části do špičky) a savý hadřík. Je vhodné pracovat v ochranném plášti.

Mikroskopické preparáty se nejčastěji připravují řezem či odebráním části ze zvoleného materiálu. Kousek materiálu k pozorování se umístí na podložní sklo do kapky

čisté vody a překryje se sklem krycím. Podrobnější popis a případně náčrt zhotovení dočasného nativního preparátu, velikost a umístění kapky vody, položení krycího skla hranou na podložní sklo před kapku vody s objektem a pomalé pokládání krycího skla tak, aby se nevytvořily vzduchové bubliny (viz náčrt v žákovském protokolu).

V druhé části praktického cvičení se studenti (žáci) seznámí s mikroskopem a naučí se jej správně používat podle několika jednoduchých základních pravidel, která jsou vypsána v žákovském protokolu níže.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Cílem výše uvedených úloh není pozorování a vyhotovení náčrtu určitých buněk, či buněčných struktur, ale naučit se prakticky zhotovit preparát, pozorovat objekt pod mikroskopem a zhotovit mikroskopický náčrt.
- b) Úkolem žáků je nacvičit techniku vyhotovení nativních preparátů, naučit se pracovat s nástroji z preparační soupravy.
- c) Tato cvičení je vhodné zařadit například do úvodní hodiny laboratorních praktik po seznámení studentů (žáků) s pravidly bezpečnosti práce v laboratoři.
- d) Učitel kontroluje činnost žáků a opravuje techniku zhotovení, aby si žáci osvojili správný postup.

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 1-8

Úloha 1: Připravte dočasný preparát z pokožky vnitřní strany suknice cibule

Úvod: Rozeznáváme dva typy preparátů – dočasné (nativní) a trvalé. Preparáty dočasné si musíte před mikroskopováním připravit sami. Abyste mohli preparáty správně připravit, budete potřebovat základní preparační soupravu: kapátko, žiletku (popřípadě skalpel), chirurgickou pinzetu, preparační jehlu a savý hadřík. Technika zhotovení dočasného preparátu je uvedena v Postupu v bodě 4 a 5.

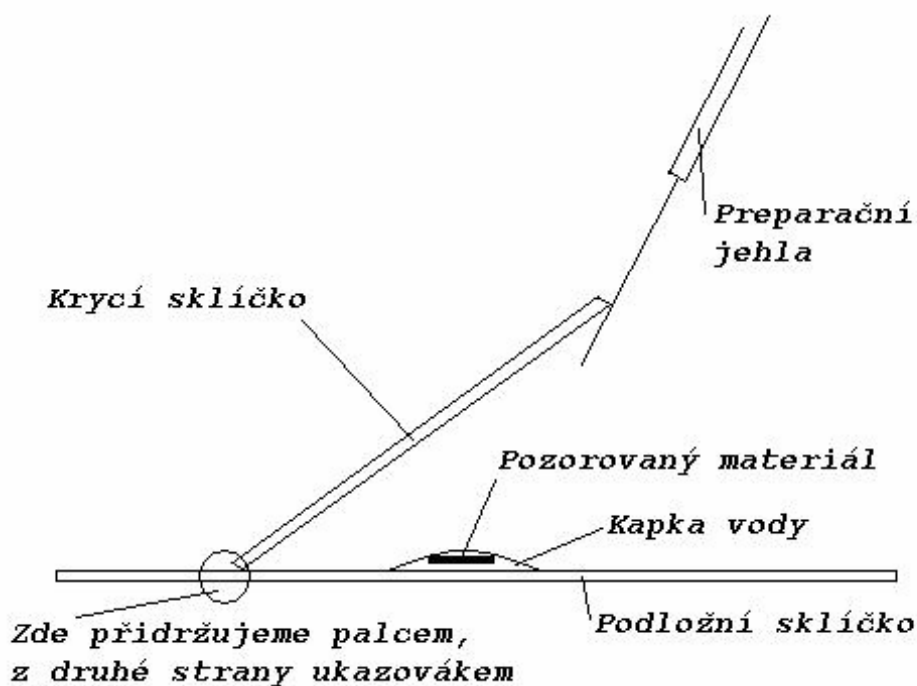
Materiál: cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pomůcky: podložní a krycí sklo, preparační jehla, kapátko, žiletka (skalpel), pinzeta

Postup:

1. Z vnitřní strany jedné suknice cibule opatrně pomocí pinzety sloupněte pokožku (epidermis).
2. Ze sloupnuté epidermis poté žiletkou (skalpelem) vyříznete čtvereček o hraně přibližně 5 mm.
3. Na podložní sklo kápněte kapátkem kapku vody a do ní umístěte připravený čtvereček epidermis.
4. Podle nákresu palcem a ukazovákem chytněte krycí sklo na jednom jeho konci a hranu opřete o podložní sklo.
5. Preparační jehlou v druhé ruce podpírejte protilehlou hranu krycího skla a pomalu jej přiklápějte na sklo podložní (opět viz nákres).

Nákres:



Úkol:

1. Pokuste se vysvětlit, proč musíte pozorovaný materiál překrývat krycím sklem co nejpomaleji? Co se stane pokud přiložíte krycí sklo velmi rychle?
2. Je důležité množství vody? Svou odpověď zdůvodněte.

Úloha 2: Pozorujte v mikroskopu nativní preparát připravený v předchozí úloze

Úvod:

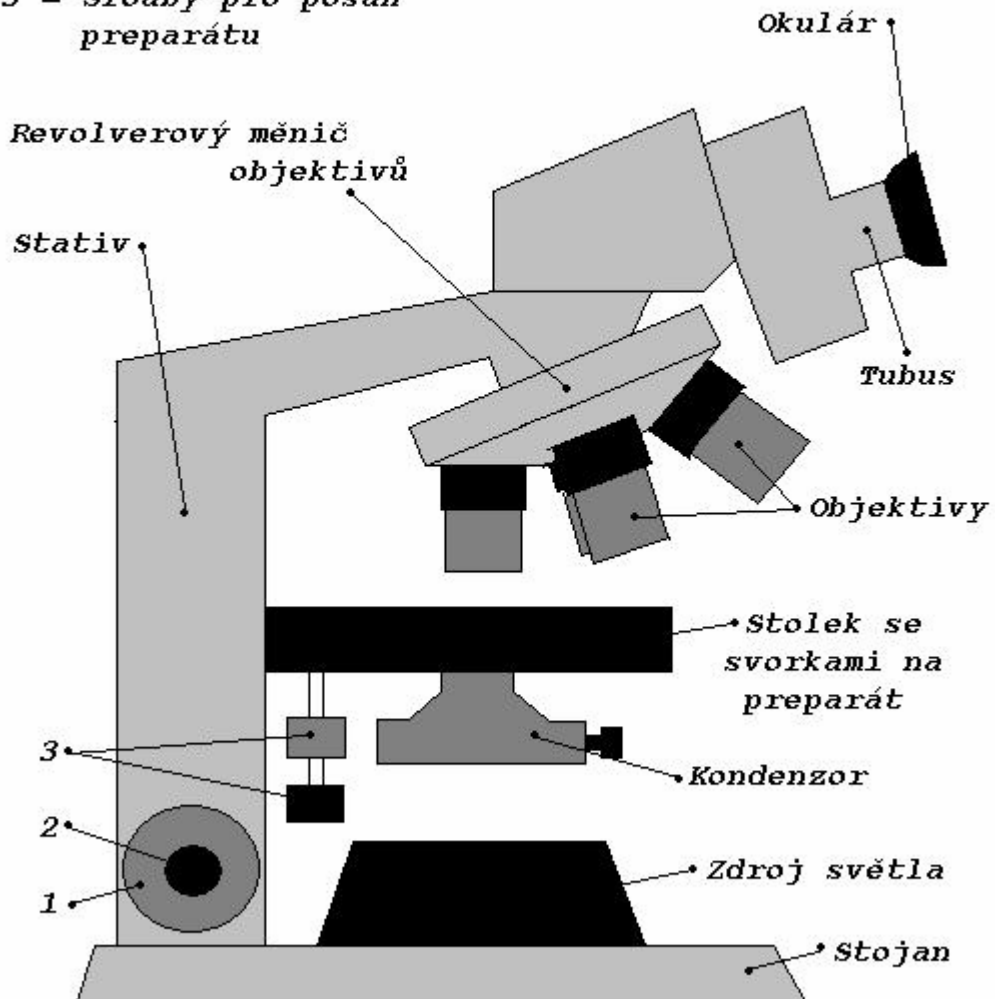
Zásady mikroskopování:

1. Mikroskop umístěte na desku stolu (lavice) asi 5 cm od okraje, pravíci k levému rameni, levíci k levému.
2. Na mikroskopu nastavte nejmenší zvětšení – nejmenší objektiv. Zkontrolujte osvětlení, odcloňte.
3. Připravený preparát položte na stolek mikroskopu do držáku.
4. Pomocí makrošroubu zmenšete vzdálenost preparát-objektiv na minimum. Celý úkon kontrolujte pohledem z boku! Hrozí proražení preparátu, čili jeho znehodnocení, anebo poškození objektivu.
5. Přizpůsobte okuláry vašim očím. Poté sledujte zorné pole a makrošroubem pomalu oddalujte objektiv od preparátu, dokud se zorné pole nezaostří.
6. V preparátu najděte nejvhodnější místo k pozorování (nejslabší vrstva buněk přes sebe, nejméně poškozené místo,...) tak, že jej budete posunovat pomocí šroubů po stolku.
7. Zvolené místo nastavte do středu zorného pole a pomocí mikrošroubu doostřete. Upravte též osvětlení (kondenzor, clona).
8. Poté měňte postupně zvětšení revolverovým měničem objektivů, dokud nebude mít pozorovaný objekt správnou velikost. Doostřete pomocí mikrošroubu.
9. Zhotovte nákres preparátu. Objekty kreslete nejlépe jedním tahem, nestínejte a vždy uvádějte zvětšení (vždy okulár x objektiv, např. 10x4, 16x40). Náskres by měl mít minimálně 10x10 cm a vždy jej opatřete popisem.

Nákres mikroskopu:

Stavba mikroskopu:

- 1 = Makrometrický šroub
- 2 = Mikrometrický šroub
- 3 = Šrouby pro posun preparátu



Materiál: preparát připravený v předchozí úloze

Pomůcky: mikroskop, psací potřeby

Postup:

1. Podle výše uvedených instrukcí připravte mikroskop.
2. Podle výše uvedených instrukcí umístěte preparát do mikroskopu a pozorujte jej v různých zvětšeních.
3. Zhotovte náčrt preparátu. Popište jej a uveďte zvětšení.

Nákres preparátu:

Zvětšení:

Úkol:

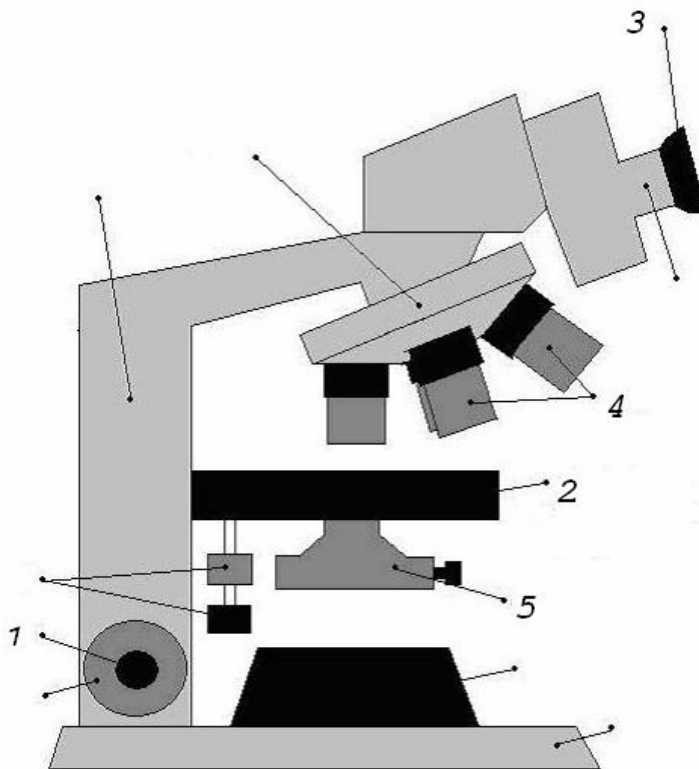
1. Poté, co jste pozorovali vlastní zhotovený preparát, zhodnoťte, zda se vám jej podařilo správně připravit. Zde je seznam některých chyb, kterých jste se mohli napoprvé dopustit:

Chyba	Pravděpodobná příčina
V preparátu je příliš mnoho vzduchových bublin.	Krycí sklíčko nebylo pokládáno na preparát plynule.
Preparát není celý obklopený vodou.	Příliš malá kapka vody na podložním skle.
Krycí sklíčko „odplavalo“.	Příliš mnoho vody.
Není vidět pouze jedna vrstva buněk, což snižuje schopnost jejich rozlišení.	Při přenášení preparátu do kapky vody došlo k chybě a preparát se přeložil.

OVĚŘOVACÍ OTÁZKY:

1. K číslům doplňte názvy částí mikroskopu:

1 = 2 = 3 =
4 = 5 =



2. Jakým způsobem zapisujeme zvětšení při zhotovování nákresu?

- a) objektiv x okulár
- b) okulár x objektiv

3. Které nástroje musí obsahovat základní preparační souprava?

4. Odpovězte ano nebo ne.

- a) Mikrošroub se používá ke snížení intenzity osvětlení v zorném poli mikroskopu.
- b) Pokud je světlo v zorném poli příliš ostré, mohu jeho intenzitu upravit pomocí kondenzoru.

5. K prvotnímu zaostření na preparát pod objektivem se používá:

- a) makrošroub; b) kondenzor; c) okulár.

TÉMA 2: BAKTERIE

CÍLE:

1. Žáci se seznámí s možnými tvary bakterií.
2. Žáci se seznámí s některými onemocněními, které jsou způsobeny konkrétními patogenními bakteriemi a s jejich příznaky.
3. Žáci se naučí vyhledávat informace v učebnicích, odborné literatuře a internetových zdrojích a tyto zdroje vždy uvádět.

ÚLOHY:

- 1) Seznamte se s běžnými tvary některých patogenních bakterií a nemocemi, které způsobují

TEORETICKÝ ÚVOD:

Bakterie jsou jednobuněčné organismy, které patří do skupiny Prokaryota. Tvoří je prokaryotní buňka, která se od eukaryotní velmi liší. Například jejich buněčnou stěnu tvoří celulóza ale peptidoglykany, postrádají membránové organely, místo jádra se zde nachází pouze cyklická molekula DNA zvaná nukleoid, nebo mohou obsahovat krátké úseky DNA zvané plasmidy, které se mohou včleňovat do jejich genetické informace a ovlivňovat tak životaschopnost bakterie – nesou například gen pro resistenci vůči antibiotikům. Některé bakterie způsobují u člověka vážná bakteriální onemocnění, například angínu či spálu (*Streptococcus pyogenes*), břišní tyfus (*Salmonella typhi*), salmonelózu (*Salmonella enteritidis*), cholery (*Vibrio cholerae*), Lymfskou boreliózu (*Borrelia burgdorferi*), kapavku (*Neisseria gonorrhoeae*), syfilis (*Treponema pallidum*), mor (*Yersenia pestis*), tetanus (*Clostridium tetani*), tuberkulózu (*Mycobacterium tuberculosis*), lepru (*Mycobacterium leprae*), úplavici (*Shigella dysenteriae*), černý kašel (*Bordetella pertussis*), pneumonii (*Streptococcus pneumoniae*) či záškrt (*Corynebacterium diphtheriae*).

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Učitel může zadat tuto úlohu jako domácí cvičení pro žáky.
- b) V případě zájmu, mohou žáci doplnit další bakteriální onemocnění (například formou referátu), nebo mohou uvést další informace (například další příznaky, prevenci atd.) o uvedených onemocněních.

- c) Pokud žáci vypracovávají tuto úlohu v rámci vyučovací hodiny, měl by učitel zajistit dostupnou literaturu o tématu, aby žáci mohli samostatně vyhledávat potřebné informace.
- d) Učitel by měl žáky upozornit, že musí vždy uvést zdroj svých informací.

LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE PRO ŽÁKY:

Kubišta, V.: Obecná biologie, 2004, Praha, Fortuna, ISBN 80-7168-714-6, str. 36-63

Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 113-146

Kislinger, F. a kol.: Biologie I, 1992, Klatovy, Gymnázium v Klatovech, str. 10-16

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4,
str. 526-544

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4,
str. 279-291

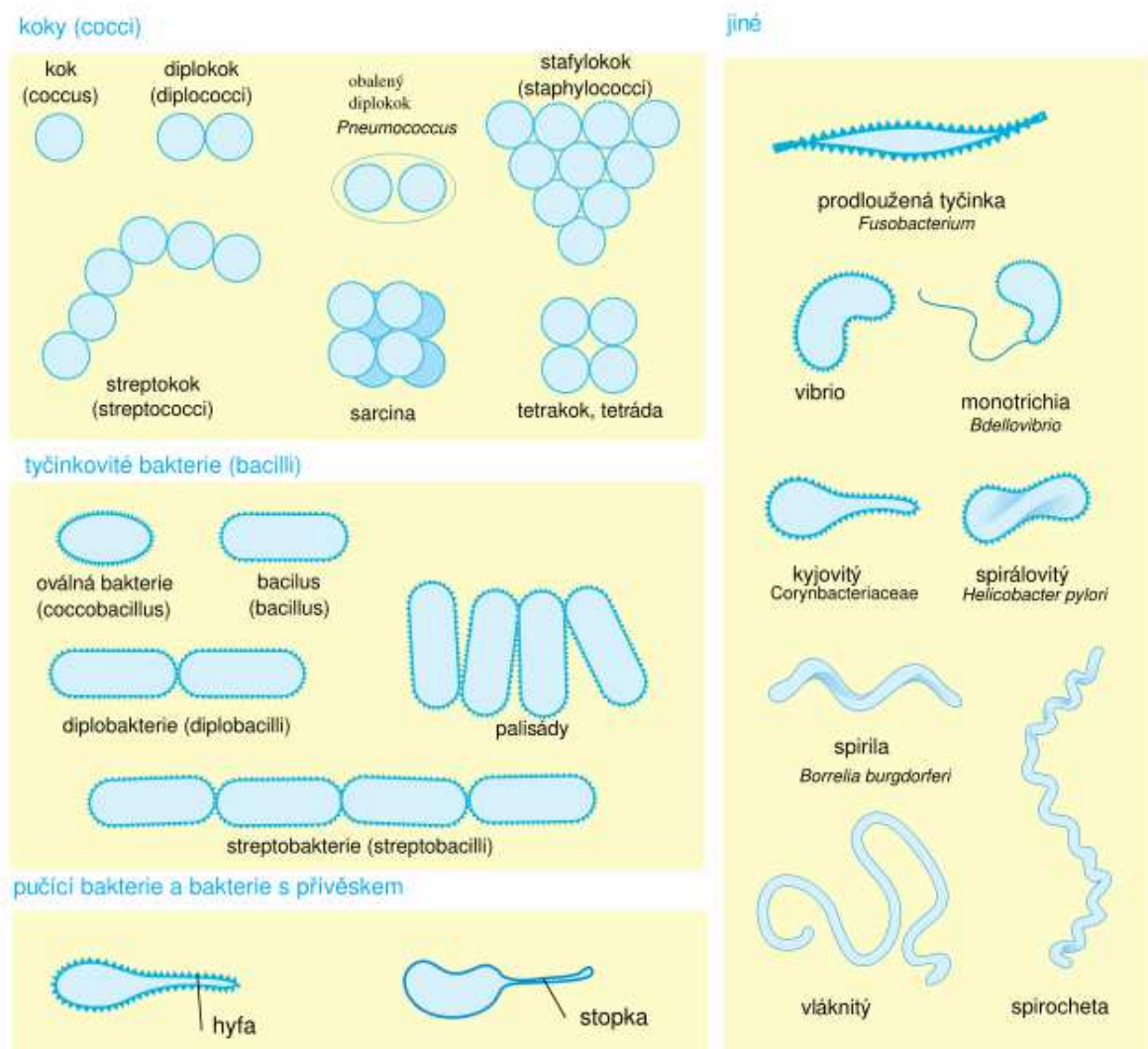
<http://viry-bakterie.wz.cz>

www.stefajir.cz/nemoci

Úloha 1: Seznamte se s běžnými tvary některých patogenních bakterií a nemocemi, které způsobují

Teorie: Buňky bakterií mohou mít různé tvary. Pro přehlednost je můžeme rozdělit podle níže uvedeného obrázku (<http://viry-bakterie.wz.cz>) do tří kategorií – na koky (kulovitého tvaru), tyčinky (tyčinkovitého tvaru) a jiné tvary (všechny ostatní tvary). Podobu všech tvarů si prohlédněte na obrázku níže.

Obrázek: Tvary bakterií



Zdroj: <http://viry-bakterie.wz.cz/bakterie.htm>

Mezi bakteriemi, se kterými byste se mohli setkat v textu níže, se nachází diplokoky, které tvoří spárované buňky (*Neisseria gonorrhoeae*) a řetězcem buněk tvořené streptokoky (*Streptococcus pyogenes* a *Streptococcus pneumoniae*). Mezi tyčinkovité bakterie označované názvem bacily patří kokobacilus (*Bordetella pertussis*) jednoduché tyčinky (*Yersenia pestis*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis* a *Shigella dysenteriae*) a rohlíčkovitě zahnutá

tyčinka (*Mycobacterium leprae* a *Mycobacterium tuberculosis*). Z jiných tvarů můžeme uvést například vibria (*Vibrio cholerae*), spirily (*Borrelia burgdorferi*), spirochéty (*Treponema pallidum*) nebo bakterie kyjovitého tvaru (*Corynebacterium tetani*).

Úkoly:

- 1) Přečtěte si informace v části teorie a poté doplňte do textu o bakteriálních onemocněních uvedeného níže všechny chybějící informace, které máte k dispozici.
- 2) Informace, které na základě teorie nemůžete doplnit, vyhledejte na internetu nebo v odborné literatuře, či v učebnici. Zdroje informací nezapomeňte doplnit!
- 3) Pokud jsou v části teorie uvedeny bakterie, které jste do textu nemohli doplnit, opět vyhledejte onemocnění, která způsobují.

TEXT:

Bakteriální onemocnění

Onemocnění, jež se projevuje akutním zánětem a otokem krčních mandlí, doprovázeným bolestmi v krku, vysokou horečkou, kašlem a obtížemi při polykání se nazývá Toto bakteriální onemocnění způsobuje streptokok stejná bakterie způsobuje i spálu.

Tyčinkovitá bakterie je původcem břišního tyfu. Tyfus je přenosný hlavně kontaminovanou stravou a vodou, projevuje se vysokými horečkami, průjmem či zácpou a silnými bolestmi břicha. Jiná bakterie stejného rodu, , způsobuje salmonelózu, která se vyznačuje silným průjmem a horečkou.

Další průjmovité onemocnění, cholera, je způsobeno bakterií Organismus je ohrožen hlavně vysokými ztrátami vody, stejně jako u onemocnění zvaného Toto onemocnění může být způsobeno jednak tyčinkovitou bakterií *Shigella dysenteriae* nebo prvokem měňavkou úplavičnou (*Entamoeba histolytica*).

Toto pohlavně přenosné onemocnění se v prvním stádiu projeví tak, že v oblasti kolem pohlavního orgánu vznikne zarudlý vřed, který nebývá bolestivý. V dalších fázích se onemocnění může projevit vysokou horečkou, nechutenstvím, vypadáváním vlasů a vznikem

dalších vředů po celém těle. Pokud se onemocnění nezačne léčit včas, může vést až ke smrti. Onemocnění nazýváme a způsobuje ho spirochéta Jiná pohlavní choroba, která nemívá tak fatální následky, se projevuje hnisavým zánětem vylučovacích a pohlavních orgánů je způsobená diplokokem a nazýváme ji

Další bakteriální onemocnění zvané je přenosné na člověka prostřednictvím blech z krys či potkanů. V současné době se jej podařilo v Evropě úplně vymýtit, existuje však několik ložisek tohoto onemocnění převážně v Africe a Asii. Onemocnění má několik podob. Může se jednat o těžký zánět lymfatických uzlin, ve kterých se bakterie množí, doprovázený vysokými horečkami a bolestmi břicha, hlavy a končetin. Pokud dojde k prasknutí nebo otevření mízní uzliny lékařem, má pacient šanci na vyléčení. Oproti tomu plicní forma tohoto onemocnění je vždy smrtelná, nazývá se také „černá smrt“. Plicní forma se projeví náhlým vzrůstem teploty, zmodráním rtů a kůže pacienta a vykašláváním krve, buďto čerstvé, červené, či natrávené, černé.

Mezi bakteriální onemocnění plic řadíme též , která se projevuje rozpadem plicní tkáně a je způsobena tyčinkovitou bakterií Další chorobou plic je onemocnění způsobené streptokokem , lidově nazývané zápal plic. Na organismu se projeví příznaky jako je horečka, únava, v pozdějších fázích vykašlávání velkého množství hlenu a dušnost.

Toto onemocnění se v počáteční fázi projeví vznikem rudé skvrny v místě, kde bylo několik dní předtím zakousnuté klíště. V další fázi má příznaky běžné chřipky. Je způsobenou spirilou a nazývá se

TÉMA 3: BUNĚČNÉ STRUKTURY

CÍLE:

1. Žáci se naučí rozlišovat základní viditelné části rostlinné buňky jako je na příklad buněčná stěna, jádro (popřípadě jadérko), chloroplasty, chromoplasty a cytoplazma.
2. Pokud je některá z níže uvedených úloh provedena před samotným výkladem o stavbě rostlinné buňky, může tato úloha fungovat jako motivace pro žáky.
3. Žáci se budou zdokonalovat ve tvorbě nativního preparátu a budou procvičovat práci s mikroskopem.
4. Žáci se naučí organizovat vlastní práci a budou rozvíjet schopnost spolupráce se spolužáky a komunikaci s nimi.

ÚLOHY:

- 1) Pozorujte viditelné buněčné struktury (buněčná stěna, jádro a jadérko) v epidermálních buňkách cibule kuchyňské.
- 2) Pozorujte epidermální buňky po jejich vitálních obarvení
- 3) Pozorujte chloroplasty v buňkách listů zelených rostlin
- 4) Pozorujte chromoplasty v buňkách z dužin různých plodů
- 5) Připravte a pozorujte roztlakový preparát buněk s chromoplasty
- 6) Pozorujte škrobová zrna

TEORETICKÝ ÚVOD:

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*) je jedním z nejvhodnějších materiálů, se kterým mohou žáci začít mikroskopovat. Pokožka (epidermis) ze spodní strany suknice cibule je tvořena pouze jednou vrstvou buněk, takže i pro žáky nebude složité a pracné vytvořit z ní preparát k pozorování. Na buňkách epidermis žáci snadno rozliší buněčnou stěnu, jádro a po obarvení i jadérko. K pozorování chloroplastů můžete zvolit na příklad list mechu měříku (*Mnium sp.*), jehož stavba také není složitá a chloroplasty jsou v něm dobře viditelné, nebo list jakékoli zelené rostliny. Příprava preparátu z listů zelených rostlin není však až tak snadná. Je nutné použít bezovou duši, protože je zapotřebí vytvořit co nejtenčí řez listem. Preparát chromoplastů připravíte tak, že vyškrábnete pomocí preparační jehly kousek dužiny z některých plodů, které budou uvedeny v návodu níže.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Epidermis suknice cibule je vhodným materiálem pro nacvičování tvorby nativního preparátu.
- b) Úlohu č.1 je možné použít i jako motivační laboratorní práci před započítím učiva o stavbě rostlinné buňky.
- c) Učitel by měl po žácích vyžadovat ochranný plášť či jiný ochranný oděv, neboť při barvení preparátů hrozí i obarvení oblečení nebo rukou žáků. S barvivy je třeba nakládat opatrně.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. Lugolův roztok:

- roztok elementárního jódu (5 g) a jodidu draselného (10 g) ve vodě (85 ml)
- kromě barvení se používá k důkazům škrobu a též jako dezinfekce a antiseptikum

2. neutrální červeně:

- 0,01% roztok se používá jako barvivo či indikátor v analytické chemii

3. methylová zeleň:

- používá se jako barvivo a indikátor v analytické chemii.

4. methylenová modř:

- používá se v akvaristice jako antiparazitární léčivo a v biologii jako barvivo

5. acetokarmín:

- červené barvivo, které barví např. DNA

LITERATURA PRO ŽÁKY:

rostlinná a živočišná buňka v učebnicích

Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 27-112, 40-57

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 108-137

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 447-480

Úloha 1: Pozorujte viditelné buněčné orgány, buněčnou stěnu a cytoplazmatickou membránu v epidermálních buňkách cibule kuchyňské

Teorie: Každou rostlinnou buňku ohraničuje a od okolního prostředí odděluje buněčná stěna tvořená polysacharidem celulózu. Na buněčnou stěnu těsně přiléhá cytoplazmatická membrána, jejíž hlavní funkcí je zajišťovat výměnu látek z okolím. Vnitřní prostředí buňky nazýváme cytoplazmou. V cytoplazmě jsou umístěny buněčné orgány – jádro, jadérko, endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, vakuola, plastidy – nejčastěji chloroplasty (zelená barviva) a chromoplasty (červená). V buňkách pokožky suknice cibule můžete pozorovat i bez obarvení jádro, vakuolu a buněčnou stěnu.

Materiál: cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, filtrační papír, nůž (na rozčtvrcení cibule)

Chemikálie: Lugolův roztok

Postup:

1. Cibuli rozřežte na čtvrtky. Vyjměte pokožku z vnitřní stany jedné suknice a skalpelem (žiletkou) z ní vyřízněte 2 malé čtverečky asi 5 x 5 mm velké.
2. Na jedno podložní sklíčko kápněte kapku čisté vody a na druhé kapku Lugolova roztoku.
3. Do obou kapek umístěte čtvereček z pokožky suknice cibule, a poté obě překryjte krycím sklíčkem.
4. Pozorujte obě části preparátu.

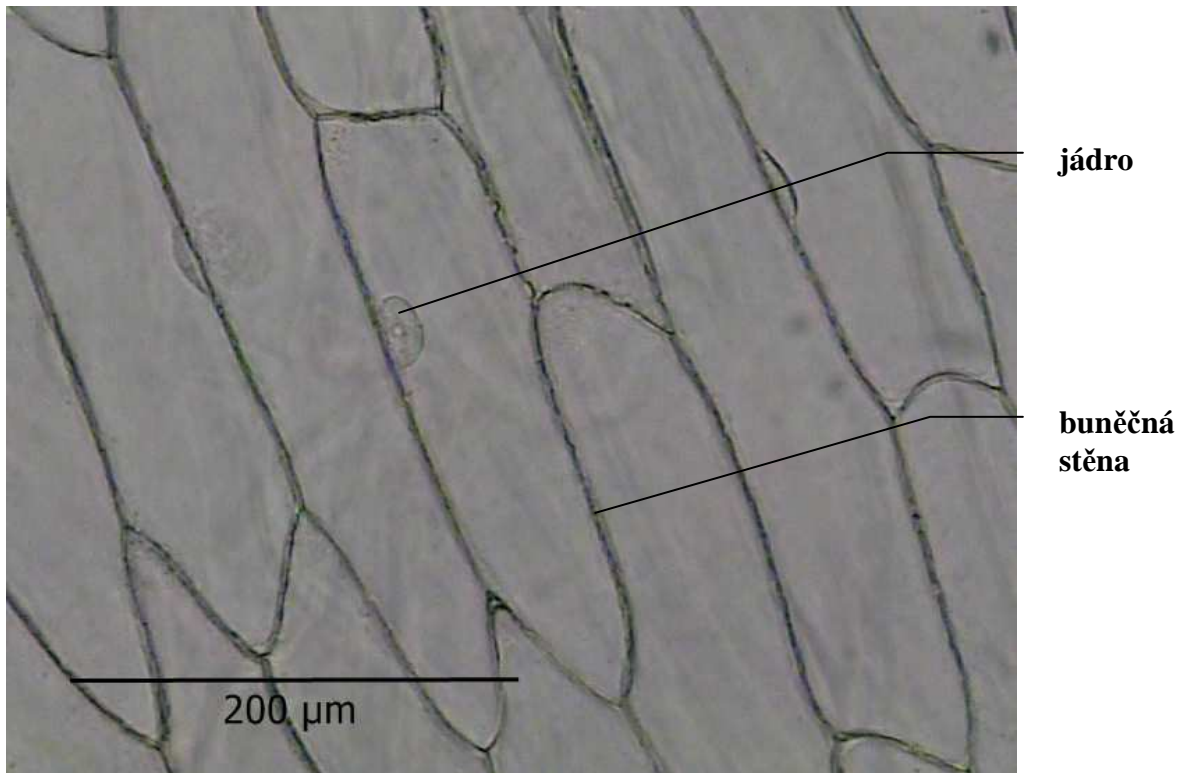
Úkoly:

- 1) Vyhotovte 2 nákresy. Z obou preparátů zakreslete několik (alespoň 3) buněk. Nákresy opatřete popisem a uveďte zvětšení.
- 2) Porovnejte mezi sebou oba preparáty. Vidíte na nebarveném i barveném preparátu stejné struktury?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ (s využitím mikrofotografií):

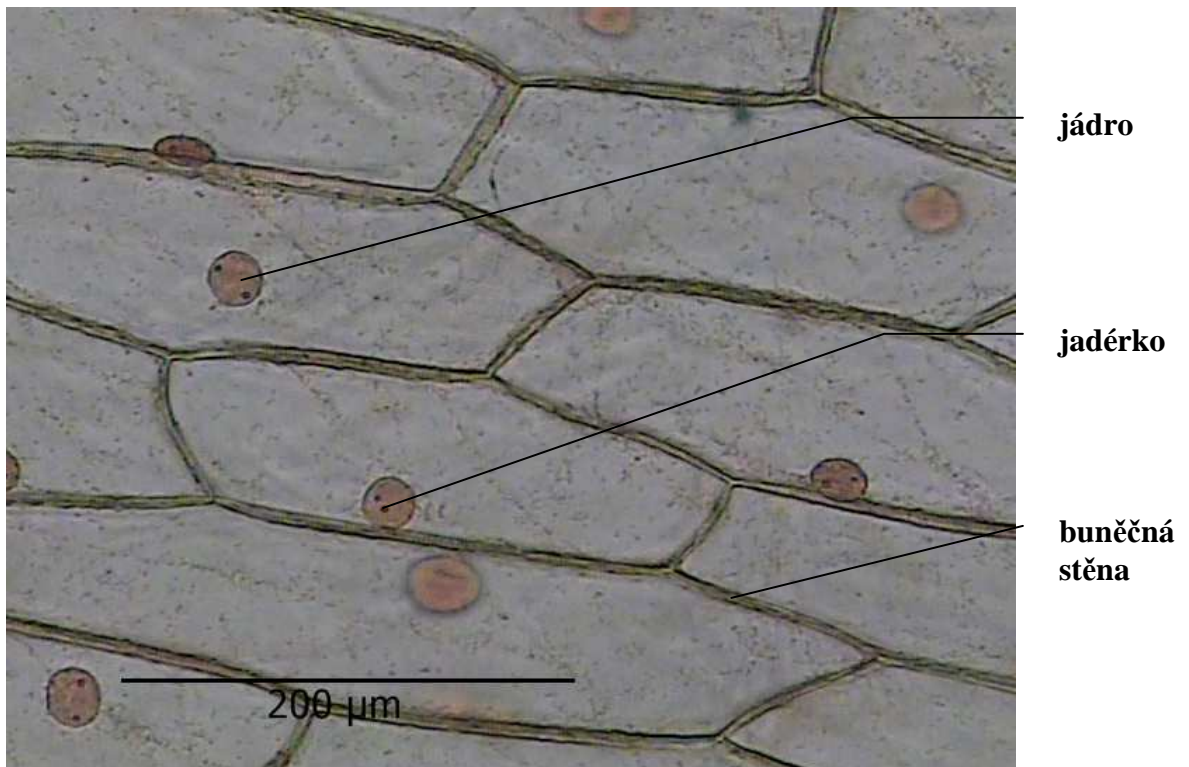
Úkol 1)

Obrázek č.1: **Nebarvený preparát buněk z pokožky z vnitřní strany suknice cibule**



Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: **Barvený preparát z epidermálních buněk suknice cibule**



Zvětšení: 10x10

Úkol 2) Na nebarveném preparátu z epidermis suknice cibule jsou dobře patrné buněčné stěny buněk a také jádra. Na Lugolovým roztokem obarveném preparátu jsou kromě buněčných stěn a jádra patrná i jadérka. Také se rozjasnila cytoplazma. Dobře je viditelná vakuola, která vyplňuje prakticky celou buňku. Rovněž mohou pozorovat cytoplazmu, která je centrální vakuolou zatlačena k okraji buňky, a cytoplazmatickou membránu.

Úloha 2: Pozorujte epidermální buňky po jejich vitálním obarvení

Teorie: Pojmeme „vitální barvení“ v biologii rozumíme barvení živých buněk. Při vitálním barvení buněk záleží na zvolení vhodného barviva. Každé barvivo může obarvit a tím zviditelnit odlišné struktury v buňce.

Materiál: cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, filtrační papír, nůž (na rozčtvrcení cibule)

Chemikálie: neutrální červen (0,01% vodný roztok), methylová zeleň, methylenová modř, acetokarmín

Postup:

1. Na podložní sklíčko kápněte kapku barviva.
2. Do kapky umístěte čtvereček pokožky z vnitřní strany suknice cibule o velikosti zhruba 5 x 5 mm. Překryjte preparát krycím sklíčkem a ponechte barvivo 10 minut působit. Struktury se probarví.
3. Postup opakujte s každým barvivem.

