

**Mendelova univerzita v Brně  
Institut celoživotního vzdělávání**

**Návrh praktických cvičení ze Zoologie pro střední školy**

Závěrečná práce

Vedoucí práce:  
Ing. Lenka Danielová, Ph.D.

Konzultantka:  
Mgr. Olga Rotreklová, Ph.D.

Vypracoval:  
Mgr. Pavel Slabý

Brno

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci: “Návrh praktických cvičení ze Zoologie pro střední školy” vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....

podpis

Děkuji své vedoucí Ing. Lence Danielové, Ph.D. a konzultantce Mgr. Olze Rotreklové, Ph.D. za příkladné vedení, cenné rady, trpělivost, vstřícnost a čas, který mi věnovaly při zpracovávání této závěrečné práce.

## **ABSTRAKT**

Tato práce zdůrazňuje potřebu praktických cvičení na středních školách. Obsahuje cenné rady a návrhy výukových protokolů, které by měly usnadnit práci začínajícím učitelům při tvorbě a zařazování praktických úloh z biologie do běžné výuky. V práci je zpracován ucelený sborník praktických cvičení ze zoologie pro střední odborné školy a gymnázia, který bude sloužit jako studijní materiál v předmětu Biologické školní pokusy nabízený studentům učitelství biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Součástí práce je srovnání hodinové dotace pro předmět Biologie na středních školách a gymnázia kraje Vysočina.

V teoretické části práce popisují důležitosti zapojování praktických úloh do vyučování, jejich realizace ve vyučovací hodině a přípravu učitele na praktické vyučování. Nedílnou součástí je podrobně rozepsaná problematika právních předpisů platných v České republice, které se zabývají možným využitím bezobratlých živočichů či obratlovců v pokusech během praktických cvičení na středních odborných školách či gymnáziích.

V praktické části této práce je seřazeno 19 praktických cvičení do devíti tematických celků, ve kterých jsou jednotlivé úlohy seřazeny podle živočišného systému. Praktické úlohy jsou zpracovány v podobě protokolů, které začínají teoretickým úvodem, materiálem a pomůckami, postupem a končí závěrem. Kvůli níže uvedeným právním předpisům vztahujících se na provádění pokusů na zvířatech uvádím jen praktické úlohy na bezobratlých živočiších.

### **Klíčová slova**

Praktická cvičení, střední škola, biologie, živočichové, legislativa.

## **ABSTRACT**

This study emphasizes the need for practical exercises in secondary schools. It contains valuable advice and suggestions of training protocols which should facilitate the work of novice teachers in the creation and scheduling of practical problems of biology into mainstream schooling. The work is elaborated a comprehensive anthology of practical exercises in zoology for secondary vocational schools and secondary schools, which will serve as study material in the course Biological school experiments offered to future teachers of Biology, Faculty of Science, Masaryk University. Part of this work is comparison of the hour number for the subject Biology in secondary schools and grammar school of Vysočina Region.

The theoretical part describes the importance of the involvement of practical exercises in teaching, their implementation in the lesson and the preparation of teachers for practical exercises. An integral part is broken down in detail the issue of legislation applicable in the Czech Republic dealing with the possible use of invertebrates and vertebrates in the attempts during the practical exercises at vocational schools or grammar schools.

In the practical part of this work is ordered 19 practical exercises into nine thematic areas in which individual tasks are sorted by the animal system. Practical tasks are processed in the form of reports, beginning with a theoretical introduction, materials and tools, procedure and ends on conclusion. Due to below that legislation relating to animal experiments mention only practical exercises on invertebrate animals.

Keywords:

Practical exercises, secondary school, biology, animals, legislation.

# OBSAH

1 Úvod .....	8
2 Cíl práce .....	10
3 Materiál a metody zpracování .....	11
4 Současný stav řešené problematiky .....	12
4.1 Organizační formy vyučování .....	12
4.2 Vyučovací metody .....	13
4.3 Základní principy vyučování .....	14
4.4 Přínos a důležitost praktických cvičení ve výuce biologie .....	16
4.5 Příprava učitele na praktické cvičení .....	17
4.6 Bezpečnost práce .....	18
4.7 Rozbor hodinové dotace předmětu Biologie na vybraných středních odborných školách kraje Vysočina .....	19
4.8 Legislativa .....	21
4.8.1 Seznam právních předpisů .....	21
4.8.2 Laboratorní či pokusné zvíře .....	22
4.8.3 Vysvětlení pojmu živočichů .....	23
4.8.4 Využití živočichů v praktickém cvičení podle legislativy ČR .....	23
5 Praktická část .....	24
5.1 Členění praktické části .....	24
5.2 Výsledky práce .....	25
5.2.1 Témata a vymezení hlavních cílů k jednotlivým praktickým úlohám .....	25
5.2.2 Vzorové návrhy protokolů .....	28
6 Diskuze .....	36
7 Závěr .....	38
8 Seznam použité literatury .....	39
9 Seznam obrázků .....	44
10 Seznam příloh .....	45
Bezpečnost práce .....	46
§15 Ochrana pokusných zvířat .....	48
Systém živočichů .....	50
Návrhy protokolů k praktickým cvičením .....	53

# 1 ÚVOD

Téma práce jsem si vybral s ohledem na to, že v současné době neexistuje dostupná souborná učebnice pro střední odborné školy, která by usnadnila především začínajícím učitelům přípravu k názorným praktickým cvičením v hodinách biologie zejména na středních odborných školách či gymnáziích. V dnešní době se ve školních knihovnách objevují jen starší sborníky praktických úloh, jejichž nákup je již téměř nemožný. Některé pracovní postupy lze nalézt ve starších učebnicích, například v *Biologii pro střední školy gymnaziálního typu* (Jelínek a Zicháček, 1996), *Fyziologii člověka a živočichů* (Berger a kol., 1995) a v *Systematické zoologii* (Berger, 1997). Asi poslední největší soubornou učebnicí obsahující návody k praktickým cvičením je *Cvičení z biologie II.* (Boháč a kol., 1983). Tato kniha je však zcela vyprodaná a není možné ji v současné době koupit. Navíc neexistuje žádná práce, která by uváděla, jak pracovat s živočišným materiálem podle nových platných zákonů. Současně u stávajících i budoucích učitelů přetrvává obava z časově náročné přípravy materiálu, pomůcek a postupů souvisejících s praktickými cvičeními.

Závěrečná práce je zaměřena na praktická cvičení ze zoologie, jejíž rozsah většinou pokrývá výuku biologie během jednoho školního roku vyučovanou převážně ve 2. ročníku (např. ŠVP Gymnázium VM, 2010).

V teoretické části práce uvádím přínosnost praktických cvičení ve vyučování, strukturu vyučovací formy laboratorního cvičení, základní metody, principy vyučování a přípravu učitele na správné provedení praktického cvičení. Další kapitola obsahuje rozbor hodinové dotace vyjmuté ze školních vzdělávacích programů pro předmět *Biologie*, popřípadě i hodinové dotace pro praktická cvičení, na středních odborných školách a jednom gymnáziu v kraji Vysočina. Závěr teoretické části je věnován podrobně rozepsané legislativě, která je zaměřená na problematiku ochrany živočichů a použitelnost pokusných zvířat v praktické výuce.

Praktická část obsahuje 9 tematických celků, ve kterých je obsaženo sledování fyziologických reakcí a morfologických či anatomických zvláštností vybraných zástupců živočichů. V práci jsou zpracována témata zaměřená na podnět a reakce živočichů, proměnu dokonalou, osmózu, příjem potravy, pozorování morfologie a anatomie trepky velké, anatomii plžů, morfologii a anatomii členovců, vliv chemických látek na srdeční činnost a let mouchy domácí. Tematické celky obsahují

návody k praktickým cvičením, které jsou řazeny podle živočišného systému uvedeného v příloze č. 3. Celkem je upraveno 19 protokolů k praktickým cvičením, které lze využít v hodinách biologie na odborných středních školách či gymnáziích. K jednotlivým laboratorním cvičením jsou přiděleny stručné, srozumitelné pracovní postupy, vlastní pozorování a závěry.

V praktických úlohách jsem se vzhledem k problematice zákonných předpisů omezujících manipulaci a zařazování obratlovců do pokusných experimentů snažil zachytit pokusy se všemi běžně dostupnými zástupci bezobratlých.



## 2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této závěrečné práce bylo vypracovat návrhy protokolů k praktickým cvičením ze zoologie v souladu s legislativní ochranou pokusných živočichů.

Cílem teoretické části práce je zdůraznit potřebu praktických cvičení v hodinách biologie pomocí zpracované hodinové dotace na středních školách a na základě dostupné literatury shromáždit informace o zákonném zacházení s živočišným materiálem. Tyto poznatky by mohly zejména začínajícím učitelům usnadnit manipulaci s živočichy v průběhu praktického cvičení.

Cílem praktické části je navrhnout soubor pracovních postupů pro praktická cvičení ze zoologie realizovaná na středních odborných školách či gymnáziích v rámci předmětu Biologie. Pro snazší orientaci učitelů ve výčtu pracovních postupů a pro usnadnění práce v hodinách praktického cvičení je potřeba vymezit cíle ke všem uvedeným úlohám. Vytvořený soubor návrhů bude sloužit pro výuku předmětu Biologické školní pokusy nabízený studentům učitelství biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

### **3 MATERIÁL A METODY ZPRACOVÁNÍ**

V teoretické části práce byly využity citované zdroje, hlavně knihy, zákony České republiky a internetové zdroje. Převážně byly využity metody analýzy, srovnání a syntéza teoretických poznatků z níže uvedených literárních zdrojů. V kapitole popisující legislativu České republiky je podchycena problematika jak se zacházením s obratlovci, tak i s bezobratlými živočichy v praktických cvičeních, čili v laboratorních pokusech.

V praktické části posloužily jako hlavní studijní materiál citované učebnice, příručky, sborníky, skripta a pracovní listy, na jejichž základě byl zpracován soubor návodů k praktickým cvičením s aktuální možností využívání živočišného materiálu podle nových právních předpisů. V této části byly taktéž využity metody analýzy, srovnání a syntéza teoretických i praktických poznatků z níže uvedených literárních zdrojů.

## 4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 4.1 Organizační formy vyučování

Organizační forma vyučování je způsob uspořádání celého vyučovacího procesu, jeho časové rozložení, činnost učitele a žáků, povaha učební látky a prostředí, ve kterém vyučování probíhá. Každá organizační forma vyjadřuje vnitřní strukturu řízení vyučování a zároveň ovlivňuje řadu faktorů, jako jsou například vyučovací metody. Jedná se o takové uspořádání vyučování, aby učitel mohl stanovené výukové cíle optimálně realizovat s respektováním všech didaktických principů (viz kapitola 4.3), vyučovacích metod (viz kapitola 4.2) a didaktických prostředků (Čadílek a Loveček, 2005).

Organizační formy vyučování můžeme rozdělit podle způsobu organizace na vyučovací hodinu, praktické vyučování, samostatnou činnost žáků a konzultace (kolokvium). Do praktického vyučování se podle místa realizace řadí praktická (předmětová) cvičení, exkurze a odborný výcvik (Ouroda, 2000).

Struktura praktického cvičení musí obsahovat část úvodní, instruktážní, samostatné činnosti a hodnocení žáků. Úvodní část zahrnuje přípravu žáků na cvičení, sdělení a vysvětlení cílů, opakování vědomostí žáků z předešlého cvičení nebo znalostí z teoretické hodiny, seznámení žáků s podmínkami cvičení (pomůcky, postup, organizace cvičení), poučení o bezpečnosti a hygieně práce. V instruktážní části učitel popisuje objekt cvičení, ilustruje nebo demonstruje správný či nesprávný postup manipulace s předměty. Jedná se o seznámení s činností všech žáků i učitele. Během následné samostatné práce řeší žáci problémové úlohy a to buď skupinově, individuálně, anebo všichni pracují na jednom úkolu. Po samostatné činnosti následuje hodnocení celé práce jednotlivých žáků i celé skupiny. Hodnotí se zájem žáka, získané praktické dovednosti, zručnost a vztah ke kolektivu (Ouroda, 2000).

Struktura praktických cvičení je dle Řeháka (Řehák, 1967) následující:

Na začátku praktických cvičení nesmí nikdy chybět zahájení, sdělení cíle a tématu, poučení o bezpečnosti práce vztahující se ke konkrétním úkolům, které se budou následně provádět. Před zahájením samostatné činnosti nesmíme zapomenout na zopakování teoretických znalostí potřebných pro provedení celé praktické části, sdělení jasných instrukcí a pracovního postupu experimentální práce. Dále navazuje vlastní

provedení celé praktické činnosti. Před ukončením praktického cvičení je důležité zařadit prezentaci výsledků, porovnání výsledků jednotlivých skupin či jednotlivců, vyvození důležitých závěrů, pravidel a zákonů. Součástí každého pracovního cvičení by měl být pracovní protokol, do kterého si žáci zaznamenávají jednotlivé kroky, kreslí či doplňují pozorované jevy či výsledky. Učitel může předložit vzor správně vypracovaného protokolu nebo rozdat formuláře, do kterých žáci jenom vyplňují své výsledky. Na závěr je nutností zhodnotit celou praktickou činnost, splnění cílů a uklidit s kolektivní pomocí žáků pracovní místa či celou učebnu.

Činnost žáků v rámci praktického cvičení může být organizována několika způsoby. Všichni žáci pracují pod vedením učitele na stejném úkolu, a to buď jednotlivě, ve dvojicích, nebo ve větších skupinách. Další možností je, že žáci pracují současně na různých úkolech, přičemž každá úloha je přiřazena určitému pracovnímu stanovišti a žáci postupně projdou během praktického cvičení všemi stanovišti. Poslední možnou variantou je, že dvojice nebo skupiny pracují současně na různých dílčích úkolech, které jsou potřeba k vyřešení celkového, většinou složitějšího, společného úkolu (Řehák, 1967).

## 4.2 Vyučovací metody

Vyučovací metoda je cílevědomé, záměrné uspořádání učiva, činností učitele a žáka směřující k vytyčenému výukovému cíli. Pomocí vyučovacích metod se docílí aktivizaci, motivaci, samostatné činnosti žáků. Snahou je, aby sami poznávali a objevovali nové souvislosti, možnosti využití vlastních získaných poznatků a začlenili se do vyučovacího procesu (Čadílek a Loveček, 2005).

Volba a využití správné vyučovací metody závisí na zákonitostech vyučovacího procesu, cílech a úkolech výuky, úrovni fyzického a psychického rozvoje žáků, zvláště v třídě a skupin žáků, vnějších podmínkách výchovně-vzdělávací práce, vybavenosti školy, hodinové dotaci a samozřejmě i na osobnosti učitele.

Vyučovací metody můžeme rozdělit na klasické, aktivizující a komplexní. Mezi klasické metody řadíme metody slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor), metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž) a metody dovednostně-praktické (napodobování, laboratorní činnost, produkční metody). Do aktivizujících metod zařazujeme metody diskusí,

problémové, situační, inscenační a didaktické hry. Komplexní výukovou metodu můžeme rozdělit na výuku frontální, skupinovou, partnerskou, samostatnou práci žáků, kritické myšlení, brainstorming, projektovou výuku atd. (Maňák a Švec, 2003).

Nemůžeme přesně určit, jaké metody v konkrétních praktických cvičeních můžeme využít. Výběr a realizace závisí na mnoha faktorech (uvedených výše), ale hlavně na předešlé zkušenosti učitele.

### 4.3 Základní principy vyučování

V průběhu praktického cvičení nesmíme zapomenout na dodržování základních principů vyučování pro zajištění největší efektivity a účinnosti vyučovacího procesu. Jedná se o obecné teorie, které jsou stanovené na základě dlouhodobých zkušeností.

Mezi základní principy se většinou zařazuje:

#### 1) Zásada cílevědomosti

Tato zásada vyžaduje konkrétní a jednoznačné vymezení cílů výuky. Tyto cíle musí být žákům sděleny, řádně vysvětleny a zdůvodněny.

#### 2) Zásada vědeckosti

Základem je zprostředkování žákům nejnovějších verifikovaných poznatků a využití vědeckých metod vyučování. Žáci se tak seznámí s nejnovějšími informacemi a zároveň poznají metodologické postupy vědeckého výzkumu v daném oboru.

#### 3) Zásada názornosti

Aby žáci správně pochopili učivo, je potřeba prostřednictvím smyslového poznávání (zrak, sluch, čich, chuť, hmat či pohyb) obohacovat dosavadní představy o předložené problematice. Můžeme sem zařadit získávání poznatků v praxi, práci s názornými pomůckami a spojování konkrétního a abstraktního myšlení žáků. U tohoto principu se můžeme odkázat na Komenského pravidlo, které zní: „Příklad, pravidlo a praktické použití.”

#### 4) Zásada soustavnosti

Základem je logické seřazování učební látky. Probíraná látka se má opírat o poznatky dříve pochopené. Běžně se využívá mezipředmětových a mezitematických vztahů, kde učivo vzájemně navazuje a prolíná se. Důležité je soustavné procvičování, opakování a hodnocení znalostí žáků.

#### 5) Zásada aktivity

Vychází z motivace žáků, protože bez samotné aktivity žáků se nedosáhne trvalých vědomostí a zautomatizovaných dovedností. Učitel proto musí žáky motivovat všemi možnostmi, například zařazováním aktivizačních, situačních či problémových metod do výuky a vedením žáků k praktickému využití svých získaných vědomostí a dovedností.

#### 6) Zásada uvědomělosti

Zásada vyjadřuje požadavek, aby žáci probíranému učivu dobře porozuměli. Pochopené učivo se projevuje správnou aplikací celků i jednotlivých poznatků v praxi, v běžném životě. Správné pochopení a vyjadřování o svých dovednostech je potřeba neustále kontrolovat.

#### 7) Zásada trvalosti

Předpokládá se, že osvojené vědomosti, dovednosti, postoje a zájmy budou naučeny a zapamatovány natrvalo. Aby se učivo stalo trvalým, je potřeba vhodně zvolit základní učivo a více ho opakovat. Na trvalosti zapamatování učiva se určitou částí podílejí i ostatní didaktické principy vyučování.

#### 8) Zásada jednoty teorie a praxe

V průběhu vyučování je důležité, aby žáci získávali vědomosti a dovednosti se zaměřením na jejich praktické využití. Tento princip se využívá po teoreticky probrané látce, kdy je uvedeno využití teorie v praxi a zamyšlení žáků nad dalšími možnostmi aplikace.

#### 9) Zásada přiměřenosti

Vyžaduje, aby cíle, proces i prostředky vzdělávání byly pro žáky přiměřené. Jedná se například o přiměřenost k věku vzdělávaných, vůči jazykovým znalostem apod.

Je potřeba, aby nároky nebyly příliš velké, ale ani moc malé. Přiměřené nároky se projevují dobrým zvládnutím učiva, motivací, aktivitou a pochopením.

#### 10) Zásada individuálního přístupu

Vychází z toho, že každý žák je individuum a je nutné k němu takto přistupovat. Závisí na inteligenci žáků, osobnostních vlastnostech, emočním stavu, momentálních problémech nebo na výskytu některého postižení či znevýhodnění k učení.

#### 11) Zásada komplexního rozvoje žáka

Učitel má za úkol rozvíjet v rámci vyučování všechny základní složky lidské osobnosti. Jedná se o oblasti poznávací, afektivní a psychomotorické.

#### 12) Zásada zpětné vazby

Na základě zpětné vazby učitel získá informace o dosažení vytyčeného cíle, jaká je kvalita jeho výuky a jaké jsou její výsledky (Malach, 2003).

