



Katedra biológie
Pedagogická fakulta
Trnavská Univerzita



**Praktické cvičenia s vybranými zástupcami hmyzu
v školskom a prírodnom prostredí ako inšpirácia
pre bádateľsky orientované vyučovanie na základných školách**



Radoslav Kvasničák



Názov: Praktické cvičenia s vybranými zástupcami hmyzu v školskom a prírodnom prostredí ako inšpirácia pre bádateľsky orientované vyučovanie na základných školách

Autor: PaedDr. Radoslav Kvasničák, PhD.

Recenzenti:

doc. Ing. Viera Peterková, PhD.
PaedDr. Milan Kubiátko, PhD.

© Radoslav Kvasničák

Recenzenti: doc. Ing. Viera Peterková, PhD.
PaedDr. Milan Kubiátko, PhD.

Zostavovateľ: PaedDr. Radoslav Kvasničák, PhD.

Fotografický materiál: Mgr. Slavomíra Mrvová
Mgr. Katarína Korecová
Mgr. Zuzana Třešková
Mgr. Dana Trnková
Mgr. Dominika Burdová
Mgr. Lenka Šumská
Bc. Barbora Ščasnovičová
Bc. Veronika Gebrlínová
PaedDr. Zuzana Bartošová
PaedDr. Anton Puškár
PaedDr. Jana Libovičová
PaedDr. Agnesa Kučerová
PaedDr. Radoslav Kvasničák, PhD.

Vydala: Trnavská univerzita v Trnave

Pedagogická fakulta

Katedra biológie

Rok vydania: 2017

ISBN: 978-80-568-0098-0

KÓD EAN: 9788056800980

OBSAH

ÚVOD	6
1 SPRACOVANIE VYUČOVACIEHO MODELU A JEHO REALIZÁCIA V ŠKOLSKÝCH A PRÍRODNÝCH PODMIENKACH	7
2 POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU VODNÉHO EKOSYSTÉMU	9
2.1 Podenka obyčajná	10
2.1.1 Charakteristika druhu	10
2.1.2 Metodický list pre učiteľa	11
2.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	14
2.2 Potočník obyčajný	19
2.2.1 Charakteristika druhu	19
2.2.2 Metodický list pre učiteľa	21
2.2.3 Súbor žiackych pracovných listov	23
2.3 Vodomerka obyčajná	28
2.3.1 Charakteristika druhu	28
2.3.2 Metodický list pre učiteľa	29
2.3.3 Súbor žiackych pracovných listov	31
2.4 Potápníček bahenný	37
2.4.1 Charakteristika druhu	37
2.4.2 Metodický list pre učiteľa	39
2.4.3 Súbor žiackych pracovných listov	41
3 POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU PÔDNEHO EKOSYSTÉMU	46
3.1 Ucholak obyčajný	47
3.1.1 Charakteristika druhu	47
3.1.2 Metodický list pre učiteľa	48
3.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	50
3.2 Mravcolev čiernobruchý	56
3.2.1 Charakteristika druhu	56
3.2.2 Metodický list pre učiteľa	58
3.2.3 Súbor žiackych pracovných listov	60
4 POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU LÚČNEHO EKOSYSTÉMU	66
4.1 Lienka sedembodková	67
4.1.1 Charakteristika druhu	67
4.1.2 Metodický list pre učiteľa	68
4.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	70
4.2 Včela medonosná	76
4.2.1 Charakteristika druhu	76
4.2.2 Metodický list pre učiteľa	78
4.2.3 Súbor žiackych pracovných listov	80
4.3 Babôčka pávoooká	88
4.3.1 Charakteristika druhu	88
4.3.2 Metodický list pre učiteľa	90
4.3.3 Súbor žiackych pracovných listov	92
4.4 Hrotokrídlovec šalátový	98
4.4.1 Charakteristika druhu	98
4.4.2 Metodický list pre učiteľa	100
4.4.3 Súbor žiackych pracovných listov	102

5 POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU LESNÉHO EKOSYSTÉMU. . . .	108
5.1 Mravec lesný	109
5.1.1 Charakteristika druhu	109
5.1.2 Metodický list pre učiteľa	111
5.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	113
5.2 Lykožrút smrekový a lykokaz borovicový	119
5.2.1 Charakteristika druhu	119
5.2.2 Metodický list pre učiteľa	120
5.2.3 Súbor žiackych pracovných listov	122
6 POZOROVANIE EXOTICKÝCH DRUHOV HMYZU CHOVANÝCH V TERÁRIÁCH. .129	
6.1 Pakobylka rožkatá	130
6.1.1 Charakteristika druhu	130
6.1.2 Metodický list pre učiteľa	131
6.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	132
6.2 Svrček domový	136
6.2.1 Charakteristika druhu	136
6.2.2 Metodický list pre učiteľa	137
6.2.3 Súbor žiackych pracovných listov	138
7 MODELOVÝ DRUH HMYZU AKO VYBRANÝ GENETICKÝ OBJEKT	142
7.1 Drozofila žltkastá	143
7.1.1 Charakteristika druhu	143
7.1.2 Metodický list pre učiteľa	143
7.1.3 Súbor žiackych pracovných listov	145
8 PREZENTÁCIA ŽIACKYCH VÝSLEDKOV Z POZOROVANÍ	158
8.1 Písomná správa z pozorovaní	159
8.2 Výsledky z pozorovaní a ich interpretácia.	161
9 LITERARÚRA	163
10 POUŽITÝ OBRAZOVÝ MATERIÁL	167

ÚVOD

*Odrhol som kvetinu a zvädla mi.
Chytil som motýľa, zahynul mi v dlani.
Pochopil som, že krásy prírody sa možno dotknúť iba srdcom.*

(Ján Halaj: Výchova k ochrane prírody)

Predkladaná učebnica s obsahovým zameraním na praktické cvičenia s vybranými zástupcami hmyzu v školskom a prírodnom prostredí slúži ako inšpirácia pre bádateľsky orientované vyučovanie na základných školách. Je určená pre učiteľov a žiakov základných škôl s tematickým spracovaním na pozorovanie bežných druhov hmyzu žijúceho *vo vodnom, pôdnom, lúčnom a lesnom type prírodného prostredia*. Nadväzuje na obsah učiva 5. ročníka v rámci predmetu Biológia v tematickom celku *Príroda a život okolo nás* v súvislosti s poznávaním bezstavovcov žijúcich vo vodnom, pôdnom, lúčnom a lesnom ekosystéme. Obsahové spracovanie jednotlivých tém so zameraním na pozorovanie stavby tela hmyzu možno využiť aj v 6. ročníku predmetu Biológia v tematickom celku *Vnútorná stavba tela bezstavovcov* v téme *Článkonožce – hmyz*. Súčasťou predkladaných tém je aj zber biologického materiálu v prírodnom prostredí a pozorovanie správania modelových druhov hmyzu v školských podmienkach. Vybrané témy sú spracované *v súlade so Štátnym vzdelávacím programom predmetu Biológia ISCED 2*. Prínosom pre bádateľsky orientovanú výučbu je *vlastná skúsenosť a dostatočná miera motivácie u žiakov* poznávajúcich vybrané druhy hmyzu. Súčasťou žiackych aktivít je pozorovanie ich vonkajšej stavby tela, vývinu a správania v prírodných a školských podmienkach.

Vyučovací model zahŕňa *teoretickú časť* prezentovaných úloh zameraných na morfológiu tela modelových druhov hmyzu (15 druhov), ich rozmnožovanie, vývin a život v prírodnom prostredí. *Praktické úlohy* sú zamerané na motivačné oboznámenia sa žiakov s vybranými zástupcami hmyzu, ich pozorovanie stavby tela, vývinu a sledovanie prirodzeného a únikového správania organizmov za pôsobenia rôznych faktorov (svetlo, dotyk), ako aj za prítomnosti potravy (koristi) a predátora. Súčasťou učebnice sú didakticky spracované témy obsahovo zamerané na pozorovanie vybraných zástupcov hmyzu chovaných bežne v teráriách (pakobyľka rožkatá, svrček domový) ako aj modelový druh hmyzu s genetickým uplatnením (drozofila žltkastá), ktorý možno využiť pri dôkaze Mendelových zákonov dedičnosti v školskom prostredí.

autor

1 SPRACOVANIE VYUČOVACIEHO MODELU BIOLÓGIE A JEHO REALIZÁCIA V ŠKOLSKÝCH A PRÍRODNÝCH PODMIENKACH

V rámci tematického spracovania vyučovacieho modelu ide o *integráciu* viacerých prírodovedných predmetov ako biológie, ekológie, genetiky, chémie, fyziky, matematiky a geografie. Pri kresbách stavby tela a vývinových štádií modelových druhov hmyzu sa uplatňujú prvky výtvarnej výchovy. Z *vyučovacích foriem* dominuje skúsenostné vyučovanie v teréne kombinované s problémovým a skupinovým vyučovaním realizovaným v školských a prírodných podmienkach. Po *metodickej stránke* prevláda riešenie problému, aktivizačný rozhovor, pozorovanie a školský experiment. Pri obsahovom spracovaní vybraných tém boli zohľadnené nasledovné *charakteristické znaky konštruktivistickej výučby*: stavanie na prirodzenej zvedavosti žiakov, rešpektovanie predstáv žiakov, dôraz na dialóg medzi žiakmi a medzi žiakom a učiteľom, učenie sa žiakov v reálnych životných situáciách, konštruovanie poznania žiakov pomocou autentických skúseností, pričom najdôležitejšie je získavanie *vlastných skúseností žiakov pri pozorovaní modelových druhov hmyzu* v prírodnom a školskom prostredí.

Súčasťou každej témy je *metodický list pre učiteľa* a *terénne pracovné listy*, ktoré obsahujú podrobný návod k samostatnej práci žiakov. V predkladaných témach prevláda *biologický aspekt učiva*. Cieľom je oboznámiť žiakov s *vybranými zástupcami hmyzu žijúceho vo vodnom, pôdnom, lúčnom a lesnom ekosystéme*. Produktom tvorivej činnosti u žiakov sú *žiacke pracovné listy* prezentované v školskom prostredí pred kolektívom pomocou ústnej a písomnej vedeckej správy. Počas realizácie experimentálnych úloh *učiteľ vystupuje v pozícii koordinátora* - riadi činnosť žiakov a usmerňuje ich aktivitu. Následne dopĺňa poznatky žiakov vedomosťami, zaujímavými poznámkami o výskyte a spôsobe života pozorovaných druhov hmyzu v kontexte s vybraným typom skúmaného ekosystému. Jednotlivé témy pre vybrané druhy hmyzu sú metodicky spracované obdobným spôsobom *s obsahovým zameraním na pozorovanie vonkajšej stavby tela hmyzu, jeho vývinu a správania pozorovaného prevažne v školskom prostredí*. Ide o zámerný spôsob skúsenostnej výučby v prírodných a školských podmienkach, aby žiaci po absolvovaní experimentálnych úloh získali ucelený systém poznatkov o pozorovaných druhoch hmyzu vodného, pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému a druhoch chovaných bežne v teráriách príp. zástupcoch hmyzu s genetickým využitím. Výsledky z pozorovaní modelových druhov hmyzu sú následne žiakmi prezentované *vo forme ústnej a písomnej vedeckej správy* pred žiackym kolektívom v školských podmienkach. Navrhovaná časová dotácia na realizáciu experimentálnych úloh v prírodnom a školskom prostredí je celkom *51 vyučovacích hodín (Tabuľka 1)*.

Tabuľka 1: Vyučovaci model so zameraním na pozorovanie modelových zástupcov hmyzu.

OBSAH	ČASOVÁ NAROČNOSŤ
Vodný ekosystém	270 minút (6 vyučovacích hodín)
Podenka obyčajná	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Podenky a ich adaptácia na vodné prostredie	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela podeniek	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Larvy podeniek a ich správanie vo vodnom prostredí	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Potočník obyčajný	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Potočníky a jeho adaptácia na vodné prostredie	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela potočnikov	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Larvy potočnikov a ich správanie vo vodnom prostredí	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Vodomerka obyčajná	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Vodomerka a jej adaptácia na vodné prostredie	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela vodomerky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Vodomerky a ich správanie vo vodnom prostredí	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Potápníček bahenný	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Potápníky a jej adaptácia na vodné prostredie	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela potápníčka	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Potápníky a ich správanie vo vodnom prostredí	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pôdny ekosystém	270 minút (6 vyučovacích hodín)
Ucholak obyčajný	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života ucholaka	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela ucholaka	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na prítomnosť predátora a koristi	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Mravcolev čiernobruchý	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života mravcoleva	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela larvy mravcoleva	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť koristi	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Lúčny ekosystém	585 minút (13 vyučovacích hodín)
Lienka sedembodková	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života lienky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela lienky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na dotyk a na svetlo	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Včela medonosná	180 minút (4 vyučovacie hodiny)
Včely ako užitočný spoločenský hmyz	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Individuálny vývin jedince	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Stavba tela a správanie včiel v spoločenstve	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie vlastností včelích produktov	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Babôčka pávooká	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života babôčky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovania stavby tela babôčky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Hrotokrídlovec šalátový	
Zo života hrotokrídlovca	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela hrotokrídlovca	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Lesný ekosystém	270 minút (6 vyučovacích hodín)
Mravec lesný	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Mravce ako spoločenský hmyz	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela mravcov	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Význam čuchu v komunikácii mravcov	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Lykožrút smrekový a lykokaz borovicový	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Škodcovia lesa na študovanom území	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela lykožrúta	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Porovnanie škodlivého účinku drevokazného hmyzu	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Druhy hmyzu chované v teráriách	270 minút (6 vyučovacích hodín)
Pakobyľka rožkatá	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života pakobyľky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela pakobyľky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na dotyk a na svetlo	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Svrček domový	135 minút (3 vyučovacie hodiny)
Zo života svrčka	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela svrčka	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Reakcia na prítomnosť predátora a koristi	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Druh hmyzu ako modelový genetický objekt	180 minút (4 vyučovacie hodiny)
Drozofila žltkastá	180 minút (4 vyučovacie hodiny)
Ovocná muška a jej životný cyklus	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Pozorovanie stavby tela ovocnej mušky	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Autozómová dedičnosť skúmaná v dvoch sledovaných znakoch	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Gonozómová dedičnosť skúmaná v jednom sledovanom znaku	45 minút (1 vyučovacia hodina)
Prezentácia žiackych výsledkov z pozorovaní	180 minút (4 vyučovacie hodiny)
Písomná správa z pozorovaní	90 minút (2 vyučovacie hodiny)
Ústna prezentácia výsledkov z pozorovaní	90 minút (2 vyučovacie hodiny)
Celkom	51 vyučovacích hodín

2 TĚMA A: POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU VODNÉHO EKOSYSTÉMU

2.1 Podenka obyčajná

2.2 Potočník obyčajný

2.3 Vodomerka obyčajná

2.4 Potápníček bahenný

2. 1 TÉMA A: PODENKA OBYČAJNÁ

2. 1. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Podenky (*Ephemeroptera*) zo systematického hľadiska zaradujeme do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa článkovaným telom v larválnom aj dospelom štádiu. Ich *larvy sú potravou rýb* a z ekologického hľadiska patria *medzi významné bioindikátory čistoty vôd*.

Podenky sú v larválnom štádiu vývoja *typickými obyvateľmi dna vôd*. Ich larvy sa prispôbili životu v stojatých aj tečúcich vodách. Jej hlava a celá chrbtová časť tvoria *celistvý štít*. Bruško majú zakončené *hlavným štetom a dvoma bočnými štetmi*, ktoré sú obrvené. Pomocou týchto výbežkov môžu plávať vo vode. Dýchajú pomocou *vonkajších žiaber*, ktoré sú umiestnené po jednom páre na brušných článkoch v podobe lístkovitých alebo pierkovitých lupienkov. Týmito lupienkami vykonávajú vírivé pohyby, čo im uľahčuje pohlcovať vzduch z vody. Na hlave sú pomerne *veľké zložené oči*, na temene *jednoduché očka* a *nitkovité mnohočlánkové tykadlá*. *Ústne orgány* podeniiek sú *hryzavé*. Larvy lezú po vodných rastlinách, obyčajne bývajú pokryté vrstvou jemného kalu. Druhy, ktoré žijú v prudko tečúcich vodách (napr. *Prosopistoma pearsonorum*) majú ploché telo, ktorým sú pevne prichytené k povrchu kameňov.

Dospelé jedince – imága sa zdržujú v hojnom počte na brehoch vôd, kde ich môžeme pozorovať v čase rojenia pri ich svadobných letoch. Dospelý hmyz veľkosti 3 až 40 mm má krídla, ktoré sú husto popretkávané žilkami. Pohlavne zrelé dospelce neprijímajú žiadnu potravu, preto ich ústne orgány sú zakrpatené. *Žijú len krátko*, niektoré druhy len niekoľko hodín, odkiaľ pochádza aj názov systematickej skupiny.

Veľmi zaujímavý je aj spôsob *premeny lariev na dospelý hmyz*. Dorastené larvy - *najady* postupne vyliezajú z vody a zachytávajú sa na vodné resp. pobrežné rastliny. Pri preмене na dospelého jedinca im na chrbte praskne pokožka, z ktorej vylezie okrídlený jedinec tzv. *subimágo*, ktorý sa však od dospelého hmyzu líši zakalenými krídlami, kratšími nohami, a chvostovými štetmi. O krátky čas sa subimágo znovu zvlieka a z neho vylezie *dospelý jedinec*. Na svete je známych asi 2000 druhov podeniiek, z ktorých v strednej Európe žije okolo 100 druhov, u nás sú známe najmä druhy: podenka obyčajná (*Ephemera vulgata*), podenka škvritokrídla (*E. danica*) a podenka žltkastá (*Heptagenia sulphurea*).



Prosopistoma pearsonorum



Ephemera danica



Heptagenia sulphurea



E. vulgata – subimágo

2. 1 TÉMA A: PODENKA OBYČAJNÁ

2. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA










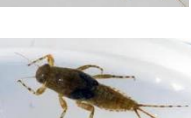


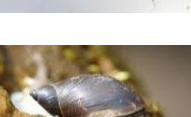
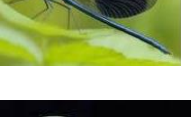





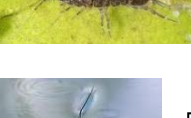




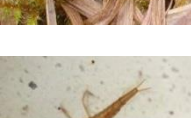




Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Larvy podeniek (*Ephemeroptera*) sú vd'achným objektom na pozorovanie a pokusy v školskom prostredí príp. vo voľnej prírode. Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia. Motivujúcou činnosťou žiakov v prírodnom prostredí je zber biologického materiálu, ktorý môžu žiaci získavať individuálne pod dozorom učiteľa, určiť získané jedince lariev vodného hmyzu pomocou odbornej literatúry a následne ich pripraviť na transport do školského prostredia. Naopak školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie larválneho štádia podeniek (príp. iných vodných bezstavovcov), ich aktivitu, pohyb a správanie v neprirodzenom prostredí.

Jedince lariev podeniek (pozri vyššie) zbierame z brehu individuálne, použitím planktónovej sieťky (Obrázok 1-2), ktorú možno pre školské podmienky zhotoviť podľa návodu uverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č. 4, roč. 14 (KVASNIČÁK, 2010), príp. v odbornej literatúre s názvom: *Veľká kniha živočíchov* (BRTEK a kol. 2007). Na zber zoologického materiálu možno alternatívne použiť aj akvaristické sieťky, pomocou ktorých odoberáme živočíchov z dna tečúcej resp. stojatej vody. Získané jedince potom premiestnime do sklenej nádoby s vodou, v ktorej sme získavali biologický materiál. Pred samotným pozorovaním je dôležité zabezpečiť cirkuláciu vzduchu otvorením veka nádoby. Životnosť lariev vzhľadom na umelé podmienky je cca. dva dni a je limitovaná prehriatím zbernej nádoby, ktorú skladujeme otvorenú pri teplote 15 až 20 ° C. Z vlastných skúseností je vhodné larvy podeniek držať v umelom prostredí izolovane, t.j. bez prítomnosti iných vodných organizmov ako sú napr. kriváky (*Gammarus*), larvy šidielok (*Calopteryx*) príp. larvy potápnikov (*Dytiscidae*). Naopak potravou pre larvy podeniek poslúžia zástupcovia fytoplanktónu (*riasy, žaburinka*) a nižších kôrovcov (*dafnia, cyklop, lastúrnička*), ktorých vyobrazenie sa nachádza v odbornej publikácii s názvom: *Rastliny a živočíchy, Príručka na určovanie* (GARMS, 1998).

Pozorovanie je vhodné so žiakmi uskutočniť v sklenených miskách (napr. Petriho misky), pričom dno misky a pozorovaný jedinec je v kontraste s bielym papierom umiestneným pod miskou. Pri pozorovaní môžeme použiť školskú lupu napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj stereomikroskop, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Zaujímavou aktivitou pre žiakov je určenie typu larvy (hrabavá, lezúca, plávajúca, prúdomilná) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na stavbu tela a jednotlivé znaky, pomocou ktorých sú larvy prispôbené vodnému prostrediu. Pozorované vodné organizmy, najmä ich larválne štádiá možno efektívne určiť v prírodných či v školských podmienkach pomocou obrazového kľúča uvedeného v *tabuľke 1*. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj manipulácia s biologickým materiálom. Úlohou žiakov je zistiť reakciu živočíchov na dotyk (seizmotaxia), a ich únikové správanie pri podráždení sklenenou tyčinkou. Limitujúcim faktorom ovplyvňujúcim aktívny pohyb podeniek je aj teplota vody v zbernej nádobe závislej od teploty prostredia. Zaujímavo na žiakov pôsobí aj správanie lariev podeniek v prítomnosti predátorov ako sú napr. vodné bzdochy (*korčuliarka, vodomerka, chrbtoplávka*) larvy šidielok, potápnikov, krivákov a zástupcov zooplanktónu (*lastúrnička, dafnia, cyklop*), ktoré tvoria významnú trofickú základňu pre spomínané vývinové štádium podeniek (*Tabuľka 2*).

Tabuľka 2: Kľúč na určenie názvoslovia vodných bezstavovcov (upravené: CHRENKOVÁ, 2006)

	<input type="checkbox"/> Larva vodnárky		<input type="checkbox"/> Larva šidla		<input type="checkbox"/> Larva mušky
	<input type="checkbox"/> Larva potočnika		<input type="checkbox"/> Larva vážky		<input type="checkbox"/> Pijavica
	<input type="checkbox"/> Larva pošvatky		<input type="checkbox"/> Krivák		<input type="checkbox"/> Červy rodu tubifex
	<input checked="" type="checkbox"/> Larva podenky		<input type="checkbox"/> Hadovka		<input type="checkbox"/> Dážďovka
	<input type="checkbox"/> Vodniak		<input type="checkbox"/> Ploskuľa		<input type="checkbox"/> Pakomár
	<input type="checkbox"/> Kotúľka		<input type="checkbox"/> Žížavica		<input type="checkbox"/> Larva komára
	<input type="checkbox"/> Potápnik		<input type="checkbox"/> Korčuliarka		<input type="checkbox"/> Larva trúdovky
	<input type="checkbox"/> Larva potápnika		<input type="checkbox"/> Vodomerka		<input type="checkbox"/> Dafnia
	<input type="checkbox"/> Vodniak		<input type="checkbox"/> Chrbtoplávka		<input type="checkbox"/> Cyklop
	<input type="checkbox"/> Vodniak		<input type="checkbox"/> Splošťula		

Spracovaná téma je rozdelená do troch častí, ktoré sú prezentované *tromi úlohami*:

- 1) *Podenky a ich adaptácia na vodné prostredie*
- 2) *Pozorovanie stavby tela larvy podeniek*
- 3) *Larvy podeniek a ich správanie vo vodnom prostredí.*

Súčasťou každej úlohy je súbor *problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh. Úloha je v rámci náročnosti určená pre žiakov základných škôl, s cieľom poukázať na *morfologické zvláštnosti lariev podeniek a ich adaptáciu k tečúcim a stojatým vodám*.

- Ktoré druhy rastlín a živočíchov sa podieľajú pri udržaní biologickej rovnováhy v prírode?



Obrázok 1: Získavanie biologického materiálu v potoku – tečúca voda



Obrázok 2: Druhová determinácia zástupcov živočíchov vodného ekosystému

2. 1 TÉMA A: PODENKA OBYČAJNÁ

2. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Podenky a ich adaptácia na vodné prostredie

PROBLÉM: Urči základné typy lariev podeniek podľa vonkajších znakov tela

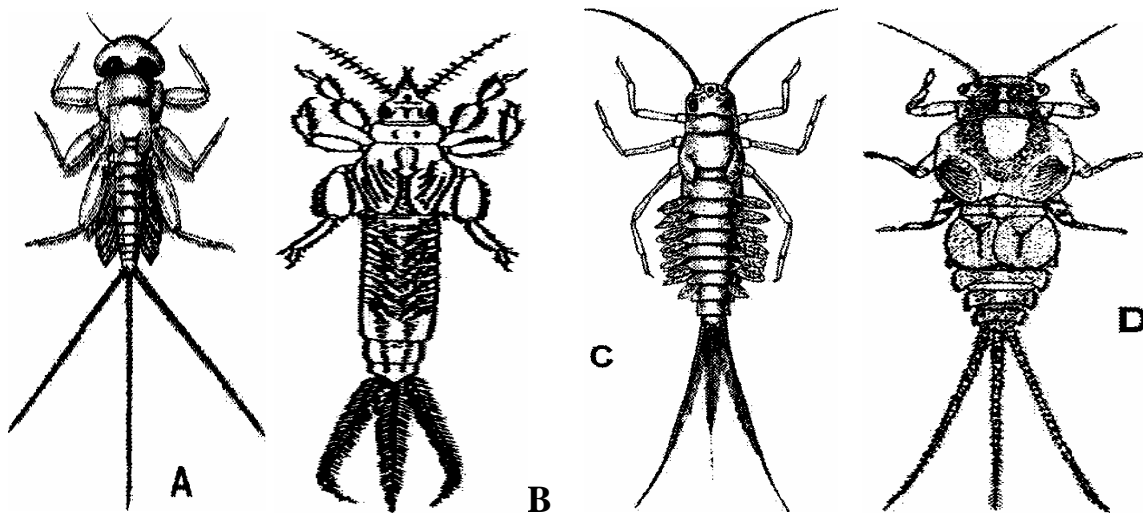
PRÍPRAVA: Zástupcovia podeniek sa vyznačujú *veľmi krátkym životným cyklom dospelých jedincov* (imága), ktoré neprijímajú potravu, a zo všetkých sústav majú funkčnú svalovú a pohlavnú sústavu. Využívajú ich pre aktívny pohyb a zachovanie nového potomstva. Naopak *vývoj lariev trvá od niekoľkých týždňov do niekoľkých rokov*. Larvy našich druhov podeniek uprednostňujú *dravý spôsob života*, žijú vo vodnom prostredí a práve *podľa typu prostredia, ktoré obývajú, sa stavbou tela veľmi odlišujú*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Ako sú prispôbené larvy podeniek spôsobu života vo vodnom prostredí?
- Porovnaj vonkajšie znaky tela larvy podeniek žijúcich v tečúcich a stojatých vodách?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C, D), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-h).



