

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| OBSAH | 1 |
| 1. ÚVOD | 3 |
| 2. CÍLE | 5 |
| 3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA | 7 |
| 3.1. <i>Východiska vědecká</i> | 7 |
| 3.1.1. Objev a zkoumání buňky, počátky cytologie..... | 7 |
| 3.1.2. Buněčná teorie..... | 10 |
| 3.1.3. Současné metody zkoumání buňky a její definice..... | 14 |
| 3.1.4. Výtvarné umění a vědecká ilustrace v biologii..... | 16 |
| 3.1.5. Leonardo da Vinci..... | 20 |
| 3.2. <i>Východiska didaktická</i> | 21 |
| 3.2.1. Historie názorného vyučování biologii | 21 |
| 3.2.2. Zásada názornosti v biologii | 23 |
| 3.2.3. Materiální didaktické prostředky | 25 |
| 3.2.3.1. Materiální prostředky užívané ve výuce témat cytologie | 29 |
| 3.2.3.2. Didaktické pomůcky na současném českém trhu | 30 |
| 3.2.4. Obraz a pojem | 37 |
| 3.2.5. Kresba a vědecká ilustrace ve škole při výuce biologii | 40 |
| 3.2.5.1. Kresba – obecná problematika..... | 40 |
| 3.2.5.2. Kresba ve vyučování biologii (podle Maslowski, 1967)..... | 41 |
| 3.2.5.3. Kresba a její popis..... | 45 |
| 3.2.5.4. Didaktický význam kreseb v biologii | 45 |
| 3.2.5.5. Zobrazování buněk | 47 |
| 3.2.5.6. Způsob kresby náčrtů na tabuli..... | 48 |
| 3.2.6. Výchovné působení výtvarných prostředků při výuce biologii | 49 |
| 3.2.7. Realizace mezipředmětových vztahů..... | 50 |
| 4. METODIKA PRÁCE | 51 |
| 4.1. <i>Studování literatury</i> | 51 |
| 4.2. <i>Výzkum barevnosti</i> | 51 |
| 4.3. <i>Vědecká ilustrace</i> | 51 |
| 4.4. <i>Využití mezioborových vztahů ve výuce</i> | 53 |
| 4.5. <i>Realizace diplomové práce</i> | 53 |

| | |
|---|------------|
| 5. ČÁST VÝZKUMNÁ | 54 |
| 5.1. <i>Kvalita zpracování tématu cytologie v učebnicích a odborné literatuře</i> | 54 |
| 5.2. <i>Didakticky vhodné a nevhodné obrazové přílohy.....</i> | 55 |
| 5.3. <i>Barvy používané ve vědecké ilustraci v tématu cytologie</i> | 61 |
| 6. ČÁST PRAKTICKÁ – VĚDECKÁ ILUSTRACE | 63 |
| 6.1. <i>Didaktický obrazový materiál – vědecká ilustrace.....</i> | 63 |
| 6.1.1. Oddíl A – rostlinná buňka | 65 |
| 6.1.2. Charakteristika rostlinné buňky | 65 |
| 6.1.3.1. Oddíl I - Jádro | 69 |
| 6.1.3.2. Oddíl II – Endoplazmatické retikulum - drsné | 76 |
| 6.1.3.3. Oddíl III – Endoplazmatické retikulum - hladké..... | 83 |
| 6.1.3.4. Oddíl IV – Golgiho aparát | 90 |
| 6.1.3.5. Oddíl V – Mitochondrie..... | 97 |
| 6.1.3.6. Oddíl VI – Chloroplast | 104 |
| 7. BIOLOGIE JAKO VÝCHODISKO VÝTVARNÝM | 111 |
| UMĚNÍM | 111 |
| 7.1. <i>Umění a věda</i> | 111 |
| 7.1.1. Přírodní náměty ve výtvarném umění | 111 |
| 7.1.2. Dialog vědy s uměním..... | 112 |
| 7.1.3. Workshopy Dialogu s vědy s uměním | 116 |
| 7.1.4. Od mikrosvěta až k monumentalitě..... | 118 |
| 7.2. <i>Umění a věda ve výchovně vzdělávacím procesu</i> | 121 |
| 7.2.1. Biologie jako východisko a inspirace pro výtvarnou výchovu..... | 121 |
| 7.2.2. Výuka výtvarné výchovy na střední škole s mezioborovým zaměřením na tematiku cytologie | 122 |
| 8. DISKUZE | 124 |
| 9. ZÁVĚR..... | 126 |
| 10. SEZNAM PRAMENŮ A POUŽITÉ LITERATURY | 128 |
| 11. PŘÍLOHY | |

1. ÚVOD

Zvolené téma diplomové práce mi umožňuje realizovat se v několika oblastech současně, propojovat a vzájemně spojovat různé poznatky řady vědeckých disciplín a následně je uvádět souběžně do výchovně vzdělávací praxe. Mým prvotním zájmem bylo sledovat propojení dvou odlišných oblastí - biologie a výtvarného umění. Právě vzájemná korelace těchto disciplín mě zaujala natolik, že jsem začal hledat další možné vztahy s jinými obory, zejména takovými, které se dotýkají výchovně vzdělávacího procesu, oborových didaktik, utváření a kultivování osobnosti člověka. Uvědomění si mezioborových vztahů vytváří racionálnější a širší pohled na danou skutečnost.

Biologie je svým obsahem velmi široká a rozsáhlá. Realizace mého záměru by byla možná i v obecné rovině, ale zvolení konkrétní kapitoly umožní lepší názornost. Zvolil jsem téma cytologie, jelikož mě tato tematika zaujala. Cytologie, nauka o buňce, základní jednotce organismu, je velice zajímavá věda, která se progresivně rozvíjí. Z jejích poznatků vychází i řada jiných vědních oborů.

Již na základních školách se o buňce studenti učí. Získávají informace o buňce živočišné, rostlinné i buňce hub. Získávají tak základní poznatky k dalšímu studiu zoologie, botaniky a mykologie. Výuka se drží základních vyučovacích principů Jana Amose Komenského. Problematika výuky cytologie spočívá v nemožnosti přímého názoru, přímé ukázky. Studenti si nemohou prohlédnout buňku tak jako například utrženou rostlinu. Není možné si buňku ohmatat. Poznatky o ní máme zprostředkované pomocí mikroskopu. Prohlížíme preparáty pouze zrakem. Nemáme však dostupnou školní techniku k detailnějšímu prohlížení buněčných struktur. K tomuto slouží elektronová mikroskopie a řada dalších specializovanějších metod, které ve školní praxi nezrealizujeme. K dispozici jsou ale fotografie, obrazy a schémata. Těch využíváme k výkladu. Volba vhodné názorné pomůcky rozhoduje o kvalitě a trvalosti získaných poznatků, které si student z vyučovací hodiny odnese. Touto prací by bylo možné přispět ke zkvalitnění výuky prostřednictvím navržených obrazových pomůcek a didaktického zpracování vědecké ilustrace.

Názorné obrazové přílohy slouží studentům jako učební materiál. Působí na ně a vytváří v nich i určité dojmy, formují jejich postoj k tématu, působí esteticky či neesteticky, mají i výchovnou roli. Kvalita výtvarného zpracování obrazových názornin

se podílí na výsledcích výchovně vzdělávacího procesu. Podceňování doplňujícího a zpřesňujícího studijního materiálu, jakým obraz jako názornina bezpochyby je, není na místě.

Těžko by se obešla biologie ve svém vědeckém působení bez výtvarných prostředků. Tyto prostředky ke zpřesnění a konkretizaci představ zajišťuje právě výtvarné umění prostřednictvím vědecké ilustrace. Toto vzájemné mezioborové propojení není jednosměrné. Témata a objekty vědeckého bádání jsou mnohdy inspirací pro uměleckou tvorbu.

2. CÍLE

Touto diplomovou prací sleduji několik cílů, které by měly vést k zefektivnění a zkvalitnění výuky a zároveň ji učinit příjemnou a interaktivní nejen pro žáky a studenty, ale i pro učitele.

Z přírodovědných témat jsem vybral nauku o buňce, o základní funkční jednotce organismů, jelikož ona je základem všech živých organismů. Je nepřekonaným a jedinečným živým systémem. Vzdělávání je také jakýsi „živý“ systém, je plný interakcí, využívá toku informací, zpracovává je a přeměňuje. Za základní jednotku vzdělávání u nás můžeme považovat na školách vyučovací hodinu. Je složena z různých neoddelitelných částí a jsou-li přítomny veškeré „stavební“ komponenty, dodržují-li se základní principy a zásady, stává se z ní kvalitní článek poznání.

Jedním z cílů je vytvořit soubor vhodných obrazových názorných pomůcek k výuce některých kapitol o buňkách v hodinách biologie na středních školách a zdůraznit potřebu dodržování principu názornosti ve výuce.

Snahou je inspirovat vyučující biologie i učitele výtvarné výchovy k vytváření zajímavých konceptů výuky a poukázat na skutečnost možnosti využití mezioborových vztahů biologie a výtvarného umění nejen ve školní praxi. Cílem je vést k uvědomění si vzájemných vztahů těchto dvou oborů a jejich vzájemné neodlučitelnosti. Výuka poukazující na mezioborové vztahy a využití dané problematiky v běžném životě je cestou k lepšímu upevnění poznatků a splňuje princip trvalosti naučených znalostí. Využívání vztahů mezi jednotlivými vyučovacími předměty usnadňuje opakování učiva formou příjemnou, nenásilnou, efektivní a s důrazem na využití v praxi. Příkladem může být právě inspirování se znalostmi z hodin biologie a jejich využití ve výtvarném vyjadřování.

Tato práce chce vzbudit ve vyučujícím pocit zodpovědnosti za výchovné působení na studenty v oblasti estetického vnímání a prožívání a možnosti aplikace takových jevů do výuky.

Výběr vhodných metod a pomůcek je v kompetenci učitele a neměl by jej tedy podceňovat. Vhodný názorný materiál usnadňuje studentům pochopení látky a zároveň učitelům usnadňuje výklad. S tímto souvisí i volba vhodné studijní literatury, učebnic,

jiných publikací, které doplňují tematiku výuky. Učebnice bez doprovodných názorných obrázků a schémat nebo s nevhodnými, nedostačujícími, nekvalitními znázorněními, nevyčerpává možnosti smyslového vnímání studentů. Tím snižuje kvalitu osvojených poznatků a jejich trvanlivost.

3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

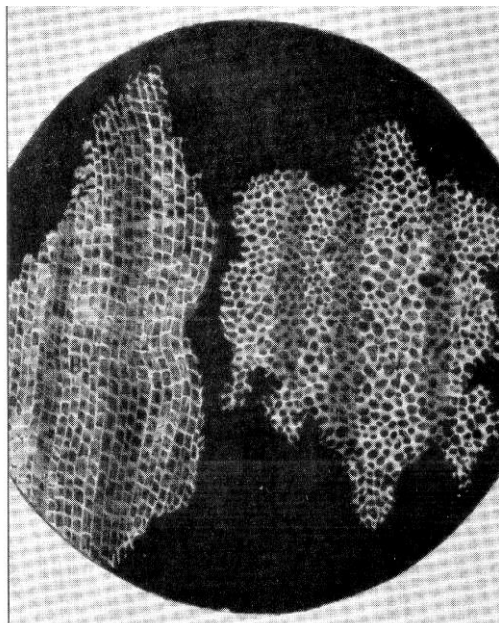
V této části diplomové práce jsou shrnuty teoretické podklady, které slouží jako zdroj informací, které se týkají dané problematiky. Obecně zahrnují dvě oblasti, které vzájemně korespondují. Jsou to východiska vědecká a východiska didaktická.

3.1. Východiska vědecká

Tato kapitola pojednává o historickém vývoji vědeckého objevování a poznávání světa, který se skrývá pod okulárem mikroskopu, o prvním pozorování buněk, o jejich zkoumání, o vytvoření buněčné teorie a jejím vlivu na vědu až do současnosti. Jedním z nejdůležitějších východisek je vzájemné působení a ovlivňování se biologie a výtvarného umění, konkrétně vědecké ilustrace.

3.1.1. Objev a zkoumání buňky, počátky cytologie

První zmínky o buněčné stavbě rostlin se objevily už v 17. století a jsou od Hooka, Grewa a Malpighiho. Jak uvádí Jírovec (1955), anglický badatel **Robert Hook** (1635 – 1703), fyzik a matematik, tajemník Královské společnosti v Londýně, která



Obr. 1) Hookovo pozorování korku (Bayer, 1948)

byla nedlouho předtím založena na podnět J.A.Komenského, zdokonalil konstrukci mikroskopu. V období 1665-7 uveřejnil spis „Micrographia“, kde popsal vlastní mikroskop a podal obrázky a popisy různých objektů, jež tímto přístrojem studoval. Mezi objekty byla také korková zátka; Hook pozoroval tenký řez korkem na tmavém pozadí při svrchním osvětlení. Pozoroval četné dutinky a přehrádky mezi nimi a nazval je buňkami (cellulae – komůrky), podle podobnosti s buňkami včelího plástu. Za charakteristickou součást buňky považoval

buněčnou stěnu. Na živých objektech pozoroval v některých buňkách živý obsah – „výživnou šťávu“, jak ji nazýval. Chtěl upozornit na to, co všechno lze drobnohledem vidět. Je považován za objevitele rostlinné buňky.

Skutečným vědeckým zájmem byli vedeni dva Hookovi následovníci. Prvním podrobným mikroskopickým studiem stavby rostlin se zabýval anglický lékař Grew a italský lékař Malpighi. Ve svém spisu „The Anatomy of plants“ (1682) popisuje **Nehemiah Grew (1641 – 1712)** strukturu rostlinného těla s vysvětlením jak z hlediska makroskopického tak z hlediska mikroskopického. Podle Grewa jsou z buněk („měchýřků, puchýřků“) složeny masité části rostlinného těla, jež nazval „parenchyma“; podle něho připomíná parenchyma složením pивní pěnu. Její struktura je velmi jemná a pravidelná. Grew přirovnával stavbu lodyhy a větví ke krajce. Představoval si, že na jednu krajku se příkládají další, jakoby pak byly lodyha nebo větev složeny z vrstevnaté krajkoviny.

Na základě svých výzkumů vydal **Marcello Malpighi (1628 – 1694)** speciální dílo „Anatomia plantarum“ (1675-1679). Studoval stavbu různých částí rostlin, uvažoval o významu buněk pro stavbu rostlinných těl. V oblasti mikroskopické anatomie živočichů vytvořil řadu objevů dodnes spojených s jeho jménem (plicní sklípky, krevní vlasečnice, ledvinová tělíška, vylučovací ústrojí u hmyzu).

Jako samouk si sestrojil vlastní mikroskopy Holanďan - městský úředník, obchodník, v Delftech – **Antony van Leeuwenhoek (1632 – 1723)**. Mnoho a horlivě pracoval s mikroskopem ve druhé polovině 17. a první čtvrtině 18. století. Pro své mikroskopy si brousil sám i čočky. Soustředil se hlavně na studium světa živých bytostí, neviditelných pouhým okem, který objevil. V přčetných dopisech zasílaných od roku 1673 Královské společnosti do Londýna podává zprávy o svých objevech. Mezi jinými mikroorganismy pozoroval Leeuwenhoek také bakterie, nálevníky, vířníky, želvušky, objevil chlorofylová zrníčka, škrob a krystaly, tušil živorodost mšic, znovu objevil červené krvinky, popsal a zobrazil také spermie, které v roce 1677 objevil jeho krajan Jan Ham . Aniž si uvědomil, co viděl, Leeuwenhoek, jako badatel samouk, zakreslil a popsal poprvé jednobuněčné organismy rostlinné i živočišné. Velkou část svých objevů shrnul do knihy, kterou nazval „Arcana naturae“, Tajnosti přírody.

Základním předpokladem pro založení nauky o buněčné stavbě rostlinného těla byly práce, jimiž byl vysvětlen vznik trubic (trachejí – dle Malpighiovy terminologie) rozrušováním příčných přehrádek mezi buňkami. To bylo v letech 1806-1832. V r. 1812 byla do anatomické praxe zavedena macerační technika. (Rozrušování pletiv na buňky vyluhováním vodou a rozmačkáním.) Macerací pletiv bylo dokázáno, že dutinky buněk jsou jedna od druhé odděleny splenými stěnami, že tedy každá buňka má vlastní samostatnou blánu; to byl velký pokrok ve srovnání s názorem, který tvrdil, že buňky jsou dutinky v jediné souvislé hmotě.

Již v 17. století začal Leeuwenhoek studovat nižší rostliny. Zjistil, že mezi nimi jsou organismy složené jenom z jedné buňky a organismy, jejichž tělo se skládá z několika buněk. V roce 1830 mohl Meyer odůvodněně napsat: „Rostlinné buňky bývají buď osamocené, takže každá z nich představuje zvláštní individuum, jak to vidíme u řas a hub, anebo bývají spojeny v rozměrnější masu a představují výše organizované rostliny.

Opravdový pokrok ve zobecnění nauky o buněčné stavbě rostlin (i živočichů) byl učiněn později, v roce 1838, když byla obrácena pozornost na jádro a protoplasmu, jež však nebyly ještě zevrubněji studovány. Až do roku 1838 anatomové nerozlišovali živý obsah buňky od buněčné šťávy. Na jádro buňky, pozorované Fontanou v roce 1781, se soustředil Robert Brown. Označil jádro za stálý strukturální prvek živé buňky. Jadérko bylo poprvé pozorováno u živočichů v roce 1781. V roce 1838 popsal jadérka v jádrech cibule Schleiden, který poznamenal, že v jednom jádru bývají 1-4 jadérka.

První čtyři badatelé můžeme považovat z „otce mikroskopie“. Jejich objevy na čas zůstaly opominuty. Největší zájem biologů se tou dobou obracel k výzkumu a popisu zvířat a rostlin makroskopických, k čemuž dávaly množství nové látky četné cesty do exotických zemí. Byla to doba zeměpisných objevů.

Veliký registrátor přírody – C. Linné v polovině 18. století shrnul všechny tehdy poznané mikroskopické rostliny i živočichy pod pojem „Chaos infusorium“ a nepovažoval za nutné podrobněji se jimi zabývat. Vyslovil se i v tom smyslu, že by to nebylo dosti zdvořilé vůči Tvůrci světa, abychom tento neviditelný svět prozkoumali, byl by nám dal k tomu oči. Záhy po Linnéově éře se však badatelé se zvýšeným úsilím věnovali výzkumům a 19. století lze nazvat věkem drobnohledu (Jírovec, 1955).

3.1.2. Buněčná teorie

Vynález mikroskopu umožnil detailnější pozorování živočišných a rostlinných těl již od poloviny 17. století. Z této doby pochází i název buňka, jak pokřtil R. Hooke útvary, které mu jeho přístroj odhalil na řezu korku (1665). Data shromážděná za dalších 200 let vyústila v polovině 19. století k vyslovení teorie, která předznamenala svým zobecňujícím principem novou éru ve vývoji biologie a v dalších důsledcích i jiných vědních disciplín. Experimentálně podložená idea se stala jednou ze základních obecných koncepcí, které ovládly myšlení nejen v biologických vědách, ale ve vědě vůbec, a poskytla další oporu představě o jednotě a jednotném původu přírody.

Za letopočet zrodu buněčné teorie se pokládá rok 1839, kdy v Berlíně vyšla kniha T. Schwanna *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen*, (*Mikroskopická studia o shodnosti ve struktuře a růstu živočichů a rostlin*), v níž podrobně vysvětlil své představy o stavbě těl živočichů a rostlin i jejich teoretické důsledky. Dílo je výsledkem pětiletého působení v berlínské laboratoři J. Müllera a spolupráce s botanikem M. Schleidenem.¹

Základní ideou buněčné teorie, tak jak ji formuloval Schwann², je sjednocení dvou zdánlivě tak rozdílných sfér živého světa – říše živočišné a rostlinné. Sjednocujícím elementem je buňka jako základní prvek struktury všech organismů. Na buňku přitom Schwann pohlíží jako na samostatné individuum – základní biologickou jednotku. Důsledkem tohoto předpokladu je představa organismu jako souhrnu buněk; základ výživy a růstu pak není zakotven v organismu jako celku, nýbrž v jeho jednotlivých elementárních částech – buňkách (Kursanov, 1954).

¹ **Matthias Jacob Schleiden (1804 – 1881)** zjišťoval obecné zákonitosti ve stavbě i ve vývoji rostlinných organismů. V r. 1838 jako první podal úplný popis živé rostlinné buňky, na níž rozlišoval stěnu, jádro, jadérko (objevil jej a pojmenoval) a protoplazmu. Zobecnil poznatky o buněčné stavbě těla rostlina a doložil, že buňka je ve všech rostlinách nejmenší fyziologickou jednotkou a vyšší rostliny představují buněčný systém, jehož jednotlivé části jsou specializované (Kursanov, 1954).

² **Theodor Schwann (1810 – 1882)** byl specialista v anatomii a fyziologii člověka a živočichů. Schwann byl překvapen podobností základních rysů v mikroskopické stavbě rostlin, na kterou ho Schleiden upozornil, s těmi, jež sám pozoroval v těle živočichů. Když později Schwann ukázal Schleidenovi řezy hřbetní strunou, uviděl i Schleiden „cytoblasty“ (jádra) a přivedl Schwanna na myšlenku, že základní rysy ve stavbě těla živočichů i rostlin jsou stejné, a k domněnce, že všechny orgány jak rostlin, tak i živočichů se skládají z buněk (Kursanov, 1954).

Schwannova buněčná teorie má ještě další podstatnou složku – odpověď na otázku, jak vznikají buňky?³ Zde vstupuje na scénu vlivný cytolog a botanik své doby, Schwannův přítel, M. Schleiden, který je často citován jako spoluautor buněčné teorie. Schleiden neuvážil možnost, že by rostlinné buňky mohly vznikat opět z jiných buněk, a navrhl spekulativní hypotézu jejich volného utváření z tzv. „cytoblastemu“, který představuje materiál již existujících buněk nebo amorfní organické látky. Předpokládal, že touto cestou vzniká nejdříve buněčné jádro (nazýval je „cytoblast“), které pak roste, aby konečně vytvořilo kolem sebe novou buňku s vnější membránou. Tento proces srovnával Schleiden s tehdy velice populární krystalizací. Toto Schleidenovo učení převzal Schwann i pro buňky živočišné a povýšil je na princip vývoje a jednoty živé přírody. Pro tvrzení o vzniku a vývoji živočišných buněk měl přitom jen nepatrné experimentální podklady. Schwannovo zdůvodnění buněčné teorie pomocí Schleidenovy „cytoblastemové“ hypotézy patří k paradoxním momentům vědecké práce, kdy z nepodložených teoretických východisek konstruuje badatel správnou teorii.

Kořeny buněčné teorie tkví v myšlence jednoty organické přírody, která se v různých obměnách objevuje od 17. století v pracích filosofů a od 18. století nabývá popularity mezi biology a „naturfilosofy“. Nejen biologie, ale i jiné vědní disciplíny hledaly svůj jednotící princip. Hypotézy byly živeny výsledky práce s drobnohledem. O existenci rostlinných buněk se pro jejich snadnou identifikaci nepochybovalo, ale i buňky živočichů (krvinky, tukové buňky, buněčná stavba kůže) viděli v mikroskopu už Malpighi a Leeuwenhoek. Mikroskopy tehdejší doby byly zatíženy mnohými optickými vadami, které komplikovaly správnou interpretaci mikroskopických útvarů. Klíčem ke správnému výkladu bylo pochopení jejich významu pro životní funkce. Jedním z prvních, kdo začal sledovat stavbu živočišných a rostlinných buněk z tohoto zorného úhlu, byl J. E. Purkyně (Janko, 1988). Ošidnost mikroskopických pozorování přiměla Purkyně, aby ve svých pozorováních dával přednost silné lupě. Záhy dospěl k významným objevům. V roce 1825 proslul Purkyně prací *Symbole ad ovi avium historiam ante inubationem* (O dějinách ptačího vejce před oplozením). Při sledování vývoje slepičino vejce našel na povrchu žloutku průhledný váček, který nazval zárodečným měchýřkem – vezikula germinativa. Pozdější výzkumy potvrdily, že šlo o

³ V roce 1832 bylo objeveno buněčné dělení u jedné z řas. Poprvé (1840) a správně popsal a kresbami doložil pochod buněčného dělení u vyšších rostlin **Železnov**. Potom následovala řada prací, v nichž bylo dokazováno, že nové buňky v organismu vznikají dělením už existujících jiných buněk (Kursanov, 1954). Potvrzující pokusy provedl v 60. letech 19. století Louis Pasteur (Alberts a kol., 1998).

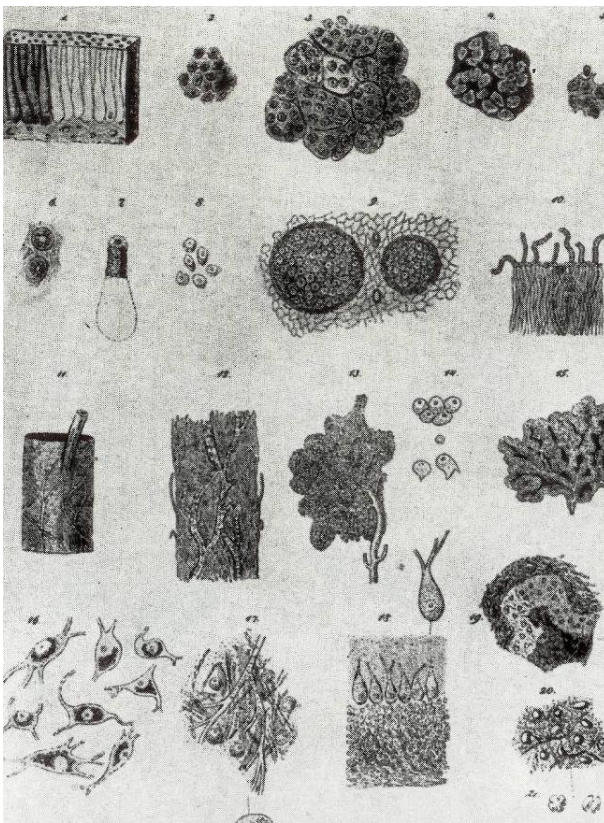
první průkaz buněčného jádra živočišné buňky. Podle některých historiků to byla právě zmíněná Purkyňova práce, která podnítila skotského botanika R. Browna k hledání podobných útvarů v rostlinách a v roce 1831 popsal Brown buněčné jádro rostlinné buňky jako její podstatnou část.

Purkyně byl nesmírně zručný a vynalézavý experimentátor, nespokojil se proto s omezenými možnostmi, které mu nabízely běžné histologické postupy a šel se svými žáky nevyšlapanými cestami. V průběhu deseti let vyšly z Purkyňova ústavu metodické novinky, které představovaly v mikroskopické technice převrat – fixace tkání, barvení preparátů, konzervace průhledným lakem nebo kanadským balzámem, konstrukce pomocných přístrojů. Jako první učitel a vědec promítal Purkyně již v roce 1839 při svých přednáškách na univerzitě preparáty pomocí laterny magiky a pokoušel se využít daguerotypie k fotografování v mikroskopu. Propracované histologické metody nepochybně přispěly k tomu, že ve 30. letech shromáždil Purkyně se svými žáky množství nových vědomostí o drobnohledné stavbě živočichů jako nikdo před ním. V letech 1836 – 1837 prozkoumal Purkyně gangliové buňky v mozku a míše obratlovců, popsal jejich jádro, jadérko a výběžky; velké gangliové buňky mozečku

dostaly později název Purkyňovy buňky.

Experimentálního materiálu o buněčné stavbě živočišných a rostlinných těl se na konci 30. let 19. století nahromadilo tolik, že formulace teoretických závěrů, které by uvedly všechny poznatky na společného jmenovatele, byla na dosah ruky.

Purkyně předložil své teoretické představy o analogii elementární stavby živočichů a rostlin ve své přednášce na pražském sjezdu dne 19. září 1837.



Obr. 2) Purkyňova kresba buněk (Janko, 1988)

„Tím způsobem se konečně uvede zvířecí organismus na tři základní formy: tekutou, zrnkovitou a vláknitou. Zrnkovitá forma pak uvádí nám na mysl analogii rostliny, která jak známo jest, skoro zcela ze zrnek nebo buněk složena jest. Jako u rostliny každá buňka svým vlastním životem (vita propria) nadána jest, čímž ze všeobecné šťávy svou sobě vlastní látku sobě připravuje a zvláštní šťávy ve vlastní dutině ukládá....“

Purkyňova terminologie využívá název buňka pro buňku rostlinou, živočišné buňky jmenoval „zrny“ či „zrněčky“, avšak „zrněčko“ označovalo někdy i útvar uvnitř buňky – zjevně buněčné jádro. Toto rozlišení mělo hlubší smysl, jelikož Purkyně kladl důraz na skutečnost, že živočišným buňkám chybí viditelná blána, že tedy skutečnou buňkou (celulou) je pouze buňka rostlinná. Teprve moderní výzkumy ukázaly, díky použití elektronového mikroskopu, že jak rostlinné, tak živočišné buňky mají cytoplazmatickou membránu, velmi jemný útvar v optickém mikroskopu téměř neviditelný, který hraje nesmírně důležitou úlohu v životě buňky. Purkyně dospěl k názoru, že pro životní procesy buňky je důležitý její vnitřní obsah – rosolovitá tekutina „protoplazma“⁴, jak ji Purkyně nazval. Tohoto pojmu pro označení živé hmoty dospělých buněk znovu zavedl do užívání Hugo von Mohl v roce 1846.

Purkyně, jako jeden z prvních vědců vůbec, zvažuje možnost, že chemické procesy organismů se odehrávají v buňkách. Předvídavě naznačuje možnosti využití izolovaných buněk jako experimentální objekt.

Purkyně byl vedle Schwanna sice nejbliže k formulaci buněčné teorie, avšak nepřiznal buňkám úlohu jediného univerzálního stavebního elementu živé hmoty. Buňky živočichů a rostlin byly pro Purkyně analogické, nikoli homologické. Nevytvořil tedy buněčnou teorii, ale formuloval vlastní „zrníčkovou“ teorii stavby těl živočichů. Purkyně znal buňku lépe než kterýkoli z jeho současníků a bez množství faktického

⁴ Protoplazmu viděli četní anatomové, pozornost jí byla však věnována až po uveřejnění Schwannovy a Schleidenovy teorie. Roku 1835 byla obrácená pozornost na průsvitnou, homogenní, rosolovitou hmotu („živý rosol“) prvků. Tu nazval Dujardin sarkodou. Schultze pokračoval ve studiu živé protoplazmy, zvanou Dujardinem „sarkoda“, a v r. 1861 došel k závěru, že „sarkoda“ je nejen v tělech nižších bezobratlých, nýbrž i v tkáních mnohem výše organizovaných živočichů a že fyziologicky jsou Dujardinova „sarkoda“ a Purkyňova „protoplazma“ v hlavních rysech identické a patří do jediné kategorie látek – k protoplazmě. Schultze považoval protoplazmu s jádrem za materiální základ života všech organismů. Poznal, že četné jednobuněčné organismy nemají pevnou membránu a že v těle mnohobuněčných živočichů jsou buňky bez pevných překážek mezi sebou. Tak došel Schultze k tzv. „buněčné protoplazmatické teorii.“ Podle ní jsou buňky organizovanou masou protoplazmy s jádrem a buněčná membrána představuje jen vedlejší, druhotný produkt buněčné činnosti (Kursanov, 1954).

materiálu z jeho laboratoře by patrně Schwann buněčnou teorii formulovat nemohl. Nicméně ani Schwannova teorie není totožná s buněčnou teorií, jak se utvářela v průběhu minulého století a je upřesňována a upravována novými poznatky dodnes (Janko, 1988).

3.1.3. Současné metody zkoumání buňky a její definice

V současné době definujeme buňku jako základní stavební jednotku organismu, nejjednodušší částici živé hmoty, která je schopná samostatné existence (bakterie, sinice, některé řasy, prvoci). Hlavní obsah buňky tvoří protoplazma, která se skládá z cytoplazmy s různými organelami (např. fibrily, ribosomy, mitochondrie) a z jádra buněčného (karyon) s chromozómy, složenými z molekul nukleových kyselin (DNA, RNA, ...), tvořících geny. Ty jsou nositeli dědičnosti buněk. Různě utvářené buňky tvoří pletiva, tkáně až orgány živočichů a rostlin. Buňky rostlinné mají narozdíl od buněk živočišných velmi silnou blánu buněčnou. Základní funkcí buněk je látková přeměna, růst, vývoj, dráždivost, rozmnožování – dělení (Malý encyklopedický slovník, 1972).

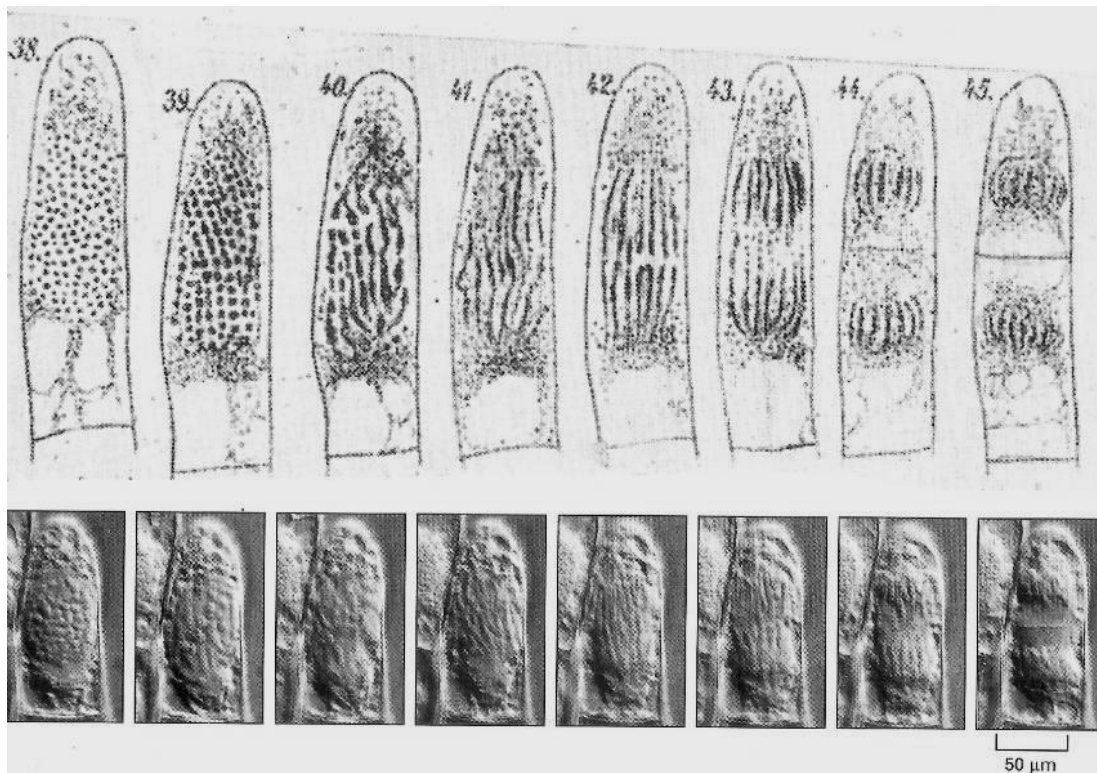
Jiný encyklopedický slovník (1993) definuje buňku jako základní strukturní a funkční prvek organismů, jako nejjednodušší živou soustavu schopnou samostatné existence a rozmnožování. Jejím komplexním studiem se zabývá buněčná biologie – cytologie.

Vynález mikroskopu v 17. století učinil buňky poprvé viditelnými a ještě o staletí později všechno, co bylo o buňkách známo, bylo objeveno za použití tohoto jednoduchého přístroje. Světelný mikroskop představuje dodnes pro buněčné biology základní součást vybavení. Ale ačkoliv tyto přístroje nyní zahrnují mnoho důmyslných vylepšení, samy vlastnosti světla určují hranici jemnosti detailu, který lze takto pozorovat.

Elektronový mikroskop, vynalezený ve 30. letech 20. století, se dostává za tuto hranici díky svazkům elektronů, které nahrazují svazky světla v osvětlovacím zdroji, a tak výrazně zvětšují naši schopnost vidět jemné detaily buněk; dokonce činí viditelnými některé větší molekuly.

Spatřit vnitřní strukturu buňky je těžší, a to nejen pro to, že její části jsou malé, ale také proto, že jsou průhledné a většinou bezbarvé. Jednou možností je obarvit buňky

barvivy, která různě barví jednotlivé odlišné buněčné složky. Další možností je využití optických triků, které jsou založeny na rozdílném indexu lomu světla jednotlivých složek buňky. V současné době lze mikroskopický obrázek zesílit elektronickou cestou. Pro větší zvětšení je nutné obrátit se k elektronovému mikroskopu, který může odhalit detaily o velikosti několika nanometrů. Pro elektronovou mikroskopii jsou vyžadovány podobné postupy při přípravě preparátů, ale řezy musí být mnohem tenčí a nelze si prohlížet živé vlhké buňky. Elektronové mikroskopy používané k prohlížení tenkých řezů tkání jsou známy jako transmisní elektronové mikroskopy. Další typ elektronové mikroskopie – skenovací neboli rastrovací elektronová mikroskopie – se používá k prohlížení povrchových detailů buněk a dalších struktur (Alberts, 1998).



Obr. 3) Dělení rostlinné buňky zachycené kresbou a pro srovnání elektronovým mikroskopem (Alberts, 1997)

3.1.4. Výtvarné umění a vědecká ilustrace v biologii

Pojem vědecká ilustrace se odvozuje od latinského slovesa „*illustrare*“, což v překladu znamená osvětlovat, vysvětlovat, objasňovat, činit známým. Přidružoval se ještě význam „*dodávat vznešenosti*“. Ilustrace vhodně doplňuje text tam, kde slova nestačí a dotváří ucelenou představu popisovaného. Termín vědecká upřednostňuje abstraktní systematičnost v souhrnu odborných vědomostí, věda zdůrazňuje zřetel znalostní, poznávací i popularizátorský. V obecném měřítku lze ilustraci rozdělit na literární a vědeckou.

Literární ilustrace je dána exaktním a objektivním pohledem na skutečnost. Subjektivita u ilustrace vědecké je nežádoucí. Funkce vědecké ilustrace je poznávací, informační, exaktně doplňující odborný text. Obsah zobrazované informace si podřizuje a přizpůsobuje výtvarné prostředky. Takovéto ilustrace nemají takový estetický náboj, jelikož jsou jednovýrazové, jednostranné, konkretizující, vedoucí k určité konkrétní představě, avšak nejsou nezajímavé. Například drobnohledné studie Hookovy, Purkyňovy, Leeuwenhoekovy.

Jak tvrdí Šindelář (1973), stejně jako jiná výtvarná realizace, je i vědecká ilustrace tvůrčím aktem, jehož podstatou je poznání a typizace podstaty objektu či jevu. Přestože sdělení takové typizace je exaktní a věcné, dává ilustrátorovi možnost výtvarného prožitku. Tyto skutečnosti se promítají do ilustrátorského procesu. Schopnosti výtvarníka umožňují postižení tématu nikoliv v subjektivním pojetí, nýbrž v pojetí umělecké objektivity.

Cílem vědecké ilustrace není její vlastní estetičnost, ale musí respektovat skutečnost odbornosti dané informace. Je samozřejmé, že jedná-li se o výtvarné vyjádření, nese s sebou i estetický náboj, ale až jako druhořadý efekt. Vědecké ilustrace lze tedy posuzovat jak po stránce vědecké, tak i po stránce estetické (např. herbáře, atlasy, nástěnné obrazy). Při publikaci se vědecká ilustrace musí podřizovat ještě dalším parametrům. A to velikosti knihy, formátu, typu písma. Velmi důležitým kritériem je správné didaktické zpracování.

V průběhu historických etap procházela vědecká ilustrace různými obdobími. V 17. století se doprovodná ilustrace ocitá v ústraní a vědecká ilustrace se realizuje prostřednictvím velkých cyklů, jako jsou herbáře (rozsáhlé ilustrátorské cykly). Tato skutečnost byla ovlivněna tím, že jediným samostatným předmětem v biologii byla

botanika. Nejstarším českým herbářem je Křišťanův herbář z roku 1416. Neměli bychom opomenout první tištěný herbář Jana Černého (1517). U nás vydal Tadeáš Hájek z Hájku herbář Matthiolův, který byl vůbec nejrozšířenější. Botanikou se nechal inspirovat i jeden z nejvýznamnějších českých grafiků, Václav Hollar. Realistickými pracemi vynikal Albrecht Dürer. Do oblasti vědecké ilustrace se zapsal i Jan Evangelista Purkyně. Zajímavostí je, že i Goethe se zajímal o vědecké bádání. Vědecká ilustrace vychází z historické spojitosti, čerpá z odkazu mistrů a inspiruje se novými poznatky progresivních vědních oborů.

S postupujícími názory slavných didaktiků a pedagogů se opět začíná názorné kresby využívat, až se dostává přes řadu úskalí do současné podoby, kdy exaktní znázorňování skutečností lze řešit nejen ilustrací (modely, počítačové simulace, počítačové modely...). Dnešní odbornou literaturu si nedovedeme představit bez barevných obrazových příloh a fotografií.

Věda našla ve své ilustraci partnera, který může pochopit a také vyjádřit tuto osobitou cestu za poznáním krásy, která je ovšem ve vědě pouze důsledkem či průvodem poznávání pravdy. Ilustrace objevuje poznání vědy jako naplněné smyslovou krásou, nečiníc to vždy záměrně, naopak, krásu tuší teprve tehdy, když se dobrala pravdy. Dochází k takovým výsledkům svou pokorou k faktu skutečnosti, svou důsledností v cestě za poznáním, svou touhou po pravdivosti. Tak obě strany získávají a výsledkem je výtvarná skutečnost, skýtající nejen praktický užitek poznání, ale i zvláštní estetický požitek, který nám nedává žádný jiný výtvarný projev a žádná jiná zkušenost. Vědecká ilustrace má pak zvláštní význam v našem prostředí, které čínorodě ovlivňuje svou náplní didaktickou, poznávací, znalostní a humanitní (Šindelář, 1973).

Dnes chápeme vědeckou ilustraci jako samostatný výtvarný obor, kdy kráčí ruku v ruce obory vědecké a umělecké. Jsme svědky, kterak se výtvarný projev těsně přimyká vědecké naléhavosti, plně ji respektuje, sleduje její záměry. Přírodním vědám slouží výtvarné umění. Na straně druhé sledujeme již celá staletí, kterak příroda sama, stojí umění modelem a je jeho inspirací (Šindelář, 1973).

