

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
Katedra botaniky



**Motivační pokusy pro výuku biologie rostlin na základní  
a střední škole**

Bakalářská práce

**Veronika PÁNKOVÁ**

Biologie – Geografie  
Prezenční studium

Vedoucí práce: Mgr. Martina Oulehlová, Ph. D.

Olomouc 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci, dne

.....  
Veronika Pánková

## **Poděkování**

Poděkování patří vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Martině Oulehlové, Ph. D. za odborné vedení a za veškerý čas, který mi věnovala.

Dále poděkování patří projektu IGA Prf 2016 – 001 a IGA Prf 2017 – 001.

## **BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE**

**Jméno a příjmení:** Veronika Pánková

**Název práce:** Motivační pokusy pro výuku biologie rostlin na základní a střední škole

**Typ práce:** bakalářská

**Pracoviště:** Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

**Vedoucí práce:** Mgr. Martina Oulehlová, Ph.D.

**Rok obhajoby práce:** 2017

### **Abstrakt:**

Předkládaná bakalářská práce na téma „**Motivační pokusy pro výuku biologie rostlin na základní a střední škole**“ se zabývá problematikou zpestření výuky v běžných vyučovacích hodinách biologie na základních a středních školách. Kapitola „literární rešerše“ je zaměřena na stručný popis jednotlivých výukových metod a organizačních forem výuky. Zde je kladen důraz na rozbor výukové metody „pokus“. Dále se práce zaměřuje na vytvoření komplexního podpůrného materiálu pro pedagogy, který by měl pomoci aktivizovat žáky a zvýšit jejich zájem o výuku biologie rostlin. Součástí kapitoly „výsledky práce“ jsou vypracované metodické listy k motivačním experimentům pro učitele, které vždy obsahují námět na zajímavý pokus, který se týká konkrétního tématu z biologie rostlin, včetně pracovního postupu a fotodokumentace. Metodický list zahrnuje také vytyčení výukových cílů, klíčových kompetencí a teoretický úvod, popisující základní potřebné znalosti žáků. V přílohách jsou ke každé pracovní kartě pro učitele vytvořené pracovní listy pro žáky se zajímavými úlohami, které by měli sloužit k zopakování a upevnění učiva. Atraktivnost a snadná proveditelnost pokusů byla ověřena v rámci popularizačních akcí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

**Klíčová slova:** biologie, botanika, motivační pokusy, metodické listy, pracovní listy

**Počet stran:** 120

**Počet příloh:** 14

**Jazyk:** Český

## **BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION**

**Author's name and surname:** Veronika Pánková

**Title:** Motivational experiments in plant biology at primary and secondary school

**Type of thesis:** bachelor

**Department:** Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University, Olomouc

**Supervisor:** Mgr. Martina Oulehlová, Ph.D.

**The year of presentation:** 2017

### **Abstract:**

This bachelor thesis „**Motivational experiments in plant biology at primary and secondary school**“ deals with problematics of variegation of ordinary biology education at primary and secondary schools. Chapter „literary research“ is focused on brief description of each single teaching methods and forms. Here the emphasis is on analysis of teaching method „experiment“. Then this thesis focuses on creating a complex auxiliary material for pedagogues, which should help to mobilize students and to increase the student's interest in plant biology. In the chapter „results“ the methodological sheets for motivational experiments for teachers are created. These methodological sheets contain an idea to interesting experiment, which deals with specific topic from plant biology including workflow and pictures. Card also contains educational goals, key competences and theoretical introduction which describes basic needed knowledges of students. In „annexes“ there are work papers with interesting practices for students, which should serve to completion and repetition of the topic. These work papers corresponde to each work card. Attractiveness and simple feasibility of experiments was verified in the context of popularizing events Faculty of science University Palacky.

**Key words:** biology, botany, motivation experiments, the methodological sheets, work sheets

**Number of pages:** 120

**Number of annexes:** 14

**Language:** Czech

## Obsah

1	Úvod .....	9
2	Cíle bakalářské práce.....	10
3	Literární rešerše .....	11
3.1	Metody výuky .....	11
3.1.1	Výklad.....	12
3.1.2	Vysvětlování .....	12
3.1.3	Přednáška .....	12
3.1.4	Demonstrace .....	12
3.1.5	Práce s obrazem .....	13
3.1.6	Diskuse a debata .....	13
3.1.7	Didaktické hry.....	13
3.1.8	Pokus.....	14
3.1.9	Práce s literaturou .....	17
3.1.9.1	Práce s pracovním listem .....	17
3.2	Volba výukové metody.....	17
3.3	Formy výuky.....	19
3.3.1	Vyučovací hodina .....	22
4	Metody práce .....	24
4.1	Tvorba metodických listů k motivačním experimentům pro učitele.....	24
4.2	Tvorba pracovního listu pro žáky.....	27
4.3	Postup digitalizace.....	28
4.4	Verifikace vytvořených materiálů v rámci popularizačních akcí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci .....	28
5	Výsledky.....	30
5.1	Metodické listy k motivačním experimentům pro učitele.....	30
5.1.1	Rostlinná buňka .....	31
5.1.2	Rostlinná pletiva .....	36
5.1.2.1	Pletiva základní.....	36
5.1.2.2	Pletiva krycí .....	42
5.1.2.3	Pletiva vodivá .....	47
5.1.3	Rostlinné orgány .....	53
5.1.3.1	Kořen .....	53
5.1.3.2	Stonek .....	58

5.1.3.3	List .....	64
5.1.3.4	Květ.....	70
5.1.3.5	Plod .....	78
5.1.4	Látkový a energetický metabolismus .....	82
5.1.4.1	Fotosyntéza .....	82
5.1.4.2	Dýchání.....	88
5.1.5	Růst a vývoj rostlin .....	92
5.1.6	Pohyby rostlin .....	97
5.1.7	Systém a evoluce nižších rostlin .....	102
5.2	Verifikace vytvořených materiálů .....	107
5.2.1	Noc vědců 2016 .....	107
5.2.2	Modré dny 2016.....	108
5.2.3	Modré dny 2017 .....	110
6	Diskuse .....	112
7	Závěr.....	114
8	Literatura .....	115
9	Seznam příloh.....	120

### **Seznam použitých zkratk:**

C3 rostliny – rostliny, které při fotosyntéze v Calvinově cyklu vyrábí tříuhlíkatou kyselinu

C4 rostliny – rostliny, které při fotosyntéze fixují oxid uhličitý ve formě malátu, který následně využijí v Calvinově cyklu

CAM rostliny – Crassulacean acid metabolism – metabolismus kyselin u tučnolistých (rostliny, které během noci přijímají průduchy oxid uhličitý ve formě kyseliny jablečné)

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

Přf UPOL – Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého

RNA – ribonukleová kyselina

RVP – Rámcový vzdělávací program

ŠVP – Školní vzdělávací program

UV světlo – z anglického ultraviolet – ultrafialové světlo



# 1 Úvod

*„Bez příkladů, pravidel a cvičení bud' ničemu se nevyučuje a neučí, nebo ničemu dobře.“*

– Jan Amos Komenský

Biologie provází člověka po celou dobu jeho vzdělávání. Žáci na základních školách se již od první třídy setkávají s výukou biologických předmětů, jako jsou prvouka, přírodověda, přírodopis a biologie. Obsahem těchto předmětů jsou základní poznatky z mnoha biologických oborů. Při výuce žáků na základních i středních školách je důležité stále dbát na atraktivitu a zajímavost předmětu.

Dle mé zkušenosti ze základní a střední školy se výuka biologie pobírala spíše pasivním směrem. Moje vzpomínky na hodinu biologie jsou často spojovány s výkladem a přednáškou. Motivační pokusy jsem zaznamenala jen zřídka. Právě tyto ojedinělé pokusy, pomocí kterých se nám učitelé snažili názorně ukázat a vysvětlit probíranou látku, si pamatuji dodnes. Proto bych ve své bakalářské práci chtěla poukázat na možnost využití experimentu pro aktivizaci žáků ve výuce. Hlavním cílem mé bakalářské práce je tedy zhotovení podrobných návodů na jednoduché motivační experimenty pro učitele ve formě metodických listů doplněných pracovními listy pro žáky k ověření získaných poznatků a upevnění nového učiva. V předkládané práci jsem vytvořila podpůrný materiál pro pedagogy, který by měl sloužit ke zpestření výuky motivačními experimenty a k aktivizaci žáků a studentů v hodinách biologie rostlin.

## **2 Cíle bakalářské práce**

Cíle mé bakalářské práce jsou:

1. Vypracování literární rešerše k zadanému tématu.
2. Vytvoření přehledných návodů k experimentům pro učitele sloužící k motivaci žáků a k doplnění teoretického výkladu vybraných tematických celků z biologie rostlin v souladu s RVP.
3. Didaktické zpracování tématu s důrazem na tvorbu podpůrných materiálů pro učitele a pracovních listů pro žáky k vybraným tematickým celkům.
4. Verifikace vytvořených materiálů v rámci popularizačních akcí PřF UPOL.
5. Shrnutí výsledků a jejich interpretace.

### 3 Literární rešerše

V České republice se výuka biologie řídí vzdělávacími dokumenty. Hierarchicky nejvyšší je **Národní program rozvoje vzdělávání**, jinak také známý jako **Bílá kniha**. Na základě Bílé knihy a východisek a doporučení v ní uvedených se do vzdělávání zavádí nový systém kurikulárních dokumentů (kurikulum = vzdělávací program) (Pavlasová, 2013).

Níže pod Bílou knihou, na státní úrovni, jsou **Národní program vzdělávání a rámcové vzdělávací programy (RVP)**. Tyto dokumenty obsahují specifikace obecných požadavků na jednotlivé stupně vzdělání, vymezují rámcové návrhy učebních plánů a definují pravidla pro tvorbu školních vzdělávacích programů (Pavlasová, 2013).

Na nejnižší úrovni systému vzdělávání jsou **školní vzdělávací programy (ŠVP)**, nimi se řídí vzdělávání v konkrétních školách. Jednotlivé školy si je zpracovávají samy podle zásad uvedených v RVP a přizpůsobují je svým konkrétním podmínkám (Pavlasová, 2013).

#### 3.1 Metody výuky

Pojem metoda výuky můžeme definovat mnoha způsoby. Podle Skalkové (2006) jsou metody výuky způsoby záměrného uspořádání činností učitele a žáků, které směřují ke stanoveným cílům. Dále podle Maslowského (1990) vyučovací metodou rozumíme záměrné uspořádání výuky, činnosti učitele a žáka, které směřuje k dosažení výchovně vzdělávacího cíle.

Vyučovací metody plní několik funkcí. Kromě funkce organizačně řídicí nebo kontrolní je zde nejdůležitější funkce informativně poznávací (Horník a Altman, 1988). Mezi výukové metody v biologii řadíme souvislý výklad, rozhovor, pozorování, pokus a práci s literaturou. V některých situacích však můžeme použít kombinaci těchto metod. Například metodou hlavní bude slovní výklad a pomocnou metodou pokus (Maslowski, 1990).

Dříve v historii se ve výuce zastávala filozofie herbartovské pedagogiky, jejímž zakladatelem je Johan Friedrich Herbart (1776-1841) a která je charakteristická dominantní činností učitele během vyučování. V dnešní době se však postupně přechází k modernější piagetovské pedagogice, jejímž zakladatelem je Jean Piaget (1896). Tato pedagogika klade důraz na aktivní činnost žáka ve vyučování a na proces učení, který je založený na vlastních zážitkových procesech. Díky této skutečnosti se stále více ve výuce biologie používá jako hlavní výuková metoda pozorování a pokus (Maslowski, 1990).

### 3.1.1 Výklad

Jedná se o nejběžnější a nejužívanější výukovou metodu, při které učitel žákům vykládá nové poznatky. Výklad tedy znamená předávání učiva pomocí slovního monologu, kdy učitel mluví k žákům, a žáci se výkladu neúčastní. Při výkladu seznamujeme žáky s novým učivem a informacemi, které mohou být často pro žáky nesrozumitelné, proto je nutné při výkladu dodržovat didaktické zásady, které napomáhají ke srozumitelnosti výkladu. Vyžaduje pečlivou přípravu – výklad musí mít osnovu, logickou stavbu a sled. Doporučuje se výklad obohacovat o praktické příklady a názorné ukázky a kombinovat s dalšími výukovými metodami. Soustředěnost a aktivitu žáků podporuje zapisování poznámek do sešitu či pracovního listu (Pavlasová, 2013).

### 3.1.2 Vysvětlování

Vysvětlování se řadí k postupům orientovaným výrazně kognitivně. Plní velmi důležitou úlohu základního prostředku k pochopení podstaty věci. Hlavním úkolem této metody tedy je pochopení a objasnění určitého jevu. Hlavní důraz se klade na zobecňování, logické důkazy a přesné vyjadřování (Maňák a Švec, 2003).

### 3.1.3 Přednáška

Přednáška je monologická metoda náročná na pozornost žáků, při níž si žáci (studenti) dělají poznámky, proto se tato vyučovací metoda používá spíše u starších žáků, u vysokoškolských studentů a u dospělých. Prezентuje poznatky v souvislém a logicky uceleném projevu. Od výkladu se liší tím, že prostor pro dotazy bývá až na jejím konci (Kalhous a Obst, 2009; Pavlasová, 2013).

### 3.1.4 Demontrace

Moderní názorně demonstrační metody jsou spojené s pozorováním vlastností, dějů a jevů. Cílem demonstrace může tedy být pozorování a vysvětlení pozorovaných jevů, ale také pochopení vyučované látky. Tato metoda napomáhá učiteli při zpestření výuky a zároveň slouží jako pomocník žákům při snaze o pochopení teoretických znalostí. Jednou z variant prostého pozorování je pozorování komparativní, kdy student porovnává rozdíly mezi pozorovanými objekty např. druhy jehličnatých stromů, zbarvení samce a samice. Aby byla tato metoda maximálně efektivní, je dobré mít objekty na pozorování ve větším počtu, nejlépe v každé lavici (Pavlasová, 2013).

Při demonstraci je velmi důležité dodržovat princip názornosti a jednoduchosti a také dbát na aktivní zapojení žáků. Příprava pomůcek, přírodnin a preparátů, patří k nepostradatelným

dovednostem učitele, bez kterých nemůže moderním způsobem provádět výuku a předávat tak své znalosti žákům (Maňák a Švec, 2003; Pavlasová, 2013).

### 3.1.5 Práce s obrazem

Učení a práce s obrazem patří mezi nejstarší výukové metody. Základ práce s obrazem můžeme najít v Komenského Světě v obrazech (*Orbis pictus*). Pod pojmem didaktický (školní) obraz bychom si měli představit nějaké znázornění reality za účelem zachování vjemu z obrazu. Jako didaktický obraz vyučujícímu může sloužit kresba na tabuli, klasický obraz, učebnicová ilustrace, počítačová animace nebo cokoliv, co nám zprostředkovává vizuální sdělení (Maňák a Švec, 2003).

### 3.1.6 Diskuse a debata

Diskuse a debata patří mezi dialogické metody založené na komunikaci mezi učitelem a žáky, kdy aktivita by měla být především na straně žáků. Diskuse je vhodná pro zpestření výuky, kdy žáci diskutují o problémech nebo skutečnostech, na které mohou mít odlišný názor. Diskuse, která je řízená učitelem nebo žáky je diskuse řízená, v opačném případě může být diskuse takzvaně volná (Pavlasová, 2013).

Podle Pavlasové (2013) *je dobré před začátkem je sdělit pravidla diskuse (respekt k názoru druhého, mluvení pouze po vyvolání, nepoužívání vulgárních slov atd.).*

Debata vyžaduje rozdělení žáků do dvou skupin (táborů) s odlišnými názory. Každá skupina svůj názor obhajuje. Rozdělování žáků do skupin může učitel nechat na žácích dle jejich názoru, nebo může být rozdělení náhodné. V tomto případě se může stát, že žáci budou muset obhajovat opačný názor a budou nuceni se na případ podívat i z druhé stránky. Můžou tak najít na opačných názorech i pozitiva. Na závěr každé diskuse by měl učitel společně se žáky vyhodnotit průběh diskuse a její výsledky (Pavlasová, 2013).

Důležitá je pečlivá předchozí příprava, aby byli účastníci vybavení argumenty. Přípravu může učitel provést různými způsoby, například četbou textů nebo článků, které žákům rozdá (Pavlasová, 2013).

### 3.1.7 Didaktické hry

O hře jako vyučovací metodě hovoří v historii již například J. A. Komenský nebo M. Montessoriová. Hra má velký výchovně vzdělávací význam zejména u žáků nižších ročníků základních škol. Pomocí didaktických her však může učitel u starších žáků a studentů zábavně zopakovat učivo nebo také tímto způsobem odměnit ty žáky, kteří jsou s prací dříve hotovi. Ve

výuce biologie by hry měly mít vždy biologický charakter s konkrétním výukovým cílem (Mojžíšek, 1975; Pavlasová, 2013).

Pavlasová (2013) uvádí tyto didaktické hry:

- křížovka;
- šibenice;
- přiřazování neboli hledání dvojic;
- pexeso s biologickými obrázky;
- soutěže.

### 3.1.8 Pokus

Tato výuková metoda velmi úzce souvisí s pozorováním. Pokus můžeme definovat jako pozorování jevů, které byly vytvořeny za umělých podmínek, a při kterých máme možnost měnit jednotlivé faktory jevu. Pokus je vždy pro žáky velmi atraktivní a působivá výuková metoda. Žáci si mohou díky němu ověřit určité skutečnosti a v některých případech může dokonce být pokus jedinou možností k pochopení určitého jevu, jako je například fyziologie rostlin. Školní pokus může být zařazen jako součást výkladu či rozhovoru, a může sloužit jako prostředek pro nastínění a pochopení probírané látky. Učitel tedy může pomocí řízeného školního pokusu navést žáky k probíraným skutečnostem. V tomto případě se jedná o tzv. myšlenkový pokus (Maslowski, 1990).

Z psychologického hlediska má tato výuková metoda velmi pozitivní efekt na výchovu dětí a mládeže. Společná tvůrčí činnost vede k úspěšnému řešení problémů a napomáhá při morálním i duševním vývoji. Při společné skupinové práci žáci a studenti posilují sociální vazby a zmírňují tak sociální napětí ve třídě. Celkově tvořivost snižuje únavu a zdárný výsledek pokusu navíc umožňuje žákům a studentům zažívat silné pozitivní emoce, které jsou během vývoje osobnosti velmi důležité (Kutbiddinova et al., 2016).

**Školní pokus** je odlišný od pokusu vědeckého. Při školním pokusu dbáme na názornost, jednoduchost a nenáročnost na vybavení a čas. Pokus může provádět učitel, nebo žáci sami, v tomto případě má i velký výchovný přínos. Žáci se učí pracovat s biologickým materiálem a laboratorními pomůckami, učí se dovednostem, zručnosti, samostatnosti a jsou vedeni ke kázni a důslednosti. Právě dovednosti tvoří významnou oblast kurikula dnešní moderní

školy. V případě, že žáci pracují ve skupinkách, má pokus i velký sociální přínos, kdy se žáci učí pracovat systematicky a v kolektivu. Jednodušší pokusy, které trvají několik minut, můžeme provádět při zahájení výuky, složitější v laboratorních pracích. Některé časově náročné pokusy (například klíčení semene) lze započít v jedné hodině a vyhodnotit v hodinách následujících (Maslowski, 1990; Pavlasová, 2013).

Vinter et al.(2009) a Maslowski (1990) uvádí, že školní pokus by měl být:

- zajímavý, rozvíjející myšlení žáků a končící určitými výsledky;
- jednoduchý a krátkodobý;
- přiměřený věku žáku a materiálnímu vybavení školy;
- měl by být správně motivován;
- v souladu s osnovami;
- dokazující již známé a běžně publikované skutečnosti.

Dle Maslowského (1990) můžeme pokusy dělit na pokusy **informující** a **potvrzující**. Při pokusu informujícím jsou žáci seznámeni s novými skutečnostmi a získávají nové poznatky. V tomto případě může pokus nahrazovat část výkladu. Pokus potvrzující neboli argumentační dokazuje již získané informace a dovednosti.

Dále dle Podroužka (2007) dělíme pokusy podle způsobu organizace na pokusy **demonstrační** a **frontální**.

#### **a) demonstrační**

Jedná se o pokusy prováděné vyučujícím, které by měly mít charakter předvedení nebo ukázky. Volíme je tehdy, jsou-li pro žáky příliš složité a náročnější na přípravu. Tímto pokusem se vyučující snaží doplňovat sdělovaný obsah učiva a demonstrovat žákům vybraný přírodovědný jev. Demonstrační pokus proto musí být předem připraven. Je žádoucí, aby si učitel stanovil cíle pokusu, připravil si pomůcky a během provádění pokusu popisoval veškerou prováděnou činnost. Vyučující nesmí zapomenout na bezpečnost a hygienu práce (Podroužek, 2007).

#### **b) frontální**

Název tohoto typu pokusů je odvozen od anglického slova *frons* = čelo. Žáci tedy sedí v lavicích čelem k učiteli. Tento typ pokusů klade velké nároky na organizaci práce, materiální zabezpečení a disciplinovanost žáků. Vyučující by měl pokus rozdělit na etapy, podle kterých

žáci budou postupovat. Během provádění pokusu by měl vyučující kontrolovat činnost žáků. Velký význam při provádění pokusů má přesné vymezení výsledků, vyvození závěru a zdůraznění významu pokusů. Frontální pokusy dále můžeme dělit na pokusy individuální - provádí každý žák jednotlivě a na pokusy skupinové - prováděné žáky ve skupinkách. Dle časové náročnosti na pokusy krátkodobé a dlouhodobé (Maslowski, 1990; Podroužek, 2007).

### **Příprava školního pokusu**

Učitel by neměl realizaci pokusu podcenit. Je velmi důležitá příprava po stránce didaktické i technické. Při plánování pokusu je důležité se zamyslet nad výběrem materiálu, pomůcek i časových možností realizace pokusu. Velkou roli hraje také ekonomická a technická vybavenost školy (Altmann, 1975).

Vinter et al. (2009) doporučuje:

- pokusy si pečlivě připravte a vždy vyzkoušejte dopředu sami;
- připravte časový plán hodiny;
- na začátku prověřte připravenost žáků;
- dodržujte bezpečnostní a hygienické předpisy;
- před zahájením pokusu společně s žáky stanovte hypotézu, kterou následně potvrzujete nebo vyvracíte;
- při vyhodnocování pokusů využijte mezipředmětových vztahů;
- nenechte se odradit neúspěchem, vždy se snažte odhalit případnou příčinu pochybení.

### **Výhody a nevýhody využití pokusu**

Maslowski (1990) a Vinter et al. (2009) se shodují na tom, že tato vyučovací metoda přináší spíše výhody. Velkým přínosem při využití metody pokusu je zapojení žáků a studentů do výuky, rozvoj zručnosti, samostatnosti, kompetencí k řešení úloh a v neposlední řadě i vytváření vztahů k badatelství a vědě. Příprava pokusu však ze strany učitele vyžaduje přípravu a určitý plán, proto se časová náročnost může stát překážkou a nevýhodou pro využití této výukové metody.

Dále se může stát, že pokus skončí nezdarem. V tomto případě je velmi důležité nenechat se nezdarem odradit, zjistit příčinu neúspěchu, pokus opakovat a snažit se potvrdit předpoklad (Maslowski, 1990; Vinter et al., 2009).



### 3.1.9 Práce s literaturou

Do metody výuky práce s literaturou řadíme práci s pracovním sešitem, pracovními listy a s učebnicí, také práci s atlasem přírodnin nebo určovacím klíčem (Maslowski, 1990). Dle Vintera et al. (2009) práci s literaturou díky rychlému vyhledávání informací, začínají nahrazovat moderní informační technologie, především internet.

#### 3.1.9.1 Práce s pracovním listem

Pracovní list je učební pomůcka, kterou může každý učitel snadno zhotovit. V pracovním listu pedagog zadává různé typy úloh, na které žáci odpovídají a tak podněcuje jejich myšlení. Velkou oblibu mají i úlohy, které spočívají v popisu obrázku nebo v schematickém nákresu. Některé úlohy zase mohou vyžadovat jednoslovnou odpověď, další například možnost volby víceslovné odpovědi. Dále se mohou použít úkoly roztřídovací nebo spojovací. (Maslowski, 1990).

V dnešní době děti málo čtou a mohou mít problémy s porozuměním textu, pro je práce s textem pro žáky velmi důležitá. Pracovní listy pomáhají žákům při zapamatování nových informací a lze s nimi také snadno vyhodnotit například připravenost žáků na vyučování (Pavlasová, 2013).

### 3.2 Volba výukové metody

Výběr edukační metody není jednoduchá záležitost, její volba je důležitá při přípravě na vyučování a neměla by se stát mechanickou záležitostí a chladným kalkulem. Výukovou metodu volíme s ohledem na předpokládané místo výuky, na charakteristiky žáků, na své schopnosti a na vedlejší a hlavní cíle hodiny. Při výběru výukové metody bychom měli klást důraz na modernizaci a zkvalitnění výuky biologie a to výběrem metod, které vedou žáky ke styku s přírodninami a dávají co největší možnost podílet se aktivně na vyučovacím procesu (Maslowski, 1990; Maňák a Švec, 2003; Pavlasová, 2013).

*„Je prokázáno, že efektivita výukové metody stoupá s podílem aktivního zapojení žáků. Každá metoda vyžaduje různou míru zapojení žáků, mezi nejefektivnější metody výuky můžeme zařadit situace, kdy žáci mohou „vyučovat“ své spolužáky, nejméně efektivní metodou je přednáška.“ (Pavlasová, 2013).*

Maňák a Švec (2003) uvádí tyto kritéria volby metod výuky:

- zákonitosti výukového procesu (logické, psychologické, didaktické);

- cíle a úkoly výuky;
- obsah a metody daného oboru;
- úroveň psychického a fyzického rozvoje žáka;
- zvláštnosti skupiny žáků;
- vnější podmínky;
- osobnost učitele.

Problémy se soustředěním a poruchy pozornosti žáků nutí pedagogické pracovníky ke hledání vhodné motivace, která dokáže udržet zájem studentů o předmět a učení. Úspěšná výuka přírodovědných předmětů by měla studentům dodat určitou dávku motivace. Je jasné, že pokud není student motivován, ztrácí zájem a oblíbenost předmětu klesá. Za nejúčinnější se považuje tzv. vnitřní motivace, které ve studentech vyvolává touhu získat nové poznatky a dovednosti a zároveň uspokojuje jejich zvědavost. Žáci potom aktivně spolupracují s učitelem i bez příslibu dobré známky. V některých případech však vnitřní motivace nemusí být spolehlivá a proto přichází na řadu i motivace vnější, tedy pochvaly, povzbuzení, odměny nebo naopak i tresty (Cídllová et al., 2012).

### 3.3 Formy výuky

*Organizační forma výuky je způsob uspořádání vyučovacího procesu, zahrnuje prostředí výuky a způsob organizace činnosti učitele a žáků při vyučování (Kalhous a Obst, 2002).*

Podle Pavlasové (2013) můžeme formy výuky dělit podle toho „s kým a jak pracujeme“ na:

- frontální výuku v systému vyučovacích hodin;
- individualizovanou a diferencovanou výuku;
- skupinovou a kooperativní výuku;
- projektovou a integrovanou výuku;
- domácí učební práce žáků.

Frontální forma výuky je charakteristická kolektivní prací žáků a dominantním postavením učitele, který řídí a kontroluje aktivity žáků. Tuto formu výuky můžeme využít například při vytváření sbírek semínek a plodů. Jedná se o nenáročnou činnost, kterou lze provádět například na exkurzi, vycházce nebo při terénní práci. Při sběru materiálu využíváme sáčky, zkumavky nebo lahvičky od léků. Nasbíraný přírodní materiál žáci s pomocí vyučujícího určí a společně upraví tak, aby mohl být využit jako pomůcka při práci ve vyučování. Přírodniny je nutné rovněž viditelně označit (Podroužek, 2007).

Dalším příkladem frontální formy výuky v terénu může být vytváření herbářových položek. Tato aktivita je však časově náročnější a žáci potřebují některé pomůcky jako třeba zahradnickou lopatičku, sáček, savé noviny, lis na rostliny, kreslicí čtvrtku a lepicí pásku (Podroužek, 2007).

Dále podle prostředí „kde výuka probíhá“ můžeme rozlišovat výuku třídní (ve třídě), mimotřídní (např. v laboratořích) a mimoškolní (např. na exkurzi) (Maslowski, 1990).

Tab. 1: Příklady různých forem výuky dle Maslowského (1990), Pavlasové (2013) a Vintera et al. (2009)

Autor	Maslowski, 1990	Pavlasová, 2013	Vinter et al., 2009
<b>Formy výuky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hodina základního typu</li> <li>• laboratorní práce</li> <li>• praktikum z biologie</li> <li>• biologická exkurze</li> <li>• zájmový kroužek</li> <li>• práce v koutku přírody</li> <li>• práce na školním pokusném pozemku</li> <li>• biologická beseda</li> <li>• biologická akce</li> <li>• biologická olympiáda</li> <li>• obecně prospěšná práce</li> <li>• práce v biologickém kabinetu</li> <li>• terénní práce</li> <li>• individuální</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyučovací hodina</li> <li>• praktické cvičení (laboratorní práce)</li> <li>• exkurze, vycházka a terénní práce</li> <li>• projekt (projektová výuka)</li> <li>• odborný seminář</li> <li>• odborná praxe a stáž</li> <li>• domácí úkoly, domácí příprava, samostudium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hodina základního typu</li> <li>• biologické praktikum, laboratorní práce</li> <li>• exkurze a vycházky do terénu</li> <li>• skupinová výuka</li> <li>• projektové vyučování</li> </ul>

práce žáků

- letní  
přírodovědné  
práce
- domácí  
samostatná  
práce
- doučovací  
kroužek
- individuální  
konzultace
- filmové  
odpoledne
- televizní a  
rozhlasové  
univerzity

### 3.3.1 Vyučovací hodina

Vyučovací hodina patří mezi nejzákladnější formy výuky biologie, při které učitel zaujímá dominantní postavení a podle učebních osnov předává žákům nové vědomosti, dovednosti a návyky (Vinter et al., 2009).

Klasická vyučovací hodiny trvá 45 minut, proto je učivo probíráno systematicky a rozděleno na dílčí tematické celky. Při realizaci výukových cílů učitel využívá všechny výukové metody, avšak má-li být vyučovací hodina vedena co nejlépe, mělo by být co nejvíce činností probíhajících v hodině převedeno na žáky. Měly by se tedy využívat metody, při kterých žáci provádí alespoň jednoduchou činnost, např. provádět jednoduché pokusy nebo manipulovat s přírodními (Altmann, 1972).

Struktura vyučovací hodiny nebo také její didaktické členění by dle Pavlasové (2013) měla splňovat následující prvky:

- zahájení vyučování, kdy učitel sdělí cíle a téma hodiny vyučovací hodiny;
- opakování učiva z předešlých vyučovacích hodin;
- kontrola domácích úkolů, hodnocení vědomostí;
- probírání nového učiva;
- ukládání nových domácích úkolů;
- plán na příští vyučovací hodinu, zhodnocení hodiny.

Avšak podle Altmanna (1972) není možné toto schéma vyučovací hodiny aplikovat univerzálně, neboť každá vyučovací hodina by měla být odlišná a tato „šablonovitost“ omezuje tvůrčí iniciativu učitele ve vyučovacím procesu.

Při přípravě na vyučovací hodinu by si měl učitel hodinu časově rozvrhnout, stanovit vzdělávací a výchovné cíle, úkoly ke splnění stanoveného cíle a vypracovat didaktickou přípravu a věcnou přípravu (Altmann, 1972).

Tab. 2: Struktura přípravy na vyučovací hodinu (Pavlasová, 2013)

<b>Třída</b>	
<b>Téma hodiny (název)</b>	
<b>Cíle hodiny</b>	vycházíme z odpovídajícího vzdělávacího programu, používáme aktivní slovesa, př. žáci: vyjádří vlastními slovy, uvedou příklady, vysvětlí, objasní, vyjmenují, srovnají, porovnájí, správně přiřadí, popíší, stručně charakterizují, nakreslí, vynesou do grafu, odečtou z grafu, obhájí své stanovisko, vyvodí, navrhnou řešení ..., cíle kognitivní, afektivní a psychomotorické formulujeme zvlášť
<b>Prekoncept (východiska hodiny)</b>	vše, co předpokládáme, že žáci znají z předchozí výuky, z uložené domácí přípravy nebo svých zkušeností
<b>Pomůcky</b>	pokud jsou potřeba – týká se žáků i učitele, použita učebnice
<b>Rozpis výukových aktivit</b>	uvedeme všechny výukové aktivity, které budeme používat postupně během hodiny, vždy musí být jasná použitá metoda výuky a úsek učiva včetně předpokládaného času v minutách, konkrétně se uvedou i části textu v učebnici nebo pracovním listě, se kterými budeme pracovat, výukové materiály, které si připravujeme sami (testy, obrázky, videa, fotografie), odkazy na internetové stránky apod.
<b>Domácí příprava na další hodinu</b>	pokud ji zamýšlíme, konkrétně
<b>Poznámky</b>	vše, co se nevešlo do předchozích bodů, očekávané problémy, úkoly navíc pro rychlejší žáky, alternativní úkoly pro pomalé žáky, roční období pro praktické aktivity venku, motivační techniky

## 4 Metody práce

### 4.1 Tvorba metodických listů k motivačním experimentům pro učitele

Zpracování každého metodického listu s přehledným návodem na motivační experiment, jsem zahájila studiem odborné literatury. Následně bylo nutné si zvolit vhodný tematický okruh dle učebních osnov a zpracovat teoretický úvod. Metodické listy k motivačním experimentům vychází vždy z prekonceptů žáků a studentů.

Dalším krokem bylo vybrání časově nenáročného experimentu, který by byl jednoduše proveditelný a zároveň motivační. Experiment jsem vždy nejprve musela vyzkoušet a ověřit tak jeho snadnou proveditelnost. Pokud byl experiment úspěšný, následovala jeho fotodokumentace a podrobné popsání jednotlivých kroků do metodických listů pro pedagogy. Vlastní provedení motivačních experimentů je popsáno v jednotlivých metodických listech k motivačním experimentům pro učitele, včetně pomůcek a rostlinného materiálu.

Všechny literární zdroje, ze kterých jsem čerpala při přípravě metodických listů k motivačním experimentům pro pedagogy včetně části „Teoretický úvod“, uvádím v části „Odkazy na odbornou literaturu“.



Tab. 3: Vzorový metodický list k motivačním experimentům pro učitele

<b>Název experimentu</b>	
Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	Jak dlouhou dobu experiment zabere.
<b>Typ pokusu</b>	Metody výuky. Organizační formy výuky.
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Téma (př. fotosyntéza, dýchání, kořen, stonek, list...)
<b>Klíčová slova</b>	Zde uvádím klíčová slova, které se vyskytují v teoretickém úvodu a mohou pomoci při výběru vhodného experimentu.
<b>Výukové cíle</b>	Zde stanovuji požadované cílové a očekávané výstupy probíraného tématu.
<b>Klíčové kompetence</b>	V této kolonce může učitel najít soubor vědomostí, dovedností a postojů, které jsou cíleně rozvíjeny.
<b>Základní termíny</b>	Přehled termínů, se kterými se učitel může setkat při studiu teoretického úvodu a které by měli žáci znát.
<b>Teoretický úvod</b>	Zde stručně popisuji učivo, které by měl žák ovládat. Konkrétní experiment by měl žákům pomoci si učivo upevnit.
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	Citace literárních a internetových zdrojů, ze kterých jsem čerpala při tvorbě karty pro učitele.
<b>Pomůcky</b>	V těchto kolonkách učitel najde seznam potřebných pomůcek, rostlinného materiálu a chemikálií.
<b>Rostlinný materiál</b>	
<b>Chemikálie</b>	
<b>Pracovní postup</b>	Zde v bodech popisuji pracovní postup experimentu.

<b>Obrazová dokumentace</b>	Obrazová dokumentace obsahuje fotografie klíčových bodů pracovního postupu, které by měly napomoci při realizaci experimentu.
<b>Pozorování</b>	V kolonce pozorování popisují, co by měli žáci pozorovat a zkoumat při experimentu.
<b>Závěr</b>	V závěru uvádím důležité vlastnosti a pozorované jevy, které jsou výstupem experimentu.
<b>Organizace</b>	Zde předkládám doporučené formy a způsoby organizace experimentu.
<b>Doporučení pro učitele</b>	Zde může učitel najít určitá doporučení, na co by si měl učitel i žáci dát pozor, při realizaci experimentu.
<b>Přílohy</b>	Ke každému metodickému listu k motivačním experimentům pro učitele jsem vytvořila pracovní list pro žáky, který by měl sloužit k zopakování a ucelení učiva. Žák by měl být motivovaný k vyplnění pracovního listu.

## 4.2 Tvorba pracovního listu pro žáky

Při tvorbě pracovního listu, je vždy potřeba si uvědomit cílenou skupinu žáků či studentů. V této bakalářské práci se zabývám aktivizací žáků základních a středních škol. Obtížnost úkolů tedy volím s ohledem na znalosti žáků a studentů. V předkládaných pracovních listech vycházím vždy ze struktury daného probíraného tématu. Součástí je správné řešení úloh.

V pracovních listech střídám tyto typy úloh:

a) uzavřené

- typ dvoučlenné volby (ano, ne)

*Projevem dýchání je uvolňování kyslíku a spotřeba oxidu uhličitého.*

a. ano

b. ne

- typ vícenásobné volby

*Homoxylní dřevo obsahuje tyto vodivé elementy:*

a. tracheidy

b. tracheje

c. tracheidy i tracheje

- typ přiřazovací

*Přiřaď názvy pletivy pletiv k fotografiím.*

b) otevřené

- typ doplňovací

*Dýchání rostlin cizím slovem označujeme jako r.....*

- typ vybavovací

*Pletiva základní dělíme dle tloušťky buněčné stěny na:....., ..... a .....*

Dále pracuji s úlohami typu např.: popiš obrázek, poznáš co je na obrázku, vyznač na obrázku, z obrázku odvoď, schematicky nakresli, pomocí internetu a literatury vyhledej a doplň křížovku.

### **4.3 Postup digitalizace**

Metodické listy pro učitele a pracovní listy pro žáky jsem vytvářela v programu Microsoft Word a Malování. Fotodokumentaci jsem zhotovovala v prostorech herbária PřF UPOL, nafotila jsem materiál, pomůcky a dílčí kroky realizace pokusu. K fotografování jsem použila fotoaparát Canon sx170 is. Fotografie jsem následně upravila v programu Microsoft Office Picture Manager a v Malování.

### **4.4 Verifikace vytvořených materiálů v rámci popularizačních akcí**

#### **Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci**

Během studia a tvorby mé bakalářské práce jsem se účastnila několika popularizačních akcí PřF UPOL v Pevnosti poznání - Interaktivním muzeu vědy Univerzity Palackého v Olomouci. Ve dnech 2. 4. – 3. 4. 2016 na akci Modré dny 2016, na Noci vědců 30. 9. 2016 a na Modrých dnech 31. 3. – 1. 4. 2017. Realizovala jsem zde některé z experimentů, které popisují v metodických listech k motivačním experimentům pro učitele. Mohla jsem tak touto cestou zhodnotit atraktivitu a také časovou nenáročnost těchto experimentů.

#### **Anotace popularizačních akcí:**

- **Noc vědců 2016**

JEDOVATÉ ROSTLINY – Katedra botaniky PřF UPOL.

Jedovaté rostliny jsou na této planetě již miliony let. Co je dělá jedovatými? Které jsou ty nejsmrtonosnější? Jak se dají využít? Jaké místo zaujímají jedovaté rostliny v historii travičství? Nejlepší prevencí proti otravám jedovatými rostlinami je znalost těchto rostlin, kterou získáte právě u nás (autor M. Oulehlová, 2016)!

- **Modré dny 2016**

BOTANIKA VŠEMI SMYSLY

Přijďte s námi vnímat krásu rostlin nejen zrakem. Projděte se po hmatovém chodníku v interiéru a vyzkoušejte jak příjemný a uvolňující může být kontakt vašich rukou a chodidel s různými materiály ze světa rostlin. Ohmatáváním povrchu rukama a nohama se hravou formou podporuje vnímání hmatem, stimuluje se řeč, vytváření pojmů a procvičuje se paměť. Zkusíte rozpoznat čichem různé vůně rostlin. Vyzkoušíte si Popelčino přebírání. Veškeré ukázky z říše rostlin budou popsány Braillovým písmem (autor M. Oulehlová, 2016).

- **Modré dny 2017**

Botanické kouzlení – Zažijete s námi botanický ohňostroj, vstoupíte do světa zářících rostlin! Ukážeme vám kouzelné pohyby rostlin, dozvíte se, jak putuje voda rostlinou, a vy sami si vyzkoušíte kouzlení s rostlinnými barvivy. Čekají Vás také příjemné smyslové zážitky – povzbudí vás omamné vůně a krásu rostlin si užijete zrakem i hmatem (autor M. Oulehlová, 2017).

## 5 Výsledky

### 5.1 Metodické listy k motivačním experimentům pro učitele

Podle tématu, které experiment doplňuje, jsem metodické listy k motivačním experimentům pro učitele i pracovní listy pro žáky rozdělila dle učebních osnov v souladu s RVP na následující okruhy:

- rostlinná buňka;
- rostlinná pletiva (základní, krycí, vodivá);
- rostlinné orgány (kořen, stonek, list, květ, plod);
- látkový a energetický metabolismus (fotosyntéza, dýchání);
- růst a vývoj rostlin;
- pohyby rostlin.

