

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

---

**JIŘÍ FALC**

III. ročník – prezenční studium

**Obor:** Přírodopis se zaměřením na vzdělávání  
a výchova ke zdraví se zaměřením na vzdělávání

**Téma:** Laboratorní práce ve výuce přírodopisu

Bakalářská práce

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Libuše Hrabí, Ph.D.

**OLOMOUC 2013**

**Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem jen  
uvedenou literaturu a zdroje.**

**V Olomouci dne**

**Jiří Falc**

.....

vlastnoruční podpis

**Poděkování:**

**Děkuji paní doc. RNDr. Libuši Hrabí, Ph.D za zapůjčení mikroskopu a potřebné literatury, za konzultace, rady a odborné vedení mé práce. Děkuji též paní doc. Ing. Šárce Hladilové, CSc. za zapůjčení geologických vzorků a zkamenělin.**

## **OBSAH:**

1 Úvod.....	6
-------------	---

### ***Teoretická část:***

2 Laboratorní práce ve výuce přírodopisu .....	7
2.1 Úloha a funkce laboratorních prací ve výuce.....	7
2.2 Členění laboratorních prací podle různých kritérií .....	8
2.3 Laboratorní práce a zásada názornosti .....	10
3 Ztvárnění laboratorních prací ve výuce přírodopisu .....	11
3.1 Laboratorní práce v komplexu učebnic Přírodopis 6 – 9 nakladatelství Fraus .....	12
3.2 Laboratorní práce v komplexu učebnic Přírodopis 6 – 9 nakladatelství SPN. ....	13
4 Metodický úvod k praktické části bakalářské práce .....	14
5 Základní pravidla bezpečnosti práce v laboratoři .....	15

### ***Praktická část:***

6 Laboratorní práce – mikrobiologie.....	16
6.1 Seznámení s mikroskopem, základy práce s mikroskopem.....	16
6.2 Pozorování nálevníků.....	17
6.3 Pozorování kvasinek .....	18
7 Laboratorní práce – botanika nižších rostlin.....	19
7.1 Pozorování řas.....	19
8 Laboratorní práce – botanika vyšších rostlin.....	21
8.1 Výroba herbáře.....	21
8.2 Důkazy sacharidů .....	23
8.2.1 Důkaz glukózy v hroznovém víně.....	24
8.2.2 Hydrolýza sacharózy .....	25
8.2.3 Důkaz škrobu v hlíze bramboru .....	26
8.3 Důkaz bílkovin v hrachu .....	27
8.4 Důkaz tuků v semenech slunečnice .....	28

<b>9</b>	Laboratorní práce – zoologická část.....	30
<b>9.1</b>	Chov hlemýždě zahradního ve školních podmínkách .....	30
<b>9.2</b>	Pozorování stavby slepičího vejce .....	32
<b>9.3</b>	Pozorování tkání savců.....	34
<b>10</b>	Laboratorní práce – geologická část.....	36
<b>10.1</b>	Důkaz uhličitánů.....	36
<b>10.2</b>	Stanovení tvrdosti minerálů .....	37
<b>11</b>	Vlastní náměty laboratorních prací pro výuku přírodopisu.....	38
	<i>botanická část:</i>	
<b>11.1</b>	Klíčení rostlin a inhibitory klíčení .....	38
<b>11.2</b>	Antokyany a jejich chování v rozdílném pH .....	39
<b>11.3</b>	Sublimace kofeinu .....	41
	<i>zoologická část:</i>	
<b>11.4</b>	Příprava senného nálevu pro pozorování nálevníků a ukázka očkování kultur prvoků.....	42
<b>11.5</b>	Alkoholové, mléčné, octové a máselné kvašení .....	44
<b>11.6</b>	Vytvoření plantogramu nohy a stanovení indexů nožní klenby .....	46
	<i>geologická část:</i>	
<b>11.7</b>	Pozorování rozdílů mezi hlubinnou a výlevnou vyvřelinou .....	48
<b>11.8</b>	Odlévání zkamenělin.....	50
<b>12</b>	Další typy prací v rámci výuky přírodopisu.....	52
<b>12.1</b>	Terénní cvičení.....	52
<b>12.2</b>	Demonstrační pokus .....	55
<b>13</b>	Chemická činidla a jejich příprava.....	57
<b>13.1</b>	Fehlingovo činidlo .....	57
<b>13.2</b>	Tollensovo činidlo .....	57
<b>13.3</b>	Lugolův roztok.....	58
<b>14</b>	Závěr.....	59
<b>15</b>	Seznam použité literatury.....	60
<b>16</b>	Seznam příloh .....	62

## 1 Úvod

Laboratorní práce ve výuce přírodopisu jako téma své bakalářské práce jsem si zvolil z několika důvodů. První je ten, že již na základní a střední škole jsem projevoval veliký zájem o chemii, přírodopis a laboratorní práce spojené s těmito předměty.

Druhý důvod, proč jsem si vybral toto téma, je fakt, že při prostudování různých druhů učebnic přírodopisu různého stáří, vydání a obsahu jsem narazil na velmi málo, u některých dokonce na absenci laboratorních prací v učebním textu. Některé učebnice to řeší přídatnými pracovními sešity, jiné zase pouhým nastíněním či doporučením, které je více méně skryté v textu. V této práci se budu zabývat především tímto ztvárněním a provedením laboratorních prací ve výuce přírodopisu.

Teoretická část této práce se zabývá jednak obecnými charakteristikami laboratorních prací z hlediska metodiky a didaktiky, jednak ztvárněním laboratorních prací ve dvou komplexech učebnic přírodopisu pro 6. - 9. třídu a jejich srovnáním a v neposlední řadě i metodickým úvodem a základními pravidly bezpečnosti práce v laboratoři, tento poslední bod je jakýmsi předstupněm, úvodem k praktické části této práce.

Praktická část sestává z laboratorních prací, které jsem vybral z výše zmíněných dvou komplexů učebnic přírodopisu.

Cílem této práce je vytvořit jakousi ucelenou publikaci laboratorních prací vhodných pro druhý stupeň základních škol tak, aby byla v koordinaci s probíranou látkou v hodinách přírodopisu. Každý laboratorní úkol obsažený v této práci obsahuje zadání úkolu, stručnou metodiku, potřebný materiál, pomůcky a chemikálie, časovou náročnost, fotografie z demonstračních pokusů a v neposlední řadě také výsledky pozorování a závěry. Práce jsem rozdělil do čtyř kategorií, podle toho, v jakém sledu se probírají v jednotlivých ročnících, začíná se většinou mikrobiologií, pokračuje botanikou nižších a vyšších rostlin, přes zoologickou část a konče částí geologickou, která je podle učebních osnov ekvivalentem devátého ročníku.

Praktická část zahrnuje i moje vlastní náměty laboratorních prací, které jsem zformuloval na základě další dostupné literatury a svých vědomostí a dovedností z předchozích i nynějších studií, tyto práce tvoří doplněk k předešlým pracem, které jsem vybral z nabízených dvou komplexů učebnic přírodopisu pro 6. - 9. třídu.

Všechny laboratorní práce jsou tvořeny formou protokolů a jsou koncipovány tak, aby byly co nejnázne realizovatelné a srozumitelné.

V závěru práce jsou uvedeny přípravy některých důležitých chemických činidel a roztoků.

## **2 Laboratorní práce ve výuce přírodopisu**

### **2.1 Úloha a funkce laboratorních prací ve výuce**

Laboratorní práce jsou nedílnou součástí výuky přírodních věd, například chemie, biologie, geologie a jiných oborů. Každá škola si na základě Rámcového vzdělávacího programu (RVP) vytváří svůj Školní vzdělávací program (ŠVP), kde jsou zahrnuty mimo jiné body, jako charakteristika ŠVP a školy i učební osnovy a učební plán (Skalková, 2007). Učební plán obsahuje výčet předmětů, které se na dané škole vyučují, jejich rozmístění do jednotlivých ročníků, týdenní časovou dotaci nebo minimální časovou dotaci. ŠVP dále obsahuje školní osnovy, které zahrnují obsah učebních předmětů, jsou jakousi "alfou a omegou" pro učitele.

Učitel na základě osnov a učebního plánu zpracovává časově tematický plán, což je rozvrh učiva do 10 výukových měsíců – září – červen. Učitel se při jeho sestavování drží především učebních osnov a musí dodržet doporučenou či povinnou týdenní časovou dotaci, která je zakotvena v učebním plánu. Učitel zpracovává časový tematický plán pro každý ročník zvlášť, učí – li více ročníků. Učitelé přírodopisu a dalších vědeckých disciplín pak hledí na začlenění laboratorních prací do časového tematického plánu, doporučená časová dotace je 16 – 20 vyučovacích hodin za 4 roky školní docházky pro 2. stupeň základních škol. (<http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>)

Učební osnovy neukládají témata jednotlivých laboratorních prací, učitelé je ve vlastním zájmu sestavují sami, měli by se ale držet tématu aktuálně probírané látky, například při výuce geologie v 9. ročníku nebude učitel předvádět pokus o pozorování nálevníků, ale například určování tvrdosti některých minerálů. Laboratorní práce jsou praktickým doplňkem učiva, žáci si mohou vyzkoušet převedení teorie do praxe, důležitá je posloupnost, nejdříve se daná problematika probere teoreticky a následně učitel vybere z učebnice (disponuje – li ovšem vypracovanými laboratorními protokoly) nebo sestaví dle vlastního uvážení laboratorní práci na dané téma (Jelínek, Zicháček, 2002).

Laboratorní práce přispívají k lepšímu pochopení a procvičení praktických dovedností žáka či studenta (Černá 1995). Nemusí nutně trvat celou vyučovací hodinu nebo samostatný blok vyhraněný pouze pro tyto práce, učitel může laboratorní práci, pokud není časově náročná, začlenit do běžné výuky jako vsuvku, v tomto případě se většinou jedná o demonstrační pokus, který provádí sám učitel, žáci jej pozorují, případně mohou asistovat (Maňák, 1995 in Hanáková, 2008).

## 2.2 Členění laboratorních prací podle různých kritérií

Laboratorní práce můžeme členit podle různých kritérií, například délky, ztvárnění a provedení, systematiky, účelu a místem konání.

Podle délky dělíme práce na krátkodobé a dlouhodobé (projektové).

Krátkodobé laboratorní práce jsou běžné úkoly, jak je známe ze základní i střední školy, můžeme zde zahrnout práci s mikroskopem, různé chemické pokusy, pozorování a anatomie těl živočichů a rostlin, důkazy cukrů, tuků a bílkovin a také zkoumání hornin v laboratoři. Většina laboratorních prací uvedených v této práci je krátkodobých. Žáci zkoumají a pozorují problematiku většinou jednoho tématu (Skalková, 2007).

Dlouhodobé laboratorní práce se nazývají též projektové, dle Kalhouse a Obsta (2002) při nich žáci zkoumají komplexnější témata, více témat a na základě absolvovaných pozorování vytvářejí reflexe a protokoly, takový projekt může trvat i celý školní rok, jako příklad můžeme uvést zhotovování třídního herbáře (dáno rozdílnou dobou kvetení jednotlivých rostlin) nebo projekt Horniny a nerosty v našem okolí (z vlastní praxe). Kalhous a Obst (2002) dále rozděluje projektovou výuku na individuální, skupinovou, třídní a školní, podle počtu žáků, které se na projektu podílí, platí pravidlo, že čím větší počet žáků, tím je projekt časově náročnější. Při práci na projektu se může propojovat učivo více předmětů (například při sběru hornin či nerostů je důležité znát kromě poznání vzorku i jeho základní fyzikální i chemické vlastnosti).

Dle Skalkové (2007) můžeme projekt rozdělit do čtyř na sebe navazujících fází:

- a) *fáze úvodní* – učitel představí žákům projekt a stanoví předběžné cíle a poslání projektu
- b) *fáze přípravná*, navazuje na úvodní fázi, učitel s žáky sestavuje plán konání projektu, dílčí úkoly projektu a záměry.
- c) *fáze realizační* – vlastní projekt, učitel by měl hrát roli poradce, na této fázi by se měli podílet z větší části žáci.
- d) *fáze reflexní nebo terminální* – provádí se zde vyhodnocení výsledků, prověřování nových poznatků žáků, přínos a konečné hodnocení projektu.



Do projektových témat lze zahrnout i chov drobných živočichů ve třídě nebo pěstování užitkových plodin na školním pozemku

Podle ztvárnění a provedení můžeme dle Černé (1995) laboratorní práce rozdělit na:

- a) demonstrační pokusy
- b) laboratorní pokusy
- c) žákovské pokusy

*Demonstrační pokusy:* Provádí je většinou sám učitel (demonstruje), jde většinou o pokusy náročnější, jak teoreticky, tak i prakticky, učitel ke svému pokusu podává i výklad, který by měl být na úrovni třídy, které vyučuje, popřípadě některé nové věci, jako například cizí termíny, vysvětlit a přiblížit. Demonstrační pokusy můžeme provádět dvěma způsoby, buď učitel vysvětluje novou látku během pokusu nebo napřed vysvětlí látku a potom provede na základě toho demonstrační pokus (Hanáková, 2008). Jako příklad může posloužit nitrace celulózy a srovnání fyzikálních a chemických vlastností s nenitrovanou celulózu.

*Laboratorní pokusy:* Žáci pracují ve dvojicích nebo skupinách pod dohledem učitele, při laboratorních pokusech se probírají komplexnější úseky učiva než při žákovských a demonstračních pokusech, mohou pracovat samostatněji, popřípadě si práci ve skupince rozčlenit na dílčí úkoly, předpokladem pro laboratorní pokusy je osvojení alespoň částečných teoretických znalostí daného tématu laboratorního úkolu (Černá, 1995).

*Žákovské pokusy:* Nazývané též frontální pokusy, jsou jednoduché laboratorní práce, které žák provádí sám pod dohledem učitele, jako příklad lze uvést krátké pokusy, které si během hodiny mohou vyzkoušet všichni žáci ve třídě, dobrým příkladem může být měření kyselosti (pH) lakmusovým či univerzálním indikátorovým papírkem.

Laboratorní práce lze rozdělit i podle systematiky organismů, v praktické části této práce se setkáme s rozdělením laboratorních prací podle tohoto kritéria. Práce dělíme na:

- a) *mikrobiologické* – viry, bakterie, kvasinky, pozorování těchto organismů mikroskopem
- b) *botanické* – může se dále členit na botaniku nižších rostlin (řasy) a vyšších rostlin (mechy, kaprad'orosty, nahosemenné, krytosemenné), zkoumání částí jejich těl, fyziologické pochody v rostlinách i důkazy rostlinných složek (cukry, tuky, bílkoviny).
- c) *zoologické* – pozorování nálevníků mikroskopem, pozorování žahavců (nezmar), kroužkoců, ryb, plazů, savců, fyziologie, zkoumání hotových histologických preparátů.
- d) *geologické* – poznávání nerostů a hornin, určování tvrdosti, chemické vlastnosti.

Mojžíšek (1988) dělí laboratorní práce podle účelu na tři základní typy:

**a) ilustrační** – slouží k ilustrování (doplnění) vykládaného učiva, žáci tak lépe pochopí probíranou látku a uvidí její praktické ztvárnění, příkladem mohou být demonstrační pokusy.

**b) aplikační** – jsou to práce, které převádí do praxe již nabyté vědomosti žáků, pomocí aplikačního typu prací si žáci učivo procvičují a lépe pamatují.

**c) objevový** - učitel sestaví návod laboratorní práce, jejíž výsledek žákům neprozradí, žáci mají za úkol dopátrat se adekvátního výsledku, tímto typem prací se objevují a zkoumají nová, dosud neprobraná fakta a objevy.

Posledním kritériem uvedeným v této práci je dělení laboratorních prací podle místa konání, práce mohou být buď interní (vnitřní), které se provádějí ve škole, nebo externí (vnější), které se realizují mimo školní budovu, například některé projekty (viz strana 8.), návštěvy zajímavých lokalit a přírodních jevů (jeskyně, propasti, botanicky zajímavé lokality, CHKO), exkurze či práce na školním pozemku.

### **2.3 Laboratorní práce a zásada názornosti**

Didaktické zásady jsou obecnými doporučeními pro učitele, při jejichž respektování může pedagog při výuce dosáhnout maximální efektivity a účinnosti.

Rozlišujeme celkem 11 základních didaktických zásad: (Malach, 2003).

zásada uvědomělosti a aktivity

zásada komplexního rozvoje žáka

zásada vědeckosti

zásada spojení teorie s praxí

zásada přiměřenosti

zásada individuálního přístupu

zásada emocionálnosti

zásada trvalosti

**zásada názornosti**

zásada soustavnosti

zásada zpětné vazby

Zásada názornosti je podle Malacha (2003) jedna z nejstarších didaktických zásad, kterou lze nalézt již v díle německého učitele a myslitele Wolfganga Ratkeho z roku 1613. Zásada spočívá v tom, že žáci mají o dané problematice jisté imaginace, které je potřeba vědecky uchopit tak, aby žák či student problematiku pochopil co možná nejefektivnějším způsobem. Názor může být nejčastěji zrakový, sluchový, čichový, chuťový, hmatový či pohybový, vnímáme je na základě našich smyslů.

Na základě této teorie o zásadě názornosti se velmi často stává, že pedagogové upřednostňují při vysvětlování nového učiva pouze sluch – žáci poslouchají a píší. S přičiněním laboratorních prací, zvláště ilustračního a objevového typu, jak je zmíněno výše, lze dosáhnout komplexnějšího vysvětlení probírané problematiky a snažšího pochopení učiva žákem (Hanáková, 2008). Při provádění laboratorních prací si žáci též zaznamenávají své výsledky, vypracovávají protokoly, budují tým v sobě i základy pracovních návyků a zlepšují se jejich organizační schopnosti a schopnosti spolupráce (Maňák – Švec, 2003).

### **3 Ztvárnění laboratorních prací ve výuce přírodopisu**

V této kapitole bude zmíněno posuzování ztvárnění laboratorních prací v různých typech učebnic. K posouzení mi byly poskytnuty dvě ucelené řady (komplexy) učebnic přírodopisu 6. - 9. třídy, a to od nakladatelství Fraus z roku 2003 – 2007, autoři Čabradová, Švecová, Vaněčková a kol., a od Státního Pedagogického nakladatelství (SPN) z roku 2007 – 2010, autor Černík a kol. - viz *Seznam použité literatury*. Mým cílem je posoudit ztvárnění laboratorních prací v těchto učebnicích a jejich srovnání, případně zpracování protokolu ze zadané laboratorní práce. V učebnicích se můžeme setkat se třemi typy ztvárnění laboratorních prací:

- a) absence laboratorních prací v učebnici, laboratorní práce jsou publikovány v samostatném svazku, který se jmenuje pracovní sešit
- b) laboratorní práce, či přesněji, jejich návrhy nebo nastínění jsou skryty v textu nebo se uvádějí jako "poznámka pod čarou"
- c) učebnice má laboratorní práce formou návodu nebo protokolu zpracovány v samostatném oddílu, který bývá zařazen na konci učebnice

Na základě těchto tří kritérií budou hodnoceny učebnice, které mi byly poskytnuty jako podklad pro zpracování této práce.

### 3.1 Laboratorní práce v komplexu učebnic Přírodopis 6 – 9, nakladatelství

#### Fraus

Při pozorném prostudování těchto učebnic byl mnou vypracován tento posudek:

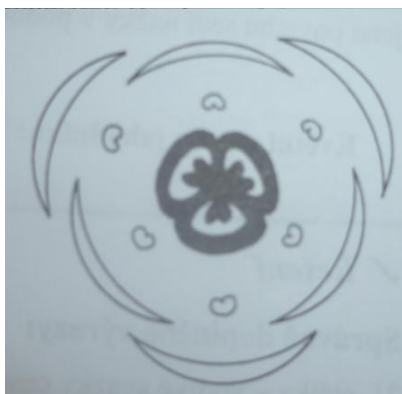
Učebnice jsou přehledně napsané, pečlivě rozčleněné do jednotlivých kapitol a podkapitol tematicky na sebe navazujících. Ztvárnění laboratorních prací zde odpovídají kritériu C, které je uvedeno výše, na konci učebnice je seznam návodů k provádění laboratorních prací, je zde vždy zadán úkol (nebo úkoly, má – li jich laboratorní práce více a je komplexnějšího charakteru), seznam pomůcek, chemikálií a materiálu a postup při laboratorní práci. Odkazy na jednotlivé laboratorní práce jsou uvedeny v textu učebnice. Výsledky pozorování zde uvedeny nejsou, žáci se jich musí dopátrat sami, případně za asistence učitele, tento typ prací by se podle Mojžíška (1988) mohl zařadit mezi objevové typy prací. V praktické části této práce budou některé práce z těchto učebnic prakticky provedeny a bude publikován výsledek pozorování a závěr.