V současnosti můžeme nalézt celou řadu výtvarníků, kteří se vědeckou ilustrací zabývají. Také v odborné literatuře, zabývající se cytologií a obecnou biologií, lze nalézt široké spektrum jmen výtvarníků - ilustrátorů. Několik jmen z používané

literatury a týkající se kapitol cytologie je uvedeno v následujících tabulkách. Jsou rozděleny podle původu publikací na zahraniční a tuzemské.

Ilustrátoři zahraničních publikací:

| <i>Jméno</i> | <i>Zahraniční publikace</i> |
|---|--|
| William C. Ober Ronald J. Ervin Molly K. Ryan George J. Venable Claire Garrison | Raven P., Johnson G.: Understanding Biology. |
| Carol C. Bleistine | Loewy a kol.: Cell Structure and Function. |
| Carol C. Bleistine Doris Bruey | Villee a kol.: Biology (Second edition). |
| Nigel Orme Kate Hesketh – Moore | Alberts a kol.: Základy buněčné biologie. |
| J. B. Woolsey Associates | Wallace R., Sanders G., Ferl R.: Biology. |

Ilustrátoři českých publikací:

| Jméno | České publikace |
|---|---|
| Karel Jelínek Zdenka Krejčová Petr Liška Eva Smrčínová Hana Storchová Karel Zpěvák | Rosypal S. a kol.: Přehled biologie. |
| Josef Berger | Berger J.: Buněčná a molekulární biologie. |
| Vlastimil Choc Ivan Zpěvák | Bumerl a kol.: Biologie 1 pro SOŠ. |
| Marie Suchardová | Kincl L., Kincl M., Jakrllová J.: Biologie rostlin. |
| Hana Střihavková | Černohorský Z.: Základy rostlinné morfologie. |
| D. Fomenková | Kubišta V.: Buněčné základy životních dějů. |
| Jan Fiala Irena Trefilová | Rokyta R. a kol.: Fyziologie. |
| Marie Tuláčková | Kubišta V.: Obecná biologie. |
| Dagmar Kubínová Hana Storchová | Kubát K. a kol.: Botanika. |
| Věra Polcarová Miloslav Polcar | Romanovský A. a kol.: Obecná biologie. |
| Jan Jelínek Anna Jelínková | Jelínek J., Zicháček V.: Biologie pro gymnázia. |

3.1.5. Leonardo da Vinci

S pojmem vědecké ilustrace souvisí také jméno tohoto významného renesančního umělce a vědce. Už on zastával názor, že umění a vědy nelze od sebe odtrhnout, naopak tvrdil, že se prolínají a propojují, vycházejí-li ze společné snahy o poznání. Pro jeho vědeckou činnost a zejména pro jeho realistický a skutečnosti odpovídající výtvarný záznam typu vědecké ilustrace je věnována tomuto velikánovi a průkopníkovi samostatná kapitola. Leonardo ve spisech a výkladech svých názorů hovořil proti „falešným duchovním vědám“, které pokládal za odtažitě, učenecké a literátské, protože se opírají pouze o autoritu antických autorů a odporují logice a filosofii. Naproti tomu dával důrazně přednost zkušenosti, „matce všeho vědění“ a všestrannému zkoumání nejskrytějších stránek mnohotvárné přírody; přírodu samu chápal jako globální a dynamický systém jevů a sil, jež může člověk, který je součástí a motorem tohoto systému, vnímat a zkoumat, jen když své smysly podřídí rozumu. To je základem trvalého spojení, které má podle Leonarda existovat mezi „uměním“ a „vědami“ podobně jako mezi myšlením a smysly, mezi empirickým poznáváním skutečnosti, jež chápal jako jedinečnou schopnost nacházet pomocí analogie neutrální a vizuální souvislosti (Pijoan, 1984).

Da Vinci se zajímal o nejrozmanitější vědní odvětví. Fascinován byl lidskou anatomií. Ta byla v jeho době stále jakési tabu. Leonardo byl první, kdo zachytil na obraze první pitvu člověka. Svě zkušenosti a poznatky z vědeckého bádání zpětně využíval v malířství.

Propojování vědy a umění je typické pro období renesance. Vědci i umělci hledali přírodní zákonitosti a z opakování přírodních principů vycházeli. Větvení koruny stromů či větvení kořene rostliny je analogií větvení cév oběhové soustavy. Odlitky cévního řečiště plic se nesmírně podobají svým principem větvení drobným větévkám stromu. Přírodní princip se opakuje například ve víru větru, víru vody. U člověka nacházíme vír vlasů.

Přírodní principy lze převádět do matematických vzorců a fyzikálních propočtů. Ulity plžů se svou pravidelnou stavbou lze narýsovat dle matematických a geometrických výpočtů. Lze tedy propojovat i fyzikální a matematické vědy s biologickými a výtvarnými.

3.2. Východiska didaktická

V této kapitole je přiblížen historický vývoj uplatňování principu názornosti v procesu vyučování. Nejdůležitějším východiskem je učení J. A. Komenského o potřebě názoru.

3.2.1. Historie názorného vyučování biologií

V období raného středověku, v období scholastiky, vznikají zejména herbáře. Jk uvádí Řehák (1965), nejstarším českým herbářem (z r. 1416) je herbář Křišťana z Prachatic, lékaře a rektora pražské university. Popsal latinsky 150 rostlin, která mají i česká jména. První tištěný herbář s dřevoryty vydal litomyšlský lékař Jan Černý r. 1517. Nejrozšířenější byl herbář Matthiolův, který u nás vydal Tadeáš Hájek z Hájku s krásnými rytinami a vytiskl Melantrich r. 1562. Ještě v 17. století jen jediný předmět z nynější biologie, a to botanika, byl předmětem samostatným, ale jen na universitě.

O reformu tehdejších věd usiloval Francis Bacon (1561 – 1626), kritik scholastiky a zakladatel novodobé experimentální vědy, s cílem postavit a urychlit poznání přírody na empirickém základě. Praví doslovně: „Co příroda koná, nemůžeme ani vymyslet, ani vybájit, nýbrž nalézt.“ Základem věd se stává pozorování, pokus, zjištění fakta. Ale jen postupně, v těžkém boji s církevní autoritou. Svým úsilím ovlivnil také J. A. Komenského.

Za základ vyučování prohlásil a jasně zdůraznil zásadu názornosti a uvědomělosti. Základem didaktiky Komenského je vlastní názor, vlastní zkoumání a vlastní zkušenost. Oboru přírodních věd věnoval 35 kapitol ve svém díle „Orbis pictus“.

Na názorech J. A. Komenského staví filantropista a pedagog J. B. Basedow (1723 – 1790). Na svém vychovatelském ústavu probírá tělovědu a základy přírodopisu. Při výuce používá obrazů, tabulí ilustrací ze své knihy Elementarwerk.

Po zrušení jezuitského řádu r. 1773 byly školy zestátněny a byl zaveden „přehled z přírodopisných říší a přírodozpytu“. Bylo zakázáno nerozumné učení se nazpaměť, ale zůstalo jen u tohoto memorování, neboť učebnice pro gymnázia z r. 1819 měla pro látku 4 let pouze 4 tabulky mědirytin, sbírky a obrazy nebyly a všem předmětům vyučoval v jedné třídě jediný učitel. Politická reakce však r. 1819 odstranila i takovýto přírodopis na celých 30 let z rakouských gymnázií (až do roku 1849).

Při úpravě organizace gymnázií a reálků v r. 1854 dostal přírodopis více prostoru. První české středoškolské učebnice na prvním jazykově českém gymnáziu, jímž bylo Akademické gymnázium v Praze od r. 1850 (a od r. 1851 v Jičíně a Hradci Králové), byly Pečírkův živočichopis a nerostopis, Staňkův a Presslův rostlinopis.

Nejstarší česky psanou učebnicí přírodopisu je Pařízkova „Historie přirozených věcí pro mládež“ vydaná v r. 1784 v Praze.

J. Alex. Dunder vydal v Praze r. 1823 „Obrazní přírodopis pro dívky“ s 25 litografickými tabulemi savců a ptáků. Lékař V. Staněk vydal v Praze r. 1843 obsáhlý „Přírodopis prostonárodní“ a k němu 16 velkých tabulí. Jan Filcýk vydal v roce 1834 „Přírodopis co kratochvilník pro mládež dospělejší československou“. Měl 26 tabulí.

Na konci 18. století pronikají do německého školství myšlenky J. H. Pestalozziho (1746 – 1827), který obnovuje zásadu Komenského, že názor je zcela nutným základem všeho poznávání. Jeho učebnice mají již celkem správné popisy přírodnin, jsou však založeny jen na systematické a na deduktivním postupu.

Ještě ve čtyřicátých letech vypadala výuka na Karlově univerzitě po metodické stránce, jak popisuje Ant. Springer, takto: „I na pražské filosofické fakultě byly popisné přírodní vědy tak přednášeny, že posluchači nikdy skutečné zvíře, rostlinu, nerost, ani jeho obraz neviděli.“

V porovnání s touto skutečností lze poukázat na pokrokovost vědce a učitele J. E. Purkyně (1787 – 1859). Ve výuce užíval v hojně názoru, zavedl praktická cvičení pro posluchače, k zobrazení mikroskopických preparátů používal laternu magiku, pokoušel se preparáty fotografovat, vypracoval mikroskopické výzkumné metody a sám vypracoval vědecký experiment na klasičtější úrovni. On také vybudoval první výzkumný ústav pro biologii a fyziologii v Evropě (ve Vratislavi). ***Zde se tedy poprvé setkáváme s využitím názorných pomůcek při výkladu buněčné tematiky.***

V 30. letech 19. století se dostávají metodické otázky do popředí a živě se o nich diskutuje. Osobností tohoto období je A. Diesterweg (1790 – 1866), který vydal r. 1835 metodický spis, kde se opírá o Bacona a Komenského. Dalším významným českým biologem-pedagogem, který kladl po vzoru Komenského důraz na názor, byl MUDr. Karel Amerling (1807 – 1884). Zdůrazňoval aktivitu žáka a dokonce i vydával české barevné obrazy živočichů a rostlin (Řehák, 1965).

3.2.2. Zásada názornosti v biologii

Poznávací proces žáků postupuje v podstatě od živého nazírání k abstraktnímu myšlení a k ověření a uplatňování poznatků v praxi. Tento proces řídí učitel podle didaktických zásad. Didaktické zásady jsou vedoucími hledisky při řízení všech etap vyučovacího procesu.

Charakteristickou vlastností lidského smyslového vnímání je slovní označení vnímaných předmětů a jevů. Do činnosti první signální soustavy, do smyslového vnímání, se zapojuje činnost druhé signální soustavy, řeč, jež je výrazem myšlení. Myšlení je kvalitativně vyšší forma obrazu ve vědomí člověka a v průběhu poznávání je vnímání a myšlení ve stálé součinnosti. Základ tvoří vnímání smyslové.

Naše poznávání okolního světa začíná smyslovými vjemy, které si uvědomujeme a uchováváme je v paměti jako představy. J.A. Komenský vystihl správně stěžejní význam tohoto smyslového poznání jako „prvotního pramene“ poznání. Svou didaktiku založil na zásadě názornosti. Jeho učebnice „Orbis pictus“ a „Janua linguarum“ byly učebnicemi, které měly hojné ilustrace.

Pro Komenského je smyslový názor bránou všeho poznávání, je základem, bez něhož žádné poznávání není možné, je hlavním pramenem vlastní zkušenosti, kterou tím i lépe uchováváme v paměti. Metodikou Komenského je proto na prvním místě metodika smyslového nazírání a pozorování, po němž následuje promyšlení podstaty věci.

Smyslové podněty jsou však didakticky účinné jen tehdy, jestliže vědomí vnímajícího žáka je ve stavu pohotovosti. Teprve tento stav pohotovosti, soustředěné pozornosti umožňuje, že se smyslové podněty opravdu stávají prostředníky mezi objektivní skutečností a subjektem žákovy osobnosti. To je fyziologický a didaktický význam pozornosti.

Zásada názornosti vyžaduje, aby vytváření představ a pojmů bylo založeno především na smyslovém vnímání, na přímém pozorování věci a jevů samých, a kde to není možné, na jejich vyobrazení nebo modelu. Úkolem názoru je především vytvořit správnou a jasnou představu.

Je nutné, aby vnímání bylo cílevědomé a plánovité, aby bylo provázeno myšlením, aby to bylo uvědomělé pozorování, neboť jeho výsledkem má být jasná představa jako základ pro vytvoření a dobré pochopení pojmu. Učitel proto usměrňuje pozorování žáků. Dovednost vhodně a hodnotně využívat názoru je v tom, jak učitel umí spojit názor s živým slovem svého výkladu nebo se samostatnou činností žáka. Učitel by měl postupovat od celku a hrubého rozlišení k jemnějšímu.

Současně dochází i k analýze vytýkáním podstatných znaků a znaků vedlejších, pozorování je tedy současně zaměřeno na zkoumání věcí a jevů. To je základ uvědomělého vytváření pojmů.

Názor není samoúčelný, není cílem vyučování, vždy musí být podřízen cíli vyučovací hodiny. Didakticky správné používání názoru je skutečně Komenského „zlatým pravidlem“ všeho vyučování, je nejučinnějším prostředkem, který umožňuje přechod od smyslového poznávání k poznání rozumovému, k pochopení obecných pojmů. Nejučinněji aktivizujeme žáky, můžeme-li při používání názoru použít srovnávání objektů sobě podobných, nebo protikladných. Názor zajišťuje živou pozornost a zájem žáků, a proto i trvalejší uchování v paměti. Nejdokonaleji využijeme názoru, když k sluchovému a optickému vnímání a k myšlení současně zapojíme ještě motorický analyzátor – činnost ruky, jak je tomu při kreslení náčrtů a při práci s přírodninami.

Velký význam má názor při přechodu k abstraktnímu myšlení, kdy názor umožňuje proniknout do smyslu spojitostí. Takové poslání mají např. různé diagramy, schémata a grafy.

V biologii názor někdy konkretizuje a ilustruje dřívější zkušenosti žáků, tj. pomáhá reprodukovat a přitom prohlubuje, zpřesňuje a uceluje ony představy, které žáci už dříve získali. Názorný obraz poskytuje i materiál k uvažování. Každé heuristické „proč“ po provedeném pozorování k tomu vede. Přitom názor podněcuje zájem žáků o vědecké poznatky a o jejich využívání v praxi.

Zcela běžné má být používání názoru při upevňování vědomostí a hlavně při opakování (Altmann, 1975).

3.2.3. Materiální didaktické prostředky

Didaktickými prostředky jsou nemateriální (metoda, formy, zásada...) a materiální didaktické prostředky. Prostředkem rozumíme v didaktice vše, čeho učitel a žáci mohou využít k dosažení výukových cílů.

Funkce materiálních didaktických prostředků vyplývá ze skutečnosti, že člověk získává 80% informací zrakem, 12% informací sluchem, 5% informací hmatem a 3% ostatními smysly. V tradiční škole tyto skutečnosti nejsou respektovány a zapojení smyslů je následující: 12% informací získáváno zrakem, 80% informací získáváno sluchem, 5% hmatem a 3% ostatními smysly (Petty, 1996). Chceme-li změnit dané poměry, musíme pracovat v duchu čínského přísloví, které říká, že vidět znamená zapomenout, vidět a slyšet znamená znát, slyšet a dělat znamená umět. Nutnost předvádění tolika smyslům, kolika jen je možné, připomíná i J.A.Komenský ve svém zlatém pravidle didaktiky.

Přehled materiálních didaktických prostředků (výběr k tématu):

I. Učební pomůcky

1. Originální předměty a reálné skutečnosti
2. Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností
 - a) dle typu :
 - prostorové modely
 - plošná zobrazení
 - b) dle způsobu prezentace
 - prezentována přímo (obrazy, fotografie)
 - prezentována nepřímo pomocí didaktické techniky
3. Textové pomůcky
 - a) učebnice
 - b) pracovní materiály (pracovní sešity, návody, atd.)
 - c) doplňková a pomocná literatura (časopisy, encyklopedie)

4. Pořady a programy prezentované didaktickou technikou
5. Speciální pomůcky (zvětšovací optika, mikroskop, lupa,...)

II. Technické výukové prostředky

1. Vizuální technika
 - a) pro diaprojekci (diaprojektory)
 - b) pro zpětnou projekci (meotar, zpětný projektor)
 - c) pro dynamickou projekci (videokamera)
 - d) multimediální technika na bázi počítačů
2. Audiovizuální technika
 - a) videotechnika
 - b) televizní technika
 - c) multimediální technika na bázi počítačů
3. Technika řídicí a hodnotící
 - a) multimediální technika na bázi počítačů
 - výukové počítačové systémy
 - osobní počítače

III. Organizační a reprografická technika

- kopírovací stroje
- fototechnika
- multimediální technika na bázi počítačů

IV. Výukové prostory a jejich vybavení

1. učebny se standardním vybavením (tabule, nástěnky,...)
2. odborné učebny (většinou vybaveny audiovizuálními pomůckami)
3. počítačové učebny

V. Vybavení učitele a žáka

1. psací potřeby
2. kreslicí potřeby
3. počítače

Toto rozdělení bylo upraveno se zaměřením na body související s tématem práce a tudíž bylo rozdělení zkráceno a poněkud upraveno.

Jak je patrné, velkou skupinu materiálních didaktických prostředků tvoří technické výukové prostředky. Jejich funkce ve výuce je následující:

1. Funkce základní: informační, formativní, instrumentální.
2. Funkce didaktické: plnění funkce názornosti a možnost vícekanálového vnímání informací, funkce motivační a stimulační, funkce zpevňovací, kontrolní.
3. Funkce řídicí: snižování neproduktivních časů učitele i žáků, zpětnovazebné regulace.

Velkého významu v rámci technických výukových prostředků nabývá multimediální technika na bázi počítačů. Lze ji zahrnout do vizuálních, audiovizuálních i řídicích a hodnotících výukových prostředků. Z tohoto vyplývá široké uplatnění této techniky v realizaci názorného vyučování. Diaprojektory, promítačky filmů, meotary, nakonec i videa postupně nahrazuje počítač ve spojení s dataprojektorem. Využití této techniky, jak se lze v praxi přesvědčit, má řadu pozitiv. Učitel realizuje výuku s podporou počítače, didaktické prostředky (pomůcky a technické didaktické prostředky) volí s větší pečlivostí a důsledněji, celek působí esteticky (například prezentace v PowerPointu), motivuje, aktivizuje. Studenti vidí učitelovu snahu předložit jim látku co nejkvalitněji, zajímavě a ocení to. Úskalím ve využívání multimédií je především nedostatek relativně drahých přístrojů ve školách a nezvyk je využívat.

Jak uvádí Petty (1996), hlavní výhody vizuálních pomůcek jsou následující:

- upoutávají pozornost
- přinášejí změnu, vzbuzují zájem
- napomáhají konceptualizaci; mnoha pojmům a myšlenkám porozumíme lépe vizuálně než verbálně (viz kapitola 3.2.4. Pojem a obraz)
- jsou snáze zapamatovatelné
- jsou projevem učitele; kvalitní přípravu učitele žáci ocení

Používání materiálních názorných prostředků ve vyučování by mělo být samozřejmou součástí výuky. Chybí-li, či je názornost nedostatečná, nedodrží se zásady názorného vyučování, projeví se to na kvalitě výuky. Jako učitelé se můžeme dopouštět při demonstrování a používání názorných pomůcek řady chyb (Řehák, 1965).

Nejčastější chyby:

- nevyužívání pomůcek, které jsou na škole k dispozici
- neschopnost improvizace, je-li pomůcek naopak nedostatek
- nevyužití obrazů a náčrtů v učebnici
- časově nesprávné používání pomůcek
- nezvládnutí prostoru třídy (ukázky drobných názorů od tabule)
- obava z práce s tabulí, nekreslení náčrtů,
- kreslení náčrtů, ale jejich nepopisování
- nevhodný způsob kresby na tabuli, stínění tělem
- nevhodný výběr kříd a barev (např. špatná viditelnost)
- věšení obrazů na tabuli, málo místa na popisky
- přeplněnost názorem, přemotivování
- málo praktických příkladů
- nepoužívání ukazovátka
- nezvládnutá manipulace s didaktickou technikou (multimédia, meotar)

3.2.3.1. Materiální prostředky užití ve výuce témat cytologie

K výuce témat týkajících se buňky je užití názorných pomůcek nezbytné. Konkretizují představy, které odpovídají novým pojmům, se kterými se žáci v hodině setkají. Volba takových pomůcek závisí na volbě metod a forem výuky.

V hodině základního typu nejčastěji využíváme k výkladu plošných zobrazení (nástěnné obrazy, fotografie, kopírované materiály, obrazové přílohy učebnic). Dle dispozic můžeme přenášet zobrazení pomocí techniky. Jednou z možností je přenos prostřednictvím statické kamery (videokamery) do televize a její sledování během výkladu. K promítání obrázků tištěných na papíře či přímo z učebnic je možno také použít speciální prosvětlovací promítačky.

Velmi používanou a interaktivní technikou je zpětná projekce. Schémata promítaná meotarem si může učitel vytvořit sám ručně či na počítači. Nevýhodou je skutečnost, že znázornění musí být provedeno na průhlednou fólii. Barevné provedení je náročné na tisk i ruční přípravu. Výhodou jsou pomůcky tohoto typu vydané speciálně k tomuto účelu. Na trhu jich je ale většinou málo a jsou poměrně drahé. Pozitivem v používání zpětné projekce je to, že projektor lze rychle zapnout a využívat (je-li v učebně). Zároveň je možné vytvářet tzv. vyvíjecí náčrt. To znamená, že učitel na čistou fólii může fixem zakreslovat náčrty a schémata průběžně během výkladu a obrázky bez popisků popisovat. Fólie tak v podstatě nahrazuje tabuli. Meotaru lze tímto způsobem využít také při kontrole vědomostí žáků – testy, ústní zkoušení.

Nezastupitelné místo mají ve výuce multimédia. Využití dataprojektoru ve spojení s počítačem je, co se týče názornosti, ideální. Lze promítat obrázky, fotografie, schémata, animovaná zobrazení, filmy. Vše mohou studenti vidět v barevném provedení, od schématu až po vyfotografovaný reál. Presentaci lze posouvat, zastavovat a podobně. Výhodou je přesně připravená struktura a racionální volba názorů. Nevýhodou je nemožnost okamžitě přidávat obrázky či popisky. K tomu musíme využít tabule nebo meotaru.

Dalšími často využívanými technikami jsou techniky k audiovizuálnímu znázornění (filmy). Příkladem může posloužit animovaný seriál Byl jednou jeden život.

Ve výuce cytologie patří nezastupitelné místo mikroskopii. Umožňuje nám pozorovat život pod mikroskopem, usnadňuje představivost. Mikroskopické pozorování je nutné pro správný názor a skutečné pochopení. Sebelepší obrazy o tématech buňka,

rostlinné a živočišné tkáně, řasy, plísně, prvoci aj. nemohou nahradit mikroskopické pozorování, buď přímé, či v projekci. Pracujeme s preparátem, který je reálnou učební pomůckou. Abychom zkoumaný objekt viděli, musíme použít zvětšovací optiku. K tomu slouží především mikroskopy. Těch většinou používáme v hodinách laboratorních cvičení, jelikož pozorování preparátů přímo v hodině při výkladu má některé nástrahy. Studenti neregistrují výklad, experimentují s přístroji i s preparáty a vyučující nemůže kontrolovat způsob práce a manipulace s přístroji.

Možnosti využívání fotoaparátů a videokamer ve spojení s mikroskopy, přenos obrazu na plátno či do televizní obrazovky, jsou omezeny zejména vybavením na školách, nicméně didakticky by bylo velmi užitečné jich využívat. Nezapomenutelné dojmy získají žáci při projekci živých nálevníků v masovém výskytu, projekci vířenek, krásnooček. Mikroprojekce je výhodou, neboť umožňuje při výkladu učitele současně názor pro všechny.

3.2.3.2. Didaktické pomůcky na současném českém trhu

Na leckterých školách se nástěnné plakáty a modely krčí někde v koutě, jsou zavřené ve skříňkách, kde se na nich jen usazuje prach. Vyučující by měl využívat veškerých dostupných prostředků k dosažení svého výchovně vzdělávacího cíle. Naopak je řada škol, která se potýká s nedostatkem názorných pomůcek. Zde záleží na schopnostech učitele, na jeho improvizaci a zájmu. Sám kantor může vytvořit řadu pomůcek nových. Další možností, která je sice snadná, ale s menší pravděpodobností realizace, je čekání na přidělení peněz k nákupu názorného didaktického materiálu. Finanční dostupnost v této oblasti je relativně nízká, v závislosti na zájmu a prioritách ředitelství školy a případně i typu školního zařízení.

V současné době se na českém trhu vyskytuje řada firem, které školám nabízí různé názorné pomůcky pro podporu výuky biologie na základních, na středních i vysokých školách. Většinou se jedná o zastoupení zahraniční firmy v České republice. Příkladem je firma ARTEMIS s.r.o. v Praze. Nabídka zahrnuje obrazové materiály, modely, soubory trvalých preparátů, příručky a multimediální podporu na CD-ROM. Nevýhodou je však vysoká pořizovací cena. Zde je na místě otázka, zda se má či nemá investovat do vhodných didaktických pomůcek za účelem zkvalitnění výuky, investovat do vzdělání budoucí generace.

Plošné i prostorové modely by neměly chybět v žádné učebně biologie. K výuce témat cytologie nebo blízkých témat, kde se hovoří o buňkách, lze využívat následující přehled pomůcek.

Příklady didaktických pomůcek nabízených firmou Artemis (katalog, 2003):

Prostorové modely rostlinné a živočišné buňky se znázorněním buněčných struktur a k vzájemnému porovnání. K modelům náleží příručka s popisem a ilustracemi k reprodukci a testování studentů. K setu ještě patří ilustrace struktur buňky z elektronového mikroskopu.



Obr. 4) Prostorové modely rostlinné a živočišné buňky se znázorněním buněčných struktur

Skleněná buňka. Tento model znázorňuje lidskou buňku ve zvětšení 40 000 krát. Jeho rozměry jsou 60x46x46 cm a váha 7,0 kg. Umožňuje pečlivé studování prostorového uspořádání buňky. Za didaktické zpracování získal různá ocenění, jako například World Didac Gold Award 1990.



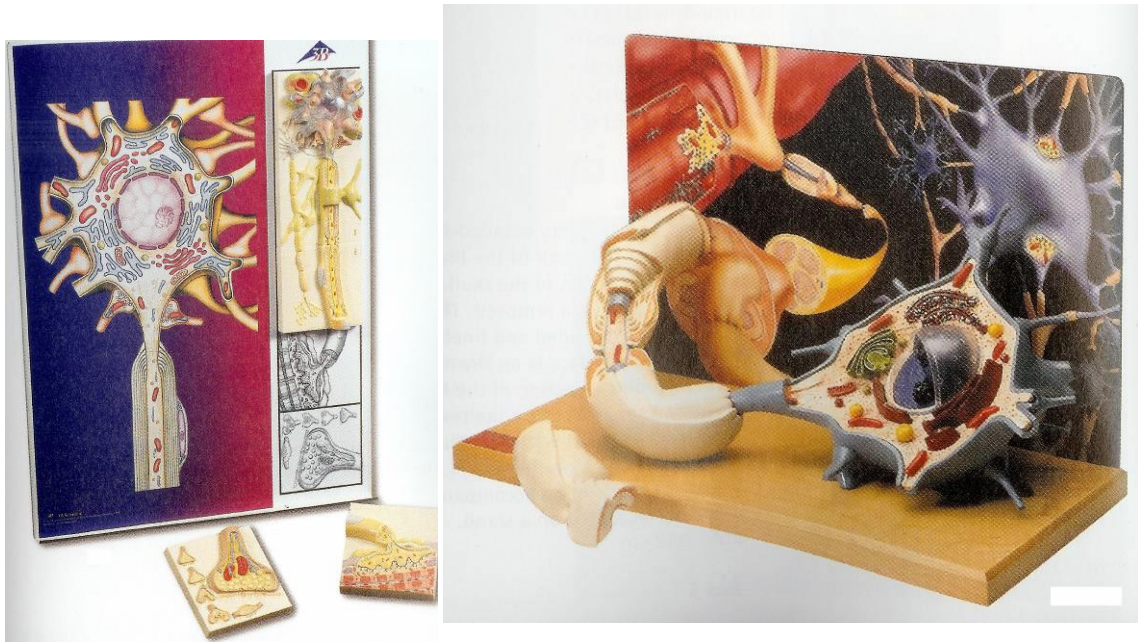
Obr. 5) Skleněná buňka, model, který znázorňuje lidskou buňku

Ve školách jsou nezbytné velkoformátové obrazy. Strukturu lidské buňky můžeme vidět na obraze o rozměrech 84 x 118 cm.



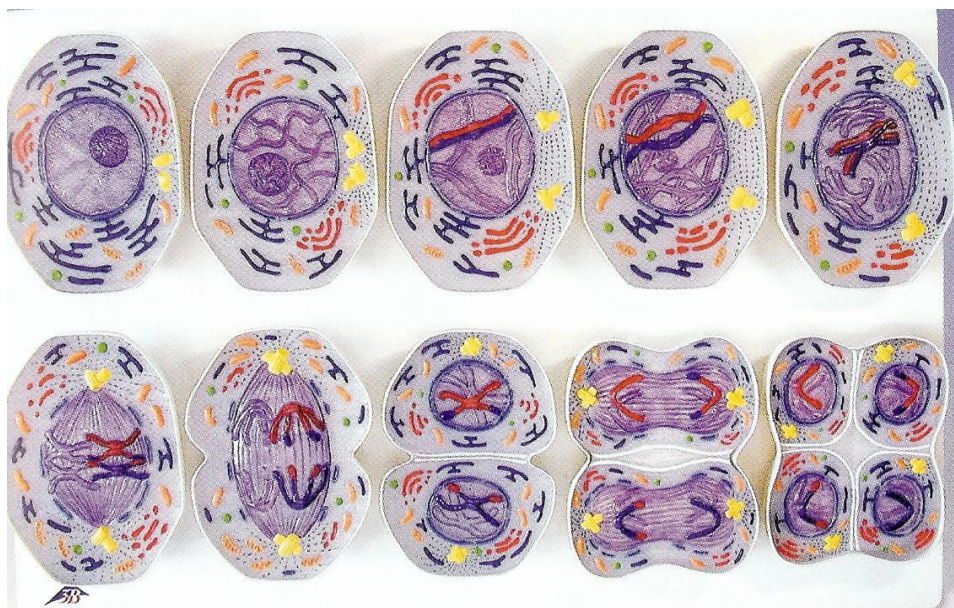
Obr. 6) Velkoformátový obraz struktury lidské buňky

K znázornění stavby a funkce specializovanějších buněk, jako je například nervová buňka, slouží modely následující. Popisují strukturu nervového vlákna, vznik vzruchů a podobně. Modely jsou prostorové, doplněné barevnými obrazy, příručkou a obrázky na promítání.



Obr. 7) Plošné a prostorové modely nervové buňky

K lepšímu znázornění mitózy a meiózy jsou vytvořeny také modely. Jednak prostorového provedení, zároveň s magnety s možností práce na magnetické tabuli, nechybí materiály plošných zobrazení, transparentních fólií a metodických příruček.

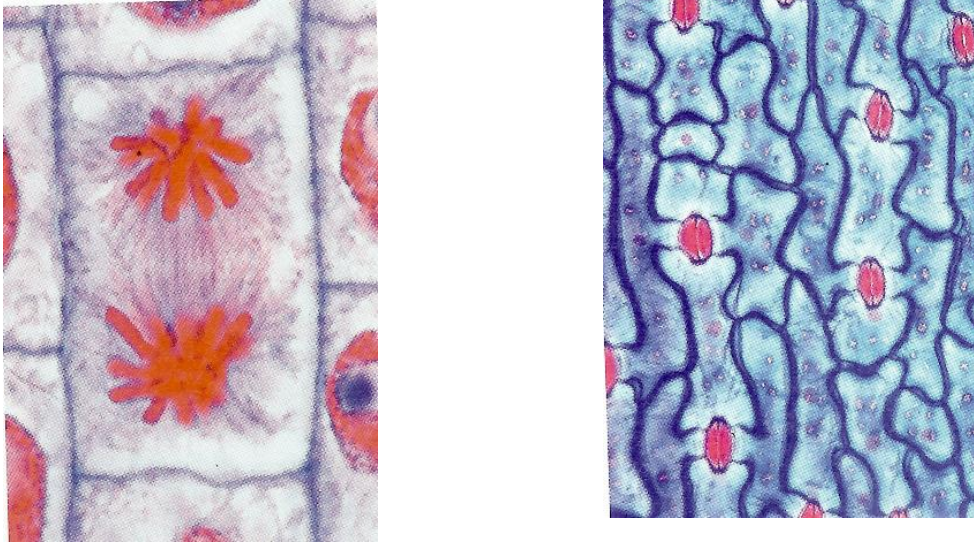


Obr.8) Magnetický model meiózy



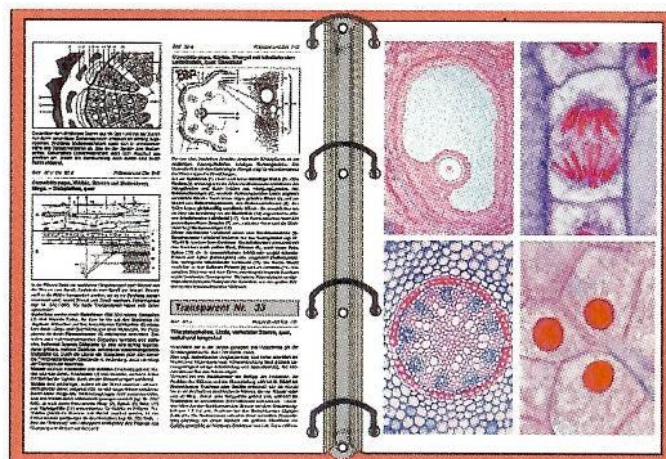
Obr. 9) Modelové sety meiozy a mitózy

Součástí nabídky jsou rozsáhlé soubory trvalých mikroskopických preparátů. Jednotlivé sety jsou rozděleny do skupin dle zaměření (cytologie, genetika, histologie, zoologie, botanika, parazitologie, aj.).



Obr. 10) Ukázka trvalých preparátů

V nabídce jsou také atlasy transparentních fólií k použití na zpětném projektoru.



Obr. 11) Nabídka transparentních fólií

3.2.4. Obraz a pojem

Vztahy výtvarné výchovy, vědeckého poznávání a vyučovacího procesu zachycuje ve svých skriptech Slavík (1990), který tvrdí, že vědecký text nasycený abstraktními odbornými pojmy klade na uživatele v mnoha ohledech výrazně jiné nároky než text – obraz. Funkce textu – obrazu je závislá především na tom, zda příjemce bude schopen celostního vhledu, souznění s formou a obsahem; funkce teoretického odborného textu závisí zejména na schopnosti čtenáře analyzovat každou jeho důležitou složku (pojem) a postupně hledat její vztahy. Tím samozřejmě není řečeno, že k obrazům (slovním i výtvarným) je nutné přistupovat pouze synteticky, intuitivně, bez vědomé analýzy, a k teoretickému textu právě naopak. Pojem (především v souvislosti s vědou) a obraz (především ve spojitosti s uměním) jsou prakticky jeden bez druhého nemyslitelné a tvoří dvě strany téže mince. Věda se nemůže obejít bez svých obrazů právě tak jako umění není myslitelné bez pojmů. Proto je nepřipustné vést mezi oběma způsoby poznání ostrou hranici. Na druhé straně je velmi potřebné docenit rozdílné požadavky, které na nás cesta za poznáním klade v těchto vzájemně se sice podmiňujících a obohacujících, přesto však nezaměnitelných polohách. Vztah mezi obrazem a pojmem je vztahem mezi dvěma doplňujícími se formami myšlení (Šindelář 1986, s. 160). Obraz je obrazem proto, že dokáže zachovat úzkou vazbu jak k objektu, jehož se týká, tak k subjektu, jenž je jeho tvůrcem nebo aspoň zaujatým interpretem. Je vnořen do určitého způsobu vidění a pojetí světa, a proto v sobě nese i smysl věci. V pojmu je hodnotovost skryta, pojem je vzhledem k obrazu objektivnější, není tolik závislý na subjektivním vidění ani na konkrétní smyslové zkušenosti. Pojem, má-li být funkční, musí tvořit s dalšími pojmy logickou soustavu.

V didaktice výtvarné výchovy je napětí mezi obrazy a pojmy používanými k popisu, vysvětlení a hodnocení výchovné reality, relativně výrazné. Vyplývá to ze specifiky jejího předmětu spjatého s uměleckými činnostmi. Řešení rozporu mezi uměleckým (v nejširším smyslu) předmětem zkoumání a jeho vědeckým (tj. na pojmově logickém přístupu postaveným) zpracováním patří k klíčovým problémům metodologie didaktiky výtvarné výchovy

Obraz, právě tak jako pojem, je jednou z forem myšlení. Dle Slavíka (1990) je psychickým východiskem obrazu představa, tj. specifický druh obsahu paměti, který si podřizuje „konkrétní smyslovost“. Jinými slovy, představa je pamětním prvkem, který si při vstupu do vědomí má velmi blízko ke zrakovému nebo sluchovému vjemu

získanému bezprostředním smyslovým kontaktem s daným předmětem nebo jevem. Slovy nebo výtvarnými (hudebními) prostředky lze představu nebo komplex představ materializovat a tím ji učinit přístupnou mezilidskému sdílení, komunikaci.

Obraz díky svému spojení s představou vždy relativně zřetelně zachovává vztah k zobrazovanému předmětu. Obsahuje určité prvky, které mají těsné vazby na smyslové kvality a skutečnosti a které při „čtení“ obrazu stávají jakýmsi vodítkem, „smyslovým vzorem“ pro zakotvení obrazu v reálné zkušenosti vnímatele.

Objekt, který je v obraze zachycen, je vždy do jisté míry odlišný od bezprostřední vjemové skutečnosti. Tato odlišnost ve spojení se zachováním poměrně těsného vztahu ke smyslovým kvalitám objektu je základem pro vznik rozporu v psychice vnímajícího subjektu. Obraz se oproti skutečnosti jeví „jiný“, stylizovaný, ozvláštňuje reálný objekt k němuž se vztahuje. Rozpor mezi „správnou“ (tj. navyklost, v paměti zafixovanou) podobou a obrazem je výchozím předpokladem ke vzbuzení účinku a vytváří podklad k zaujetí postoje, k hodnocení.

Obraz je vždy určitou celistvou jednotkou složenou z komplexu prvků. Základem tohoto komplexu jsou znaky nesoucí významy předmětů a jevů k nimž se vztahují. Aby obraz zůstal obrazem, tj. aby si zachoval svoje specifické kvality, musí být zachována jeho celistvost. Nelze jej tedy redukovat na jakýsi „součet“ jednotlivých prvků. Nelze jej ani v úplnosti definovat, tj. převést na soubor pojmů spjatých přísně logickými vazbami. V těchto případech vždy dochází ke ztrátě účinku obrazu a mizí jeho specifická. Pokud chceme alespoň část účinku obrazu zachovat, je nutné uchýlit se k jeho „překladu“ do obrazů, které jsou přístupnější, tj. které jsou bližší zkušenosti „čtenáře“. Jak dále Slavík (1990) uvádí, je teoretické odlišení pojmu a obrazu mimo určitý konkrétně definovaný systém velmi obtížné a do důsledků vlastně není ani dobře možné. Přesto je nutné brát jejich systémové odlišnosti v úvahu jak při vědeckovýzkumné práci tak v učitelské praxi.

Ke zdůraznění specifčnosti obou nezaměnitelných a přesto tak spjatých pólů poznání uvádí Slavík (1990) ve vzájemném srovnání některé důležité vlastnosti systémů pojmu a obrazu. Toto vzájemné porovnání vlastností pojmu a obrazu je uvedeno v následující tabulce:

Tabulka srovnávající vlastnosti systémů pojmu a obrazu:

| SYSTÉM POJMU | SYSTÉM OBRAZU |
|--|---|
| <p>skladebný je možné postupně jej budovat ze skladebných složek aniž se tím mění, ale je zpřesňován a prohlubován</p> | <p>konzistentní musí být vnímán jako celek, nelze k němu „přidávat“ ani z něj „ubírat“ aniž by došlo ke změně v jiný obraz</p> |
| <p>socializovaný je tvořena vnímán se snahou o co nejjednoznačnější a individuálně co nejméně variabilní interpretaci</p> | <p>individualizovaný je tvořen i vnímán jako jedinečný , při interpretaci dochází k individuálním odchylkám, společenským se stává prostřednictvím individualizace</p> |
| <p>abstraktní, rozumový směřuje k abstrakci, vazby k realitě jsou zabezpečeny strukturou logických vazeb mezi abstraktními a více konkrétními pojmy; formou není na realitě závislý</p> | <p>konkrétní, smyslový zachovává vazby ke konkrétní, smysly vnímatelné realitě jak ve formě materializace, tak i v uspořádání skladebných prvků</p> |
| <p>významový je především zprostředkovatelem významů, které jsou v něm uváděny do logických vazeb, hodnotný se stává při aplikaci v praxi</p> | <p>hodnotový je především zprostředkovatelem hodnot, postojů ke skutečnosti, jeho významy jsou především východiskem ke vzbuzení psychického účinku</p> |
| <p>formalizovaný je součástí formálního systému, teorie; „odtrhuje se“ od reality v jednotlivosti. aby dospěl k její obecnosti, snaží se o odpoutání od nepodstatných jedinečností</p> | <p>stylizovaný nezakrývá své vazby k realitě, ale odlišuje se od ní, protože nezakrývá individuální úhel pohledu na ni; k podstatě směřuje prostřednictvím individuální jedinečné deformace „vidění“ světa</p> |
| <p>objektivizovaný vyjadřuje obecné principy na podkladě obecných, na jedinečné případy aplikovatelných vzorců</p> | <p>typizovaný vyjadřuje obecné principy prostřednictvím zvláštního zpracování a výběru typických prvků</p> |
| <p>nemotivovaný motivovanost zavedení pojmu a formy jeho prezentace je relativně skrytá</p> | <p>motivovaný již od počátku vystupuje jako vyjádření určitého motivu, zacílenosti činnosti, motivovanost není zastřená</p> |

3.2.5. Kresba a vědecká ilustrace ve škole při výuce biologií

3.2.5.1. Kresba – obecná problematika

Kresba má vůbec, a v přírodních vědách zvláště, důležitou funkci vyjadřovací, funkci přesného dorozumívání, ujasňuje myšlenku, zpřesňuje její pochopení. Byly to a jsou to ilustrace ve vědeckých knihách, které měly a mají velký podíl na možnosti správného a přesného vyjadřování a tím i velkou zásluhu na vědeckém pokroku, neboť usnadňují poznání podstaty, bez znaků vedlejších a nahodilých (Řehák, 1965).