### 5.1.1 Rostlinná buňka

Tab. 4: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma rostlinná buňka



<b>Makroskopické pozorování plasmolýzy</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	založení pokusu 5 minut, vyhodnocení po 30 minutách
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – rostlinná buňka, rostliny a prostředí, fyziologie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Rostlinná buňka
<b>Klíčová slova</b>	rostlinná buňka, buněčná stěna, vakuoly, plastidy, osmóza, plasmolýza, plazmoptýza
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák zná základní rozdíl mezi rostlinnou a živočišnou buňkou;</li> <li>• žák umí popsat stavbu rostlinné buňky;</li> <li>• žák dokáže vysvětlit stavbu a funkci jednotlivých organel rostlinné buňky;</li> <li>• žák rozumí principu osmózy, plasmolýzy a plazmoptýzy;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci si makroskopickým pozorováním plasmolýzy osvojují principy osmotických jevů, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku vysvětlení principu plasmolýzy;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společné zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

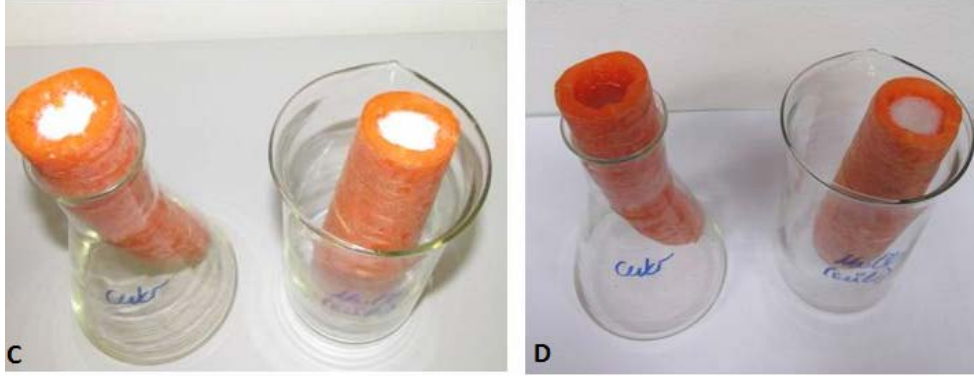
<p><b>Základní termíny</b></p>	<p><b>buněčná stěna</b> = pevná struktura na povrchu buněk většiny buněk rostlin, řas, a bakterií, složená převážně z celulózy, hemicelulózy a pektinu, plní zejména ochrannou a mechanickou funkci, podílí se na transportu různých látek a proteinů, hraje velmi důležitou roli při dělení buněk, výjimka – chybí u spermatických a vaječných buněk</p> <p><b>vakuoly</b> = membránová struktura obalené tonoplastem – membránou, naplněné nejrůznějšími látkami, mladší rostlinné buňky mají často více malých vakuol, zatímco starší mívají jednu velkou vakuolu</p> <p><b>plastidy</b> = semiautonomní organely s dvojitou membránou, uvnitř výrazně diferencovány v systém thylakoidů a membrán, silně souvisí s látkovou výměnou buňky, chloroplasty – obsahují fotosyntetické pigmenty, chromoplasty – obsahují barviva, leukoplasty – obsahují zásobní látky</p> <p><b>osmóza</b> = pasivní transport vody přes membránu</p> <p><b>plazmolýza</b> = jev, který nastává, když se buňka nachází v hypertonickém prostředí, dochází k proudění vody z buňky ven</p> <p><b>plazmoptýza</b> = jev, který nastává, když se buňka nachází v prostředí hypotonickém, buňka přijímá vodu z okolí, zvětšuje se vakuola a celý protoplast, následně dojde k prasknutí buňky</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p>Rostliny tvoří nejvýraznější složku života na naší planetě. Velmi ovlivňují vzhled krajiny. První jednobuněčné rostliny se vyvinuly ve vodním prostředí již ve starohorách (před jednou miliardou let). Jako rostliny označujeme jak jednobuněčné tak i mnohobuněčné organismy.</p> <p>Základní stavební a funkční jednotkou všech rostlin je eukaryotická, rostlinná buňka. Jako první buněčnou stavbu pozoroval již v 17. století přírodovědec Robert Hook (18. 6. 1635 – 3. 3. 1703).</p> <p>Obecná stavba rostlinné a živočišné buňky je velmi podobná. Jejich rozdíly jsou hlavně ve způsobu výživy (rostlinná autotrofní, živočišná heterotrofní). Rostlinná buňka se dále vyznačuje přítomností <b>buněčné stěny</b>, která tvoří tuhý obal buňky, přítomností vakuol a plastidů.</p> <p><b>Stavba rostlinné buňky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>buněčná stěna</b> = vnější kostra buňky, pevná struktura na povrchu buněk rostlin, řas, a bakterií, složená převážně z celulózy, hemicelulózy, bílkovin a pektinu, plní zejména ochrannou funkci</li> <li>• <b>plazmalema</b> = plazmatická membrána tvořena fosfolipidovou dvojvrstvou s integrovanými proteiny, plazmalema odděluje cytoplazmu od okolí buňky, obsahuje přenašeče, díky kterým může docházet k přenosům látek a signálů, udržuje osmotickou rovnováhu</li> <li>• <b>cytoplazma</b> = vyplňuje vnitřní prostor buňky mezi organelami, tvořena cytosolem (tekutou složkou tvořenou převážně vodou, bílkovinami, ionty a molekulami rozpustnými ve vodě) a membránovými organelami, cytoplazma se v živých buňkách chová jako gel, je v neustálém pohybu, který se označuje jako <b>cyklóza</b> = cytoplazmatické proudění</li> <li>• <b>jádro (nucleus)</b> = řídicí centrum buňky, obsahující většinu genetické informace, odděleno jaderným obalem</li> </ul>



(karyotékou), výměnu látek mezi jádrem a zbytkem buňky zajišťují početné jaderné póry, počet jader v buňce může být různý, avšak většina buněk má jen jedno jádro

- **jadérko (nucleolus)** = řídicí centrum syntézy RNA, nacházející se uvnitř jádra, není ohraničeno membránou
- **plastidy** = semiautonomní organely s dvojitou membránou, uvnitř výrazně diferencovány v systém thylakoidů a membrán, silně souvisí s látkovou výměnou buňky
  - **chloroplasty** = plastidy obsahující fotosyntetická barviva typu chlorofylů a karotenoidů, jsou tvořené: vnější hladkou membránou, vnitřní membránou, která vytváří váčky zvané **tylakoidy**, na kterých probíhá světelná fáze fotosyntézy, soubor thylakoidů se nazývá **grana**, vnitřní hmota mezi grany = stroma (matrix), zde probíhá temnostní fáze fotosyntézy
  - **chromoplasty** = pigmentované plastidy, probíhá zde syntéza karotenoidů, nejčastěji se vyskytují v květech, starých listech a zralých plodech, mohou vznikat přeměnou chloroplastů
  - **leukoplasty** = plastidy bez vnitřních membrán, které neobsahují pigmenty ale zásobní látky, dělíme je na amyloplasty (obsahující škrob), proteinoplasty (obsahující proteiny) a elaioplasty (obsahující lipidy)
- **mitochondrie** = podlouhlé, menší, semiautonomní organely s dvojitou membránou, tvoří energetické centrum buňky, probíhá zde respirace (buněčné dýchání)
- **vakuoly** = měchýřky obalené tonoplastem – membránou, naplněné nejrůznějšími látkami, mladší rostlinné buňky mají často více malých vakuol, zatímco starší mívají jednu velkou vakuolu
- **oleózomy** = lipidová tělíska, slouží k ukládání zásobních tuků
- **ribozomy** = nejmenší organely, bez membrány, buď jsou volné v cytosolu, nebo navázané na endoplazmatické retikulum, slouží především k syntéze proteinů
- **endoplazmatické retikulum** = soustava membrán, kanálků, cisteren a váčků, napojených na Golgiho aparát a na jádro, drsné ER má na svém povrchu navázané ribozomy, na kterých probíhá syntéza bílkovin, na hladkém ER probíhá syntéza lipidů
- **Golgiho aparát** = velmi dynamický membránový systém, jejímž hlavním úkolem je postsyntetická úprava nově vzniklých makromolekul
- **cytoskelet** = buněčná kostra, nachází se pouze u rostlinných buněk, hustá síť bílkovinných vláken (mikrotubuly a aktinové filamenty = mikrofilamenty), plní důležitou ochrannou a pohybovou funkci, ale také hraje důležitou roli při buněčném dělení

	<p><b>Osmotické jevy:</b></p> <p>Pro příjem, vedení a udržení vody v rostlině je důležitý děj zvaný <b>osmóza</b>. Osmóza je založená na principu semipermeability (polopropustnosti) plazmatických membrán, kdy jimi snadno difundují molekuly vody proti koncentračnímu spádu z míst o vyšší koncentraci do míst o nižší koncentraci rozpuštěných látek.</p> <p><b>Plazmolýza</b> je jev, při kterém z buňky voda difunduje do vnějšího prostředí a dochází ke smršťování protoplastu. Nastává tehdy, když se buňka nachází v <b>hypertonickém prostředí</b>, tedy v prostředí, ve kterém je koncentrace rozpuštěných látek vyšší, než v buňce.</p> <p>Pokud se buňka nachází v prostředí s nízkou koncentrací rozpuštěných látek, tedy v prostředí <b>hypotonickém</b>, nastává jev zvaný <b>plazmoptýza</b>. Buňka tedy přijímá vodu z okolí, zvětšuje se vakuola a celý protoplast, následně dojde k prasknutí buněk – např. pylová zrna ve vodě, mořské řasy ve sladké vodě, třešně po dešti.</p>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>MAYEROVÁ, S. (2012): Osmotické jevy a membránový přenos. In: Enviroexperiment.cz [online]. [cit. 14.3.2017]. Dostupné na <a href="http://www.enviroexperiment.cz/biologie-2-stupen-zs/osmoticke-jevy-a-membranovy-prenos-makroskopicka-demonstrace">www: &lt;http://www.enviroexperiment.cz/biologie-2-stupen-zs/osmoticke-jevy-a-membranovy-prenos-makroskopicka-demonstrace&gt;</a>.</p> <p>NOVÁK, J. – SKALICKÝ, M. (2009): <i>Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika</i>, 2. vyd. Praha: Powerprint. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0.</p>
<p><b>Pomůcky</b></p>	<p>nůž, lžička, prkýnko, dvě kádinky /sklenice</p>
<p><b>Rostlinný materiál</b></p>	<p>2 kořeny mrkve obecné (<i>Daucus carota</i>)</p>
<p><b>Chemikálie</b></p>	<p>sacharóza, kuchyňská sůl (chlorid sodný)</p>
<p><b>Pracovní postup</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Do obou mrkví vydlabeme dutinu.</li> <li>2. Do jedné mrkve nasypeme sacharózu, do druhé mrkve sůl.</li> <li>3. Po 30 minutách vyhodnotíme.</li> </ol>
<p><b>Obrazová dokumentace</b></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="491 1514 997 1906">  <p>A</p> </div> <div data-bbox="1018 1514 1474 1906">  <p>B</p> </div> </div>

	 <p>Obr. 1: A – Rostlinný materiál, chemikálie a pomůcky, B – Vydlabaná dutina v mrkvi, C- Na pravé straně je v dutině nasypáný chlorid sodný NaCl, na levé straně je v dutině cukr, D – Vyhodnocení, uvolněná tekutina v dutinách.</p> <p>Foto V. Pánková, 2017</p>
<b>Pozorování</b>	<p>Při vyhodnocení pozorujeme, že se do vydlabané dutiny uvolnila tekutina. Při plazmolýze dochází k výdeji vody pletivy. Osmoticky aktivní látka (sacharóza, sůl) působí na buňky pletiva, které vydávají vodu. Pozorujeme, že rychleji probíhá plazmolýza u buněk v prostředí sacharózy.</p>
<b>Závěr</b>	<p>Osmóza = pasivní transport vody přes membránu. Plazmolýza nastává, když se buňka nachází v hypertonickém prostředí (v prostředí s vyšším osmotickým potenciálem), tedy v prostředí, ve kterém je koncentrace rozpuštěných látek vyšší, než v buňce. Při plazmolýze se buňka snaží vyrovnat koncentraci látek uvnitř a vně buňky, voda z buňky volně difunduje do vnějšího prostředí, dochází ke smršťování protoplastu a cytoplazma se odchlípuje od buněčné stěny.</p>
<b>Organizace</b>	<p>Realizaci pokusu doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>provést učiteli demonstračně</li> <li>zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují</li> <li>zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině.</li> </ol>
<b>Doporučení pro učitele</b>	<p>Doporučuji založit pokus ještě se třetí mrkví, na které jako aktivní látku použijeme například mouku. Můžeme takto demonstrovat, že mouka nezpůsobí transport vody ven z buňky – nevznikne tedy v dutince volná tekutina.</p>
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 1: Rostlinná buňka Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>

## 5.1.2 Rostlinná pletiva

### 5.1.2.1 Pletiva základní

Tab. 5: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma základní pletiva

<b>Důkaz přítomnosti alkaloidů – fluorescence otisku rostliny</b>	
Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	10 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Základní pletiva
<b>Klíčová slova</b>	mezofyl, palisádový parenchym, houbový parenchym, leukoplasty, amyloplasty, hydrenchym, stomata, lenticely, pneumatofory, aerenchym, aktinenchym
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem pletiva;</li> <li>• žák dovede vysvětlit význam základních pletiv v rostlině;</li> <li>• žák dokáže vysvětlit význam a funkci jednotlivých typů základních pletiv;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat dělení základních pletiv dle tloušťky buněčné stěny a dle funkce;</li> <li>• žák propojuje znalosti z anatomie a fyziologie rostlin</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti prováděním pokusu;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence kučení: žáci si na základě názorné ukázky uvědomují přítomnost alkaloidů latexu v mléčnicích rostlinného materiálu a uvědomující si jedovatost některých rostlin. Žáci se seznamují s jedním z typů pletiv rozlišených podle funkce – tj. vyměšovací pletiva (mléčnice);</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku práce s jedovatými rostlinami a dodržování zásad bezpečnosti práce;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, a jejich poznatky při pozorování fluorescence, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<p><b>Základní termíny</b></p>	<p><b>mezofyl</b> = základní parenchymatické pletivo listu, vyplňující prostor mezi krycími a vodivými pletivy</p> <p><b>palisádový parenchym</b> = pletivo tvořené zpravidla v jednom směru protáhlými buňkami s velkým množstvím chlorchymu</p> <p><b>houbový parenchym</b> = pletivo tvořené nepravidelně uspořádanými parenchymatickými buňkami s velkými mezibuněčnými prostory (intercelulárami)</p> <p><b>hydrenchym</b> = pletivo schopné zadržovat ve vakuolách velké množství vody</p> <p><b>aerenchym</b> = pletivo tvořené především odumřelými tenkostěnnými buňkami s velkými mezibuněčnými prostory (intercelulárami)</p> <p><b>aktinenchym</b> = pletivo tvořené tenkostěnnými odumřelými buňkami hvězdicovitého tvaru, vyskytující se převážně u mokřadních a vodních rostlin k nadlehčování</p> <p><b>leukoplasty</b> = plastidy neobsahující barviva (amyloplasty, proteinoplasty, elaioplasty)</p> <p><b>amyloplasty</b> = plastidy obsahující škrob</p> <p><b>stomata = průduchy</b> = tvořeny dvěma svěřacími buňkami (nejčastěji ledvinovitého tvaru), mezi nimiž se nachází průduchová štěrbin, průduchy slouží především k výměně plynů mezi rostlinou a okolím</p> <p><b>lenticely = čochky</b> = struktury zajišťující provětrávání stonků</p> <p><b>pneumatofory</b> = dýchací kořeny, vystupující nad povrch půdy</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p>Rostlinná pletiva dělíme podle různých kritérií:</p> <p><b>1. Podle jejich funkce:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dělivá</li> <li>• krycí</li> <li>• provětrávací</li> <li>• nasávací a vyměšovací</li> <li>• vodivá</li> <li>• mechanická</li> <li>• asimilační</li> <li>• zásobní</li> </ul> <p><b>2. Podle topografie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• systém pletiv krycích - tvoří ochrannou vrstvu na rostlinných orgánech</li> <li>• systém pletiv vodivých - slouží k rozvádění různých látek rozpuštěných ve vodě do všech rostlinných orgánů</li> <li>• systém pletiv základních - vyplňuje prostor mezi pletivy krycími a vodivými. Je tvořen především parenchymatickými buňkami, které jsou přizpůsobeny k vykonávání různých funkcí.</li> </ul> <p><b>3. Dělení pletiv dle tloušťky buněčné stěny:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>parenchym</b> – parenchymatické pletivo vykonává mnoho funkcí, tudíž je tvořeno buňkami různých tvarů a velikostí. Buňky jsou obvykle živé, zpravidla mnohostranného, téměř izodiametrického tvaru s tenkými buněčnými stěnami. Pokud parenchymatické buňky obsahují mnoho chloroplastů, jedná se o tzv. chlorchym, který představuje hlavní fotosyntetické</li> </ul>

pletivo funkci. Pletivo, jehož buňky mají velké vakuoly, sloužící jako zásobárna vody se nazývá hydrenchym (např. kaktusy).

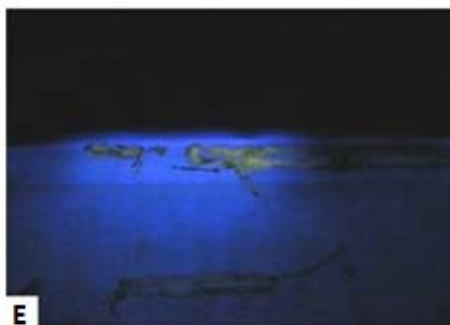
- **kolenchym** - kolenchymatické pletivo plní v rostlinách především mechanickou funkci. Buňky kolenchymu jsou živé, více či méně protáhlé s nerovnoměrně ztloustlou primární buněčnou stěnou, která si zachovává pružnost. Kolenchym se vyskytuje většinou v nadzemních částech u dvouděložných rostlin, není obvyklý u jednoděložných (v koléncích trav). Podle místa ztloustlé buněčné stěny dělíme kolenchym na rohový (vznikající tam, kde se stýkají tři buňky), deskový (se ztloustlými pouze stěnami rovnoběžnými s povrchem) a lakunární (se stěnami ztloustlými v místech styku s intercelulárou).
- **Sklerenchym** - sklerenchymatické pletivo je tvořeno sklerenchymatickými buňkami s rovnoměrně ztloustlými sekundárními buněčnými stěnami. Sklerenchymatické buňky často odumírají a tak plní mechanickou funkci pouze jejich buněčné stěny. Rozlišujeme dva typy sklerenchymatických buněk – **sklereidy** (např. v dužině hrušky – tzv. kamenné buňky – brachysklereidy) a **sklerenchymatická vlákna** (vyskytující se např. v dřevu a lýku cévních svazků rostlin).

#### 4. Dělení základních pletiv dle funkce:

- **pletiva asimilační**, se nachází v těsné blízkosti epidermis, kde mají dostatek světla, a tudíž mohou vykonávat svojí asimilační funkci, tedy provádět fotosyntézu. Pletiva asimilační se nejhojněji vyskytují v listech, kde jsou nazývány jako listový mezofyl. Buňky mezofylu jsou tenkostěnné, mají velkou středovou vakuolu a obsahují velké množství chloroplastů. Mezofyl může být rozlišen na palisádový a houbový parenchym nebo je mezofyl nerozlišený (pouze houbový parenchym, ve kterém je podstatně méně chlorofylu).
- **pletiva zásobní** slouží k uchování produktů fotosyntézy. Buňky tvořící toto pletivo obsahují velké množství leukoplastů a vakuol. Nejčastěji se zde hromadí škrobová zrna (amyloplasty), lipidy (elaioplasty) a zásobní proteiny (proteinoplasty) U některých rostlin, např. u sukulentů se vyvinulo parenchymatické pletivo s velkými vakuolami (hydrenchym), které má schopnost zadržovat vodu. Vyskytuje na například u netřesku (*Sempervivum*) nebo u aloe (*Aloe*).
- **pletiva vyměšovací**, se nachází na povrchu nebo uvnitř rostlin a slouží k vylučování odpadních látek, nebo látek, které umožňují rostlinám kontakt s okolím. Řadíme mezi ně například medníky – nektária vylučující nektar, mléčnice – vylučující latex (pampliška – *Taraxacum*, vlašovičnick – *Chelidonium*), schyzogenní pryskyřičné kanálky – produkující silice nebo vodní skulinky – hydatody – sloužící k vylučování přebytečné vody v podobě kapek ven z těla rostlin (gutace).

	<p>Také žláznaté trichomy a tentakule masožravých rostlin se žlázami můžeme řadit mezi vyměšovací pletiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pletiva provětrávací</b>, sloužící k výdeji i příjmu plynů. Patří mezi ně například stomata, lenticely (čočinky), pletivo aerenchym, které je typické velkými mezibuněčnými prostory, sloužící jako zásobárna vzdušného kyslíku, který potom nadlehčuje například bahenní a vodní rostliny. Zvláštním typem aerenchymu je aktinenchym, který se liší hvězdicovitým tvarem buněk.</li> </ul> <p><b>Princip fluorescence rostlin:</b></p> <p>Barvivo berberin je schopno pohlcovat UV záření a následně jeho energii využít k excitaci molekul do vyššího energetického stavu. Po té, co se energetická hladina vrátí do původního stavu, dochází k vyzařování zbytkové energie ve formě viditelného světla. Tento jev můžeme též pozorovat u zvyrazňovačů.</p>
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	<p>VINTER V. – KUBIENOVÁ L. (2013): <i>Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Rostliny, léčivé látky, drogy</i>. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého. 66 s., ISBN 978-80-244-3619-7.</p> <p>SKALICKÝ, M. – NOVÁK, J. (2007): <i>BOTANIKA I. Anatomie a morfologie rostlin</i>. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. 146 s. ISBN 978-80-213-1724-6.</p> <p>ZEMÁNKOVÁ, K. (2010): <i>Anatomická stavba asimilačních listů ve výuce biologie na školách gymnaziálního typu</i>. Bakalářská práce. Univerzity Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta Katedra botaniky.</p>
<b>Pomůcky</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. filtrační papír</li> <li>2. prkénko</li> <li>3. váleček</li> <li>4. UV lampa</li> </ol>
<b>Rostlinný materiál</b>	vlaštovičnick ( <i>Chelidonium</i> sp.) nebo dřišťál ( <i>Berberis</i> sp.)
<b>Chemikálie</b>	
<b>Pracovní postup</b>	<p>Důležité upozornění: pro bezpečnost práce doporučuji při práci použít ochranné rukavice. Ronící se mléko z vlaštovičnicku může způsobit podráždění pokožky, vyrážky či drobné puchýře.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nastříháme si rostlinný materiál na menší kousky.</li> <li>2. Vložíme rostlinný materiál mezi dva filtrační papíry.</li> <li>3. Na prkénku rozválíme rostlinu vloženou mezi filtrační papíry tak, aby se otiskla.</li> <li>4. Odstraníme zbytky rostliny.</li> <li>5. Zatemníme místnost a nasvítíme otisk rostliny UV lampou.</li> <li>6. Pozorujeme fluorescenci alkaloidů obsažených v latexu rostlin.</li> </ol>

**Obrazová dokumentace**



Obr. 1: A - Pomůcky a rostlinný materiál, B – Rostlinný materiál na filtračním papíru, C – Lisování rostlinného materiálu, D – Otisky rostliny, E – Fluorescence alkaloidů. Foto V. Pánková, 2017



<b>Pozorování</b>	Po vylisování rostliny pomocí válečku se latex uvolněný z pletiv rostliny obtiskly na filtrační papír. Poté, co obtisk rostliny nasvítíme UV světlem v zatemněné místnosti, pozorujeme, že obtisk fluoreskuje.
<b>Závěr</b>	Mléko (latex), které roní rostlina při poškození celistvosti mléčnic, obsahuje jedovaté alkaloidy. Tyto látky se při lisování zachytily na filtračním papíru. Přítomnost jedovatého alkaloidu berberinu dokazuje žlutá fluorescence pod UV světlem. Barvivo Berberčin pohlcuje UV záření a následně jeho energii využívá k excitaci molekul do vyššího energetického stavu. Poté, co se energetická hladina vrátí do původního stavu, dochází k vyzařování zbytkové energie ve formě viditelného světla.
<b>Organizace</b>	<p>Pro realizaci pokusu je nutné předem nasbírat rostlinný materiál. Učitel může s žáky v rámci zpestření výuky natrhat rostliny například na exkurzi v přírodě nebo zadat za domácí úkol, aby žáci donesli do vyučování doporučené rostliny obsahující fluoreskující alkaloidy.</p> <p>Realizaci pokusu doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zadat žákům jednotlivě – každý donese svůj vzorek rostliny;</li> <li>b) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>c) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině;</li> <li>d) provést učitelem demonstračně.</li> </ol>
<b>Doporučení pro učitele</b>	Tento pokus navrhuji provádět při probírání tematického okruhu rostlinná pletiva.
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 2 – Základní pletiva</p> <p>Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>


### 5.1.2.2 Pletiva krycí

Tab. 6: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma krycí pletiva

<b>Krása rostlin hmatem</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	příprava krabiček 15 minut samotná demonstrace 15 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	krycí pletiva
<b>Klíčová slova</b>	epidermis, kutikula, stomata, emergence, papily, trichomy
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem pletiva;</li> <li>• žák chápe význam krycích pletiv na rostlině;</li> <li>• žák rozumí významu a funkci krycích pletiv;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat pokožkové deriváty;</li> <li>• žák zná základní dělení trichomů a rostliny, na kterých se trichomy vyskytují;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti při výrobě krabiček;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci se na základě názorné ukázky, přiřazování a hmatové percepce učí rozmanitosti utváření pokožky a trichomů rostlin, žáci poznávají krycí pletiva a jejich deriváty, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku hmatové percepce a přiřazují rostlinný materiál podle hmatu;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, a jejich pocity při hmatovém pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<b>Základní termíny</b>	<p><b>epidermis</b> = pokožka  <b>kutikula</b> = vrstva na pokožce tvořená kutinem a vosky  <b>stomata = průduchy</b> – útvary sloužící k výměně plynů  <b>emergence</b> – více buněčné útvary na pokožce, na jejichž vzniku se podílí nejen buňky epidermis, ale také podpokožkové vrstvy buněk, případně i vodivá pletiva (např. žláznatá tentakule)  <b>papily</b> – jednoduché výběžky pokožkových buněk  <b>trichomy = chlupy</b> – výrůstky trichoblastů</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p><b>Krycí pletiva</b> pokrývají povrch rostliny a chrání tak rostlinu před různými vlivy. Někteří autoři uvádí dva základní typy krycích pletiv dle vzniku. Pletiva primární, vznikající z primárních meristémů – epidermis, rhizodermis a pletiva krycí sekundární, vznikající ze sekundárního meristému felogenu – peridermis a borka.</p> <p>Pokožka prýtu = epidermis je obvykle tvořena jednou vrstvou tenkostěnných buněk bez mezibuněčných prostor (intercelulár) a bez chloroplastů – výjimkou jsou kapradiny a ponořené (submerzní) rostliny. Její funkce je především ochranná. Chrání rostlinu před nadměrnými ztrátami vody i před nepříznivými účinky slunečního záření. Tvoří ji převážně tzv. základní pokožkové buňky. Epidermis bývá často chráněna vrstvou kutikuly, která je tvořena kutinem a vosky.</p> <p>Kromě základních pokožkových buněk se v epidermis navíc vyskytují i některé specializované buňky jako jsou svěrací buňky = průduchy (stomata), papily chlupy (trichomy) a emergence. Stomata, papily, emergence a trichomy označujeme jako tzv. pokožkové deriváty.</p> <p><b>Stomata</b> slouží k výměně a regulaci plynů mezi rostlinou a atmosférou. Tvoří je vždy dvě svěrací nejčastěji ledvinovité buňky, mezi kterými je schizogenní mezibuněčná prostora. Největší počet stomat se nachází na listech. U listů, které mají rozlišenou spodní a svrchní stranu listu (bifaciální list – např. ibišek <i>Hibiscus</i>, lípa <i>Tilia</i>) jsou stomata umístěna na spodní straně listu. U listů, které nemají rozlišenou svrchní a spodní stranu listu (izolaterální list – např. kosatec, unifaciální list – např. česnek) se stomata nachází na obou stranách listu. Pouze na svrchní straně listu jsou stomata umístěna na listech např. leknínu nebo stulíku. Tvar svěracích buněk stomat a jejich velikost je důležitým determinačním znakem rostliny. Počet stomat na listovou plochu (hustota) závisí na stanovišti, kde rostlina roste.</p> <p><b>Papily</b> řadíme mezi nejjednodušší útvary vznikající vychlípěním pokožkových buněk. Papily dodávají rostlinám sametový vzhled (např. sametový vzhled korunních lístků macešky, <i>Viola x wittrockiana</i>) nebo se mohou vyskytovat například na bliznách, kde slouží k zachycení pylových zrn.</p> <p><b>Emergence</b> jsou vícebuněčné útvary na pokožce, na jejichž vzniku se podílí nejen buňky epidermis, ale také podpokožkové vrstvy buněk, případně i vodivá pletiva (např. žláznatá tentakule). Za krycí emergence považujeme například ostny růží (<i>Rosa</i>) nebo srstky angreštu (<i>Ribes uva-crispa</i>). K lapání hmyzu masožravých rostlin rosnatek slouží žláznatá emergence neboli <b>tentakule</b>.</p> <p><b>Trichomy</b> vznikají ze specializovaných pokožkových buněk, tzv. <b>trichoblastů</b>. Přítomností hustého pokryvu trichomy se vyznačují především rostliny suchých a slunných stanovišť, protože snižují výdej vodní páry, také odráží část slunečního záření a zabraňují tak přehřátí listů. V některých případech slouží hustý pokryv krycích trichomů také k odpuzení býložravců od okusu rostlin. Trichomy mohou být zahrocené, jejich buněčné stěny mohou být značně tvrdé, někdy i zdřevnatělé (lignifikované) či inkrustované kyselinou křemičitou nebo uhličitánem vápenatým; takové trichomy fungují jako ochrana proti býložravcům</p>

	<p>(např. ostny ostružiníku křovitého, <i>Rubus fruticosus</i>, trichomy na listech okurky seté, <i>Cucumis sativus</i>). Různě zahnuté trichomy mohou umožňovat rostlinám přichycení k podkladu a šplhání, nebo přichycení semen či plodů na těla živočichů a pomáhají tak k jejich šíření (zoochorie). Žláznaté trichomy, které vylučují silice a éterické oleje mají za úkol odpuzovat býložravce nebo naopak lákat opylovače (např. máta <i>Mentha</i>, levandule <i>Levandula</i>, šalvěj <i>Salvia</i>).</p> <p>Trichomy vytváří odění rostlin a slouží jako důležitý determinační znak, můžou tak rozhodnout o zařazení rostliny k příslušnému druhu.</p> <p><b>Základní dělení trichomů:</b></p> <p>a) Podle počtu buněk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trichomy <b>jednobuněčné</b>, např. papily, které dávají vzniku sametového povrchu rostlinných orgánů;</li> <li>• trichomy <b>mnohobuněčné</b>: např. mnohobuněčný trichom divizny (<i>Verbascum</i>);</li> </ul> <p>b) podle funkce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trichomy <b>krycí</b>: např. hvězdicovitý trichom hlošiny (<i>Elaeagnus</i>);</li> <li>• trichomy <b>žahavé</b>, inkrustované kyselinou křemičitou, kterým se při dotyku vrchol chlupu snadno ulomí a dochází tak ke vstříknutí žahavé látky, např. kopřiva (<i>Urtica</i>);</li> <li>• trichomy <b>žláznaté</b>, zakončené hlavičkou s kutikulou, pod níž se hromadí sekret, např. silice, éterické oleje nebo terpenoidy;</li> <li>• trichomy <b>abrosbční</b>, např. na podzemních částech rostlin kořenové vlášení – rhiziny, schopné přijímat vodu, nebo na nadzemních částech (zřídka) - např. šupinovitě absorpční trichomy na listech tropického rodu <i>Tillandsia</i> slouží k přijímání vody a v ní rozpuštěných živin, nebo u broméliovitých (<i>Bromeliaceae</i>) jsou na bázi listů absorpční trichomy nebo např. na listech masožravé rostliny tučnice obecné <i>Pinguicula vulgaris</i> a slouží k přijímání natrávené potravy;</li> </ul> <p>c) podle větvení:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>jednoduché (nevětvené)</b> – pouze jednořadé mnohobuněčné útvary</li> <li>• <b>větvené</b> – např. větvené hvězdicovité trichomy tařice horské (<i>Alyssum montanum</i>)</li> </ul>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>MAŠKOVÁ, H. (2014): <i>Trichomy – jedna z adaptací suchomilných rostlin</i>. In: <i>Živa</i> [online]. [cit. 7.11.2016]. Dostupné na <a href="http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/trichomy-jedna-z-adaptaci-suchomilnych-rostlin.pdf">www: &lt;http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/trichomy-jedna-z-adaptaci-suchomilnych-rostlin.pdf&gt;</a>.</p> <p>NOVÁK J. – SKALICKÝ M. (2012): <i>Botanika</i>, 3. vyd. Praha: Powerprint 336 s. ISBN 978-80-87415-53-5.</p> <p>VOTRUBOVÁ O. (2001): <i>Anatomie rostlin</i>. 3. vyd. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova 192 s. ISBN 978-246-1867-8.</p>

<b>Pomůcky</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. krabičky od papírových ubrousků</li> <li>2. staré silonové/textilní punčocháče – tmavé</li> <li>3. nůžky</li> <li>4. sešívačka na papír nebo izolepa</li> </ol>
<b>Rostlinný materiál</b>	Různé duhy rostlin či rostlinných částí – např. čistec vlnatý ( <i>Stachys byzantina</i> ), jehličí, kočičky – vrba ( <i>Salix</i> sp.), africká fialka ( <i>Saintpaulia ionantha</i> ), divizna ( <i>Verbascum</i> sp.)
<b>Chemikálie</b>	
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nachystáme si několik prázdných krabiček od papírových ubrousků (asi 5).</li> <li>2. V případě potřeby můžeme nůžkami zvětšit otvor na ruku.</li> <li>3. Krabičku naplníme rostlinným materiálem.</li> <li>4. Ze starých punčocháčů odstříhneme nohavici na obou koních.</li> <li>5. Na krabičku připevníme jeden konec nohavice, druhý konec necháme volný.</li> <li>6. Můžeme zafixovat sešívačkou nebo izolepou.</li> <li>7. V případě, že je otvorem rostlinný materiál vidět a žáci by tak poznali, co je v krabičce, zamaskujeme ho zbylými částmi punčocháčů nebo kusem papíru.</li> <li>8. Vedle krabiček necháme náhodně uspořádané části rostlin a necháme žáky, aby je zkusili správně přiřadit ke krabičkám podle hmatu.</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	 <p>Obr. 1: A - Pomůcky, B - Ustřižená nohavice, C - Rostlinný materiál v krabičce, D – Hotová hmatová krabička. Foto V. Pánková, 2017</p>

<b>Pozorování</b>	Žáci hmatem zkoumají obsah hmatových krabiček a přiřazují je k náhodně uspořádaným částem rostlin na stole.
<b>Závěr</b>	Touto názornou ukázkou žáci poznávají rozmanitost krycích pletiv v rostlinné říši. Hmatem si ověřují přítomnost různých typů trichomů. Zároveň se učí poznávat druhy rostlin a části rostlinného těla.
<b>Organizace</b>	Hmatové krabičky je třeba si připravit předem. Jejich příprava však nezabere mnoho času, proto je možné zadat výrobu krabiček žákům za domácí úkol. Další možností na základní škole je výroba krabiček například v pracovních činnostech nebo ve výtvarné výchově. Není potřeba, aby měl každý žák několik vlastních hmatových krabiček, postačí, aby si každý vyrobil jednu vlastní. V případě, že bude učitel realizovat pokus demonstračně, bude potřebovat asi 5 hmatových krabiček. V tomto případě je však časové náročné, aby si každý žák krabičky vyzkoušel.
<b>Doporučení pro učitele</b>	Doporučuji třídu rozdělit do několika skupinek, aby si každá skupinka vytvořila svoji vlastní názornou ukázkou. Rozdělením třídy do skupinek navíc docílíme větší rozmanitosti rostlinného materiálu v krabičkách a žáci se budou učit komunikovat a pracovat v kolektivu. Každá skupinka si donese vlastní rostlinný materiál, který považují za hmatově zajímavý. Žáci mohou být motivováni například známkou za aktivitu.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 3 – Krycí pletiva Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

### 5.1.2.3 Pletiva vodivá

Tab. 7: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma vodivá pletiva

<b>Přesvědč se, jak putuje voda rostlinou</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	Nutno přichystat den předem
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – morfologie a anatomie rostlin, rostliny a prostředí
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Vodivá pletiva, vodní režim rostlin
<b>Klíčová slova</b>	pletiva, tracheidy, tracheje, prokambium, kambium, felogen, cévní svazek, osmóza
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem vodivá pletiva;</li> <li>• žák chápe význam vodivých pletiv v rostlině;</li> <li>• žák rozumí významu a funkci vodivých pletiv;</li> <li>• žák zná rozdíl mezi tracheidami a trachejemi;</li> <li>• žák zná základní typy cévních svazků a umí je popsat;</li> <li>• žák umí popsat vznik letokruhů;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci se na základě pozorování názorné ukázky vedení vody rostlinou učí, co je to vodní režim v rostlině, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku vysvětlení principu putování vody s inkoustem;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společné zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<p><b>Základní termíny</b></p>	<p><b>pletivo</b> = soubor buněk přibližně stejného tvaru a funkce, rostlinná tkáň  <b>tracheidy</b> = <b>cévice</b>, vývojově původnější typ vodivých elementů  <b>tracheje</b> = <b>cévy</b>, vývojově pokročilejší typ vodivých elementů  <b>prokambium</b> = primární meristém, který se postupně diferencuje ve vodivá pletiva  <b>kambium</b> = sekundární meristém, jehož činností vzniká sekundární xylém a floém  <b>felogén</b> = <b>perikambium</b>, sekundární meristém, dělivé pletivo, jehož činností vznikají sekundární krycí pletiva; směrem vně produkuje korek (suberoderm), směrem do středu rostlinného orgánu produkuje zelenou kůru (feloderm); suberoderm, felogén a feloderma společně tvoří sekundární krycí pletivo periderm  <b>cévní svazek</b> = xylém a floém, dohromady tvoří vodivý systém rostlin  <b>osmóza</b> = děj, vyrovnávající rozdílné koncentrace rozpuštěných látek mezi dvěma roztoky</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p>Těla vyšších rostlin jsou primárně složena ze tří systémů pletiv. Jsou to pletiva základní, krycí a vodivá. <b>Pletiva vodivá</b> plní transportní a mechanickou funkci. Rozvádí po rostlinném těle vodné roztoky organických a anorganických látek, ale také tvoří oporný skelet rostliny. Jsou tvořena podélnými buňkami bez nebo jen s částmi příčných přehrádek, které vytváří vodivý systém rostlin. V dřevní části (xylému) je u vyšších rostlin pomocí kapilární síly cévami veden transpirační proud, který transportuje vodu a minerální živiny z kořene do prýtu. Vodivé elementy xylému jsou tzv. tracheidy (cévice) a tracheje (cévy). Buňky vodivých elementů jsou již mrtvé, bez cytoplazmy a plní jen vodivou funkci. Dřevo, které obsahuje pouze tracheidy, se nazývá <b>homoxylní</b> (jehličnany) a dřevo obsahující oba typy vodivých elementů se nazývá <b>heteroxylní</b>. (listnaté stromy a ostatní krytosemenné byliny). V lýkové části (floému) je veden systémem sítkovic tzv. asimilační proud, kterým proudí zejména látky vzniklé při fotosyntéze.</p> <p>Vodivá pletiva vznikají v primární stavbě z primárního meristému – <b>prokambia</b>. U rostlin, které sekundárně tloustnou (dřeviny) vznikají sekundární meristémy - <b>kambium</b> a <b>felogén</b>. Činností kambia následně sekundární dřevo a lýko, z felogénu pak směrem vně vzniká korek (suberoderm), směrem do středu rostlinného orgánu zelená kůra (feloderm). Po několika vegetačních sezónách činností kambia vzniká kompaktní válec sekundárního dřeva a lýka, který známe jako tzv. letokruhy.</p> <p>Základní typy cévních svazků v rostlinných orgánech klasifikujeme a) podle vzájemné pozice xylému a floému:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dřevostředné (hadrocentrické) – př. oddenky kapradin</li> <li>• lýkostředné (leptocentrické) – př. oddenky některých jednoděložných</li> <li>• paprscité (radiální) – př. kořeny v primární stavbě</li> <li>• bočné (kolaterální) – nejčastější typ v listech stonků</li> <li>• dvojbočné (bikolaterální) – př. stonky lilkovitých (<i>Solanaceae</i>) a tykvovitých (<i>Cucurbitaceae</i>)</li> </ul>





Obr. 1: Typy cévních svazků (Pánková, 2017)

b) podle přítomnosti kambia:

- uzavřené – kambium není přítomno; najdeme je u stonků bylin, které sekundárně netloustnou – jednoděložné krytosemenné rostliny
- otevřené – je přítomno kambium, umožňující sekundární tloustnutí – nahosemenné a dvouděložné krytosemenné rostliny

#### Vodní režim rostlin:

Tento termín zahrnuje příjem vody rostlinou, její transport v rostlině a výdej vody do prostředí. Rostlina přijímá svými kořeny vodu a v ní rozpuštěné minerální látky a živiny. Kořenový vztlak zajišťuje, že je voda vytlačována z kořenů do nadzemních částí rostlin. Dalším důležitým faktorem pro rozvod vody rostlinou je přilnavost (adheze) vody vůči pevným povrchům a také soudržnost (koheze) molekul vody mezi sebou. Voda celou rostlinou prostupuje a tím ji vyživuje a zároveň pomáhá rostlině udržet tvar pomocí optimálního turgoru v buňce (vnitřní tlak vody v buňce). Pro příjem, vedení a udržení vody v rostlině je důležitý děj zvaný **osmóza**, založený na semipermeabilitě (polopropustnosti) plazmatických membrán, kdy jimi snadno difundují molekuly vody proti koncentračnímu spádu z míst o vyšší koncentraci do míst o nižší koncentraci rozpuštěných **látek**.

**Plazmolýza** je jev, při kterém z buňky voda difunduje do vnějšího prostředí a dochází ke smršťování protoplastu. Nastává tehdy, když se buňka nachází v **hypertonickém prostředí**, tedy v prostředí, ve kterém je koncentrace rozpuštěných látek vyšší, než v buňce.

Pokud se buňka nachází v prostředí s nízkou koncentrací rozpuštěných látek, tedy v prostředí **hypotonickém**, nastává jev zvaný **plazmoptýza**. Buňka tedy přijímá vodu z okolí, zvětšuje se vakuola a celý protoplast, následně dojde k prasknutí buněk – např. pylová zrna ve vodě, mořské řasy ve slané vodě, třešně po dešti.

**Odkazy na odbornou literaturu**

BALÁŽ, M. (2008): *Vodivá pletiva*. In: sci.muni.cz [online]. [cit. 22.10.2016]. Dostupné na www: <[http://www.sci.muni.cz/~anatomy/vascular\\_bundles/html/intro.htm](http://www.sci.muni.cz/~anatomy/vascular_bundles/html/intro.htm)>.

	<p>BAER, H. (1968): <i>Biologické pokusy ve škole</i>. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 244 s.</p> <p>VINTER, V. (2008): <i>Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin</i>. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra botaniky. 186 s. ISBN 978-80-244-1972-5.</p> <p>VINTER, V. – MACHÁČKOVÁ, P. (2013): <i>Přehled morfologie cévnatých rostlin – Studijní opora e-learningových vzdělávacích modulů projektu BOTASKA</i>. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 198 s. ISBN 978-80-244-3322-6.</p> <p>VLČEK, K. (2010): <i>Vascular budles types</i>. In: wikimedia commons [online]. [cit. 24.11.2016]. Dostupné na <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vascular_budles_types.jpg">www: &lt;https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vascular_budles_types.jpg&gt;</a>.</p>
<b>Pomůcky</b>	2 vázy/sklenice, skalpel
<b>Rostlinný materiál</b>	bílá květina – gerbera ( <i>Gerbera</i> sp.), kopretina ( <i>Leucanthemum</i> sp.)
<b>Chemikálie</b>	voda, inkoust
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obě vázy naplníme vodou.</li> <li>2. Do jedné z váz přilijeme do vody inkoust, tak aby byla voda sytě zabarvená, vodu v druhé váze necháme čistou.</li> <li>3. Skalpelem rozpůlíme stonk květiny asi do 1/3 délky stonku.</li> <li>4. Vložíme květinu do obou váz tak, aby jedna polovina stonku byla ve váze s čistou vodou a druhá polovina ve váze s vodou obarvenou inkoustem.</li> </ol>

**Obrazová  
dokumentace**



Obr. 2: A – Pomůcky, B – Vázy s vodou,  
C – Květina ve dvou vázách, D – Květina před obarvením,  
E – Květina obarvená inkoustem. Foto V. Pánková, 2017

<b>Pozorování</b>	Po několika hodinách můžeme vidět, jak se začíná červená barva vodivými pletivy dostávat až ke květu. Polovina květu se zbarvila do červena a druhá polovina květu zůstala nezměněna.
<b>Závěr</b>	Květ rostliny se z jedné poloviny zbarvil do červena, druhá polovina zůstala nezměněná. Jedná se o důkaz toho, že voda v rostlině je vedena pomocí cévních svazků. Transpirační proud (xylém) vede vodu proti směru zemské přitažlivosti a to díky kapilárním silám uvnitř cévních svazků. Díky kohezi (soudržnosti) molekul vody vzniká souvislý vodní sloupec, který rozvádí po celé rostlině živiny rozpuštěné ve vodě.
<b>Organizace</b>	Vedení vody rostlinou je poměrně pomalý proces. Nejméně 24 hodin trvá, než se voda dostane až ke květu, proto je nutné si připravit pokus den předem. Příprava samotného pokusu však nezabere víc než 5 minut, proto je možné zadat vyhotovení pokusu žákům za domácí úkol, nebo aktivním jednotlivcům, kteří budou motivováni dobrou známkou za aktivitu.
<b>Doporučení pro učitele</b>	Nejvhodnější květiny pro pokus jsou bílé kvetoucí květiny s velkými květy. Proto doporučuji pokus provádět v letním období před prázdninami, kdy kvetou například kopretiny ( <i>Leucanthemum</i> sp.) nebo pivoňky ( <i>Paeonia</i> sp.).
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 4 – Vodivá pletiva Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Pracovní list lze použít k vyplnění času při čekání na výsledky pokusu. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

### 5.1.3 Rostlinné orgány


#### 5.1.3.1 Kořen

Tab. 8: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma kořen

<b>Síla kořenů</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	10 minut, vyhodnocení po 3 dnech
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – morfologie a anatomie rostlin, rostliny a prostředí
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Stavba rostlinného těla - kořen
<b>Klíčová slova</b>	kořen, kalyptra, rhizodermis, cortex, pericykl
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem kořen;</li> <li>• žák dovede vysvětlit význam a funkci kořene;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat základní stavbu kořene na podélním i příčném řezu;</li> <li>• žák zná jednotlivé druhy kořenových soustav;</li> <li>• žák zná modifikace kořene a jejich funkce;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti provádění pokusu;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci si na základě názorné ukázky a dlouhodobějšího pozorování uvědomují funkci kořene, učí se pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku práce s klíčovými semeny;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<p><b>Základní termíny</b></p>	<p><b>kořen</b> – podzemní orgán rostliny, který upevňuje rostlinu v půdě a přijímá vodu a v ní rozpuštěné anorganické látky</p> <p><b>kalyptra</b> – <b>kořenová čepička</b> – plní ochrannou funkci apikálního meristému</p> <p><b>rhizodermis</b> – pokožka kořene, tvořená jednou vrstvou buněk bez kutikuly</p> <p><b>cortex</b> – <b>primární kůra</b> – vrstva buněk, vyplňující prostor mezi pokožkou a stélé – centrálním cylindrem, složena ze třech vrstev – exodermis, mezodermis, endodermis</p> <p><b>pericykl</b> – <b>perikambium</b> – latentní meristém – vrstva buněk s dělivou funkcí, zde se zakládají postranní kořeny</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p><b>Kořen</b> představuje obvykle podzemní část rostliny – výjimka (např. vzdušné kořeny monstery – <i>Monstera</i>). Jedná se o mnohobuněčný, podzemní, radiálně symetrický rostlinný orgán, který je charakteristický neomezeným růstem do délky a také růstem ve směru zemské tíže tedy pozitivně geotropicky. Růst kořene je umožněn činností tzv. apikálního meristému, tedy dělivého pletiva ve špičce kořene. Kořen se svou vnitřní stavbou podobá stavbě stonku, se kterým tvoří osu rostliny. Na rozdíl od stonku však není článkovaný a netvoří struktury podobné listům. Kořen plní několik funkcí. Mezi základní funkce můžeme řadit funkci mechanickou neboli upevňovací, absorpční a vodivou. Dále může kořen plnit zásobní funkci, nebo sloužit k vegetativnímu rozmnožování.</p> <p><b>Primární stavba kořene zahrnuje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kořenovou čepičku (kalyptru)</li> <li>- pokožku (rhizodermis)</li> <li>- primární kůru (cortex)</li> <li>- střední válec (stélé)</li> </ul> <p><b>Kalyptru</b> tvoří živé parenchymatické buňky vznikající pomocí tzv. iniciál. V centrální části kalyptry se nachází sloupek (kolumela), v jehož buňkách jsou částičky přesýpavého (statolitového) škrobu. Změna polohy statolitů vede ke změně směru růstu kořene. Základní funkcí kalyptry je mechanická ochrana apikálního meristému. Dále také kalyptra vylučuje tzv. mucigel, což je polysacharidový sliz, který ulehčuje pronikání kořene do půdy.</p> <p><b>Rhizodermis</b> se výrazně liší od epidermis. Pokožka kořene je tvořena jednou vrstvou tenkostěnných buněk, které nejsou kutinizované, tudíž je propustná pro vodu a v ní rozpuštěné anorganické látky. Z pokožkové buňky tvoří vychlípeniny – kořenové vlášení tj. absorpční trichomy, které výrazně zvětšují absorpční plochu kořene. Pro některé druhy epifytů (např. orchideje) je typická několikavrstevná rhizodermis, tzv. velamen, který je však tvořen mrtvými buňkami. Velamen je díky své stavbě schopné přijímat vzdušnou vlhkost.</p> <p><b>Cortex</b> je tvořen silnou vrstvou parenchymatických buněk s velkými mezibuněčnými prostory (aerenchym), které slouží k transportu plynů. U mokřadních rostlin může být v primární kůře též aerenchym, který pomáhá při nadlehčování rostliny. Buňkami primární kůry jsou transportovány přijaté látky z půdy až do středního válce, mohou však sloužit i jako zásobní pletivo. Cortex je zpravidla tvořen třemi vrstvami: exodermis, mezodermis, endodermis s Casparyho proužky.</p> <p><b>Stélé</b> obsahuje primární vodivá pletiva, která jsou tvořena</p>

	<p>radiálním cévním svazkem a jednou nebo více vrstvami buněk – <b>pericyklem</b>. Pericykl odděluje střední válec od primární kůry. Činností kambia v cévním svazku může docházet k druhotnému tloušťnutí kořene. Střední část stéle vyplňuje dřev.</p> <p><b>Na podélném řezu kořenem rozlišujeme základní 4 zóny:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>zóna absorpční</b> – zde kořen přijímá vodné roztoky z půdy, tvoří kořenové vlášení</li> <li>- <b>zóna prodlužovací (elongační)</b> – zóna intenzivního růstu kořene do délky</li> <li>- <b>zóna dělivá (meristemická)</b> – na koncové části kořene s meristemickým (dělivým) pletivem, chráněná kořenovou čepičkou (kalyptrou)</li> <li>- <b>zóna vedlejších kořenů</b> – v této zóně vznikají vedlejší kořeny a pletiva jsou již plně diferencována</li> </ul> <p><b>Typy kořenových soustav:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>allorhizie</b> – kořenovou soustavu tvoří kořen hlavní, ze kterého vyrůstají kořeny vedlejší</li> <li>- <b>homorhizie</b> – kořen hlavní zastavuje růst a zastupují ho kořeny vedlejší, vzniká tak svazčitá kořenová soustava</li> </ul> <p><b>Modifikace kořene:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- adventivní chůdovité kořeny (např. kukuřice - <i>Zea</i>)</li> <li>- zásobní kořeny (např. mrkev - <i>Daucus carota</i>)</li> <li>- kontraktilní - stahovací kořeny (např. cibuloviny)</li> <li>- příčepivé kořeny (např. liány)</li> <li>- haustoria (např. jmelí - <i>Viscum</i>)</li> <li>- pneumatofory - dýchací kořeny (např. mangrovníky)</li> <li>- mykorhiza – symbióza vláken hub s kořeny rostliny</li> <li>- kořenové hlízy – (např. jirina - <i>Dahlia</i>)</li> </ul>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>BAER, H. (1968): <i>Biologické pokusy ve škole</i>. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 244 s.</p> <p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p> <p>SKALICKÝ, M. – NOVÁK, J. (2007): <i>BOTANIKA I. Anatomie a morfologie rostlin</i>. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. 146 s. ISBN 978-80-213-1724-6.</p> <p>VOTRUBOVÁ O. (2001): <i>Anatomie rostlin</i>. 3. vyd. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova 192 s. ISBN 978-246-1867-8.</p>
<p><b>Pomůcky</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. kelímek od jogurtu</li> <li>2. novinový papír</li> <li>3. větší Petriho miska</li> <li>4. sádra (cca 500g)</li> </ol>