**Příklad:** Rozbor stavby květu, sestavování květního diagramu

**Pomůcky:** Květ tulipánu, lupa, pinzeta.

**Úkol:** Nakreslete květní diagram tulipánu.

**Postup:** Květ si napřed prohlédneme a zjistíme hlavní znaky, zaznamenáme do sešitu. Potom pomocí pinzety rozdělíme květ na jednotlivé části a rozložíme na papír vedle sebe. Rozložený květ na základě znalostí schematických značek překreslíme do sešitu (okvětní plátky, tyčinky, pestík). Výsledný diagram by měl na základě výsledků pozorování vypadat takto:



Obrázek 1: Květní diagram tulipánu (Jelínek, Zicháček, 2002)

**Závěr:** Květ tulipánu má 6 okvětních plátků, 6 tyčinek a pestík srostlý ze 3 plodolistů.

### 3.2 Laboratorní práce v komplexu učebnic Přírodopis 6 – 9, nakladatelství SPN

Při prostudování tohoto komplexu učebnic byl vypracován tento posudek:

Učebnice jsou přehledně napsané, požadavky na žáky jsou adekvátní (pedagogická zásada přiměřenosti), rozdělení do kapitol a podkapitol je též přehledné. Ztvárnění laboratorních prací v těchto učebnicích odpovídají kritériu B, (viz strana 11). Laboratorní práce jsou zde pouze navrženy, učitel pro jejich realizaci musí sáhnout po metodické příručce učitele nebo po publikaci, v níž jsou uvedeny laboratorní práce podobného tématu, například Stoklasa, J. a kol., *Seminář a praktikum z přírodopisu pro 2. stupeň základní školy*. Praha: SPN, 2001. 88 stran. ISBN 80-7235-159-1. Tyto práce je nutné předem prostudovat a podle doporučených publikací sestavit návod pro provedení laboratorní práce. Podle Mojžíška (1988) se tyto práce řadí mezi typy aplikační, kde žáci si procvičují již nabyté vědomosti.

**Příklad:** Které hlavní funkce má stonk?

*Návrh laboratorní práce:* Stonk má tři základní funkce: Nese listy, které umožňují rostlině dýchat, je protkán cévními svazky, které umožňují rozvod živin po celém těle rostliny a má také funkci zásobní (ztlustlé stonky kedluben). V laboratorní práci se budeme zabývat transpotační funkcí stonku (rozvod živin).

**Úkol:** Pozorujte rozvod živin v těle netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora* L.)

**Pomůcky:** Čerstvě utržená netýkavka malokvětá (v ČR jde o invazní druh), kádinka s vodou, červený inkoust nebo eosin (červené barvivo).

**Postup:** Do kádinky s vodou kápneme inkoust nebo rozpustíme pár zrníček eosinové červeně, do roztoku vložíme netýkavku asi 3 cm stonku pod vodu a pozorujeme změny. Po chvíli začne stonk měnit svou barvu ze zelené na červenou, je to dáno rozvodem živin po těle rostliny – transpiračním proudem, obarvená voda z kádinky stoupá cévními svazky ve stonku až k listům, které posléze díky eosinu zčervenají také. Transpirační proud je založen na rozdílném osmotickém prostředí, ve stonku je nižší koncentrace rozpuštěných solí a iontů než v listech, transpirační proud se snaží tyto rozdíly vyrovnat.

Na základě těchto učebnic budou podobným způsobem navrženy laboratorní práce v praktické části této práce v kapitole č. 11 - *Vlastní náměty laboratorních prací pro výuku přírodopisu*.

#### **4 Metodický úvod k praktické části bakalářské práce**

V praktické části mé bakalářské práce jsem vytvořil soubor laboratorních prací, který může sloužit jako dobrá inspirace pro realizaci praktické výuky přírodopisu na druhém stupni základních škol. Jde o práce s nenáročnou tematikou, které jsou adekvátní, jak ztvárněním, tak obsahem pro žáky základních škol.

Jedná se především o laboratorní práce, které se provádí formou jednoduchých pokusů a experimentů, na závěr bakalářské práce uvedu i jeden návrh externí terénní laboratorní práce, problematikou externích prací jsem se zabýval v kapitole *Členění laboratorních prací podle různých kritérií* na straně 8. K provádění úkolů a prací budou potřeba některá chemická činidla, jejich příprava bude shrnuta v kapitole č. 13 – *Chemická činidla a jejich příprava*. Žáci si během provádění laboratorních prací upevní své praktické dovednosti a schopnosti samostatné i kolektivní práce.

Laboratorní práce jsou koncipovány tak, aby se nepoužívaly žádné nebezpečné látky, je – li to bezpodmínečně nutné, určité roztoky kyselin, louhů či barviv připraví učitel. Souhrn základních bezpečnostních pravidel je uveden v kapitole č.5 - *Základní pravidla bezpečnosti práce v laboratoři* na straně 15. Se všemi chemikáliemi je nutno pracovat opatrně, učitel neustále musí dohlížet na kázeň žáků, potřísnění roztoky jodu mohou vést k poničení oděvů žáka, potřísnění roztokem kyseliny nebo louhu k vážnému popálení a poleptání.

Práce jsou určeny převážně pro dvou až tříčlenné skupiny, u některých prací lze pracovat jednotlivě.

Za každým úkolem je v závorce uvedena orientační časová náročnost.

## 5 Základní pravidla bezpečnosti práce v laboratoři

Do laboratoře vstupujeme v ochranném oděvu, ideální je bílý keprový plášť, dívky s dlouhými vlasy by měly mít sepnuté vlasy, při práci s kyselinami je nutno mít ochranné brýle nebo obličejový štít, popřípadě gumové rukavice, v laboratorních úkolech v této práci nebude většinou brýlí ani rukavic třeba.

V laboratoři se nesmí jíst, pít ani kouřit, před odchodem z laboratoře je doporučeno si umýt ruce mýdlem a teplou vodou.

Chemikálie musí být vždy dobře popsány, chybí – li označení chemikálie, hned hlásíme učiteli, případně vedoucímu laboratoře.

Při práci udržujeme maximální čistotu a pořádek.

Při zahřívání kapaliny ve zkumavce musí směřovat ústí zkumavky od žáků i osoby, která látku zahřívá, zahříváme opatrně za pomoci chemických kleští.

Plynové kahany zapaluje učitel, lihové kahany mohou zapalovat žáci pod dohledem učitele, kahany smí být zapáleny jen po dobu nezbytně nutnou (plyn i líh vydávají neviditelný nesvítivý plamen a může dojít k popálení).

Při ředění kyselin naléváme **vždy** kyselinu do vody, nikdy obráceně. Při směšování kyselin, například při přípravě lučavky královské nebo nitrační směsi, lijeme vždy koncentrovanější kyselinu do méně koncentrované, údaje musí být uvedeny na štítku láhve s kyselinou. Je – li to možné, kyseliny směšujeme v kádince, která je zvenku obložena ledem, při směšování se vyvíjí velké množství tepla a může dojít k nečekanému varu a vystříknutí kapaliny.

S dráždivými látkami nebo plyny pracujeme v digestoři.

K chemikáliím nepříčicháváme přímo, ale mávneme rukou nad hrdlem a výpary přiženeme k nosu, platí především u roztoků plynů ve vodě (formalín, čpavek, kyselina chlorovodíková) a těkavých kapalin (aceton, ethanol, toluen, benzen).

Rozbité sklo, rozlitou chemikálii či jinou závadu na laboratorním vybavení okamžitě hlásíme vyučujícímu nebo vedoucímu laboratoře.

Jakékoliv zranění, říznutí rozbitým sklem, poleptání, popálení či nechtěné požití chemikálie okamžitě hlásit vyučujícímu nebo vedoucímu laboratoře, který hned učiní příslušná bezpečnostní opatření.

Při práci s hořlavými látkami a rozpouštědly musí být zhasnuty všechny kahany.

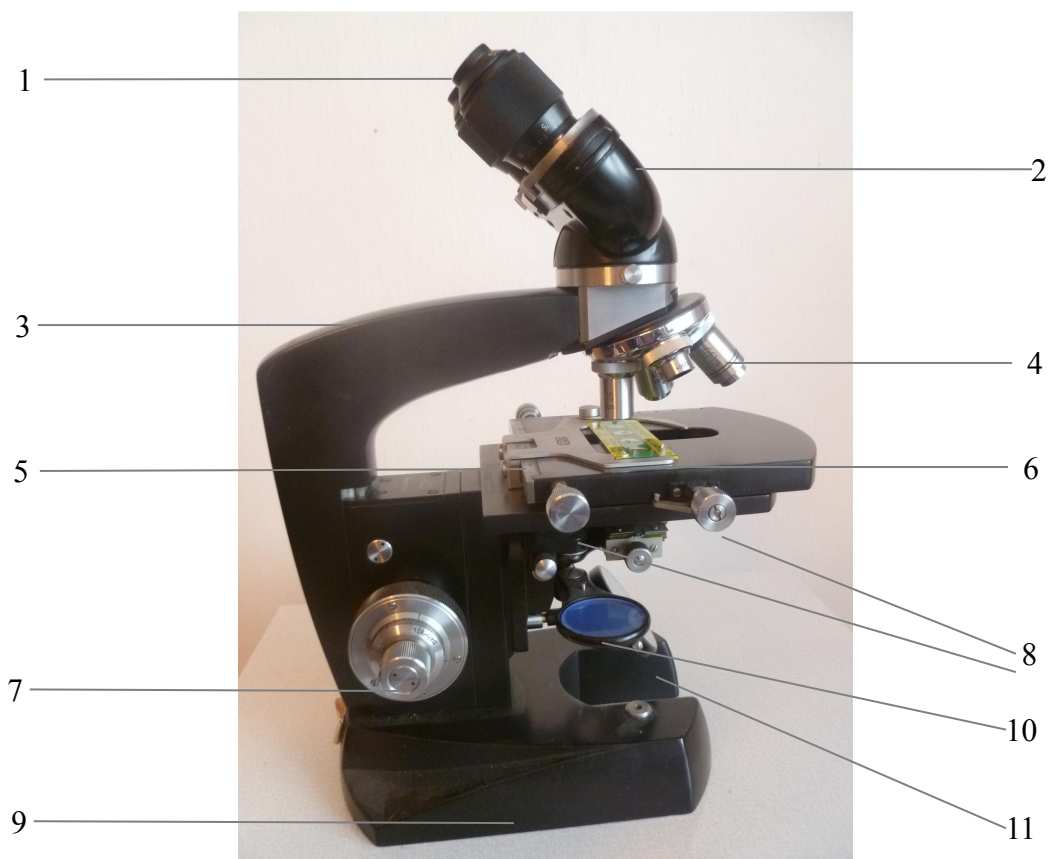
Před každou laboratorní prací musí učitel žáky seznámit s možnými riziky práce a představit postupy, jak nejlépe se těmto rizikům vyvarovat (Martinec, Ducháč, 2004).

## 6 Laboratorní práce – mikrobiologie

### 6.1 Seznámení s mikroskopem, základy práce s mikroskopem

**Úkol 1:** Popište základní části mikroskopu. (25 minut)

Mikroskop se skládá z několika důležitých částí:



Obrázek 2: Školní mikroskop

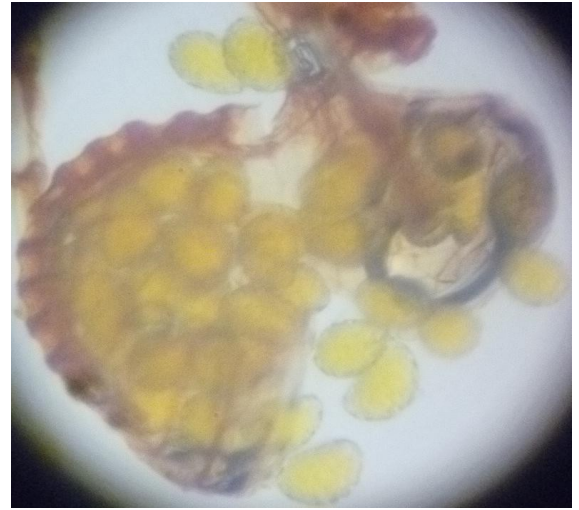
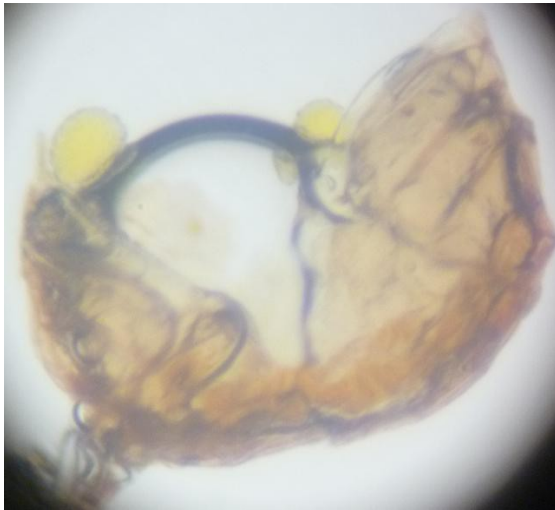
1 – okulár, 2 – tubus, 3 – tělo mikroskopu, 4 – revolverová hlavice s objektivy, 5 – stolek s preparátem, 6 – svorka na uchycení preparátu, 7 – mikrošroub s makrošroubem na zaostřování, 8 – šrouby pro pohyb stolku do stran, 9 – podstavec, 10 – clona, 11 – zrcátko.

**Úkol 2:** Připravte mikroskopický preparát. (20 minut)

**Pomůcky:** Mikroskop, podložní sklo, krycí sklíčko, kapátko, výtrusy kapradiny.

**Postup:** Na podložní sklíčko kapátkem nanese kapku vody, preparační jehlou do ní přemístíme výtrusy kapradin, opatrně ze strany přiklopíme tenkým krycím sklíčkem a pozorujeme nejprve při nejmenším zvětšení, poté zvětšení změním a obraz zakreslíme.





Obrázek 3: Prázdná výtrusnice kapradiny

Obrázek 4: Výtrusnice kapradiny s výtrusy

Vzorek pochází z kapradiny osladiče obecného (*Polypodium vulgare* L.), je 160 x zvětšen.

## 6.2 Pozorování nálevníků

Nálevníci jsou jednobuněčné organismy patřící mezi prvoky (Protozoa), u některých nálevníků je příslušnost k rostlinám nebo živočichům sporná, živí se jak autotroficky, (fotosyntézou jako rostliny), tak heterotroficky (přijímáním potravy), patří tedy mezi mixotrofní organismy, např. krásnoočko zelené (*Euglenia viridis* Ehrenberg). Rozmnožují se převážně dělením (mitózou). Nálevníci se jim říká proto, že je lze nejčastěji nalézt v tzv. senném nálevu, který je výchozím materiálem pro pozorování těchto organismů (Jelínek, Zicháček, 2002). Mezi nejběžnější nálevníky patří: treпка velká, krásnoočko zelené, slávinka obecná, vířenka, chobotěnka husí a plazivenka obecná. Kromě senného nálevu se vyskytují ve znečištěných vodách, především organickými látkami. Příprava senného nálevu je uvedena v kapitole č.11 - *Vlastní náměty laboratorních prací pro výuku přírodopisu*.

**Úkol:** Připravte mikroskopický preparát nálevníků. (20 minut)

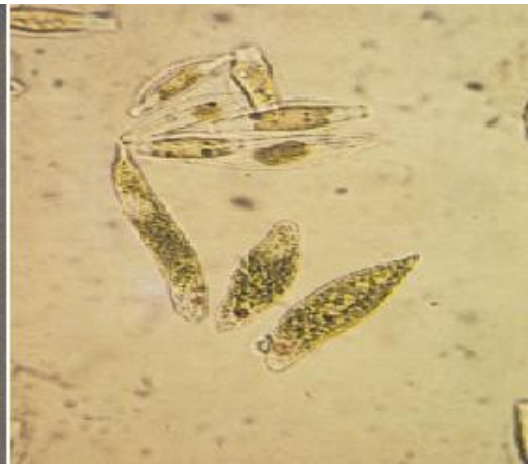
**Pomůcky:** Senný nálev, kapátko, mikroskop, podložní a krycí sklíčko.

**Postup:** Sestavíme mikroskopický preparát podobně jako v prvním úkolu u pozorování výtrusů kapadin, místo vody kápneme na podložní sklíčko senný nálev, pozorujeme a snažíme se určit některé nálevníky.

**Závěr:** Nálevníci jsou jednobuněční prvoci vyskytující se ve vodách znečištěných organickými látkami, pohybují se buď pomocí brv (treпка velká), rytmickým stahováním vakuol (chobotěnka husí, slávinka obecná) nebo pomocí bičíku (krásnoočka).



Obrázek 5: Trepka velká  
(*Paramecium caudatum* Ehrenberg)  
(Rosypal, 2003)



Obrázek 6: Krásnoočko zelené  
(*Euglenia viridis* Ehrenberg)  
(Rosypal, 2003)

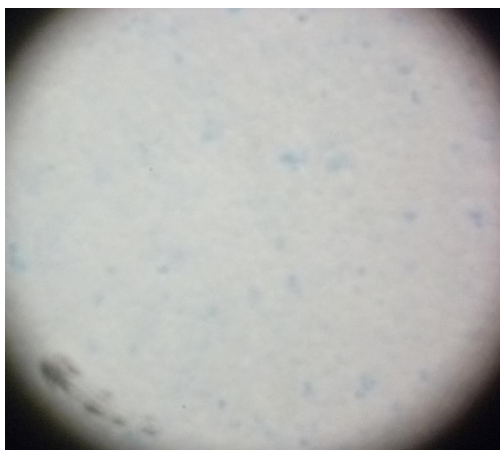
### 6.3 Pozorování kvasinek

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy patřící mezi houby, přesněji mezi vřeckovýtrusné houby. Rozmnožují se především nepohlavně (pučením), vzácněji pohlavně (tvorbou vřecek (askokarpů)). Kvasinky jsou organismy pro člověka velmi užitečné v mnoha směrech, hlavně však v potravinářství. Asi nejdůležitějším druhem kvasinek je kvasinka pивní (*Saccharomyces cerevisiae* Hansen), jejíž kultury se používají hlavně ve výrobě piva, vína, etanolu, ale i v pekařství a cukrářství. Kvasinky mají semipermeabilní (polopropustnou) cytoplazmatickou membránu pro některé látky, zvláště organická barviva, tohoto jevu se využívá ke stanovení tzv. vitálního testu kvasinek, při kterém se zkoumá, do jaké míry je kultura kvasinek vhodná pro praktické použití. Zjednodušeným vitálním testem kvasinek se budeme zabývat v následujícím pokusu.

**Úkol:** Připravte preparát kvasinek s methylenovou modří. (25 minut)

**Pomůcky:** Mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklíčko, kapátko, kultura kvasinek (pekařské droždí), cukr, zkumavka, 0,1 % roztok methylenové modře.

**Postup:** Kousek droždí (5 g) rozmícháme ve zkumavce s vlažnou vodou, přidáme lžičku cukru, protřepeme a necháme chvíli stát. Kapátkem nanese na podložní sklíčko suspenzi kvasinek, přikápneme roztok methylenové modře, přiklopíme krycím sklíčkem a pozorujeme pod mikroskopem.