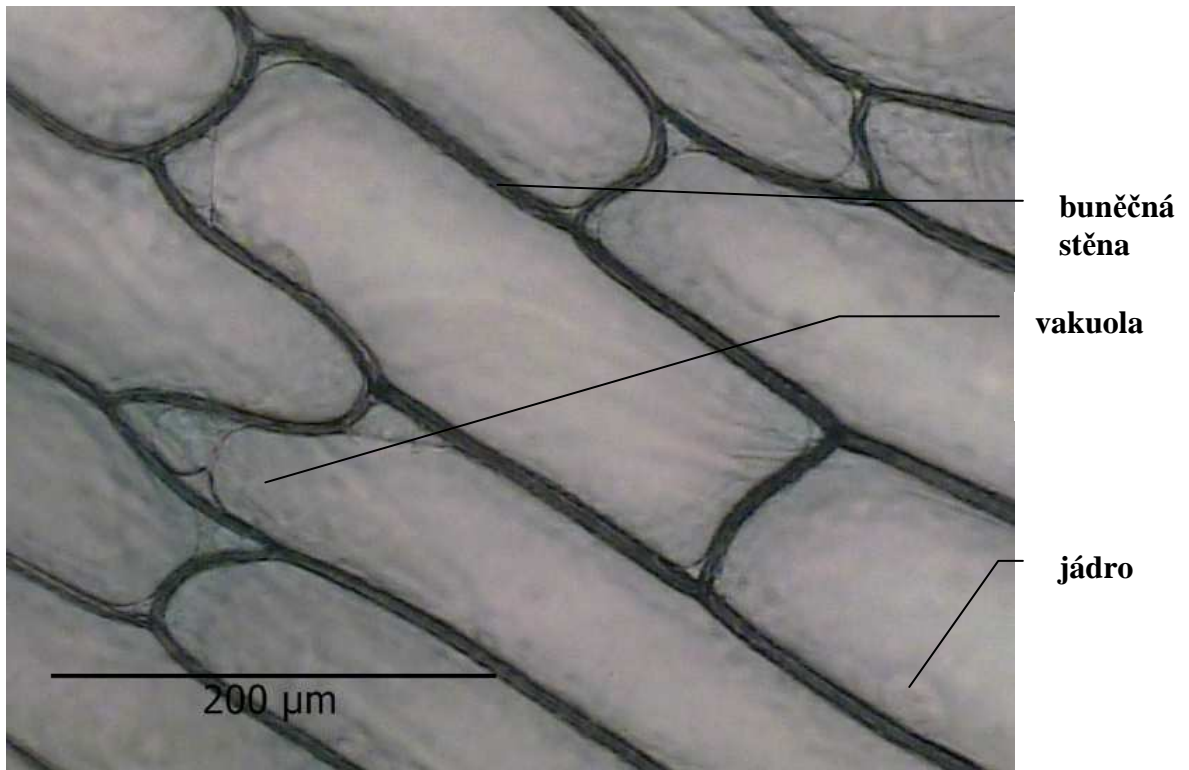
Úkoly:

- 1) Vyberte 2 barviva a vyhotovte 2 nákresy. Z každého preparátu zakreslete několik buněk (alespoň 2). Nákresy opatřete popisem a zvětšením.
- 2) Porovnejte preparáty mezi sebou. Které struktury lépe barví každé z barviv?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

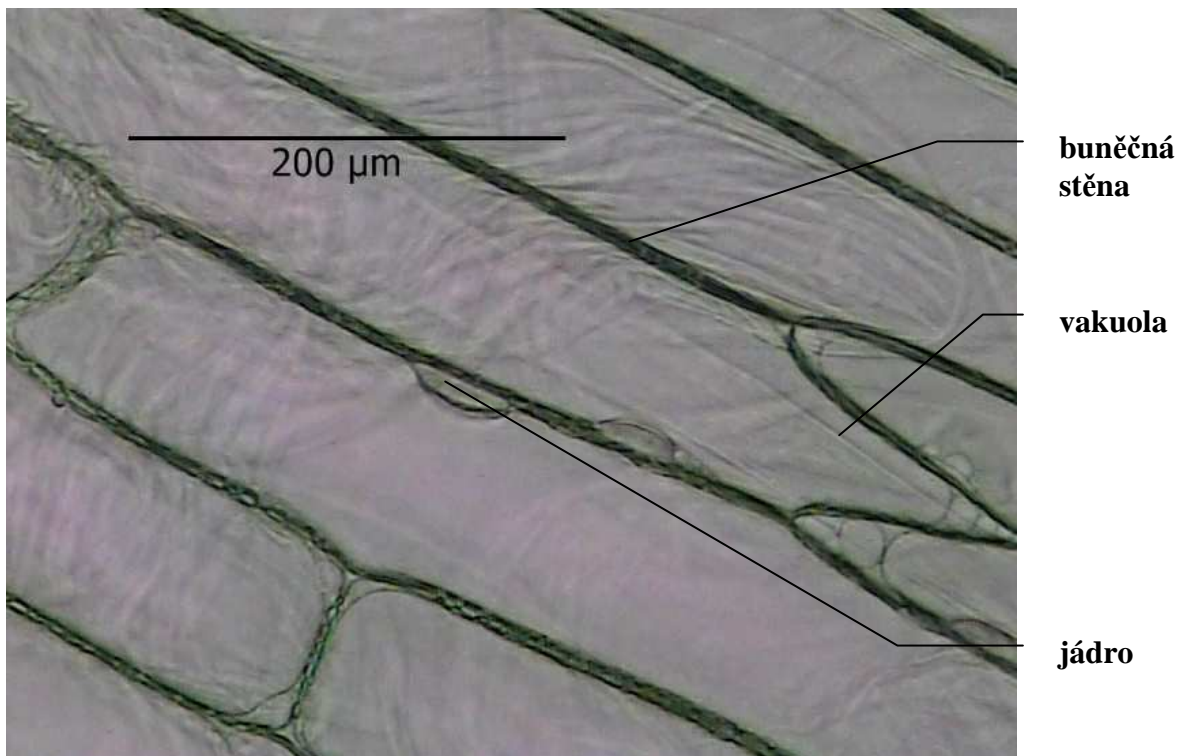
Úkol 1)

Obrázek č.1: Buňky cibule obarvené neutrální červení



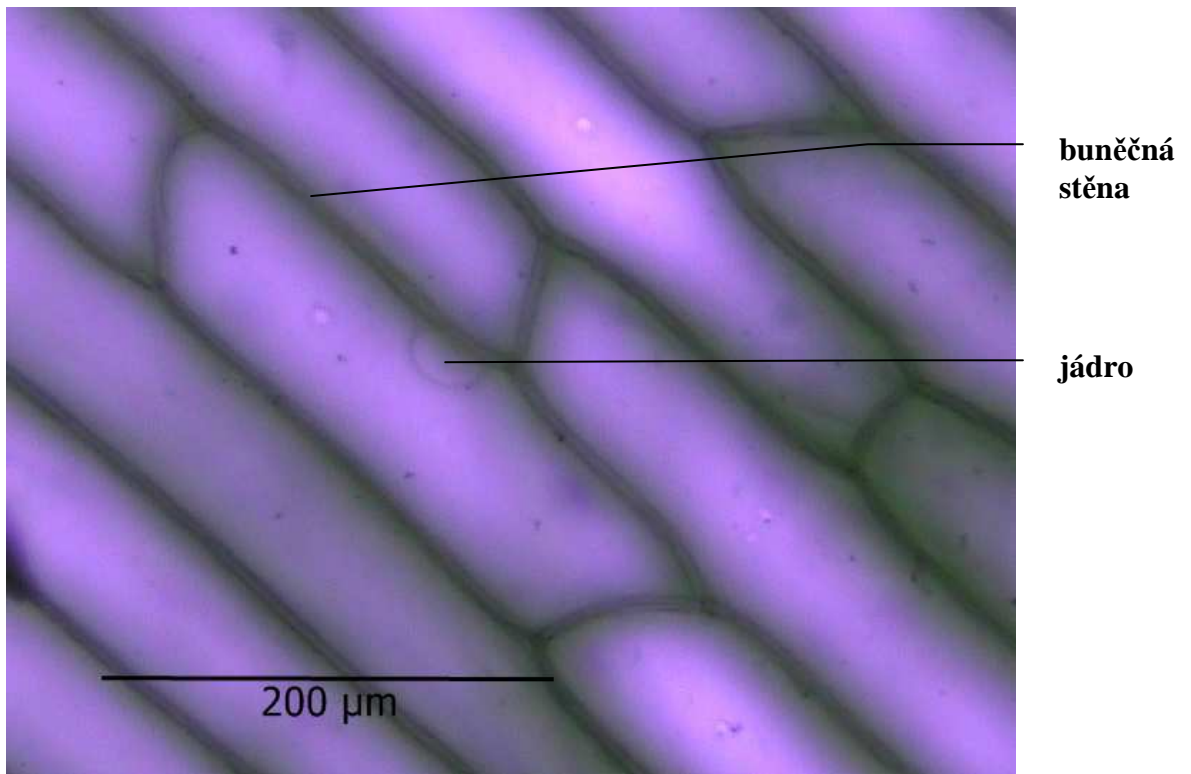
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: Buňky cibule obarvené methylovou zelení



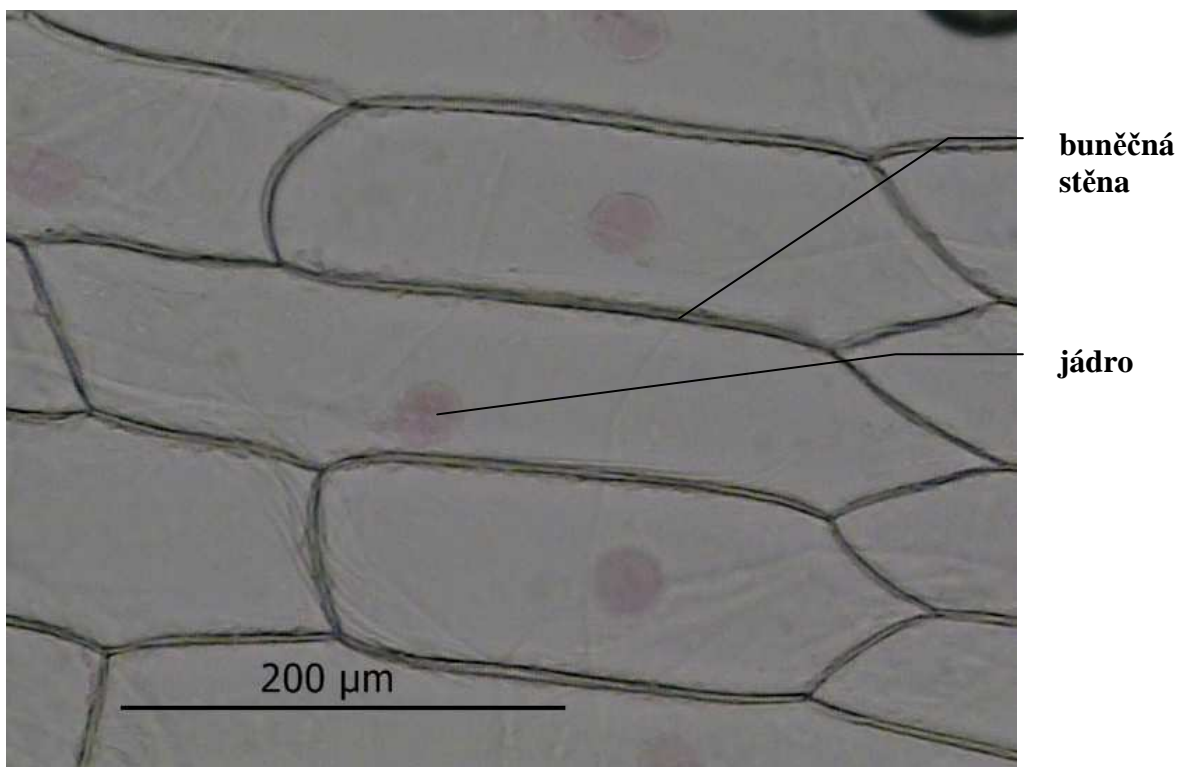
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.3: **Buňky cibule obarvené methylenovou modří**



Zvětšení: 10x10

Obrázek č. 4: **Buňky cibule obarvené acetokarmínem**



Zvětšení: 10x10

Úkol 2) Z pozorování vyplývá, že neutrální červeň obarví buněčnou stěnu, jádro a zvýrazní vakuolu. Methylová zeleň obarví tytéž struktury, ale vakuola je lépe patrná než v případě barvení neutrální červení. Methylenová modř a acetokarmín dobře zbarví buněčné stěny a jádra buněk.

Úloha 3: Pozorujte chloroplasty v buňkách listů zelených rostlin

Teorie: V chloroplastech v buňkách zelených rostlin probíhá fotosyntéza. Chloroplasty patří mezi plastidy. Hromadí se v nich zelená barviva, chlorofyly (chlorofyl *a*, chlorofyl *b*). Chlorofyl je uložen v membráně thylakoidů. Thylakoidy se skládají jako sloupeček mincí do takzvaných zrn (gran). Uvnitř chloroplastů probíhá fotosyntéza – přeměna oxidu uhličitého na sacharid glukósu za účasti světelné energie. Přesněji, světelná fáze fotosyntézy probíhá na membránách thylakoidů a temnostní fáze fotosyntézy ve stromatu.

Úvod: Listy zelených rostlin nejsou tvořené jedinou vrstvou buněk, jako tomu bylo v předchozích cvičeních u pokožky suknice cibule. Aby bylo možné pozorovat chloroplasty v buňkách listu, je nutné z něho oddělit velmi tenkou vrstvu. Nejjednodušší je provést příčný řez listem za pomoci bezové duše. Techniku provedení příčného řezu v bezové duši najdete v Postupu v bodě 2.

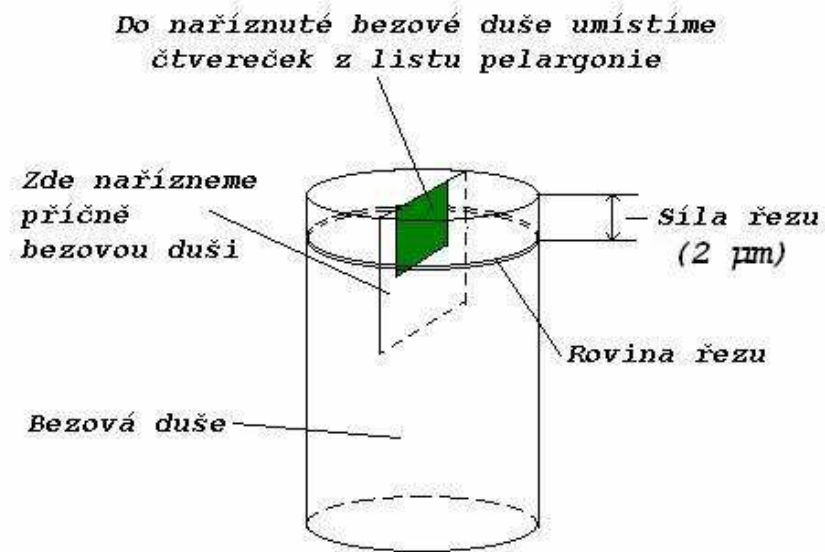
Materiál: list zelence (*Chlorophytum* sp.) panašovaného i nepanašovaného, nebo jiné zelené rostliny

Pomůcky: bezová duše, podložní a krycí sklo, preparační jehla, kapátko, žiletka (skalpel), pinzeta

Postup:

1. Z listu rostliny vyřízněte čtvereček o hraně asi 5 mm. Tento čtvereček umístěte do naříznutého kousku bezové duše (viz obrázek).
2. Bezovou duši uchopte mezi palec a ukazováček na dolním konci, abyste se nepořezali. Pomocí žiletky poté proveďte příčný řez v horní části bezové duše, která svírá část listu. Vrstva listu, kterou budete pozorovat mikroskopem by měla být co nejtenčí = asi 2 μm (viz obrázek). Řez provádějte vždy směrem od sebe!
3. Bod 2 několikrát zopakujte. Potom vyberte nejtenčí řez a z něho zhotovte preparát.

Obrázek: Příčný řez listem za pomoci bezové duše



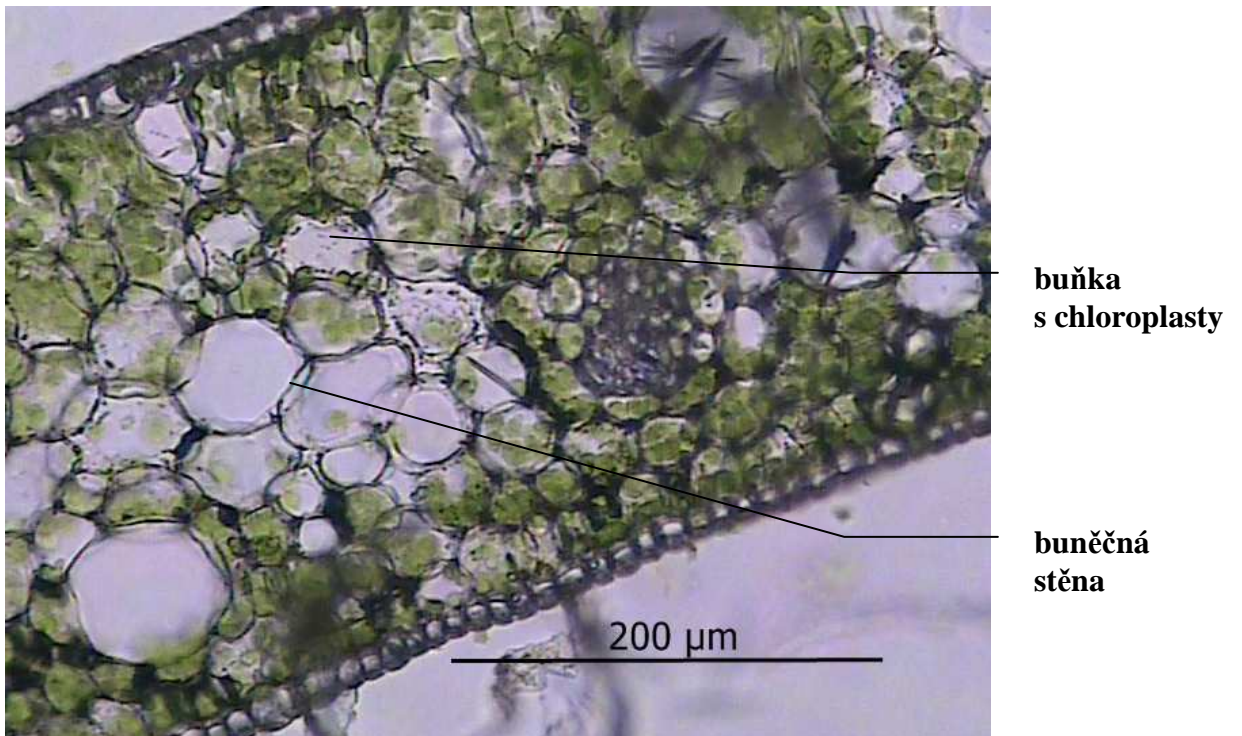
Úkoly:

- 1) Zakreslete několik (alespoň 3) buněk s chloroplasty. Nákres popište a uveďte zvětšení.
- 2) Pokud používáte k pozorování panašovaný a nepanašovaný zelenec, obě rostliny mezi sebou porovnejte. Co můžete říct o výskytu chloroplastů v panašovaných rostlinách?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

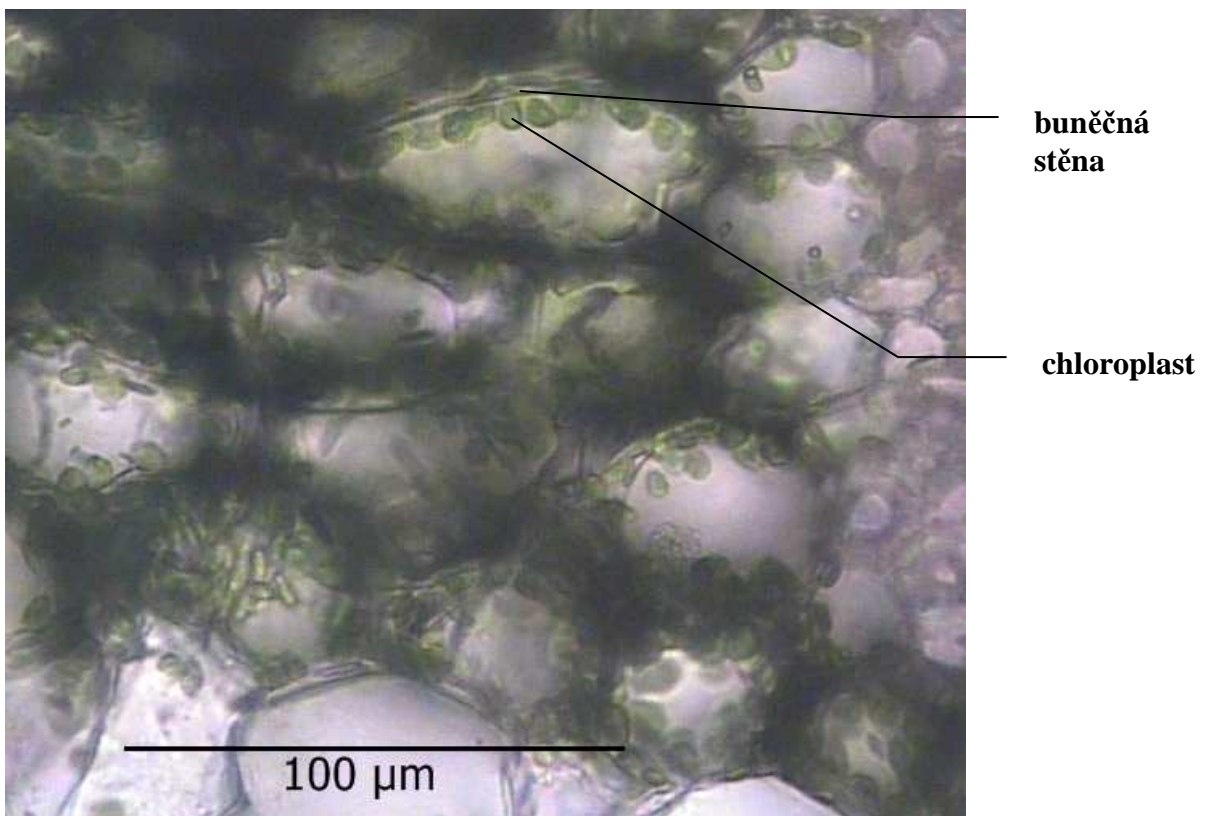
Úkol 1)

Obrázek č.1: Chloroplasty v buňkách draceny (*Dracaena sp.*)



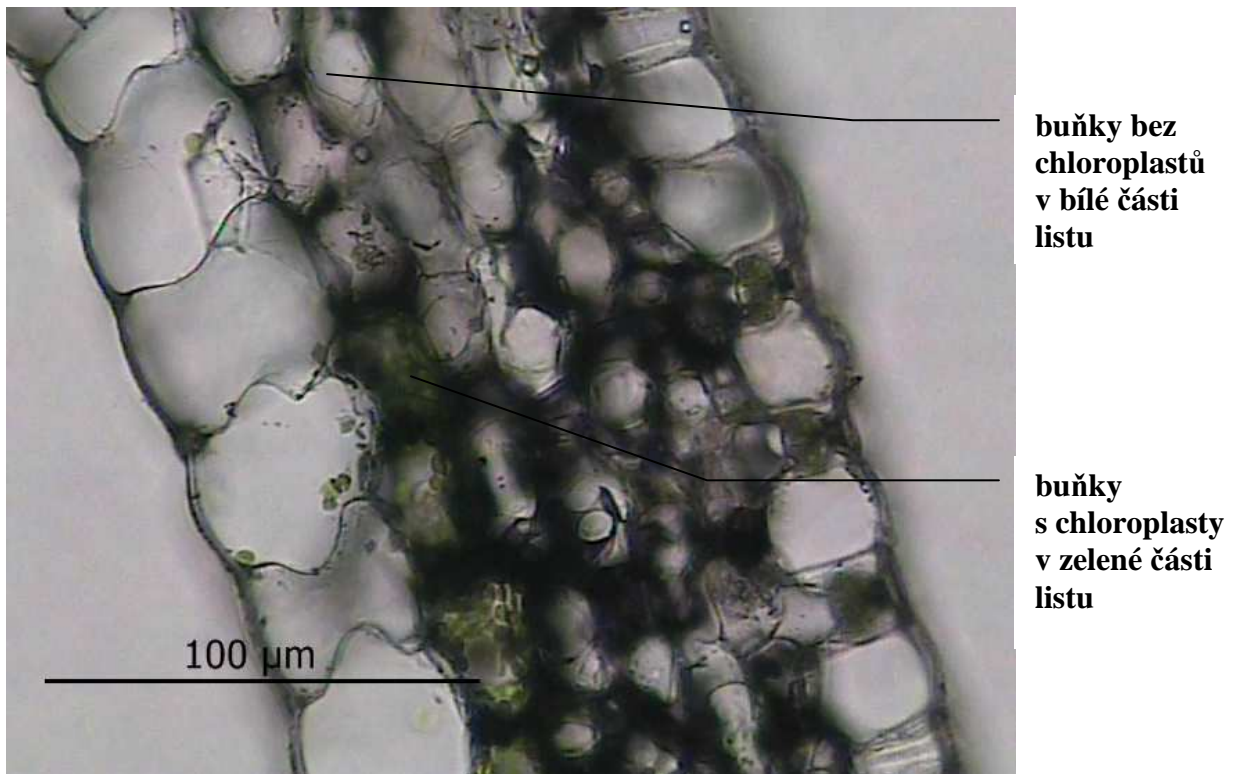
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: Chloroplasty v buňkách nepanašovaného zelence



Zvětšení: 10x20

Obrázek č.3: Chloroplasty v buňkách panašovaného zelence



Zvětšení: 10x10

Úkol 2) Listy nepanašovaného zelence mají celé zelenou barvu. Ve všech buňkách listu se nacházejí chloroplasty. Listy panašovaného zelence mají uprostřed jeden nebo několik bílých pruhů, což svědčí o nepřítomnosti chloroplastů v této části.

Poznámka: pro pozorování chloroplastů můžete také využít listy mechu měříku (*Mnium sp.*). Mají velmi jednoduchou stavbu, proto můžete pozorovat celý lístek, aniž byste museli provádět příčný řez listem v bezové duši.

Úloha 4: Pozorujte chromoplasty v buňkách dužiny různých plodů

Teorie: Chromoplasty jsou organely, které stejně jako chloroplasty patří mezi plastidy. Chromoplasty však nejsou narozdíl od chloroplastů schopné fotosyntézy. Obsahují pomocná fotosyntetická barviva, která pomáhají absorbovat sluneční záření. Těmito pomocnými barvivy jsou oranžovočervené karotenoidy a žluté xantofyly.

Materiál: bobule rajčete (*Lycopersicon sp.*), malvice jabloně (*Malus sp.*), bobule papriky (*Capsicum sp.*), kořen mrkve (*Daucus corota*)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, filtrační papír

Postup:

1. Rozřízněte plod či kořen napůl a z jejich dužiny opatrně jehlou vyškrábněte kousek hmoty.
2. Poté dužinu přeneste do kapky vody na podložním skle.
3. Všechny preparáty překryjte krycím sklem a pozorujte v různých zvětšeních.

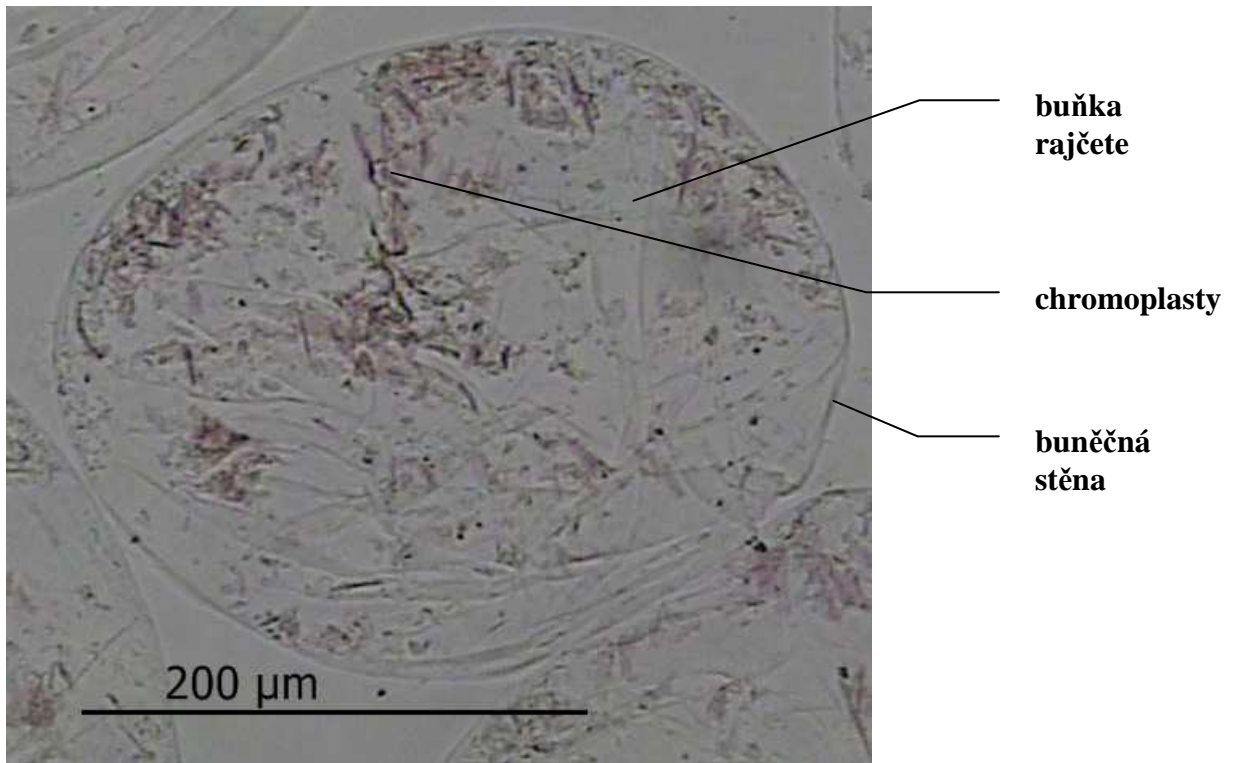
Úkoly:

- 1) Z výše uvedených plodů si vyberte 2 vzorky a zhotovte preparáty. Z každého preparátu zakreslete alespoň 1 buňku s chloroplasty při větším zvětšení. Oba nákresy popište a uveďte zvětšení.
- 2) Chloroplasty z obou plodů mezi sebou porovnejte. Porovnejte jejich tvar a barvu. Podle barvy rozhodněte, zda budou obsahovat spíše karotenoidy nebo xantofyly.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

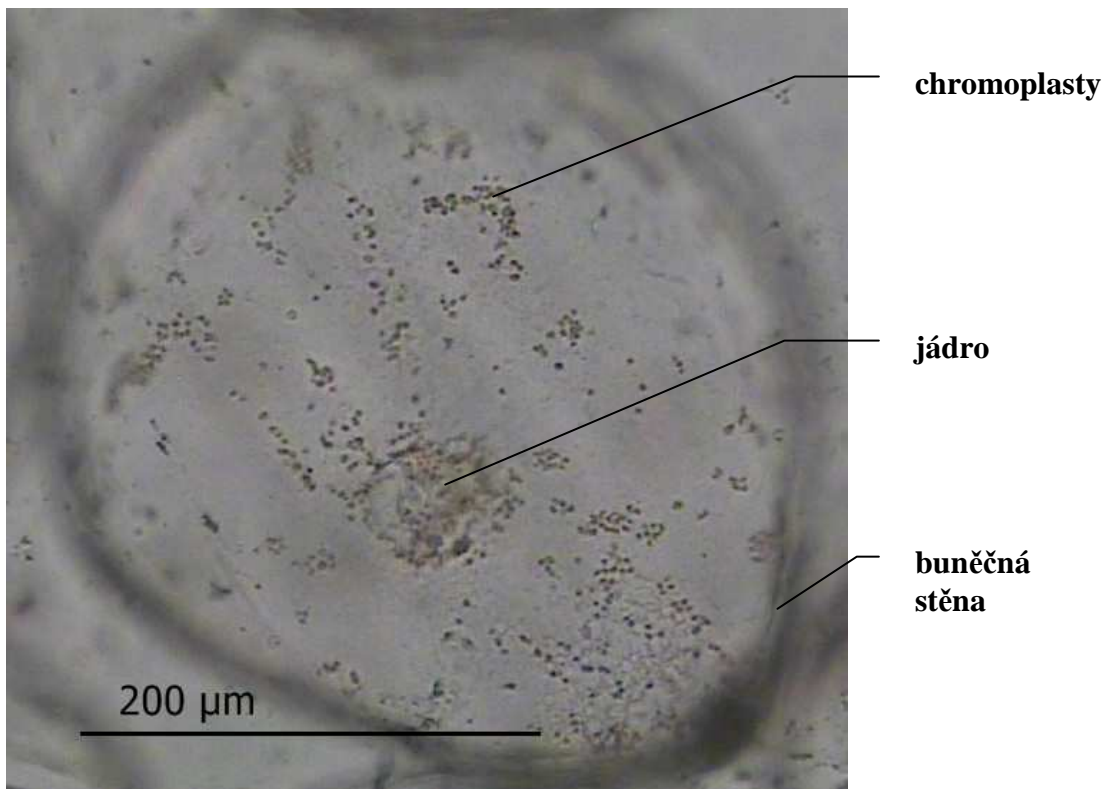
Úkol 1)

Obrázek č.1: **Buňka červeného rajčete s chromoplasty**



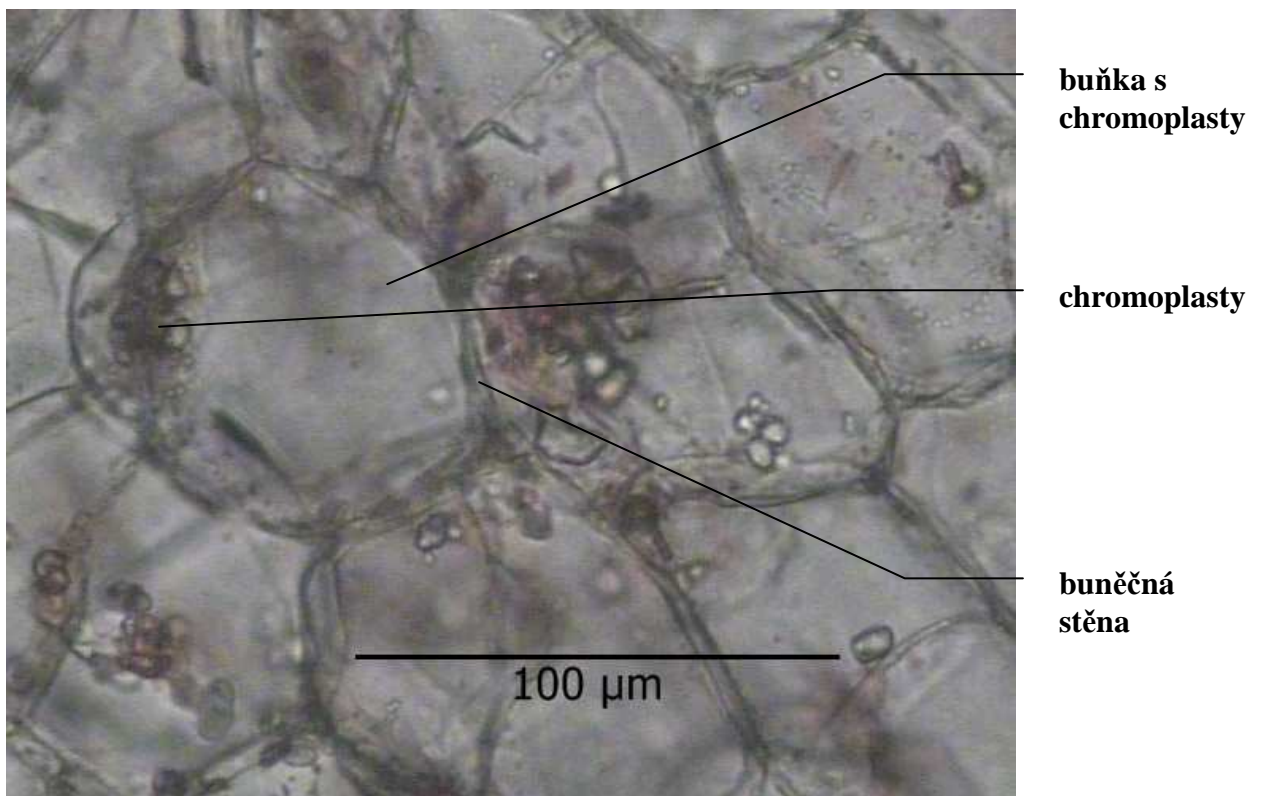
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: **Buňka žlutého rajčete s chromoplasty**



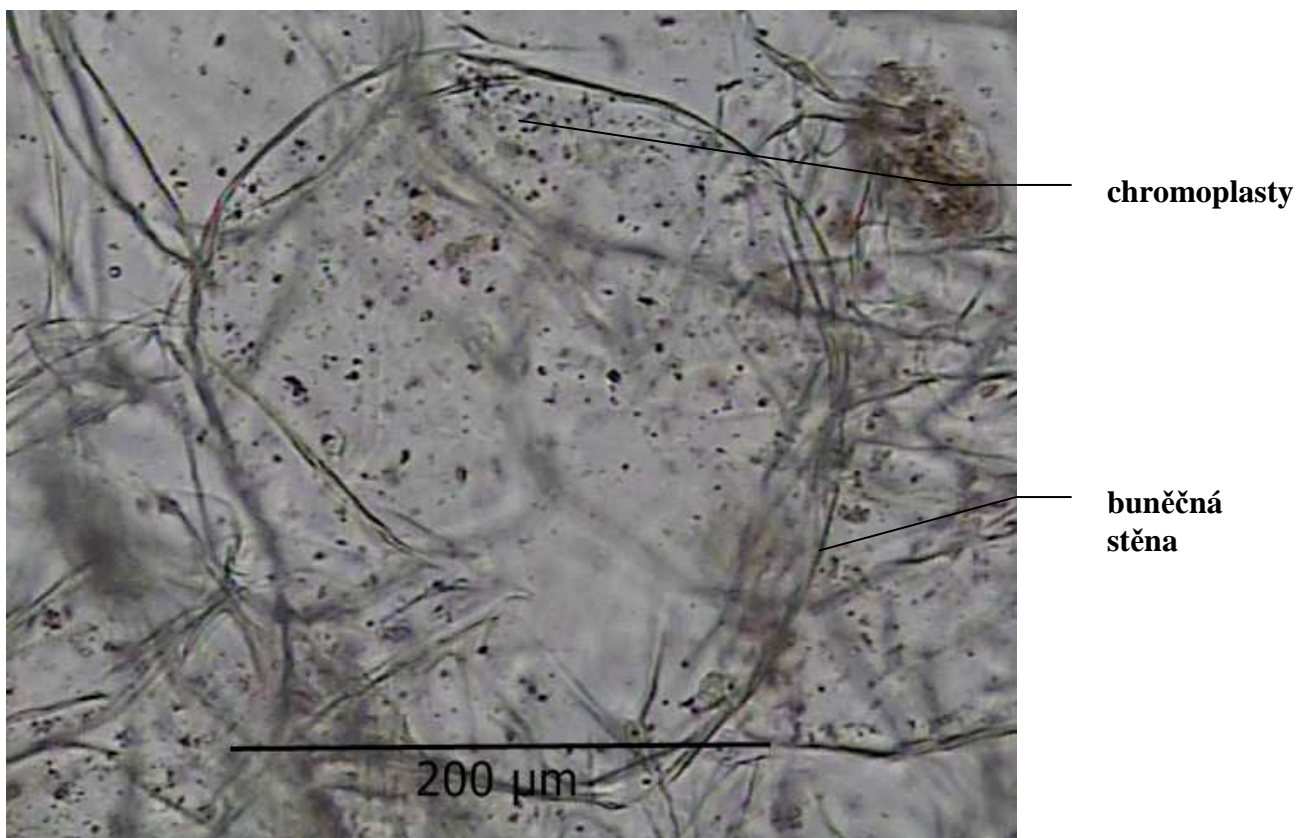
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.3: **Buňky mrkve s chromoplasty**



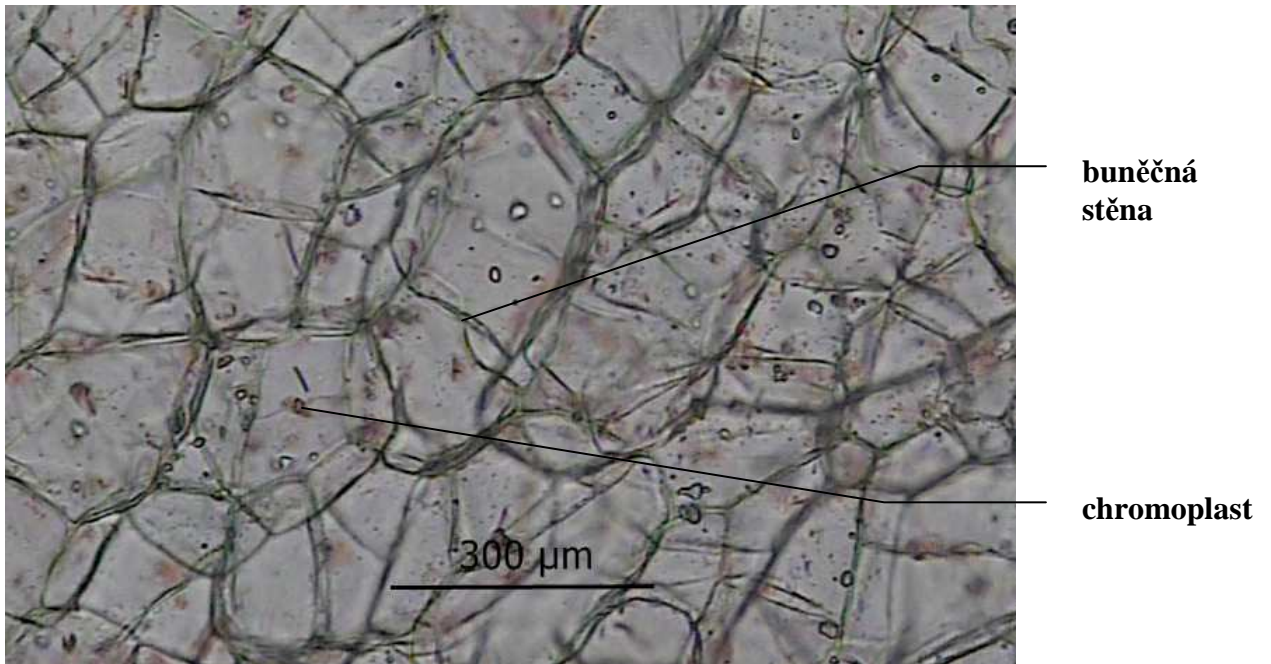
Zvětšení: 10x20

Obrázek č.4: **Buňka jablka s chromoplasty**



Zvětšení: 10x10

Obrázek č.5: **Buňky papriky s chromoplasty**



Zvětšení: 10x4

Úkol 2) Chloroplasty červeného rajčete mají podlouhlý tvar s ostrými hranami. Mají červenou barvu, budou v nich převládat karotenoidy. Chloroplasty žlutého rajčete jsou zrnkovité a mají žlutou barvu, budou převládat xantofyly. Chloroplasty v buňkách mrkve, jablka a papriky mají okrouhlý tvar a červenou barvu, budou obsahovat karoteny.