<b>Rostlinný materiál</b>	klíčící rostlinka fazolu obecného ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )
<b>Chemikálie</b>	Voda
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kelímek od jogurtu vyložíme novinovým papírem a vlijeme do něho sádrovou kaši (pozor, sádrová kaše musí být poměrně řídká, v poměru cca 60g sádry na 100ml vody).</li> <li>2. Do sádry zasadíme několik klíčících rostlin.</li> <li>3. Před tím, než sádrový odlitek zcela ztuhne, vyjmeme ho z kelímku a odstraníme novinový papír.</li> <li>4. Pevný sádrový odlitek postavíme do Petriho misky s vodou.</li> <li>5. Po dobu 3 dní pozorujeme.</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	 <p>Obr. 1: A – Materiál a pomůcky, B – Kelímek vyložený novinovým papírem, C – Naklíčené fazole zasazené v sádře, D – Sádrový blok v Petriho misce s vodou, E – Výsledek pokusu - síla kořenů narušila sádrový blok.</p> <p>Foto V. Pánková, 2017</p>



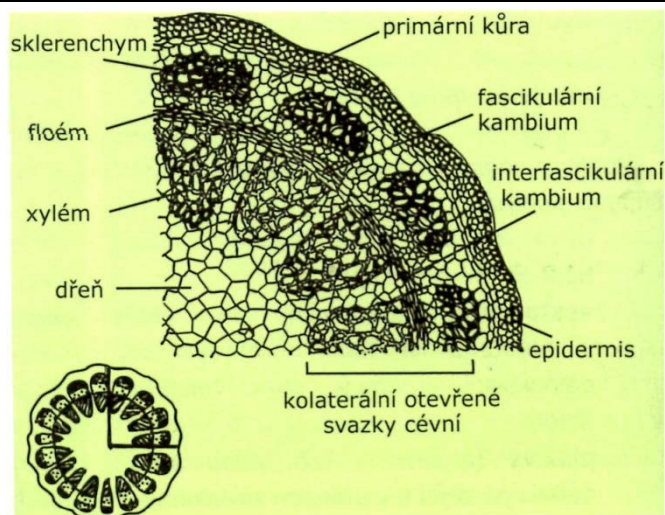
<b>Pozorování</b>	Sádrový odlitek se asi po třech dnech narušil.
<b>Závěr</b>	Mechanické působení rostoucích kořenů, způsobilo narušení sádrového odlitku.
<b>Organizace</b>	Pro realizaci pokusu je nutné předem nechat naklíčit semena fazolu. Učitel může s žáky v rámci zpestření výuky nechat naklíčit semena během některé z vyučovacích hodin, nebo zadat žákům za domácí úkol, aby si založili pokus již doma. Doba nutná pro pozorování je asi 3 dny. Realizaci pokusu doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) zadat žákům jednotlivě – každý donese svůj vzorek;</li> <li>b) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>c) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině;</li> <li>d) provést učitelem demonstračně.</li> </ul>
<b>Doporučení pro učitele</b>	Doporučuji sádrovou kaši udělat poměrně řídkou v poměru 60g sádry na 100ml vody, aby klíčící semena sádrový blok opravdu narušila. Tento pokus doporučuji provádět při probírání tematického celku Stavba rostlinného těla – kořen.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 5 – Kořen Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

### 5.1.3.2 Stonek

Tab. 9: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma stonek

<b>Víte, co jíte?</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Stonek
<b>Klíčová slova</b>	stonek (kaulom), nody, internodia, epidermis, cortex, stélé, kambium, deuterofloém, deuteroxylém, duramen, splint, periderm
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák dovede vysvětlit základní funkci stonku;</li> <li>• žák umí popsat primární a sekundární stavbu stonku;</li> <li>• žák dokáže popsat příčný řez stonkem;</li> <li>• žák dovede vyjmenovat typy cévních svazků a umí je popsat;</li> <li>• žák umí vysvětlit vznik letokruhů;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci se na základě pozorování učí rozlišovat jednotlivé druhy zeleniny na podle jejich původu vzniku, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku vysvětlení principu vzniku různých metamorfóz stonku, žáci řeší problematiku výběru druhů zeleniny stonkového původu;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společné zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>
<b>Základní termíny</b>	<p><b>stonek = kaulom</b> = zpravidla nadzemní, většinou zelená a vždy článkovaná část vyšších rostlin</p> <p><b>nody</b> = uzliny na stonku, na nichž se stonek větví nebo zde vyrůstají listy, květy nebo květenství a pupeny</p> <p><b>internodia</b> = články stonku mezi jednotlivými nody</p> <p><b>epidermis</b> = pokožka, tvořená jednou vrstvou protáhlých, přiléhajících buněk</p>

	<p><b>cortex</b> = primární kůra, která je tvořena několika vrstvami základních pletiv uspořádaných do tří částí – exodermis, mezodermis, endodermis</p> <p><b>stélé</b> = střední válec tvořený základním parenchymem a cévními svazky</p> <p><b>kambium</b> = sekundární meristém, druhotné dělivé pletivo, jehož činností vzniká deuterofloém a deuteroxylém</p> <p><b>deuterofloém</b> = sekundární lýko vznikající činností kambia směrem k obvodu stonku</p> <p><b>deuteroxylém</b> = sekundární dřevo vznikající činností kambia směrem do středu stonku</p> <p><b>splint (běl)</b> = vnější, mladší a méně tvrdá část dřeva s funkčními vodivými pletivy</p> <p><b>duramen</b> = tvrdší, tmavší a starší část dřeva, blíže ke středu kmene, vodivá pletiva zde už přestávají fungovat, dochází zde k ukládání pryskyřic, tříslovin a silic</p> <p><b>periderm</b> = druhotné krycí pletivo, druhotná kůra tvořena činností sekundárního meristému – felogénu</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p>Stonek (kaulom) představuje nadzemní, zelenou a vždy článkovanou část vyšších rostlin. Ze stonku vyrůstají listy, úžlabní pupeny a květy. Hlavní funkcí stonku je rozvádění anorganických látek z kořene do listů (pomocí trachejí a tracheid) a organických látek do tzv. sinků – míst jejich spotřeby (pomocí sítkovic). Stonek zajišťuje také komunikaci mezi jednotlivými orgány, může mít zásobní funkci nebo dokonce i asimilační, pokud obsahuje pod epidermis chlorenchym (pletivo obsahující velké množství chloroplastů).</p> <p>Stonek je členěný na nody = uzliny a internodia = články. Internodia mají u různých rostlin různou délku. Zkrácením internodií mohou vznikat brachyblasty = zkrácené větévky, na kterých vyrůstají listy nebo květy (př. modřín - <i>Larix</i>, třešeň ptačí - <i>Prunus avium</i>) nebo také takto vznikají přízemní růžice listů (př. prvosenka jarní - <i>Primula veris</i>). V opačném případě, při prodloužení internodií vznikají bezlisté lodyhy a stvolý. Velmi zkrácená internodia mají některá květenství, př. úbor - pampeliška lékařská (<i>Taraxacum officinale</i>).</p> <p><b>A) Primární stavba</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>epidermis</b> = pokožka, tvořená jednou vrstvou protáhlých, přiléhajících buněk. Má obvykle podobnou stavbu jako epidermis listů, ale neobsahuje tolik průduchů. Obvykle se zde vytváří trichomy a emergence.</li> <li>• <b>cortex</b> = primární kůra, která je tvořena vrstvami základních pletiv. Většinou se dělí na tři části – vnější – exodermis (tvoří ji kolenchym nebo sklerenchym), střední – mezodermis (tvoří ji parenchym s velkými intercelulárami) a vnitřní – endodermis (slabá vrstva, není tak vyvinutá jako u kořene, u semenných rostlin zcela chybí nebo je pouze proti cévnímu svazku, souvislá endodermis je např. v odděncích konvalinky vonné – <i>Convallaria majalis</i>)</li> <li>• <b>stélé</b> = střední válec tvořený základním parenchymem a cévními svazky. Střed stonku je vyplněný tzv. dřevem (kortex), ve které se mohou ukládat zásobní látky. Dřeň odděluje pericykl (perikambium).</li> </ul>



Obr. 1: Primární stavba stonku dvouděložných rostlin (Novák a Skalický, 2009)

### Základní typy cévních svazků v rostlinných orgánech podle vzájemné pozice xylému a floému:

- dřevostředné (hadrocentrické) – př. oddenky kapradin
- lýkostředné (leptocentrické) – př. oddenky některých jednoděložných
- paprscité (radiální) – př. kořeny v primární stavbě
- bočné (kolaterální) – nejčastější typ v listech stonků
- dvojbočné (bikolaterální) – př. stonky lilkovitých (*Solanaceae*)



■ dřevo  
 ■ lýko

Obr. 2: Typy cévních svazků (Pánková, 2017)

### Typy cévních svazků podle přítomnosti kambia:

- uzavřené – kambium není přítomno; najdeme je u stonků bylin, které sekundárně netloustnou – jednoděložné krytosemenné rostliny
- otevřené – je přítomno kambium, umožňující sekundární tloustnutí – nahosemenné a dvouděložné krytosemenné rostliny

### Typy stonku

- lodyha (caulis) – bylinný dužnatý stoněk, olistěný, př. kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stvol (scapus)</b> – neolistěný stonek s přízemní růžicí listů, vznikající extrémním prodloužením posledního článku hladní nebo vedlejší lodyhy, př. pampeliška lékařská (<i>Taraxacum officinale</i>)</li> <li>• <b>stéblo (culmus)</b> – pro trávy typický dutý stonek s výraznými kolénky, př. lipnice obecná (<i>Poa trivialis</i>)</li> <li>• <b>kmen (truncus)</b> – zdřevnatělý stonek u stromů, př. modřín (<i>Larix</i>)</li> </ul> <p><b>B) Sekundární stavba = druhotné tloustnutí</b>  Druhotné tloustnutí se týká především nahosemenných (<i>Gymnospermae</i>) a dvouděložných (<i>Magnoliopsida</i>) rostlin, ze zástupců jednoděložných rostlin sekundárně tloustnou jen někteří zástupci stromovitých palem, např. dračinec (<i>Dracaena</i>) nebo juka (<i>Yucca</i>). Druhotné tloustnutí umožňuje přítomnost sekundárního meristému, tzv. <b>kambia</b>. Činností kambia vzniká směrem k obvodu sekundární lýko, tzv. <b>deuterofloém</b> a směrem do středu stonku vzniká sekundární dřevo tzv. <b>deuteroxylém</b>. Střídáním pravidelné činnosti (v období vegetační aktivity) a nečinnosti (období vegetačního klidu) kambia takto vznikají letokruhy. Tedy letokruh = přírůstek dřeva za vegetační období.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dřevo bělové = běl = <b>splint</b> – vnější, mladší a méně tvrdá část s funkčními vodivými pletivy</li> <li>• dřevo jádrové = <b>duramen</b> – tvrdší, tmavší a starší část dřeva, blíže ke středu kmene, vodivá pletiva zde už přestávají fungovat, dochází zde k ukládání pryskyřic, tříslovin a silic.</li> </ul>
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	<p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>NOVÁK, J. – SKALICKÝ, M. (2009): <i>Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika</i>, 2. vyd. Praha: Powerprint. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0.</p>
<b>Pomůcky</b>	
<b>Rostlinný materiál</b>	různé druhy zeleniny (př. zelí červené hlávkové - <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capita</i> var. <i>rubra</i> , kedluben - <i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> , ředkev setá - <i>Raphanus sativus</i> , cibule kuchyňská - <i>Allium cepa</i> , česnek kuchyňský - <i>Allium sativum</i> , mrkev obecná - <i>Daucus carota</i> , zázvor lékařský - <i>Zingiber officinale</i> , lilek brambor - <i>Solanum tuberosum</i> , batáty - povijnice batátová - <i>Ipomoea batatas</i> )
<b>Chemikálie</b>	
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na podložku vyskládáme různé druhy zeleniny.</li> <li>2. Žáci postupně vyřazují zástupce zeleniny jiného než stonkového původu.</li> </ol>

**Obrazová dokumentace**



Obr. 3: A – Různé příklady zeleniny, B – Zelenina stonkového původu, C – Zelenina jiného než stonkového původu. Foto V. Pánková, 2017

**Pozorování**

Metamorfózou (přeměnou) různých částí rostlin vznikají různé druhy zeleniny.  
Na základně teoretických znalostí žáci rozlišují zeleninu podle původu vzniku.

**Závěr**

**Stonkového původu jsou:** lilek brambor (*Solanum tuberosum*) – stonkové hlízy, kedluben (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) – bulva (hlíza) vzniklá zdužnatěním stonku, ředkev setá (*Raphanus sativus* var. *sativus*) – hypokotylová hlíza vzniklá zdužnatěním kořene a hypokotylu, česnek kuchyňský (*Allium sativum*) – složená cibule, vznikající zdužnatěním kolaterálních pupenů u úžlabí suchomázdřitých šupinovitým listů, zázvor lékařský (*Zingiber officinale*) – stonkové oddenky  
**Jiného původu:** zelí hlávkové červené (*Brassica oleracea* convar. *capita* var. *rubra*) – listová zelenina, batáty – kořenové hlízy povijnice batátové (*Ipomoea batatas*), paprika – bobule – plod papriky seté (*Capsicum annuum*), mrkev obecná (*Daucus carota*) – kořenová zelenina

<b>Organizace</b>	<p>Pro demonstraci metamorfóz rostlinných orgánů je nutné si předem nachystat rostlinný materiál. Pokud má učitel možnost vypěstovat zeleninu na školní zahradě, může s žáky v rámci zpestření výuky použít zeleninu ze zahrady. Další možnost je zadat za domácí úkol, aby si žáci donesli zeleninu z domu.</p> <p>Realizaci demonstrace doporučuji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) provést učiteli demonstračně;</li> <li>b) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>c) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině.</li> </ul>
<b>Doporučení pro učitele</b>	<p>Doporučuji při realizaci demonstrace použít i méně známé druhy zeleniny.</p> <p>Žáci se tak učí mimo jiné i poznávat další druhy potravin.</p>
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 6: Stonek</p> <p>Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>

### 5.1.3.3 List

Tab. 10: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma list

<b>Extrakce a důkaz přítomnosti chlorofylu v listech</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 - 10 minut, vyhodnocení za 30 - 40 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy výuky</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin, mezipředmětové vztahy - environmentální výchova
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	list
<b>Klíčová slova</b>	chlorofyl, epidermis, kutikula, stomata, mezofyl, palisádový parenchym, houbový parenchym
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí vysvětlit význam a funkci listů na rostlině;</li> <li>• žák dokáže popsat anatomickou a morfologickou stavbu listu;</li> <li>• žák umí popsat příčný řez listem;</li> <li>• žák umí vyjmenovat typy různé způsoby klasifikace typů listu a jejich příklady;</li> <li>• žák uvede příklady modifikace listů a jejich praktické využití.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci na základě jednoduchého experimentu odvozují obsah listových barviv v listu; žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku obsahu různých listových barviv v zelených a červených listech, žáci řeší problematiku praktického uspořádání pokusu a vytvoření knotu z filtračního papíru;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují o prováděném pokusu, prezentují výsledky pozorování pokusu, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci spolupracují ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci se učí pracovní zručnosti, žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>



<b>Základní termíny</b>	<p><b>chlorofyl</b> = zelené barvivo obsažené v chloroplastech rostliny, hraje významnou roli při fotosyntéze - zachycuje fotony, nejdůležitější z hlediska fotosyntézy je chlorofyl a</p> <p><b>epidermis</b> = pokožka</p> <p><b>kutikula</b> = vrstva na pokožce tvořená kutinem a vosky</p> <p><b>stomata</b> = <b>průduchy</b> – útvary sloužící k výměně plynů</p> <p><b>mezofyl</b> = základní parenchymatické pletivo listu, vyplňující prostor mezi krycími a vodivými pletivy</p> <p><b>palisádový parenchym</b> = pletivo tvořené zpravidla v jednom směru protáhlými buňkami s velkým množstvím chlorochymu</p> <p><b>houbový parenchym</b> = pletivo tvořené nepravidelně uspořádanými parenchymatickými buňkami s velkými mezibuněčnými prostory (intercelulárami)</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p>Listy rostlin jsou nadzemní, vegetativní orgány cévnatých rostlin. Vyrůstají v nodech na stonku a mají zpravidla omezený růst. Slouží především k fotosyntéze a k transpiraci – výměně plynů mezi rostlinou a okolím. Jejich typická zelená barva je dána přítomností chlorofylu v strukturách zvaných chloroplasty. Listová barviva, hlavně chlorofyl <b>a</b>, chlorofyl <b>b</b> pohlcují zejména červenou a modrou složku viditelného světla. Naopak zelenou a žlutou složku světla rostliny propouští a odráží. Proto se nám rostliny jeví jako zelené. Tento mechanismus rostliny používají při fotosyntéze – výrobě „potravy“ (glukóza) pro rostliny (viz metodický list k motivačnímu experimentu na téma Fotosyntéza).</p> <p><b>Morfologická stavba listu:</b>  Obvykle se list skládá ze tří částí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>čepel</b> – plocha listu</li> <li>• <b>řapík</b> – stopka, která spojuje čepel se stonkem; listy s řapíkem se označují jako řapíkaté, v některých případech však řapík chybí, tyto listy se pak označují jako listy přisedlé, listy, u kterých stonek prorůstá listovou čepelí, se nazývají listy prorostlé nebo může čepel stonek tzv. objímat, jedná se pak o list objímavý</li> <li>• <b>listová pochva</b> – z níž list vyrůstá, má ochrannou funkci, též slouží k podpoře listu</li> <li>• <b>palisty</b> - některé rostliny mají na bázi čepele nebo řapíku párové výrůstky, které se označují jako palisty, mohou být důležitým determinačním znakem.</li> </ul> <p><b>Anatomická stavba listu:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>epidermis</b> – pokožka, nachází se na svrchní i spodní straně listu, je kryta voskovou vrstvou – kutikulou, epidermis s kutikulou plní zejména tyto tři funkce – ochrana proti nadměrným ztrátám vody, ochrana proti mechanickému poškození a pomoc při odrážení intenzivního slunečního záření</li> <li>• <b>stomata – průduchy</b> - tvořeny dvěma svěracími buňkami (nejčastěji ledvinovitého tvaru), mezi nimiž se nachází průduchová štěrbina, průduchy slouží především k výměně plynů mezi rostlinou a okolím</li> <li>• <b>listový mezofyl</b> – u bifaciálního listu, tj. list s rozlišenou</li> </ul>

svrchní a spodní stranou je mezofyl rozlišen na tzv. **palisádový parenchym**, který se skládá ze sloupcovitě protáhlých buněk s velkým množstvím chloroplastů, a tzv. **houbový parenchym**, který je tvořen buňkami nepravidelného tvaru a s velkým množstvím mezibuněčných prostor, které jsou důležité pro cirkulaci oxidu uhličitého a kyslíku; u některých listů je mezofyl nerozlišen, je zde pouze houbový parenchym (kapradiny, trávy)

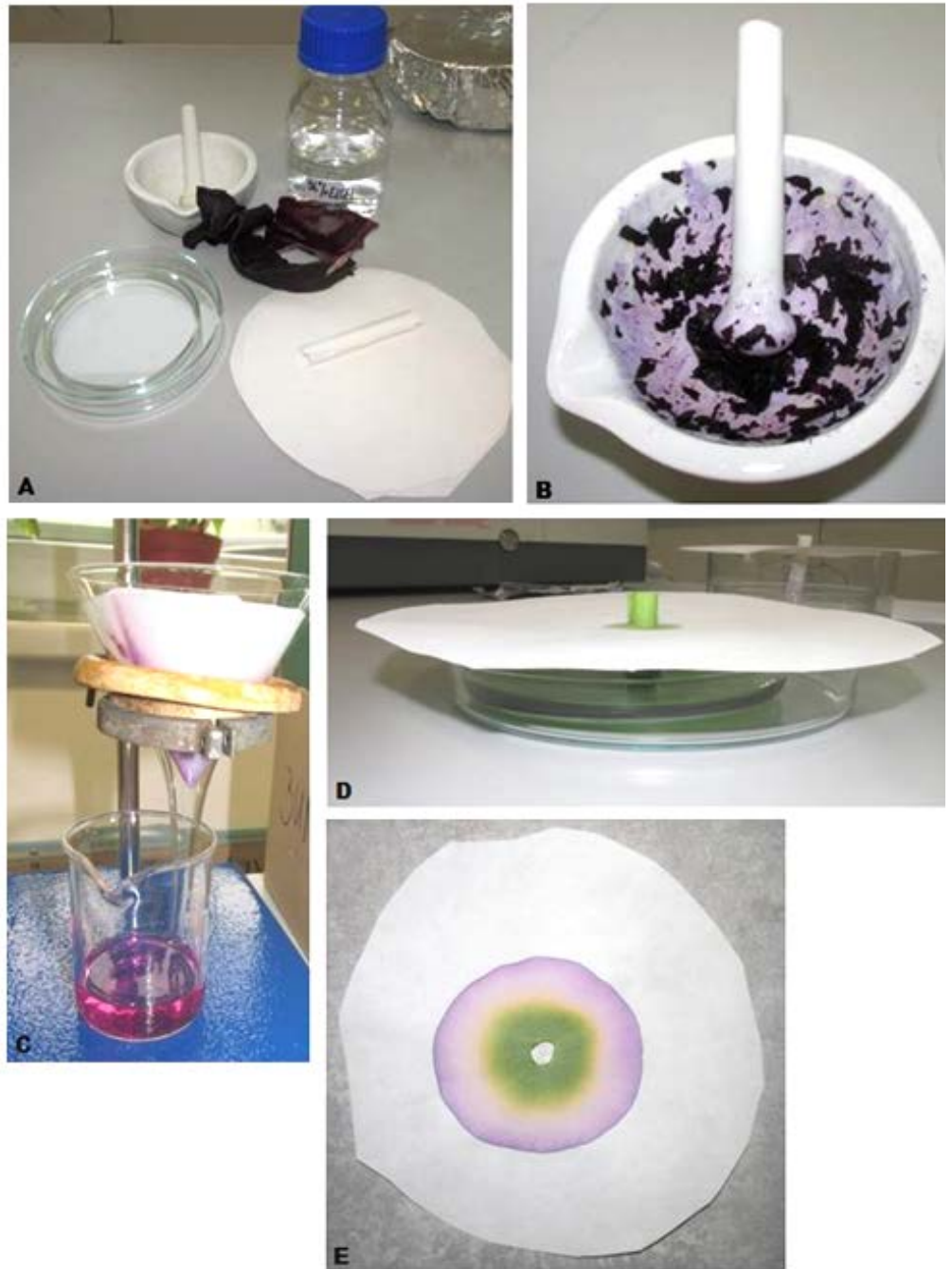
- **cévní svazky** – vodivá pletiva listu se skládá z xylému (u krytosemenných cévy a cévice), který přivádí vodu a rozpuštěné minerální látky od kořene a z floému (sítkovice), který je zodpovědný za přepravu produktů fotosyntézy na místa spotřeby (tzv. **sink**). Typy žilnatiny mohou být například: souběžná, zpeřená, dlanitá nebo rovnoběžná.

#### Klasifikace listů:

- **podle anatomické stavby:**
  - **monofaciální = unifaciální** – stejnostranné, jejichž stavba je na adaxiální (svrchní) i abaxiální (spodní) straně stejná, průduchy se taktéž vyskytují na obou stranách listu, př. kosatec (*Iris*)
  - **bifaciální** = různostranné, jejichž stavba je na adaxiální i abaxiální straně rozdílná, průduchy se vyskytují pouze na spodní straně listu, př. kapradiny
- **podle tvaru čepele:**
  - **jednoduchý**
    - čepel nečleněná, celistvá, př. lípa srdčitá (*Tilia cordata*)
    - čepel členěná:
      - dlanitě členěná (list dlanitolaločný, dlanitoklaný, dlanitodílný, dlanitosečný)
      - peřeně členěná (peřenolaločný, peřenoklaný, peřenodílný, peřenosečný)
  - **složený** - čepel rozdělená na jednotlivé, samostatné lístky
    - **zpeřené** - dvojice lístků jsou naproti sobě, po obou stranách řapíku
      - sudozpeřené – zakončení dvojicí lístků, př. hrachor (*Lathyrus*)
      - lichozpeřené - zakončené jedním lístkem, př. jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*)
    - **dlanitě složené** - lístky vyrůstají pouze z vrcholu řapíku
      - trojčetné - př. jetel plazivý (*Trifolium repens*)
      - pětičetné - př. jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*)
      - mnohočetné - př. lupina mnohohlístá (*Lupinus polyphyllus*)

	<p>Modifikace listů:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• cibule (<i>Allium</i>) - suknice</li> <li>• masožravé rostliny – pasti – láčky, př. láčkovka (<i>Nepenthes</i>)</li> <li>• bobovité – listové úponky</li> <li>• dříšťál (<i>Berberis</i>) – trny</li> <li>• semenné rostliny – květní obaly a generativní orgány</li> <li>• výtrusné rostliny – sporofyly – výtrusnicové listy</li> </ul>
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	<p>BALDRIDGE, IC. – NESS, B. (2013): <i>Leaf anatomy</i>. Salem Press: Encyclopedia of science.</p> <p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p> <p>MICHALCOVÁ, D (2013): <i>Barvy a barviva rostlin</i>. In: Botanická fotogalerie [online]. [cit. 13. 2. 2017]. Dostupné na <a href="http://www.botanickafotogalerie.cz/novinky.php#curiosity_83">www: &lt;http://www.botanickafotogalerie.cz/novinky.php#curiosity_83&gt;</a>.</p> <p>ZEMÁNKOVÁ, K. (2010): <i>Anatomická stavba asimilačních listů ve výuce biologie na školách gymnaziálního typu</i>. Bakalářská práce. Univerzity Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta Katedra botaniky.</p>
<b>Pomůcky</b>	třecí miska s tloučkem, mořský písek, kádinka, filtrační aparát, filtrační papír, nálevka, Petriho misky – jedna vyšší, druhá nižší, vlasový vysoušeč
<b>Rostlinný materiál</b>	zelí hlávkové červené ( <i>Brassica coleracea</i> convar. <i>capita</i> var. <i>rubra</i> ), zelené listy např. muškát ( <i>Pelargonium</i> sp.)
<b>Chemikálie</b>	ethanol (90 – 96 %)
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Listy rozstříháme na kousky a ve třecí misce rozdrtíme s mořským pískem na kaši (možno jen červené, zelené, nebo obojí dohromady).</li> <li>2. Zalijeme etanolem (90 – 96 %).</li> <li>3. Roztok filtrujeme.</li> <li>4. Vystříhneme kolečko filtračního papíru – o kousek větší poloměr, než je poloměr vyšší Petriho misky.</li> <li>5. Vytvoříme z dalšího kousku filtračního papíru knot.</li> <li>6. Vystříhneme doprostřed kruhového filtračního papíru díрку a vložíme do ní knot.</li> <li>7. Nižší Petriho misku vložíme do té vyšší a naplníme jí přefiltrovaným roztokem.</li> <li>8. Kruhový filtrační papír ponoříme knotem do menší Petriho misky tak, aby roztok prolínal přes knot na kruhový filtrační papír.</li> <li>9. Po cca 30 minutách vlasovým vysoušečem vysušíme filtrační papír a pokus vyhodnotíme.</li> </ol>

**Obrazová dokumentace**



Obr. 1: A – Materiál a pomůcky, B – Rozmělnění listů ve třecí misce, C – Filtrace rozmělněných listů s etanolem, D – Vzlínání roztoku knotem na kruhový filtrační papír, E – Výsledek pokusu. Foto V. Pánková, 2017

**Pozorování**

Roztok začíná prolínat přes knot na kruhový filtrační papír. Po 30 minutách se vytvoří barevné soustředné kruhy.

<b>Závěr</b>	Různá barviva obsažená v listech mají různé vlastnosti, které ovlivňují jejich rychlost a vzdálenost, do které doputují na filtračním papíru. Vnější fialový proužek tvoří antokyany, žlutý proužek karotenoidy a vnitřní zelený proužek je tvořen chlorofyly.
<b>Organizace</b>	Pro realizaci pokusu je nutné si připravit rostlinný materiál a pomůcky (možné zadat přinést za domácí úkol). Realizaci pokusu doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) provést učiteli demonstračně</li> <li>b) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině</li> <li>c) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují.</li> </ul>
<b>Doporučení pro učitele</b>	V rámci ušetření času doporučuji si filtrát a pomůcky připravit předem. S ohledem na množství vybavení školy a úspory času je vhodné provádět pokus demonstračně učitelem. Doporučuji pokus založit na začátku hodiny a na konci jej vyhodnotit – po 30 – 40 minutách dosáhnete neoptimálnějšího výsledku.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 7: Listy Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

### 5.1.3.4 Květ

Tab. 11: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma květ

<b>Omamně vůně</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy výuky</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – morfologie a anatomie rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Květ
<b>Klíčová slova</b>	květ, květenství, květní obaly, generativní orgány, květní lůžko, opylení, oplození
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem květ, popsat proces opylení a oplození;</li> <li>• žák umí vysvětlit význam a funkci květu;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat jednotlivé části květu (stavbu květu);</li> <li>• žák popíše základní dělení květů podle přítomnosti květních obalů;</li> <li>• žák vyjmenuje základní způsoby přenosu pylu;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci se na základě názorné ukázky, přiřazování a čichového poznávání učí rozmanitosti rostlinné říše, poznávají různé květy a jejich částí, žáci poznávají vůně květů, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku přiřazování rostlinného materiálu podle čichu;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, a jejich pocity při čichovém pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<b>Základní termíny</b>	<p><b>tyčinky</b> = samčí pohlavní orgány  <b>plodolisty</b> = samičí pohlavní orgány  <b>květní obaly</b> = přeměněné listy, které chrání generativní orgány květu  <b>květní lůžko</b> (receptaculum) = ploše rozšířená koncová část stonku (metamorfóza stonku), vyrůstají z něj jednotlivé části květu  <b>opylení</b> = přenos pylu z tyčinek na bliznu  <b>oplození</b> = splynutí samčí a samičí pohlavní buňky</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p>Mezi kvetoucí rostliny řadíme krytosemenné i nahosemenné rostliny. Krytosemenné rostliny s výraznými květy (<i>Angiospermae</i>) jsou však nejmladší skupinou rostlin. Nejstarší fosilie krytosemenných rostlin, které se podobaly dnešním, pochází z období před 100 – 135 miliony lety (období křídý). K největšímu rozmachu krytosemenných rostlin však došlo teprve na počátku třetihor (před 80 miliony let). Tento rozmach pravděpodobně souvisel se současným rozvojem důležitých opylovačů, jako jsou motýli a včely. Květy se v evoluci vyvinuly jako prostředek pro rozmnožování, který má za úkol lákat opylovače.</p> <p><b>Květní části</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Květní lůžko (receptaculum)</b> vzniká metamorfózou stonku – rozšířením vzrostného vrcholu stonku. Z květního lůžka dále vyrůstají další části květu.</li> <li>• <b>Květní obaly</b> Květní obaly tvoří přeměněné listy – květní obaly a generativní orgány jsou tedy metamorfózou listu. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>tyčinky</b> = samčí pohlavní orgány, v jednom květu vytváří tzv. <b>andreceum</b> (soubor tyčinek), proto tyčinky v květním vzorci značíme A; skládají se z nitky a prašníku, nesoucího dva prašné váčky s pylovými zrny</li> <li>• <b>plodolisty</b> = samičí pohlavní orgány, u krytosemenných rostlin srůstem tvoří pestík, který nese vajíčka; pestík se sestává ze spodní části – semeníku, střední části – čnělky a horní části – blizny, soubor plodolistů v jednom květu nazýváme <b>gyneceum</b>, v květním vzorci značíme plodolisty G</li> <li>• <b>květní obaly</b> = mají zejména ochrannou funkci (chrání pohlavní orgány v květu), ale také lákají opylovače.</li> <li>• <b>mohou být:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ rozlišené na kalich – calix (značíme K) a korunu – corolla (značíme C) = květy heterochlamydeické, př. zvonek (<i>Campanula</i>)</li> <li>○ nerozlišené = homochlamydeické, vytváří tzv. okvětí – perigon (značíme P) - př. tulipán (<i>Tulipa</i>)</li> <li>○ haplochlamydeický – jeden květní obal vymizel <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ asepální – vymizel kalich, př. mříčkovité (<i>Apiaceae</i>)</li> <li>▪ apetalní – vymizela koruna, př. kontryhel (<i>Alchemilla</i>)</li> </ul> </li> <li>○ achlamydeické – květní obaly jsou redukovány,</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

př. vrba (*Salix*)

### Pohlavnost květů

Dle přítomnosti samičích a samčích generativních orgánů rozlišujeme květy:

- **jednopohlavné** – květ má buď jen tyčinky (květ samčí) nebo jen pestíky (květ samičí)
- **oboupohlavné** – na jednom květu oba generativní orgány

Dle přítomnosti jednopohlavných nebo oboupohlavných květů na rostlině rozlišujeme:

- rostliny jednodomé – samčí i samičí květy na jedné rostlině, př. bříza (*Betula*)
- dvoudomé – pouze jeden typ květů na jedné rostlině, př. vrba (*Salix*)
- mnohomanželné – u jednoho druhu rostlin se vyskytují jednopohlavné i oboupohlavné květy = u jednoho druhu jsou rostliny pouze s oboupohlavnými květy a rostliny pouze se samičími květy, př. mateřídouška (*Thymus*).

### Květní vzorec:

Charakteristika květu pomocí zápisu číslic, písmen a symbolů. Podle uvedených značek (Tabulka č. 1) můžeme v květním vzorci vyjádřit jeho pohlavnost, uspořádání květních orgánů a souměrnost. Malými a velkými písmeny značíme květní orgány a pomocí číslic uvádíme počet květních orgánů. U dvoupyskaté koruny zaznamenáváme počet lístků pomocí zlomku: čitatel = počet lístků horního pysku, jmenovatel = počet lístků dolního pysku. Květní části, které jsou srostlé, zapisujeme v (kulatých) závorkách, v [hranatých] pak radiálně srostlé orgány (př. přirůstají – li tyčinky ke korunní trubce). Pokud je v květu obsažen velký počet orgánů, značíme je symbolem nekonečna ( $\infty$ ). Semeník spodní, polospodní a svrchní zapisujeme vodorovnou čarou nad číslem, přes číslo nebo pod číslem.

### př. květní vzorec tulipánu (*Tulipa*):

♀ \* P 3+3 A 3+3 G (3)

= květ oboupohlavný, pravidelný, okvěti po třech lístcích ve dvou kruzích – volné tyčinky po třech ve dvou kruzích – volné, gyneceum svrchní – srostlé ze tří plodolistů.

Tab. 1: Značky a zkratky v květním vzorci (Skalický a Novák, 2009)

♀	oboupohlavný květ	P	okvěti (perigon, perigonium)
♂	samčí (prašníkovaný) květ	C	koruna (corolla)
♀	samičí (pestíkový) květ	K	kalich (calyx)
*	polysymetrický (pravidelný) květ	k	kalíšek (calyculus)
↓	monosymetrický (souměrný) květ	A	soubor tyčinek (andreceum)
↔	bisymetrický (dvoustranně souměrný) květ	G	soubor plodolistů (gyneceum)
↘	nesouměrný (asymetrický)	st	patyčinka (staminodium)
⊙	acyklický nebo hemicyklický květ	pi	zakrnělý pestík (pistillodium)
∞	velký počet	()	srostlé části



### **Opylení**

Během opylování se přenese pyl z tyčinek na bliznu, který později vyklíčí v pylovou láčku obsahující samčí pohlavní buňky.

- cizosprašnost (allogamie) = opylení pylem z květu jiného jedince
- samosprašnost (autogamie) = opylení pylem ze stejného květu téhož jedince, rostliny se proti samosprašení brání především tzv. **heterostylií** (různočnělečnost), kdy rostliny vytváří různě dlouhé čnělky a tyčinky, př. prvosěnka jarní (*Primula veris*), dalším způsobem je dřívější dozrávání tyčinek (= protandrie) nebo dřívější dozrávání semeníku (protogynie)

### **Přenos pylu**

- **anemogamie** = opylení pomocí větru
- **zoogamie** = opylení pomocí živočichů (př. entomogamie - hmyzem)
- **hydrogamie** = opylení vodou

### **Oplození**

Nastává po opylení a dochází k prorůstání pylové láčky směrem k vajíčku. Dochází tak ke kombinaci genetického materiálu a vzniká genetická variabilita, které je základním faktorem evoluce.

- **jednoduché** oplození (nahosemenné, *Gymnospermae*) jedna spermatická buňka splývá s oosférou, druhá zaniká
- **dvojitě oplození** (krytosemenné, *Angiospermae*) - jedna spermatická buňka splývá se samičí gametou (oosférou) a vzniká tak **zygota**, druhá spermatická buňka splývá s jádrem zralého zárodečného vaku a vzniká tak triploidní jádro oplozeného zralého zárodečného vaku, které je základem budoucího živného pletiva, tzv. **endospermu**

### **Květenství**

Květenství je soubor všech květů, které se vyskytují na společném stonku. Rozlišujeme květenství:

- hroznovitá = hlavní stonk je dominantní, postranní stonky ho nepřerůstají



**hrozen**  
(př. rybíz - *Ribes*)



**klas**  
(př. jitrocel - *Plantago*)



**jehněda**  
(př. vrba - *Salix*)



**palice**  
(př. puškovec - *Acorus*)



**lata**  
(př. ptačí - *Ligustrum*)



**okolík**  
(př. prvosenka - *Primula*)



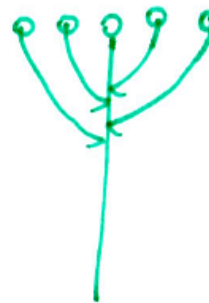
**úbor**  
(př. kopretina - *Leucanthemum*)



**hlávka**  
(př. jetel - *Trifolium*)



**šiška**  
(př. borovice - *Pinus*)



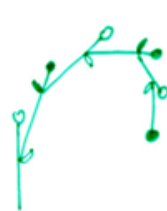
**chocholík**  
(př. jabloň - *Malus*)

Obr. 1: Hroznovitá květenství (Pánková, 2017)

- vrcholičnatá = stonky postranní přerůstají hlavní stonek



**mnohoramenný vrcholík** (př. bez černý - *Sambucus nigra*)      **vidlan** (př. kohoutek luční - *Lychnis flos-cuculi*)



**vijan**  
(př. pomněnka hajní - *Myosotis sylvatica*)



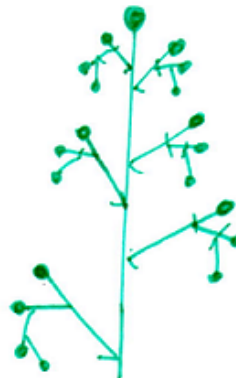
**vějířek**  
(př. kosatec - *Iris*)



**srpek**  
(př. mečík - *Gladiolus*)

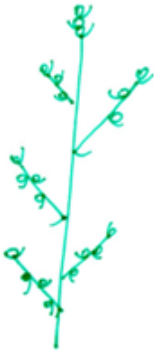


Obr. 2: Vrcholičnatá květenství (Pánková, 2017)


- složená = kombinace dvou květenství
  - heterotaktická = kombinace hroznovitých a vrcholičnatých květenství



**hrozen z vijanů**  
(př. jírovec maďal - *Aesculus hippocastanum*)

Obr. 3: Hrozen z vijanů (Pánková, 2017)

	<p>○ homotaktická = složena z květenství stejného typu (př. Hroznovitá)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>složený klas z klásků</b> (př. pýr plazivý - <i>Agropyron repens</i>)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>složený okolík z okolíků</b> (př. kopr vonný - <i>Anethum graveolens</i>)</p> </div> </div> <p>Obr. 4: Homotaktická květenství (Pánková, 2017)</p>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>NOVÁK, J. – SKALICKÝ, M. (2009): <i>Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika</i>, 2. vyd. Praha: Powerprint. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0.</p>
<p><b>Pomůcky</b></p>	<p>třecí miska s tloučkem, obaly od kinder vajíček nebo plátěný pytlíček</p>
<p><b>Rostlinný materiál</b></p>	<p>květy s výraznou vůní (př. levandule lékařská - <i>Lavandula angustifolia</i>, hyacint – <i>Hyacinthus</i> sp., narcis - <i>Narcissus</i> sp., růže – <i>Rosa</i> sp., karafiát – <i>Dianthus</i> sp.)</p>
<p><b>Chemikálie</b></p>	
<p><b>Pracovní postup</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ve třecí misce rozmělníme okvětní plátky různých rostlin.</li> <li>2. Rozdrcené květy vložíme do obalů od kinder vajíček nebo do plátěných pytlíčků.</li> <li>3. Podle čichu se snažíme rozpoznat květinu.</li> </ol>
<p><b>Obrazová dokumentace</b></p>	

	 <p>Obr. 5: A – Svazek sušených květů levandule, ve třecí misce rozmělněné jednotlivé květy, B – Čichová poznávačka, Modré dny 2016. Foto M. Oulehlová, 2016</p>
<b>Pozorování</b>	Úkolem bylo přiřadit části květu podle vůně rostlině na stole. Žáci tedy na základně čichového vnímání rozpoznávají vůně různých rostlin.
<b>Závěr</b>	Některé květy mají díky přítomnosti vonných silic v pokožkových buňkách velmi typickou vůni, podle které se dají velmi snadno rozpoznat. Nejvýraznější vůni má například levandule nebo růže.
<b>Organizace</b>	<p>Pro realizaci pokusu je nutné připravit si různé vonné květiny. Učitel může donést do hodiny svůj vlastní rostlinný materiál, nebo zadat žákům za domácí úkol, aby donesli vonné květiny, čímž také docílíme větší rozmanitosti rostlinného materiálu.</p> <p>Realizaci pokusu doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zadat žákům jednotlivě – každý donese svůj vzorek;</li> <li>zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině;</li> <li>provést učitelem demonstračně.</li> </ol>
<b>Doporučení pro učitele</b>	Vonné esence nejsou obsažené jen v květech. Pro realizaci čichové poznávačky můžeme použít i jiné rostlinné části, jako například listy (máta peprná – <i>Mentha piperita</i> nebo muškát – <i>Pelargonium</i> ). Můžeme použít i sušené květy, které je možné uchovat pro příští použití.
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 8 – Květ</p> <p>Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění, mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>

### 5.1.3.5 Plod

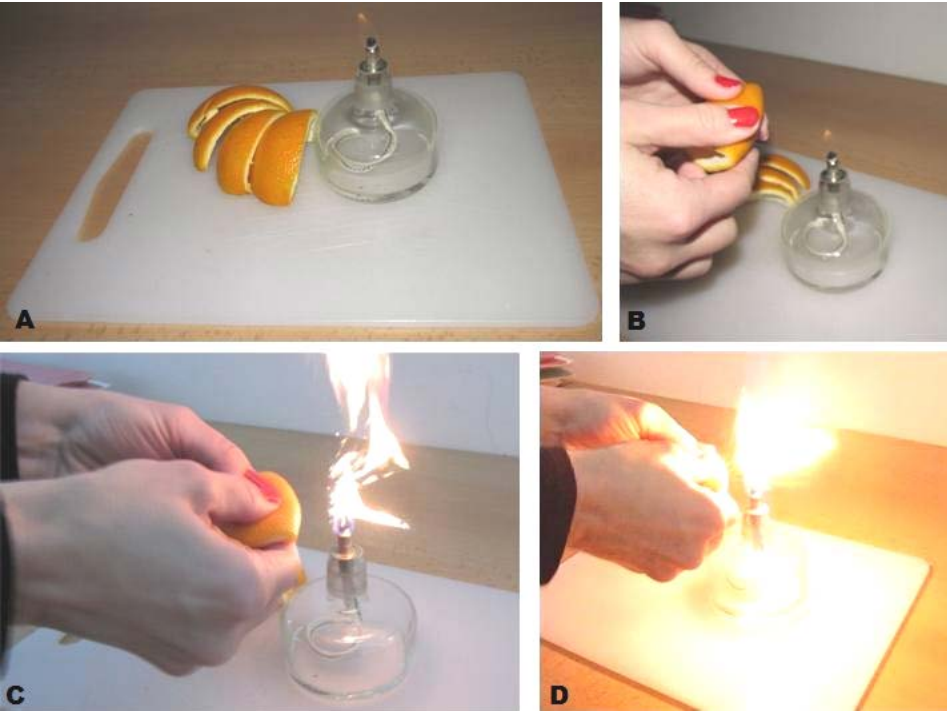
Tab. 12: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma plod

<b>Citrusový ohňostroj</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – morfologie a anatomie
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Plod
<b>Klíčová slova</b>	plod, perikarp, semeno, souplodí, plodenství
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí definovat pojem plod;</li> <li>• žák dovede vysvětlit význam plodů a semen;</li> <li>• žák dokáže vysvětlit princip vzniku semen;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat dělení plodů a jejich příklady;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat způsoby šíření semen;</li> <li>• žák propojuje znalosti z anatomie a fyziologie rostlin;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti prováděním pokusu;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci si na základě názorné ukázky uvědomují přítomnost vonných silic v citrusových plodech a uvědomují si jejich hořlavost;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku práce s rostlinným materiálem a řeší problém dodržování zásad bezpečnosti práce;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, a jejich poznatky při pozorování citrusového ohňostroje, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>
<b>Základní termíny</b>	<p><b>plod</b> = rostlinný mnohobuněčný orgán obsahující semena, které slouží k rozmnožování</p> <p><b>perikarp</b> = <b>oplodí</b> = obal plodu, vznikající ze stěny semeníku</p> <p><b>semeno</b> = rostlinný orgán sloužící k rozmnožování, vzniká po oplození</p> <p><b>souplodí</b> = soubor plodů vznikajících z gynecia jednoho květu</p> <p><b>plodenství</b> = soubor plodů vzniklých z celého květenství</p>