Obrázek 7: Kultura kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* Hansen 260 x zvětšeno

**Závěr:** Jak je z fotografie pod mikroskopem vidět, methylenová modř barví pouze odumřelé buňky, živé buňky jsou bledé až téměř bezbarvé, semipermeabilní membrána je pro methylenovou modř nepropustná, po odumření buňky membrána tuto vlastnost ztrácí a stává se propustnou. V praxi se tento vitální test používá pro určení % mrtvých a živých buněk a na základě tohoto výpočtu se hodnotí, zda je kultura vhodná pro zamýšlené použití, např. v pivovarnictví.

## **7 Laboratorní práce – botanika nižších rostlin**

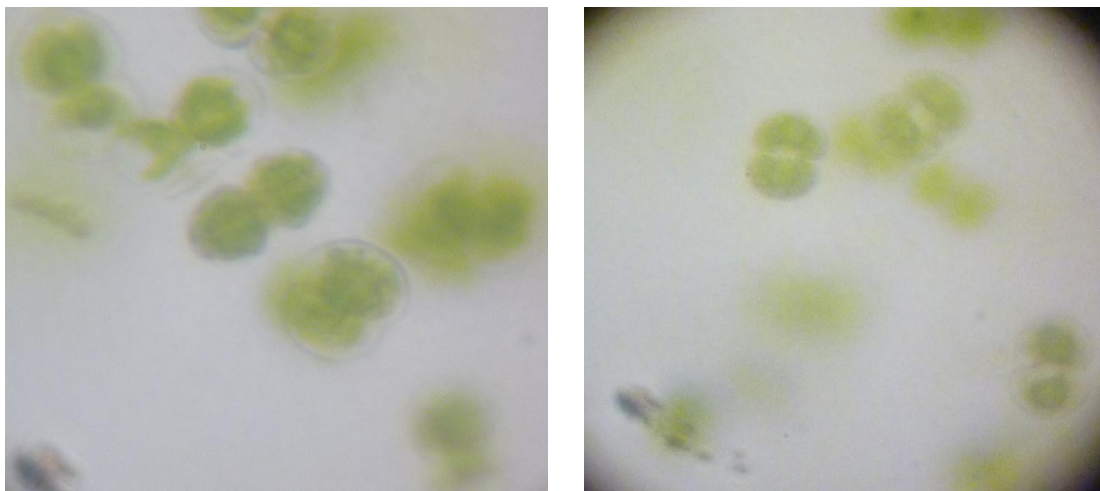
### **7.1 Pozorování řas**

Mezi nižší rostliny se podle nové nomenklatury rostlin řadí sinice a několik podskupin nižších rostlin souhrnně označované jako řasy. Jsou to bezcévné rostliny tvořící stélku (talus), mohou být jednobuněčné nebo mnohobuněčné, často tvoří kolonie. Sinice jsou prokaryotní organismy, které se vyskytují ve vodách znečištěných eutrofizací – vysokým obsahem sloučenin dusíku a fosforu, často produkují toxiny nebezpečné pro ostatní živočichy. Mezi řasy se řadí červené řasy – ruduchy a zelené řasy – zelenivky, trubicovky, zlativky a parožnatky (které jsou považovány za nejbližšího předka nejjednodušších vyšších rostlin, jako jsou hlevíky a mechy). Mezi nižší rostliny se řadí i obrněnky, skrytěnky a někteří nálevníci. Většina řas žije v mořských vodách, jiné jsou výlučně sladkovodní. Obsahují chlorofyl A a B, některé řasy obsahují chlorofyl C, stejně jako sinice. Dále obsahují další asimilační barviva jako žluté xantofyly, hnědý fykobilin, červený fykoerithrin a modrý fykocyanin. Z pletiv ruduch se získává polysacharid agar.

**Úkol 1:** Připravte preparát rybníční řasy. (20 minut)

**Pomůcky:** Rybníční voda s řasami, mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklo.

**Postup:** Opatříme si vzorek rybníční vody s viditelným zeleným povlakem řas, připravíme mikroskopický preparát a pozorujeme pod mikroskopem. Popíšeme stélku řasy.



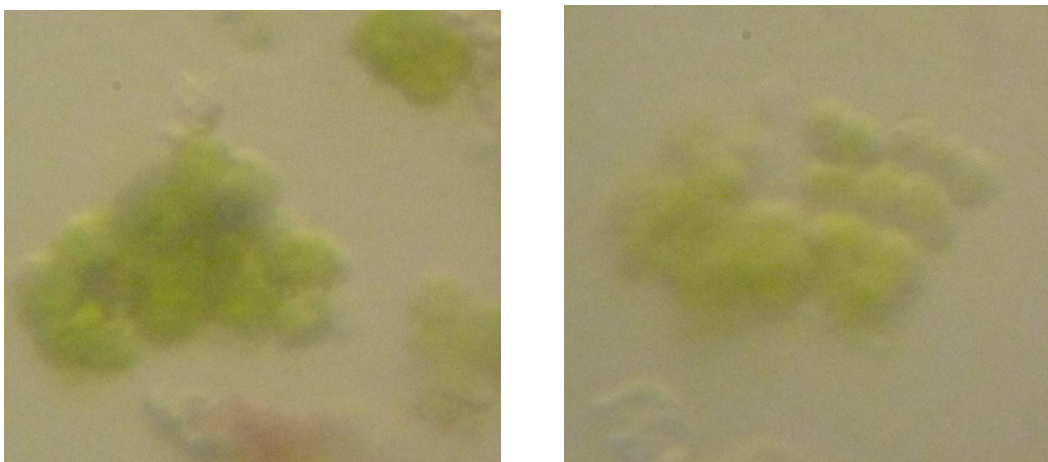
Obrázek 8 a 9: jednobuněčná stélka rybníční řasy, 240 x zvětšeno

**Závěr:** Stélka řasy je jednobuněčná, rozdělená na dvě poloviny, obalená hlenovitým pouzdem, jedná se o rod *Chroococcus sp.* Je to jedna z nejběžnějších sladkovodních zelených řas.

**Úkol 2:** Připravte preparát řasy žijící na povrchu vlhkého dřeva. (25 minut)

**Pomůcky:** Vzorek řasy, mikroskop, kapátko, podložní a krycí sklo.

**Postup:** Opatříme si vzorek řasy, najdeme v blízkosti vod strom nebo keř s viditelným zeleným povlakem na povrchu dřeva, povlas seškrábneme. Sestavíme mikroskopický preparát a pozorujeme pod mikroskopem. Popíšeme stélku řasy.



Obrázek 10: *Coelastrum sp.* 160x zvětšeno Obrázek 11: *Apatococcus sp.* 160 x zvětšeno

**Závěr:** Řasy se nemusí vyskytovat jen ve vodním prostředí, mohou růst i na vlhké kůře stromů, suchozemského života však schopny nejsou, existuje ale symbiotické spojení řasy a houby, která obsahuje vodu a brání vysychání řasy, tomuto symbiotickému spojení se říká lichenizace a symbionté se nazývají lišejníky. Mezi nejběžnější řasy žijící ve vlhkém prostředí patří *Coelastrum sp.* a *Apatococcus sp.* tvořící shluky buněk, (kolonie) vzácněji cenobia.

## **8 Laboratorní práce – botanika vyšších rostlin**

Mezi vyšší rostliny patří podle nové nomenklatury mechorosty, kaprad'orosty, nahosemenné a krytosemenné rostliny. Dříve se mechorosty řadily do nižších rostlin, z důvodu sporných taxonomických znaků, jako je absence pravých cévních svazků a pravých kořenů a listů. Mezi mechorosty se řadí hlevíky, játrovky a mechy, mezi kaprad'orosty (jejichž výtrusy jsme pozorovali ve cvičení na straně 16) se řadí přesličky, plavuně, kapradiny a vymřelé rymiofyty, mezi nahosemenné rostliny patří jehličnany, cykasy, jinany a liánovce a mezi krytosemenné rostliny, které jsou nejpočetnějším oddělením rostlin, co se týče druhů, se řadí nižší dvouděložné, jednoděložné a pravé dvouděložné rostliny. V botanických laboratorních pracích se budeme zabývat především zhotovováním herbářů, které jsou pro výuku botaniky velmi důležité, a důkazy základních živin, které jsou pro život rostlin a potažmo i živočichů nezbytné – bílkoviny, sacharidy a tuky.

### **8.1 Výroba herbáře**

Nedílnou pomůckou pro výuku botaniky jsou herbáře. Můžeme je rozdělit podle několika kritérií a pojetí, například mohou být herbáře semen, takové herbáře se nazývají též semenáře, dále to mohou být fotoherbáře, které jsou díky stále se zvyšující ochraně přírody (fotografováním se rostlina nijak nepoškozuje) a rozvojem fotografických přístrojů stále populárnější. I sbírka plodů naložených v konzervačním médiu může být považována za herbář. V této kapitole se budeme zabývat klasickými herbáři, a to jsou herbáře deskové, které se mohou dále dělit podle druhu rostlin na herbáře plevelů, léčivých rostlin, užitkových rostlin, lze vytvořit herbář i jen třeba jedné čeledi rostlin, např. hvězdnicovitých. Podle způsobu přichycení rostliny na podklad se člení herbáře na podlepované (rostlina je na podkladě přilepena lepidlem) nebo páskované (rostlina je přichycena k podkladu na několika místech lepicí páskou). Existují i moderní herbáře, ve kterém jsou rostliny zalisovány do folie – laminované.

Při výrobě herbáře je nutno si předem zvolit, jakou technikou budeme herbář vyrábět, je doporučeno při výrobě jednoho herbáře používat jen jednu techniku, např. páskování. Podkladová deska či čtvrtka papíru se nazývá scheda a musí být dostatečně pevná, ideální je čtvrtka tvrdšího papíru nebo tenké lepenky. Na schedu se vhodným způsobem připevní rostlina, je – li rostlina delší, je možno ji ohnout či zlomit na několik dílčích částí, například dlouhá stébla trav. Nejčastěji se používá podklad formátu A3. Každá scheda musí být opatřena etiketou, kterou lze snadno zhotovit v programu Word, nebo vypsát ručně. Etiketa musí obsahovat 4 základní údaje: název rostliny (česky nebo latinsky), datum sběru, lokalita a jméno sběratele. Dále lze na etiketu uvést i další nepovinné údaje, jako jsou nadmořská výška, systematické zařazení, jméno toho, kdo rostlinu určil (liší – li se od jména sběratele), počet rostlin na místě sběru atd.

**Úkol:** Vytvořte herbářovou položku sasanky hajní (*Anemone nemorosa* L.) a sasanky pryskyřníkové (*Anemone ranunculoides* L.). (1 – 2 týdny)

**Pomůcky:** Čerstvě utržené exempláře určených rostlin, staré noviny, kreslicí složka, knihy na zatížení, lepicí páska, čtvrtka papíru, botanický klíč.

**Postup:** Opatříme si exempláře určených rostlin, v botanickém klíči (nejlépe Faustus – Polívka, 1984) vyhledáme základní znaky rostliny a dobu kvetení (nejvhodnější doba sběru). V okolí, víme – li, kde rostlina roste, najdeme vhodnou lokalitu a za pomoci nože či dloubáku sebereme rostlinu i s kořenem tak, aby se co nejméně poškodil okolní porost, jde – li o sasanku, nejvhodnější doba sběru je duben. Rostlinu uložíme do zakládacích desek nebo sáčku. Doma rostlinu vyndáme, očistíme od hlíny a nečistot, urovnáme květy i listy, vložíme mezi noviny, můžeme na sebe dát i více vrstev novin s rostlinami, maximálně však 10. Takto připravené rostliny vložíme do kreslicí složky a zatížíme knihami. Noviny měníme alespoň jednou denně, u dužnatějších rostlin, například blatouchu bahenního i častěji, jinak rostlina uhnije. Vlhké noviny dáme usušit na topení a můžeme je znova použít. Po důkladném vylisování a vhodném naaranžování můžeme rostlinu přilepit k připravené schedě, je – li rostlina menší, je lepší jich vylisovat více a nalepit na jednu schedu, herbář pak vypadá bohatější. Schedu opatříme etiketou s povinnými údaji, můžeme připsat i některé nepovinné a uložíme do složky. Podobným způsobem můžeme sestavit celý herbář, je dobré si rostliny seřadit podle určitého systému, např. podle abecedy českých nebo latinských názvů, podle čeledí, atd. pro snadnější orientaci v herbáři. Herbář skladujeme na suchém tmavém místě. Při dodržení vhodných a stálých podmínek skladování vydrží dobře usušené herbáře i desítky let.



Obrázek 12: Ukázka herbářových položek sasanky hajní (*Anemone nemorosa* L.) vlevo a sasanky pryskyřníkovité (*Anemone ranunculoides* L.) vpravo

Další ukázky herbářových položek z mého vlastního herbáře budou uvedeny v *Seznamu příloh* v závěru této práce.

## 8.2 Důkazy sacharidů

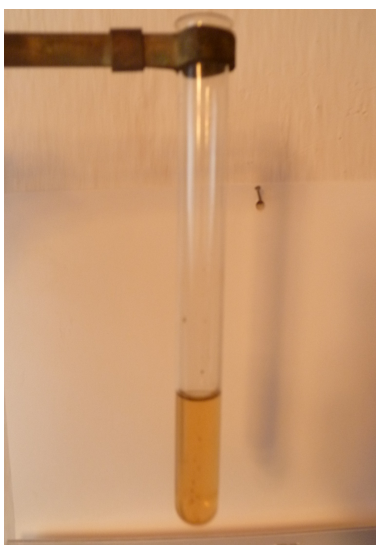
Sacharidy jsou jednou ze základních složek rostlin, často se nesprávně nazývají cukry, cukry jsou jedna ze skupin sacharidů. Sacharidy můžeme dělit na monosacharidy, které obsahují jednu buňku o sumárním vzorci  $C_6H_{12}O_6$  – glukóza, fruktóza a galaktóza, dále na disacharidy, které mají tyto buňky dvě, spojené glykosidickou vazbou -O-. Mezi takové sacharidy patří sacharóza, maltóza a laktóza. Ještě složitější jsou oligosacharidy, mající ve struktuře několik desítek těchto sacharidových buněk, např. dextriny. Nejsložitější sacharidy jsou škrob a celulóza, mající ve své molekule stovky až tisíce sacharidových buněk. Škrob obsahuje dvě složky, amylozu – rozpustnou složku a amylopektin – nerozpustnou. Celulóza neboli buničina není rozpustná vůbec, někteří živočichové ji ale dokážou alespoň zčásti strávit, např. býložravci, kteří mají ve svém žaludku symbiotické mikroorganismy (bahořce), které dovedou celulózu štěpit a napomáhat jejímu trávení.

### 8.2.1 Důkaz glukózy v hroznovém víně

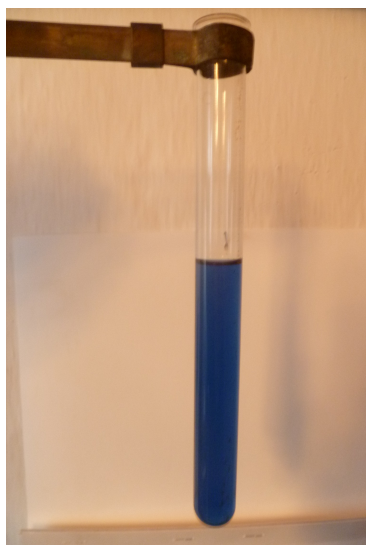
**Úkol:** Dokažte přítomnost glukózy v plodech révy vinné. (20 minut)

**Pomůcky:** Šťáva z čerstvých hroznů, Fehlingovo činidlo, Tollensovo činidlo, kahan, zkumavka, chemické kleště.

**Postup:** Do zkumavky dáme asi 3 cm šťávy z hroznů, přidáme stejné množství Fehlingova činidla, jemně protřeseeme a opatrně zahříváme v plameni kahanu až k varu. Pozorujeme barevné změny roztoku ve zkumavce.



Obrázek 13:



Obrázek 14:



Obrázek 15:

**Závěr:** K čerstvé šťávě z hroznů (obr. 13) jsme přidali Fehlingovo činidlo (obr. 14). Příprava tohoto činidla bude uvedena v kapitole *Chemická činidla a jejich příprava*). Směs jsme zahříváli v plameni kahanu k varu, modrá barva roztoku se změnila na červenou, při této reakci se využívá poznatku, že glukóza patří mezi redukující sacharidy, fruktóza ani sacharóza tuto reakci nevykazují a dají se tím od sebe odlišit. Ve Fehlingově činidle je obsažen roztok síranu měďnatého, glukóza z něj vyredukovala červený oxid měďný  $\text{Cu}_2\text{O}$ . (obr. 15). Při vysokém obsahu glukózy se může vyredukovat i elementární měď, což se projeví jasně červeným kovovým povlakem na skle zkumavky. Pro srovnání můžeme redukcii provést i s Tollensovým činidlem, což je amoniakální roztok dusičnanu stříbrného, zde se vylučuje koloidní černošedé stříbro, při vysoké koncentraci glukózy se vytváří na stěnách zkumavky stříbrné zrcátko, této reakce se dříve využívalo při výrobě zrcadel. Příprava Tollensova činidla bude uvedena ve stejné kapitole jako příprava Fehlingova činidla.



## 8.2.2 Hydrolýza sacharózy

Sacharóza, neboli řepný a třtinový cukr, patří mezi disacharidy, je složena z molekuly glukózy a molekuly fruktózy spojené glykosidickou kyslíkovou vazbou. Tato glykosidická vazba se v kyselém prostředí  $H^+$  rozpadá za vzniku molekuly vody a molekula sacharózy se rozštěpí na glukózu a fruktózu.

**Úkol 1:** Patří sacharóza mezi redukující nebo neredukující cukry? (20 minut)

**Pomůcky:** 15 % roztok sacharózy, kahan, zkumavka, Fehlingovo činidlo.

**Postup:** Stejný jako u předchozího úkolu. Porovnejte rozdíly mezi reakcí glukózy a sacharózy.



Obrázek 16:



Obrázek 17:

**Závěr:** Barevná reakce nedosáhla žádných změn, sacharóza tedy nepatří mezi redukující cukry (obr. 16).

**Úkol 2:** Proved'te hydrolýzu sacharózy. (15 minut)

**Pomůcky:** 15 % roztok sacharózy, zkumavka, kahan, Fehlingovo činidlo, kyselina citronová.

**Postup:** Nalejeme do zkumavky asi 3 cm roztoku sacharózy, přidáme na špičku nože kyseliny citronové (můžeme použít i zředěnou kyselinu chlorovodíkovou, ale ta při varu uvolňuje škodlivé výpary). Roztok krátce povaříme v plameni kahanu. Necháme vychladnout a k roztoku přidáme Fehlingovo činidlo. Opět přivedeme k varu a pozorujeme barevné změny.

**Závěr:** Po kyselé hydrolýze sacharózy došlo k barevné reakci jako u čisté glukózy (obr. 17), došlo tedy k rozštěpení molekuly sacharózy na redukující glukózu a fruktózu.

### 8.2.3 Důkaz škrobu v hlíze bramboru

Škrob patří mezi polysacharidy, je to v čistém stavu bílý prášek bez chuti a zápachu, obtížně rozpustný ve studené vodě, dobře rozpustný v horké vodě. Je obsažen ve všech obilninách, bramborách a mnoha dalších rostlinách jako zásobní látka. U živočichů se tvoří látka podobná rostlinnému škrobu se stejnou funkcí, tento živočišný škrob se nazývá glykogen. Škrob se barví sloučeninami jódu do tmavě fialova až černa, při této reakci vzniká složitý komplex jodovaného škrobu.

**Úkol:** Dokažte škrob v hlíze bramboru. (15 minut)

**Pomůcky:** Hlíza bramboru, Petriho miska 12 cm, zkumavka, čistý bramborový škrob Solamyl, Lugolův roztok, kapátko.

**Postup:** Hlízu bramboru rozřízneme napůl, položíme na Petriho misku a na řez kápneme Lugolův roztok (příprava uvedena v kapitole *Chemická činidla a jejich příprava*). Pro srovnání si ve 100 ml horké vody rozpustíme 5 g čistého škrobu, roztok dáme do zkumavky, přikapneme Lugolův roztok a pozorujeme změny.