Poznámka: nejlépe viditelné chromoplasty jsou v buňkách rajčete, jak červeného tak i žlutého. nejmenší množství chromoplastů obsahuje jablko.

Úloha 5: Připravte roztlakový preparát a pozorujte buňky s chromoplasty

Teorie: Velmi vhodným materiálem k pozorování chromoplastů jsou plody růže šípkové – šípky. Preparát z šípku se lépe pozoruje, uděláme-li z něj preparát roztlakový. Buňky se po zatlačení krycím sklem rozestoupí do jedné roviny a chromoplasty jsou dobře patrné.

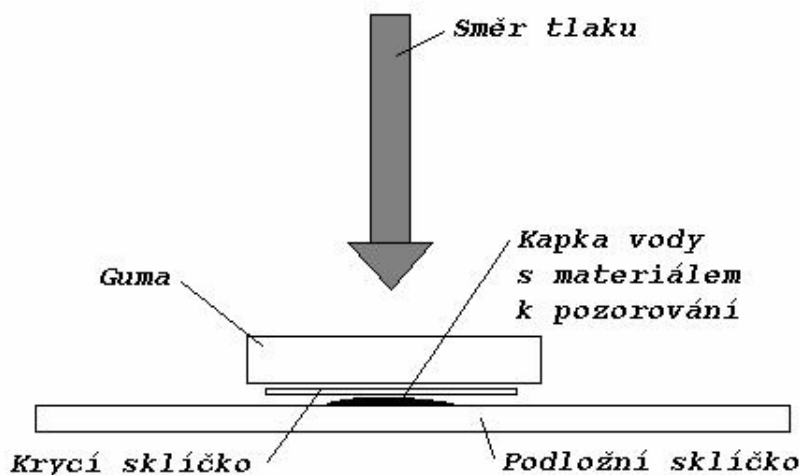
Materiál: plody růže šípkové (*Rosa canina*)

Pomůcky: podložní a krycí sklíčko, preparační jehla, kapátko, žiletka (skalpel), guma

Postup:

1. Šípek žiletkou (skalpelem) příčně rozříznete. Z dužiny poté preparační jehlou vyškrábněte kousek hmoty a přeneste jej do kapky vody na podložním skle.
2. Běžným způsobem (viz úloha 1) poté vytvořte nativní preparát.
3. Poté položte na krycí sklíčko gumu a palcem na ní zatlačte (viz nákres).

Obrázek: Výroba roztlakového preparátu



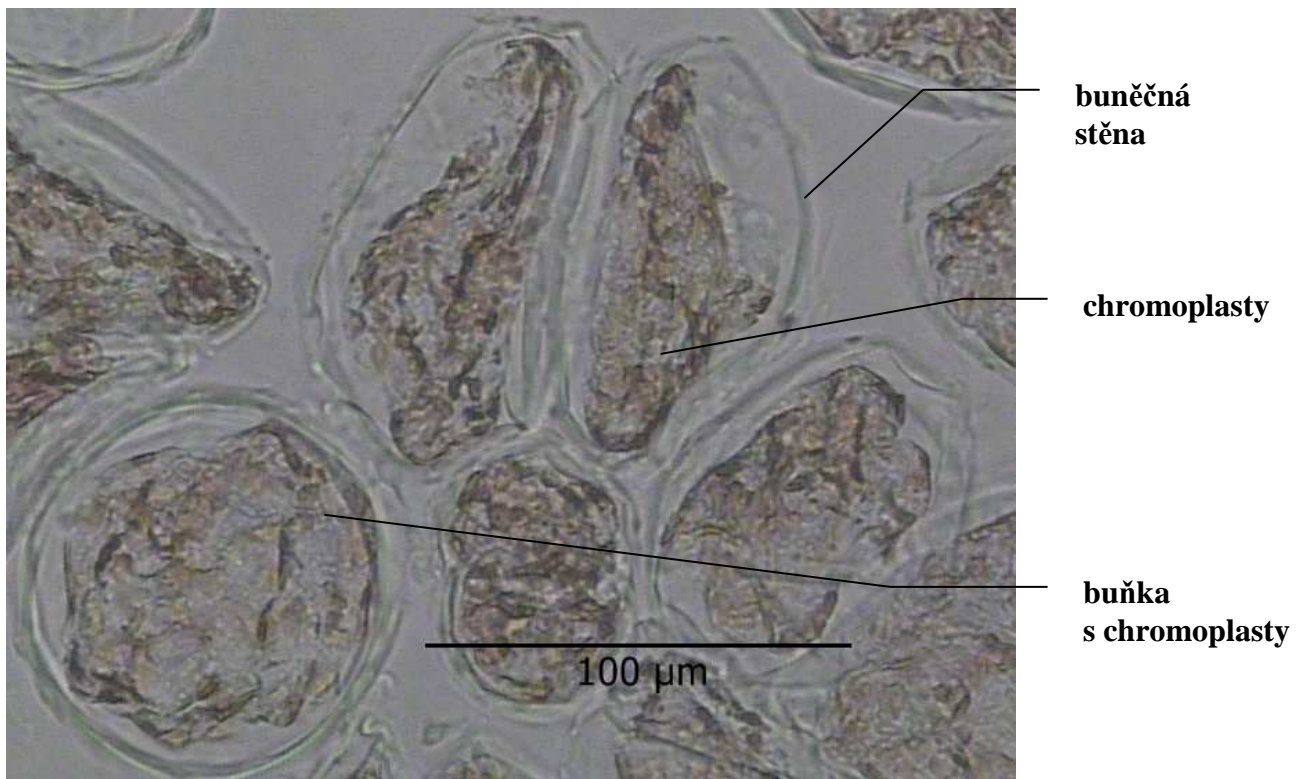
Úkoly:

- 1) Zakreslete buňky šípku s chromoplasty. Nákres popište a uveďte rozlišení.
- 2) Budou chloroplasty šípku obsahovat spíše karotenoidy nebo xantofyly?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č. 1: Buňky šípku s chromoplasty



Zvětšení: 10x20

Úkol 2) Chloroplasty plodů růže šípkové jsou sytě červené, budou tedy spíše obsahovat karotenoidy.

Úloha 6: Pozorování škrobových zrn

Teorie: Dalším typem plastidů, které můžeme v buňkách některých rostlin najít jsou amyloplasty. V amyloplastech se ukládají škrobová zrna, neboť právě škrob je zásobním polysacharidem rostlin. Tvar škrobových zrn se u různých druhů rostlin liší a bývá pro danou rostlinu charakteristický.

Materiál: hlíza bramboru (*Solanum tuberosum*), bramborový škrob, semena hrachu (*Pisum sativum*) a čočky (*Lens culinaris*), obilky kukuřice (*Zea mays*), rýže (*Oryza sativa*) a ječmene (*Hordeum vulgare*)

Pomůcky: preparační souprava, mikroskop, filtrační papír

Postup:

1. Semena hrachu a čočky a obilky kukuřice, rýže a ječmene den předem namočte.
2. Rozřízněte bramborovou hlízu, hrách, čočku, ječmen, kukuřici a rýži na dvě poloviny, zevnitř vyškrábněte preparační jehlou část hmoty a přeneste do kapky vody na podložní sklíčka. Na další podložní sklíčko vnesťe do kapky vody špetku bramborového škrobu.
3. Všechny preparáty překryjte krycím sklíčkem a pozorujte škrobová zrna.

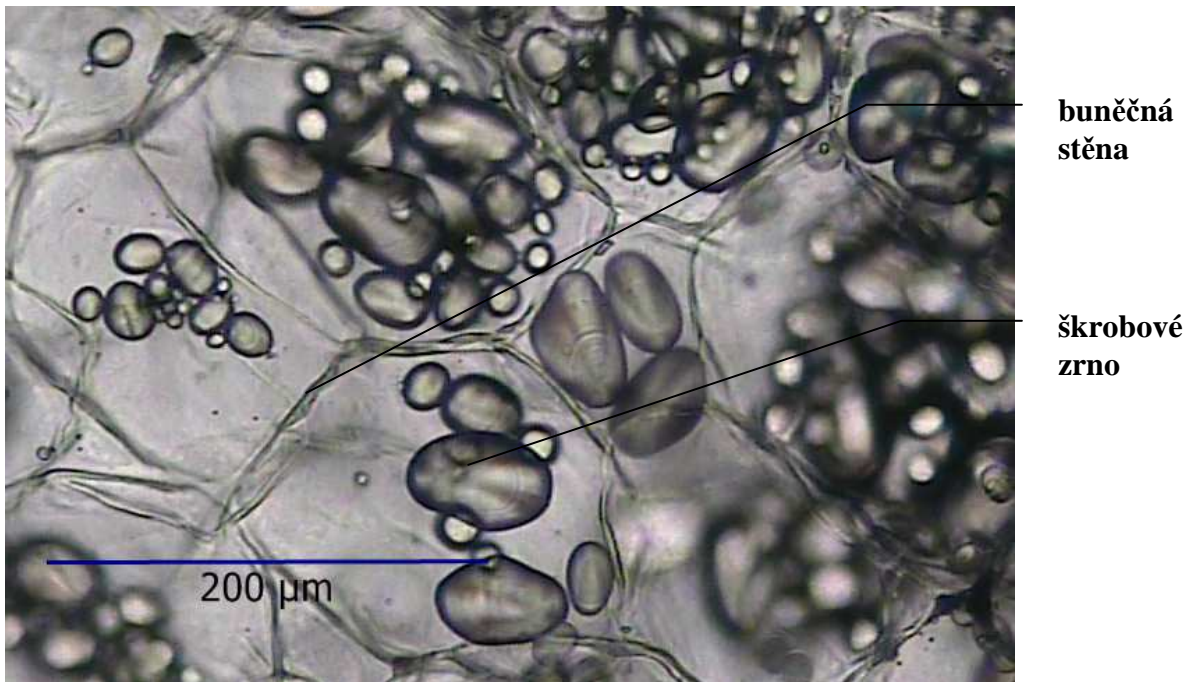
Úkoly:

- 1) Zakreslete 2-3 škrobová zrna z každého preparátu a všimněte si jejich tvaru a velikosti.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

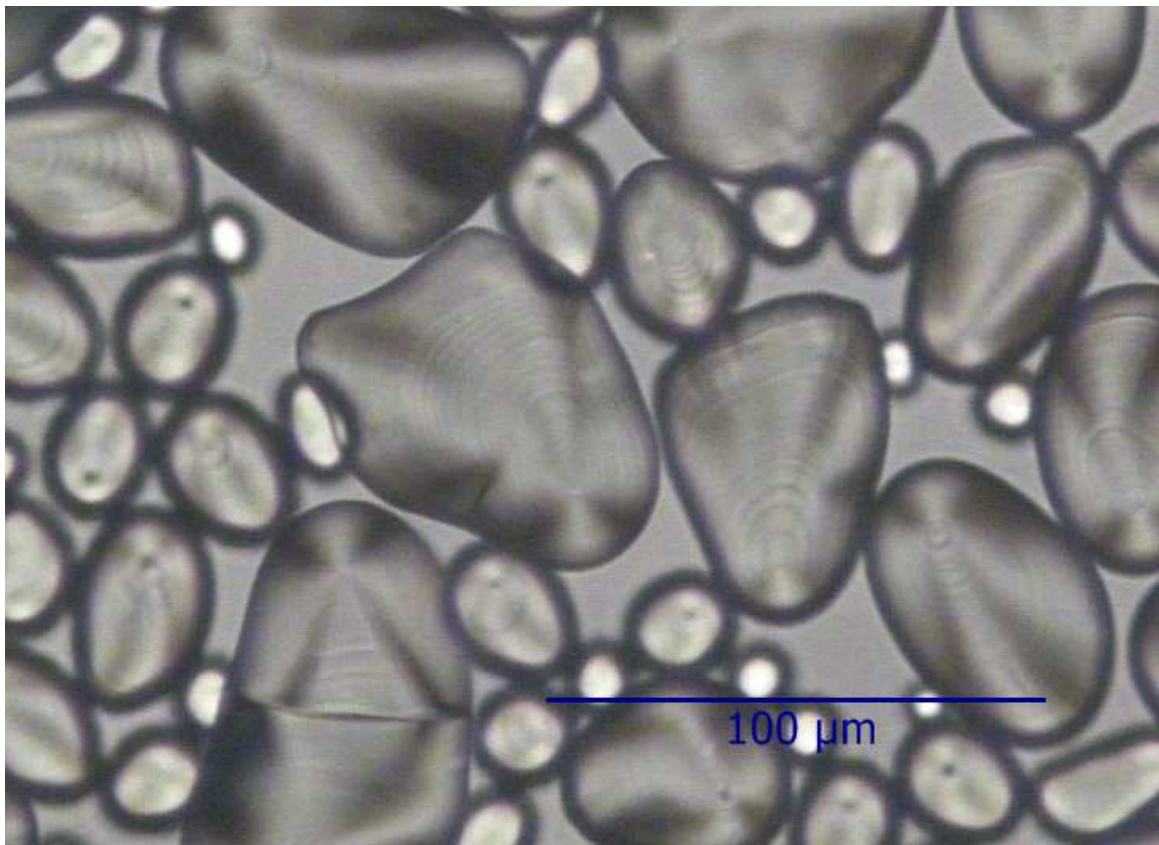
Úkol 1)

Obrázek č.1: Škrobová zrna v buňkách hlízy bramboru



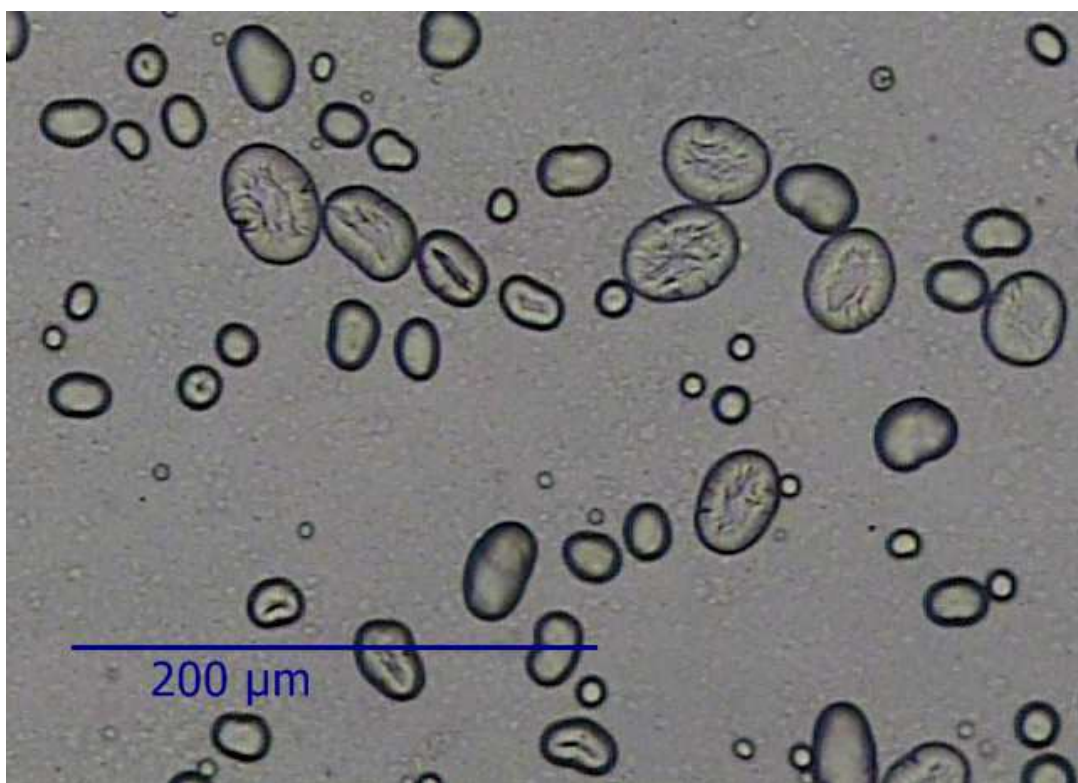
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: Škrobová zrna (bramborový škrob)



Zvětšení: 10x20

Obrázek č.3: Škrobová zrna čočky



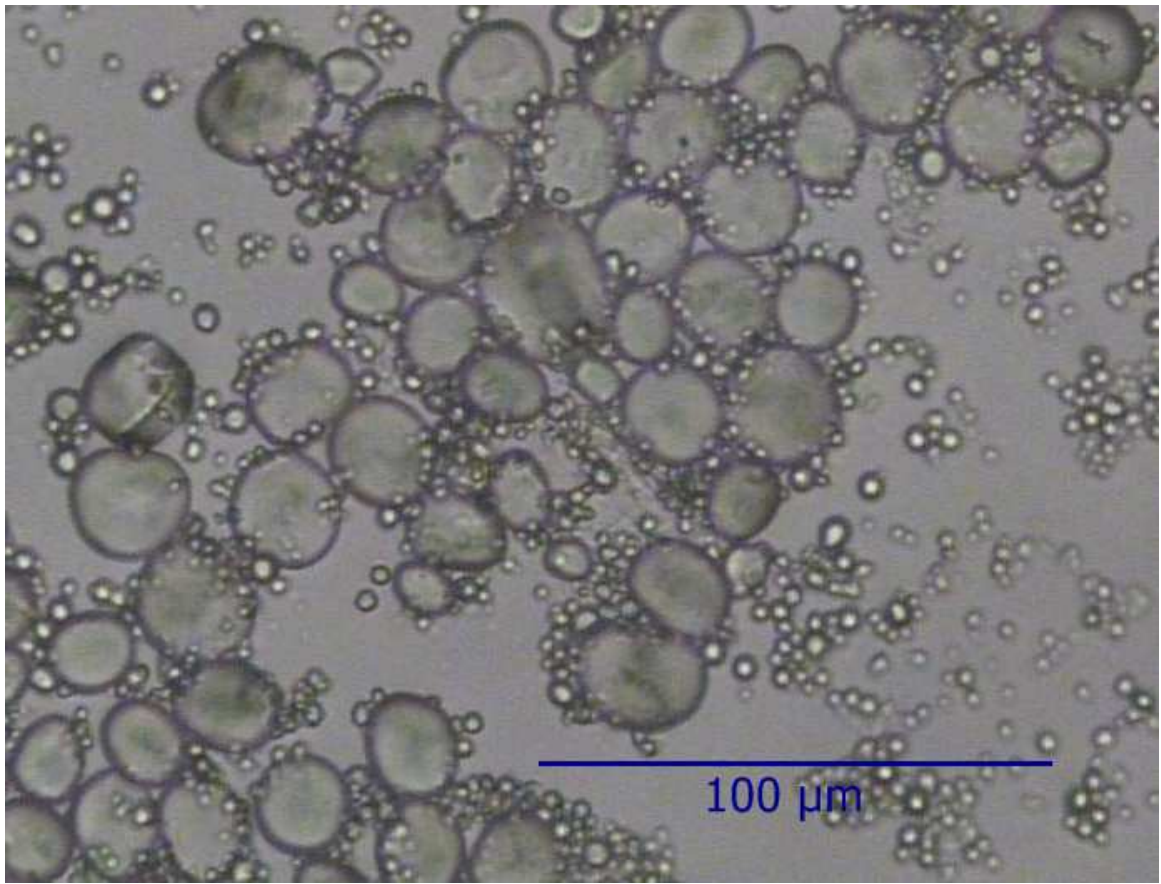
Zvětšení: 10x20

Obrázek č.4: Škrobová zrna hrachu



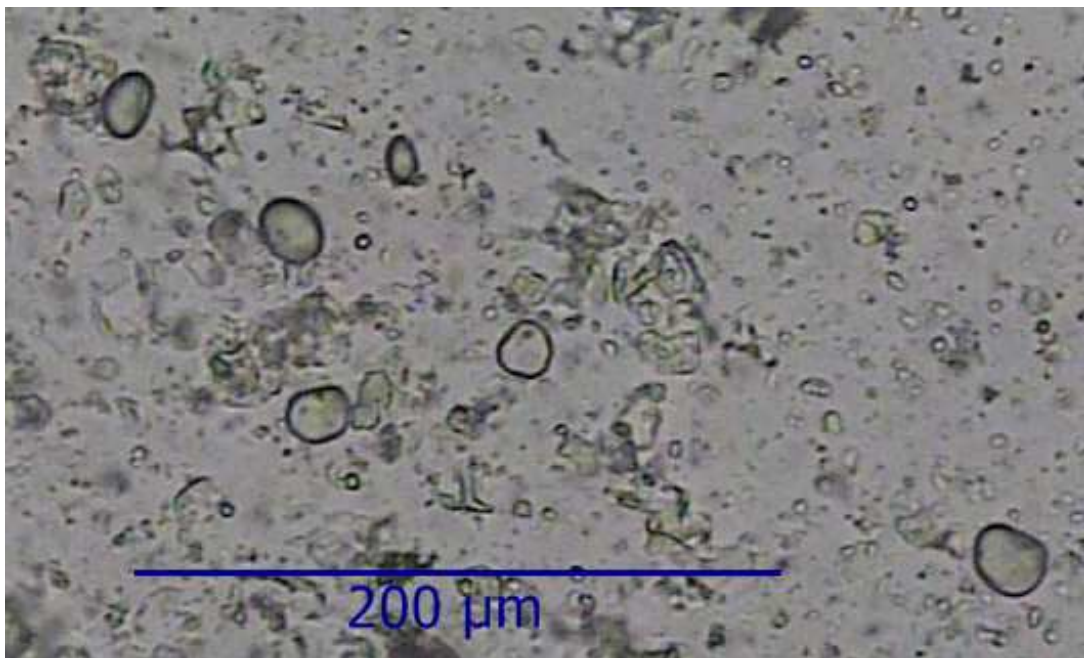
Zvětšení: 10x20

Obrázek č.5: Škrobová zrna v ječmeni



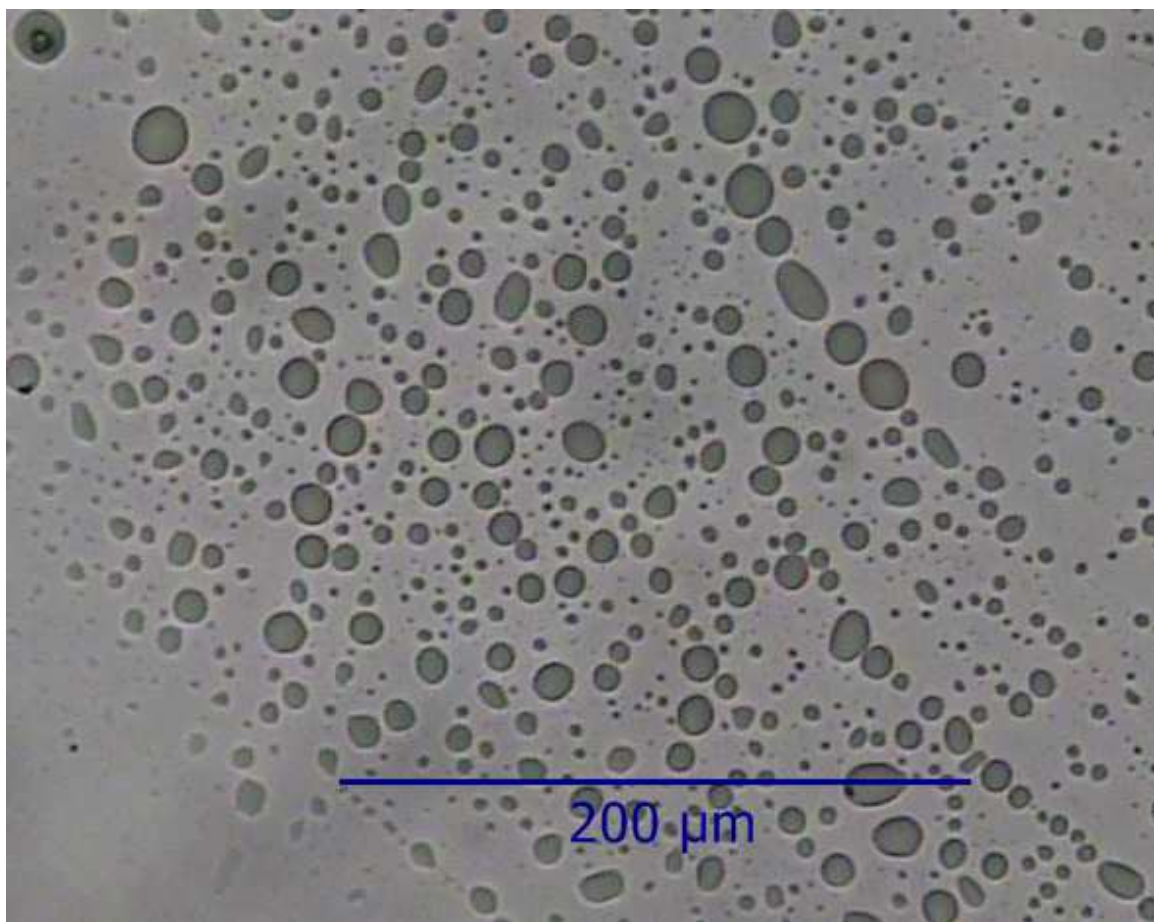
Zvětšení: 10x20

Obrázek č. 6: Škrobová zrna v kukuřici



Zvětšení: 10x20

Obrázek č.7: Škrobová zrna v rýži



Zvětšení: 10x20

TÉMA 4: VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ ROSTLINNÉ BUŇKY

CÍLE:

1. Žáci se seznámí s osmotickými jevy v buňkách. Pochopí, co se děje s buňkou umístěnou do hypertonického, hypotonického nebo izotonického prostředí. Budou umět vysvětlit jevy plazmolýzu a osmózu.
2. Žáci pochopí, že pro život buňky je rozhodující jak koncentrace rozpuštěných látek uvnitř buňky, tak i vně buňky.
3. Žáci budou nadále procvičovat tvorbu nativního preparátu a mikroskopování.
4. Žáci se naučí organizovat vlastní práci, budou také procvičovat komunikaci se spolužáky a spolupráci s nimi.

ÚLOHY:

- 1) Pozorujte plazmolýzu rostlinných buněk
- 2) Stanovte osmotickou hodnotu buňky

TEORETICKÝ ÚVOD:

Následující úlohy mají žákům osvětlit dva jevy, které nastávají u rostlinné buňky, pokud ji umístíme do prostředí, které je více nebo méně koncentrované než daná buňka. Buňku nejprve umístíme do prostředí, ve kterém je koncentrace rozpuštěných látek vyšší než uvnitř buňky – do prostředí hypertonického. Žáci budou pozorovat jev, který nazýváme osmóza, kdy molekuly vody přechází samovolně (po koncentračním spádu) do okolního hypertonického prostředí. Konečnou fází, kdy dochází ke smrštění buněčného obsahu v rostlinné buňce, nazýváme plazmolýza. Poté plazmolyzovanou buňku umístíme do prostředí, které je pro ni hypotonické, tj. koncentrace rozpuštěných látek je nižší než koncentrace látek v nitru buňky. Opět probíhá osmóza a molekuly vody tentokrát putují po koncentračním spádu směrem do buňky. Tento jev je velmi dobře viditelný na buňkách epidermis suknice cibule. Každé buňce se tedy nejlépe daří v prostředí, které má stejnou koncentraci rozpuštěných látek jako buňka sama, tedy izotonickém. Z buňky v takovém prostředí přechází osmózou do okolního prostředí právě tolik molekul vody jako putuje zpět do buňky – nachází se tedy v osmotické rovnováze s prostředím. Koncentrace rozpuštěných látek vně i uvnitř buňky mají tedy stejnou hodnotu a právě pro tuto hodnotu můžeme vypočítat takzvanou osmotickou hodnotu, která se uvádí v jednotkách tlaku [MPa]. Podstatou osmózy je pronikání molekul rozpouštědla přes polopropustnou membránu. Tok daného rozpouštědla přes membránu nazýváme osmotický tlak, který je závislý na koncentraci

rozpuštěných látek. Osmotický tlak je roven osmotické hodnotě buňky, proto ji taktéž uvádíme v jednotkách tlaku. Z pozorování by mohli žáci odvodit, co nastane pokud buňku umístíme poté zpět do hypotonického prostředí.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Jedna menší cibule postačí pro cca 4 žáky.
- b) Úloha č.2 je časově náročnější, proto by bylo vhodné s ní začít. Každá dvojice nebo čtveřice žáků si připraví roztoky chloridu sodného o různé koncentraci a umístí do nich připravený materiál z epidermis suknice cibule. Nedoporučuji dělat roztoky pro celou třídu, hrozí, že si studenti nepoznají svůj materiál a budou se o něj hádat.
- c) Úlohu č.1 mohou žáci provádět, zatímco čekají na vyluhování epidermis pro úkol č.2.
- d) Žáci nepoužívají žádné nebezpečné látky, přesto by měli dbát na hygienu a mýt si po ukončení práce ruce.
- e) Při pipetování by žáci měli používat balónek nebo speciální nástavec na pipetu. Pipetovat by nikdy neměli ústy.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. roztok dusičnanu draselného (KNO₃ 1M):
 - dusičnan draselný jinak též ledek draselný se používá k výrobě hnojiv, střelného prachu a pyrotechnických výrobků
 - při styku s pokožkou je jedovatý, proto při přípravě roztoku používejte ochranné rukavice
 - je to oxidující látka, při jejím styku s hořlavinami hrozí vznícení
 - R a S věty: R8, S17, S24/25
2. roztok chloridu sodného (NaCl 2M):
 - chlorid sodný jinak též kuchyňská sůl
 - nehrozí žádná rizika
 - R a S věty: R36

LITERATURA PRO ŽÁKY:

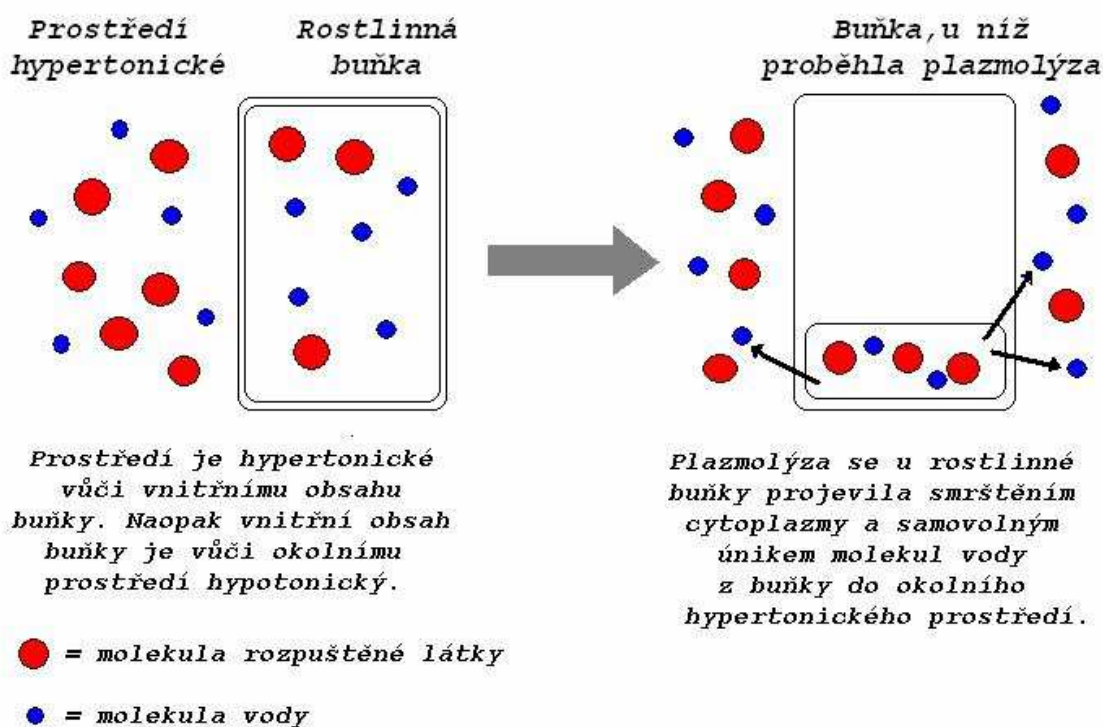
Kubát, K. a kol.: Botanika, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-266-9, str. 110-111

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 144-152

Alberts, B.: základy buněčné biologie, 2006, Brno Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 371-406

Úloha 1: Pozorujte plazmolýzu rostlinných buněk

Teorie: Pokud umístíme rostlinnou buňku do prostředí, ve kterém je rozpuštěno více látek než v buňce samotné, její obsah (cytoplazma) se smrští. To je způsobeno tím, že molekuly vody, která funguje jako rozpouštědlo vně i uvnitř buňky, samovolně pronikají přes cytoplazmatickou membránu do místa, kde je koncentrace rozpuštěných látek vyšší, ve snaze obě koncentrace vyrovnat. Cytoplazmatická membrána je propustná pouze pro molekuly vody, nikoli pro molekuly rozpuštěných látek. Prostředí s vyšší koncentrací rozpuštěných látek oproti buňce nazýváme hypertonické (opakem je hypotonické prostředí). Samovolné pronikání molekul vody z buňky do prostředí hypertonického se nazývá osmóza a jev, který u rostlinné buňky nastane a projeví se smrštěním cytoplazmy nazýváme plazmolýza.



Materiál: cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, filtrační papír, nůž (na rozčtvrcení cibule)

Chemikálie: 1M roztok dusičnanu draselného (KNO_3), destilovaná voda

Postup:

1. Cibuli rozčtvřte, vyjměte pokožku z vnitřní strany jedné ze suknic, a poté z ní skalpelem (žiletkou) vyřízněte čtvereček o velikosti zhruba 5 x 5 mm.
2. Čtvereček umístěte do kapky vody na podložní sklíčko. Preparát překryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

3. Po zakreslení přikápněte na hranu krycího skla roztok dusičnanu, přičemž k protilehlé straně přiložte filtrační papír. Preparát takto prosytíte tímto roztokem.
4. Pozorujte probíhající děj a konečné stádium zakreslete.
5. Po zakreslení postup opakujte s tím, že tentokrát prosajte preparátem čistou vodu. Pozorujte probíhající děj.