* zobrazené typy lariev podeniek sú základným znakom pre ich ďalšie systematické určovanie.

CHARAKTERISTIKY:

- vonkajšie žiabre obrátené na vrchu bruška,
- horské bystriny, rýchlo tečúca voda,
- valcovité telo, rybičkovitého tvaru, ústne ústroje na hlave smerujú kolmo k podkladu, na hlave sú aj výrazne dlhé tykadlá,
- ich ochlpené telo býva maskované drobnými čiastočkami bahna, ktoré na ňom lipne,
- obrvené bruškové výbežky funkčne tvoria plutvičku,
- slabo sploštené telo s krátkymi a silnými nohami, bruškové prívesky sú relatívne krátke a riedko obrvené,
- široké, sploštené telo, s výrazne dlhými výbežkami na brušku,
- dlhé valcovité telo s hrabavými nohami a úzkou hlavou, ústne ústroje smerujú dopredu s vyčnievajúcimi hryzadlami,

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D sú zobrazené štyri základné typy lariev podeniek, ktoré sú prispôsobené podmienkam vodného prostredia.
2. K jednotlivým typom lariev priradiť do *Tabuľky 2* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-h) tak, aby bola pre danú skupinu podeniek čo najtypickejšia.
3. Pre každý typ larvy prislúcha jeden obrázok a dva výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 2: Základné typy lariev podeniek a ich charakteristika

Typ larvy	Obrázok	Charakteristika
1) prúdomilná		
2) plávajúca		
3) hrabavá		
4) lezúca		

* správne odpovede: 1) A, b, g 2) C, c, e 3) B, a, h 4) D, d

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok larválneho štádia podeniek charakterizuje plávajúcu a lezúcu larvu?
- Charakterizuj tvar tela a končatiny podeniek, ktoré by si našiel v rybníku.
- Popíš stavbu tela larvy podenky obývajúcu prúdy tečúcich vôd.

2. 1 TÉMA A: PODENKA OBYČAJNÁ

2. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela podeniek

PROBLÉM: *Ako sú larvy podeniek stavbou tela prispôsobené vodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Larvy podeniek sa *prispôsobili* životu v *stojatých aj tečúcich vodách*. Jej hlava a celá chrbtová časť tvoria *celistvý štít*. Bruško majú zakončené *troma obrvenými výbežkami*, ktoré umožňujú plávanie. Dýchajú pomocou *vonkajších žiaber*, ktoré sú umiestnené na brušku v podobe lístkovitých lupienkov. Na hlave majú *veľké zložené oči*, a *nitkovité mnohočlánkové tykadlá*. Ústne orgány podeniek sú *hryzavé*, prispôsobené k dravému spôsobu života. Larvy *lezú po dne* a vodných rastlinách, obyčajne bývajú *pokryté vrstvou jemného kalu*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú larvy podeniek prispôsobené prostrediu, v ktorom žijú?
- Aký význam majú vonkajšie žiabre a bruškové výbežky počas larválneho štádia podeniek?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

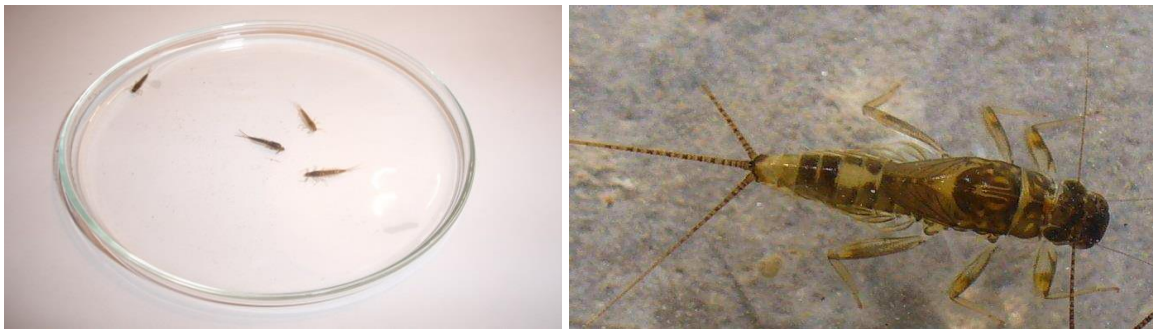
- ♣ živé jedince - larvy podeniek,
- ♣ pinzeta, lupa, biely papier, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky.

POSTUP:

1. Z dna vodného prostredia (potok, rybník) získaj biologický materiál (larvy podeniek), ktorý určíš pomocou odbornej literatúry.
2. Pri zbere môžeš použiť planktonovú alebo akvaristickú sieťku, pričom živé jedince premiestni do skleneného pohára s vodou pomocou pinzety.
3. Larvy podeniek potom pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela jeho členenie, počet končatín, bruškové výbežky, vonkajšie žiabre, tykadlá a ústne orgány (*Obrázok 3*).
4. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie pod ktorým si živočích pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

- Na základe pozorovania na obrázku označ nasledovné pojmy: *hlava, hrud', bruško, vonkajšie žiabre, končatiny a bruškové výbežky*.



Obrázok 3: Charakteristický tvar tela larvy podeniek pozorovanej v školskom prostredí.

ZHRNUTIE:

- Na základe nákresu určí typ larvy, pomôžu ti charakteristiky z predchádzajúcej úlohy.
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy hmyzu (príp. článkonožcov), ktorých larvy nájdeme vo vodnom prostredí?

2. 1 TÉMA A: PODENKA OBYČAJNÁ

2. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Larvy podeniiek a ich správanie vo vodnom prostredí

PROBLÉM: *Aké faktory ovplyvňujú únikové správanie podeniiek?*

PRÍPRAVA:

Larvy podeniiek sa vo vodnom prostredí *pohybujú pomaly*, pričom uprednostňujú *dravý spôsob života*. Ich *potravu* tvoria najmä menšie zvyšky rastlín a živočíchov, ale živia sa aj drobnými kôrovcami ako sú dafnie, cyklopy a larvy vodného hmyzu. Naopak v prítomnosti väčších jedincov (kriváky, larvy šidielok, potápnikov a vážok) uprednostňujú *únikové správanie*, ktoré súvisí s využívaním najmä *čuchových receptorov*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- S čím súvisí únikové správanie podeniiek, aké faktory ho ovplyvňujú?
- Pomocou odbornej literatúry urči druhový názov pozorovaných jedincov podeniiek.

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ larva podenky, potápnika, šidielka, komára, krivák, cyklop, dafnia a i.
- ♣ pinzeta, sklenený pohár s viečkom, misky, lupa, biely papier, sklená tyčinka, baterka.



Obrázok 4: Druhová determinácia vodných živočíchov pomocou odbornej literatúry.



Obrázok 5: Pozorovanie únikového správania podeniiek – reakcia na dotyk.

Postup:

1. Získané vodné živočichy premiestni do Petriho misiek a urči ich druhové názvy pomocou odbornej literatúry (*Obrázok 4-5*).
2. Pri určovaní druhového názvoslovia si môžeš pomôcť aj grafickým vyobrazením modelových zástupcov vodných bezstavovcov uvedených v *Tabuľke 1*.
3. Pozoruj správanie lariev podeniiek v prítomnosti veľkosti podobných živočíchov (krivák, larva potápnika, šidielka a i.), aké je správanie podeniiek medzi živočíchmi?
4. Pozoruj správanie lariev podeniiek v prítomnosti menších živočíchov (dafnia, cyklop, lastúrnica a i.), aké je správanie podeniiek medzi živočíchmi?
5. Pozoruj správanie živočíchov a ich reakciu na svetlo a na dotyk, ako stimul na podráždenie ti posluži sklená tyčinka a priamy svetelný zdroj (baterka).
6. Pri pozorovaní zaznamenaj správanie podeniiek do *Tabuľky 3* a zhodnoť výsledky svojich pozorovaní.

Tabuľka 3: *Správanie lariev podeniiek v prítomnosti iných vodných organizmov*

Sledované faktory	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na svetlo			
Reakcia na dotyk			
Larva potápnika			
Larva šidielka			
Larva komára			
Dafnia			
Krivák			
Cyklop			
Lastúrnica			

ZHRNUTIE:

- Aký typ správania si u lariev podeniiek pozoroval najčastejšie?
- Ktoré z pozorovaných organizmov tvoria zložku potravy pre larválne štádium podeniiek?
- Uveď aj iné príklady živočíchov, ktoré sa pri love prednostne orientujú čuchom.
- Existujú aj iné spôsoby orientácie vo vodnom prostredí?
- Ktoré druhy pozorovaných živočíchov sa podieľajú pri udržaní biologickej rovnováhy v prírode?

2. 2 TÉMA A: POTOČNÍK OBYČAJNÝ

2. 2. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Potočníky (*Trichoptera*) zaraďujeme zo systematického hľadiska do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa *článkovaným telom* v larválnom aj dospelom štádiu. Dospelé jedince so svojim štíhlym tvarom tela a krídlami pripomínajú motýle s rozpätím krídel až do 50 mm. Sú nenápadné *sivo až sivohnedo sfarbené*. Ich húsenicovité larvy valcovitého tvaru si vytvárajú *schránky rozličného tvaru a stavby*, kde si ukrývajú mäkké bruško a v čase nebezpečenstva sa celé do nich vtiahnu. Niektoré druhy lariev si nerobia schránky, ale sa *vo vode voľne pohybujú* alebo sa zdržujú medzi vodným rastlinstvom. Hospodársky význam majú iba ako *potrava pstruhovitých rýb*, nakoľko sa hojne vyskytujú v horných tokoch potokov a riek.

Ústne orgány dospelého hmyzu majú zakrpatené hryzadlá. Potravu prijímajú v tekutom stave pomocou osobitého cicavého ústroja. *Hruď* sa skladá z neúplne splynutých článkov, z ktorých predohruď je najmenšia. *Nohy* sú štíhle, pomerne dlhé a umožňujú hmyzu dobre behať. Z blanitých krídel je predný pár tuhší než zadný. *Krídla* sú pokryté šupinkovitými chlpkami, ktorými sa podobajú krídlam motýľov. V pokoji ich skladajú striedavo na telo. Bruško majú podlhovasto vajcovité so zahroteným koncom.

Potočníky sú *v larválnom štádiu* vývoja typickými obyvateľmi dna vôd. Ich larvy sa prispôbili životu v stojatých aj tečúcich vodách. *Na hlave lariev* sú maličké zložené oči a veľmi krátke tykadlá. *Ústne orgány* sú hryzavé. Hrudné články sú *silne chitinizované*, nesú kráčavé nohy, z ktorých predné sú kratšie a slúžia na chytanie koristi a pri úprave schránky. Bruško je podlhovasté a mäkké, na bokoch tela má *tracheálne žiabre* v podobe lístkovitých útvarov. Prvý článok bruška sa vyznačuje tromi výrastkami, ktorými sa larva zachycuje v schránke.

Ochranné schránky si larvy zhotovujú obyčajne z materiálu, ktorý majú k dispozícii, napr. z *kamienkov, zrníka piesku alebo schránok vodných ulitníkov* a pod. Larvy zdržujúce sa medzi vodným rastlinstvom si stavajú *schránky z rastlinného materiálu*, napr. z úlomkov stebiel, listov a pod.

Potočníky sa vyvíjajú *dokonalou premenou*. Samičky púšťajú *vajíčka* obalené rôsolovitou hmotou priamo do vody alebo ich pripevňujú na predmety pri vode i vo vode v podobe *rôsolovitých povrázok*. Tento *rôsolovitý obal* chráni vajíčka pred nepriateľmi, pred vyschnutím, pred veľkými výkyvmi teploty a napokon slúži larvám *ako prvá potrava* hneď po vyliahnutí a ako materiál pri budovaní ochranných schránok. Larvy sa počas vývoja *viac ráz lienia* (šesť krát). Pri *zakuklovaní* pripevnia *schránku k substrátu* a na ňom sa zakukľujú, kde prebieha ďalší vývin. Obidva koncové otvory kukly (schránky) uzavrú *riedkymi hodvábnymi vláknami*. Po uzavretí sa v schránke sa larva asi po dvoch dňoch mení na *pohyblivú kuklu*. Štádium kukly trvá asi *dva týždne*. Napokon sa kukla oddelí od schránky a *pláva voľne vo vode*. Keď sa dostane k brehu, *uchytí sa na vhodnom predmete*. Po uschnutí jej praskne pokožka na chrbte a z kukly vylezie *dospelé imágo*, ktoré je schopné hneď *aktívne lietať*.

Imága (dospelce) potočnikov sa cez deň ukrývajú v pobrežnej vegetácii, za teplých večerov sa rozletujú. Niekedy lietajú vo veľkých skupinách nad vodnou hladinou podobne ako dospelce podeniek a komárov. Často priletujú k svetlu. Niektoré druhy sú aktívne aj vo dne.

Potočníky sú rozšírené takmer *po celom svete*. Vo svete je známych *okolo 3000 druhov*, v *Európe* sa predpokladá výskyt asi *650 druhov*, z ktorých u nás v blízkosti vodných tokov žije *okolo 250 druhov*. V horských potokoch žije potočník obyčajný (*Rhyacophila vulgaris*), pri brehoch riek potočník snovač (*Hydropsyche guttata*). Larva tohto druhu spriada vo vode sieť podobnú pavučine a loví do nej malé vodné živočíchy. V stojatých a mierne tečúcich vodách žije skoro čierny potočník najtmavší (*Athripsodes aterrimus*), menší husto ochlpený druh potočník huňatý (*Lepidostoma hirtum*) a náš najväčší druh potočník veľký (*Phrygaena grandis*) s rozpätím krídel až 6 cm.



Rhyacophila vulgaris

Hydropsyche guttata

Lepidostoma hirtum

Phrygaena grandis

2. 2 TÉMA A: POTOČNÍK OBYČAJNÝ

2. 2. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Larvy potočníkov (*Trichoptera*) sú vhodným objektom na pozorovanie a pokusy v školskom prostredí príp. vo voľnej prírode. Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia. Motivujúcou činnosťou žiakov v prírodnom prostredí je *zber lariet potočníkov*, ktorý môžu žiaci získavať pomocou *ručného zberu* a pod dozorom učiteľa a určiť získané jedince lariet vodného hmyzu pomocou odbornej literatúry. Naopak školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie larválneho štádia potočníkov, ich aktivitu, pohyb a správanie v neprirodzenom prostredí.

Jedince lariet potočníkov (pozri vyššie) *zbierame z brehu pomocou ručného zberu*. Larvy potočníkov možno nájsť na dne mierne tečúcich vôd, najčastejšie v plytčinách v blízkosti zahŕňajúceho substrátu (bentos). Efektívne ich možno zbierať použitím *planktónových misiek*, príp. *planktónovej sieťky* (Obrázok 6-7), ktorú možno zhotoviť podľa návodu uverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č. 4, roč. 14 (KVASNIČÁK, 2010), príp. v odbornej literatúre s názvom: *Velká kniha živočíchov* (BRTEK a kol. 2007). Na zber zoologického materiálu možno alternatívne použiť aj *akvaristické sieťky*, pomocou ktorých odoberáme živočíchov z dna tečúcej resp. stojatej vody. Získané jedince potom premiestnime *do sklenej nádoby s vodou*, v ktorej sme získavali biologický materiál. Pred samotným pozorovaním je dôležité zabezpečiť cirkuláciu vzduchu otvorením veka nádoby. *Životnosť lariet* vzhľadom na umelé podmienky je cca. dva dni a je limitovaná prehriatím zbernej nádoby, ktorú skladujeme otvorenú pri teplote 15 až 20 ° C. Z vlastných skúseností je vhodné larvy potočníkov držať v umelom prostredí *izolovane, t.j. bez prítomnosti iných vodných organizmov* ako sú napr. kriváky (*Gammarus spp.*), larvy šidielok (*Calopteryx spp.*) príp. larvy potápnikov (*Dytiscidae*), ktorých vyobrazenie sa nachádza v odbornej publikácii s názvom: *Rastliny a živočíchy, Príručka na určovanie* (GARMS, 1998).

Pozorovanie je vhodné so žiakmi uskutočniť *v sklenených miskách* (napr. Petriho misky), pričom dno misky a pozorovaný jedinec je v kontraste s bielym papierom umiestneným pod miskou. Pri pozorovaní môžeme použiť školskú lupu napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Zaujímavou aktivitou pre žiakov je určenie *vývinových štádií* (vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na stavbu tela a jednotlivé znaky, pomocou ktorých sú jedince prispôbené vodnému prostrediu. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj manipulácia s biologickým materiálom. Úlohou žiakov je zistiť reakciu lariet potočníkov na dotyk (seizmotaxia), a ich únikové správanie pri podráždení sklenenou tyčinkou. Limitujúcim faktorom ovplyvňujúcim pohyb potočníkov je aj teplota vody v zbernej nádobe závislej od teploty prostredia. Zaujímavo na žiakov pôsobí aj správanie lariet potočníkov v prítomnosti predátorov, ako sú napr. vodné bzdochy (*korčuliarka, vodomerka, chrbtoplávka*) larvy šidielok, potápnikov, krivákov a zástupcov zooplanktónu (*lasturnička, dafnia, cyklop*).

Spracovaná téma je rozdelená do troch častí, ktoré sú prezentované *tromi úlohami*:

- 1) *Potočníky a ich adaptácia na vodné prostredie*
- 2) *Pozorovanie stavby tela lariet potočníkov*
- 3) *Larvy potočníkov a ich správanie vo vodnom prostredí.*

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*. Úloha je v rámci náročnosti určená pre žiakov základných škôl s cieľom poukázať *na morfológické zvláštnosti lariev potočníkov* vyskytujúcich sa v tečúcich a stojatých vodách.



Obrázok 6: Získavanie biologického materiálu v potoku – tečúca voda



Obrázok 7: Pozorovanie vodných živočíchov a ich determinácia

2. 2 TÉMA A: POTOČNÍK OBYČAJNÝ

2. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života potočníka

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá potočníka obyčajného

PRÍPRAVA: Potočníky sa vyvíjajú *dokonalou premenou*. Samičky púšťajú *vajíčka* priamo do vody alebo ich pripevňujú na predmety pri vode v podobe *rôsolovitých povrázok*. Tento *rôsolovitý obal* chráni vajíčka pred nepriateľmi a pred vyschnutím. Slúži larvám aj *ako prvá potrava* hneď po vyliahnutí a ako materiál pri budovaní ochranných schránok. Larvy sa počas vývoja *viac ráz lienia* (šesť krát). Obidva koncové otvory schránky uzavrujú *riedkymi hodvábnymi vláknami*. Po uzavretí sa v schránke sa larva asi po dvoch dňoch mení na *pohyblivú kuklu*. Štádium kukly trvá asi *dva týždne*. Po uschnutí jej *praskne pokožka* na chrbte a z kukly vylezie *dospelé imágo*, ktoré je schopné hneď *aktívne lietať*. *Krídla* sú pokryté šupinkovitými chlčkami, ktorými sa podobajú krídlam motýľov. V pokoji ich skladajú strieškovo na telo.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aká premena vývinu je typická pre potočníky?
- Aké prostredie je charakteristické pre vývin druhu potočníka obyčajného?
- Charakterizuj larvu a dospelého jedinca potočníka, ako sú prispôsobené životu pri vode?
- Porovnaj vývinové štádium larvy a kukly potočníka, aké sú rozdiely v stavbe tela?
- Ako sú vajíčka potočníka chránené pred vonkajšími vplyvmi?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C, D),
- ♣ charakteristiky pozorovaných jedincov (a-h)



CHARAKTERISTIKY:

- a) ich telo je chránené *charakteristickými schránkami*, ktoré sú na koncoch uzavreté,
- b) *krídla* sú strieškovo zložené a sú pokryté šupinkovitými chlčkami,
- c) je pokryté *rôsolovitým obalom*, ktorý slúži larvám ako prvá potrava,
- d) počas vývoja sa *šesť krát lienia*
- e) ich rôsolovitý obal slúži ako *materiál pri budovaní schránok*,
- f) jej štádium vývoja trvá *asi dva týždne*,
- g) po vývine je schopné hneď *aktívneho letu*,
- h) po uschnutí jej *praskne pokožka na chrbte* a vyvinie sa z nej dospelý jedinec.

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D sú vyobrazené štyri vývinové štádia potočníka.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám priradi do *Tabuľky 4* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-h) tak, aby bola pre vývinové štádium čo najtypickejšia.
3. Pre každého jedinca prislúcha jeden obrázok a dva výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 4: Základné typy lariev potočníka a ich charakteristika

Typ larvy	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) kukla		
4) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1) C, c, e 2) D, a, d 3) B, f, h 4) A, b, g

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok vývinového štádia potočníka charakterizuje larvu a kuklu jedinca?
- Charakterizuj tvar tela, končatiny a krídla dospelých jedincov potočníka.
- Popíš stavbu schránky larvy potočníkov obývajúcich tečúce a stojaté vody.

2. 2 TÉMA A: POTOČNÍK OBYČAJNÝ

2. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela lariev potočníkov

PROBLÉM: *Ako sú larvy potočníka stavbou tela prispôsobené vodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Potočníky sú v larválnom štádiu vývoja typickými obyvateľmi dna vôd. Ich larvy sa prispôbili životu v stojatých aj tečúcich vodách. Na hlave lariev sú maličké zložené oči a veľmi krátke tykadlá. Ústne orgány sú hryzavé. Hrudné články sú silne chitinizované, nesú kráčavé nohy, z ktorých predné sú kratšie a slúžia na chytanie koristi a pri úprave schránky. Bruško je podlhovasté a mäkké, na bokoch tela má tracheálne žiabre v podobe lístkovitých útvarov. Prvý článok bruška sa vyznačuje tromi výrastkami, ktorými sa larva zachycuje v schránke. Ochranné schránky si larvy zhotovujú obyčajne z materiálu, ktorý majú k dispozícii, napr. z kamienkov, zrníek piesku alebo schránok vodných ulitníkov a pod. Larvy zdržujúce sa medzi vodným rastlinstvom si stavajú schránky z rastlinného materiálu, napr. z úlomkov stebiel, listov a pod.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú larvy potočníkov prispôsobené prostrediu v ktorom žijú?
- Aký význam majú vonkajšie žiabre a schránky počas larválneho štádia podeniek?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince - larvy potočníkov,
- ♣ pinzeta, lupa, biely papier, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky.

POSTUP:

1. Z dna vodného prostredia (potok, rybník) získaj biologický materiál (larvy potočníkov), ktorý určíš pomocou odbornej literatúry.
2. Pri zbere môžeš použiť planktonovú alebo akvaristickú sieťku, pričom živé jedince premiestni do skleneného pohára s vodou pomocou pinzety.
3. Larvy potočníkov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, schránku, počet končatín, vonkajšie žiabre, tykadlá a ústne orgány. Možeš si pomôcť aj obrázkom 8.
4. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie pod ktorým si živočích pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

Na obrázku označ nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško,
- schránka, vonkajšie žiabre,
- končatiny, tykadlá a ústne orgány.



Obrázok 8: Charakteristický tvar tela larvy potočníka pozorovaného v školskom prostredí

ZHRNUTIE:

- Na základe obrázku popíš stavbu larvy, z akého materiálu je tvorená ochranná schránka?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy hmyzu (príp. článkonožcov), ktorých larvy nájdeme vo vodnom prostredí?

2. 2 TÉMA A: POTOČNÍK OBYČAJNÝ

2. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Larvy potočníka a ich správanie vo vodnom prostredí

PROBLÉM: Aké faktory ovplyvňujú únikové správanie lariev potočníka?

PRÍPRAVA: Larvy potočníkov sa vo vodnom prostredí *pohybujú pomaly*, pričom uprednostňujú *dravý spôsob života*. Ich *potravu* tvoria najmä menšie zvyšky rastlín a živočíchov, ale živia sa aj drobnými kôrovcami ako sú dafnie, cyklopy a larvy vodného hmyzu. Naopak v prítomnosti väčších jedincov (kriváky, larvy šidielok, potápnikov a vážok) uprednostňujú *únikové správanie*, ktoré súvisí s využívaním najmä *čuchových receptorov*. Tvojou úlohou bude pozorovať prirodzené a únikové správanie lariev potočníkov za použitia rôznych faktorov

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- S čím súvisí únikové správanie lariev potočníka, aké faktory ho ovplyvňujú?
- Pomocou odbornej literatúry určí druhový názov pozorovaných jedincov potočníka.

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ larva potočníkov, potápnika, šidielka, komára, krivák, cyklop, dafnia a i.
- ♣ pinzeta, sklenený pohár s viečkom, misky, lupa, biely papier, sklená tyčinka, baterka.

Postup:

1. Získané vodné živočíchky premiestni do Petriho misiek a určí ich druhové názvy pomocou odbornej literatúry (*Obrázok 9*).
2. Pri určovaní druhového názvoslovia si môžeš pomôcť aj vyobrazením modelových zástupcov vodných bezstavovcov uvedených v *odbornej literatúre*.
3. Pozoruj správanie lariev potočníkov v prítomnosti veľkostne podobných živočíchov (krivák, larva potápnika, podenky a i.), aké je správanie podeniek medzi živočíchmi?
4. Pozoruj správanie lariev potočníkov v prítomnosti menších živočíchov (dafnia, cyklop, krivák a i.), aké je správanie potočníkov medzi živočíchmi?
5. Pozoruj správanie živočíchov a ich reakciu na svetlo a na dotyk (*Obrázok 10*), ako stimul na podráždenie ti posluži sklená tyčinka a priamy svetelný zdroj (baterka).
6. Pri pozorovaní zaznamenaj správanie potočníkov do *Tabuľky 5* a zhodnot' výsledky svojich pozorovaní.