Obrázek 18:



Obrázek 19:

**Závěr:** Škrob se Lugolovým roztokem barví do tmavě fialova až černa, je to nejspolehlivější reakce důkazu škrobu, v nižších koncentracích škrobu je zbarvení fialové, ve vysokých tmavě fialové až černé, v bramborách je škrobu poměrně vysoký obsah, 15 – 30 %, tomu také odpovídá zbarvení po reakci s Lugolovým roztokem (obr.18 a 19).

**Upozornění:** Lugolův roztok zanechává na kůži a oděvu těžko odstranitelné skvrny!

### 8.3 Důkaz bílkovin v hrachu

Bílkoviny jsou po sacharidech druhou skupinou látek nepostradatelných pro život rostlin i živočichů, jsou to makromolekulární látky složené ze základních stavebních kamenů – aminokyselin, kterých je celkem 20. Řetězce těchto aminokyselin tvoří primární strukturu bílkovin, sekundární a terciární struktury jsou již velmi složité. Aminokyseliny jsou v řetězci pospojovány peptidickou vazbou, kde se vždy spojuje aminoskupina  $-NH_2$  jedné kyseliny a karboxylová skupina –  $COOH$  druhé kyseliny, vzniká vazba  $-CONH$  a odštěpuje se molekula vody. Bílkoviny se rozkládají (denaturují) varem a chemickými látkami, toho se využívá v důkazech bílkovin, při rozkladu vzniká sloučenina biuret, což je dusíkatá sloučenina podobná močovině (diamidu kyseliny uhličité), s měďnatými ionty  $Cu^{2+}$  dává biuret modrofialové typické zbarvení – biuretová reakce. Bílkoviny se též denaturují kyselinou dusičnou ( $HNO_3$ ), probíhá tzv. nitrace, nitrované bílkoviny mají jasně žlutou barvu, této reakci se jinak říká xantoproteinová (z řeckého xantos – žlutý). Tato reakce je i neklamným znamením poleptání kůže kyselinou dusičnou – je jasně žlutá.

**Úkol 1:** Proved'te důkaz bílkovin v semenech hrachu biuretovou reakcí. (20 minut)

**Pomůcky:** Půlený hrách, mlýnek, 10 % roztok modré skalice ( $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ), 20 % roztok hydroxidu sodného ( $NaOH$ ), filtrační nálevka, kruh, filtrační papír, kádinka.

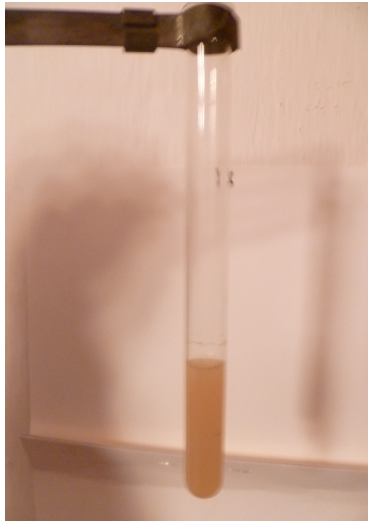
**Postup:** 20 g hrachu rozemeleme v mlýnku na kávu (nebo v laboratorním mlýnku, disponuje – li jím laboratoř), hrachovou moučku zalejeme desetinasobným množstvím vlažné vody, přikápneme pár kapek roztoku hydroxidu sodného a za občasného míchání necháme asi půl hodiny stát, je dobré si suspenzi připravit předcházející vyučovací hodinu, víme – li, že budeme příští hodinu tento pokus provádět. Po půlhodině zfiltrujeme, filtrát uchováme.

Do zkumavky nalijeme 3 cm filtrátu, přidáme stejný objem 20% roztoku hydroxidu sodného nebo draselného, zazátkujeme, protřepeme a do vzniklé substance přidáváme po kapkách roztok modré skalice. Vzniká charakteristické modrofialové zbarvení.

**Úkol 2:** Proved'te důkaz bílkovin xantoproteinovou reakcí. (10 minut)

**Pomůcky:** 30 % roztok kyseliny dusičné ( $HNO_3$ ) (připraví učitel), filtrát z předchozího pokusu, zkumavka.

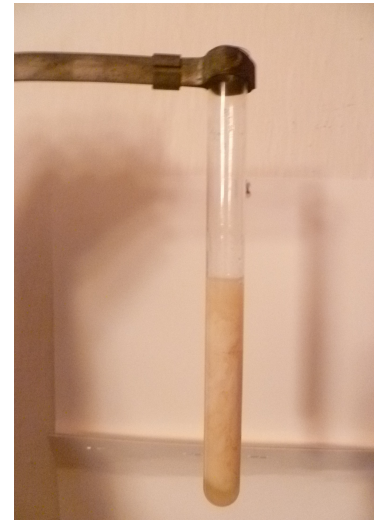
**Postup:** Do zkumavky dáme 3 cm filtrátu a po kapkách přikapáváme kyselinu dusičnou, bílkovina se sráží napřed do bílých chuchvalců, které posléze žloutnou.



Obrázek 20:



Obrázek 21:



Obrázek 22:

**Závěr:** Bílkoviny lze dokázat i jinými metodami, ale tyto dva experimenty se jeví jako jedny z nejsnazších a nejúčinnějších, na obrázku č. 20 vidíme filtrát bílkovin ze semen hrachu, na obrázku č. 21 vidíme biuretovou reakci s charakteristickým modrofialovým zbarvením a na posledním obrázku vidíme xantoproteinovou reakci se žlutým zbarvením.

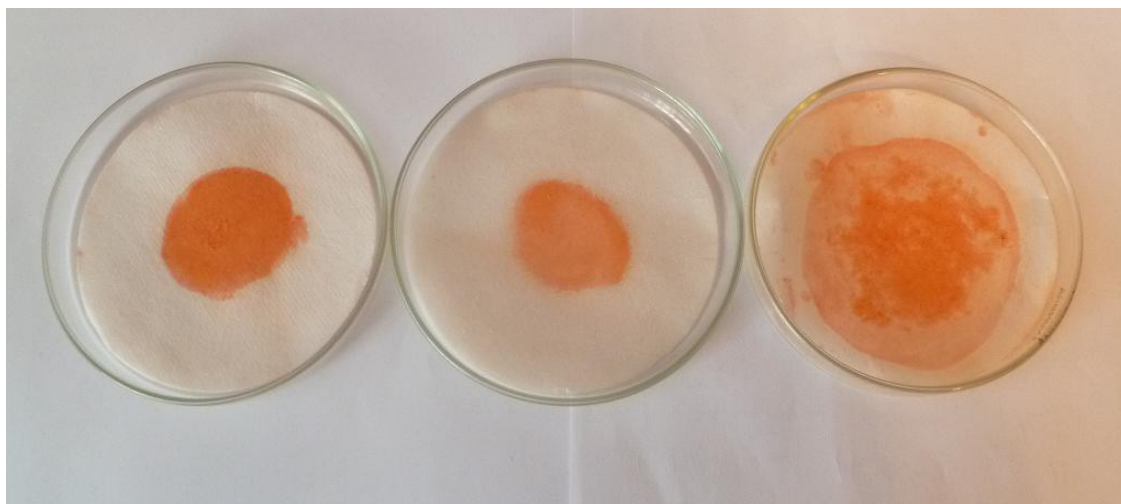
#### 8.4 Důkaz tuků v semenech slunečnice

Tuky jsou třetí nejdůležitější sloučeniny nepostradatelné pro život organismů, slouží jako zásobárna velkého množství energie. Chemicky lze definovat jako estery glycerolu a vyšších mastných kyselin. Glycerol je trojsytný alkohol, chemicky 1,2,3, propantriol, tuky se dělí na monoglyceridy, diglyceridy a triglyceridy, podle toho, kolik mají obsazených uhlíků v glycerolu. Dále se tuky dělí na nasycené a nenasycené, nasycené tuky mají na glycerolu esterickou vazbou navázány mastné kyseliny, které mají ve své molekule všechny vazby jednoduché, mezi tyto kyseliny patří kyseliny palmitová a stearová, nenasycené tuky mají alespoň jeden uhlík v glycerolu obsazen nenasycenou mastnou kyselinou, tj. takovou, která má ve svém řetězci alespoň jednu dvojnou vazbu, mezi takové kyseliny se řadí kyselina olejová, eruková a linolová. Nenasycené tuky bývají většinou kapalné, nasycené pevné. Nenasycené tuky a oleje se často průmyslově ztužují vtháněním vodíku do molekul kyselin, stávají se z nich tedy tuky nasycené. Tuky se dají rozložit na mastné kyseliny a glycerol tzv. zmýdelněním, což je v podstatě reakce tuku se silnou zásadou – louhem sodným, vzniká sodná sůl mastné kyseliny, glycerol a voda. Mýdla tedy nejsou nic jiného než sodné soli mastných kyselin.

**Úkol:** Proved'te důkaz tuků v semenech slunečnice. (25 minut)

**Pomůcky:** Semena slunečnice *Helianthus annuum* L., řepkový olej, vepřové sádlo, filtrační papír, 3 Petriho misky 12 cm, 96 % etanol, lipofilní barvivo Sudan III, kádinka.

**Postup:** Vystřihneme si z filtračního papíru 3 stejná kolečka velikosti Petriho misek a položíme je do nich. Střed prvního pomažeme sádlem, střed druhého pokapeme řepkovým olejem. Rozdrtíme asi 20 slunečnicových semen, vezmeme ze třetí misky prázdný filtrační papírek, dáme na jeho střed rozdrcená semena, přiklopíme např. kouskem igelitu a velkým tlakem třeba přes knihu vylisujeme, odstraníme igelit a rozdrcená semena a přesvědčíme se, zda je na papírku mastná skvrna. Pokud ano, vložíme papírek do třetí Petriho misky. Misky poznačíme a středy papírků se skvrnami zakapeme barvivem Sudan III (k dostání již jako hotový etanolový roztok). Necháme 10 minut působit, poté všechny tři papírky opláchneme v kádince s etanolem. Sudan III je lipofilní barvivo rozpustné v ethanolu barvící pouze tuky.



Obrázek 23: Obarvené vzorky tuků, zleva: sádlo, řepkový olej, semena slunečnice

**Závěr:** Slunečnicová semena obsahují velké množství tuku, analogicky můžeme pokus provést i s jinými olejinami, např. s jádry ořechů, semeny máku, tabáku, skočce obecného (pozor, jedovatá semena), lnu, či plody olivovníku.

## **9 Laboratorní práce – zoologická část**

Zoologické laboratorní práce můžeme rozdělit do tří dílčích skupin – zoologii bezobratlých, zoologii strunatců a somatologii – věda o lidském těle. V zoologii bezobratlých slouží jako objekt pozorování hlavně hmyz, měkkýši, korýši, kroužkovci a další běžní živočichové, rozlišujeme dva typy laboratorních prací v zoologii bezobratlých – chov (dlouhodobé pozorování) a krátkodobé pozorování (stavby těla hmyzu, atd.) V této práci se ze zoologie bezobratlých zaměřím na chov nejběžnějšího našeho plže – hlemýždě zahradního v třídním teráriu. V zoologii strunatců se zaměřím na stavbu a strukturu ptačího vejce, v somatologii je to s laboratorními pracemi usnadněno tím, že experimentovat s lidskými částmi těla (krví, svalovinou, epitely) je na základních a středních školách zakázané, proto se používají již hotové histologické preparáty nátěrů krve, tkání, epitelů a jiných částí těla. Pro školní pozorování se používají většinou vzorky ze savců – prasete domácího, psa, kočky, kteří mají podobnou anatomii jako člověk. Lidské preparáty se používají na vysokých školách (lékařské a přírodovědecké fakulty).

### **9.1 Chov hlemýždě zahradního ve školních podmínkách**

Tento pokus je založen na dlouhodobém pozorování, kdy hlavním úkolem bude simulovat různé podmínky pro život hlemýždě a pozorovat změny v chování hlemýždě. Hlemýžď zahradní patří do kmene měkkýšů, třídy plžů, podtřídy plicnatých. Je to náš nejběžnější plž spolu se slimákem popelavým, který ovšem nemá ulitu. Hlemýždě chováme v teráriu o objemu alespoň 60 litrů, terárium musí mít zasíťovaný strop, aby bylo znemožněno úniku hlemýžďů, díky hlenu vylučovaného jeho svalnatou nohou při lezení je schopen lézt i po kolmé dokonale hladké skleněné stěně terária. Podklad terária tvoří 5 cm vrstva říčního písku, přes kterou navrstvíme stejné množství ztrouchnivělé mulčovací kůry smíchanou se dvěma hrstmi staré oprýskané omítky, můžeme pro udržení vlhkosti přidat mech. Rosíme 1x týdně. V teráriu se doporučuje chovat nanejvýše 5 jedinců, je nutno počítat s tím, že se nám jedinci rozmnoží. Hlemýždi jsou hermafrodité, při páření si navzájem předávají svůj genetický materiál. Hlemýždi kladou 1 mm velká vajíčka, z nichž se líhnou malí hlemýždi. Pokus je dobré provádět koncem dubna a v průběhu května, to je totiž u hlemýžďů doba páření, tím se zvyšuje pravděpodobnost, že žáci uvidí zrod nové generace hlemýžďů v laboratorních umělých podmínkách. V jiné roční období, kdy hlemýždi jsou sexuálně neaktivní, lze pozorovat příjem potravy hlemýžděm a chování v rozdílných podmínkách.

**Úkol 1:** Simulujte suché a vlhké počasí v teráriu a pozorujte změny v chování hlemýžďů.

**Pomůcky:** Připravené terárium s hlemýždi, Petriho miska, kousek gázy, hygroskopická látka (bezvodý chlorid vápenatý  $\text{CaCl}_2$  nebo silikagel), stříčka s vodou, mech.

**Postup:** Do terária s hlemýždi umístíte Petriho misku s hygroskopickou látkou, převažte gázou, aby se do ní hlemýžď nemohl dostat, vynechte poslední rosení, které se provádí 1 x týdně. Do terária umístíte hrst listí nebo trávy. Vysychání můžeme podpořit 40 W žárovkou. Po třech dnech pozorujeme změny a zapíšeme.



Obrázek 24: Venkovní terárium pro chov hlemýžďů

<http://www.radula.estranky.cz/clanky/chov-sneka.html>

Po vypořádání změn za simulace suchého počasí odstraníme z terária hygroskopickou látku a pomocí stříčky hodně zvlhčíme celé terárium, můžeme pro udržení vlhkosti přidat další mech. Pozorujeme změny a zapíšeme.

**Závěr:** Při déletrvajícím suchém počasí hlemýždi zalézají do skrýší z listí a trávy, schovávají se do svých ulit a vytvářejí během 2 dní na ústí ulity hlenovitou zátku, která zabraňuje dehydrataci hlemýžďě. Při takového "estivaci" je schopen hlemýžď přežít až dva týdny. Při opětovném orosení terária se hlenovitá zátka rozpouští a hlemýždi vylézají z ulit a skrýší.

**Úkol 2:** Pozorujte příjem potravy hlemýžďem. (30 minut)

**Pomůcky:** 2 hlemýždi, mouka, cukr, skleněná destička, Petriho miska, lupa, 15 % roztok cukru, 3 % roztok sacharinu, pipetka, listy salátu, strouhaná mrkev.

**Postup:** V Petriho misce smícháme z 10 ml vody, 15 g mouky a 7 g cukru řidší kašičku a nanese na skleněnou destičku před jednoho hlemýžďě. Před jiného hlemýžďě nanese pipetou kapku roztoku cukru a vedle kapku roztoku sacharinu. Destičku umístíme tak,

abychom na ni viděli zespu. Lupou pozorujeme příjem potravy hlemýžděm.

Do terária s hlemýždi umístíme jinou Petriho misku a do ní dáme strouhanou mrkev a listy hlávkového salátu. Pozorujeme příjem potravy hlemýžděm. Takto krmíme hlemýždě 2 x týdně, orientační spotřeba na 1 krmení je cca 50 g potravy na 1 hlemýždě. Nezkonzumované zbytky pravidelně odstraňujeme, aby nezahnívaly.

**Závěr:** Z pokusu bylo vyzorováno, že hlemýžď přijímá potravu lízavými pohyby svého jazyka připomínajícím struhadlo – raduly. Na radule jsou chitinové výběžky, kterými si potravu předstrouhává. Z nabízených dvou roztoků přijímá hlemýžď pouze roztok cukru. Na listu salátu jsou po zvětšení pod lupou patrné zubaté okraje listů – stopy po hlemýžďově radule.

## 9.2 Pozorování stavby slepičího vejce

Slepičí vejce je ideální didaktický model pro ukázkou stavby ptačího vejce, je optimálně velké a lehce dostupné. Všichni práci mají stejnou stavbu vejce, pro srovnání si můžeme opatřit vejce jiného ptáka, např. kachny divoké, ale při jeho rozboru a pozorování dojdeme k závěru, že má stejnou stavbu jako vejce slepičí.

Vejce se skládá z několika základních částí: Na povrchu je skořápka, která chrání obklopuje spolu s papírovou blankou, která je těsně pod ní celý základ zárodka. Papírová blanka však není těsně pod skořápkou v celé své ploše, u "tupého" konce vajíčka je od skořápky odchlípena a mezi skořápkou a blankou je vzduchová komůrka, která u vyvíjejícího se oplozeného vajíčka zajišťuje výměnu plynů přes skořápku, vzduchovou komůrkou vajíčko "dýchá". Proto se při ukládání vajec doporučuje je pokládat špičkou dolů, aby nedošlo k protržení této papírové blanky vlastní vahou vaječného obsahu a vniknutí tohoto obsahu do komůrky. Dojde – li k tomu, vajíčko se velmi brzo zkaží a zapáchá po sirovodíku. Vaječný bílek se dělí na dva druhy, hustý a řídký, hustý dodává zárodka bílkoviny, řídký "vodový" bílek hydratuje. Tuhy a cukry jsou soustředěny ve výživném žloutku, na kterém leží zárodečný terčik. Žloutek je v bílku upevněn dvěma poutky (chalazy).

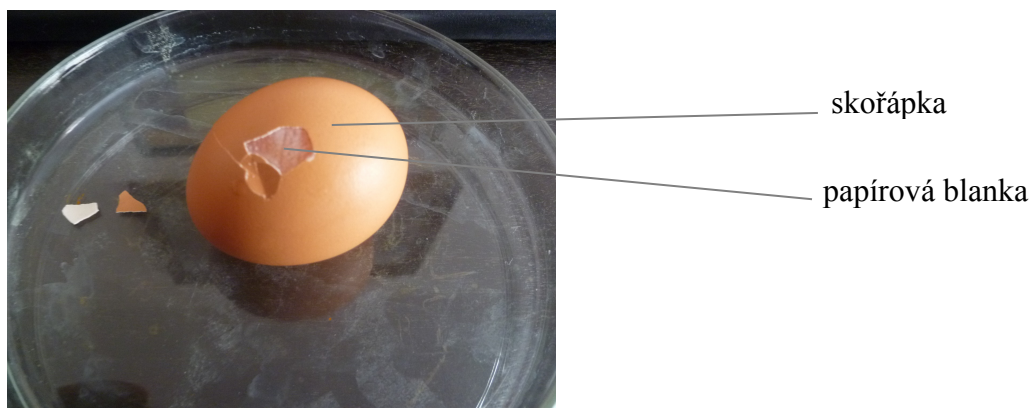
Do pokusů se slepičím vejcem jsem zařadil zkoumání jeho stavby. Vlastnosti a důkazy bílkovin jsem zmínil již v pokusu *Důkaz bílkovin v hrachu* na straně 27, reakce s bílkem slepičího vejce by byly velmi podobné. Žloutek je též významným zdrojem fosfolipidu lecitinu.