#### **4.4 Přínos a důležitost praktických cvičení ve výuce biologie**

Praktická cvičení jsou specifickou organizační formou výuky a jsou nedílnou součástí nejen hodin biologie na středních odborných školách a na gymnáziích. Oproti běžné výuce se zde předpokládá větší aktivita žáků při plnění jednotlivých pracovních postupů, čímž se velice zvyšuje efektivita vyučovacího procesu. Praktická cvičení jsou založená na názornosti a mohou zvýšit motivaci žáků pochopit a naučit se probíranou látku. Žáci tak mají možnost sledovat a ověřovat vybrané jevy a zákonitosti, o kterých slyšeli v teoretické podobě v běžné hodině. Dalším kladem praktických cvičení je, že žáci na základě pozorování a provádění nejrůznějších pokusů hodnotí dosažené výsledky a vyvozují obecné závěry (Řehák, 1967). Učitel podle složitosti úloh rozhoduje, které činnosti budou žáci dělat samostatně (tzv. žákovské pokusy) a které bude realizovat sám (tzv. demonstrační pokusy; Baer, 1968). Pozorování a experimenty jsou vhodnými metodami pro naplňování didaktické zásady spojení teorie a praxe. V experimentálních činnostech žáci nabývají potřebné dovednosti, které lze považovat za aktivní vědomosti a rovněž je lze chápat jako získávání určité připravenosti vykonávat vybrané činnosti v běžném životě (Podroužek, 2003). Školní experiment se liší od vědeckého tím, že dokazuje poznatky, které jsou ve vědě již dlouho známé. Žáci se pomocí nich seznamují s určitými vlastnostmi biologických jevů, se vztahy mezi biologickými jevy, s metodami vědecké práce a s užíváním logických postupů (Altmann, 1975). Součástí správně vedeného experimentu musí být slepá varianta, která umožňuje odlišit změny, které jsou výsledkem přirozeného vývoje organismů, od změn vyvolaných podmínkami experimentu. Slepá varianta slouží k uvědomění a pochopení základních vztahů a principů.

Praktická cvičení zpravidla probíhají ve specializovaných učebnách či laboratořích a většinou trvají jednu vyučovací hodinu (ŠVP Ekologie a životní prostředí; ŠVP Zahradnictví; ŠVP Gymnázium VM, 2010). Učitelé většinou spojují hodiny pro jeden měsíc v jedno dvouhodinové, zřídka čtyřhodinové, cvičení pro provedení složitějších a déle trvajících experimentů (zjištěno z vlastních zkušeností).

Velkou výhodou bývá, pokud lze třídu rozdělit na menší skupiny, například na dvojice žáků. Jednodušší pokusy je možné provádět v průběhu výuky i v běžné třídě.

Míra zapojení žáků se liší podle jejich vědomostí a schopností pracovat samostatně. Pracovat ve skupinách i ve školních laboratořích se musí žáci postupně naučit. Nejprve volíme způsob, kdy učitel předvádí jednotlivé kroky úkolu a žáci je poté zopakují. Konečným cílem je, aby většina žáků postupně dokázala provést úkol či pokus samostatně jen s pomocí písemného návodu (Kalhous, 2002).

Během praktického cvičení je povinností učitele průběžně kontrolovat, zda žáci postupují správným způsobem a zejména, zda dodržují zásady bezpečné práce, se kterými byli seznámeni na začátku každého praktického cvičení.

Díky těmto didaktickým postupům dochází k lepšímu pochopení, prohlubování učiva, včetně získávání hlavních návyků a zásad pracovních postupů (Altmann, 1975).

Pro upevňování vztahu k živé přírodě a k samotnému předmětu Biologie ve školním prostředí mohou posloužit nejrůznější chovy živočichů, které nám legislativa umožňuje využívat během praktických cvičení, ale i v běžné výuce (Kellnerová, 2013).

#### **4.5 Příprava učitele na praktické cvičení**

Učitel je podle pracovního řádu povinen připravovat se na vyučovací hodinu. Avšak forma, rozsah a ani struktura přípravy učitele na vyučování nejsou striktně předepsány a jsou plně jeho záležitostí.

Při přípravě praktického cvičení si musí každý učitel nejprve stanovit cíl, způsob realizace, vhodné zařazení do výuky, připravit si všechny pomůcky, materiál a podrobné pokyny pro žáky. Správná příprava učitele na praktické cvičení by měla být nejlépe písemná. Písemná příprava je výhodná, protože do ní může kdykoliv během výuky nahlédnout, může lépe sledovat časový průběh hodiny a plnění výukových cílů. Místo písemné přípravy je možno použít učebnici, která souborné návody obsahuje, ale takových učebnic bohužel mnoho nenajdeme.

Písemná příprava by ve své struktuře měla obsahovat záhlaví a vlastní didaktickou část. V záhlaví bývá uveden název střední školy, obor vzdělání, vyučovaný předmět, ročník, třída, školní rok, jméno a příjmení vyučujícího, pořadové číslo a téma vyučovací hodiny. V didaktické části jsou uvedeny hlavní cíle, struktura vyučovací hodiny, časový harmonogram, výukové metody, použití materiálních didaktických prostředků, způsob



a kritéria evaluace neboli hodnocení žáků, výchovné působení na žáky atd. (Hlad'o a kol., 2010).

Příprava by měla obsahovat hlavní cíle vyučování, způsob sdělení žákům a jakými metodami jich bude dosaženo. Měla by být stručná a v logickém sledu. Příprava musí být přiměřená, její obsah a vymezení cílů by mělo být s ohledem na osobní a vzdělanostní složku žáků. V přípravě na vyučování se musí počítat s časovou rezervou, protože většina činností, hlavně v praktickém cvičení, trvají delší dobu, než je původně plánováno. Součástí přípravy jsou i doplňkové úlohy a činnosti, které se uplatňují v případě, kdy je rychleji ukončen naplánovaný obsah a bylo již dosaženo hlavních cílů (Hlad'o a kol., 2010).

Návody k praktickým cvičením by měly být jednoduché a sepsané v přehledných bodech, aby byly pro žáky pochopitelné. Všechny pokusy je potřeba předem vyzkoušet ve stejných podmínkách a se stejným vybavením, které budou žáci následně používat. Je dobré si poznamenat postup, včetně slabých míst pokusu a uvědomit si všechna možná rizika vyplývající z bezpečnosti práce. Z těchto osobních poznatků je dobré vyvodit důležité závěry, které mohou vést ke změně pracovního postupu či celého praktického cvičení. Učitel zároveň díky vlastní přípravě získá přehled o časové náročnosti jednotlivých kroků praktického cvičení (Pavlasová, 2014).

## **4.6 Bezpečnost práce**

V průběhu provádění žákovských či demonstračních praktických cvičení se nevyhneme kontaktu s chemikáliemi nebo jinými nebezpečnými látkami či předměty, a proto musíme dodržovat laboratorní řád a zásady bezpečnosti práce (viz Příloha č. 1).

Pokud je pro tvorbu praktických cvičení nezbytné použití chemických látek, musíme respektovat zejména věk žáků a škodlivost použitých chemikálií. Aby učitel mohl nakládat s chemickými látkami, musí být jednou ročně proškolen autorizovanou osobou. Žáci by neměli pracovat s látkami výbušnými, vysoce toxickými, toxickými, karcinogenními, mutagenními a toxickými pro reprodukci. Naopak mohou pod dohledem autorizované nebo zaškolené osoby pracovat s látkami extrémně hořlavými, vysoce hořlavými a nebezpečnými pro životní prostředí. Pod dohledem učitele je přípustné manipulovat s látkami hořlavými, zdraví škodlivými a dráždivými. Podrobnější informace o využití chemikálií ve školním prostředí jsou uvedeny

v příručce: „Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií” (Zajíček a Beneš, 2001).

#### **4.7 Rozbor hodinové dotace předmětu Biologie na vybraných středních odborných školách kraje Vysočina**

Hodinová dotace předmětu Biologie je stanovena školním vzdělávacím programem a liší se podle zaměření oboru. Abych zjistil, v jakém rozsahu je biologie na středních školách aktuálně vyučována, prohlédl jsem dostupné školní vzdělávací programy pěti středních odborných škol s různou specializací a jednoho gymnázia (Tab. I).

Ačkoliv má ze zákona každá škola povinnost uveřejnit školní vzdělávací program a učební plán, nepodařilo se mi tyto dokumenty na internetových stránkách u některých škol dohledat. Dokonce jsem se pokusil prostřednictvím emailu oslovit vedení škol, ale vždy bez kladné odezvy. Z tohoto důvodu uvádím relativně málo středních odborných škol s různou specializací a jedno gymnázium (Tab. I).

Při zřeteli podobné hodinové dotace předmětu Biologie ve všech čtyřech ročnících se biologie živočichů (zoologie) podle školního vzdělávacího programu gymnázia ve Velkém Meziříčí vyučuje ve druhé polovině druhého ročníku (ŠVP Gymnázium VM, 2010). U většiny uvedených středních odborných škol se předmět Biologie nevyučuje ve třetím a čtvrtém ročníku. U některých středních odborných škol, například hotelových a obchodních, se předmět Biologie začleňuje do obecnějšího předmětu pojmenovaného jako Přírodní vědy. Zjištěná hodinová dotace pro praktická cvičení z učebních plánů uvedených škol jsou v tabulce uvedena v závorce, hned za běžnou hodinovou dotací. Bohužel všechny školy neměly ve svých vzdělávacích programech uvedenou hodinovou dotaci pro praktická cvičení z biologie.

Uvedená hodinová dotace pro vyučování biologie vychází z typu uvedených škol a zaměření oborů. Přesnějšího přehledu hodinové dotace bych dosáhl, pokud by ostatní školy kraje Vysočina spolupracovaly a zpřístupnily mi své školní vzdělávací programy.

**Tab. I) Hodinová dotace předmětu Biologie na středních odborných školách a gymnázia kraje Vysočina**

*Tabulka znázorňuje hodinovou dotaci předmětu Biologie ve všech čtyřech ročnících na pěti středních odborných školách různého zaměření a jednoho gymnázia z kraje Vysočina. V závorce je uvedena hodinová dotace pro praktickou činnost. Tabulka také obsahuje celkový součet hodinové dotace pro předmět Biologie u jednotlivých škol včetně průměru hodinové dotace všech uvedených škol.*

Název školy	Obor	Týdení hodinová dotace předmětu biologie (prac. cv.)				
		I. Ročník	II. Ročník	III. Ročník	III. Ročník	celkem
FARMEKO - Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední odborná škola, s.r.o.	Ekologie a životní prostředí	4 (1)	3 (0,5)	0	0	7 (1,5)
	Laboratorní asistent	4 (1)	3 (0,5)	0	0	7 (1,5)
Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Třešť	Ekologie a životní prostředí	4	4	2	2	12
	Zahradnictví	4	3	0	0	7
Vyšší odborná škola a Střední škola veterinární, zemědělská a zdravotnická Třebíč	Agropodnikání	2 (1)	2 (1)	0	0	4 (2)
	Veterinářství	2 (1)	2 (1)	0	0	4 (2)
Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Žďár nad Sázavou	Zdravotnické lyceum	2	1	0	0	3
	Zdravotnický asistent	2	3	3	3	11
Obchodní akademie a Hotelová škola Havlíčkův Brod	Obchodní akademie	2	2	0	0	4
	Hotelnictví a cestovní ruch	2	2	0	0	4
Gymnázium Velké Meziříčí	Gymnázium	2	2 (1)	2	2	8 (1)
Průměr						7

(Zdroj vlastní s využitím: Učební plán Zdravotní asistent, 2010; Učební plán Zdravotnické lyceum, 2010; RVP Ekologie a životní prostředí, 2008; RVP Zdravotní asistent, 2009; ŠVP Ekologie a životní prostředí; ŠVP Zahradnictví; Učební plán Obchodní akademie; ŠVP Gymnázium VM, 2010; ŠVP Agropodnikání, 2009; ŠVP Veterinářství, 2009).

## 4.8 Legislativa

Chov či manipulace s živočichy jsou upraveny mezinárodní i českou legislativou, a to hlavně pro zachování základních podmínek života, zdraví a ochranu zvířat před negativními činiteli. Pro tuto práci nám budou stačit pouze právní předpisy platné v České republice.

V minulosti naše zákony nahlížely na zvířata jako na věci movité a tím pro ně platila stejná zákonná ustanovení. Kladnou změnu přinesl nový občanský zákoník č. 89/2012 Sb., podle něhož už živé zvíře konečně přestává být věcí. S tímto faktem se změnilo nakládání se zvířaty. Podle tohoto zákona má už každé živé zvíře zvláštní význam a hodnotu jako smysly nadaný živý tvor. Živé zvíře není tedy pouze věcí a ustanovení o věcech se na živé zvíře aplikují jen tehdy, pokud to neodporuje jeho zvířecí povaze. V novém občanském zákoníku je navíc definováno divoké, zkrocené a domácí zvíře (Občanský zákoník č. 89/2012 Sb., 2012).

Pokusy na zvířatech se zabývá ustanovení §15 zákona na ochranu zvířat proti týrání (viz Příloha č. 2), ve kterém je uvedeno, za jakým účelem lze živočichy na pokusy použít. Pod písmenem e) stojí, že živočichy lze využít pro účely výuky, jestliže požadovaného výsledku nelze dosáhnout jiným způsobem (Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb., 1992).

Druhy chráněné v České republice jsou uvedeny ve vyhlášce č. 395/1992 k zákonu č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v aktuálním znění.

Na živočichy se v České republice vztahuje sedm základních předpisů, které jsou uvedeny níže.

### 4.8.1 Seznam právních předpisů

Na přítomnost živočichů ve školním prostředí se v České republice vztahuje sedm základních předpisů:

1. Zákon č. 166/1999 Sb. – Zákon o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů, tzv. veterinární zákon
2. Zákon č. 246/1992 Sb. – Zákon na ochranu zvířat proti týrání
3. Zákon č. 114/1992 Sb. – Zákon o ochraně přírody a krajiny

4. Vyhláška č. 395/1992, kterou se upravují některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Vyhláška obsahuje seznam zvláště chráněných druhů živočichů.

5. Zákon č. 100/2004 Sb., tzv. zákon CITES, o ochraně druhů volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, regulováním obchodu s nimi a dalších opatřeních k ochraně těchto druhů a o změně některých zákonů (zákon o obchodování s ohroženými druhy). Tento zákon se velmi často dotýká zájmových chovů, např. v případech, kdy jsou chována terarijní zvířata nebo ptáci, a to nejen exotičtí.

6. Zákon č. 20/1966 Sb. – Zákon o péči o zdraví lidu se zabývá hygienickými předpisy.

7. Zákon č. 258/2000 Sb. – Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, kde se upravují podmínky pro výchovu, vzdělávání a zotavení dětí a mladistvých, podmínky vnitřního prostředí stavby a hygienické požadavky na venkovní hrací plochy apod. (Kellnerová, 2013).

#### **4.8.2 Laboratorní či pokusné zvíře**

V zákoně na ochranu zvířat se v první části rozlišují pojmy laboratorní a pokusné zvíře. Pokusným zvířetem je podle ustanovení §3 písmena j) každé zvíře, které je nebo má být použito k pokusům, včetně zvířete volně žijícího. Zároveň se za pokusné zvíře považuje také larvální forma, která je schopná samostatného života nebo rozmnožování. Laboratorním zvířetem je zvíře, které bylo odchováno ve speciálním chovném zařízení za účelem experimentování. Seznam zvířat přímo chovaných pro experimentální účel je uveden v ustanovení §17 písmena f). Z výše uvedeného je zřejmé, že pokusné zvíře je pojmem obecným, který zahrnuje též zvíře laboratorní. Definice laboratorního zvířete má jak všeobecné vlastnosti zvířete pokusného, tak i vlastnosti další, které jej od něj odlišují. To znamená, že je určeno pouze pro laboratorní výzkum a má tedy pro tento výzkum vhodné vlastnosti. Je definováno z hlediska genetického, zdravotního stavu a jeho chov a rozmnožování je daný standardizovanými podmínkami v chovném zařízení. V ustanovení §17 zákona na ochranu zvířat se uvádí, že pokusná či laboratorní zvířata smějí být používána k pokusům pouze tehdy, pokud byla pro tento účel přímo chována (Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb., 1992).

### 4.8.3 Vysvětlení pojmu živočich

Rozdílně jsou v českém právním systému vysvětlovány pojmy živočich a zvíře. Pro účely zákona č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání a ve znění pozdějších předpisů, se zvířetem rozumí každý živý obratlovec, kromě člověka, nikoliv však plod nebo embryo. Avšak preambule zákona č. 246/1992 Sb. vychází z toho, že zvířata jsou stejně jako člověk živými tvory, schopnými na různém stupni pociťovat bolest či utrpení, a zasluhují si proto pozornost, péči a ochranu ze strany člověka (Damohorský, 2007). Pod pojem živočich, podle zákona o ochraně krajiny a přírody, se zařazují jak převážně volně žijící obratlovci, tak bezobratlí. Naopak v zákoně č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání a ve znění pozdějších předpisů, se nikde nemluví o bezobratlých živočiších. Z toho vyplývá, že nárok na ochranu mají pouze obratlovci, embrya a člověk (Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb., 1992).

### 4.8.4 Využití živočichů v praktickém cvičení podle legislativy ČR

Podle výše uvedených právních předpisů a jejich částí vztahujících se na problematiku používání nejrůznějších živočišných druhů v praktickém cvičení, je takřka nemožné použít v pokusech volně žijící obratlovce, protože většina jich je chráněna zákonem CITES a vyhláškou č. 395/1992 (viz kapitola 4.8.1). Jedinou možností by bylo využití laboratorních obratlovců, kteří jsou přímo pro pokusy určeni. Bohužel zákon na ochranu zvířat proti týrání v §15 uvádí, že osoba provádějící pokusy na obratlovcích musí nejprve získat osvědčení o odborné způsobilosti k navrhování pokusů, aby je mohla posléze provádět (Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb., 1992). Tento zákon se však konkrétně nevztahuje na školní pokusy. I tak to znamená, že je velice omezeno použití obratlovců pro experimenty v praktických cvičeních a nelze je tak prakticky do experimentů zařadit. V našich praktických cvičeních můžeme však libovolně pracovat s bezobratlými živočichy, s důkladným ohledem na výše uvedené zákony. Samozřejmě bychom měli znát druhy bezobratlých živočichů, které jsou chráněny zákonem CITES a vyhláškou č. 395/1992.

Další cenné informace týkající se zacházení s živočichy podle nové legislativy jsou uvedeny v knize: „Ochrana zvířat v právu” (Müllerová a Stejskal, 2013).

## 5 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část této závěrečné práce obsahuje soubor názorných protokolů (viz příloha č. 4) využitelných ve výuce předmětu Biologie na středních odborných školách i gymnáziích. Jednotlivé protokoly jsou určeny pro žáky k přímému využití v praktickém cvičení a pro učitele jsou navíc v kapitole 5.2.1 uvedeny hlavní cíle všech uvedených úloh.

Kapitola neobsahuje podrobné postupy mikroskopování a tvorby různých nativních či trvalých preparátů, protože se jedná o rozsáhlé tematické okruhy, které byly už v mnoha pracích sepsány. Taktéž zde nejsou uvedeny nejjednodušší úlohy, při kterých se pracuje (většinou jen pozoruje a popisuje) s hotovými ukázkovými materiály a preparáty, jako jsou trvalé mikroskopické řezy, vycpaní či preparování zástupci, trus, paroží atd.

Sborník praktických úloh je uspořádán do 9 tematických celků, ve kterých jsou úlohy seřazeny podle systematické úrovně jednotlivých zkoumaných živočichů. Uvedené postupy v různé míře ovlivňují životaschopnost pokusných zvířat. Z tohoto důvodu a v souladu s českou legislativou obsahuje soubor návodů jen praktická cvičení s bezobratlými (viz kapitola 4.8.3).

Školy obvykle pro demonstraci obratlovců využívají vlastní sbírky vycpaných exemplářů, lihových preparátů, trusu a lebek, kterými lze teoretickou hodinu obohatit. I tato praktická cvičení, ve kterých se žáci učí rozeznávat jednotlivé druhy obratlovců, jsou velkým přínosem pro teoretickou výuku a znalostní dovednosti žáků.