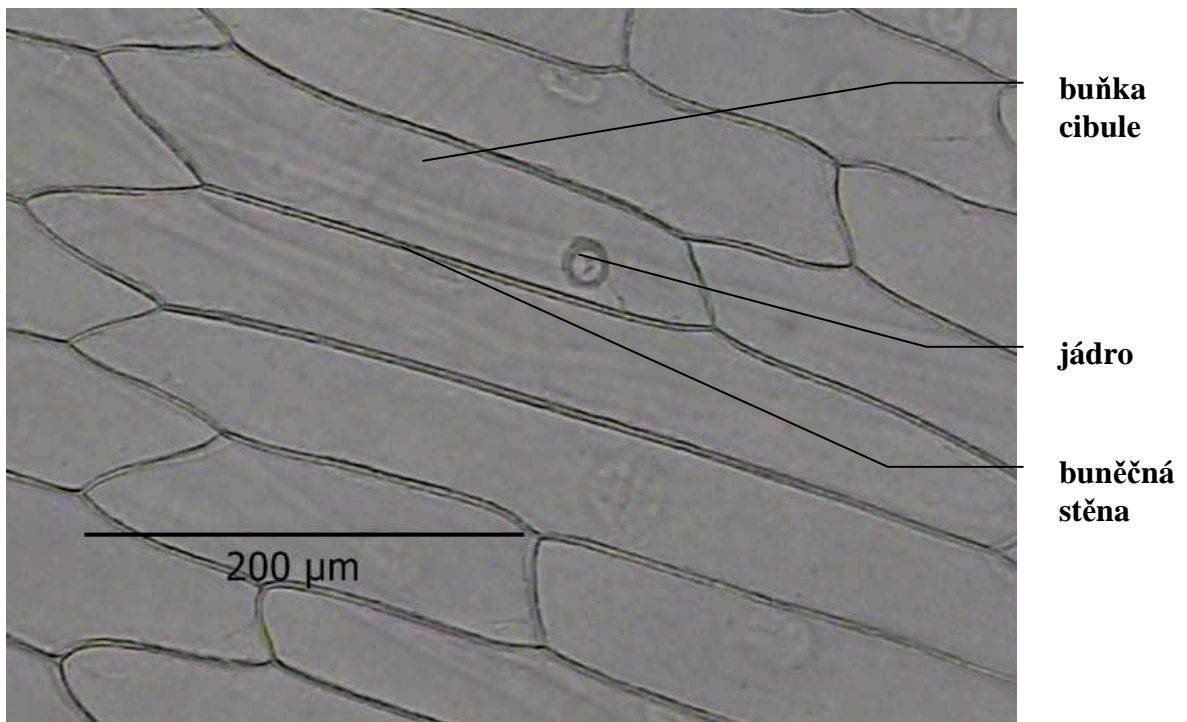
Úkoly:

- 1) Zhotovte 2 nákresy. Zakreslete několik buněk (alespoň 3) z preparátu před přikápnutím KNO_3 , a také z konečného stádia po přikápnutí této látky. Nákresy popište a uveďte zvětšení.
- 2) Vysvětlete, co se s preparátem stalo po přikápnutí roztoku dusičnanu draselného. Co je to plazmolýza? Jaké prostředí pro danou buňku představoval roztok KNO_3 ?
- 3) Vysvětlete, co se stalo, když jste preparát opět prosáli čistou vodou? Jaké prostředí pro buňku voda v tomto stádiu pokusu představovala? Jak byste nazvali probíhající děj?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

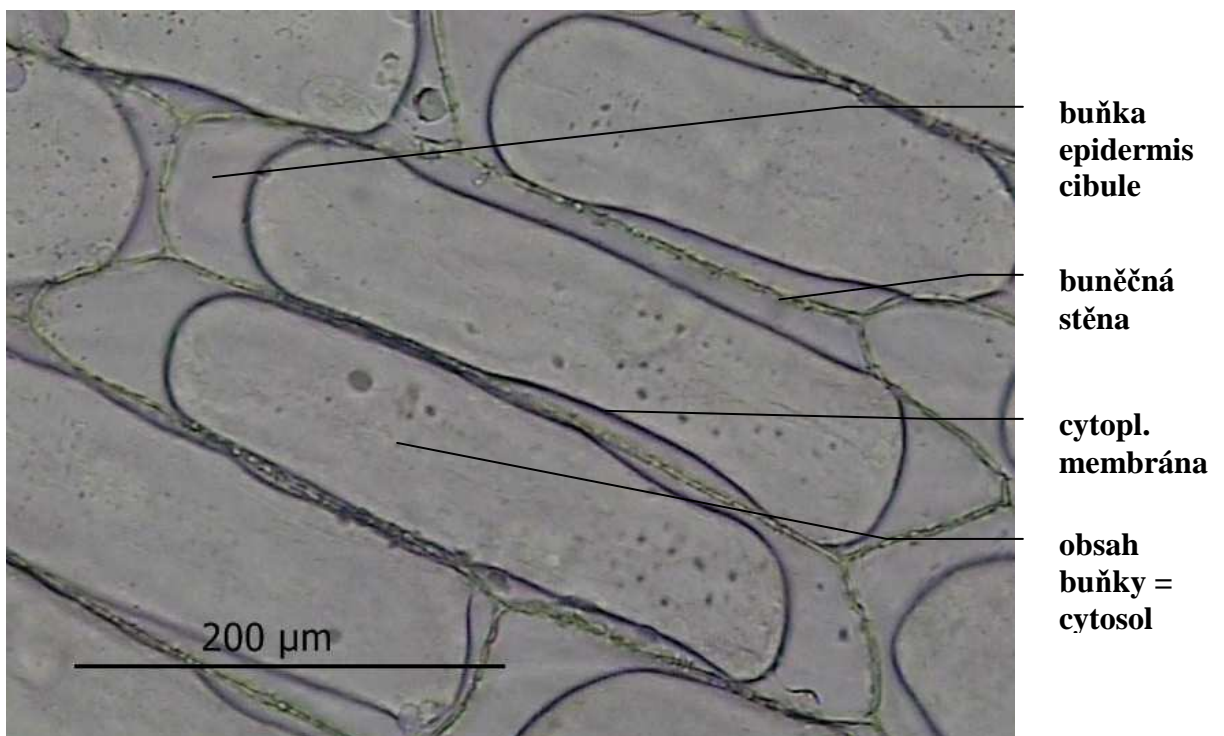
Úkol 1)

Obrázek č.1: Buňky epidermis cibule před plazmolýzou



Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: Buňky epidermis cibule po proběhlé plazmolýze



Zvětšení: 10x10

Úkol 2) Po přikápnutí 1M roztoku KNO_3 se začal obsah buňky smršťovat, až se oddělila cytoplazmatická membrána od buněčné stěny. Roztok KNO_3 fungoval pro buňky jako hypertonické prostředí, proto buňka začala uvolňovat vodu do okolního prostředí.

Úkol 3) Když jsme preparát opět prosáli vodou změnila se koncentrace látek v okolním prostředí. Voda fungovala jako hypotonické prostředí, a proto buňka opět nasávala vodu z prostředí, dokud se její obsah opět nezvětšil na původní velikost a cytoplazmatická membrána opět nepřilehla na buněčnou stěnu.

Úloha 2: Stanovte osmotickou hodnotu buňky

Teorie: Aby mohla buňka správně fungovat je pro ni ideální nacházet se v prostředí, které má stejnou koncentraci látek, jakou má buňka sama. Takové prostředí nazýváme izotonické. Pokud se obě koncentrace, tj. koncentrace vně i uvnitř buňky rovnají, můžeme z nich vypočítat takzvanou osmotickou hodnotu. Osmotická hodnota buňky charakterizuje, kdy je buňka v osmotické rovnováze s okolním prostředím, to znamená, že přijme právě tolik molekul vody, kolik jich unikne z jejího nitra. Osmotická hodnota je rovna osmotickému tlaku, který vyvíjí tok rozpouštědla (vody) přes polopropustnou membránu (cytoplazmatickou membránu). Uvádíme ji tedy v tlakových jednotkách MPa.

Materiál: cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pomůcky: 6 Petriho misek, pipeta 20ml, preparační souprava, mikroskop

Chemikálie: destilovaná voda, 2M roztok chloridu sodného (NaCl)

Postup:

1. Do 6 Petriho misek připravíme 6 x 20 ml roztoků o různých koncentracích podle následující tabulky:

Číslo:	Odpipetovat a smíchat:		Koncentrace výsledného roztoku NaCl [mol.dm ⁻³]	Odpovídající osmotická hodnota roztoku NaCl [MPa] při 20°C
	2M NaCl [ml]	destil. voda [ml]		
1	2	18	0,2	0,82
2	3	17	0,3	1,23
3	4	16	0,4	1,63
4	5	15	0,5	2,05
5	6	14	0,6	2,52
6	7	13	0,7	2,90

2. Do každého z takto připravených roztoků ponoříme čtvereček epidermis z vnitřní strany suknice cibule o velikosti asi 5 x 5 mm a necháme je nejméně 10 minut luhovat.
3. Poté si připravte podložní sklíčko a vždy přeneste odpovídající čtvereček epidermis cibule do kapky roztoku, v němž byl ponořen.
4. Pozorujte a určete koncentraci roztoku soli, kde se začíná cytoplazma buňky oddělovat od buněčné stěny.

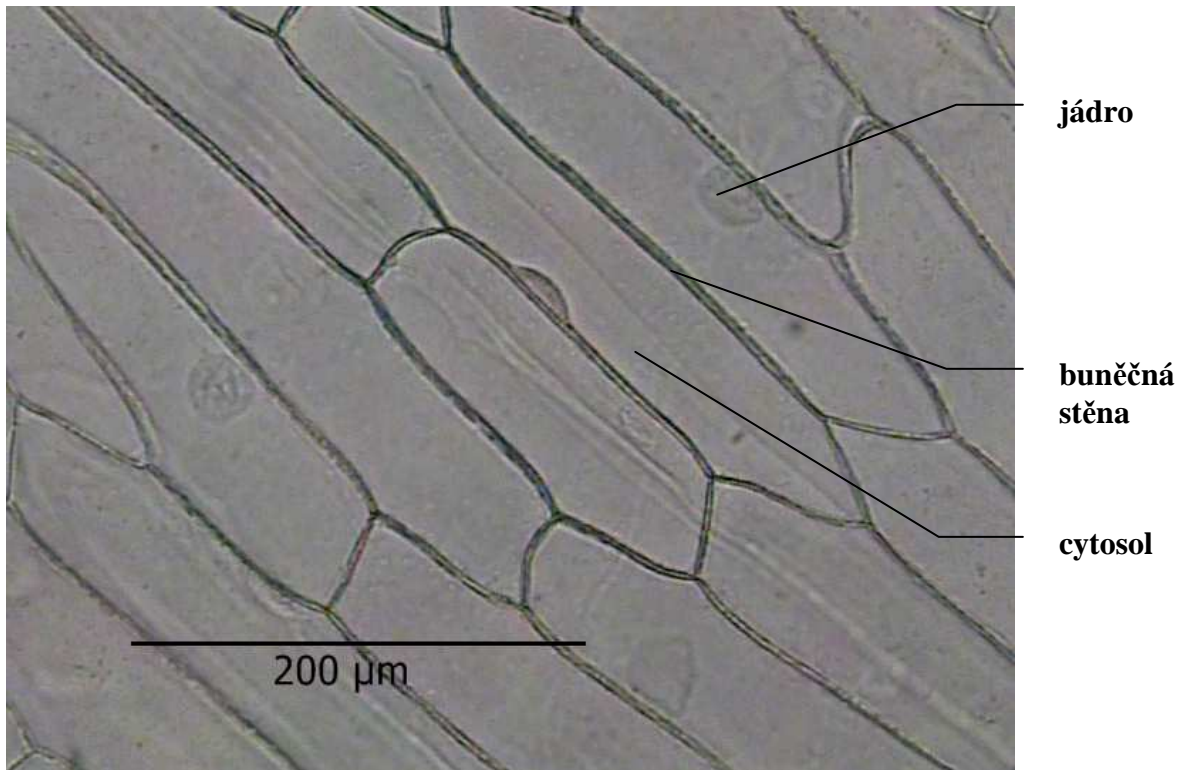
Úkoly:

- 1) Pro koncentraci roztoku NaCl, ve kterém se začíná cytoplazma oddělovat od buněčné stěny odečtete z tabulky osmotickou hodnotu. Osmotická hodnota buňky je jen nepatrně nižší než tato hodnota, proto rozdíl můžeme zanedbat a určit ji rovnou této osmotické hodnotě roztoku.
- 2) Vysvětlete pojem osmóza.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

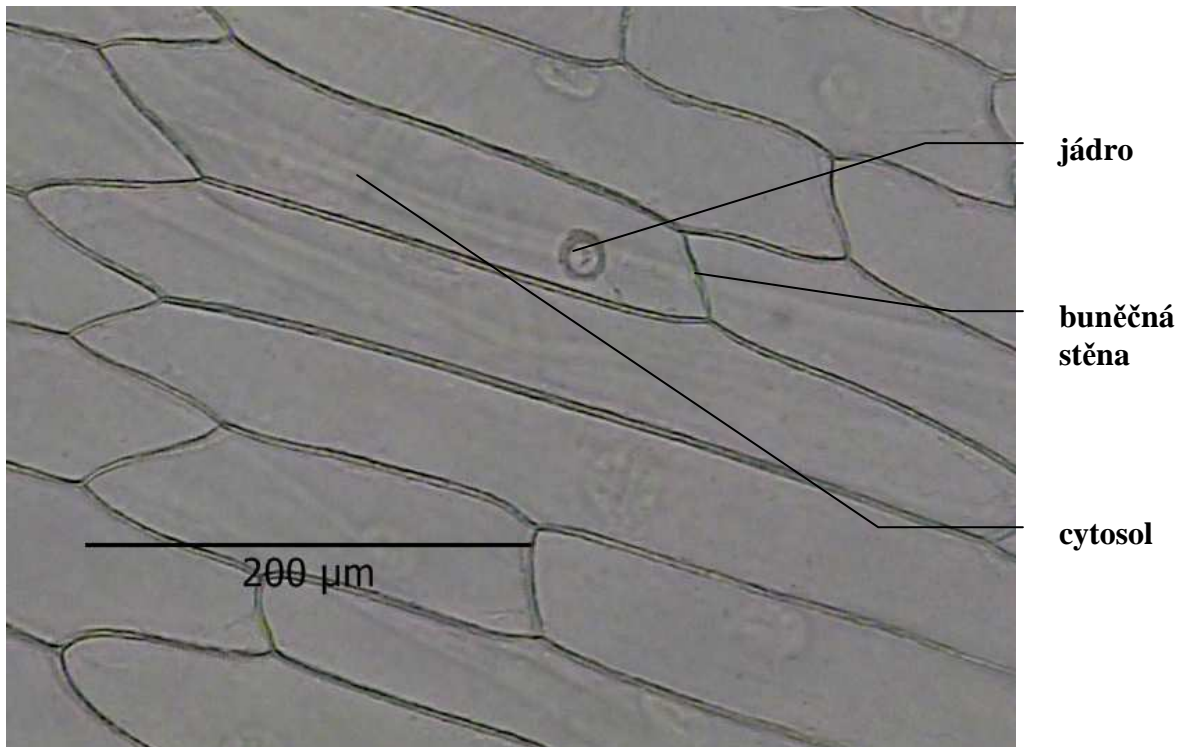
Úkol 1)

Obrázek č.1: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$.



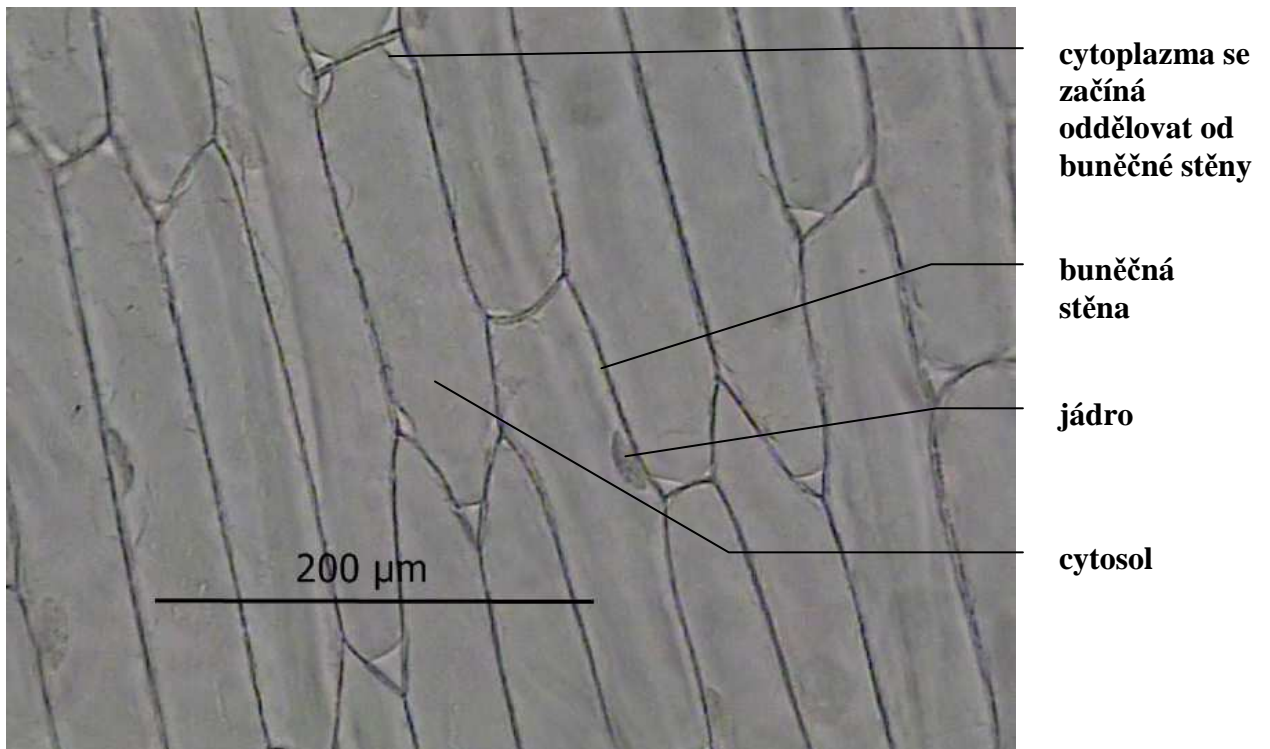
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,3 \text{ mol.dm}^{-3}$.



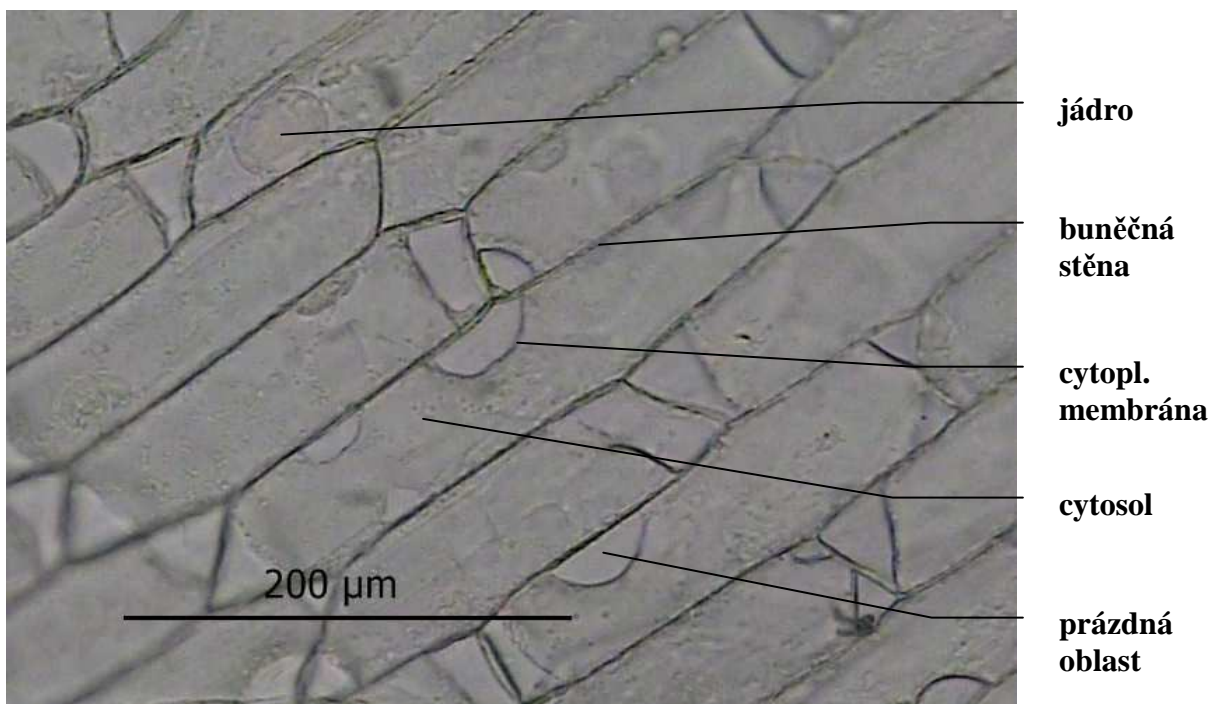
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.3: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,4 \text{ mol.dm}^{-3}$.



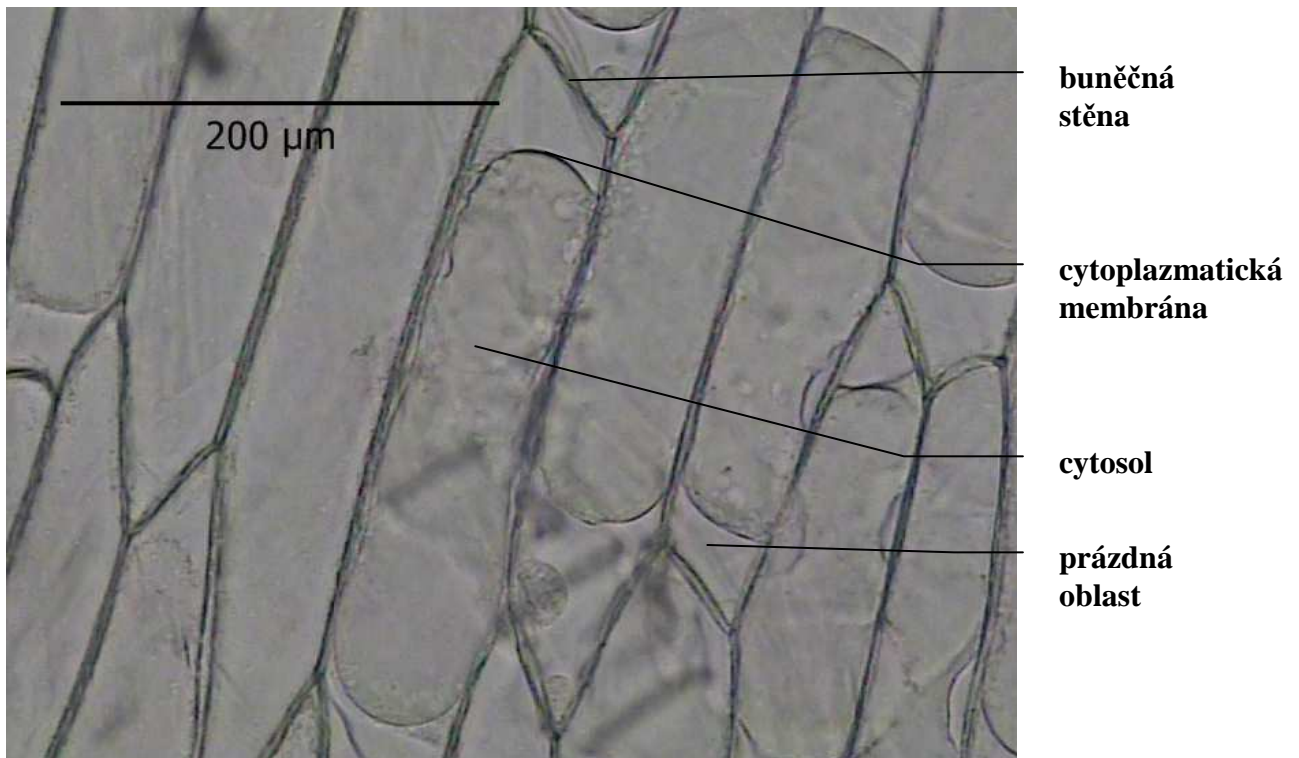
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.4: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,5 \text{ mol.dm}^{-3}$.



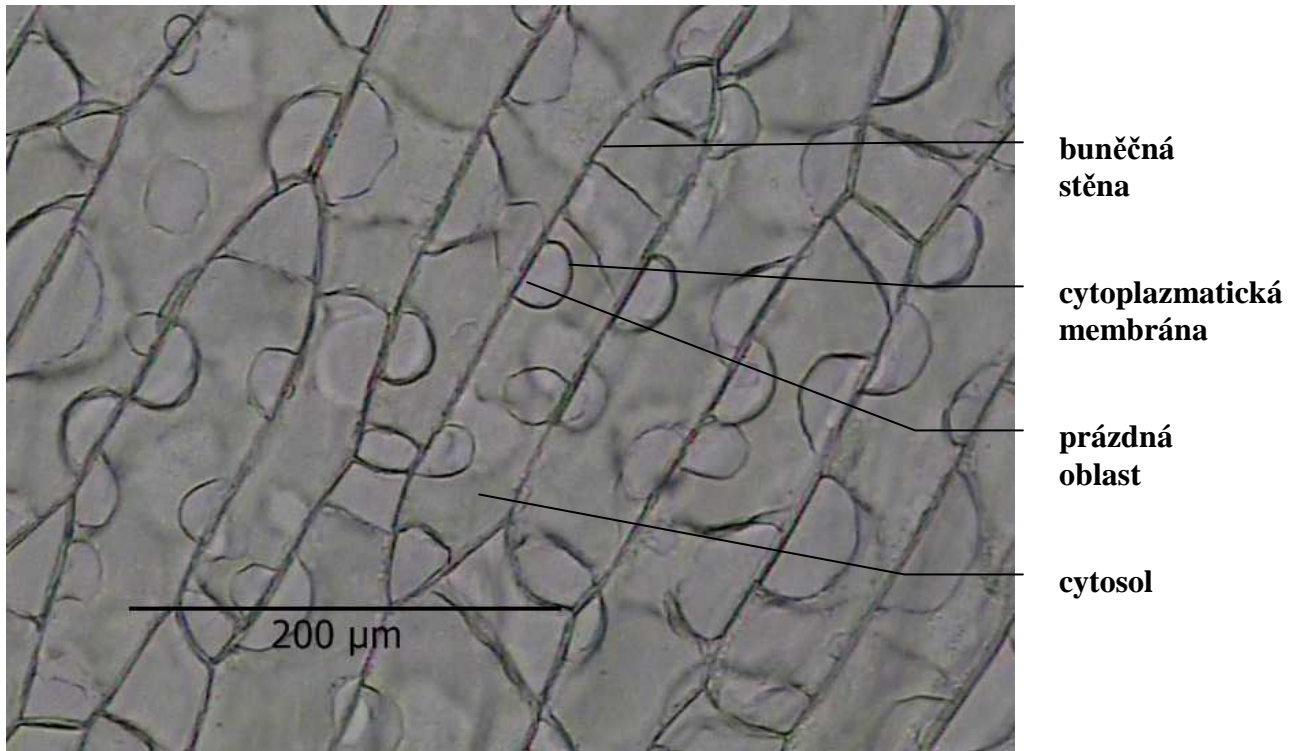
Zvětšení: 10x10

Obrázek č.5: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,6 \text{ mol.dm}^{-3}$.



Zvětšení: 10x10

Obrázek č.6: Buňky epidermis cibule v roztoku NaCl o koncentraci $0,7 \text{ mol.dm}^{-3}$.



Zvětšení: 10x10

Z pozorování je patrné, že cytoplazma se začíná od buněčné stěny oddělovat při koncentraci roztoku NaCl rovné $0,4 \text{ mol.dm}^{-3}$. Podle tabulky odpovídá této koncentraci osmotická hodnota 1,63 MPa.

Úkol 2) Osmóza je děj, při kterém molekuly rozpouštědla (vody) přecházejí k prostředí méně koncentrovaného (hypotonického) do prostředí koncentrovanějšího (hypertonického) přes polopropustnou (semipermeabilní) membránu.

TÉMA 5: PRVOCI

CÍLE:

1. Žáci budou moci porovnat stavbu rostlinné buňky s buňkami prvoků.
2. Žáci si vyzkoušejí mikroskopování pohybujících se prvoků.
3. Žáci budou procvičovat tvorbu nativního preparátu a techniku mikroskopování.
4. Žáci zdokonalí schopnosti komunikace, spolupráce se spolužáky a schopnost organizovat vlastní práci.

ÚLOHY:

- 1) Pozorujte prvoky v senném nálevu

TEORETICKÝ ÚVOD:

Cílem práce žáků bude poznat stavbu prvoků a pozorovat způsob jejich pohybu. Žáci by si měli všimnout, že prvoci (*Protozoa*) jsou jednobuněčné organismy, které jsou od okolního prostředí odděleny pouze cytoplazmatickou membránou. Postrádají tedy buněčnou stěnu. navíc jejich buňky jsou mnohem menší než buňky rostlinné. Jsou schopni pohybu, díky brvám či bičíkům. Většina z nich není schopná fotosyntézy. Fotosyntetizujícím prvokem je například krásnoočko zelené (*Euglena viridis*), které byste našli v hojném množství v loužích v okolí hnojišť. V senném nálevu, jehož příprava je uvedena v postupu, budou moci žáci spatřit převážně nálevníky (*Ciliophora*)– např. ledvinovku obecnou (*Colpoda cucullus*), bobovku velkou (*Colpidium colpoda*), slávinku obecnou (*Stylonychia mytilus*), vířenku (*Vorticella sp.*), mrskavku (*Scenator sp.*), chobotěnku husí (*Dileptus anser*), plazivenku obecnou (*Spirostomum ambiguum*), vejcovku obecnou (*Glaucoma scintillans*) či trepku velkou (*Paramecium caudatum*). Žáci nemusí určovat druhy prvoků, které v senném nálevu uvidí, měli by si hlavně všimnout tvaru a velikosti buňky oproti buňce rostlinné, stavby buňky a schopnosti pohybu.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Senný nálev připravte alespoň týden (lépe dva) před cvičením.
- b) Návodů na přípravu senných nálevů je několik, učitel tedy nemusí využít ten, který je uveden níže.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. senný nálev:

- senný nálev vytvoříte tak, že do větší kádinky (nebo zavařovací láhve) vložíte hrst sena, hrst zeminy a zalijete odstátou vodou zhruba do tří čtvrtin kádinky (lahve), zhruba po týdnu se začnou objevovat prvoci

2. roztok želatiny:

- rozpustíte 1,5 g želatiny ve 100 ml teplé vody a roztok nechte vychladnout
- roztok želatiny by měl zpomalit pohyb prvoků, takže budou pozorovatelní

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Papáček, M. a kol.: Zoologie, 2000, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-203-0, str. 20-27

Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 157-171

Úloha 1: Pozorujte prvoky v senném nálevu

Teorie: Prvoci jsou tvořeni pouze jedinou eukaryotní buňkou, která zastává všechny funkce. Na rozdíl od buněk rostlinných není většina z nich schopna fotosyntézy a postrádají buněčnou stěnu.

Materiál: senný nálev

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, krycí a podložní sklo, vata

Chemikálie: roztok želatiny

Postup:

1. Týden před cvičením připravte senný nálev. Do kádinky nebo zavařovací lahve vložte hrst sena a hrst zeminy. Obsah lahve přelijte odstátou vodou z vodovodu. Za týden se objevují první prvoci.
2. Na podložní sklo kápněte kapku senného nálevu. Překryjte krycím sklem a pozorujte pod mikroskopem.
3. Na další podložní sklo umístěte nejprve několik vláken vaty, poté přidejte kapku senného nálevu a překryjte krycím sklem. Pozorujte mikroskopem.
4. Na třetí podložní sklo kápněte kapku vychladlého roztoku želatiny, přikápněte kapku senného nálevu a promíchejte. Překryjte krycím sklem a pozorujte mikroskopem.

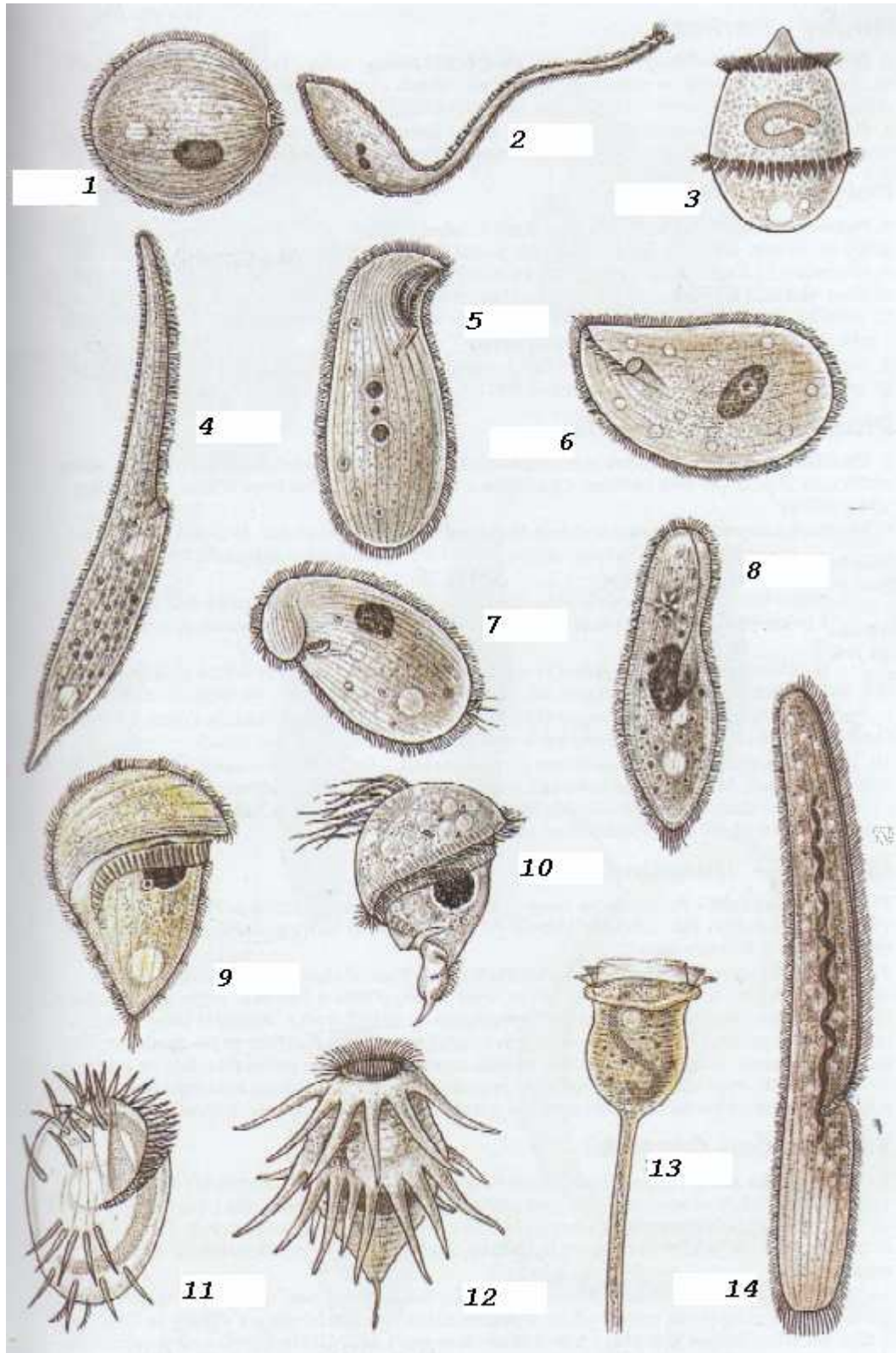
Úkoly:

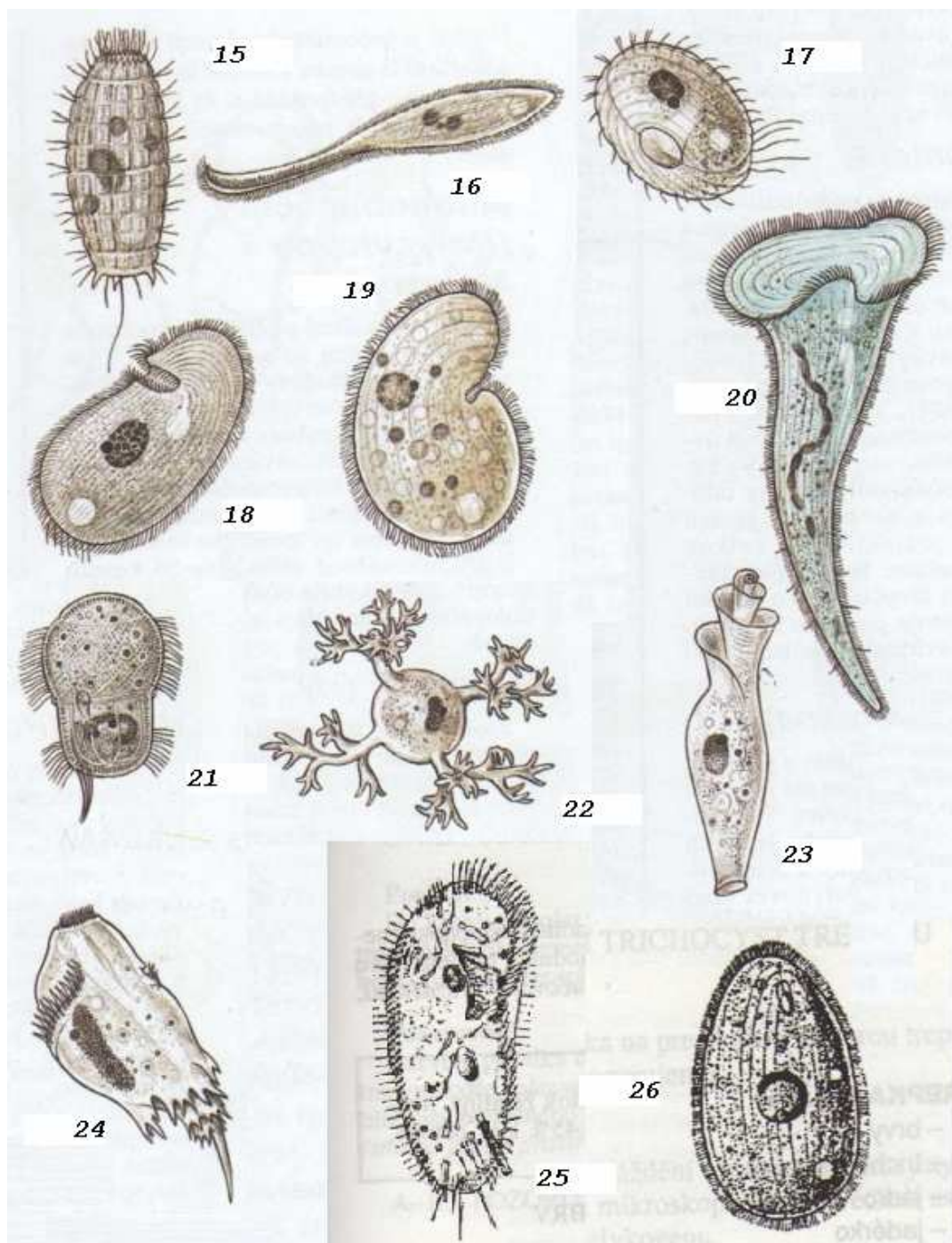
- 1) Pozorujte prvoky v senném nálevu pod mikroskopem. Všimněte si velikosti buněk a jejich stavby. Porovnejte je s rostlinnou buňkou. sdružují se do pletiv či tkání?
- 2) Pozorujte způsob, jakým se prvoci v kapce pohybují. Jaké struktury jim tento pohyb umožňují?
- 3) Najděte ve svém preparátu prvoka, který je omezen v pohybu (vatou nebo roztokem želatiny) a zakreslete jej. Nezapomeňte uvést zvětšení.