V dětském výtvarném projevu se kresba objevuje ve třech podobách.

- 1) Kresba z představy směřuje k nalezení vlastního místa ve světě přírody, lidí a vztahů – k výtvarné výpovědi.
- 2) Kresba, motivovaná pozorováním skutečnosti, odkrývá různé podoby světa a spojuje jejich záznam s dalšími výtvarnými otázkami.
- 3) Kresba návrhová umožňuje pohotový záznam nápadu, rozvíjení jeho výtvarných nebo funkčních variací a přechod od představy k její realizaci v materiálu.

Kresba, motivovaná skutečností, vyjadřuje první dojem z pozorování, který odráží vztah dítěte ke skutečnosti. To, co ho bezprostředně zaujme, se stává objevem a současně základním výtvarným problémem.

Spojení výtvarného přepisu s dalším výtvarným problémem aktivizuje pozornost. Žáci se učí vystihnout podobu a současně výtvarně uvažovat, pozorně vnímat skutečnost a své reakce na její vlastnosti.

Úžas, který vychází z prohloubeného vnímání a vidění, vyvolává myšlenkové asociace a povyšuje poznávání reality na dobrodružství. Žák objevuje mnohotvárnost světa a snaží se jej pochopit. Nové pohledy mohou odkrýt až překvapivé souvislosti. Pak může studijní kresba nabýt účinků, které dosahují přesvědčivosti výtvarné výpovědi.

Studijní kresba je specifická forma kresby podle skutečnosti. Zahrnuje výtvarný přepis přírodnin a předmětů, krajiny. Snaží se o jejich věcnou a současně osobitou interpretaci (Roeselová, 1996).

3.2.5.2. Kresba ve vyučování biologii (podle Maslowski, 1967)

Kresby se ve vyučování biologii zpravidla rozdělují na tři skupiny:

- a) skica
- b) schéma, náčrt, nákres
- c) symboly

a) Skica, (studijní kresba)

Skica je zjednodušená kresba, která znázorňuje objekt tak, jak se nám jeví, přičemž zdůrazňuje jeho vnější znaky, vzhled nebo obrys. Je tedy v podstatě realistická, a proto lze objekt podle ní snadno poznat. Ačkoliv se i ve skice uplatňuje v různé míře abstrakce, přece nikdy natolik, že by tím byl realistický ráz kresby narušen.

Didaktický význam skici tkví hlavně v tom, že přispívá k vytvoření správných představ o pozorovaném objektu a že tyto představy fixuje.

Kreslení je myšlenková činnost, a tedy činnost analyticko-syntetická. Proto se analýza uplatňuje i při skicování. Kromě toho se při skicování uplatňuje i abstrakce, třebaže v menší míře než při kreslení schématu.

Skici mohou být statické nebo dynamické. Mohou vyjadřovat stavy nebo děje.

Ve srovnání se schématem vyžaduje skica na autorovi (učiteli) zpravidla větší kreslířskou dovednost a bývá i časově náročnější.

b) Schéma, náčrt, nákres

Schéma je zjednodušená kresba, která zdůrazňuje podstatné znaky předmětu a naopak vylučuje jeho znaky nepodstatné. Vždy zjednodušují a výrazně znázorňují nejpodstatnější. Proto je vzdálenost mezi objektem a schématem větší než vzdálenost mezi objektem a skicou. Stupeň abstrakce je jako u skici značně proměnlivý, ale ve srovnání se skicou mnohem větší. Mezi skicou a schématem existují ovšem nejrůznější přechody, takže v konkrétním případě lze často nesnadno rozlišit, je-li daná kresba skica či schéma.

Didaktický význam schématu (náčrtu, nákresu) záleží hlavně v tom, že žákům usnadňuje osvojení pojmů, protože zdůrazňuje podstatné znaky objektu. Náčrty a

schémata můžeme považovat za ilustrační vyjádření podstaty pojmového vědění⁵. Pro správnou představu o vlastní skutečnosti samo schéma nestačí. Je proto nutné kromě schématu použít i přímého názoru nebo dobrého obrazu či fotografie, z nichž je možno si učinit přesnou představu.

Někteří metodikové tvrdí, že schéma je obrazovou definicí pojmu. S tímto tvrzením Maslowski nesouhlasí a chápe pojmy narozdíl od vjemů jako nenázorné, tudíž jejich obsah není možné zobrazit.

Jelikož kresba schémat neklade zvláštní nároky na kreslířskou dovednost, používá se jich v biologii v daleko větší míře než skic. Hovoří-li se o kreslení ve školní biologii, míní se tím často právě schematické kreslení. Místo termínu schéma se využívá také názvů náčrt nebo náskres.

Schéma může být stejně jako skica statické nebo dynamické. Dle obsahu, který znázorňuje, lze schéma rozdělit na několik typů:

- 1) *Morfologické (anatomické)* schéma zobrazuje vnější nebo vnitřní stavbu organismů, jejich částí. V našem případě stavbu buňky. Je to nejběžnější typ kresby v biologii.
- 2) *Fyziologické* schéma zobrazuje úkony organismů nebo jejich částí. Například příjem živin buňkou, import, export.
- 3) *Ekologické* schéma zobrazuje vztahy organismů k jejich živému a neživému prostředí. Tok informací, energií mezi buňkou a jejím okolím.
- 4) *Ontogenetické* schéma zobrazuje individuální vývoj organismů nebo jejich částí. Vznik eukaryotních buněk symbiózou prokaryot.
- 5) *Genetické* schéma zobrazuje jevy dědičnosti a proměnlivosti. Cytogenetika.
- 6) *Fylogenetické* schéma zobrazuje kmenový vývoj organismů nebo jejich částí. Evoluční změny.
- 7) *Taxonomické* schéma zobrazuje skupiny příbuzných organismů nebo jejich taxonomicky důležitých částí. Zařazení do systematiky a typologie buněk dle funkce, tvaru, velikosti.

⁵ Viz srovnání vlastností pojmů a obrazů dle Slavíka (1990) v kapitole 3.2.4. Obraz a pojem.

Schémata mohou mít různý vzhled. Můžeme do nich zapojovat i hesla. Například schéma koloběhu látek v přírodě. Taková schémata dobře zachycují vzájemné vztahy a jejich posloupnost a usnadňují tím rychlé pochopení. Podávají zároveň opticky jejich syntézu.

Důležitým předpokladem vyučování biologii jsou náčrty, které učitel kreslí na tabuli, nebo na fólii zpětného projektoru, případně využívá jiného způsobu prezentace obrazů. Žáci si zakreslují zjednodušené názory do poznámek. Náčrt v biologii je účinným didaktickým prostředkem. Náčrty nejsou kresbou v běžném slova smyslu, jsou didaktickou kresbou, mají svůj rázovitý styl a jednotný výrazový prostředek. Řídí se didaktickou potřebou a didaktickými požadavky, jsou určeny jen k dosažení jasnosti a dobrého pochopení výkladu a při zkoušení jsou kontrolou dobrého pochopení věci. Učitel kreslí, aniž by přerušil výklad, slova splývají s náčrtem, tvoří metodický celek a to je to právě využití náčrtu při výkladu nové látky. Požadavkem na kreslení náčrtů je, aby byly rychlé.

Říkáme náčrt, ale kontury nejsou črtané, každá čára je kreslena jedním tahem. Cílem není umělecký obraz, ale vystihnoutí podstatných znaků. Zároveň vznikají současně s výkladem a před očima žáků. Současně se zapojuje analyzátor optický, sluchový a motorický, neboť pracuje i žákova ruka, jenž si náčrt dělá do svých poznámek. Pouhé obkreslování obrázků z učebnice se mívá didaktickým účinkem.

Tyto součinnosti první a druhé signální soustavy nejen značně usnadňuje dobré porozumění, ale i dobré zapamatování. Náčrt je prostředek jiného způsobu vyjadřování, grafického vyjadřování, hlavně forem a vztahů, jímž doplňujeme vyjadřování slovní, abychom zvýšili jeho přesnost a lepší pochopení, neboť náčrt rychle přivádí k pochopení podstaty věci. Náčrt vystihuje to nejpodstatnější.

Náčrt je obvykle schematický, zjednodušuje jak jen možno nejvíc, a u biologických náčrtů se omejdeme zcela bez perspektivy. Tím jsou snadnější. Náčrt zachycuje jen věci charakteristické a pro některé úseky, zvláště pro zachycení vývojového postupu, je přímo nepostradatelný. Právě dynamický náčrt vytvoří přehlednou řadu, která může být přehlédnuta a porovnána najednou. Přitom vystihuje to nejpodstatnější (např. hlavní fáze dělení buňky).

Náčrt usnadňuje vyvolání „schematické“ představy a vytvoření a osvojení pojmu tím, že zdůrazňuje podstatné znaky.

U náčrtu je důležité, aby žáci snadno zvládli techniku kresby, aby se na ni nezaměřovali zbytečně více, než je nutno⁶. Náčrt musí vždy odpovídat chápavosti a kresebným schopnostem žáků příslušného věku.

Náčrty vždy popisujeme heslovitě tak, že od detailu v náčrtu táhneme přímku a připišeme, co to je. Je to lepší, než používání číslic. Netříští to vytvoření spoje: představa – název (pojem). Náčrt i písmo popisu musí být tak velké, aby byly z poslední lavice zcela zřetelné. Úhlednost kresby i popisu vede žáky příkladem pečlivosti nebo nedbalosti.

Při kresbě náčrtů na tabuli lze aktivizovat studenty a zapojit je do procesu tím, že se jich ptáme: Co jsme nakreslili? Co zakresluji? Co zbývá ještě zakreslit? Kreslí-li učitel náčrt za úplného ticha, je to metodicky nesprávné.

Za domácí úkol se hodí použití doplňovacích náčrtů⁷. Jsou to většinou obrysová schémata, do nichž a k nimž žáci přikreslují žádané podrobnosti.

c) Symbolická kresba

Tyto kresby nahrazují předměty různými znaky neboli symboly. Pomocí symbolů lze zvýraznit nejrozmanitější vztahy. Ve výuce biologie se tyto využívají u speciálních témat a celkem výjimečně (například genetika).

Jak uvádí Maslowski (1967), lze v metodické literatuře nalézt různá rozdělení způsobů kresby. Některá se jeví jako nesprávná. Schvaluje vhodné dělení, které používají Uždil a Hron ve své Metodice kreslení na národní škole, kde rozeznávají kreslení dle názoru a kreslení z paměti. Zde je tedy základní dělítko psychologické. Protože však „názor“ v širším slova smyslu zahrnuje nejen vjemy, ale i představy, a protože kreslení z paměti je kreslení podle představ, je přesnější rozlišovat kreslení podle vjemů a podle představ. Oba způsoby lze pak dále dělit podle předmětů, které se kreslí – podle toho, zda je vnímána nebo jen představována sama skutečnost nebo některá její napodobenina (model, obraz, kresby).

⁶ K dosažení určité zručnosti ve výtvarném vyjadřování může posloužit ve výtvarné výchově mezioborově pojaté téma. Studenti se v hodině biologie dozví základní informace a nemusí ztrácet čas překreslováním a obkreslováním, které je didakticky nevhodné. V hodině výtvarné výchovy se pak tématem z biologie mohou zabývat po výtvarné stránce. Opakovat učivo a osvojovat si dovednosti výtvarného vyjadřování.

⁷ Doplňovací náčrty jsou možností, jak získávat materiál k hodnocení vědomostí studentů na základě obraz – pojem. Takovéto testování by mohlo být pro řadu studentů snadnější, jelikož vychází z principu zapamatování si pojmů na obrazovém základě. Tuto hypotézu by bylo zajímavé ověřit.

3.2.5.3. Kresba a její popis⁸

Organickou součástí každé kresby je její popis. Skládá se z heslovitých vysvětlivek, které jsou umístěny přímo k příslušným částem kresby a spojeny s nimi ukazateli (čarou, šipkou), nebo jsou nahrazeny číslicemi či písmeny, jejichž význam je pak vysvětlen pod kresbou. Maslowski (1967) tvrdí, že didakticky správnější je úprava první, která dokonale zajišťuje jednotu názoru a slova a usnadňuje studium kresby.

3.2.5.4. Didaktický význam kreseb v biologii

Maslowski (1967) sestavil seznam několika hlavních funkcí, které se kreslení v biologickém vyučování připisují:

1) Vytvoření přesných a trvalých představ

Kreslení podstatně přispívá k vytvoření přesných a trvalých představ o přírodninách, přírodních dějích a vztazích mezi přírodními jevy. Přesnosti představ se dosahuje především tím, že žák při kreslení musí objekt podrobně pozorovat a analyzovat a rozpoznané znaky syntetizovat v celek. Musí si všimnout jeho celkového obrysu, velikosti i tvaru, vzájemné polohy, poměrné velikosti a jiných znaků jeho jednotlivých částí. Maslowski cituje Diesterwega: „učíme se pozorovat a poznávat právě jenom při kreslení a není pochyb, že kdo kreslí hodinu, pozoruje víc než ten, kdo se deset hodin dívá“. Přesné pozorování, podrobný rozbor a následná syntéza spolu s motorickou činností ruky zároveň podmiňují trvalost představ, které byly při kreslení vytvořeny.

2) Usnadnění vytváření pojmů

Náčrty zdůrazňují podstatné znaky objektů a opomíjejí jejich znaky nepodstatné. To usnadňuje vytváření pojmů, zejména pojmů morfologických a taxonomických. Někdy je kreslení nejen pomocníkem slovního výkladu, ale přímo jediným prostředkem, který umožňuje vytvoření správné představy nebo správného pojmu, neboť některé znaky nelze pouhými slovy adekvátně vyjádřit.

⁸ Problematika způsobů popisu obrazových příloh je nastíněna s ukázkami dále v kapitole, která hodnotí z pohledu didaktiky obrazové a grafické zpracování současných učebnic se zaměřením na cytologii.

3) ***Rozvoj schopnosti pozorovat***

Tím, že kreslení nutí žáky k přesnému pozorování a podrobné analýze objektů, zároveň rozvíjí jejich schopnost pozorovat přírodniny a přírodní děje, čímž usnadňuje biologickému vyučování dosáhnout jednoho z jeho specifických cílů.

4) ***Rozvoj kreslířských dovedností***

Metodicky správně vedené kreslení ve vyučování biologii upevňuje a rozvíjí kreslířské dovednosti, které si žáci osvojují ve výtvarné výchově, a vštěpuje jim návyk používat kresbu jak důležitého prostředku při zkoumání přírody.

5) ***Aktivizace žáků***

Kreslení vzbuzuje zvláště u mladších žáků živý zájem a podněcuje je k pozorovací, myšlenkové a zobrazovací činnosti.

6) ***Přispění k estetické výchově***

V biologickém vyučování se neusiluje o kresby uměleckého rázu, ale jde nám o náčrty úhledné, vkusné, se zaměřením na bohatství přírodních tvarů.

7) ***Přispění k rozvoji dalších dovedností a schopností s ohledem na současnost***

Uplynula řada let od vytvoření tohoto rozdělení a je nutné seznam rozšířit minimálně o skupinu sedmou, která zohledňuje vztah současného studenta současné doby. Lze sem zařadit schopnosti mezioborových analýz, dále zejména souvislosti týkající se možností práce s výpočetní technikou a multimédií, výchovný aspekt multikulturní a globální výchovy, zájem o životní prostředí a jeho tvorbu, výchovné působení environmentální výchovy a podobně.

Vyvíjecí kresba

Uvedené výchovně vzdělávací hodnoty kreslení se ovšem uplatňují jenom tehdy, jestliže žáci neobkreslují předem hotový náčrt, nýbrž vzniká-li obraz v průběhu vyučování před jejich očima, takže na jeho vzniku spolupracují. Takovou vyvíjecí kresbu nemůže dle Maslowského (1967) nahradit sebelepší hotový obraz nebo diagram.

3.2.5.5. Zobrazování buněk

Při mikroskopickém pozorování je velmi důležité, aby si žáci od počátku zvykali nejen na orientaci na preparátu, nýbrž současně i na prostorovou představu toho, co v mikroskopu vidí jen jako plošný obraz. Žáci si nejprve preparát prostudují a když mu rozumí, když ví, nač se dívají, udělají schematický náčrt a popíší jej. Nakreslení náčrtu je naprosto nutné. Náčrt nejen nutí žáka správně vidět, zároveň je kontrolou, že viděl správně. Popis ukáže, zda věc pochopil. Náčrty jsou tedy pro žáka dokladem a pro učitele kontrolou, jak přesně žák pozoroval, jak preparátu rozumí. Náčrty jsou jen prostředkem, třebaže nejvyšším důležitým, ne však vlastním účelem mikroskopického studia. Náčrt má být výtvarný záznam. Dobré kreslíře to svádí, my však nechceme líbivé obrázky, chceme od žáků jednoduché správné náčrty a jejich správné popisy.

Velkou didaktickou cenu mají čerstvé preparáty. Žáci mají možnost vidět pod mikroskopem stavbu rostlinné buňky, buněčnou stavbu orgánu. Velmi efektivní je vytváření preparátů samotnými žáky.

Důležité je zachytit základní obrysové linie, zakreslit je a předběžně zachytit také umístění hlavních detailů do plochy náčrtu a pak teprve dokreslovat podrobnosti. Nekreslíme všechny podrobnosti, stačí, když náčrt vystihuje schematicky nejpodstatnější.

Nevhodnému zkreslení učitel zabrání včasným informováním a názornou ukázkou takových náčrtů. Nikdy bychom neměli dovolit překreslování doma. Stejně tak sebelepší náčrt bez popisků didakticky nevyhovuje.

Při využívání mikroskopů ve výuce je nutné rozvážit jejich zasazení do hodiny. Preparát napoprvé, bez vysvětlení, je pro žáky nesrozumitelný, protože je složitý. Nejvhodnější je vyložit problematiku s použitím obrázku z knihy, učebnice, zpětného projektoru⁹, při shrnutí nakreslit náčrt na tabuli, popsat a upozornit na to, čeho je třeba si všimnout. Pak teprve přistoupit k mikroskopování. Vedle mikroskopu je vhodné umístit schematizovaný nákres s označením důležitých míst pro pozorování. Dle obtížnosti je vhodné volit i aktivizaci žáků a jejich spolupráci (např. nákres na tabuli mohou vytvořit sami a učitel jen upřesní podstatné).

⁹ Při mikroskopování mohou přispět ke správné představě právě navrhované ilustrace doplňující učivo o buněčných organelách.

Buňky kreslíme v náčrtech plošně; také v mikroskopu je zpravidla vidí žáci plošně. Je proto velmi důležité, aby už při prvním setkání s buňkou si žáci dobře uvědomili její trojrozměrnost¹⁰ a ve své představě si upevnili představy buňky jako váčku, byť různých tvarů: jako kouli, krychli, hranol, apod. A současně s tím musí být vytvořena představa o velikosti buněk, jež je jen mikroskopická.

Náročnější náčrty nekreslíme najednou, ale postupně během výkladu. Například při kresbě trepky nakreslíme nejprve obrys a brvy, pak postupně doplňujeme jádro, vyměšovací a potravní vakuoly.

3.2.5.6. Způsob kresby náčrtů na tabuli

Při kreslení náčrtu stojíme k tabuli pravým bokem, pravou ruku máme vztaženou, mírně v lokti pokrčenou. Nikdy nezakrýváme náčrt tělem. Délka křídý je pro kreslení náčrtů nejlepší asi poloviční. Křída nesmí být tvrdá. Chybné tahy mažeme nikoli mokrým, ale suchým hadrem. Na mokrou tabuli nikdy nekreslíme. Využíváme barevných kříd. Dosáhneme jimi jasného odlišení jednotlivých částí, dosáhneme přehledu po složitějších vztazích a tím i lepšího zapamatování. Na černé tabuli jsou nejméně výraznější barevné křídý: žlutá, oranžová, rumělkově červená, jasně zelená, světle modrá, světle hnědá a světle fialová. Barvy temně modrá, temně fialová a temně zelená úplně zanikají, těch vůbec nepoužíváme. Při náčrtech barevnými tóny šetříme.

Tabule má být na počátku každé hodiny čistá, zůstává-li šedivá, namáhá zrak. Začínáme na ni psát vždy v levém rohu nahoře. Optická úprava tabule je vzorem pro žáky. Písmo musí být úhledné a čitelné i v zadních lavicích.

Speciální tabule pro psaní fixem má výhodu tu, že se od křídý nepráší, učitel se nezašpiní. Linie kresby je ale daleko tenčí a méně viditelná, zvláště tehdy, když se nevolí dobře viditelné barvy (Řehák, 1965).¹¹

¹⁰ V řadě učebnic lze nalézt prostorové rekonstrukce buněk i jejich organel. Takové ilustrace studentovi usnadní a zkonkretizuje představu o prostorovém uspořádání.

¹¹ Kresba a psaní na tabuli se stala neodlučitelným fenoménem školy. Z hygienických i jiných důvodů se postupně začínají dřevěné tabule nahrazovat tabulemi speciálními, kdy se k psaní používají smazatelné fixy. Metodika práce s takovou tabulí je jiná než způsob práce s křídou. V didaktických příručkách by se na tuto skutečnost mělo pamatovat. Výjimkou také nejsou tzv. flipscharty, velkoformátové trhačí papírové bloky.

3.2.6. Výchovné působení výtvarných prostředků při výuce biologií

Výtvarné prostředky prostupují celou výuku biologií, proto se velkým podílem spolupodílejí na výchovném procesu. Podporují vytváření základních vědeckých poznatků o přírodě, o možnostech využívání přírody, ale zároveň způsobech její ochrany. Vhodná názornost zkonkrétňuje představy, zároveň rozvíjí schopnosti představivosti a fantazie. Není cílem výchovně působit jen na rozumovou, intelektuální složku osobnosti, množit vědomosti a poznatky, ale mnohdy převažujícím motivujícím činitelem u studentů je citový a emoční vztah k přírodě, k životu samému, k jeho zákonitostem. Tedy i postoj k biologií je založen z velké části na estetickém prožitku krásna a velkoleposti a geniálního utváření přírody.

Estetická výchova má tříbit vkus žáků a vést je k uvědomělému a citovému vnímání krásy přírody, uměleckých děl a krásy ve společnosti v poměru k lidem, má vzbuzovat touhu uměním si obohacovat život. Estetická výchova má také rozvíjet tvůrčí schopnosti žáků, kultivovat a zkulturnovat jejich vnímání světa. Účinným a rozhodně nepřirozenějším prostředím pro estetickou výchovu je už sama příroda.

Michal Giboda se v rozsáhlém článku v Ateliéru zabývá estetikou přírodních forem. Estetika jako věda, která vnímá, formuje a hodnotí svět z hlediska vzájemného poměru krásy, ošklivosti a dalších estetických kategorií, se na rozdíl od teorie umění zabývá i mimouměleckými oblastmi estetična. Svým rozsahem pokrývá kategorie krásy, atraktivity, ošklivosti, které jsou vnímány a hodnoceny rovněž zvířecími druhy... Filosofie estetiky v širokém slova smyslu se může aplikovat jak na objekty umělé (umělecké), tak i na struktury a tvary přírodní. V obou případech platí Kantovo, že vnímání krásna je subjektivní, závislé na vkusu a je vždy spojeno s pocitem potěšení nebo rozkoše. George Santayane klade rovnítko mezi krásou a rozkoš. Proto nepřekvapí, že mnoho lidí nachází estetické potěšení v harmonii přírody. Německý molekulární biolog Andreas Ruppel při hledání konceptu přírodní krásy nachází pojítka mezi biologickou funkcí a krásou promítnutou do tajemností evoluce biologických systémů. Metamerní uspořádání některých orgánů, jako je článkované tělo žížaly, stonožky, uspořádání lidských žeber a obratlů srovnává s rytmem v hudbě a rýmem v poezii. Rytmus odvozuje od bití srdce a emoce veršů jsou tvarovány rytmem slov.

Vidět okem přírodovědce, totiž vidět i podrobnosti, nemusí být protikladem vidění umělce a zvláště ne protikladem uměleckého prožitku, považujeme-li za význačný znak umělcova pohledu, že nedbá podrobností, ale zvýšeně vnímá světlo a

stín, kontrasty v plenéru i na přírodnině. Tak se dívá i biolog. Avšak jeho vnímání krásy je ještě obohaceno současnou znalostí funkce. Příroda byla původním zdrojem pro všechny inspirace, byla vzorem všem velkým umělcům. Albrecht Dürer radí: „Neodkláněj se od přírody. Neboť umění je v pravdě skryto v přírodě; jen ten, kdo z ní je umí dobýt, zmocní se ho“. Novou, dosud utajenou, krásu přírody odhalil teprve mikroskop. V dnešní době elektronové mikroskopy a různé metody mikrofotografie (Řehák, 1965).

Výuka témat cytologie souvisí také s výchovou morální a sexuální. Je důležité si uvědomit buněčný základ nás samých.

3.2.7. Realizace mezipředmětových vztahů

Biologie je vědou studující živé systémy organismů. K poznání a pochopení procesů zajišťujících život nestačí jen biologické metody poznání a odborný biologický pojmový aparát. Teprve poznatky jiných vědních oborů (fyziky, chemie, matematiky, ekologie) a jejich pojmový aparát nám umožňují, ve spojení s prostředky biologickými, přiblížit si fungování životních procesů. Mezioborové vztahy nám umožňují dívat se na skutečnost z mnoha úhlů. Ve výuce biologie, konkrétně k pochopení molekulární biologie, využíváme pojmů nejen biologických, ale také fyzikálních, chemických. Příkladem může být přenos a přeměna energie a látek v buňkách. Studenti si díky tomuto propojení navíc vytváří strukturu pojmů, které souvisí s probíraným tématem. Takto vidí propojení různých oblastí Altmann v časopise Přírodní vědy ve škole.

Mezioborově lze cytologii vyučovat nepřímo i v hodině českého jazyka či literatury. Sci-fi příběhy o ponorkách s lidskou posádkou prozkoumávající nitro lidského těla a prožívající různá dobrodružství například s bílými krvinkami. Řada takových příběhů je napsána, řada zfilmována. Každý si může napsat svůj příběh na základě svých znalostí o životě v buňce. Jako Jules Verne mohou studenti cestovat světem buněčných organel a molekul DNA. Prvotní představu o stavbě buňky vytváří první díl z pohádkového seriálu Byl jednou jeden život.

Vztah biologických věd a výtvarného umění je z výše uvedených kapitol nastíněn. Vzájemná neodlučitelnost, neoddělitelnost, naopak vzájemné doplňování se je přínosem pro obě strany.

4. METODIKA PRÁCE

4.1. Studování literatury

Prvním krokem bylo prostudování základní literatury, tedy učebnic biologie pro střední školy. V učebnicích pro ZŠ není tematika cytologie probírána v takovém rozsahu, nicméně nauka o buňce zde nechybí a většinou je alespoň okrajově zmíněna.

Byly prostudovány jednotlivé kapitoly o buňce, jejich obrazový doprovod, ale také zpracování textové a grafické. Z výsledných zjištění pak vyplynulo, která z učebnic je k výuce témat cytologie vhodná. V řadě učebnic i knih odborných se vyskytují obrazové přílohy, které jsou didakticky zpracovány velmi kvalitně, mnohdy se jedná o zpracování průměrné a didakticky nevhodné.

4.2. Výzkum barevnosti

Dalšímu zkoumání byla podrobena barevná škála používaná k barevnému odlišení buněčných struktur. Cílem bylo zjistit zákonitosti barevnosti obrazových příloh (tak jako u tělních soustav jsou určité barvy přiřazeny k tělní soustavě). Tyto informace sloužily jako výchozí při volbě barevného kolorování návrhů. Barevná škála byla zjišťována v učebnicích pro SŠ. Ve většině případů se však jednalo o černobílé obrázky. Pozornost jsme obrátili na doplňkovou literaturu. Bohatou barevností se vyznačují rozsáhlejší publikace, většinou zahraničních nakladatelství. Jsou daleko nákladnější a tím pádem i finančně méně dostupné, avšak vhodným doplňujícím studijním materiálem jak pro studenty, tak pro učitele. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách.

4.3. Vědecká ilustrace

Výtvarné návrhy obrazových příloh byly zpracovány na základě zjištěných údajů z literatury, srovnáváním didaktické vhodnosti, vědecké správnosti, se zřetelem na možnosti využití ve výuce. Východiskem byly publikované fotografie z elektronového mikroskopu, schémata a nákresy jiných autorů. Snahou bylo rozšířit řadu názorných pomůcek k výuce cytologie, vytvořit didakticky vhodné a představy konkretizující vědecké ilustrace.

Nejprve bylo shromážděno dostatečné množství obrazového materiálu, byla provedena jeho analýza a porovnání. Odkazy na obrazové prameny jsou uvedeny v seznamu literatury. Poté byly hledány způsoby a možnosti didakticky vhodného výtvarného zpracování.

Hlavní myšlenkou bylo vycházet z reality, kterou zprostředkovává elektronová mikroskopie díky fotografické technice. Pozorování fotografie, která je černobílá, usnadnil pomocný nákres. Ten vystihuje podstatnou skutečnost. Toto plošné schematizování fotografie je jakýmsi mezistupněm k prostorové rekonstrukci. Ta je provedena kresebnou technikou na základě fotografií, schémat a nákresů jiných autorů. Vždy však přenáší konkrétní skutečnost zobrazení na fotografii do prostoru.

Nashromážděný obrazový materiál byl roztríděn, porovnáván a postupně vyřazován. Prvotní návrhy byly vytvářeny v tenké linii měkkou tužkou. Následovalo zpracování černobílé v provedení černou tuší „dámským“ perkem. Výtvarná zpracování bylo nutné průběžně kopírovat a skenovat, aby v případě nutných oprav byla korekce možná a nemusel se zdoluhavý proces kresby začínat od začátku. Ke skenování a kopírování bylo používáno technické zařízení hp psc 2410 photosmart all-in-one.

Výtvarné ilustrace byly vytvářeny na papír formátu A4. Na návrhy byly použity obyčejné kancelářské papíry. Konečné práce byly zpracovány na speciální papír o větší gramáži a se zjemněným povrchem jednou z technik vědecké ilustrace – tečkováním. Principem tohoto způsobu je nanášení tuše na papír v malých tečkách pomocí „dámského“ perka. Tečkování je prováděno pravidelně, tečka vedle tečky, každá o té samé velikosti. Tímto způsobem lze vytvořit celou škálu stínových ploch. Práce vyžaduje neustálou pozornost a soustředění, jelikož se pracuje s tuší, která může nevhodnou manipulací práci poškodit nebo znehodnotit. Celkově je práce zdoluhavá, pracná a náročná na trpělivost.

Barevná provedení jsou kolorována vodovými anilinovými barvami (KOH-I-NOOR) a vodou rozmyvatelnými aquapastelkami značky Mondeluz (KOH-I-NOOR). Provedení celá v barvě by zasluhovala vytvoření samostatného rozsáhlejšího celku.

Vytvořený soubor ilustrací byl v závěrečné fázi skenován do počítače a pomocí programů MS Office byly vytvořeny jednotlivé návrhy obrazových příloh (transparentních fólií).

4.4. Využití mezioborových vztahů ve výuce

Součástí diplomové práce je kapitola o možnostech propojení hodin výtvarné výchovy a biologie. Konkrétní hodiny byly odučeny na Gymnáziu Boženy Němcové pod vedením vyučující Mgr. Ivety Jalůvkové. Průběh těchto hodin a výsledné práce byly zdokumentovány pomocí digitálního fotoaparátu SONY – DSC – S75.

4.5. Realizace diplomové práce

K realizaci této diplomové práce přispěl zejména vedoucí diplomové práce RNDr. Zdeněk Martinec, CSc., katedra biologie UHK. K výtvarnému provedení přispěl svými radami anatomický malíř PhDr. Josef Bavor, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a katedra výtvarné výchovy UHK. Realizovat výuku oborově propojené tematiky cytologie v hodinách výtvarné výchovy umožnila na Gymnáziu Boženy Němcové Mgr. Iveta Jalůvková. Zapůjčení digitálního fotoaparátu zajistil Jan Čtvrtečka. Informace o současné situaci na trhu s didaktickými názornými pomůckami a o sortimentu dostupných názorných pomůcek poskytla Ing. Jaroslava Lešnerová, ředitelka firmy ARTEMIS spol. s r.o., Praha.

Ke zpracování celé diplomové práce byly použity počítačové programy Microsoft Word, Microsoft Excel, Malování a Internet Explorer.

5. ČÁST VÝZKUMNÁ

5.1. Kvalita zpracování tématu cytologie v učebnicích a odborné literatuře

Volba správné literatury je ve vzdělávacím procesu nezbytná. Výběr vhodné publikace závisí na kriteriích, která si vyučující stanoví. Upřednostňuje-li vhodné textové zpracování, může sáhnout po řadě knih vydávaných u nás a relativně dostupných. Hledá-li k obohacení tématu názorný obrazový doprovod, leckdy učebnice nestačí. Množství barevných zobrazení lze nalézt v zahraničních publikacích.

V dostupných školních učebnicích a doplňkové studijní literatuře byly sledovány kvalitativní vlastnosti zpracování nejen textu, ale zejména obrazových příloh. Výsledná zjištění jsou následující.

Velmi kvalitní zpracování tematiky cytologie, určené pro střední školy, je Bergerova Buněčná a molekulární biologie. Grafická úprava textu je výborná. Text je jednoduše pochopitelný a zároveň se problematikou zabývá relativně do hloubky. Obrazové přílohy jsou vždy zvlášť s vlastním popisem. Jsou jen černobílé, ale zpracování je kvalitní, názorné. Možnost srovnání typů buněk na dvoustraně je didakticky velice efektivní. Vhodně jsou voleny i fotografie. Svým rozsahem je to učebnice široká, přesto útlá. V každém případě k výuce cytologie je vhodná. Nezbytností je doplnit výuku dalšími názornými obrazy, zejména barevnými.

Rozsypalův Přehled biologie se tématice buňky věnuje přibližně na dvaceti stranách. Text je zpracován přehledně, pojmy jsou zvýrazněny tučně. Obrázky jsou i barevné a na jedné straně je možné porovnání rostlinné a živočišné buňky. Text je doplněn řadou kvalitních fotografií pořízených elektronovou mikroskopií. O vhodnosti této knihy nelze pochybovat. Výuka by se možná mohla obejít i bez dalších zobrazení.

Největších obrázků a jejich velké množství k tématu stavba a životní projevy buňky využívá Bumerl v Biologii 1 pro střední odborné školy. Velké a přehledné obrázky doplňují fotografie a vysvětlující schémata. Přestože jsou obrazové přílohy jen černobílé, jejich didaktický a estetický účinek je veliký.

Existuje řada dalších učebnic a knih, které by zasloužily řadu úprav a změn. Většina textově odpovídá potřebám střední školy, ale obrazové zpracování je nedostatečné a při výuce jsou názorné plakáty a obrázky nezbytností.

Nevyhovující publikací, z hlediska zpracování kapitol o buňkách, je Biologie pro gymnázia Jelínka a Zicháčka. Text je nepřehledný vlivem vkládání obrázků do textu. Obrázky jsou malé, nevýrazné, velice schematické a na stránce umístěné nevhodně. Porovnání typů buněk je znemožněno tím, že jeden typ buňky je zmíněn v jiné kapitole nezávisle na druhém typu. Publikace zahrnuje učivo střední školy, nevěnuje se jen cytologii, nicméně grafické a výtvarné řešení neodpovídá zásadám názornosti.

Kvalitní zpracování kapitoly o buňce rostlinné je v Botanice Karla Kubáta. Prostorové znázornění rostlinné buňky umístěné na celou stránku je vhodně voleno. Tématika je zpracována do hloubky s řadou schématických nákrešů a ilustrací. Obrázky jsou sice jen černobílé, zato názorné.

Kvalitní zobrazení rostlinné buňky je i v Kinclově Biologii rostlin. Kapitola o rostlinné cytologii není sice nikterak rozsáhlá, ale černobílé obrázky doprovázející text jsou voleny s důrazem na názornost a přehlednost.

Nejkvalitnější zpracování kapitol o buňkách a dějích v nich nalzáme převážně v zahraničních publikacích, kde jsou samozřejmostí fotografie, kvalitní vědecká ilustrace černobílá, zvláště pak barevná, prostorové rekonstrukce a počítačové modely. Dostupnost takových knih je samozřejmě menší. Přesto by taková literatura neměla chybět při výuce tak zajímavého tématu.

5.2. Didakticky vhodné a nevhodné obrazové přílohy

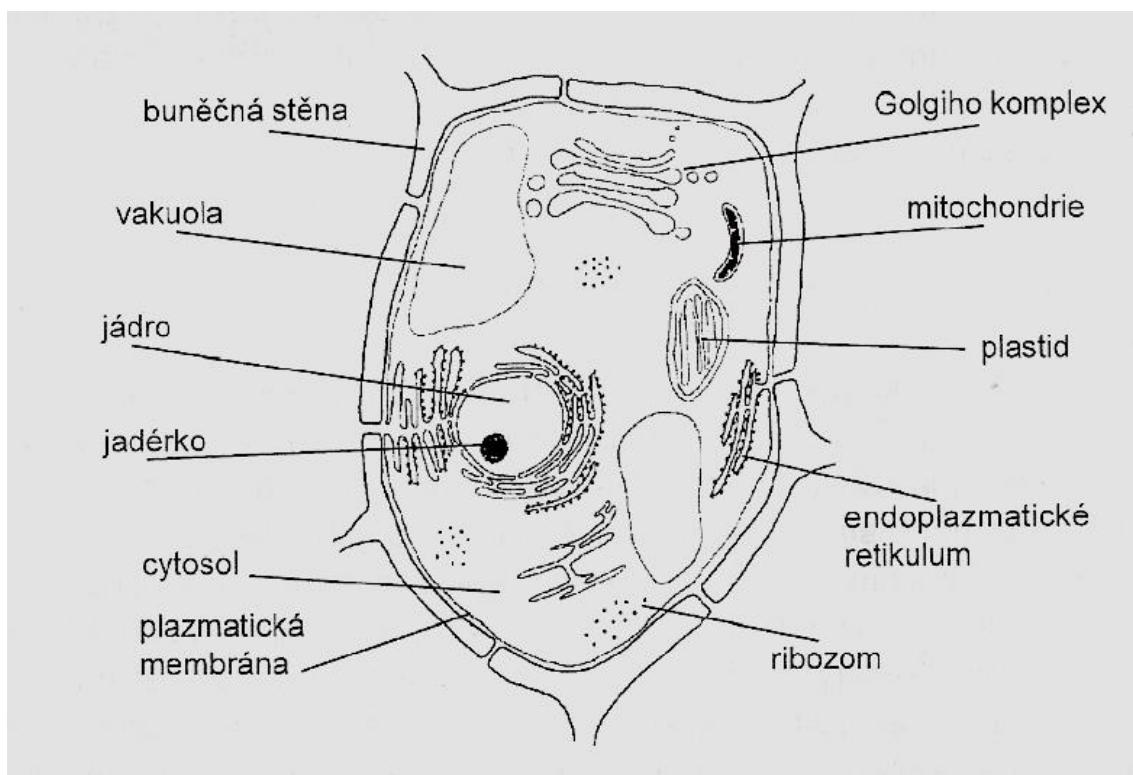
Didaktická vhodnost přílohy, která má za úkol přiblížit studentovi danou problematiku, je posuzována z několika hledisek. Těmi hledisky jsou:

- názornost
- přehlednost
- velikost
- popis
- přiměřenost

Příloha musí dodržovat princip názornosti. Student se v obrázku musí dokázat snadno orientovat, proto musí být znázornění přehledné. Velikost souvisí s výše uvedeným. Správnost a vhodnost popisu usnadňuje studium ilustrace a tím učení. Používají se různé typy popisů, legend:

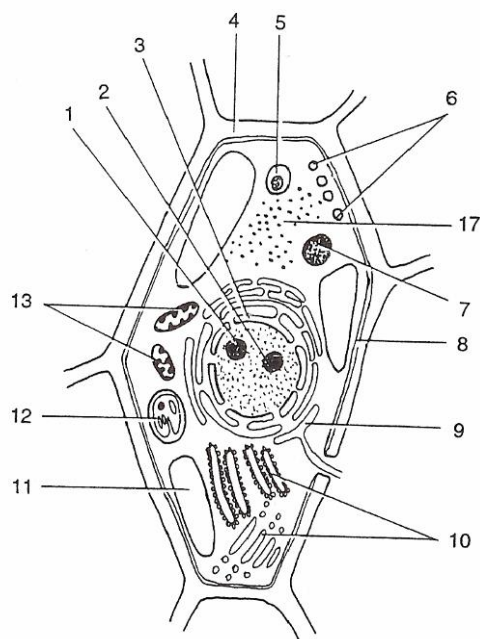
- legenda přímo v obrázku
- legenda k směrové čáře
 - pojmy u směrové čáry
 - legenda číselná
 - legenda písmenková
 - legenda hlásková a slabiková

Nejpřehlednější, nejnázornější, didakticky nejvhodnější je legenda přímo u směrové čáry směřující v obrázku k dané struktuře.