<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p><b>Plod (fructus)</b> = mnohobuněčný orgán krytosemenných rostlin, sloužící k rozmnožování. Chrání a vyživuje semena a také se podílí na jejich rozšiřování.</p> <p>Pod pojmem plod si většina lidí představí šťavnaté, velké a jedlé útvary jako je například jablko, banán nebo pomeranč. Ve skutečnosti je však význam toho slova daleko širší. Plody jsou také například obiloviny, ořechy nebo zelenina.</p> <p><b>Stavba</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>oplodí (perikarp)</b> – vnější vrstva, která vzniká ze stěny semeníku, může být rozlišený na exokarp (vnější), mezokarp (střední) nebo endokarp (vnitřní). Existuje mnoho druhů plodů, které mají odlišný perikarp a to buď dužnatý, suchý nebo tzv. kamenný.</li> <li>• <b>semena</b> = embrya (vznik z oplození vaječné buňky). Semeno se skládá z osemení (vznik přeměnou vaječných obalů), živného pletiva = endospermu (vznik při dvojitým oplození, kdy spermatická buňka splyne s jádrem zárodečného vaku) obsahujícího zásobní látky jako jsou škrob, bílkoviny a tuky a ze zárodku = embrya (vznik z oplozeného vajíčka). Samotné embryo představuje nejmladší vývojové stádium rostliny. Je rozlišeno na kořínek (radikulu), hypokotyl, vzrostný vrchol a dělohy.</li> </ul> <p>Soubor plodů vznikajících z gynecea jednoho květu spojených květním lůžkem označujeme jako <b>souplodí</b>. Typickým příkladem souplodí nažek je jahoda (<i>Fragaria vesca</i>), souplodí peckoviček je malina (<i>Rubus idaeus</i>) nebo souplodí nažek ve zdužnatělé češuli je šípek (<i>Rosa canina</i>). V opačném případě soubor plodů vzniklých z celého květenství označujeme jako <b>plodenství</b>. Jako příklad plodenství můžeme uvést plodenství nažek miříkovitých (<i>Apiaceae</i>) nebo hrozen bobulí u rybízu.</p> <p><b>Dělené plodů podle vzniku:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• plody <b>pravé</b> – jsou takové, které vznikají pouze z pestíku, přeměnou plodolistů vzniká okolo semene oplodí, tento typ plodu je považován za vývojově původnější.</li> </ul> <p>Plody pravé <b>pukavé</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ měchýřek – př. blatouch bahenní (<i>Caltha palustris</i>)</li> <li>○ lusk – př. hrách setý (<i>Pisum sativum</i>)</li> <li>○ tobolka – př. mák setý (<i>Papaver argemone</i>)</li> <li>○ šešule – př. brukev (<i>Brassica napus</i>)</li> <li>○ šešulka – př. penízek rolní (<i>Thlaspi arvense</i>)</li> </ul> <p>Plody pravé <b>nepukavé</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ nažka – př. pampeliška (<i>Taraxacum</i>)</li> <li>○ oříšek – př. líska (<i>Corylus</i>)</li> <li>○ obilka – př. trávy (<i>Poaceae</i>)</li> </ul> <p>Plody pravé <b>poltivé</b> (rozpadavé):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ struk – př. ředkev ohnice (<i>Raphanus raphanistrum</i>)</li> <li>○ tvrdka – př. hluchavka (<i>Lamium</i>)</li> <li>○ dvounažka – př. javor (<i>Acer</i>)</li> </ul> <p>Plody pravé <b>dužnaté</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mají oplodí rozdělené na blanitý exokarp, dužnatý a šťavnatý mezokarp a vnitřní endokarp</li> </ul>
-------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ bobule – př. angrešt (<i>Ribes uva-crispa</i>)</li> <li>○ peckovice – endokarp sklerenchymatický, př. třešeň (<i>Prunus</i>)</li> <li>• plody <b>nepravé</b> – na jejich vzniku se podílí pestík i jiné květní části <ul style="list-style-type: none"> <li>○ malvice – př. jabloň (<i>Malus</i>)</li> <li>○ češule – př. růže šípková (<i>Rosa canina</i>)</li> <li>○ souplodí nažek – př. jahodník (<i>Fragaria</i>)</li> <li>○ souplodí peckoviček – př. maliník (<i>Rubus</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Velká variabilita v plodech krytosemenných rostlin představuje možnost různých strategií šíření semen.</p> <p><b>Šíření semen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• autochorie – šíření vlastními silami</li> <li>• anemochorie – šíření větrem</li> <li>• hydrochorie – šíření vodou</li> <li>• zoochorie – šíření živočichy</li> <li>• antropochorie – šíření člověkem</li> </ul>
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	<p>ANONYMOUS(2004): <i>Citrusový ohňostroj</i>. In: ABC [online]. [cit. 9.2.2017]. Dostupné na www: &lt;<a href="http://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/5210/citrusovy-ohnostroj.html">http://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/5210/citrusovy-ohnostroj.html</a>&gt;.</p> <p>KLEMOW, K. M. (2015): <i>Fruit: structure and types</i>. Salem press: Encyclopedia of science.</p> <p>VINTER, V. – MACHÁČKOVÁ, P. (2013): <i>Přehled morfologie cévnatých rostlin – Studijní opora e-learningových vzdělávacích modulů projektu BOTASKA</i>. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 198 s. ISBN 978-80-244-3322-6.</p>
<b>Pomůcky</b>	kahan/svíčka, nůž, prkýnko
<b>Rostlinný materiál</b>	citrusové plody, např. pomerančovník čínský ( <i>Citrus sinensis</i> )
<b>Chemikálie</b>	
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oloupeme citrusový plod.</li> <li>2. Zapálíme kahan.</li> <li>3. Ohnutím kousku oplodí hesperidia vstříkujeme silice do plamene.</li> </ol>



<p><b>Obrazová dokumentace</b></p>	 <p>Obr. 1: A – Rostlinný materiál a pomůcky, B – Způsob vstřikování silicí do plamene, C, D – Citrusový ohňostroj. Foto V. Pánková 2017</p>
<p><b>Pozorování</b></p>	<p>Téměř okamžitě poté, co vonné silice dosáhnou plamene, se vytvoří efektní ohňostroj. Toto je způsobené uvolněním silic z nádržek obsažených v oplodí hesperidia pomeranče.</p>
<p><b>Závěr</b></p>	<p>Vnější (barevná) část kůry citrusových plodů (flavedo) obsahuje éterické oleje, tzv. silice. Tyto silice jsou zodpovědné za typickou vůni citrusů. Po vystříknutí citrusová mlha tvořená uhlovodíky okamžitě vzplane. Citrusovým ohňostrojem jsme se přesvědčili o tom, že silice obsažené v citrusových plodech jsou velmi hořlavé. Efekt ohňostroje způsobují hořící kapénky vonného éterického oleje.</p>
<p><b>Organizace</b></p>	<p>Realizaci pokusu doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>provést učitelem demonstračně;</li> <li>zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině.</li> </ol>
<p><b>Doporučení pro učitele</b></p>	<p>Doporučuji provádět pokus primárně učitelem demonstračně. Je zde riziko popálení plamenem kahanu/svíčky. Pokus má nejlepší efekt, pokud použijete pomeranč se silným oplodím.</p>
<p><b>Přílohy</b></p>	<p>Pracovní list č. 9 – Plod Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat další známku například za aktivitu.</p>

## 5.1.4 Látkový a energetický metabolismus

### 5.1.4.1 Fotosyntéza

Tab. 13: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma fotosyntéza

<b>Důkaz tvorby kyslíku při fotosyntéze</b> zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	15 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin, mezipředmětové vztahy - chemie (chemické rovnice)
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Fotosyntéza
<b>Klíčová slova</b>	fotosyntéza, chlorofyl, tvorba kyslíku, oxid uhličitý, cukr, voda, světlo, adenosintrifosfát
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí vysvětlit princip fotosyntézy;</li> <li>• žák dokáže zapsat chemickou rovnici fotosyntézy;</li> <li>• žák umí popsat spotřebu oxidu uhličitého a vznik kyslíku a cukru;</li> <li>• žák umí vysvětlit C3, C4 a CAM metabolismus</li> <li>• žák umí vysvětlit význam fotosyntézy pro existenci lidstva;</li> <li>• žák umí vysvětlit dopad skleníkového efektu na planetu Zemi.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci na základě jednoduchého experimentu odvozují teorii a princip fotosyntézy, žáci se učí využívat poznatky z chemie, kdy dokážou zapsat chemickou rovnici fotosyntézy; žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci aplikují pozorované jevy jako je vznik vzduchových bublin, zobecňují a dokážou na základě pozorování popsat princip fotosyntézy a vzniku kyslíku;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují o fotosyntéze, prezentují výsledky pozorování pokusu, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci spolupracují ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>

<p><b>Základní termíny</b></p>	<p><b>fotosyntéza</b> = fotosyntetická asimilace, proces přeměny jednoduchých anorganických látek (voda, oxid uhličitý) na složité organické látky (sacharidy)</p> <p><b>chlorofyl</b> = zelené barvivo obsažené v chloroplastech rostliny, hraje významnou roli při fotosyntéze - zachycuje fotony, nejdůležitější z hlediska fotosyntézy je chlorofyl <u>a</u></p> <p><b>oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)</b> = bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, vzniká reakcí kyslíku s uhlíkem: <math>C + O_2 \rightarrow CO_2</math>; vstupuje jako reaktant z ovzduší do fotosyntézy</p> <p><b>ATP</b> = kyselina adenosintrifosforečná (adenosintrifosfát), nejdůležitější sloučenina, která dokáže skladovat energii získanou přenosem elektronů při fotosyntéze</p> <p><b>autotrofní výživa</b> = způsob výživy rostlin, schopnost získávání organických látek z anorganických</p> <p><b>skleníkový efekt</b> = proces, při kterém dochází vlivem skleníkových plynů k ohřívání planety Země</p>
<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p><b>Fotosyntéza</b> je jedním z nejdůležitějších chemických procesů. Při fotosyntéze autotrofní organismy provádí přeměnu jednoduchých anorganických látek (voda, oxid uhličitý) na složité organické látky (sacharidy). Rostliny k syntéze látek využívají světelnou energii. Fotosyntéza probíhá v zelených částech rostlin, především v listovém mezofylu, ve funkčně specializovaných chloroplastech. Chloroplasty mají přibližně čočkovitý tvar a jsou charakteristické vnitřním membránovým systémem – thylakoidem. Thylakoidy obsahují vysoký počet pigmentů chlorofylů a karotenoidů.</p> <p>Průběh fotosyntézy má dvě základní fáze. Fáze světelná a temnostní. <b>Světelná fáze</b> probíhá na membráně tylakoidů ve specifickém fotosystému II. Energie fotonů, které jsou zachyceny chlorofylem je využívána ke štěpení molekul vody na protony a elektrony, tzv. fotolýza vody. Jako odpadní produkt vzniká kyslík. Energie fotonů je také dále využívána k tvorbě molekul ATP, které zajišťují energii pro reakce probíhající v temnostní fázi.</p> <p style="text-align: center;"><b>Stručná rovnice fotolýzy vody:</b></p> $H_2O \xrightarrow{\text{(energie fotonů, chlorofyl a)}} 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2} O_2$ <p style="text-align: center;"><b>Souhrnná rovnice fotosyntézy:</b></p> $6 CO_2 + 12 H_2O \xrightarrow{\text{(energie fotonů, asimilační barviva)}} C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 + 6 H_2O$

	<p>Rostliny se na celém světě vyskytují v různých klimatických podmínkách, a proto mají různé typy metabolismů. Rozdělujeme je proto na C3, C4 a CAM rostliny.</p> <p><b>C3 rostliny</b> využívají k syntéze sacharidů (cukrů) <b>Calvinův cyklus</b> (temnostní fáze fotosyntézy). Tato fáze není závislá na světle, tedy může probíhat i ve tmě. Řadou enzymatických reakcí dochází k redukci vzdušného oxidu uhličitého na cukr. Prvním meziproduktem tohoto procesu je tříuhlíkatý 3-fosfoglycerát, proto jej nazýváme C3 cyklus.</p> <p><b>C4 rostliny</b> jsou převážně tropické, rychle rostoucí a s vyššími nároky na teplo a sluneční záření. Tyto rostliny mají kolem svých cévních svazků speciální vrstvu buněk (věčnou parenchymatickou pochvu), které umožňují nepřímou asimilaci oxidu uhličitého. C4 rostliny mohou využívat nejen oxid uhličitý ze vzduchu, ale i ten, který si vyrobí samy při procesu dýchání. Tento proces se nazývá Hatch-Slakův cyklus a jeho produktem je čtyřuhlíkatý malát, proto se jedná o C4 rostliny. C4 rostliny řadíme například kukuřici, proso, ananasovník nebo cukrovou třtinu.</p> <p>Rostliny s <b>CAM</b> metabolismem jsou adaptované k suchému a nehostinnému podnebí. Tyto rostliny dokážou fixovat uhlík tak, aby nemusely nechávat ve dne otevřené průduchy a nepřicházely tak o vodu. V noci jsou tedy průduchy otevřené a dochází k příjmu CO<sub>2</sub> a k jeho uchování ve formě kyseliny jablečné ve vakuolách, ve dne jsou průduchy uzavřené a probíhá rozklad CO<sub>2</sub>. Tento typ metabolismu se vyskytuje například u tučnolistých rostlin.</p> <p><b>Význam fotosyntézy:</b> Fotosyntéza je jediný děj na Zemi, při kterém se uvolňuje kyslík a tím pádem je fotosyntéza děj zajišťující život na Zemi. Mezi první organismy, které byly schopny produkovat kyslík, patřily mořské sinice. Jejich produkcí se koncentrace kyslíku v atmosféře zvyšovala a vznikla tak ochranná ozonová vrstva, která umožnila vývoj organismů na Zemi.</p> <p>Organické látky (cukry), vzniklé při fotosyntéze využívají všechny heterotrofní organismy včetně člověka.</p> <p><b>Skleníkový efekt:</b> Stále stoupající nerovnováha mezi přírodou a lidskou společností může vést ke globálním změnám klimatu. Některé plyny přirozeně se vyskytující v atmosféře, např. oxid uhličitý, jsou v důsledku spalování fosilních paliv produkovány do atmosféry v nadbytečné míře a způsobují tzv. <b>skleníkový efekt</b>. Skleníkové plyny, vyskytující se ve velkém množství v atmosféře způsobují, že se teplo, které produkuje zemský povrch, odráží, a dochází tak ke zvyšování teploty vzduchu, následně tání ledovců a s tím spojené zvyšování hladin oceánů.</p>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>ANONYMOUS (2016): <i>Tvorba kyslíku při fotosyntéze</i>. In: Chemie hrou – databanka domácích pokusů [online]. [cit. 9.9.2016]. Dostupné na <a href="http://www.chemiehrou.funsite.cz/09.html">www: &lt;http://www.chemiehrou.funsite.cz/09.html&gt;</a>.</p> <p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p>

	<p>HARTMANOVÁ, P. (2009): <i>Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – Biologie – osmileté a čtyřleté gymnázium</i>. Olomouc: Gymnázium Hejčín. 690 s.</p> <p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>KOTRBA, P. – BABŮREK, I. – KNEJZLÍK, Z. (2006): <i>Návody ke cvičením z biologie</i>. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 76 s. ISBN 80-7080-623-0.</p>
<b>Pomůcky</b>	zavařovací sklenice s víčkem, kávová lžice, stopky, 2 stolní lampy
<b>Rostlinný materiál</b>	vodní rostlina
<b>Chemikálie</b>	voda, jedlá soda (hydrogenuhličitan sodný)
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Do zavařovací sklenice s vodou vložíme celou vodní rostlinu.</li> <li>2. Do vody přidáme jednu lžičku jedlé sody (zdroj oxidu uhličitého).</li> <li>3. Sklenici opatrně uzavřeme víčkem a protřepeme (pozor na vylití vody).</li> <li>4. Rostlinu oboustranně osvítíme intenzivním zdrojem světla (nejlépe dvě stolní lampy).</li> <li>5. Nastavíme stopky na 10 minut.</li> <li>6. Po 10 minutách vyhodnotíme experiment, podrobně si prohlédneme rostliny z blízka, popíšeme a vysvětlíme výsledky pokusu.</li> </ol>

**Obrazová dokumentace**



Obr. 1: A - Materiál a pomůcky, B - Listy vodní rostliny bez vzduchových bublin, C - Přidání jedlé sody do vody, D - Vodní rostlina pod intenzivním světlem, E - Vzduchové bubliny na listech, F - Detail vzduchových bublin na listech.

Foto V. Pánková, 2017

**Pozorování**

Bezprostředně po vložení vodní rostliny do vody vidíme, že jsou listy bez pokrytí vzduchovými bublinami. Následně, po přidání jedlé sody do vody začne reagovat hydrogenuhličitan sodný s vodou. Koncentrace oxidu uhličitého ve vodě se zvyšuje a tím pádem se začínají na listech objevovat bubliny tvořené kyslíkem. Proces fotosyntézy podporíme nasvícením rostliny intenzivním zdrojem světla a po 10 minutách pozorujeme, že listy rostliny jsou obaleny bublinami kyslíku.

<b>Závěr</b>	Vodní rostlina po nasvícení intenzivním světlem začala spotřebovávat oxid uhličitý, který následně procesem fotosyntézy přeměnila na kyslík. Bubliny indikují přítomnost kyslíku. V pokusu jsme tedy dokázali, že je zelená vodní rostlina schopna fotosyntézy, při níž produkuje kyslík.
<b>Organizace provedení pokusu:</b>	Pro realizaci pokusu je nutné si připravit rostlinný materiál, pomůcky a chemikálie. Učitel může s žáky v rámci zpestření výuky nasbírat rostlinný materiál například na exkurzi v přírodě nebo zadat za domácí úkol, aby si žáci donesli pomůcky, chemikálie a rostlinný materiál z domu. Realizaci pokusu doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují</li> <li>b) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině</li> <li>c) provést učitelé demonstračně.</li> </ul>
<b>Doporučení pro učitele</b>	Doporučuji tento pokus provádět až po probrání základů fotosyntézy, aby žáci znali teorii fotosyntézy a mohli si tak upevňovat učivo. Pro udržení pozornosti a zpestření desetiminutového čekání na výsledek pokusu doporučuji pustit žákům video vysvětlující fotosyntézu. <b>NEZkreslená věda II: 1. Co je to fotosyntéza?</b> Dostupné na: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zxhgNmaCVAM">https://www.youtube.com/watch?v=zxhgNmaCVAM</a> . Tento materiál je vhodný pro 1. ročník gymnázia. S maturanty doporučuji probrat fotosyntézu více dopodrobna v seminářích.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 10 – Fotosyntéza Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Pracovní list lze použít k vyplnění času při čekání na výsledky pokusu. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

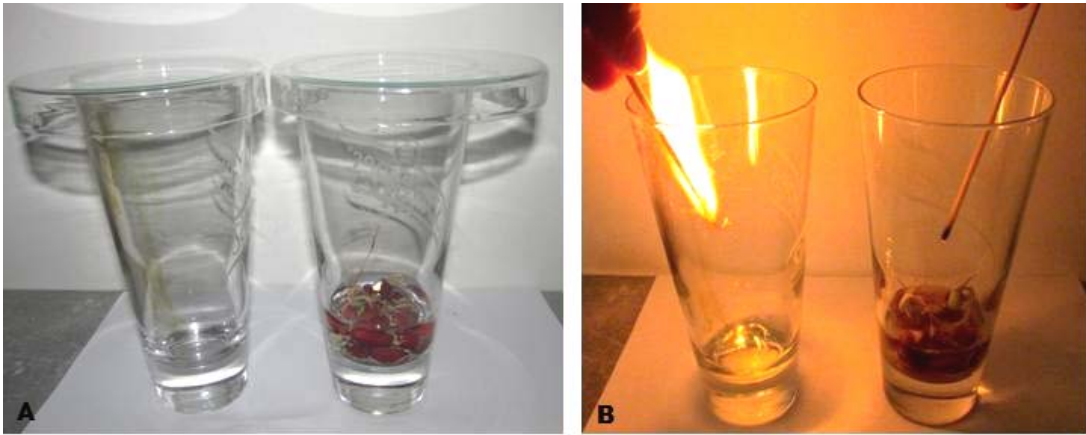
### 5.1.4.2 Dýchání

Tab. 14: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma dýchání

<b>Pozorování dýchání rostlin na klíčících semenech</b> zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 minut, nutno přichystat 24h předem
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin, mezipředmětové vztahy – chemie (chemické rovnice)
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Dýchání
<b>Klíčová slova</b>	glykolýza, Krebsův cyklus, kyselina pyrohroznová, kyslík, voda, energie
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí vysvětlit spojitost a rozdíly mezi fotosyntézou a dýcháním;</li> <li>• žák umí vysvětlit princip dýchání;</li> <li>• žák umí popsat fáze dýchání – glykolýzu a Krebsův cyklus;</li> <li>• žák dokáže zapsat chemickou rovnici dýchání;</li> <li>• žák umí vysvětlit význam dýchání rostlin.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci na základě jednoduchého experimentu odvozuji teorii a princip dýchání rostlin, žáci se učí využívat poznatky z chemie, kdy rozumí termínům jako je ATP, kyselina pyrohroznová, acetylkoenzym A, citrát a kdy dokážou zapsat chemickou rovnici dýchání; žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci aplikují pozorované jevy jako je hoření v aerobním prostředí, zobecňují a dokážou na základě pozorování popsat princip dýchání a spotřeby kyslíku rostlinou;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují o dýchání rostlin, prezentují výsledky pozorování pokusu, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci spolupracují ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>



<b>Základní termíny</b>	<p><b>oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)</b> = bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, vzniká reakcí kyslíku s uhlíkem: <math>C + O_2 \rightarrow CO_2</math>;</p> <p><b>ATP</b> = kyselina adenosintrifosforečná (adenosintrifosfát), nejdůležitější sloučenina, která dokáže skladovat získanou energii;</p> <p><b>glykolýza</b> = metabolický proces odbourávání glukózy na pyruvát;</p> <p><b>Krebsův cyklus</b> = cyklus kyseliny citronové = citrátový cyklus;</p> <p><b>aerobní prostředí</b> = prostředí, ve kterém je dostatečné množství kyslíku O<sub>2</sub>;</p> <p><b>anaerobní prostředí</b> = prostředí, ve kterém není přítomen kyslík O<sub>2</sub>.</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p>Dýchání neboli respirace je proces, který není závislý na světelné energii a probíhá ve dne i v noci (v cytoplazmě a v mitochondriích). Ve dne převažuje fotosyntéza, v noci jsou pak spotřebovávány látky vzniklé fotosyntetickou asimilací. Dýchání probíhá za přítomnosti kyslíku a má opačný průběh než fotosyntéza. Při procesu fotosyntetické asimilace CO<sub>2</sub> dochází ke tvorbě cukrů (sacharidů) jakožto zdroje energie, která je nezbytná pro život rostlin i všech heterotrofních organismů. Při dýchání je pak na rozdíl od fotosyntézy uložená energie řízeně uvolňována. K přenosu energie na místa její spotřeby slouží molekuly ATP.</p> <p>Dýchání probíhá ve dvou fázích. První fáze zahrnuje anaerobní glykolýzu. Podstatou anaerobní glykolýzy je odbourání glukózy (6C) na kyselinu pyrohroznovou (3C). Tento děj probíhá v cytoplazmě buněk za nepřístupu vzduchu (kyslíku), tedy anaerobně. Při glykolýze se uvolní 2 molekuly ATP a vznikají i další velmi důležité sloučeniny, například celulóza, bílkoviny, fytohormony a mastné kyseliny.</p> <p>Další fáze se označuje jako Krebsův cyklus, který probíhá v mitochondriích za přítomnosti kyslíku, probíhá tedy aerobně. Acetylkoenzym A (aktivovaná forma kyseliny octové) reaguje s kyselinou oxaloctovou a vzniká tak citrát (6C). Citrát následně podléhá dehydrogenaci (odštěpení vodíku) a dekarboxylaci (odštěpení oxidu uhličitého). Odebrané molekuly vodíku jsou následně oxidovány kyslíkem na vodu. V této fázi se uvolní se 34 molekul ATP.</p> <p>Celkovým vnějším projevem dýchání rostlin je spotřeba kyslíku, uvolňování oxidu uhličitého a vody. Při dýchání se z 1 molu glukózy uvolní energie vázána na celkem 38 molekul ATP.</p> <p><b>Glykolýza = kvašení</b></p> <p>Jedním z dalších způsobů, kterým buňky získávají energii je i proces kvašení. Pro buňku má glykolýza velký význam, protože umožňuje dostatečný přísun energie i za anaerobních podmínek. Jedná se o soubor biochemických reakcí, při kterých dochází k rozkladu cukru (glukózy) na pyruvát za vzniku ATP. Glykolýza společně s respiračním (dýchacím) řetězcem zajišťují maximální možný zisk energie, která uložena v molekule glukózy.</p> <p><b>Reakce dýchání:</b></p> $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energie}$
<b>Odkazy na odbornou literaturu</b>	<p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p>

	<p>HARTMANOVÁ, P. (2009): <i>Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – Biologie – osmileté a čtyřleté gymnázium</i>. Olomouc: Gymnázium Hejčín. 690 s.</p> <p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>JÍLEK, M. (2016): <i>Fotosyntéza a dýchání rostlin (laboratorní práce)</i>. In: Docplayer [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: &lt;<a href="http://docplayer.cz/8363642-Fotosynteza-a-dychani-rostlin-laboratorni-prace.html">http://docplayer.cz/8363642-Fotosynteza-a-dychani-rostlin-laboratorni-prace.html</a>&gt;.</p>
<b>Pomůcky</b>	2 skleněné válce, sklenice nebo zavařovací sklenice, 2 skleněné tabulky či víčka k zavařovacím sklenicím, 2 dřevěné špejle, zápalky
<b>Rostlinný materiál</b>	naklíčená semena hrachu nebo fazolu (lze zakoupit již naklíčené)
<b>Chemikálie</b>	voda
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. První válec/sklenici naplníme asi do 1/3 naklíčenými semeny hrachu nebo fazolu, přidáme asi 50 ml vody. Druhý válec ponecháme prázdný.</li> <li>2. Oba válce přikryjeme skleněnými destičkami/víčkem.</li> <li>3. Oba válce/sklenice postavíme na světlé místo.</li> <li>4. Druhý den zapálíme špejle a hořící je vložíme do obou válců. Okamžitě přikryjeme skleněnými destičkami/víčky a sledujeme hoření.</li> <li>5. Žáci by měli vycházet z poznatku, že kyslík hoření podporuje a oxid uhličitý ne.</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	 <p>Obr. 1: A – Uzavřené nádoby s a bez klíčících semen, B – Důkaz absence kyslíku v nádobě s klíčícími semeny. Foto V. Pánková, 2017</p>
<b>Pozorování</b>	<p>Ohledně vložení hořících špejlí do obou válců pozorujeme rozdílnou délku hoření. Ve válci, ve kterém jsou naklíčená semena, je velmi nízká koncentrace kyslíku a naopak vysoká koncentrace oxidu uhličitého. Oxid uhličitý nepodporuje hoření, tím pádem špejle téměř ihned zhasne. V prázdném válci se koncentrace kyslíku i oxidu uhličitého zachovala a tak špejle hoří o poznání déle.</p>

<b>Závěr</b>	Zapálená špejle ve válci s naklíčenými semeny na rozdíl od prázdného válce nehoří. Semena během 24 hodin při procesu dýchání spotřebovala téměř všechny dostupný kyslík ve válci a vyprodukovala oxid uhličitý, který proces hoření nepodporuje. Pokus tedy dokazuje, že rostliny při dýchání spotřebovávají část kyslíku a produkují do okolí oxid uhličitý.
<b>Organizace</b>	Pokus je nutné si přichystat nejméně 24 hodin předem. Všechny pomůcky a chemikálie by měly být dostupné v každé školní laboratoři. Naklíčená semena lze přichystat předem – nechat je naklíčit, nebo je rovnou zakoupit v obchodě. V rámci aktivizace žáků při výuce lze předem nechat s žáky semena naklíčit přímo ve třídě nebo je pověřit přípravou naklíčených semen za domácí úkol. Další variantou je, že může naklíčená semena obstarat jeden dobrovolník, který si chce například vylepšit známku za aktivitu ve vyučování. Kromě klíčení semen je třeba nechat semena s vodou 24 hodin předem reagovat, aby mohl probíhat proces dýchání. Skleněné destičky či víčka z válců sundávejte jen bezprostředně před vložením hořící špejle.
<b>Doporučení pro učitele</b>	Při realizaci pokusu je nutné dodržovat bezpečnost práce při manipulaci se zápalkami. Tento materiál je vhodný pro 1. ročník gymnázia. S maturanty doporučuji probrat proces dýchání více dopodrobna v seminářích, zejména anaerobní glykolýzu a Krebsův cyklus.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 11 - Dýchání Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni je k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat další známku například za aktivitu.

### 5.1.5 Růst a vývoj rostlin

Tab. 15: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma růst a vývoj rostlin

<b>Bez světla nic neroste</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	Založení pokusu 5-10 min, vyhodnocení po týdnu
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – rostliny a prostředí
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Růst a vývoj rostlin
<b>Klíčová slova</b>	fáze růstu, meristémy, fytohormony, vývoj cévnatých rostlin, životní cykly rostlin
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák popíše a vysvětlí význam základních faktorů ovlivňujících růst a vývoj rostlin;</li> <li>• žák dokáže vysvětlit význam světla pro rostliny;</li> <li>• žák zná některá využití totipotence rostliny;</li> <li>• žák umí vyjmenovat fáze vývoje rostlin a popsat jejich charakteristiku;</li> <li>• žák dokáže popsat jednotlivá vývojová stadia vývoje cévnatých rostlin;</li> <li>• žák popíše životní cykly rostlin, jednotlivé typy dělení a dovede přiřadit příklady.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci poznávají obecně užívané termíny, uvádí poznatky z pokusu do souvislostí, propojují znalosti do širších celků, učí se pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami, žáci se učí samostatnosti a důslednosti při každodenní péči o semena, odvozují, co se děje s rostlinami při různém působení světla;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci se učí, jak správně postupovat při tvorbě krabice, a řeší problematiku klíčení semen;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci vyjadřují své myšlenky a názory při správné tvorbě krabice, učí se vyjadřovat výstižně a jasně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci spolupracují ve skupině, řeší zadané úlohy, respektují práci ostatních;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci samostatně řeší problematiku výroby krabice s otvory, žáci používají bezpečně rostlinný materiál a pomůcky, dodržují pravidla, učí se pracovní zručnosti, vytváří si potřebné pracovní dovednosti.</li> </ul>

<b>Základní termíny</b>	<p><b>meristém</b> = dělivé pletivo, vyskytující se zejména ve vzrostných vrcholech, tvořen buňkami s dělivou funkcí</p> <p><b>totipotence</b> = schopnost jakékoliv rostlinné izolované buňky vytvořit jakýkoliv typ diferencované buňky</p> <p><b>in vitro</b> = přeloženo z latiny „ve skle“, chápeme jako pěstování rostlin na živné půdě ve zkumavce</p> <p><b>fytohormony</b> = rostlinné hormony</p> <p><b>korelace</b> = vzájemné působení a ovlivňování různých částí rostliny</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p><b>Růst</b> rostlin bývá charakterizován jako nevratné zvětšování rozměrů, objemu a hmotnosti rostlin. Úzce souvisí s diferenciací jednotlivých buněk i celých rostlinných orgánů. Růst je zpravidla uskutečňován činností dělivých pletiv, tzv. <b>meristémů</b>.</p> <p>Vyšší rostliny mají neukončený růst s plastickým charakterem vývoje, což znamená, že rostlinné orgány vznikají v průběhu celého ontogenetického vývoje. Další významnou vlastností spojenou s růstem a vývojem buněk je tzv. <b>totipotence</b>. Totipotenci chápeme jako schopnost jakékoliv rostlinné izolované buňky vytvořit jakýkoliv typ diferencované buňky, nebo dokonce zregenerovat v celou novou rostlinu. Z listů za normálních okolností nerostou kořeny, ale pokud je vložíme do vlhké půdy, po nějakém čase list „zakoření“. Totipotence rostlin se dnes hojně využívá při pěstování rostlin na živné půdě <b>in vitro</b>.</p> <p>Dohromady všechny části rostlinného těla vytváří soustavu, která je vzájemně propojena. Změny například ve vrcholové části rostliny fyziologicky ovlivňují i bazální část rostliny. Toto působení a vzájemné ovlivňování různých částí rostliny nazýváme jako tzv. <b>korelaci</b>.</p> <p><b>Fáze růstu:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Embryonální</b> (zárodečná) – v této fázi nastává proces neustálého intenzivního dělení a růstu buněk. Takové dělení probíhá ve vrcholových meristémech na vrcholu stonků a kořenů, ve vmezeřených – interkalárních meristémech a také v druhotných dělivých pletivech jako je <b>kambium</b> a <b>felogen</b>.</li> <li>• <b>Elongační</b> (prodlužovací) – nastává omezení rychlosti dělení buněk, vakuoly začínají nasávat vodu a zvětšují svůj objem, vzniká jedna velká centrální vakuola a tak je cytoplazma s jádrem stlačována blíže k buněčné stěně.</li> <li>• <b>Diferenciační</b> (rozlišovací) – buňky se funkčně a tvarově rozrůžňují k výkonu svých funkcí, vznikají pletiva a dále orgány.</li> </ul> <p>Růst a vývoj rostlin výrazně ovlivňují různé faktory, jak vnější tak i vnitřní. Z vnitřních faktorů jsou nejvýznamnější rostlinné hormony = <b>fytohormony</b>, které už při nízkých koncentracích regulují růst a vývoj rostliny. Řadíme mezi ně hormony podporující růst, tzv. <b>aktivátory</b> (auxiny, gibbereliny, cytokininy) a hormony zpomalující růst, tzv. inhibitory (kyselina abscisová, etylen). Nejdůležitější vnější faktory, ovlivňující rostlinu jsou světlo (nezbytné pro fotosyntézu), teplota a v neposlední řadě také voda.</p> <p><b>Fáze vývoje cévnatých rostlin:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>období embryonální:</b> začíná splynutím samčí a samičí gamety, kdy vzniká první buňka sporofytu, tzv. zygota,</li> </ul>

	<p>následuje mitotické dělení zygoty za vzniku embrya, toto období trvá až po dozrání semene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>období mládí (juvenilní) = vegetativní:</b> první fází juvenilního období je klíčení semene, z plumuly embrya vyrůstá <b>epikotyl</b>, první stonkový článek, a také <b>hypokotyl</b>, první poddelložní článek, jehož bazální část později vytváří <b>radiculu</b> (kořínek), dále v tomto období dochází k vývoji vegetativních orgánů</li> <li>• <b>období dospělosti (adultní) =</b> toto období je charakteristické tím, že jsou rostliny schopny pohlavního rozmnožování, u výtrusných rostlin se ve <b>sporangích</b> se tvoří <b>spory</b>, u semenných rostlin se tvoří plody a v nich semena</li> <li>• <b>období stáří (senescence) =</b> v tomto období převažují rozkladné děje (katabolismus), rostlina snižuje metabolickou aktivitu a postupně odumírá</li> </ul> <p><b>Životní cykly rostlin:</b> = život rostlin od vzniku po odumření</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>jednoleté (anuely)</b> – tyto rostliny stihnou během jednoho roku vykvést, vytvořit plod a odumřít, nepříznivé období – zimu, přečkávají v půdě v podobě semen, př. fazol (<i>Phaseolus</i>) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ letničky – celý cyklus trvá od jara do podzimu, př. obilí, slunečnice (<i>Helianthus</i>)</li> <li>○ efeméry – celá ontogeneze trvá jen krátkou dobu, např. jen 8 týdnů u osívky jarní (<i>Draba verna</i>)</li> </ul> </li> <li>• <b>víceleté (plurieny)</b> – nejprve v prvních několika letech rostou vegetativní orgány, následně rostlina vytvoří květy a plody a nakonec odumírá, u mrkve obecné (<i>Daucus carota</i>) tento cyklus trvá dva roky, v tom případě se jedná o <b>dvouletku</b></li> <li>• <b>vytrvalé (pereny)</b> – takové rostliny několikrát za sebou plodí, žijí tedy po několik vegetačních období, př. dřeviny nebo kosatec (<i>Iris</i>), který přečkává nepříznivé období v podobě cibulí</li> </ul>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>ANDĚLOVÁ, R. (2014): <i>Environmentální pokusy v mateřské škole</i>. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.</p> <p>GRAHAM, L. – WILCOX, L. – GRAHAM, J. (2006): <i>Plant biology</i>. N. J.: Pearson Prentice Hall. Upper saddle river. c2006. ISBN 0-13-146906-1.</p> <p>PAVLOVÁ, L. – ANDRESOVÁ, M. – FISCHER, L. (2012): <i>Růst a vývoj rostlin</i>. 1. vyd. Praha: Karolinum. 325 s. ISBN: 978-80-246-1913-2.</p> <p>VINTER, V. – MACHÁČKOVÁ, P. (2013): <i>Přehled morfologie cévnatých rostlin – Studijní opora e-learningových vzdělávacích modulů projektu BOTASKA</i>. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 198 s. ISBN 978-80-244-3322-6.</p>

<b>Pomůcky</b>	papírová krabice s víkem, karton, nůžky, rozprašovač/stříčka, filtrační papír/vata
<b>Rostlinný materiál</b>	semena řeřichy seté ( <i>Lepidium sativum</i> )
<b>Chemikálie</b>	voda
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pro pokus použijeme např. krabici od bot, kterou rozdělíme na 3 stejné oddíly.</li> <li>2. Dno krabice vyložíme alobalem (proti promáčení).</li> <li>3. Z kartonu vytvoříme 2 přepážky, kterými rozdělíme krabici na 3 stejné oddíly (spodní části přepážky je dobré také obalit alobalem).</li> <li>4. Nad prvním oddílem ve víku krabice vystříhneme otvor tak, aby do celého oddílu svítilo světlo.</li> <li>5. Ve třetím oddílu do boku krabice vystříhneme otvor cca 5 x 5 cm.</li> <li>6. Jednotlivé díly vyložíme nejméně 4 vrstvami filtračního papíru a dostatečně navlhčíme vodou.</li> <li>7. Do všech oddílů krabice nasypeme rovnoměrně semínka a znovu navlhčíme.</li> <li>8. Z alobalu vytvoříme poklop s dírkami na prostřední oddíl krabice a zajistíme tak, aby se do prostředního oddílu opravdu nedostalo světlo.</li> <li>9. Nakonec celou krabici přiklopíme víkem.</li> <li>10. Každé ráno a večer semena navlhčíme.</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	

	<p>Obr. 1: A – Hotová krabice, připravená na pokus, B – Otvor na boku třetího oddílu,  C – Krabice s přepážkami, vyložená alobalem a filtračním papírem, D – Krabice se semínky, přikrytý prostřední oddíl, E – Založený pokus, F – Vyhodnocení po týdnu. Foto V. Pánková, 2017  (pozn. krabice zapůjčena z katedry botaniky Přf UPOL)</p>
<b>Pozorování</b>	<p>Již na první pohled vidíme rozdíly v jednotlivých oddílech krabice. Semena s dostatkem světla vyklíčili velmi dobře, mladé rostlinky mají výraznou zelenou bravu. Naopak rostlinky v prostředním oddílu, ke kterým se nedostalo světlo, vyrostly slabé a velmi rychle zahynou. Rostlinky v oddíle s bočním otvorem rostou a prodlužují se v jednom směru, za světlem.</p>
<b>Závěr</b>	<p>Již na první pohled vidíme rozdíly v jednotlivých oddílech krabice. Semena s dostatkem světla vyklíčili velmi dobře, mladé rostlinky mají výraznou zelenou bravu. Naopak rostlinky v prostředním oddílu, ke kterým se nedostalo světlo, vyrostly slabé a velmi rychle zahynou. Rostlinky v oddíle s bočním otvorem rostou a prodlužují se v jednom směru, za světlem.</p>
<b>Organizace</b>	<p>Krabice s přihrádkami je třeba si připravit předem. V případě, že bude učitel realizovat pokus demonstračně, budou potřeba dvě krabice (druhá jako kontrolní pokus).  Příprava nezabere mnoho času, proto je také možné zadat výrobu krabic žákům za domácí úkol. Další možností na základní škole je výroba krabic například v pracovních činnostech nebo ve výtvarné výchově. Doporučuji třídu rozdělit do několika skupinek, aby si každá skupinka zrealizovala svůj vlastní pokus. Při realizaci pokusu mohou být žáci motivováni například známkou za aktivitu.</p>
<b>Doporučení pro učitele</b>	<p>Doporučuji provádět pokus ve dvou krabicích, pro případ, že by semena v jedné krabici nevyklíčila. Dále doporučuji, aby si učitel pečlivě vyrobil své krabice a poté si je ponechal pro další ročníky.</p>
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 12 – Růst a vývoj rostlin  Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>

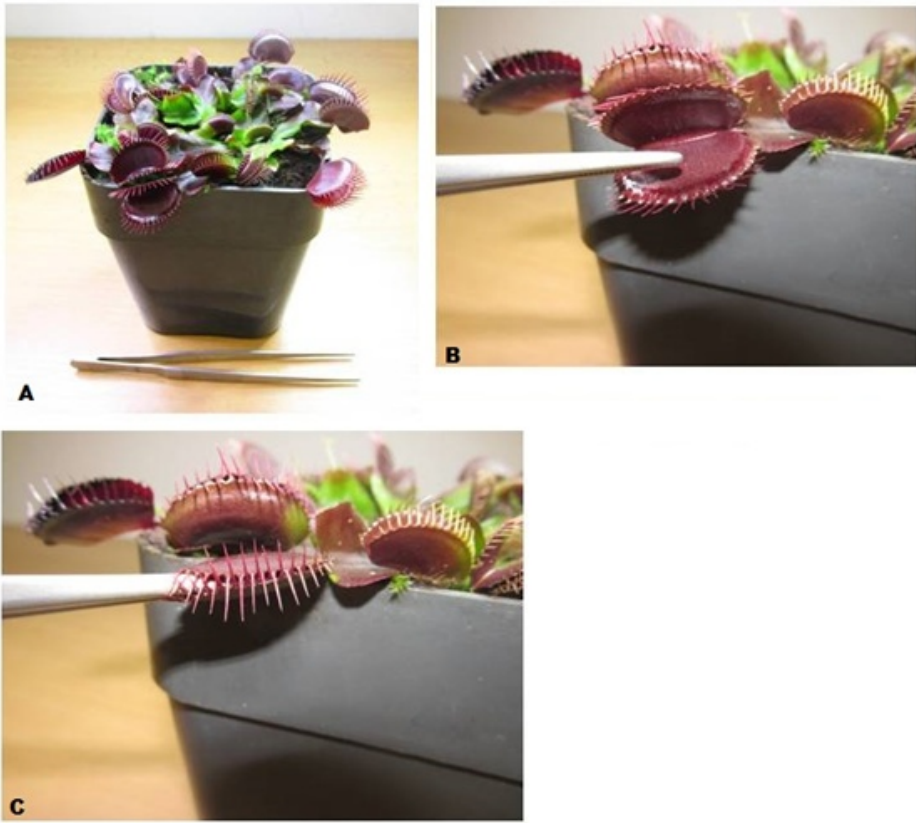


### 5.1.6 Pohyby rostlin

Tab. 16: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma pohyby rostlin

<b>I rostliny se pohybují</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	5 minut, pozorování 20-30 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – rostliny a prostředí
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Pohyby rostlin
<b>Klíčová slova</b>	lokomoce, tropismy, nastie
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák dovede vysvětlit pojem pohyby rostlin;</li> <li>• žák umí popsat význam různých typů pohybů rostlin;</li> <li>• žák dokáže vyjmenovat a popsat typy pohybů rostlin;</li> <li>• žák se učí pracovat s rostlinným materiálem;</li> <li>• žák rozvíjí pracovní dovednosti;</li> <li>• žák se učí pracovat ve skupině.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci se učí na základě názorných ukázek demonstrovat fyzikální (zavírání šišky) i vitální (citlivka, mucholapka) pohyby rostlin;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci řeší problematiku demonstrace hygroskopického pohybu šišky;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině, řeší samostatně zadané úkoly, učí se pracovat ve skupině na společně zadané práci;</li> <li>• kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>
<b>Základní termíny</b>	<p><b>lokomoce</b> = prostorové přemístění celého organismu pomocí bičíku nebo brv</p> <p><b>tropismy</b> = z řeckého trópos = směr, pohyb, orientované pohyby rostlin, vyvolané vnějším podnětem</p> <p><b>nastie</b> = neorientované (všesměrné) pohyby rostlin, vyvolané např. změnou teploty, světla nebo otřesy</p>

<p><b>Teoretický úvod</b></p>	<p>Pohyby rostlin jsou důležité v mnoha spektrech rostlinného života zahrnujících vývoj, výživu i reprodukci. Ačkoliv se rostliny nemůžou přesouvat z místa na místo, jejich pohyby můžeme pozorovat v širokém velikostním i časovém měřítku. Rostliny vykazují pohyby od zavírání a otevírání průduchů na povrchu listů až po pohyby celé rostliny za světlem nebo vlivem gravitace.</p> <p><b>Pohyby rostliny můžeme dělit na:</b></p> <p><b>A. pohyby fyzikální</b> – založené na fyzikálních zákonitostech, vykonávají je i odumřelé části rostlin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>hygroskopické</b> – umožněné přijímání vody a bobtnáním buněčných stěn (např. zavírání šišek jehličnanů);</li> <li>• <b>kohezní</b> – umožněné kohezi – soudržností a přilnavostí molekul vody k vnitřním stranám buněčných stěn (např. otevírání výtrusnic kapradin);</li> <li>• <b>explozivní</b> – založené na změně turgoru uvnitř buňky a k následnému prasknutí orgánu (např. zralé tobolky netýkavky);</li> </ul> <p><b>B. pohyby vitální</b> – vykonávají je pouze živé části rostlin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>lokomoční (taxe)</b> – prostorové přemístění celého organismu pomocí bičíku nebo brv (např. jednobuněčné řasy nebo spermatozoidy mechorostů), tyto pohyby mohou být indukované – vyvolané například podrážděním;</li> <li>• <b>ohybové</b> – jedná se o takové pohyby, kdy se rostlina nějakým způsobem zahne nebo zakříví; <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tropismy = orientované pohyby vyšších rostlin, <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fototropismus – vyvolává změna osvětlení (např. otáčející se slunečnice za sluncem)</li> <li>▪ geotropismus <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivní – pohyby ve směru zemské tíže (kořen)</li> <li>• negativní – pohyby proti směru zemské tíže (prýt)</li> </ul> </li> <li>▪ thigmotropismus – ovíjivé pohyby úponků (např. ovíjení úponků vinné révy)</li> <li>▪ hydrotropismy – orientovaný pohyb se směru nebo proti směru působení vlhkosti – rostliny reagují na vodu (např. růst kořenů „za vodou“)</li> </ul> </li> <li>○ nastie = neorientované pohyby (všemi směry) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ termonastie – otevírání nebo zavírání květů vlivem změny teploty (např. zavírání květů tulipánů)</li> <li>▪ fotonastie – otevírání nebo zavírání květů vlivem změny intenzity světla (např. zavírání květenství pampelišky při nedostatku světla)</li> <li>▪ seimonastie – sklápění např. listů nebo žláznatých chlupů – reagují na dotek (např. rosnatka, citlivka)</li> <li>▪ nyktinastie – spánkové pohyby (např. sklápění listů na noc, citlivka (<i>Mimosa</i>))</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Odkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>BAER, H. (1968): <i>Biologické pokusy ve škole</i>. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 244 s.</p>

	<p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p> <p>FORTERRE, Y. (2013): <i>Slow, fast and furious: understanding the physics of plant movements</i>. Journal of experimental botany. č. 15. ISSN 0022-0957.</p> <p>JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): <i>Biologie pro gymnázia</i>, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.</p> <p>PAZDERA, Z. (2015): <i>Dionaea muscipula - mucholapka podivná</i>. In: Herbář Wendys [online]. [cit. 2.2.2017]. Dostupné na www: &lt;<a href="http://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/148-dionaea-muscipula-mucholapka-podivna">http://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/148-dionaea-muscipula-mucholapka-podivna</a>&gt;.</p>
<b>Pomůcky</b>	kádinka/skleněná nádoba, pinzeta (nebo jiný předmět vhodný k podráždění)
<b>Rostlinný materiál</b>	suché šišky borovice ( <i>Pinus</i> sp.), mucholapka ( <i>Dionaea</i> sp.), citlivka ( <i>Mimosa</i> sp.)
<b>Chemikálie</b>	voda
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Suché šišky vložíme asi na 20-30 minut do kádinky s vodou.</li> <li>Poté, co se šupiny šišky stáhnou, vyndáme z vody a umístíme na teplé místo (na topení nebo na slunce).</li> <li>Dále pozorujeme vitální pohyby citlivky (<i>Mimosa</i> sp.) a mucholapky (<i>Dionaea</i> sp.).</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	 <p>Obr. 1: A - Rostlinný materiál a pomůcky, B – Podráždění trichomů, C – Reakce mucholapky – sklapnutí pasti. Foto V. Pánková, 2017</p>



Obr. 2: A – Listy citlivky (*Mimosa*) před podrážděním, B - Listy citlivky (*Mimosa*) sklopené po podráždění. Foto V. Pánková, 2017



Obr. 3: A – Šiška s rozevřenými šupinami, B – Šiška ve vodě, C – Šiška se zavřenými šupinami. Foto V. Pánková, 2017

**Pozorování**

Už po 30 minutách můžeme jasně vidět, že se šupiny šišek začínají zavírat, za dvě hodiny jsou zcela uzavřené. Po umístění na teplé místo se šišky znovu začínají rozevírat.