### 5.1 Členění praktické části

Jednotlivé protokoly uvedené v příloze č. 4 jsou sdruženy do následujících tematických celků: Podnět a reakce, Proměna dokonalá (*holometabolie*), Osmóza, Příjem potravy, Pozorování morfologie a anatomie trepky velké, Anatomie plžů, Morfologie a anatomie členovců, Vliv chemických látek na srdeční činnost a Let mouchy domácí.

Zpracované úlohy jsou v rámci tematických celků seřazeny systematicky podle běžně uváděného systému živočichů ve středoškolských učebnicích (viz Příloha č. 3). U každého cvičení je uvedena přibližná doba trvání pokusu a informace, zda se jedná

o žákovskou či demonstrační úlohu. Protokoly k praktickým cvičením obsahují podrobně vypsání pomůcky potřebné k provedení pokusu, vlastní postup, pozorování jevů a shrnující závěr.

Většinu praktických úloh jsem si sám vyzkoušel, abych opravdu zjistil náročnost a použitelnost uvedených postupů v hodinách praktického cvičení.

## 5.2 Výsledky práce

### 5.2.1 Témata a vymezení hlavních cílů k jednotlivým praktickým úlohám

Pro lepší orientaci učitelů ve cvičeních a pro možnou manipulaci s protokoly a jejich obsahem uvádím seznam témat s vypracovanými hlavními cíly k jednotlivým pracovním úlohám.

#### **Téma: Podnět a reakce**

**Úkol č. 1:** Pohybové reakce trepky velké (*Paramecium caudatum*).

Cíl: Žáci připravují nativní preparát a pozorují pod mikroskopem pohyby trepek jako vrozené reakce na působení nejrůznějších podnětů, například zemské tíže, dotyku, elektrického proudu, chemických látek a teploty.

**Úkol č. 2:** Reakce na světlo (pozitivní fototaxe) u znakoplavky obecné (*Notonecta blauca*).

Cíl: Žáci vizuálně pozorují vliv světla na pohybovou reakci znakoplavky obecné.

**Úkol č. 3:** Pozitivní fototaxe drobných korýšů.

Cíl: Žáci vizuálně pozorují směrový pohyb drobných korýšů za světelným podnětem.

**Úkol č. 4:** Negativní fototaxe žížaly.

Cíl: Žáci sestrojí papírovou chodbičku pro žížalu a pozorují její útekovou reakci po aplikaci světelného podnětu.



**Úkol č. 5:** Reakce na stín u larev komára.

Cíl: Žáci sledují přirozenou útekovou reakci larev komára v přítomnosti stínu predátora a následné přivykání po jeho opětovném působení.

**Úkol č. 6:** Přizpůsobivost zbarvení u kukel běláška zelného (*Pieris brasscae*).

Cíl: Žáci pozorují obranou reakci kukel běláška zelného před predátory.

**Úkol č. 7:** Instinkty larev chrostíků (*Limnophilus* sp.).

Cíl: Žáci odstraní schránky larev chrostíků a sledují opětovné instinktivní stavění z nově přiloženého materiálu.

**Téma:** Životní cyklus hmyzu

**Úkol č. 1:** Pozorování životního cyklu octomilky (*Drosophila melanogaster*).

Cíl: Žáci se seznámí s proměnou dokonalou a nedokonalou. Pozorují celý životní cyklus proměny dokonalé u octomilky.

**Téma:** Pozorování osmózy u žížal

**Úkol č. 1:** Přijímání a vydávání vody pokožkou u žížal (*Lumbricus* sp.).

Cíl: Žáci se seznámí s osmotickými ději prostřednictvím pozorování příjmu či výdeje vody pokožkou žížal v různě koncentrovaném prostředí.

**Téma:** Příjem potravy

**Úkol č. 1:** Přijímání potravy u nezmara (*Hydra spec.*).

Cíl: Žáci ve skupinách podávají nezmarům perloočky a sledují, jak je ohromí a poté pohltnou ústy do láčky.

**Úkol č. 2:** Přijímání potravy u plžů (*Helix pomatia*).

Cíl: Žáci připraví kašovitou potravu, kterou následně podávají plžům a pozorují ústní otvor s horní čelistí a jazýčkem.

**Téma:** Pozorování morfologie a anatomie trepky velké

**Úkol č. 1:** Pozorování trepky velké (*Paramecium caudatum*) a jejích organel pomocí vitálního barvení.

Cíl: Žáci připraví nativní preparát s trepkou. Pomocí roztoků postupně barví jednotlivé organely, které pak pozorují pod mikroskopem.

**Téma:** Anatomie plžů (*Gastropoda*)

**Úkol č. 1:** Pozorování anatomie plžů (*Gastropoda*).

Cíl: Žáci pozorují postupnou pitvu plže a seznamují se s jednotlivými orgány, které jsou typické pro tuto třídu bezobratlých.

**Téma:** Morfologie a anatomie členovců

**Úkol č. 1:** Pozorování morfologie a anatomie hrotnatky obecné (*Daphnia pulex*).

Cíl: Žáci samostatně zhotoví preparát s hrotnatkou a pozorují pod mikroskopem její tělní stavbu, vnější a vnitřní orgány.

**Úkol č. 2:** Pozorování morfologie a anatomie buchanky (*Cyclops* sp.).

Cíl: Žáci zhotoví preparát s buchankou a pozorují pod mikroskopem její tělní stavbu, vnější a vnitřní orgány.

**Úkol č. 3:** Pozorování morfologie a anatomie švába amerického (*Periplaneta americana*).

Cíl: Žáci samostatně provádí pitvu švába, pozorují pod mikroskopem tělní stavbu, ústní ústrojí, křídla a nohy. V průběhu pitvy odhalí vnitřní orgány, s kterými se postupně seznámí.

**Téma:** Vliv chemických látek na srdeční činnost hrotnatek

**Úkol č. 1:** Účinek etanolu a nikotinu na srdeční činnost hrotnatky obecné (*Daphnia pulex*).

Cíl: Žáci zhotoví nativní preparáty s hrotnatkami. Pozorují a srovnávají normální srdeční činnost se srdeční činností ovlivněnou etanolem a tabákem.

**Téma:** Let mouchy domácí (*Musca domestica*)

**Úkol č. 1:** Funkce receptorů na tykadlech.

Cíl: Žáci se seznamují s funkcemi receptorů na tykadlech a sledují normální let a let u mouchy se slepenými tykadly.

**Úkol č. 2:** Funkce kyvadélek (*haltery*).

Cíl: Žáci se seznamují s funkcemi kyvadélek u dvoukřídých. Sledují letecké schopnosti much s ustřiženými kyvadélky.

### **5.2.2 Vzorové návrhy protokolů**

Do této kapitoly jsem vybral dva vzorové návrhy protokolů ze zpracovaného sborníku, který je obsažen v příloze č. 4.

Uvedené návrhy protokolů je možno přímo předložit žákům k seznámení s problematikou témat a k následné individuální nebo skupinové práci. Každé téma obsahuje stručnou teorii k řešené problematice, za ni následují systematicky seřazené úlohy (vždy pro každý tematický celek zvlášť). Protokoly obsahují název cvičení, druh provedení, dobu trvání, potřebné materiály a pomůcky, vlastní postup, pozorování a závěr.

## Praktické cvičení ze zoologie č. 2

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Životní cyklus hmyzu

**Teorie:** Proměna dokonalá (*holometabolie*)

Hmyz s proměnou dokonalou zahrnuje přibližně 850 000 druhů z jedenácti řádů hmyzu. Mezi *holometabola* patří *Coleoptera* (brouci), *Hymenoptera* (blanokřídli), *Diptera* (dvoukřídli), *Lepidoptera* (motýli), *Neuroptera* (sít'okřídli), *Megaloptera* (střechatky), *Raphidioptera* (dlouhošijky), *Trichoptera* (chrostíci), *Mecoptera* (srpice), *Siphonaptera* (blechy) a *Strepsiptera* (řásnokřídli).

Životní cyklus těchto řádů hmyzu je rozdělen do odlišných vývojových stádií. Z vajíček se líhnou larvy nebo housenky, které se dospělým jedincům vůbec nepodobají, a to ani tvarem a ani vzhledem. Larvy rostou, několikrát se svlékají a nakonec se promění v kuklu. Uvnitř kukly se reorganizuje celé tělo, tak se z larvy může vylíhnout okřídlený dospělý jedinec. Tento typ životního cyklu umožňuje larvě specializovat se na výživu a imagu (dospělci) na rozmnožování a hledání nového teritoria (Wiegmann a kol, 2009).

Proměna nedokonalá (*hemimetabolie*) je naopak plynulý vývoj mnoha stádií, které se stále více podobají dospělci. Je to životní cyklus původního primitivnějšího hmyzu a nachází se u *Orthoptera* (rovnokřídli), *Blattodea* (švábi), *Isoptera* (termity), *Ephemeroptera* (jepice), *Odonata* (vážky) a *Heteroptera* (ploštice). Všechna stadia nymf se velice podobají, avšak dospělý jedinec má křídla a je pohlavně zralý (Jelínek a Zicháček, 2014).

**Úkol č. 1:** Pozorování životního cyklu octomilky (*Drosophila melanogaster*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 až 15 dnů (pro celý životní cyklus)

**Materiál a pomůcky:**

Láhev (300 ml), zralé ovoce, nálevka, vata, octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*).

**Postup a pozorování:**

Na dno sklenice dáme kousek zralého ovoce a do hrdla nálevku. Takto připravenou sklenici necháme ve venkovním prostředí. Po chvíli se začnou octomilky shromažďovat kolem sklenice a lézt nálevkou dovnitř. Nálevka slouží k zamezení úniku octomilek ze sklenice. Počet chycených octomilek musí být minimálně šest, aby se zvýšila pravděpodobnost přítomnosti obou pohlaví. Po nachytání uzavřeme hrdlo sklenice vatou. Po naklazení vajíček se za dva až tři dny vylíhnou larvy, které budou pět až deset dní požírat ovoce až do zakuklení. Noví dospělci se vylíhnou za čtyři až pět dnů. Po odebrání dospělců se může celý cyklus zopakovat.

Již při lákání octomilek můžeme rozeznat pohlaví. Samičky jsou větší, zavalitější a samečci mají konec zadečku černý.

Larvy je možné po celý jejich vývoj vidět jak požírají ovoce, ale před kuklením začnou lézt po stěně sklenice, kde se posléze zakuklí. Po vylíhnutí kukel pozorujeme novou generaci octomilek.

**Závěr:**

Během několika dnů můžeme pozorovat celý cyklus proměny dokonalé u octomilky obecné, a to od nachytaných dospělců přes larvy, kukly až po novou generaci (Unesco, 1971).

## Praktické cvičení ze zoologie č. 7

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Morfologie a anatomie členovců

### Teorie:

Tělo většiny členovců můžeme rozlišit na hlavu (*cephalon*), hruď (*thorax*) a zadeček (*abdomen*). Členovci mají vytvořen vnější opěrný systém, tvořený chitinovou kutikulou. Aby byl umožněn pohyb, jsou jednotlivé tělní články i články končetin spojeny tenkou blankou. Protože krunýř brání v růstu, je během života několikrát svlékán a nahrazován. Kutikula krunýře je pro vzduch neprostupná, proto mají všichni členovci různě upravené dýchací orgány (žábry, plicní vaky, vzdušnice; Jelínek a Zicháček, 2014).

(Vzhledem k odlišnosti anatomie a morfologie jednotlivých členovců je podrobná teorie vztahující se na konkrétní příklady uvedena níže v sekci postup a pozorování.)

**Úkol č. 3:** Pozorování morfologie a anatomie švába amerického (*Periplaneta americana*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 60 minut

### Materiál a pomůcky:

Petriho miska, voda, preparační souprava (žiletka, preparační jehla, kapátko, pinzeta, nůžky), špendlíky, chloroform, preparační mikroskop, šváb americký (*Periplaneta americana*).

### Postup a pozorování:

Učitel před zahájením pokusu usmrtí švába chloroformem. Nejprve pozorujeme jednotlivé části těla švába, poté odstříhneme křídla, končetiny a hlavu.

Švába s odstřiženými křídly položíme na pitevní misku hřbetem vzhůru, upevníme jej pomocí špendlíků, trochu přelijeme vodou a provedeme stříhy po obou stranách zadečku až k hlavě. Odstřižené tergity (hřbetní destičky tělních článků) opatrně odstraníme pinzetou a žiletkou. Objeví se bílá hmota – tukové těleso (*corpus adiposum*),

které odstraníme. Poté pozorujeme jednotlivé vnitřní orgány pod preparačním mikroskopem.

U švába nacházíme všechny charakteristické znaky hmyzu. Tělo je zřetelně členěno na hlavu (*caput*), hrud' (*thorax*) a zadeček (*abdomen*), 1 pár tykadel, 2 páry křídel a 3 páry nohou (obr. 1).

Na hlavě, před velkýma složenýma očima, vyrůstá pár dlouhých tykadel (*antény*). První a druhý článek tykadel (*scapus* a *pedicellus*) jsou velké. Ostatní články jsou malé a tvoří dlouhý bičík (*flagellum*). Ústní ústrojí je tvořeno nepárovým svrchním pyskem, párem mohutných kusadel, párem čelistí s článkovanými makadly a nepárovým spodním pyskem (obr. 2 A, B, C, D).

Hrud' se skládá ze tří přibližně stejně velkých článků: předohruď (*prothorax*), středohruď (*mesothorax*) a zadohruď (*metathorax*). Hřbetní štít středohruď a zadohruď je u dospělých jedinců obou pohlaví překryt kožovitými křídly.

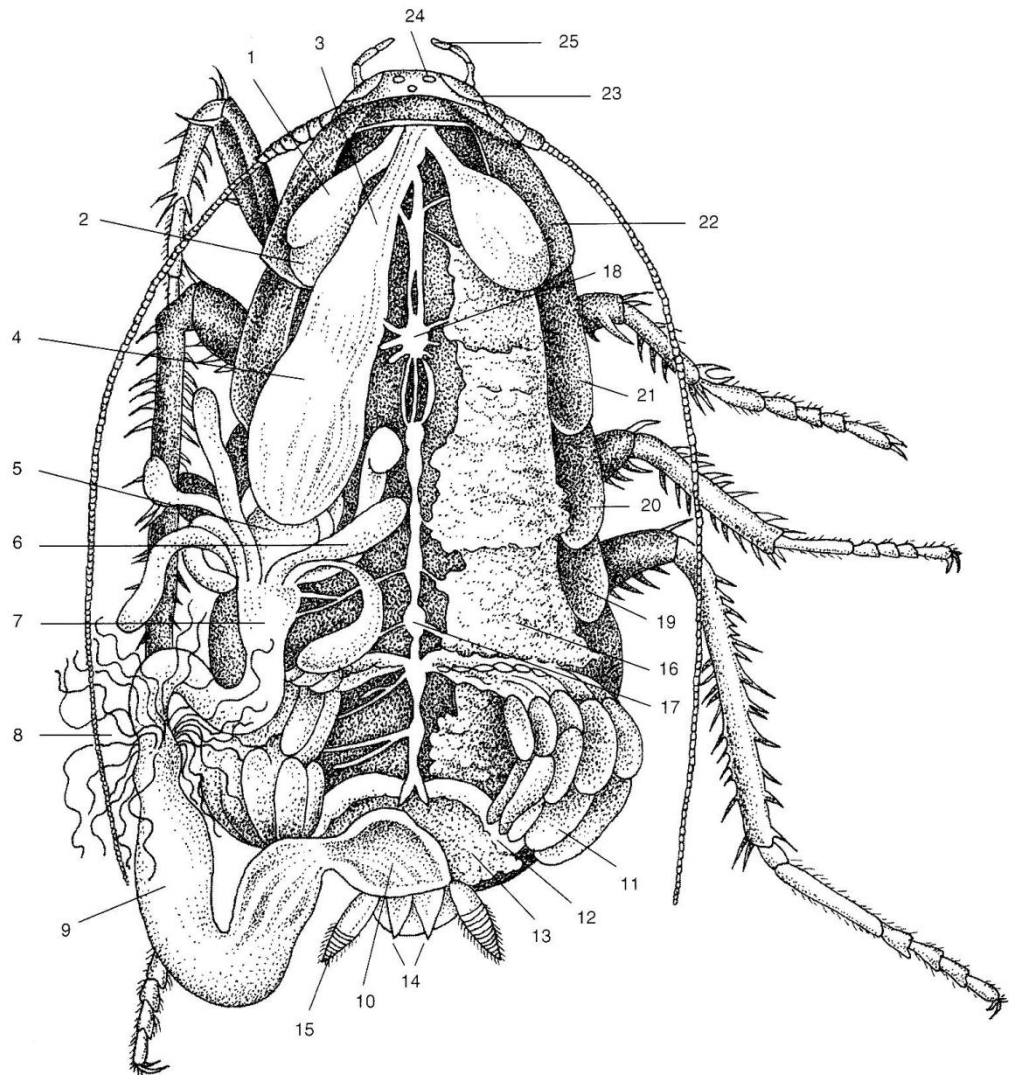
Na křídle je pět podélně rozvětvených žilek, které jsou s malými změnami charakteristické i pro křídla ostatních zástupců křídlatého hmyzu. Jedná se o žilku krajovou (*costa*, C), příkrajní (*subcosta*, Sc), vřetenní (*radius*, R), středovou (*media*, M) loketní (*cubitus*, Cu) a anální (*anale*, An; obr. 2 E). U některých zástupců hmyzu mohou některé žilky druhotně chybět, nebo jsou srostlé.

Na boční části všech tří článků hrudi je pár kráčivých noh. Noha švába i většiny ostatních zástupců hmyzu se skládá z pěti částí. Směrem od těla se nachází kyčel, příkyčlí, stehno, holeň a chodidlo tvořené pěti články. Na posledním článku jsou většinou dva drápky a na spodní straně chodidla švába je mezi drápkami přísavný polštářek (obr. 2 F).

Zadeček je tvořen celkem jedenácti články, poslední jsou vždy přeměněny a mají pohlavní funkci. Samci mají na konci zadečku dva páry přívěsků končetinového původu, ale samice pouze jeden.

Uvnitř švába nalezneme na odstřižených tergitech přichycené trubcovité srdce s aortou. Ve vzniklém otvoru v tělní stěně spatříme bílou hmotu – tukové těleso (*corpus adiposum*), které překrývá vnitřní orgány. Po odstranění tukového tělesa si všimneme soustavy trávicí. Ta začíná jícnem s dvěma slinnými žlázami. Za jícnem následuje vole opředené vzdušnicemi (*trachea*), žvýkací žaludek, na jehož konci jsou rozvětvena slepá střeva. Trávicí trubice pokračuje žaludkem, na jehož konci ústí do střeva Malpighiho trubice, které mají vylučovací funkci. Trávicí soustava končí střevem a konečníkem. Po stranách trávicí trubice se nacházejí pohlavní orgány, vaječníky nebo varlata. Po

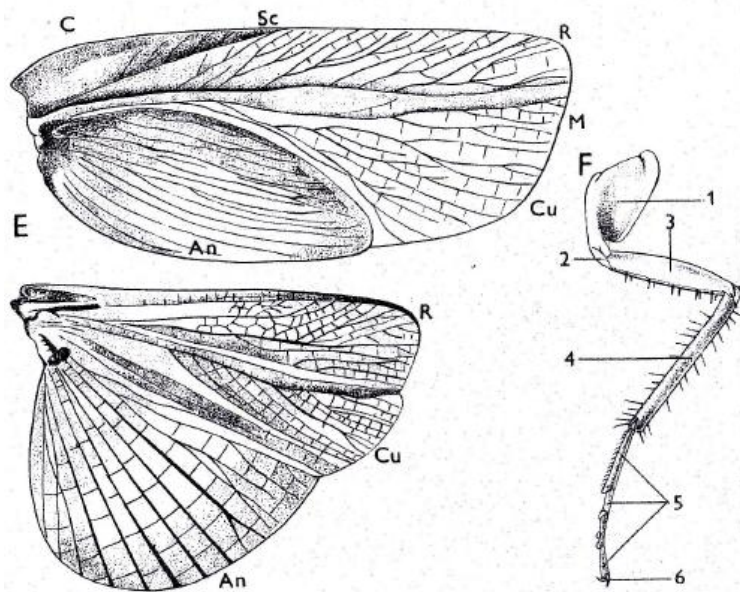
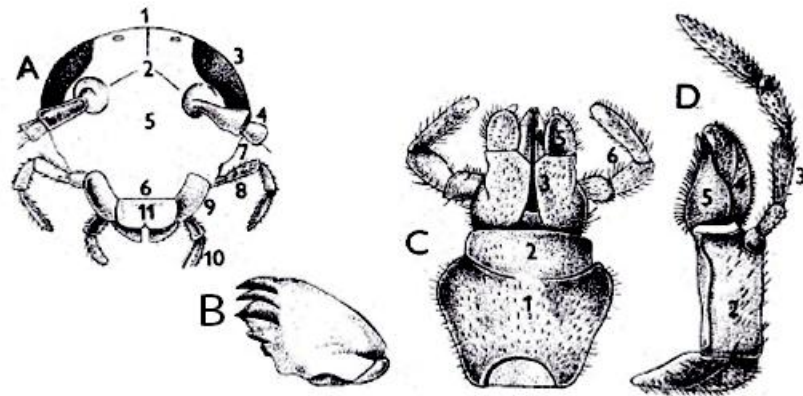
odpreparování trávicí soustavy, tukového tělesa a pohlavních orgánů uvidíme v ose těla bílou vláknitou strukturu čili břišní nervovou pásku (obr. 1; Boháč a kol., 1984).