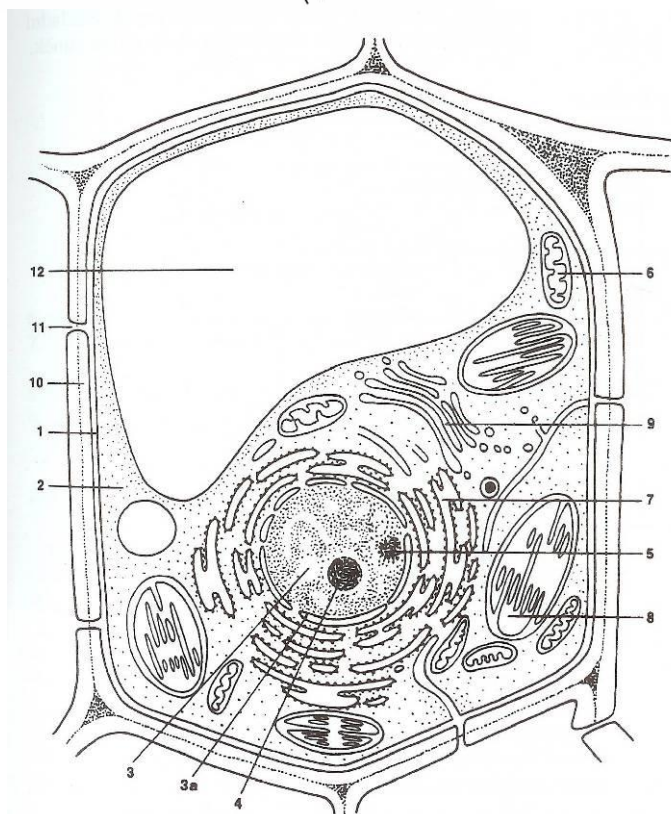


Obr. 12) Ukázka přehledného popisu obrázku (Berger, 1996)

Ne vždy se k obrázku vejde k čárám celá legenda. Tehdy se používá legenda číselná, kdy jsou k směrovým čárám přiřazena čísla. V komentáři k obrázku je legenda uvedena s jednotlivými čísly. Čísla by měla být seřazena pro přehlednost pod sebou. Často se píší za sebou. Šetří se místo, ale legenda již není tak přehledná.



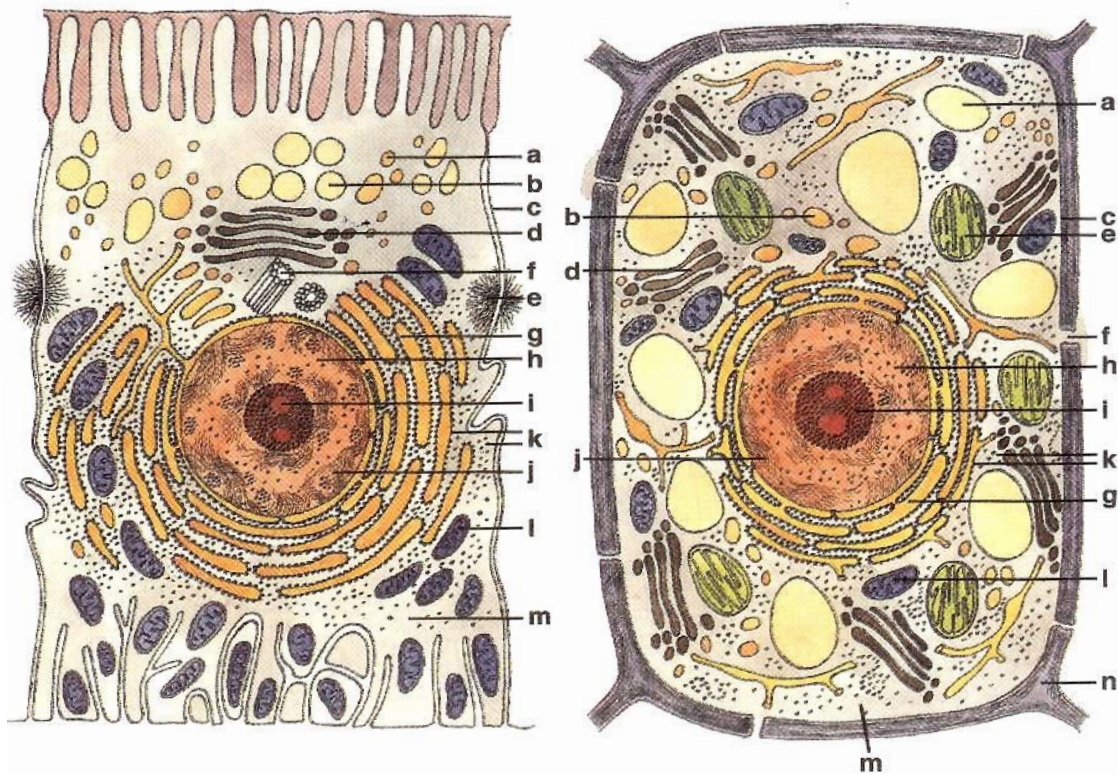
- a) rostlinná buňka
 1 jádro
 2 jadérko
 3 jaderná membrána
 4 buněčná stěna
 5 lyzozóm
 6 mikrotubuly a mikrofilbrily
 7 tuková kapénka
 8 buněčná membrána
 9 plazmodezma



- 16 Rostlinná buňka – vnitřní uspořádání struktur: 1 cytoplazmatická membrána, 2 základní cytoplazma, 3 jádro, 3a jaderná membrána, 4 jadérko, 5 chromatin, 6 mitochondrie, 7 endoplazmatické retikulum s ribozomy, 8 chloroplast, 9 Golgiho aparát, 10 buněčná stěna, 11 plazmodezma 12 vakuola

Obr. 13) Ukázky využití číselné legendy (Kincl, 1993)

Komplikovanější je způsob psaní legendy s pomocí písmenek či hlásek a slabik. Seřazení za sebe je nepřehledné a znesnadňuje práci s obrázkem. Tato ukázka je ale barevná, což usnadňuje orientaci a umožňuje vzájemné porovnání dvou typů buněk.

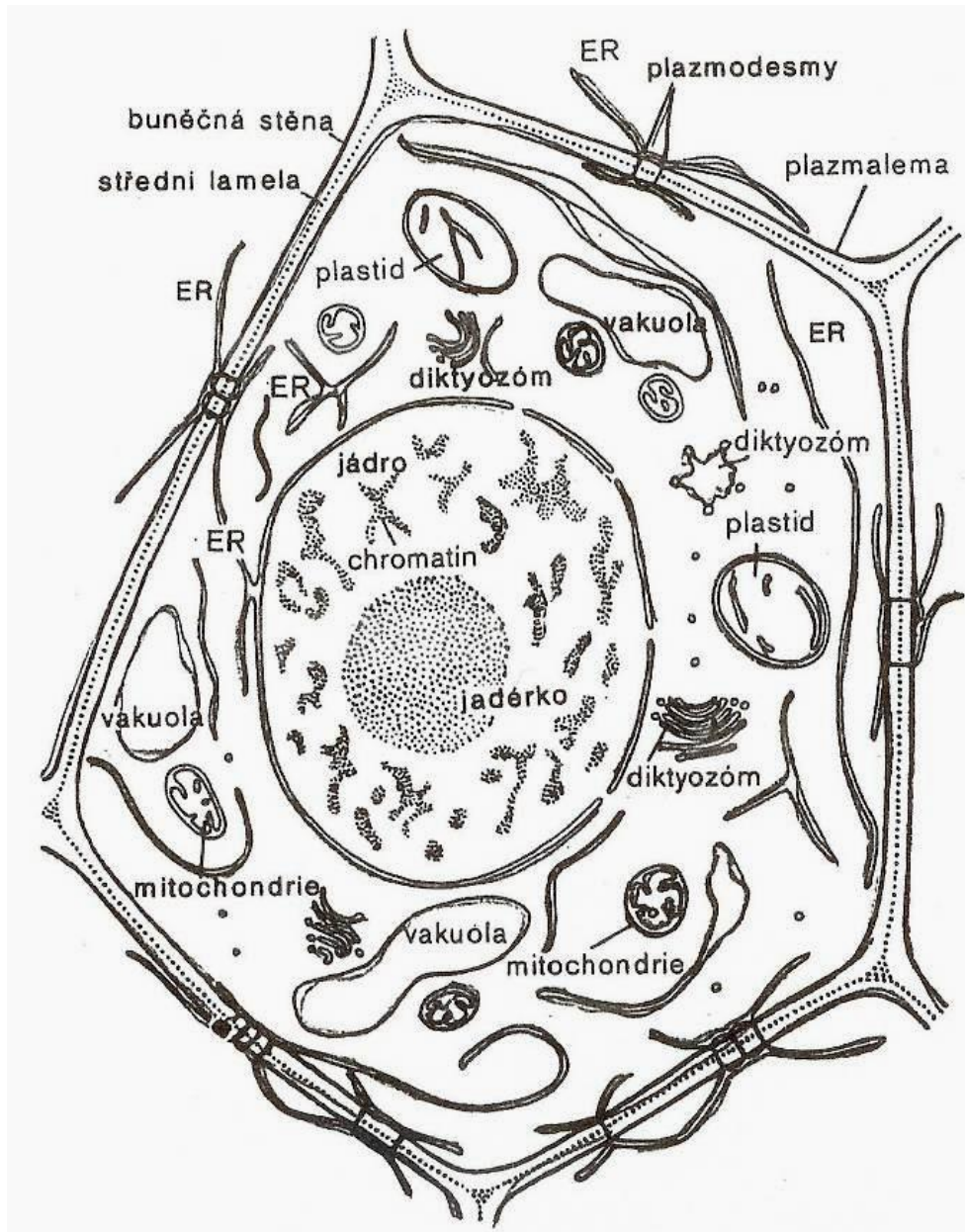


23. Schéma živočišné buňky: *a* lyzozóm, *b* sekreční váček, *c* plazmatická membrána, *d* Golgiho komplex, *e* desmozóm, *f* centriol, *g* endoplazmatické retikulum, *h* jádro, *i* jadérko, *j* chromatin, *k* ribozómy (vázané a volné), *l* mitochondrie, *m* základní cytoplazma

24. Schéma rostlinné buňky: *a* vakuola, *b* váček, *c* plazmatická membrána, *d* diktyozóm (Golgiho tělísko), *e* plastid, *f* plazmodesm, *g* endoplazmatické retikulum, *h* jádro, *i* jadérko, *j* chromatin, *k* ribozómy (vázané a volné), *l* mitochondrie, *m* základní cytoplazma, *n* buněčná stěna

Obr. 14) Ukázka využití písmenkové legendy k popisu obrázku (Rosypal, 1998)

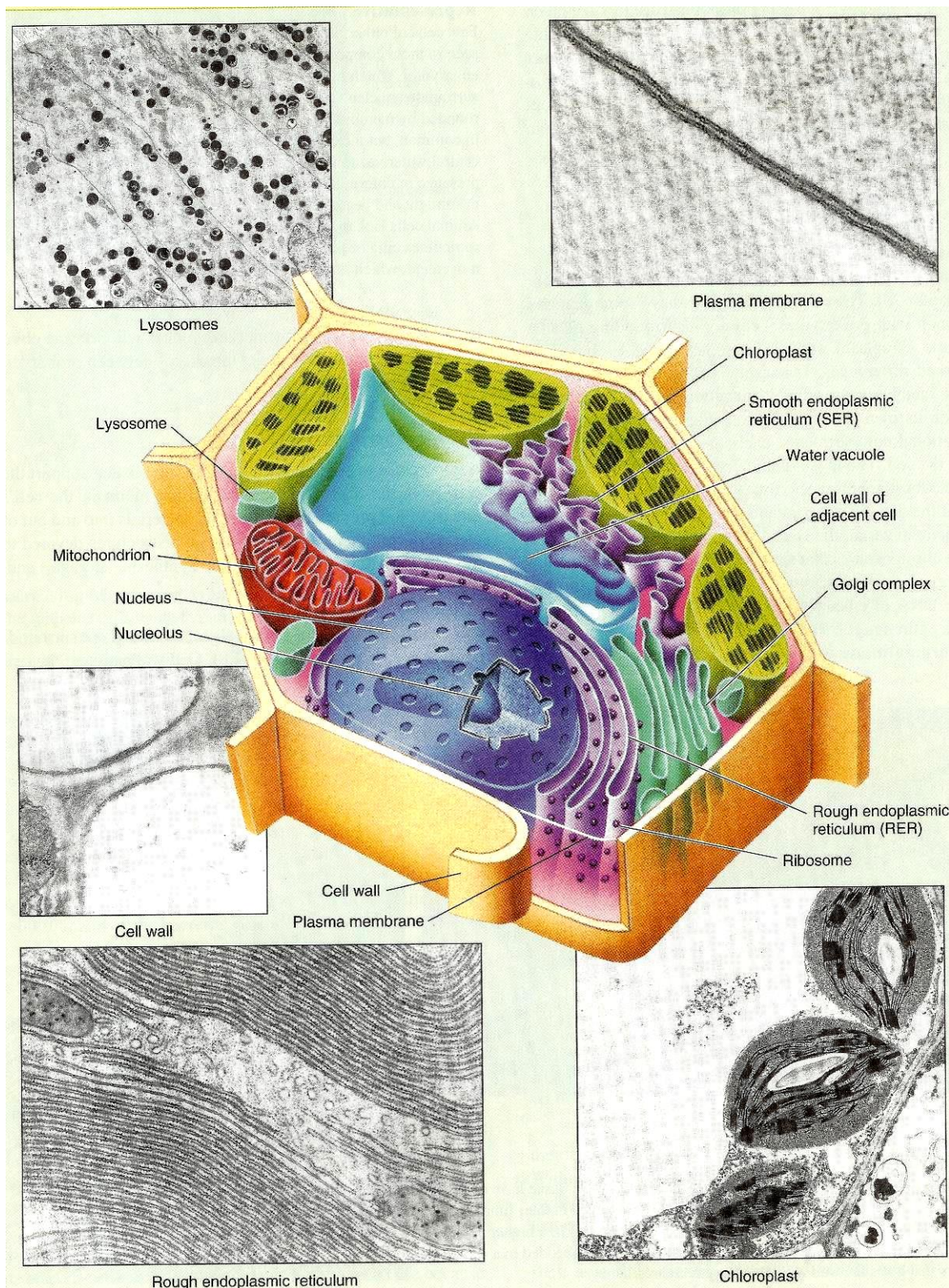
Zcela nevhodným popisem je popis přímo do obrázku. Pojmy jsou nepřehledné a ruší vnímání ilustrace. Také není vždy zřetelné, ke které struktuře pojem patří.



Obr. 15) Ukázka nepřehledných popisků přímo v obrázku (Černohorský,1964)

Velmi názorným zobrazením jsou prostorové rekonstrukce provedené v barvě a s doprovodem fotografií pořízených elektronovým mikroskopem. Příkladem je zde uvedena reprodukce ze zahraniční publikace Biology (Wallace, 1996). Při používání cizojazyčných popisů je důležité uvědomit si, zda je užití například anglických pojmů skutečně na místě. Takových materiálů lze využít ve výuce s cílem integrace několika předmětů nebo alespoň cíleného působení na studenty v průběhu vzdělávacího procesu.

Reprodukovaná obrazová tabule je převzata bez úprav a předkládána s anglickými popisy.



Obr. 16) Ukázka obrazové tabule publikovaná v zahraniční literatuře (Wallace, 1996)

5.3. Barvy používané ve vědecké ilustraci v tématu cytologie

Didakticky účinnější je obrázek barevný. Jakou ale volit barvu na zvýraznění buněčných organel a buňky samotné? Odpověď byla hledána v literatuře. Jaké volí barevné odstíny jednotliví ilustrátoři a autoři? Spektrum barevných odstínů v ilustracích je asi takové, jaké je množství ilustrátorů. Jsou některé zažité zásady, které se vyskytují u všech nebo u většiny autorů. Chloroplasty vždy budou zelené a thylakoidy tmavě zelené. Vakuola většinou bude světle modrá až šedá. Jádro hnědé či fialové, většinou tmavé. Ostatní části buňky se v barevném zpracování liší. Zjištěné údaje jsou uvedeny v tabulce, kde ke každé organelce je přiřazena barva používaná v dané literatuře. První tabulka se zabývá základními organelami. Druhá strukturami ostatními.

| Organela | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) | 7) | 8) | 9) | 10) |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|------------|--------------|-------------|
| Jádro | dark red | red | pink | orange | brown | dark red | purple | purple | light purple | dark blue |
| Jadérko | | | light green | red | brown | dark blue | pink | purple | light purple | dark purple |
| Jaderný obal | yellow | | pink | orange | light green | grey | light purple | red | light purple | |
| Jaderné póry | | | | | | | | | purple | teal |
| Ribosomy | | | red | black | grey | red | blue | red | purple | purple |
| ER drsné | | | light blue | orange | olive | | light blue | purple | yellow | purple |
| ER hladké | | | light blue | | | | light green | | | |
| Golgiho ap. | | | light green | grey | red | red | olive | teal | purple | teal |
| Mitochondrie | blue | grey | yellow | dark blue | red | red | orange | orange | red | red |
| Chloroplasty | light green | light green | | light green | light green | | | olive | olive | olive |
| Thylakoidy | | | | | olive | | | dark green | dark green | dark green |

| Organela | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) | 7) | 8) | 9) | 10) |
|--------------------|------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|-------------|
| Buňečná stěna | teal | yellow | | purple | orange | | | purple | dark green | light green |
| Vakuola | light cyan | purple | light cyan | orange | grey | | | teal | light green | light blue |
| Plazm.membrána | | | | black | | purple | light green | black | light green | grey |
| Cytosol | yellow | orange | light blue | grey | purple | | light green | orange | yellow | pink |
| Cytoskelet | | | | | | | | | | orange |
| Aktin. filamenta | | | | | red | | pink | | | yellow |
| mikrotubuly | | | | | light blue | | dark red | red | | |
| Intermediální fil. | | | | | light green | | purple | | | |
| Centrioly | | | black | grey | blue | blue | red | red | teal | dark green |
| Peroxisómy | | | | | light blue | pink | | | | |
| Lysozómy | | | | orange | yellow | grey | pink | blue | orange | teal |

Legenda k tabulce I a II:

- 1) Linc ,Dostál: Přírodopis 7, Scientia, Praha, 1994.
- 2) Beckett B.: Přehled učiva biologie. Svojtka a Co, 1998.
- 3) Cibis N.: Člověk. Scientia, Praha, 1996.
- 4) Rozsypal S.: Přehled biologie. Scientia, Praha, 1998.
- 5) Alberts a kol.: Základy buněčné biologie. Espero Publishing, Ústí nad Labem, 1998.
- 6) Rokyta R.: Fyziologie. ISV, Praha, 2000.
- 7) Miller a kol.: Zoology. Mc Graw Hill Co., USA, 1996.
- 8) Vilee a kol.: Biology. Saunders College Publishing, USA, 1989.
- 9) Raven a kol.: Understanding Biology. Mosby College Publishing, USA, 1988.
- 10) Wallace a kol.: Biology. HarperCollins Publishers Inc., New York, 1996.

Vzorek literatury, která byla podrobena zkoumání a neobsahuje barevná zobrazení, není v tabulkách uvedena. Jedná se o Biologii pro gymnázia Jelínka a Zicháčka, Klementovu Somatologii, Zicháčkovu Zoologii a Loewyho Cell Structure and Function. Citace jsou uvedeny v seznamu literatury.

Z výše uvedených tabulek je patrné, že není ustálené používání barev pro jednotlivé orgány. Jen u chloroplastů se ilustrátoři shodují na světle zelené a tmavě zelené u thylakoidů. Mitochondrie bývají zobrazeny převážně v teplých červených odstínech. Nabízí se ještě modrá. Golgiho aparát bývá červený i zelený. Převažující studený odstín modré a zelené barvy bude nejlepší tónovat do šedé, aby se nepletla struktura s chloroplasty. Červená je zase příliš intenzivní. Drsné endoplazmatické retikulum bývá zbarveno do studených tmavě modrých tónů, hladké do světlých. Ribozómům svědčí červená. Díky její intenzitě jsou maličké ribosomy rozeznatelné. Jaderná hmota bývá zbarvena do teplé hnědi nebo studené fialové barvy. Příjemnější je odstín hnědý a jádérko s tmavě fialovou barvou. Jaderný obal je vždy znázorněn světlým tónem. Pro lepší viditelnost je lepší volit intenzivnější barvu. Na žlutě tónovaném obalu lze dobře vidět fialovomodré jaderné póry.

Byla snaha držet se uvedených barev a pracovat s nimi. Použití barevných škál bylo omezeno jen na velice úzký okruh použití barev v praktické části při vytváření návrhů, jelikož samostatná tematika barevného zpracování vědecké ilustrace v oblasti cytologie je relativně rozsáhlá a bylo by ji možno věnovat samostatnou práci.

6. ČÁST PRAKTICKÁ – VĚDECKÁ ILUSTRACE

6.1. Didaktický obrazový materiál – vědecká ilustrace

Využití vědecké ilustrace ve výuce biologie je mnohostranné a nepostradatelné. Následující výtvarné návrhy by měly rozšířit skupinu názorných pomůcek používaných při výuce cytologie.

Celý soubor je vytvořen jako platforma pro výuku témat týkajících se základních organel rostlinné buňky. Jeho funkcí je názorně zprostředkovávat informace o strukturách a prostorovém uspořádání jednotlivých organel.

Hybnou myšlenkou byla snaha přiblížit strukturu jednotlivých organel a co nejvíce se blížit realitě. Proto jsou východiskem fotografie pořízené elektronovou mikroskopií převzaté z odborné literatury. Těmto fotografiím odpovídají ilustrace vybraných organel. Kresby jsou záměrně velkých rozměrů s cílem o zachování zásady názornosti. Názorné mohou být jedině tehdy, budou-li dobře vidět. V provedení je brán zřetel také na estetické citění a na pocitové působení na smysly diváků.

Kresebný soubor navrhovaného obrazového didaktického materiálu, který lze využít například jako transparentní fólie, je určen pro vyučující biologie k vytváření lepších představ u studentů z oblasti mikrosvěta. Jako doplňkový materiál může sloužit i studentům, kteří se o biologii zajímají. V každém případě lze tohoto materiálu využít v jiných oborech. Umění, zejména výtvarné umění a výtvarná výchova, může nalézat v této odborné oblasti nepřeberné množství inspirace.

Obecné pojetí tohoto souboru umožňuje další specifické obměny didaktického materiálu na speciální, sledující konkrétní cíle. Jednotlivé navrhované tabule nemají vloženy popisky. Jedním z důvodů je skutečnost, že materiál bez popisků je ve vyučovacím procesu flexibilnější a bude s ním manipulovat vyučující, který problematiku cytologie zná a rozumí jí. Přidáním popisků přímo do obrázku k směrovým čarám lze vytvořit studijní materiál pro studenty. Zároveň jej lze využít k projekci přímo při výkladu. Obměnou popisových čar, tedy nahrazením popisků čísly nebo jen prázdným řádkem, lze vytvořit materiál pro hodnocení vědomostí studentů. Jedná se o úpravy na počítači, které by učiteli v dnešní době neměli dělat potíže. Popisky a zkušební archy lze zkopírovat přímo k obrázku, nebo vytištěné na fólie

příkládat na meotaru na sebe. Alternativou je dopsat potřebné údaje na prázdnou fólii a příkládat ji na původní. Možností práce s transparentní fólií je celá řada. Tato problematika je široká a zasloužila by si jistě vypracování rozsáhlejšího odborného textu. Zabývání se touto problematikou by bylo nad rámec této práce.

Pracovat s předkládaným souborem kreseb lze několika způsoby. Nakopírováním na papír lze vytvořit doplňující studijní materiál, písemné práce a podobně. S tiskem na fóliích lze pracovat s meotarem. Překopírováním obrázků do programu PowerPoint lze vytvořit prezentaci určenou k projekci pomocí dataprojektoru. Zvětšením ilustrací není problém vytvořit nástěnný plakát a vystříháním a přilepením magnetů je možné vytvořit magnetickou didaktickou pomůcku k výuce cytologie.

Ke kresbám není záměrně přiloženo měřítko. Velikosti jednotlivých organel i buněk se různí. Většinou se uvádí odděleně velikost u každé struktury. Srovnání a orientaci v rozměrech buněk, buněčných struktur, nadmolekulárních komplexů, makromolekul a molekul by nejlépe demonstroval obrazový materiál, zaměřený pouze na tuto širokou problematiku a mohl by být součástí většího celku zabývajícího se cytologií.

Vytváření následujících vědeckých ilustrací podléhalo od počátku několika zásadním kritériím. Jednotlivá kritéria odpovídají pohledu jednotlivých vědeckých disciplín a oborů.

Jednotlivá kritéria:

- 1) z pohledu vědce biologa – realističnost, exaktnost, vědeckost obrazu
- 2) z pohledu vědeckého ilustrátora – realističnost, správnost, estetičnost obrazu
- 3) z pohledu didaktika – kritérium názornosti, věcnosti, správnosti a přiměřenosti
- 4) z pohledu výtvarníka a umělce – kritérium zajímavosti a atraktivnosti obrazu

Kresebné návrhy jsou rozděleny tématicky do několika oddílů. Každý oddíl se týká jedné organely. Celý soubor pojednává o rostlinné buňce a je označen jako oddíl A. Živočišná buňka by tvořila oddíl B.

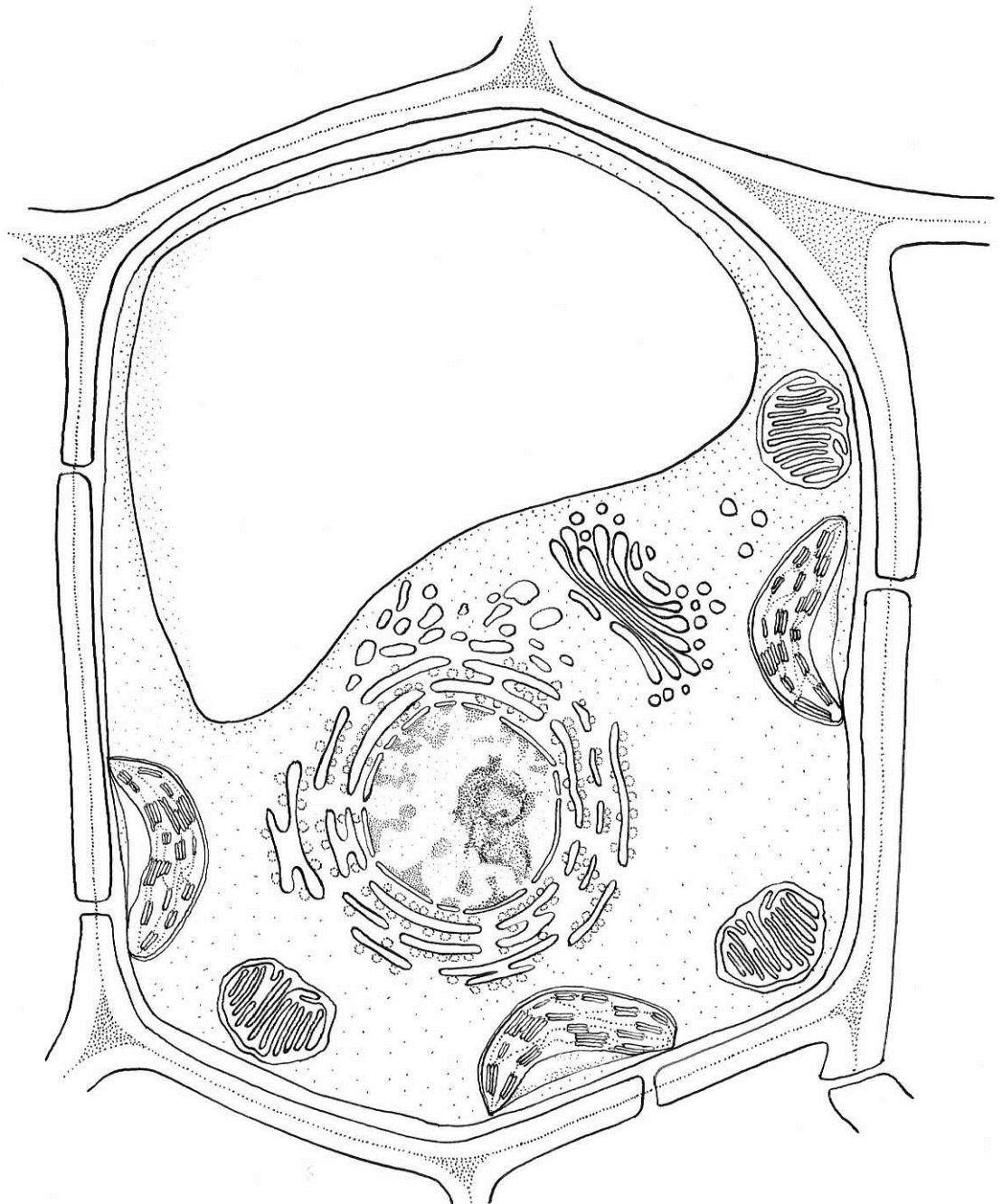
6.1.1. Oddíl A – rostlinná buňka

V této části jsou uvedeny dva návrhy ilustrace. Oba zobrazují rostlinnou buňku. Jsou zde vyobrazeny základní buněčné organely: jádro, jadérko, jaderný obal, jaderné póry, hladké a drsné endoplazmatické retikulum, ribosomy, Golgiho aparát, lysozomy, mitochondrie a chloroplasty. Tvar buňky je převzat z ilustrace v učebnici Kinského (upraveno dle Bumerla a kol., 1983). Jednotlivé organely jsou zmenšenou a schematizovanou vědeckou ilustrací, která vycházela z fotografické předlohy. Jedno provedení je černobílé, druhé barevné. Volba barevných odstínů respektuje nejčastěji užívané odstíny v odborné literatuře. Zároveň barvy vzájemně korespondují na základě funkčních vztahů. Například tmavě modré drsné endoplazmatické retikulum přechází ve světle modré hladké endoplazmatické retikulum, pak přichází na řadu modrozelenošedý Golgiho aparát.

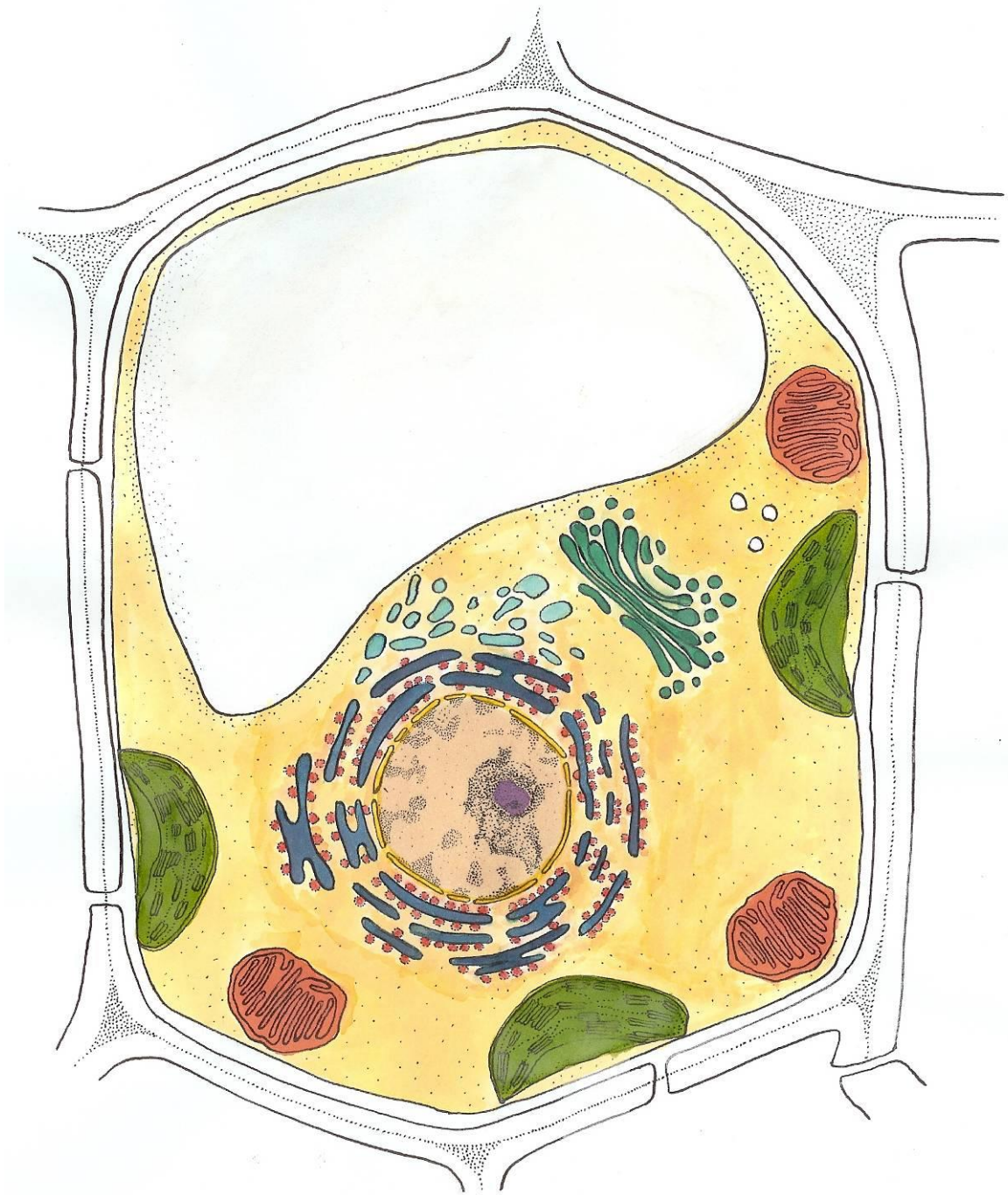
6.1.2. Charakteristika rostlinné buňky

Tvar rostlinné buňky je závislý na její funkci v rostlinném pletivu. V podstatě je dán tvarem celulózní buněčné stěny. Velikost rostlinných buněk bývá v rozmezí 10 až 100 μm (1 μm = 1×10^{-6} m). Samozřejmě existují i výjimky. Například mléčnice pryšcovitých mají i několik metrů. Rostlinné buňky mají zpravidla jedno jádro s jadérkem. Na jádro navazuje prostřednictvím jaderného obalu s póry endoplazmatické retikulum. V rostlinné buňce se nachází i Golgiho aparát (Alberts, 1997). V některé literatuře se používá označení pro Golgiho aparát diktyozóm (např. Černoorský, 1967).

A/1 Buňka - rostlinná



A/2 Buňka – rostlinná



6.1.3. Číslované oddíly

Tato část je rozdělena na šest oddílů. Každý z nich nese svou římskou číslici a týká se jen jedné buněčné organely. Za lomítkem je značeno pořadové číslo ilustrace. Pořadové číslo 1 označuje srovnávací tabuli. Tato tabule je shrnutím jednotlivých kreseb a fotografií s ohledem na jejich vzájemné vztahy a souvislosti. Jednotlivá zobrazení jsou označena velkým písmenem. Kresba A ilustruje umístění organely v rostlinné buňce. Písmenem B je označena fotografie pořízená elektronovým mikroskopem. Písmeny C a D jsou označeny vědecké ilustrace organely dle fotografie v černobílém a barevném provedení. K písmenu E je přiřazena prostorová rekonstrukce organely.

Do tohoto souboru jsou dále zařazeny vědecké ilustrace i fotografie zvětšené na formát A4. Velká zobrazení jsou lépe vidět, jsou zřetelnější, a tím více splňují princip názornosti.

6.1.3.1. Oddíl I - Jádno

Jádno je nejdůležitější organelou v eukaryotické buňce. V roce 1833 jej poprvé popsal Brown při mikroskopickém pozorování orchidejí. Jádno je uzavřeno do dvou soustředných membrán, které tvoří obal jádra s jadernými póry. Obsahuje dlouhé polymery molekul DNA, která zajišťuje přenos genetické informace. Uvnitř jaderné hmoty lze nalézt jadérko.

I/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře buněčného jádra.

Legenda:

- A – umístění buněčného jádra v rostlinné buňce
- B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Loewy, 1991)
- C – kolorovaná vědecká ilustrace dle fotografie
- D – ilustrace jaderných pórů dle fotografie (Loewy, 1991)
- E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury buněčného jádra
(Raven, 1988, upraveno)

I/2 Umístění buněčného jádra v rostlinné buňce, poloha jadérka, ohraničení jádra jadernou membránou s jadernými póry.

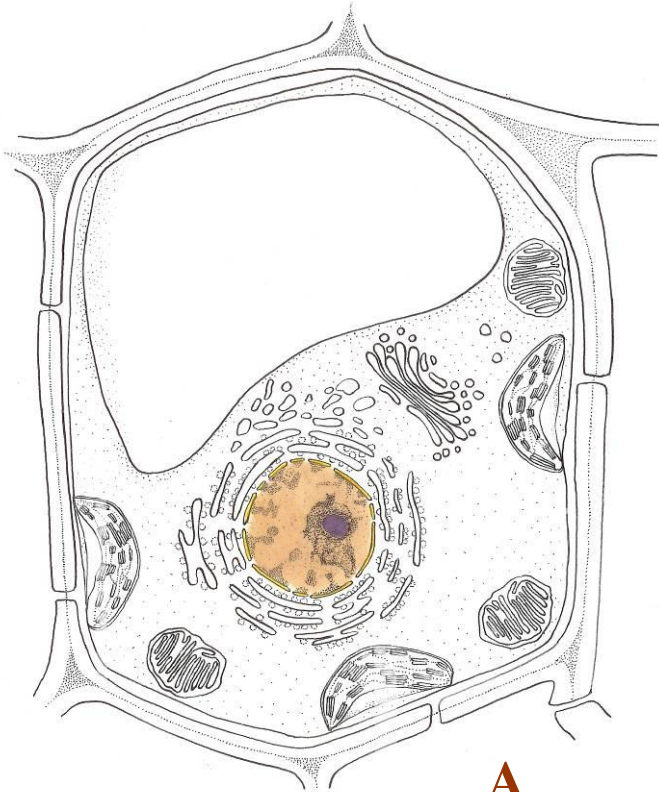
I/3 Fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Loewy, 1991).

I/4 Černobílá vědecká ilustrace buněčného jádra dle fotografie.

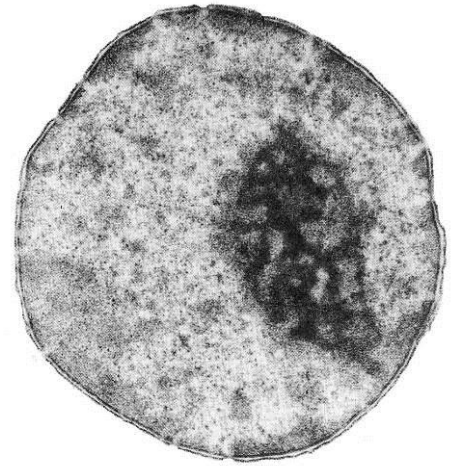
I/5 Kolorovaná vědecká ilustrace buněčného jádra dle fotografie.

I/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury buněčného jádra (Raven, 1988, upraveno).