	<p>Listy citlivky po dotyku nebo otřesu sklapnou zpeřené lístky k sobě a následně celé listy se svěsí dolů.</p> <p>Pozorujeme téměř okamžité sklapnutí pasti mucholapky po podráždění pasti</p>
<b>Závěr</b>	<p>Tyto hygroskopické pohyby jsou způsobené bobtnáním vnější vrstvy pletiv naspođu šupin – vnitřní vrstvy bobtnají méně. Toto přijímání a následné vydávání vody způsobuje zavírání a otevírání šišek. Tento princip je využit při šíření semen nahosemenných rostlin. Po dozrání se šišky vlivem suchého a teplého počasí rozevřou a semena z nich mohou vypadávat a být šířeny větrem. Naopak při dlouhodobém dešti se šišky uzavírají, aby všechna semena nevypadala pod strom a byl tak zajištěn vývoj nového jedince z embrya v semeni dospělého.</p> <p>Citlivka (<i>Mimosa</i> sp.) reaguje na podráždění (dotykem, větrem i otřesem) sklapnutím a svěšením listů. Tento pohyb vychází ze speciálních buněk v listových koléncích, které po dotyku sníží svůj vnitřní tlak a smrští se. Rostlina se tak brání proti vnějšímu poškození.</p> <p>Uzavření pasti mucholapky (<i>Dionaea</i> sp.) funguje na principu změny elektrického potenciálu na povrchu čepele uvnitř pasti. Pokud je to pasti opravdu chycená potrava, okraje pasti k sobě pevně přilnou a rostlina dovnitř vypouští trávící šťávy. Vstřebávání živin z potravy trvá 7 – 10 dní. V případě, že je past podrážděna „naprázdno“, rostlina tuto situaci pozná a do dvou dnů past znovu otevře.</p>
<b>Organizace</b>	<p>Pro realizaci pokusu je nutné si připravit rostlinný materiál a pomůcky. Učitel může s žáky v rámci zpestření výuky nasbírat šišky například na exkurzi v přírodě nebo zadat za domácí úkol, aby si žáci donesli šišky z domu. Rostliny jako je mucholapka či citlivka je nutné k realizaci pokusu mít již předpěstované a vzrostlé.</p> <p>Realizaci pokusu doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině;</li> <li>provést učitelé demonstračně.</li> </ol>
<b>Doporučení pro učitele</b>	<p>Doporučuji tento pokus provádět až po probrání základů o pohybech rostlin, aby žáci znali teorii a mohli si tak upevňovat učivo. Pokus se šiškou je vhodné založit na začátku hodiny a následně na konci hodiny vytáhnou z vody, vyhodnotit a zkonzultovat pozorování. Na začátku další hodiny biologie může učitel se žáky zkonzultovat to, co se stalo s šiškou za tu dobu, co nebyla ve vodě. Pohyby mucholapky a citlivky je možné vyhodnotit okamžitě po podráždění.</p>
<b>Přílohy</b>	<p>Pracovní list č. 13: Pohyby rostlin</p> <p>Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučující hodině. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.</p>

### 5.1.7 Systém a evoluce nižších rostlin

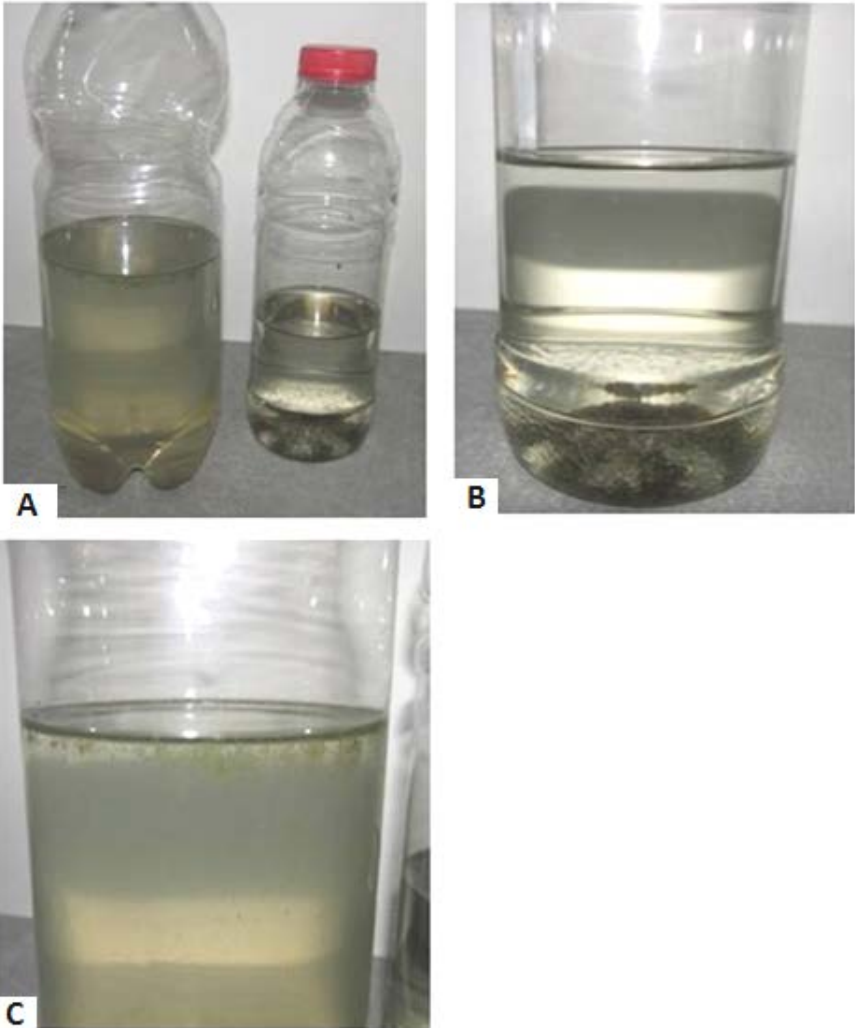
Tab. 17: Metodický list k motivačnímu experimentu pro učitele na téma sinice a řasy

<b>Důkaz přítomnosti sinic a řas v přírodních vodách</b> Zpracovala Veronika Pánková	
<b>Časová náročnost</b>	15 minut
<b>Doporučené metody a organizační formy</b>	Metody: demonstrační pokus učitele nebo frontální pokus žáků Organizační forma: hodina základního typu
<b>Zařazení dle RVP</b>	Biologie rostlin – systém a evoluce rostlin
<b>Téma, které experiment předkládá</b>	Sinice a řasy
<b>Klíčová slova</b>	prokaryotické a eukaryotické organismy, sinice, řasy, fotoautotrofní organismy, fykocyanin, fykoerytrin, stélka
<b>Výukové cíle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák umí rozlišit prokaryotické a eukaryotické organismy;</li> <li>• žák dokáže popsat rozdíly mezi prokaryotickými a eukaryotickými organismy;</li> <li>• žák umí popsat rozdíly ve stavbě těla mezi nižšími a vyššími rostlinami;</li> <li>• žák umí vysvětlit termíny: aerotop, akineta, heterocyt, artrospora, cysta;</li> <li>• žák umí vyjmenovat a poznat základní zástupce;</li> <li>• žák zná prostředí výskytu sinic a řas;</li> <li>• žák dokáže vysvětlit termíny: bentos, epifyton, epilíton, epipelon, epipsammon, epizoon, plankton.</li> </ul>
<b>Klíčové kompetence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetence k učení: žáci na základě jednoduchého experimentu odvozuji rozdíly mezi sinicemi a řasami, žáci se učí pracovat s rostlinným materiálem a pomůckami; žák se učí poznávat způsob života sinic a řas ve vodě;</li> <li>• kompetence k řešení problémů: žáci aplikují pozorované jevy jako je vytvoření prstence sinic u hladiny vody a pokles řas ve vodním sloupci a dokážou na základě pozorování popsat rozdíl mezi sinicemi a řasami, žáci dokážou odhalit výskyt nebezpečných sinic na přírodním koupališti;</li> <li>• kompetence komunikativní: žáci diskutují, prezentují výsledky pozorování pokusu, reagují na dotazy učitele i ostatních žáků a jsou vedeni k tomu, aby se vyjadřovali jasně a srozumitelně;</li> <li>• kompetence sociální: žáci využívají práci ve skupině a řeší samostatně zadané úkoly jako je například sběr rostlinného materiálu;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné pracovní dovednosti a uvědomují si nutnost systematické práce.</li> </ul>
<b>Základní termíny</b>	<p><b>prokaryotické organismy</b> – organismy, tvořeny jednodušším typem buněk bez pravého jádra a jaderné membrány</p> <p><b>eukaryotické organismy</b> – organismy, tvořeny složitějším typem buněk s jádrem a membránovými organelami</p> <p><b>fotoautotrofie</b> – způsob výživy fotosyntetizujících rostlin, přijímajících energii ze slunečního záření; uhlík přijímají z oxidu uhličitého; kyslík produkují fotolýzou vody</p> <p><b>aerotopy</b> – válcovité struktury naplněné plynem</p> <p><b>akinety, artrospory</b> – specializované buňky, schopné přežít nepříznivé podmínky</p> <p><b>heterocyty</b> – tlustostěnné buňky sloužící k fixaci vzdušného dusíku</p>
<b>Teoretický úvod</b>	<p>Buněčné organismy dělíme na organismy prokaryotické a eukaryotické. <b>Prokaryotické organismy</b> mají poměrně jednoduchou stavbu a nemají žádné organely opatřené membránou. Řadíme mezi ně jen bakterie a sinice. <b>Eukaryotické organismy</b> jsou složitější a organizovanější struktury než prokaryota. Liší se především přítomností pravých organel, tj. jádra, jadérka, plastidů a dalších organel, které jsou od svého okolí oddělené membránou. Živočichové, rostliny (s nimi i řasy), houby a prvoci patří mezi organismy eukaryotické. Sinice jsou tedy více příbuzné bakteriím a řasy patří do podříše nižší rostliny. Sinice a řasy jsou většinou <b>fotoautotrofní organismy</b>, které mají stejně jako rostliny ekologickou funkci primárních producentů. Jejich tělo tvoří stélka (<i>thallus</i>), proto jim říkáme rostliny stélkaté a řadíme je do nižších rostlin.</p> <p><b>Sinice (Cyanophyta)</b></p> <p>Nejstarší fosílie sinic jsou staré již 3,5 miliard let, jsou tedy jedny z nejstarších autotrofních organismů. Většina z nich má mikroskopické rozměry, avšak mohou vytvářet i pouhým okem viditelná seskupení. Například kokální sinice <i>Chroococcus</i> žije jednotlivě, zatímco například sinice rodu <i>Merismopedia</i> tvoří tabulkovité kolonie. Nejjednodušším typem stélek je stélka jednobuněčná (kokální), dalším typem jsou pak stélky vláknité (trichální).</p> <p>Sinice ve svých tylakoidech obsahují kromě chlorofylu i další asimilační barviva, jako třeba <math>\beta</math>-karoten nebo modrý fykocyanin a červený fykoerytrin. Jejich vědecký název <i>Cyanophyta</i> se tedy odvíjí od jejich modrozeleného zbarvení. Zásobní látka sinic je tzv. sinicový škrob.</p> <p>Některé planktonní sinice jsou ve vodním sloupci nadnášeny pomocí váčkovitých útvarů naplněných plynem, tzv. <b>aerotopy</b>. Tyto sinice zejména v letním období vytváří na vodní hladině „vodní květ“. Mnohé z nich produkují silné toxiny, a proto se musí jejich přítomnost ve zdrojích pitné vody i rekreačních nádržích velmi kontrolovat. Některé sinice mohou vytvářet morfologicky i funkčně odlišné buňky. Jsou to například <b>heterocyty</b> a <b>akinety</b>. Akinety zajišťují přežití v nepříznivých podmínkách, heterocyt slouží k fixaci vzdušného dusíku.</p>

	<p><b>Zástupci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• drkalka (<i>Oscillatoria</i>)</li> <li>• jednořadka (<i>Nostoc</i>)</li> <li>• sinokokusek (<i>Chroococcus</i>)</li> </ul> <p><b>Řasy</b></p> <p>Tělo řas tvoří také stélka (<i>thallus</i>). Základní typy stélek jsou stélka bičíkatá, (monadoidní), jednobuněčná (kokální), vláknitá (trichální), heterotrichální, pletivná a trubicovitá (sifonální). Ve stélce však ještě nejsou vodivé cévní svazky. V průběhu života řas (až na ruduchy a spájkivky) se v životním cyklu vždy objevují bičíkatá stádia.</p> <p>Řasy se rozmnožují pohlavně i nepohlavně. Mezi nejjednodušší nepohlavní rozmnožování patří prosté dělení na dvě buňky nebo rozpad stélky (fragmentace). Za pohlavní rozmnožování považujeme spájení (konjugaci) nebo splývání gamet. Nejvyvinutější řasy mohou využívat rodozměnu, tedy střídání pohlavní (gametofytní) a nepohlavní (sporofytní) generace. U některých řas se mohou vytvářet tzv. <b>artrospory</b>, stádia schopná přečkávat nepříznivé podmínky.</p> <p><b>Zástupci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zelené řasy (<i>Chlorophyta</i>) – váleč koulivý (<i>Volvox</i>), pláštěnka – (<i>Chlamydomonas</i>), žabí vlas (<i>Cladophora</i>)</li> <li>• ruduchy (<i>Rhodophyta</i>) – žabí símě (<i>Batrachospermum</i>)</li> <li>• spájkivky (<i>Zygnematophyceae</i>) – šroubatka (<i>Spirogyra</i>)</li> <li>• zlativky (<i>Chrysophyceae</i>) – chrysomonáda (<i>Dinobryon</i>)</li> <li>• rozsivky (<i>Bacillariophyceae</i>) – člunovka (<i>Navicula</i>)</li> <li>• obrněnky (<i>Dinophyta</i>) – obrněnka (<i>Ceratium</i>)</li> <li>• skrytěnky (<i>Cryptophyta</i>) – kryptomonáda (<i>Cryptomonas</i>)</li> <li>• krásnoočka (<i>Euglenophyta</i>) – krásnoočko (<i>Euglena</i>)</li> </ul> <p><b>Výskyt a sběr:</b></p> <p>Sinice a řasy se vyskytují všude kolem nás, nejvíce však ve vodním prostředí. Jako <b>bentos</b> označujeme všechny rostlinné i živočišné organismy, žijící na dně vod. Bentos dále členíme podle výskytu na <b>epifyton</b> – na rostlinách, <b>epiliton</b> – na kamenech, <b>epipelon</b> – na bahně, <b>epipsammon</b> – na písku a <b>epizoon</b> na živočiších. Mikroskopické organismy volně se vznášející ve vodním sloupci označujeme jako <b>plankton</b>. Některé sinice však můžeme najít i mimo vodu, například na kůře stromů nebo v půdě. Velmi odolné druhy se vyskytují i v extrémních podmínkách jako jsou termální a minerální prameny nebo jeskyně.</p> <p><b>Metody sběru</b> se liší, podle prostředí, ve kterém sinice a řasy žijí. Řasy dobře viditelné pouhým okem, narostlé na předmětech oškrabujeme skalpelem, plankton odebíráme sítkou, tzv. planktonkou.</p>
<p><b>dkazy na odbornou literaturu</b></p>	<p>BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): <i>Odmaturuj z biologie</i>. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.</p>



	<p>HARTMANOVÁ, P. (2009): <i>Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – Biologie – osmileté a čtyřleté gymnázium</i>. Olomouc: Gymnázium Hejčín. 690 s.</p> <p>POULÍČKOVÁ, A. – DVOŘÁK, P. – HAŠLER, P. (2015): <i>Průvodce mikrosvětlem sinic a řas</i>. Olomouc: Univerzita Palackého. 46 s. ISBN 978-80-244-4408-6.</p>
<b>Pomůcky</b>	průhledná pet-láhev
<b>Rostlinný materiál</b>	
<b>Chemikálie</b>	voda z přírodní nádrže
<b>Pracovní postup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Naplňte pet-láhev asi do tří čtvrtin vodou z přírodní nádrže.</li> <li>2. Nechte ji alespoň 30 minut odstát na světlém místě (např. za oknem).</li> <li>3. Pozorujte a výsledek vysvětlete.</li> </ol>
<b>Obrazová dokumentace</b>	 <p>Obr. 1: A - Vzorčky vod obsahujících sinice a řasy, B - Detail vody obsahující pouze řasy, C - Detail sinic tvořících prstenců. Foto V. Pánková, 2017</p>

<b>Pozorování</b>	Na první pohled vidíme rozdíl mezi pet-láhví s vodou bez sinic a s vodou se sinicemi. Ve vodě sinice tvoří na hladině zelený prstenec, který indikuje právě přítomnost sinic. Ve vodě, ve které nejsou sinice přítomny, se prstenec netvoří, řasy jsou usazené na dně, nebo se volně vznášejí ve vodním sloupci.
<b>Závěr</b>	Sinice ve svých buňkách obsahují tzv. aerotopy – válcovité struktury naplněné plynem, které sinice nadlehčují a umožňují jim vznášet se ve vodním sloupci. Řasy tuto schopnost nemají, proto pouze ve vodě znečištěné sinicemi se tvoří na hladině zelený prstenec. Takto jednoduše rozeznáme, zda se ve vodě sinice vyskytují.
<b>Organizace</b>	Pro realizaci pokusu je nutné den předem nabrat vodu do pet-láhví z minimálně dvou různých přírodních nádrží. Učitel může s žáky v rámci zpestření výuky nabrat vodu například na exkurzi v přírodě nebo zadat za domácí úkol, aby žáci donesli do vyučování vodu z nádrže, kterou chtějí otestovat. Realizaci pokusu doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) zadat žákům jednotlivě – každý donese svůj vzorek vody v pet-láhvi;</li> <li>b) zadat žákům do dvojic, kdy si oba pomáhají a spolupracují;</li> <li>c) zadat dobrovolníkovi, který může pokus provádět a tím si například vylepšit známku za aktivitu ve vyučovací hodině;</li> <li>d) provést učitelé demonstračně.</li> </ul> Pro to, aby byl pokus co nejvíce efektivní a na první pohled jasný, doporučuji, aby si své pet-láhve označili a vystavili je například na okno. Během dne můžou žáci provádět průběžná pozorování a v hodině biologie se pokusit vysvětlit princip pokusu.
<b>Doporučení pro učitele</b>	Doporučuji tento pokus provádět po probrání tematického okruhu prokaryotické organismy – sinice, nebo okruhu týkajícího se systému a evoluce nižších rostlin. Také je vhodné na sinice a řasy upozornit při probírání úvodní látky týkající se evoluce, života a jeho poznávání.
<b>Přílohy</b>	Pracovní list č. 14: Sinice a řasy Pracovní list je určen k domácí přípravě nebo k opakování a upevnění učiva v následující vyučovací hodině. Pracovní list lze použít k vyplnění času při čekání na výsledky pokusu. Žáci by měli být motivováni k vyplnění – mohou po správném vyplnění získat známku například za aktivitu ve vyučovací hodině, nebo mohou pracovní list společně vyplňovat pracovní týmy žáků.

## 5.2 Verifikace vytvořených materiálů

### 5.2.1 Noc vědců 2016

Na této popularizační akci jsem se podílela převážně na realizaci pokusu **Důkaz přítomnosti alkaloidů – fluorescence otisku rostliny**. Děti a rodiče se díky fluoreskovaní alkaloidů pod UV lampou mají přesvědčit o přítomnosti jedovatých látek ve známých rostlinách jako je vlaštovičník (*Chelidonium* sp.) nebo dříšťál (*Berberis* sp.).

Návštěvníci si nejprve kvůli možnému podráždění pokožky alkaloidy nasadili ochranné rukavice. Mezi dva filtrační papíry vložili část jimi zvolené rostliny a několikrát pomocí válečku vylišovali. Tímto způsobem si vytvořili otisk rostliny. Pak se přemístili do tmavé komory, kde pozorovali pod světlem UV lampy fluoreskující otisk.

Jak děti, tak dospělí byli výsledkem tohoto pokusu velmi překvapení a otisk rostliny si rádi odnesli domů. Tento jednoduchý experiment byl pro návštěvníky velmi přínosný. Tato zkušenost mě přesvědčila o funkčnosti a atraktivitě daného pokusu a rozhodla jsem se ho opakovat i na akci Modré dny 2017.



Obr. 1: Noc vědců 2016, A – Důkaz přítomnosti alkaloidů, B – Poznej nejnedovatější semena světa, C, D – Jedovatá poznávačka. Foto M. Oulehlová, 2016

### 5.2.2 Modré dny 2016

V našem stánku návštěvníci vnímali svět rostlin všemi smysly. Na této akci jsem měla možnost verifikovat pokusy **Omamné vůně** a **Hmatové krabičky – krása rostlin hmatem**. Do předem zhotovených hmatových krabiček jsme vložili jehličí, makovice, květy vrby (*Salix* sp.), tzv. kočičky, listy čistce vlnatého (*Stachys byzantina*) a semena různých rostlin. Návštěvníci měli za úkol pokusit se podle hmatu poznat danou část rostliny a přiřadit ji k vystavenému rostlinnému materiálu.

Na dalším stanovišti návštěvníci rozpoznávali omamné vůně různých částí rostlin. V plátěných pytlíčcích byly usušené květy růže, levandule, listy muškátu (*Pelargonium* sp.), máty (*Mentha* sp.) a rýmovníku (*Plectranthus* sp.). V tomto případě měli rostliny rozpoznat a přiřadit podle čichu.

Oba pokusy děti i dospělé velmi zaujaly a u některých dokonce vzbudily zvědavost ohledně biologie rostlin, a začali nám klást různé otázky na téma odění rostlin a jejich vůní. Podle velkého počtu příchozích k našemu stánku a jejich zájmu o botanické pokusy vyhodnocuji prezentaci těchto experimentů za úspěšnou.





Obr. 2: Modré dny 2016, A – Hmatové krabičky - krása rostlin hmatem, B – Omamné vůně, C – Popelčino přebírání, D – Hmatový chodníček, E – Sluchové pexeso.

Foto M. Oulehlová, 2016

### 5.2.3 Modré dny 2017

Na letošních Modrých dnech byli návštěvníci fascinováni botanickým kouzlením. Při této příležitosti jsem ověřila atraktivitu a snadnou proveditelnost těchto pokusů: **I rostliny se pohybují; Extrakce a důkaz přítomnosti chlorofylu v listech; Přesvědč se, jak putuje voda rostlinou a Citrusový ohňostroj.**

Návštěvníci s velkým zájmem obdivovaly pohyby masožravé rostliny mucholapky podivné (*Dionaea muscipula*) a citlivky stydlivé (*Mimosa pudica*). Dále mohli pozorovat uzavření suché šišky borovice (*Pinus* sp.) ve vodním prostředí. Tyto pohyby rostlin zejména v dětech vyvolaly velkou zvědavost. Návštěvníci chtěli znát odpověď na to, „Jak to rostliny dělají, že se pohybují?“ a „Co způsobuje jejich pohyby?“. Naše odpovědi překvapily děti i dospělé, jelikož neznali princip sklapnutí pastí mucholapky.

Na dalším stanovišti si návštěvníci mohli vyzkoušet extrakci listových barviv z listů muškátu (*Pelargonium* sp.) a z listů červeného zelí hlávkového (*Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *rubra*). Pomocí kruhové chromatografie se návštěvníci přesvědčili o přítomnosti chlorofylů, karotenoidů i xanthofylů ve výše zmíněných listech. Největší radost však měly děti z možnosti pracovat ve vědeckých rukavicích a s pomůckami jako je třecí miska nebo filtrační sada. Výsledkem pokusu byl obrázek do kruhu rozdělených listových barviv, který si návštěvníci odnesli domů.

V temné místnosti byli děti i dospělí fascinováni citrusovým ohňostrojem. Díky tomuto jednoduchému experimentu se dozvěděli, že vonné silice obsažené v kůře citrusových plodů při kontaktu s ohněm reagují a vytváří tak vizuální efekt ohňostroje. Tento pokus byl u návštěvníků nejvíce oblíbený pro svou jednoduchost a efektivitu.

Velký úspěch sklídilo i stanoviště s rostlinami obarvenými inkoustem a potravinářskými barvivy. Zde návštěvníci díky jednoduchému, předem připravenému pokusu získali povědomí o tom, jak putuje voda rostlinou. Zde jsem zaznamenala největší zájem dětí i rodičů získat návod na pracovní postup tohoto pokusu, aby si mohli rostliny obarvit doma.



Obr. 3: A – I rostliny se pohybují – sledování pohybů mucholapky podivné (*Dionaea muscipula*) a citlivky stydlivé (*Mimosa pudica*), B – citlivka stydlivá (*Mimosa pudica*). Foto E. Hobzová, 2017

C, D – Kruhová chromatografie. Foto M. Oulehlová, 2017

## 6 Diskuse

V předkládané bakalářské práci jsem se zaměřila na vypracování metodických listů k motivačním experimentům pro učitele a pracovních listů pro žáky a studenty. Tento pracovní materiál by měl učitelům pomoci k aktivizaci žáků a tím i ke zkvalitnění výuky biologie rostlin. Většina pracovních listů je pro studenty středních škol a gymnázií. V metodických listech k motivačním experimentům pro učitele popisují průřez očekávaných základních znalostí, které by měli žáci při realizaci daného pokusu znát. Obtížnost pracovních listů jsem porovnávala se středoškolskými učebnicemi Benešová et al. (2013): *Odmaturuj z biologie* a Jelínek a Zicháček (2003): *Biologie pro gymnázia*. Ve zjednodušené podobě se dají zařadit i do vyučovacích hodin na druhém stupni základních škol. Pro důkladnou přípravu studentů středních škol na maturitní zkoušku však doporučuji pedagogům probrat témata více dopodrobna.

Při studiu odborné literatury jsem se setkala s dvěma odlišnými názory na strukturu vyučovací hodiny. Altmann (1972): *Organizační formy ve výuce biologie* uvádí, že každá vyučovací hodina by měla být odlišná, neboť šablonovitost struktury vyučovací hodiny omezuje tvůrčí iniciativu učitele. V publikaci od Pavlasové (2013): *Přehled didaktiky biologie*, jsem se však dozvěděla, že struktura každé vyučovací hodiny by měla splňovat určité prvky. Dospěla jsem tedy k názoru, že je dobré dodržovat určité zásady při tvorbě struktury vyučovací hodiny, avšak každá vyučovací hodina by měla být originální a zábavná.

Při zpracovávání metodických listů k motivačním experimentům pro učitele jsem prostudovala literaturu týkající se návrhů na školní pokusy do hodin biologie. Vypozorovala jsem, že většina pokusů týkajících se biologie rostlin byly určeny pro zpracování v laboratorních cvičeních. V průběhu zpracovávání bakalářské práce jsem některé vybrané úlohy zjednodušila a pokusila se je realizovat v co nejkratším čase. Týkalo se to zejména pokusu **Extrakce a důkaz přítomnosti chlorofylu v listech**, kdy jsem potřebné chemikálie a pomůcky omezila pouze na filtrační sadu, třecí misku a 96 % ethanol, které by měly být součástí každého kabinetu biologie.

Dále jsem při realizaci pokusů narazila na některé odchylky od literatury. Návod na pokus síla kořenů jsem čerpala z literatury Baera, H. (1968): *Biologické pokusy ve škole*. Zjistila jsem, že Baer (1968) ve své literatuře neuvádí poměr vody a sádry. Při prvním pokusu o vytvoření sádrového bloku jsem tak neměla představu o tom, jak hustá sádra má být. V příliš husté sádře klíčící semena sádrový blok nenarušila a tak se pokus nezdařil. Proto v návodu na tento pokus uvádím upřesnění poměru sádry a vody, který činí 60 g sádry na 100 ml vody. Baer (1968) také uvádí, že se má sádrový blok přikrýt skleněným zvonem. Ten jsem však ve své verzi



pokusu nepoužila a pokus se zdařil. Proto nepovažuji přikrytí skleněným zvonem za důležité a v návodu na pokus skleněný zvon neuvádím.

Maslowski (1990) a Vinter et al. (2009) poukazují na možnost, že pokus sice může skončit nezdarem, avšak můžeme jej zopakovat a tak opětovně potvrdit hypotézu. Z mých dosavadních zkušeností z popularizačních akcí v Interaktivním muzeu vědy PřF UPOL je zřejmé, že děti mají o motivační experimenty velký zájem a ani malým nezdarem se nenechávají odradit. Spojení teoretických znalostí s praktickou činností v dětech vyvolává zvědavost a zájem o další poznání zkoumaných jevů. Což potvrzuje mou hypotézu o ztraktivnění běžné vyučovací hodiny prostřednictvím motivačních experimentů.

## 7 Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo poukázat na možnost využití motivačních experimentů jako aktivizujících prvků ve vyučovacích hodinách biologie základního typu. Tento hlavní cíl jsem splnila.

Při realizaci bakalářské práce a během studia odborné literatury jsem se seznámila se základními metodami a formami výuky. Důkladně jsem prostudovala problematiku anatomie, morfologie a fyziologie rostlin. Získané znalosti jsem využila během tvorby metodických listů k motivačním experimentům pro učitele v rámci bakalářské práce a také při verifikaci vytvořených materiálů a navržených experimentů na popularizačních akcích Přf UPOL.

Vytvořila jsem celkem čtrnáct přehledných návodů k experimentům pro učitele a čtrnáct pracovních listů pro žáky, týkajících se tematických celků: anatomie a morfologie rostlin, fyziologie rostlin, systém a evoluce rostlin a také celku rostliny a prostředí. Na popularizačních akcích jsem vybrané pokusy předvedla dětem i dospělým. Pokusy se jim velmi líbily a u některých návštěvníků dokonce vzbudily zájem o budoucí studium biologie. Děti též projevíly zájem o realizaci pokusů ve vyučovacích hodinách základního typu na svých školách.

Mým plánem do budoucna je i nadále na vytvořených materiálech pracovat a napsat navazující diplomovou práci obohacenou o vlastní obrázky a videa doplňující experimenty. Tyto materiály bych ráda použila při tvorbě a výuce výukových programů v Interaktivním muzeu vědy Přf UPOL Pevnost poznání v Olomouci. Atraktivitu a funkčnost vytvořených a navržených experimentů prověřím dotazníkovým šetřením.

Znalosti získané studiem literatury a vytvořené materiály mi jistě budou významným nápomocným prostředkem při mé budoucí pedagogické praxi na základních i středních školách. Materiály vytvořené v této bakalářské práci by měly sloužit pedagogům ke zpestření a zkvalitnění výuky biologie rostlin v hodinách základního typu.

## 8 Literatura

### Knižní zdroje:

ALTMANN, A. (1972): *Organizační formy ve výuce biologii: kapitola z didaktiky biologie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 278 s.

ALTMANN, A. (1975): *Metody a zásady ve výuce biologii*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 285 s.

ANDĚLOVÁ, R. (2014): *Environmentální pokusy v mateřské škole*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

BAER, H. (1968): *Biologické pokusy ve škole*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 244 s.

BALDRIDGE, IC. – NESS, B. (2013): *Leaf anatomy*. Salem Press: Encyclopedia of science.

BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): *Odmaturuj z biologie*. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.

CÍDLOVÁ, H. - MUSILOVÁ, E. - PETRŮ, M (2012): *Ve dvou se to lépe táhne motivační úlohy procvičující mezipředmětové vztahy chemie s ostatními přírodovědnými předměty I. chemie – zeměpis*. Brno: Masarykova Univerzita. 135 s. Dostupné online na [www: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps11/chem\\_zem/web/pdf/ve\\_dvou\\_se\\_to\\_lepe\\_tahne.pdf>](http://www.is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps11/chem_zem/web/pdf/ve_dvou_se_to_lepe_tahne.pdf).

DANČÁK, M. (2015): *Přírodopis 6: rostliny*. 1. vyd. Olomouc: Prodos. 112 s. ISBN 978-80-7230-294-9.

DEYL, M. – HÍSEK, K. (1973): *Naše květiny*. 1. vyd. Praha: Albatros. 307 s.

FORTERRE, Y. (2013): *Slow, fast and furious: understanding the physics of plant movements*. Journal of experimental botany. č. 15. ISSN 0022-0957.

GRAHAM. L. – WILCOX, L. – GRAHAM, J. (2006): *Plant biology*. N. J.: Pearson Prentice Hall. Upper saddle river. c2006. ISBN 0-13-146906-1.

HARTMANOVÁ, P. (2009): *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – Biologie – osmileté a čtyřleté gymnázium*. Olomouc: Gymnázium Hejčín. 690 s.

HORNÍK, M. – ALTMAN, A. (1988): *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie III*. 1.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 121 s.

JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): *Biologie pro gymnázia*. 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.

KALHOUS, Z. – OBST, O. (2009): *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál. 447 s. ISBN 978-80-367-571-4.

KLEMOW, K. M. (2015): *Fruit: structure and types*. Salem press: Encyclopedia of science.

KOTRBA, P. – BABŮREK, I. – KNEJZLÍK, Z. (2006): *Návody ke cvičením z biologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 76 s. ISBN 80-7080-623-0.

KUBIENOVÁ, L. – VINTER V. (2013): *Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Rostliny, léčivé látky, drogy*. Olomouc: Univerzita Palackého. 66 s. ISBN 978-80-244-3619-7.

KUTBIDDINOVA, R. – EROMASOVA, A. – ROMANOVA, M. (2016): *The Use of Interactive Methods in the Educational Process of the Higher Education Institution*. International Journal of Environmental and Science Education. č. 14. ISSN 6557-6572.

MAŇÁK, J. – ŠVEC, V. (2003): *Výukové metody*. 1. vyd. Brno: Paido. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

MASLOWSKI, O. (1990): *Didaktika biologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta. 145 s.

MECKES, O. – OTTAWAOVÁ, N. (2003): *Fantastický neviditelný svět – objevy v mikrokosmu*. Praha: Euromedia Group k. s. Knižní klub. 208 s. ISBN 80-242-1452-0.

MOJŽÍŠEK, L. (1975): *Vyučovací metody*. 3. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 341 s.

NOVÁK J. – SKALICKÝ M. (2012): *Botanika*, 3. vyd. Praha: Powerprint 336 s. ISBN 978-80-87415-53-5.

NOVÁK, J. – SKALICKÝ, M. (2009): *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*, 2. vyd. Praha: Powerprint. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0.

PAVLASOVÁ, L. (2013): *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. 58 s. ISBN 978-80-7290-643-7. Dostupné online na [www: <http://vzdelavani-dvpp.eu/download/opory/02pavlasova.Kn.bl.TISK.pdf>](http://vzdelavani-dvpp.eu/download/opory/02pavlasova.Kn.bl.TISK.pdf).

PAVLOVÁ, L. – ANDRESOVÁ, M. – FISCHER, L. (2012): *Růst a vývoj rostlin*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 325 s. ISBN: 978-80-246-1913-2.

POULÍČKOVÁ, A. – DVOŘÁK, P. – HAŠLER, P. (2015): *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého. 46 s. ISBN 978-80-244-4408-6.

SKALICKÝ, M. – NOVÁK, J. (2007): *BOTANIKA I. Anatomie a morfologie rostlin*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. 146 s. ISBN 978-80-213-1724-6.

SKALKOVÁ, J. (2006): *Obecná didaktika*. 1. vyd. Praha: Grada. 328 s. ISBN 978-80-247-6981-3.

SVĚT POZNÁNÍ: *Informace a zajímavosti pro celou rodinu* (1995). Praha: Marshall Cavendish ČR. ISSN 1211-9369.

VINTER V. – KUBIENOVÁ L. (2013): *Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Rostliny, léčivé látky, drogy*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého. 66 s., ISBN 978-80-244-3619-7.

VINTER, V. – KRÁLÍČEK, I. – MÜLLER, L. – SMOLOVÁ, I. – HRUBÝ, D. – HODOROVÁ, M. (2009): *Příručka pro začínající učitele biologie*. 1. vyd. Šumperk: Trifox. 243 s. ISBN 978-80-904309-4-5.

VINTER, V. – MACHÁČKOVÁ, P. (2013): *Přehled morfologie cévnatých rostlin – Studijní opora e-learningových vzdělávacích modulů projektu BOTASKA*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 198 s. ISBN 978-80-244-3322-6.

VINTER, V. (2008): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra botaniky. 186 s. ISBN 978-80-244-1972-5.

VOTRUBOVÁ O. (2001): *Anatomie rostlin*. 3. vyd. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova 192 s. ISBN 978-246-1867-8.

VYSOUDIL, M. (2013): *Základy fyzické geografie 1: meteorologie a klimatologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 110 s. ISBN 978-80-244-3892-4.

ZEMÁNKOVÁ, K. (2010): *Anatomická stavba asimilačních listů ve výuce biologie na školách gymnaziálního typu*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta Katedra botaniky.

## Internetové zdroje:

ANONYMOUS (2004): *Citrusový ohňostroj*. In: ABC [online]. [cit. 9.2.2017]. Dostupné na www: <<http://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/5210/citrusovy-ohnostroj.html>>.

ANONYMOUS (2014): *Mitochondrion*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Animal\\_mitochondrion\\_diagram\\_cs.svg/330px-Animal\\_mitochondrion\\_diagram\\_cs.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Animal_mitochondrion_diagram_cs.svg/330px-Animal_mitochondrion_diagram_cs.svg.png)>.

ANONYMOUS (2016): *Biologie: botanika*. In: Locika.wikispaces [online]. [cit. 15.9.2016]. Dostupné na www: <<https://locika.wikispaces.com/Biologie>>.

ANONYMOUS (2016): *The Greenhouse Effect*. In: BioNinja: Your one-stop biology resource [online]. [cit. 15.9.2016]. Dostupné na www: <<http://www.old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-5-ecology-and-evoluti/52-the-greenhouse-effect.html>>.

ANONYMOUS (2016): *Tvorba kyslíku při fotosyntéze*. In: Chemie hrou – databanka domácích pokusů [online]. [cit. 9.9.2016]. Dostupné na www: <<http://www.chemiehrou.funsite.cz/09.html>>.

- BALÁŽ, M. (2008): *Vodivá pletiva*. In: sci.muni.cz [online]. [cit. 22.10.2016]. Dostupné na www: <[http://www.sci.muni.cz/~anatomy/vascular\\_bundles/html/intro.htm](http://www.sci.muni.cz/~anatomy/vascular_bundles/html/intro.htm)>.
- DERY, B. (2005): *Structure of a Euglena*. In: The visual Dictionary [online]. [cit. 7.10.2016]. Dostupné na www: <[http://www.infovisual.info/02/001\\_en.html](http://www.infovisual.info/02/001_en.html)>.
- HOSKOVEC, L. (2007): *EUPHORBIA PULCHERRIMA Willd. ex Klotzsch – pryšec / mliečnik*. In: Botany.cz [online]. [cit. 27.3.2017]. Dostupné na www: <<http://botany.cz/cs/euphorbia-pulcherrima/>>.
- HOSKOVEC, L. (2007): *EUPHORBIA PULCHERRIMA Willd. ex Klotzsch – pryšec / mliečnik*. In: Botany.cz [online]. [cit. 27.3.2017]. Dostupné na www: <<http://botany.cz/cs/euphorbia-pulcherrima/>>.
- JÍLEK, M. (2016): *Fotosyntéza a dýchání rostlin (laboratorní práce)*. In: Docplayer [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: <<http://docplayer.cz/8363642-Fotosynteza-a-dychani-rostlin-laboratorni-prace.html>>.
- KREJČÍ, P. (2014): *Osmotické jevy v buňce*. In: web2.mendelu [online]. [cit. 22.4.2016]. Dostupné na www: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/index1.html](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/index1.html)>.
- MAŠKOVÁ, H. (2014): *Trichomy – jedna z adaptací suchomilných rostlin*. In: Živa [online]. [cit. 7.11.2016]. Dostupné na www: <<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/trichomy-jedna-z-adaptaci-suchomilnych-rostlin.pdf>>.
- MAYEROVÁ, S. (2012): *Osmotické jevy a membránový přenos*. In: Enviroexperiment.cz [online]. [cit. 14.3.2017]. Dostupné na www: <<http://www.enviroexperiment.cz/biologie-2-stupen-zs/osmoticke-jevy-a-membranovy-prenos-makroskopicka-demonstrace>>.
- MICHALCOVÁ, D (2013): *Barvy a barviva rostlin*. In: Botanická fotogalerie [online]. [cit. 13.2.2017]. Dostupné na www: <[http://www.botanickafotogalerie.cz/novinky.php#curiosity\\_83](http://www.botanickafotogalerie.cz/novinky.php#curiosity_83)>.
- MLČOCH, Z. (2015): *Anatomie rostlin, bylin (květy, listy, stonky a jejich variace)*. In: Bylinky pro všechny.cz [online]. [cit. 10.2.2017]. Dostupné na www: <<http://www.bylinkyprovsechny.cz/ruzne/anatomie-rostlin-kvety-listy-stonky-a-jejich-variace>>.
- MOTYČKOVÁ, H. (2010): *Alopecurus pratensis L. – psárka luční*. In: Biolib.cz [online]. [cit. 13.3.2017]. Dostupné na www: <<http://www.biolib.cz/cz/image/id259731/>>.
- NOVÁK, J. (2006): *Masožravá rostlina*. In: Biolib.cz [online]. [cit. 18.11.2016]. Dostupné na www: <<http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id3644/>>.
- PAZDERA, Z. (2015): *Dionaea muscipula - mucholapka podivná*. In: Herbář Wendys [online]. [cit. 2.2.2017]. Dostupné na www: <<http://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/148-dionaea-muscipula-mucholapka-podivna>>.
- PODROUŽEK, L. (2007): *Přírodovědná pozorování a pokusy*. In: Metodický portál: Články [online]. [cit. 31.7.2016]. Dostupné na www: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1101/PRIRODOVEDNA-POZOROVANI-A-POKUSY.html>>. ISSN 1802-4785>.

ŠMITÁK, J (2016): *Popis orchidejí*. In: Orchidea klub Brno [online]. [cit. 20.3.2017]. Dostupné na www:

<[http://www.orchideaklub.cz/?Kl%ED%E8e\\_k\\_ur%E8ov%E1n%ED:Popis\\_orchidej%ED](http://www.orchideaklub.cz/?Kl%ED%E8e_k_ur%E8ov%E1n%ED:Popis_orchidej%ED)>.

VINTER, V. (2004): *Atlas anatomie cévnatých rostlin*. In: botanika.upol.cz [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: < <http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/index.html>>.

VLČEK, K. (2010): *Vascular budles types*. In: wikimedia commons [online]. [cit. 24.11.2016]. Dostupné na www: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vascular\\_budles\\_types.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vascular_budles_types.jpg)>.