Obr. 1 *Anatomie švába, samice:*

1 slinná žláza, 2 rezervoár slinné žlázy, 3 jícen, 4 vole se vzdušnicemi, 5 žvýkací žaludek, 6 slepé výběžky střeva, 7 žaludek, 8 Malpighiho trubice, 9 střevo, 10 konečník, 11 vaječníky, 12 vejcovod, 13 přídatné žlázy, 14 chlopně, 15 cerky, 16 tukové těleso, 17 břišní nervová páska, 18 hrudní nervová uzlina, 19 první zadečkový štítek, 20 štít zadohrudi, 22 štít předohrudi, 23 složené oko, 24 očko, 25 čelistní makadlo (upraveno podle Jelínek a Zicháček, 2014).





Obr. 2 Morfologie švába:

A) hlava (pohled shora)

1 temeno, 2 temenní šev, 3 složené oko, 4 tykadlo, 5 čelo, 6 čelní štítek, 7 lice, 8 čelistní makadlo, 9 kusadlo, 10 makadlo spodního pysku, 11 svrchní pysk

Části ústrojí kousacího

B) kusadlo

C) spodní pysk

1 podbradek, 2 brada, 3 ret, 4 jazýček, 5 vnější dáseň, 6 makadlo

D) čelist

1 čep, 2 kmen, 3 makadlo, 4 vnější sanice, 5 vnitřní sanice

E) křídlo prvního a druhého páru

*C* krajová žilka, *Sc* příkrajní žilka, *R* vřetenní žilka, *M* středová žilka, *Cu* loketní žilka, *An* anální žilka

*F*) zadní noha

*1* kyčel, *2* příkyčlí, *3* stehno, *4* holeň, *5* chodidlo, *6* drápky

(upraveno podle Boháč a kol., 1984).

### **Závěr:**

Švábi jsou považováni za nejpůvodnější skupinu křídlatého hmyzu. Tato skupina se prakticky od karbonu prvohor, kdy se na Zemi objevila, příliš nezměnila. Při demonstracích se běžně švábi používají jako základní zástupci hmyzu (Boháč a kol., 1984).

## 6 DISKUZE

Hlavní snahou této práce bylo sestavit soubor návrhů praktických úloh ze zoologie, které by mohly usnadnit práci učitelů v hodinách biologie a které by žákům poskytly lepší pochopení probíraného učiva a prohloubily tak jejich vědomosti a dovednosti. V práci byly upraveny a částečně nahrazeny postupy ze starších sborníků, které už nejsou prakticky k dispozici ani v knihovnách. Novodobé středoškolské učebnice zabývající se pozorováními a pokusy ze zoologie neexistují nebo nejsou úplné, nepokrývají veškerou zoologickou látku. Navíc často nerespektují pravidla bezpečnosti práce s chemickými látkami ani pravidla nakládání s živými organismy vycházejících z nových zákonů.

Z množství prohlédnuté a pročtené literatury bych doporučil jako další vzorový materiál pro tvorbu praktických úloh učebnici: „Biologie pro gymnázia” (Jelínek a Zicháček, 2014), se kterou jsem se setkal při dokončování této práce. Tato učebnice má z mého pohledu asi nejpropracovanější a dobře seřazené úlohy, i když je třeba u některých úloh, obzvláště s obratlovci, respektovat zákonné předpisy.

Rozbor hodinové dotace předmětu Biologie a zařazování praktických cvičení na středních odborných školách a jednom gymnáziu kraje Vysočina uvedených v kap. 4.7 naznačuje, že relativně hodně vyučovaných hodin biologie a zařazených praktických cvičení během týdne (Tab. I) vytváří potřebu odborného textu zaměřeného na praktická cvičení ze zoologie.

Podrobně rozepsaná legislativa České republiky související s problematikou práce s chemickými látkami a živými organismy uvedená v kap. 4.8 a vysvětlení pojmu živočich podle znění jednotlivých právních předpisů (kap. 4.8.3) nedovolují používat obratlovce pro experimentální pokusy v praktických úlohách, s výjimkou laboratorních, kteří jsou pro tyto účely přímo určeni. Ale pro jejich možné využití v experimentech jsou zapotřebí další povolení a školení. Zákony se ale nezabývají bezobratlými živočichy (kromě zákona CITES a vyhlášky č. 395/1992 zabývající se ochranou ohrožených živočišných i rostlinných druhů). Z tohoto důvodu uvádím do protokolů pouze experimenty s bezobratlými živočichy.

Pracovní protokoly neobsahují postupy, při kterých se pouze pozorují různí preparovaní či vycpaní jedinci, kteří se malují a popisují, protože se nejedná o přímou manipulaci s bezobratlými živočichy. Z podobného důvodu neuvádím ani pozorování

trvalých mikroskopických preparátů a nezařazují obecnou kapitolu o mikroskopování, protože již existuje velké množství prací, které obsahují podrobně rozepsané mikroskopovací techniky, tvorbu mikroskopických preparátů, barvení trvalých preparátů a jejich pozorování. Jedná se tedy o další rozsáhlou oblast, která už byla několikrát zpracována.

V praktické části jsem se pokusil využít co nejvíce dostupných a všeobecně známých živočišných druhů. Mou snahou bylo, aby jednotlivé úlohy nebyly složité na přípravu a náročné na potřebné pomůcky, protože každá škola nemusí vlastnit složité laboratorní aparatury, přístroje a množství nejrůznějších chemikálií.

Některé úlohy skrývají různé úskalí. Během cvičení se mohou objevit problémy zamezující správné vykonání pracovního postupu a dosažení očekávaných výsledků. Doba pracovního postupu se může velmi prodloužit nebo naopak urychlit dřívější zkušeností, spoluprací a motivací žáků. Z pohledu časové i manuální náročnosti je nejobtížnější úloha, ve které se pozorují vitálně obarvené orgány trepky a pozorování morfologie, anatomie švába amerického.

Vzhledem k časovému omezení a rozsahu této práce není výčet praktických úloh vyčerpávající, nicméně pokrývá pozorování základních zástupců bezobratlých. Uvedená cvičení je možno přímo použít ve výuce, modifikovat je nebo je přidružit k jiným úlohám.

Sborník pracovních úloh a v něm uvedené protokoly mají značné využití jako vzorový materiál, mohou velmi usnadnit práci hlavně začínajícím učitelům, kteří nemají s tvorbou praktických cvičení velké zkušenosti. Dalším pozitivem může být, že tato práce bude sloužit jako výukový materiál pro studenty oboru učitelství biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v předmětu Biologické školní pokusy.

Mým doporučením pro pedagogickou praxi je častější zařazování praktických cvičení do běžné výuky na středních odborných školách i gymnáziích, a tím obohacení někdy těžko představitelné teorie. Pomocí praktických úloh žáci lépe pochopí probírané učivo, naučí se samostatné činnosti a naopak i spolupráci. Žáci jsou nuceni přemýšlet nad problematikou, zpracovávat postupy, vyhodnocovat výsledky, závěry, a tím mohou prohlubovat své znalosti a dovednosti.

## 7 ZÁVĚR

Práce vznikla kvůli nedostatku novodobých a podle nové legislativy platných návodů k praktickým úlohám ze zoologie využitelných v hodinách biologie na středních školách.

Ve shodě s hlavním cílem v úvodu této práce byly seskupeny návrhy protokolů k praktickým cvičením ze zoologie v souladu s legislativní ochranou pokusných živočichů.

V souladu s cíli v teoretické části byla vyzdvížena potřeba praktických cvičení v hodinách biologie na středních odborných školách a gymnáziích. Pomocí literárních zdrojů byly shrnuty informace o zákonném zacházení s živočišným materiálem, které mohou značně usnadnit, hlavně začínajícím učitelům, manipulaci s živočichy v průběhu praktických cvičení. Cenné informace o zacházení s živočišným materiálem obsahuje kapitola, ve které jsou uvedeny nejdůležitější právní předpisy České republiky. Dalším naplněným cílem je rozbor hodinové dotace předmětu Biologie a přidružených praktických cvičení na středních odborných školách a jednoho gymnázia kraje Vysočina.

V praktické části byly naplněny cíle zaměřené na vypracování souboru upravených a částečně nahrazených pracovních postupů pro výuku zoologie vyučované na středních odborných školách či gymnáziích v rámci předmětu Biologie. Pro snazší orientaci učitelů v protokolech byly vymezeny hlavní výukové cíle pro všechny uvedené úlohy. Po dokončení a zveřejnění této práce bude soubor navržených pracovních postupů sloužit jako vzorový výukový materiál pro studenty oboru učitelství biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Tato práce je přínosem hlavně pro začínající středoškolské učitele, kteří teprve získávají zkušenosti s teoretickou výukou i s tvorbou praktických cvičení. Praktická část může posloužit jako předloha, pro tvorbu nových praktických cvičení nebo pro přímé použití uvedených postupů. Nemalým přínosem je také jak uvedená legislativa týkající se zacházení s živočišným materiálem během školních pokusů, tak i rozbor hodinové dotace na středních školách kraje Vysočina.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMANN, A. *Metody a zásady ve výuce biologie*. SPN, Praha, 1975, 288 s.

BAER, H., W. *Biologické pokusy ve škole*. SPN, Praha, 1968, 241 s.

BERGER, J., PETRÁSEK, R., a ŠIMEK, V. *Fyziologie člověka a živočichů*. Tobiáš, Havlíčkův Brod, 1995, 184s. ISBN 80-85808-33-1.

BERGER, J. *Systematická zoologie*. Tobiáš, Havlíčkův Brod, 1997, 223s.

BIGELOW, B. C., KATHLEEN E. J. *The UXL Encyclopedia of Drugs & Addictive Substances*. 1. vyd. Thomson-Gale, 2006, 900 s. ISBN 1-4144-0444-1.

BOHÁČ, D. a kol. *Cvičení z biologie pro 2. ročník gymnázia*. SPN, Praha, 1984.

BOHÁČ, I. *Cvičení z biologie I*. SPN, Praha, 1983, 126 s.

ČADÍLEK, M., LOVEČEK, A. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Masarykova univerzita, 2005, 175s.

DAMOHORSKÝ, M. *Právo životního prostředí*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007, 385 s. ISBN 978-80-7179-498-1.

HANGOVERS, B. *Understanding alcohol's impact on your health*. NIH Publication, 2010, 26 s. No. 15-7604.

HLAŽO, P., HORÁČKOVÁ, M., DANIELOVÁ, L. *Pedagogická praxe*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 97 s. ISBN 978-80-7375-768-6.

JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro střední školy gymnaziálního typu*. Olomouc: FIN, 1996, 415 s. ISBN 80-86002-01-2.

JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia*. Olomouc: Olomoucké nakladatelství, 2014, 579 s. ISBN 978-80-7182-338-4.

KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002, 448 s. ISBN 80-7178-253-X.

KELLNEROVÁ, D. *Chov zvířat ve školách*. Brno: Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání, 2013, ISBN 978-80-87604-57-1.

KLUSOŇOVÁ, H., LENČO, J. *Praktická cvičení a otázky ze základů cytologie a genetiky*, 3. vydání. Praha 1: Karolinum, 2006, 60 s. ISBN 80-246-1211-9.

MALACH, J., *Základy didaktiky*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003, 182 s. ISBN 80-7042-266-1.

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

MOORE, J. *An introduction to the invertebrates*, 2. vyd. Cambridge university press, 2001, 2006, 207 s. ISBN 978-0-521-85736-9.

MÜLLEROVÁ, H., STEJSKAL, V. *Ochrana zvířat v právu*. 2013, 490 s. ISBN 978-80-200-2317-9.

OURODA, S. *Oborová didaktika*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 118 s. ISBN 80-7157-477-5.

PAVLASOVÁ, L. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, 2014, 60 s. ISBN 978-80-7290-643-7.

PODROUŽEK, L. *Přírodovědné experimenty a pozorování jako prostředek rozvoje myšlení žáků primární školy*. Pedagogické rozhledy, 2003, roč. 12, č. 4, s. 26–29.

ŘEHÁK, B. *Vyučování biologií*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967, 296 s.

SEDLÁK, E. *Zoologie bezobratlých*. Brno: Masarykova univerzita, 2006, 337 s.  
ISBN 80-210-2892-0.

UNESCO (kolektiv prac.) 1971: *Základy přírodních věd v pokusech*. Státní pedagogické nakladatelství.

VÁCHA, M. A KOL. *Srovnávací fyziologie živočichů*. Brno: Masarykova univerzita, 2004, 165 s. ISBN 80-210-3379-7.

WIEGMANN, M. B., KIM, J., TRAUTWEIN, D. M. *Holometabolous insects (Holometabola). The Timetree of life*. Oxford University Press, 2009, 260-263 s.

WILLMER, P., STONE, G., JOHNSTON, I. *Environmental Physiology of Animals*. 2000, 644 s. ISBN 0-632-03517-X.

VOJTEK, J. A VOJTKOVÁ, L. *Úvod do zoologie bezobratlých*. Brno: Rektorát UJEP, 1989, ISBN 80-210-0034-1.

ZAJÍČEK, J. a BENEŠ, P. *Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií*. Praha: Fortuna, 2001, 64 s. ISBN 80-7168-777-4.

ŽDÁREK, J. *Neobvyklá setkání*. Praha: Panorama, 1981, 299 s.



## **Internetové zdroje**

**Bezpečnost práce** [online]. 2015[cit. 2015-2-11]. Dostupné z:

<http://www.gsos.cz/man/chem/pk.Z-LP1-1-Bezpecnost.pdf>

**Učební plán Zdravotní asistent** [online]. 2010 [cit. 2015-2-11]. Dostupné z:

<http://www.szsodar.cz/szs/ucebni-plan-zdravotnicky-asistent>

**Učební plán Zdravotnické lyceum** [online]. 2010 [cit. 2015-6-11]. Dostupné z:

<http://www.szsodar.cz/szs/ucebni-plan-zdravotnicke-lyceum>

**RVP Ekologie a životní prostředí** [online]. 2008 [cit. 2015-2-10]. Dostupné z:

<http://farmeko.cz/uploaded/Dokumenty/8-a%29-rvp-ekologie-a-zivotni-prostredi.pdf>

**RVP Zdravotní asistent** [online]. 2009 [cit. 2015-2-10]. Dostupné z:

<http://farmeko.cz/uploaded/Dokumenty/8-a%29-rvp--laboratorni-asistent.pdf>

**ŠVP Ekologie a životní prostředí** [online]. [cit. 2015-2-11]. Dostupné z:

<https://drive.google.com/file/d/0BybBAVzypEaFeVI0dkhfNFN1U1E/view?pli=1>

**ŠVP Zahradnictví** [online]. [cit. 2015-5-12]. Dostupné z:

<https://drive.google.com/file/d/0BybBAVzypEaFWXRjSUtVc09TSIE/view?pli=1>

**Učební plán Obchodní akademie** [online]. [cit. 2015-5-12]. Dostupné z:

<http://www.oahshb.cz/sqlcache/obchodni-akademie-od-1-9-2014.pdf>

**ŠVP Gymnázium VM** [online]. 2010 [cit. 2015-5-12]. Dostupné z:

<http://mail.gvm.cz/svp-vg/>

**ŠVP Agropodnikání** [online]. 2009 [cit. 2015-3-11]. Dostupné z:

[http://www.szstrebic.cz/pluginfile.php/4806/mod\\_page/content/4/SVP\\_AGRO\\_verze01.pdf](http://www.szstrebic.cz/pluginfile.php/4806/mod_page/content/4/SVP_AGRO_verze01.pdf)

**ŠVP Veterinářství** [online]. 2009 [cit. 2015-3-11]. Dostupné z:

[http://www.szstrebic.cz/pluginfile.php/4806/mod\\_page/content/4/SVP\\_VETE\\_verze01.pdf](http://www.szstrebic.cz/pluginfile.php/4806/mod_page/content/4/SVP_VETE_verze01.pdf)

**Občanský zákoník č. 89/2012 Sb.** [online]. 2012 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z:

<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>

**Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb.** [online]. 1992 [cit. 2015-22-

11]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-246>

**Anatomie a pitva plžů** [online]. 2010 [cit. 2015-23-11]. Dostupné z:

[http://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Bi8008/Anatomie\\_a\\_pitva\\_plzu\\_2010.pdf](http://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Bi8008/Anatomie_a_pitva_plzu_2010.pdf)

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1; 8 Anatomie švába obecného, samice

Obr. 2; 9 Morfologie švába obecného

Obr. 3 Trepka Velká (*Paramecium caudatum*)

Obr. 4 Celková anatomie hlemýždě

Obr. 5 Anatomie hlemýždě (*Helix pomatia*)

Obr. 6 Hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*), samice

Obr. 7 Buchanka (*Macrocylops albidus*), samice

## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Bezpečnost práce

Příloha č. 2 §15 Ochrana pokusných zvířat

Příloha č. 3 Systém živočichů

Příloha č. 4 Návrhy protokolů k praktickým cvičením

### Bezpečnost práce

Při práci v laboratořích je nutno:

- 1) dodržovat laboratorní řád, který musí být vždy vyvěšen přímo v laboratoři,
- 2) dbát pokynů vyučujícího a dodržovat postup práce uvedený v návodu,
- 3) seznámit všechny žáky s obsahem a umístěním lékárničky, hasicího přístroje a s důležitými telefonními čísly,
- 4) při zahřívání držet ústí nádob směrem od sebe a jiných spolužáků,
- 5) potvrdit podpisem žáků do třídní knihy, že byli poučeni o bezpečnosti práce v laboratoři.
- 6) Cizím osobám je vstup do laboratoře přísně zakázán (Bezpečnost práce, 2015).

V laboratoři musí žáci dodržovat následující laboratorní řád:

- 1) Do laboratoře se vstupuje jen se souhlasem vyučujícího a ve vhodném pracovním oděvu.
- 2) Před začátkem vlastní práce se žáci seznámí s pracovním postupem a během práce je nutno jej dodržovat. Je dovoleno provádět pouze práce, které jsou nařízeny a povoleny vyučujícím a jsou pod jeho dohledem.
- 3) Před začátkem vlastní práce je třeba zkontrolovat stav pracoviště, pracovních pomůcek a všech přístrojů. Veškeré závady a nedostatky zjištěné i během vyučování jsou žáci povinni nahlásit svému vyučujícímu.
- 4) Se zařízením učebny, pomůckami, laboratorním sklem a přístroji se musí zacházet opatrně a šetrně podle pokynů vyučujícího.
- 5) V učebně je zakázáno jíst a pít. Přecházení bez povolení vyučujícího na jiné pracovní místo je přísně zakázáno.
- 6) Na pracovišti se udržuje pořádek a čistota, žáci by se měli chovat ukázněně, pracovat soustředěně podle návodu a pokynů vyučujícího a používat potřebné osobní ochranné pracovní prostředky na ochranu svého života a zdraví. Průběh prováděného praktického cvičení se sleduje a je o něm veden písemný záznam.