Obrázky zástupců kmene *Ciliophora* – nálevníci:

Obrázky 1-24 jsou převzaty z Velké knihy živočichů (Anděra, M. a kol., 2001)

Obrázky 25 a 26 jsou převzaty z Biologie – praktická část (Jelínek, J., Zicháček, V., 1996)





1 – oválovka černavá

2 – labutěnka dlouhokrká

3 – vpíjenka dvoukruhá

4 – chobotěnka husí

5 – zobánka obecná

6 – čepelenka velká

7 – bobovka velká

8 – treпка velká

9 – stočenka

10 – stočenka

11 – lezenka obecná

12 – plavenka dvojkruhá

13 – vířenka konvalinková

14 – plazivenka obecná

15 – pancířík soudečkovitý

16 – hadinka labutí

17 – rejdilka říční

18 – obrvenka nosatá

19 – ledvinovka obecná

20 – mrskavka modrá

21 – náprstníček obecný

22 – rournatka blešivcová

23 – límčovka blešivčí

24 – obrvenka ocatá

25 – slávinka obecná

26 – vejcovka obecná

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1):

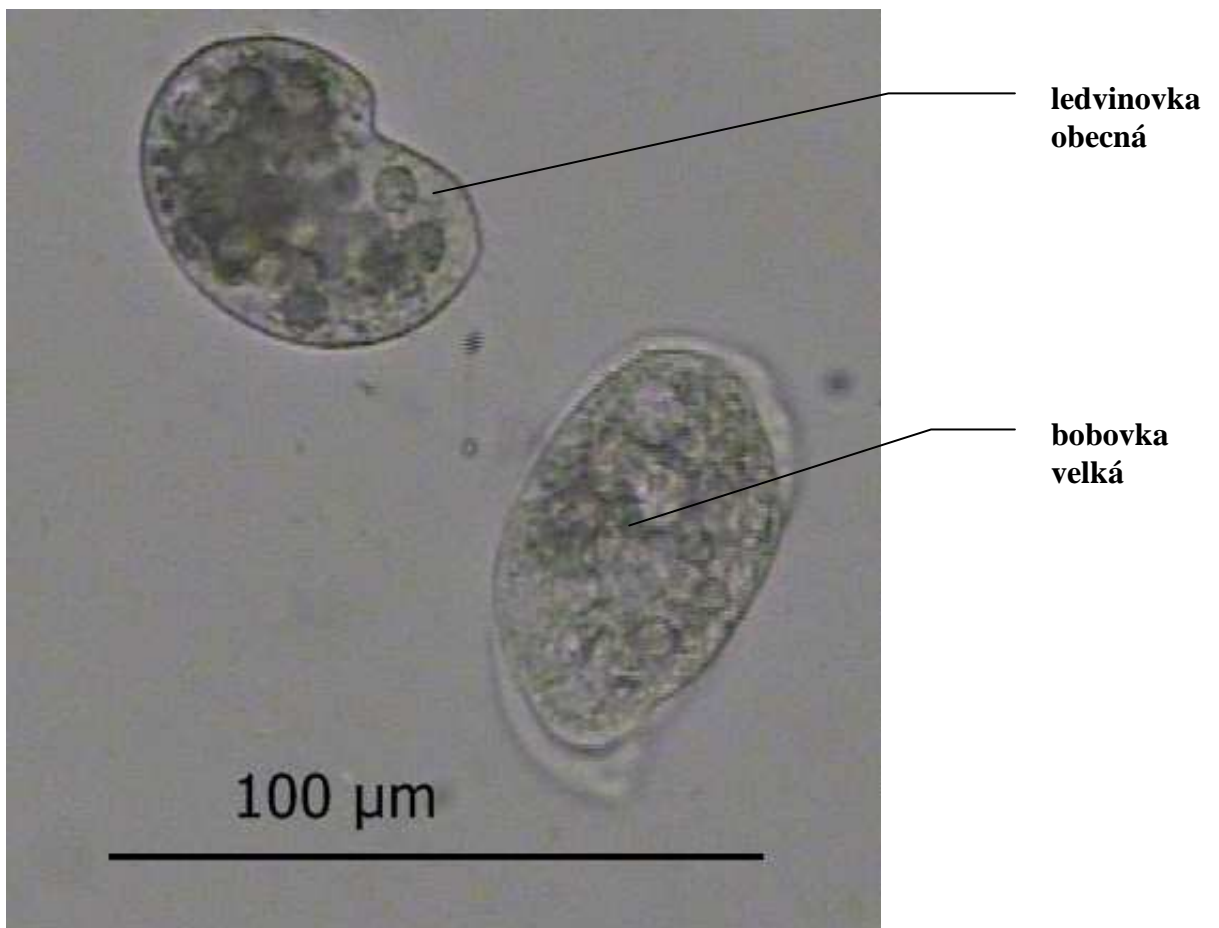
Prvoci jsou jednobuněční živočichové. Každého tvoří pouze jediná buňka, která zastává všechny funkce. nesdružují se do pletiv ani tkání. Buňky prvoků jsou výrazně menší než buňky rostlinné, postrádají též buněčnou stěnu.

Úkol 2):

Pohyb umožňují prvokům brvy či bičíky.

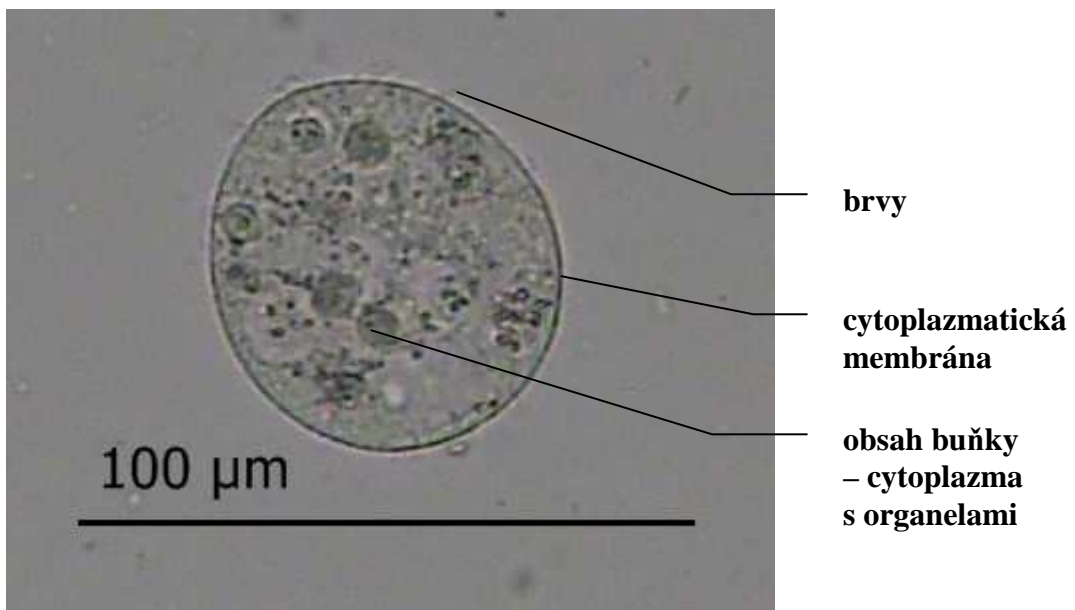
Úkol 3):

Obrázek č.1: **Ledvinovka obecná a bobovka velká**



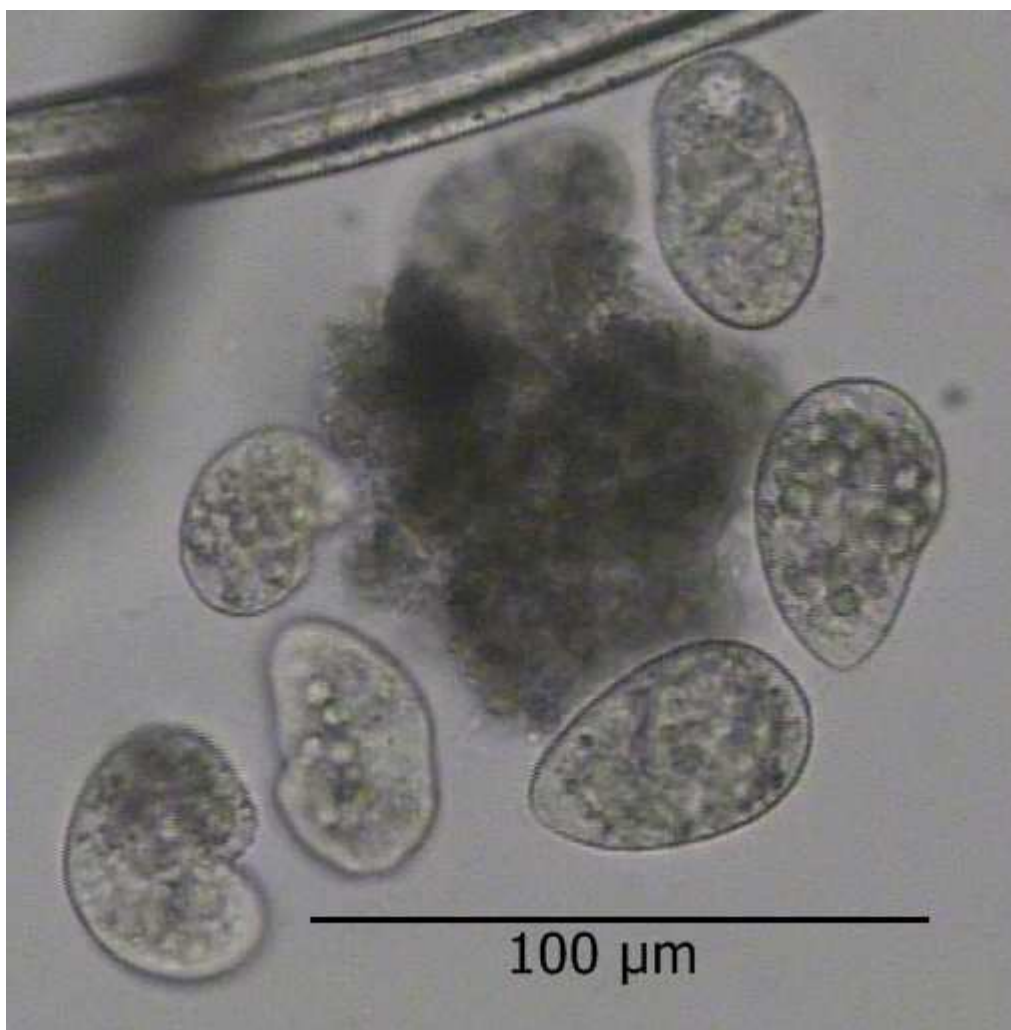
Zvětšení: 10x20

Obrázek č.2: Vejcovka obecná



Zvětšení: 10x20

Obrázek č.3: Ledvinovky kolem chomáče vaty



Zvětšení: 10x20

TÉMA 6: ŽIVOČIŠNÉ BUŇKY V TKÁNÍCH

CÍLE:

1. Žáci budou mít možnost porovnat živočišné buňky z tkání s buňkami rostlinnými a jednobuněčnými živočichy.
2. Žáci si vyzkouší barvení a tvorbu nativního preparátu z netradičního materiálu. Většinou se používají preparáty trvalé.
3. Žáci se budou zdokonalovat v technice mikroskopování.
4. Žáci se naučí spolupracovat, komunikovat mezi sebou a organizovat práci v hodině.

ÚLOHY:

- 1) Pozorujte buňky výstelky (epitelu) z dutiny ústní nebo z povrchu jazyka
- 2) Pozorujte buňky příčně pruhovaného svalstva
- 3) Pozorujte buňky hladké svaloviny a srdce

TEORETICKÝ ÚVOD:

Tyto úlohy mohou být využity jak pro srovnání například stavby živočišné a rostlinné buňky, tak i ve výuce biologie člověka. Buňky v tělech živočichů se sdružují do tkání a tkáně pak tvoří celý organismus živočicha. Tkáně zastávají v tělech živočichů různé funkce a tvoří je vždy buňky stejného nebo podobného tvaru. Jsou analogické k pletivům u rostlin. U jednobuněčných organismů zastává všechny funkce jediná buňka.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Tyto úlohy je možné zařadit do výuky buněčné biologie po probrání stavby rostlinné a živočišné buňky. Žáci je tak budou moci porovnat a pozorovat rozdíly v jejich stavbě.
- b) Úlohy mohou být též využity při probírání jednotlivých tkání v obecné biologii, či v biologii člověka.
- c) Žáci budou pracovat s materiálem získaným z epitelu vlastních úst a v dalších úlohách se svalovinou jatečných zvířat a drůbeže. Je důležité, aby zvláště dbali na hygienu během práce a ke stěru epitelu použili sterilní špachtle, nebo si donesli vlastní lžičky.
- d) Pro pozorování buněk svaloviny srdce můžete opatřit v masně vepřové srdce, pro pozorování hladké svaloviny můžete použít část aorty, která ze srdce vychází.
- e) Pro pozorování buněk svaloviny lze použít trvalé preparáty. Pro snadnější orientaci jsou přiloženy mikrofotografie trvalých preparátů s popisem, které učitel může poskytnout žákům.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. methylenová modř:

- používá se v akvaristice jako antiparazitární léčivo a v biologii jako barvivo

2. neutrální červeně:

- 0,01% roztok se používá jako barvivo či indikátor v analytické chemii

3. methylová zeleň:

- používá se jako barvivo a indikátor v analytické chemii

4. Lugolův roztok:

- roztok elementárního jódu (5 g) a jodidu draselného (10 g) ve vodě (85 ml)
- kromě barvení se používá k důkazům škrobu a též jako dezinfekce a antiseptikum

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Fin Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 593-630

Úloha 1: Pozorujte buňky výstelky (epitelu) z dutiny ústní nebo z povrchu jazyka

Teorie: Epitely jsou jedním ze základních druhů tkání lidského organismu (další jsou tkáně nervová, pojivová, svalová a tělní tekutiny.) Buňky epitelu bývají těsně přimknuté k sobě pouze s minimálním podílem mezibuněčné hmoty. Mohou mít různý tvar. Podle tvaru dělíme epitely na dlaždicové (výstelka ústní dutiny), kubické (výstelka močového měchýře) a cylindrické (epitel dýchacích cest). Epitely zastávají v těle živočišného organismu řadu funkcí. Epitely krycí bývají jednovrstevné i vícevrstevné (epitel dutiny ústní). Dále podle funkce rozlišujeme epitel řasinkový (výstelka dutiny nosní), svalový (duhovka oka), resorpční (výstelka tenkého střeva), žlázový (slinné, potní žlázy, slinivka, brzlík), smyslový (sítnice oka) a pigmentový, jehož buňky jsou naplněny barvivou.

Materiál: buňky epitelu dutiny ústní nebo z povrchu jazyka

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, lžička (dřevěná špachtle), filtrační papír

Chemikálie: indikační roztoky (methylenová modř, neutrální červeň, methylová zeleň, Lugolův roztok, popř. další)

Postup:

1. Opatrně okrajem lžičky nebo špachtle seškrábněte buňky epitelu ze sliznice z vnitřní strany tváře anebo z povrchu jazyka a přeneste do kapky vody na podložním skle.
2. Přiklopte krycím sklíčkem a pozorujte.
3. Na jiné podložní sklíčko kápněte kapku zvoleného indikačního roztoku, překryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

Úkoly:

- 1) Zakreslete 2-3 buňky z barveného preparátu, popište je a uveďte zvětšení.
- 2) Porovnejte barvený a nebarvený preparát. Které struktury jsou po obarvení viditelnější?
- 3) Z pozorování se pokuste odvodit, jaký mají buňky epitelu ústní dutiny tvar a pokuste se odvodit jejich funkci.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

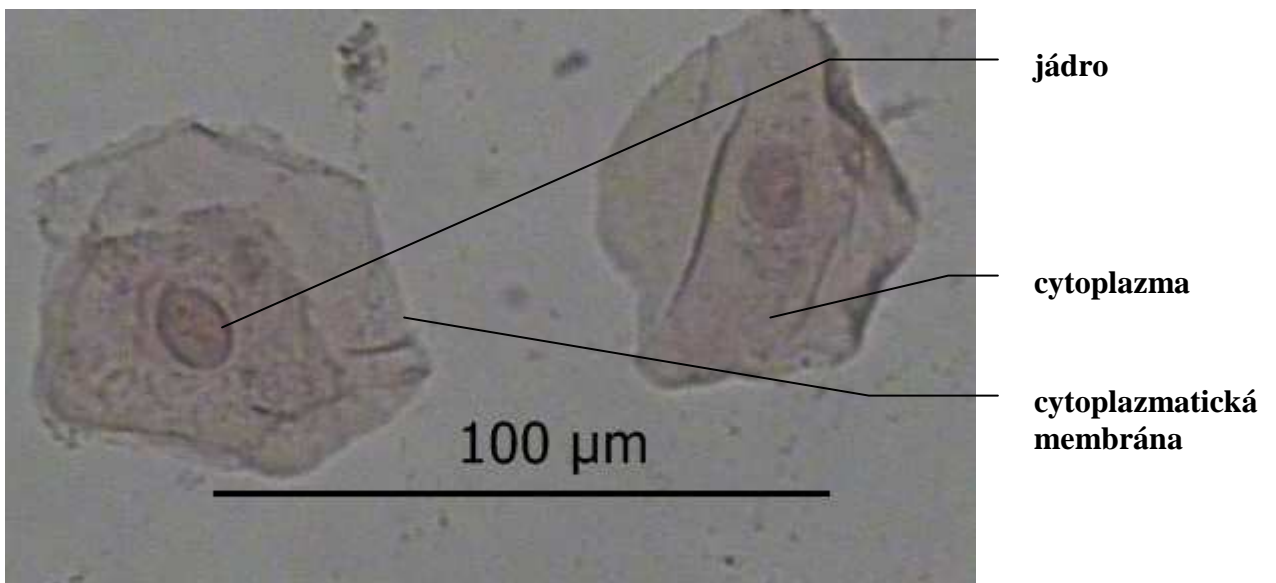
Obrázek č.1: Nebarvený preparát buněk epitelu ústní dutiny



Zvětšení: 10x10

Obrázek č.2 - 5: Barvené preparáty buněk epitelu ústní dutiny

Č.2 – neutrální červeň



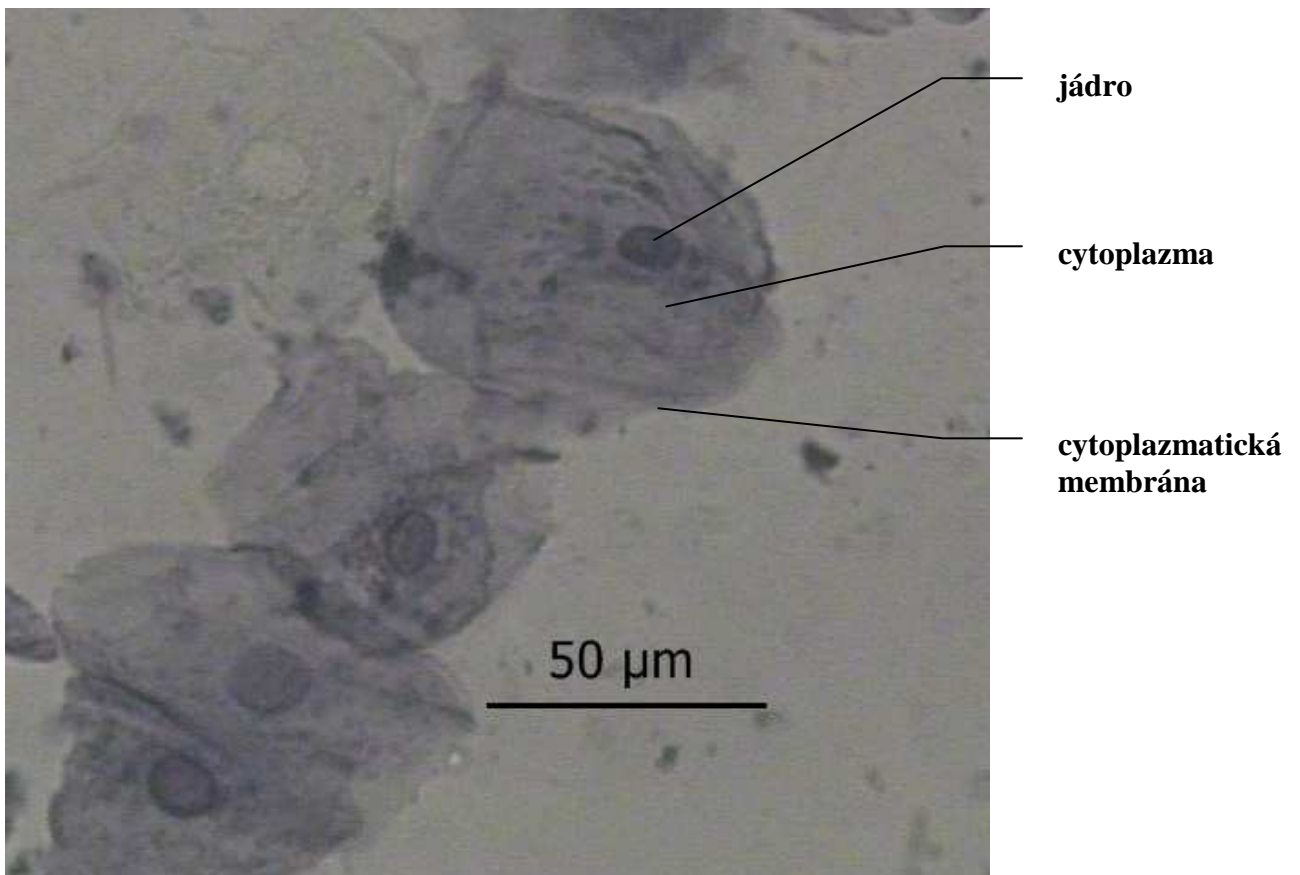
Zvětšení: 10x20

Č.3 – methylová zeleň



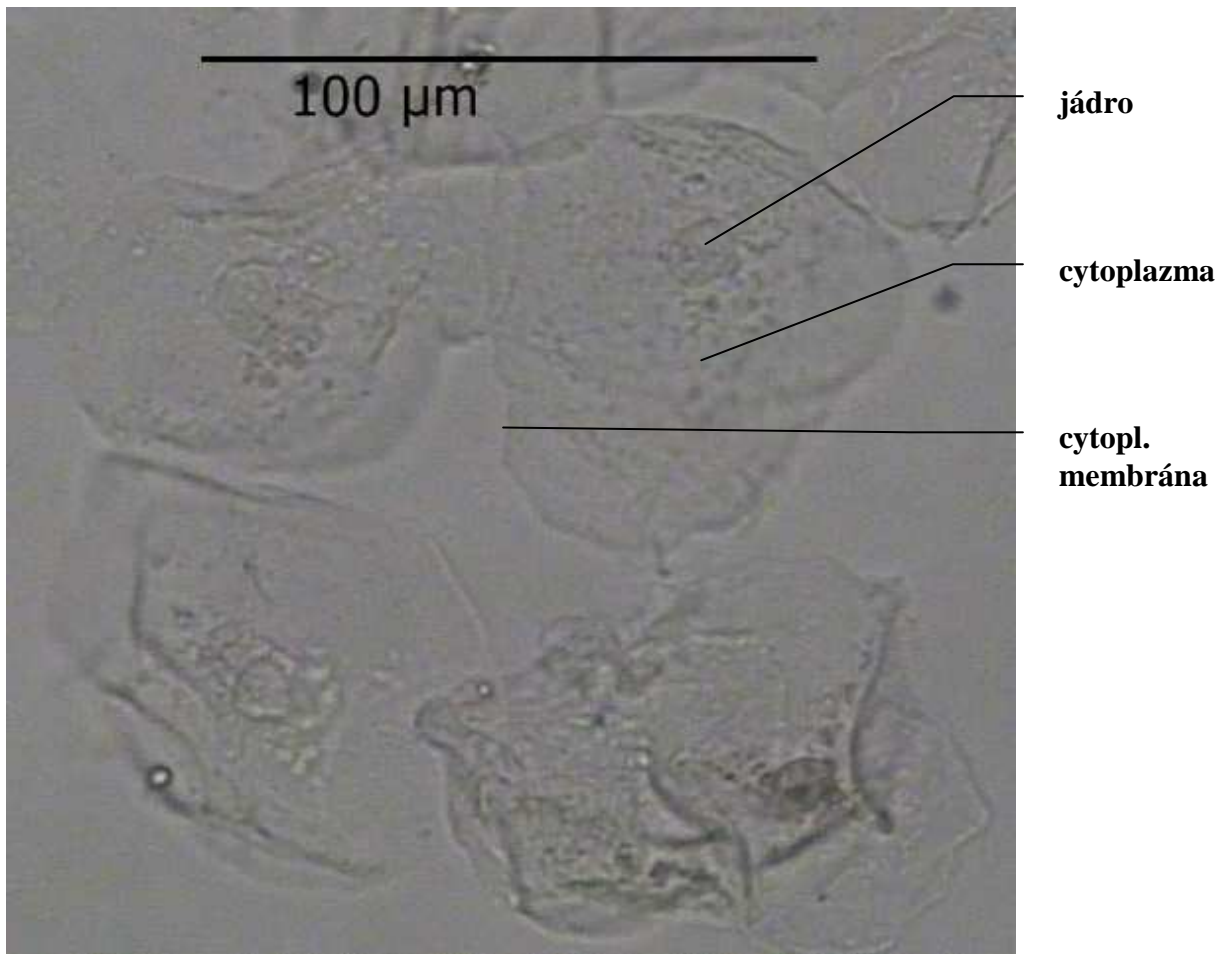
Zvětšení: 10x20

Č.4 – methylenová modř



Zvětšení: 10x20

Č.5 – Lugolův roztok



Zvětšení: 10x20

Úkol 2) Po obarvení preparátu se zvýrazní jak cytoplazma tak jádro. Je snazší poté určit hranici buňky a cytoplazmatickou membránu.

Poznámka: nejlépe se pro barvení preparátu osvědčila neutrální červeň a methylenová modř. Struktury jsou jasně viditelné.

Úkol 3) Buňky epitelu ústní dutiny mají dlaždicovitý tvar. Funkcí buněk epitelu je vystýlat a ochraňovat buňky níže uložené před mechanickým poškozením a vlivy vnějšího prostředí.

Úloha 2: Pozorujte buňky příčně pruhovaného svalstva

Teorie: Buňky příčně pruhované svaloviny splývají v dlouhá mnohojaderná vlákna, která jsou charakteristická příčným pruhováním. To je způsobeno pravidelným střídáním bílkovin aktinu a myosinu v jejich stavbě. Tyto bílkoviny zajišťují stažitelnost vlákna. Jednotlivá vlákna se sdružují do svalových snopečků, ty pak do snopců, jejichž soubor tvoří celý sval.

Materiál: vepřová, hovězí a kuřecí svalovina (nebo trvalý preparát)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, nůž

Postup:

1. Z každého druhu svaloviny oddělte pomocí pinzety několik vláken.
2. Vlákna umístěte do kapky vody na podložním skle a přikryjte krycím sklíčkem. Pro každý druh masa utvořte zvláštní preparát.
3. Preparáty pozorujte pod mikroskopem a všimněte si příčného pruhování a jeho intenzity u jednotlivých druhů.

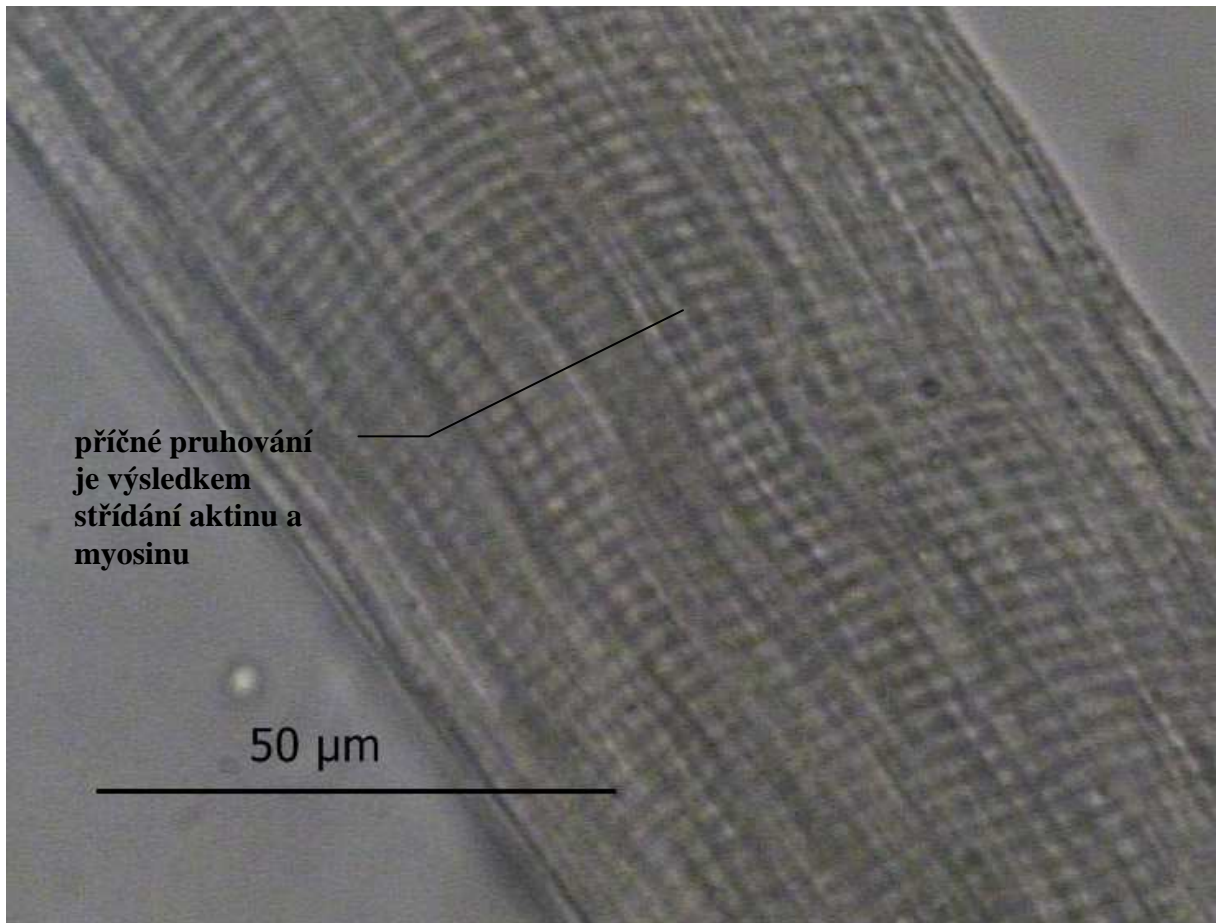
Úkoly:

- 1) Zhotovte náčrt části vlákna. Uveďte zvětšení.
- 2) Porovnejte příčné pruhování kosterní svaloviny různých druhů. U které kosterní svaloviny bylo nejlépe viditelné.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1: Část příčně pruhovaného vlákna vepřového masa



Zvětšení: 10x40

Úkol 2) Nejhůře bylo příčné pruhování vidět u kuřecího masa. Vepřové a hovězí jsou z hlediska intenzity pruhování srovnatelné.

Poznámka: je lepší pracovat s čerstvou kosterní svalovinou. Na svalovině, která byla zmrazena a znovu rozmrazena je příčné pruhování vidět hůře.

Úloha 3: Pozorujte buňky hladké svaloviny a srdce

Teorie: Buňky hladké svaloviny mají vřetenovitý tvar a jsou vždy jednojaderné. Nevykazují příčné pruhování, ale to neznamená, že neobsahují bílkoviny aktin a myosin, ty jen nejsou tak pravidelně rozmístěny jako u příčně pruhovaného svalu. Buňky svaloviny srdce mohou být jedno nebo dvoujaderné a jsou příčně pruhované. Nazýváme je kardiomyocyty. Mají obvykle tvar písmene Y a oddělují je tzv. interkalární disky.

Materiál: vepřové srdce se zbytkem aorty (nebo trvalé preparáty srdeční a hladké svaloviny)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, nůž

Postup:

1. Nejprve najděte na srdci výstup aorty, odstraňte vazivo z její stěny, které překrývá svalovinu. Ze svaloviny poté žiletkou odřízněte podélně tenkou vrstvičku tkáně.
2. Tkáň umístěte do kapky vody na podložní sklíčko a překryjte ji sklíčkem krycím.
3. Poté odstraňte vazivovou blánu ze stěny srdce a i z ní podélně odřízněte tenkou vrstvičku tkáně.
4. Tkáň opět umístěte do kapky vody na sklíčko a připravte preparát stejným způsobem jako v bodě č.2.
5. Oba preparáty pozorujte mikroskopem.

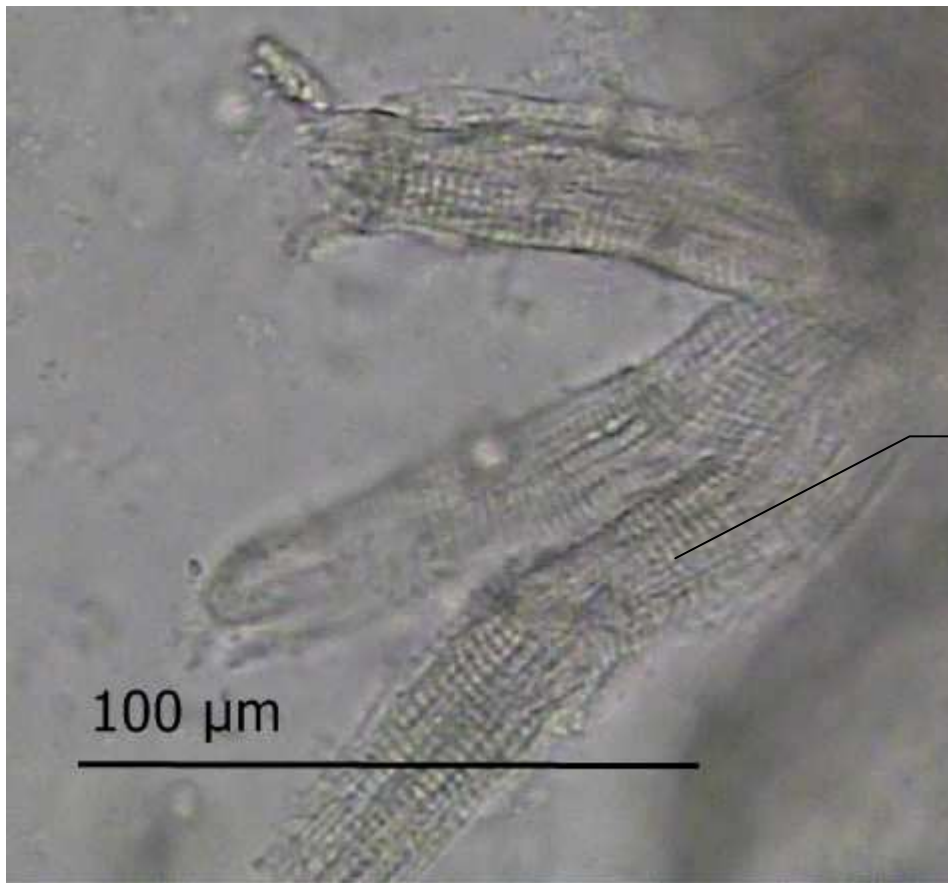
Úkoly:

- 1) Zhotovte pro oba preparáty nákres. Zakreslete do každého alespoň 2-3 buňky, opatřete jej popisem a uveďte zvětšení.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1: Příčně pruhované buňky srdeční svaloviny (vepřové srdce)

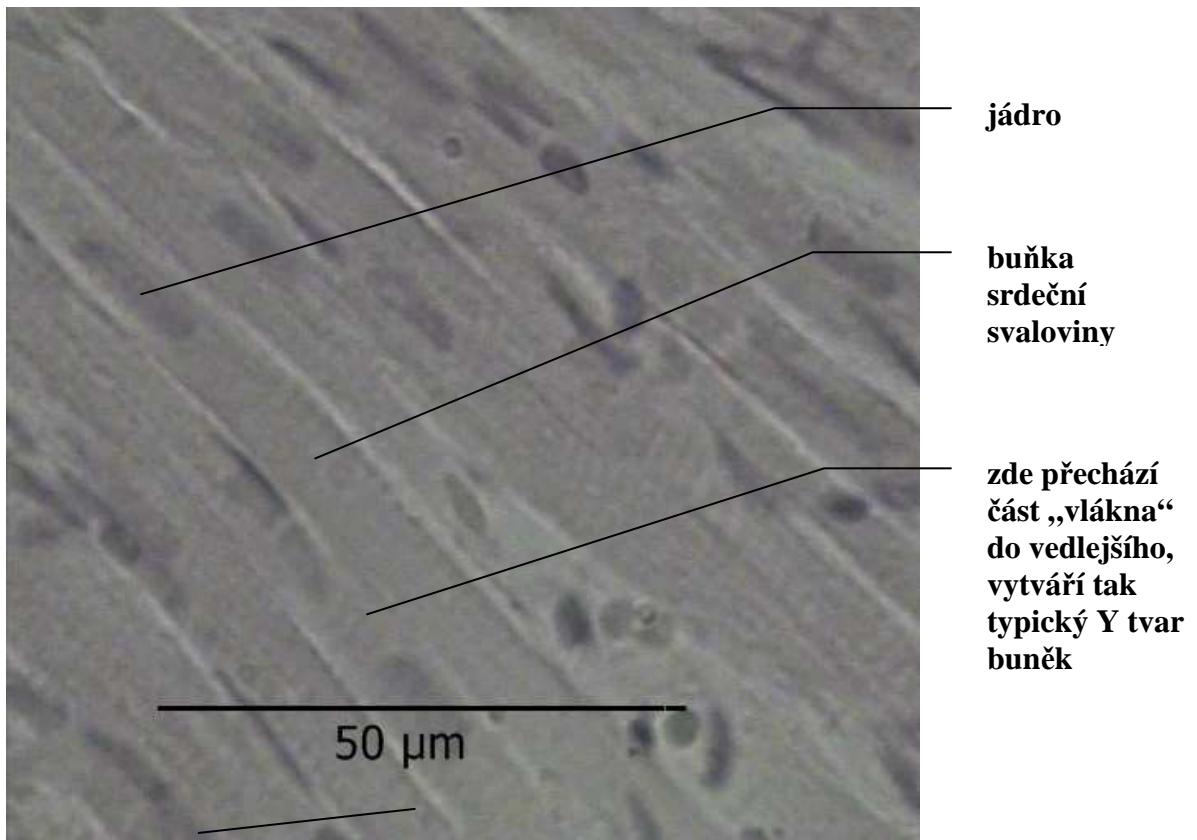


**příčně
pruhované
buňky srdeční
svaloviny**

Zvětšení: 10x20

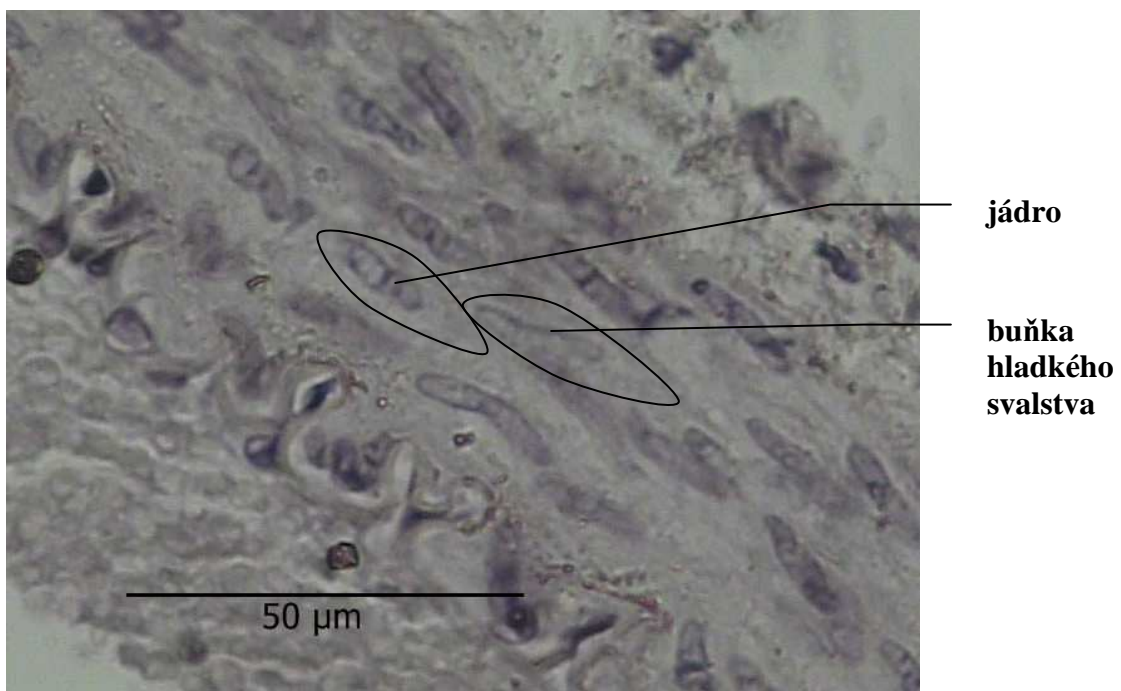
MIKROFOTOGRAFIE TRVALÝCH PREPARÁTŮ

Obrázek č.1: Srdce krysy



Zvětšení: 10x40

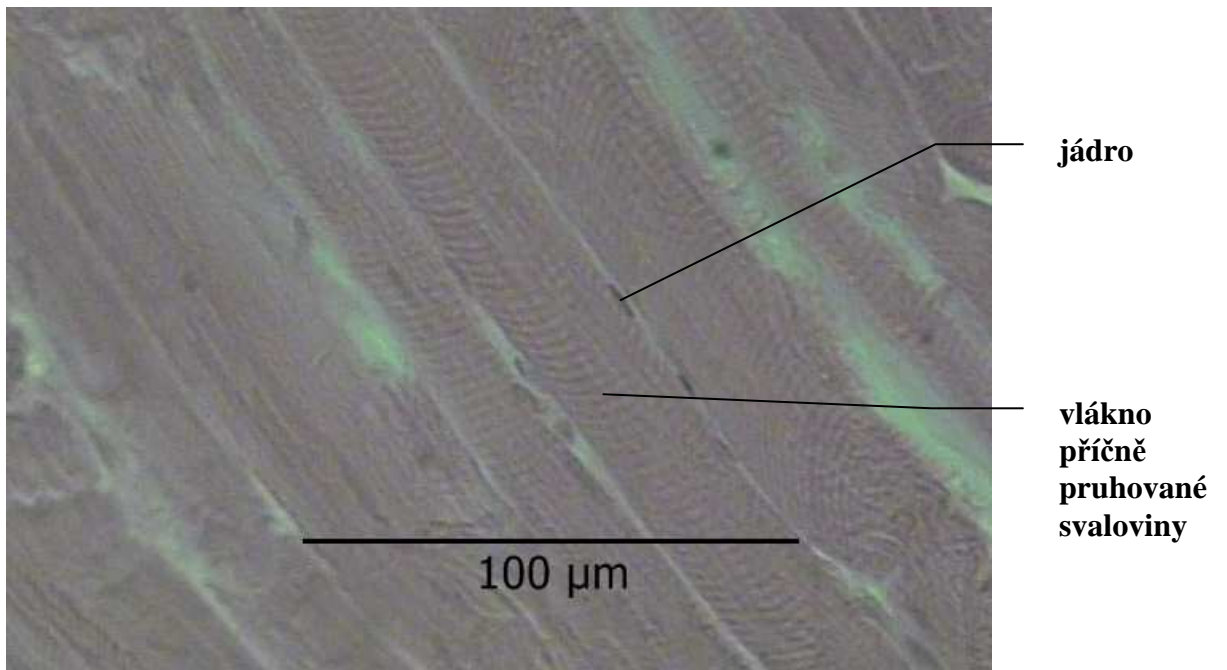
Obrázek č.2: Aorta králíka



Zvětšení: 10x40

Poznámka: přibližné tvary buněk jsou pro obtížné rozlišení naznačeny.