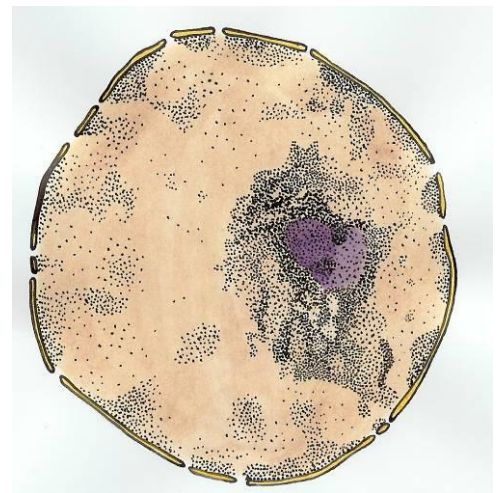
1/1 Jádro



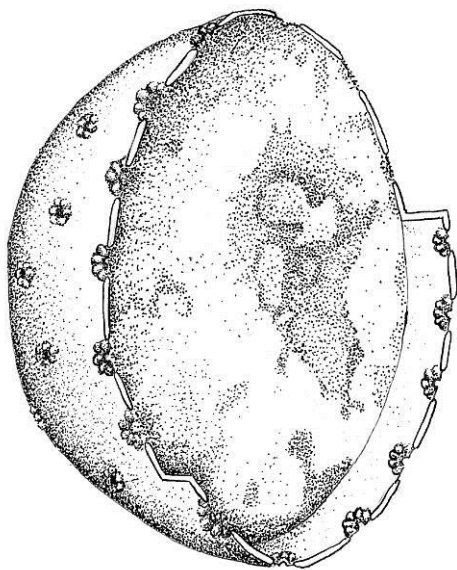
A



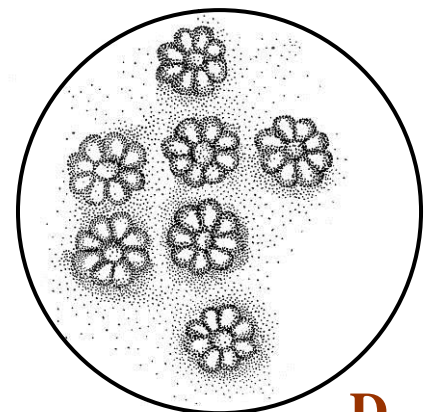
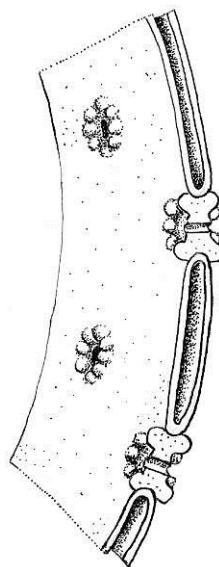
B



C

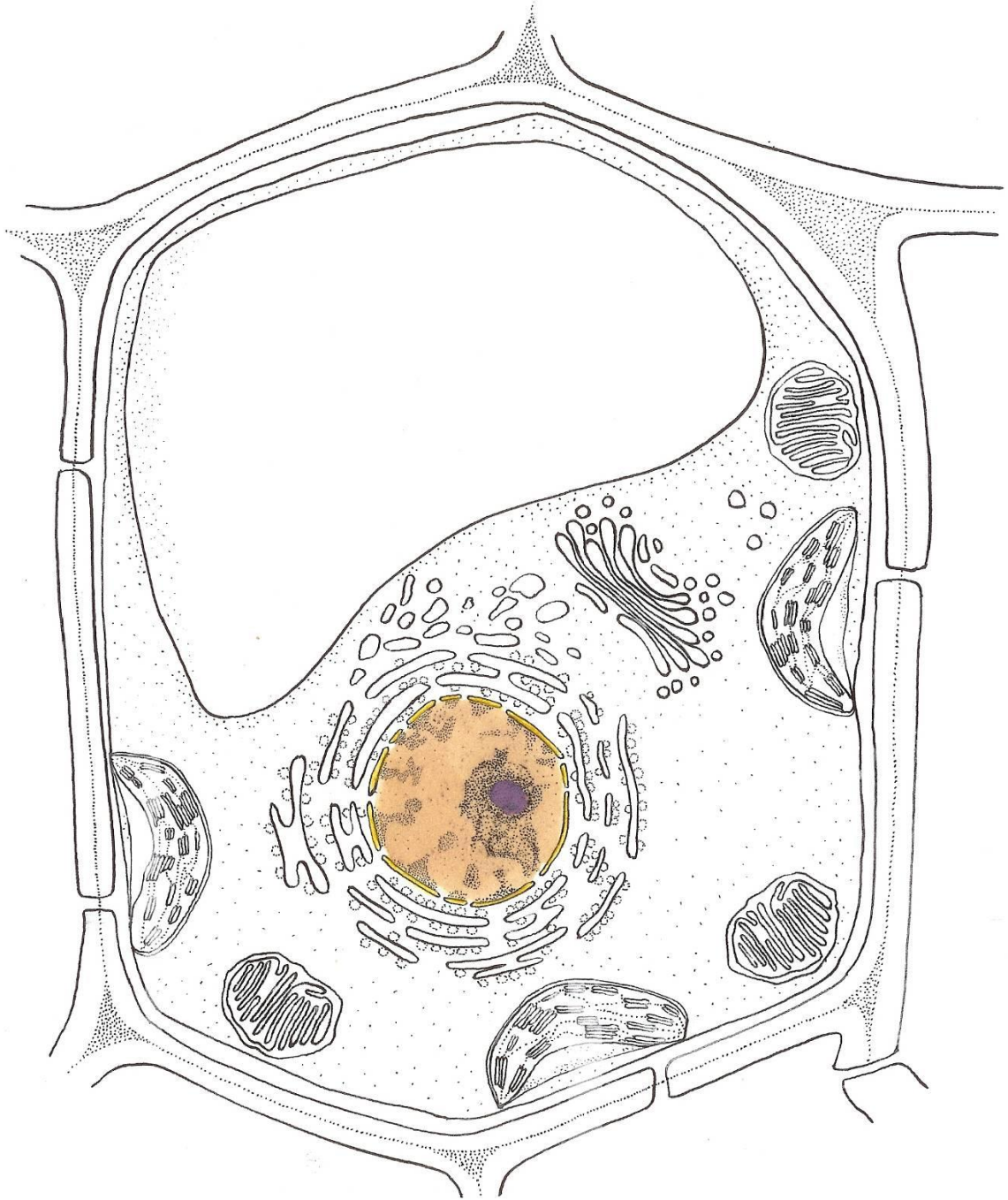


E

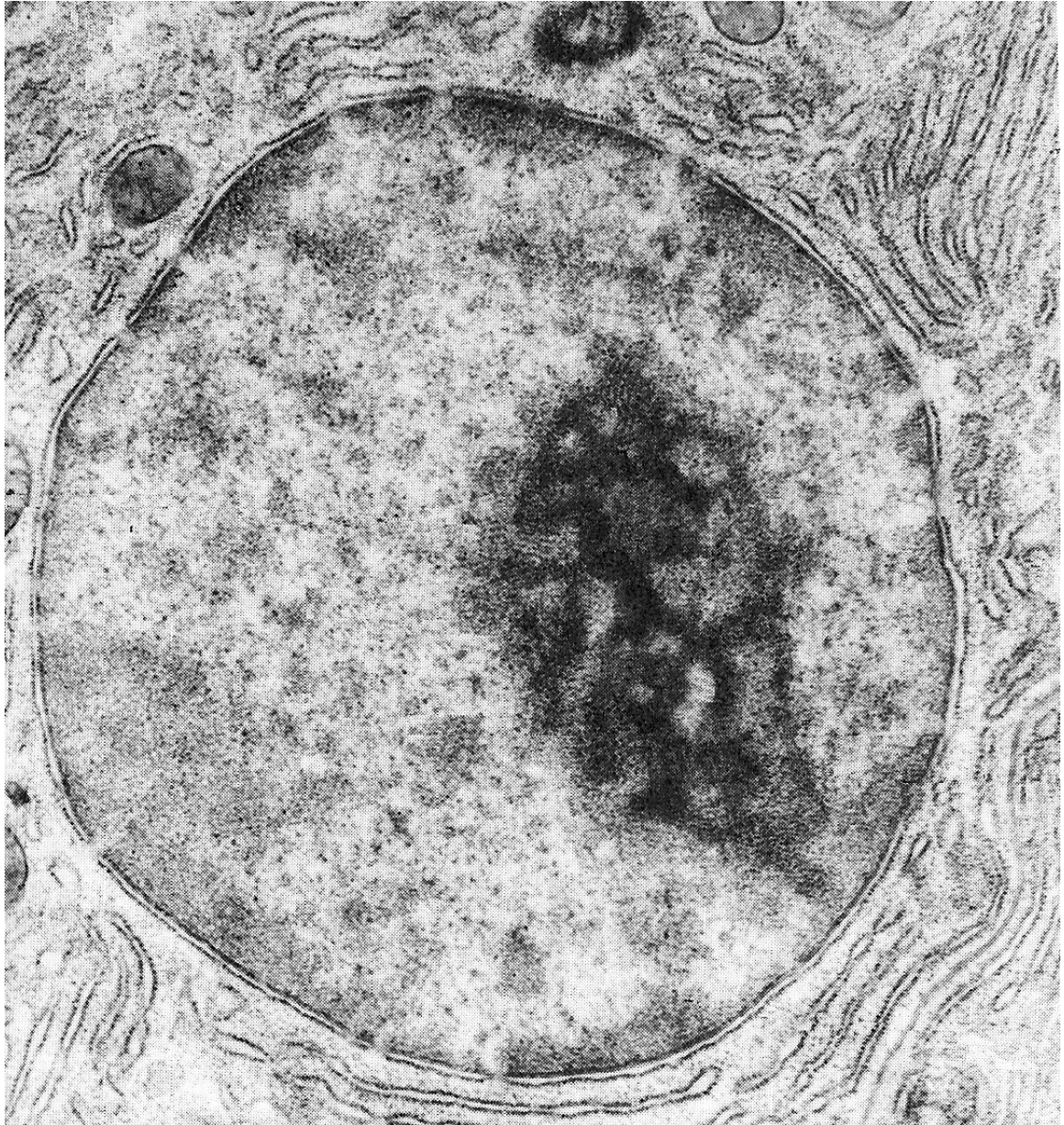


D

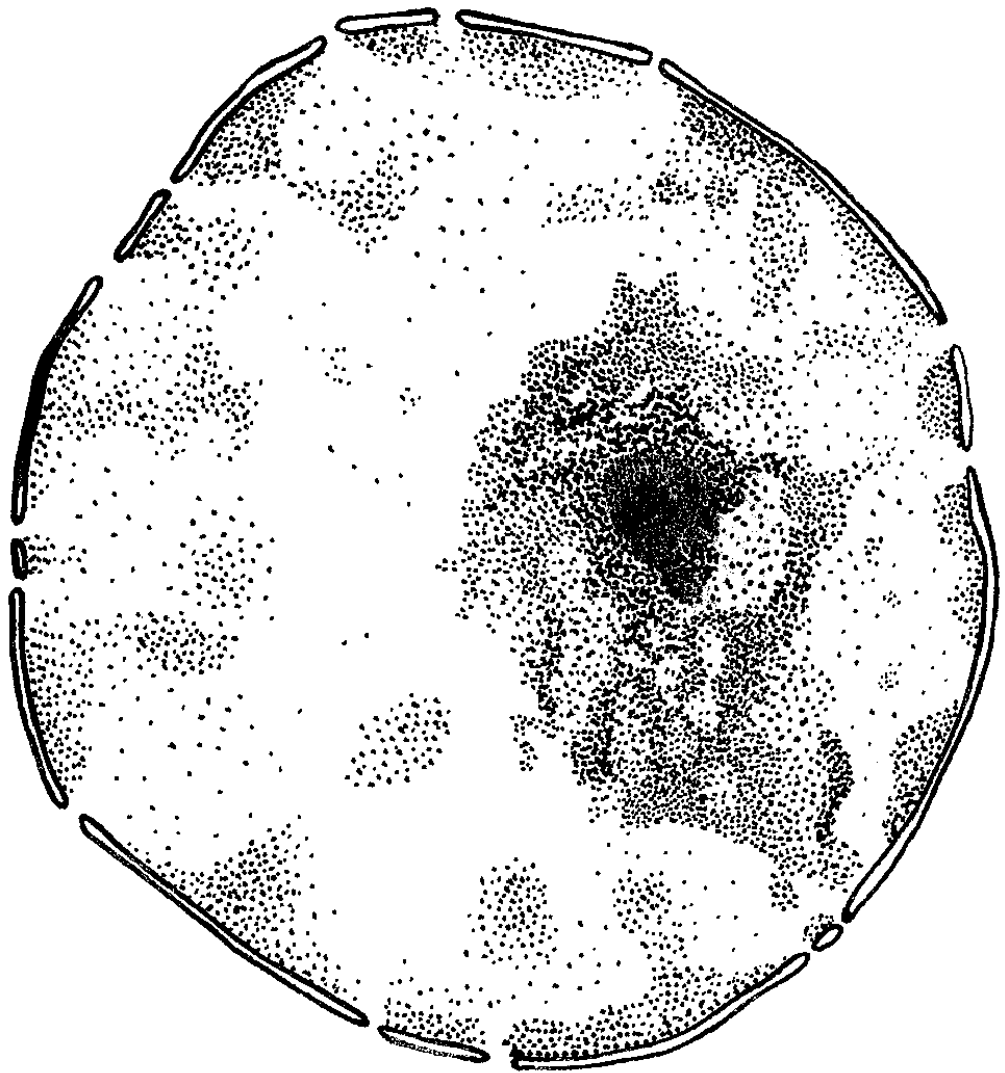
1/2 Jádro



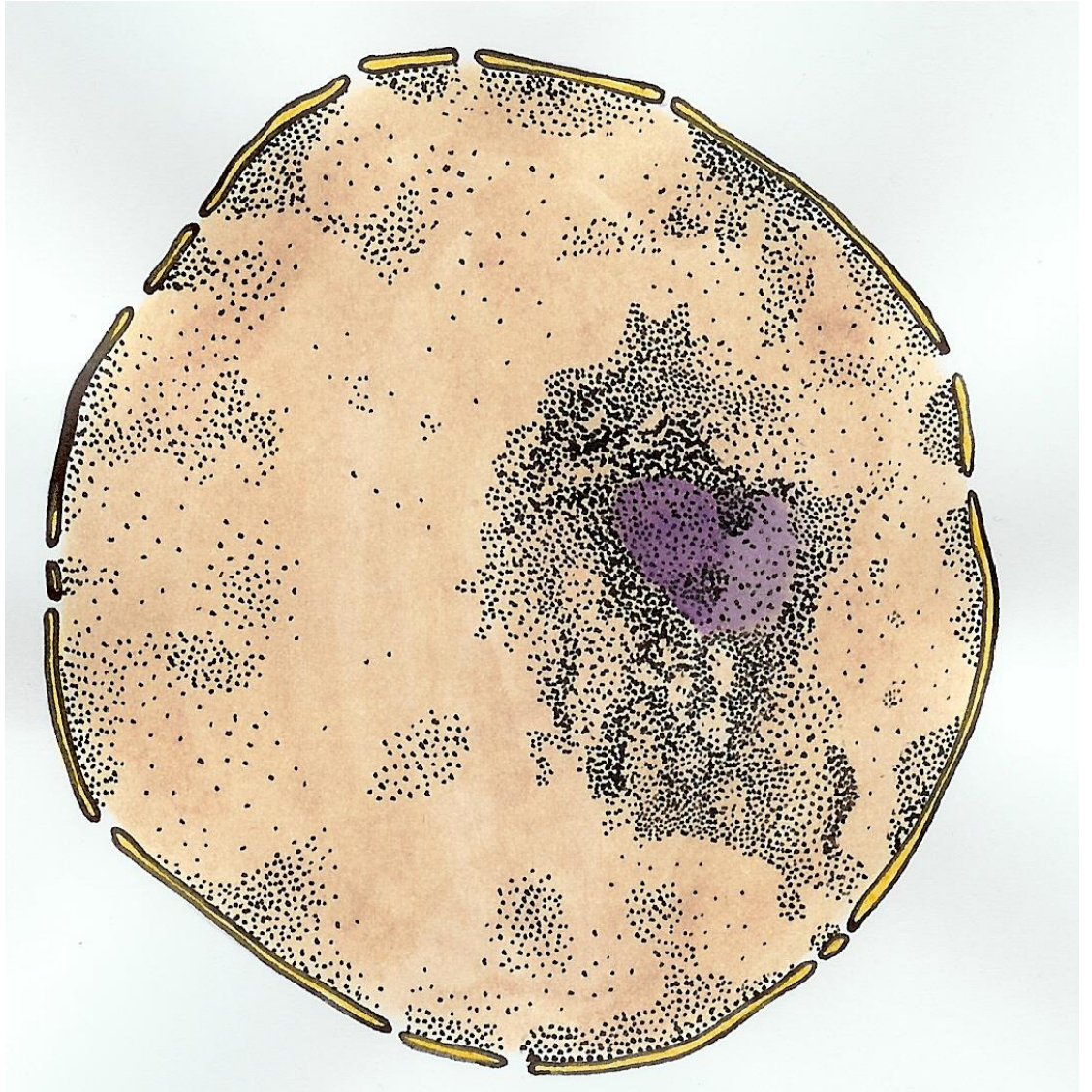
1/3 Jádro



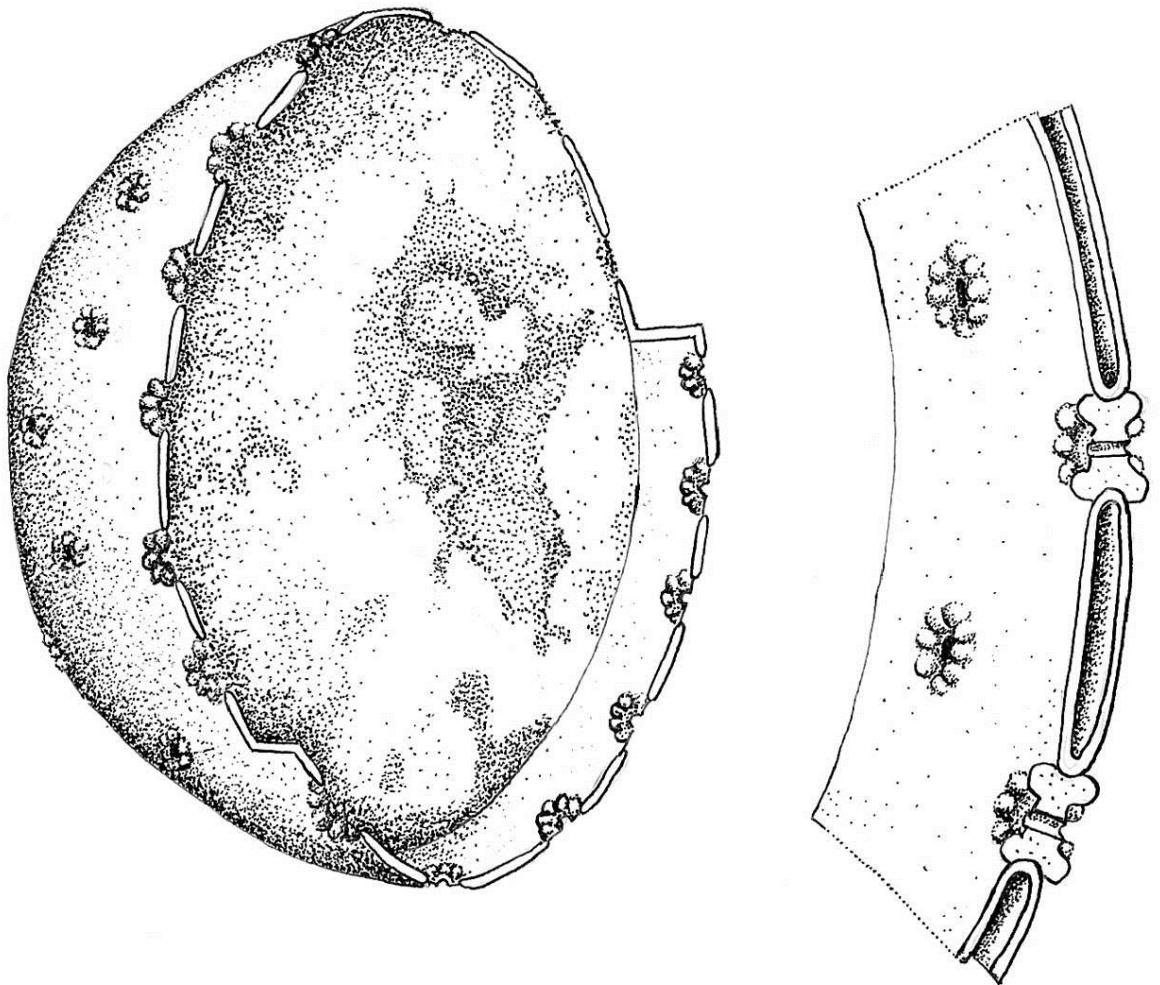
1/4 Jádno



1/5 Jádro



1/6 Jádno



6.1.3.2. Oddíl II – Endoplazmatické retikulum - drsné

Endoplazmatické retikulum vytváří nepravidelný labyrint buněčných prostorů uzavřených membránou. Je místem vzniku většiny složek buněčné membrány i materiálů určených pro export z buňky. Na povrchu tohoto typu retikula se usazují ribosomy. Drsné endoplazmatické retikulum se vyskytuje zejména v buňkách, které vylučují bílkoviny.

II/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře drsného endoplazmatického retikula.

Legenda:

A – umístění endoplazmatického retikula s ribosomy v rostlinné buňce

B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998)

C – černobílá ilustrace drsného endoplazmatického retikula s ribosomy dle fotografie

D – kolorovaná ilustrace drsného endoplazmatického retikula s ribosomy dle fotografie

E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury drsného endoplazmatického retikula s ribosomy (Loewy, 1991, upraveno)

II/2 Umístění drsného endoplazmatického retikula v rostlinné buňce, ribosomy, poloha a návaznost hladkého endoplazmatického retikula.

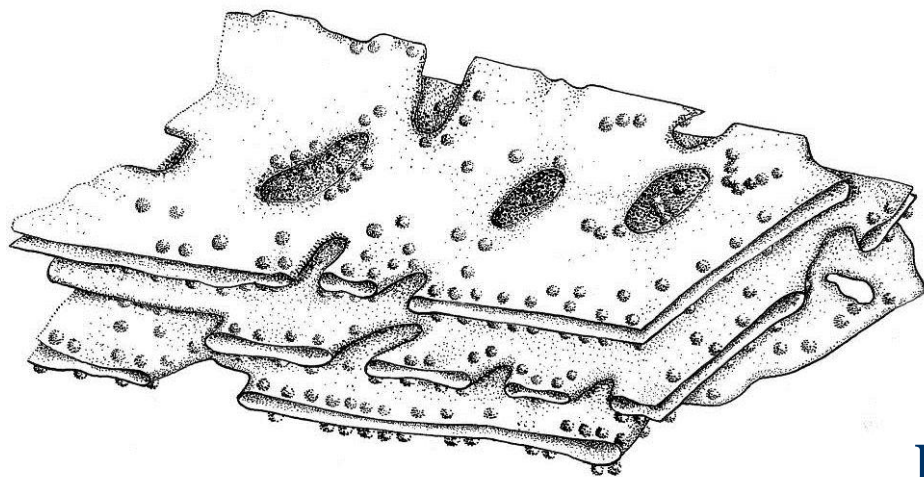
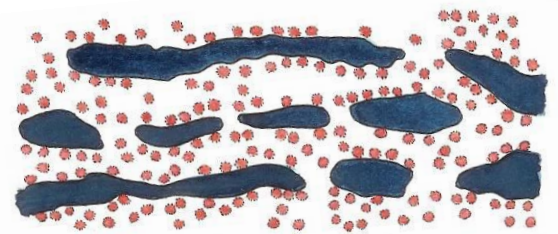
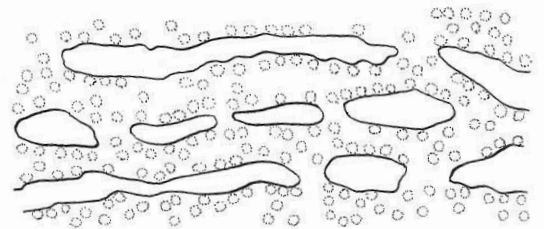
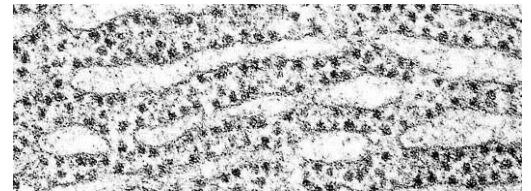
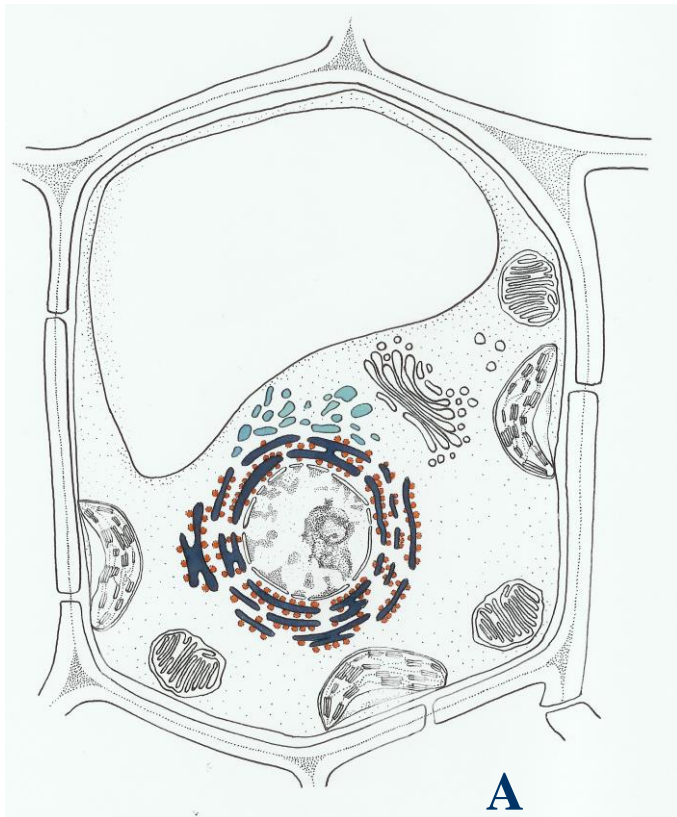
II/3 Fotografie drsného endoplazmatického retikula pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998).

II/4 Černobílá vědecká ilustrace drsného endoplazmatického retikula s ribosomy dle fotografie.

II/5 Kolorovaná vědecká ilustrace drsného endoplazmatického retikula s ribosomy dle fotografie.

II/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury drsného endoplazmatického retikula s ribosomy (Loewy, 1991, upraveno).

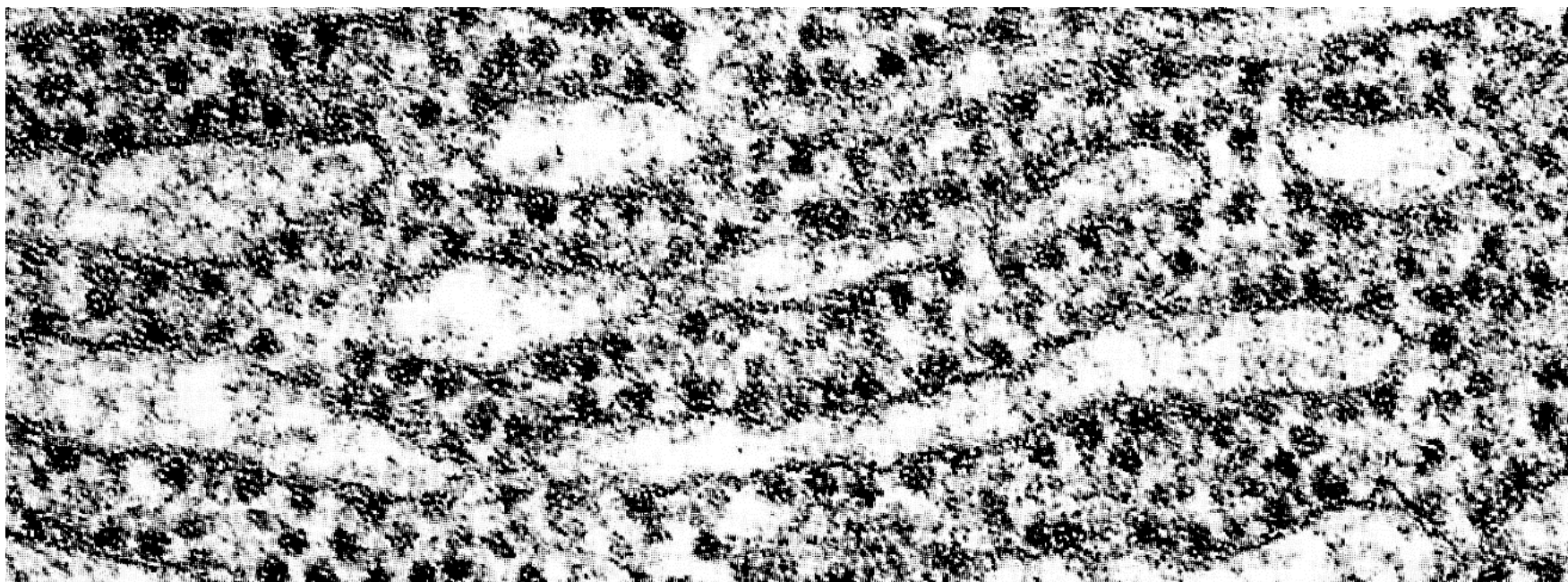
II/1 Endoplazmatické retikulum – drsné



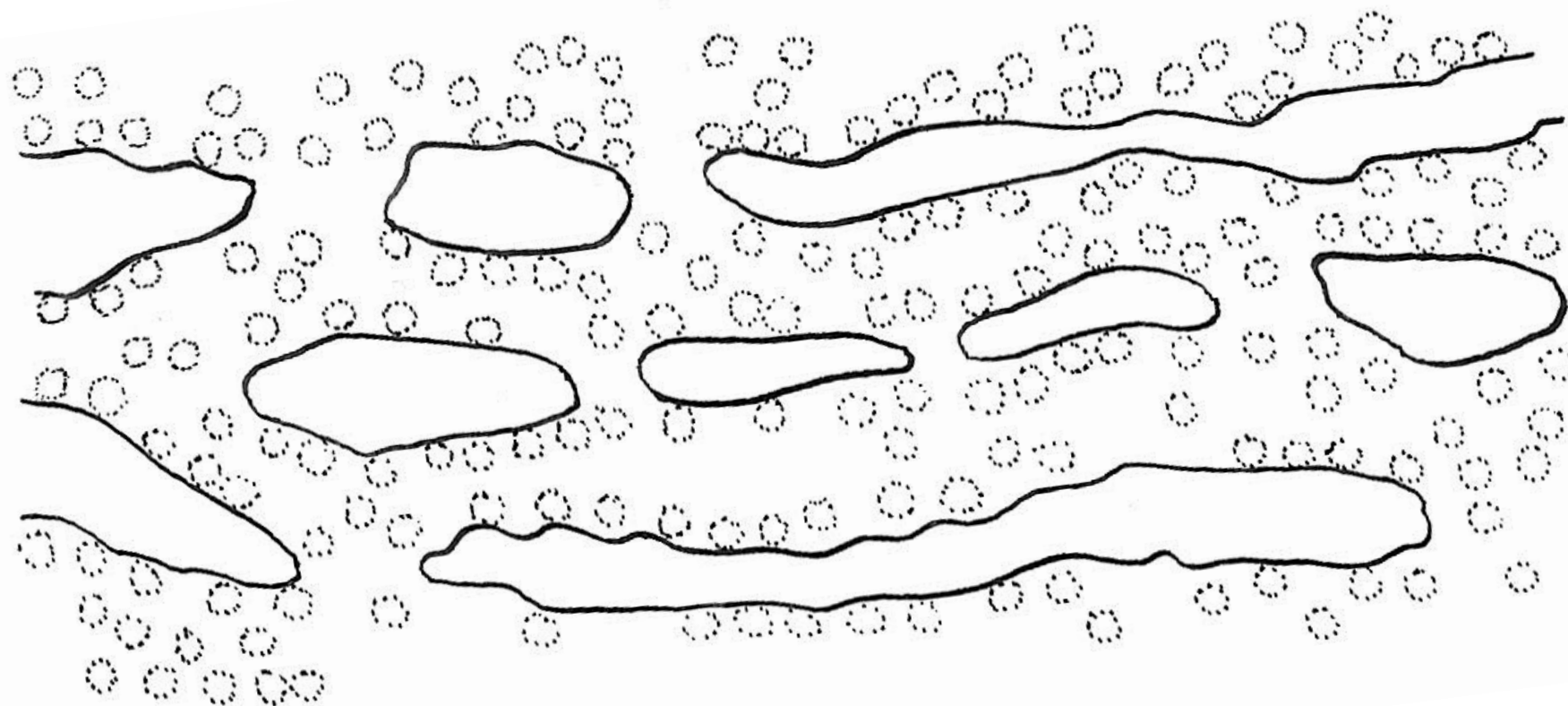
II/2 Endoplazmatické retikulum – drsné



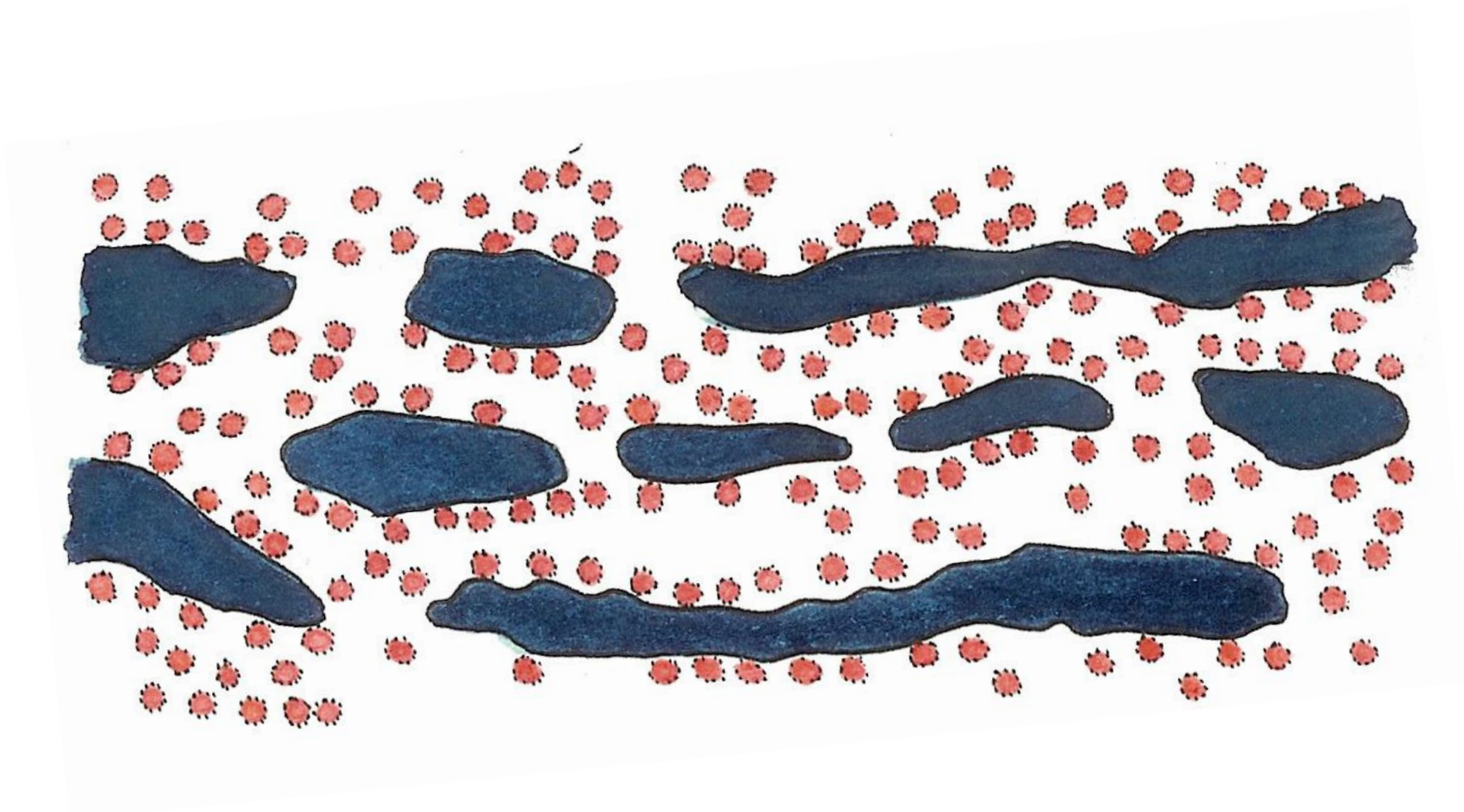
II/3 Endoplazmatické retikulum - drsné



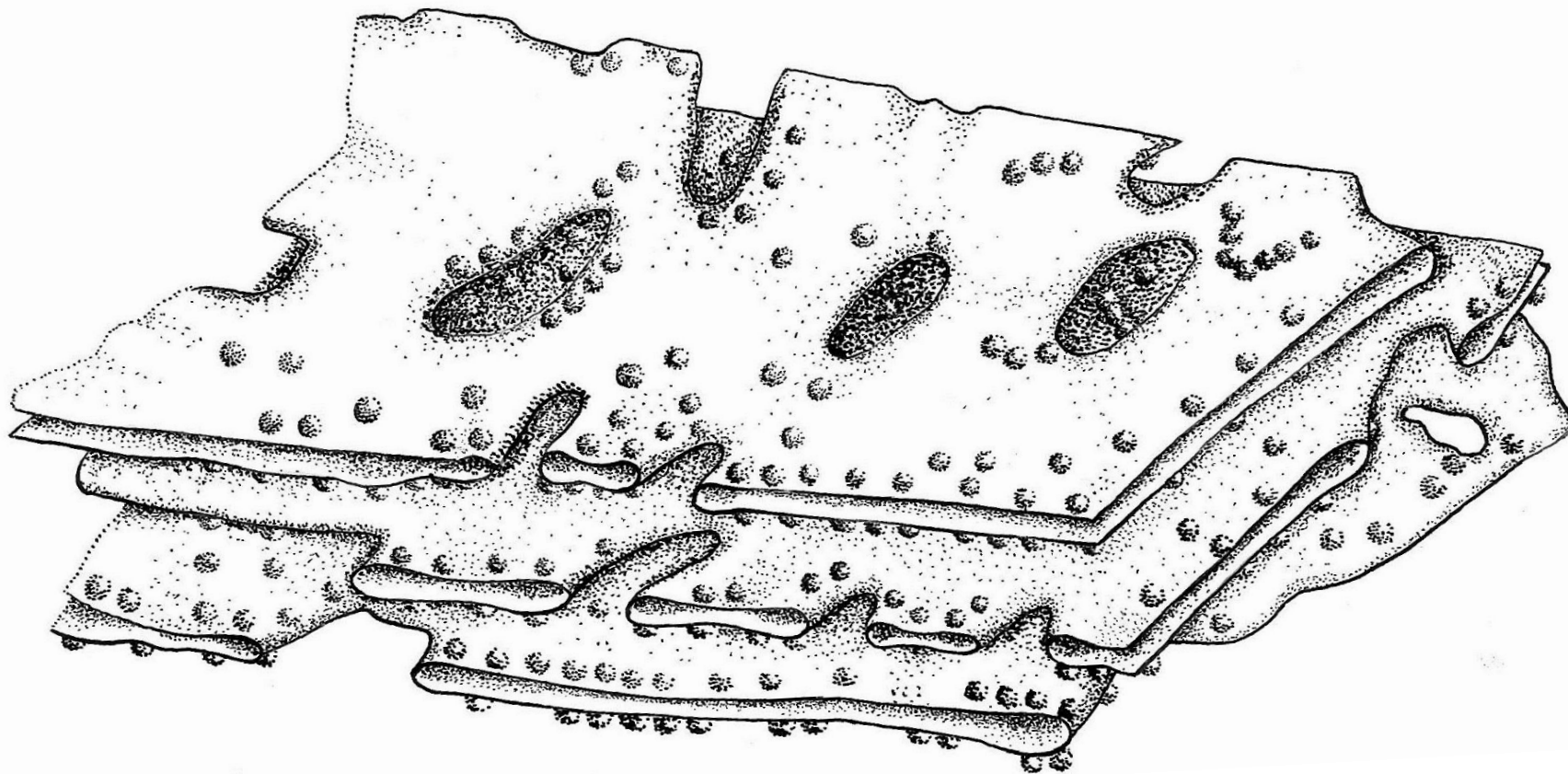
II/4 Endoplazmatické retikulum - drsné



II/5 Endoplazmatické retikulum – drsné



II/6 Endoplazmatické retikulum – drsné



6.1.3.3. Oddíl III – Endoplazmatické retikulum - hladké

Endoplazmatické retikulum vytváří nepravidelný labyrint buněčných prostorů uzavřených membránou. Je místem vzniku většiny složek buněčné membrány i materiálů určených pro export z buňky. Tento typ retikula se nazývá hladký, jelikož na sobě nemá přisedlé ribosomy. V hladkém endoplazmatickém retikulu probíhá metabolismus některých tukových látek.

III/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře hladkého endoplazmatického retikula.

Legenda:

A – umístění endoplazmatického retikula v rostlinné buňce

B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Wallace, 1996)

C – černobílá ilustrace hladkého endoplazmatického retikula dle fotografie

D – kolorovaná ilustrace hladkého endoplazmatického retikula dle fotografie

E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury hladkého endoplazmatického retikula (Loewy, 1991, upraveno)

III/2 Umístění hladkého endoplazmatického retikula v rostlinné buňce.

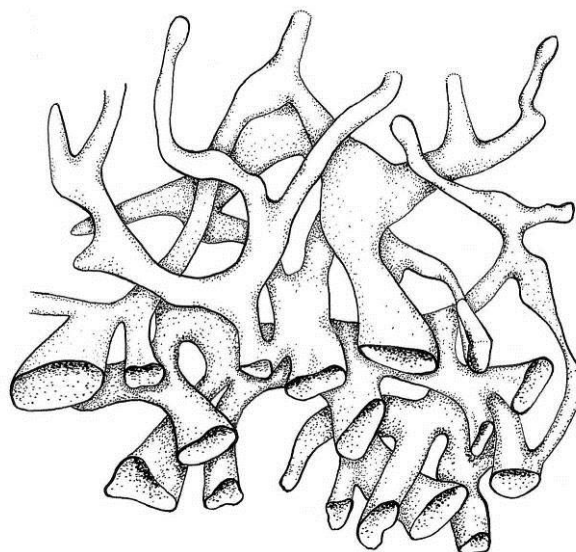
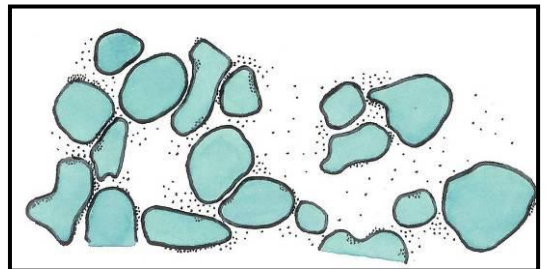
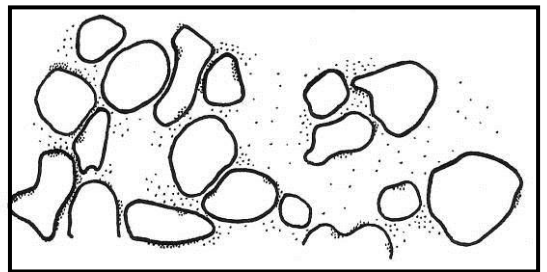
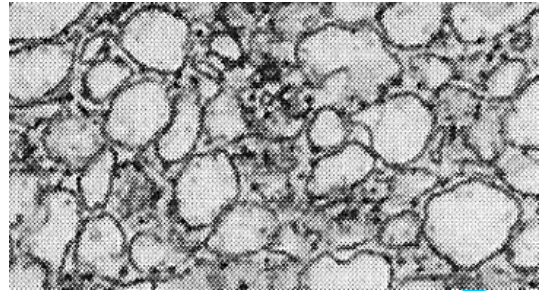
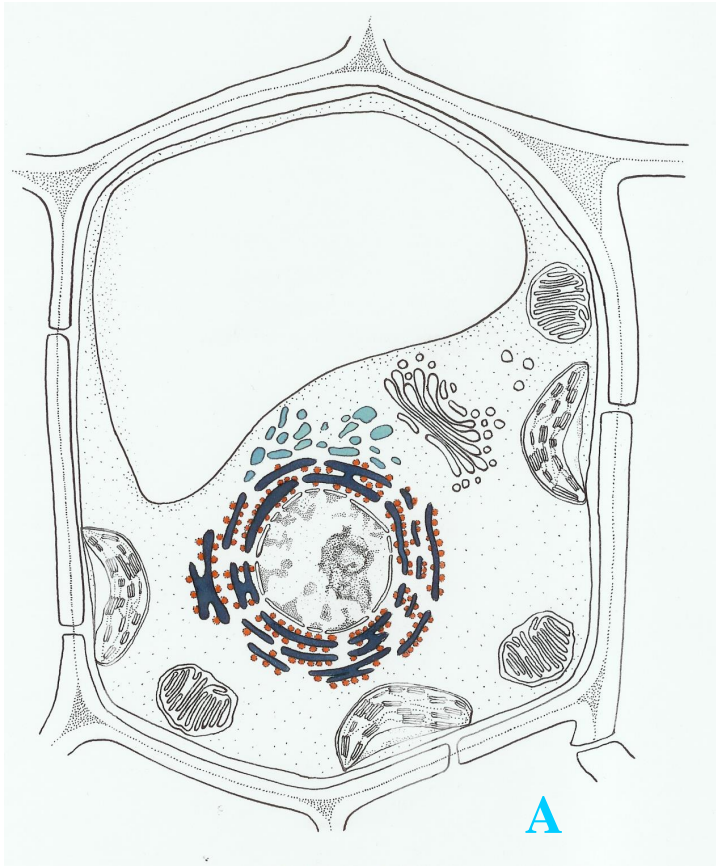
III/3 Fotografie hladkého endoplazmatického retikula pořízená elektronovým mikroskopem (Wallace, 1996).

III/4 Černobílá vědecká ilustrace hladkého endoplazmatického retikula dle fotografie.

III/5 Kolorovaná vědecká ilustrace drsného endoplazmatického retikula dle fotografie.

III/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury hladkého endoplazmatického retikula (Loewy, 1991, upraveno).