- 7) Je důležité nenechávat zapálené kahany bez dozoru, a prošlehne-li plamen kahanem dovnitř, nebo dojde-li k šlehnutí plamene, okamžitě se musí uzavřít přívod plynu.
- 8) Nikdy se nesmí pipetovat ústy koncentrované žíravé, toxické a vysoce toxické látky. Chemické látky nemísitelné s vodou, nezředěné žíravé látky a látky toxické je zakázáno vylévat do odpadu a při manipulaci s nimi se musí používat osobní ochranné pracovní prostředky.
- 9) Každou mimořádnou událost, jako je vysypání či vylití chemické látky, zasažení očí a kůže, požití, nadýchání, úraz aj., je nutno okamžitě hlásit vyučujícímu, který zajistí potřebná opatření, včetně poskytnutí první pomoci a přivolání záchranné zdravotnické služby.
- 10) Veškeré operace, při nichž dochází k úniku zdraví škodlivých plynů a prachu, se musí provádět v digestoři.
- 11) Po skončení práce žáci použité pomůcky omyjí a umístí na stanovené místo, uklidí pracoviště, vypnou elektrické přístroje, uzavřou plynové uzávěry a okna, nepoužité chemikálie vrátí vyučujícímu k uložení. Před odchodem je povinností všech umýt si ruce mýdlem.
- 12) Služba je povinna smazat tabuli, z učebny žáci odchází opět jen se svolením vyučujícího.
- 13) O každém kroku během praktického cvičení si žáci vedou přehledný protokol (Bezpečnost práce, 2015).

## §15 Ochrana pokusných zvířat

***„Pokusy na zvířatech lze provádět pouze za účelem:***

- a) odvrácení nebo prevence nemocí, zdravotních poruch a jiných anomálií nebo jejich následků u člověka, zvířat nebo rostlin, včetně výroby a zkoušení jakosti, účinnosti a neškodnosti léčiv, látek nebo výrobků,*
- b) provádění diagnostiky nebo léčby onemocnění, zdravotních poruch nebo jiných anomálií a jejich následků u člověka, zvířat nebo rostlin,*
- c) zjišťování, vyhodnocování, řízení nebo modifikace fyziologických stavů u člověka, zvířat nebo rostlin,*
- d) ochrany životního prostředí v zájmu zdraví nebo dobrých životních podmínek lidí anebo zvířat,*
- e) provádění výuky, pokud účelu nelze dosáhnout jinak,***
- f) zachování nebo rozmnožování živého materiálu pro vědecké účely,*
- g) provádění vědeckého výzkumu,*
- h) konání soudního řízení.*

*(2) Pokusy smí provádět jen osoba provozující uživatelské zařízení, které bylo ministerstvem uděleno oprávnění (dále jen „akreditace“), má potřebné odborně způsobilé osoby a vybavení vyhovující pro příslušný druh a množství pokusných zvířat.*

*(3) Provádění pokusů lze povolit pouze po ověření, že při současném stavu nelze potřebné poznatky získat jinými metodami nebo postupem a předpokládaná bolest, utrpení nebo poškození pokusných zvířat je s ohledem na cíl pokusů eticky opodstatněna.*

*(4) Pokusy musejí být prováděny přednostně na zvířatech k těmto účelům chovaným, odpovídajících kvalitou, definovaných a standardizovaných z hlediska genetického, zdravotního stavu a podmínek jejich životního prostředí. Toulavá a opuštěná zvířata nesmějí být k pokusům používána.*

*(5) Provádět na zvířatech pokusy za účelem vývoje nebo zkoušení zbraní, bojových látek nebo munice a k nim příslušných zařízení je zakázáno.*

*(6) Provádět na zvířatech pokusy za účelem vývoje nebo zkoušení kosmetických prostředků, jejich prototypů, ingrediencí nebo kombinací ingrediencí je zakázáno.*

*(7) Je zakázáno provádět pokusy na zvířeti, které je považováno za jedince zvláště chráněného druhu, nebo zvíře ohroženého druhu, s výjimkou výjimečného případu, kdy jsou pokusy prováděny v souladu s tímto zákonem a slouží*

*a) zoologickému badatelskému výzkumu sledujícímu zachování tohoto zvláště chráněného druhu, nebo*

*b) biomedicínskému badatelskému výzkumu, za podmínky, že užití příslušného zvláště chráněného druhu je nezbytným předpokladem pro provedení daného výzkumu.*

*(8) Za pokusy na zvířeti se nepovažují biologické testace sledující vliv změny jednotlivých složek krmné dávky, nebo srovnávací pokusy různých skupin zvířat a pokusy sledující výtěžnost zvířat, prováděné podle zvláštního právního předpisu, při kterých je sledována během života v obvyklých podmínkách chovu pouze hmotnost zvířat, nejsou omezovány jejich fyziologické funkce nebo biologické potřeby a neprovádí se krvavé nebo jinak bolestivé zákroky” (Zákon na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb., 1992).*



## System živočichů

Pro snadnou orientaci ve sborníku přikládám systém živočichů, podle kterého jsem v rámci jednotlivých témat seřadil všechny uvedené úlohy. Jde o systém, který je běžně uváděný ve středoškolských učebnicích zoologie, např. v učebnici „Biologie pro gymnázia” (Jelínek a Zicháček, 2014).

**Říše:** **CHROMISTA (CHROMISTA)**

Kmen: Chromofyta (*Chromophyta*)

Třída: Zlativky (*Chrysophyceae*)

Třída: Rozsivky (*Bacillariophyceae*)

Třída: Hnědé řasy (*Phaeophyceae*)

Kmen: Oomycety (*Oomycota*)

**Říše:** **PRVOCI (PROTOZOA)**

Kmen: Bičíkovci (*Mastigophora*)

Kmen: Kořenonožci (*Rhizpoda*)

Kmen: Paprskovci (*Actinopoda*)

Kmen: Výtrusovci (*Sporozoa, Apicomplexa*)

Kmen: Hlenky (*Mycetozoa, Myxomycota*)

Kmen: Nádorovky (*Plasmodiophorida*)

Kmen: Nálevníci (*Ciliophora*)

Kmen: Krásnoočka (*Euglenozoa*)

Kmen: Obrněnky (*Dinozoa*)

**Říše:** **ŽIVOČICHOVÉ (ANIMALIA)**

**DIBLASTICA**

- Kmen: Vločkovci (*Placozoa*)
- Kmen: Houbovci (*Porifera*)
- Kmen: Žahavci (*Cnidaria*)
- Kmen: Žebernatky (*Ctenophora*)
- Kmen: Morulovci (*Mesozoa*)

**TRIBLASTICA**

**PRVOÚSTÍ (Protostomia)**

- Kmen: Ploštěnci (*Plathelminthes*)
- Kmen: Pásnice (*Nemertini*)
- Kmen: Vířníci (*Rotatoria*)
- Kmen: Hlístice (*Nematoda*)
- Kmen: Měkkýši (*Mollusca*)
- Kmen: Kroužkovci (*Annelida*)
- Kmen: Drápkovci (*Onychophora*)
- Kmen: Členovci (*Arthropoda*)
  - Podkmen: Trojlaločnatci (*Trilobita*)
  - Podkmen: Klepítkatci (*Chelicerata*)
    - Třída: Hrotnatci (*Merostomata*)
    - Třída: Pavoukovci (*Arachnida*)
  - Podkmen: Žabernatí (*Branchiata*)
    - Třída: Korýši (*Crustacea*)
  - Podkmen: Vzdušnicovci (*Tracheata*)
    - Třída: Mnohonožky (*Diplopoda*)
    - Třída: Stonožky (*Chilopoda*)
    - Třída: Chvostokoci (*Collembola*)
    - Třída: Hmyz (*Insecta*)

## **DRUHOÚSTÍ (Deuterostomia)**

- Kmen: Ostnokožci (*Echinodermata*)
- Kmen: Polostrunatci (*Hemichordata*)
- Kmen: Strunatci (*Chordata*)
  - Podkmen: Pláštěnci (*Tunicata*)
  - Podkmen: Kopinatci (*Cephalochordata*)
  - Podkmen: Obratlovci (*Vertebrata*)
    - Nadtřída: Bezčelistnatci (*Agnatha*)
      - Třída: Kruhoústí (*Cyclostomata*)
    - Nadtřída: Čelistnatci (*Gnathostomata*)
      - Třída: Pancířnatci (*Placodermi*)
      - Třída: Paryby (*Chondrichthyes*)
      - Třída: Paprskoploutví (*Actinopterygii*)
      - Třída: Svaloploutví (*Sarcopterygii*)
      - Třída: Obojživelníci (*Amphibia*)
      - Třída: Plazi (*Reptilia*)
      - Třída: Ptáci (*Aves*)
      - Třída: Savci (*Mammalia*)

## Návrhy protokolů k praktickým cvičením

### Praktické cvičení ze zoologie č. 1

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

#### **Téma: Podnět a reakce**

##### **Teorie:**

Na chování živočichů se podílí jak prvky vrozené, tak i získané. Učením můžeme vrozené reakce přetvářet nebo kombinovat do nových forem chování na základě vlastních zkušeností. Vrozenými mechanismy jsou například kineze, taxe, nepodmíněné reflexy, motivace, emoce a instinkty. Učení a zapamatování určitého podnětu či reakce na něj jsou příklady schopnosti ukládat a využívat informace získané v průběhu života.

Taxe jsou pohybové reakce orientované na směr působení podnětu. Nejjednodušší jsou tzv. fobotaxe, kdy se jedinec při setkání s negativním podnětem zastaví, pootočí a pokračuje novým směrem. Fobotaxí odpovídají na negativní podnět převážně prvoci. Topotaxe mohou být buď pozitivní, kdy se organizmus pohybuje ke zdroji podnětu, nebo negativní, kdy se pohybuje směrem od něj. Rozlišují se na tigmotaxe (reakce na dotyk), reotaxe (na vodní proud), geotaxe (na zemskou tíži), chemotaxe (na podněty chemické), fototaxe (na světlo), termotaxe (na tepelné podněty) a galvanotaxe (na stejnosměrný proud).

Nepodmíněný reflex je základní funkční projev nervové soustavy založený na reflexním oblouku a jedná se o relativně jednoduché, stereotypní, dědičně fixované odpovědi živočichů na podnět bez spojení s dřívější zkušeností.

Základním předpokladem pro projev získaného, naučeného chování je učení a paměť. Nejjednodušší formou učení je změna odpovědi na stále stejný druh podnětu, tzv. neasociativní učení. Dělíme ho na habituaci neboli přivykání, kdy živočich zeslabuje svou odpověď na opakující se podnět, a senzitaci, při které živočich naopak zesiluje reakci na silnější opakující se podnět (Vácha a kol., 2004).

**Úkol č. 1:** Pohybové reakce trepky velké (*Paramecium caudatum*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 45 minut

**Materiál a pomůcky:**

Kultura trepek, skelná vata, vroucí voda, éter, acylpyrin, 0,01% a 0,0001%  $H_2SO_4$ , Pasteurovy pipety, Petriho misky, skleněná trubice tvaru U, zdroj stejnosměrného proudu (plochá baterie 4,5 V), izolované měděné drátky, černý papír, mikroskop, potřeby k mikroskopování (pinzeta, preparační jehla, kapátko, podložní a krycí sklo).

**Postup a pozorování:**

1) Pohyb trepky za normálních podmínek

Zhotovíme nativní preparát z trepek. Na podložní sklíčko nanese kapátkem kulturu trepek, přikryjeme krycím sklem a pod mikroskopem pozorujeme nebarvený nativní preparát. Vybereme si jednu trepku a sledujeme dráhu jejího pohybu. Pokud bude pohyb příliš rychlý, můžeme na podložní sklo přidat pár vláken vaty nebo trepku mírně narkotizovat kapkou roztoku acylpyrinu.

2) Reakce trepek na zemskou tíži (geotaxe)

Pomocí pipety odebereme tři vzorky z kultury trepek, přičemž nesmíme s nádobou pohnout, aby se v ní trepky nerozptýlily. První vzorek trepek odebereme z povrchu nádoby, druhý ze středu a třetí ode dna. Ze všech tří vzorků uděláme nativní preparáty a pozorujeme. Následovně v každém preparátu spočítáme všechny jedince v zorném poli mikroskopu. Podle výsledků určíme, zdali trepky vykazují pozitivní či negativní geotaxi.

3) Reakce trepek na chemické podněty (chemotaxe)

Na podložní sklíčko nanese kapátkem kulturu trepek a asi do vzdálenosti 0,5 cm vpravo od ní kápneme 0,0001%  $H_2SO_4$ . Obě kapky spojíme preparační jehlou, nepřikrýváme krycím sklíčkem a pozorujeme reakci trepek. Poté přikápneme na levou stranu 0,01%  $H_2SO_4$ , opět spojíme a pozorujeme jejich reakci. Na základě pozorování reakce trepek vyslovíme závěr o pohybu trepek v přítomnosti chemických látek.

#### 4) Reakce trepek na zvýšenou nebo sníženou teplotu (termotaxe)

Do dvou zkumavek odebereme pomocí pipety kulturu trepek. První zkumavku obalíme v oblasti hladiny vatovým prstencem namočeném v horké vodě, druhou zkumavku prstencem vaty s éterem. Před pozadím z černého papíru pozorujeme pohyb trepek v závislosti na teplotě, tj. termotaxi.

#### 5) Reakce trepek na stejnosměrný elektrický proud (galvanotaxe)

Kulturu trepek přelijeme do skleněné trubice, do jejího každého ramene vsuneme konce vodičů (měděné drátky) připojených ke zdroji stejnosměrného proudu (maximální napětí 6 V). Na pozadí z černého papíru sledujeme, u kterého pólu trubice se trepky více shromažďují. (Pokud nemáme skleněnou trubici ve tvaru U, můžeme připojit opačné póly baterie na rovnou skleněnou trubičku s kulturou trepek.)

#### 6) Reakce trepek na dotyk (tigmataxe)

Při přípravě jednoho nativního preparátu necháme u odebrané kultury trepek drobné nečistoty. Při přípravě druhého nativního preparátu přidáme do jiné kultury trepek vlákna skelné vaty. Oba dva preparáty přikryjeme krycím sklíčkem a pozorujeme, který povrch předmětů vyvolává u trepek pozitivní či negativní tigmataxi.

#### **Závěr:**

- 1) Trepky se v nativním preparátu pozorovaným pod mikroskopem rychle pohybují. Přidáním vláken vaty nebo narkotizací se jejich pohyb zpomalí.
- 2) Podle počtu trepek odebraných ze tří vrstev kultury je patrné, že preferují spíše negativní geotaxi ve vrchní části nádoby.
- 3) Přidáme-li do kapky s trepkami nejdříve slabší kyselinu, budou mít tendenci plavat od nepříjemné chemické látky. Přidáme-li na druhou stranu ještě koncentrovanější kyselinu, budou se pohybovat směrem od koncentrovanějšího roztoku.
- 4) Termotaxe trepek se projeví shromažďováním v části zkumavky, která bude vykazovat stejnou teplotu, jako kultura trepek, z níž byly odebrány. Pravděpodobný pohyb bude směrem jak od teplejší, tak i od chladnější oblasti zkumavek (Boháč a kol., 1984).
- 5) Okamžitě po aplikaci stejnosměrného elektrického proudu začnou trepky směřovat svůj pohyb k zápornému pólu. K zápornému pólu jsou přitahovány kladné vodíkové ionty a tím vzniká kyselé pH, naopak u kladného pólu vzniká alkalické pH. Obecně je

kyselé prostředí pro buňky méně nebezpečné, protože v alkalickém dochází k narušení buněčné membrány (Klusoňová a Lenčo, 2006).

6) Srovnáme-li reakce trepek v nativním preparátu s drobnými nečistotami a s vlákny skelné vaty, budou u vláken skelné vaty vykazovat negativní tigmotaxi, tzn., že budou plavat od vláken, na rozdíl od pozitivní tigmotaxe u přírodních drobných nečistot, na které jsou z přirozeného prostředí zvyklé (Boháč a kol., 1984).

**Úkol č. 2:** Reakce na světlo (pozitivní fototaxe) u znakoplavky obecné (*Notonecta blauca*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 minut

**Materiál a pomůcky:**

Kádinka (600 ml), stojan na zahřívání kádinek, 2 elektrické lampy, místnost se zatemněním, znakoplavka obecná (*Notonecta blauca*).

**Postup a pozorování:**

Znakoplavku dáme do kádinky s vodou a postavíme ji na stojan. Pod a nad kádinku umístíme lampy. V zatemněné místnosti osvětlujeme kádinku střídavě zdola i shora.

Znakoplavka se spontánně obrací ke zdroji světla hřbetní stranou svého těla.

(Použijeme-li místo znakoplavky larvy vodních brouků, reakce bude odlišná. Při osvětlení zespodu se otáčejí na hřbetní stranu a při osvětlení shora se navrací do normální polohy.)

**Závěr:**

Dopadající světlo, které přichází z jakéhokoliv směru, působí na znakoplavku tak, že se vždy k němu otáčí hřbetem, tzn., že odpovídá pozitivní fototaxí (Baer, 1968).



**Úkol č. 3:** Pozitivní fototaxe drobných korýšů.

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 minut

**Materiál a pomůcky:**

Akvárium (18 × 24 × 22 cm), dvě stolní lampy, místnost se zatemněním, voda s oxidem uhličitým (soda, perlivá voda; 200 ml), voda, drobní korýši (např. perloočky, *Daphnia* sp.).

**Postup a pozorování:**

Drobné korýše vložíme do akvária a mírně je rozptýlíme. Ke každé menší stěně akvária postavíme lampu. Do vody přilijeme sodu a zatemníme místnost. Obě lampy střídavě rozsvěcujeme a sledujeme reakci korýšů. Nakonec rozsvítíme obě lampy zároveň.

Při jednostranném osvětlení se korýši pohybují a shromažďují vždy co nejbliže ke zdroji světla. Při oboustranném osvětlení se korýši shromažďují uprostřed akvária, tedy mezi světelnými zdroji.

**Závěr:**

Drobní korýši se pohybují ve vodě nasycenější oxidem uhličitým ke světelnému zdroji. Jedná se tedy o pozitivní fototaxi. Osvětlíme-li akvárium stejně silnými světelnými zdroji zároveň, korýši zaujmou své postavení uprostřed akvária (Baer, 1968).

**Úkol č. 4:** Negativní fototaxe žížaly.

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 25 minut

**Materiál a pomůcky:**

Zkumavka (skleněná trubička; 25 cm, Ø8 mm), lepidlo, černý papír (15 × 15 cm), filtrační papír, žížala (*Lumbricus* sp.).

**Postup a pozorování:**

Černý papír volně ovineme kolem skleněné trubičky (zkumavky) a slepíme jej do podoby posuvného pouzdra. Větší žížalu očistíme filtračním papírem a vsuneme do skleněné trubičky. Žížalu necháme pět minut ve tmě a potom posunutím papírového pouzdra vystavujeme světlu napřed přední, a pak zadní část těla v délce asi dva centimetry.

Po osvětlení zalézá žížala pod papírové pouzdro. Reakce je při osvětlení přední části těla silnější a rychlejší než při osvětlení zadní části těla žížaly.

**Závěr:**

Žížala je světloplachá, při osvětlení zalézá do tmy (negativní fototaxe). Na celém těle žížaly jsou rozptýlené světločivné smyslové buňky. Podle reakce žížaly můžeme usoudit, že světločivné buňky jsou více zastoupeny v přední části těla (Baer, 1968).