Obrázek č.3: **Příčně pruhovaný sval**



Zvětšení: 10x20

TÉMA 7: ORGANICKÉ LÁTKY V BUŇCE – BÍLKOVINY

CÍLE:

1. Úlohy mohou být využity jako motivace k výuce o chemické stavbě buněk.
2. Žáci se seznámí postupně se základními chemickými látkami, které tvoří buňky a potažmo i všechny živé organismy.
3. Nadále budou žáci prohlubovat schopnost spolupráce a komunikace se spolužáky a budou se učit organizovat práci v laboratoři.
4. Naučí se zacházet s chemikáliemi a získají obratnost v laboratoři.

ÚLOHY:

- 1) Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách hlízy bramboru
- 2) Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách listu jakékoli rostliny

TEORETICKÝ ÚVOD:

Bílkoviny se spolu se sacharidy a lipidy podílejí na chemické stavbě každé buňky. Bílkoviny plní v buňce celou řadu funkcí. Podílejí se na její stavbě – např. cytoskelet, bičíky, histony; zajišťují transport látek – membránové přenašeče; ovlivňují metabolické procesy v buňce – enzymy a mohou přenášet i informace.

Cílem laboratorní práce je dokázat jejich přítomnost v buňkách rostlin několika jednoduchými způsoby. Vařením nebo přidávkem chemické látky (kyselina octová, ethanol) dochází ke změně prostorového uspořádání molekuly bílkoviny, tj. k denaturaci. Původně rozpustná bílkovina změní svůj tvar a stává se nerozpustnou. V roztoku vzorku je pak patrná její sraženina. Dalším způsobem důkazu bílkovin jsou reakce, při kterých dochází k barevné změně. Biuretovou reakcí dokážeme bílkoviny v alkalickém prostředí (KOH) za přítomnosti síranu měďnatého (CuSO_4). Vzniká modrofialové zbarvení. Podstatou biuretové reakce je reakce měďnatých iontů s peptidovými vazbami, kterými jsou spojeny jednotlivé aminokyseliny tvořící bílkovinu. Xantoproteinová reakce, při níž vzniká žluté zbarvení, je reakcí kyseliny dusičné s některými aminokyselinami s aromatickým charakterem (fenylalanin, tyrosin, tryptofan). Působením kyseliny dusičné dochází k nitraci aromatického jádra a vznikají nitrosloučeniny.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Je vhodné, aby si každý žák přinesl jednu menší bramboru a list libovolné rostliny.

- b) Žáci by nikdy neměli žádnou kapalinu (i vodu) pipetovat ústy. Měli by vždy použít balónek nebo speciální nástavec. Pokud balónek ani nástavec nejsou žákům k dispozici, měli by raději k odměřování kapalin použít pouze odměrný válec.
- c) Při zahřívání zkumavek nad kahanem může dojít k vystříknutí obsahu ze zkumavky. Žáci by měli zahřívát zkumavky opatrně a jen krátce a v žádném případě nesmí mířit ústím zkumavky na spolužáky.
- d) Před započítím práce s chemikáliemi by měl učitel žáky poučit o bezpečnosti práce v chemické laboratoři. Žáci musí nosit ochranný plášť a při přímé manipulaci s chemikáliemi i ochranné rukavice.
- e) Koncentrovanou kyselinu dusičnou raději odměří a nalije učitel.
- f) Při práci s kyselinou dusičnou a amoniakem se uvolňuje štiplavý zápach. Učitel by měl upozornit žáky, aby se nenakláněli nad zkumavky a kádinky obsahující tyto chemikálie a aby si chránili oči.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. kyselina octová (zředěná 1:3):

- slabá jednosytná organická kyselina, jejíž 5-8% roztok je znám jako ocet
- je to žíravá látka, proto při manipulaci s ní používejte ochranné rukavice
- R a S věty: R10, R35, (S1/2), S23, S26, S45

2. ethanol (96%):

- ethanol je významnou surovinou při výrobě alkoholických nápojů, technický ethanol používaný v laboratořích je však k výrobě alkoholických nápojů nevhodný
- jedná se o vysoce hořlavou látku
- R a S věty: R11, (S2), S7, S16

3. hydroxid draselný (KOH 20%):

- velmi žíravá látka
- při přípravě roztoku používejte ochranné rukavice a ochranu očí
- při styku s kůží hrozí její poleptání, v případě zasažení opláchněte postižené místo proudem vody a vyhledejte lékařskou pomoc
- R a S věty: R22, R35, S1/2, S26, S36/37/39, S45

4. síran měďnatý (CuSO₄ 1%):

- jinak též modrá skalice
- dráždivá látka, používejte ochranné rukavice a nevdechujte prach
- R a S věty: R22, R36/38, R50/53, (S2), S22, S60, S61

5. kyselina dusičná (HNO₃ koncentrovaná):

- silná jednosytná kyselina, žíravina, oxidující kyselina
- při manipulaci s ní používejte ochranné rukavice, nevdechujte páry, hrozí poleptání sliznice
- při styku s pokožkou zasažené místo důkladně opláchněte pod proudem vody a vyhledejte lékařskou pomoc
- R a S věty: R8, R35, (S1/2), S23, S26, S36, S45

6. amoniak (NH₃ zředěný 1:2):

- toxická látka, štiplavého zápachu
- nevdechujte páry, při manipulaci noste ochranné rukavice
- při zasažení pokožky, opláchněte místo proudem vody a vyhledejte lékařskou pomoc
- R a S věty: R10, R23, R34, R50, (S1/2), S9, S16, S26, S36/37, S39, S45, S61

7. kyselina dusičná (HNO₃ zředěná):

- silná jednosytná kyselina, žíravina, oxidující kyselina
- při manipulaci s ní používejte ochranné rukavice, nevdechujte páry, hrozí poleptání sliznice
- při styku s pokožkou zasažené místo důkladně opláchněte pod proudem vody a vyhledejte lékařskou pomoc
- R a S věty: R8, R35, (S1/2), S23, S26, S36, S45

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 28-40, 82-112

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 62-86

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 37-76, 133-182

Úloha 1: Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách hlízy bramboru

Teorie: Bílkoviny jsou významnou součástí buněk. Podílejí se jednak na jejich stavbě (cytoskelet), tak i na jejich fungování (membránové přenašeče, enzymy). Bílkoviny při vaření mění svůj tvar a ztrácejí rozpustnost. Tomuto jevu říkáme denaturace bílkoviny. Bílkoviny denaturují i po smíchání s některými chemickými látkami. Dokázat bílkoviny v roztoku můžeme též dvěma barevnými reakcemi – biuretovou a xantoproteinovou.

Materiál: hlíza bramboru (*Solanum tuberosum*),

Pomůcky: struhadlo, hadřík, filtrační papír, nálevka, stojan, kádinka, 5 zkumavek, kapátko, pipeta 10 ml, odměrný válec 10ml, kahan

Chemikálie: kyselina octová zř. 1:3, 96% ethanol, 20% roztok hydroxidu draselného (KOH), 1% roztok síranu měďnatého (CuSO₄), konc. kyselina dusičná (HNO₃), amoniak zř. 1:2 (NH₄OH)

Postup:

1. Hlízu bramboru oloupejte, nastrouhejte a rozetřete v třecí misce. Hmotu, která vznikne, přeneste do hadříku a stočte nad kádinkou. Vylisovanou šťávu zfiltrujte.
2. Odpipetujte do 5 zkumavek po 4 ml filtrátu a proveďte zkoušky a reakce podle pokynů v následující tabulce:

Tvorba sraženiny			
a	Vaření	Obsah zkumavky povařte.	Pozorujte a zaznamenejte změny.
b	Kys. octová	Do zkumavky přikapávejte zředěnou kyselinu octovou.	
c	Ethanol	Do zkumavky přidejte malé množství ethanolu.	
Barevné reakce			
d	Biuretová reakce	Do zkumavky přidejte 4 ml 20% roztoku KOH, a poté pomalu přikapávejte roztok CuSO ₄ .	Zaznamenejte barevnou změnu.
e	Xantoproteinová reakce	Do zkumavky přikapněte 6 ml HNO ₃ a zahřejte nad kahanem. OPATRŇE! Po zabarvení či vzniku sraženiny obsah zkumavky ochlaďte pod proudem studené vody a zneutralizujte zředěným amoniakem. Roztok opět změní barvu.	

Úkoly:

1) Postupujte podle tabulky uvedené výše a zaznamenejte změny v případě:

- a. vaření:
-
- b. přidání kyseliny octové:
-
- c. přidání ethanolu:
-
- d. biuretové reakce:
-
- e. xantoproteinové reakce:
-

2) Pokuste se vysvětlit změny, které ve zkumavkách nastaly.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Postupujte podle tabulky uvedené výše a zaznamenejte změny v případě:

- a. vaření: vytvořila se bílá sraženina;
- b. přidání kyseliny octové: vytvořila se bílá sraženina;
- c. přidání ethanolu: vytvořila se bílá sraženina;
- d. biuretové reakce: původně nažloutlá průhledná kapalina se zbarvila modrofialově
- e. xantoproteinové reakce: původní nažloutlá průhledná kapalina se zbarvila nejdříve žlutou a potom oranžovou barvou

Obrázek č.1: **Důkazy bílkovin**



Úkol 2)

V prvních třech případech došlo k denaturaci bílkovin. Denaturované bílkoviny ztrácí rozpustnost ve vodě a vzniká sraženina. Denaturovat bílkoviny lze buďto vařením anebo chemicky (přidáním např. ethanolu nebo kyseliny octové).

V případě posledních dvou důkazů došlo ke změně zbarvení filtrátu díky přidání činidla.

Úloha 2: Dokažte přítomnost bílkovin v buňkách listů rostlin

Materiál: list jakékoli rostliny

Pomůcky: kádinka (o větším průměru než list vybrané rostliny), kádinka (o větším průměru než předchozí), kahan, trojnožka, síťka, Petriho miska

Chemikálie: destilovaná voda, 96% ethanol, kyselina dusičná zř. 1:2, amoniak zř. 1:2

Postup:

1. Ve větší kádince přiveďte k varu destilovanou vodu a poté do ní na jednu minutu ponořte list (např. pelargónie).
2. Po 1 minutě list vyjměte a vložte do menší kádinky. List zalijte ethanolem a opatrně vložte celou kádinku do větší kádinky s vodou a OPATRNĚ zahřívejte ve vodní lázni až se list odbarví.
3. Slijte ethanol a list přelijte zředěnou HNO_3 , ve které jej ponecháte asi půl hodiny.
4. Poté list pelargónie opatrně vyjměte a umístíte do Petriho misky naplněné zředěným amoniakem. Amoniak nechte 10 minut působit. Vyjměte list a zaznamenejte změnu.

Úkoly:

- 1) Popište nebo jinak zdokumentujte k jaké změně došlo.
- 2) O kterou důkazovou reakci se jedná?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1) Vybraná rostlina – list pelargonie (*Pelargonium sp.*)

Obrázek č.1 a 2: List pelargonie na začátku pokusu a žlutě zbarvený list pelargonie po přidání zředěné HNO_3 .



Obrázek č.3: List pelargonie ponořený do Petriho misky s amoniakem



Úkol 2) Jedná se o xantoproteinovou reakci.

TÉMA 8: ORGANICKÉ LÁTKY V BUŇCE – SACHARIDY

CÍLE:

1. Úlohy mohou být využity jako motivace k výuce o chemické stavbě buněk.
2. Žáci se seznámí postupně se základními chemickými látkami, které tvoří buňky a potažmo i všechny živé organismy.
3. Nadále budou žáci prohlubovat schopnost spolupráce a komunikace se spolužáky a budou se učit organizovat práci v laboratoři.
4. Naučí se zacházet s chemikáliemi a získají obratnost v laboratoři.

ÚLOHY:

- 1) Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách banánu, jablka nebo mandarinky
- 2) Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách cukrové řepy
- 3) Dokažte přítomnost polysacharidu škrobu v buňkách bramborové hlízy
- 4) Dokažte přítomnost polysacharidu celulózy v buněčné stěně

TEORETICKÝ ÚVOD:

Sacharidy v buňkách plní tři základní funkce – stavební (např. buněčná stěna z celulózy), zásobní (škrob v amyloplastech) a fungují též jako zdroj energie (glukosa, fruktosa). Cílem laboratorní práce je dokázat jejich přítomnost v buňkách rostlin.

Sacharidy neboli cukry můžeme podle složitosti jejich molekuly rozdělit do tří skupin, a to na:

- a) monosacharidy – tvořené jednou sacharidovou jednotkou (např. glukosa, fruktosa),
- b) oligosacharidy – tvořené několika sacharidovými jednotkami spojenými glykosidickou vazbou, nejvýznamnější z oligosacharidů jsou disacharidy tvořené právě dvěma monosacharidovými jednotkami (např. sacharosa),
- c) polysacharidy – tvořené dlouhými řetězci monosacharidových jednotek vzájemně vázaných glykosidickými vazbami, vzniká tak jedna obrovská molekula polysacharidu, proto tyto látky nazýváme makromolekulární. Polysacharidy mají v organismu dvojí funkci – stavební (celulosa) a zásobní (škrob).

Z hlediska důkazu sacharidů můžeme tyto látky rozdělit na redukující a neredukující. Redukující sacharid je takový sacharid, který má volný tzv. poloacetalový hydroxyl = velmi reaktivní hydroxidovou skupinu navázanou na uhlíkový řetězec, díky níž dochází k redukci Fehlingova činidla použitého na důkaz sacharidu. Při řetězení sacharidů se právě poloacetalový hydroxyl účastní glykosidické vazby, takže už nemůže redukovat Fehlingovo

čínidlo a sacharid se stává neredukujícím. Mezi redukující sacharidy patří všechny monosacharidy a disacharidy maltosa a laktosa. A mezi neredukující cukry patří sacharosa a všechny polysacharidy. Sacharosa je řepný cukr a může se kyselou hydrolyticky (reakce s vodou v kyselém prostředí) rozštěpit na dva monosacharidy glukosu a fruktosu, potom ji lze dokázat Fehlingovým činidlem. Stejný účinek jako kyselá hydrolyza má i enzym sacharáza produkovaný pivními kvasinkami (*Sacharomyces cerevisiae*). Polysacharidy jako škrob nelze rozštěpit kyselou hydrolyticky, ale lze je dokázat Lugolovým roztokem. Elementární jod v Lugolově roztoku poskytuje s jodidem draselným ionty I_3^- , které škrob absorbuje. Vzniká modrofialové zbarvení fyzikálního charakteru, které po zahřátí opět mizí.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Je vhodné, aby si žáci přinesli vlastní materiál k důkazům sacharidů. Každý žák nebo dvojice žáků si zajistí jeden druh ovoce, bulvu cukrové řepy (popřípadě 2 kostky cukru, není-li řepa k dispozici), menší bramboru a víceletou větévku rostliny, které jsou uvedeny v návodu k úloze č.4.
- b) Při pipetování kapalin (i vody) by měli žáci používat balónek či speciální nástavec k pipetě. V žádném případě by kapaliny neměli pipetovat ústy. Není-li balónek či nástavec k dispozici, je vhodnější k odměřování kapalin použít odměrný válec.
- c) Při zahřívání vzorků ve zkumavkách nad kahanem musí být ústí zkumavky naměřeno tak, aby případné vystříknutí obsahu neohrozilo nikoho ze spolužáků.
- d) Při manipulaci s chemikáliemi by měli žáci používat kromě ochranného pláště ještě ochranné rukavice.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. Fehlingovo činidlo I.:
 - roztok síranu měďnatého ($CuSO_4$ 69,28 g) ve vodě (1 l)
2. Fehlingovo činidlo II.:
 - roztok vinanu sodno-draselného (346 g) a hydroxidu sodného (NaOH 120 g) ve vodě (1 l)
3. uhličitan sodný (Na_2CO_3 10%):
 - dráživý
 - R a S věty: R36, (S2), S22, S26
4. kyselina chlorovodíková (HCl zředěná):
 - silná jednosytná kyselina, žíravina
 - při manipulaci s ní používejte ochranné rukavice

- při styku s kůží zasažené místo důkladně opláchněte proudem vody a vyhledejte lékaře
- R a S věty: R34, R37, S1/2, S26, S45

5. Lugolův roztok:

- roztok elementárního jódu (5 g) a jodidu draselného (10 g) ve vodě (85 ml)
- kromě barvení se používá k důkazům škrobu a též jako dezinfekce a antiseptikum

6. chlorzinkjod:

- pro přípravu čerstvého činidla budete potřebovat 20,0 g chloridu zinečnatého ($ZnCl_2$); 6,5 g jodidu draselného (KI); 1,3 g jodu a 10,5 ml destilované vody, všechny ingredience rozpustíte ve vodě

LITERATURA PRO ŽÁKY:

- Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 28-40, 82-112
- Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 62-86
- Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 37-76
- Mareček, A.; Honza, J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia, 3.díl, 2000, Olomouc, Nakladatelství Olomouc, ISBN 80-7182-057-1, str. 128-143

Úloha 1: Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách banánu, jablka nebo mandarinky

Teorie: Ovoce obsahuje sacharid fruktózu („ovocný cukr“). Jedná se o monosacharid a tvoří jej pouze jedna šestiuhlíkatá fruktózová jednotka. Fruktóza se řadí mezi sacharidy redukující, což znamená, že jej lze dokázat reakcí s Fehlingovým činidlem. Vzniká oranžové zbarvení.

Materiál: banán, mandarinka (pomeranč), jablko

Pomůcky: třecí miska, zkumavky, kahan

Chemikálie: Fehlingovo činidlo I. a II.

Postup:

1. Dužinu mandarinky, dřeň jablka a banánu rozmačkejte v jednotlivých třecích miskách s destilovanou vodou.
2. Vzniklé kašovitě hmoty přefiltrujte a od každého odpipetujte 4 ml do zkumavky.
3. Do každé zkumavky přidejte 4ml Fehlingova činidla (vznikne smícháním 2 ml Fehlingova činidla I. a 2 ml Fehlingova činidla II.) a obsah zkumavky krátce povařte.

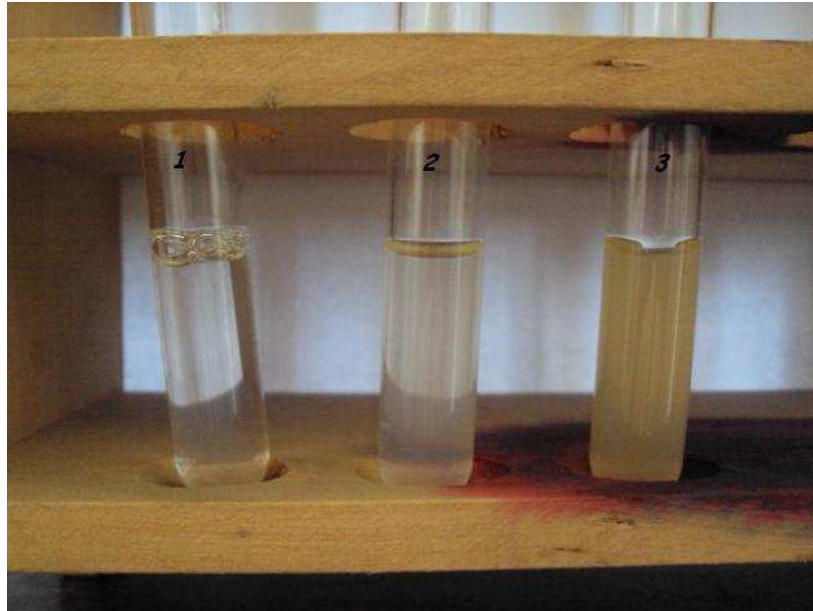
Úkoly:

- 1) Pozorujte změny ve zkumavkách a popište je.
- 2) Pokuste se vysvětlit, co znamená, je-li sacharid redukující.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1: 1 = banán, 2 = mandarinka, 3 = jablko



Obrázek č.2: Obsahy zkumavek se zabarvily oranžovočerveně.



Úkol 2) Redukující sacharid je takový sacharid, který přímo reaguje se Fehlingovým činidlem.

Úloha 2: Dokažte přítomnost sacharidů v buňkách cukrové řepy

Teorie: Z cukrové řepy se vyrábí cukr, se kterým se běžně setkáváte doma a používáte jej na slazení. Z chemického hlediska je tvořen disacharidem sacharosou. Sacharosou tvoří dvě jednotky – jedna glukózová a jedna fruktózová – spojené glykosidickou vazbou. Jedná se o sacharid neredukující, takže s Fehlingovým činidlem ani po zahřátí nereaguje. Aby bylo možné sacharosou dokázat je nejprve nutné rozštěpit ji přidáním kyseliny chlorovodíkové na glukosu a fruktosu. Oba tyto monosacharidy jsou redukující a s Fehlingovým činidlem reagují. Podobný efekt jako kyselina chlorovodíková má na sacharosou působení kvasinek pivních. Kvasinky rovněž štěpí glykosidickou vazbu mezi glukózovou a fruktózovou jednotkou.

Materiál: bulva řepy cukrovky (pokud není k sehnání, 2 kostky cukru)

Pomůcky: kádinky, kvasnice (kvasinky pivní *Saccharomyces cerevisiae*), tyčinka, univerzální indikátorové papírky, (struhadlo, teploměr)

Chemikálie: destilovaná voda, Fehlingovo činidlo, 10% roztok uhličitanu sodného Na_2CO_3 , kyselina chlorovodíková (HCl) zř.

Postup:

1. 20 g nastrouhané řepy (nebo 2 kostky cukru) přelijte 200 ml horké destilované vody a nechte asi 5 minut luhovat.
2. Z výluhu odpipetujte 4ml do 2 zkumavek do třetí odpipetujte 10 ml.
3. Dále postupujte podle následující tabulky:

Č. zkumavky	Pokyny
1	K roztoku sacharosy přidejte 4ml Fehlingova činidla a zahřejte.
2	Do zkumavky přilijte 4ml zředěné HCl a ve vodní lázni zahřívejte zhruba 15 minut. Voda nesmí vřít, teplota by se měla pohybovat mezi 70-80°C. Roztok dále ochlaďte a zneutralizujte přidáním Na_2CO_3 . Pro měření pH použijte univerzální indikátorové papírky. Poté přidejte 4ml Fehlingova činidla a zahřejte.
3	K roztoku sacharosy přidejte malý kousek kvasnic a tyčinkou rozmíchejte. suspenze má mléčnou barvu. Nechte 10 minut působit a s polovinou tohoto roztoku poté proveďte zkoušku Fehlingovým činidlem. Nezapomeňte zahřát.

Úkoly:

- 1) Postupujte podle tabulky uvedené výše a popište co se stane s obsahem zkumavky:
- a. č.1:
 -
 - b. č.2:
 -
 - c. č.3:
 -
- 2) Je sacharid získávaný z cukrové řepy redukující nebo neredukující? O jaký sacharid se jedná?
- 3) Popište, co se stalo ve zkumavkách č.2 a 3?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Postupujte podle tabulky uvedené výše a popište co se stane s obsahem zkumavky:

- a. č.1: po provedení pokusu nedošlo ve zkumavce č.1 k žádné změně
- b. č.2: obsah druhé zkumavky se zbarvil oranžově
- c. č.3: obsah třetí zkumavky se zbarvil žlutooranžově

Obrázek č.1: **Výsledky pokusu**



Úkol 2) Jedná se o neredukující disacharid sacharosu.

Úkol 3) V kyselém prostředí HCl došlo k hydrolýze sacharosu a díky tomu ji bylo možné dokázat Fehlingovým činidlem. Ve třetí zkumavce sacharosu hydrolyzovaly přítomné kvasinky.

Úloha 3: Dokažte přítomnost polysacharidu škrobu v buňkách bramborové hlízy

Teorie: Škrob řadíme mezi polysacharidy. Je tvořen obrovským množstvím glukózových jednotek sdružených do dvou polysacharidů nevětvené amylozy a větveného amylopektinu. Je neredukující a v tělech rostlin má zásobní funkci. Jeho přítomnost lze dokázat Lugolovým roztokem. Při reakci s ním vzniká modré zbarvení.

Materiál: hlíza bramboru (*Solanum tuberosum*), bramborový škrob (Solamyl)

Pomůcky: skalpel, zkumavka, kapátko, kahan

Chemikálie: destilovaná voda, Lugolův roztok

Postup:

1. Do zkumavky odpipetujte 5ml destilované vody a přidejte malé množství bramborového škrobu.
2. Obsah zkumavky krátce povařte a poté ochlaďte pod proudem studené vody.
3. Hlízu bramboru rozřízněte na dvě poloviny.
4. Do zkumavky a na řeznou plochu hlízy kápněte kapátkem Lugolův roztok. Pozorujte změny.

Úkoly:

- 1) Popište změny ve zkumavce a na řezné ploše hlízy bramboru.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1 a 2: **Důkaz škrobu**



Obsah škrobu se projevil po přidání Lugolova roztoku modrým zbarvením roztoku ve zkumavce a plochy řezu hlízou bramboru.

Úloha 4: Dokažte přítomnost polysacharidu celulózy v buněčné stěně

Teorie: Celulóza je polysacharid tvořící buněčné stěny rostlinných buněk. Lze ji dokázat reakcí s chlorzinkjodem. Principem reakce je částečná přeměna celulózy chloridem zinečnatým obsaženým v činidle. Produkty této reakce pak s jódem poskytují modré zbarvení.

Materiál: víceletá větévka pelargonie (*Pelargonium sp.*), hoji voskové (*Hoya carnosae*), potosu (*Epipremnum sp.*)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, filtrační papír

Chemikálie: chlorzinkjod

Postup:

1. Z větévky vybrané rostliny vytvořte příčným řezem běžným způsobem preparát.
2. Místo kapky vody na podložním sklíčku použijte činidlo.
3. Pozorujte mikroskopem, jádra zmodrají okamžitě, buněčné stěny do 15 minut.

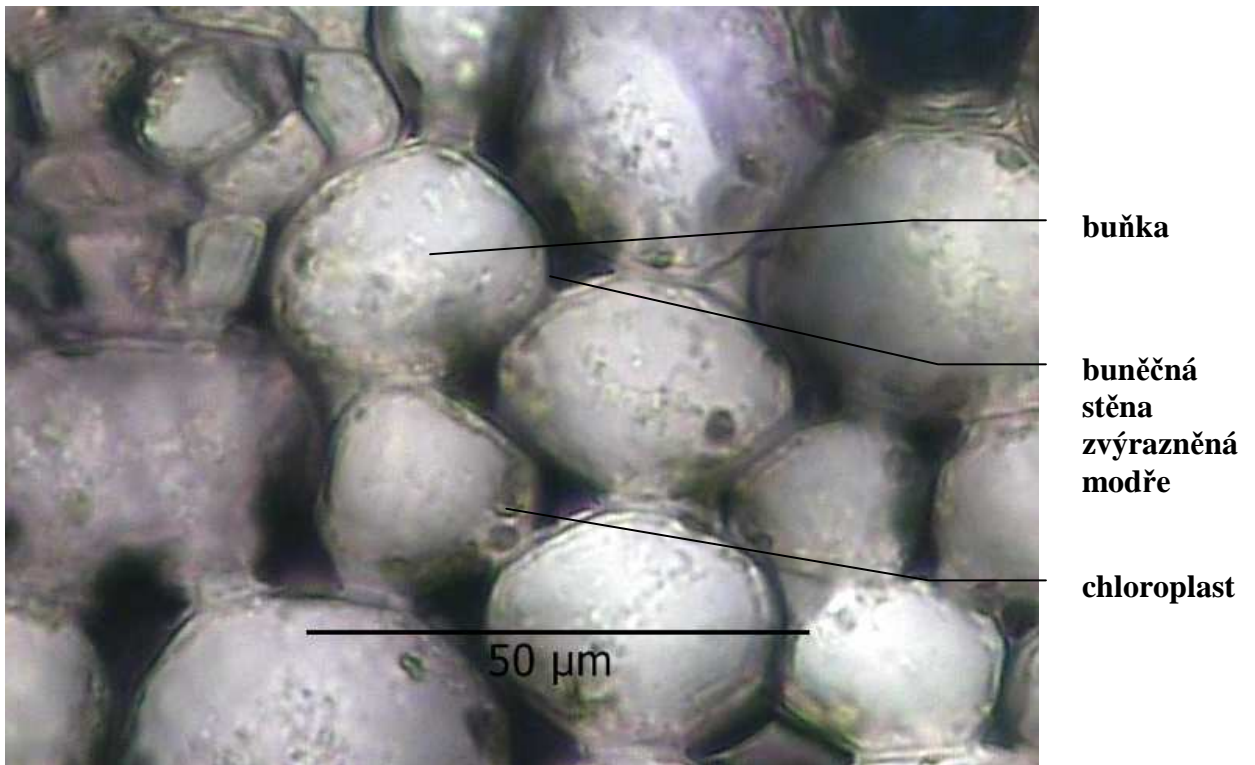
Úkoly:

- 1) Zhotovte nákres preparátu, popište jej a uveďte zvětšení.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

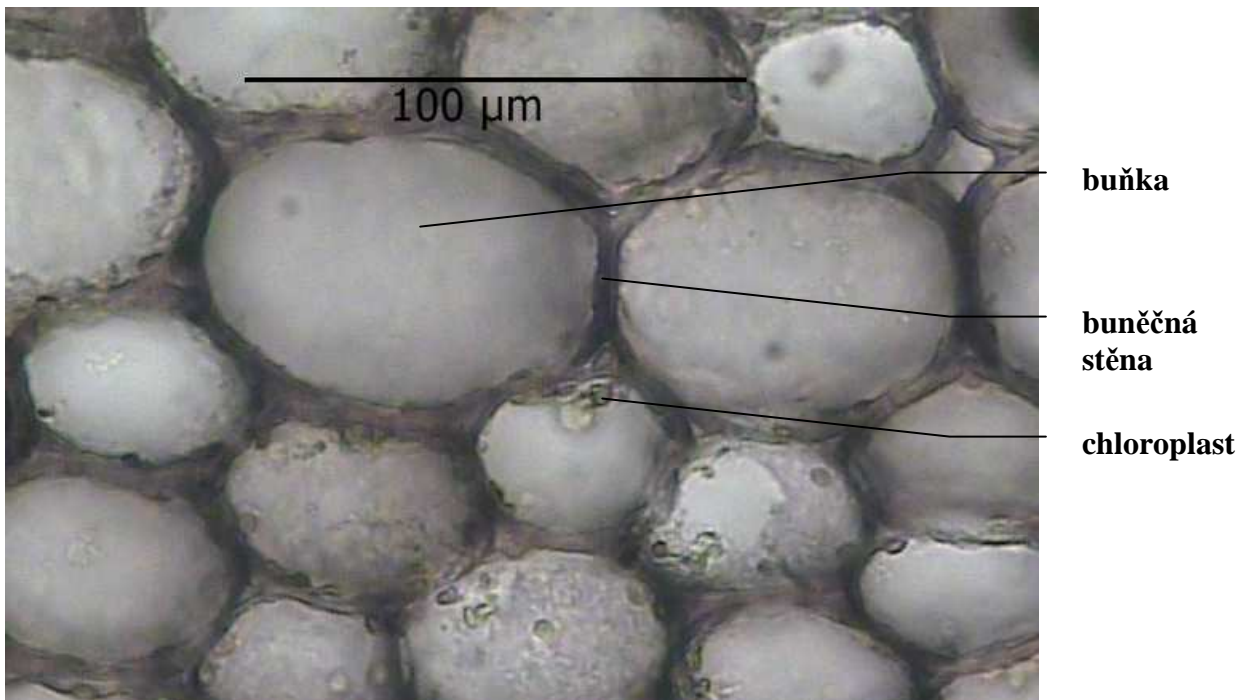
Úkol 1):

Obrázek č.1: **Hoja vosková**



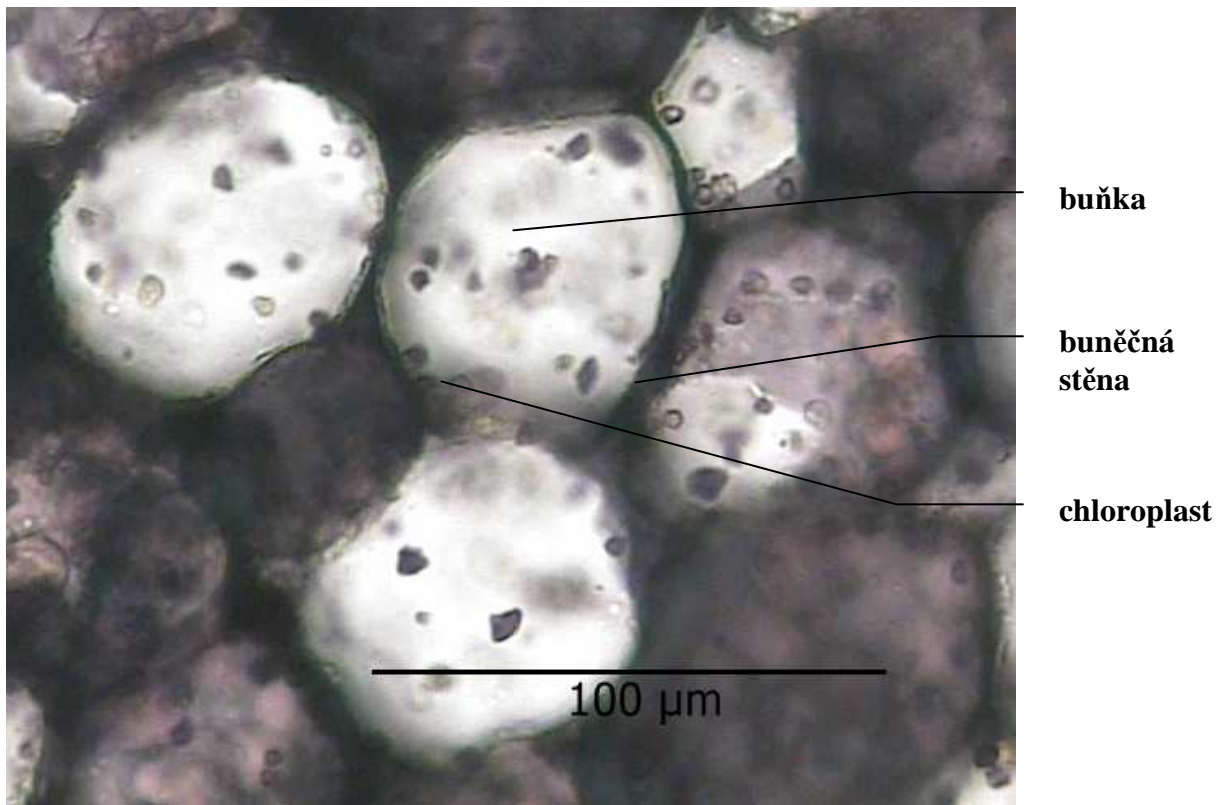
Zvětšení: 10x40

Obrázek č.2: **Pelargónie**



Zvětšení: 10x20

Obrázek č.3: **Potos**



Zvětšení: 10x20

Poznámka: červená barva svědčí o přítomnosti suberinu v buněčné stěně.

TÉMA 9: DNA V BUŇKÁCH

CÍLE:

1. Úlohy mohou být využity jako motivace k výuce o chemické stavbě buněk či před výkladem o buněčném dělení.
2. Žáci se seznámí postupně se základními chemickými látkami, které tvoří buňky a potažmo i všechny živé organismy.
3. Nadále budou žáci prohlubovat schopnost spolupráce a komunikace se spolužáky a budou se učit organizovat práci v laboratoři.
4. Naučí se zacházet s chemikáliemi a získají obratnost v laboratoři.

ÚLOHA:

- 1) Izolujte DNA z libovolného biologického materiálu

TEORETICKÝ ÚVOD:

Deoxyribonukleová kyselina (DNA) je makromolekulární látka, která je tvořena řetězcem nukleotidů. Nukleotid tvoří pětiuhlíkatý cukr deoxyribóza, zbytek kyseliny fosforečné fosfát a dusíkatá báze. Právě v dusíkaté bázi se nukleotidy liší, těmito bázemi jsou adenin, guanin, cytosin a thymin. DNA je vždy dvouvláknová a stočená do šroubovice. Vlákna jsou vzájemně komplementární, tj. vytvářejí vodíkové můstky mezi odpovídajícími bázemi. Adenin je komplementární s thyminem a cytosin s guaninem. DNA je uložena v jádře a je nositelkou genetické informace. Po natažení by molekula DNA měřila až 2 metry. Tato práce poskytuje jednoduchý návod jak DNA z buněčného jádra vyextrahovat (oddělit) za použití v domácnosti běžně dostupných chemikálií jako je sůl, prostředek na nádobí (detergent a sůl napomůžou rozrušení buněčné membrány a membrán jádra), prací prášek (obsahuje enzym, který obsahuje proteázu a odstraní histony) a alkohol (v něm je DNA nerozpustná a vytváří sraženinu).

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Žáci si sami přinesou vlastní materiál, z něhož chtějí DNA izolovat. Může to být například ovoce, zelenina, nebo list nějaké rostliny.