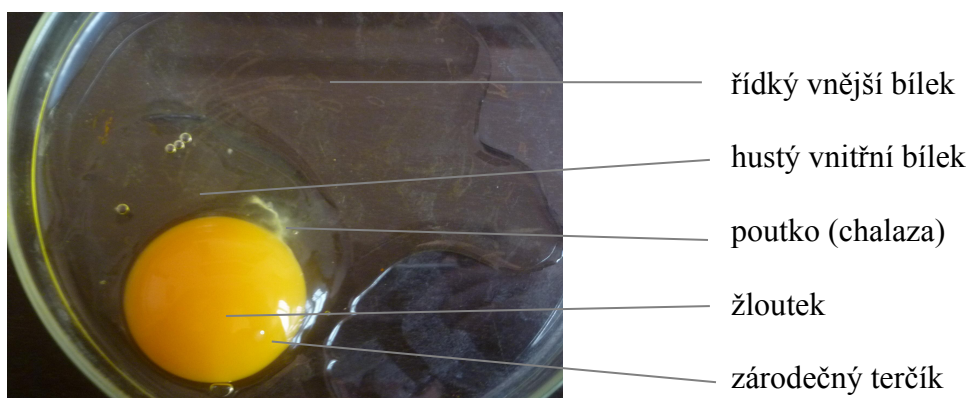
**Úkol 1:** Pozorujte stavbu slepičího vejce. (15 minut)

**Pomůcky:** Čerstvé slepičí vejce, lupa, Petriho miska.

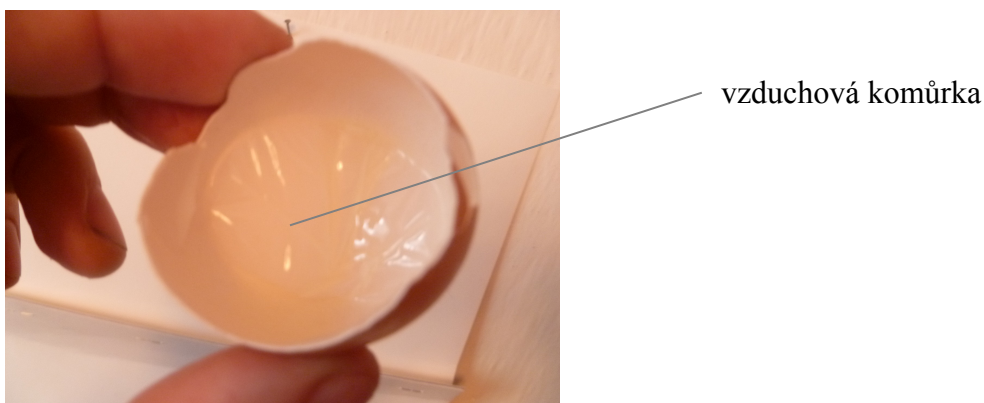
**Postup:** Slepičí vejce opatrně na boku naťukneme o kraj Petriho misky, odloupneme kousek skořápky, objeví se nám papírová blanka. Vejce pomalu vyklopíme do Petriho misky a pozorujeme jeho vnitřní stavbu. Na tupém konci skořápky zevnitř pozorujeme vzduchovou komůrku. Nakreslíme schematicky stavbu slepičího vejce.



Obrázek 25:



Obrázek 26:



Obrázek 27:

**Úkol 2:** Pozorujte rozdíly mezi čerstvým a uvařeným vejcem. (10 minut)

**Pomůcky:** Čerstvé a uvařené slepičí vejce, stopky.

**Postup:** Vezmeme čerstvé vejce a na lavici jej dvěma prsty roztočíme. Zaznamenáme čas rotace. Totéž provedeme i s uvařeným vejcem. Porovnejte rozdíly.

**Úkol 3:** Pozorujte strukturu skořápky mezi čerstvým vejcem a vejcem z vyvedené snůšky. (5 minut)

**Pomůcky:** Skořápka čerstvého vejce a vejce, ze kterého se vylíhlo kuře, kapátko, inkoust.

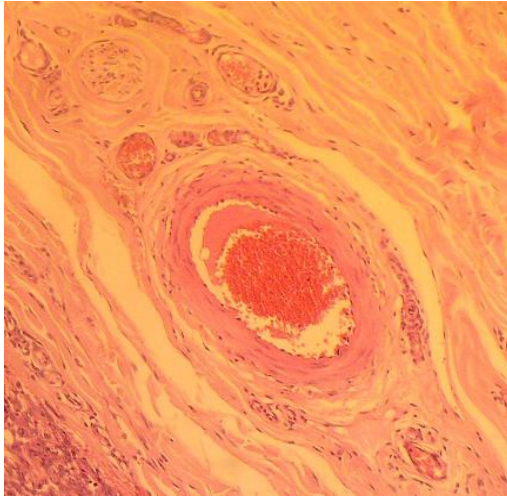
**Postup:** Kapátkem nanese na obě skořápky kapku inkoustu, necháme chvíli působit a pozorujeme změny.

**Závěr:** Z prvního úkolu bylo vyzorována vnější i vnitřní stavba ptačího vejce, jeho základní části a jejich funkce. V druhém úkolu se děle otáčí uvařené vajíčko, je to dáno setrvačností kapalného obsahu čerstvého vajíčka, ta čerstvé vejce téměř okamžitě zastaví, uvařené vejce několik vteřin rotuje, jeho vnitřní obsah je tuhý a rotuje spolu se skořápkou. Ze třetího úkolu vyplývá, že skořápka vejce z vyvedené snůšky je rozbrázděna mnoha prasklinami, kterými pronikal inkoust, tyto praskliny umožňují během 21 denního vývoje zárodku v ptačí mládě výměnu asimilátů a látek. Skořápka čerstvého vajíčka tyto praskliny nemá.

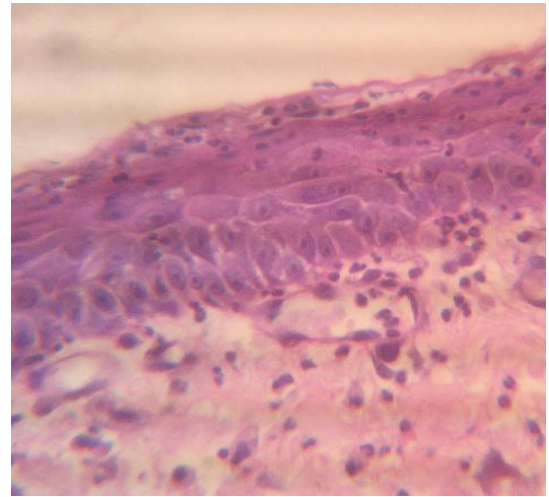
### 9.3 Pozorování tkání savců

Jak jsem zmínil v úvodu zoologických laboratorních prací, na základních a středních školách je zakázáno experimentovat s lidskými tkáněmi a tělními tekutinami, pro tento výzkumný účel se sestavují remomovanými pracovníky již hotové histologické preparáty nejčastěji ze vzorků tkání prasete domácího, které má podobný genom, anatomii, složení i velikost orgánů velmi podobnou člověku, tudíž lze tyto preparáty použít i v biologii člověka a somatologii. Pro výzkum a sestavení laboratorní úlohy v této práci mi byly zapůjčeny některé hotové histologické preparáty a fotografie tkání.

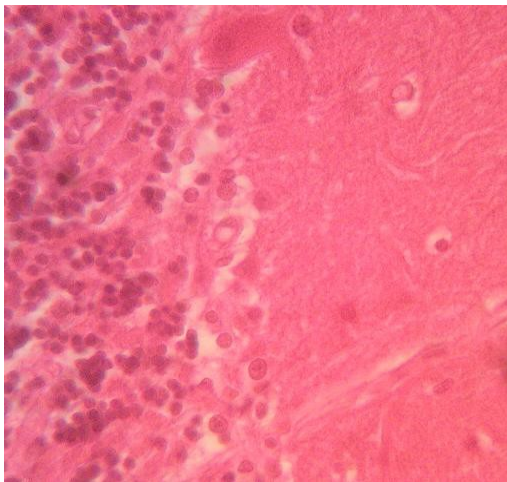
Toto cvičení můžeme ztvárnit dvěma způsoby, buď jako pozorování a popisování charakteristických znaků tkání (každý preparát je označen názvem, takže žáci vědí, co pozorují), nebo jako poznávačka, po předchozím nastudování žáky se názvy zakryjí, preparáty se zamíchají, rozdají žákům k mikroskopům a žáci se snaží poznat, kterou tkáň na poznání dostali. Na následující stránce bude uvedeno několik fotografií z pozorování.



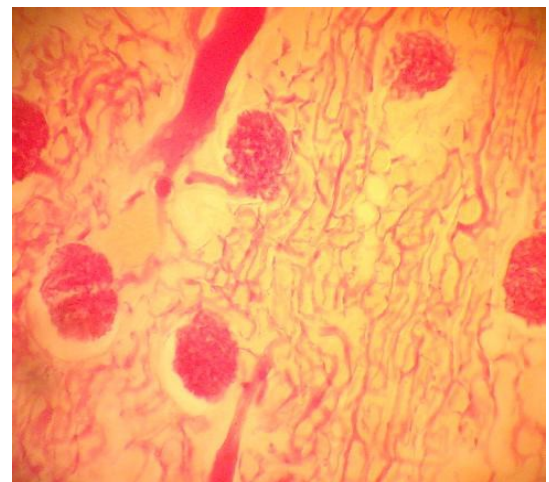
Obrázek 28: Průřez cévou



Obrázek 29: Dlaždicovitý epitel pokožky



Obrázek 30: Průřez mozečkem



Obrázek 31: Nefron – ledvina

**Úkol:** Pozorujte a určete některé charakteristické znaky určených tkání. (30 minut)

**Pomůcky:** Mikroskop, histologické preparáty.

**Postup:** Pozorujeme vybrané preparáty a snažíme se určit charakteristické znaky pro danou tkáň.

**Závěr:** Na průřezu cévou je vidět, že cévy se skládají z kubického epitelu (výstelky), žíly mají dvě vrstvy epitelu, tepny, kde je krev pod tlakem, mají vrstvy tři, na fotografii jde o tepnu, uvnitř můžeme pozorovat červené krvinky. Na fotografii dlaždicovitého epitelu pokožky můžeme pozorovat horní zrohovatělou vrstvu a spodní nezrohovatělou, pod ní se nachází další vrstva kůže – škára. Na průřezu nervovou tkání mozečku je vidět šedá kůra (vlevo) a bílá kůra mozečku (vpravo), v šedé kůře se nacházejí Purkyňovy buňky, které jsou po lidském vajíčku největšími buňkami v lidském těle. Na fotografii neuronu můžeme pozorovat klubíčka vlásečnic (glomeruly).

## 10 Laboratorní práce – geologická část

Geologické laboratorní práce se v mnohém podobají chemickým laboratorním pracem, nepracujeme zde s živými organismy (pokud nepracujeme se zkamenělinami). Geologické práce jsou většinou založeny na pozorování a zkoumání fyzikálních a chemických vlastností nerostů a hornin, laboratorní práce v této části budou založeny právě na zkoumání těchto vlastností minerálů.

### 10.1 **Důkaz uhličitanů**

Uhličitaný neboli karbonáty jsou soli kyseliny uhličitě. V zásaditém prostředí nijak výrazně nereagují, avšak v kyselém prostředí intenzivně šumí, kyselina uhličitá je velmi slabá nestálá kyselina (chemicky nejde o kyselinu, ale o hydratovaný oxid uhličitý), kterou každá silnější kyselina vytěsňuje ze své soli a silnější kyselina zreaguje s kationtem kovu, s nímž tvořila kyselina uhličitá sloučeninu před kyselou reakcí. Šumění je způsobeno právě unikajícím oxidem uhličitým. Mezi nejznámější nerosty ze skupiny uhličitanů patří vápenec, soda, siderit a potaš.



Obrázek 32: Různé schránky a lastury

**Úkol:** Dokažte přítomnost uhličitanů ve schránkách a ulitách živočichů. (15 minut)

**Pomůcky:** Vzorky různých schránek (viz obr.32), skořápka slepičího vejce, ulita hlemýždě, vápenec, 15 % HCl (kyselina chlorovodíková), pipeta, Petriho miska.

**Postup:** Dáme vedle sebe na velkou Petriho misku několik vybraných vzorků a kousek vápence. Na všechny pomocí pipety kápneme kyselinu a pozorujeme změny.

**Závěr:** Všechny vzorky ulit a schránek po potřísnění kyselinou chlorovodíkovou šumí unikajícím oxidem uhličitým. Ze schránek a ulit odumřelých živočichů postupnou sedimentací vznikly právě devonské a mladší jurské vápence, které reagují také.

## 10.2 Stanovení tvrdosti minerálů

Tvrдость minerálu je schopnost odolávat vnikání cizího tělesa do hmoty minerálu, měří se na Mohsově stupnici, která má 10 stupňů, existuje také veličina "absolutní tvrdost", která udává, kolikrát je zkoumaný nerost tvrdší než nejměkčí člen Mohsovy stupnice – mastek, který má absolutní tvrdost 1. Sůl kamenná (halit) má na Mohsově stupnici číslo 2, absolutní tvrdost má 3, tzn. že je 3 x tvrdší než mastek, čili, že nerost, který je tvrdší než halit se stupněm 2, potřebuje 3 x větší sílu na vniknutí do hmoty halitu než do mastku. Nejtvrdší nerost diamant má absolutní tvrdost 1600. Nejtvrdší tkáň v lidském těle – zubní sklovina je chemicky fluorid vápenatý, nerostným ekvivalentem je kazivec (fluorit), který má na Mohsově stupnici tvrdosti číslo 4.

V našich laboratorních pracech nebudeme používat složité metody určování tvrdosti, budeme volit nerosty a materiály, které jsou v okolí běžně dostupné. Takovou improvizovanou Mohsovu stupnici tvrdosti můžeme sestavit takto:

*nehet* – tvrdost 1,5, lze jím rýpat měkké minerály – mastek, křídou

*měděný drát* – tvrdost 3, lze jím rýpat měkké kovy

*kapesní nůž* – tvrdost cca 5, lze jím rýpat kazivec, vápenec, měď

*ocelový pilník* – tvrdost 6, lze jím rýpat apatit, čisté železo a měkké oceli, sklo nelze

*křemen* – tvrdost 7, nejměkčí nerost, který rýpe do skla

*diamantový řezák skla* – tvrdost 10, lze jím rýpat nejtvrdší nerosty

**Úkol:** Určete tvrdost karborundového brousku na kosu (karbid křemíku). (10 minut)

**Pomůcky:** Karborundový brousek, ocelový pilník, křemen, řezák na sklo.

**Postup:** Vezmeme brousek a zkusíme do něj udělat vryp ocelovým pilníkem. Poté zkusíme provést vryp křemenem a nakonec řezákem na sklo. Popište průběh experimentu.

**Nápověda:** *karborundovým brouskem se brousí ocelová čepel kosy, která má tvrdost cca 5, z toho vyplývá, že brousek musí být tvrdší než stupeň 5, tudíž rýpání nehtem, měděným drátem a nožem odpadá.*

**Závěr:** Ocelovým pilníkem a křemenem se nepovedlo udělat do brousku vryp, podařil se až řezákem na sklo, z toho vyplývá, že tvrdost karborundového brousku leží mezi stupněm 7 (tvrdší než křemen) a stupněm 9 (měkčí než diamant). Tvrдость karborundového brousku se tedy odhaduje na 8.

Skutečná tvrdost karborundového brousku je 8 – 8,5 Mohsovy stupnice, odhad byl tedy správný. Karbidy kovů, například wolframu (WC), vápníku ( $\text{CaC}_2$ ), železa ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) nebo zirkonia (ZrC) jsou obecně velmi tvrdé, cca 9 – 9,5 Mohsovy stupnice.

## **11 Vlastní náměty laboratorních prací pro výuku přírodopisu**

V této kapitole budou uvedeny náměty laboratorních prací, které jsem sestavil na základě předloženého komplexu učebnic přírodopisu autora Černík a kol., nakladatelství SPN. V těchto učebnicích se nevyskytují rozpracované laboratorní práce jako v komplexu učebnic přírodopisu od nakladatelství Fraus, autorů Vaněčková, Čabradová a kol. Je vždy uveden pouze námět nebo předmět zkoumání. Na základě těchto námětů jsem sestavil osm laboratorních prací, které jsou rozděleny stejně jako předchozí část této práce, na část botanickou, zoologickou a geologickou.

### ***Botanická část:***

#### **11.1 Klíčení rostlin, inhibitory klíčení**

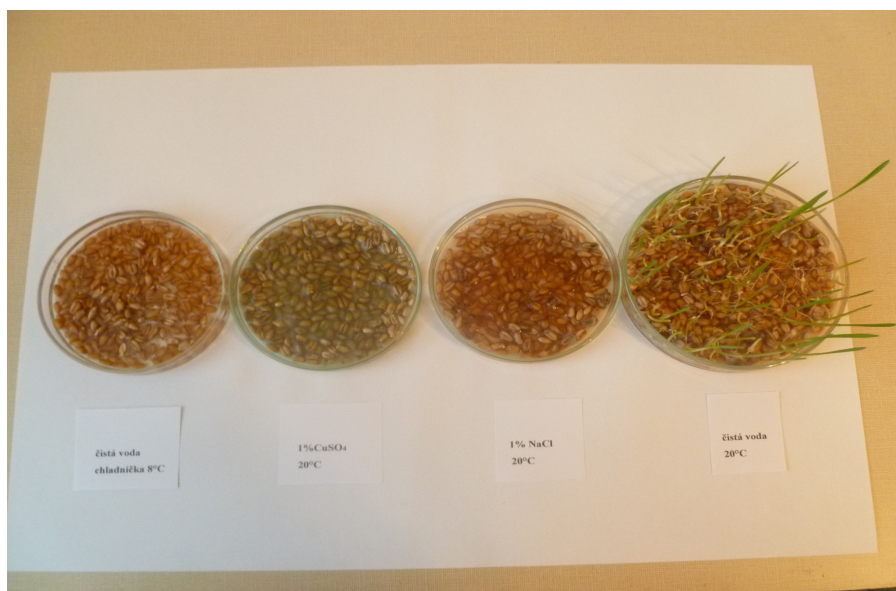
Klíčení rostlin je prvotní fáze života rostliny, nastává v době, kdy se semeno rostliny dostane do vhodných podmínek, jako jsou vlhkost, teplota a světlo. Osemení a vnitřek semena s dělohami (jednou nebo dvěma) vlivem vlhkosti bobtnají, až osemení praskne a rostlinka vyklíčí. Prvotní lístky jsou tzv. lístky děložní (jednoděložné rostliny mají 1 lístek, dvouděložné 2), po nich rostou již pravé listy. Klíčení ovlivňuje řada faktorů, jako jsou vlhkost, přítomnost chemických látek, světlo a teplota. Některé faktory mají charakter zpomalující až inhibiční (zastavující, blokující).

**Úkol:** Sledujte klíčení semen pšenice seté v různých podmínkách. (1 týden)

**Pomůcky:** 4 Petriho misky 12 cm, semena pšenice, voda, 1% roztoky chloridu sodného (NaCl) a modré skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ), chladnička.

**Postup:** Do každé z Petriho misek dáme cca 100 obilek pšenice, dvě z nich zalejeme čistou vodou, jednu roztokem NaCl a poslední roztokem  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  do výše 5 mm. Jednu z misek s čistou vodou umístíme do chladničky. Zbylé tři necháme při laboratorní teplotě 1 týden, zabraňujeme vyschnutí misek občasným dolitím vody. Po týdnu misky zhodnotíme.

**Závěr:** Pšenice v misce s čistou vodou vyklíčila v rostliny vysoké 5 cm, v misce s roztokem NaCl nasadila jen milimetrové klíčky, stejně jako v misce s čistou vodou umístěné v chladničce. V misce s roztokem modré skalice nevyklíčila vůbec. Měďnaté soli jsou pro rostliny ve vyšších koncentracích toxické, mají inhibiční účinek na růst a vývoj rostlin. Snížená teplota a zvýšený obsah soli mají na rostliny retardační účinek.