Tabuľka 5: Správanie lariev podeniek v prítomnosti iných vodných organizmov

Sledované faktory a prítomnosť iných organizmov	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na svetlo			
Reakcia na dotyk			
Larva potápnika			
Larva podenky			
Larva komára			
Dafnia			
Krivák			
Cyklop			

ZHRNUTIE:

- Aký typ správania si u lariev potočníka pozoroval najčastejšie?
- Ktoré z pozorovaných organizmov tvoria zložku potravy pre larválne štádium potočníka?
- Uveď aj iné príklady živočíchov, ktoré sa pri love prednostne orientujú čuchom.
- Existujú aj iné spôsoby orientácie vo vodnom prostredí?



Obrázok 9: Druhovú determináciu vodných živočíchov pomocou odbornej literatúry.



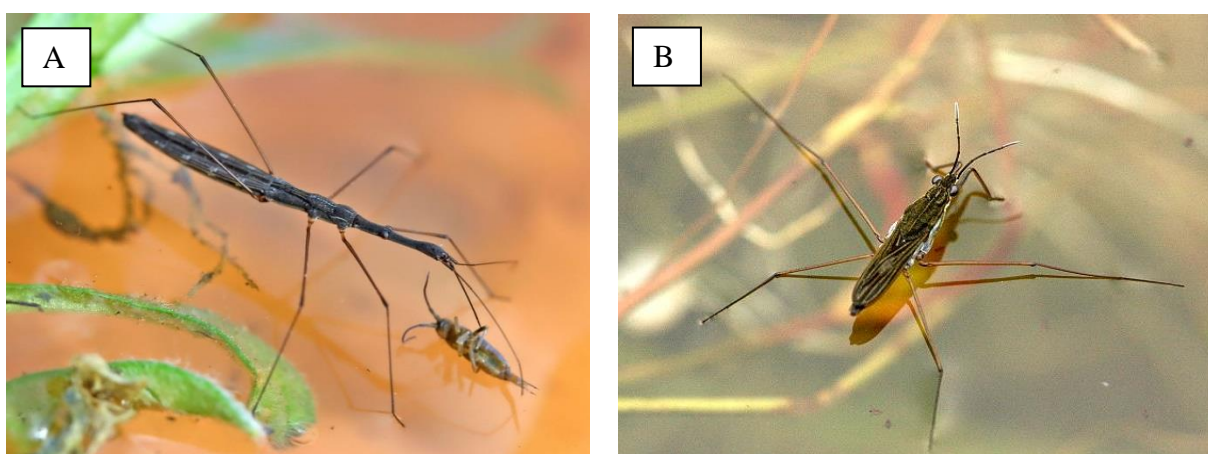
Obrázok 10: Pozorovanie únikového správania potočníka – reakcia na dotyk.

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Vodomerka obyčajná sa javí svojím rýchlym pohybom na vodnej hladine ako vhodný objekt na pozorovanie v prírodnom ale aj v školskom prostredí. Bežne sa vyskytuje v *stojatých a mierne tečúcich vodách*, kde obýva najčastejšie plytčiny. Zo systematického hľadiska ju zaradujeme do triedy hmyz (*Insecta*) a radu vodné bzdochy (*Heteroptera*) vyznačujúci sa *článkovaným telom* s tromi párami dlhých končatín a dvoma párami krídel, z ktorých vrchné sú blanité a neprekrývajú povrch tela. Na hlave sú vyvinuté dokonalé zmyslové orgány, ako zložené oči tvorené jednoduchými očkami, štvorčlánkové tykadlá a cicavé ústne ústroje prispôsobené konzumácii mŕtveho hmyzu spadnutého na vodnú hladinu (*Obrázok 11*).



Obrázok 11: *Vodomerka obyčajná (A) a korčuliarka obyčajná (B) ako draví zástupcovia vodných bzdôch vhodných na pozorovanie v prírodnom a školskom prostredí.*

Vodomerka obyčajná (*Hydrometra stagnorum*) spolu s korčuliarkou obyčajnou (*Gerris lacustris*) patrí medzi *vodné bzdochy*, ktoré sa živia *dravým spôsobom života*. Oba druhy sa v hojnom počte vyskytujú na hladine vôd, pričom štíhlejšia vodomerka žije *jednotlivo* a robustnejšia korčuliarka sa vyskytuje prevažne v *skupinách*. Jej *štíhle telo s pretiahnutou hlavou a dlhými končatinami* dosahuje veľkosť 1 – 1,3 cm.

Vďaka veľmi malej hmotnosti tela nepretrhnú povrchovú blanku vody, čo im umožňuje *aktívny pohyb na hladine*. Pohybuje sa obratne a rýchlo typickým trhavým pohybom, len pomocou zadných a stredných nôh, pričom široko rozkročené nohy zabezpečujú stabilitu na vodnej hladine. Jej jemne obrvená strana tela je vodou nezmáčateľná. Vodomerky sú *aktívne najmä za súmraku*, odpočívať zvyknú najmä na brehu. Pri vyrušení predstierajú, že sú mŕtve.

Potravu tvorí najmä mŕtvy hmyz a iné drobné bezstavovce, ktoré spadnú na hladinu vody, ale aj čerstvo vyliahnutý hmyz. Korisť nachádza čuchom pomocou veľmi jemného *zmyslu na chvenie*. Dospelé jedince sa pária na vrchole leta, do roka sa vyvinú *dve generácie*. Ich vývin je nepriamy, z vajíčka nakladených v poraste vodných rastlín sa vyvinie larva, ktorá je veľkostne menšia, avšak pripomína dospelého jedinca. Živí sa *dravým spôsobom života*. V hojnom počte sa vyskytuje v jazierkach, mlákach a rybníkoch, obľubuje plytčiny stojatých a mierne tečúcich vôd. V Európe sa vyskytuje niekoľko druhov.

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber vodného hmyzu, jeho determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie stavby tela a pohybu jedincov vodného hmyzu v akváriu. Larvy a dospelé jedince vodomerky zbierame z brehu spolu s vodným planktónom pomocou *akvaristickej sieťky*. Alternatívne možno na pozorovanie v školských podmienkach použiť aj *iných zástupcov vodných bzdôch* (korčuliarka obyčajná, chrbtoplávka žltkastá, splošťuľa bahenná, ihlica vodná). Modelové druhy môžeme efektívne získať na vodnej hladine s využitím *planktónovej sieťky*, ktorú možno zhotoviť podľa návodu zverejneného v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č. 4, roč. 14 (KVASNIČÁK, 2010), príp. v odbornej literatúre s názvom: *Veľká kniha živočíchov* (BRTEK a kol. 2007). publikácii (KVASNIČÁK, 2010). Pre zber sa osvedčili stojaté (mláky, rybníky, jazerá) a mierne tečúce vody (potoky), kde sa druhy vodných bzdôch vyskytujú skupinovo (*Obrázok 12*).

Dospelce vodného hmyzu (vodomerka, korčuliarka) môžeme úspešne určiť pomocou odbornej literatúry (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997). Na transport živočíchov môžeme použiť *sklené poháre s vodou* odobratou z prírodného zdroja. Vhodné je použiť zaváraniové poháre s objemom do 7 dcl s prederaveným viečkom, ktorý umožňuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. Pri pozorovaní spomínaných druhov sa v školskom prostredí osvedčili *akvária s objemom do 15 litrov* (elementky), ktoré umožňujú pozorovanie pohybu jedincov na hladine vody a reakcie správania dospelých jedincov na prítomnosť potravy.

Pri pozorovaní vývinových štádií modelových zástupcov bzdôch môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Pri pozorovaní stavby tela sa osvedčil *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia) a teple (termotaxia). Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývinových štádií* jedincov (vajíčko, larva a dospelý jedinec) na základe priradenia obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré dané vývinové štádium popisujú. Žiaci následne vývinové štádia vodomerky identifikujú na hladine v poraste vodných rastlín, pričom skúmanú vzorku vody s organizmami prinesú na pozorovanie do školského prostredia.

Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je pozorovanie aktívneho pohybu dospelých jedincov vodomerky počas lovenia koristi (muchy, šidielka). Predmetom skúmania je aj *pozorovanie pohybu vodomeriek na hladine vody*, ktorej obsah je zmiešaný so saponátom. Pri pozorovaní sa osvedčil bežný čistiaci prostriedok na riad (Jar), ktorý znižuje adhézne a viskózne vlastnosti vodnej hladiny pri pohybujúcich sa jedincoch. Súčasťou úlohy je aj *nákres stavby tela* dospelého jedinca vodomerky s charakteristickými znakmi (hlava, hrud', bruško, dlhé končatiny a krídla) prispôsobeného pre život vo vodnom prostredí.

Úlohou žiakov v rámci pozorovania vodného ekosystému je skúmanie živých a neživých zložiek prírody (*Obrázok 13*) a následné skúmanie potravných vzťahov. Tu žiaci získané organizmy (vodné rastliny, vodné bzdochy a ich koristi) správne priradujú do potravného reťazca a následne do potravných pyramíd. Výsledkom činnosti žiakov je potravná pyramída organizmov (producenti konzumenti, reducenti) poukazujúca na potravné vzťahy prebiehajúce v skúmanom vodnom ekosystéme.

Spracovaný vyučovací model je tematicky rozdelený do štyroch úloh, ktoré charakterizujú skúmaný vodný druh bzdochy - vodomerky obyčajnej. Alternatívne možno pre pozorovanie v školských podmienkach použiť aj iných zástupcov vodných bzdôch: korčuliarku obyčajnú (*Gerris lacustris*), príp. dĺžkou tela výzorovo atraktívnu ihlicu vodnú (*Ranatra linearis*).

Téma: Poznávanie a pozorovanie vodomerky obyčajnej

- 1) Zo života vodomerky*
- 2) Pozorovanie stavby tela vodomerky*
- 3) Pozorovanie pohybu na vodnej hladine*
- 4) Potravové vzťahy vodného ekosystému*

Súčasťou každej úlohy je súbor problémových otázok a úloh, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia pre modelový druh vodomerky obyčajnej vývinovo a potravou viazanej na vodnú hladinu stojatých a mierne tečúcich vôd pozorovaného vodného ekosystému.



Obrázok 12: Pozorovanie živých zložiek vodného ekosystému



Obrázok 13: Meranie teploty vody ako neživý faktor prírodného prostredia

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 2 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č.1: Zo života vodomerky

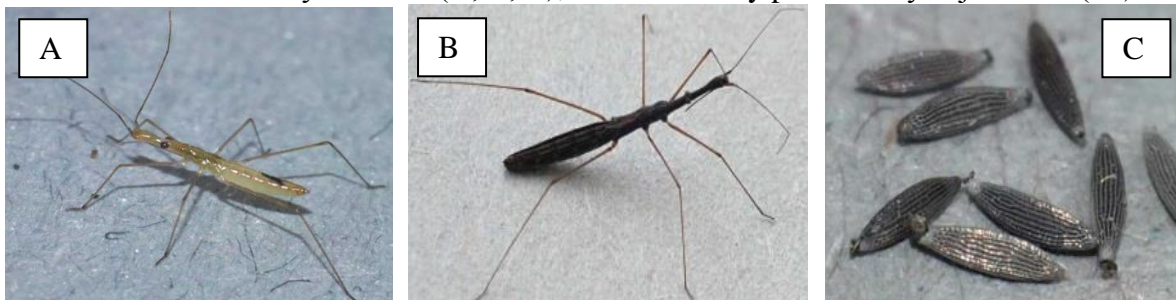
PROBLÉM: Urči vývinové štádiá vodomerky obyčajnej

PRÍPRAVA: Vodomerka obyčajná patrí medzi *vodné bzdochy*. V hojnom počte sa vyskytuje na hladine vód, kde prebieha aj jej vývin nedokonalou premenou. Samička kladie do porastu vodných rastlín tmavostriebristé *vajíčka* elipsovitého tvaru veľkosti 1 milimetra. Po týždni sa z nich vyvinie *larva*, ktorá stavbou tela pripomína dospelého jedinca. Jej svetlobiele telo sa počas vývoja viackrát zvlieka a dorastá do veľkosti 4 milimetrov. Podobne ako *dospelý jedinec* žije dravo, pričom dospelec už má vyvinuté blanité krídla, ktoré pokrývajú štíhle telo. Jeho telo s pretiahnutou hlavou a dlhými končatinami dosahuje veľkosť 12 milimetrov. Na hladine sa *aktívne pohybujú* a živia sa *dravým spôsobom života*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aký je rozdiel medzi larvou a dospelým jedincom vodomerky?
- Aké prostredie je charakteristické pre vývin druhu vodomerky obyčajnej?
- Charakterizuj dospelého jedinca vodomerky. Ako je prispôsobený plávaniu na hladine?
- Aká premena vývinu je charakteristická pre vodné druhy bzdôch?

POMÔCKY: obrazový materiál (A, B, C), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-l)



CHARAKTERISTIKY:

- | | |
|---|---|
| <i>a) je bledej farby a pripomína dospelého jedinca</i> | <i>g) sú elipsovitého tvaru veľkosti 1 mm</i> |
| <i>b) aktívne pláva a žije dravým spôsobom života</i> | <i>h) dosahuje veľkosť až 12 milimetrov</i> |
| <i>c) sú kladené na povrch vodných rastlín</i> | <i>i) jej telo sa počas vývoja viackrát zvlieka</i> |
| <i>d) nemá vyvinuté krídla</i> | <i>j) vyvinie sa z nich larva</i> |
| <i>e) má vyvinuté blanité krídla</i> | <i>k) má tmavé telo s pretiahnutou hlavou</i> |
| <i>f) vyvinie sa z nej dospelý jedinec</i> | <i>l) sú tmavostriebristej farby</i> |

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, sú zobrazené tri vývinové štádiá vodomerky.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám priradiť do *tabuľky* 6 obrázkov a ich charakteristiku (*a-l*) aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a štyri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 6: Životný cyklus vodomerky obyčajnej

Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) dospelý jedinec		

* Správne odpovede: 1) C, c, g, j, l

2) A a, d, f, i

3) B b, e, h, k

ZHRNUTIE:

- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre dospelého jedinca vodomerky obyčajnej?
- Charakterizuj vývinový cyklus s nedokonalou premenou na príklade vodomerky?
- Ako sú prispôsobené vajíčka a larvy vodomerky vodnému prostrediu?
- Aký význam má vodomerka obyčajná vo vodnom hospodárstve?

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 2 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela vodomerky

PROBLÉM: *Ako je vodomerka stavbou tela prispôsobená vodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Vodomerka obyčajná je charakteristická svojím *rýchlym pohybom na vodnej hladine*. Bežne sa vyskytuje *v stojatých a mierne tečúcich vodách*, kde obýva najčastejšie plytčiny. Vyznačuje sa *článkovým telom* s tromi párami *dlhých končatín* a dvoma párami *blanitých krídel*, z ktorých vrchné neprekrývajú povrch tela. Na hlave sú vyvinuté *dokonalé zmyslové orgány*, ako zložené oči tvorené jednoduchými očkami, štvorčlánkové tykadlá a cicavé ústne ústroje prispôsobené konzumácii mŕtveho hmyzu spadnutého na vodnú hladinu.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aký je rozdiel medzi larvou a dospelým jedincom vodomerky?
- Aké prostredie je charakteristické pre vývin druhu vodomerky obyčajnej?
- Charakterizuj dospelého jedinca vodomerky. Ako je prispôsobený plávaniu na hladine?
- Aká premena vývinu je charakteristická pre vodné druhy bzdôch?

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

♣ dospelé jedince vodomerky, pinzeta, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky, lupa.

POSTUP:

1. Pomocou ručného zberu získaj z vodnej hladiny dospelých jedincov vodomerky.
2. Živé jedince premiestni do skleneného pohára spolu s kôrou a napadnutým ihličím.
3. Dospelé jedince potom po jednom exemplári vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
4. Pohyb jedincov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne orgány, zmyslové orgány a i. (*Obrázok 14*).
5. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si telo pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

Na základe pozorovaní označ na obrázku nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško,
- tykadlá, ústne orgány,
- končatiny, krídla.



Obrázok 14: Charakteristický tvar tela vodomerky pozorovanej v prírodnom prostredí

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela je vodomerka prispôsobená prostrediu v ktorom žije?
- Ktoré zmyslové orgány používa vodomerka pri hľadaní potravy?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy vodného hmyzu pohybujúceho sa na vodnej hladine?

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 2 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora a koristi

PROBLÉM: *Popíšte správanie vodomerky za prítomnosti spomínaných faktorov.*

PRÍPRAVA: V komunikácii hmyzu majú *zmyslové orgány* nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivo rozpoznávať a odovzdávať si informácie. Dospelé jedince vodomerky sa na vodnej hladine *pohybujú rýchlo*, pričom uprednostňujú *dravý spôsob života*. Ich *potravu* tvoria najmä larvy vodného hmyzu. Naopak v prítomnosti väčších jedincov (larvy šidielok, potápnikov a vážok) uprednostňujú *únikové správanie*, ktoré súvisí s využívaním najmä *zrakových a čuchových receptorov*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- S čím súvisí aktívny pohyb vodomerky na vodnej hladine?
- Dokážeš ovplyvniť pohyb vodomerky na vodnej hladine? Aké faktory ho ovplyvňujú?

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ dospelé jedince vodomerky, larvy potápnikov a šidielok, drobný vodný hmyz,
- ♣ akvaristická sieťka, sklený pohár, pinzeta, 100 ml saponátu príp. mydlového roztoku,
- ♣ akvárium s objemom do 15 litrov, Petriho misky, lupa, sklená tyčinka a baterka.

POSTUP:

1. Dospelých jedincov vodomerky získaj na vodnej hladine s použitím planktónovej príp. akvaristickej sieťky a umiestni do skleneného pohára s vodou.
2. Pri transporte jedincov do školského prostredia použi vodu z potoka, kde si jedincov získal.
3. Jedincov vodomerky opatrne prenes do akvária a pozoruj ich pohyb na vodnej hladine.
4. Podobne pozoruj pohyb a správanie vodomerky po pridaní saponátu (mydlového roztoku).
5. Správanie vodomerky pozoruj aj za prítomnosti iných faktorov (dotyk, svetlo) a iných organizmov (potrava: menší vodný hmyz) a predátora (larvy potápnika a vážok).
6. Svoje zistenia pozorovaného správania vodomerky zaznač do *Tabuľky 7*.

Tabuľka 7: Správanie vodomerky v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov

<i>Faktory a prítomnosť iných organizmov</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Prirodzené správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcie na dotyk a svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na korisť</i>			
<i>Reakcia na mydlový roztok (saponát)</i>			

ZHRNUTIE:

- Porovnaj výsledky svojich pozorovaní s predpokladaným správaním sa vodomerky v umelom prostredí aj za prítomnosti iných faktorov (svetlo, dotyk, korisť a predátor).

2. 3 TÉMA A: VODOMERKA OBYČAJNÁ

2. 3. 2 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 4

ÚLOHA č. 4: Potravové vzťahy vodného ekosystému

PROBLÉM: Znáznorní potravové vzťahy, ktorých súčasťou je vodomerka obyčajná.

PRÍPRAVA: Rastliny a mikroorganizmy sú takmer v každom ekosystéme začiatkom *potravového reťazca*. Ako potrava sú zdrojom organických látok nevyhnutných pre život dokonalejších organizmov, najmä živočíchov. *Potravové vzťahy* vo vodnom ekosystéme možno znázorniť pomocou *potravového reťazca* a *potravovej pyramídy*, ktorá zahŕňa mikroorganizmy, rastliny a živočíchy. Tvojou úlohou bude znázorniť potravové vzťahy, ktorých súčasťou je vodný hmyz (vodomerka obyčajná), rastliny a pozorované živočíchy. Na základe potravovej pyramídy pozorovaných organizmov dokážeš zistiť *potravové vzťahy* v skúmanom vodnom ekosystéme.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- ♣ Čo rozumieš pod pojmom potravový reťazec a potravová pyramída?
- ♣ Ktoré organizmy nazývame konzumenty? Čo tvorí ich zložku potravy?
- ♣ Prečo sú producenty potrební pre všetky živé organizmy? Ako ovplyvňujú život na Zemi?
- ♣ Vysvetli pojem reducenty a pokús sa ich nájsť na skúmanom území.
- ♣ Ako ovplyvňujú kvalitu vody mikroorganizmy? Vyskytujú sa na skúmanom území?
- ♣ Ktoré organizmy zabezpečujú stabilitu vodného ekosystému?

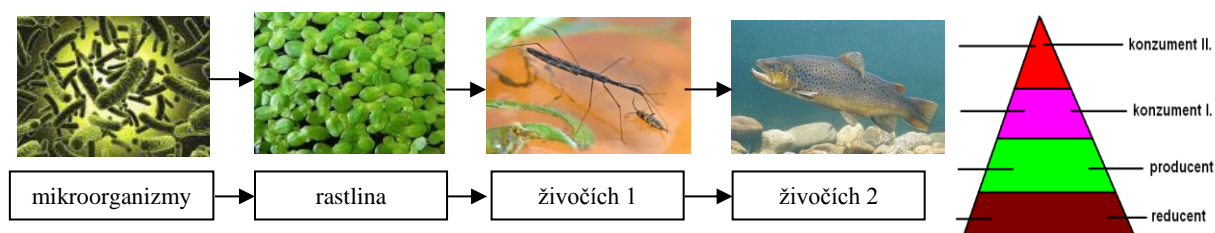
POMÔCKY:

- schéma potravového reťazca a schéma potravovej pyramídy,
- tvrdá podložka, papier, farebné ceruzky a pero.

POSTUP:

1. Na základe pozorovania vodného prostredia zisti, aké organizmy môžu byť na začiatku a na konci potravového reťazca.
2. Pomocou obrázkov zostav potravový reťazec organizmov stabilizovaného vodného ekosystému.
3. Z potravového reťazca vodného ekosystému zostav zmysluplnú potravovú pyramídu, nezabudni označiť reducentov, producentov, konzumentov I a II. rádu. Organizmy pomenuj rodovým názvom (*Obrázok 15*).
4. Porovnaj potravový reťazec a potravovú pyramídu pozorovaného vodného ekosystému.
5. Porozprávaj o potravových vzťahoch a ekologickej stabilite vodného ekosystému.

Obrázok č. 15: Schéma potravového reťazca a potravovej pyramídy vodného ekosystému



ZHRNUTIE:

- Na príklade potravinovej pyramídy porovnaj zastúpenie bylinožravých a všežravých živočíchov v ekosystéme. Porozmýšľaj ako ovplyvňujú potravinové vzťahy v prírode.
- Navrhni potravinovú pyramídu organizmov typických pre stojaté (rybník) a tečúce (potok) vody.
- Uveď príklad potravinovej pyramídy, ktorej súčasťou je človek. Aké následky môže mať hromadenie škodlivých látok v našich vodách?
- Porozprávaj o potravinových vzťahoch vodného ekosystému svojim spolužiakom.

2. 4 TÉMA A: POTÁPNIČEK BAHENNÝ

2. 4. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Potápníček bahenný (*Hydroporus palustris*) vo svojom dospelom aj larválnom štádiu sa svojím atraktívnym výzorom javí ako vhodný objekt na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí, a to pre jednoduchý zber a bežný výskyt v stojatých a mierne tečúcich vodách. Zo systematického hľadiska ho zaradujeme medzi vodné chrobáky (*Coleoptera*), do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa *článkovým telom* v larválnom aj dospelom štádiu. *Dospelce* potápníkov majú charakteristické znaky chrobákov. Ich telo je *hydrodynamického tvaru* zloženého z hlavy, hrude a bruška, pričom na hrudi majú výrazne chitinizovaný štít. Na oválnom tele majú dva páry lietavých krídel a tri páry plávajúcich končatín. Vrchné krídla majú premenené na krovky tvorené chitínom. Medzi nimi sa na hrudi nachádza trojuholníkový útvar - *štítok*, ktorý je u potápníkov veľmi dobre viditeľný. Na hlave sú umiestnené *zmyslové orgány* ako zložené oči s tyčinkovitými tykadlami. Ústne orgány u dospelých jedincoch a lariev sú hryzavé, prispôsobené stavbou hryzadiel a čeľustí dravému spôsobu života.

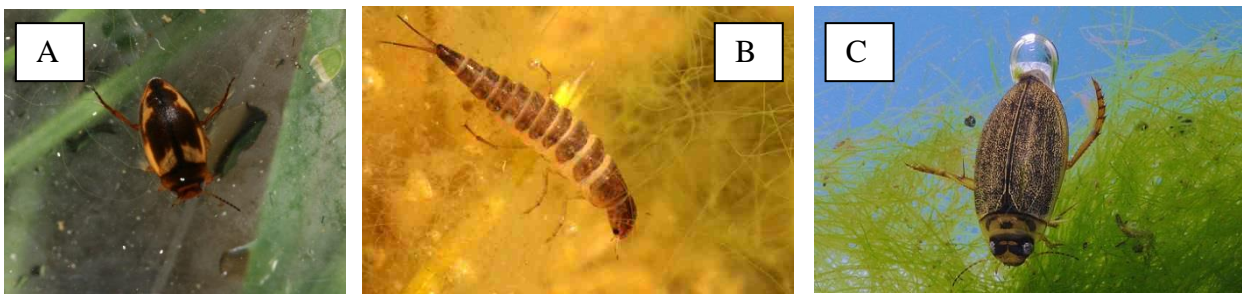
Dospelý jedinec dorastá do veľkosti 0,4 cm, charakteristickým znakom je *žltkastá kresba na krovkách*. Samček a samička sa vyznačujú *zreteľným pohlavným dimorfizmom*. *Samčekom* majú pomerne hladké krovky a na predných končatinách majú kotúčovité prísavky na prichytenie. *Samičkomy* majú často ryhované krovky a prísavky im chýbajú. Prísavky na nohách vytvárajú veľmi účinný aparát, pomocou ktorého sa samčekom držia pri párení na samičkách. Malé prísavky majú aj na stredných končatinách, ktoré slúžia na prichytenie k substrátu. U oboch pohlaví sú na zadných končatinách v hustom rade plávacie brvy, ktoré sa pri pohybe dopredu sklopia a pri spätnom zábere vzpriamia, pričom zväčšia silu záberu. Spomínaná morfológická adaptácia je charakteristická pre vodné chrobáky, najmä potápníky. Tento mechanizmus je potrebný, pretože potápníky majú na povrchu celého tela vodoodpudivú vrstvu, ktorá ich chráni pred zmáčaním vodného prostredia.