**Úkol č. 5:** Reakce na stín u larev komára.

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 minut

**Materiál a pomůcky:**

Akvárium (18 × 24 × 22 cm), elektrická lampa, lepenka (20 × 30 cm; papír o velikosti A4), larvy komára (*Culex* sp.).

**Postup a pozorování:**

Larvy komárů dáme do akvária, které umístíme na slunce (v zatemněné místnosti akvárium osvětlíme lampou). Když se larvy shromáždí při hladině, zastíníme akvárium lepenkou. Zastínění lepenkou několikrát opakujeme. Jakmile larvy přestanou na zastínění reagovat, poklepeme lehce na akvárium.

Larvy komárů se ihned po zastínění lepenkou pohybují směrem ke dnu akvária a po chvíli se opět navracejí k hladině. Po opakovaném zastínění přestávají reagovat na podnět (habituace) a zůstávají u hladiny, ale poklepeme-li lehce na akvárium, prchají rychle ke dnu. Pokud se otřesy vyskytují i při navykání na stín, může se i u tohoto podnětu vyskytnout habituace.

**Závěr:**

Larvy komárů zůstávají při hladině kvůli přítomnosti vzduchu, který nasávají svými dýchacími otvory. Náhlé zastínění vzbuzuje u larev komárů útekovou reakci směrem od přicházejícího podnětu. Při dalším opakování reakce na podnět (zastínění) pomalu slábne a doba setrvávání larev komárů u dna se zkracuje. Larvy si časem zvykly na stále přicházející nežádoucí podnět (habituace). Objeví-li se jiný, nový podnět, larvy komárů reagují opětovně klesáním ke dnu akvária (Baer, 1968).

**Úkol č. 6:** Přizpůsobivost zbarvení u kukel bělásky zelného (*Pieris brasscae*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 5 minut (v denních odstupech), příprava 30 minut

**Materiál a pomůcky:**

5 ks Petriho misek (Ø10 cm), nůžky, bílý, žlutý, černý, zelený a červený papír (10 × 20 cm), zápalky (párátka), klíž, housenky bělásky zelného (*Pieris brasscae*).

**Postup a pozorování:**

Na spodní i vrchní stranu Petriho misky přilepíme klížem papír jedné z uvedených barev. Do každé takto připravené Petriho misky dáme několik housenek bělásky zelného, které jsou těsně před zakuklením (pátý instar). Do každé misky přiložíme potravu v podobě kousku zelného listu. Mezi dno a víčko vložíme zápalku pro vytvoření mezery na proudění čerstvého vzduchu.

Housenky se během několika dní zakuklí. Barva kukel často souhlasí se zbarvením okolí.

**Závěr:**

Kukly bělásky zelného jsou svým zbarvením dobře přizpůsobeny svému okolí, aby je jejich přirození predátoři přehlédli. Tento jev se nazývá mimikry (Baer, 1968).

**Úkol č. 7:** Instinkty larev chrostíků (*Limnophilus* sp.).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 minut (několikrát v hodinových přestávkách)

**Materiál a pomůcky:**

Akvárium s pískem a zbytky rostlin, špendlíky se skleněnou hlavičkou, Petriho misky (Ø8 cm), larvy chrostíků (*Limnophilus* sp.) se schránkami.

**Postup a pozorování:**

Larvy chrostíků odebrané ze stojaté vody dáme jednotlivě do Petriho misek. Opatrným zavedením špendlíkové hlavičky do zadního konce schránky donutíme larvu, aby schránku opustila. Poté ji přeneseme do akvária. Pro stavbu nové schránky poskytneme larvám nejrůznější materiál, jako je například písek, části rostlin, prázdné ulity, klacíky apod.

Larvy chrostíků se vzpírají vylézt ze svých ochranných schránek, proto je musíme donutit pomocí špendlíku. Kdybychom jim starou schránku ponechali poblíž, vlezou opět do ní napřed hlavou a pak se v ní otočí. Odstraníme-li starou schránku úplně, začne si larva stavět novou z dostupných materiálů, ale značně podobnou staré, původní schránce.

**Závěr:**

Vypudíme-li larvu chrostíka z její ochranné schránky, staví si hned instinktivně novou z dostupného materiálu (který jim poskytneme). Navíc u většiny druhů materiál a způsob stavby souhlasí se starou schránkou, ze které byla předtím vypuzena (Baer, 1968).

## Praktické cvičení ze zoologie č. 2

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Životní cyklus hmyzu

**Teorie:** Proměna dokonalá (*holometabolie*)

Hmyz s proměnou dokonalou zahrnuje přibližně 850 000 druhů z jedenácti řádů hmyzu. Mezi *holometabola* patří *Coleoptera* (brouci), *Hymenoptera* (blanokřídli), *Diptera* (dvoukřídli), *Lepidoptera* (motýli), *Neuroptera* (sít'okřídli), *Megaloptera* (střechatky), *Raphidioptera* (dlouhošijky), *Trichoptera* (chrostíci), *Mecoptera* (srpice), *Siphonaptera* (blechy) a *Strepsiptera* (řásnokřídli).

Životní cyklus těchto řádů hmyzu je rozdělen do odlišných vývojových stádií. Z vajíček se líhnou larvy nebo housenky, které se dospělým jedincům vůbec nepodobají, a to ani tvarem a vzhledem. Larvy rostou, několikrát se svlékají a nakonec se promění v kuklu. Uvnitř kukly se reorganizuje celé tělo, tak se z larvy může vylíhnout okřídlený dospělý jedinec. Tento typ životního cyklu umožňuje larvě specializovat se na výživu a imagu čili dospělci na rozmnožování a hledání nového teritoria (Wiegmann a kol, 2009).

Proměna nedokonalá (*hemimetabolie*) je naopak plynulý vývoj mnoha stádií, které se stále více podobají dospělci. Je to životní cyklus původního primitivnějšího hmyzu a nachází se u *Orthoptera* (rovnokřídli), *Blattodea* (švábi), *Isoptera* (termity), *Ephemeroptera* (jepice), *Odonata* (vážky) a *Heteroptera* (ploštice). Všechna stadia nymf se velice podobají, avšak dospělý jedinec má křídla a je pohlavně zralý (Jelínek a Zicháček, 2014).

**Úkol č. 1:** Pozorování životního cyklu octomilky (*Drosophila melanogaster*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 10 až 15 dnů (pro celý životní cyklus)

**Materiál a pomůcky:**

Láhev (300 ml), zralé ovoce, nálevka, vata, octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*).

**Postup a pozorování:**

Na dno sklenice dáme kousek zralého ovoce a do hrdla nálevku. Takto připravenou sklenici necháme ve venkovním prostředí. Po chvíli se začnou octomilky shromažďovat kolem sklenice a lézt nálevkou dovnitř. Nálevka slouží k zamezení úniku octomilek ze sklenice. Počet chycených octomilek musí být více jak šest, aby se zvýšila pravděpodobnost přítomnosti obou pohlaví. Po nachytání uzavřeme hrdlo sklenice vatou. Po naklazení vajíček se za dva až tři dny vylíhnou larvy, které budou pět až deset dní požírat ovoce až do zakuklení. Noví dospělci se vylíhnou za čtyři až pět dnů. Po odebrání dospělců se může celý cyklus zopakovat.

Již při lákání octomilek můžeme rozeznat pohlaví. Samičky jsou větší, zavalitější a samečci mají konec zadečku černý.

Larvy je možné po celý jejich vývoj vidět jak požírají ovoce, ale před kuklením začnou lézt po stěně sklenice, kde se posléze zakuklí. Po vylíhnutí kukel pozorujeme novou generaci octomilek.

**Závěr:**

Během několika dnů můžeme pozorovat celý cyklus proměny dokonalé u octomilky obecné, a to od nachytaných dospělců přes larvy, kukly až po novou generaci (Unesco, 1971).

### Praktické cvičení ze zoologie č. 3

**Jméno:**.....

**Třída:**.....

**Datum:**.....

**Téma:** Pozorování osmózy u žížal

**Teorie:** Osmóza

Osmóza je specifickým příkladem difúze, tzn. typu pasivního transportu, při kterém přestupuje rozpouštědlo (například voda) přes polopropustnou membránu z prostoru s méně koncentrovaným roztokem do prostoru s více koncentrovaným roztokem. K pronikání rozpouštědla do prostoru s rozpuštěnou látkou (tedy do prostoru s nižší koncentrací roztoku) bude docházet tak dlouho, až zvyšující se hydrostatický tlak na membránu způsobí, že toky rozpouštědla přes membránu ven i dovnitř budou stejné. Takový hydrostatický tlak je roven tzv. osmotickému tlaku roztoku. Polopropustná membrána je v tomto případě propustná pro rozpouštědlo a méně propustná nebo úplně nepropustná pro rozpuštěné látky. Míra osmózy je dána velikostí rozdílu osmotických tlaků na obou stranách polopropustné membrány.

U živých organismů plní funkci polopropustné membrány cytoplazmatická membrána. Nachází-li se buňka v prostředí s odlišnou koncentrací látek v okolním prostředí, než je koncentrace látek uvnitř buňky, dochází k osmóze. Je-li vně buňky tzv. hypotonický roztok (tj. roztok o nižší koncentraci osmoticky aktivních látek než roztok uvnitř buňky), dochází k nasávání vody do buňky až do vyrovnání koncentrací vně a uvnitř buňky (izotonické prostředí). Ocitne-li se naopak buňka v prostředí, které je vůči jejímu obsahu hypertonické (má vyšší koncentraci rozpuštěných látek), je buňce voda odnímána (Berger a kol., 1995).

Osmóza se netýká jen jednotlivých buněk, ale i celých živočichů, kteří vyrovnávají koncentraci rozpuštěných látek a množství rozpouštědla mezi vnějším a vnitřním prostředím svého těla. Živočichy můžeme rozdělit na osmokonformery a osmoregulátory. Osmokonforméři akceptují rozdílné osmotické prostředí, naopak osmoregulátoři se snaží rozdíl regulovat (Willmer a kol., 2000), jak je popsáno výše.



**Úkol č. 1:** Přijímání a vydávání vody pokožkou u žížal (*Lumbricus* sp.).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 40 minut

**Materiál a pomůcky:**

3 Petriho misky (Ø10 cm), váhy, filtrační papír, 10 ml 0,5% roztoku chloridu sodného (NaCl), 10 ml 2% roztoku chloridu sodného, 3 žížaly (*Lumbricus* sp.).

**Postup a pozorování:**

Do jedné Petriho misky nalijeme 10 ml vody z vodovodu, do druhé 10 ml 2% roztoku NaCl a do třetí 10 ml 0,5% roztoku NaCl. Žížaly očistíme, osušíme filtračním papírem a každou z nich zvážíme. Poté je dáme do Petriho misek a přiklopíme. Po půl hodině vyjmeme žížaly z misek, osušíme a opět zvážíme.

Žížala, která byla v obyčejné vodě z vodovodu, přibrala na váze. Žížala odebraná z 2% roztoku snížila svou váhu a z 0,5% roztoku NaCl svou váhu nezměnila.

**Závěr:**

První žížala, která byla v čisté vodě, přibrala na váze, protože koncentrace solí v její tělní tekutině byla vyšší než ve vodě (hypertonický stav), a proto přijala pokožkou vodu z okolí. Naopak 2% roztok NaCl má vyšší koncentraci solí než tělní tekutina žížaly (hypotonický stav), a proto vydala pokožkou vodu do svého okolí a ztratila tak na váze. Koncentrace solí v roztoku 0,5% NaCl je přibližně stejná s koncentrací solí v tělní tekutině žížaly (izotonický stav), a proto tato žížala vodu nepřijímala, ani nevydávala a její váha se nezměnila (Baer, 1968).

## Praktické cvičení ze zoologie č. 4

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Příjem potravy

### **Teorie:**

Jednobuněční živočichové přijímají potravu většinou kteroukoliv částí svého těla. Žahavci mají jednoduchý vak neboli láčku, kde se potrava rozloží na menší částičky, které pak přecházejí do těla (Vácha a kol., 2004). Nestrávenou potravu poté vyvrhnou. K omrácení potravy jim slouží žahavé buňky na chapadlech (Baer, 1968).

U měkkýšů můžeme najít poměrně diferencovanou trávicí soustavu (podle typu přijímané potravy) s hepatopankreatem a se smíšeným intra- a extracelulárním trávením (Vácha a kol., 2004). Příjem potravy hlemýždě je prostřednictvím lízavého pohybu jazýčku, který je pokryt chitinovými zoubky, které mu umožňují strouhat pevnou potravu. Horní čelist je opatřena chitinovou lištou (Baer, 1968).

**Úkol č. 1:** Přijímání potravy u nezmara (*Hydra spec.*).

**Druh provedení:** Pokus pro skupinu žáků

**Doba:** 30 minut

**Materiál a pomůcky:**

Akvárium (18 × 24 × 22 cm), Petriho miska (Ø8 cm), skleněná trubice (25 cm, Ø3 cm), pipeta, nezmaři (*Hydra sp.*), perloočky (*Daphnia sp.*).

**Postup a pozorování:**

Jeden otvor skleněné trubice ucpeme ukazováčkem a ponoříme do akvária s nezmarem. Po jemném odškrábnutí nezmara ze stěny akvária nadzvedneme ukazováček, aby voda proudící do trubičky strhla nezmara s sebou. Nezmara opatrně přesuneme do Petriho misky s vodou a necháme ho opět přisednout. Do pipety vsajeme perloočku a vypustíme ji na chapadla nezmara.

Perloočka zůstane na chapadle nezmara, i když chce prudkými pohyby uniknout. Prudké únikové pohyby pomalu slábnou a ustávají. Nezmar si chapadly perloočku podá k ústnímu otvoru, který se značně otevře a pohltí ji. Tělo nezmara v místě pohlcení perloočky značně ztloustne.

**Závěr:**

Dotkne-li se kořist chapadel nezmara, je ochromena jedem z mnoha žahavých buněk, a tím je znemožněn další její pohyb. Ústní otvor nezmara se široce rozevře a pohltí kořist do láčky, v které zčásti probíhá trávení. Nestravitelné zbytky později vyvrhne opět ústním otvorem.

Nezmaři jsou velice žraví a mohou pohltit krátce po sobě i několik perlooček, ale poté mohou delší dobu hladovět (Baer, 1968).

**Úkol č. 2:** Přijímání potravy u plžů (*Helix pomatia*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 25 minut

**Materiál a pomůcky:**

Skleněná tabulka (10 × 20 cm; Petriho miska), hodinové sklíčko (miska; Ø6 cm), dřevěná tyčinka (10 cm), lupa, pipeta, mouka (30 g), cukr (10 g), hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*) nebo pásovka (*Cepaea* sp.).

**Postup a pozorování:**

Na hodinovém sklíčku namícháme hustou kaši ze špetky mouky, pár zrněk cukru a vody. Pomocí dřevěné tyčinky nanese na skleněnou tabulku kaši ve tvaru příčného pásku. Po přiložení plže ke kaši sledujeme ze spodní strany destičky, jak přijímá potravu.

Hlemýžď přileze ke kaši a začne ji lízat. Přitom můžeme pozorovat ústní otvor s horní čelistí a jazýčkem.

**Závěr:**

Hlemýžď přijímá potravu lízavým pohybem jazýčku, který je pokryt chitinovými zoubky, jež mu umožňují strouhat pevnou potravu. Horní čelist je opatřena chitinovou lištou (Baer, 1968).

## Praktické cvičení ze zoologie č. 5

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Pozorování morfologie a anatomie trepky velké

### Teorie:

Pozorujeme-li trepky v nebarevném nativním preparátu, jen stěží rozlišíme jednotlivé orgány. Proto se orgány zviditelňují barvicími roztoky. V tomto pokusu použijeme vitální barvení, tzn., barvení živých jedinců. Barevnost jednotlivých orgánů závisí na různé afinitě barviv k jednotlivým buněčným orgánům (Boháč a kol., 1984).

Trepka velká je typickým zástupcem nálevníků (*Ciliophora*). Její početnou kolonii lze získat ze senného nálevu. Trepky jsou potravou rybního potěru a mají i ekologický význam jako indikátory stupně znečištění vod, tzn., že množství trepek je přímo úměrné stupni znečištění vody, kde se nachází.

Trepka je velká až 0,2 mm a má nesouměrné tělo. Na povrchu těla nalezneme pružnou pelikulu, kde ústí buněčná ústa a buněčná řiť. Pro obranu reakci jim slouží vlákna trichocyst, které v případě nebezpečí vymrští ze svého těla. Celé její tělo je pokryto brvami, které slouží k pohybu a přihánění potravy. Potravu v podobě bakterií a drobných řas přijímá buněčnými ústy, která pokračují do nitra nálevkovitým buněčným hltanem, do něhož je potrava strhávána vířením příústních brv ústního políčka. Na dně hltanu je potravní vakuola. Metabolity jsou z těla trepky odváděny dvěma pulzujícími vakuolami. Trepka má dvě jádra, a to makronukleus, který zajišťuje vegetativní funkci (vylučování trávicích enzymů) a mikronukleus zajišťující rozmnožovací funkci (obr. 3). Trepky se rozmnožují nejčastěji příčným dělením, ale mohou se množit i pohlavně konjugací (spájením; Jelínek a Zicháček, 2014).

**Úkol č. 1:** Pozorování trepky velké (*Paramecium caudatum*) a jejích organel pomocí vitálního barvení.

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 120 minut

**Materiál a pomůcky:**

Vata, želatina, acylpyrin, kultury trepek, práškový karmín, prášková neutrální červeň nebo kongo červeň, čínská tuž, mikroskop, potřeby k mikroskopování (pinzeta, preparační jehla, kapátko, podložní a krycí sklo) a roztoky:

- roztok karmínu v kyselině octové (45% kyselina octová)
- roztok metylzeleně v kyselině octové
- roztok metylvioleti
- roztok neutrální červeně
- roztok metylenové modři
- Lugolův roztok (jódjódkalium)
- koloidní roztok želatiny

**Postup a pozorování:**

1) Pozorování trepek v nebarevném nativním preparátu

Z čisté kultury trepek odebereme pipetou kapku a přeneseme ji na podložní sklo. Trepky zpomalíme přidáním vláken vaty, zchladlou kapkou želatiny a ještě je mírně narkotizujeme kapkou nasyceného roztoku acylpyrinu. Po zakrytí preparátu krycím sklíčkem můžeme trepky pozorovat pod mikroskopem. Na zpomalených trepkách můžeme pozorovat pohyb brv.

2) Pozorování a barvení jádra (*makronukleus*)

Z jedné strany krycího skla nativního preparátu přidáme roztok karmínu nebo metylzeleně. Roztok začne pomalu pronikat pod krycí sklíčko. Po deseti až patnácti minutách odsajeme filtračním papírem přebytek použitého barviva a pozorujeme trepky pod mikroskopem.

Jádro se zbarvilo karmínem červeně a metylzelení zeleně.

3) Pozorování buněčných úst (*cytostom*) a potravních vakuol

Připravíme nový preparát kápnutím kultury trepek na podložní sklo a přidáme trochu práškového karmínu nebo čínské tuše. Po přikrytí krycím sklíčkem chvíli

počkáme, a pak můžeme pozorovat pohyb částic v okolí trepek a zbarvení obsahu potravních vakuol.

#### 4) Pozorování a barvení potravních vakuol

Připravíme nový preparát kápnutím kultury trepek na podložní sklo a přidáme kapku neutrální červeně nebo kongo červeně. Přikryjeme krycím sklíčkem a za 45 až 60 minut pozorujeme obarvený preparát. Obě barviva vitálně barví vakuoly buněk a jsou zároveň acidobázickými indikátory, tzn., že neutrální červeně je v zásaditém prostředí ( $\text{pH} > 7$ ) žlutočervená a v kyselém prostředí ( $\text{pH} < 7$ ) červená. Kongo červeně je v zásaditém nebo neutrálním prostředí ( $\text{pH} \geq 7$ ) červená a v kyselém prostředí modrá.