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 183-209

Úkol 1: Izolujte DNA z libovolného biologického materiálu

Teorie: DNA (deoxyribonukleová kyselina) je nositelkou genetické informace. V buňce se nachází v jádře. DNA je dlouhá makromolekula tvořená dvěma spirálovitě stočenými vlákny, která po natažení mohou měřit až 2m. DNA je možné z buňky izolovat. Nejdříve se musí mechanicky rozrušit buněčné obaly a membrány jader a odfiltrovat roztok obsahující molekuly DNA. Poté je nutné DNA uvolnit z bílkovin (histonů), na které je vázána, a nakonec se k vysrážení neviditelné DNA použije alkohol, neboť v něm je DNA nerozpustná.

Materiál: jakýkoli biologický materiál (ovoce, zelenina, listy rostlin,...)

Pomůcky: odměrný válec, kádinky, baňka, třecí miska s tloučkem, nálevka, filtrační papír, zkumavky

Chemikálie: chlorid sodný (NaCl), detergent (prostředek na mytí nádobí), enzym (prací prášek), 80% ethanol

Postup:

1. 0,5 g NaCl rozetřete spolu s kouskem vybraného materiálu v třecí misce. Vytvoříte tak homogenát.
2. V kádince opatrně smíchejte 15 ml vody a 5 ml detergentu, nakonec přidejte homogenát a dobře jej rozmíchejte. Poté jej nechte asi 15 minut v klidu.
3. Směs opatrně přefiltrujte do jiné kádinky a do filtrátu přidejte špetku pracího prášku, opatrně zamíchejte a znovu nechte několik minut v klidu.
4. Vzniklý roztok poté rozdělte do zkumavek a přilijte zhruba stejný objem ethanolu. DNA se vysráží.

Úkoly:

- 1) Z materiálu, který jste si sami přinesli, izolujte DNA. Výsledek práce zdokumentujte (nákres nebo fotografie).

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Obrázek č.1: Sraženina DNA vznikající ve filtrátech z jablka, rajčete a dracény.



jablko

rajče

dracena

TÉMA 10: FOTOSYNTETICKÁ BARVIVA V BUŇKÁCH LISTŮ ZELENÝCH ROSTLIN

CÍLE:

1. Žáci zjistí nebo se přesvědčí o tom, že zelené části rostlin obsahují fotosyntetická barviva.
2. Učitel může žáky těmito praktickými cvičeními motivovat k výuce o fotosyntéze.
3. Žáci získají praktické dovednosti v laboratoři (práce s kahanem, filtrace, zacházení s chemikáliemi)
4. Žáci rozvíjí schopnost spolupráce se spolužáky, komunikují s nimi a jsou schopní sami si zorganizovat práci.

ÚLOHY:

- 1) Extrahujte (oddělte) fotosyntetická barviva z listů zelené rostliny
- 2) Rozdělte fotosyntetická barviva podle Krausovy metody
- 3) Rozdělte fotosyntetická barviva papírovou chromatografií

TEORETICKÝ ÚVOD:

Fotosyntetické pigmenty (neboli asimilační barviva) se účastní anabolického procesu zvaného fotosyntéza. Fotosyntézy jsou schopny všechny zelené rostliny, které mají asimilační barviva uložena v chloroplastech. Zde také probíhá fotosyntéza, což je schopnost rostliny z anorganických látek oxidu uhličitého a vody asimilovat (vyrábět) látky organické, a to monosacharid glukózu za účasti energie světelného záření. Právě fotosyntetická barviva jsou schopna vázat sluneční energii, která je k procesu fotosyntézy nezbytná. Úkolem žáků v následujících úlohách je přesvědčit se o jejich přítomnosti v zelených rostlinách, extrahovat je z nich a poté je dvěma různými metodami rozdělit.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Dbejte na bezpečnost práce (práce s hořlavými látkami, těkavými látkami).
- b) Pro demonstraci přítomnosti fotosyntetizujících barviv v listech lze využít pouze jeden z uvedených způsobů dělení.
- c) Chromatografie je náročná na čas, doporučuji tedy připravit stojany se svorkami předem. V čase, než se pigmenty oddělí lze odpovídat na Ověřovací otázky.

- d) Nejvhodnějším rostlinným materiálem se jeví listy kopřivy, protože obsahují velké množství fotosyntetických pigmentů. Z pokojových rostlin je velmi vhodná pelargonie. Extrakt z listů zelence je slaběji zbarven, protože listy zelence obsahují výrazně menší množství fotosyntetických pigmentů, než bylo v ostatních dvou vzorcích. Podíl fotosyntetických barviv v listech je potom ještě menší u zelence s panašovanými listy.
- e) Extrakce pigmentů ethanolem (úloha 1) či rozdělení pigmentů papírovou chromatografií (úkol 3) lze využít jako demonstrační pokusy v rámci tématu Fotosyntéza či učiva o rostlinné buňce k důkazu přítomnosti chlorofylu a dalších fotosyntetizujících pigmentů v plastidech.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. ethanol:

- ethanol je významnou surovinou při výrobě alkoholických nápojů, technický ethanol používaný v laboratořích je však k výrobě alkoholických nápojů nevhodný
- jedná se o vysoce hořlavou látku
- R a S věty: R11, (S2), S7, S16

2. uhličitan sodný:

- dráživý
- R a S věty: R36, (S2), S22, S26

3. benzín:

- vysoce hořlavá kapalina, nepříjemného zápachu
- nevdechujte páry, uchovávejte v uzavřené láhvi
- R a S věty: R11, R38, R48/20, R51/53, R62, R65, R67, S9, S16, S33, S36/37, S43, S60, S62

LITERATURA PRO ŽÁKY:

- Rosypal, S.: Nový přehled biologie, 2003, Praha, Scientia, ISBN 80-7183-268-5, str. 66-68, 227-230
- Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 432-433
- Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 176-196

Úloha 1: Extrahujte (oddělte) fotosyntetická barviva z listů zelené rostliny

Teorie: Mezi fotosyntetická barviva patří zelené chlorofyly (modrozelený chlorofyl *a* a žlutozelený chlorofyl *b*) a karotenoidy (oranžovočervené karoteny a žluté xantofyly).

Úvod: Z chemického hlediska řadíme fotosyntetická barviva mezi lipochromy – barviva rozpustná v tučných a jejich rozpouštědlech. Nerozpouští se tedy ve vodě, ale např. v ethanolu (polární rozpouštědlo) nebo benzínu (nepolární rozpouštědlo).

Materiál: čerstvé listy zelence (*Chlorophytum comosum*), kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*) a pelargonie (*Pelargonium sp.*)

Pomůcky: nůžky, stojan se zkumavkami, skleněná nálevka, filtrační papír, kahan, kádinka

Chemikálie: destilovaná voda, ethanol, uhličitán vápenatý (Na_2CO_3)

Postup:

1. Nastříhané listy vybrané rostliny vložte do kádinky, přelijte vodou a přidejte špetku uhličitanu kvůli neutralizaci kyselin.
2. Po 15 minutách zahřívání nad kahanem, slijte vodu, materiál dobře vymačkejte a přelijte ethanolem.
3. Znovu OPATRNE zahřívejte dokud se tekutina nezbarví temně zelenou barvou. Tekutinu zfiltrujte a chraňte před přímým slunečním zářením.

Úkoly:

- 1) Pozorujte a popište rozdíly vyextrahovaných/vyluhovaných barviv z jednotlivých druhů listů.
- 2) Vysvětlete rozdílné zbarvení extraktů.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1: Vyextrahované pigmenty z listů zelence, kopřivy a pelargonie.



Extrakt z rostlin použitých v této úloze se výrazně liší svým zbarvením. Nejtemněji zelený extrakt jsme získali z kopřivy. Méně zbarvený výluh fotosyntetických barviv poskytla pelargonie a světle zelený listy nepanašovaného zelence.

Úkol 2)

Barva extraktu z listů rostlin závisí na tom, kolik je v nich obsaženo fotosyntetických barviv. Z pozorování vyplývá, že největší množství fotosyntetických barviv se nachází v listech kopřivy, o něco méně v listech pelargonie a zelence obsahuje těchto barviv nejméně v porovnání s ostatními využitými rostlinami.

Úloha 2: Rozdělte fotosyntetická barviva podle Krausovy metody

Úvod: Krausova metoda rozdělení fotosyntetických barviv je založena na jejich různé rozpustnosti ve dvou navzájem nemísitelných rozpouštědlech. Díky tomu se ve zkumavce vytvoří dvě různobarevné fáze – benzínová a ethanolová.

Materiál: alkoholový výluh pigmentů z listů rostlin z úkolu č. 1

Pomůcky: skleněná nálevka, odměrný válec, pipeta 10 ml, stojánek se zkumavkami, pryžové zátky na zkumavky

Chemikálie: benzín (petroléter), destilovaná voda

Postup:

1. Do 3 zkumavek napipetujte 4ml od každého alkoholového extraktu a do každé zkumavky přidejte 4ml benzínu. Zkumavky zazátkujte, protřepte a nechte stát v klidu několik minut.

Poznámka: benzín je HOŘLAVÁ a TĚKAVÁ látka, kromě toho má při pravidelném styku s ní i karcinogenní účinky, a proto by se neměla dostat do ruky žádnému studentovi. Pokud zvolíte tento pracovní postup pro oddělení fotosyntetických barviv, benzín do zkumavek přidá učitel a pracuje výhradně v digestoři.

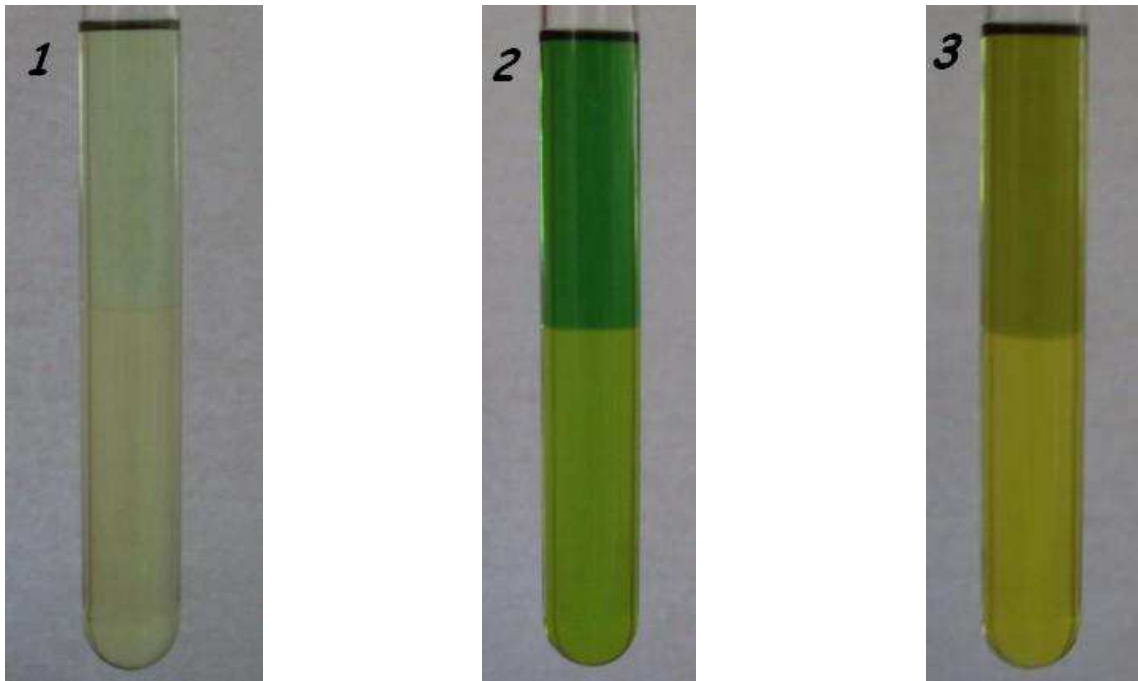
2. Pro lepší oddělení obou fází můžete opatrně pomalu po kapkách (asi 5) přidat destilovanou vodu tak, aby se extrakt nezkalil.

Úkoly:

1) Pozorujte co se děje s alkoholovým extraktem po přidání benzínu. Jsou obě rozpouštědla navzájem mísitelná?

2) Vysvětlete rozdílné zbarvení obsahu zkumavek a které pigmenty je způsobují.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:



Obrázek č.1: 1 = zelenec, 2 = kopřiva, 3 = pelargonie

Úkol 1)

Obsah zkumavek se rozdělil na 2 části (vrstvy). Obě rozpouštědla se tedy vzájemně nemísí. Horní benzínová vrstva je zbarvena žlutě a spodní alkoholová vrstva je zbarvena zeleně.

Úkol 2)

V horní žluté benzínové vrstvě jsou rozpuštěny xantofyly, které se lépe rozpouští v nepolárním rozpouštědle, jako je benzín. Ostatní barviva zůstala v zelené alkoholové vrstvě, neboť se lépe rozpouští v polárním rozpouštědle jako je ethanol.

Úloha 3: Rozdělte fotosyntetická barviva papírovou chromatografií

Úvod: Papírová chromatografie patří mezi analytické separační metody. Její podstatou je existence dvou fází – stacionární (nepohyblivé) a mobilní (pohyblivé). V následujícím úkolu je stacionární nepohyblivou fází vždy filtrační nebo chromatografický papír. Fází mobilní je kapalina, v tomto případě alkohol, ve kterém jsou rozpuštěna fotosyntetická barviva. Mobilní fáze vzlíná vzhůru po fázi stacionární. Díky tomu, že papír obsahuje různě velké póry, dochází k zadržování molekul rozpuštěných barviv papírem. Doba tohoto zadržení je pro různé typy barviv různá. V praxi to znamená, že alkohol vzlíná vzhůru určitou rychlostí, molekuly v něm rozpuštěných barviv jsou však zadržovány po určitou dobu v pórech papíru. Xantofyly jsou zadržovány nejméně a chlorofyly nejvíce.

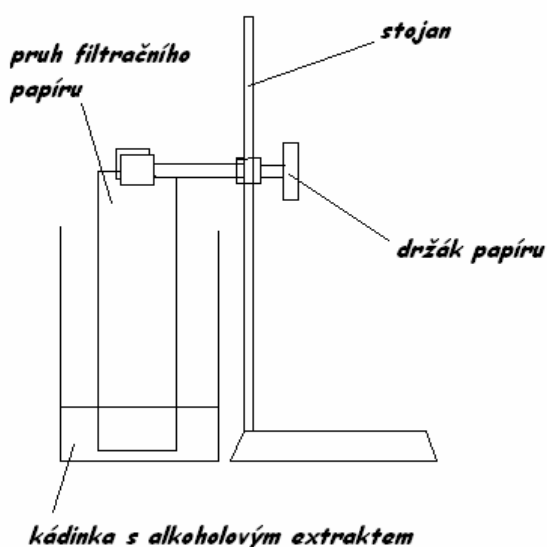
Materiál: alkoholový výluh pigmentů z listu rostlin z úkolu č. 1

Pomůcky: kádinky, filtrační nebo chromatografický papír, stojánek, držák, nůžky, špejle

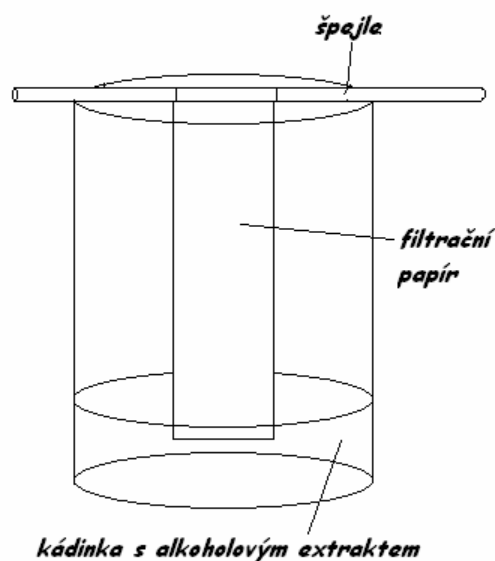
Postup:

1. Z filtračního papíru vystříhnete pruh dlouhý 15 - 20 cm a široký 1,5 – 3 cm a ponořte jej do kádinky s alkoholovým extraktem tak, aby se nedotýkal dna kádinky. Na opačné straně pruh filtračního papíru upevníte do držáku na stojanu (viz náčrt 1) nebo jej můžete upevnit pomocí špejle (viz náčrt 2).

Náčrt č. 1



Náčrt č. 2



2. Totéž proved'te pro ostatní dva extrakty.

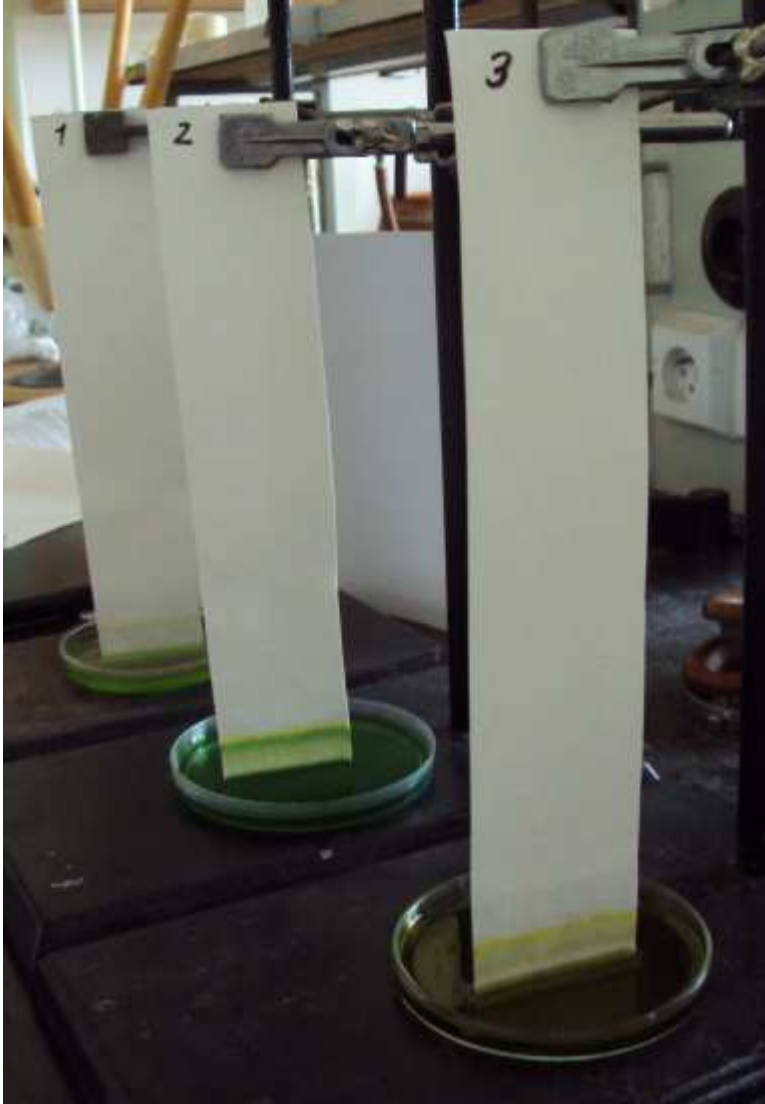
Úkoly:

- 1) Zaznamenejte výsledek rozdělení barviv.
- 2) Pozorujte, jak vzlíná kapalina vzhůru papírem. Co se děje s barvivy? Vzlínají jednotlivé typy barviv stejně rychle?

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Obrázek č.1: Pigmenty vzlínají vzhůru různou rychlostí. Nejrychleji postupují žluté xantofyly, nejpomaleji zelené chlorofyly. Oranžovočervené karoteny jsou uprostřed.



Úkol 2)

Kapalina unáší jednotlivé typy barviv vzhůru různou rychlostí. Původně temně zelená kapalina se rozdělí. Nejrychleji postupují žluté xantofyly, naopak nejpomaleji zelené chlorofyly.

TÉMA 11: BUNĚČNÉ DĚLENÍ

CÍLE:

1. Žáci se seznámí nebo si ověří, že buněčné dělení mitóza probíhá ve 4 fázích – profáze, metafáze, anafáze a telofáze.
2. Žáci umí vysvětlit, co se děje s buněčnou DNA (chromosomy) v jednotlivých fázích dělení.
3. Žáci prohlubují schopnost práce s mikroskopem a přípravu dočasných preparátů.
4. Žáci získají pracovní dovednosti, rozvíjí schopnost komunikace a spolupráce se spolužáky a jsou schopni si zorganizovat vlastní práci.

ÚLOHA:

- 1) Pozorujte v buňkách čerstvých kořínků fáze probíhajícího mitotického dělení

TEORETICKÝ ÚVOD:

U eukaryotických buněk rozeznáváme dvě formy buněčného dělení. Prvním způsobem dělení je meióza, která je charakteristická pro buňky pohlavní a druhým způsobem je mitóza, jejímž mechanismem se dělí hlavně buňky somatické (tělní). Cílem této úlohy je vysvětlit žákům, jakým způsobem probíhá mitóza v buňkách dělivých pletiv rostlin. Úkolem žáků bude najít v buňkách nově vytvořených kořenů rostliny všechny fáze mitózy – profázi, metafázi, anafázi a telofázi, aby si sami ověřili, co se v jednotlivých fázích děje s chromozomy buňky.

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Na jedno cvičení bude třeba větší množství zakořeněných rostlin. Je proto vhodné dát žákům za úkol, aby si každý přinesl na cvičení rostlinu vlastní.
- b) Rostlinu je třeba dát zakořenit nejméně 14 dní před cvičením, učitel by proto měl žáky včas upozornit a pro jistotu jich několik (alespoň 4) připravit sám.
- c) Při přípravě preparátu je nutné použít na zahřátí kahan, postačí lihový. Vzhledem k bezpečnosti práce a nutnosti správného provedení (nesmí dojít k varu) je vhodné, aby preparáty nad kahanem zahříval učitel. Každý preparát se zahřívá jen několik málo sekund.
- d) Vzhledem k tomu, že žáci budou pracovat s chemikáliemi a barvivem, je vhodné, aby měli ochranný plášť.
- e) Odebrané vzorky z rostlin musejí být krátkou dobu fixovány a poté macerovány. Macerační a fixační roztoky lze připravit do skupin (4-6 žáků).

- f) Jelínek, Zicháček (1996) ve své publikaci Biologie – praktická část uvádějí jako možný zdroj pozorování fází mitózy naklíčené cibule. Cibule se umístí do kádinky, která má stejný obvod jako použitá cibule, takže ji svým objemem uzavře. Podpučí musí být ve vodě. Doba pro naklíčení cibule uvádějí jeden týden.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. fixační roztok:

- 96% ethanol s ledovou kyselinou octovou v poměru 3:1
- uchovávejte v uzavřené nádobě, uvolňuje nepříjemný zápach

2. macerační roztok:

- 96% ethanol s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou HCl v poměru 1:1
- uchovávejte v uzavřené nádobě, uvolňuje nepříjemný zápach

3. acetokarmín:

- 0,5 g karmínu ve 100 ml 45% kyseliny octové, hodinu povařte a zfiltrujte
- barvivo, barví DNA

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Kubišta, V.: Obecná biologie, 2004, Praha, Fortuna, ISBN 80-7168-714-6, str. 86-90

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 215-233

Alberts, B.: Základy buněčné biologie, 2006, Brno, Espero Publishing, ISBN 80-902906-0-4, str. 547-569

Závodská, R.: Biologie buněk, 2006, Scientia, Praha, ISBN 80-86960-15-3, str.

Úloha 1: Pozorujte v buňkách čerstvých kořínků fáze probíhajícího mitotického dělení

Teorie: Buněčným dělením zvaným mitóza se dělí buňky somatické neboli tělní. Buňky pohlavní se dělí vlastním specifickým způsobem – meiózou. Mitóza probíhá ve 4 fázích. První fází je profáze, která je následována metafází, na kterou navazuje anafáze, a dělení ukončuje telofáze, po které dochází k vlastnímu dělení buňky (cytokinezi). V profázi se v jádře zahušťuje chromatin a formují se chromozomy složené ze dvou chromatid. Také se rozpouští jaderná membrána. V metafázi se chromozomy řadí do ekvatoriální (rovníkové) roviny ve středu buňky. V anafázi se chromatidy (polovina každého chromozomu) rozcházejí k pólům buňky. V telofázi se potom obnovuje jaderná membrána a chromozomy se opět rozvolňují. Následuje cytokineze – vlastní dělení buňky.

Materiál: čerstvé kořínky pokojové rostliny *Aglaonema sp.* (nebo jiné rostliny, která ve vodě dobře zakořeňuje)

Pomůcky: mikroskop, preparační souprava, 3 Petriho misky, filtrační papír, kahan

Chemikálie: fixační roztok (96% ethanol s ledovou kyselinou octovou v poměru 3:1), macerační roztok (96% ethanol s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou HCl v poměru 1:1), acetokarmín (0,5 g karmínu ve 100 ml 45% kyseliny octové, hodinu povařte a zfiltrujte)

Postup:

1. Alespoň 14 dní před cvičením oddělte část vybrané rostliny a dejte jej do vody zakořenit (doba zakořeňování je u každé rostliny jiná).
2. Z kořínků odřežte kořenové špičky o délce asi 5 mm a přeneste je do fixačního roztoku, kde je ponecháte asi 10 minut.
3. Po uplynutých 10 minutách kořínky přeneste do maceračního roztoku a ponechte jej rovněž asi 10 minut působit.
4. Po macerování kořínky 10 minut propírejte v destilované vodě a poté z nich odřízněte pouze koncovou část (asi 2 mm).
5. Tuto část přeneste do kapky acetokarmínu na podložním skle, překryjte ji sklem krycím a vytvořte roztlačový preparát.
6. Před pozorováním preparát opatrně a velmi krátce zahřejte nad kahanem, nesmí však dojít k varu!!!

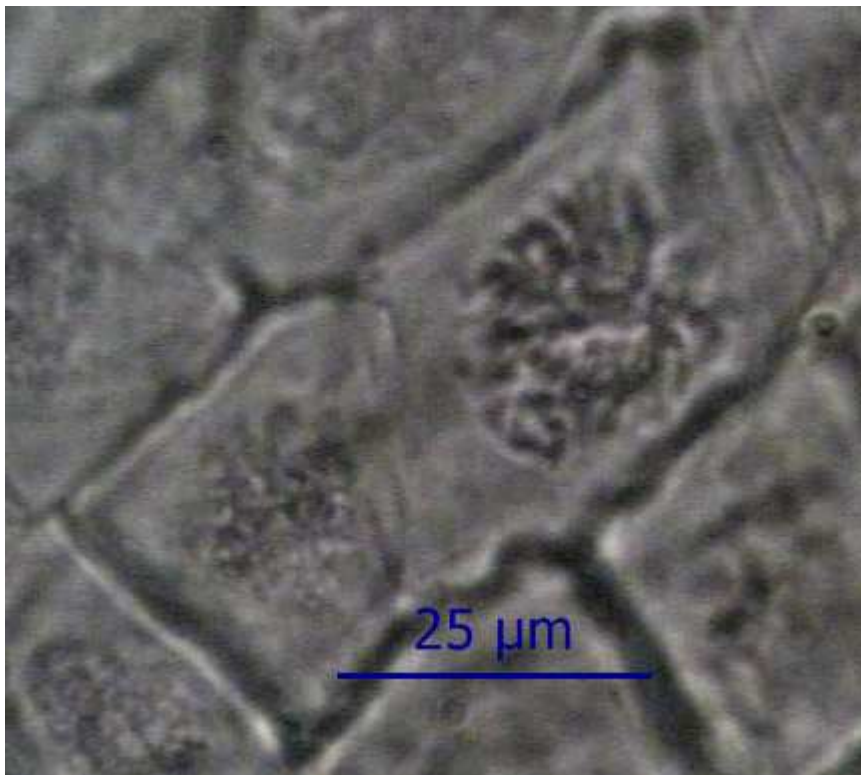
Úkoly:

- 1) V preparátu najděte buňku ve které právě probíhá mitóza. Buňku zakreslete a pokuste se odhadnout o kterou fázi mitózy se jedná.
- 2) Najdete v preparátu ještě další buňky, ve kterých je mitóza v odlišné fázi? Vypište fáze mitózy a napište, co se v dané fázi děje a jestli jste danou fázi v preparátu zpozorovali.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Profáze

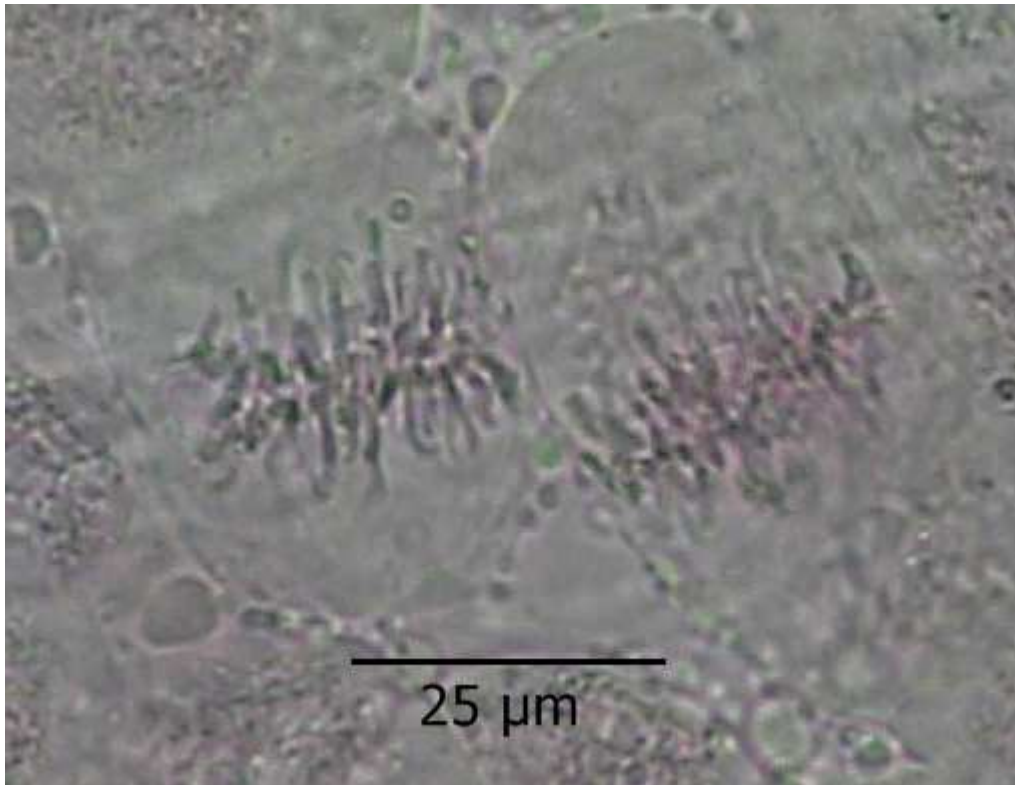


Zvětšení: 10x40

Metafáze



Zvětšení: 10x40



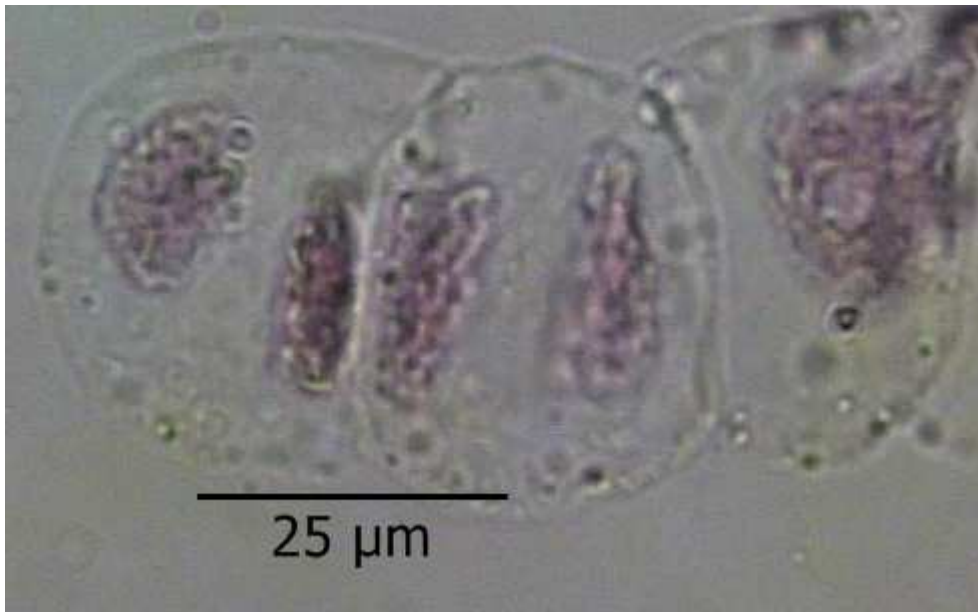
Zvětšení: 10x40

Anafáze



Zvětšení: 10x40

Telofáze (+ počínající cytokineze)



Zvětšení: 10x40

Úkol 2)

Profáze = zahušťování chromatinu, tvorba chromozomů, rozpuštění jaderné membrány

Metafáze = řazení chromozomů do rovníkové roviny

Anafáze = odtahování chromatid k pólům buňky

Telofáze = rozvolňování chromozomů, obnova jaderné membrány, cytokineze

TÉMA 12: KVASINKY A PLÍSNĚ

CÍLE:

1. Žáci se seznámí se stavbou kvasinek pивních a jejich využitím.
2. Žáci se seznámí se stavbou plísně hlavičkové a kropidlovce černavého.
3. Žáci jsou schopní komunikovat a spolupracovat se spolužáky a jsou schopní zorganizovat si práci.
4. Žáci procvičují techniku mikroskopování a tvorby dočasných preparátů.
5. Žáci rozvíjejí svou schopnost samostatně pracovat v laboratoři.

ÚLOHY:

- 1) Pozorujte kvasinky pивní
- 2) Pozorujte děj, který nastává po smíchání suspenze kvasinek s roztokem cukru (sacharózy)
- 3) Pozorujte plísně vytvořené na povrchu chleba či jiných materiálech

TEORETICKÝ ÚVOD:

Kvasinky pивní patří do oddělení vřecokvýtrusých hub (*Ascomycota*) a třídy Sacharomycéty (*Saccharomycetes*). Kvasinky jsou kulovité nebo oválné, množí se nepohlavně pučením a vytvářejí charakteristické řetízky. Kvasinky pивní jsou velmi významnou surovinou pro výrobu piva a vína, sušené a lisované kvasinky se v podobě droždí používají na výrobu chleba. (Kalina, T.; Váňa, J., 2005)

Plíseň hlavičková i kropidlovec černavý patří do rovněž do říše hub, oddělení Zygomycéty (*Zygomycetes*). Obě plísně vznikají na potravinách při nesprávném způsobu jejich uskladnění. (Rosypal, S., 2003)

POKYNY PRO UČITELE:

- a) Vzhledem k používání plesnivých potravin v této úloze, je třeba dbát více na hygienu a upozornit žáky, aby si při odchodu z laboratoře myli ruce.
- b) Potraviny, například chléb, je třeba dát zplesnivět asi týden před laboratorním cvičením. Plesnivění se urychlí, pokud chléb navlhčíte a uzavřete do igelitového sáčku.
- c) Rovněž není žádoucí, aby žáci vdechovali uvolňující se spory. Plesnivou potravinu, by měli i během cvičení uchovávat uzavřenou v sáčku.
- d) Žáci si mohou sami přinést vlastní materiál k pozorování, učitel by je měl včas upozornit.

SEZNAM CHEMIKÁLIÍ:

1. vápenná voda:

- suspenze oxidu vápenatého (CaO) ve vodě
- příprava: vmíchejte CaO do destilované vody (na 30 ml vody asi 1 lžička CaO), suspenzi nechte odstát asi 3 hodiny a poté ji zfiltrujte do lahve, kterou poté těsně uzavřete, suspenze musí být čirá
- nevdechujte prach oxidu vápenatého, jedná se o dráždivou žíravou látku
- při práci s oxidem vápenatým noste ochranné pomůcky (rukavice, brýle)

LITERATURA PRO ŽÁKY:

Kalina, T.; Váňa, J.: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, 2005, Praha, Karolinum, ISBN 80-246-1036-1, str. 283-288, 265

Campbell, N.A.; Reece, J.B.: Biologie, 2006, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4, str. 616-632

Úloha 1: Pozorujte kvasinky pивní

Teorie: Kvasinky pивní (*Saccharomyces cerevisiae*) jsou jednobuněčné organismy, které řadíme mezi houby. Rozmnožují se převážně nepohlavně, a to pučením, díky němuž vytváří charakteristické řetízky. S kvasinkami pивními jste se již určitě potkali v běžném životě. Kvasinky se používají při výrobě piva, vína a chleba zejména pro jejich schopnost kvašení (fermentace).

Materiál: 10 g kvasnic (kvasinky pивní)

Pomůcky: kádinka, mikroskop, preparační souprava, krycí a podložní sklo

Chemikálie: methylenová modř, voda

Postup:

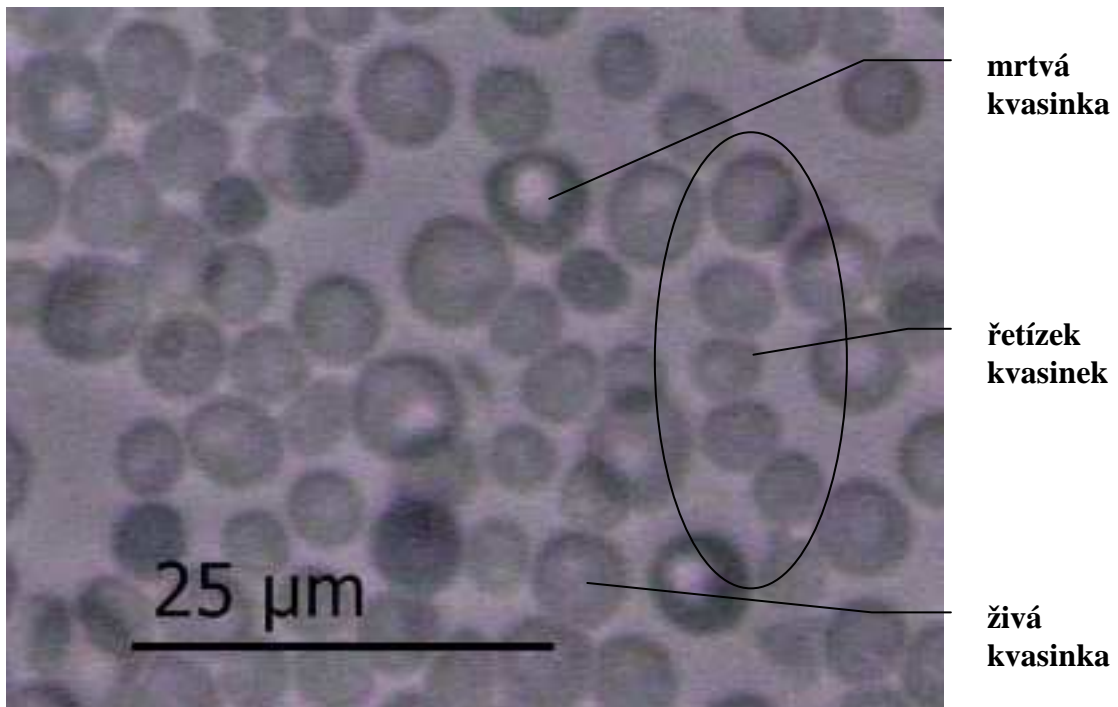
1. Kvasnice smíchejte den předem v kádince se 100 ml vody.
2. Kápněte kapku vzniklé suspenze na podložní sklo a přikápněte k ní kapku methylenové modři.
3. Dbejte na to, aby se obě kapky smíchaly a pozorujte preparát pod mikroskopem.