Párenie prebieha vždy vo vode. Prísavkami na predných nohách sa samček zachytí na štíte samičky. Pri kopulácii tak visia obaja celý čas na povrchu vody, pri vyrušení však odplávajú a skrývajú sa v spleti rastlín do hĺbky niekoľkých decimetrov. Po oplodnení samička kladie vajíčka kladielkom jednotlivito do stoniek vodných rastlín. Larvy sa liahnu už krátko po kladení. Vo vode prežijú 5 až 6 týždňov, pričom si po vzduch chodia k vodnej hladine. Pred zakuklením vyliezajú larvy na súš, zahrabú sa do zeme a v štádiu kukly strávia ďalšie dva týždne na súši, až kým sa z nich nevyliahnú dospelce, ktoré obyčajne prezimujú do ďalšieho roka.

Potápníky a potápníčky sú v *larválnom štádiu* vývoja typickými obyvateľmi dna vôd. Ich larvy sa prispôbili životu v stojatých aj tečúcich vodách. *Na hlave lariev* sú zložené oči a krátke tykadlá. *Ústne orgány* sú hryzavé s dobre viditeľnými hryzadlami. Hrudné články sú *chitinizované*, nesú kráčavé nohy, z ktorých predné sú kratšie a slúžia na chytanie koristi. *Bruško* je článkované a podlhovasté pokryté chitínom. Na bokoch tela sú umiestnené *tracheálne žiabre* v podobe lístkovitých útvarov, pomocou ktorých larvy dýchajú.

Dospelce potápnikov sa zdržiavajú veľmi dlho pod vodou, ale musia sa prísť *nadýchnuť pod vodnú hladinu*. Koncom bruška rozrazia povrchovú blanku vody a naberú si pod krovky čerstvú zásobu vzduchu. Za hodinu si priemerne musia vyzdvihnúť vzduch štyri až sedemkrát. Vynikajúco lietajú a veľmi rýchlo osídľujú novoutvorené stojaté vody (kaluže), ktoré vyhľadávajú najmä v noci (*Obrázok 16*). Sadajú pritom aj na popršané cesty alebo nalietať priamo za svetlom (fototaxia).

Potápniky a potápničky sa vyskytujú bežne v *tečúcich a stojatých vodách*. Častý je ich výskyt v periodicky zaplavovaných vodách, ako sú mláky a vysychajúce močiare. Bežne ich nájsť aj v *pobrežnej zóne rybníkov* s porastom mokradných druhov rastlín (trstina, pálka, žaburinka) a rias. Vyskytujú sa vo väčšine štátov strednej Európy, od nížin až po vysokohorské oblasti. Dospelé jedince a ich larvy sú *dravé*. *Potravu* tvorí najmä menší vodný hmyz (larvy komárov, vážok, podeniék), dospelce môžu uloviť aj malé oslabené rybky alebo mloky.



Obrázok 16: Potápniček bahenný v dospelom (A) a larválnom štádiu (B) ako modelový zástupca vodných chrobákov (C) obývajúci mierne tečúce a sezónne zaplavované vody.

2. 4 TÉMA A: POTÁPNIČEK BAHENNÝ

2. 4. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Larvy a dospelce vodných chrobákov (potápnikov a potápníčkov) sú vhodným objektom na pozorovanie a pokusy v školskom prostredí príp. vo voľnej prírode. Ako modelový druh sme vybrali potápníčka bahenného (*Hydroporus palustris*), ktorý sa bežne vyskytuje v stojatých a mierne tečúcich vodách. Hojne sa vyskytuje aj ako *prvý obyvateľ v sezónne zaplavovaných kalužiach*. Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia. Motivujúcou činnosťou žiakov v prírodnom prostredí je *zber lariev potápnikov*, ktorý môžu žiaci získať pomocou ručného zberu pod dozorom učiteľa a určiť získané jedince lariev vodného hmyzu pomocou odbornej literatúry. Naopak, školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie larválneho štádia potápnikov, ich aktivitu, pohyb a správanie vo vodnom prostredí.

Dospelé jedince a larvy potápnikov (pozri vyššie) zbierame z brehu pomocou ručného zberu. Larvy potápnikov možno nájsť na dne mierne tečúcich vôd, najčastejšie v plytčinách v blízkosti zahŕňajúceho substrátu (bentos). Efektívne ich možno zbierať použitím *planktónových misiek, príp. planktónovej sieťky* (Obrázok 17-18), ktorú možno zhotoviť podľa návodu uverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č. 4, roč. 14 (KVASNIČÁK, 2010), príp. v odbornej literatúre s názvom: *Veľká kniha živočíchov* (BRTEK a kol. 2007). Na zber zoologického materiálu možno alternatívne použiť aj *akvaristické sieťky*, pomocou ktorých odoberáme živočíchov z dna tečúcej resp. stojatej vody. Získané jedince potom premiestnime do sklenej nádoby s vodou, v ktorej sme získavali biologický materiál. Pred samotným pozorovaním je dôležité zabezpečiť *cirkuláciu vzduchu* prederavením veka nádoby. Životnosť lariev vzhľadom na umelé podmienky je cca. tri dni a je limitovaná prehriatím zbernej nádoby, ktorú skladujeme otvorenú pri teplote 15 až 20 ° C. Z vlastných skúseností je vhodné larvy potápnikov držať v umelom prostredí izolovane, t.j. bez prítomnosti iných vodných organizmov, ako sú napr. kriváky (*Gammarus*), larvy šidielok (*Calopteryx*) príp. larvy podeniiek (*Ephemeroptera*), ktoré slúžia ako ich potrava. Ich vyobrazenie sa nachádza v odbornej publikácii s názvom: *Rastliny a živočíchy, Príručka na určovanie* (GARMS, 1998). Pozorovanie je vhodné so žiakmi uskutočniť v sklenených miskách (napr. Petriho misky) pričom dno misky a pozorovaný jedinec je v kontraste s bielym papierom, umiestneným pod miskou. Pri pozorovaní môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia).

Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývinových štádií* (vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na stavbu tela a jednotlivé znaky, pomocou, ktorých sú jedince prispôbené vodnému prostrediu. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj *manipulácia s biologickým materiálom*. Úlohou žiakov je zistiť reakciu lariev a dospelých jedincov potápnikov *na dotyk* (seizmotaxia) a ich *únikové správanie* pri podráždení sklenenou tyčinkou. Limitujúcim faktorom ovplyvňujúcim pohyb potápnikov je aj *teplota vody* v zbernej nádobe závislej od teploty prostredia. Zaujímavo na žiakov pôsobí aj správanie lariev a dospelcov potápnikov *v prítomnosti iných druhov hmyzu*, ako sú napr. vodné bzdochy (*korčuliarka, vodomerka, chrbtoplávka*), larvy šidielok, podeniiek, krivákov a zástupcov zooplanktónu (*lasturnička, dafnia, cyklop*), ktorá im slúži v larválnom štádiu ako potrava.

Spracovaná téma je rozdelená do *troch častí*, ktoré sú prezentované *tromi úlohami*:

- 1) *Potápníčky a ich adaptácia na vodné prostredie*
- 2) *Pozorovanie stavby tela lariev a dospelých jedincov potápníčkov*
- 3) *Larvy a dospelé jedince potápníčka a ich správanie vo vodnom prostredí.*

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh. Úloha je v rámci náročnosti určená pre žiakov základných škôl, s cieľom poukázať na *morfologické zvláštnosti lariev a dospelých jedincov vodných chrobákov* vyskytujúcich sa v tečúcich a stojatých vodách (Obrázok 17-18).



Obrázok 17: Získavanie biologického materiálu v potoku – tečúca voda



Obrázok 18: Pozorovanie vodných živočíchov a ich determinácia

2. 4 TÉMA A: POTÁPNIČEK BAHENNÝ

2. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č.1

ÚLOHA č. 1: Zo života vodných chrobákov

PROBLÉM: *Urči vývinové štádiá potápníčka bahenného*

PRÍPRAVA:

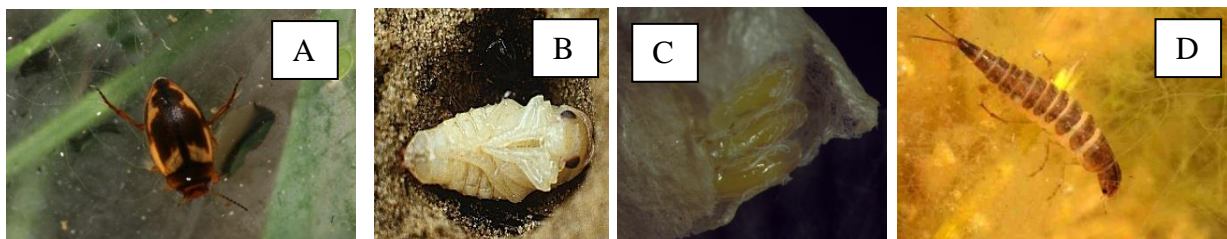
Potápníky a potápníčky ako typické druhy vodných chrobákov sú v larválnom aj dospelom štádiu vývoja typickými obyvateľmi tečúcich a stojatých vôd. Ich vývin a párenie prebieha vždy vo vode. Po oplodnení samička kladie rôsolovité vajíčka kladielkom do substrátu alebo do stoniek vodných rastlín. Larvy s článkovaným telom sa liahnu už krátko po kladení. Na tele majú tri páry kráčavých končatín a na hlave vyvinuté mohutné hryzadlá, ktoré slúžia na chytenie koristi. Vo vode prežijú 5 až 6 týždňov. Pred zakuklením vyliezajú larvy na súš, zahrabú sa do zeme a v štádiu kukly strávia ďalšie dva týždne na súši. Kukla je biela, nepohyblivá s viditeľnými znakmi vodných chrobákov. Dospelé chrobáky s článkovaným telom sú hydrodynamického tvaru, vo vodných rastlinách obyčajne prezimujú do ďalšieho roka.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aká premena vývinu je typická pre vodné chrobáky?
- Aké prostredie je charakteristické pre vývin druhu potápníčka bahenného?
- Charakterizuj larvu a dospelého jedinca potápníčka, ako sú prispôsobené životu pri vode?
- Porovnaj vývinové štádium larvy a kukly potápníčka, aké sú rozdiely v stavbe tela?
- Ako sú vajíčka vodných chrobákov chránené pred vonkajšími vplyvmi prostredia?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C, D),
- ♣ charakteristiky pozorovaných jedincov (a-h).



CHARAKTERISTIKY:

- a) telo je článkované s tromi párami kráčavých končatín, na hlave sú mohutné hryzadlá,
- b) vo vodných rastlinách prezimujú do ďalšieho roka,
- c) je pokryté rôsolovitým obalom, ktorý ich chráni pred predátormi,
- d) aktívne plávajú, ich vývoj prebieha vo vode a trvá 5 -6 týždňov,
- e) sú kladené do substrátu alebo do porastu vodných rastlín,
- f) jej štádium vývoja trvá asi dva týždne,
- g) ich telo je článkované s hydrodynamickým tvarom,
- h) je biela nepohyblivá s viditeľnými znakmi vodných chrobákov.

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D sú vyobrazené štyri vývinové štádia potočnika.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám priradi do *Tabuľky 8* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-h) tak, aby bola pre vývinové štádium čo najtypickejšia.
3. Pre každého jedinca prislúcha jeden obrázok a dva výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 8: Vývinový cyklus potápnika bahenného

Jedinec	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) kukla		
4) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1) C, c, e 2) D, a, d 3) B, f, h 4) A, b, g

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok vývinového štádia potápnika charakterizuje larvu a kuklu jedinca?
- Ako sú kukly vodných chrobákov potápnikov a potápnikov prispôbené prostrediu?
- Charakterizuj tvar tela, končatiny a krídla dospelých jedincov potápnika.

2. 4 TÉMA A: POTÁPNIČEK BAHENNÝ

2. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Porovnanie a pozorovanie stavby tela lariev a dospelých chrobákov.

PROBLÉM: *Ako sú larvy a dospelce potápníkov stavbou tela prispôsobené prostrediu?*

PRÍPRAVA:

Dospelce potápníkov a potápníkov majú *charakteristické znaky chrobákov*. Ich *článkované telo* je hydrodynamického tvaru zloženého z hlavy, hrude a bruška, pričom na hrudi majú výrazne chitinizovaný *štít* a medzi krídlami majú trojuholníkovitý útvar - *štítok*. Na oválnom tele majú *dva páry lietavých krídel* a *tri páry plávajúcich končatín*. Na hlave sú umiestnené *zmyslové orgány*, ako zložené oči s tyčinkovitými tykadlami. *Ústne orgány u dospelých jedincov a lariev* sú *hryzavé*, prispôsobené stavbou hryzadiel a čeľustí dravému spôsobu života. Ich larvy sa vyvíjajú *dokonalou premenou* a sú prispôsobené životu v stojatých aj tečúcich vodách. *Na hlave lariev* sú zložené oči a krátke tykadlá. Hrudné články tela sú *chitinizované*, nesú kráčavé nohy, z ktorých predné sú kratšie a slúžia na chytanie koristi. Larvy sa počas vývoja viackrát zvliekajú a menia sa *na nepohyblivú kuklu* a o pár týždňov na *dospelého jedinca so znakmi chrobákov*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú larvy a dospelce potápníkov prispôsobené prostrediu, v ktorom žijú?
- Aké štádiá vývinu sú charakteristické pre vodné chrobáky?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince – dospelé jedince a larvy potápníka bahenného,
- ♣ pinzeta, lupa, biely papier, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky.

POSTUP:

1. Z dna vodného prostredia (potok, rybník) získaj biologický materiál (larvy a dospelce potápníkov), ktorý určíš pomocou odbornej literatúry.
2. Pri zbere môžeš použiť planktonovú alebo akvaristickú sieťku, pričom živé jedince premiestni do skleneného pohára s vodou pomocou pinzety.
3. Larvy a dospelé chrobáky potápníkov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, tykadlá a ústne orgány. Možeš si pomôcť aj *obrázkom 19*.
4. Pozorovaný objekt si zakreslí a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si živočíchy pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

Na obrázku označ nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško,
- končatiny, krídla,
- tykadlá a ústne orgány.



Obrázok 19: Charakteristický tvar tela larvy a dospelého potápníka

ZHRNUTIE:

- Na základe pozorovania porovnaj stavbu tela larvy a dospelého potápníka bahenného. Aké sú medzi jedincami rozdiely v stavbe tela a aké znaky majú spoločné?
- Ako sú vodné chrobáky (potápníky a potápníčky) prispôsobené dravému spôsobu života?

2. 4 TÉMA A: POTÁPNIČEK BAHENNÝ

2. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Larvy a dospelce potápníčka a ich správanie vo vodnom prostredí

PROBLÉM: Aké faktory ovplyvňujú správanie lariev a dospelých chrobákov potápníčka?

PRÍPRAVA:

Larvy a dospelé chrobáky potápníkov (potápníčkov) sa vo vodnom prostredí *pohybujú pomaly*, pričom uprednostňujú *dravý spôsob života*. Ich *potravu* tvoria menšie vodné živočíchy, najmä larvy vodného hmyzu (podenky a komáre). Dokážu uloviť aj *larvy obojživelníkov* (žubrienky) a *mladé rybičky*. Tvojou úlohou bude skúmať správanie lariev a dospelých chrobákov v umelých podmienkach a pozorovať ich aktivitu pohybu za prítomnosti rôznych faktorov (*svetlo a dotyk*). Zaujímavé je aj pozorovanie správania za prítomnosti potravy (*larvy podeniek a komárov*) a za prítomnosti väčšej potravy (*žubrienky*), ktoré súvisí s využívaním najmä *čuchových receptorov*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- S čím súvisí aktívny pohyb lariev potápníčka v blízkosti potravy a sledovaných faktorov?
- Zisti reakciu správania dospelých chrobákov za prítomnosti faktorov (teplota, dotyk).

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ larvy a dospelé jedince potápníčkov, larvy podeniek, komárov, žubrienky a mladé rybky,
- ♣ akvárium (12 l), pinzeta, Petriho misky, lupa, biely papier, sklená tyčinka a baterka.

Postup:

1. Získané vodné druhy chrobákov premiestni do Petriho misiek a urči ich druhové názvy pomocou odbornej literatúry (*Obrázok 20*).
2. Pri určovaní druhového názvoslovie si môžeš pomôcť aj vyobrazením modelových zástupcov vodných bezstavovcov uvedených v *odbornej literatúre*.
3. Pozoruj správanie lariev a dospelcov potápníčkov v prítomnosti veľkostne podobných živočíchov (larva podenky, vodomerka a i.), aké je správanie medzi živočíchmi?
4. Pozoruj správanie lariev a dospelcov potápníčkov aj v prítomnosti menších stavovcov (žubrienky, mladé rybičky), aké je správanie potápníkov medzi živočíchmi?
5. Pozoruj správanie vodných chrobákov a ich reakciu na svetlo a na dotyk (*Obrázok 21*), ako stimul na podráždenie ti posluži sklená tyčinka a priamy svetelný zdroj (baterka).
6. Pri pozorovaní zaznamenaj správanie živočíchov do *Tabuľky 9* a zhodnot' výsledky svojich pozorovaní.

Tabuľka 9: Správanie lariev podeniek v prítomnosti iných vodných organizmov

Sledované faktory a prítomnosť iných organizmov	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na svetlo			
Reakcia na dotyk			
Larva podenky			
Vodomerka			
Žubrienka			
Melé rybky (beličky)			

ZHRNUTIE:

- Aký typ správania si u lariev a dospelých potápnikov pozoroval najčastejšie?
- Ktoré z pozorovaných organizmov tvoria zložku potravy pre larválne a pre dospelé štádium potápnika?
- Uved' aj iné príklady živočíchov, ktoré sa pri love prednostne orientujú čuchom.
- Existujú aj iné spôsoby orientácie vo vodnom prostredí?



Obrázok 20: Druhovú determináciu vodných živočíchov pomocou odbornej literatúry.



Obrázok 21: Pozorovanie únikového správania potápnika – reakcia na dotyk.

3 TĚMA B: POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU PÔDNEHO EKOSYSTĚMU

3.1 Ucholak obyčajný

3.2 Mravcolev čiernobruchý

3. 1 TÉMA A: UCHOLAK OBYČAJNÝ

3. 1. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Ucholaky (*Dermaptera*) svojím výzorom sú ako atraktívny zástupcovia pôdneho hmyzu vhodné na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí. Výhodou je ich častý výskyt v listovej hrabanke a jednoduchý zber v prírodných podmienkach. Zo systematického hľadiska ho zaraďujeme do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa článkovaným telom a na hlave s dokonalými zmyslovými orgánmi a na konci bruška s charakteristickými *klieštikmi* (Obrázok 22).



Obrázok 22: Ucholak obyčajný - modelový organizmus na pozorovanie v školskom prostredí

Ucholak obyčajný (*Forficula auricularia*) sa vyskytuje vo vlhkej pôde alebo pod kameňmi. Je *všežravec*, živí sa organickými zvyškami, drobným hmyzom (napr. vošky), rastlinami a ovocím. *Aktívny* je najmä v noci. Dospelé jedince sa hojne vyskytujú *od apríla do októbra*.

Patria medzi *stredne veľké druhy* hmyzu (dlhé 8 – 25 mm). Sú smolohnedej, okrovej až čiernej farby. *Hlava* ucholakov ma srdcovitý tvar a pripája sa k hrudi úzkym krčkom. *Ústne orgány* sú *hryzavé*. *Hrud'* je mohutná a vytvára na chrbtovej strane charakteristický *štít*, podobne ako u chrobákov. *Na konci bruška* majú *klieštikovitú prívesku*. Slúžia na obranu (nie na prehryzovanie ušných bubienkov!) a na vytiahnutie vejárovito zložených krídel pred letom. U samíc sú tieto prívesky rovné a hladké, zatiaľ čo u samcov sú prehnuté so zúbkami na vnútornej strane.

Na jar a v jeseni kladie *samica* v *pôde*, v dutinách dreva alebo v ryhách kôry 20–80 vajíčok. Larvy zostávajú 5–6 týždňov po vyliahnutí v hniezde a opúšťajú ho po druhom zvliekaní. Ešte aj istý čas po opustení hniezda *samička stráži svoje potomstvo*, čo je v skupine hmyzu skôr ojedinelý úkaz.

Vyskytuje sa od jari do jesene *na lúkach, poliach a okrajoch lesov*, často v záhradách a v blízkosti hnojísk. Vo voľnej prírode je najhojnejší v lete. Vo dne sa skrýva pod kameňmi, opadavým listím, pod zahnívajúcim drevom a pod. Je *všežravý*, v záhradách často vyžiera jamky do zrelého ovocia. Samička ošetruje nakladené vajíčka i larvičky. Rozšírený je od nížin po horské oblasti v celej Európe, ale aj na ostatných kontinentoch. Ťažisko výskytu ucholakov je v *tropických krajinách*. V austrálskej oblasti žijú aj pestro zafarbené druhy.

3. 1 TÉMA B: UCHOLAK OBYČAJNÝ

3. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich *etapovitá realizácia* v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber biologického materiálu, jeho determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na *jednoduché pozorovanie* jedincov ucholaka obyčajného, ich aktivitu, pohyb a správanie v umelom prostredí. Dospelé jedince *ucholakov* zbierame najčastejšie v prírodnom prostredí ručným zberom, naopak dospelé jedince ucholakov žijúcich na povrchu pôdy môžeme úspešne odchytiť použitím zemných pascí s návnadou (syr).

Dospelé jedince ucholakov môžeme úspešne určiť pomocou *odbornej literatúry* (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997). Pri pozorovaní hmyzu v školskom prostredí sa osvedčili aj *sklené misky* (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince *sú v kontraste s bielym papierom*. Alternatívne možno na transport použiť aj *plastový obal z nanukovej torty*, ktorý je ľahko dostupný, avšak nezabezpečuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. Vlhkosť a potravu v zbernej nádobe možno zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej v cukrovom roztoku.

Pri pozorovaní stavby tela hmyzu môžeme použiť *školskú lupu*, napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu, a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývinových štádií jedincov* (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík. Tie poukazujú na vývinové štádium ucholaka a na ich stavbu tela. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj *manipulácia s biologickým objektom*, kde úlohou žiakov je zistiť reakciu ucholaka na prítomnosť iného hmyzu (napr. lienka). Alternatívne možno použiť ako predátora pavúka a vošky ako druh koristi (Obrázok 23).



Obrázok 23: Zber modelových druhov hmyzu a ich determinácia pomocou odbornej

Spracovaný vyučovací model je tematicky rozdelený do troch úloh, ktoré charakterizujú skúmaný druh samostatne, pričom má obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie ucholaka

- 1) Zo života ucholaka
- 2) Pozorovanie stavby tela ucholaka
- 3) Reakcia na prítomnosť predátora a koristi

Súčasťou každej úlohy je súbor problémových otázok a úloh, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia v školskom prostredí pre modelový druh hmyzu ucholaka obyčajného.

3. 1 TÉMA B: UCHOLAK OBYČAJNÝ

3. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č.1

ÚLOHA č.1: Zo života ucholaka – obľúbený či menej obľúbený zástupca hmyzu

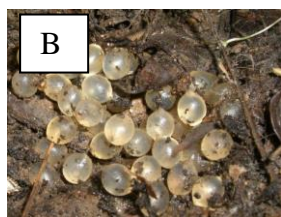
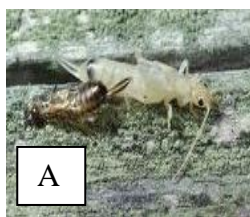
PROBLÉM: *Urči vývinové štádiá ucholaka obyčajného*

PRÍPRAVA: Na jar a v jeseni kladie samica v pôde, v dutinách dreva alebo v ryhách kôry 20–40 vajíčok a od ich vyliahnutia ich nepretržite stráži. Larvy zostávajú 5–6 týždňov po vyliahnutí v hniezde a opúšťajú ho až po druhom zvliekaní. Ešte aj istý čas po opustení hniezda samička stráži potomstvo. Takáto starostlivosť o potomstvo je v ríši hmyzu ojedinelá.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aký je rozdiel medzi larvou a dospelým jedincom ucholaka?
- Charakterizuj dospelého jedinca ucholaka. Ako je prispôsobený životu na povrchu pôdy?
- Aké prostredie je charakteristické pre vývin druhu ucholaka obyčajného?
- Aká premena vývinu je charakteristická pre modelový druh ucholaka?

POMÔCKY: obrazový materiál (A, B, C, D), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-l)



CHARAKTERISTIKY:

- sú bielej farby, vo veľkom počte*
- má hnedú farbu*
- vyliahnu sa z nich larvy ucholaka*
- podobajú sa dospelým jedincom*
- táto premena nastáva na kôre stromov*
- stará sa o ne matka, pokým neopustia hniezdo*
- počas tohto vývinového štádia im narastú krídla a zmenia farbu*
- chýbajú im krídla, na rozdiel od dospelých jedincov*
- vyvinú sa z nich dospelé jedince*
- v noci je aktívny, cez deň je zalezený v škárach*
- samica ich kladie do hniezda v zemi*
- požiera predovšetkým vošky, húsenice, ale živí sa i prezretým ovocím padnutým na zem*

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá ucholaka.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám ucholaka priradiť do *tabuľky 10* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-l), aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.