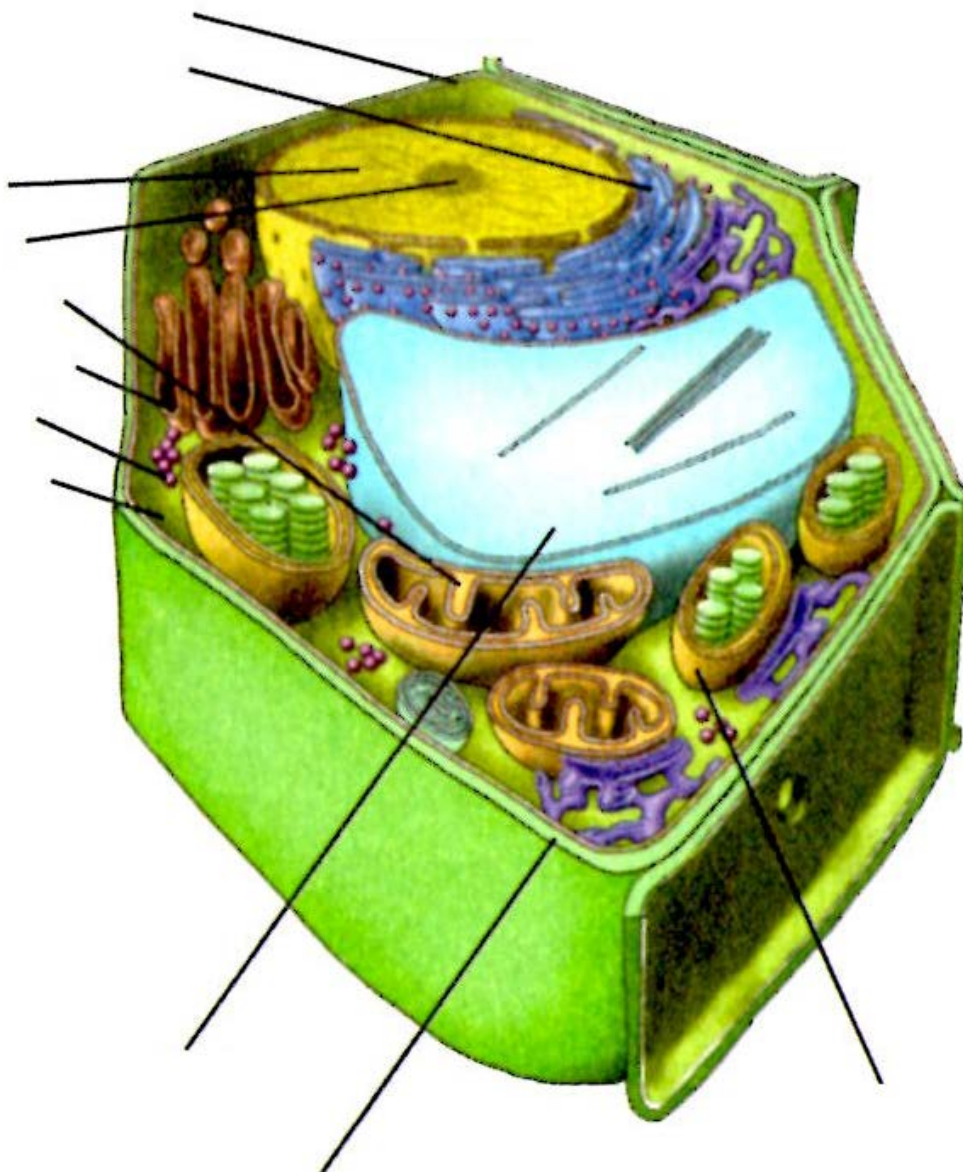
## 9 Seznam příloh

- 9.1 Příloha č. 1: Pracovní list č. 1 – Rostlinná buňka
- 9.2 Příloha č. 2: Pracovní list č. 2 – Základní pletiva
- 9.3 Příloha č. 3: Pracovní list č. 3 - Krycí pletiva
- 9.4 Příloha č. 4: Pracovní list č. 4 – Vodivá pletiva
- 9.5 Příloha č. 5: Pracovní list č. 5 – Kořen
- 9.6 Příloha č. 6: Pracovní list č. 6 – Stonek
- 9.7 Příloha č. 7: Pracovní list č. 7 – Listy
- 9.8 Příloha č. 8: Pracovní list č. 8 – Květ
- 9.9 Příloha č. 9: Pracovní list č. 9 – Plody
- 9.10 Příloha č. 10: Pracovní list č. 10 - Fotosyntéza
- 9.11 Příloha č. 11: Pracovní list č. 11 – Dýchání
- 9.12 Příloha č. 12: Pracovní list č. 12 – Růst a vývoj rostlin
- 9.13 Příloha č. 13: Pracovní list č. 13 – Pohyby rostlin
- 9.14 Příloha č. 14: Pracovní list č. 14 - Sinice a řasy



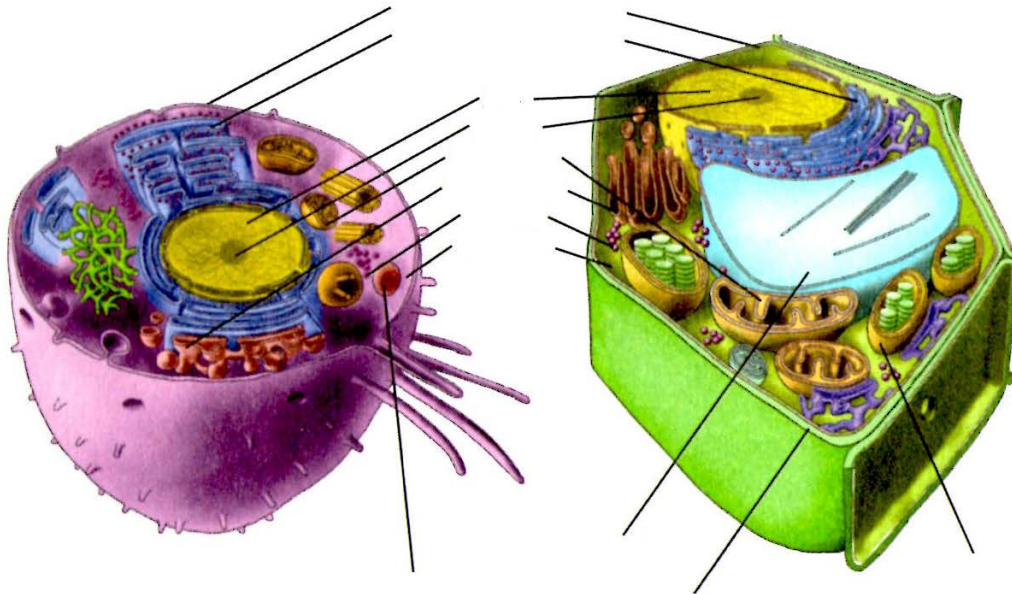
9.1 Příloha č. 1: Pracovní list č. 1 – Rostlinná buňka  
Zpracovala Veronika Pánková

1. Rozhodni a napiš, jestli je na obrázku rostlinná nebo živočišná buňka. Obrázek popiš.



Obr. 1: Stavba buňky (upraveno podle Benešová et al., 2013)

2. Popiš základní rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou buňkou. Obrázek ti napoví.

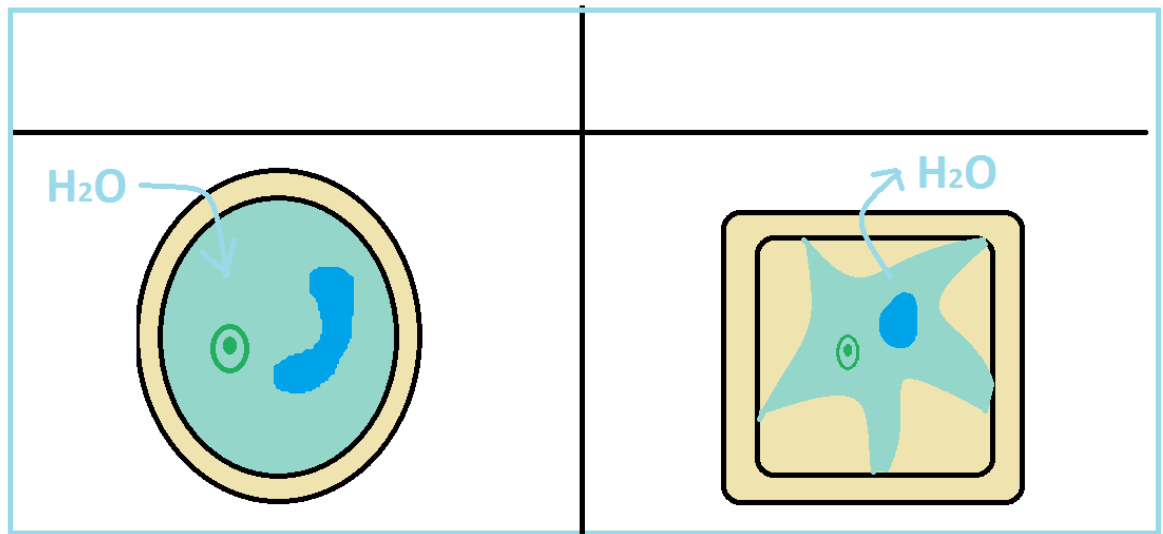


Obr. 2: Rostlinná a živočišná buňka (upraveno podle Benešová et al., 2013)

rostlinná buňka

živočišná buňka

3. Pojmenuj děje probíhající na obrázcích. Uveď také, v jakém prostředí se buňka nachází.



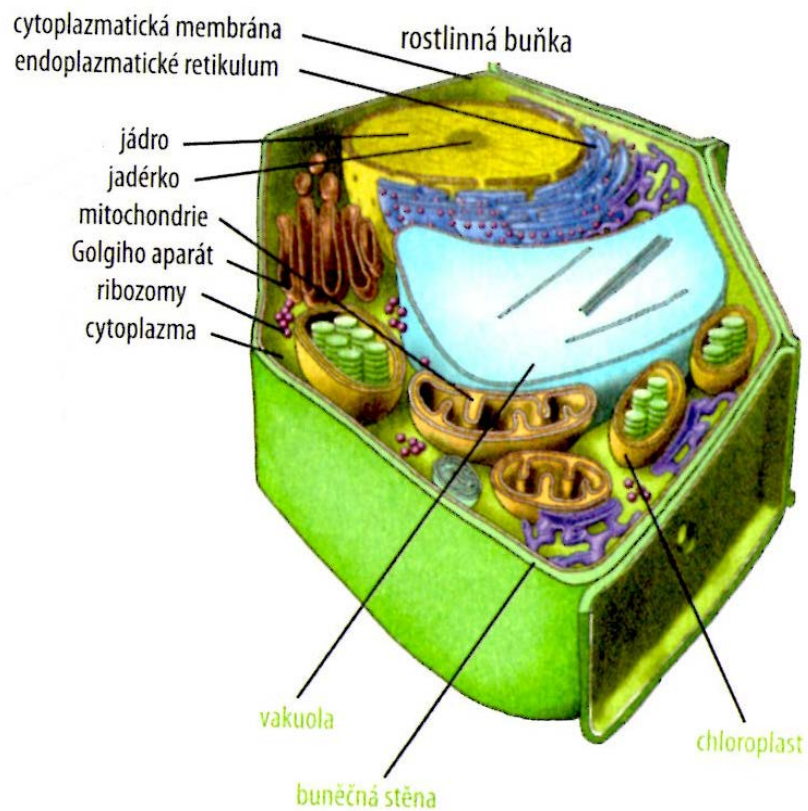
Obr. 3: Osmotické jevy (Pánková, 2017)

4. Doplň název buněčných struktur a organel.

- ★ řídicí centrum buňky = .....
- ★ obsahuje fotosyntetická barviva = .....
- ★ buněčná kostra rostlinných buněk = .....
- ★ energetické centrum buňky = .....
- ★ vyplňuje vnitřní prostor buňky = .....
- ★ nejmenší organela, sloužící především k výrobě proteinů = .....

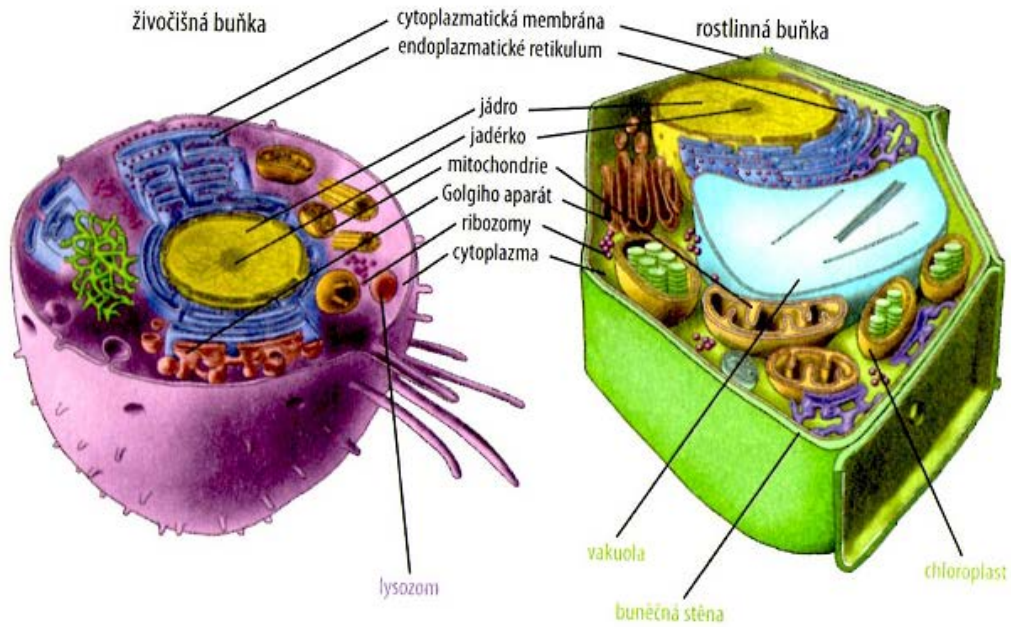
## Řešení:

1. Napiš, jestli je na obrázku rostlinná nebo živočišná buňka, obrázek popiš.

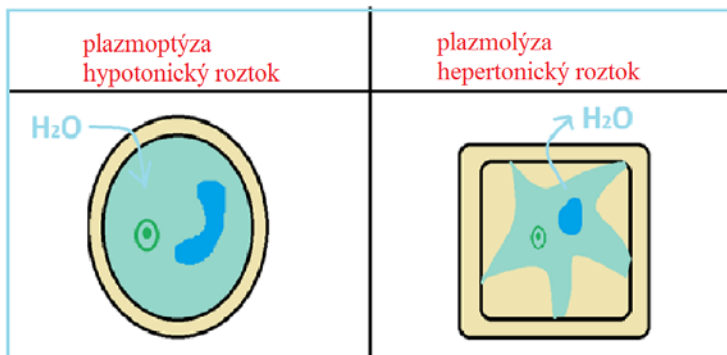


2. Popiš základní rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou buňkou. Obrázek ti napoví.

rostlinná buňka	živočišná buňka
<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>vakuola</u></li><li>- <u>chloroplasty</u></li><li>- <u>buněčná stěna</u></li><li>- jádro</li><li>- jedérko</li><li>- cytoplazmatická membrána</li><li>- Golgiho aparát</li><li>- ribozomy</li><li>- mitochondrie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>lysozomy</u></li><li>- jádro</li><li>- jedérko</li><li>- cytoplazmatická membrána</li><li>- Golgiho aparát</li><li>- ribozomy</li><li>- mitochondrie</li></ul>



3. Pojmenuj děje probíhající na obrázcích. Uveď také, v jakém prostředí se buňka nachází.



4. Doplň název buněčných struktur a organel.

- ★ řídicí centrum buňky = ..... **jádro** .....
- ★ obsahuje fotosyntetická barviva = ..... **chloroplast** .....
- ★ buněčná kostra rostlinných buněk = ..... **cytoskelet** .....
- ★ energetické centrum buňky = ..... **mitochondrie** .....
- ★ vyplňuje vnitřní prostor buňky = ..... **cytoplazma** .....
- ★ nejmenší organela, sloužící především k výrobě proteinů = ..... **ribozom** .....

**Zdroje:**

BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): *Odmaturuj z biologie*. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.

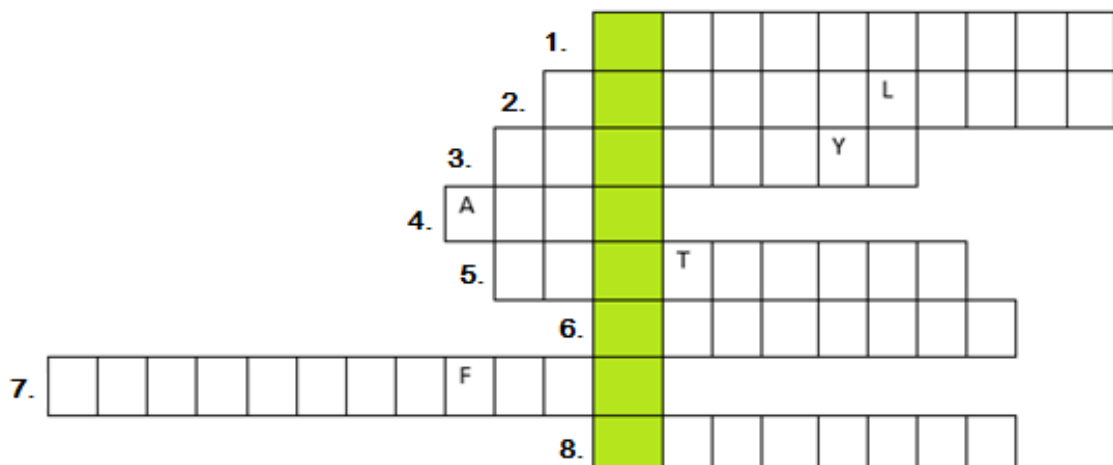


## 9.2 Příloha č. 2: Pracovní list č. 2 – Základní pletiva

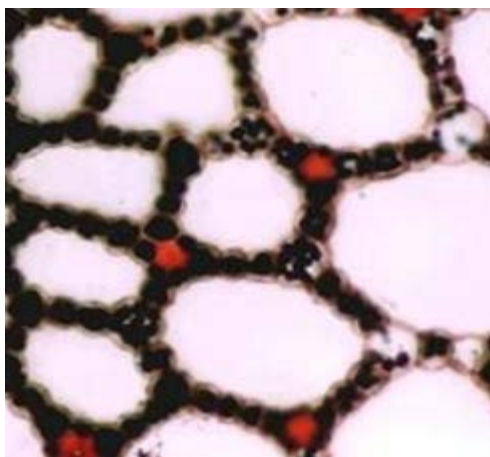
Zpracovala - Veronika Pánková

### 1. Doplň tajenku.

1. Listový mezofyl řadíme z hlediska funkce mezi pletiva:
2. Bezbarvé, fotosynteticky neaktivní plastidy:
3. Pletivo, tvořené tenkostěnnými buňkami, které vyplňuje všechny měkké části rostlinného těla:
4. Rostlina schopná zadržovat vodu v hydrenchymu:
5. Odborný název čočinek:
6. Zelené barvivo obsažené v chloroplastech:
7. Odborný název dýchacích kořenů:
8. Pletivo vyměšující latex:



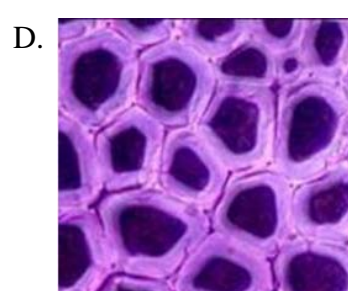
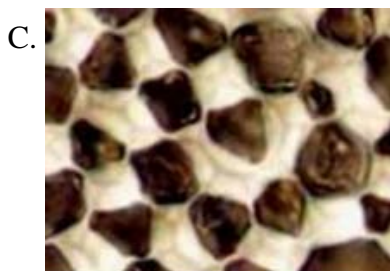
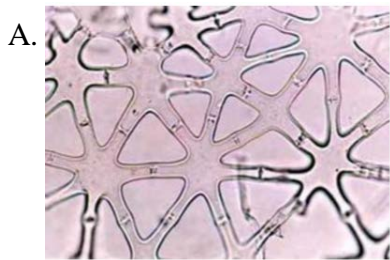
Tajenka: Rostlinné pletivo, které je na obrázku, se nazývá .....



Obr. 1: Řez stonkem (Vinter, 2008)

**2. Přiřaď názvy pletiv s fotografiemi.**

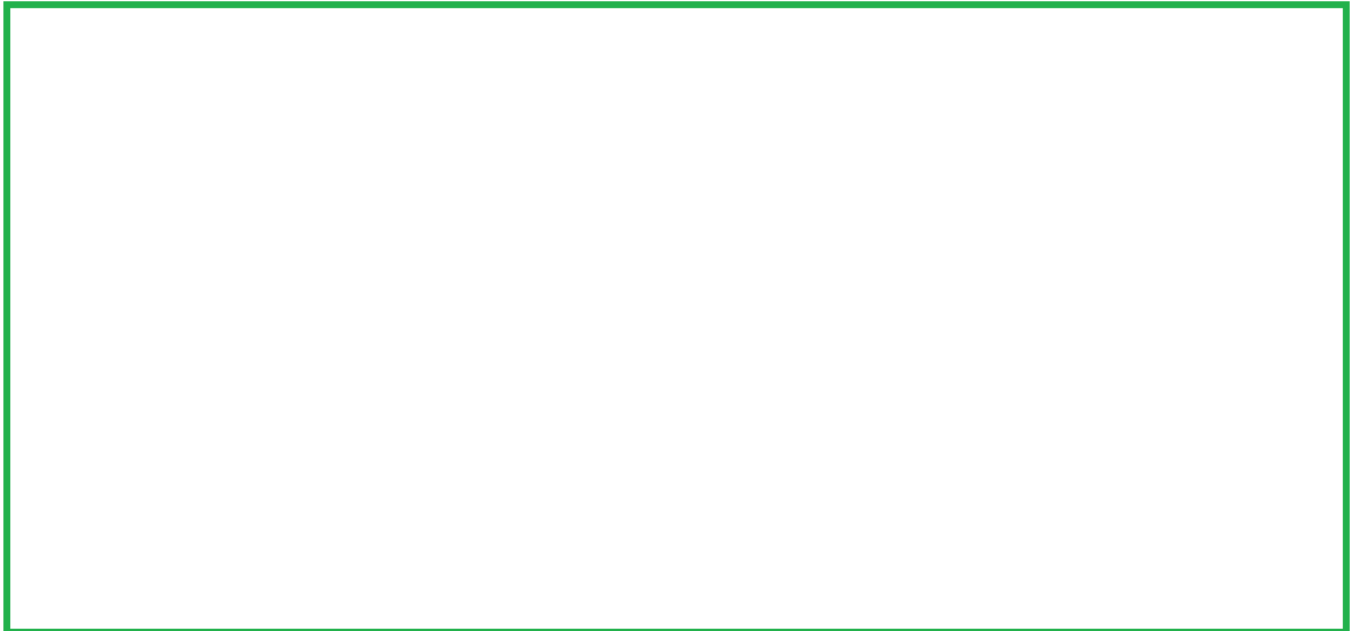
- 1. sklerenchym .....**
- 2. rohový kolenchym .....**
- 3. chlrenchym .....**
- 4. aktinenchym .....**



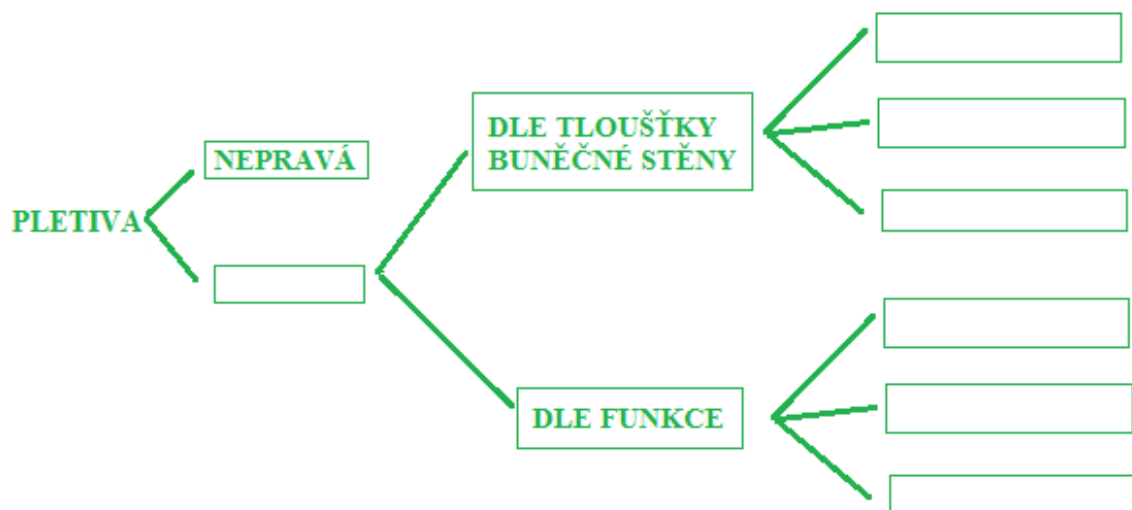
Obr. 2: A – D – Pletiva (upraveno podle Vinter, 2008)



3. Pokus se zjednodušeně nakreslit a popsat příčný řez listem. Klad' důraz na správné uspořádání vrstev pletiv v listu, nezapomeň také na cévní svazek nebo průduchy. Pokud si nevíš rady, hledej inspiraci na internetu nebo v literatuře.

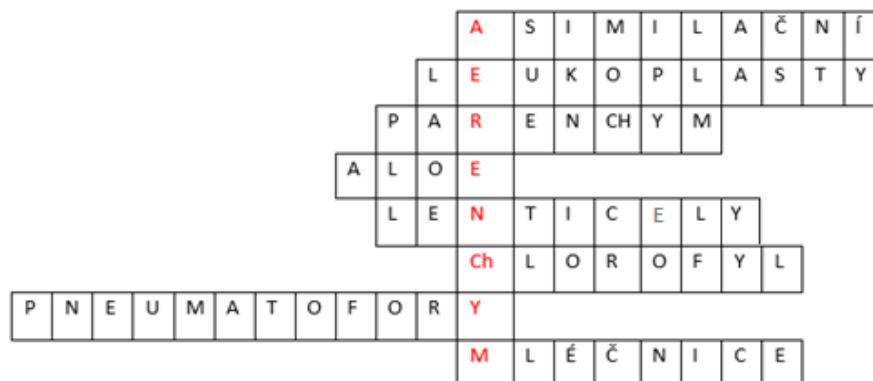


4. Doplň informace do prázdných políček.



## Řešení:

1. Doplň tajenku.



2. Přiřaď názvy pletiv s fotografiemi.

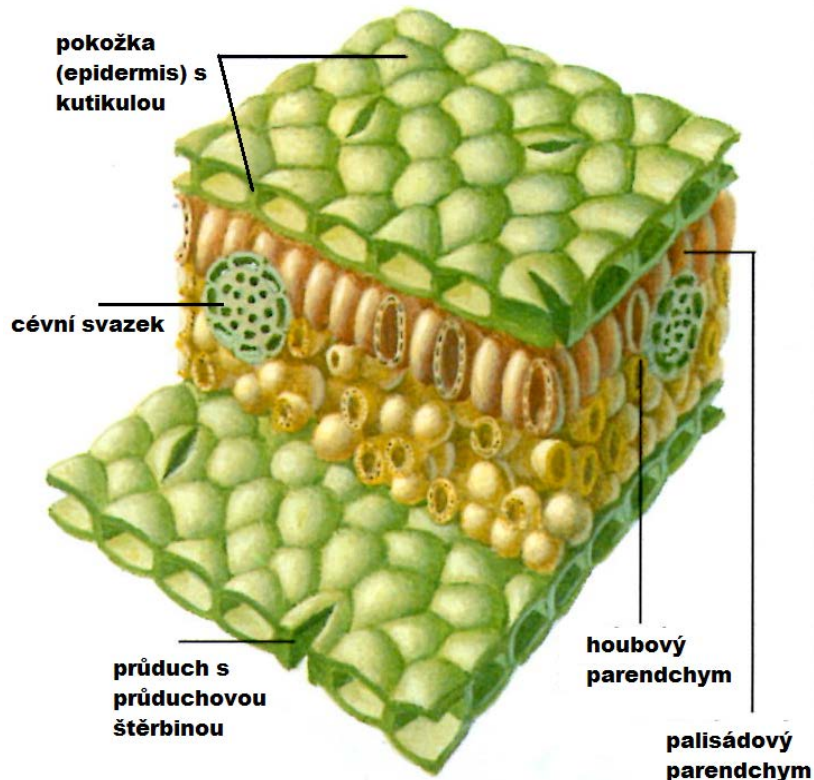
1. sklerenchym ...D....

2. rohový kolenchym ...C....

3. chlorenchym ...B....

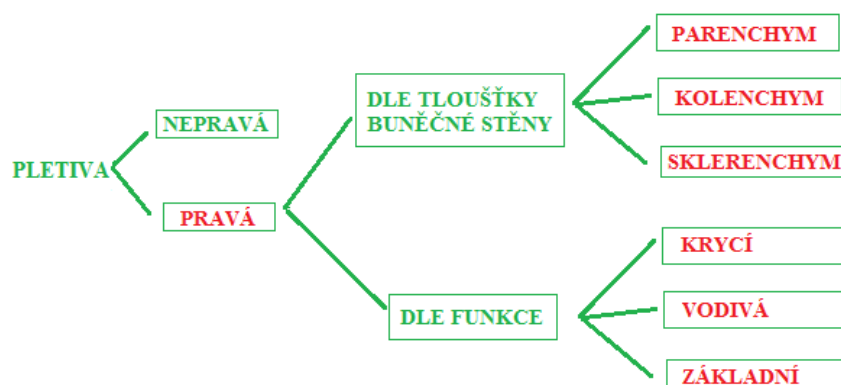
4. aktinenchym ...A....

3. Pokus se zjednodušeně nakreslit a popsat příčný řez listem. Klad' důraz na správné uspořádání vrstev pletiv v listu, nezapomeň také na cévní svazek nebo průduchy. Pokud si nevíš rady, hledej inspiraci na internetu nebo v literatuře.



Obr. 3: Anatomická stavba listu (upraveno podle Svět poznání, 1995)

4. Doplně informace do prázdných políček.



**Zdroje:**

SVĚT POZNÁNÍ: *Informace a zajímavosti pro celou rodinu* (1995). Praha: Marshall Cavendish ČR. ISSN 1211-9369.

VINTER, V. (2008): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra botaniky. 186 s. ISBN 978-80-244-1972-5.

### 9.3 Příloha č. 3: Pracovní list č. 3 - Krycí pletiva

Zpracovala – Veronika Pánková

1. Poznáš, co je na obrázku? Doplň správné odpovědi do textu. Pokud odpověď neznáš, pokus se ji vyhledat v literatuře nebo na internetu.

Na obrázku jsou (1).....

Slouží k (2).....

Uzavírají se při: (3) a) nedostatku kyslíku

b) snížení vodního potenciálu rostliny  
(tzn. při nedostatku vody)

c) při nedostatku oxidu uhličitého

Buňky mají přibližně (4)..... tvar



Obr. 1: Epidermis (upraveno podle Vinter, 2008)



Na obrázku je (1) ..... trichom.

Můžeme ho najít například na (2) .....

Jeho špička je inkrustovaná (3) .....

Obr. 2: Trichom rostliny *Urtica dioica* (Vinter, 2008)



Myslím si, že na obrázku jsou (1) .....  
 Tvoří tzv. (2) ..... rostlin (= indumentum)

Obr. 3: Indumentum povrchu stonku (Vinter, 2004)



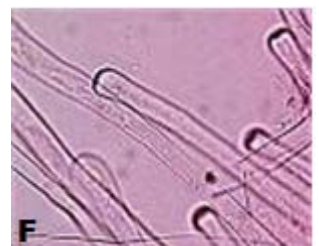
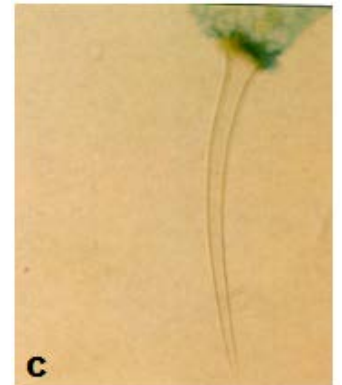
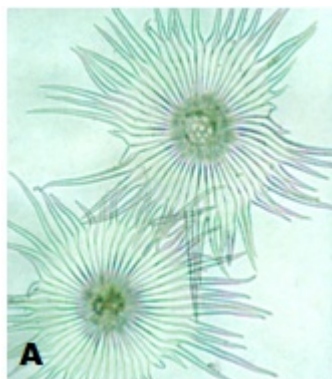
Na obrázku je (1) .....  
 Můžeme ho najít na těchto rostlinách (2) .....  
 Řadíme je mezi mnohobuněčné výběžky pokožkových i podpokožkových buněk,  
 tzv. (3) .....

Obr. 4: Emergence rostliny *Rosa canina*. Foto V. Pánková, 2016

2. Spoj pojmy s obrázky.

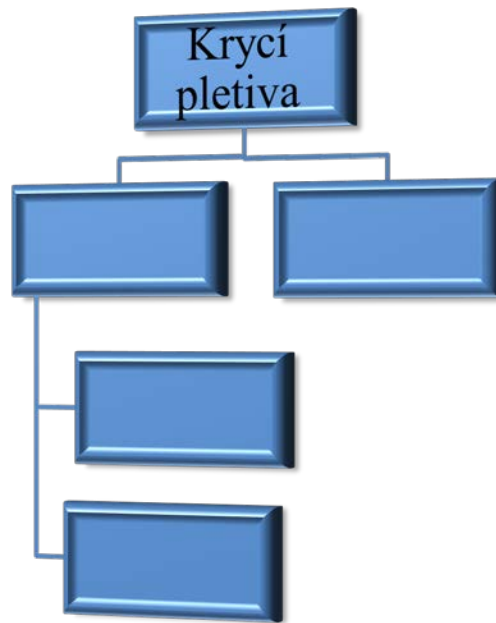
1. jednobuněčný žahavý trichom s mohobuněčnou epidermální stopkou
2. vícebuněčný hvězdicovitý krycí trichom
3. vícebuněčný kandelábrovitý krycí trichom
4. jednobuněčný krycí trichom
5. vícebuněčný žlaznatý trichom
6. jednobuněčné absorpční trichomy na kořenech (rhiziny)

- 1 - .....  
2 - .....  
3 - .....  
4 - .....  
5 - .....  
6 - .....



Obr. 5: A – F – Typy trichomů (Jelínek a Zicháček, 2003)

**3. Doplň dělení krycích pletiv (primární, sekundární, epidermis, rhizodermis)**



**4. Doplň správné odpovědi do textu:**

Krycí pletiva se nachází na (1).....rostlin. Jejich funkce je převážně (2)..... Kromě základních pokožkových buněk se v epidermis vyskytují i další součásti pokožky, jako jsou třeba (3).....

Papily jsou (4)..... a dodávají rostlinám (5)..... vzhled. Masožravé rostliny používají k lapání hmyzu žláznaté emergence neboli (6).....



## Řešení:

1. Poznáš, co je na obrázku? Doplň správné odpovědi do textu. Pokud odpověď neznáš, pokus se ji vyhledat v literatuře nebo na internetu.

Obr. č. 1 – 1. stomata  
2. k výměně plynů a k regulaci výdeje vody rostlinou  
3. b  
4. ledvinovitý

Obr. č. 2 – 1. žahavý  
2. kopřivě  
3. křemičitany

Obr. č. 3 – 1. trichomy  
2. odění

Obr. č. 4 – 1. trn  
2. růže, angrešt  
3. emergence

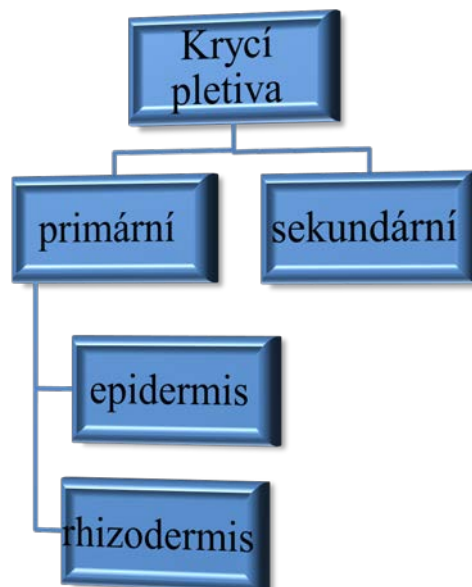
2. Spoj pojmy s obrázky.

1. **jednobuněčný žahavý trichom s mohobuněčnou epidermální stopkou**
2. **vícebuněčný hvězdicovitý krycí trichom**
3. **vícebuněčný kandelábrovitý krycí trichom**
4. **jednobuněčný krycí trichom**
5. **vícebuněčný žlaznatý trichom**
6. **jednobuněčné absorpční trichomy na kořenech (rhiziny)**

- 1 - E
- 2 - A
- 3 - D
- 4 - C
- 5 - B
- 6 - F



3. Doplň dělení krycích pletiv (primární, sekundární, epidermis, rhizodermis).



4. Doplň správné odpovědi do textu:

1. povrchu
2. orchanná
3. stomata, trichomy a emergence
4. vychlípeniny pokožkových buněk
5. sametový vzhled
6. tentakule

**Zdroje:**

JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. (2003): *Biologie pro gymnázia*, 6. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 574 s. ISBN 80-7182-159-4.

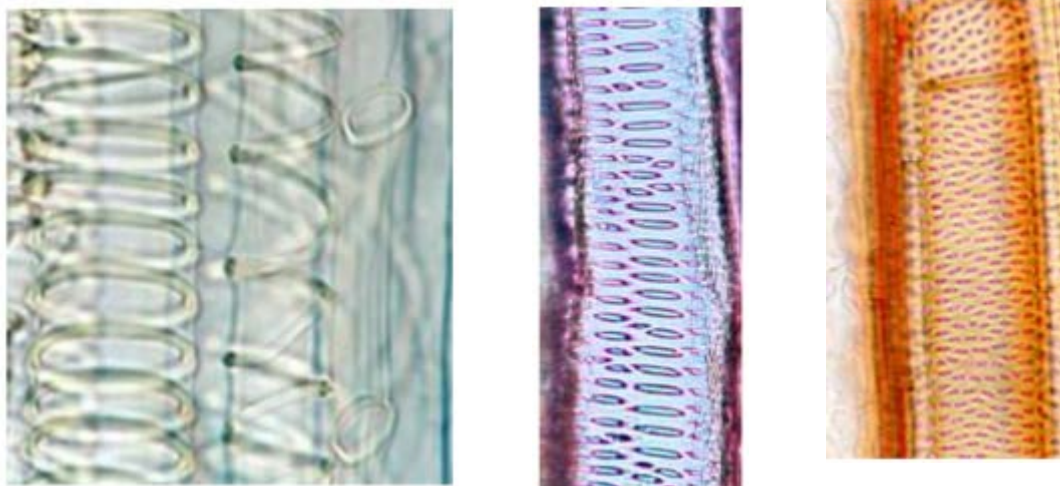
VINTER, V. (2008): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra botaniky. 186 s. ISBN 978-80-244-1972-5.

VINTER, V. (2004): *Atlas anatomie cévnatých rostlin*. In: botanika.upol.cz [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: < <http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/index.html> >.

9.4 Příloha č. 4: Pracovní list č. 4 – Vodivá pletiva  
Zpracovala – Veronika Pánková

1. Zakroužkuj, co si myslíš, že je na obrázcích.

- A. vodivé elementy xylému
- B. vodivé elementy floému
- C. DNA

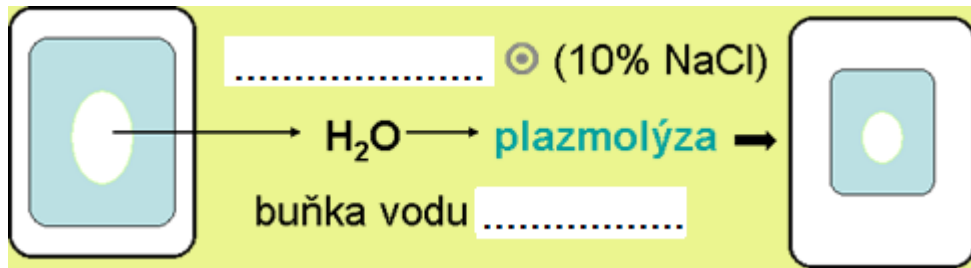


Obr. 1: Typy cév - trachejí (Vinter, 2004)

2. Odpověz na otázky. U některých otázek je více odpovědí správných.

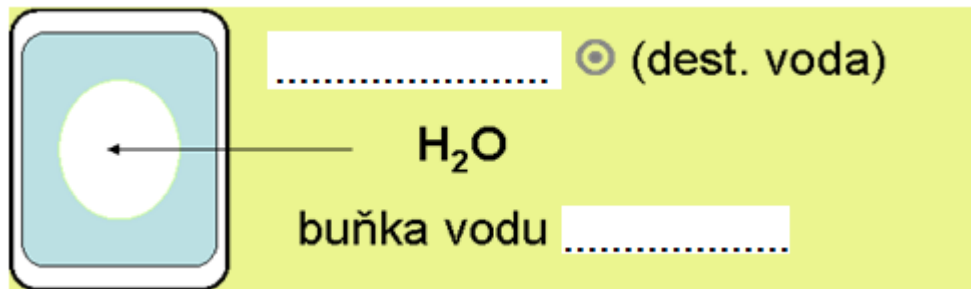
- A. **Homoxylní** dřevo obsahuje tyto vodivé elementy:
  - a. tracheidy
  - b. tracheje
  - c. tracheidy i tracheje
  
- B. **Heteroxylní** dřevo obsahuje tyto vodivé elementy:
  - a. tracheidy
  - b. tracheje
  - c. tracheidy i tracheje
  
- C. Vodivé elementy **floému** jsou:
  - a. sítká
  - b. sítkové buňky
  - c. sítkovice

D. Plazmolýza – doplň text:



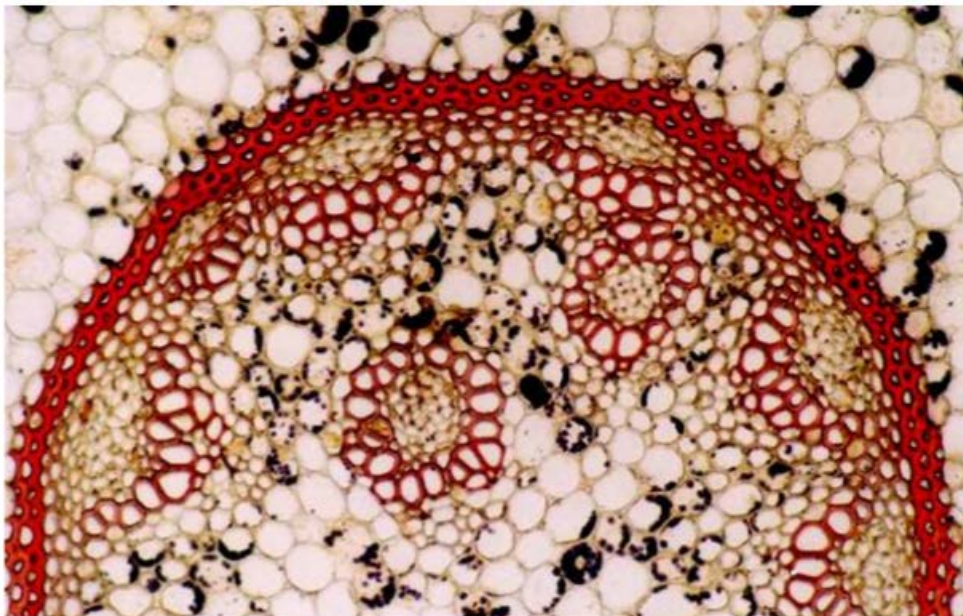
Obr. č. 2: Plazmolýza (upraveno podle Krejčí, 2014)

E. Plazmoptýza – doplň text:



Obr. 3: Plazmoptýza (upraveno podle Krejčí, 2014)

3. Vyznač na obrázku cévní svazek.



Obr. 4: Leptocentrický cévní svazek (Vinter, 2004)

**4. Popiš transpirační a asimilační proud.**

**Transpirační proud vede:**

---

---

---

**Asimilační proud vede:**

---

---

---



Obr. 5: Transpirační a asimilační proud (Pánková, 2017)



**Řešení:**

1. Zakroužkuj, co si myslíš, že je na obrázcích.

**1-A**

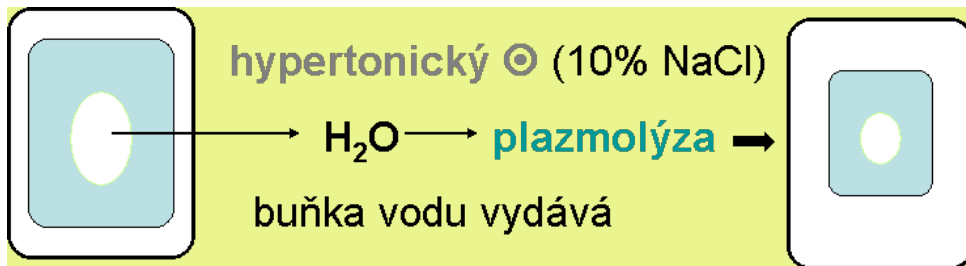
2. Odpověz na otázky. U některých otázek je více odpovědí správných.

**A – a**

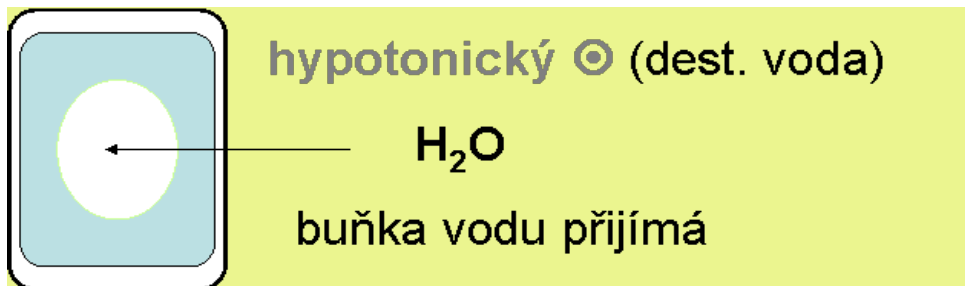
**B – c**

**C – b, c**

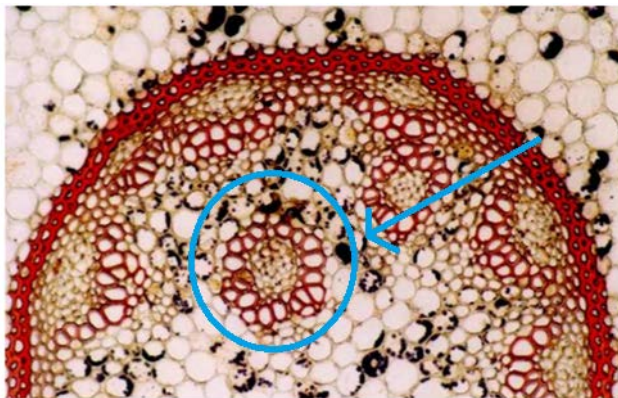
**D**



**E**



3. Vyznač na obrázku cévní svazek.



4. Popiš transpirační a asimilační proud.



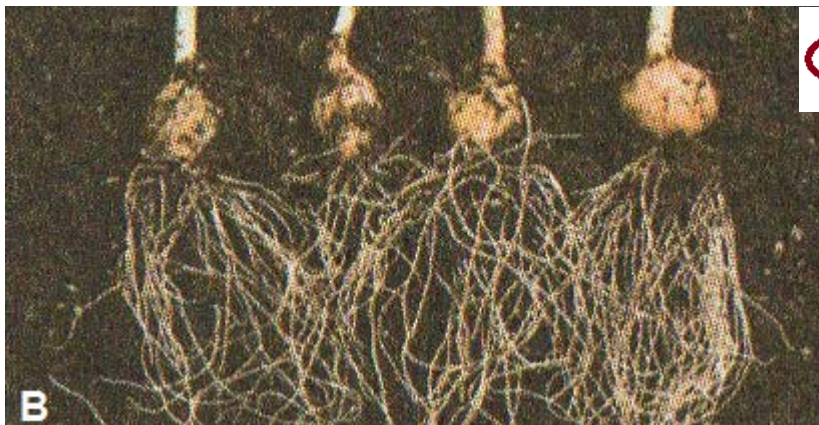
#### Zdroje:

KREJČÍ, P. (2014): Osmotické jevy v buňce. In: web2.mendelu [online]. [cit. 22.4.2016]. Dostupné na www: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/index1.html](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/index1.html)>.

VINTER, V. (2004): *Atlas anatomie cévnatých rostlin*. In: botanika.upol.cz [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: <<http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/index.html>>.

9.5 Příloha č. 5: Pracovní list č. 5 – Kořen  
Zpracovala Veronika Pánková

1. Pojmenuj typy kořenových soustav na obrázcích.



Obr. 1: A, B – Kořenové soustavy (Benešová et al., 2013)



2. Vyhledej na internetu zajímavosti o hospodářském využití kořene.

.....

.....