Úkoly:

- 1) Zakreslete několik buněk kvasinek, které tvoří typický řetízek vzniklý pučením.
- 2) V nákresu od sebe odlište živé a mrtvé kvasinky. Napište, čím je způsobeno jejich odlišné zbarvení.

MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)



Zvětšení: 10x40

Úkol 2)

Živé kvasinky mají pro barvivo téměř nepropustné cytoplazmatické membrány. Cytoplazmatické membrány mrtvých kvasinek se methylenovou modří snadno obarví.

Úloha 2: Pozorujte děj, který nastává po smíchání suspenze kvasinek s roztokem cukru (sacharózy)

Teorie: Kvasinky jsou díky enzymům, které obsahují, schopné přeměňovat sacharidy za vzniku alkoholu a oxidu uhličitého. Tuto přeměnu nazýváme alkoholové kvašení.

Materiál: 10 g kvasnic (kvasinky pивní, z předchozího úkolu), kostka cukru

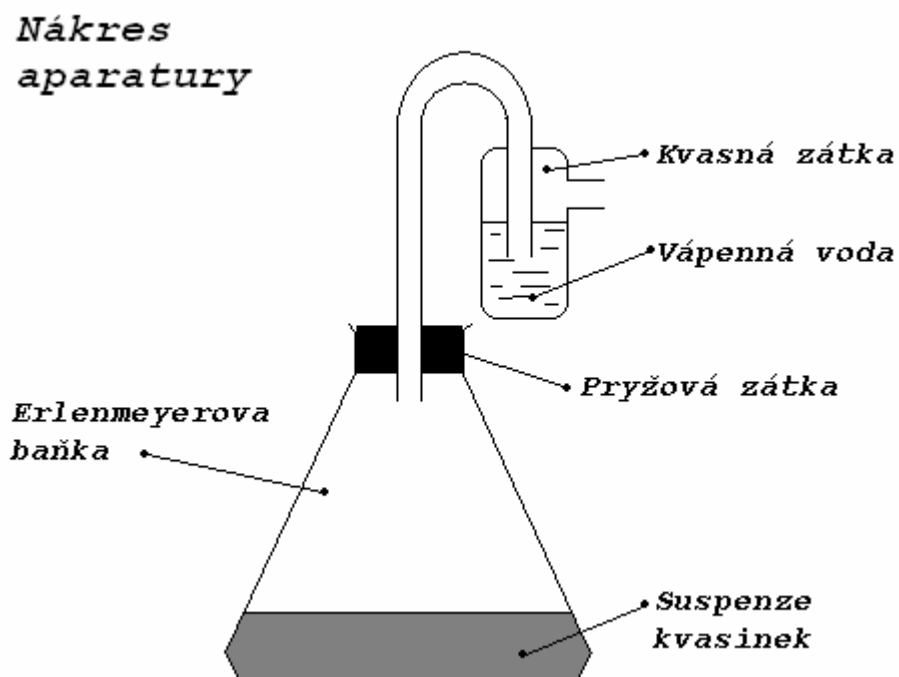
Pomůcky: kónická Erlenmeyerova baňka, pryžová zátka s otvorem, kvasná zátka

Chemikálie: destilovaná voda, vápenná voda (příprava viz výše)

Postup:

1. V baňce smíchejte kvasnice se 100 ml vlažné vody a přidejte kostku cukru. Dobře promíchejte.
2. Baňku uzavřete pryžovou zátkou a do ní nasadíte zátku kvasnou naplněnou vápennou vodou (viz Obrázek).

Obrázek: Nákres aparatury



Úkoly:

- 1) Pozorujte změny a zaznamenejte je.
- 2) Vysvětlete, jaká reakce probíhá. (Vzorec vápenné vody je $\text{Ca}(\text{OH})_2$.)

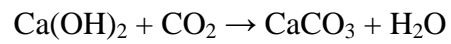
MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Úkol 1)

Po několika minutách se suspenze dříve čiré vápenné vody začne mléčně kalit.

Úkol 2)

Při alkoholovém kvašení uvolňují kvasinky oxid uhličitý CO_2 , který s vápennou vodou reaguje a vytváří v ní nerozpustný uhličitan vápenatý CaCO_3 . Vzorec reakce je:



Úloha 3: Pozorujte plíseň vytvořenou na povrchu chleba či jiných materiálech

Teorie: Plíseň často nacházíme na špatně uskladněných potravinách. Nejčastějším druhem plísně, kterou můžeme pozorovat, je plíseň hlavičková, kterou též řadíme mezi houby. Její podhoubí je mnohojaderné, bez přehrádek. Z podhoubí vyrůstá výtrusnice, kterou se plíseň nepohlavně rozmnožuje. Výtrusnice je kulovitá. Místo této plísně občas narůstá kropidlovec černavý, který je k podkladu přichycen svazečkem rhizoidů, z něhož vyrůstají výtrusnice ve svazečcích (2 – 5 výtrusnic).

Materiál: plesnivý chléb (ke chlebu přiložte do mikrotenového sáčku vlhký filtrační papír)

Pomůcky: preparační souprava, mikroskop, krycí a podložní sklo

Postup:

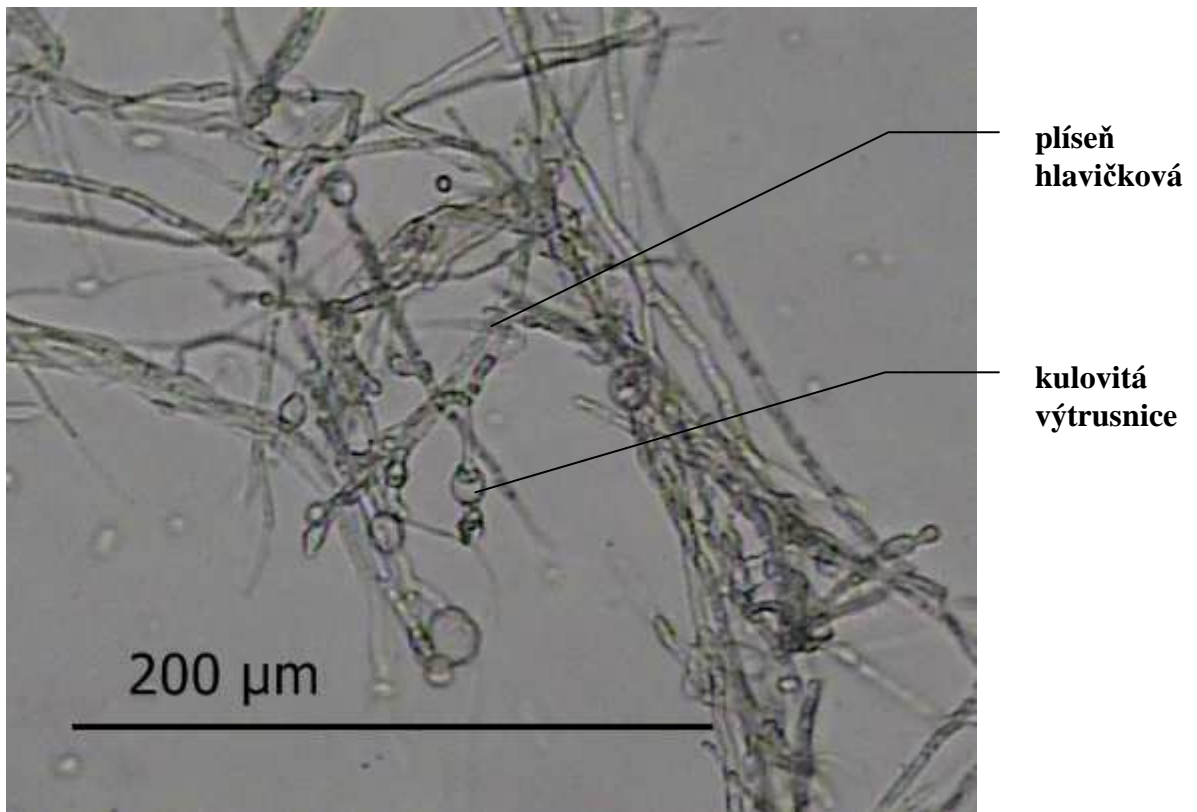
1. Ze zplesnivělého chleba opatrně přeneste část plísně do kapky vody na podložním skle.
2. Překryjte sklem krycím a pozorujte.

Úkoly:

- 1) Běžným způsobem připravte materiál k pozorování, a poté jeho část zakreslete. Nezapomeňte uvést zvětšení.
- 2) Pokuste se určit, zda se jedná o plíseň hlavičkovou či kropidlovce černavého.

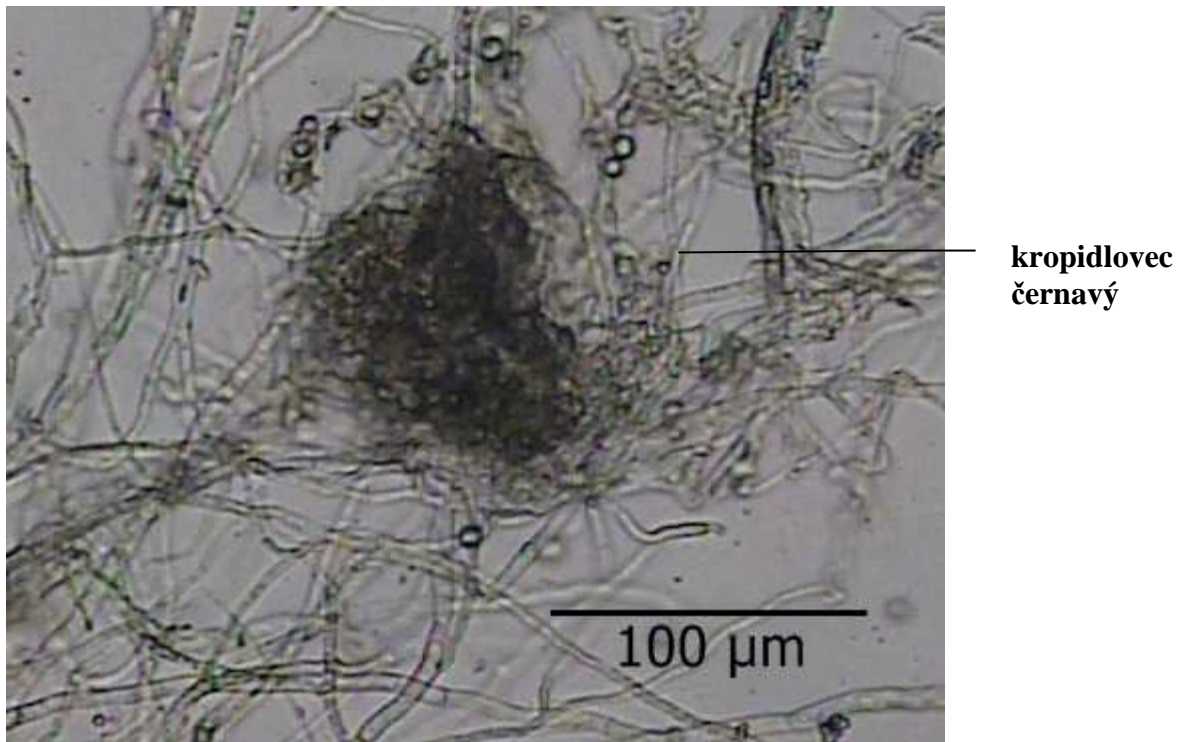
MODELOVÉ ŘEŠENÍ:

Obrázek č. 1: Plíseň na bramboru



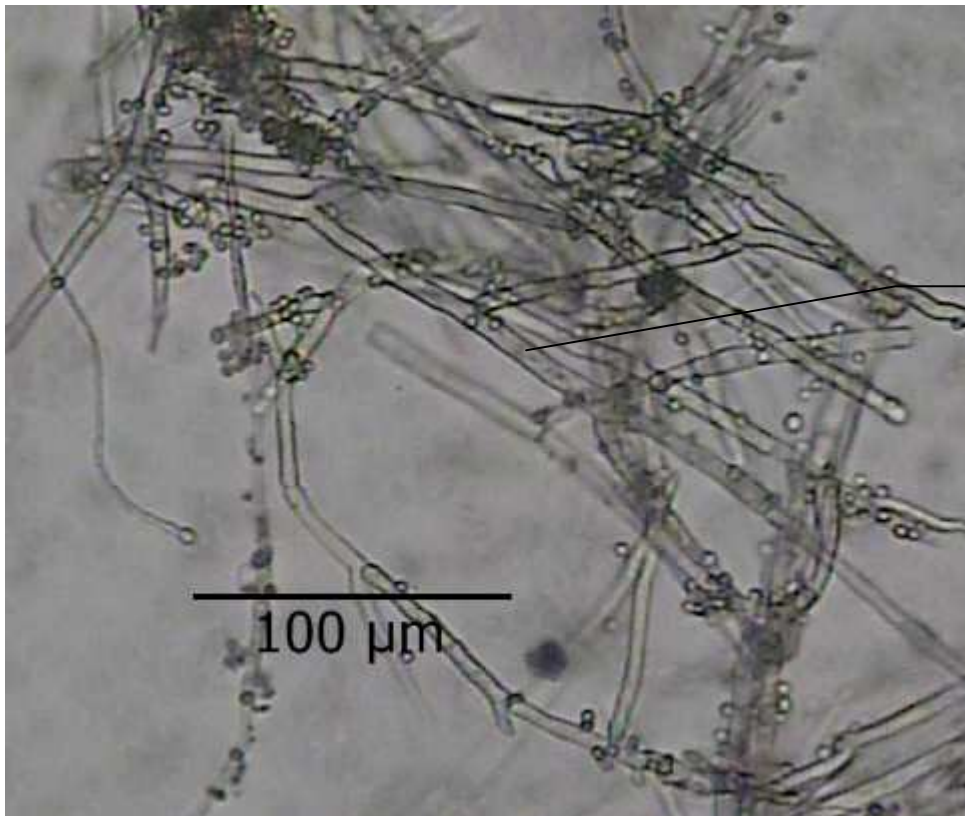
Zvětšení: 10x10

Plíseň chleba



Zvětšení: 10x10

Plíseň rajče



kropidlovec
černavý

Zvětšení: 10x10

5. VÝSLEDKY PRÁCE – ČÁST B

Druhá část výsledků této diplomové práce se týká překladu a využití tří laboratorních prací vydaných Národním centrem pro biotechnologické vzdělávání (*National Center for Biotechnology Education* – NCBE) na Univerzitě v Readingu (UK) ve výuce biologie. Překlady návodů z angličtiny do češtiny jsou uvedeny ve zvláštní příloze. NCBE poskytuje, kromě těchto návodů také celé sady potřebné k provedení úloh. Sety vždy obsahují potřebné vybavení, materiál a také chemikálie, které je možné s malými úpravami (například zředění vodou či rozpuštění ve vodě) rovnou použít.

Jedná se o tyto laboratorní práce:

- Síla proteinů (*Protein Power*)
- Hříčka přírody (*Nature's Dice*)
- Protokol Lambda (*Lambda Protocol*)

Všechny uvedené laboratorní práce jsou založeny na principu gelové elektroforézy. Zařízením používaným na gelovou elektroforézu je v těchto případech vždy elektroforetická nádrž, na jejíchž obou koncích se nachází rezervoáry elektrolytu, v nichž jsou umístěny elektrody. Elektrody jsou vodivě spojeny porézním médiem, které obsahuje elektrolyt – gelem, jehož podstatnou složkou je právě tlumivý roztok. Na jednom konci gelu se nacházejí komory, do kterých se plní zkoumané vzorky. Po vložení elektrického napětí na elektrody dochází k tomu, že nabitě fragmenty vzorku se pohybují k opačně nabitě elektrodě. Všechny fragmenty se však nepohybují stejně rychle. Jejich rychlost závisí na velikosti fragmentu. Čím menší je fragment, tím rychleji se pohybuje. (Drbal, Křížek, 1999) Chemické látky, které jsou v těchto pracech podrobeny elektroforéze, jsou velké makromolekuly – proteiny („Síla proteinů“) a DNA („Hříčka přírody“ a „Protokol Lambda“).

Pro všechny tři práce byly vydány „Průvodce pro studenty“, které obsahují:

- teoretickou část týkající se předmětu dané laboratorní práce
- stručný a v bodech přehledně napsaný návod, jak celou práci provést
- bezpečnostní pokyny, kterými by se žáci při provádění práce měli řídit a jak by měli naložit s chemikáliemi po jejich použití
- výčet literatury a webových stránek, kde mohou najít užitečné, podrobnější či prohlubující informace k danému tématu.

Ke každému setu je rovněž dostupný „Průvodce pro učitele“, který učiteli výrazně napomáhá při organizaci práce. Učitel v něm najde:

- seznam potřebného vybavení

- návody na přípravu potřebných chemikálií, jednak z poskytnutých „polotovarů“ v sadě, ale i návody, jak chemikálie připravit ve vlastní laboratoři bez nutnosti použít „polotovary“
- pokyny pro skladování připravených chemikálií, materiálu a vybavení a o možnostech jejich recyklace
- bezpečnostní pokyny pro práci s používanými chemikáliemi a obecně bezpečnost v laboratoři
- rady a tipy, jak zefektivnit práci, popřípadě rady ohledně nesprávného průběhu laboratorní práce
- vzorové výsledky
- seznam použité či doplňující literatury pro učitele.

Oba průvodce jsou vždy doplněny barevnými schémata postupu a počítačově vytvořenými obrázky, zachycujícími struktury enzymů a DNA či proteinů.

Všechny tři úkoly poskytované NCBE jsou však náročné na teoretickou přípravu studentů, na jejich zručnost a rovněž časově. Některé úkony (například rozlévání gelu, odměřování malých objemů a plnění gelů vzorky k elektroforéze) vyžadují přesnost a zručnost. Tyto dovednosti žáci získají jedině trénováním. Rovněž nelze ihned po provedení elektroforézy vyhodnotit výsledky, neboť gely musí být nejdříve obarveny. Procedura barvení může zabrat delší dobu. Autoři návodů doporučují nechat gely probarvit přes noc. Elektroforéza také neprobíhá rychle, při doporučených 36V trvá asi 2 hodiny.

Vzhledem k náročnosti těchto úloh na vybavení, zaměření na molekulární biologii či genetiku a vzhledem k časové náročnosti (viz tabulka č. 1 s časovým odhadem) by bylo z didaktického hlediska vhodné provádět tyto úlohy s žáky z posledních ročníků čtyřletých či osmiletých gymnázií, kde se cytogenetika a molekulární biologie probírá, na biologických seminářích pro zájemce o biologii či na kroužcích zaměřených na biologii.

Tabulka č. 1: Časový odhad

	Síla proteinů	Hříčka přírody	Protokol Lambda
<i>Teoretická příprava</i>	domácí	domácí	domácí
<i>Příprava vzorků</i>	45-55 minut	15-20 minut	1,25-1,5 hodiny
<i>Příprava gelu</i>	40-45 minut	40-45 minut	40-45 minut
<i>Plnění gelu</i>	25-35 minut	25-35 minut	25-35 minut
<i>Elektroforéza</i>	2,5-3 hodiny	2,5-3 hodiny	2,5-3 hodiny
<i>Barvení – úkony</i>	60-65 minut	15-20 minut	15-20 minut
<i>Doba potřebná k řádnému probarvení</i>	přes noc + 4-6 hodin	přes noc	přes noc

Laboratorní práce č. 1: SÍLA PROTEINŮ (*Protein Power*)

Průběh laboratorní práce:

1. Žáci se v úvodu seznámí se strukturou, funkcí a výskytem proteinů. Rovněž je jim stručně přiblíženo, jak vznikají transkripcí a translací z DNA.
2. Žákům je stručně osvětlen principi proteinové gelové elektroforézy.
3. Žáci si vyzkouší a procvičí nové laboratorní dovednosti – odměřování malých objemů kapalin za pomoci mikrostříkačky, příprava vzorků, gelu a vybavení potřebného elektroforéze, plnění vzorků do malých komor v gelu, barvení gelu po ukončení elektroforézy.
4. Žáci budou sledovat průběh elektroforézy a po jejím skončení vyhodnotí výsledky.

Princip práce:

Žáci analyzují proteiny z vybraných zdrojů, například z potravin či semen různých rostlin. Mohou si tak ověřit, zda některé potraviny skutečně obsahují proteiny, které by obsahovat měly (Obsahují krabí tyčinky skutečně proteiny z kraba) nebo porovnají proteiny ze semen různých rostlin či jaký vliv má vaření na strukturu bílkovin (vaječný bílek syrový a vařený).

Poznámka: Podrobný metodický návod pro učitele (Průvodce pro učitele) a postup práce včetně protokolu pro žáky (Průvodce pro studenty) je uveden ve zvláštní příloze.

Laboratorní práce č. 2: HŘÍČKA PŘÍRODY (*Nature's Dice*)

Průběh laboratorní práce:

1. Žáci se seznámí s mechanismem autozomálně recesivní a pohlavně vázané dědičnosti. Dále se dozví, jakým způsobem budou provádět genetickou analýzu.
2. Žákům je stručně osvětlen princip DNA gelové elektroforézy.
3. Žáci si vyzkouší a procvičí nové laboratorní dovednosti – odměřování malých objemů kapalin za pomoci mikrostříkačky, příprava vzorků, gelu a vybavení potřebného elektroforéze, plnění vzorků do malých komor v gelu, barvení gelu po ukončení elektroforézy.
4. Žáci budou sledovat průběh elektroforézy a po jejím skončení vyhodnotí výsledky.

Princip práce:

Úkolem studentů v této práci je analyzovat způsob přenosu genetické poruchy z jedince na jedince v rámci jedné fiktivní rodiny. Učitel si musí rozmyslet zda porucha, kterou předloží studentům bude skutečná (například skutečná geneticky přenosná choroba) či smyšlená (například nějaká vlastnost – lenost, pracovitost apod.), dále si musí rozmyslet, jestli se porucha bude dědit autozomálně recesivně či bude-li vázaná na pohlavní chromozom, a podle toho připravit vzorky. Z provedené analýzy by právě způsob přenosu poruchy měli žáci odhalit. Pokud učitel zvolí poruchu dědičnou autozomálně recesivně, mohou žáci diskutovat například, jak se liší zjištěné výsledky od předpokladu na základě Mendelovské genetiky.

Poznámka: Podrobný metodický návod pro učitele (Průvodce pro učitele) a postup práce včetně protokolu pro žáky (Průvodce pro studenty) je uveden ve zvláštní příloze.

Laboratorní práce č. 3: PROTOKOL LAMBDA (*Lambda Protocol*)

Průběh laboratorní práce:

1. Žáci se seznámí s účinkem bakteriofága Lambda na bakterii *E. coli*, jeho možnými životními cykly a strukturou jeho genetické informace.
2. Žáci se seznámí s působením restričních enzymů na DNA a s možností jejich využití.
3. Žákům je stručně osvětlen princip DNA gelové elektroforézy.
4. Žáci si vyzkouší a procvičí nové laboratorní dovednosti – odměřování malých objemů kapalin za pomoci mikrostříkačky, příprava vzorků, gelu a vybavení potřebného k elektroforéze, plnění vzorků do malých komor v gelu, barvení gelu po ukončení elektroforézy.
5. Žáci budou sledovat průběh elektroforézy a po jejím skončení vyhodnotí výsledky.

Princip práce:

Žáci mají k dispozici DNA bakteriofága Lambda a tři různé restriční enzymy, kterými danou DNA rozštěpí. Jejich úkolem je potom změřit vzdálenost vzniklých proužků na gelu, které odpovídají jednotlivým fragmentům a vytvořit graf závislosti uražené vzdálenosti na velikosti fragmentů.

Poznámka: Podrobný metodický návod pro učitele (Průvodce pro učitele) a postup práce včetně protokolu pro žáky (Průvodce pro studenty) je uveden ve zvláštní příloze.

6. ZÁVĚR

Prostřednictvím své diplomové práce předkládám učitelům biologie návrhy protokolů k 29 laboratorním úlohám, které jsem přizpůsobila výuce buněčné biologie na čtyřletých a druhém cyklu osmiletých gymnázií, a trojici překladů návodů na laboratorní práce poskytované National Centre for Biotechnology Education (NCBE). Návody si může každý učitel přizpůsobit podle svých potřeb a potřeb žáků ve vlastním pojetí výuky biologie buňky.

Zmíněných 29 úloh jsem rozdělila do celkem 12 témat, které jsem opatřila metodickými poznámkami, které mohou učitelům pomoci posoudit jejich vhodnost a zařazení do výuky, podle navrhovaných cílů, které by ve výuce biologie měly splnit. Metodické poznámky by učitelům dále mohou pomoci při přípravě a organizaci laboratorní práce. Na základě pokynů pro učitele mohou učitelé včas žáky seznámit s nutností přinést si například ochranný oděv, pomůcky či materiál. Díky seznamům chemikálií, zhotoveným pro každé téma se učitelé seznámí s bezpečnostními pokyny pro práci s danými chemikáliemi. Modelová řešení seznámí učitele s obsahem prací a mohou jim být nápomocna při vlastním provedení prací v laboratoři.

7. SEZNAM LITERATURY

- ALBERTS, B. (2006): *Základy buněčné biologie*, Espero Publishing, Ústí nad Labem, 740s.
- ALTMANN, A. (1971a): *Pomůcky pro výuku biologii*, SPN, Praha, 132s.
- ALTMANN, A. (1971b): *Didaktické zásady ve výuce biologii*, SPN, Praha, 65s.
- ALTMANN, A. (1974): *Úvod do didaktiky biologie*, SPN, Praha, 318s.
- ALTMANN, A. (1975): *Metody a zásady ve výuce biologii*, SPN, Praha, 288s.
- ANDĚRA, M., HÁLOVÁ, O., KALINA, V., PECHAROVÁ, V. (2001): *Velká kniha živočichů, Příroda*, Bratislava, 344s.
- BAER, H. W. (1973): *Biologické pokusy ve škole*, SPN, Praha, 244s.
- BERGER, J. (2000): *Biologie buněk*, nakladatelství KOPP, České Budějovice
- CAMPBELL, N. A., REECE, J. B. (2006): *Biologie*, Computer Press, Brno, 1 332s.
- CANGELOSI, J. S. (1996): *Strategie řízení třídy. Jak získat a udržet spolupráci žáků při výuce*, Portál, Praha, 289s.
- HEJTMÁNEK, M. (1999): *Praktická cvičení z biologie*, Univerzita Palackého, Olomouc, 204s.
- HEJTMÁNEK, M. (1993): *Úvod do světelné mikroskopie*, Univerzita Palackého, Olomouc, 65s.
- HORNÍK, F., ALTMANN, A. (1988): *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie III*, SPN, Praha, 121s.
- JANÍK, T., STUHLÍKOVÁ, I. (2010): *Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí*, Scientia in Educatione 1 (1), 2010, str. 5-32
- JELÍKEK, J., ZICHÁČEK, V. (1996): *Biologie – praktická část pro střední školy gymnazijního typu*, FIN-Publishing, Olomouc, 190s.
- KINCL, L., KINCL, M., JARKLOVÁ, J. (2000): *Biologie rostlin*, Fortuna, Praha, 256s.
- KISLINGER, F., LANÍKOVÁ, J., ŠLÉGL, J., ŽURKOVÁ, I. (1992): *Biologie I (Základy mikrobiologie, botaniky a mykologie)*, Gymnázium v Klatovech, Klatovy, 127s.
- KOLEKTIV AUTORŮ (2005): *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 100s.
- KUBÁT, K. a kol. (2003): *Botanika*, Scientia, Praha, 232s.
- KUBIŠTA, V. (2004): *Obecná biologie*, Fortuna, Praha, 104s.
- PAPÁČEK, M. (2010a): *Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice*, in PAPÁČEK, M. (ed.), 2010: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. DiBi 2010. Sborník příspěvků ze semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice, str. 145-162

- PAPÁČEK, M. (2010b): *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?*, Scientia in Educatione 1 (1), 2010, str. 33-49
- PAPÁČEK, M., MATĚNOVÁ, V., MATĚNA, J., SOLDÁN, T. (2000): *Zoologie*, Scientia, Praha, 286s.
- PETTY, G. (2002): *Moderní vyučování*, Portál, Praha, 380s.
- ROSYPAL, S. (2003): *Nový přehled biologie*, Scientia, Praha, 797s.
- STUHLÍKOVÁ, I. (2010): *O badatelsky orientovaném vyučování*, in PAPÁČEK, M. (ed.) 2010: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků ze semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice*, str. 129-135
- TULENKOVÁ, M. (2006a): *Didaktika biologie I*, Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 155s.
- TULENOVÁ, M. (2006b): *Didaktika biologie II*, Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 119s.
- ZÁVODSKÁ, R. (2006): *Biologie buněk*, Scientia, Praha, 160s.

8. INTERNETOVÉ ZDROJE

BIOLOGICKÉ POKUSY PEDAGOGICKÉ FAKULTY MASARYKOVY UNIVERZITY

[online] [cit. 10.6.2010]. Dostupné z <http://is.muni.cz/do/ped/kat/biologie/pokusy/>.

CVIČENÍ Z CYTOLOGIE A ANATOMIE ROSTLIN [online] [cit. 3.11.2011]. Dostupný

z www.sci.muni.cz/~anatomy.

HISTORIE MIKROSKOPU [online] [cit. 30.11.2011]. Dostupné z [www.mikroskopy-](http://www.mikroskopy-optic.sk/historie_mikroskopu.html)

[optic.sk/historie_mikroskopu.html](http://www.mikroskopy-optic.sk/historie_mikroskopu.html).

LABORATORNÍ PRÁCE Z BIOLOGIE [online] [cit.11.11.2011]. Dostupné

z www.iuventas.cz/dokumenty/laboratorni-prace/laboratorni-prace-z-biologie.

NÁVODY KE CVIČENÍM Mgr. ROTREKLOVÉ [online] [cit. 10.6.2011]. Dostupné

z www.sci.muni.cz/botany/rotreklova/pokusy/.

NÁVODY NA PRAKTICKÁ CVIČENÍ Z CYTOLOGIE [online] [cit. 12.6.2011]. Dostupné

z www.kbi.zcu.cz/studium/ftp/cyto.pdf.

R A S VĚTY [online] [cit. 30.11.2011]. Dostupné z

www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze_rvety/teorie.htm.

SÍTAŘOVÁ, J. (2010): Praktická cvičení z biologie na gymnáziu. Dostupné online na

http://ucitele.sci.muni.cz/materialy/24_1.pdf.

ŠNÉVAJS, M., KRAJČOVÁ, M.: Praktická cvičení z botaniky [online] [cit. 12.10.2011].

Dostupné z <http://rg-projekt.cz/3-biologie/28-3-rocnik/191-botanika>.

VÝUKOVÝ PORTÁL 1. LÉKAŘSKÉ FAKULTY UK V PRAZE: Praktická cvičení

z biologie a genetiky [online] [cit. 3.11.2011]. Dostupný z [portal.lf1.cuni.cz/clanek-630-](http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-630-prakticka-cviceni-z-biologie-a-genetiky)

[prakticka-cviceni-z-biologie-a-genetiky](http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-630-prakticka-cviceni-z-biologie-a-genetiky).

9. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA č.1: Stručná historie mikroskopu

PŘÍLOHA č.2: Seznam R a S vět

Příloha č.1: Stručná historie mikroskopu

(podle www.mikroskopy-optic.sk/historie_mikroskopu.html)

První předchůdce mikroskopu se objevil roku 1590 v Holandsku a měl podobu trubice s několika čočkami, která nápadně zvětšovala blízké předměty. Sestrojili jej tamní výrobci brýlí Zacharias a Hans Janssenovi, otec a syn.

O jejich vynálezu se v roce 1609 dozvěděl Galileo Galilei a rozhodl se jej využít při svém pokusu o sestavení teleskopu. Teleskop tímto způsobem sice nesešrotil, ale světu o rok později poskytl lepší zvětšovací přístroj s možností zaostření.

Za „otce mikroskopu“ je považován Holanďan Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), kterému se podařilo najít novou metodu broušení a leštění čoček o velkém zakřivení, které v sestrojeném mikroskopu poskytovaly až 270-násobné zvětšení.

Prvním, kdo popsal stavbu mikroskopu, v němž byl oddělen okulár od objektivu a osvětlovacího zařízení, byl Robert Hooke (1635-1703). Hooke tak sestrojil první světelný mikroskop, který později v roce 1847 začal průmyslově vyrábět Carl Zeiss ve své firmě.

V současné době se pozornost soustřeďuje hlavně na mikroskop elektronový, který pracuje na stejném principu jako světelný, ale proud světla (fotonů) je nahrazen proudem elektronů a optické čočky čočkami elektromagnetickými. Poskytuje však mnohem lepší rozlišovací schopnosti a mnohem větší zvětšení. První elektronový mikroskop byl sestaven v Německu roku 1931 a za jeho původce jsou považováni Ernst Ruska a Max Knoll.

PŘÍLOHA č.2: R a S věty

(podle www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze_rvety/teorie.htm)

Jednoduché R-věty	
R 1	Výbušný v suchém stavu
R 2	Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 3	Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 4	Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny
R 5	Zahřívání může způsobit výbuch
R 6	Výbušný za i bez přístupu vzduchu
R 7	Může způsobit požár
R 8	Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár
R 9	Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem
R 10	Hořlavý
R 11	Vysoce hořlavý
R 12	Extrémně hořlavý
R 14	Prudce reaguje s vodou
R 15	Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
R 16	Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
R 17	Samovznětlivý na vzduchu
R 18	Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi se vzduchem
R 19	Může vytvářet výbušné peroxidy
R 20	Zdraví škodlivý při vdechování
R 21	Zdraví škodlivý při styku s kůží
R 22	Zdraví škodlivý při požití
R 23	Toxický při vdechování
R 24	Toxický při styku s kůží
R 25	Toxický při požití
R 26	Vysoce toxický při vdechování
R 27	Vysoce toxický při styku s kůží

R 28	Vysoce toxický při požití
R 29	Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
R 30	Při používání se může stát vysoce hořlavým
R 31	Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
R 32	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
R 33	Nebezpečí kumulativních účinků
R 34	Způsobuje poleptání
R 35	Způsobuje těžké poleptání
R 36	Dráždí oči
R 37	Dráždí dýchací orgány
R 38	Dráždí kůži
R 39	Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
R 40	Možné nebezpečí nevratných účinků
R 41	Nebezpečí vážného poškození očí
R 42	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování
R 43	Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží
R 44	Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
R 45	Může vyvolat rakovinu
R 46	Může vyvolat poškození dědičných vlastností
R 48	Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
R 49	Může vyvolat rakovinu při vdechování
R 50	Vysoce toxický pro vodní organizmy
R 51	Toxický pro vodní organizmy
R 52	Škodlivý pro vodní organizmy
R 53	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 54	Toxický pro rostliny
R 55	Toxický pro zvířata
R 56	Toxický pro půdní organizmy
R 57	Toxický pro včely
R 58	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
R 59	Nebezpečný pro ozónovou vrstvu
R 60	Může poškodit reprodukční schopnost

R 61	Může poškodit plod v těle matky
R 62	Možné nebezpečí poškození reprodukčních schopností
R 63	Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
R 64	Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka
R 65	Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
Kombinované R-věty	
R 14/15	Prudce reaguje s vodou za uvolňování extrémně hořlavých plynů
R 15/29	Při styku s vodou uvolňuje toxický, extrémně hořlavý plyn
R 20/21	Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží
R 20/22	Zdraví škodlivý při vdechování a při požití
R 20/21/22	Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití
R 21/22	Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití
R 23/24	Toxický při vdechování a při styku s kůží
R 23/25	Toxický při vdechování a při požití
R 23/24/25	Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 24/25	Toxický při styku s kůží a při požití
R 26/27	Vysoce toxický při vdechování a při styku s kůží
R 26/28	Vysoce toxický při vdechování a při požití
R 26/27/28	Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 27/28	Vysoce toxický při styku s kůží a při požití
R 36/37	Dráždí oči a dýchací orgány
R 36/38	Dráždí oči a kůži
R 36/37/38	Dráždí oči a dýchací orgány a kůži
R 37/38	Dráždí dýchací orgány a kůži
R 39/23	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/24	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/23/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R 39/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 39/23/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití

R 39/26	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/26/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 39/26/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R 39/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 39/26/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R 40/20	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování
R 40/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží
R 40/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při požití
R 40/20/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 40/20/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při požití
R 40/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 40/20/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R 42/43	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování a při styku s kůží
R 48/20	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/20/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/20/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R 48/20/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním

R 48/23	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/23/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/23/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R 48/23/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R 50/53	Vysoce toxický pro vodní organizmy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 51/53	Toxický pro vodní organizmy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 52/53	Škodlivý pro vodní organizmy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
Seznam S vět	
S 1	Uchovávejte pod zámekem
S 2	Uchovávejte z dosahu dětí
S 3	Uchovávejte v chladném místě
S 4	Uchovávejte z dosahu obývaných míst
S 5	Uchovávejte pod ... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce)
S 6	Uchovávejte pod ... (inertní plyn specifikuje výrobce)
S 7	Uchovávejte obal těsně uzavřený
S 8	Uchovávejte obal suchý
S 9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě
S 12	Neuchovávejte obal těsně uzavřený
S 13	Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv
S 14	Uchovávejte odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 15	Chraňte před teplem
S 16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření

S 17	Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů
S 18	Zacházejte s obalem opatrně, opatrně jej otvírejte
S 20	Nejezte a nepijte při používání
S 21	Nekuřte při používání
S 22	Nevdechujte prach
S 23	Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly ... (příslušný výraz specifikuje výrobce)
S 24	Zamezte styku s kůží
S 25	Zamezte styku s očima
S 26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
S 27	Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
S 28	Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím ... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce)
S 29	Nevylévejte do kanalizace
S 30	K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
S 33	Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
S 34	Chraňte před nárazy a třením
S 35	Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
S 36	Používejte vhodný ochranný oděv
S 37	Používejte vhodné ochranné rukavice
S 38	V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
S 39	Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
S 40	Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte ...(specifikuje výrobce)
S 41	Nevdechujte zplodiny požáru nebo výbuchu
S 42	Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů (specifikaci uvede výrobce)
S 43	V případě požáru použijte ... (uved'te konkrétní typ hasicího přístroje. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte "Nepoužívat vodu")
S 45	V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li to možno, ukažte toto označení)
S 46	Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
S 47	Uchovávejte při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)

S 48	Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ... (vhodnou látku specifikuje výrobce)
S 49	Uchovávejte pouze v původním obalu
S 50	Nesměšujte s ... (specifikuje výrobce)
S 51	Používejte pouze v dobře větraných prostorách
S 52	Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
S 53	Zamezte expozici - před použitím si obzarejte speciální instrukce
S 56	Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě zvláštních nebo nebezpečných odpadů
S 57	Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí
S 59	Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci
S 60	Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněn jako nebezpečný odpad
S 61	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
S 62	Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
Kombinované S-věty	
S 1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
S 3/7	Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě
S 3/9/14	Uchovávejte na chladném, dobře větraném místě odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 3/9/14/49	Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 3/9/49	Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě
S 3/14	Uchovávejte na chladném místě, odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 7/8	Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý
S 7/9	Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě
S 7/47	Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)
S 20/21	Nejezte, nepijte a nekuřte při používání
S 24/25	Zamezte styku s kůží a očima
S 29/56	Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě zvláštních nebo nebezpečných odpadů
S 36/37	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice

S 36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 36/39	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 37/39	Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 47/49	Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)

Překlady 3 studentských protokolů a odpovídajících průvodců pro učitele poskytovaných NCBE (*National Centre for Biotechnology Education*) jsou uvedeny ve zvláštní příloze a jsou dostupné pouze v tištěné formě, neboť anglické originály podléhají autorským právům.