3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 10: Životný cyklus ucholaka

<i>Jedince</i>	<i>Obrázok</i>	<i>Charakteristika</i>
<i>1) vajíčko</i>		
<i>2) larva</i>		
<i>3) kukla</i>		
<i>4) dospelý jedinec</i>		

* správne odpovede: 1) B, a, c, k 2) C, d, f, h 3) A, e, g, i 4) D, b, j, l

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok charakterizuje larvu a kuklu ucholaka?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a kuklu ucholaka?
- Aký má význam ucholak v prírodnom spoločenstve?
- Prečo má dospelý ucholak hnedú farbu tela, aký význam majú klieštiky na konci bruška?

3. 1 TÉMA B: UCHOLAK OBYČAJNÝ

3. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č.2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela ucholaka obyčajného

PROBLÉM: *Ako je ucholak stavbou tela prispôsobený prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Telo hmyzu je spevnené *vonkajšou kostrou*. Na hlave ucholaka sú dôležité *zmyslové orgány* – tykadlá, oči a ústne ústroje. Funkciou *tykadiel* je rozpoznávanie feromónových stôp, pohybov vetra, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu prostredníctvom dotykov. Hmyz má na hlave *dve zložené oči*. Na hlave sa nachádzajú aj *hryzadlá*, ktoré sa používajú na kŕmenie. *Hrud'* je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú *tri páry kráčavých nôh*. Ucholaky majú dva páry krídel. Vrchný predný sa zmenil skôr na akési „krytky“ pre zadné *blanité krídla*, ktoré mu umožňujú lietať. *Klieštiky na brušku* slúžia predovšetkým na roztváranie či skladanie krídel a na obranu. Ucholaky sa však dokážu brániť aj *zapáchajúcim sekrétom* z odpudzujúcich žliaz na brušku. Samčeka možno rozoznať podľa toho, že má zakrivenejšie klieštiky ako samička.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Aká premena vývinu je typická pre ucholaky?
- Ako sú vajíčka ucholaka chránené pred vonkajšími vplyvmi?
- Porovnaj larvu a dospelého jedinca ucholaka, ako sú prispôsobení životu na povrchu pôdy?
- Porovnaj vývinové štádium larvy a kukly ucholaka, aké sú rozdiely v stavbe tela?

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

♣ dospelé jedince ucholaka, pinzeta, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky, lupa.

POSTUP:

1. Pomocou exhaustora a zemnej pasce získaj dospelých jedincov z listovej opadánky.
2. Pri zbere môžeš použiť aj individuálny zber pomocou mäkkej entomologickej pinzety.
3. Živé jedince premiestni do skleneného pohára so substrátom listov.
4. Dospelé jedince potom po jednom exemplári vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
5. Do Petriho misky potom vlož kúsok vaty, namočenej v liehu (výpary alkoholu ovplyvnia pohybovú aktivitu pozorovaných jedincov).
6. Pohyb jedincov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne orgány, zmyslové orgány a i.
7. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si telo pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:



Dospelý jedinec ucholaka:

Zväčšenie:

Označ nasledovné pojmy: hlava, hrud', bruško, tykadlá, ústne orgány, končatiny, klieštiky.

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela je ucholak prispôbený prostrediu, v ktorom žije?
- Ktoré zmyslové orgány používa ucholak pri hľadaní potravy ?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy ucholaka žijúce v prírodnom, príp. domácom prostredí?

3. 1 TÉMA B: UCHOLAK OBYČAJNÝ

3. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora a koristi

PROBLÉM: Popíšte správanie ucholaka za prítomnosti spomínaných faktorov.

PRÍPRAVA: V komunikácii hmyzu majú *zmyslové orgány* nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivito rozpoznávať a odovzdávať si informácie. Starý mýtus, ktorý hovorí o tom, *ako ucholaky obľubujú vliezť do ucha* a kliešťami prestrihujú ušný bubienok, je zakorenený hlboko v ľudskom povedomí. Pravda je taká, že jediný dôvod, prečo by ucholak vliezol do niečieho ucha spočíva *v jeho záľube ukrývať sa v chránených a tienistých miestach*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- S čím súvisí únikové správanie dospelých jedincov ucholaka, aké faktory ho ovplyvňujú?
- Pomocou odbornej literatúry určí druhový názov pozorovaných jedincov ucholaka.

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ ucholak, vošky, pavúk, exhaustor, sklený pohár, pinzeta,
- ♣ Petriho misky, lupa, sklená tyčinka, baterka.

POSTUP:

1. Ucholaka vyber z listovej opadánky a umiestni do skleneného pohára s viečkom.
2. Na odchyt ucholaka v prírodných podmienkach použi exhaustor, príp. zemné pasce.
3. Jedince po transporte premiestni do skleneného pohára, optimálnu vlhkosť zabezpečíš orosením skiel, príp. navlhčenou vatou; ako potrava pre ucholaka ti môže poslúžiť cukrový roztok v skúmavke s vatou.
4. Jedného ucholaka opatrne uchop a naspäť vráť do Petriho misky a pozoruj ako sa správa po tvojom dotyku (*Obrázok 24*).
5. Správanie ucholaka pozoruj aj v prítomnosti iných organizmov (voška - korisť, pavúk - predátor), svoje zistenia zaznač do *Tabuľky 11*.

Tabuľka 11: Správanie ucholaka v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov

<i>Faktory a prítomnosť iných organizmov</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Prírodné správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcie na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na korisť</i>			

ZHRNUTIE:

- Porovnajte výsledky vašich pokusov. Prečo sa ucholak pri reakcii na svetlo robil mŕtvym?
- Použil ucholak svoje klieštiky na obranu pred tvojím dotykom?



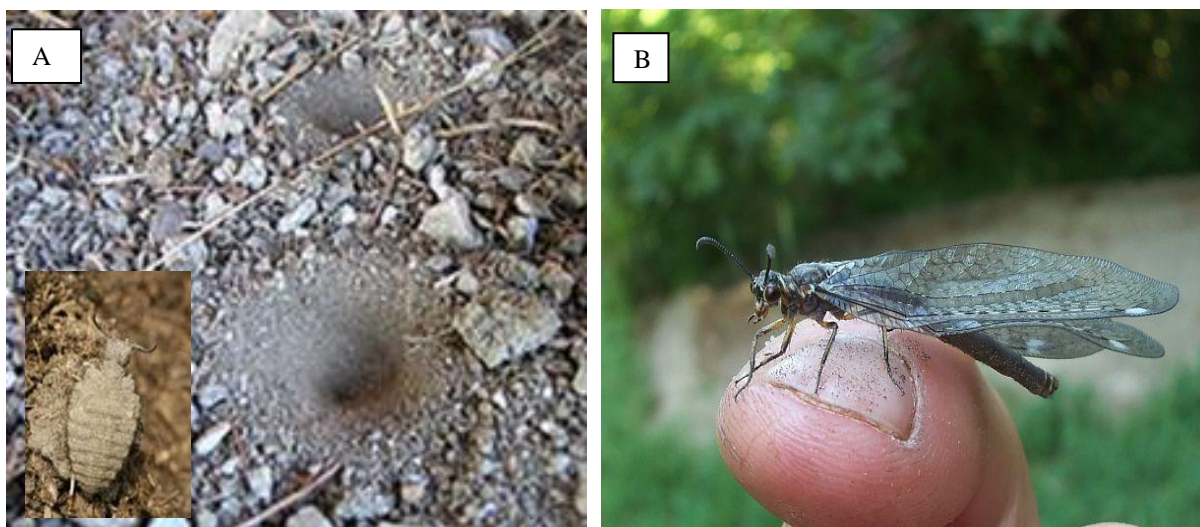
Obrázok 24: Zber biologického materiálu v prírode a pozorovanie v školskom prostredí

3. 2 TÉMA B: MRAVCOLEV ČIERNOBRUCHÝ

3. 2. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prírodné prostredie

Mravcolev čiernobruchý je svojím atraktívnym výzorom v dospelom aj larválnom štádiu vhodným objektom na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí. Jeho výskyt môžeme bežne pozorovať na piesčitých pôdach v okolí ľudských obydí. Zaujímavými aktivitami pre žiakov sa javí u spomínaného druhu v larválnom štádiu vývoja práve pozorovanie spôsobu prijímania a spracovania potravy v prírodných podmienkach. Nakoľko sa jedná o chránený druh európskeho významu, jeho pozorovanie odporúčame realizovať v prírodnom a školskom prostredí výlučne pod dozorom učiteľa. Zo systematického hľadiska modelový druh hmyzu zaradujeme do triedy hmyz (*Insecta*), pričom larvy a dospelé jedince (imága) sa vyznačujú článkovaným telom a na hlave dokonalými zmyslovými orgánmi (Obrázok 25).



Obrázok 25: Mravcolev čiernobruchý (A - larva, B – dospelý jedinec) ako modelový organizmus na pozorovanie a pokusy pre žiakov v prírodnom a školskom prostredí.

Mravcolev čiernobruchý (*Myrmeleon formicarius*) patrí podobne ako v domácnostiach bežná zlatoočka škvrnitá (*Chrysopa perla*) medzi sieťokrídlovce (*Neuroptera*). Larvy (A) aj dospelce (B) mravcoleva sa vyskytujú najmä na piesočnatých stanovištiach, kde obývajú pasienky a stepné stráne. Ich prirodzeným areálom výskytu sú piesčité oblasti južného Slovenska v okolí Komárna (obec Marcelová). V rámci trnavského regiónu evidujeme ich výskyt v intraviláne obce Šúrovce, dokonca s masovým výskytom na výslnných pôdach školského pozemku ZŠ s MŠ Šúrovce. Dospelé jedince pripomínajúce vážky sa cez deň ukrývajú vo vegetácii rastlín. Na svitaní a za súmraku sú aktívne, kedy lietajú pomalým trepotavým letom. Imágo sa vyskytuje od mája do augusta.

Živí sa dravo, najmä voškami a iným menším hmyzom, ktorý loví na rastlinách. Svoju korisť – menší hmyz dokáže prednými hryzadlami za letu chytiť, pridržať a usmrtiť. Známejšie ako dospelé mravcolevy sú jeho larvy, ktoré si upravujú v piesku alebo v sypkej pôde lievikovitú jamku s priemerom asi 1,5 cm. (A). Tie žijú dravo na dne piesčitých jamiek, v ktorej sa ukrývajú a striehnu s roztvorenými hryzadlami na drobný hmyz, najmä na mravce. Korisť vyciavajú pomocou dutých hryzadiel.

Zakukľujú sa v guľovitom zámotku – *kokóne*, ktorý ju chráni pred vysušením. Larvy nájdeme na miestach, kde minimálne preniká dažďová voda, napr. pod prevismi domov, pod uskladneným palivovým drevom a i. Ak nájdeme larvy mravcoleva pod prevismi domu alebo stodoly (tienisté miesta), môžeme na stanovišti sledovať aj *závislosť výskytu piesčítých jamiek od svetových strán*. Najviac ich nájdeme na južnej strane, potom na východnej a západnej a najmenej na severnej strane. Dĺžka slnečného svitu je najdlhšia na južnej strane a pôda rýchlo vysychá, naopak na severnú stranu slnečné lúče prenikajú menej, pôda je suchšia, a preto tu nájdeme menej jamiek. V trnavskom regióne (obec Šúrovce) môžeme larvy a ich lievikovité jamky pozorovať v piesčitej pôde od konca marca do začiatku septembra, kedy prebieha aj ich vývin (REICHHOLFOVÁ-RIEHMOVÁ, 1997).

3. 2 TÉMA B: MRAVCOLEV ČIERNOBRUCHÝ

3. 2. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Priebeh a realizácia experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh tematicky zameraných na vybrané druhy hmyzu je ich *etapovitá realizácia v prírodnom a školskom prostredí*. Pozorované larvy mravcoleva možno v prírode úspešne determinovať pomocou odbornej literatúry (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997).

Motivujúcou činnosťou pre žiakov je *zber biologického materiálu* v prírodnom prostredí a príprava na jeho transport do školského prostredia. Práve školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na *jednoduché pozorovanie larvy mravcoleva*, ich aktivitu, pohyb, reakciu na korisť - potravu príp. ich správanie za prítomnosti toho istého druhu.

Larvy mravcolevov žijúcich na povrchu piesčitej pôdy môžeme úspešne *odchytiť použitím lopatky a ručného zberu* (A), kedy pozorované larvy opatrne odoberieme aj so substrátom do zbernej nádoby. Ako nádoby na transport organizmov do školského prostredia sa osvedčili sklenené poháre s prederaveným viečkom. Alternatívne možno na transport a pozorovanie použiť aj *plastový obal z nanukovej torty*, ktorý je ľahko dostupný, avšak nezabezpečuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. Pri pozorovaní larvy mravcoleva v školskom prostredí sa osvedčili aj sklenené misky (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom.

Pri pozorovaní stavby tela lariev mravcolevov môžeme použiť *školskú lupu*, napr. s trojnásobným zväčšením. Pri pozorovaní sa vhodne osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje *podsvietenie pozorovaného objektu*, a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia).

Zaujímavou aktivitou pre žiakov je aj identifikácia vývinových štádií mravcoleva (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík v školských podmienkach a ich následné porovnanie s jedincami žijúcimi v prirodzenom prírodnom prostredí. Pre žiakov je zaujímavé aj pozorovanie lariev mravcoleva vo vytvorených umelých podmienkach a sledovanie jeho *stratégie lovu* pri ponúknutí prirodzenej potravy (mravec) (B). Efektívne možno v školskom prostredí pri pozorovaní potravného správania použiť ako *predátora pavúka* príp. *vošky ako alternatívny druh koristi* (Obrázok 26).

Súčasťou každej úlohy je súbor *problémových otázok*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického objektu v školských a prírodných podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia v školskom prostredí triedy pre modelový druh larvy mravcoleva. *Prvá úloha* je riešená motivačne v školskom prostredí, kde úlohou žiakov je správne priradenie jednotlivých výrokov k vývinovým štádiám a obrázkom včely a mravcoleva (vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec). *Druhou úlohou* pre žiakov je pozorovanie vývinových štádií včely a mravcoleva voľným okom a pod lupou v školskom prostredí, a neskôr zakreslenie jednotlivých častí tela spolu so zmyslovými orgánmi lokalizovanými na hlave jedinca. *Tretia úloha* je zameraná na správanie vybraných druhov hmyzu v neprirodzenom prostredí, kde úlohou žiakov je pozorovanie reakcií správania jedincov na svetlo, dotyk a prítomnosť potravy. Spracovaný model vyučovacích jednotiek je tematicky rozdelený do *troch úloh*, ktoré charakterizujú každý druh samostatne, pričom majú *obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru*:

Téma: Poznávanie mravcoleva čiernobruchého

1) Zo života mravcoleva

2) Pozorovanie stavby tela larvy mravcoleva

3) Reakcia larvy mravcoleva na dotyk, svetlo a prítomnosť koristi



Obrázok 26: Zber lariev mravcoleva v prírodnom prostredí (A) a ich pozorovanie správania na prítomnosť potravy a koristi v školských podmienkach(B).

3. 2 TĚMA B: MRAVCOLEV ČIERNOBRUCHÝ

3. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života mravcoleva

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá mravcoleva čiernobruchého

PRÍPRAVA: *Dospelý jedinec* je aktívny na svitaní a za súmraku. Ich párenie prebieha za letu, kedy samičky prichytia bruško samičky silnými bruškovitými prívieskami. Po oplodnení kladie samička *vajíčka* na povrch piesčitej pôdy, kde prebieha aj ich vývin. Vyliahnuté *larvy* dvakrát prezimujú, až potom sa v guľovitom zámotku zakuklia. Z vonkajšej strany naň pripriadajú drobné kamienky. Známejšie ako dospelé mravcolevy sú ich *dravé larvy* a ich lovné lieviky s priemerom asi 1,5 cm, ktoré si budujú na suchých piesčitých pôdach.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Na základe pozorovania charakterizuj vývinové štádiá mravcoleva čiernobruchého.
- Ako sa odlišujú larvy a dospelé jedince mravcoleva? V akom prostredí ich možno nájsť?
- Aký má význam larva mravcoleva v prírodnom spoločenstve?

POMÔCKY: obrazový materiál (A, B, C, D), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-i)



CHARAKTERISTIKY:

- a) samička ich kladie na povrch piesčitej pôdy
b) vytvára zámotok guľovitého tvaru s kamienkami
c) vytvára lovné lieviky s priemerom do 15 mm
d) sú malých rozmerov a splývajú s prostredím
e) sú aktívne za súmraku
f) žije v zemi a živí sa dravo
g) ich párenie prebieha za letu
h) vyvinú sa z nich dospelé jedince

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá mravcoleva.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám mravcoleva prirad do *Tabuľky 12* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-i), aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a dva výroky, ktoré charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 12: Životný cyklus mravcoleva

Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) kukla		
4) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1) D a, d 2) A c, f 3) C b, h 4) B e, g

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok charakterizuje larvu a kuklu mravcoleva?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a dospelého jedinca mravcoleva?
- Prečo má larva mravcoleva hnedú farbu?

3. 2 TĚMA B: MRAVCOLEV ČIERNOBRUCHÝ

3. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela larvy mravcoleva čiernobruchého

PROBLÉM: *Ako je larva mravcoleva stavbou tela prispôsobená lovu koristi?*

PRÍPRAVA: *Larvy mravcoleva môžeme nájsť v sypkých piesčitých pôdach, kde si upravuje lievikovitú jamku a čaká na svoju korisť. U dospelých jedincov, ktoré už dokážu aktívne lietať je telo spevnené vonkajšou kostrou. Na hlave sú umiestnené dôležité zmyslové orgány – tykadlá, oči a ústne ústroje. Funkciou tykadiel je rozpoznávanie feromónových stôp, pohybov vetra, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu pri párení prostredníctvom dotykov. U lariev sú na hlave lokalizované dve zložené oči. Pri love koristi používajú mohutne vyvinuté hryzadlá, ktorými striehnu na dne lievikovitých pascí na náhodnú korisť. Často ich potravu tvoria najmä mravce. Ich hrud' je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú tri páry končatín, prispôsobených na hrabanie. Živia sa dravo, najmä mravcami.*

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Zisti prítomnosť larvy mravcoleva v jamke. Kde striehne larva mravcoleva na svoju korisť?
- Pozoruj ako je larva mravcoleva prispôsobená stavbou tela prírodnému prostrediu.

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ larvy mravcoleva, preparačná miska, mäkká entomologická pinzeta, lupa, Petriho miska,
- ♣ lopatka, nádoba s hĺbkou aspoň 10 cm (obal od nanukovej torty).

POSTUP PRÁCE:

1. Lopatkou opatrne odober pôdu s lievikovitou jamkou spolu s larvou do pripravenej nádoby.
2. Nádobu s pôdou prenes opatrne do triedy a priprav si sadu Petriho misiek.
3. Pozorne pozoruj pôdu v nádobe. Tam kde zaznamenáš pohyb larvy mravcoleva, jej obsah opatrne prenes lopatkou do Petriho misky.
4. Pozorne preberaj pôdu. Telo nájdeného živočícha vlož pinzetou do Petriho misky a pozoruj.
5. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si jedinca pozoroval.
6. Nakoniec vráť živočícha do prírodného prostredia a pozoruj jeho pohyb a správanie.
7. Výsledky z pozorovaní v školskom a prírodnom prostredí porovnaj.

PRACOVNÁ PLOCHA PRE KRESBU ŽIAKA:

Zakresli a označ nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško,
- hryzadlá a zložené oči,
- končatiny a prítomnosť koristi.

Larva mravcoleva:

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Z akých častí sa skladá telo larvy mravcoleva?
- Ako je larva mravcoleva prispôsobená dravému spôsobu života?
- Popíš a porovnaj správanie a pohyb larvy mravcoleva v prírodnom a školskom prostredí.

3. 2 TĚMA B: MRAVCOLEV ČIERNOBRUCHÝ

3. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť koristi

PROBLÉM: *Popíšte správanie larvy mravcoleva za prítomnosti spomínaných faktorov.*

PRÍPRAVA: V komunikácii hmyzu majú *zmyslové orgány* nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivito rozpoznávať a odovzdávať si informácie. U larvy mravcoleva slúžia na získavanie potravy mohutne vyvinuté *hryzadlá*. Svoju korisť - okoloidúce mravce - dokážu s presnosťou trafiť zrnkom piesku, čím ju omráčia a znehybnia a vírivým pohybom tela dostanú na dno lievikovitej pasce. Tvojou úlohou bude v školskom prostredí pozorovať reakciu larvy mravcoleva na dotyk, svetlo a prítomnosť koristi – mravca a porovnať jeho správanie v prírodnom prostredí.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Ako súvisí stratégia lovu koristi u mravcoleva s jeho potravou?
- Pozoruj spôsob lovu potravy u larvy mravcoleva. Čo tvorí jeho hlavnú zložku potravy?
- Aký faktor vplýva na výskyt mravcoleva na stanovišti?

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ larvy mravcoleva, mravce, pavúky
- ♣ mäkká entomologická pinzeta, pohár, lopatka

POSTUP:

1. Na lúke vyzbieraj rôzne druhy mravcov a vlož ich pinzetou do pohára.
2. V prírode nájdi jamku - pascu larvy mravcoleva - a po jednom vkladaj mravce na vrchný okraj.
3. Pozorne pozoruj správanie mravcoleva v jamke.
4. Lopatkou opatrne odober pôdu s lievikovitou jamkou spolu s larvou do pripravenej nádoby.
5. Nádobu s pôdou prenes opatrne do triedy a priprav si sadu Petriho misiek.
6. Pozorne pozoruj pôdu v nádobe. Tam, kde zaznamenáš pohyb larvy mravcoleva, jej obsah opatrne prenes lopatkou do Petriho misky.
7. Pozoruj ako sa správa po tvojom dotyku. Správanie larvy mravcoleva pozoruj aj v prítomnosti iných organizmov (mravce - korisť, pavúk - predátor), svoje zistenia zaznač do *Tabuľky 12*.

Tabuľka 12: Správanie larvy mravcoleva v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov

Faktory a prítomnosť iných organizmov	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na dotyk			
Reakcia na svetlo			
Reakcia na predátora			
Reakcia na korisť			

8. Všímaj si na stanovišti miesto výskytu lievikovitých pascí (*Obrázok 27*).
9. Zisti polohu lievikovitých pascí v závislosti od svetových strán (sever - juh).
10. Na skúmanom území zaznač výskyt pascí mravcoleva a uved' ich početnosť v závislosti od svetových strán.
11. Svetové strany (sever, juh, východ, západ) zaznač do mapky skúmaného územia.
12. Podľa skutočnosti zakresli aj prítomnosť larvy mravcoleva. Nezabudni zaznačiť aj polohu larvy v lievikovitej pasci.

PRACOVNÁ PLOCHA PRE KRESBU ŽIAKA:

<p>Nákres lievikovitých pascí na stanovišti.</p>	<p>Poloha larvy mravcoleva v lievikovitej pasci:</p>
---	---

ZHRNUTIE:

- Popíš, čo sa stalo s mravcom v pasci mravcoleva.
- Zisti, akým druhom potravy sa živí larva a dospelý jedinec mravcoleva.
- Charakterizuj miesta, kde si našiel pasce s výskytom mravcoleva.
- Zostav potravový reťazec, ktorého jedným článkom bude larva mravcoleva.



Obrázok 27: Pozorovanie výskytu a tvaru lievikovitých pascí lariev mravcoleva v prírodnom a školskom prostredí.

4 TĚMA C: POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU LÚČNEHO EKOSYSTĚMU

4. 1 Lienka sedembodková

4. 2 Včela medonosná

4. 1 Babôčka pávooká

4. 2 Hrotokrídlovec šalátový

4. 1 TĚMA C: LIENKA SEDEMBODKOVÁ

4. 1. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Lienka ako atraktívny druh je svojím výzorom vhodným objektom na pozorovanie v školskom prostredí, a to najmä pre svoj *atraktívny vzhľad*, jej častý výskyt na kvetoch rastlín a jednoduchý zber v prírodných podmienkach. Zo systematického hľadiska ju zaradujeme do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa *článkovaným telom* s charakteristickým výstražným sfarbením a s dokonalými zmyslovými orgánmi na hlave.

Lienka sedembodková (*Coccinella septempunctata*) a **lienka štrnásťbodková** (*Propylea quatuordecimpunctata*) patria medzi *najrozšírenejších zástupcov chrobákov* z čeľade lienkovité (*Obrázok 28*) na Slovensku, ale aj vo svete. Dospelá lienka meria 5-8 mm. Jej telo je okrúhle a vypuklé a štít často prekrýva hlavu. Článkované tykadlá majú krátke kyjačikovité zakončenia. Blánité krídla prekrývajú krovky, ktoré sú lesklé a niekedy ochlpené.

V ohrození sa nepohnú a predstierajú smrť, tým že sa otočia na chrbát a nehybne čakajú. V nebezpečenstve pri dotyku vypúšťajú žltú tekutinu, ktorá niektorých nepriateľov veľmi účinne odoženie. Mravce, ktoré touto tekutinou zasiahne, sa potom veľmi intenzívne očisťujú. Hmyzožravé chrobáky alebo vtáky sa však nedajú takto odradiť a konzumujú lienky vo veľkom počte.

Žije na *kvitnúcich rastlinách*, na ktorých jej larvy aj imága prenasledujú *vošky* a *červce*. Imága prezimujú pod listím, machom a kameňmi. Dospelé lienky sa prebúdajú v prvých teplých jarných dňoch. Spočiatku *sa živi* peľom a nektárom, a keď sa objavia prvé vošky, postupne sa stávajú jej hlavnou potravou. Denne zožerie až 50 vošiek. V pokusoch sa dokázalo, že jedna larva počas svojho vývinu sama skonzumuje až 3 100 červcov. Lienky, ktoré zimujú v budovách môžu byť aktívne aj počas zimy. Sú *užitočné* a často sa uplatňujú v *plánovanom biologickom boji* proti škodcom.

Vyskytujú sa v rozličných biotopoch *od nížin až po horské oblasti*. Často ich vidieť na poliach, lúkach, v lesoch, v parkoch, v záhradách a sadoch. Môžeme ich tiež nájsť v kvetináčoch. Zimovať môžu na pôjdoch starých budov, kde zvyknú byť aj počas zimy aktívne. Vyskytujú sa hojne v celej Európe (*Obrázok 28*).