Obrázek 33: Porovnání klíčení semen pšenice v různých podmínkách, zleva:  
 čistá voda- chladnička 8°C,  
 1% roztok  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  20°C,  
 1% roztok  $\text{NaCl}$  20°C,  
 čistá voda 20°C

## 11.2 Antokyany a jejich chování v rozdílném pH

Antokyany jsou ve vodě rozpustná rostlinná barviva patřící mezi antioxidanty podobně jako vitamin C, jsou červené, červenofialové až modrofialové barvy, jsou hojně obsaženy v ostružinách, borůvkách, červeném zelí, malinách nebo černém rybízu.

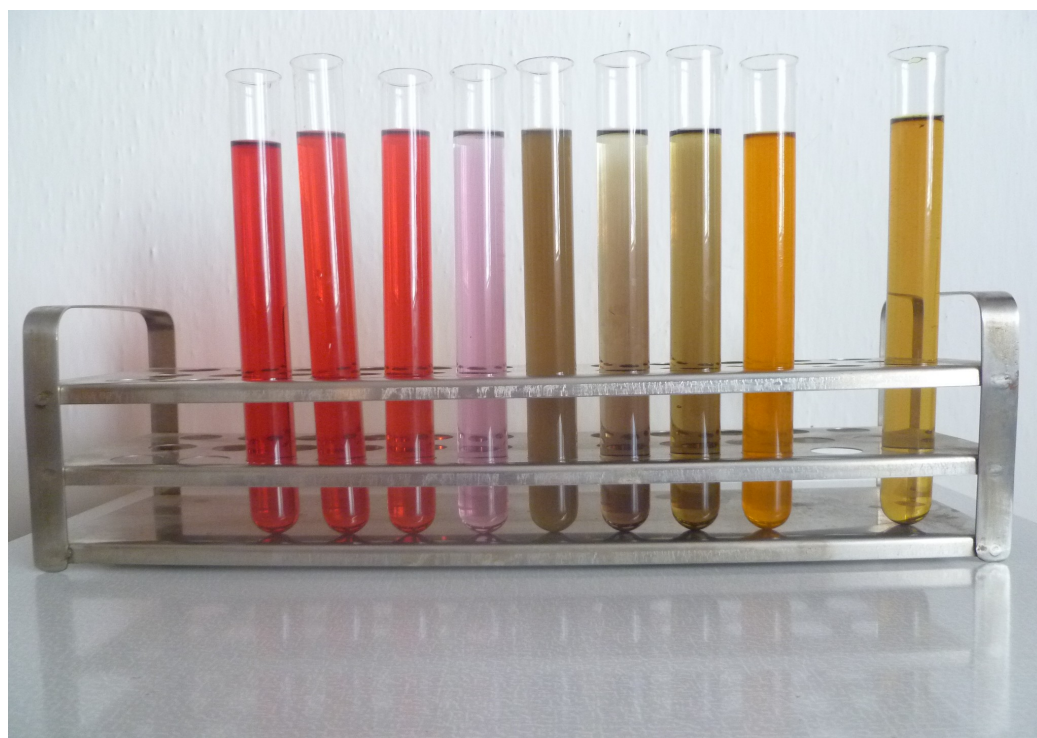
**Úkol:** Sledujte barevné změny roztoků antokyanu v různých hodnotách pH. (45 minut)

**Pomůcky:** Kádinky, zkumavky, 0,1 M roztok kyseliny chlorovodíkové ( $\text{HCl}$ ), 0,1 M roztok chloridu sodného ( $\text{NaCl}$ ), 0,1 M roztok amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), 0,15 M roztok chloridu amonného ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), 0,15 M roztok uhličitanu sodného ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), filtrační kruh, nálevka, stojan, filtrační papír, třecí miska, tlouček, bobule borůvek nebo černého rybízu, koncentrovaná kyselina chlorovodíková ( $\text{HCl}$ ), hydroxid sodný ( $\text{NaOH}$ ), chlorid železitý ( $\text{FeCl}_3$ ) nebo červená krevní sůl – hexakynoželezitan draselný  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

**Postup:** Připravíme si roztok antokyanu: 30 bobulí roztřeme v misce, dáme do kádinky, zalijeme 150 ml vlažné vody, dobře promícháme a zfiltrujeme. Filtrát uchováme. Vyučující připraví za pomoci žáků uvedené roztoky, žáci si zde mohou procvičit chemické výpočty. 0,1 M roztok znamená, že v litru tohoto roztoku je rozpuštěno právě 0,1 molu látky. Z uvedených roztoků připraví učitel ústojné roztoky, tzv. pufrů o určitém pH.

- pH 1 – 2** 15% roztok kyseliny chlorovodíkové (konc. HCl s vodou v poměru 1:1)
- pH 4** 16 ml 0,1 M roztoku HCl + 4 ml 0,1 M roztoku NaCl
- pH 5** 6 ml 0,1 M roztoku HCl + 12 ml 0,1 M roztoku NaCl
- pH 7** destilovaná voda
- pH 8** 2 ml 0,1 M roztoku HCl + 32 ml 0,15 M roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- pH 9** 16 ml 0,15 M roztoku NH<sub>4</sub>Cl + 4 ml 0,1 M roztoku NH<sub>3</sub>
- pH 10** 4 ml 0,15 M roztoku NH<sub>4</sub>Cl + 16 ml 0,1 M roztoku NH<sub>3</sub>
- pH 14** koncentrovaný roztok NaOH (15 – 20 %)
- Fe<sup>3+</sup>** 5 % roztok červené krevní soli nebo chloridu železitého

Z každého připraveného pufru odlijeme asi polovinu zkumavky (10 ml), do každé zkumavky přilijeme k pufru asi 5 ml roztoku antokyanu a pozorujeme barevné změny.



Obrázek 34: Roztoky antokyanů v různém pH, vlevo kyselé, uprostřed neutrální, vpravo zásadité pH, úplně vpravo roztok železité soli.

**Závěr:** V silně kyselém prostředí (*pH 1 – 3*) se antokyany barví sytě červeně, v mírně kyselém prostředí (*pH 4 – 6*) se barví červeně, ale již ne tak sytě, v neutrálním (*pH 7*) se zbarvují do bledě fialova, v zásaditém prostředí (*pH 8 – 10*) se antokyany barví do modrozelená, v silně zásaditém roztoku NaOH (*pH 14*) dostávají oranžovožluté zabarvení. V přítomnosti železitých iontů Fe<sup>3+</sup> získávají antokyany charakteristické žlutohnědé zbarvení. Díky tomuto jevu lze antokyany používat jako indikátor pH, podobně jako např. lakmus.



### 11.3 Sublimace kofeinu

Kofein je alkaloid obsažený v plodech kávovníku arabského *Coffea arabica* L., méně v kakaových bobech, čaji a listech koky pravé. V semenech kávovníku je až 2 % hmotnostních kofeinu. Kofein lze z kávovníku izolovat poměrně snadno, jako jedna z mála látek tzv. sublimuje, z pevné látky přechází rovnou do plynného skupenství, teplota sublimace kofeinu je 178°C. Mezi běžné látky, které sublimují, patří např. jód a naftalen.

**Úkol:** Připravte kofein z kávových bobů. (30 minut)

**Pomůcky:** Zrnková nebo mletá káva, kádinka, trojnožka, síťka, baňka s kulatým dnem, voda, led, lihový kahan, kousek alobalu.

**Postup:** Na trojnožku dáme železnou síťku, na síťku umístíme kádinku. 30 g zrnkové kávy rozemeleme (nebo použijeme již mletou kávu) a dáme do kádinky. Na kádinku s kávou umístíme baňku s kulatým dnem naplněnou vodou. Výlevku kádinky ucpeme kouskem alobalu. Pod trojnožku umístíme lihový kahan, zapálíme a opatrně aparaturu zahříváme. Po chvíli se v kádince začnou vyvíjet bílošedé páry kofeinu. V zahřívání pokračujeme až do konce vývinu par. Pro lepší desublimaci kofeinu na vnější straně baňky s vodou můžeme do vody přidat kousky ledu. Zdvihneme baňku z kádinky. Na její vnější straně se vytvořil bílý povlak drobných jehličkovitých krystalků – čistého kofeinu.



Obrázek 35: Sublimace kofeinu

**Závěr:** Kofein je v čistém stavu bílá krystalická látka charakteristického kávového zápachu s teplotou sublimace 178°C, lze jej snadno izolovat z kávových bobů. Do kádinky jsme před zahříváním navázili 30 g kávy, po sublimaci jsme izolovaný kofein seškrábli z baňky a zvážili, získali jsme 400 mg kofeinu, obsah kofeinu je tedy cca 1,3 % hmotnostních.

## **Zoologická část:**

### **11.4 Příprava senného nálevu pro pozorování nálevníků a ukázka očkování kultur prvoků**

O senném nálevu jsme se zmínili v kapitole mikrobiologických laboratorních prací, konkrétně v práci č. **6.2 – Pozorování nálevníků**. V této práci bude uvedena příprava senného nálevu a očkování kultur prvoků. Vytváření čistých kultur prvoků je založeno na rozdílných životních podmínkách prvoků, jeden druh prvoka vyžaduje k životu rozkládající se celulózu, jiný druh zase rozkládající se bílkoviny, atd. Senný nálev je jakýmsi univerzálním prostředím pro všechny prvoky, kde se nachází všechny potřebné živiny pro všechny prvoky, omezením jednoho či více druhů živin lze získat užší výběr prvoků až po téměř čistou kulturu.

**Příprava senného nálevu:** Do velké sklenice dáme list hlávkového salátu zabalený do hrsti sena, zatížíme větším kamenem a zalijeme rybniční vodou, přikryjeme gázou, kterou zajistíme gumičkou a necháme stát 14 dní na zastíněném místě při pokojové teplotě. Pro odběr prvoků použijeme dlouhou pipetu, největší koncentrace prvoků je u dna sklenice.

#### **Očkování kultury trepky velké (*Paramecium caudatum* Ehrenberg)**

Do Erlenmayerovy kuželové baňky nasypeme lžičku drceného dolomitu (nemáme – li dolomit, můžeme použít směs uhličitanu vápenatého a hořečnatého 1 : 1), zalijeme akvarijní vodou, vložíme na kousky natrhaný filtrační papír o rozměrech 10 x 5 cm, zazátkujeme vatou a sterilujeme obsah baňky 10 minut varem, po vychladnutí odebereme ze senného nálevu pipetou 1 ml a naočkujeme do připravené Erlenmayerovy baňky. Trepky se živí celulótickými bakteriemi živících se rozkládajícím se filtračním papírem. Po 14 dnech odebereme z kultury kapátkem vzorek, kápneme na podložní sklíčko, přikryjeme krycím sklíčkem a pozorujeme mikroskopem. Kultura je oživena převahou trepek a je mnohonásobně bohatší než senný nálev. S touto kulturou můžeme dále provádět další dílčí pokusy, například pozorování pohybu brv trepky, pozorování příjmu potravy trepkou nebo reakce trepky na přítomnost jedovatých látek (měďnatých solí, zinečnatých a olovnatých solí) (Jelínek, Zicháček, 2002).

### ***Očkování kultury krásnoočka zeleného (Euglenia viridis Ehrenberg)***

Krásnoočko zelené, popřípadě jiné druhý krásnooček můžeme získat z vod z okolí hnojišť a statkových hnojiv, přítomnost masivního množství krásnooček prozradí zelenavý povlak na hladině vody. Pro uchování kultury krásnoočka pro dlouhodobější použití připravíme tzv. živný roztok. Do zkumavky dáme kostičku tvrdého sýra o velikosti 5 x 5 x 5 milimetrů, přesypeme cca 3 cm kompostu, upěchujeme, přisypeme 1 cm říčního písku, doplníme vodou asi 2 cm pod okraj zkumavky a opatrně zahřejeme k varu. Po převaření necháme ustát, po 24 hodinách naočkujeme kulturu krásnooček, kterou získáme v okolí hnojišť, atd. Tuto kulturu je nutno přechovávat přes den na denním světle, jinak krásnoočka se nerozmnožují, protože nemají dostatek energie, krásnoočko jako jeden z mála prvoků je totiž schopno fotosyntézy. Tato kultura vydrží 14 – 20 dnů, poté je nutno přeočkovat novou kulturou krásnoočka. S touto kulturou lze provádět dílčí pokusy, např. fototaxe krásnoočka (Jelínek, Zicháček, 2002).

**Úkol:** Pozorujte fototaxi krásnoočka zeleného. (45 minut)

**Pomůcky:** Kultura krásnoočka, zkumavka, staniol, mikroskop, potřeby k mikroskopování

**Postup:** Do zkumavky s vodou přeneseme kulturu krásnooček, pořádně protřepeme, zkumavku umístíme do stojanu ke zdroji světla. Polovinu zkumavky zabalíme do staniolu. Po půlhodině staniol odstraníme, nachystáme si dvě podložní sklíčka, ze zkumavky odebereme pipetou vzorek napřed z neosvětlené části, přeneseme na první podložní sklíčko, potom odebereme vzorek z osvětlené části a též přeneseme na druhé sklíčko. Přikryjeme krycími sklíčky a pozorujeme.

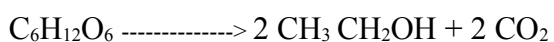
**Závěr:** V prvním vzorku z neosvětlené části zkumavky není téměř žádné krásnoočko, ve vzorku z osvětlené části zkumavky je bohatý výskyt krásnooček. Krásnoočko je fotofilní prvok – bičíkovec, který se živí mixotrofně – jak autotrofně fotosyntézou, tak heterotrofně požíváním jiných prvoků a bakterií.

## 11.5 Alkoholové, mléčné, octové a máselné kvašení

Pod pojmem kvašení si většina žáků představí kvašení vína nebo kysnutí mléka. Toto jsou dva nejběžnější druhy kvašení, existuje však ještě mnoho dalších druhů kvašení – fermentace. Například kvašení octové a máselné. Kvašení je nevratný proces, který je způsoben, jak již název napovídá, kvasinkami a různými bakteriemi.

Alkoholové kvašení je asi nejběžnější druh kvašení, využívá se v pivovarnictví a lihovarnictví i pekařství. Nejběžnější kvasinka, která produkuje alkohol je *Saccharomyces cerevisiae* Hansen – kvasinka pивní a vinná. Její zhuštěná lisovaná forma smíchaná s moukou je známé pekařské droždí. Kvasinku pивní jsme pozorovali v mikrobiologickém cvičení č. 6.3 – *Pozorování kvasinek*.

Reaktantem alkoholového kvašení jsou cukry – převážně glukóza a sacharóza, sacharóza je disacharid, který musí kvasinky napřed rozštěpit na molekulu glukózy a fruktózy, neděje se tak hydrolyzou v kyselém prostředí, ale enzymaticky, konkrétně enzymem zymáza. Rovnici alkoholového kvašení lze zapsat takto:



Z jedné molekuly glukózy vznikají dvě molekuly etanolu a dvě molekuly oxidu uhličitého. Kvašení je anaerobní – bez přístupu vzduchu.

Mléčné kvašení je dalším důležitým druhem kvašení, využívá se při kysání mléka, zelí i k přípravě siláže, spočívá v anaerobní přeměně sacharidů na kyselinu mléčnou, nejběžnějšími druhy mikroorganismů mléčného kvašení jsou *Thermophilus sp.* a *Lactobacillus sp.*

Máselné kvašení je způsobeno převážně bakterií *Clostridium butyricum* van Ermengem, jedná se o anaerobní kvašení, při němž vzniká štěpením tuků a kyseliny mléčné kyselina máselná, látka odporného zápachu, v malých koncentracích páchne po zrajícím sýru, v máselné kvašení se může zvrtnout mléčné kvašení, při přemnožení máselných bakterií v důsledku přílišného přehřátí či přemokření siláže (nežádoucí kvašení).

Octové kvašení je aerobní kvašení – za přístupu vzduchu, využívá se často jako druhý stupeň alkoholového kvašení – prokysličením kvasu se vzniklý etanol oxiduje na kyselinu octovou za přispění octových bakterií *Acetobacter sp.* Toto je schéma výroby octa.

**Úkol:** Demonstrujte alkoholové, mléčné, máselné a octové kvašení. (cca 2 týdny)

**Pomůcky:** Nastrouhané jablko či jiné ovoce, baňka, korková zátka s kvasnou zátkou, vápenná voda, kuželová baňka, nepasterované mléko, zkumavka, máslo, kádinka.

**Postup:** Žáci se rozdělí na 4 skupiny, každá si vybere jeden druh kvašení.

*Alkoholové kvašení:* Do baňky dáme nastrouhané jablko nebo jiné rozmačkané ovoce asi do 2/3 objemu, uzavřeme korkovou zátkou a kvasnou zátkou, pro nastartování kvašení můžeme přidat malý kousek droždí. Do kvasné zátky nalijeme vápennou vodu, připravíme ji tak, že do 100 ml vody nasypeme opatrně dvě lžičky páleného vápna CaO, rozmícháme a přefiltrujeme. Vápenná voda je čirý roztok hydroxidu vápenatého  $\text{Ca(OH)}_2$ . Tou naplníme kvasnou zátku a pozorujeme změny. Unikající plyn z kvasné zátky probublává vápennou vodou a kalí ji bílým zákalem. Bílý zákal je nerozpustný uhličitán vápenatý, který vzniká reakcí hydroxidu vápenatého a oxidu uhličitého, bílý zákal je tedy důkaz  $\text{CO}_2$  unikajícího při alkoholovém kvašení. Necháme kvasit týden při pokojové teplotě.

*Mléčné kvašení:* Do 100 ml kuželové baňky nalijeme nepasterované mléko, zazátkujeme vatou a necháme týden v teple stejně jako pokus s alkoholovým kvašením.

*Máselné kvašení:* Do zkumavky vpravíme kousek másla, uzavřeme smotkem vaty a necháme týden v teple jako předchozí dva pokusy.

*Octové kvašení:* Vezmeme baňku s alkoholovým kvašením (po týdnu kvašení), odstraníme zátku a obsah vyklopíme do velké kádinky. Necháme další týden stát, občas promícháme.

**Závěr:** Při alkoholovém kvašení vzniká oxid uhličitý, který dokazujeme vápennou vodou, a etanol, který lze detekovat čichem, je to kapalina příjemné alkoholové vůně. Při mléčném kvašení vzniká též  $\text{CO}_2$ , ale namísto etanolu vzniká kyselina mléčná, která působí srážlivě na mléčnou bílkovinu kasein, důkazem je zhoustnutí mléka a kyselý zápach kyseliny mléčné. Při máselném kvašení vzniká nepříjemně páchnoucí kyselina máselná, kterou lze detekovat čichem již při malých koncentracích, při špatné hygieně nohou a nevhodné uzavřené obuvi vzniká též kyselina máselná, anaerobním štěpením kyseliny mléčné v potu. Důkaz octového kvašení provedeme čichem – nakyslý zápach kvasu, dále pH papírkem – červené zabarvení, a také zrakem – kolem kvasu je masový výskyt mušky *Drosophila melanogaster* Fallén – octomilky.

## 11.6 Vytvoření plantogramu nohy a stanovení indexů nožní klenby

Plantogram je věrný otisk chodidla na papír nebo jiné médium, zhotovení plantogramu a stanovení indexů nožní klenby patří mezi důležitá antropologická měření. Stanovení indexů nožní klenby se provádí podle tří metod – podle Chippaux – Šmiřáka, Szitter – Godunova a podle Mayera (Klementa, 1987).

**Úkol 1:** Zhotovte si plantogram obou nohou. (10 minut)

**Pomůcky:** Kladívkový papír, Indulona, tužka.

**Postup:** Chodidlo rovnoměrně potřeme indulonou a otiskneme celé na kladívkový papír, po chvíli vystoupí mastný otisk chodidla, který obtáhneme tužkou. Plantogram zkopírujeme. Totéž provedeme i s druhým chodidlem.