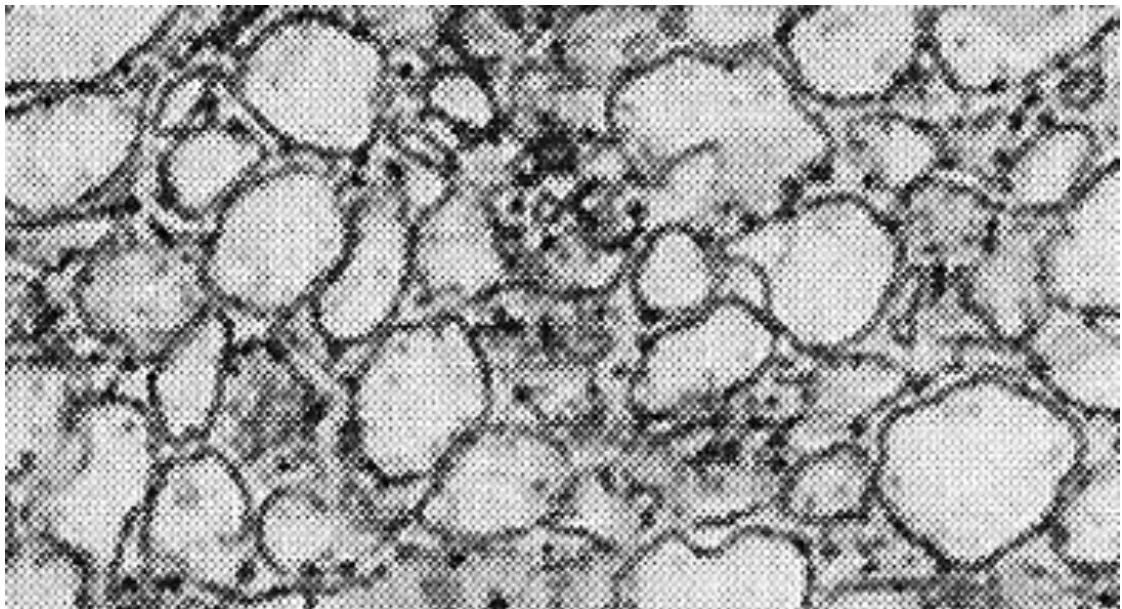
III/1 Endoplazmatické retikulum – hladké



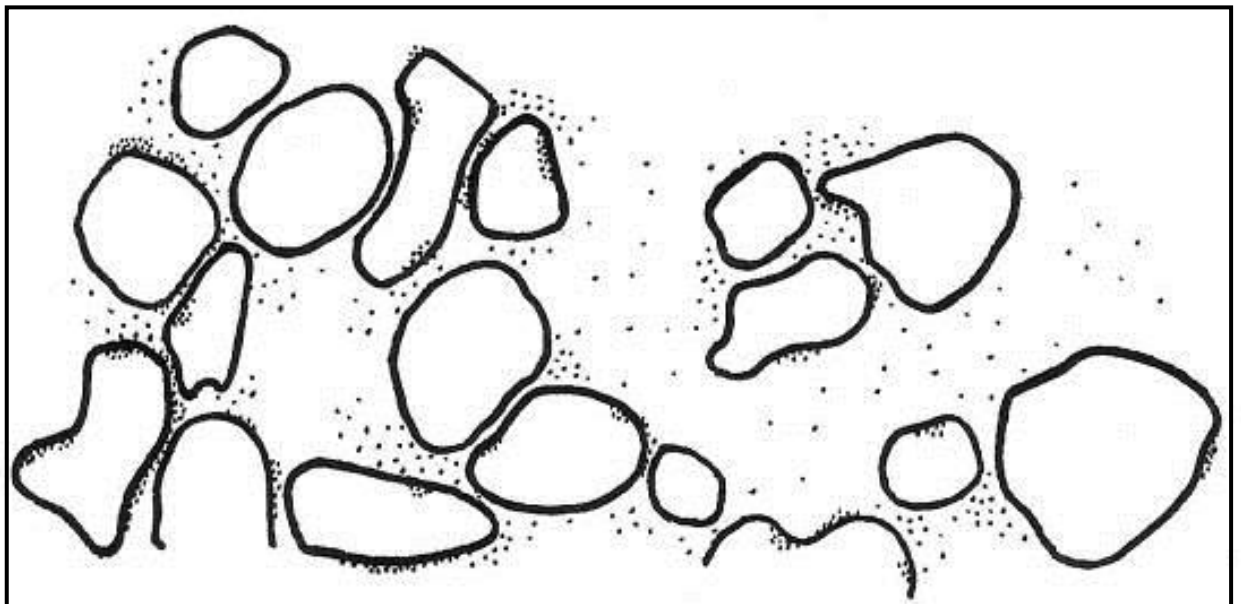
III/2 Endoplazmatické retikulum – hladké



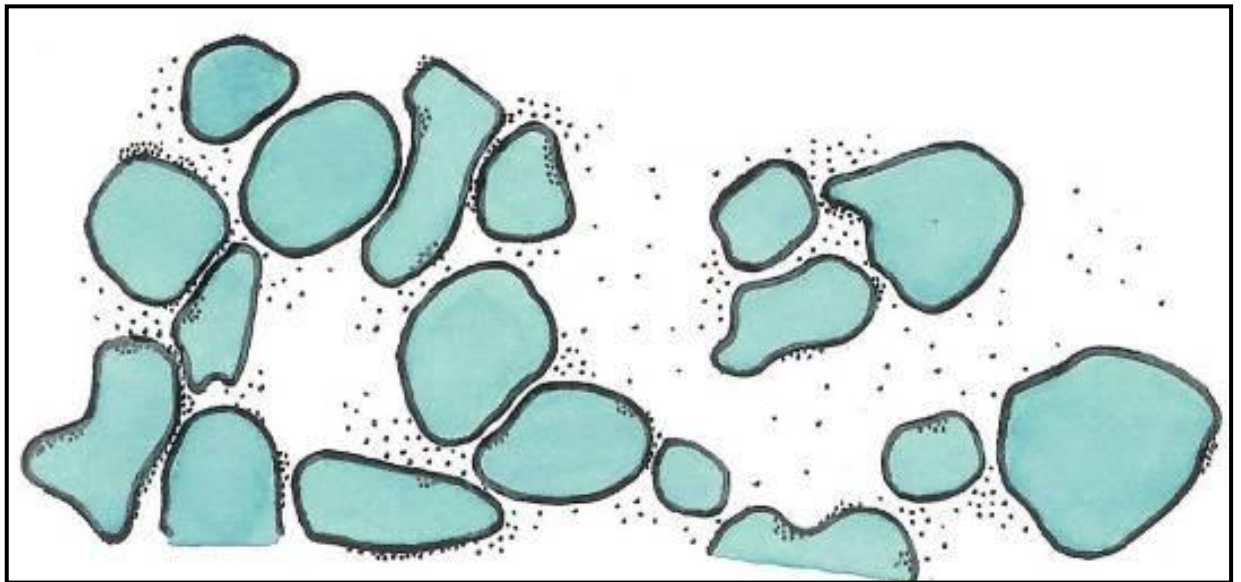
III/3 Endoplazmatické retikulum – hladké



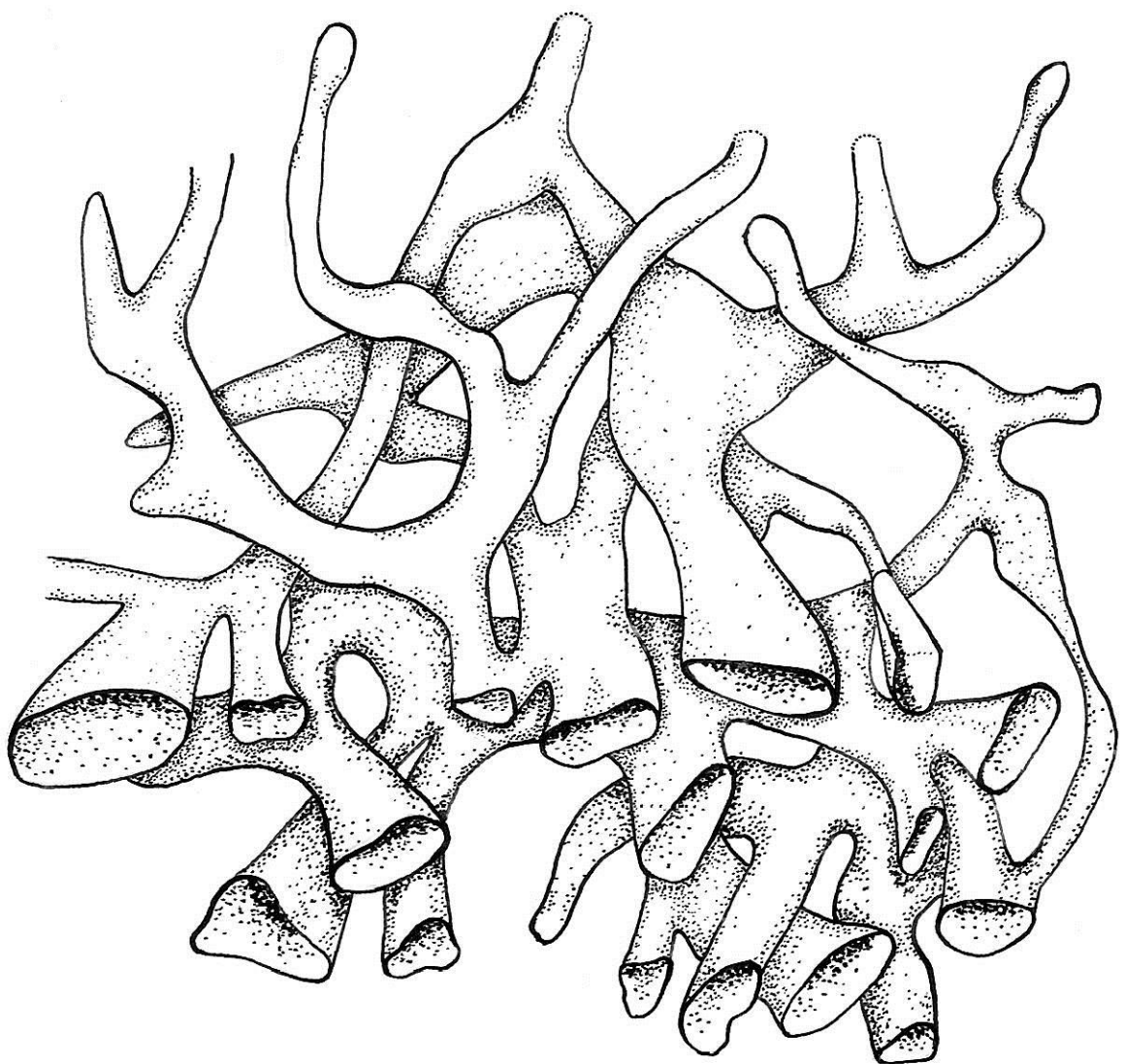
III/4 Endoplazmatické retikulum – hladké



III/5 Endoplazmatické retikulum – hladké



III/6 Endoplazmatické retikulum – hladké



6.1.3.4. Oddíl IV – Golgiho aparát

Při barvení buněk dusičnanem stříbrným jako první uviděl a popsal v roce 1898 novou strukturu italský vědec Golgi. Struktura se jmenuje po svém objeviteli Golgiho aparát (komplex). Vyskytuje se v buňkách v dvojí podobě. Jednak jako souvislý komplex v takzvané Golgiho zóně, jednak jako nesouvislý komplex v podobě jednotlivých Golgiho jednotek (diktyozómů), které jsou v mikroskopu stěží patrné. Uspořádání souvislého Golgiho aparátu je polární s cis a trans pólem. Toto je dáno vzájemným vztahem mezi endoplazmatickým retikulem, Golgiho komplexem a lysozomy (v nich probíhá nitrobuněčné trávení). Mezi těmito strukturami probíhá neustálá výměna materiálu. Tato skutečnost je naznačena i v ilustracích modrým zbarvením těchto organel.

IV/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře Golgiho aparátu.

Legenda:

A – umístění Golgiho aparátu v rostlinné buňce

B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998)

C – černobílá ilustrace Golgiho aparátu dle fotografie

D – kolorovaná ilustrace Golgiho aparátu dle fotografie

E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury Golgiho aparátu

IV/2 Umístění Golgiho aparátu v rostlinné buňce.

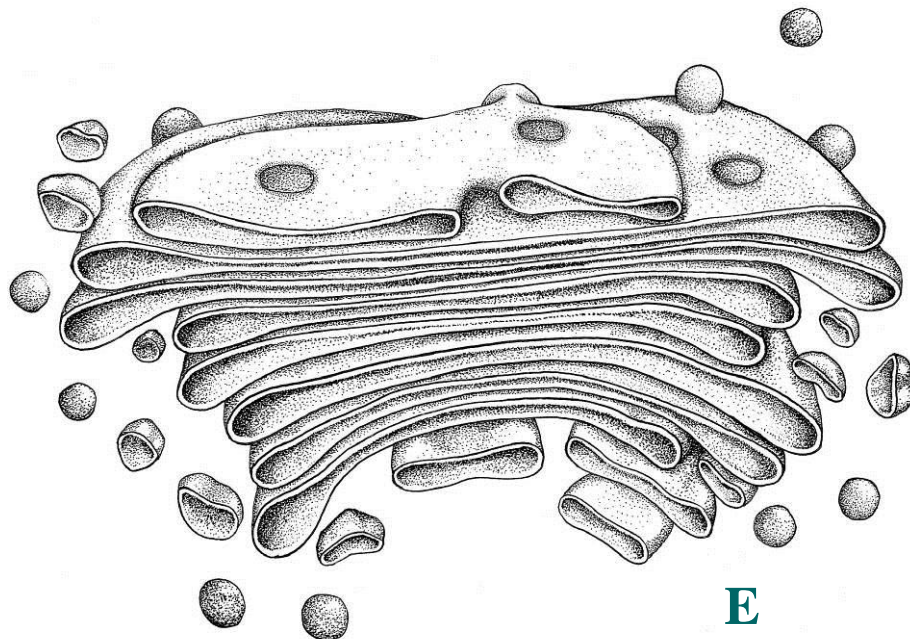
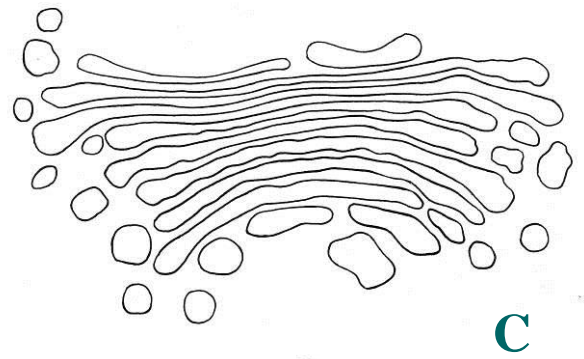
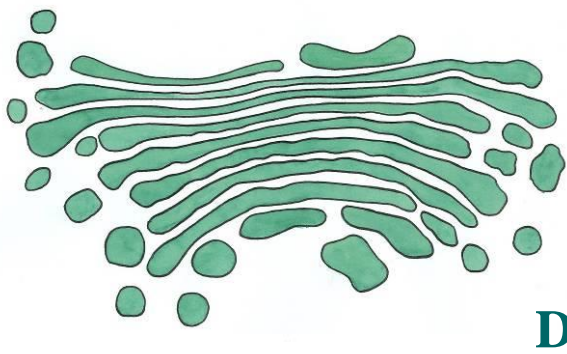
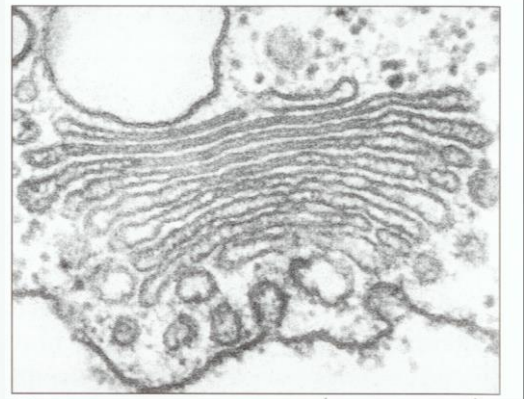
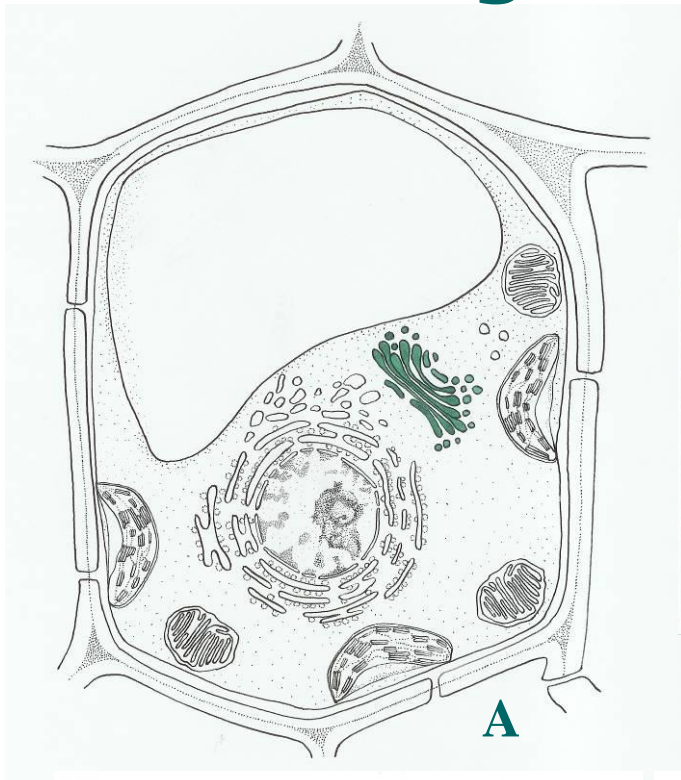
IV/3 Fotografie Golgiho aparátu pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998).

IV/4 Černobílá vědecká ilustrace Golgiho aparátu dle fotografie.

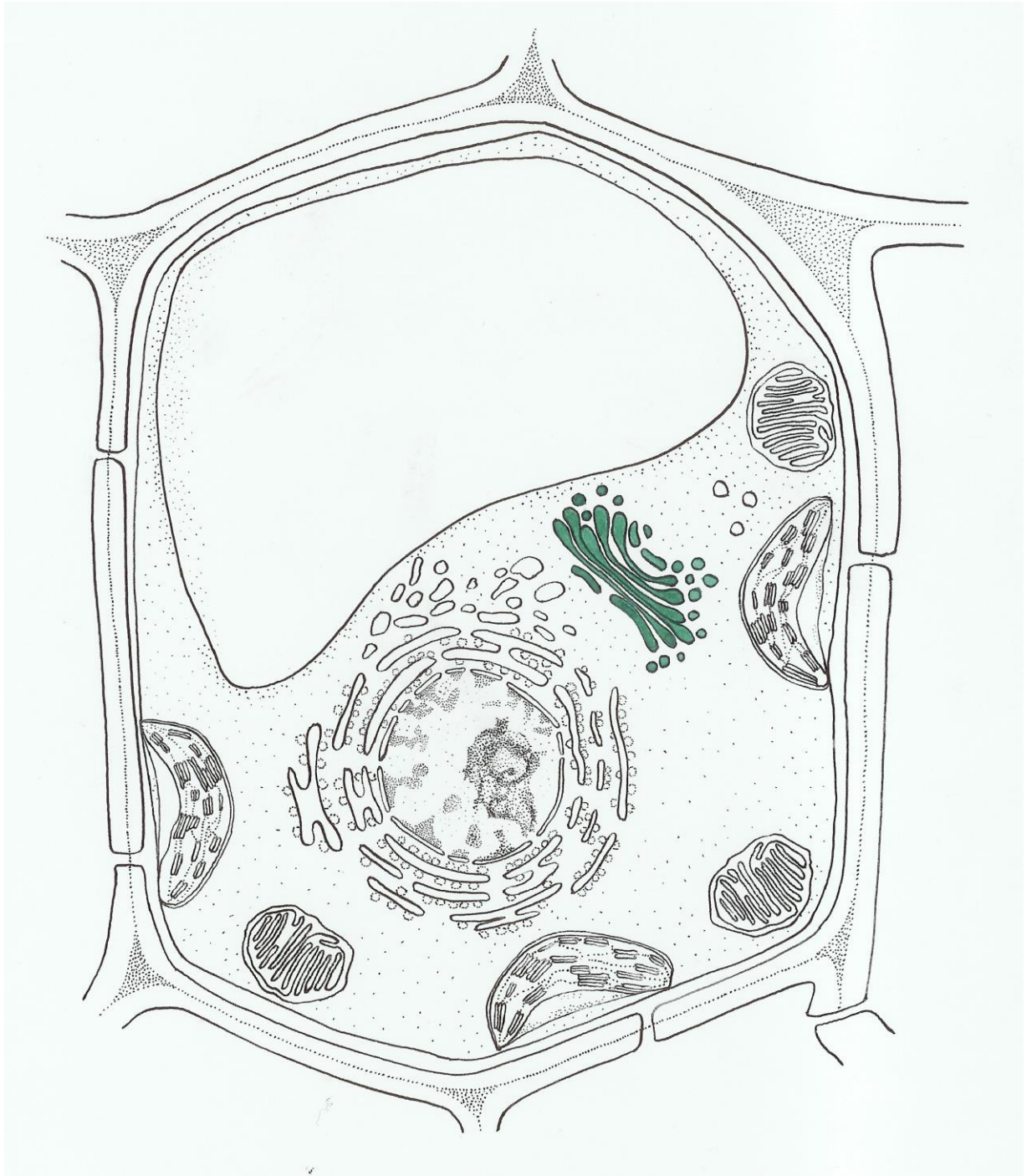
IV/5 Kolorovaná vědecká ilustrace Golgiho aparátu dle fotografie.

IV/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury Golgiho aparátu.

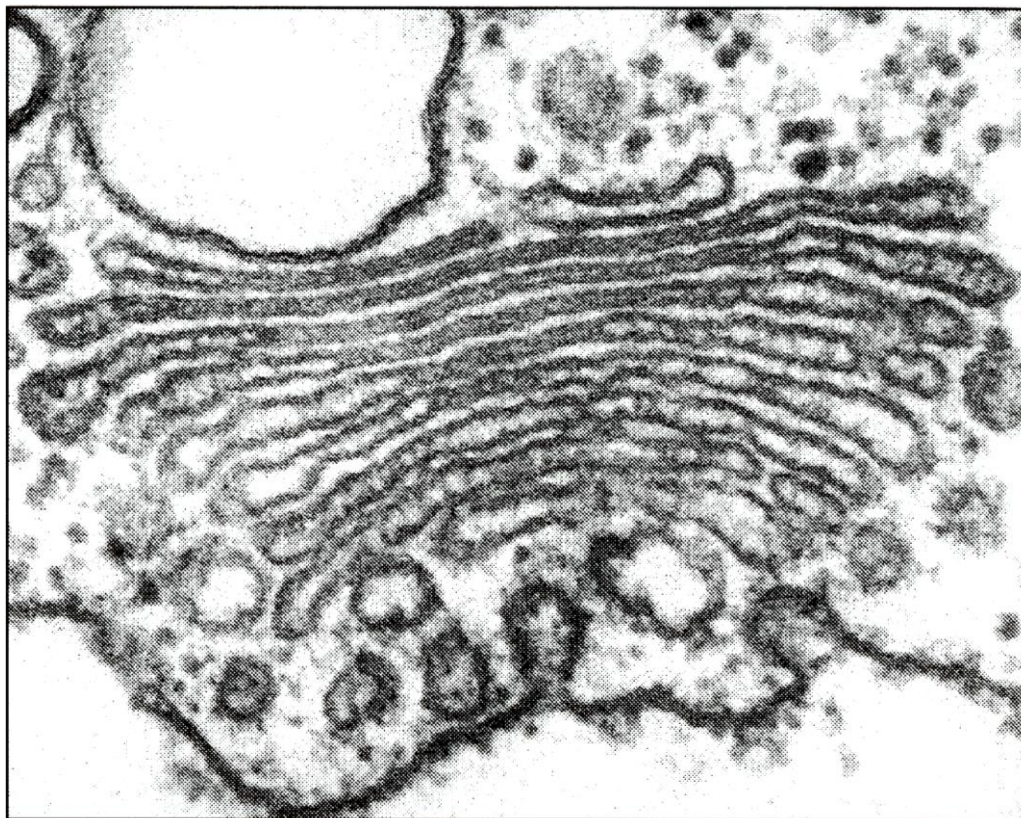
IV/1 Golgiho aparát



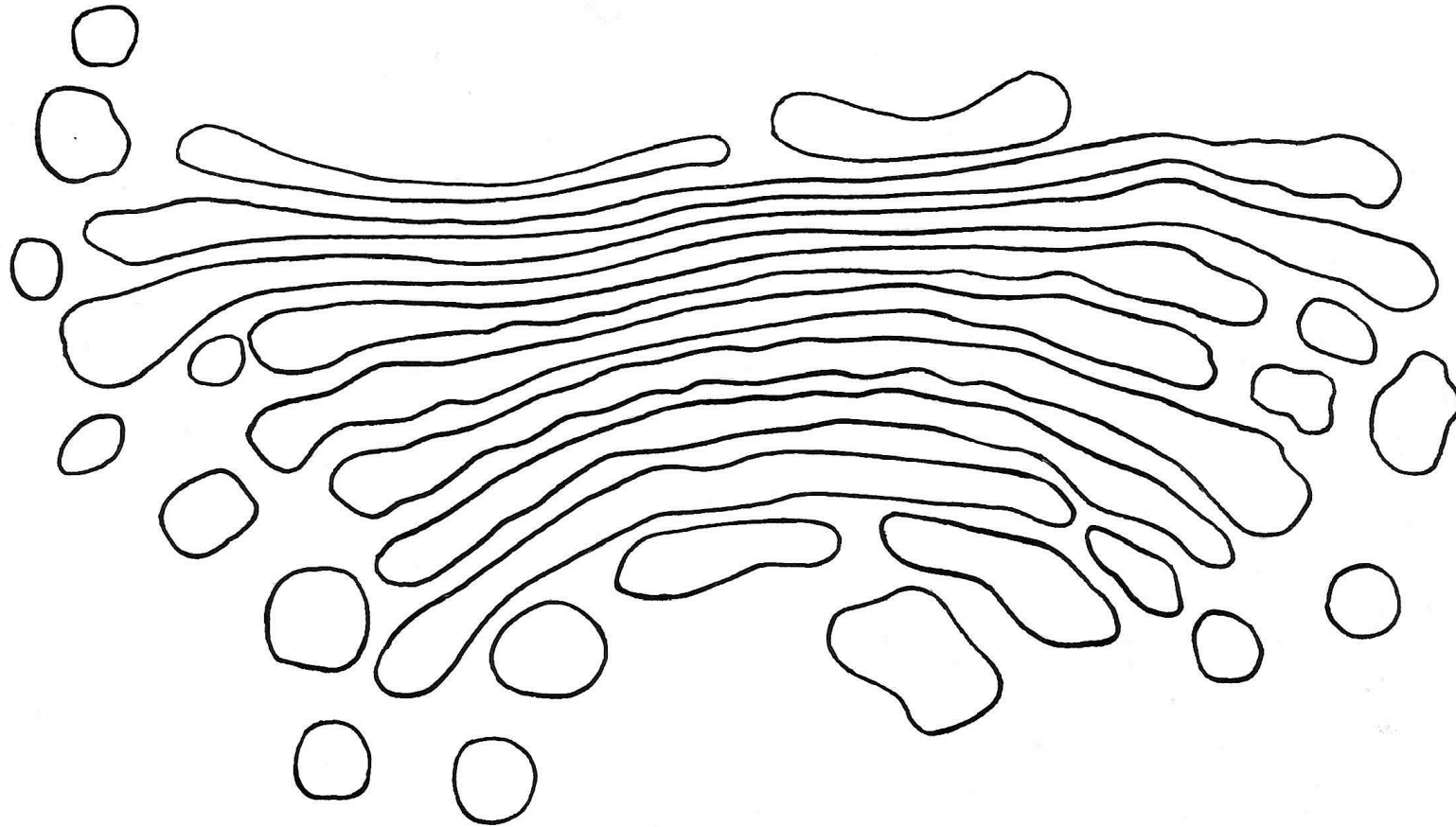
IV/2 Golgiho aparát



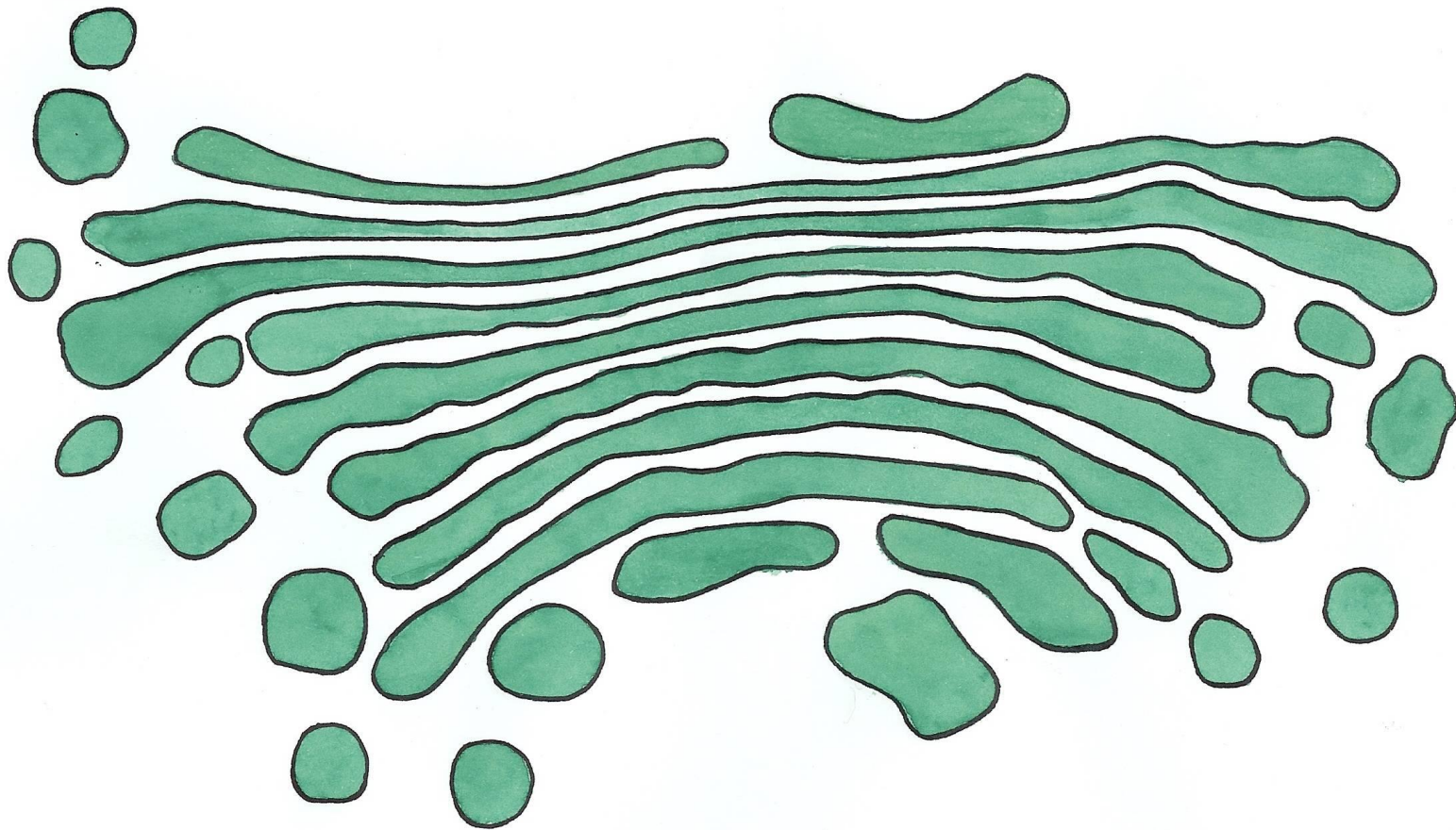
IV/3 Golgiho aparát



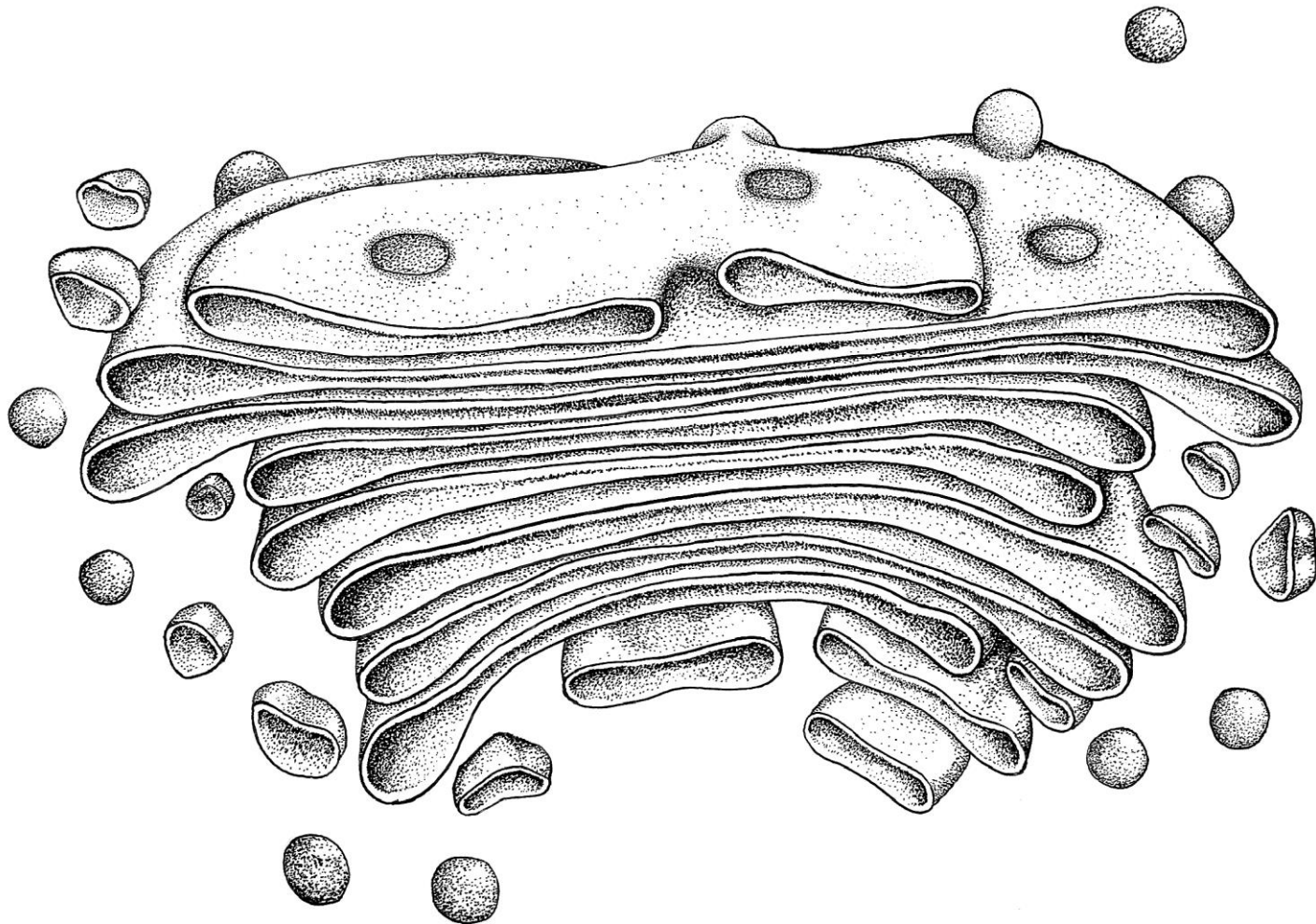
IV/4 Golgiho aparát



IV/5 Golgiho aparát



IV/6 Golgiho aparát



6.1.3.5. Oddíl V – Mitochondrie

Mitochondrii popsal poprvé v roce 1857 Kölliker ve svalových buňkách. Struktura této organely může být velmi rozmanitá, nejčastěji ve tvaru červovitém či kuličkovitém. Mitochondrie je uzavřena dvěma oddělenými membránami. Obsahuje vlastní DNA. Množí se dělením nezávazně na buněčném jádře. V buňce mají mitochondrie funkci generátorů chemické energie, kterou získávají oxidací molekul (například cukrů) a produkují ATP, zdroj energie. Při těchto procesech spotřebovávají kyslík a uvolňují oxid uhličitý, proto se tento proces nazývá buněčné dýchání (respirace).

V/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře mitochondrie.

Legenda:

A – umístění mitochondrie v rostlinné buňce

B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998)

C – černobílá ilustrace mitochondrie dle fotografie

D – kolorovaná ilustrace mitochondrie dle fotografie

E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury mitochondrie (Alberts, 1998, upraveno)

V/2 Umístění mitochondrie v rostlinné buňce.

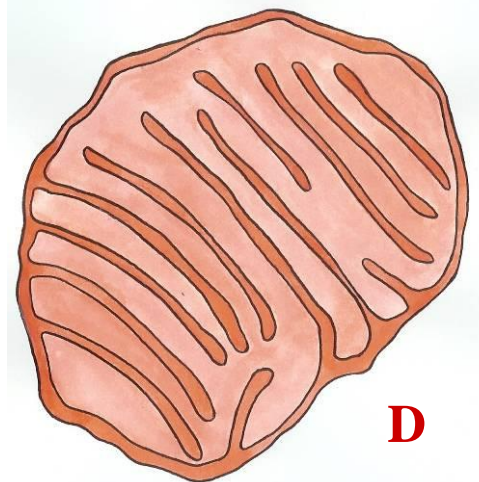
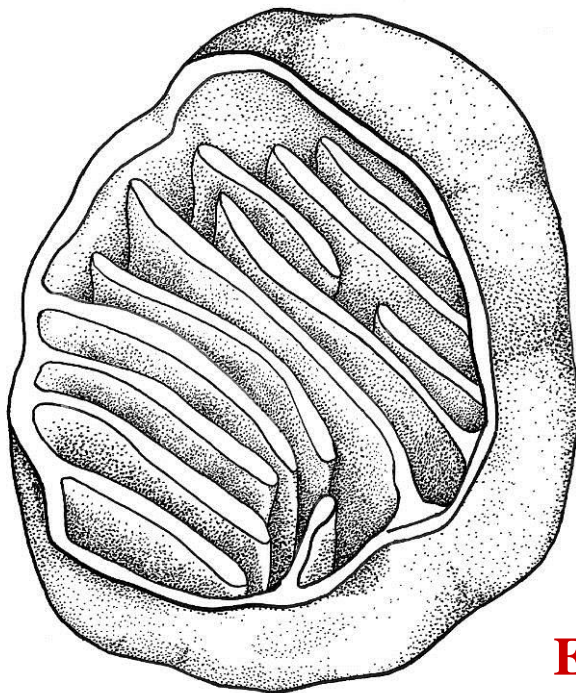
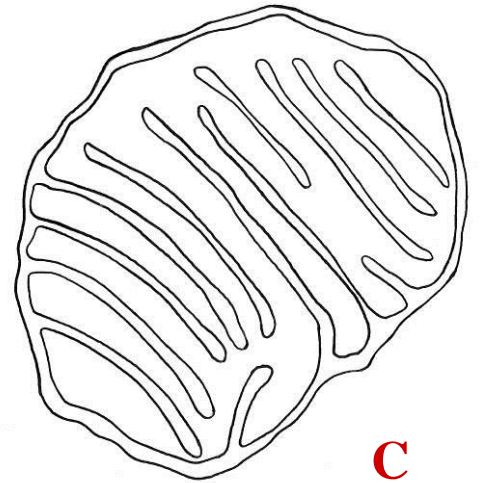
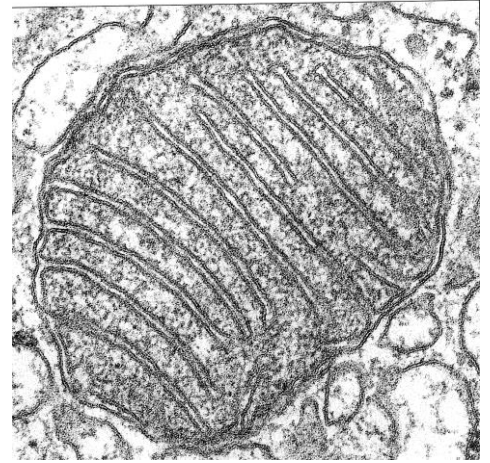
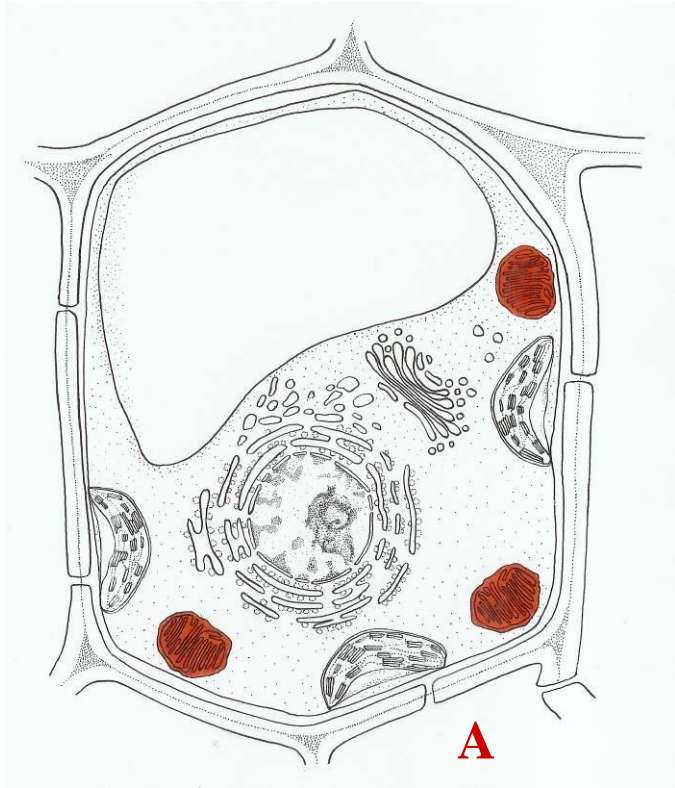
V/3 Fotografie mitochondrie pořízená elektronovým mikroskopem (Alberts, 1998).