Obrázok 28: Lienka sedembodková (A) a štrnásťbodková (B) ako modelové organizmy na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí.

4. 1 TÉMA C: LIENKA SEDEMBODKOVÁ

4. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Priebeh a realizácia experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je *zber biologického materiálu*, jeho determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie lienky, jej aktivitu, pohyb a správanie v umelom prostredí.

Dospelé jedince *lienky* zbierame najčastejšie v prírodnom prostredí *ručným zberom* alebo použitím *exhaustora* priamo na kvetoch rastlín. *Exhaustor* ako pomôcka funguje pod tlakom, pričom jemné vdychnutie vzduchu umožňuje uväznenie jedinca v zbernej nádobe. Možno ho pre školské podmienky zhotoviť podľa návodu uverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č. 4, roč. 14 (KVASNIČÁK, 2010). Larvy a dospelé jedince lienok žijúce na kvetoch rastlín môžeme úspešne determinovať pomocou odbornej literatúry (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997).

Pri pozorovaní hmyzu v školskom prostredí sa osvedčili aj *sklené misky* (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Alternatívne možno na transport použiť aj *plastový obal z nanukovej torty*, ktorý je ľahko dostupný, avšak nezabezpečuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. *Vlhkosť a potravu* v zbernej nádobe možno zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej v cukrovom roztoku.

Pri pozorovaní stavby tela hmyzu môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývoja jedincov* (vajíčka, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na vývinové štádium hmyzu a na ich stavbu tela. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj manipulácia s biologickým objektom, kde úlohou žiakov je zistiť reakciu lienky *na prítomnosť iného hmyzu*. Alternatívne možno použiť ako *predátora* pavúka a vošky ako druh koristi (Obrázok č. 29).



Obrázok 29: Zber modelových druhov hmyzu v prírode a ich determinácia pomocou odbornej literatúry

Spracovaný didaktický model je tematicky rozdelený *do troch úloh*, ktoré charakterizujú daný druh samostatne, pričom majú obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie lienky

1) Zo života lienky

2) Pozorovanie stavby tela lienky

3) Reakcia na dotyk, na svetlo a prítomnosť potravy a koristi

Súčasťou každej úlohy je súbor problémových otázok a úloh, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh, ktoré žiaci riešia *v školskom prostredí* pre modelový druh hmyzu lienky sedembodkovej.

4. 1 TÉMA C: LIENKA SEDEMBODKOVÁ

4. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života lienky – atraktívny zástupca lúčneho hmyzu

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá u lienky sedembodkovej

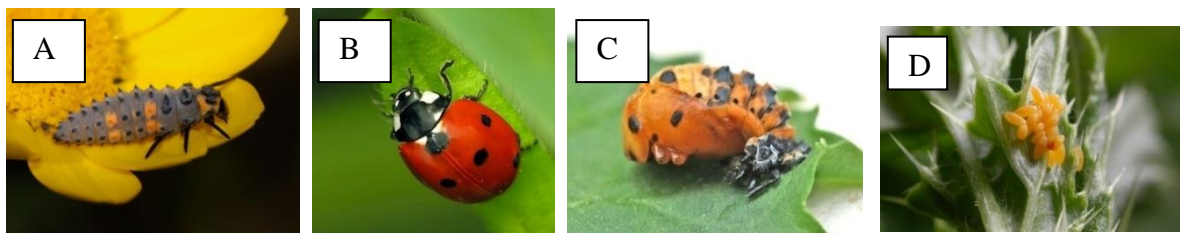
PRÍPRAVA: Lienka má obrovskú *rozmnožovaciú schopnosť* – jedna samička kladie stovky vajíčok; vývoj od vajíčka cez larvu, kuklu až po dospelého jedinca trvá *len tri týždne*. Keď sa premnožia a nemajú čo žrať, sú schopné vo veľkom počte *napádať aj človeka*. Rovnako *larvy sú dravé* a prepadajú vošky, ktoré sú hlavnou zložkou ich potravy. Lienka je *veľmi užitočná*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Charakterizuj vývinové štádiá lienky sedembodkovej.
- Popíš, ako sa odlišujú larvy a dospelé jedince lienky? V akom prostredí ich možno nájsť?
- Aký má význam lienka v prírodnom spoločenstve?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A,B,C,D),
- ♣ charakteristiky pozorovaných jedincov (a- l).



CHARAKTERISTIKY:

- sú žltej farby.*
- vyskytujú sa na spodnej strane listov rastlín.*
- po 4 až 5 dňoch pri teplote 15 až 20 °C sa z nich vyliahnú larvy.*
- likvidujú najviac vošiek.*
- sú modro-sivej farby so žltými škvrnami.*
- živí sa voškami, ale aj vajíčkami lienok, sú veľmi pohyblivé.*
- nemá nohy.*
- sú prichytené na liste a nepohybujú sa, pričom sa podobajú larvám pásavky.*
- vyvinú sa z nich dospelé jedince.*
- ak je ohrozená, vylučuje žltú páchnucu tekutinu.*
- má červenú farbu s čiernymi bodkami.*
- samička nakladie za život až 70 vajíčok.*

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá lienky.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám lienky priradi do *Tabuľky 13* schematicky obrázok a ich charakteristiku (a-l) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.

3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka č. 13: Životný cyklus lienky

<i>Jedince</i>	<i>Obrázok</i>	<i>Charakteristika</i>
<i>1) vajíčko</i>		
<i>2) larva</i>		
<i>3) kukla</i>		
<i>4) dospelý jedinec</i>		

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok charakterizuje larvu a kuklu lienky?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a kuklu lienky?
- Aký má význam lienka v prírodnom spoločenstve? Prečo má dospelá lienka červenú farbu?

4. 1 TĚMA C: LIENKA SEDEMBODKOVÁ

4. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela lienky sedembodkovej

PROBLÉM: *Ako je lienka stavbou tela prispôsobená prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Telo hmyzu je spevnené *vonkajšou kostrou*. Na hlave lienky sú dôležité *zmyslové orgány* – tykadlá, oči a ústne ústroje. Funkciou *tykadiel* je rozpoznávanie feromónových stôp, pohybov vetra, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu prostredníctvom dotykov. Hmyz má na hlave *dve zložené oči*, zložené z jednoduchých očiek, ktoré zabezpečujú mozaikové videnie. Na hlave sa nachádzajú aj *hryzadlá*, ktoré sa používajú na kŕmenie. *Hruď* je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú *tri páry kráčavých nôh a dva páry krídel*. Odborníci sa domnievajú, že niektoré druhy lienok používajú svoje pestré sfarbenie ako ochranu proti predátorom.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Aký význam má ochranné sfarbenie lienky v prírode?
- Pozoruj ako je dospelá lienka prispôsobená stavbou tela životu na lúčnych rastlinách.

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ larvy a dospelé jedince lienok,
- ♣ pinzeta, sklenený pohár, Petriho misky, lupa, biely papier.

POSTUP:

1. Pomocou exhaustora odober lienku z kvetov kvitnúcich rastlín (*Obrázok č. 30*).
2. Pri zbere môžeš použiť aj individuálny zber pomocou mäkkej entomologickej pinzety. Pri zbere sa vhodne osvedčilo na kvitnúcich rastlinách aj entomologické smýkadlo.



Obrázok č. 30: *Práca s exhaustorom a so smýkadlom – zber lienok na kvitnúcich rastlinách.*

3. Živé jedince premiestni do skleneného pohára so substrátom listov.
4. Dospelé jedince potom po jednom exemplári vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
5. Do Petriho misky potom vlož kúsok vaty, namočenej v liehu (výpary alkoholu ovplyvnia pohybovú aktivitu pozorovaných jedincov).
6. Pohyb jedincov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne orgány, zmyslové orgány a i.
7. Pozorovaný objekt si zakreslí a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si ho pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

OZNAČ NASLEDOVNÉ POJMY:

- *hlava, hrud', bruško,*
- *tykadlá, ústne orgány,*
- *končatiny a krídla.*



Dospelý jedinec lienky:

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela sú lienky prispôbené prostrediu, v ktorom žijú?
- Ktoré zmyslové orgány používajú lienky pri hľadaní potravy?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy lienok, ktorých jedince nájdeme v prírode?
- Ako vplýva zafarbenie na život dospelého jedinca v prírodnom prostredí?

4. 1 TÉMA C: LIENKA SEDEMBODKOVÁ

4. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora a koristi.

PROBLÉM: *Popíšte správanie lienky za prítomnosti spomínaných faktorov.*

PRÍPRAVA: *V komunikácii hmyzu majú zmyslové orgány nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivito rozpoznávať a odovzdávať si informácie. Lienka má schopnosť pri nebezpečenstve pred nepriateľom znehybnieť a robiť sa mŕtvou (akinéza). Na zastrašenie nepriateľa vylučuje žltú zápachajúcu tekutinu.*

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Porovnaj správanie lienky v prírodnom a umelom prostredí?
- Pozoruj správanie lienky za prítomnosti rôznych faktorov (svetlo, dotyk, potrava)

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ lienka, vošky, pavúk,
- ♣ exhaustor, sklenený pohár, pinzeta,
- ♣ Petriho misky, lupa, sklenená tyčinka, baterka.

POSTUP:

1. Lienku vyber z listovej opadánky a umiestni do skleneného pohára s viečkom.
2. Na odchyt lienok v prírodných podmienkach použi exhaustor, príp. ručný zber.
3. Jedince po transporte premiestni do myrmekária, optimálnu vlhkosť zabezpečíš orosením skiel myrmekária, príp. navlhčenou vatou; ako potrava pre lienky môže poslúžiť cukrový roztok v skúmavke s vatou.
4. Jednu lienku opatrne uchop a naspäť vráť do Petriho misky, pozoruj ako sa správa po tvojom dotyku.
5. Správanie lienky pozoruj aj v prítomnosti iných organizmov (voška - korisť, pavúk - predátor, *Obrázok 31*), svoje zistenia zaznač do *tabuľky 14*.

Tabuľka 14: Správanie lienok v neprirodzenom prostredí

<i>Faktory a prítomnosť iných organizmov</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Prirodzené správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcie na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na korisť</i>			

ZHRNUTIE:

- Zhodnoťte výsledky vašich pokusov. Prečo sa lienka pri dotyku robila mŕtvou?
- Vylúčila lienka žltú tekutinu pri niektorých reakciách? Ak áno, tak prečo?



Obrázok č. 31: *Reakcia lienky na predátora – pozorovanie strnulosti tela (akinézy).*

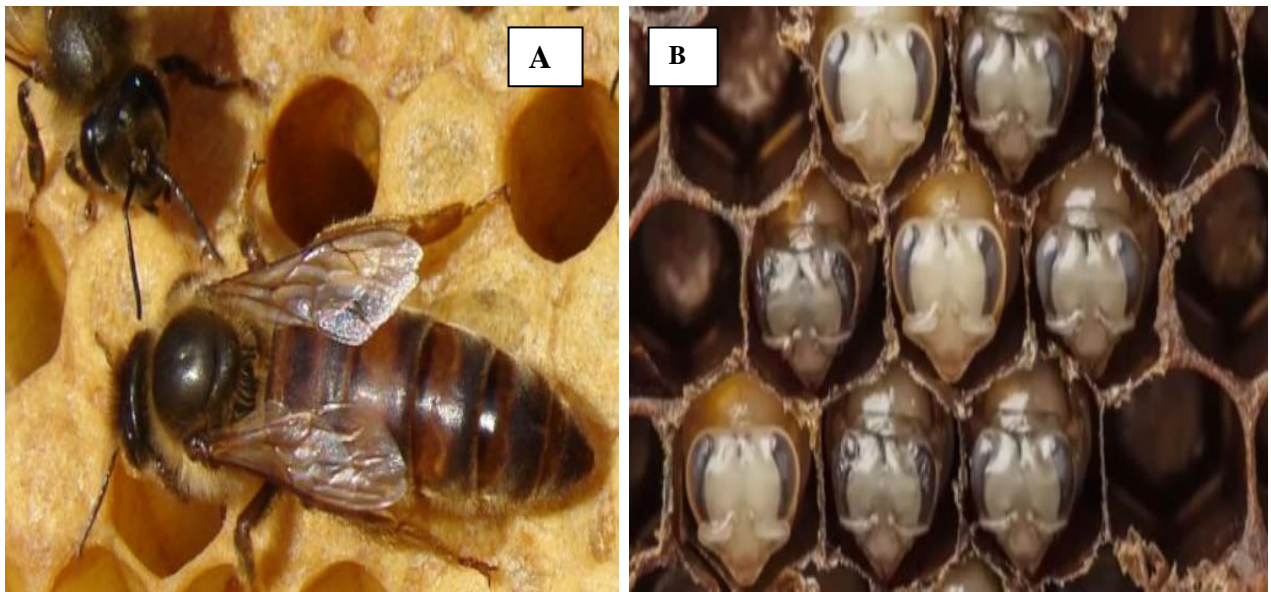
4. 2 TÉMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Včela medonosná (*Apis mellifera*) ako modelový druh spoločenského hmyzu sa svojím *atraktívnym výzorom s výstražným sfarbením* javí ako vhodný objekt na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí. Výskyt včiel môžeme bežne pozorovať *na výslunných lúkach v okolí ľudských obydí* príp. na kvitnúcich rastlinách aj na školskom pozemku.

Pre pozorovanie včelstva v školskom prostredí sa osvedčili *úle z otvárateľným zadným krytom*, kde jedince včiel a včelie produkty možno cez sklo zblízka pozorovať. Zaujímavé je práve pozorovanie spôsobu prijímania a spracovania potravy v umelých podmienkach, ako aj pozorovanie stavby tela včelích jedincov v spoločenstve a poznávanie včelích produktov priamo pod dozorom učiteľa príp. včelára. Zo systematického hľadiska ju zaraďujeme do triedy hmyz (*Insecta*) vyznačujúci sa *článkovým telom a dokonalými zmyslovými orgánmi* na hlave (*Obrázok 32*). Taxonomicky ju zaraďujeme medzi blanokrídlovce (*Hymenoptera*), kde patria medzi *užitočný spoločenský hmyz*.



Obrázok 32: Včela medonosná (A - matka) s plástom plôdika (B) ako modelový organizmus spoločenského hmyzu vhodného na pozorovanie pre žiakov v prírodnom a školskom prostredí

Ich spoločenstvo sa skladá väčšinu roka iba zo *samičiek - robotníc*. Len v jarných mesiacoch sa v úli vyskytujú *samčeky - trúdy*, ktorých jediná funkcia spočíva v oplodnení samičky – matky. *Matka* (A) je jediná samička s úplne vyvinutými pohlavnými ústrojmi. Vyznačuje sa neobyčajnou plodnosťou. Pri výžive je úplne odkázaná na kŕmenie od robotníc. *Robotnice* sa starajú o matku, vajíčka, larvy, zásobujú včelstvo potravou, stavajú dielo, čistia úl a chránia ho pred prirodzenými nepriateľmi. Na zber peľu majú robotnice osobitné zariadenie, ktorým kŕmia larvy alebo peľ pretvárajú na výlučok hltanových žliaz, tzv. *včelie mliečko*. Skôr než sa včela dostane k prameňu nektáru, otrie si peľové zrnká z tyčiniek na chlpaté telo a tak prenesie aj zrnko peľu na lepkavú bliznu kvetu.

Tak napomáha opeľovaniu rastlín. *Peľ* zachytený na tele si včely občas vyčesávajú kefkami na vnútorných plôškach prvých článkov končatín. Kôpky peľu nosia do úľa, kde po spracovaní a prekvasení slúži ako potrava pre staršie larvy a včely starajúce sa o plod. *Vosk* vylučujú včely z voskových žliaz umiestnených na šiestom článku bruška. Vylučujú ho v tekutej podobe, ktorý na vzduchu tuhne do voskových šupiniek. *Otvory na plástoch* majú svoj typický šesťuholníkový tvar, ktorý stavajú včely pod rovnakým uhlom podľa potreby (B). Tak vytvárajú najväčšiu komôrku zo zásobami pre matku, menšie pre trúdy a najmenšie pre robotnice. V prázdnych bunkách plástov zhromažďujú včely spracovaný nektár obohatený o enzýmy ako amylázu a invertázu a výlučky hrvoľa, ktoré na vzduchu kryštalizujú a vytvárajú sladký včelí produkt - med (REICHHOLFOVÁ-RIEHMOVÁ, 2007).

4. 2 TÉMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Priebeh a realizácia experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh tematicky zameraných na vybraný druh hmyzu je ich *etapovitá realizácia* v prírodnom a školskom prostredí. Pozorované dospelé jedince včiel možno v prírode úspešne identifikovať pomocou odbornej literatúry (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997).

Žiaci pri zbere a pozorovaní včelstva pracujú *pod dozorom učiteľa (včelára)* pričom majú zabezpečené ochranné pomôcky a oblečenie (kukla, plášť, rukavice). Motivujúcou činnosťou pre žiakov je práve *zber biologického materiálu* v prírodnom a umelom prostredí (úl) a príprava na transport do školského prostredia. Práve školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú *na jednoduché pozorovanie* jedincov včiel v spoločenstve, ich aktivitu, pohyb, reakciu na korisť - potravu príp. ich správanie za prítomnosti toho istého druhu.

Dospelé jedince včiel zbierame najčastejšie s použitím *exhaustora priamo na letáčoch úlov*, príp. v prírode na kvetoch rastlín. Exhaustor ako pomôcka funguje pod tlakom, pričom jemné vdýchnutie vzduchu umožňuje uväznenie jedinca v zbernej nádobe (Obrázok 33). Ako nádoby na pozorovanie a transport organizmov do školského prostredia sa osvedčili *sklené poháre s prederaveným viečkom*. Alternatívne pri pozorovaní včiel v školských podmienkach sa osvedčili aj vytvorené „*sieťové*“ *klietky* tvaru kocky zhotovené zo Seva stavebnice (Obrázok 34). Vlhkosť a potravu v zbernej nádobe možno pre včely zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej v cukrovom roztoku. Pri pozorovaní *včelích produktov z úľa* (vosk, propolis, med) sa v školskom prostredí osvedčili aj sklené Petriho misky s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky je pri pozorovaní v kontraste s bielym papierom. Pri pozorovaní včelích produktov a stavby tela hmyzu môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením, príp. *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu.



Obrázok 33: Zber včiel priamo z letáča s využitím exhaustora



Obrázok 34: Pozorovanie správania jedincov včiel a včelích produktov v školskom prostredí

Súčasťou spracovanej témy je súbor problémových úloh, ktoré charakterizujú postup prirodzeného získavania vedomosti u žiakov na základe vlastných skúseností pri pozorovaní biologického objektu v školských a prírodných podmienkach (HELD a kol. 2011).

Prvá úloha je riešená motivačne v školskom prostredí, kde úlohou žiakov je správne priradenie jednotlivých výrokov k vývinovým štádiám a obrázkom včely medonosnej (vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec).

Druhou úlohou pre žiakov je pozorovanie vývinových štádií včely v školskom prostredí a neskôr zakreslenie jednotlivých častí tela spolu so zmyslovými orgánmi (tykadlá, zložené oči, lízavé ústne ústroje) lokalizovanými na hlave jedinca.

Tretia úloha je zameraná motivačne na pozorovanie správania včely medonosnej vo včel'om spoločenstve v úli a v neprirodzenom prostredí, kde úlohou žiakov je pozorovanie reakcií jedincov na svetlo, dotyk a prítomnosť potravy (cukrový roztok) a predátora (pavúka). Ako modelový druh pavúkov sa osvedčil bežný druh križiaka obyčajného (*Araneus diadematus*) príp. svojím bočným pohybom a mimetickým sfarbením druh atraktívneho kvetárika menlivého (*Misumena vatia*).

Obsahom *štvrtej úlohy* je pozorovanie včelích produktov na pláste priamo v úli a v školských podmienkach.

Spracovaný model vyučovacích jednotiek je tematicky rozdelený *do štyroch úloh*, ktoré majú obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Zo života včely medonosnej

- 1) Včely ako užitočný spoločenský hmyz*
- 2) Individuálny vývin jedinca*
- 3) Stavba tela a správanie včiel v spoločenstve*
- 4) Pozorovanie vlastností včelích produktov*

V rámci edukačných aktivít je pre žiakov zaujímavé pozorovanie včelstva aj cez presklené úl'ové rámy, kde možno včelstvo pozorovať priamo na plastovom rámu z oboch strán pod dozorom učiteľa príp. včelára (*Obrázok 36*).



Obrázok 36: Metodická pomôcka (pozorovací úl') na pozorovanie včelstva a včelích produktov v školskom a prírodnom prostredí (foto: R. Bunček, október, 2017, <http://ulearamikyprevcely.vlastnyweb.sk>).

4. 2 TÉMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č.1: Včely ako užitočný spoločenský hmyz

PROBLÉM: *Urči základné typy jedincov v spoločenstve včiel.*

PRÍPRAVA: *Domestifikované včely ako užitočný hmyz žijú výlučne spoločensky v úľoch, kde sú závislé od človeka. Vo včelom spoločenstve sa vyskytujú tri kasty: matka (plodná samička), trúdy (samce) a menšie robotnice (neúplne vyvinuté samičky), ktoré sú vo včelej rodine najpočetnejšie. Na rozdiel od matky majú voskové žľazy produkujúce vosk a dlhší cuciak prispôsobený na cicanie nektáru v kvetoch. Žihadlo, ktoré trúdy na rozdiel od robotnic nemajú, má na konci spätný háčik, ktorý sa pri vpichnutí do pokožky zachytí tak pevne, že pri vyťahovaní sa celé žihadlo vytrhne z tela včely aj s jedovými žľazami. Na rozdiel od osy včela po poštípaní hynie. V úli majú jedinci v spoločenstve včiel svoju funkciu a význam.*

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Ako sú prispôbené jedince včiel spôsobu života v úli?
- Ktoré jedince majú rozmnožovaciu funkciu?

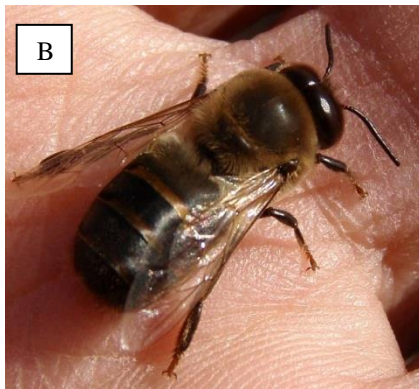
POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ charakteristiky pozorovaných kást včely medonosnej (a - i) a obrázky (A - C),
- ♣ ochranné oblečenie pre včelárov (kukla, rukavice, plášť),
- ♣ dymák, spráchnivené drevo, zápalky,
- ♣ včelstvo v úli.

CHARAKTERISTIKY:

- a) samec,*
- c) má dlhší cuciak prispôsobený na cicanie nektáru,*
- e) neplodná samička,*
- g) je plodná a má vyvinuté pohlavné ústroje,*
- i) ich vývin prebieha bez oplodnenia,*

- b) neúplne vyvinutá samička,*
- d) nemajú žihadlo,*
- f) nemá voskové žľazy,*
- h) jediná kladie vajíčka.*



* jedinci v spoločenstve včely medonosnej

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C sú zobrazené tri jedince tvoriace spoločenstvo včiel v úli.
2. K jednotlivým kastám včely medonosnej priradiť do *Tabuľky 15* schematický obrázok a ich charakteristiku (a - i) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každého jedinca prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca (*Tabuľka 15*).

Tabuľka 15: Jedinca zastúpené v spoločenstve včiel

Jedinca	Obrázok	Charakteristika
1) matka		
2) robotnica		
3) trúd		

* Správne odpovede: 1. C f, g, h 2. A b, c, e 3. B a, d, i)

4. Nájdi vyobrazených jedincov na základe ich charakteristiky v spoločenstve včiel priamo v úli.
5. Pri pozorovaní včelstva pracuj pod dozorom učiteľa a použi ochranné oblečenie – kuklu a rukavice. Včelstvo v tvojom okolí bude menej aktívne ak použiješ na ich zadymenie dymák.

ZHRNUTIE:

- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre jedincov samčieho pohlavia včiel?
- Popíš stavbu tela robotnice, aký je jej význam vo včelstve?
- Charakterizuj veľkosť a tvar tela matky, akú funkciu plní v spoločenstve včiel.

4. 2 TĚMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Stavba tela a individuálny vývin jedinca

PROBLÉM: Pozoruj stavbu tela a urči vývinové štádiá včely medonosnej.

PRÍPRAVA: Matky novej generácie včiel sa vyvíjajú z vajíčka v tzv. *materských bunkách*. Len čo sa prvá matka vyliahne, zabíja ostatné ešte nevyliahnuté matky a vydáva sa na svoj prvý zásnubný let. Spolu s ňou vyletia aj *trúdy*, ktoré sa liahnu v lete. Počas letu sa *matka pári* a oplodnená sa vracia do úľa, kde nakladie niekoľko stotisíc oplodnených vajíčok, z ktorých sa liahnu larvy robotníc. *Larvy trúdov* sa liahnu z neoplozených vajíčok. Počas vývinu sa larva včely v bunke plástu zakuklí *voskovitým viečkom* a počas dvoch týždňov vzniká dospelý jedinec. Dobre vyvinutá včelia rodina môže mať v hlavnej sezóne vyše 50 000 včiel, za priaznivých podmienok v letnej sezóne až niekoľko stotisíc.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Na základe pozorovania charakterizuj vývinové štádiá včely medonosnej?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a kuklu včely?