**Úkol 2:** Stanovte index nožní klenby podle Chippaux – Šmiřáka. (10 minut)

**Pomůcky:** Plantogramy, pravítko, tužka, kalkulačka.

**Postup:** Na malíkové straně plantogramu spustíme tečnu, na tuto tečnu vytyčíme kolmici v nejširším a nejužším místě otisku. Vzdálenosti měříme od místa, kde kolmice protne obrys nohy. Z těchto dvou hodnot vypočteme Index plochosti v procentech (Klementa, 1987).

$$\text{Index plochosti} = \frac{\text{nejúžší místo v cm} \times 100}{\text{nejširší místo v cm}}$$

### **Hodnocení:**

*noha normálně klenutá:* (Klementa, 1987)

1. stupeň – 0,1 % - 25 %
2. stupeň – 25,1 % - 40 %
3. stupeň – 40,1 – 45 %

*noha plochá:* (Klementa, 1987)

- mírně – 45,1 – 50 %
- středně – 50,1 – 60%
- silně 60,1 – výše

**Závěr:** Na plantogramu levé nohy byly naměřeny šířky 3,50 cm a 8,30 cm, na pravé noze bylo naměřeno 3,50 cm a 8,80 cm. Index plochosti pro levou nohu je 42 %, tedy noha normálně klenutá 3. stupeň, pravá noha má index 39,7 %, tedy normálně klenutá 2. stupeň.

**Úkol 3:** Stanovte indexy nožní klenby podle Szritter – Godunova. (10 minut)

**Pomůcky:** Plantogramy, pravítko, kalkulačka.

**Postup:** Na palcové straně otisku spustíme tečnu, v nejužším místě otisku spustíme na tečnu kolmici. Průsečík kolmice a tečny označíme jako bod A, průsečík kolmice a palcové strany otisku jako bod B a průsečík kolmice a malíkové strany jako bod C. Ke stanovení indexů nohy nám slouží index KY, který vypočítáme jako podíl vzdáleností BC a AC (Klementa, 1987).

**Hodnocení:**

*noha vysoká:* 0 – 0,25

*normálně klenutá noha:* 0,26 – 0,45

*plochá noha:* 0,46 – 0,49 – mírně plochá

0,50 – 0,75 – středně plochá

0,76 – 1,00 – silně plochá

**Závěr:** Na plantogramu levé nohy byly naměřeny hodnoty BC 3,70 cm a AC 8,20 cm, na pravé byly naměřeny tytéž hodnoty, index KY je 0,45, tedy na horní hranici normy.

**Úkol 4:** Stanovte hodnocení nožní klenby podle Mayera. (10 minut)

**Pomůcky:** Plantogramy, pravítko.

**Postup:** Tato metoda je ze všech tří metod nejméně přesná, zato však nejjednodušší. Najdeme na plantogramu nejširší místo paty, proložíme přímkou. V polovině přímky leží střed paty. Od středu paty vedeme přímkou k vnitřnímu okraji otisku čtvrtého prstu, tato přímka se nazývá *Mayerova linie*. Plochost nohy určíme podle průsečíku Mayerovy linie a palcové strany plantogramu, protne – li linie tuto stranu nebo dotýká – li se jí, je noha normálně klenutá, neprotne – li palcovou stranu plantogramu, noha je plochá. Tato metoda rozlišuje pouze plochou a normálně klenutou nohu. (Klementa, 1987).

**Závěr:** Mayerova linie neprotнула palcovou stranu plantogramu, proband má tedy obě nohy ploché.

Tabulka 1: Srovnání výsledků jednotlivých metod

<b>Metoda:</b>	levá noha	pravá noha
Chippaux – Šmířák	normálně klenutá 3. stupeň	normálně klenutá 2. stupeň
Szritter – Godunov	normální	normální
Mayer	plochá	plochá

**Poznámka:** Plantogramy a jednotlivé způsoby měření na nich jsou přiloženy v přílohách této práce.

## ***Geologická část:***

### **11.7 Pozorování rozdílů mezi hlubinnou a výlevnou vyvřelinou**

Vyvřelé (magmatické) horniny se dělí na výlevné a hlubinné vyvřeliny. Obojí vzniká z aluminosilikátové taveniny v zemském nitru – magmatu. Magma není na všech místech zeměkoule stejné, liší se složením a tím pádem i viskozitou. Viskózní magma obsahuje vysoké procento křemenné taveniny  $\text{SiO}_2$ , i kolem 70 %. Čím nižší obsah křemene v magmatu je, tím je magma tekutější a bazičtější (zásaditější), obsah křemene udává i kyselost magmatu – čím vyšší podíl křemene, tím vyšší acidita (kyselost). Kyselé magma se kvůli své vysoké viskozitě málokdy dostává na zemský povrch v podobě lávy, ve většině případů utuhne pod zemským povrchem a tvoří podzemní útvary, mezi takové útvary řadíme pně, batolity a lakolity. Naleziště hlubinných vyvřelin jsou pak obnažené nebo vrásněním vyzvednuté takovéto útvary.

Oproti tomu výlevné vyvřeliny jsou většinou bazické taveniny s nízkým obsahem křemene, málo viskózní, dostávají se na povrch v podobě lávy, která rychle utuhne na povrchu, na rozdíl od hlubinných hornin, které mohou tuhnout pomalu i několik stovek let.

Při chladnutí magmatu nebo lávy dochází ke krystalizaci nerostů podle Bowenova reakčního schématu, kdy krystalizují napřed různé druhy slíd, potom draselné a sodné živce a nakonec křemen. Schéma má dvě větve, tmavých a světlých nerostů, tmavé nerosty obsahují železo a krystalizují převážně v bazických horninách, světlé obsahují vápník a hořčík a krystalizují v kyselých horninách s vyšším obsahem křemene. U bodu krystalizace plagioklasů (živců) se obě větve spojují, společně následuje slída muskovit a poslední člen schématu křemen. Rychlost tuhnutí nám prozradí tzv. zrnitost horniny, hlubinné pomalu tuhnoucí horniny mají hrubší zrnitost než horniny výlevné, je to dáno právě rychlostí krystalizace, při pomalém tuhnutí se stačí vytvořit zárodky pevných krystalů, hornina je proto hrubě zrnitá, při rychlém tuhnutí výlevných hornin nestačí všechny minerály vykrytalizovat a hornina vypadá homogenní, jednolitá, bez výrazných náznaků zrnitosti. Téměř každá výlevná hornina má svůj „hlubinný ekvivalent“, čili horninu, která je úplně stejného chemického složení, ale má hrubší zrnitost díky pomalé krystalizaci než příslušná hornina výlevná. Jako dobrý příklad takových hornin podle kyselosti a rychlosti krystalizace mohou posloužit tyto dvojice hornin: ryolit a granit (žula), bazalt (čedič) a gabro. Místo ryolitu lze použít dostupnější andezit, který má vyšší obsah plagioklasů (živců) a nižší obsah křemene než ryolit.



**Úkol:** Pozorujte rozdíly mezi výlevnými vyvřelinami a jejich hlubinnými ekvivalenty a určete, která hornina vznikla z kyselějšího magmatu. (30 minut)

**Pomůcky:** Vzorky granitu, gabra, ryolitu nebo andezitu a bazaltu, lupá.

**Postup:** Žáci se rozdělí do dvou skupin, do jedné skupiny učitel dá vzorek ryolitu nebo andezitu a granitu, do druhé skupiny vzorek gabra a bazaltu. Žáci zkoumají jednotlivé vzorky a vyvozují z jejich vzhledu a vlastností dané závěry.

*Otázka k zamyšlení:* Proč někdy nacházíme v bazaltu krystaly olivínu? Jako nápověda může posloužit přiložené Bowenovo schéma.



Obrázek 36: Bowenovo reakční schéma

( <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Bowen.jpg> )

**Závěr:** Ryolit (obr. 37) je výlevným ekvivalentem granitu – žuly, má jemně zrnitou až homogenní strukturu při pozorování lupou. Je světle šedý, obsahuje převážně světlé minerály, někdy může být zbarven do oranžova příměsí sloučenin železa. Andezit (obr. 38) je velmi podobný ryolitu, na rozdíl od něj má však nižší podíl křemene a vyšší obsah živců. Granit (obr. 39) je hrubě zrnitý, obsahuje velká zrna křemene, draselných živců a světlých slíd, díky pomalé krystalizaci je také tvrdší než ryolit, hlubinné horniny bývají obecně tvrdší a odolnější vůči erozi než výlevné vyvřeliny.

Bazalt (obr. 40) je velmi tmavá výlevná hornina, homogenní struktury, často se objevují zelené krystalky olivínu. Gabro (obr. 41) je hlubinným ekvivalentem bazaltu, má tmavězelenou až šedočernou barvu, je to dáno vysokým podílem železitých nerostů (olivín) a tmavých slíd (biotit), obsahuje málo křemene. Granit s ryolitem patří tedy do skupiny kyselých hornin, gabro a bazalt do skupiny hornin bazických.

*Odpověď na otázku k zamyšlení:* Krystalky olivínu se v bazaltu nacházejí proto, že olivín je první člen krystalizační řady Bowenova schématu, krystalizuje jako první.



Obrázek 37: Ryolit



Obrázek 38: Andezit



Obrázek 39: Granit



Obrázek 40: Bazalt



Obrázek 41: Gabro

## 11.8 Odlévání zkamenělin

Zkameněliny neboli fosílie se v přírodě vyskytují v několika variantách, buď jako zkamenělé kosterní pozůstatky, schránky a ulity nebo otisky. Zkamenělé kosterní pozůstatky vznikají tak, že z odumřelého živočicha se měkké tkáně rychle rozloží, kostra zůstane nepoškozena a za mnoho let je postupně nahrazena nerostem, nejčastěji to bývá limonit nebo křemen. Schránky a ulity se zachovávají převážně ve formě otisků v sedimentárních horninách jako je černé uhlí, jílovce, vápence nebo břidlice. V černém uhlí lze nalézt otisky přesliček, plavuní, kapradin a jiných rostlin, které rostly v karbonu. My se pokusíme zhotovit takový podobný otisk již hotové zkameněliny, zhotovíme otisk zkamenělé schránky amonita – druhohorního vymřelého hlavonožce a vápenaté schránky mlžů. Pro zachování otisku můžeme dutinu vyplnit sádrou podobně jako při odlévání stop živočichů v terénu. Zkamenělinami a fosilními organismy se zabývá paleontologie.

**Úkol:** Zhotovte otisk a odlitek zkamenělé schránky amonita a schránky mlže. (25 minut)

**Pomůcky:** schránka amonita, schránky a ulity mlžů, plastelína nebo hrnčířská hlína, modelářská sádra, kelímek, stará vařečka na míchání.

**Postup:** Připravíme si plastelínu nebo hrnčířskou hlínu, vytvarujeme z ní kostku tak, aby byla dostatečně veliká i hluboká na otisk, horní stranu, kam chceme otisknout zkamenělinu, urovnáme. Vezmeme schránku amonita a pečlivě ji zamáčkneme do plastelíny. Poté opatrně vyndáme, totéž provedeme i se schránkou mlže. Vzniklé dutiny vyplníme modelářskou sádrou. Do kelímku dáme trochu vody a v ní rozmícháváme sádrou na řídkou kaši, kterou pomalu nalijeme do otisku v plastelině. Počkáme, až sádra dostatečně ztvdne, můžeme bez obav svůj otisk nechat tvrdnout do příští vyučovací hodiny. Ze sádrového odlitku odstraníme plastelínu a prohlédneme si odlitek, měl by vypadat identicky jako původní zkamenělina. Pro ilustraci můžeme sádrový odlitek nabarvit, tímto získá reálnější vzhled zkameněliny.



Obrázek 42: Schránka amonita a její otisk



Obrázek 43: Schránky mlžů a jejich otisky



Obrázek 44: Hotové odlitky (vlevo) a původní schránky (vpravo)

**Závěr:** Odlévání zkamenělin je nejsnazší způsob kopírování jejich otisku, sádrové odlitky jsou téměř dokonale identické kopie původních schránek.

## 12 Další typy prací v rámci výuky přírodopisu

V podkapitole č. 2.2 - *Členění laboratorních prací dle různých kritérií* je uvedeno, podle jakých kritérií lze laboratorní práce členit. Dosud uváděné laboratorní práce jsou spíše interního (vnitřního) charakteru a spadají mezi laboratorní a žákovské experimenty. V této kapitole bude prakticky uveden jeden demonstrační pokus a jeden externí (vnější) typ cvičení, a to terénní cvičení.

### 12.1 Terénní cvičení

Terénní cvičení patří mezi externí typy prací, může být buď jednodenní nebo sestávat z více terénních cvičení trvajících i týden. Terénní cvičení musí vyučující naplánovat dostatečně předem a ve vhodnou roční dobu, nejpříhodnější měsíc pro terénní cvičení je duben a květen. Jako námět terénního cvičení zvolím výzkum v lokalitě Černovířské slatiniště 3 km západně od Olomouce, kterého jsem se sám zúčastnil. Důraz bude kladen především na výskyt živočichů v této zajímavé lokalitě.

**Úkol:** Kteří živočichové se vyskytují v lokalitě Černovířské slatiniště? (1 den)

**Pomůcky:** Ornitologická síť, rybářská síťka, zápisník, atlas živočichů, plátěné váčky.

**Postup:** Vyučující nastraží za asistence žáků ornitologickou síť na vhodné místo, nejlépe v blízkosti křovin. Poté jdou žáci s vyučujícím zkoumat další zajímavá místa v lokalitě. Rybářskou síťkou si žáci vyzkouší lov živočichů ve slatiněm bahně. Ulovené živočichy dáme na dlaň ruky případně na malý skládací stolek a pomocí atlasu určíme. Které živočichy se nám podařilo ulovit? Po prozkoumání a zapsání do zápisníku živočichy vypustíme zpět.

Po výzkumu slatiniště se vrátíme zpět k nastražené síti. Vyučující chycené ptáky vyjme ze sítě a umístí je opatrně do plátěných váček. Žáci se shromáždí s vyučujícím na vhodném místě a vyučující vytahuje z váček postupně chycené ptáky a žáci se snaží za pomoci atlasu je určit. Po určení vypustíme ptáka zpět do přírody. Kteří ptáci žijí na této lokalitě?

**Závěr:** V lokalitě Černovířské slatiniště žijí tyto druhy živočichů: z obojživelníků to jsou čolek obecný, skokan hnědý a kuňka obecná. Z plazů jsme našli užovku obojkovou a ještěrku obecnou, zástupci ptáků jsou sýkora modřinka, pěnice černohlavá, slavík obecný, a mlynařík dlouhoocasý. Ze savců jsme našli krtka obecného, přesněji pouze jeho krtiny.

**Oboživelníci:**



Obrázek 45: Čolek obecný sameček a samička



Obrázek 46: Kuňka obecná



Obrázek 47: Skokan hnědý

**Plazi:**



Obrázek 48: Ještěrka obecná



Obrázek 49: Užovka obojková

**Ptáci:**



Obrázek 50: Sýkora modřinka



Obrázek 51: Slavík obecný



Obrázek 52: Mlynařík dlouhoocasý



Obrázek 53: Pěnice černohlavá – sameček



Obrázek 54: Pěnice černohlavá – samička

*Savci:*



Obrázek 55: Krtiny krtka obecného

## 12.2 Demonstrační pokus

Demonstrační pokus provádí sám učitel z důvodu buď použití nebezpečných chemikálií nebo tehdy, je – li pokus komplexnějšího charakteru a žáci by jej se svými schopnostmi ještě nesplnili, mohou ale u demonstračního pokusu asistovat. Jako demonstrační pokus jsem vybral nitraci celulózy. Důvod tohoto výběru je ten, že při praktickém ztvárňování botanických laboratorních prací jsem nezařadil do seznamu žádný pokus s tímto polysacharidem, druhý důvod je právě použití nebezpečných chemikálií, tudíž byl zařazen do demonstračních pokusů.

**Úkol:** Proved'te nitraci celulózy a porovnejte fyzikální a chemické vlastnosti nitrované a nenitrované celulózy. (30 minut)

**Pomůcky:** Nitrační směs, vata, menší kádinka, velká kádinka s vodou, 10 % roztok sody, zápalky, nehořlavá podložka, led, obličejový štít, gumové rukavice, ochranný plášť.

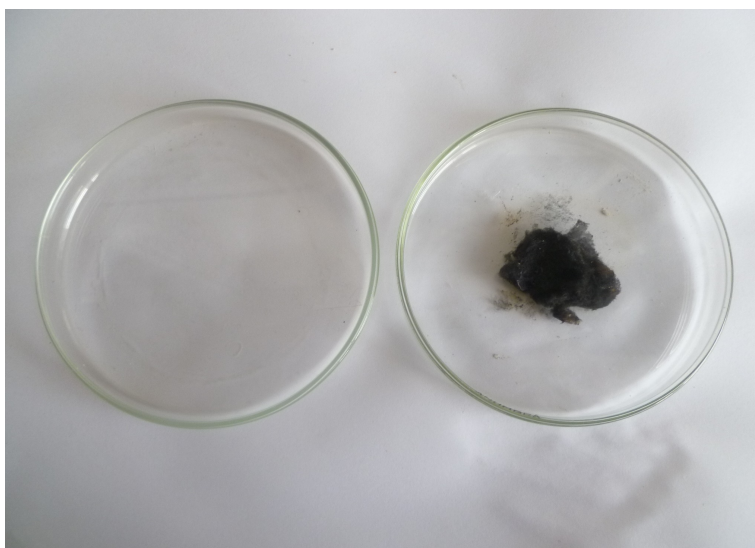
**Postup:** Připravíme si nitrační směs (směs 65 % kyseliny dusičné a 96 % kyseliny sírové v poměru 3:5). Směs se při míchání silně zahřívá, při směřování proto chladíme zevně ledem. Před použitím dáme nitrační směs vychladit. Do 200 ml kádinky nalijeme cca dvě třetiny objemu vychlazené nitrační směsi a do ní pomalu vpravíme chuchvalec vaty. Necháme nitrovat 20 minut, poté nitrační směs slijeme a vatu propereme napřed pod proudem tekoucí vody a potom v roztoku sody, aby se zneutralizovaly zbytky kyselin. Nakonec propláchneme opět pod proudem vody. Necháme vysušit. Utrhneme si další chuchvalec vaty, položíme vedle nitrované vaty a pozorujeme rozdíly. Nakonec položíme oba vzorky vaty na nehořlavou podložku a pomocí delší zapálené špejle je zkusíme zapálit, (pracujeme v digestoři nebo dobře větrané místnosti). Po celou dobu provádění pokusu pracujeme v rukavicích, ochranném plášti a s ochrannými brýlemi nebo štítem!

**Poznámka 1:** Při směřování kyselin přikapáváme vždy méně koncentrovanou kyselinu do koncentrovanější, čili kyselinu sírovou do kyseliny dusičné!

**Poznámka 2:** Pokud se při nitrování začne náhle vyvíjet červenohnědý plyn (oxid dusičitý), vyklopíme hned obsah kádinky do velké kádinky s vodou, vyvíjející se oxid dusičitý je varovným indikátorem přehřívání směsi, která může explodovat. Tímto krokem lze přehřívání a následné explozi zabránit. Vatu lze opětovně použít pro nitraci v nové nitrační směsi. Většinou k přehřátí a vývinu plynu dochází při použití nedostatečně vychlazené nitrační směsi nebo při rychlém umístění velkého množství vaty do nitrační směsi. Při správném postupu nevyžaduje nitrace žádné vnější chlazení.



Obrázek 56: Vlevo nitrovaná celulóza, vpravo nenitrovaná



Obrázek 57: Tentýž vzorky po spálení

**Závěr:** Nitrovaná celulóza má od normální nenitrované celulózy odlišné vlastnosti jak fyzikální, tak chemické. Celulóza je bílá vatovitá látka, po zapálení pomalu hoří, po dohoření dlouho doutná, zanechává po svém spálení černý popel. Naproti tomu nitrocelulóza je nažloutlá, na omak drsnější než vata, po zapálení shoří velmi prudce s jasným zábleskem, bez zápachu, (při explozivním rozkladu nitrocelulózy vzniká pouze  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{N}_2$ ). Po hoření nezůstává žádný popel ani saze, shoří beze zbytku.



### 13 Chemická činidla a jejich příprava

Chemická činidla jsou látky, které vykazují charakteristickou reakci, např. zbarvení, při provádění chemických experimentů. V této práci byla použita tři důležitá činidla, Fehlingovo, Tollensovo a Lugolův roztok. Tato činidla nelze zakoupit v žádném obchodě s laboratorními potřebami, musí se tedy připravit v laboratoři.