V/4 Černobílá vědecká ilustrace mitochondrie dle fotografie.

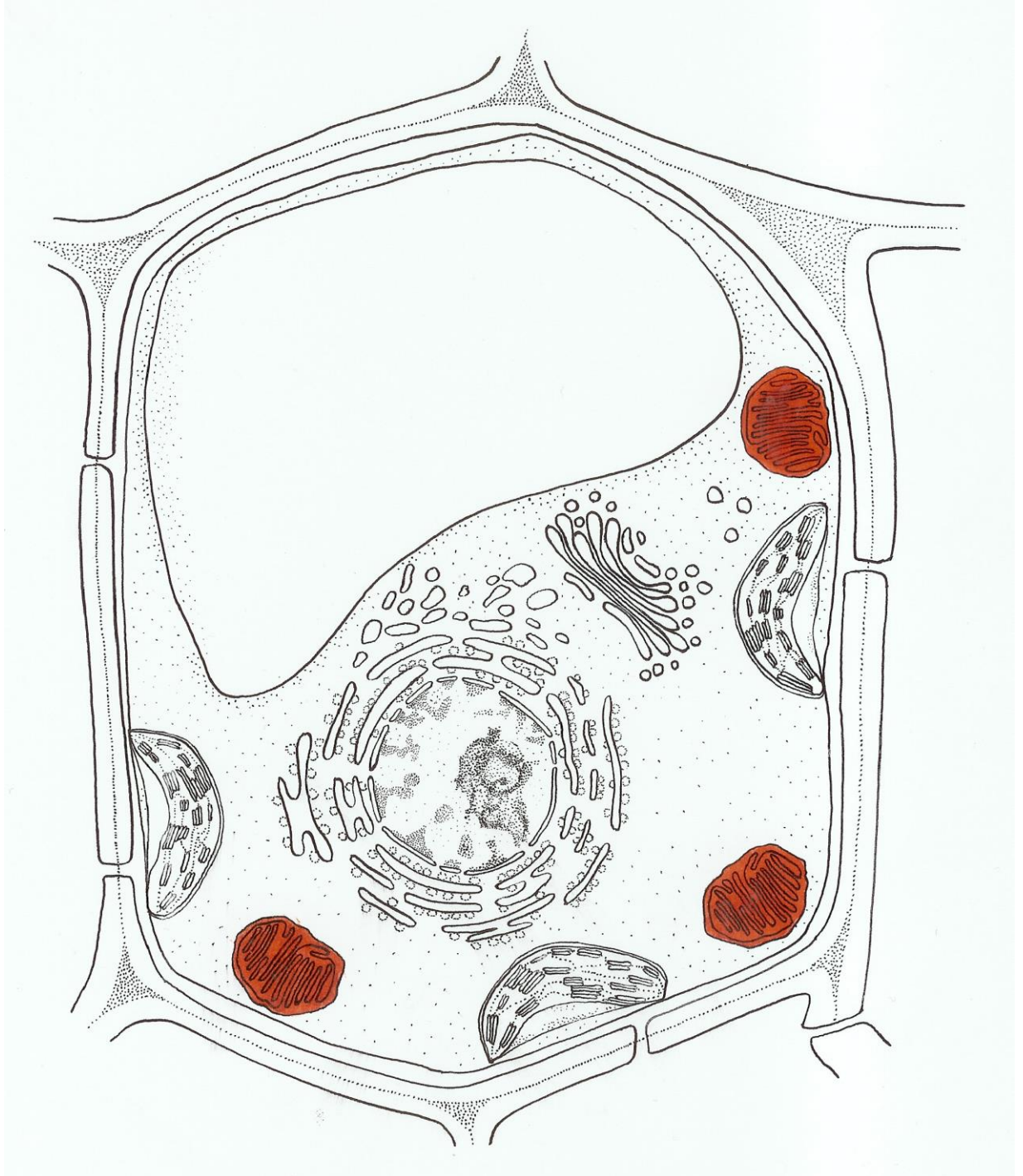
V/5 Kolorovaná vědecká ilustrace mitochondrie dle fotografie.

V/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury mitochondrie (Alberts, 1998, upraveno).

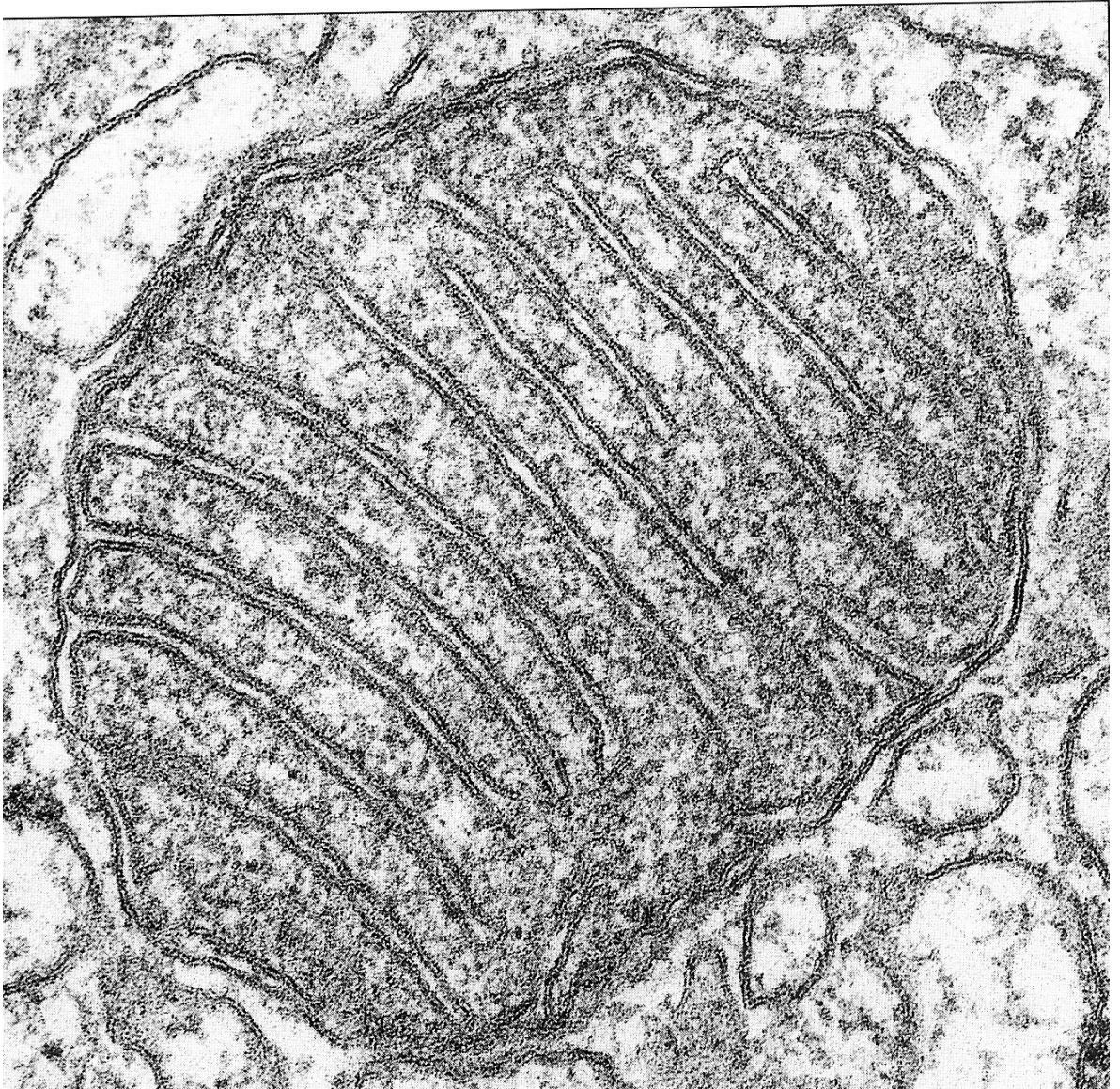
v/1 Mitochondrie



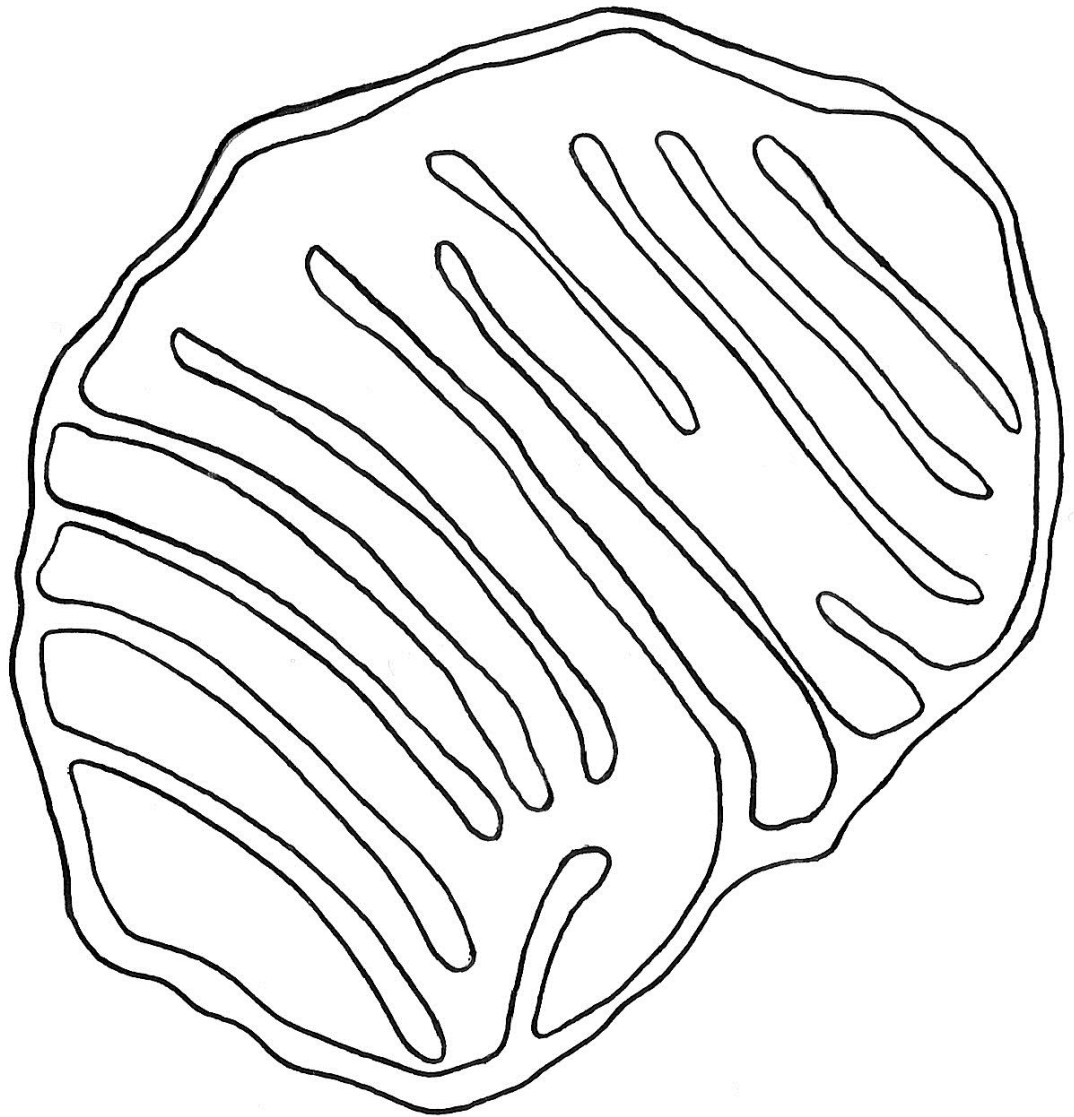
v/2 Mitochondrie



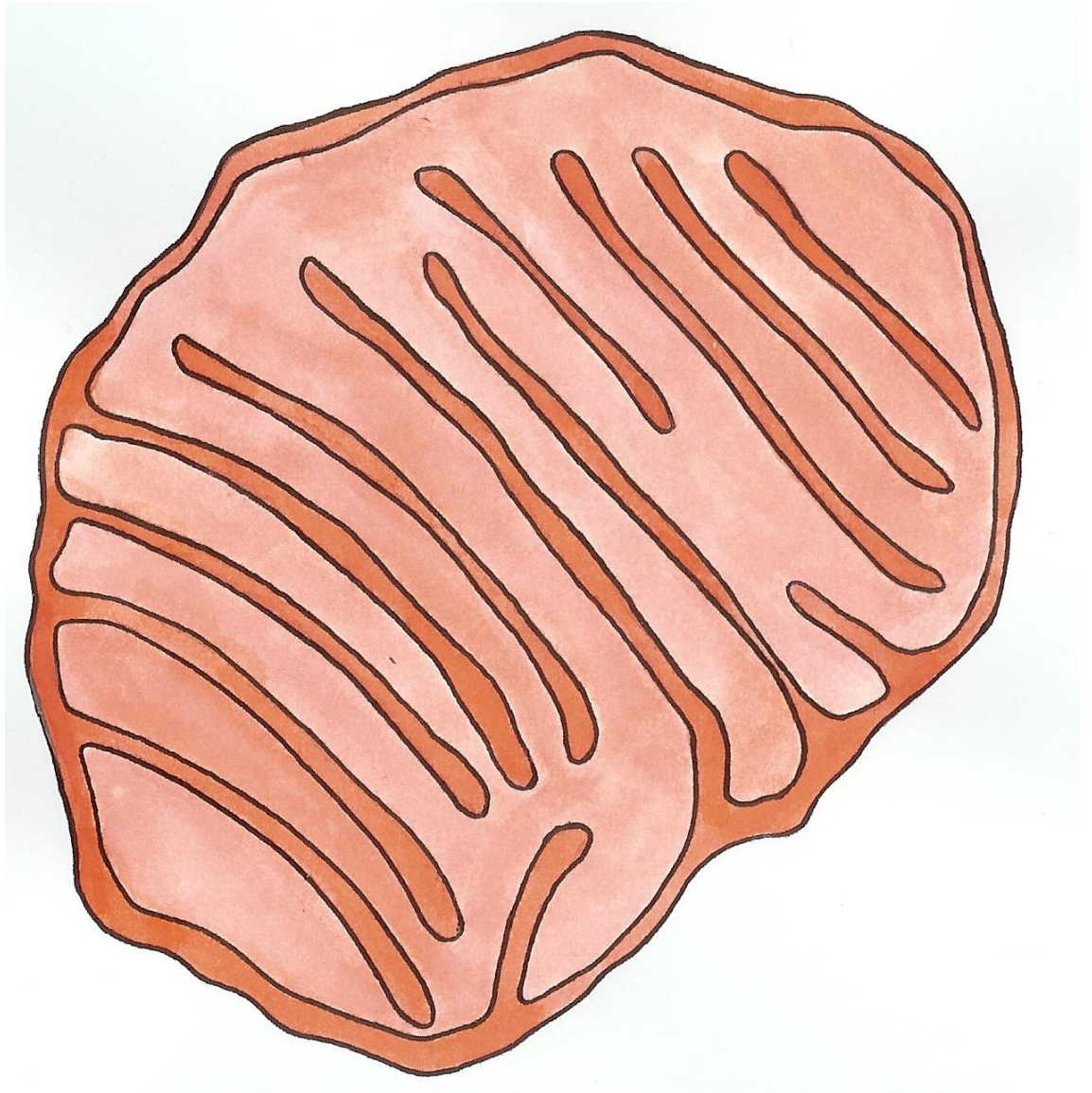
v/3 Mitochondrie



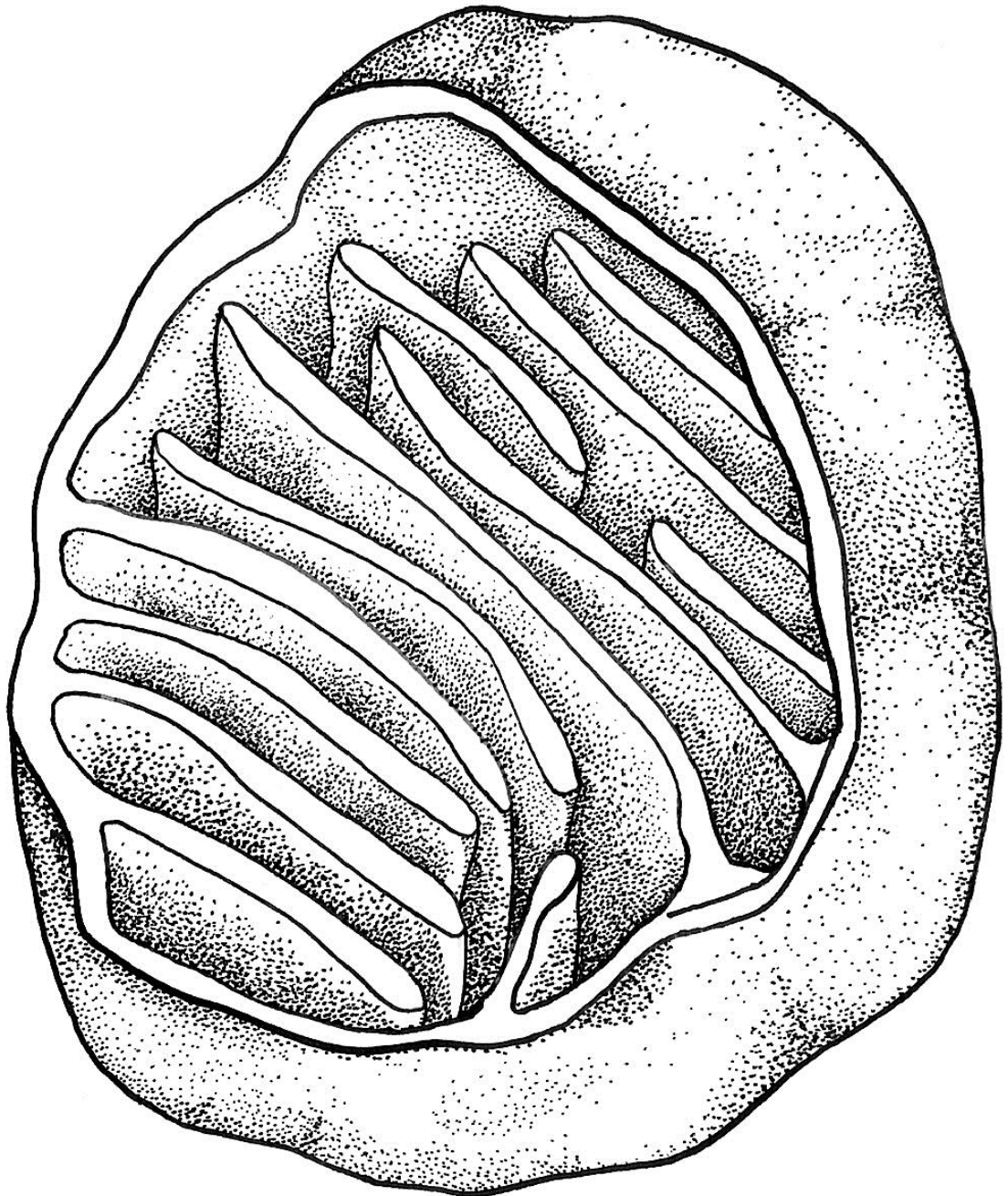
v/4 Mitochondrie



v/5 Mitochondrie



v/6 Mitochondrie



6.1.3.6. Oddíl VI – Chloroplast

Chloroplasty se vyskytují v buňkách rostlin, řas a některých prvoků. Mají složitější strukturu než mitochondrie. Základní hmotou je takzvané stroma či matrix. Chlorofyl, fotosynteticky aktivní barvivo, obsahují thylakoidy, které jsou uspořádány do útvarů zvaných grana. Chloroplast je obalen dvojitou membránou. Obsahuje, stejně jako mitochondrie, vlastní DNA. Množí se dělením. Základní funkcí chloroplastů v buňce je fotosyntéza, přeměna sluneční energie na chemickou. Za uvolňování kyslíku se přeměnou sluneční energie vytváří energeticky bohatá glukóza.

VI/1 Srovnávací tabule shrnující základní poznatky o struktuře chloroplastu.

Legenda:

A – umístění chloroplastu v rostlinné buňce

B – fotografie pořízená elektronovým mikroskopem (Raven, 1986)

C – černobílá ilustrace chloroplastu dle fotografie

D – kolorovaná ilustrace chloroplastu dle fotografie

E – ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury chloroplastu (Raven, 1986)

VI/2 Umístění chloroplastu v rostlinné buňce.

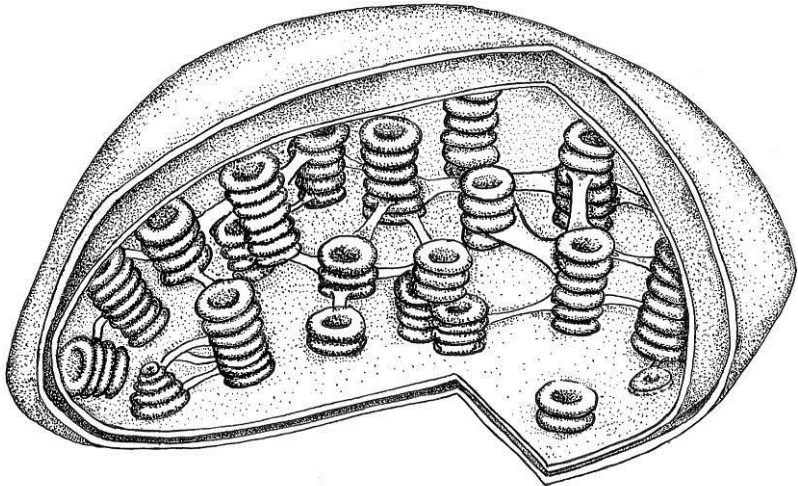
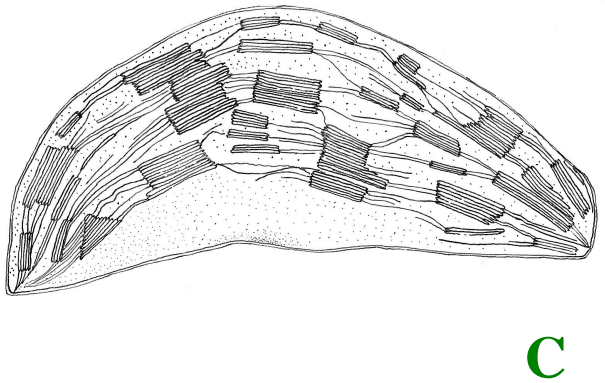
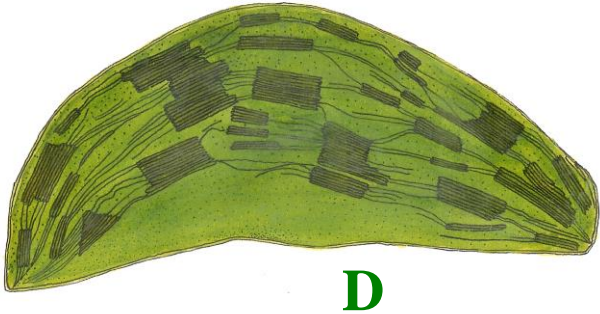
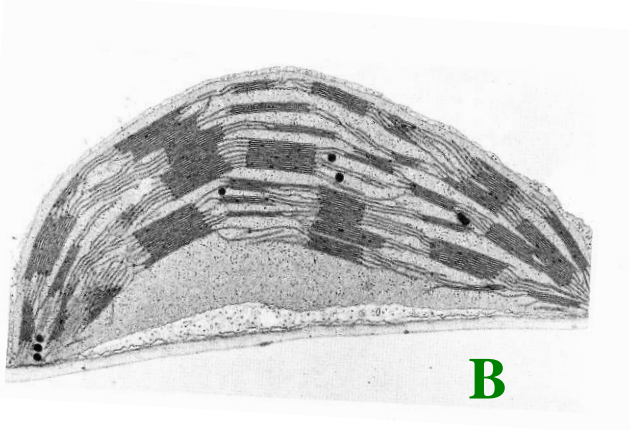
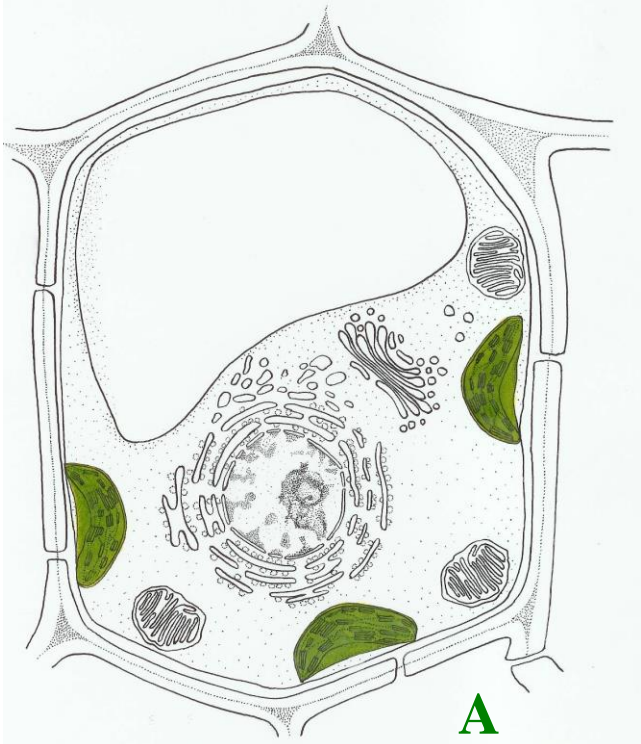
VI/3 Fotografie chloroplastu pořízená elektronovým mikroskopem (Raven, 1986).

VI/4 Černobílá vědecká ilustrace chloroplastu dle fotografie.

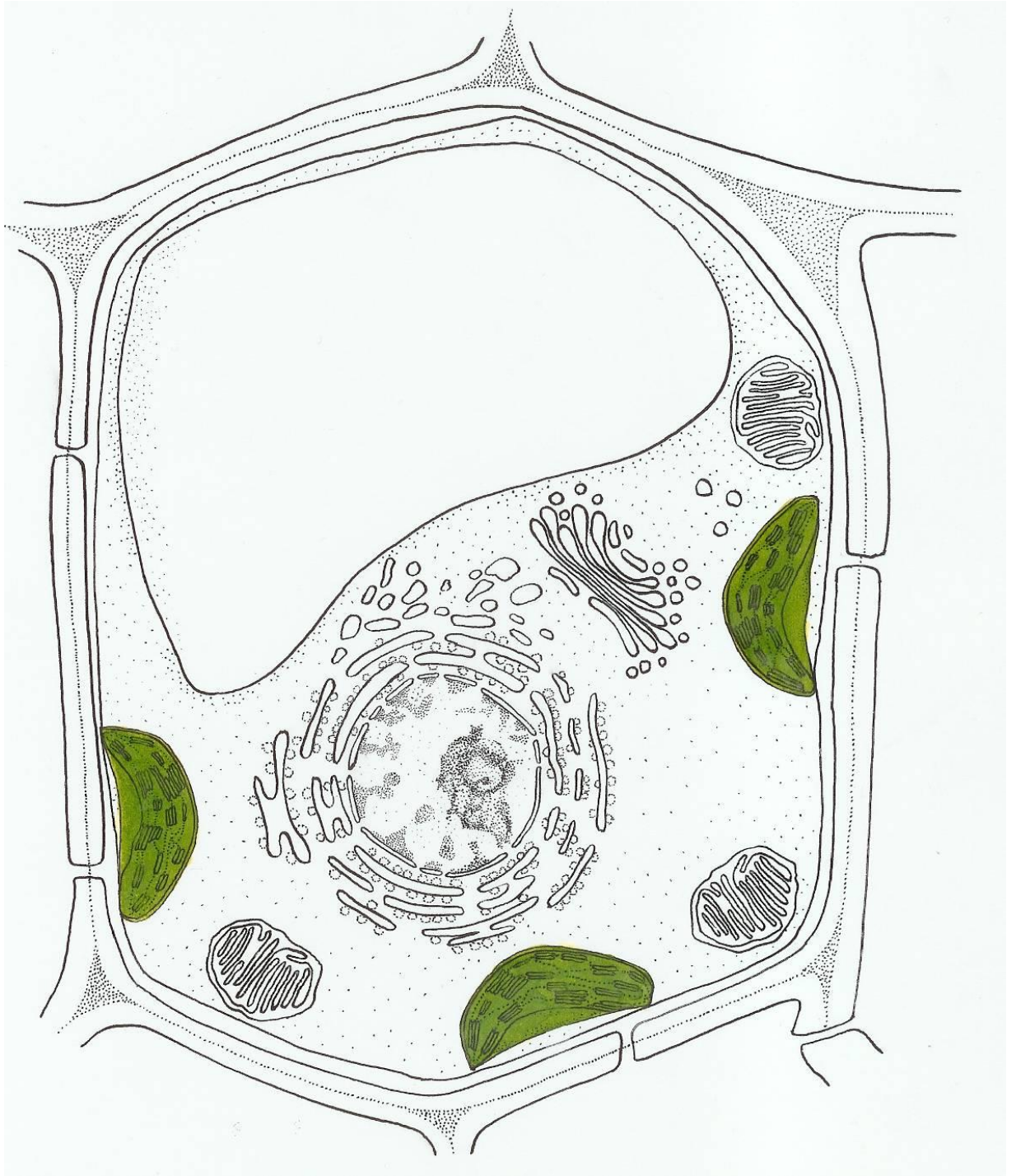
VI/5 Kolorovaná vědecká ilustrace chloroplastu dle fotografie.

VI/6 Ilustrovaná prostorová rekonstrukce struktury chloroplastu (Raven, 1986, upraveno).

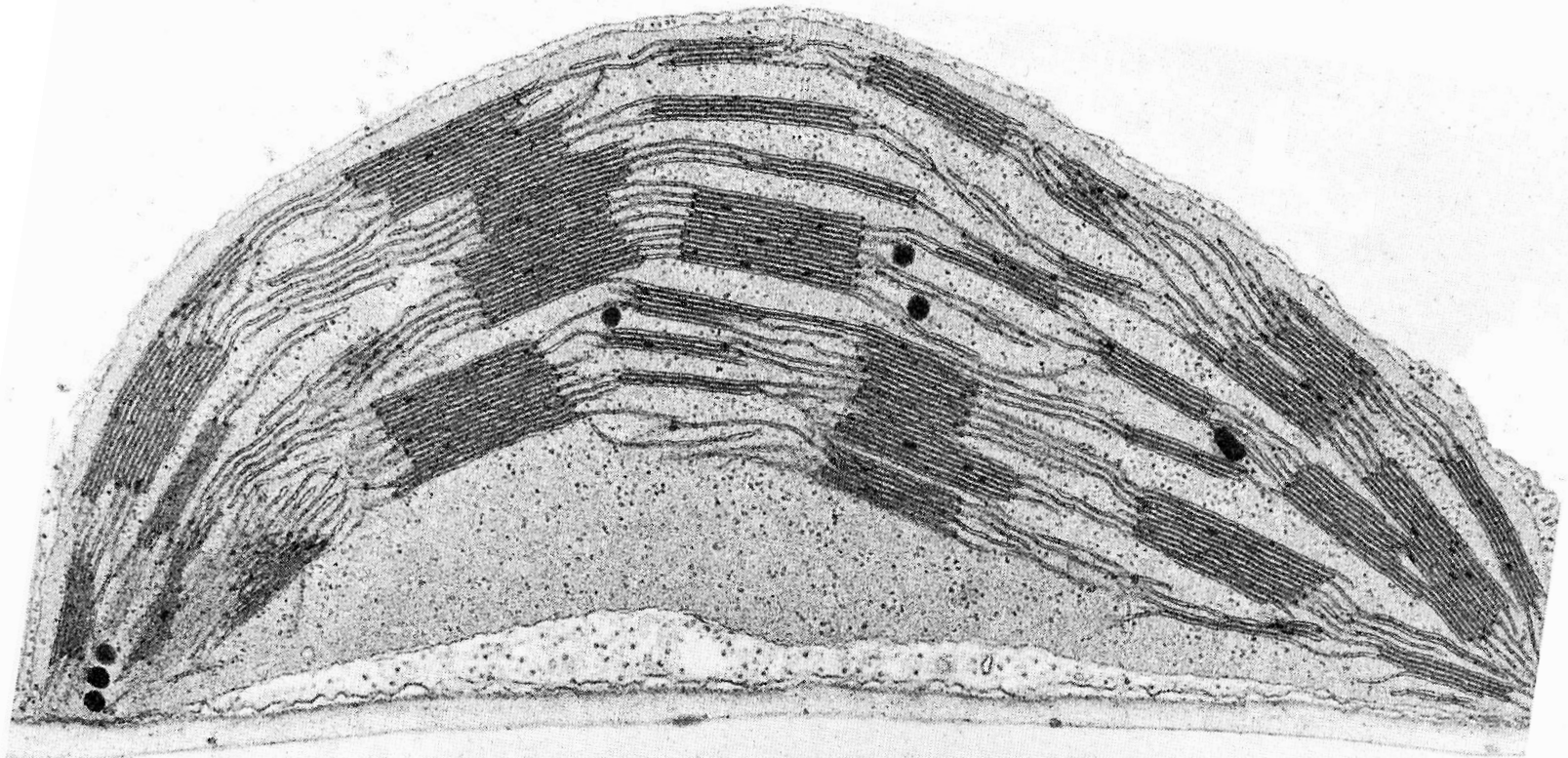
VI/1 Chloroplast



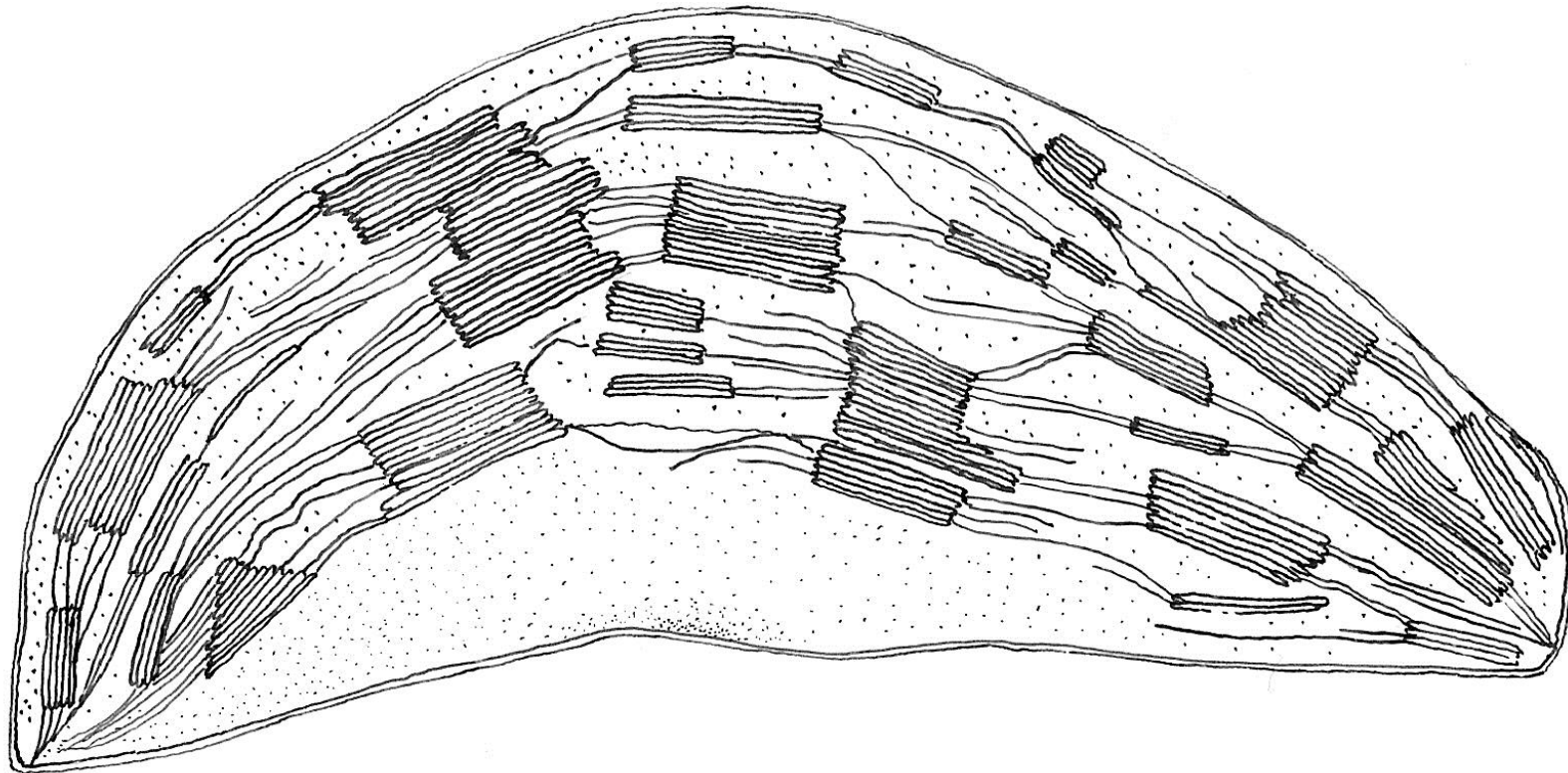
VI/2 Chloroplast



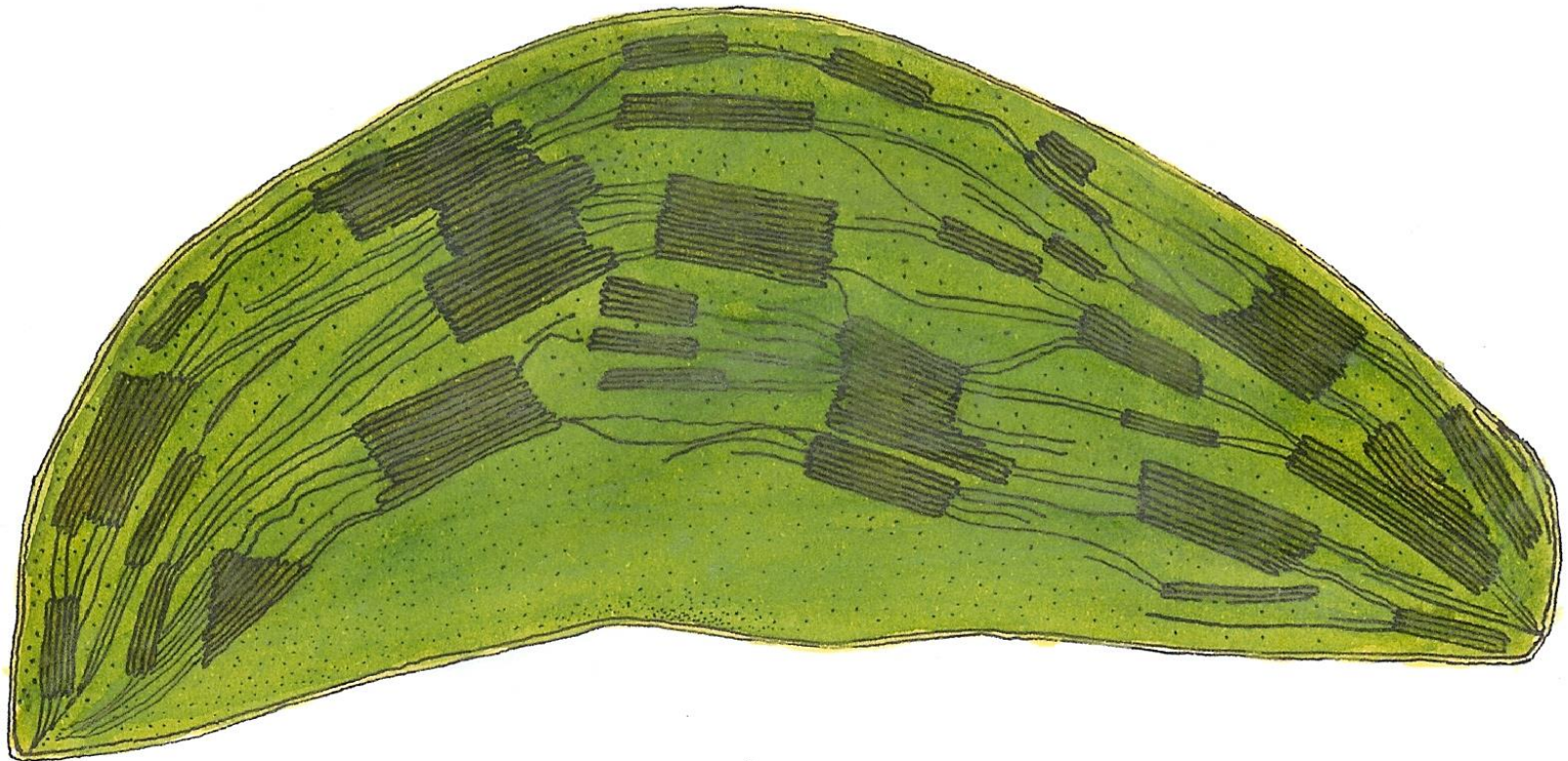
VI/3 Chloroplast



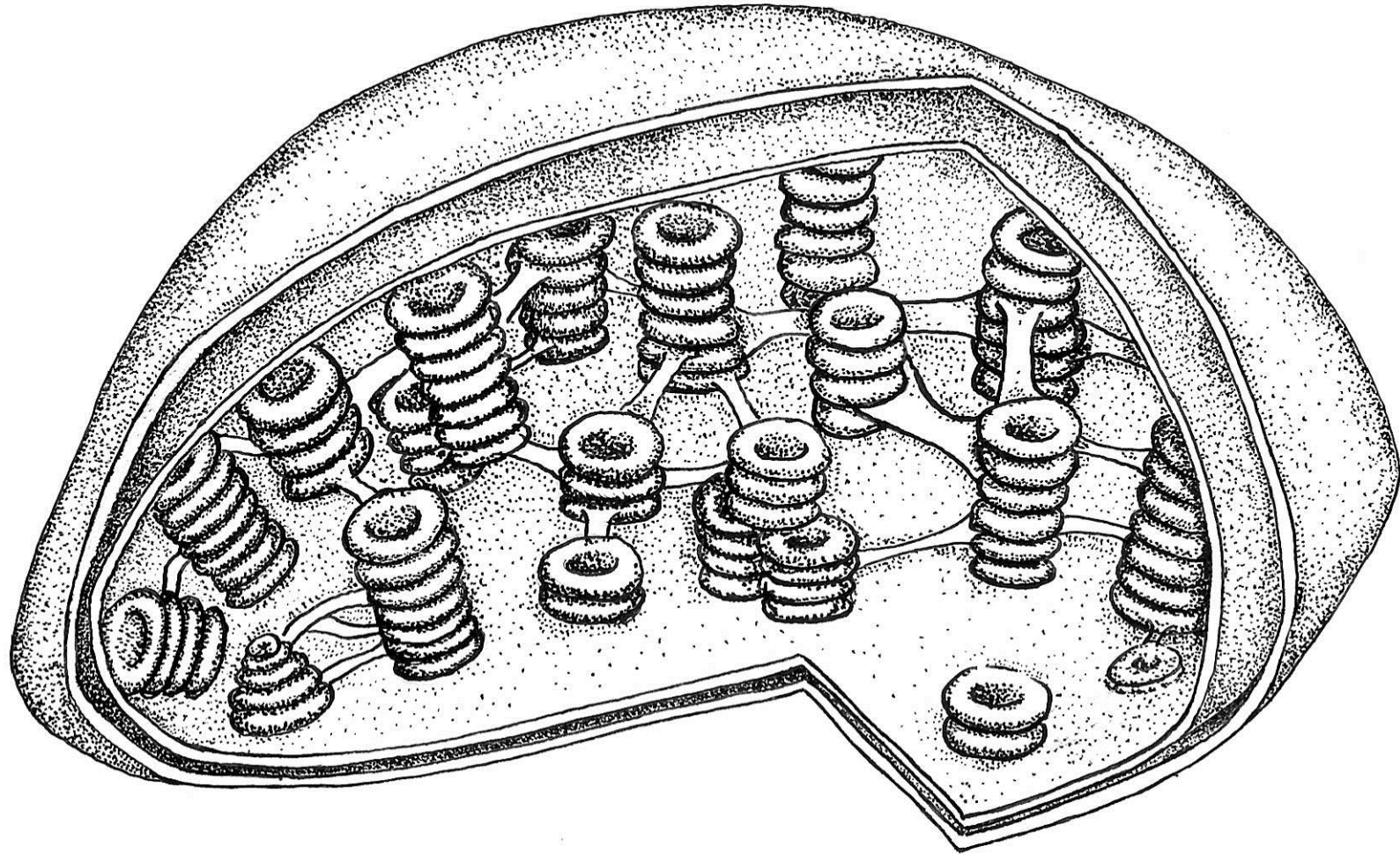
VI/4 Chloroplast



VI/5 Chloroplast



VI/6 Chloroplast



7. BIOLOGIE JAKO VÝCHODISKO VÝTVARNÉHO UMĚNÍ

7.1. Umění a věda

7.1.1. Přírodní náměty ve výtvarném umění

Prehistorický člověk maloval zvířata i lidi v jeskyních, později používal místo stěn jeskyně kůru stromů a historickým vývojem se přes papyrus a vydělanou kůži dostal k papíru a mnoha dalším výtvarným materiálům. Jak je zřejmé, vychází i materiál z přírody, z toho, co člověka obklopovalo a obklopuje. I dnes kreslíme uhlím, křídou a podobně.