POMÔCKY:

- ♣ obrázky (A - E),
- ♣ charakteristiky pozorovaných kást včely medonosnej (a - j),
- ♣ ochranné oblečenie pre včelárov, kukla,
- ♣ dymák, spráchnivené drevo, zápalky,
- ♣ včelstvo v úli,



* vývinové štádiá včely medonosnej

CHARAKTERISTIKY:

- | | |
|---|---|
| a) ich larvy majú najväčšie bunky | b) nakladie 100 000 oplodnených vajíčok |
| c) sú 5 mm dlhé a pretiahnutého tvaru | d) v každej bunke plástu sa nachádza len jedno |
| e) vyvinú sa z nich dospelé jedince | f) sú bielej farby a sú uložené na dne bunky |
| g) vyvíjajú sa v tzv. <i>materských bunkách</i> | h) oplodnená sa po svadobnom lete vracia do úľa |
| i) sú podobné dospelým jedincom | j) počas vývoja sú v nezaviečkovanej forme |

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, E sú zobrazené vývinové štádiá včely medonosnej.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám včely priradiť do *Tabuľky 16* schematický obrázok a ich charakteristiku (a - j) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a dva výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.
4. Nájdi vývinové štádiá jedincov včiel na základe ich charakteristiky priamo v úli.
5. Pri pozorovaní včelstva pracuj pod dozorom učiteľa a použi ochranné oblečenie – kuklu a rukavice. Včelstvo v tvojom okolí bude kľudnejšie, ak použiješ na ich zadymenie dymák (*Obrázok 37*).

UPOZORNENIE:

- Po pozorovaní vráť jedince včiel naspäť do úľa, kde majú svoju nenahraditeľnú funkciu v rámci včelieho spoločenstva.

Tabuľka 16: Životný cyklus včely medonosnej

Jedince	Obrázok	Charakteristika
<i>Vajíčko</i>		
<i>Larva</i>		
<i>Kukla</i>		
<i>Dospelý jedinec - matka</i>		
<i>Materská bunka</i>		

* správne odpovede: 1. C c, d, 2. B f, j, 3. A e, i, 4. D b, h, 5. E a, g,

ZHRNUTIE:

- Ako sa odlišujú vajíčka trúdov a robotníc?
- Porovnaj obrázky, ktoré charakterizujú larvu a kuklu včely?
- Aký je rozdiel medzi bunkou trúda, robotnice a matky?
- Aké úlohy vykonáva robotnica v úli?



Obrázok 37: Pozorovanie včelích produktov a vývinových štádií včely medonosnej na pláste pod odborným dozorom včelára.

4. 2 TÉMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Stavba tela a správanie včiel v spoločenstve

PROBLÉM: Pozoruj stavbu tela a správanie včely medonosnej?

PRÍPRAVA: Z odbornej literatúry je známe, že niektoré rasy a rodiny včiel sú usilovnejšie, iné zase menej výkonné. Aj *pohotovosť na útok a štípanie je rozdielna. Najagresívnejší je africký poddruh včely medonosnej*, kým rasy žijúce v Európe považujeme za mierne. Spomínaný africký poddruh (*Apis mellifera scutellata*) bol privezený na pokusné účely do Brazílie už v roku 1956. Včely však unikli do voľnej prírody, rýchle sa rozšírili po celej Južnej Amerike, prekročili Andy, v roku 1983 dosiahli Panamu a v rámci Ameriky sa šíria ďalej. Vo všeobecnosti sú včely *v prírode veľmi užitočné ako opeľovače rastlín*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Pozoruj stavbu tela včiel. Z akých častí je telo včely zložené?
- Koľko párov krídel a končatín môžeš pozorovať na tele včely?
- Aké zmyslové orgány ma včela lokalizované na hlave?
- Pozoruj správanie včiel za prítomnosti potravy (cukrový roztok).

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ včelstvo v úli,
- ♣ exhaustor, sklený pohár,
- ♣ záclona, gumička, kukla, dymák,
- ♣ zápalky, práchnivé drevo, lupa, cukrový roztok,
- ♣ vata, špajdl'a, baterka, pozorovacia skrinka zo Seva stavebnice.

POSTUP:

1. Opatrne prístupuj k úľu a pred pozorovaním nezabudni na ochranné oblečenie.
2. Všímaj si aj prirodzené správanie včiel na letáči za prítomnosti potravy (vata s cukrovým roztokom).
3. Exhaustorom odober včely z letáča a vlož ich do zaváraninového pohára uzavretého záclonou s gumičkou.
4. Pri zbere jedince včiel na letáči zadym dymákom, budú tak menej aktívne.
5. Dvoch jedincov si prenes exhaustorom opatrne do pozorovacej skrinky príp. skleneného pohára.
6. Pred pozorovaním nezabudni do pohára vložiť vatu navlhčenú v cukrovom roztoku.
7. Porovnaj správanie a spôsob pohybu včely za prítomnosti potravy a jedincov toho istého druhu.
8. Všímaj si správanie včely aj za prítomnosti faktorov: reakcia na dotyk (špajdl'a) a svetlo (baterka).
9. Môžeš pozorovať správanie včiel aj za prítomnosti pavúka, ako vhodný druh sa osvedčil bežný druh križiaka obyčajného príp. bočným pohybom a sfarbením zaujímavý kvetárik dvojtvarý.
10. Porovnaj správanie sa včely v pozorovacej skrinke a porovnaj ho so správaním sa včely na letáči úľa. Pre označenie prirodzeného správania použi symboliku 1 a únikové správanie označ 0 (*Tabuľka 17*).

Tabuľka. 17: Charakteristika správania včely medonosnej

Faktory a prítomnosť iných organizmov	Aktivita na letáči úľa	Aktivita v pozorovacej skrinke
Pohyb:		
Reakcia na dotyk:		
Reakcia na svetlo:		
Prítomnosť potravy:		
Prítomnosť jedincov včely:		
Prítomnosť predátora - pavúka		

* označenie pre prirodzené správanie (1) únikové správanie (0)

11. Pozoruj pod lupou stavbu a tvar tela a jeho členenie (počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne a zmyslové orgány na hlave).
12. Pozorovaný objekt si zakreslí a uved' zväčšenie, pod ktorým si jedinca pozoroval (Obrázok 38).
13. Nezabudni uviesť pohlavie jedinca v spoločenstve (♀ matka a robotnica, ♂ trúd).

PRACOVNÁ PLOCHA PRE KRESBU ŽIAKA:

Obrázok 38: Nakresli a označ nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško,
- tykadlá, ústne orgány,
- zložené oči, jednoduché oči,
- končatiny a blanité krídla, žihadlo,
- pohlavie jedinca: _____

Dospelý jedinec včely medonosnej:

Zväčšenie:

UPOZORNENIE:

- Po pozorovaní vypusti jedince včiel (robotnice) naspäť do prírody. Ak ich vypustiš v blízkosti úľa môžeš pozorovať ich návrat do úľa, kde majú svoju nenahraditeľnú funkciu v rámci včelieho spoločenstva.

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela je včela prispôsobená prostrediu v ktorom žije?
- Ktoré zmyslové orgány používa včela pri hľadaní potravy?
- V odbornej literatúre vyhľadaj aj iné druhy včiel žijúce vo svete a porozprávaj o ich živote v spoločenstve. Aké rozdiely v správaní si u nášho druhu včely medonosnej zaznamenal?

4. 2 TÉMA C: VČELA MEDONOSNÁ

4. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 4

ÚLOHA č. 4: Pozorovanie vlastností včelích produktov

PROBLÉM: Aké produkty včiel môžeš pozorovať v úli?

PRÍPRAVA: Človek domestikoval včely už pred tisícročiami. Pôvodne žili v *bútlavých stromoch*, krytých dutinách alebo v dierach v zemi. Tu si stavajú svoje *voskové dielo s plástami so šesťhranných buniek*. Včelári hneď po rojení poskytujú včelám vyhovujúce životné podmienky s umelými základmi plástov na obdĺžnikových rámikoch, pravidelne sa o ne starajú a pred zimou, a za nepriaznivých podmienok ich *prikrmujú*. Vo včelom spoločenstve (v úli) možno pozorovať *rôzne včelie produkty*. Tvojou úlohou bude zistiť, ktoré sú to a *identifikovať ich priamo v úli* pod dozorom včelára a následne *pozorovať ich vlastnosti v školskom prostredí*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- V akej konzistencii sa produkty včiel v úli vyskytujú?
- Pozoruj základné vlastnosti včelích produktov v školskom prostredí.
- Z odbornej literatúry zisti význam získaných včelích produktov pre človeka.

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ včelstvo v úli, úl s otváracím zadným panelom, plásty,
- ♣ metodická pomôcka na pozorovanie včelstva - pozorovací úl (*Obrázok 38*),
- ♣ dymák, spráchnivené drevo, zápalky, mobil s fotografickým prístrojom,
- ♣ ochranné oblečenie pre včelárov (kukla, rukavice plášť).

POSTUP:

1. Pri úli pracuj pod dozorom včelára.
2. V tichosti pristupuj k úľu a pred pozorovaním nezabudni na ochranné oblečenie.
3. Pred pozorovaním, včelstvo opatrne zadym dymákom, včely budú tým menej aktívne.
4. Pozoruj, kde a v akej konzistencii sa jednotlivé produkty včiel v úli nachádzajú a výsledky svojich pozorovaní zapiš prehľadne do tabuľky.
5. Zober si vzorky včelích produktov do školského prostredia a na základe pozorovaní zisti ich význam a charakteristické vlastnosti.
6. Pre lepšiu názornosť charakteristických vlastností urob fotografie jednotlivých včelích produktov (plást, vosk, med, propolis).
7. Vytlačené fotografie včelích produktov nalep prehľadne pod prislúchajúci včelí produkt. Nezabudni uviesť miesto výskytu a vlastnosti včelích produktov (farba, konzistencia) uvedených v *Tabuľke 18*. Pri zisťovaní si pomôž pomôckou uvedenou pod tabuľkou.

Tabuľka 18: Pozorované včelie produkty a ich charakteristické vlastnosti

Včelí produkt	1.Včelí med	2.Včelí plást	3.Propolis	4.Vosk
1) Miesto výskytu				
2) Farba				
3) Konzistencia				

* konzistencia: prášková, lepkavá, tuhá, tekutá

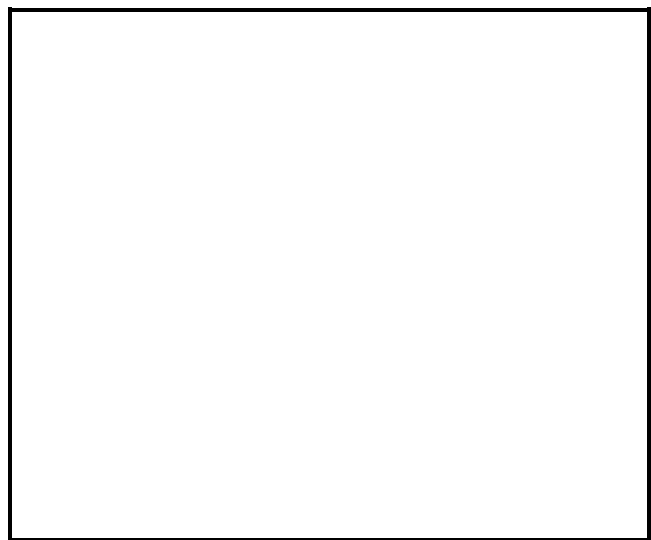
8. Otvor zadný panel úľa a v tichosti cez sklo pozoruj spoločenstvo včiel na poslednom rámik
9. Všímaj si aktivitu včelstva na rámik a (šípku) zakresli ich pohyb.

10. Koľko včiel je približne na poslednom rámiiku? V spodnom plodisku je zvyčajne desať plastových rámikov. Odhadni, koľko včiel je približne vo včelstve?
11. Na pozorovanom plastovom rámiiku si všimaj nasledovné včelie produkty: vosk, med a na drevených rámiikoch práškový propolis.
12. V plodisku na rámiikoch si všimni aj zaviečkované kukly včiel príp. zásoby potravy (med).
13. Zakresli aj dokonalú šesťuholníkovú štruktúru vystavaných plástov. Čo je ich súčasťou?
14. Zistenia z pozorovaní prehľadne zakresli a nezabudni odpovedať na nasledovné otázky.
15. Pozorovanie včelstva a včelích produktov môžeš v školskom prostredí realizovať aj s využitím metodickéj pomôcky (pozorovací úl). Tá umožňuje sledovanie pohybu jedincov na pláste v uzavretej presklenej nádobe (*Obrázok 38*).

PRACOVNÁ PLOCHA PRE KRESBU ŽIAKA:

Pozoruj a nakresli vystavaný plástový rámiik:

- prítomnosť včiel (robotnica, matka, trúd),
- pohyb a aktivita včelstva na plást. rámiiku,
- šesťuholníková štruktúra plástov,
- prítomnosť včelích produktov na rámiiku,
- larvy a kukly včiel na rámiiku,
- približný počet včiel: na plástvom rámiiku _____, vo včelstve _____.



UPOZORNENIE:

- Po pozorovaní vráť včelie produkty (plást, vosk, med, propolis) naspäť do úľa, kde môžu byť využívané naďalej v rámci včelieho spoločenstva.

ZHRNUTIE:

- Aké produkty včiel si v úli pozoroval? Poznáš aj iné včelie produkty?
- Na základe pozorovania rozhodni o užitočnosti a význame včelích produktov.
- Z odbornej literatúry zisti, kde spomínané včelie produkty možno využiť.
- Akí jedinci včiel na plástovom rámiiku dominujú. Ide o robotnice, trúdy alebo matku?
- Zostav potravný reťazec, ktorého súčasťou je včela medonosná.



Obrázok 38: Metodická pomôcka (pozorovací úl) na pozorovanie včelstva a včelích produktov v školskom a prírodnom prostredí: ([http:// ulearamikyprevcely.vlastnyweb.sk](http://ulearamikyprevcely.vlastnyweb.sk)).

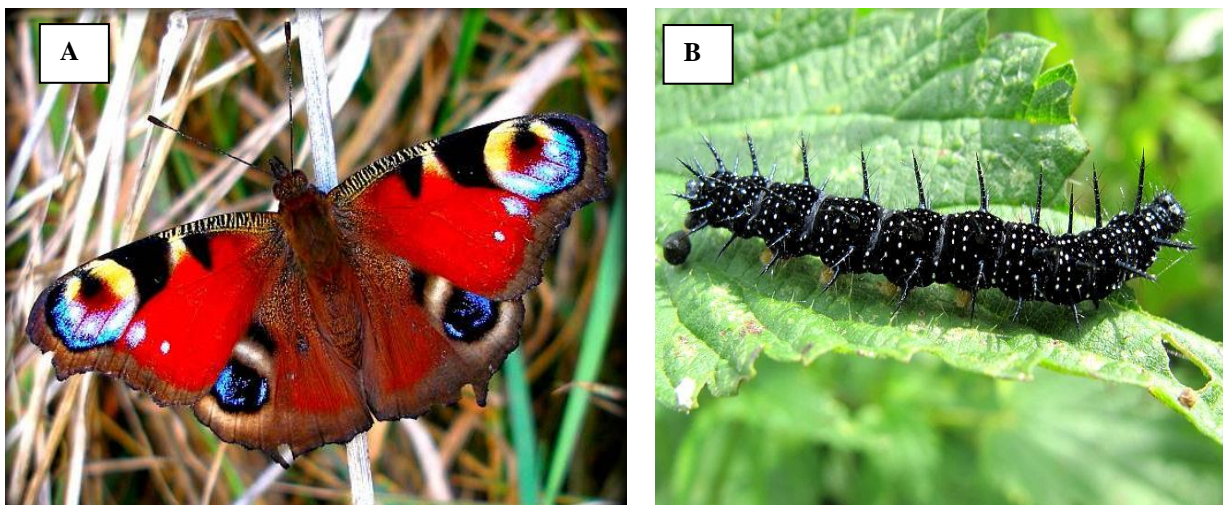
4. 3 TÉMA C: BABÔČKA PÁVOOKÁ

4. 3. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Babôčka pávooká (*Inachis io*) ako modelový druh denného motýľa sa svojim *atraktívnym sfarbením* javí ako vhodný objekt na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí. Jej výskyt je bežný na výslunných lúkach v okolí ľudských obydľí. Môžeme ju zazrieť aj *na kvitnúcich rastlinách* školského pozemku.

Pre pozorovanie denných motýľov sa v školskom prostredí osvedčili *sklenené poháre* (7 dcl.) s prederaveným viečkom, kde dospelé jedince možno cez sklo zblízka pozorovať. V rámci edukačných aktivít je pre žiakov zaujímavé práve pozorovanie spôsobu *prijímania potravy* v prirodzených a umelých podmienkach, ako aj *pozorovanie stavby tela* a *poznávanie vývinových štádií* (Obrázok 39). Na lúkach možno v hojnom počte pozorovať aj ďalších zástupcov čeľade babôčkovitých, ako napr. *babôčka prhlavová*, *babôčka admirálska* a *babôčka osiková*. V záhradách a sadoch sa často vyskytuje náš najväčší denný motýľ, pestro sfarbený *vidlochvost feniklový* a *vidlochvost ovocný*. Zo systematického hľadiska ich zaradíme do triedy hmyz (*Insecta*), rad motýle (*Lepidoptera*), vyznačujúce sa článkovaným telom s dvomi párami pestro sfarbených krídel a na hlave *s dokonalými zmyslovými orgánmi* (cicavé ústne ústroje, kyjačikovitá tykadlá).



Obrázok 39: Babôčka pávooká (A – dospelý jedinec, B – larva, húsenica) ako modelový druh denného motýľa vhodný pre žiakov na pozorovanie a pokusy v školskom prostredí.

Motýle sú nesporne najkrajšími zástupcami hmyzu, ktorých *pestré sfarbenie krídel* u denných motýľov má ochrannú až výstražnú funkciu pred potencionálnymi predátormi najmä hmyzožravými vtákmi. *Veľkosťou a tvarom* sa medzi sebou značne líšia. Napr. rúrkovčky majú rozpätie krídel iba 8 – 25 mm, zatiaľ čo tropické okáne (*Attacus atlas*) vyše 250 mm. Charakteristickým znakom motýľov je jemný šupinkovitý povlak na krídlach, ktorý vznikol premenením chĺpkov. *Zafarbenie* vzniká interferenciou alebo nerovnakým lomom dopadajúceho svetla na vrstvičky šupiniek, čím vzniká rôznych kovový odtieň farby rozličných motýľov, napr. ohniváčikov, perlovcov a modráčikov. Sfarbenie krídel môže byť podmienené aj *chemickými pigmentami* rôzneho chemického zloženia (flavíny, karotíny a lipochróny). Kombinované zafarbenie tela motýľov sa vyskytuje pri viacfarebných druhoch (napr. babôčka pávooká).

Telo je zložené z malej hlavy, ktorá sa pripája úzkym krčkom k hrudi z ktorej vyrastajú dva páry krídel. Na hlave sú lokalizované *zmyslové orgány* ako zložené oči (tvorené z jednotlivých očiek) a špirálovito zložené cicavé ústne ústroje. Súčasťou je aj *jeden pár tykadiel* s charakteristickým tvarom (jednoduché, vláskovité, paličkovité, pílkovité, hrebeňovité a iné.). *Bruško* je predĺžené a zložené z desiatich článkov. U denných motýľov je tenké a u nočných druhov zhrubnuté a pokryté výraznými chlpkami. *Nohy motýľov* sú štíhle, pokryté šupinkami a drobnými chlpkami. Slúžia na prichytávanie k podkladu, na ktorom sa môžu len veľmi pomaly pohybovať. Charakteristickým pohybom motýľov je *trepotavý let* pozorovateľný nad kvetmi rastlín. Medzi nimi sú najlepšími letcami *lišaje (lišaj marinkový)*, vyznačujúce sa aerodynamickým tvarom tela, s úzkymi dlhými krídlami. Svojím letom prekonávajú často veľké vzdialenosti, až stovky kilometrov, rýchlosťou až 54 km za hodinu.

Motýle sú *rozšírené* takmer po celom svete. Ich výskyt súvisí s rozšírením ich živných rastlín (napr. babôčka osiková, babôčka bodliaková a prhľavová). Sú početne zastúpené od nížinných oblastí až do vrchov. Motýle sa vyvíjajú *dokonalou premenou*. Samička znáša *vajíčka* na miesta, kde ich larvy majú zabezpečenú potravu. Z vajícok sa liahnu *larvy - húsenice*, ktorých hlavnou činnosťou je prijímanie potravy potrebnej na rast a ďalší vývoj. Počas vývoja sa húsenice viac ráz lienia. Keď dorastú, prestanú prijímať potravu, obyčajne opúšťajú živnú rastlinu a vyhľadajú si miesto na zakuklenie. Niektoré húsenice si pred zakuklením vytvárajú *obal (kokón)* z hodvábných vlákien. Denné motýle sa liahnu z kukiel skoro ráno. Motýle majú charakteristické svoje *výstražné príp. mimetické sfarbenie*, ktoré ich chráni pred prirodzenými nepriateľmi (hmyzožravé vtáky, netopiere, jašterice, žaby, pavúky a parazitický hmyz). *Na svete* je známych vyše 100 000 druhov motýľov, z ktorých v strednej Európe žije vyše 2 500 druhov.

4. 3 TÉMA C: BABÔČKA PÁVOOKÁ

4. 3. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

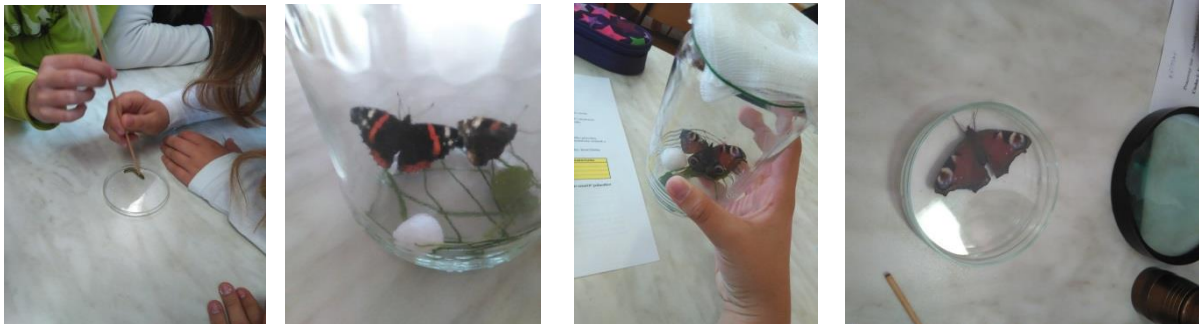
Priebeh a realizácia experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich *etapovitá realizácia* v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber denných motýľov, ich determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov *na samostatnú prácu v skupinách* zameranú na jednoduché pozorovanie denných motýľov, ich aktivitu, pohyb a správanie v umelom prostredí.

Dospelé jedince *babôčkovitých motýľov* zbierame najčastejšie v prírodnom prostredí *ručným zberom* alebo použitím *entomologického smýkadla* (sieťky) na kvetoch rastlín. Jednoduchými osmičkovitými pohybmi možno zozbierať zástupcov denných motýľov priamo na kvitnúcich rastlinách. Pri zbere môžeme využiť moment prekvapenia a odchytiť tak zástupcov bábôčky na kvetoch kvitnúcich rastlín, na ktoré sú svojím vývinom a troficky viazané. *Smýkadlo* na zber lúčneho hmyzu je vyobrazené v odbornej literatúre (BRTEK a kol. 1997). Ako vhodnú pomôcku na zber ho možno zhotoviť podľa návodu zverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č.4, roč. 10 (KVASNIČÁK, 2010). Larvy a dospelé jedince motýľov žijúce na kvetoch rastlín môžeme úspešne odchytiť použitím smýkadla a následne determinovať pomocou odbornej literatúry (GARMS a kol. 1997).

Pri pozorovaní denných motýľov v školskom prostredí sa osvedčili aj sklenené poháre (7 dcl.) s prederaveným viečkom, pričom dno pohára a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Vlhkosť a potravu v zbernej nádobe možno zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej vodou a cukrovým roztokom.

Pri pozorovaní stavby tela dospelých motýľov môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Vtedy je výhodné pozorovať jedincov *denných motýľov* v sklenených Petriho miskách s viečkom, ktoré limitujú pohyb krídel. Zaujímavou aktivitou pre žiakov je určenie vývoja jedincov (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na vývinové štádium hmyzu a na ich stavbu tela. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj manipulácia s biologickým objektom, kde úlohou žiakov je zistiť reakciu motýľa na dotyk a prítomnosť iného hmyzu. (Obrázok č. 39).



Obrázok 39: Pozorovanie modelových druhov babôčkovitých motýľov v školskom prostredí a ich reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť potravy.

Spracovaný didaktický model je tematicky rozdelený *do troch úloh*, ktoré charakterizujú daný druh samostatne, pričom majú obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie babôčky pávookej

- 1) Zo života babôčky*
- 2) Pozorovanie stavby tela babôčky*
- 3) Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť potravy.*

Súčasťou každej úlohy je súbor problémových otázok a úloh, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh, ktoré žiaci riešia *v školskom prostredí* pre modelový druh hmyzu babôčky pávookej.

4. 3 TÉMA C: BABÔČKA PÁVOOKÁ

4. 3. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života babôčky – atraktívny zástupca denných motýľov

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá babôčky pávookej

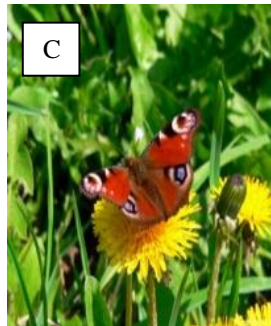
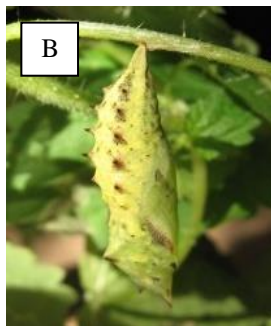
PRÍPRAVA: Dospelá samička babôčky pávookej kladie *vajíčka* na jar, okolo 500 kusov naraz na spodnú stranu rastlín. Po vyliahnutí vytvárajú larvy - húsenice na rastline svoje hniezdo zo spradených listov. *Húsenice* sa liahnu asi po týždni a sú lesklej čiernej farby s radmi ostnatých hrotov a radom bielych bodiek na každom článku. Žijú na prhľave a chmeli. Húsenica sa v priebehu vývoja takmer vôbec nemení, opúšťa hostiteľskú rastlinu až v dospelosti. Prechádza dokonalou premenou. Pred zakuklením húsenice vyhľadávajú dokonalý úkryt pod kameňmi, v štrbinách. Obdobie *kukly* je krátke. *Dospelý motýľ* lieta po prezimovaní od začiatku marca až do mája, v ďalšej generácii od augusta do jesene. Dospelé jedince pijú nektár z kvitnúcich rastlín, vrátane ozdobných krov, púpav, repíka, konope a d'ateliny, ale aj miazgu stromov. Dospelé motýle sa vyskytujú aj v ovocných sadoch, kde konzumujú *zahnívajúce ovocie*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Charakterizuj vývin s úplnou premenou. Ktoré vývinové štádiá ho tvoria?
- Ktoré vývinové štádiá u motýľov sú pohyblivé a ktoré bez pohybu?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a kuklu babôčky pávookej?
- Ako je prispôbená ochrane pred predátormi húsenica a dospelý motýľ babôčky pávookej?