#### *Fehlingovo činidlo:*

**Chemikálie:** Modrá skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ), Seignettova sůl (vinan sodno – draselný), hydroxid sodný (NaOH), destilovaná voda.

Toto činidlo se skládá ze dvou roztoků, Fehling I a Fehling II.

Roztok Fehling I připravíme rozpuštěním 7 g modré skalice ve 100 ml vody.

Roztok Fehling II připravíme rozpuštěním 34 g Seignettovy soli a 12 g hydroxidu sodného ve 100 ml vody. Fehlingovo činidlo připravíme smísením těchto dvou roztoků.

***Poznámka:*** Nemáme – li Seignettovu sůl, připravíme ji snadno neutralizací roztoku kyseliny vinné roztoky hydroxidů sodného a draselného ve stejném molárním poměru. Připravíme si jednomolární roztok NaOH a jednomolární roztok KOH, smísíme je a tímto roztokem neutralizujeme roztok kyseliny vinné. Seignettovu sůl získáme krystalizací z roztoku.

#### *Tollensovo činidlo:*

**Chemikálie:** Dusičnan stříbrný ( $\text{AgNO}_3$ ), vodný roztok amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), destilovaná voda.

V kádince s 10 ml destilované vody rozpustíme 3 g dusičnanu stříbrného, dolijeme vodným roztokem amoniaku do 20 ml. Při přípravě Tollensova činidla si připravujeme jen tolik množství, které hned spotřebujeme, je dobré si z připraveného roztoku dusičnanu stříbrného odlít do kádinky na smísení s amoniakem jen tolik, kolik spotřebujeme a zbylý roztok dusičnanu stříbrného uchovat pro pozdější použití, protože delším stáním amoniakálního roztoku stříbrných solí vzniká výbušný azid stříbrný ( $\text{AgN}_3$ ). Uvedená dávka (20 ml Tollensova činidla) stačí na provedení 3 – 4 pokusů.

Fehlingovo i Tollensovo činidlo se používá na důkaz redukující aldehydické skupiny sacharidů a potažmo i aldehydů. Ketony, které mají skupinu  $\text{C}=\text{O}$  uprostřed řetězce (a tím se liší od aldehydů, které ji mají na krajním uhlíku řetězce), s těmito činidly nereagují, tím lze odlišit ketony od aldehydů a redukujících sacharidů.

### ***Lugolův roztok:***

Tento roztok se také nazývá jod-jodkalium, v některých starších učebnicích bývá takto pojmenován, jde o tentýž roztok.

**Chemikálie:** Elementární jod ( $I_2$ ), jodid draselný (KI), destilovaná voda.

V kádince se 100 ml vody rozpustíme 2,5 g jodidu draselného a 1 g jodu. Mícháme do úplného rozpuštění jodu. Tento roztok je neomezeně stálý, nehrozí vznik žádných nebezpečných produktů jako u Tollensova činidla.

***Upozornění:*** Při práci s Lugolovým roztokem dbáme zvýšené opatrnosti, Lugolův roztok, stejně jako všechny roztoky jodu zanechávají na oděvu velmi špatně odstranitelné skvrny!

Lugolův roztok se používá k důkazu škrobu a k barvení jader buněk pro lepší viditelnost (pozorování nálevníků). Též jej lze použít k pozorování pohybu krásnooček, kdy roztok zbarvuje do jasně červena jejich bičíky.



Obrázek 58: Lahvička s Lugolovým roztokem

## 14 Závěr

V této bakalářské práci jsou uvedeny náměty laboratorních prací z různých oborů přírodopisu – mikrobiologie, botanika, zoologie, geologie, antropologie i ekologie. Soubor těchto prací má za úkol prakticky ztvárnit výuku přírodopisu na 2. stupni základních škol, slouží jako soubor námětů realizovatelných laboratorních prací ve výuce přírodopisu. Laboratorní práce jsem vybíral a sestavoval tak, aby byly v žákovském kolektivu snadno realizovatelné.

Teoretická část se věnuje didaktickým pojetím laboratorních prací, slouží zároveň i jako jakýsi úvod do problematiky praktické výuky přírodopisu za pomoci laboratorních prací.

Praktická část se věnuje již vlastnímu praktickému ztvárnění laboratorních prací, obsahuje vždy stručnou preambuli, krátký teoretický úvod do problematiky prováděného pokusu, dále zadání úkolu, seznam pomůcek a chemikálií, orientační časovou náročnost, postup při provádění pokusu, u některých pokusů se vyskytují i upozornění nebo rady z mé vlastní praxe. Přiloženy jsou též fotografie a samozřejmě závěry každého pokusu.

Z nabízených dvou komplexů učebnic jsem vybral cca 40 laboratorních pokusů, do této práce jsem z nich vybral 15 laboratorních prací, z nichž některé se ještě člení na dílčí úkoly, celkem jsem uvedl 22 úkolů.

Z vlastních námětů laboratorních prací jsem sestavil 8 námětů o celkem 11 úkolech.

Jako námět terénního cvičení jsem použil terénní cvičení, které jsem absolvoval v letním semestru 2. ročníku studia na této škole.

Věřím, že v budoucnu se mi podaří tuto práci ještě rozšířit o další nové poznatky získané v bakalářském studiu a též věřím, že tato práce zaujme všechny nadšené čtenáře s kladným vztahem k jednomu z nejdůležitějších vyučovacích předmětů na školách – přírodopisu.

## **15 Seznam použité literatury**

### ***knižní:***

ČABRADOVÁ, V. a kol. *Přírodopis 6*. 2. vydání. Plzeň: Fraus, 2010. 120 stran. ISBN 978-80-7238-917-9.

ČABRADOVÁ, V. a kol. *Přírodopis 7*. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2005. 127 stran. ISBN 80-7238-424-4.

ČERNÁ, B. *Školní pokusnictví*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 1995. 76 stran. ISBN 80-210-1128-9.

ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis 6*. 1. vydání. Praha: SPN, 2007. 119 stran. ISBN 978-80-7235-374-3.

ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis 7*. 1. vydání. Praha: SPN, 2008. 135 stran. ISBN 978-80-7235-387-3.

ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis 8*. 1. vydání. Praha: SPN, 2009. 80 stran. ISBN 978-80-7235-416-0.

ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis 9*. 1. vydání. Praha: SPN, 2010. 80 stran. ISBN 978-80-7235-496-2.

DEYL, M. et HÍSEK, K. *Naše květiny I*. 2. vydání. Praha: Albatros, 1980. 340 stran. Bez ISBN.

DEYL, M. et HÍSEK, K. *Naše květiny II*. 2. vydání. Praha: Albatros, 1980. 351 stran. Bez ISBN.

HANÁKOVÁ, G. *Laboratorní práce a úlohy k zamýšlení ve výuce přírodopisu: diplomová práce*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta pedagogická, 2008. 83 stran, 8 listů příloh. Vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Libuše Hrabí, Ph.D.

JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia*. 5. vydání. Olomouc: nakladatelství Olomouc, 2002. 574 stran. ISBN 80-7182-089-X.

KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. 1. vydání. Praha: Portál. 448 stran. ISBN 80-7178-253-X.

KLEMENTA, J. *Somatometrie nohy*. 1. vydání. Praha: SPN, 1987. 232 stran. ISBN 14-045-88.

MALACH, J. *Základy didaktiky*. 1. vydání. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2003. 251 stran. ISBN 80-7042-266-1.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 stran. ISBN 80-7315-039-5.

MARTINEC, Z., DUCHÁČ, V. *Testy a laboratorní práce z přírodopisu pro 2. stupeň základní školy*. Praha: SPN, 2004. 120 stran. ISBN 80-7235-255-5.

MOJŽÍŠEK, L. *Vyučovací metody*. 3. vydání. Praha: SPN, 1988. 344 stran. ISBN 14-513-88.

ROSYPAL, S. a kol. *Nový přehled biologie*. 1. vydání. Praha: Scientia, 2003. 797 stran. ISBN 80-7183-268-5.

SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 327 stran. ISBN 978-80-247-1821-7.

STOKLASA, J. a kol. *Seminář a praktikum z přírodopisu pro 2. stupeň základní školy*. 1. vydání. Praha: SPN, 2001. 88 stran. ISBN 80-7235-159-1.

ŠVECOVÁ, M. a kol. *Přírodopis 9*. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2007. 127 stran. ISBN 978-80-7238-587-4.

VANĚČKOVÁ, I. a kol. *Přírodopis 8*. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2006. 127 stran. ISBN 80-7238-428-7.

***internetové:***

**Bowenovo reakční schéma** [online][cit.2013-02-22] dostupné na World Wide Web

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Bowen.jpg>

**Rámcové vzdělávací programy – vyhláška MŠMT** [online][cit.2013-02-18] dostupné na

World Wide Web <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>

**Šnečín Radula – jak chovat šneka** [online][cit.2013-02-19] dostupné na World Wide

Web <http://www.radula.estranky.cz/clanky/chov-sneka.html>

## **16 Seznam příloh**

***Příloha 1:*** Ukázky herbářových položek naší květeny – 12 listů

***Příloha 2:*** Plantogramy a ukázky měření podle tří antropometrických metod : Chippaux – Šmiřáka, Szritter – Godunova a Mayera – 2 listy

**Příloha 1:** Ukázky herbářových položek naší květeny



Obrázek 59: Herbářová položka kontryhele obecného (*Alchemilla vulgaris* L.)



Kokořík mnohokvětý  
*Polygonatum multiflorum* L.  
23. dubna 2012  
Grygov, les Království, 2 m od  
lesní cesty  
Sběratel: Jiří Falc

Obrázek 60: Herbářová položka kokoříku mnohokvětého (*Polygonatum multiflorum* L.)

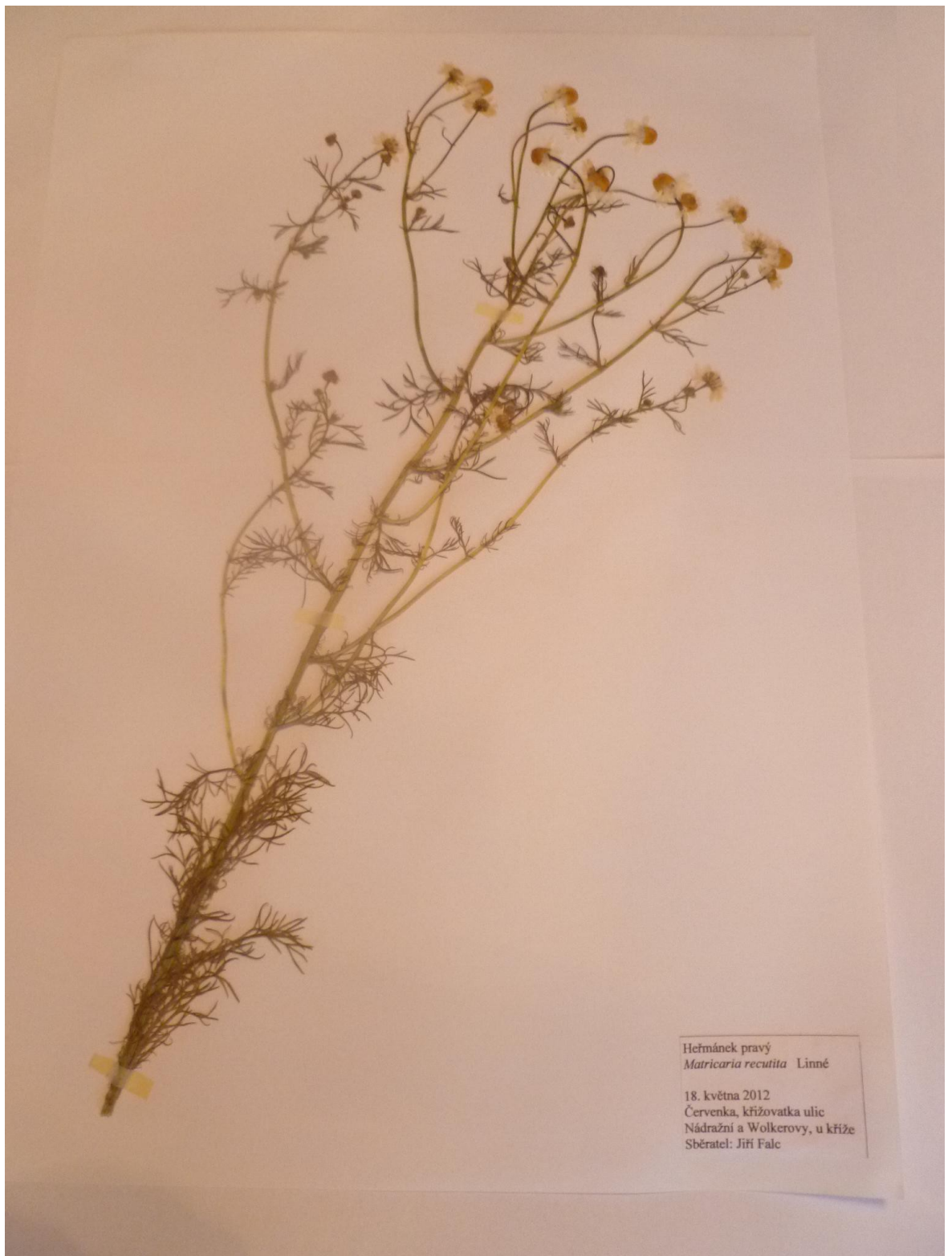




Obrázek 61: Herbářová položka jírovce maďalu (*Aesculus hippocastaneum* L.)



Obrázek 62: Herbářová položka hluchavky bílé (*Lamium album* L.)



Obrázek 63: Herbářová položka heřmánku pravého (*Matricaria recutita* L.)



Obrázek 64: Herbářová položka podbělu lékařského (*Tussilago farfara* L.)



Obrázek 65: Herbářová položka pryskyřníku prudkého (*Ranunculus acris* L.)



Obrázek 66: Herbářová položka psárky luční (*Alopecurus pratensis* L.)



Obrázek 67: Herbářová položka řebříčku obecného (*Achillea millefolium* L.)

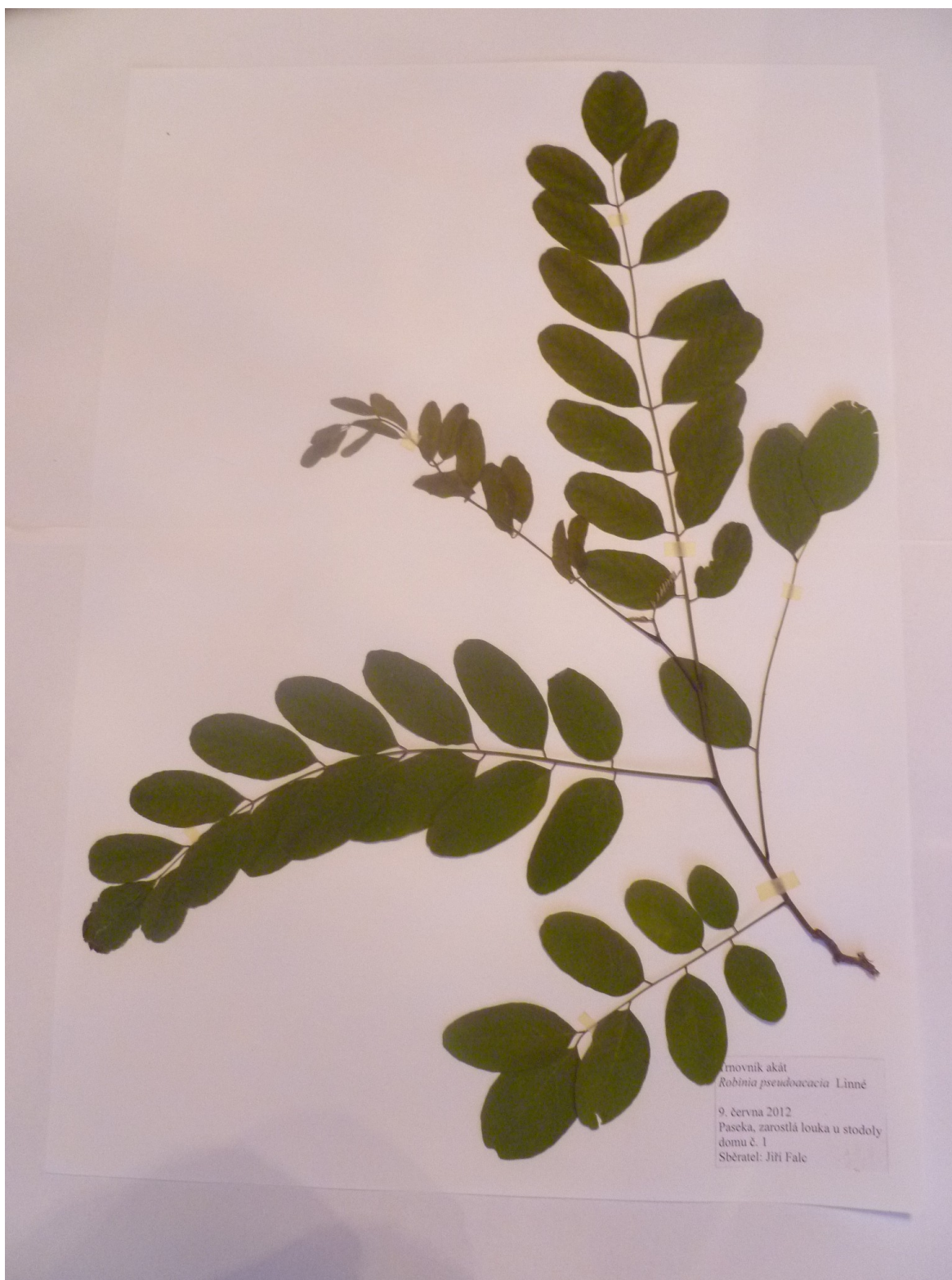


Obrázek 68: Herbářová položka řepíku lékařského (*Agrimonia eupatoria* L.)





Obrázek 69: Herbářová položka sněženky podsněžníku (*Galanthus nivalis* L.)



Obrázek 70: Herbářová položka trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia* L.)

***Příloha 2:*** Plantogramy a ukázky měření podle tří antropometrických metod : Chippaux – Šmiřáka, Szritter – Godunova a Mayera

# ANOTACE

<b>Jméno a příjmení:</b>	Jiří Falc
<b>Katedra:</b>	Biologie
<b>Vedoucí práce:</b>	doc. RNDr. Libuše Hrabí, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2013

<b>Název práce:</b>	Laboratorní práce ve výuce přírodopisu
<b>Název v angličtině:</b>	Laboratory exercises for the teaching of Biology science
<b>Anotace práce:</b>	Bakalářská práce je zaměřena především na ztvárnění laboratorních prací ve výuce přírodopisu. V teoretické části se věnuje didaktickým pojetím laboratorních prací ve výuce, věnuje se projektové výuce v rámci výuky přírodopisu, terénním cvičením a demonstračním pokusům. Praktická část se zaměřuje na praktické ztvárnění vybraných laboratorních úloh a jejich využití ve výuce přírodopisu.
<b>Klíčová slova:</b>	Laboratorní práce, didaktické zásady, rámcový vzdělávací program, praktické ztvárnění, demonstrační pokusy
<b>Anotace v angličtině:</b>	The bacalary work is privilege concentrated on the design of laboratory exercises in the teaching of Biology science. The theoretical part is concentrated on the didactical design of laboratory exercises in the Biology science, field researches and demonstration experiments. Practical part is concentrated on practical design selected laboratory exercises and their utilization in lessons of Biology science.
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	Laboratory exercises, didactical principles, educational programme, practical design, demonstration experiments
<b>Přílohy vázané v práci:</b>	<b>Příloha 1:</b> Ukázky herbářových položek naší květeny <b>Příloha 2:</b> Plantogramy a ukázky měření podle tří antropometrických metod : Chippaux – Šmiráka, Szritter – Godunova a Mayera
<b>Rozsah práce:</b>	62 stran
<b>Jazyk práce:</b>	Český jazyk