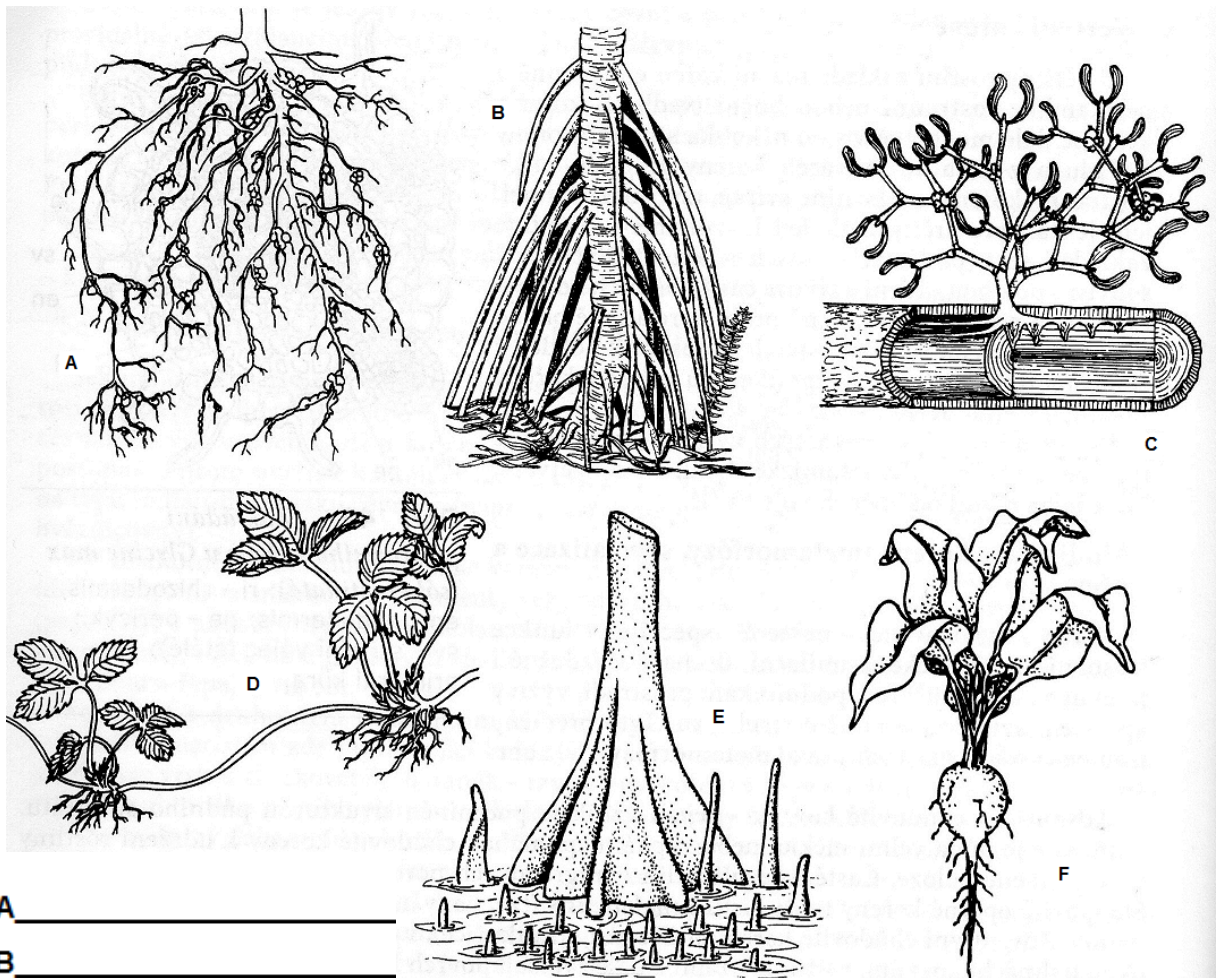
.....

.....

.....

.....

3. Napiš, jaký typ kořenů je na obrázcích.



A \_\_\_\_\_

B \_\_\_\_\_

C \_\_\_\_\_

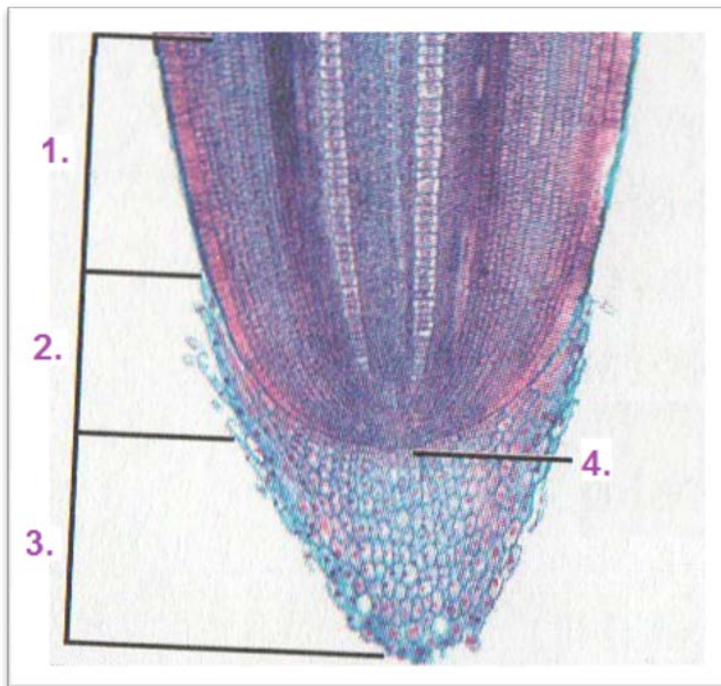
D \_\_\_\_\_

E \_\_\_\_\_

F \_\_\_\_\_

Obr. 2: A – F – Metamorfózy kořene (Skalický a Novák, 2007)

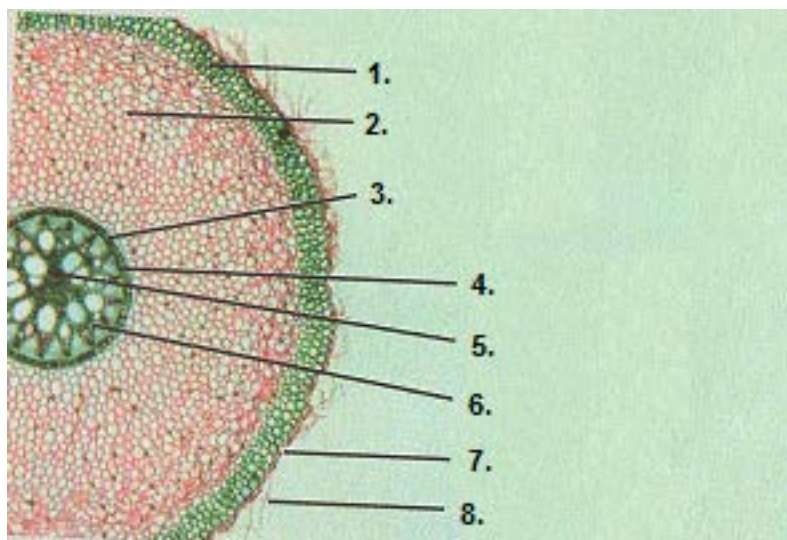
#### 4. Přiřaď názvy k obrázku.



- A - meristém
- B - dělivá zóna
- C - prodlužovací zóna
- D - kořenová čepička

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

Obr. 3: Podélný řez kořenem (Benešová et al., 2013)



- A - kořenové vlášení
- B - exodermis
- C - endodermis
- D - mezodermis
- E - pericykl
- F - cévní svazek
- G - dřeň
- H - rhizodermis

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

Obr. 4: Příčný řez kořenem (Benešová et al., 2013)

**Řešení:**

1. Pojmenuj typy kořenových soustav na obrázcích.



**allorhizie**



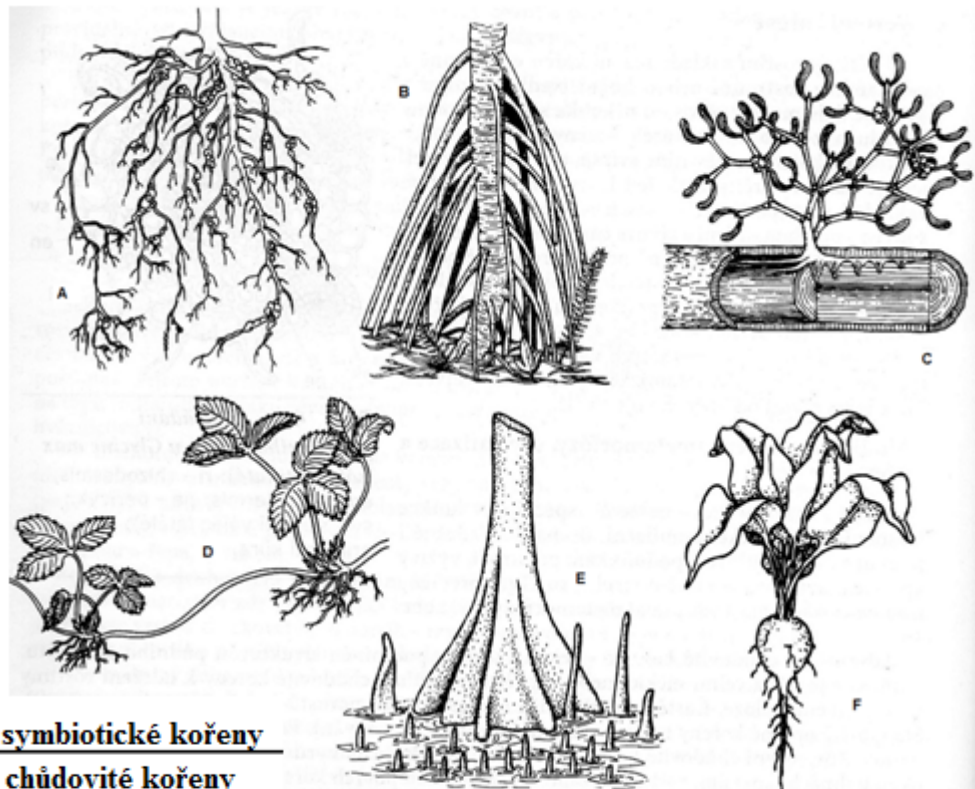
**homorhizie**

2. Vyhledej na internetu zajímavosti o hospodářském využití kořene.

potravina – kořenová zelenina – mrkev, křen selský, celer, zázvor  
surovina pro potravinářský průmysl – řepa cukrovka, čekanka obecná setá  
droga, surovina pro výrobu léčiv – rulík zlomocný, lékořice, ženšen pravý  
krmivo pro hospodářská zvířata – krmná řepa



3.



A symbiotické kořeny

B chůdovité kořeny

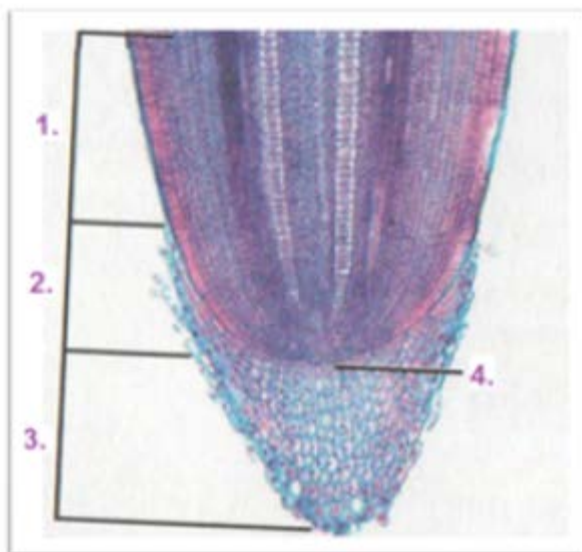
C haustoria

D adventivní kořeny

E pneumatofory

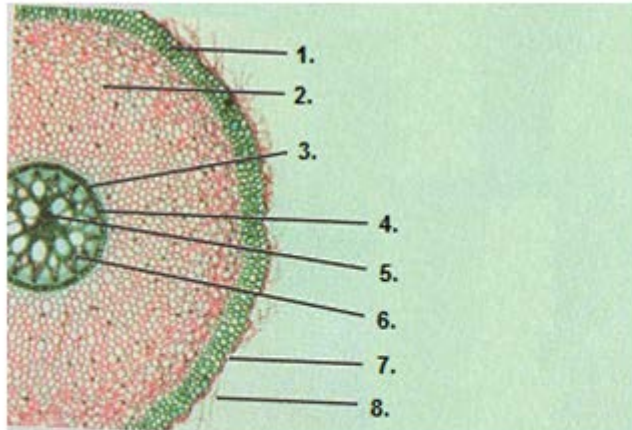
F bulva (tvořena z části stonkem, hypokotylem a kořenem)

4. Přiřaď názvy k obrázku.



A - meristém  
 B - dělivá zóna  
 C - prodlužovací zóna  
 D - kořenová čepička

1...C.....  
 2...B.....  
 3...D.....  
 4...A.....



A - kořenové vlášení  
 B - exodermis  
 C - endodermis  
 D - mezodermis  
 E - pericykl  
 F - cévní svazek  
 G - dřeň  
 H - rhizodermis

1... B .....  
 2... D .....  
 3... C .....  
 4... E .....  
 5... G .....  
 6... F .....  
 7... H .....  
 8... A .....

### Zdroje:

BENEŠOVÁ, M. – HAMPLOVÁ, H. – KNOTOVÁ, K. – LEFNEROVÁ, P. – PFEIFEROVÁ, E. – SÁČKOVÁ, I – SATRAPOVÁ, H. (2013): *Odmaturuj z biologie*. 2. vyd. Olomouc: Didaktis, 256 s. ISBN 978-80-7358-231-9.

SKALICKÝ, M. – NOVÁK, J. (2007): *BOTANIKA I. Anatomie a morfologie rostlin*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. 146 s. ISBN 978-80-213-1724-6.

## 9.6 Příloha č. 6: Pracovní list č. 6 – Stonek

Zpracovala Veronika Pánková

1. Jaký typ stonku mají rostliny na obrázku? Lodyha, stvol nebo stéblo?



Obr. 1: A – kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), B – violka srstnatá (*Viola hirta*) (Deyl a Hísek, 1973), C – psárka luční (*Alopecurus pratensis*) (Motyčková, 2010)

**2. Co je to kambium?**

- a) Kde a u jakých rostlin nachází?
- b) Jakou má funkci?
- c) Co přesně díky němu vzniká?

a).....  
.....  
b).....  
.....  
c).....  
.....

**3. Zakroužkuj zeleninu, která je stonkového původu, tj. vzniká metamorfózou stonku.**



Obr. 2: Různé druhy zeleniny. Foto V. Pánková, 2017

4. Schematicky nakresli základní typy cévních svazků podle vzájemné pozice xylému a floému.

**koncentrický  
dřevostředný**



**koncentrický  
lýkostředný**



**kolaterální**



**bikolaterální**



**radiální**





## Řešení:

1. Jaký typ stonku mají rostliny na obrázku? Lodyha, stvol nebo stéblo?



lodyha (caulis)



stvol (scapus)



stéblo (culmus)

2. Co je to kambium?

- a) Kde a u jakých rostlin nachází?

Kambium je sekundární meristém nacházející se ve stonku sekundárně tloustnoucích rostlin (nahosemenné a dvouděložné).

- b) Jakou má funkci?

Umožňuje sekundární tloustnutí stonku – tedy dřevnatění.

- c) Co přesně díky němu vzniká?

Činností kambia vzniká směrem k obvodu sekundární lýko, tzv. **deuterofloém** a směrem do středu stonku vzniká sekundární dřevo, tzv. **deuteroxylém**.

3. Zakroužkuj zeleninu, která je stonkového původu, tj. vzniká metamorfózou stonku.



Pozn. ředkev setá (*Raphanus sativus*) tvoří tzv. hypokotylovou hlízu – vzniká zdužnatěním kořenu a hypokotylu.

4. Schematicky nakresli základní typy cévních svazků podle vzájemné pozice xylému a floému.



**Zdroje:**

DEYL, M. – HÍSEK, K. (1973): *Naše květiny*. 1. vyd. Praha: Albatros. 307 s.

MOTYČKOVÁ, H. (2010): *Alopecurus pratensis L. – psárka luční*. In: Biolib.cz [online]. [cit. 13.3. 2017]. Dostupné na www: <<http://www.biolib.cz/cz/image/id259731/>>.

**9.7 Příloha č. 7: Pracovní list č. 7 – Listy**  
Zpracovala – Veronika Pánková

**1. Přesmyčky – odhal slova, obrázek ti pomůže.**

elčep.....

kíapř.....

yslapit.....

ilžanitan.....



Obr. 1: List (Pánková, 2017)

**2. Vyhledej na internetu zajímavé modifikace a metamorfózy listu.**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

3. Jaké listy mají rostliny na obrázku?

Uveď:

- a) zda se jedná o list jednoduchý nebo složený
- b) jestli jsou listy řapíkaté nebo přisedlé
- c) typ čepele



a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

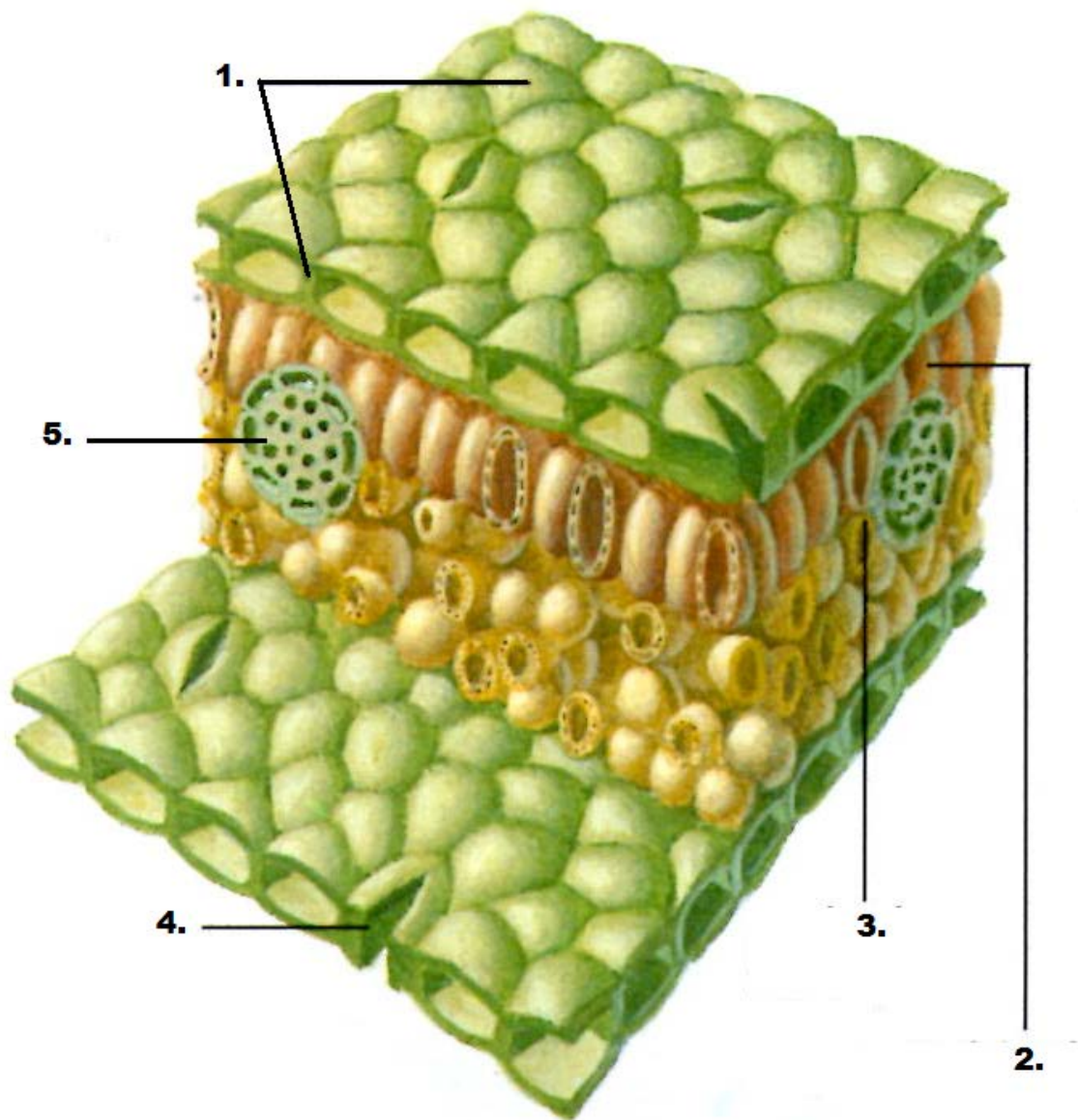
a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_



a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

Obr. 2: A – kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), B – violka srstnatá (*Viola hirta*), C – chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) (Deyl a Hísek, 1973)

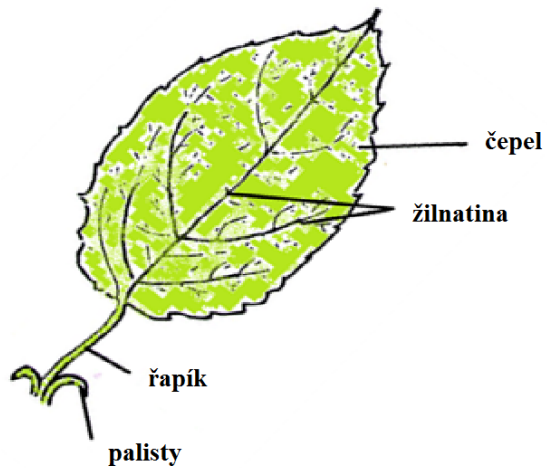
4. Popiš anatomickou stavu listu.



Obr. 3: Příčný řez listem (upraveno podle Svět poznání, 1995)

## Řešení:

1. Přesmyčky – odhal slova, obrázek ti pomůže.



2. Vyhledej na internetu zajímavé modifikace a metamorfózy listu.

### Metamorfózy:

- cibule a cibulky (např. cibule kuchyňská, lilie)
- listové trny (např. dřívěšál), palistové trny (např. trnovník akát),
- listové úponky - bobovité rostliny
- přeměny listů masožravých rostlin např. rosnatka (*Drosera* sp.), mucholapka (*Dionea* sp.) nebo bublinatky (*Utricularia* sp.), listy láčkovky (*Nepenthes* sp.)

### Modifikace listů:

- lupenité listy
- dělohy
- šupiny
- listeny (např. zákrov u hvězdnicovitých, či obal u miříkovitých; listeny v květech lipnicovitých – plevy a pluchy)
- listence



3. Jaké listy mají rostliny na obrázku?

Uveď:

- a) zda se jedná o list jednoduchý nebo složený
- b) jestli jsou listy řapíkaté nebo přisedlé
- c) typ čepele



- a. jednoduchý
- b. řapíkaté
- c. široce vejčitá



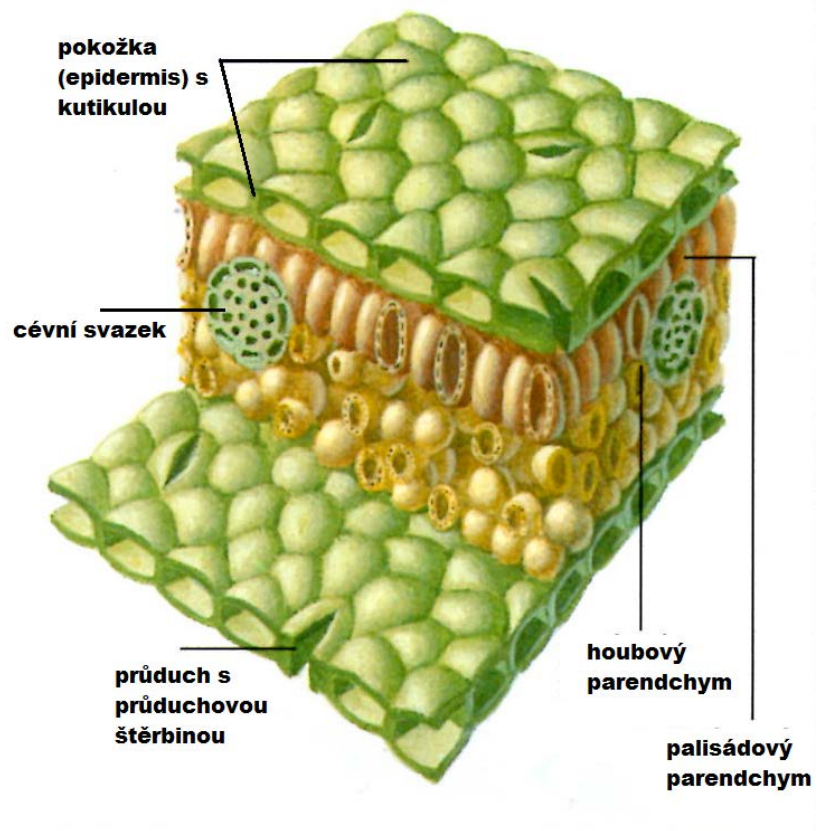
- a. jednoduchý
- b. řapíkaté
- c. srdčitá



- a. složené
- b. řapíkaté
- c. vejčitá, 3-5 dílná



4. Popiš anatomickou stavbu listu.



Obr. 4: Příčný řez listem (upraveno podle Svět poznání, 1995)

**Zdroje:**

DEYL, M. – HÍSEK, K. (1973): *Naše květiny*. 1. vyd. Praha: Albatros. 307 s.

SVĚT POZNÁNÍ: *Informace a zajímavosti pro celou rodinu* (1995). Praha: Marshall Cavendish  
ČR. ISSN 1211-9369.

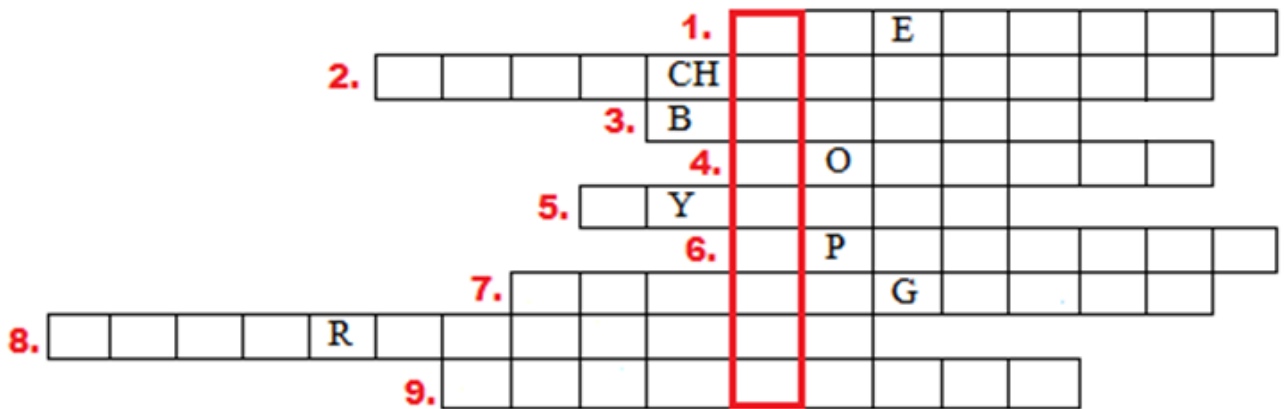
9.8 Příloha č. 8: Pracovní list č. 8 – Květ  
Zpracovala Veronika Pánková

1. Popiš stavbu květu.



Obr. 1: Květ a jeho části (upraveno podle Svět poznání, 1995)

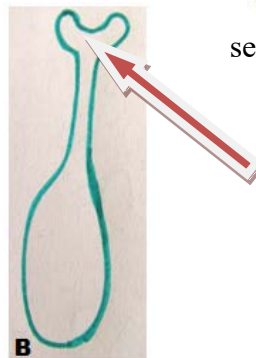
2. Vyplň křížovku a doplň tajenku.



1. Květy například mříčkovitých (*Apiaceae*) nemají kalich, takovéto květy se tedy nazývají květy...
2. Sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*) má květy. (z hlediska květních obalů rozlišené/nerozlišené).



3. Šipkou vyznačená část pestíku



se nazývá...

Obr. 2: A – *Galanthus nivalis*. Foto V. Pánková, 2017;  
B – Pestík (Pánková, 2017)

4. Velká samičí gameta se odborně nazývá...
5. Po oplození, po splynutí samčí a samičí pohlavní buňky vzniká...
6. Květy například kontryhele (*Alchemilla* sp.) nemají korunu, takovéto květy se tedy nazývají květy...
7. Opylení pomocí větru se nazývá...
8. Některé rostliny vytváří různě dlouhé čnělky a tyčinky. Takto se brání samosprašení, tento stav se odborně nazývá...
9. Soubor tyčinek v květu =

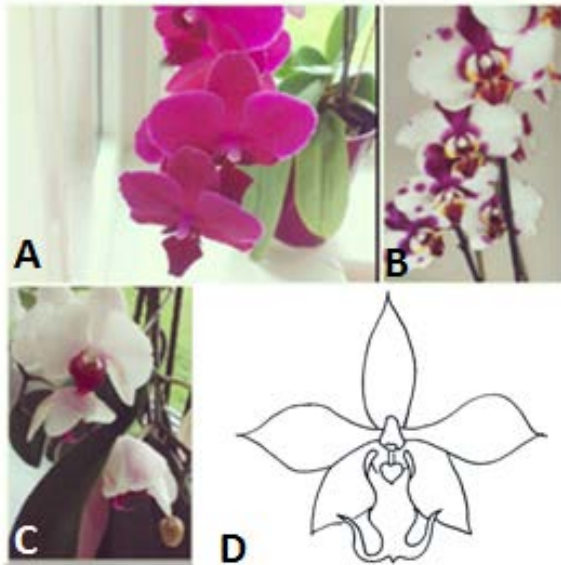
**Tajenka**

Cizosprašnost .....= oplození pylem z jiného květu buď téže rostliny, nebo jiné rostliny (téhož druhu).





4. Na obrázcích jsou různé typy květů. Pokus se pomocí internetu nebo literatury vyhledat, jaké mají tyto květiny květy.



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Obr. 4: A – C – Květy orchidejí rodu *Phalaenopsis*. Foto V. Pánková, 2016,  
D – Nákres květu orchideje rodu *Phalaenopsis* (Pánková, 2017)



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Obr. 5: *Gerbera*. Foto V. Pánková, 2017



.....

.....

.....

.....

.....

.....

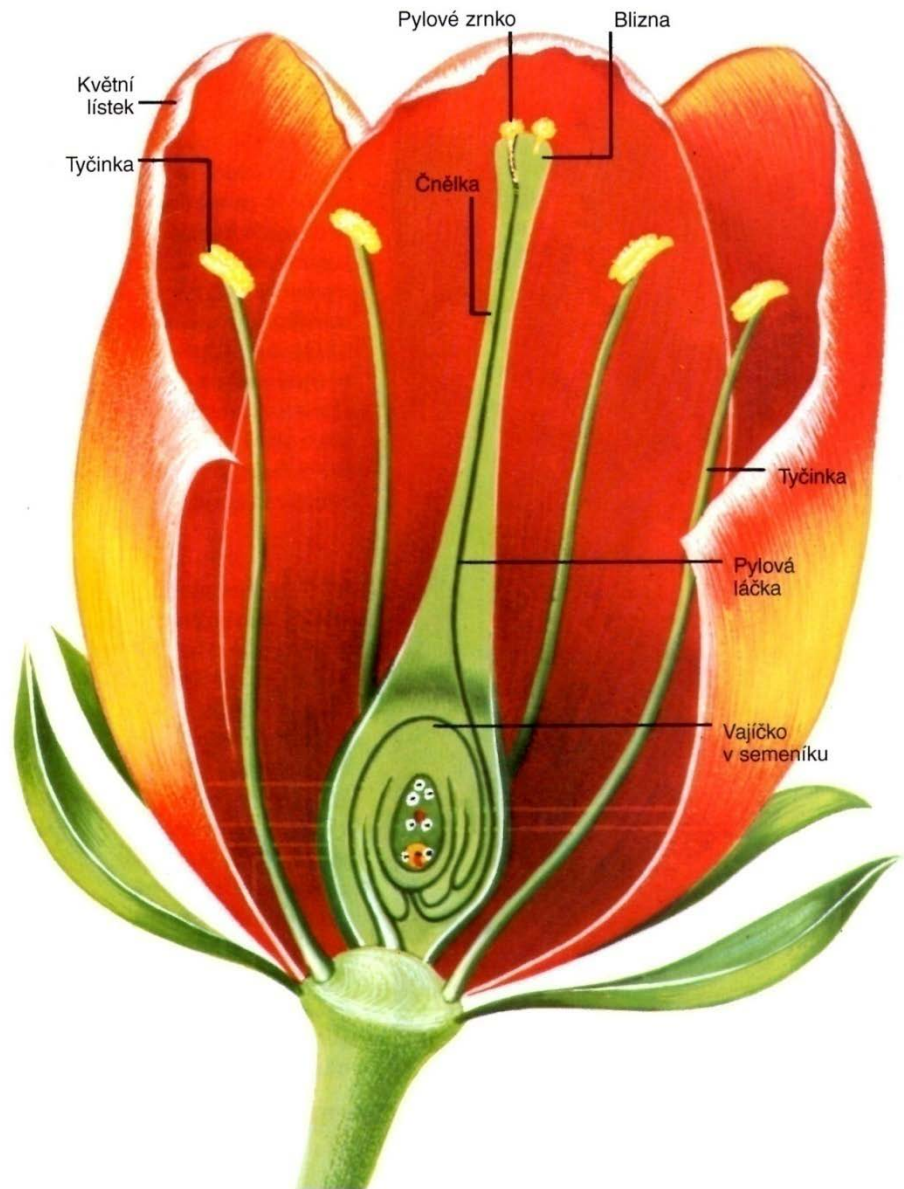
.....

.....

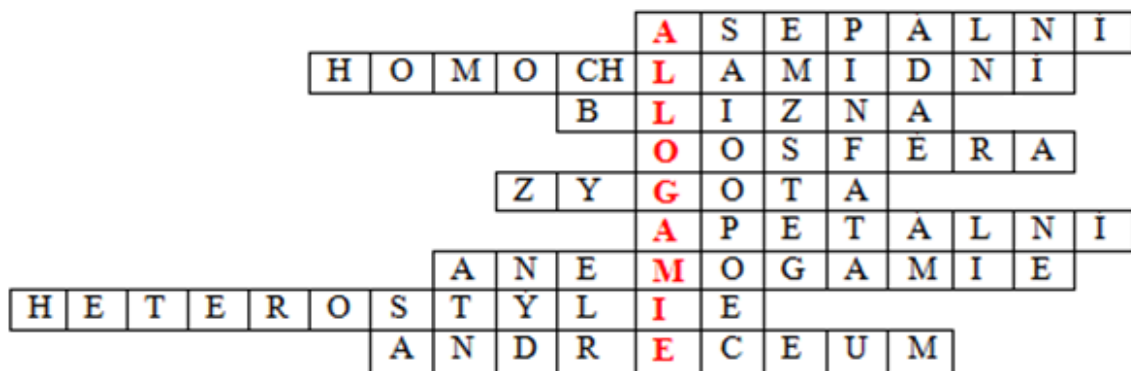
Obr. 6: *Euphorbia pulcherrima*. Foto V. Pánková, 2016

**Řešení:**

1. Popiš stavbu květu



2. Křížovka





3. Vědecký pracovník pomocí elektronového mikroskopu vytvořil tyto fotografie. Co se na nich asi nachází? Své myšlenky se pokus vyjádřit.

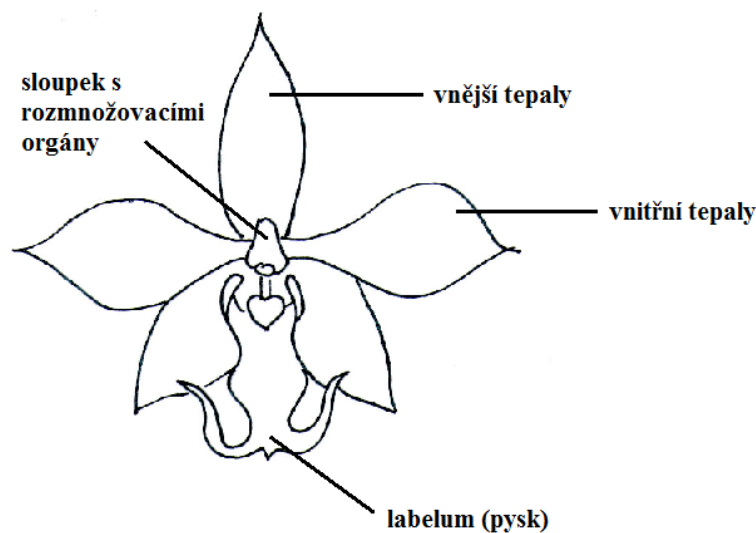
Na obrázcích jsou různá pylová zrna. Jedná se o samčí výtrusy, které vznikají v prašných pouzdrech uvnitř prašníku tyčinek. Pylová zrna mají rozmanitý tvar. Zejména pylová zrna hmyzosprašných rostlin mají velmi hrbolatý, rozbrázděný povrch, který napomáhá při zachycení pylového zrna na těle přenašeče a na blizně. Významným znakem jsou také ztenčení v exině (vnější vrstvě obalu pylového zrna), kterými roste pylová láčka při klíčení pylového zrna.

4. Na obrázcích jsou různé typy květů. Pokus se pomocí internetu nebo literatury vyhledat, jaké mají tyto květiny květy.

Pryšec nádherný (*Euphorbia pulcherrima*), tzv. vánoční hvězda ve skutečnosti vytváří velmi drobné květenství (cyathium). Ohromné červené listeny kolem květenství vytváří „hvězdu“, kterou často zaměňujeme za květ (Hoskovec, 2007; Skalický a Novák, 2009).

Gerbera (*Gerbera*) – patří do čeledi *Asteraceae*, která se vyznačuje květy složenými v mnohokvětý úbor. Úbor je složen z drobných trubkovitých květů uprostřed, které tvoří terč a větších jazykovitých květů po obvodu. Stejnou stavbu květenství má i kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*) nebo slunečnice (*Helianthus* sp.). Pampeliška (*Taraxacum* sp.) má úbor tvořen pouze jazykovitým typem květů (Skalický a Novák, 2009).

Orchidej rodu *Phalaenopsis* – orchideje mají obecně velmi rozmanité květy. Jejich hlavním opylovačem jsou v přírodě motýli, proto jejich květ má připomínat motýla. Květy orchidejí se skládají ze tří vnějších okvětních lístků, tří vnitřních, ze kterých jeden je přeměněn na tzv. pysk. Pylová zrna jsou nahloučena v tzv. brylce (Šmiták, 2016).



Obr. 7: Stavba květu orchideje (Pánková, 2017)

## Zdroje:

MECKES, O. – OTTAWAOVÁ, N. (2003): *Fantastický neviditelný svět – objevy v mikrokosmu*. Praha: Euromedia Group k. s. Knižní klub. 208 s. ISBN 80–242-1452- 0.

HOSKOVEC, L. (2007): *EUPHORBIA PULCHERRIMA Willd. ex Klotzsch – pryšec / mliečnik*. In: Botany.cz [online]. [cit. 27.3.2017]. Dostupné na www: <<http://botany.cz/cs/euphorbia-pulcherrima/>>.

NOVÁK, J. – SKALICKÝ, M. (2009): *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*, 2. vyd. Praha: Powerprint. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0.

SVĚT POZNÁNÍ: *Informace a zajímavosti pro celou rodinu* (1995). Praha: Marshall Cavendish ČR. ISSN 1211-9369.

ŠMITÁK, J (2016): *Popis orchidejí*. In: Orchidea klub Brno [online]. [cit. 20.3.2017]. Dostupné na www: <[http://www.orchideaklub.cz/?Kl%ED%E8e\\_k\\_ur%E8ov%E1n%ED:Popis\\_orchidej%ED](http://www.orchideaklub.cz/?Kl%ED%E8e_k_ur%E8ov%E1n%ED:Popis_orchidej%ED)>.

## 9.9 Příloha č. 9: Pracovní list č. 9 – Plody

Zpracovala – Veronika Pánková

1. Pod jednotlivé obrázky napiš, o jaký plod se jedná a která rostlina má takový plod.



A

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



B

\_\_\_\_\_

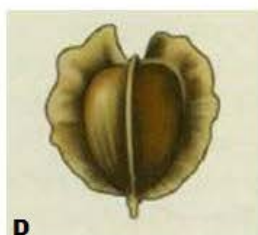
\_\_\_\_\_



C

\_\_\_\_\_

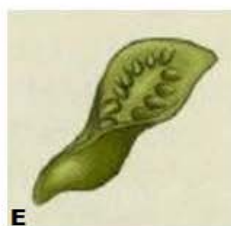
\_\_\_\_\_



D

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



E

\_\_\_\_\_

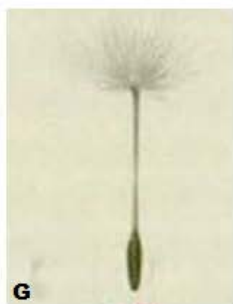
\_\_\_\_\_



F

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



G

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



H

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



CH

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



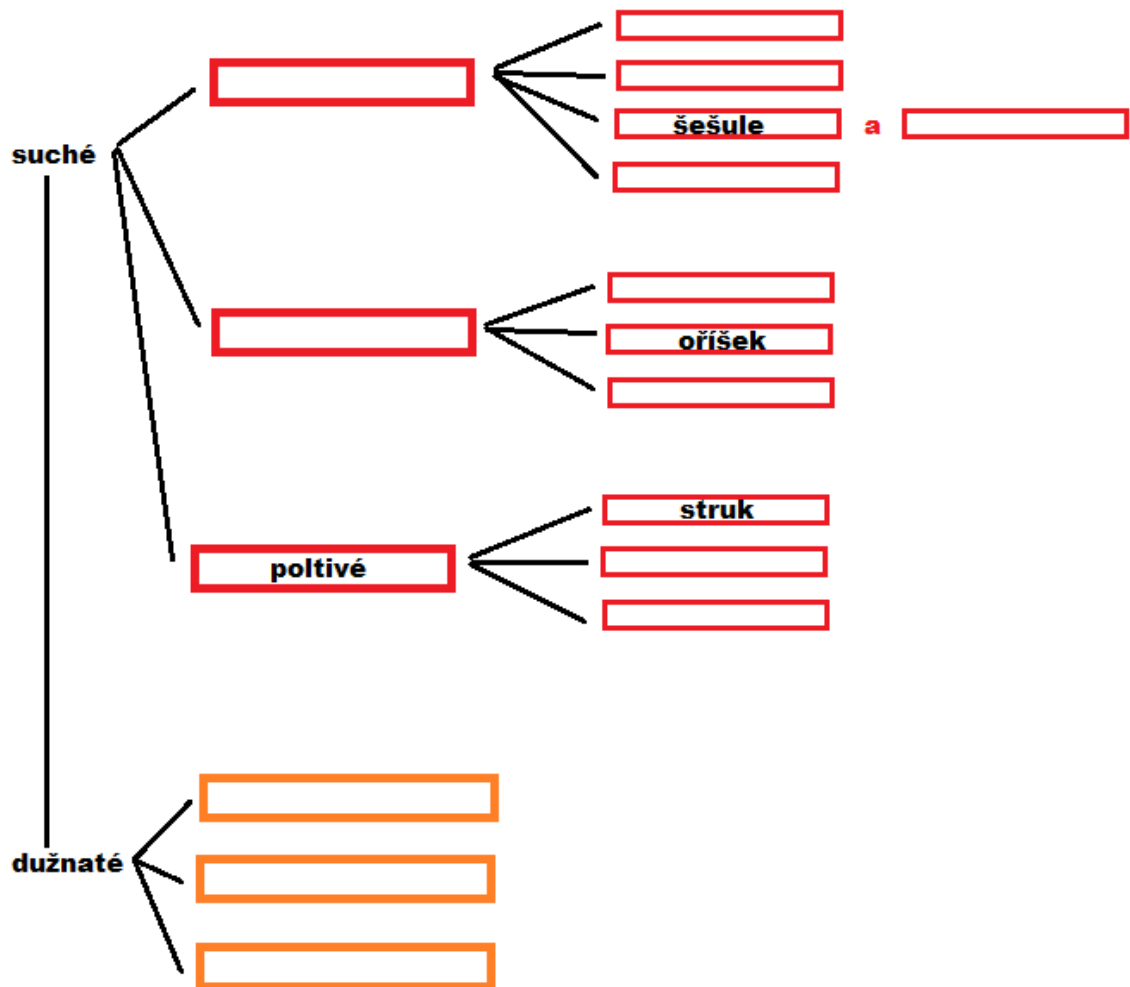
I

\_\_\_\_\_

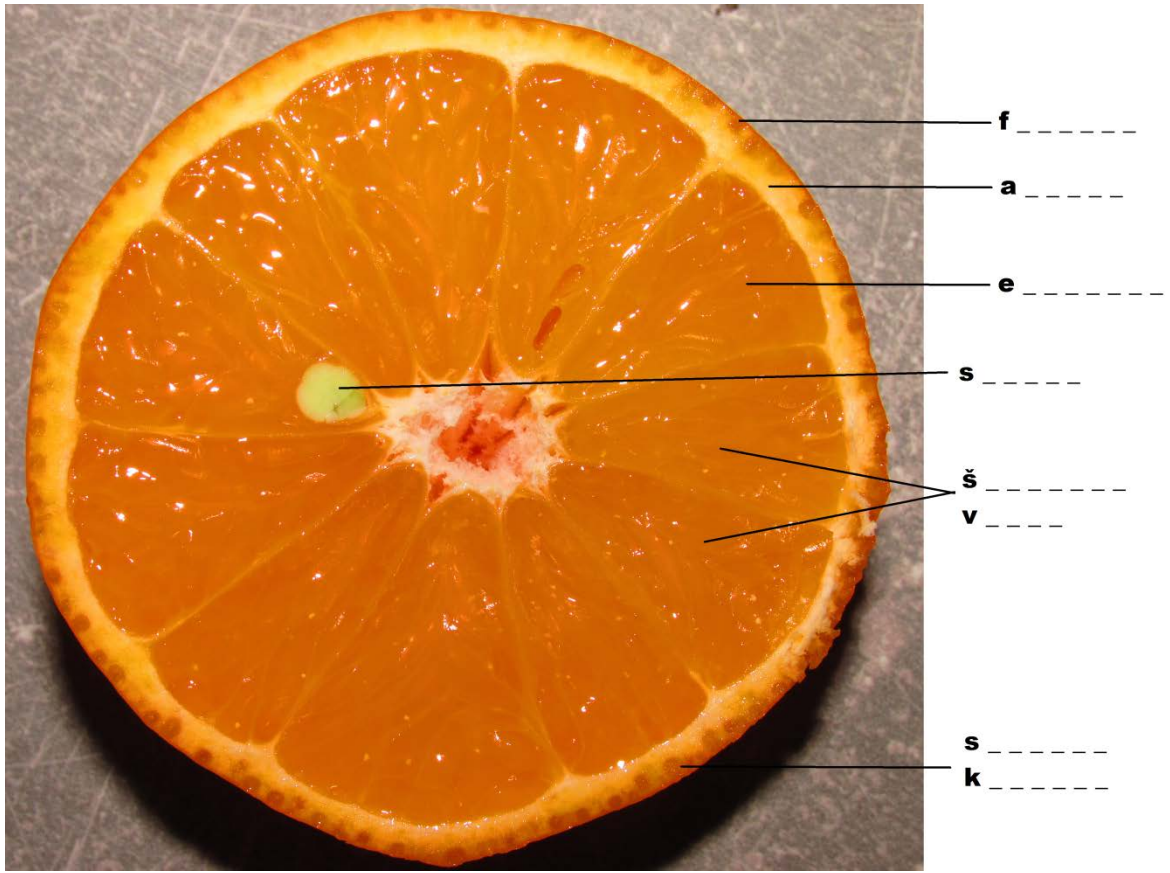
\_\_\_\_\_

Obr. 1: A – I – Typy plodů (upraveno podle Mlčoch, 2015)

2. Doplň tabulku plodů podle typu oplodí:



3. Popiš příčný řez hesperidiem.



Obr. 2: Příčný řez hesperidiem. Foto V. Pánková, 2017

#### 4. Doplň text podle obrázku:

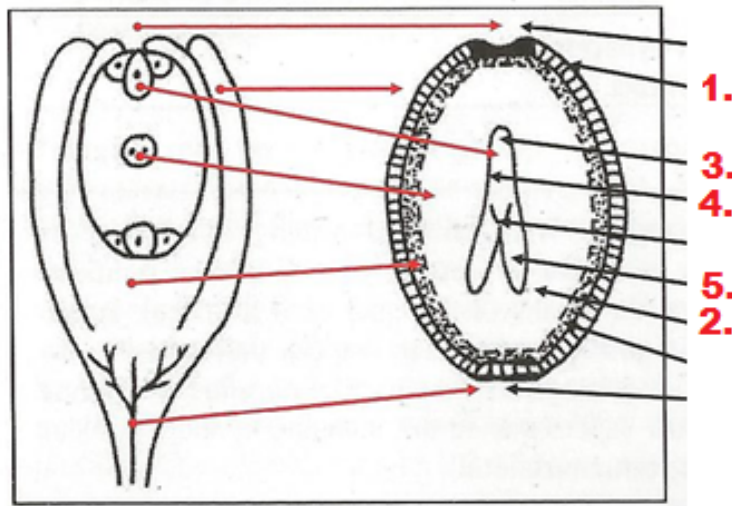
Semena vznikají při..... na mateřské rostlině.