Pozorujeme zbarvení vakuol vzhledem k jejich poloze vůči jícnu trepky.

#### 5) Pozorování a barvení trichocyst

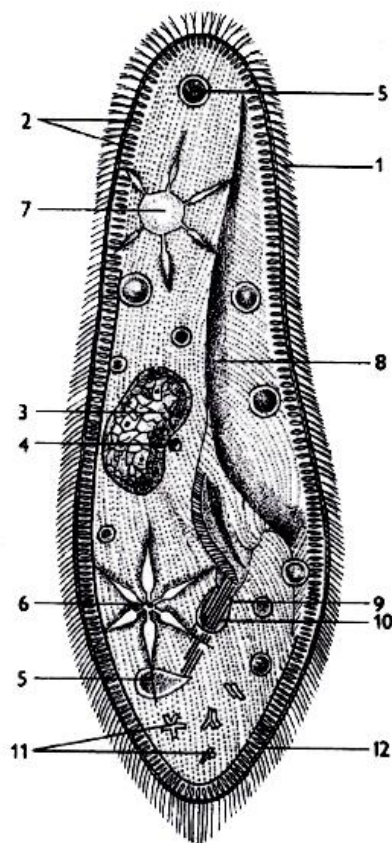
Připravíme nový preparát kápnutím kultury trepek na podložní sklo, přidáme kapku roztoku metylvioleti a přikryjeme opět krycím sklíčkem. Po chvilce můžeme na preparátu pozorovat tmavě fialová těla trepek. Kolem nich plavou jasně fialová vlákna trichocyst, které byly z jejich těla po podráždění barvivem vymrštnuty, jako jejich obranná reakce.

#### 6) Pozorování a důkaz zrněk glykogenu v cytoplazmě

Připravíme nový preparát kápnutím kultury trepek na podložní sklo, přidáme kapku Lugolova roztoku a opětovně přikryjeme krycím sklíčkem. Za 10 až 15 minut pozorujeme v cytoplazmě hnědá až vínově červeně zbarvená zrnka glykogenu.

#### 7) Pozorování celkové stavby těla při vitálním barvení

Připravíme nový preparát kápnutím kultury trepek na podložní sklo a přidáme kapku roztoku neutrální červeně a kapku metylenové modři. Obarvený preparát umístíme do vlhké komůrky, protože kapka s kulturou trepek nesmí během barvení vyschnout. Barvení bude trvat 30 až 60 minut a po 20 minutách kontrolujeme v pěti minutových až deseti minutových intervalech zbarvení trepek. Musíme být ale opatrní, protože vyšší koncentrace barvicích roztoků působí na trepky toxicky. Po obarvení přikryjeme preparát krycím sklíčkem a pozorujeme pod mikroskopem tmavě modré jádro a plazmu, obarvené metylovou modří. Vakuoly obarvené neutrální červení jsou červené nebo žluté (obr. 3; Boháč a kol., 1984).



Obr. 3 *Trepka velká (Paramecium caudatum)*:

1 brvy, 2 trichocysty, 3 jádro (makronukleus), 4 jadérko (mikronukleus), 5 potravní vakuoly, 6 pulsující vakuola – vylučovací otvor s přívodnými kanálky, 7 pulsující vakuola, 8 ústní políčko, 9 buněčná ústa, 10 buněčný hltan, 11 krystalky, 12 pelikula

(upraveno podle Boháč a kol., 1984, Jelínek a Zicháček, 2014).

### **Závěr:**

Pomocí vitálního barvení pozorujeme v mikroskopickém preparátu trepky velké (*Paramecium caudatum*) a jejich orgány. Pomocí barvicích roztoků sledujeme červeně nebo zeleně zbarvené jádro, pomocí acidobazických indikátorů obarvené vakuoly, fialové trichocysty, hnědá až vínově červeně zbarvená zrnka glykogenu.

(Pro urychlení celého postupu lze jednotlivé kroky zaměnit, například provedením nejprve déle trvajících úloh a během čekání na obarvení organel zařadit úlohy časově méně náročné).



## Praktické cvičení ze zoologie č. 6

**Jméno:**.....

**Třída:**.....

**Datum:**.....

**Téma:** Anatomie plžů (*Gastropoda*)

### Teorie:

Plži (*Gastropoda*) jsou nejpočetnější skupinou měkkýšů a vyskytují se na nejrůznějších stanovištích. Na hlavě mají tykadla s očima a pohybují se pomocí svalnaté nohy (Sedlák, 2006), nad kterou je útrobní vak, který se většinou stáčí do spirály. Ze stěny útrobního vaku směrem dolů vrůstá plášťová řasa. Mezi ní a tělem vzniká plášťová dutina. Vnější epitel pláště vylučuje skořápku neboli ulitu (obr. 4; Vojtek a Vojtková, 1989).

V ústech plžů je chrupavkou podepřená radula, na jejímž povrchu jsou zoubky sloužící k dopravě nastrouhané potravy. Do úst vyústují párové slinné žlázy. Největší žlázou trávicího traktu je *hepatopankreas* (slinivkojaterní trávicí žláza), který zaujímá horní část útrobního vaku. Dýchacími orgány jsou u vodních plžů žábry nebo u suchozemských v plíce přeměněná stěna plášťové dutiny. Cévní soustava je otevřená. Srdce je uloženo v *perikardiu* (osrdečníku), má většinou jen jednu komoru a předsň. Exkreční orgány jsou původně párovité, ale většinou je pro exkreci funkční jen jedno liché *metanefridium*. Rozmnožovací orgány plžů jsou zvláště u oboupohlavních (*hermafroditů*) komplikované, s řadou přídatných žláz (obr. 5; Sedlák, 2006).

**Úkol č. 1:** Pozorování anatomie plžů (*Gastropoda*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 50 minut

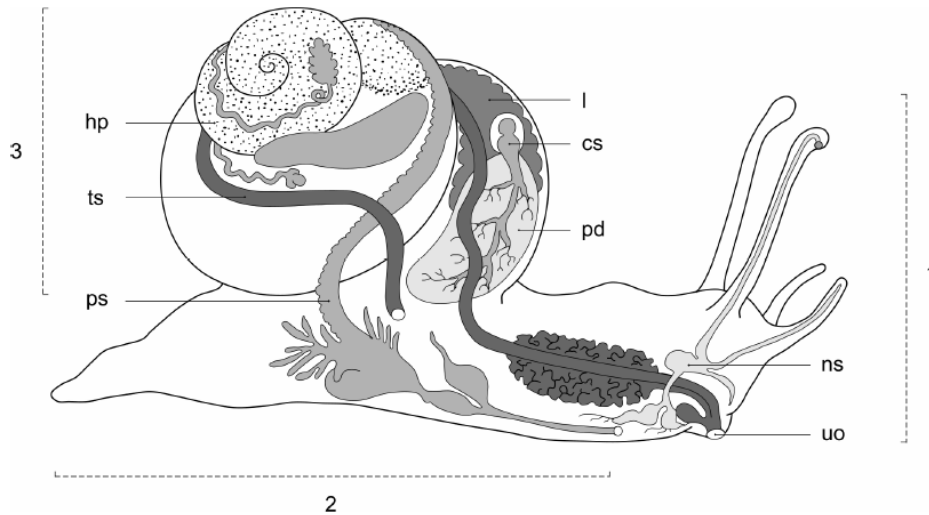
**Materiál a pomůcky:**

Vroucí voda, destilovaná voda, Petriho miska, preparační nástroje (žiletka, preparační jehla, kapátko, pinzeta), plži (*Gastropoda*).

**Postup a pozorování:**

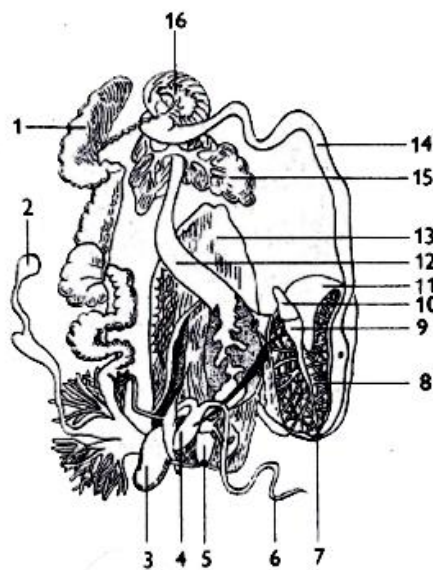
Nejprve živé plže usmrtíme vložením do vroucí vody, která uvolní cívkový sval, který slouží k zatahování plže do ulity, takže tělo pak lehce vytáhneme. Vlastní pitvu provádíme v Petriho misce s destilovanou vodou.

Útrobní vak vytváří tzv. plášť. Vpředu a po straně je plášťová dutina, která slouží k dýchání. U předožábřých plžů nalezneme uvnitř plášťové dutiny žábra, u plicnatých je vnitřní strana bohatě protkána sítí cév. V plášťové dutině nalezneme ještě *metanefridium* („ledvinu“) a srdce, které je zřetelně rozlišené na komoru a předsíň. U oddělených pohlaví nalezneme pohlavní orgány (varlata či vaječník), u oboupohlavních hermafroditickou žlázu. Na konci chámovodu je vyvinut penis. Konečná část vejcovodu má ještě chámovou schránku, do níž přicházejí spermie při kopulaci. Kolem pohlavních orgánů můžeme vidět další žlázy. U některých suchozemských plicnatých plžů je vyvinut tzv. šíp lásky, který je umístěn v šípovém vaku (obr. 5; Boháč a kol., 1984).



Obr. 4 Morfologická a anatomická stavba hlemýždě:

1 hlava s dolním párem čichových tykadel a s horním párem tykadel nesoucích na konci jednoduché oči, 2 svalnatá noha, 3 ulita, která kryje útrobní vak s orgány, **cs** cévní soustava, **hp** hepatopankreas, **ns** nervová soustava, **l** ledvina, **pd** plíce, **ps** pohlavní soustava, **ts** trávicí soustava, **uo** ústní otvor (upraveno podle Anatomie a pitva plžů, 2010).



Obr. 5 Anatomie hlemýždě (*Helix pomatia*):

1 bílková žláza, 2 chámová schránka, 3 šípový vak, 4 penis, 5 hltan, 6 bičik, 7 řitní otvor, 8 plíce, 9 srdeční předsíň, 10 srdeční komora, 11 metanefridium, 12 žaludek, 13 noha, 14 střevo, 15 žláza slinivkojaterní (hepatopankreas), 16 obojetná pohlavní žláza (upraveno podle Boháč a kol., 1984).

**Závěr:**

Během pitvy plže můžeme vidět útrobní vak, který vytváří tzv. plášť. V plášťové dutině nalezneme ledvinu a srdce. U oddělených pohlaví nalezneme pohlavní orgány, u oboupohlavních hermafroditickou žlázu. Na konci chámovodu je vyvinut penis. Kolem pohlavních orgánů můžeme vidět další přídatné žlázy.

## Praktické cvičení ze zoologie č. 7

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Morfologie a anatomie členovců

### **Teorie:**

Tělo většiny členovců můžeme rozlišit na hlavu (*cephalon*), hrud' (*thorax*) a zadeček (*abdomen*). Členovci mají vytvořen vnější opěrný systém, tvořený chitinovou kutikulou. Aby byl umožněn pohyb, jsou jednotlivé tělní články i články končetin spojeny tenkou blankou. Protože krunýř brání v růstu, je během života několikrát svlékán a nahrazován. Kutikula krunýře je pro vzduch neprostupná, proto mají všichni členovci různě upravené dýchací orgány (žábry, plicní vaky, vzdušnice; Jelínek a Zicháček, 2014).

(Vzhledem k odlišnosti anatomie a morfologie jednotlivých členovců je podrobná teorie vztahující se na konkrétní příklady uvedena níže v sekci postup a pozorování.)

**Úkol č. 1:** Pozorování morfologie a anatomie hrotnatky obecné (*Daphnia pulex*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 40 minut

**Materiál a pomůcky:**

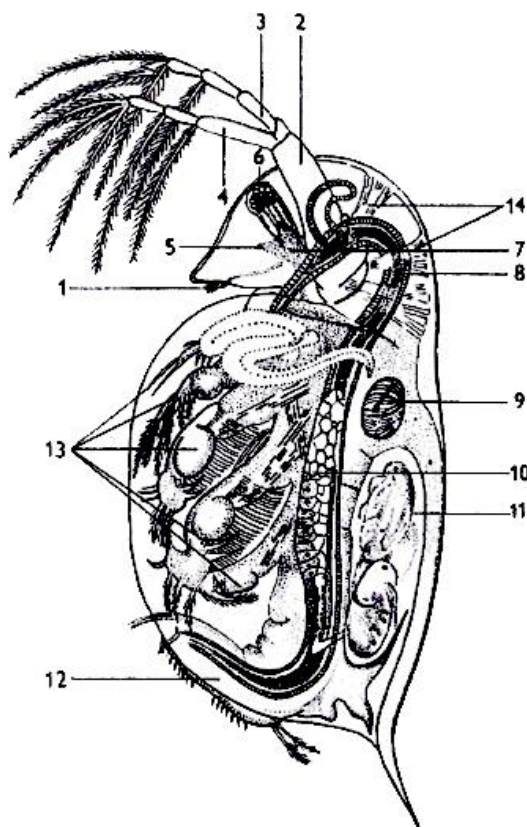
Roztok alizarinu, roztok metylenové modři (1:10 000), akvárium, pipeta, mikroskop, potřeby k mikroskopování (pinzeta, preparační jehla, kapátko, podložní sklo s výbrusem), hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*).

**Postup a pozorování:**

Nejprve vylovíme hrotnatku pomocí pipety z akvária a přeneseme ji na podložní sklo s výbrusem. Nepřikrýváme krycím sklíčkem a pozorujeme pod mikroskopem.

U hrotnatky a ani u jiných perlooček nejsou patrné jednotlivé tělní články. Hlava je od ostatního těla zřetelně oddělena a je kryta samostatným krunýřem. Ze spodní strany vybíhají z hlavy dva páry tykadel. Kratší tykadla mají smyslovou funkci (chemoreceptory) a nazývají se *antenuly*. Delší tykadla jsou rozvětvená a nazývají se *antény*. Ve středu horní části hlavy můžeme rozlišit jediné složené oko a pod ním malé oko naupliové (černý bod; Jelínek a Zicháček, 2014). Tělo hrotnatky je z obou stran kryto schránkou, která je srostlá na hřbetě. Ze schránky může být vysunut zadeček (*abdomen*) s vidličkou (*furka*) a hřebínkem. Hrotnatka má pět párů hrudních nožek s žaberními lupínky (*epipodit*), které mají dýchací a filtračně potravní funkci.

Uvnitř hlavy můžeme pozorovat začátek trávicí trubice. Po vitálním barvení alizarinem, ve kterém musíme hrotnatky nechat 24 hodin, uvidíme i nervovou zauzlinu. Hrotnatky mají žebříčkovitou gangliovou nervovou soustavu. Celým tělem se táhne tmavá trávicí trubice. Na břišní straně těla, pod hlavou, můžeme pozorovat v blízkosti trávicí trubice čelistní žlázu, která je vylučovacím orgánem hrotnatky. Barvením metylenovou modří můžeme zvýraznit váčkovité srdce, které je na hřbetní straně těla. U živých jedinců lze pozorovat srdeční tep a proudění hemolymfy. Samice mají po stranách trávicí trubice vaječníky a za nimi (zhruba pod srdcem) plodovou komůrku, ve které jsou v rozdílných ročních obdobích různé vývojové typy vajíček (obr. 6; Boháč a kol., 1984).



Obr. 6 Hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*), samice:

1 první pár tykadel, 2 druhý pár tykadel, 3 exopodit, 4 endopodit, 5 naupliové oko, 7 mozková uzlina, 8 střevo, 9 srdce, 10 vaječník, 11 plodová komůrka, 12 zadeček, 13 hrudní nožky, 14 pohyblivé svalstvo

(upraveno podle Boháč a kol., 1984).

### Závěr:

Hrotnatka má hlavu od ostatního těla zřetelně oddělenou a je kryta samostatným krunýřem. Tělo hrotnatky je z obou stran kryto schránkou srostlou na hřbetě. Ze schránky může být vysunut zadeček (*abdomen*) s dvojitým drápkem (*furka*) a hřebínkem. Hrotnatka má pět párů hrudních nožek s žaberními lupínky (*epipodit*), které mají dýchací a filtračně potravní funkci.

Uvnitř hlavy se nachází začátek trávicí trubice, která se pak táhne celým tělem. Barvením metylovou modří můžeme zvýraznit váčkovité srdce, které je na hřbetní straně těla. Samice mají po stranách trávicí trubice vaječníky (Boháč a kol., 1984).

**Úkol č. 2:** Pozorování morfologie a anatomie buchanky (*Cyclops* sp.).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 30 minut

**Materiál a pomůcky:**

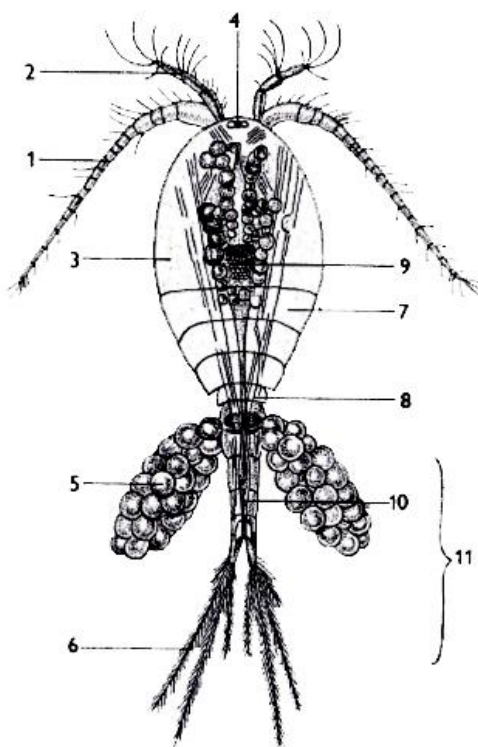
Pipeta, akvárium, mikroskop, potřeby k mikroskopování (pinzeta, preparační jehla, kapátko, podložní sklo s výbrusem, Pasteurovy pipeta), buchanky (*Cyclops strenuus*).

**Postup a pozorování:**

Buchanku vylovíme pomocí pipety z akvária a přeneseme ji na podložní sklo s výbrusem. Nepřikrýváme krycím sklíčkem a pozorujeme pod mikroskopem.

Tělo buchank má jednodušší stavbu než tělo hrotnatky, ale je zřetelněji členěné. Hlava je srostlá s prvním článkem hrudi v hlavohruď. Na hlavě můžeme nalézt jediné složené oko a dva páry tykadel. Kratší pár tykadel má funkci smyslovou. Delší pár tykadel je u samců pomocným kopulačním orgánem. Uvnitř hlavohrudi a hrudních článků prosvítá trávicí trubice a u samic vaječníky. Zadeček je tvořen šesti články a je zakončen vidličkou (*furka*). Poslední článek zadečku se nazývá *telson*. Samice mají navíc po obou stranách zadečku vaječné vaky (obr. 7; Boháč a kol., 1984). Buchanky dýchají celým povrchem těla, nemají tedy žábry, ale ani srdce (Jelínek a Zicháček, 2014).





Obr. 7 Buchanka (*Macrocyclus albidus*), samice:

1 první pár tykadel, 2 druhý pár tykadel, 3 hlavohrud', 4 oko, 5 vaječné vaky, 6 vidlička (*furka*), 7 třetí hrudní článek, 8 šestý hrudní článek, 9 vaječník, 10 střevo, 11 zadeček

(upraveno podle Boháč a kol., 1984).