Výtvarné umění hledá inspiraci ve světě, který je kolem nás. Jednou z mnoha oblastí, z kterých čerpá, je příroda. Malba krajiny je jednou z nepřehledného množství námětů, které umělci ve své tvorbě ztvárňují. Zátiší sestavená z rostlinných či živočišných objektů jsou v mnoha galerijních sbírkách a jejich autoři jsou dnes považováni za mistry. Člověk posloužil jako vzor pro umění svou anatomii již dávno, v době antiky. Antická představa o kráse těla, lidském organismu, se dochovala přes mnohá historická údobí do současnosti. Lidské tělo je stále uměním ztvárňováno, přetvářeno a modelováno. Ať se jedná o kresbu, malbu či sochařství nebo jiné moderní techniky ve výtvarném umění, stále se vyskytují díla, kdy modelem byl přírodní objekt, přírodní krásno.

Se zdokonalováním techniky se rozrůstá pole poznání. Vědecké metody využívající NMR (nukleární magnetická rezonance), počítačové tomografie a počítačové rekonstrukce, se seznamují se světem bizarním a zároveň dokonalým. Vidíme do nitra těla rostlin, živočichů, člověka. Víme i jak vypadá svět buněk, buněčný vesmír, který může soutěžit se vesmírem naším. Prudký rozvoj informatiky a zdokonalování vědeckých metod a postupů nabízí nepřehledné množství tvarů, barev a linií, nabízí inspiraci. Stačí věnovat se detailům, pozorovat pod lupou či mikroskopem tající krystaly, bublinky plynu v kapalině.

Řada výtvarníků, kteří se zapsali do dějin výtvarného umění se světem přírodním zabývali. Kupka, Medek, Muzika (obraz Keř II., 1958) biologii přímo studovali. Vědečtí ilustrátoři přírodní krásy studují stále a vychází z ní ve své vlastní

tvorbě. Například anatomický malíř PhDr. Josef Bavor (obraz Hnízdo II.), nebo Ital Pietro Gallina (přednáška prof. J. Špačka, 2004).

7.1.2. Dialog vědy s uměním

Mluví-li se o estetice, umění, krásu a harmonii, sotva kdo má na mysli vědu. Věda je často stavěna do protikladu s uměním, s tvrzením, že je příliš objektivní, striktně racionální, analytická, zbavená emocí. Umění naproti tomu je prezentováno jako subjektivní, smyslové, syntetické, emotivní a jedinečné. Antagonistické polohy obou činností setrvávají ve společenském vědomí z nedostatku relevantních informací o světě vědy, vědcích samotných, ale zejména o funkci emocí, jimiž se vědec řídí při výběru vědní disciplíny, a okruhu bádání. Zažité schéma je: vědec – suchar, nekomunikativní až asociál, společensky nepoužitelný. Jacobus H. van't Hoff, první nositel Nobelovy ceny za chemii (1901), ve svém projevu při přebírání ceny vysvětloval, že velké vědecké objevy jsou nemyslitelné bez vědci imaginace. Jiný nositel Nobelovy ceny za chemii v roce 1909, Wilhelm Ostwald, byl zanícený amatérský malíř. Jako fyzikální chemik se věnoval teorii barev a tato záliba ho dovedla až do výtvarného Bauhausu, kde v tom čase vyučovali Paul Klee a Vasilij Kandinskij (1920). Ostwald ovlivnil svou teorií barev Kandinského, jenž věřil, že správná volba barev může rozeznít strunu našich emocí, podobně jako to dokážou struny klavíru. Kandinského umělecký styl byl rovněž ovlivněn štěpením atomu, jak tvrdí Suzanne Anker, umělkyně žijící v New Yorku a spoluautorka knihy *The molecular gaze. Art in genetic age* (Molekulární nazírání. Umění v genetickém věku). Marcel Duchamp, Picabia a Kupka byli ovlivněni neviditelným světlem, jenž se vyjevil až po objevu rentgenových paprsků. Z českých vědců vzpomeňme Emila Votočka, našeho nejvýznamnějšího chemika meziválečného období, autora vysokoškolských učebnic, ale i hudebních skladeb (písňových i komorních) a hudebního slovníku. Takový posun geneze myšlení posouvá umění k inspiračním zdrojům neviditelného světa vědeckých a technologických invencí. Veliké nápady se rodí v okamžiku spontánního záblesku spirituality, poezie, jenž ozáří mysl vědce bez varování a vyjeví mu pravdu. Žádný z těch, kdo poznali krásu vědy a bádání, nemůže popřít podíl takového pocitu osvětlení u zrodu velké vědecké myšlenky. Henri Poincaré (1946), u kterého se inspirovali jak Albert Einstein, tak Pablo Picasso, tvrdí, že vědecký objev, podobně jako každý jiný, musí sahat za hranice čisté logiky. Logika sama je sterilní, schopna pouze vyjevit, jestli

cest, po níž jdeme, je správná, ale nemůže nás nasměrovat do neznámých oblastí poznání. Uměle budované bariéry mezi nutností a zaujetím, uvědoměním a senzitivitou, rozumem a intuicí, jenom poškozují vědce. Co dělá vědu vědeckou, není popření vášně pro vědu nebo senzibility a intuice ve vědcově denní činnosti, ale vyloučení těchto subjektivních citových podnětů při vzniku a hodnocení vědeckých objevů. Máme tedy věřit těm, co říkají, že věda v nás ubíjí duši, citlivost? Umrtvuje v nás věda cit pro estetiku, uměleckou senzitivitu a kreativitu, intelektuální či spirituální sílu? Oslabuje schopnost hlubokého prožitku a citlivosti? Seznamte se s malířskou tvorbou patologa, profesora Jiřího Špačka, přednosty Fingerlandova ústavu patologie v Hradci Králové, či genetického inženýra Vladimíra Vondrejse, tvůrce zajímavých „obrazů z vody“ nebo prostorových konstrukcí, a přesvědčte se o opaku. Zhloubte se do filosofických knih Petra Vopěnky a rozbijte se vám stereotyp matematika.

Robert Root-Bernstein, fyziolog z Michiganské státní univerzity ve svém eseji *Esthetics as a motivation for research* (2003) nachází u nositelů Nobelovy ceny za chemii silnou estetickoemoční vazbu mezi vědcem a oblastí jeho výzkumu. Objevuje paralelu mezi pravdou přírodních věd a vytříbeným uměním. Vnímání vědecké pravdy je téměř tak prosté jako vnímání krásy. Génieus Newtona, Shakespeara, Michelangela nebo H'andela jsou si velice blízké. Vkus a jemnost, tak významné v přírodovědném výzkumu, jsou jenom jiná slova pro poznání; láska k přírodě je stejná vášeň jako láska k dokonalosti a kráse v uměleckém díle. Když se 25. dubna 1953 objevil v britském časopise *Nature* článek Jamese Watsona a Francise Cricka popisující dvoušroubovicovou strukturu deoxyribonukleové kyseliny, dnes známou každému jako DNA, doprovázel ho jednoduchý obrázek, jejž nakreslila Odile Crick manželka jednoho z autorů. I oni byli zamilováni do své molekuly, o které prohlásili, že „je tak hezká, že musí existovat.“ Dnes se z dvoušroubovicové DNA stala moderní vědecká ikona, poskytující lidem vizuální a verbální inspiraci pro romány, filmy a počítačové hry; stal se z ní kulturní hit. První autor, který ji použil, byl Salvador Dalí (viz s 114, katalog výstavy, Egon Schiele Art Centrum, Český Krumlov, 23.11.2002 – 14. 9. 2003). Od té doby se DNA stala objektem mnoha uměleckých děl. Brazílský umělec Eduarco Kac přeložil věty z Bible nejdříve do Morseovy abecedy, později do kódu DNA s jejím následným přenosem do genomu bakterie. Někteří umělci, biologové a počítačovní vědci se pokoušejí o zhudebnění DNA a takto vzniklou hudbu označují za „hlas 21. století“. Umělkyně Suzanne Anker pracuje s tematikou DNA jako s „genetickou imaginací“. Ve

svých obrazech hledá krásu zakódovanou v genech a v biologických strukturách nachází obrazové vidění. „Umělec je tvůrcem krásných věcí. Cílem umění je odhalovat umění a zahalovat umělce“ (Oskar Wilde).

Hledání nových oblastí estetických podnětů a prožitků za hranicemi tradičních zdrojů nás ani nepoškodí, ani neochudí, jenom nás obohatí. Věda napovídá umění od chvíle, co sama existuje; umění ovlivňuje myšlení, které vědec ve své badatelské práci uplatní (Giboda Michal, 2004).

Na základech vědeckého přístupu a přístupu uměleckého k námětům a oblastem bádání a výtvarného zpracovávání je postaveno občanské sdružení Dialog vědy s uměním. Toto sdružení pod rukou koordinátora RNDr. Michala Gibody, CSc., Ph.D. organizuje řadu workshopů, přednášek, přispívají do časopisů. Sdružení Dialog vědy s uměním také vydalo stejnojmennou publikaci plnou esejí. Autoři příspěvků jsou výtvarníci, vědci, nebo obojí dohromady. Jejich jména jsou spojena zejména s touhou po poznání. Knihu uvádí Jaroslav Dušek, herec a moderátor (Úvodní slovo při zahájení výstavy Dialog vědy s uměním).

Autory jsou:

Josef Dolista, profesor Zdravotně sociální fakulty Jihočeské university.

Michal Giboda, parazitolog a publicista.

Gustáv Murím, buněčný biolog a spisovatel, předseda Slovak PEN Club.

Tomaš Proll, akademický sochař (Fantazie a tvořivost, společné principy).

Peter Roháč, biochemik, Přírodovědecká fakulta UK.

Andreas Ruppel, biolog a sochař, University of Heidelberg, Německo.

Vladimír Skalský, vzděláním teoretický fyzik, dnes novinář a publicista.

Marie Šotolová, šéfredaktorka ČR2 Radio Praha.

Přemysl Vranovský, vědecký ilustrátor a grafik (Malé zamyšlení nad vědeckou ilustrací).

Knih dokumentuje možnosti umělecké vizualizace objektů živé a neživé přírody, přibližuje běžně nedostupné obrázky mikroskopických struktur živých a neživých objektů, představuje uměleckou interpretaci vědeckých faktů a tím dokumentuje inspirační sílu vědy pro uměleckou tvorbu. Knih slouží jako teoretický

základ pro formování nového vnímání vědecké informace a to nejenom jako soubor teoretických poznatků, ale i jako objekt výtvarného, či jiného uměleckého ztvárnění. Je vhodná i jako studijní materiál pro postgraduální výchovu učitelů.

V článku *Mosty a propasti* uvádí Michal Giboda motto: Věda a umění nemají hranic. Vzájemný vztah těchto dvou oblastí rozvádí následovně. Vědecká a umělecká činnost jsou považovány za nejvyšší mety kultury, což naznačuje, že intelektuální profil tvůrců si je podobný. Vědec i umělec jsou poháněni touhou po poznání, a proto patří typologicky do stejné skupiny. Mají-li obě činnosti tak mnoho společného, je na místě se ptát, proč jsou jejich tvůrci ve společenské sféře vnímání rozdílně... Umělci vytvářejí obraz, ale nepracují s fakty. Co se nachází za hranicí reálného světa, je nutně imaginární, je to hra obrazů. V tomto ohledu jsou mezi uměleckým dílem a vědeckou prací zásadní rozdíly. Nejnovější umělecká díla, tvořená zejména vědci - umělci, i tuto fikci vyvracejí. Mnozí mají dar abstrahovat z faktu podstatu informace, a dokonce ji vizualizovat v emotivně silný podnět.

Podle Gustáva Murína jsou ti, co jsou nejpokročilejší ve svém oboru a nejdál ve vědě, mají zpravidla doma mnoho moderního umění nebo naslouchají současné hudbě... Pochopit experimentální literaturu nebo vůbec číst literaturu v časopise je pro dnešního fyzika nebo imunologa mnohem snazší než pro místního básníka či profesora anglistiky číst si v *Science* nebo v *Discover*, což jsou vysloveně popularizační časopisy. Pro vědce je umění něčím dosažitelným a ne zcela uzavřeným. Kdežto z opačného pohledu je to buď uzavřené, nebo méně dosažitelné.

Německý biolog a sochař, Andreas Ruppel, ve svém článku *Kde se vzala krása slunečnic (nebo červa)?* popisuje svůj postoj k biologii a vědě. ...Mou vědou je biologie. Na počátku byli parazitičtí červi a s nimi začal před třiceti lety můj profesionální vědecký život. Jsou dodnes ústředním objektem mé vědecké práce parazitologa a z této pozice se budu ve své eseji snažit najít propojení vědy s uměním. Dělán to proto, že mám rád některá jeho specifika, i když se v umění cítím být naprostým amatérem. Rostliny, zvířata, mikroby a také lidi můžeme pozorovat jen povrchně, anebo je studovat po stránce anatomické, biochemické, fyziologické, fylogenetické či na dnes moderní úrovni buněčné biologie a genetiky. Přitom nezávisle na vědecké disciplíně zjišťujeme vysokou funkčnost u všeho, co studujeme. Jsme udiveni interakcí mezi buňkami a organismy, je zde regulace, kooperace a chemická komunikace nejen na úrovni molekul, ale i celých organismů. Pro plné pochopení těchto procesů se biologové

a biologické vědy potýkají s určitými limity, jež jsou dány biologi samotnými nebo omezením současných technologií. Ale živá bytost je ještě něco víc než to, co limituje naše poznání. My lidé věříme, že člověk a snad i některá zvířata jsou něco víc než jenom biologická těla. Máme to, čemu říkáme vědomí, můžeme mít inspiraci, můžeme mít náboženství nebo jenom víru. Mnoho lidí věří, že existuje jakási bariéra, mezera, až propast mezi fyzickým a duchovním životem a z toho pramení rozdíly mezi přírodními a humanitními, anebo nověji, kulturními vědami. Tento předěl je historický a je dlouho diskutován. Osobně nesdílí názor, že se jedná o nějaký předěl, či dokonce odluku. Co je podstatné a společné v práci vědce a umělce? Vědci se snaží popsat své pozorování v souladu se základními zákony, dokud je předmět jejich zkoumání srozumitelný nejen jim samým, ale komukoliv. Umělci se snaží pochopit a zobrazit objekt na stejném principu a své "objevy" sdělují jazykem jim vlastním.

7.1.3. Workshopy Dialogu s vědy s uměním

Sdružení organizuje řadu přednášek, seminářů a workshopů. Jaký důvod vede organizátory k uskutečňování těchto akcí? Michal Giboda to zdůvodňuje tím, že plánovaná náplň workshopu je volena se záměrem posílit vizuální stránku získávaných vědomostí zejména v těch oborech, u nichž se procesy a děje vážou na struktury na úrovni mikroskopické a molekulární. Zprostředkování vědomostí v těchto disciplínách jenom verbálním popisem bez vizuálního doplnění, nedovolí plně pochopit funkčnost vztahů mezi strukturami a procesy. Bez účasti obrazové představy jsou nabyté vědomosti a informace neúplné a nedokonalé, těžko zapamatovatelné a navíc i obtížně reprodukovatelné a sdělitelné. České učebnice biologie, chemie, fyziky (ale i jiných oborů), jsou ilustrované nedostatečně, většinou perokresbami, a student nemá možnost budovat vizuální propojení dějů se strukturou a obtížně chápe souvislosti mezi strukturou a funkcí. Účastníci workshopu absolvují dopoledne výklad vybraných kapitol z přírodních věd (biologie, fyzika, astronomie), ale i z humanitních věd.

Přednesená témata jsou doprovázena audiovizuální prezentací:

Michal Giboda, (ČR): Proč je dialog vědy s uměním nutný a o čem diskutovat?

Suzanne Anker, (USA): Pohádková DNA: vyobrazení molekulárního poselství.

Frank Gillette, (USA): Poslání vědy a výtvarného umění v globalizaci.

Gustáv Murín, (Slovensko): Buňka jako základní stavební jednotka živé přírody.

Hunter O'Reilly, (USA): Výuka biologie uměním.

Peter Rohač, (Slovensko): K biologii umenia – nič pre biologov: pokus o darwinovský pohľad na pôvod kultúry.

Vladimír Skalský, (ČR): Teoretická fyzika a výklad světa.

Jana Tichá, (ČR): Lidé ve vesmíru a vesmír v nás.

Petr Vopěnka, (ČR): Matematický průvodce dějinami lidstva a jeho kulturou.

Ondřej Scheinost, (ČR): Genetické inženýrství: urychlovač evoluce?

Jednotný princip vnímání života a umění

Úkolem posluchačů je pak napsat jednu esej o dojmech a uměleckých zážitcích z návštěvy elektronové mikroskopie a druhou esej popisující okouzlení z pozorování noční oblohy. Dopoledními přednáškami, jež mají více podobu neformální rozpravy, frekventanti dostávají první impuls ke konstrukci vztahů a vazeb mezi vědeckými fakty a možnostmi jejich obrazového znázornění. Po přednáškách se účastníci odeberou do ateliéru a tam se pod vedením profesionálních umělců (v oboru kresby, malby, keramiky, šperkařství, hudby) pokusí o umělecké ztvárnění (vizualizaci) získaných vědomostí některou z výtvarných technik, nebo i formou hudby. Jedno odpoledne se například věnuje seznámení se s metodami elektronové mikroskopie v Laboratoři elektronové mikroskopie Akademie věd České republiky v Českých Budějovicích. Mnozí ze studentů dostanou první příležitost proniknout do neznámého světa mikrostruktur. Noční pozorování oblohy v českobudějovické hvězdárně odkryje studentům obrovské kosmické prostory a jejich příslušnost k nim.

Co se mají posluchači naučit a dozvědět nového shrnul Giboda do několika bodů:

- Vidět v živém a neživém světě nejenom racionálnost a funkčnost, ale i uměleckou inspiraci ukrytou v utajeném světě mikroskopických struktur a částic.
- Objevovat v abstraktním světě vědy silné estetické podněty pro hledání hlubších vztahů mezi fakty a emocemi a pro porozumění vztahům mezi pokroky vědy a následnými pokroky v umění.
- Vizualizovat svoje emoce a asociace inspirované průnikem k novým faktům, často zásadního významu pro pochopení přírodních procesů a lidské existence.
- Rozumět výrazové zkratce výtvarného umění a schopnosti jeho výkladu pomocí nově budovaného slovníku osvojováním si vědecké terminologie.
- Rozumět specifičnosti vědy, jejímž posláním je přinášet FAKTA, a specifičnosti umění, jež je mnohvrstevné a vyúsťuje ve formování NÁZORU.
- Objevovat radosti z tvorby a z vědění.
- Zbavit se strachu z tajemství a složitostí vědy a prožít radost z toho, že bylo daným faktům porozuměno.

7.1.4. Od mikrosvěta až k monumentalitě

Principy uspořádání světa lidským okem neviditelného se opakují ve světě makroskopickém. Ať už se jedná o větvení cév a koruny stromů nebo vodní a větrný vír. Mikroskopické objekty, které pozorujeme díky technickému pokroku v mikroskopii, nemusí zůstat zdrojem radosti a potěšení jen vědeckým pracovníkům, laborantům či „zapálencům“. Mohou se stát monumentální oslavou dokonalého světa v nás samých, oslavou mikroskopického vesmíru v rámci našeho vesmíru. Ať už se jedná o zpracování jakoukoli technikou, vždy se dostává do popředí obdiv a úžas nad existencí takového světa.

Tyto myšlenky lehce vedou k nápadu vytvořit z mikroskopického útvaru, jakým buňka je, útvar makroskopický, monumentální. Buňky v mikroskopickém preparátu je možné si prohlédnout, nikoli však ohmatat, pohladit, obcházet. Právě tyto smyslové počitky umožňuje sochařská tvorba. Člověk při pohledu na sochu žasne nad tvarem, který se mění tím, jak sochu obcházíme, prohlížíme a nahlížíme do skulin a zákoutí. Jak příjemné je pohladit si sochu dlaní a cítit drsnou nebo naopak jemnou

strukturu povrchu. Pohladit buňku nemůžeme. Bude-li ale vytvořena v mnohanásobném zvětšení v prostoru a v podobě sochy, sousoší či plastiky, smyslové vnímání se obohatí o haptickou složku.

Inspiraci lze nalézt u Henryho Moora, který pracuje s figurálními motivy. Cíleným zjednodušováním tvarů se dostává až daleko za hranice reality a jeho sochy můžeme považovat za výtvořiny inspirované biologií buňky. Níže je uvedeno několik ukázek Moorovy tvorby (Sullivan, 2000). Názvy soch nejsou uvedeny záměrně, jelikož autor se inspiroval především figurou, ale lze z ukázek vycítit i něco navíc. S trochou fantazie se můžeme ocitnout tváří v tvář buněčným formám.

Obr. 17) Ukázky ze sochařské tvorby Henryho Moora







7.2. Umění a věda ve výchovně vzdělávacím procesu

Výchovně vzdělávací proces vychází z široké platformy informací, které jsou v současné době k dispozici. Na jedné straně je nadbytek informací komplikujícím elementem, který zabraňuje zkvalitňování představ a zdůraznění vzájemných vztahů mezi jednotlivými skutečnostmi. Na straně druhé, velké množství poznatků a znalostí je zdrojem k vytváření si nových spojení mezi objekty poznávání. Záleží jen na schopnosti jedince orientovat se v kvantitě informací a schopnosti soustředit se na kvalitu poznání. Informační veletok lze využívat k rozvíjení schopností a znalostí nejen svých vlastních, ale využívat jich k rozvoji osobnosti studentů. Takovým příkladem může být právě inspirování se biologickými tématy, která jsou mnohdy odborná, ve výtvarné výchově. Rozvíjení osobnosti studenta tak může probíhat celistvě, integrovaně, s uplatňováním mezioborového objevování vzájemných souvislostí.

7.2.1. Biologie jako východisko a inspirace pro výtvarnou výchovu

Slavík (1990) definuje inspiraci jako faktor (např. proces, akce, vliv), který zvětšuje rozsah prostoru rozhodování, tj. rozšiřuje počet stupňů volnosti systémové organizace (v systému lze volit více možností uspořádání nebo funkce). Inspirace tedy zvyšuje počet variant pro rozhodování v průběhu činnosti nebo před jejím započítím. Obrazně řečeno, inspirace je vnášením nových pohledů na možnosti, které se nabízejí pro určitou činnost. Například ve výtvarné činnosti je nápadné, že práce, hodnocené učiteli i samotnými dětmi jako méně kvalitní, jsou si navzájem zřetelně podobnější, než práce relativně dokonalé. Při rozboru se ukazuje, že méně kvalitní práce se navzájem podobají proto, že oproti výtečným pracem používají menší počet vyjadřovacích výtvarných prvků. Méně úspěšné děti jako by neměly z čeho vybírat, jejich zásoba variant pro výtvarné vyjádření je omezená a nedovoluje jim v procesu řízení výtvarné činnosti využívat dostatečně širokého prostoru volby.

Vzájemný vztah inspirace a řízení ve výše uvedeném pojetí je podobně těsný jako vazba pojmu a obrazu. Učitel, který ukazuje žákům pro ně dosud neznámý výtvarný postup, rozšiřuje do budoucna rozsah jejich rozhodovací volnosti, inspiruje je. Inspirace jako ukázání nových cest je tedy při společné činnosti provázena řízením, které zabezpečuje vyzkoušení nové varianty činnosti. Vzájemná proporcionalita inspirace a řízení je závažnou podmínkou úspěšnosti učitelovy práce.

Inspirace nemusí být pouhým předvedením nových možností, může i obecněji stimulovat hledání neobvyklých pohledů na věc, netradiční akcí. Každé nové seznámení s novým pojmem je svým způsobem inspirací (Slavík, 1990).

Biologie je věda s širokým obsahem zkoumání, svými poznatky může inspirovat a obohacovat pohled umělce na skutečnosti, které v přírodě existují a fungují. Vypsání možné inspirace k tématu buněk by zabralo desítky stránek. Malba jednotlivých organel, malba funkcí částí buňky, zobrazení charakteru organely, jaká barva nejvíce vystihuje danou složku buňky, malba specializovaných buněk krevních, kostních, mozkových, kožních, pohlavních atd. Volba výtvarné techniky jako kresba, malba, grafika, modelování, keramika, sochařství, textilní tvorba, prostorová tvorba, ještě zvyšují počet možností realizace tématu cytologie ve výtvarné výchově.

Takovéto mezioborové propojení vede studenty k tvořivosti, smyslovosti, nenásilně opakují své znalosti, přijímají nové zkušenosti, dovednosti a poznatky, využívají jich a aplikují v další práci. Rozvíjí svou schopnost smyslově vnímat, racionálně poznávat a vytváří si estetický a kulturní vkus. Celkově a integrovaně rozvíjejí svou osobnost.

7.2.2. Výuka výtvarné výchovy na střední škole s mezioborovým

zaměřením na tematiku cytologie

Východiskem bylo mezioborové propojení výtvarné výchovy a biologie. Jak uvádí ve svém článku Giboda (2004), stejně jako je vědec osvícen svým objevem, i žák či student je osvícen uvědoměním si objevu něčeho nového, něčeho, co mění jeho postoj k životu či k sobě samému, k tématu, který je v hodině probírán. Takové objevování a poznávání je provázeno emocionálními a estetickými prožitky, je provázeno krásnými a příjemnými pocity. Zároveň baví-li ta činnost studenta, zapamatuje si nejvíce.

Cílem bylo naučit žáky pracovat s předloženou fotografií, obrázkem, literaturou. Naučit je čerpat inspiraci z jiných oblastí a oborů, v tomto případě z biologických témat o buňkách. Naučit je, že malují-li něco, měli by to dokázat pojmenovat, znát to, nakonec vytvořit si k tomu i určitý citový vztah. Naučit také několik poznatků z biologie (cytologie), jak vypadá buňka či její organela. Poznátky získané nenásilně a hravou formou jim zůstanou v paměti mnohem déle.

Motivace proběhla při vytváření vědeckých týmů zkoumajících a objevujících nové struktury a tvary v obrázcích buněk, které měly děti k dispozici. Hodina byla v duchu hry na akademické pracovníky, vědce, ale zároveň na výtvarníky. Titulování studentů pane doktore a kolego bylo cílené - vzbudit pocit důležité a zodpovědné práce. Studenti byli rozděleni fiktivně do čtyř vědeckých týmů, které vedli „profesoři“ Hook, Leeuwenhoek, Schwann a Purkyně, vědci, kteří se podíleli na zkoumání buněk. Studenti pak prohlíželi obrázkové materiály a knihy a vytvářeli koncepci svého výtvarného díla. S každým studentem byl prodiskutován jeho návrh. Najít smysl takové výtvarné práce bylo výchozím bodem. Uplatněním formy hry na vědecké pracovníky se motivace podařila na výbornou a celé vyučování se tohoto konceptu drželo, takže hodina byla neobvyklá přístupem i obsahem. Studenti pracovali zaujatě, nadšeně a tomu odpovídaly i práce. Bylo zajímavé sledovat, kterak se s tématem vypořádají.

Jako příloha (na konci diplomové práce) je k této kapitole přiřazena ukázka některých výtvarných prací studentů z gymnázia. Kromě maleb je uveden jeden příklad modelované buňky v podobě keramického kachle.

8. DISKUZE

Smyslem této práce mělo být vystižení vzájemných vztahů a možností propojování dvou oblastí, kterými jsou biologie a výtvarné umění. Toto propojování není možné jen ve školním prostředí, ale zejména v životě, jak to dokazuje například Dialog vědy s uměním.

Základní styčnou linií této práce je vědecká ilustrace buněčných struktur eukaryotické buňky. Návrhy obrazových příloh k tématu cytologie byly zpracovány jako podklady pro transparentní fólie, projekci dataprojektorem, zároveň jich lze využít jako vědecké ilustrace k doplnění odborného textu v nějaké publikaci. K využití tohoto obrazového materiálu se nabízí celá řada.

Vypracování takto zaměřené práce vychází z potřeby názorného obrazu a schématu ve výuce. V současné době se nabízí řada technických vymožeností, které mohou zprostředkovávat názorné obrazy. Ve srovnání s historií jsme na tom technicky lépe a jsme relativně dobře vybaveni, ale spíše se nabízí otázka, zda tyto možnosti plně jako učitelé využíváme.

Ilustrace jsou určeny pro školní vzdělávání a výuku zejména na středních školách. Jejich provedení odpovídá potřebám při výuce některých kapitol cytologie. Obraz a schéma, které je předkládáno studentům ovlivňuje i jejich citění estetické, proto při vytváření ilustrací byl brán zřetel na kvalitu provedení, na její výtvarnou stránku, realističnost, velikost a didaktickou správnost a přiměřenost.

Většina českých učebnic tematiku cytologie poněkud podceňuje. Ve srovnání s publikacemi zahraničními, co se obrazového materiálu týče, mají české odborné knihy, včetně učebnic, co dohánět. Na tuto problematiku naráží i M. Giboda (viz. kapitola 7.1.3.). Obrazových příloh je velmi málo a ve většině případů jen černobílých. Prostorové rekonstrukce se občas vyskytnou, ale ne v ideální kvalitě.

Dle Maslowského (1967) se v kresbě v biologii obejdeme bez perspektivy, prostorových ilustrací, vystačíme jen s názornými plošnými zobrazeními. (viz kapitola 3.2.5.2.) S tímto názorem se nelze ztotožnit. Na tomto příkladu, jako jedním z mnoha, je vidět časový posun ovlivňující názory na problematiku kresby a ilustrace. Komplexněji vypracovaná didaktika biologie, s ohledem na nové trendy, nové technické možnosti, se

zaměřením na odlišnou sociální skupinu mladých studentů, u nás zatím není k dispozici. Tato práce chce být jakýmsi vykročením směrem k novodobější didaktice biologie.

Vzájemné vztahy vědy a umění jsou naproti očekávání na cestě vzájemné spolupráce a pochopení. Oblast styku vědy a umění je velice zajímavá, inspirativní a dobrodružná, protože součástí obou propojených světů je objevování a hledání nového, což člověka naplňuje od samého počátku světa.

Tématika vědecké ilustrace je široká a zahrnuje kresbu i malbu. Malba ve vědecké ilustraci by zasloužila samostatnou rozsáhlou publikaci.

Návrhy na transparentní fólie jsou jen výsekem možností, které se při práci s meotarem nabízí. Ať už se jedná o grafickou úpravu či metody práce. Rozšiřující kapitoly o problematice projekce by byly na rozsáhlejší stať.

Vybrané kapitoly cytologie byly soustředěny na obecnou strukturu a organizaci eukaryotické buňky na příkladu rostlinné buňky. Doplněním kapitol o rozdílné stavbě rostlinné a živočišné buňce, jejich fyziologii, by se téma rozšířilo o nespočet ilustrací, kreseb a schémat.

Diplomová práce je příkladem mezioborové spolupráce biologických disciplín, výtvarného umění, vědecké ilustrace, didaktiky, pedagogiky a výpočetní techniky v praxi (tj. ve výchovně vzdělávacím procesu).

9. ZÁVĚR

Vytvořený soubor ilustrací ke kapitolám o struktuře a uspořádání eukaryotické buňky lze ve výuce využívat různými způsoby. Stanovený záměr, vytvořit obrazovou přílohu k vybraným kapitolám cytologie, byl se zdarem uskutečněn.

Výuka předmětů, které seznamují studenty s přírodními jevy a zákonitostmi, se neobejde bez využívání nejrůznějších didaktických pomůcek. Usnadňují studentovi pochopení dané problematiky, pomáhají vytvářet správné představy, ulehčují fixaci pojmů.

Dodržování principu názornosti vede k rozšíření vědomostí, zároveň působí na studenta dalšími smyslovými podněty a tím jej rozvíjí.

Cílem výuky není jen naučit, ale zejména rozvíjet myšlení žáků, jejich osobnost, jejich schopnosti, vytvářet pohled na svět.

Názorné pomůcky usnadňují i práci učitele. Model, obraz, schéma, je prostředníkem vzájemné komunikace mezi učitelem a studentem. Podněcuje heuristický rozhovor, dialog. Inspiruje žáky k otázkám, podněcuje zvědavost.

V globálním pojetí lze rozvíjet osobnost využíváním netradičních vyučovacích metod a přístupů. Studenti jsou aktivizováni, postaveni před nové problémy, které musí řešit. Rozvíjí se jejich schopnost dívat se na svět z více úhlů. Důležitým aspektem je využití získaných znalostí, dovedností v praktickém životě. Výuka bez uvedení vzájemných vztahů s jinými oblastmi (vyučovacími předměty) je pro další poznávání málo motivující.

Jako učitelé bychom se neměli obávat vzájemného propojování učiva z jiných předmětů. Studenti si pak látku nejen opakují a tím fixují, ale získávají i pohled z jiného zorného úhlu. Schopnost racionálního analyzování skutečnosti je pro život leckdy důležitější, než znalost konkrétních poznatků vytržených z kontextu a z poznatků neaplikovaných v praxi.

Předpokladem využívání mezioborových souvislostí je osobní zaujetí vyučujícího na zkvalitnění výuky a vzájemná spolupráce vyučujících. Tato spolupráce je leckdy podceňována na úkor kvality výuky.

V každém předmětu lze nalézt souvislost s předmětem jiným, stačí se zamyslet a mít povšechné povědomí o tématech probíraných v jiných vyučovaných předmětech.

V některých situacích může částečně nahradit obrazové pomůcky či spíše je doplnit, zpřesnit, zapojení výtvarné výchovy do výuky daného předmětu. Samo výtvarné umění čerpá inspiraci v přírodě. Proč tento proces neusměrnit a nezefektivnit? Jediným východiskem není malovat či kreslit, ale také ztvárňovat prostor, modelovat, vytvářet akční umění, performance. Nemusíme zůstat u výtvarného umění. Divadelní dramatizace či zhudebnění, literární zpracování témat z biologie nebo chemie. Takto můžeme výuku vytvořit zajímavou, interaktivní, můžeme vytvořit novou školu hrou s absolutní názorností. Žáci se stávají součástí zobrazovaného. Získávají emocionální prožitek.

Takovou výukou kvalita vědomostí rozhodně nebude snížena, naopak studenti budou motivováni ke studiu dalšímu. Třeba i ne našeho vyučovacího předmětu. Ale my, učitelé, bychom měli studenty hlavně motivovat k poznávání a k získávání vědomostí, vzbuzovat zájem o náš obor, ale zároveň i o obory jiné.

10. SEZNAM PRAMENŮ A POUŽITÉ LITERATURY

- Alberts B. a kol. (1998): Základy buněčné biologie. Espero Publishing, Ústí nad Labem, s.11 obr.1-11 a,b, s.210, s.470, obr.14-24 b.
- Altmann A. (1975): Metody a zásady ve výuce biologii. SPN, Praha.
- Altmann A.: Strukturace a didaktická analýza učiva ve výuce biologie. Přírodní vědy ve škole, č. 9, roč: XXXIV.
- Bayer E. (1948): Zoologie všeobecná a přehled živočišné soustavy. Publikace ministerstva zemědělství RČs, Brno.
- Berger J. (1996): Buněčná a molekulární biologie. Tobiáš, Havlíčkův Brod.
- Bumerl J. a kol. (1997): Biologie 1 pro střední odborné školy. SPN, Praha.
- Černohorský Z. (1967): Základy rostlinné morfologie. SPN, Praha.
- Černohorský Z. (1964): Základy rostlinné morfologie. SPN, Praha.
- Dostál P., Řeháček Z., Ducháč V. (1994): Kapitoly z obecné biologie. SPN, Praha.
- Drahovzal J. a kol. (1997): Didaktika odborných předmětů. Paido, Brno.
- Giboda M. (2004): Estetika přírodních forem jako motivace vědy. Atelier 8/2004, s. 2.
- Hazuková H. (1994): Příprava učitele na rozhodování ve výtvarné výchově, Pedagogická fakulta UK, Praha.
- Janko J, Štrbáňová S. (1988): Věda Purkyňovy doby. Academia, Praha, s.132 – 140.
- Jelínek J., Zicháček V. (1999): Biologie pro gymnázia. Nakladatelství Olomouc.
- Jírovec O., Bouček B., Fiala J. (1955): Život pod drobnohledem. ČSAV, Praha.
- Kincl L., Kincl M., Jakrlová J. (1993): Biologie rostlin. Fortuna, Praha.
- Kincl L., Kincl M., Jakrlová J. (1993): Biologie rostlin. Fortuna, Praha, str.7 obr.1 (upraveno Bumerl a kol. 1983)
- Kislinger F. a kol. (1995): Biologie I. Gymnázium v Klatovech, Klatovy.
- Kolektiv autorů ČSAV (1972): Malý encyklopedický slovník A-Ž. Academia, Praha.
- Kolektiv autorů (1993): Encyklopedický slovník. Odeon, Praha, s.151, 181.

- Kubát K. a kol. (2003): Botanika. Scientia, Praha.
- Kubišta V. (1998): Buněčné základy životních dějů. Scientia, Praha.
- Kubišta V. (1992): Obecná biologie. Fortuna, Praha.
- Kursanov L. (1954): Botanika I. NČAV, Praha.
- Linc , Dostál (1994): Přírodopis 7, Scientia, Praha.
- Loewy a kol. (1991): Cell Structure and Function. Saunders College Publishing, USA, s.59 obr.2-16, s.65 obr.2-26 b, s.67 obr.2-30.
- Maslowski O. (1967): Kresba ve vyučování biologii. PVVŠ, XVII.
- Petty (1996): Moderní vyučování. Portál, Praha.
- Pijoan J. (1984): Dějiny umění 5. Odeon, Praha, s. 273, 274.
- Raven P., Johnson G. (1988): Understanding Biology. Mosby College Publishing, USA, s.179 obr.9-15 a,b. s.88, o.5-11 a.
- Roeselová V. (1997): Řady a projekty ve výtvarné výchově. Sarah, Praha.
- Roeselová V. (1996): Techniky ve výtvarné výchově. Sarah, Praha.
- Rokyta R. a kol. (2000): Fyziologie, ISV, Praha.
- Romanovský A. a kol. (1983): Obecná biologie. SPN, Praha.
- Rosypal S. a kol. (1998): Přehled biologie. Scientia, Praha, s. 61 – 78.
- Řehák B. (1965): Vyučování biologii. SPN, Praha.
- Slavík J. (1990): Didaktika výtvarné výchovy III. Základy vědeckovýzkumné práce ve výtvarné výchově I. Předmět didaktiky výtvarné výchovy jako vědy. SPN, Praha.
- Šindelář D. (1973): Vědecká ilustrace v Čechách. Obelisk, Praha.
- Švecová M. a kol. (2000): Cvičení z didaktiky biologie I. Karolinum, Praha.
- Uždil J., Hron J. (1958): Metodika kreslení na národní škole. Praha.
- Valášek M. (2001): Velká kniha citátů A-L. Akcent, Třebíč.
- Villee C. a kol. (1989): Biology. Saunders college Publishing, USA.
- Wallace R., Sanders G., Ferl R. (1996): Biology. Harúer Collins College Publishers, USA, s.89 obr.4.18.

www stránky

Giboda M.: Dialog vědy s uměním. přístup z: <http://www.sciart.cz> (2003).

Giboda M.: Dialog vědy s uměním. přístup z: <http://www.neviditelnypes.cz> (2003).

Sullivan M.: Henry Moore. přístup z

<http://www.bluffton.edu/~sullivanm/mooretoronto/mooretoronto.html> (2000).

Další prameny:

Ducháč V.: Didaktika biologie – přednášky, 2003.

Artemis s.r.o. - katalog firmy: 3B Scientific GmbH, Hamburg, 2001.

Špaček J.: Mikrosvět – přednáška na UHK, 2004.