Semeno se skládá z:

- a) .....(1), které vzniká přeměnou vaječných obalů,
- b) .....(2), obsahujícího zásobní látky, jakou jsou škrob,.....a .....
- c) ze zárodku = ....., které představuje .....vývojové stádium rostliny.

Zárodek se dělí na tyto části:

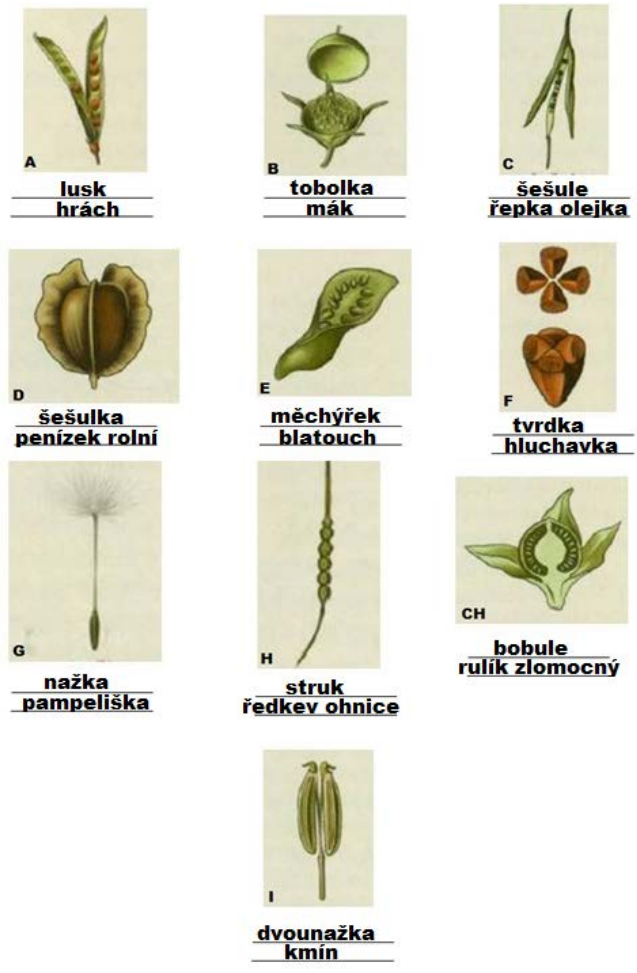
- a) .....(3)
- b) .....(4)
- c) vzrostný vrchol
- d) .....(5)



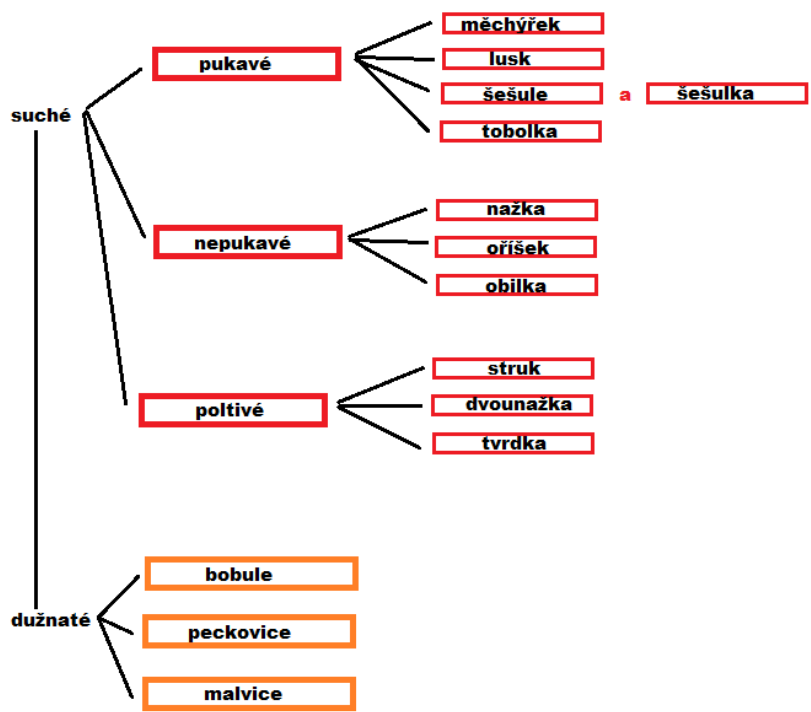
Obr. 3: Vznik semene (upraveno podle Vinter, 2008)

**Řešení:**

1. Pod jednotlivé obrázky napiš, o jaký plod se jedná a která rostlina má takový plod.

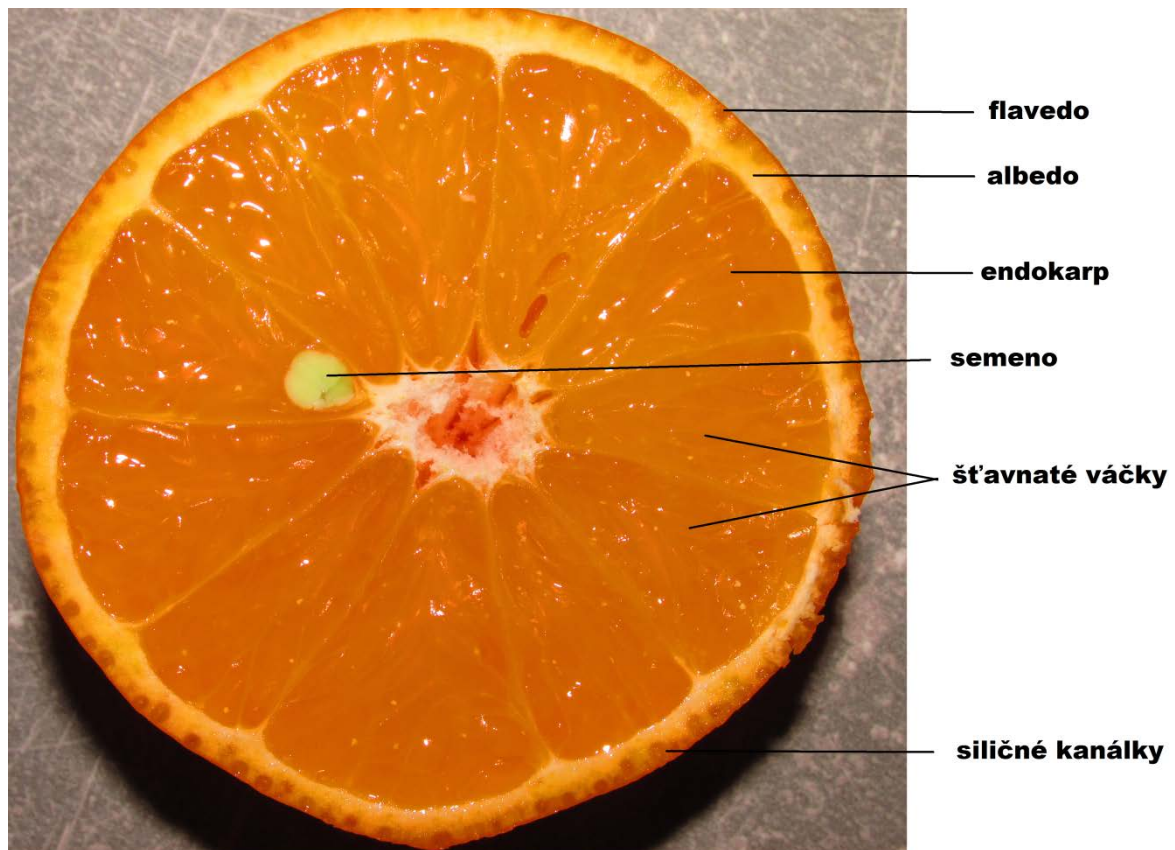


2. Doplň tabulku plodů podle typu oplodí.





3. Popiš příčný řez hesperidiem.



4. Doplň text podle obrázku.

Semena vznikají při oplození na mateřské rostlině.

Semeno se skládá se z:

- osemení (testa) (1), které vzniká přeměnou vaječných obalů,
- živného pletiva (endosperm) (2), obsahujícího zásobní látky, jakou jsou škrob, bílkoviny a tuky,
- ze zárodku = embrya, které představuje nejmladší vývojové stádium rostliny.

Zárodek se dělí na tyto části:

- radikula (3)
- hypokotyl (4)
- vzrostný vrchol
- dělohy (5)



### **Zdroje:**

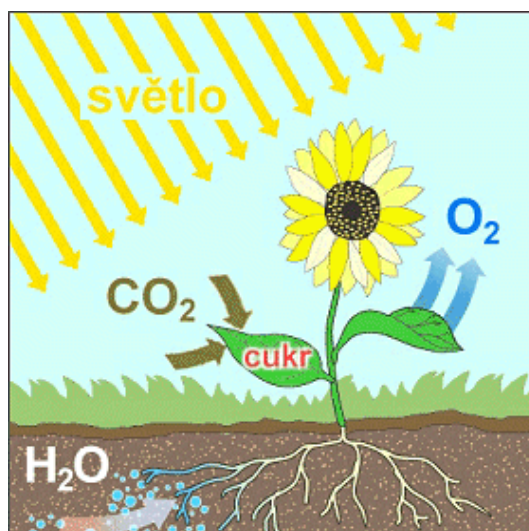
MLČOCH, Z. (2015): *Anatomie rostlin, bylin (květy, listy, stonky a jejich variace)*. In: Bylinky pro všechny.cz [online]. [cit. 10.2.2017]. Dostupné na www: <<http://www.bylinkyprovsechny.cz/ruzne/anatomie-rostlin-kvety-listy-stonky-a-jejich-variace>>.

VINTER, V. (2008): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra botaniky. 186 s. ISBN 978-80-244-1972-5.

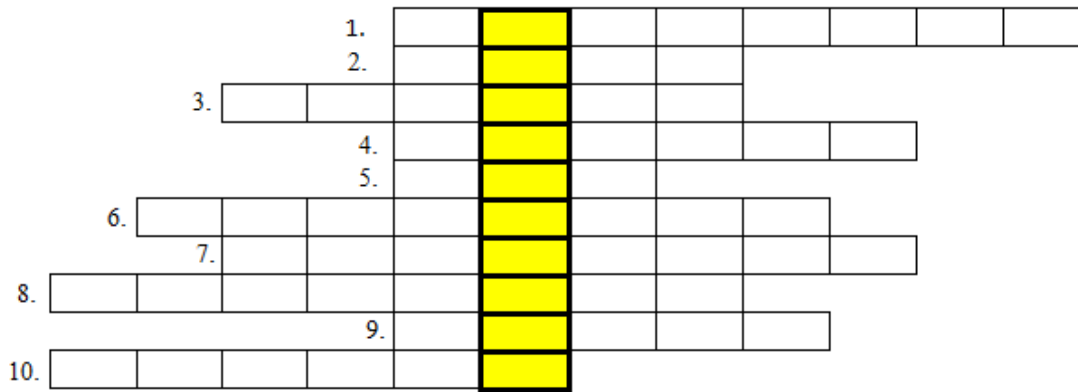
**9.10 Příloha č. 10: Pracovní list č. 10 - Fotosyntéza**  
Zpracovala Veronika Pánková

**1. Pomocí obrázku se pokus do tajenky doplnit odpovědi na následující otázky.**

1. C3 rostliny využívají k syntéze sacharidů ..... cyklus.
2.  $\text{CO}_2$  je při procesu fotosyntézy redukován na.....
3. Rostliny k syntéze látek využívají energii získanou ze.....
4. Rostliny přijímají anorganické látky a vodu svými.....
5. Energie fotonů je dále využívána k tvorbě molekul.....
6. Cukry = .....
7. Proces štěpení molekul vody na protony a elektrony se nazývá.....
8. Zelené barvivo obsažené v chloroplastech.....
9. Zelené části rostlin, ve kterých převážně probíhá fotosyntéza .....
10. Mezi první organismy, které prováděly fotosyntézu patří .....



Obr. 1: Fotosyntéza (Anonymous, 2016)



Tajenka:

Způsob výživy zelených rostliny a jejich schopnost přeměny anorganických látek na organické se nazývá.....

## 2. Doplně text.

Fotosyntézou autotrofní organismy provádí přeměnu jednoduchých (1).....látek (voda, oxid uhličitý) na složité (2) .....látky (sacharidy).

Průběh fotosyntézy má dvě základní fáze. Při (3).....fázi probíhá proces zvaný fotolýza vody,

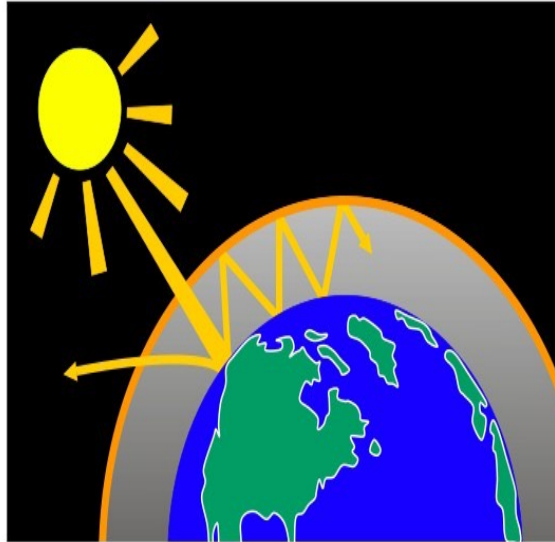
při které jako odpadní produkt vzniká (4).....

Temnostní fáze u C3 rostlin, neboli (5).....není závislá na světle, tedy může probíhat i ve (6).....V temnostní fázi je oxid uhličitý redukován na (7).....

## 3. Zapiš souhrnnou rovnici fotosyntézy.



4. Pomocí obrázku a vyhledání informací na internetu odpověz na následující otázky:



Obr. 2: Skleníkový efekt (Anonymous, 2016)

Popiš skleníkový efekt:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Jaké jsou dopady skleníkového efektu na naši planetu:

.....

.....

.....

.....

Které plyny vypouštěné do ovzduší mají za následek skleníkový efekt:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Řešení:

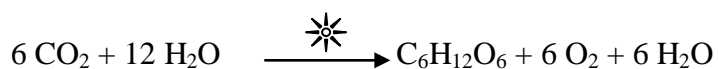
1. Pomocí obrázku se pokus do tajenky doplnit odpovědi na následující otázky.

			1.	C	A	L	V	I	N	Ů	V
			2.	C	U	K	R				
3.	S	V		Ě	T	L	A				
			4.	K	O	Ř	E	N	Y		
			5.	A	T	P					
6.	S	A	CH	A	R	I	D	Y			
			7.	F	O	T	O	L	Ý	Z	A
8.	CH	L	O	R	O	F	Y	L			
			9.	L	I	S	T	Y			
10.	S	I	N	I	C	E					

2. Doplně text.

1. anorganických
2. organické
3. světelné
4. kyslík
5. Calvinův cyklus
6. tmě
7. cukr (sacharid)

3. Zapiš souhrnnou rovnici fotosyntézy.



4. Pomocí obrázku a vyhledání informací na internetu odpověz na následující otázky:

Popiš skleníkový efekt:

Skleníkový efekt je přirozený proces, při kterém dochází k ohřívání planety a udržení teploty vhodné pro život. Asi polovina celkového slunečního záření dopadá přímo na zemský povrch, určitá část z něj se však odráží a putuje zpět. Skleníkové plyny zachycují odražené tepelné záření a odráží ho znovu směrem na zemský povrch. Tímto způsobem dochází k čím dál většímu oteplování planety (Vysoudil, 2013).

Jaké jsou dopady skleníkového efektu na naši planetu:

- zvyšování průměrné teploty na Zemi
- tání ledovců
- zvyšování hladiny oceánů a s tím spojené zatopení pobřežních oblastí (Vysoudil, 2013).

Které plyny vypouštěné do ovzduší mají za následek skleníkový efekt:

- vodní pára
- oxid uhličitý
- metan
- ozon
- oxid dusný (Vysoudil, 2013).

**Zdroje:**

ANONYMOUS (2016): *Biologie: botanika*. In: Locika.wikispaces [online]. [cit. 15.9.2016]. Dostupné na www: <<https://locika.wikispaces.com/Biologie>>.

ANONYMOUS (2016): *The Greenhouse Effect*. In: BioNinja: Your one-stop biology resource [online]. [cit. 15.9.2016]. Dostupné na www: <<http://www.old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-5-ecology-and-evoluti/52-the-greenhouse-effect.html>>.

VYSOUDIL, M. (2013): *Základy fyzické geografie 1: meteorologie a klimatologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 110 s. ISBN 978-80-244-3892-4.

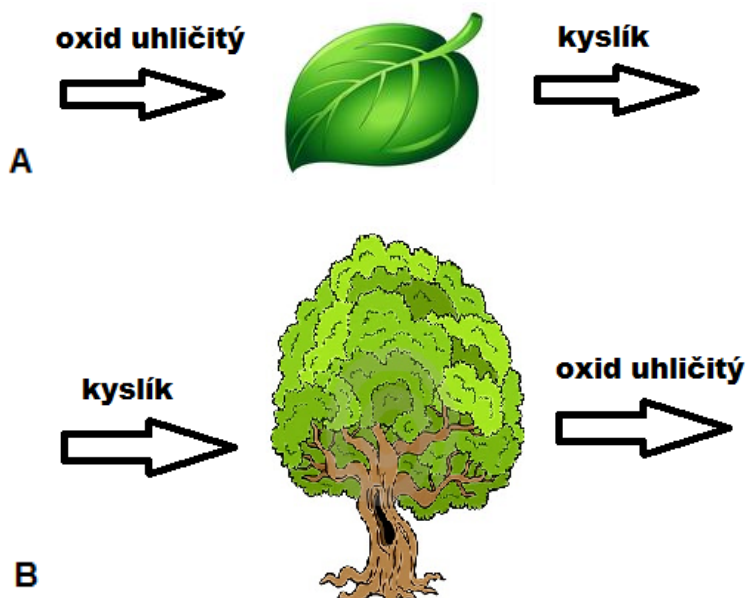
## 9.11 Příloha č. 11: Pracovní list č. 11 – Dýchání

Zpracovala Veronika Pánková

### 1. Odpověz „ANO/NE“ na následující otázky:

Rozhodni, zda jsou tvrzení pravdivá. Zakroužkuj správnou odpověď.		
Krebsův cyklus = cyklus kyseliny sírové.	ANO	NE
Glykolýza probíhá anaerobně.	ANO	NE
Oxid uhličitý nepodporuje hoření.	ANO	NE
Projevem dýchání je uvolňování kyslíku a spotřeba oxidu uhličitého.	ANO	NE
Glykolýza = proces odbourávání glukózy.	ANO	NE
Dýchání je proces, který probíhá pouze v buňkách s fotosynteticky aktivními barvivy.	ANO	NE
Rostliny dýchají oxid uhličitý, živočichové kyslík.	ANO	NE

### 2. Rozhodni, který obrázek znázorňuje dýchání rostlin. Svou odpověď zdůvodni.



Obr. 1: Dýchání a fotosyntéza (Pánková, 2017)

**Zdůvodnění:**




3. Zakroužkuj správnou odpověď.

	Fotosyntéza	Dýchání
kyslík	produkuje/spotřebovává	produkuje/spotřebovává
oxid uhličitý	produkuje/spotřebovává	produkuje/spotřebovává
voda	produkuje/spotřebovává	produkuje/spotřebovává
glukóza	produkuje/rozkládá	produkuje/rozkládá
doba průběhu	za světla/ve tmě/obojí	za světla/ve tmě/obojí
energie	váže/uvolňuje	váže/uvolňuje

4. Pomocí internetu nebo literatury vyhledej správné odpovědi a doplň text:

Dýchání rostlin cizím slovem označujeme jako (1) .....

Krebsův cyklus neboli (2).....cyklus.

Rostliny vyrábí (3) více/méně kyslíku, než ho samy spotřebují dýcháním.

Rostlina přijímá kyslík celým (4) ....., avšak oxid uhličitý a voda uvolňované při dýchání odchází z nadzemních částí rostlin pomocí (5) .....

Dýchání ovlivňuje několik vnějších faktorů, jsou to například:

(6).....

....

Která buněčná organela je znázorněna na obrázku a k čemu slouží?

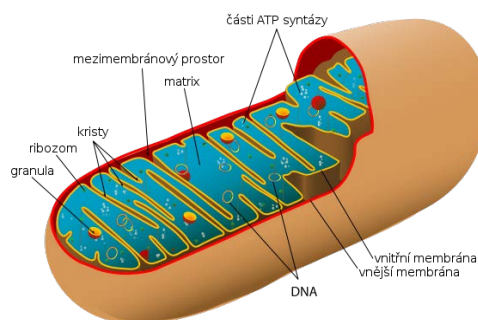
(7).....

.....

.....

.....

...



Obr. 2: Buněčná organela (Anonymous, 2014)

## Řešení:

1. Odpověz „ANO/NE“ na následující otázky:

Rozhodni, zda jsou tvrzení pravdivá. Zakroužkuj správnou odpověď.		
Krebsův cyklus = cyklus kyseliny sírové.	ANO	NE
Glykolýza probíhá anaerobně.	ANO	NE
Oxid uhličitý nepodporuje hoření.	ANO	NE
Projevem dýchání je uvolňování kyslíku a spotřeba oxidu uhličitého.	ANO	NE
Glykolýza = proces odbourávání glukózy.	ANO	NE
Dýchání je proces, který probíhá pouze v buňkách s fotosynteticky aktivními barvivy.	ANO	NE
Rostliny dýchají oxid uhličitý, živočichové kyslík.	ANO	NE

2. Rozhodni, který obrázek znázorňuje dýchání rostlin. Svou odpověď zdůvodni.

Dýchání znázorňuje obrázek č. B;

Zdůvodnění: Při dýchání rostliny stejně jako živočichové přijímají kyslík a produkují oxid uhličitý. Kyslík, který je potřebný k dýchání rostlin, do rostlinného těla vniká pokožkou, průduchy a lenticelami. Vyprodukovaný oxid uhličitý může být znovu fotosynteticky asimilován.

- 3.

	Fotosyntéza	Dýchání
kyslík	produkuje/spotřebává	produkuje/spotřebává
oxid uhličitý	produkuje/spotřebává	produkuje/spotřebává
voda	produkuje/spotřebává	produkuje/spotřebává
glukóza	produkuje/rozkládá	produkuje/rozkládá
doba průběhu	za světla/ve tmě/obojí	za světla/ve tmě/obojí
energie	váže/uvolňuje	váže/uvolňuje

#### 4. Doplň text.

1. respirace
2. citrátový cyklus
3. více
4. celým povrchem těla
5. průduchů
6. voda, teplota, CO<sub>2</sub>, světlo, kyslík.
7. mitochondrie – „buněčná elektrárna“, v mitochondriích díky procesům buněčného dýchání vzniká energeticky bohatý adenosintrifosfán (ATP) používaný jako „palivo“ pro průběh reakcí v celé buňce.

**Zdroje:**

ANONYMOUS (2014): *Mitochondrion*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www:

<[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Animal\\_mitochondrion\\_diagram\\_cs.svg/330px-Antimal\\_mitochondrion\\_diagram\\_cs.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Animal_mitochondrion_diagram_cs.svg/330px-Antimal_mitochondrion_diagram_cs.svg.png)>.

**9.12 Příloha č. 12: Pracovní list č. 12 – Růst a vývoj rostlin**

Zpracovala – Veronika Pánková

- 1. Pokus se vlastními slovy popsat, co je pro tuto rostlinu typické (šipka ti napoví), jakým způsobem tato rostlina přežívá nepříznivé podmínky, o jaký životní cyklus se jedná?**



---

---

---

---

---

---

---

---

---

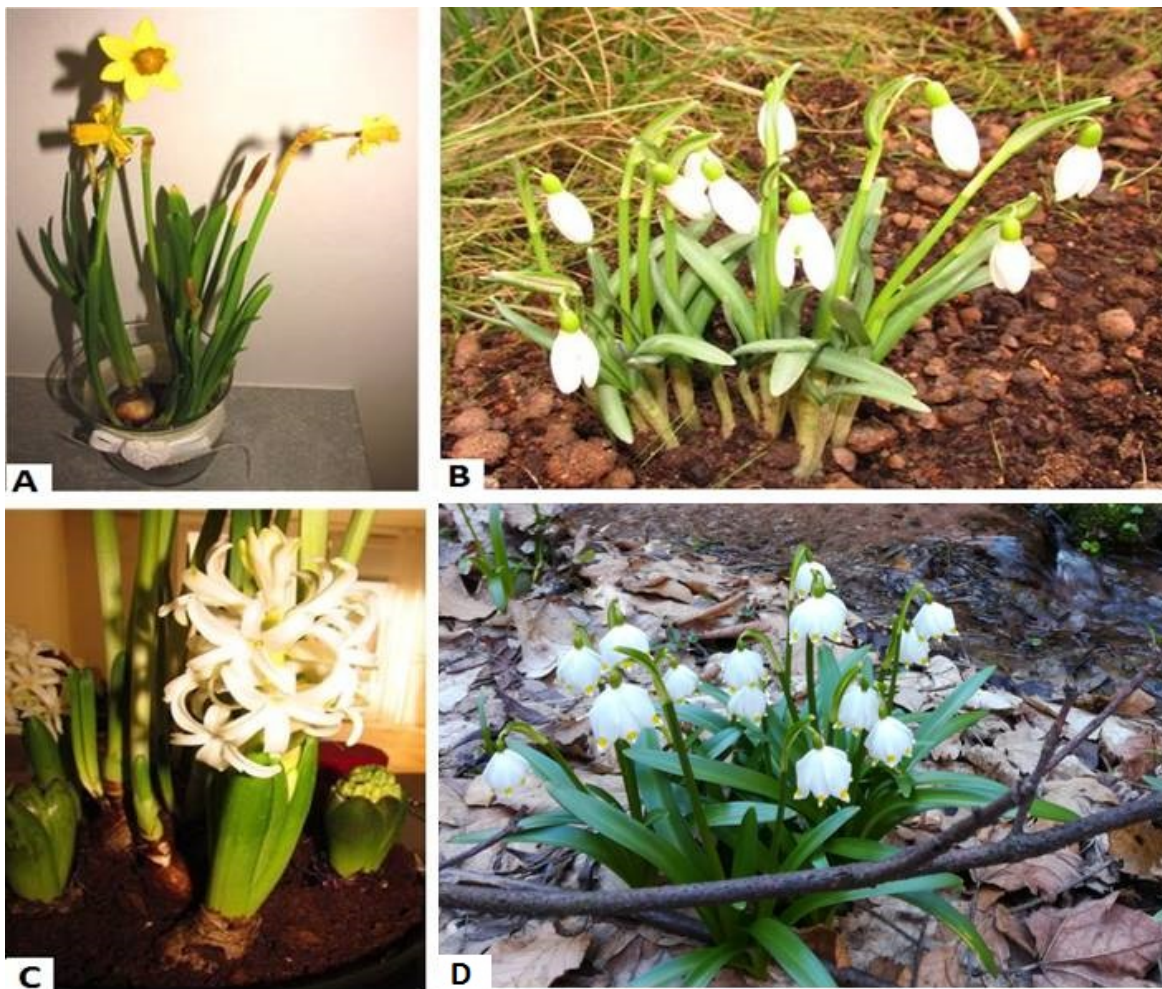
---

Obr. 1: Narcis (*Narcissus* sp.). Foto V. Pánková, 2017

2. Odpověz „ANO/NE“ na následující otázky.

<b>Rozhodni, zda jsou tvrzení pravdivá. Zakroužkuj správnou odpověď.</b>		
<b>Pokud zapícháme list muškátu do zeminy, může z něj vyrůst nová rostlina.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Zárodečná fáze vývoje rostlin je charakteristická tvorbou semen a plodů.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Rostlinná i živočišná těla produkují fytohormony.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Kyselina abscisová zpomaluje růst rostlin.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Obilí patří mezi vytrvalé rostliny.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Tulipán poté co odkvete, zahyne, další jaro již na tomtéž místě tulipán neporoste.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Pokud rostlina nemá dostatek světla, není možný její dlouhodobý růst a vývoj.</b>	<b>ANO</b>	<b>NE</b>

3. Poznáš na obrázku typické jarní rostliny?



Obr. 2: Jarní cibuloviny. Foto V. Pánková, 2017



4. Na obou částech obrázku jsou stejně staré klíčící rostlinky řeřichy (*Lepidium*). Je jejich růst obvyklý? Popiš, co se s rostlinkami děje. Jaký je rozdíl mezi rostlinkami v levé a v pravé části obrázku.



Obr. 3: Mladé rostliny řeřichy (*Lepidium* sp.). Foto V. Pánková, 2017

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Řešení:

1. Pokus se vlastními slovy popsat, co je pro tuto rostlinu typické (šipka ti napoví), jakým způsobem tato rostlina přežívá nepříznivé podmínky, o jaký životní cyklus se jedná?

Jedná se o jarní vytrvalou bylinu, konkrétně Narcis (*Narcissus* sp.). Vytrvalé rostliny několikrát za sebou plodí, žijí tedy po několik vegetačních období. Tato rostlina je typická tím, že po odkvetení její nadzemní části odumřou a nepříznivé podmínky (zimou) přečká v podobě cibule v půdě. Na jaře opět narcis vyraší z cibule, vykvete a cyklus se opakuje.

2. Odpověz „ANO/NE“ na následující otázky.

Rozhodni, zda jsou tvrzení pravdivá. Zakroužkuj správnou odpověď.		
Pokud zapíchneme list muškátu do zeminy, může z něj vyrůst nová rostlina.	<input checked="" type="radio"/> ANO	<input type="radio"/> NE
Zárodečná fáze vývoje rostlin je charakteristická tvorbou semen a plodů.	<input type="radio"/> ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
Rostlinná i živočišná těla produkují fytohormony.	<input type="radio"/> ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
Kyselina abscisová zpomaluje růst rostlin.	<input checked="" type="radio"/> ANO	<input type="radio"/> NE
Obilí patří mezi vytrvalé rostliny.	<input type="radio"/> ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
Tulipán po té co odkvete, zahyne, další jaro již na tomtéž místě tulipán neporoste.	<input type="radio"/> ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
Pokud rostlina nemá dostatek světla, není možný její dlouhodobý růst a vývoj.	<input checked="" type="radio"/> ANO	<input type="radio"/> NE

3. Poznáš na obrázku typické jarní rostliny?

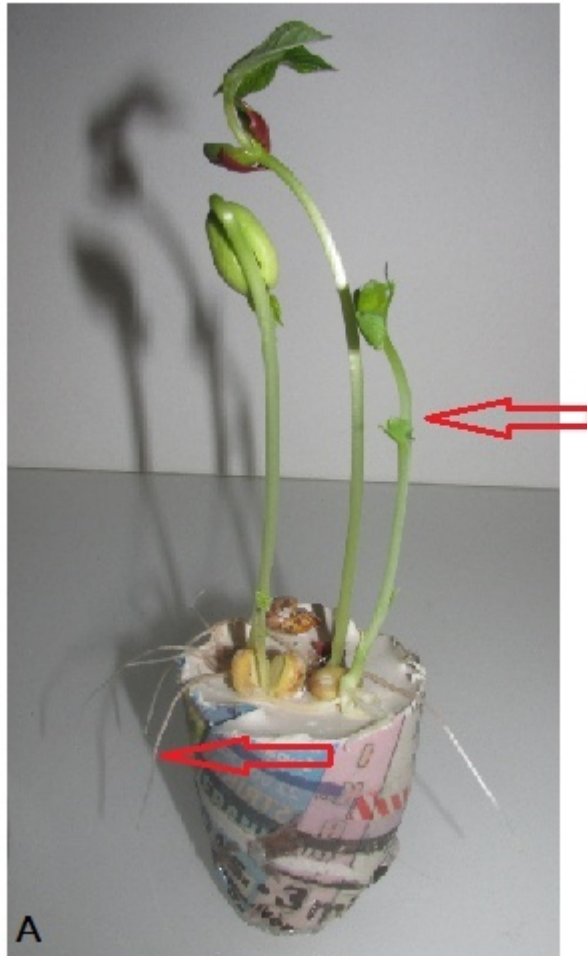
- A - narcis (*Narcissus* sp.)
- B - sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*)
- C – hyacint (*Hyacinthus* sp.)
- D – bledule jarní (*Leucojum vernum*)

4. Na obou částech obrázku jsou stejně staré klíčící rostliny řeřichy (*Lepidium* sp). Je jejich růst obvyklý? Popiš, co se s rostlinkami děje. Jaký je rozdíl mezi rostlinami v levé a v pravé části obrázku.

Neobvyklý je růst rostlinek v levé části obrázku. Rostou za nepřístupu světla. To zapříčiňuje tzv. **etiolizaci** = prodlužování stonků, dále je potlačen růst listů a také můžeme pozorovat ztrátu zelené barvy listů. Rostliny v pravé části obrázku rostou naprosto normálně, za přístupu světla. Jejich vývoj je obvyklý – listy mají obvyklou zelenou barvu.

9.13 Příloha č. 13: Pracovní list č. 13 – Pohyby rostlin  
Zpracovala Veronika Pánková

1. Popiš růstový pohyb jednotlivých částí rostlin znázorněných šipkou.



Obr. 1: Klíčící rostlina fazolu (*Phaseolus* sp.). Foto V. Pánková, 2016

Stonk a listy rostou (1) ve směru/proti směru zemské tíže.

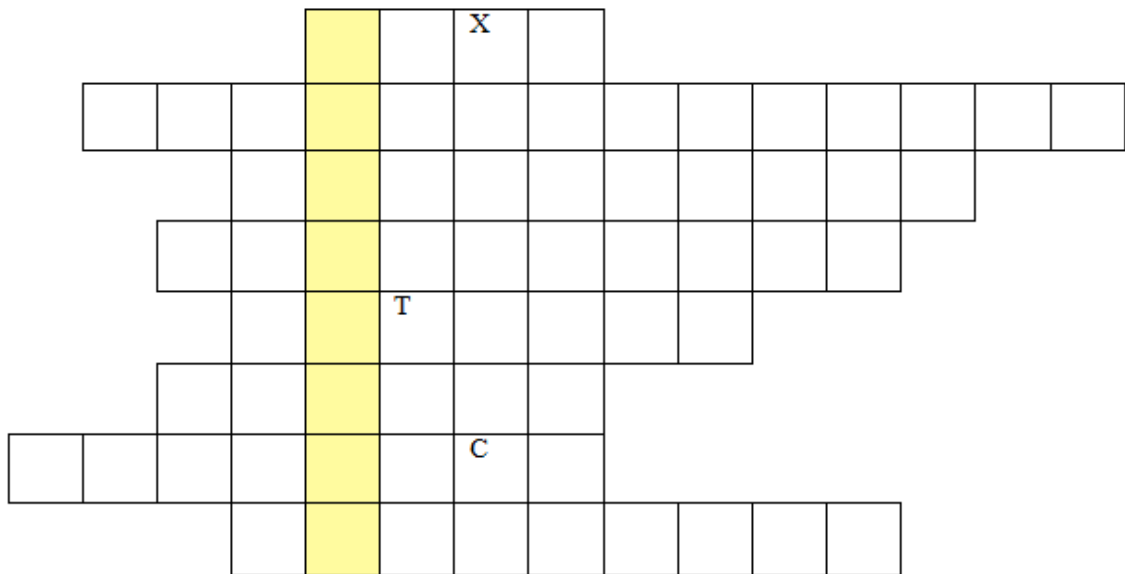
Takovému pohybu rostlin říkáme \_\_\_\_\_

Kořeny rostou (2) ve směru/proti směru zemské tíže.

Takovému pohybu rostlin říkáme \_\_\_\_\_

## 2. Doplň tajenku.

1. Vitální lokomoční pohyby se nazývají:
2. Jak se nazývá ohybový pohyb, při kterém rostlina reaguje na vodu?
3. Pokud přemístím kvetoucí rostlinu ze světla do tmy, její květ se uzavře.  
Takovéto vitální pohyby rostlin nazýváme:
4. Při podráždění zralých tobolek netýkavky se semena vymršťují do okolí.  
Tento vitální pohyb je jinými slovy:
5. Lokomoci řadíme mezi pohyby... (takové, které vykonávají pouze živé části rostlin)
6. Neorientovaný vitální pohyb všemi směry nazýváme:
7. Prostorové přemísťování celého organismu:
8. Pohyby rostlin, které jsou založené na fyzikálních zákonech nazýváme pohyby:







## Řešení:

1. Popiš růstový pohyb jednotlivých částí rostlin znázorněných šipkou.

Stonek a listy rostou (1) ve směru proti směru zemské tíže.

Takovému pohybu rostlin říkáme negativní gravitropismus

Kořeny rostou (2) ve směru proti směru zemské tíže.

Takovému pohybu rostlin říkáme pozitivní gravitropismus

2. Doplň tajenku.



3. Popiš děj, který na obrázku probíhá. Pokud si nevíš rady, vyhledej informace na internetu nebo v literatuře.

Výtrusnice kapradin mají tzv. anulus – prstenec (proto se nazývají anulární), který je tvořen buňkami s nerovnoměrně ztloustlými buněčnými stěnami (vnější stěny jsou tenkostěnné a vnitřní tlustostěnné). Při dozrávání výtrusů se vnější strana prstence stahuje k sobě, vzniká napětí a tenká stěna výtrusnic praskne (v místě zvaném stomium). Výtrusy se dostávají ven z výtrusnice (Vinter, 2004).

4. Zhlédni video:

Lapací pasti rostlin dělíme na pasti gravitační, adhezní a mechanické. Gravitační pasti jsou jednodušší, a většinou fungují jako láčky, do nichž rostlina láká kořist (vůní, nektarem, zbarvením). Kořist se po pádu do láčky už nedostane ven (Novák, 2006).

V případě adhezních pastí rostlina produkuje žláznatými chloupky lepkavou sladkou tekutinu, na kterou se kořist přichytí. Při snaze se z pasti vyprostit kořist stimuluje pohyb chloupků směrem k sobě. Například u některých rosnatek (*Drosera sp.*) takto rostlina celou kořist obtočí (Novák, 2006).

Mechanické sklapovací pasti fungují jako dvě čelisti, které se při podráždění okamžitě sklapnou. Opakované mechanické podráždění chloupků na vnitřní straně čelistí vyvolá akční změnu elektrického potenciálu, který má za následek sklapnutí pasti (Novák, 2006).

### **Zdroje:**

SVĚT POZNÁNÍ: *Informace a zajímavosti pro celou rodinu* (1995). Praha: Marshall Cavendish ČR. ISSN 1211-9369.

NOVÁK, J. (2006): *Masožravá rostlina*. In: Biolib.cz [online]. [cit. 18.11.2016]. Dostupné na www: <<http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id3644/>>.

VINTER, V. (2004): *Atlas anatomie cévnatých rostlin*. In: botanika.upol.cz [online]. [cit. 23.9.2016]. Dostupné na www: <<http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/index.html>>.







Obr. 1: A – I – Zástupci sinic a řas (upraveno podle Pouličková et al., 2015)

**2. Odpověz na následující otázky. Pokud odpověď neznáš, zkus ji vyhledat na internetu.**

1. Sinice se řadí mezi bakterie, přesto ale mají s rostlinami společnou vlastnost. Která to je?

.....  
.....  
.....  
.....

2. Vysvětli, co je bentos:

.....  
.....  
.....  
.....

3. Co znamená pojem epipsammon? Vyhledej příklady.

.....  
.....  
.....  
.....

4. Co je to vodní květ? Ve kterém ročním období dochází k největšímu výskytu vodního květu?

.....  
.....  
.....  
.....

5. Jaké zdraví škodlivé látky sinice produkují a jaké může mít koupání ve vodě se sinicemi následky?

.....  
.....  
.....  
.....

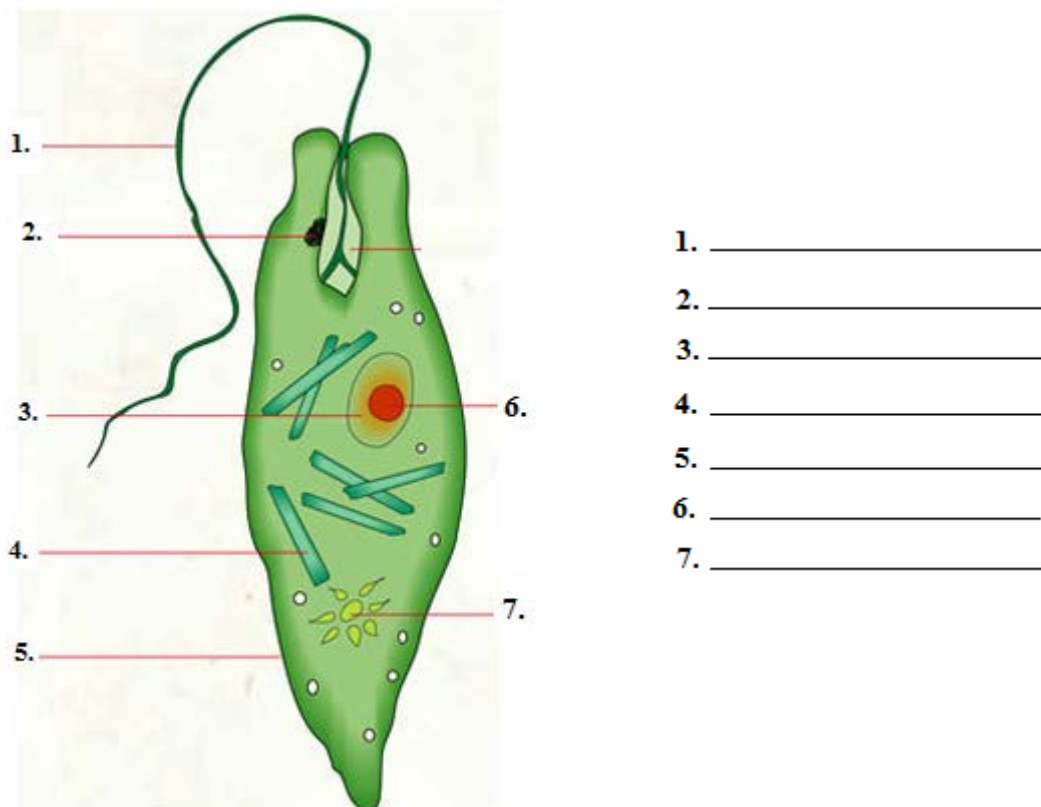
6. Jakými způsoby lze poznat, že voda obsahuje sinice?

.....  
.....  
.....  
.....

**3. Doplň „ANO/NE“ podle toho zda je tvrzení pravdivé.**

- Sinice a řasy umí provádět fotosyntézu
- Tělo řas je rozděleno na kořen, stonk a listy
- Buňky sinic nemají jádro
- Aerotopy jsou váčky s plynem
- Řasy se množí jen nepohlavně - dělením

4. Který organismus je na obrázku? Popiš jeho stavbu.



Obr. 2: Popis organismu (Dery, 2006)

## Řešení:

### 1. Křížovka

1.	N	O	S	T	O	C															
2.				C	R	Y	P	T	O	M	O	N	A	S							
3.					N	A	V	I	C	U	L	A									
4.	E	U	G	L	E	N	A														
5.				D	I	N	O	B	R	Y	O	N									
6.						S	P	I	R	O	G	Y	R	A							
7.	C	L	A	D	O	P	H	O	R	A											
8.				CH	L	A	M	Y	D	O	M	O	N	A	S						
9.				C	E	R	A	T	I	U	M										
10.	O	S	C	I	L	L	A	T	O	R	I	A									

### 2. Odpověz na následující otázky. Pokud odpověď neznáš, zkus ji vyhledat na internetu.

#### 1. fotosyntéza

#### 2. organismy žijící v tekoucích vodách

#### 3. organismy žijící na písku (řadíme mezi bentos)

4. zelené zbarvení stojatých i tekoucích vod, způsobené přemnožením sinic, nejčastěji v letním období. Sinice osídlují v podstatě všechny biotopy, nejčastěji však vodní prostředí. Mohou se namnožit v eutrofizovaných vodách (nadbytek fosforu a dusíku) a vytvářet tzv. vodní květ. Souvislá vrstva vodního květu na hladině zamezuje průniku světla do nádrže a způsobí tak smrt organismů, které světlo potřebují. Sinice také spotřebovávají kyslík ve vodě (hlavně dýcháním v noci a při rozkladu na podzim), a proto se v mnohých případech udusí ryby. Sinice produkují jedovaté cyanotoxiny, které způsobují poškození nebo i smrt některých vodních organismů (Vinter a Kubienová, 2013).

#### 5. cytotoxiny sinic:

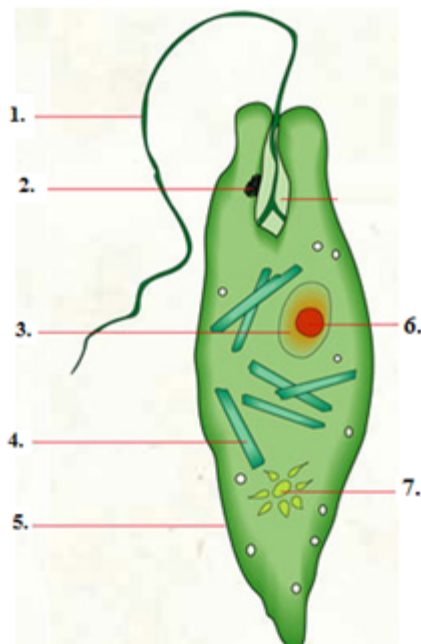
- neurotoxiny – anatoxin, aphanotoxin – blokují přenos nervových vzruchů;
- hepatotoxiny – cylindrospermopsin – inhibitor proteosyntézy a syntézy glutathionu, mikrocystin – kancerogen, vyvolává proliferaci nádorových buněk (tumor promoting factor);
- dermatotoxiny – aplysiatoxin – vyvolává ekzémy;
- alergeny (Vinter a Kubienová, 2013).

#### 6. test pomocí pet-láhve

3. Doplň „ANO/NE“ podle toho zda je tvrzení pravdivé.

Sinice a řasy umí provádět fotosyntézu	ANO
Tělo řas je rozděleno na kořen, stonk a listy	NE
Buňky sinic nemají jádro	NE
Aerotopy jsou váčky s plynem	ANO
Řasy se množí jen nepohlavně - dělením	NE

4. Který organismus je na obrázku? Popiš jeho stavbu.



- bičík (flagellum)
- světločivná skvrna (stigma)
- jádro (nucleus)
- chloroplast
- pružná blána na povrchu (pellicula)
- jadérko (nucleolus)
- pulzující vakuola

#### Zdroje:

POULÍČKOVÁ, A. – DVOŘÁK, P. – HAŠLER, P. (2015): *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého. 46 s. ISBN 978-80-244-4408-6.

DERY, B. (2005): *Structure of a Euglena*. In: The visual Dictionary [online]. [cit. 7.10.2016]. Dostupné na [www: <http://www.infovisual.info/02/001\\_en.html>](http://www.infovisual.info/02/001_en.html).

VINTER V. – KUBIENOVÁ L. (2013): *Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Rostliny, léčivé látky, drogy*. 1. vyd. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého. 66 s., ISBN 978-80-244-3619-7.