### **Závěr:**

Tělo buchanky je jednodušší než tělo hrotnatky a je zřetelněji členěné. Hlava je srostlá s prvním článkem hrudi v hlavohrud'. Uvnitř hlavohrudi a hrudních článků prosvítá trávicí trubice a u samic vaječníky. Zadeček je tvořen šesti články a je opět zakončen vidličkou (*furka*). Samice mají ještě po obou stranách zadečku vaječné vaky. U buchaneček nenalezneme dýchací orgány a srdce.

**Úkol č. 3:** Pozorování morfologie a anatomie švába amerického (*Periplaneta americana*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 60 minut

**Materiál a pomůcky:**

Petriho miska, voda, preparační souprava (žiletka, preparační jehla, kapátko, pinzeta, nůžky), špendlíky, chloroform, preparační mikroskop, šváb americký (*Periplaneta americana*).

**Postup a pozorování:**

Učitel před zahájením pokusu usmrtí švába chloroformem. Nejprve pozorujeme jednotlivé části těla švába, poté odstříhneme křídla, končetiny a hlavu.

Švába s odstřiženými křídly položíme na pitevní misku hřbetem vzhůru, upevníme jej pomocí špendlíků, trochu přelijeme vodou a provedeme stříhy po obou stranách zadečku až k hlavě. Odstřižené tergity (hřbetní destičky tělních článků) opatrně odstraníme pinzetou a žiletkou. Objeví se bílá hmota – tukové těleso (*corpus adiosum*), které odstraníme. Pozorujeme jednotlivé vnitřní orgány pod preparačním mikroskopem.

U švába nacházíme všechny charakteristické znaky hmyzu. Tělo je zřetelně členěno na hlavu (*caput*), hrud' (*thorax*) a zadeček (*abdomen*), 1 pár tykadel, 2 páry křídel a 3 páry nohou (obr. 8).

Na hlavě, před velkýma složenýma očima, vyrůstá pár dlouhých tykadel (*antény*). První a druhý článek tykadel (*scapus* a *pedicellus*) jsou velké. Ostatní články jsou malé a tvoří dlouhý bičík (*flagellum*). Ústní ústrojí je tvořeno nepárovým svrchním pyskem, párem mohutných kusadel, párem čelistí s článkovanými makadly a nepárovým spodním pyskem (obr. 9 A, B, C, D).

Hrud' se skládá ze tří přibližně stejně velkých článků: předohruď (*prothorax*), středohruď (*mesothorax*) a zadohruď (*metathorax*). Hřbetní štít středohruď a zadohruď je u dospělých jedinců obou pohlaví překryt kožovitými křídly.

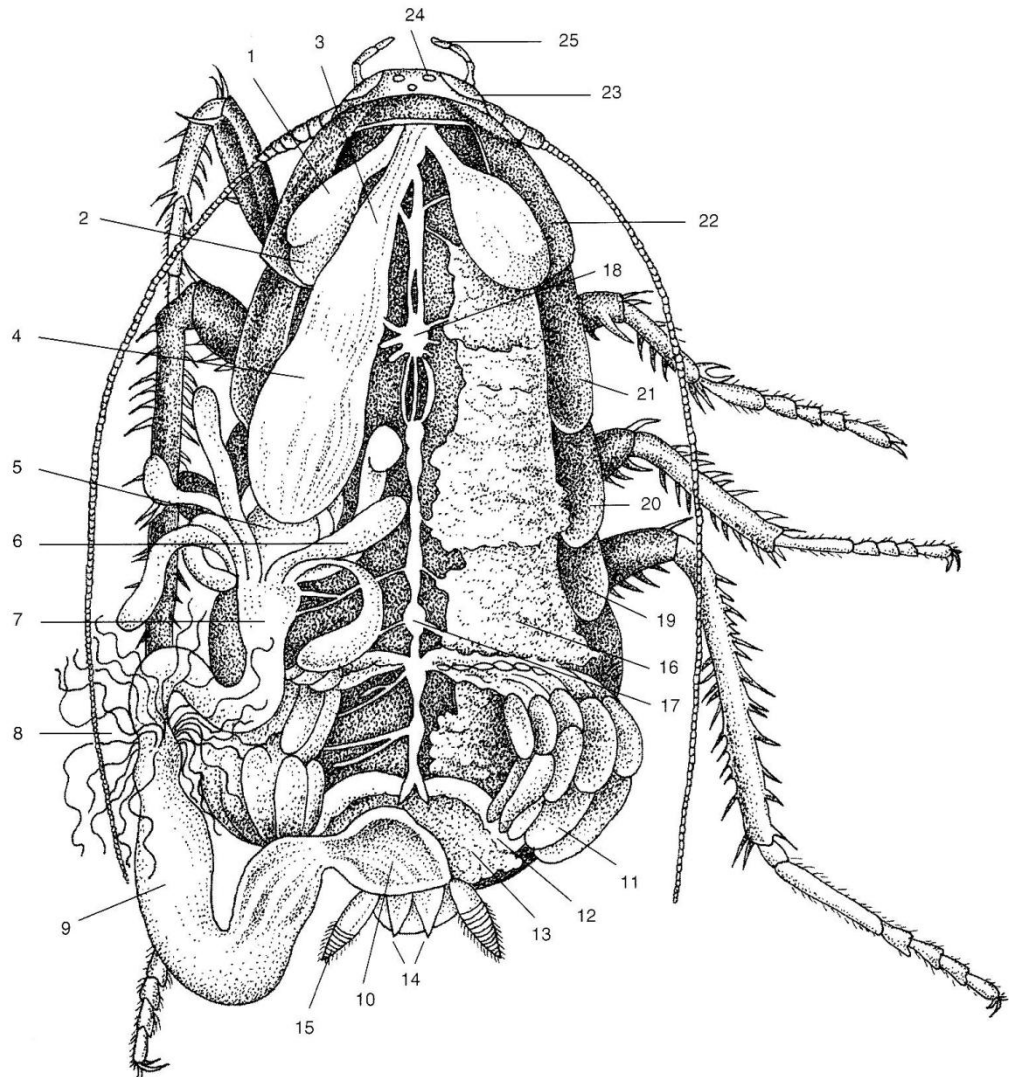
Na křídle je pět podélně rozvětvených žilek, které jsou s malými změnami charakteristické i pro křídla ostatních zástupců křídlatého hmyzu. Jedná se o žilku krajovou (*costa*, C), příkrajní (*subcosta*, Sc), vřetenní (*radius*, R), středovou (*media*, M) loketní (*cubitus*, Cu) a anální (*anale*, An; obr. 9 E). U některých zástupců hmyzu mohou některé žilky druhotně chybět, nebo jsou srostlé.

Na boční části všech tří článků hrudi je pár kráčivých noh. Noha švába i většiny ostatních zástupců hmyzu se skládá z pěti částí. Směrem od těla se nachází kyčel,

příkyčlí, stehno, holeň a chodidlo tvořené pěti články. Na posledním článku jsou většinou dva drápky a na spodní straně chodidla švába je mezi drápky přísavný polštářek (obr. 9 F).

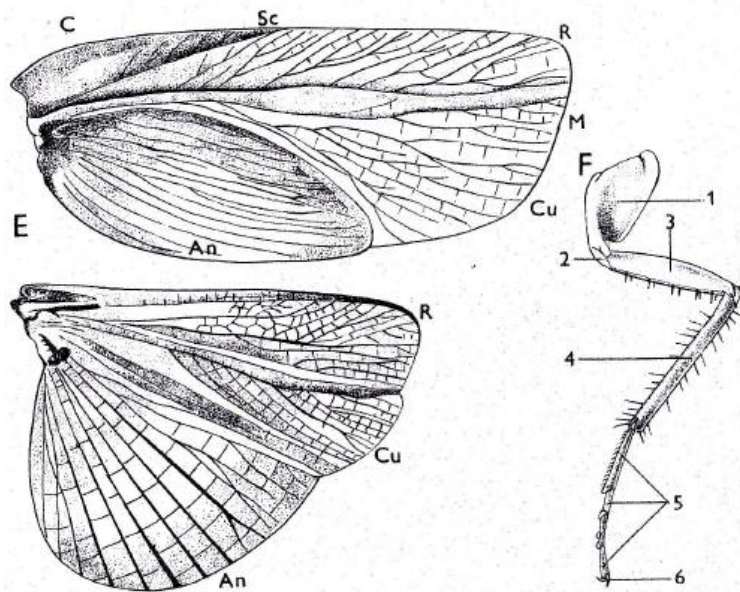
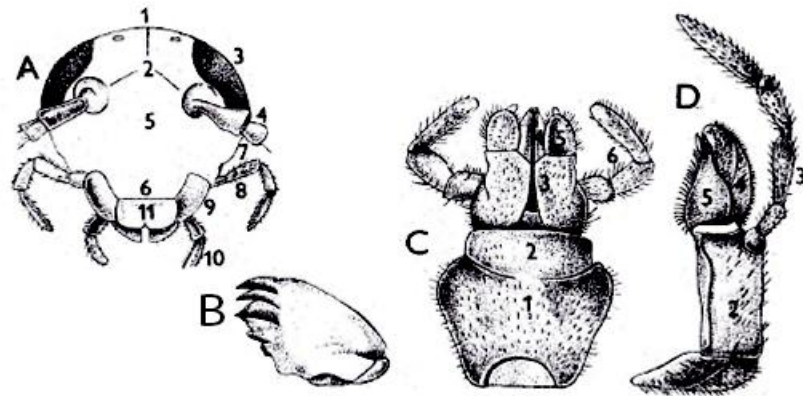
Zadeček je tvořen celkem jedenácti články, poslední jsou vždy přeměněny a mají pohlavní funkci. Samci mají na konci zadečku dva páry přívěsků končetinového původu, ale samice pouze jeden.

Uvnitř švába nalezneme na odstřižených tergitech přichycené trubicovité srdce s aortou. Ve vzniklém otvoru v tělní stěně spatříme bílou hmotu – tukové těleso (*corpus adiposum*), které překrývá vnitřní orgány. Po odstranění tukového tělesa si všimneme soustavy trávicí. Ta začíná jícnem s dvěma slinnými žlázami. Za jícnem následuje vole opředené vzdušnicemi (*trachea*), žvýkací žaludek, na jehož konci jsou rozvětvena slepá střeva. Trávicí trubice pokračuje žaludkem, na jehož konci ústí do střeva Malpighiho trubice, které mají vylučovací funkci. Trávicí soustava končí střevem a konečníkem. Po stranách trávicí trubice se nacházejí pohlavní orgány, vaječníky nebo varlata. Po odpreparování trávicí soustavy, tukového tělesa a pohlavních orgánů uvidíme v ose těla bílou vláknitou strukturu čili břišní nervovou pásku (obr. 8; Boháč a kol., 1984).



Obr. 8 Anatomie švába, samice:

1 slinná žláza, 2 rezervoár slinné žlázy, 3 jícen, 4 vole se vzdušnicemi, 5 žvýkací žaludek, 6 slepé výběžky střeva, 7 žaludek, 8 Malpighiho trubice, 9 střevo, 10 konečník, 11 vaječníky, 12 vejcovod, 13 přídatné žlázy, 14 chlopně, 15 cerky, 16 tukové těleso, 17 břišní nervová páska, 18 hrudní nervová uzlina, 19 první zadečkový štítek, 20 štít zadohrudi, 22 štít předohrudi, 23 složené oko, 24 očko, 25 čelistní makadlo (upraveno podle Jelínek a Zicháček, 2014).



Obr. 9 Morfologie švába:

A) hlava (pohled shora)

1 temeno, 2 temenní šev, 3 složené oko, 4 tykadlo, 5 čelo, 6 čelní štítek, 7 lice, 8 čelistní makadlo, 9 kusadlo, 10 makadlo spodního pysku, 11 svrchní pysk

Části ústrojí kousacího

B) kusadlo

C) spodní pysk

1 podbradek, 2 brada, 3 ret, 4 jazýček, 5 vnější dáseň, 6 makadlo

D) čelist

1 čep, 2 kmen, 3 makadlo, 4 vnější sanice, 5 vnitřní sanice

E) křídlo prvního a druhého páru

*C* krajová žilka, *Sc* příkrajní žilka, *R* vřetenní žilka, *M* středová žilka, *Cu* loketní žilka, *An* anální žilka

*F*) zadní noha

*1* kyčel, *2* příkyčlí, *3* stehno, *4* holeň, *5* chodidlo, *6* drápky

(upraveno podle Boháč a kol., 1984).

### **Závěr:**

Švábi jsou považováni za nejpůvodnější skupinu křídlatého hmyzu. Tato skupina se prakticky od karbonu prvohor, kdy se na Zemi objevila, příliš nezměnila. Při demonstracích se běžně švábi používají jako základní zástupci hmyzu (Boháč a kol., 1984).

## Praktické cvičení ze zoologie č. 8

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Vliv chemických látek na srdeční činnost hrotnatek

### Teorie:

Na srdeční činnost má vliv velké množství hormonů ale i chemických látek, které naše tělo přijímá z vnějšího prostředí v menší či větší koncentraci. Příkladem může být právě vliv etanolu či nikotinu.

Nikotin uvolněný do cigaretového kouře se vstřebává např. sliznicí v ústech a v nose či stěnou plicních sklípků. Krví se dostane do mozku, kde se váže na nikotinové acetylcholinové receptory. Navozuje stav relaxace, stimuluje myšlení a pozornost. Svými účinky vyvolává extrémně silnou závislost a dokonce se považuje za jednu z nejnávykovějších látek vůbec. Váže se i na receptory ve vegetativním nervovém systému, který řídí vnitřní orgány. Vyvolává zvýšenou aktivitu trávicího traktu (větší produkce slin, trávicích šťáv a aktivita hladké svaloviny). Nikotin dále zvyšuje krevní tlak, zrychluje činnost srdce, stahuje cévy, blokuje syntézu estrogenu, stoupá produkce potu a může dojít ke stažení zornic. Při dlouhodobějším užívání dochází k posílení tvorby hormonu štěstí, endorfinu (Bigelow a Kathleen, 2006).

Etanol má také široké účinky na organismus. Například mírné dávky etanolu způsobují dlouhotrvající stoupanutí krevního tlaku, mírně zvyšují minutový srdeční objem, stejně jako tepovou frekvenci. Při vysoké konzumaci etanolu vykazuje srdeční činnost jasné zhoršení (Hangovers, 2010).

**Úkol č. 1:** Účinek etanolu a nikotinu na srdeční činnost hrotnatky obecné (*Daphnia pulex*).

**Druh provedení:** Žákovský pokus

**Doba:** 40 minut

**Materiál a pomůcky:**

Etanol (20%), odvar z tabáku, éter, tuš, fyziologický roztok, pitevní miska, špendlíky, stopky, pipeta, mikroskop, potřeby k mikroskopování (pinzeta, preparační jehla, kapátko, podložní sklo se zábrusem a krycí sklíčko, Pasteurovy pipeta), akvárium, hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*).

**Postup a pozorování:**

Hrotnatku vylovíme pomocí pipety z akvária a přeneseme ji na podložní sklo s výbrusem. Nepřikrýváme krycím sklíčkem a pozorujeme pod mikroskopem srdeční činnost a proudění hemolymfy. Pomocí stopek změříme počet tepů srdce za jednu minutu a zaznamenáme do protokolu. Ke kapce s hrotnatkou přidáme kapku 20% roztoku etanolu. Připravený preparát přikryjeme krycím sklíčkem. Srdeční frekvenci měříme několikrát za sebou, přitom výsledky postupně zaznamenáme a následovně vyneseme do grafu. Osa x znázorňuje čas v minutách a osa y počet tepů za jednu minutu. Celý pokus opakujeme s novou hrotnatkou, ale místo etanolu přidáme kapku odvaru tabáku.

**Závěr:**

Nejrůznější chemické látky ovlivňují životní pochody včetně srdeční činnosti. Přidáme-li na podložní sklíčko k hrotnatce kapku etanolu nebo odvaru z tabáku, můžeme nejprve sledovat postupné zvýšení srdeční frekvence, ale po chvíli může naopak srdeční činnost slábnout. Obě látky na srdeční činnost působí stimulačně, ale hlavně u etanolu záleží na koncentraci a době účinku. Po déletrvajícím působení etanolu může dojít k úplnému útlumu srdeční činnosti.



## Praktické cvičení ze zoologie č. 9

**Jméno:**..... **Třída:**..... **Datum:**.....

**Téma:** Let mouchy domácí (*Musca domestica*)

### **Teorie:**

Tykadla much jsou mimo jiné důležité k rozpoznání rychlosti letu. Moucha rychlost letu pozná podle míry sklopení tykadel, která se ohýbají podle síly odporu vzduchu. Pokud zafixujeme tykadla v určité poloze, moucha přestane vnímat změny v rychlosti letu (Žďárek, 1981).

Mouchy mají pouze jeden pár křídel. Zadní křídla mají modifikována v kyvadélka (*halter*), které vytváří senzorickou strukturu pomáhající v letu (Moore, 2001). Kyvadélka slouží převážně k udržování rovnováhy, pomáhají k přesnému doletu a dosednutí, včetně určování směru letu. Bez nich není moucha takřka schopna letu (Žďárek, 1981).

**Úkol č. 1:** Funkce receptorů na tykadlech.

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 15 minut

**Materiál a pomůcky:**

Zkumavky, vata, lak na nehty, preparační nástroje (žiletka, preparační jehla, kapátko, pinzeta), lednička (CO<sub>2</sub>), moucha domácí (*Musca domestica*) nebo jiný druh mouchy.

**Postup a pozorování:**

Mouchy opatrně nachytáme do zkumavek ve školní třídě pár hodin před cvičením a pak je zacpeme vatou. Mouchu znehybníme chvilkovým umístěním do ledničky (potřeba kontroly, aby nezmrzla), nebo ji uspíme pomocí CO<sub>2</sub>. Po znehybnění opatrně zakapeme tykadla lakem na nehty a počkáme, až lak zaschne. Po probuzení vypustíme ve stejnou dobu ze zkumavky mouchu se slepenými tykadly a mouchu neovlivněnou.

**Závěr:**

Rychlost letu moucha odhaduje podle sklopení svých tykadel (podle síly odporu vzduchu). Pokud zafixujeme tykadla, bude jí připadat, že letí pomalu, a proto bude neustále zrychlovat, na rozdíl od mouchy, která měla tykadla volná.

**Úkol č. 2:** Funkce kyvadélek (*haltery*).

**Druh provedení:** Demonstrační pokus

**Doba:** 15 minut

**Materiál a pomůcky:**

Zkumavky, vata, preparační nástroje (žiletka, preparační jehla, kapátko, pinzeta), lednička (CO<sub>2</sub>), moucha domácí (*Musca domestica*) nebo jiný druh mouchy.

**Postup a pozorování:**

Mouchy opatrně nachytáme do zkumavek ve školní třídě pár hodin před demonstrací a pak je zacpeme vatou. Mouchu znehybníme chvilkovým umístěním do ledničky (potřeba kontroly, aby nezmrzla), nebo ji uspíme pomocí CO<sub>2</sub>. Po znehybnění pomocí pinzety nebo žiletky odstraníme kyvadélka (*haltery*), aniž bychom porušili první pár křídel. Po probuzení necháme mouchu odletět nebo ji povzneseme do vzduchu a sledujeme její let.

**Závěr:**

Kyvadélka jsou specifickou strukturou pro dvoukřídly hmyz (*Diptera*). Jedná se vlastně o přeměněný druhý pár křídel, který neslouží bezprostředně k letu, ale k udržování rovnováhy. Rovnováha se udržuje pohyby a posunem těžiště těla při pohybu křídlů. Díky nim se dvoukřídli mohou zastavit ve vzduchu, anebo dosednout na přesné místo potenciálního hostitele. Tento hmyz je však na kyvadélkách závislý i při běžném letu. Pokud mouše kyvadélka odstraníme, sice poletí, ale není schopna manévrovat a ovládat takové zásadní parametry letu, jako je například směr.

Většinou ale moucha není vůbec schopna letu nebo letí velice nekoordinovaně, nakonec stejně svůj let nezvládne a spadne k zemi (Žďárek, 1981).