POMÔCKY:

- ♠ obrazový materiál (A,B,C,D),
- ♠ charakteristiky pozorovaných jedincov (a- l).



a) sú lesklej čiernej farby

b) vyskytujú sa na spodnej strane listov

c) pijú nektár z kvitnúcich rastlín

d) majú ostnaté hroty

e) sú kladené na jar

f) opúšťa hostiteľskú rastlinu až v dospelosti

g) je červeno- hnedej farby s „očami“

h) toto obdobie jej vývinu je krátke

i) vyvinú sa z nich dospelé jedince

j) živi sa miazgou zo stromov

k) môže ich byť až 500 kusov

l) liahnu sa z nich húsenice

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá babôčky pávookej.
1. K jednotlivým vývinovým štádiám babôčky priradiť do tabuľky schematické obrázky a ich charakteristiku (a-l) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najcharakteristickejšia.
2. Pre každý vývinový stupeň (A - D) prislúcha len jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.
3. Do *Tabuľky 19* správne priradiť vývojový stupeň motýľa k obrázku a trom výrokom, ktoré ho charakterizujú.

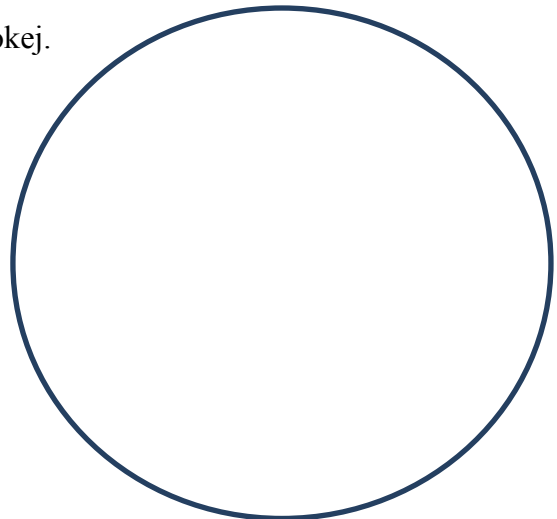
Tabuľka 19: Životný cyklus babôčky pávookej

<i>Jedince</i>	<i>Obrázok</i>	<i>Charakteristika</i>
<i>1) vajíčko</i>		
<i>2) larva</i>		
<i>3) kukla</i>		
<i>4) dospelý jedinec</i>		

* správne odpovede: 1. D e, k, l 2. A a, d, f, 3. B b, h, i, 4. C c, g, j

4. Farebne zakresli vývinový cyklus babôčky pávookej.
5. Nezabudni označiť jednotlivé vývinové štádiá:

- *vajíčko*
- *larva*
- *kukla*
- *dospelý jedinec*



ZHRNUTIE:

- Porovnaj, ktorý obrázok charakterizuje larvu a kuklu babôčky pávookej?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre dospelého jedinca babôčky pávookej?
- Aký má význam babôčka v prírodnom spoločenstve? Prečo má dospelá babôčka výrazné výstražné sfarbenie? Aké ochranné prvky má na tele húsenica babôčky (*Obrázok 40*).



Obrázok 40: Bádateľsky orientovaná výučba v školskom prostredí súvisiaca s pozorovaním vývinových štádií modelového druhu babôčky pávookej.

4. 3 TÉMA C: BABÔČKA PÁVOOKÁ

4. 3. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela babôčky

PROBLÉM: *Ako sú denné motýle stavbou tela prispôsobené prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: *Povrch tela motýľov je pokrytý vrstvou jemných chlpkov. Motýle majú dva páry krídiel a dve tykadlá, ktoré sú orgánom hmatu a čuchu. Babôčka pávoooká dostala svoje druhové meno podľa výrazných a pre ňu charakteristických škvŕn na krídlach. Farebné škvŕny v tvare pávieho oka slúžia na odstránenie potencionálnych predátorov, akými sú najmä hmyzožravé vtáky a menšie cicavce. Chráni sa tak svojím výzorom, keď rozťahne farebné krídla, a tým pripomína „pohľad“ väčšieho živočícha.*

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú dospelé motýle prispôsobené prostrediu v ktorom žijú?
- Aký význam majú pestrosfarbené krídla denných motýľov?
- Porovnaj stavbu tela a zmyslové orgány larvy a dospelých motýľov?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince – larvy (húsenice), dospelé jedince babôčky pávookej,
- ♣ smýkadlo, pinzeta, lupa, biely papier, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky, farbičky.

POSTUP:

1. Z kvitnúcich rastlín pomocou smýkadla získaj biologický materiál (larvy a dospelé motýle babôčiek), ktoré správne určíš pomocou odbornej literatúry.
2. Húsenice (larvy) babôčky pávookej môžeš zbierať s využitím pinzety na bylinnom poraste prhlávy dvojdomej, na ktoré sú vývinovo a potravou viazané.
3. Pri zbere dospelé jedince a larvy premiestni do skleneného pohára so substrátom listov a konárikov. Dostatočné vetranie pohára zabezpečíš prederaveným viečkom.
4. Živý biologický materiál potom premiestni do Petriho misiek a pozoruj larvu a dospelého jedinca v kontraste pod bielym papierom. Pozoruj typický piadivkovitý pohyb húseníc.
5. Pri pozorovaní dospelých motýľov použi lupu. Všímaj si tvar tela, jeho členenie, počet končatín a krídel, zvláštne znaky, zmyslové orgány, tykadlá a ústne orgány (*Obrázok 41*).



Obrázok 41: Pozorovanie stavby tela húsenice a dospelého jedinca babôčky pávookej v školských podmienkach.

6. Pozorovaný objekt si farebne zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si živočíchy pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

Na obrázku označ nasledovné pojmy:

hlava, hrud', bruško, tykadlá, ústne orgány, končatiny a krídla.

<p>Larva:</p> <p>Zväčšenie:</p>	<p>Dospelý jedinec:</p> <p>Zväčšenie:</p>
--	--

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela sú dospelé babôčky prispôsobené prírodnému prostrediu v ktorom žijú?
- Ktoré zmyslové orgány používajú babôčky pri hľadaní potravy? Ako prijímajú potravu?
- Ako je larva babôčky pávookej chránená pred potencionálnymi predátormi?
- Ako vplýva výrazné sfarbenie krídel na život dospelého motýľa v prírodnom prostredí?

4. 3 TÉMA C: BABÔČKA PÁVOOKÁ

4. 3. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 2: Reakcia na dotyk, svetlo a na prítomnosť potravy a predátora

PROBLÉM: *Popíšte správanie babôčky pávookej za prítomnosti spomínaných faktorov.*

PRÍPRAVA: V komunikácii hmyzu majú *zmyslové orgány* nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivito rozpoznávať a odovzdávať si informácie. Denné motýle sú svojím *výstražným sfarbením krídel* chránené pred predátormi. Podobne sú svojimi ostnatými výbežkami a čiernym sfarbením chránené aj ich larvy - húsenice. Tvojou úlohou bude zistiť u dospelých jedincov motýľov a ich lariev reakciu na dotyk, svetlo a prítomnosť predátora a pozorovať správanie pri kŕmení cukrovým roztokom.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Porovnaj ochranné sfarbenie u húsenice a dospelých jedincov babôčky pávookej.
- Aké je správanie húseníc pri nadmernom osvetlení, pri dotyku a za prítomnosti predátora?
- Charakterizuj správanie dospelých motýľov za prítomnosti potravy a predátora?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince – larvy (húsenice) a dospelé jedince babôčky pávookej, pavúk, koník a vošky
- ♣ Petriho misky, pinzeta, sklenený pohár, lupa, špajdľa, baterka, vata a cukrový roztok

POSTUP:

1. Získané jedince babôčky pávookej premiestni do sklenených pohárov, optimálnu vlhkosť zabezpečíš orosením skiel pohára a navlhčenou vatou. Ako potrava pre dospelé motýle môže poslúžiť cukrový roztok v skúmavke s vatou.
2. Húsenicu motýľa opatrne uchop pinzetou a polož do Petriho misky s viečkom.
3. Pozoruj charakteristický piadivkovitý pohyb. Ako sa správa húsenica po tvojom dotyku.
4. Podobne zisti aj reakciu húsenice na svetlo a na prítomnosť predátora – pavúka.
5. Pozoruj správanie dospelého motýľa za prítomnosti nadmerného osvetlenia a pri dotyku špajdľou (*Obrázok 42*).
6. Porovnaj správanie za prítomnosti predátora (pavúk) a iných organizmov (koník, vošky). Podobne zisti aj reakciu dospelého jedinca na prítomnosť potravy (cukrový roztok).



Obrázok 42: *Pozorovanie správania húsenice a dospelého jedinca babôčky v školských podmienkach (reakcia na dotyk, reakcia na svetlo a prítomnosť predátora – pavúka).*

7. Svoje zistenia zaznač do *Tabuľky 20 a 21* a porovnaj ich s predpokladmi pred experimentom.

Tabuľka 20: Správanie húsenice (larvy) babôčky v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov

<i>Larva - húsenica</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Obranné správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcia na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na potravu</i>			

Tabuľka 21: Správanie dospelého motýľa babôčky v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov

<i>Dospelý jedinec - motýľ</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Obranné správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcia na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na potravu</i>			

ZHRNUTIE:

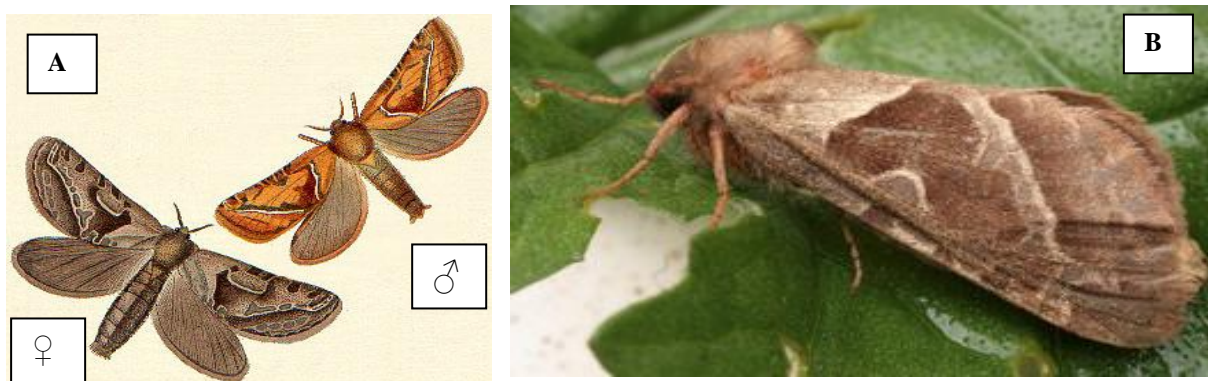
- Zhodnot' výsledky realizovaných pokusov. Prečo sa húsenica pri dotyku robila mŕtvou?
- Porovnaj obranné správanie u húsenice a dospelého jedinca babôčky pávookej pri nadmernom osvetlení.
- Charakterizuj obranné správanie húsenice a dospelého jedinca babôčky pávookej za prítomnosti predátora. Aká bola reakcia dospelca babôčky na pavúka a na vošku.
- Porovnaj reakcie správania za prítomnosti cukrového roztoku medzi húsenicou a dospelým motýľom babôčky pávookej.

4. 4 TÉMA C: HROTKRÍDLOVEC ŠALÁTOVÝ

4. 4. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Hrotokrídlovec šalátový (*Hepialus sylvina*) je bežný druh nočného motýľa, ktorý sa svojím nevýrazným (mimetickým) sivohnedým sfarbením javí ako vhodný objekt na pozorovanie v školskom a prírodnom prostredí. U tohto druhu je dobre vyvinutý *pohlavný dimorfizmus*, kde je sfarbením a veľkosťou odlišená *samička*, ktorá má sivasté krídla a je väčších rozmerov. Naopak *samček* má krídla červenohnedé a je veľkostne menší. Charakteristickým znakom druhu je *hnedasto ochlpená hrud' s hrubým bruškom* zakončeným radom chlčpkov. Ak je motýľ v kľude, jeho *hrotnaté krídla sú poskladané pod sebou*. Jeho výskyt je bežný v *záhradách a sadoch* a v okolí ľudských obydli. V hojnom počte ho môžeme zazrieť večer *pri umelom osvetlení* napr. na záhradných terasách. Dospelý motýľ lieta *od mája do októbra*. Samičky nekladú vajčka na živné rastliny, ale ich vypúšťajú *volne za letu* do vegetácie, preto ich počet býva niekedy obrovský - *rádovo viac ako 1000 kusov*. Húsenice žijú *na koreňoch živných rastlín* (šalát a iná listová zelenina), pričom ich vývoj trvá dva roky. Niektoré druhy môžu ojedinele pri svojom premnožení aj *lokálne škodiť*. (Obrázok 43).



Obrázok 43: Hrotokrídlovec šalátový (A – pohlavný dimorfizmus, ♀♂, B – ochranné sfarbenie dospelého jedinca) ako modelový druh nočného motýľa vhodného na pozorovanie v školskom prostredí.

Pre pozorovanie spomínaného druhu motýľa sa v školskom prostredí osvedčili *sklenené poháre* (7 del.) s prederaveným viečkom, kde dospelé jedince možno cez sklo zblízka pozorovať. V rámci edukačných aktivít je pre žiakov zaujímavé práve pozorovanie *spôsobu prijímania potravy* v umelých podmienkach ako aj *pozorovanie stavby tela a poznávanie vývinových štádií*. V hojnom počte možno pozorovať aj ďalších zástupcov nočných motýľov s nevýrazným sfarbením a to druhy čeľade moľovitých (*Tineidae*), obalovačovitých (*Tortricidae*), vretienkovitých (*Zygaenidae*) a piadivkovitých (*Geometridae*) a lišajovitých (*Sphingidae*) žijúcich bežne v záhradách, sadoch a na školskom pozemku.

V záhradách a sadoch možno pozorovať nášho *najväčšieho stredoeurópskeho motýľa* okáňa hruškového (*Saturnia pyri*). Môžeme ho zaradiť medzi nočných motýľov s *charakteristickými znakmi* ako sú: široké bruško s chlčkami, sivasto sfarbené dva páry krídel, mohutná hlava s tykadlami. Zaujímavým zástupcom s *atraktívnym výzorom* je druh nočného motýľa lišaja smrtihlava (*Acherontia atropos*), ktorého samička znáša vajčka na zemiakovú vňat' a iné ľuľkovité rastliny. *Zo systematického hľadiska ich zaraďujeme* do triedy hmyz (*Insecta*) medzi nočné motýle (*Lepidoptera*), vyznačujúce sa článkovaným telom s dvomi párami krídel a na hlave s *dokonalými zmyslovými orgánmi* (cicavé ústne ústroje, tyčinkovité tykadlá).

Vo všeobecnosti motýle patria medzi výzorovo *najkrajších zástupcov hmyzu*, ktorých pestré sfarbenie krídel najmä u denných motýľov má *ochrannú až výstražnú funkciu* pred predátormi. Naopak nočné motýle vykazujú skôr *menej výrazné sfarbenie* so sivastými až hnedastými farbami krídel a tela pričom mohutnejšie bruško a hrud' sú pokryté dlhými chlčkami. Práve toto nevýrazné sfarbenie im zabezpečuje *ochranu pred potencionálnymi predátormi* najmä hmyzožravými vtákmi. Sú *aktívne najmä vo večerných hodinách* a v noci. Dospelé motýle *sa veľkosťou a tvarom tela* medzi sebou značne líšia. Napr. rúrkovčeka majú rozpätie krídel iba 8 – 25 mm, zatiaľ čo tropické okáne (*Attacus atlas*) vyše 250 mm. Charakteristickým znakom motýľov je *jemný šupinkovitý povlak* na krídlach, ktorý vznikol premenením chlčkov. *Zafarbenie vzniká* interferenciou alebo nerovnakým lomom dopadajúceho svetla na vrstvičky šupiniek, čím vzniká rôzny kovový odtieň farby. Sfarbenie krídel môže byť podmienené aj *chemickými pigmentami* rôzneho chemického zloženia (flavíny, karotíny a lipochróny). Kombinované zafarbenie tela motýľov sa vyskytuje aj pri viacfarebných druhoch (napr. vretienka obyčajná, okáň hruškový).

Na hlave sú lokalizované *zmyslové orgány* ako *zložené oči* tvorené jednotlivými očkami a špirálovito zložené *cicavé ústne ústroje*. Súčasťou je aj *jeden pár tykadiel* s charakteristickým tvarom (jednoduché, vláskovité, paličkovité, pílkovité, hrebeňovité a iné.). *Bruško* je predĺžené a zložené z desiatich článkov. U denných motýľov je tenké a u nočných druhov zhrubnuté a pokryté *výraznými chlčkami*. *Nohy motýľov* sú štíhle, pokryté šupinkami a drobnými chlčkami. Slúžia na prichytávanie k podkladu, na ktorom sa môžu len veľmi pomaly pohybovať. Charakteristickým pohybom motýľov je *trepotavý let*, pričom nočné motýle majú schopnosť skladať krídla pod sebou. Medzi nimi sú *najlepšími letcami lišaje*, vyznačujúce sa aerodynamickým tvarom tela, s úzkymi dlhými krídlami. Svojím letom prekonávajú často veľké vzdialenosti, až stovky kilometrov, rýchlosťou až 54 km za hodinu.

Aj nočné motýle sú rozšírené takmer po celom svete. Ich výskyt súvisí najmä s rozšírením ich *živných rastlín* (napr. súmračník ibišový a súmračník jahodový, hrotokrídlovec chmeľový a s bielymi krídlami atraktívny drevotoč hruškový). Sú početne zastúpené *od nížinných oblastí až do vrchov*. Motýle sa vyvíjajú *dokonalou premenou*. Samička znáša *vajíčka* na miesta, kde ich larvy majú zabezpečenú potravu. Z vajíčok sa liahnu *húsenice*, ktorých hlavnou činnosťou je prijímanie potravy potrebnej na rast a ďalší vývoj. Počas vývoja sa húsenice viac ráz lienia. Keď dorastú, prestanú prijímať potravu, obyčajne opúšťajú živnú rastlinu a vyhľadajú si miesto na *zakuklenie*. Niektoré húsenice si pred zakuklením vytvárajú *obal* (kokón) z hodvábných vlákien. Denné druhy motýľov sa *liahnu* z kukiel skoro ráno, zatiaľ, čo nočné motýle najmä večer. Motýle majú charakteristické svoje výstražné príp. mimetické sfarbenie, ktoré ich chráni pred prirodzenými nepriateľmi (hmyzožravé vtáky, netopiere, jašterice, žaby, pavúky a parazitický hmyz). Na svete je známych *vyše 100 000 druhov*, z ktorých v strednej Európe žije vyše 2 500 druhov.

4. 4 TÉMA C: HROTKRÍDLOVEC ŠALÁTOVÝ

4. 4. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Priebeh a realizácia experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich *etapovitá realizácia* v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber nočných motýľov, ich determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov *na samostatnú prácu v skupinách* zameranú na jednoduché pozorovanie nočných motýľov, ich aktivitu, pohyb a správanie v umelom prostredí.

Dospelé jedince *nočných motýľov* zbierame najčastejšie v prírodnom prostredí ručným zberom alebo použitím *entomologického smýkadla* (sieťky) na kvetoch pestovaných záhradných rastlín. Jednoduchými osmičkovitými pohybmi možno zozbierať zástupcov nočných motýľov priamo na kvitnúcich rastlinách. Pri zbere môžeme využiť moment prekvapenia a odchytiť tak dospelé jedince na kvetoch a listoch kapustovitých rastlín (šalát siaty, repka olejná), na ktoré sú troficky viazané. *Smýkadlo na zber lúčneho hmyzu* je vyobrazené v odbornej literatúre (BRTEK a kol. 1997). Ako vhodnú pomôcku na zber ho možno zhotoviť podľa návodu zverejnenom v odbornom časopise *Biológia, ekológia, chémia* č.4, roč. 10 (KVASNIČÁK, 2010). Dospelé jedince nočných motýľov môžeme úspešne odchytiť *v blízkosti svetelného zdroja* (osvedčili sa terasy v záhradách), v blízkosti ktorého večer aktívne lietajú. Zber možno realizovať aj s použitím smýkadla a následne získané druhy determinovať pomocou odbornej literatúry (GARMS a kol. 1997).

Pri pozorovaní nočných motýľov v školskom prostredí sa osvedčili aj *sklené poháre* (7 dcl.) s prederaveným viečkom, pričom dno pohára a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Vlhkosť a potravu v zbernej nádobe možno zabezpečiť aj vložení *vaty navlhčenej vodou a cukrovým roztokom*. Pri pozorovaní stavby tela nočných motýľov môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia). Vtedy je výhodné pozorovať dospelé jedince *v sklenených Petriho miskách s viečkom*, ktoré limitujú pohyb krídel. Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývoja jedincov* (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na vývinové štádium hmyzu a na ich stavbu tela. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj manipulácia s biologickým objektom, kde úlohou žiakov je zistiť *reakciu nočného motýľa* na dotyk, svetlo a prítomnosť iného hmyzu (koník, lienka), príp. predátora - pavúka. (Obrázok 44).



Obrázok 44: Pozorovanie lariev a dospelých jedincov nočných motýľov v školskom prostredí a ich reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť iného hmyzu.

Spracovaný didaktický model je tematicky rozdelený *do troch úloh*, ktoré charakterizujú daný druh samostatne, pričom majú nasledovnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie nočných motýľov - hrotokrídlovca šalátového

1) Zo života nočných motýľov – atraktívny, či menej atraktívny druh

2) Pozorovanie stavby tela hrotokrídlovca šalátového

3) Reakcia na dotyk, svetlo a prítomnosť potravy

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh, ktoré žiaci riešia *v školskom prostredí* pre modelový druh nočného motýľa hrotokrídlovca šalátového.

4. 4 TĚMA C: HROTKRÍDLOVEC ŠALÁTOVÝ

4. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života nočných motýľov – atraktívny, či menej atraktívny druh

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá hrotokrídlovca šalátového

PRÍPRAVA: Hrotokrídlovec šalátový je bežný druh nočného motýľa, ktorý svojim nevýrazným sivohnedým sfarbením pripomína moľu. V hojnom počte ho môžeme zazrieť večer pri umelom osvetlení napr. na záhradných terasách. Dospelý motýľ (imágo) lieta od mája do októbra a jeho vývin s úplnou premenou trvá dva roky. Samičky nekladú vajíčka na rastliny, ale ich vypúšťajú voľne za letu do vegetácie. Larvy - húsenice žijú na koreňoch živých rastlín (šalát a iná listová zelenina), kde sa liahnu asi po týždni. Húsenice sú lesklej bielej farby s radmi ostnatých hrotov a radom čiernych bodiek na každom článku. V tom istom vegetačnom období sa zakuklia a vyvinie sa z nej dospelý jedinec. Pri svojom premnožení môže aj lokálne škodiť.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Porovnaj vývin s úplnou a neúplnou premenou. Ktoré vývinové štádiá ho tvoria?
- Charakterizuj vývinové štádiá u nočných motýľov? Ktoré sú pohyblivé a ktoré bez pohybu?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a kuklu hrotokrídlovca šalátového?
- Ako sú chránené pred predátormi húsenica a imágo nočných motýľov v prírodnom prostredí?

POMÔCKY:

- ♠ obrazový materiál (A,B,C,D),
- ♠ charakteristiky pozorovaných jedincov (a- l).



- a) sú kladené za letu do vegetácie
- b) sú bielej farby s radmi ostnatých hrotov
- c) samček sa líši od samičky veľkosťou a farbou
- d) vyvinie sa z nej dospelý jedinec
- e) sú nevýraznej farby a splývajú s vegetáciou
- f) vyvinie sa z nich larva
- g) žije na koreňoch živých rastlín
- h) vyskytuje sa často pri umelom osvetlení
- i) aktívny je v noci a za šera
- j) je nepohyblivá
- k) je sivohnedej farby a splýva s prostredím
- l) živia sa rastlinnou potravou

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá hrotokrídlovca šalátového.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám hrotokrídlovca priradi do tabuľky 23 schematický obrázok a ich charakteristiku (a -l) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca charakteristická.
3. Pre každý vývinový stupeň (A - D) prislúcha len jeden obrázok a tri výroky.
4. Do Tabuľky 23 správne priradi vývojový stupeň motýľa k obrázku a trom výrokom, ktoré ho charakterizujú.

Tabuľka 23: Životný cyklus hrotokrídlovca šalátového

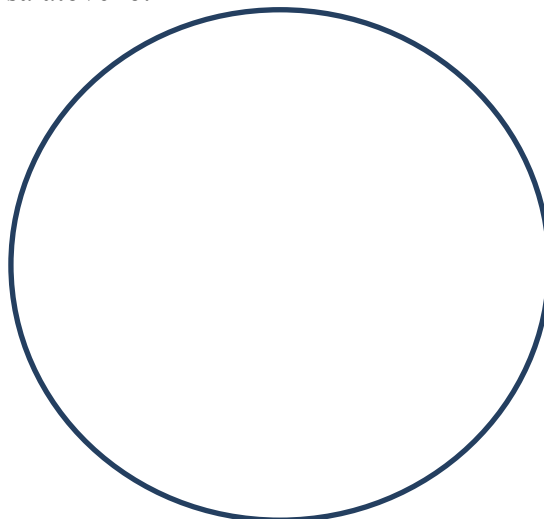
Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva (húsenica)		
3) kukla		
4) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1. C a, e, f 2. A b, g, l, 3. B d, j, k, 4. D c, h, i

5. Farebne zakresli vývinový cyklus hrotokrídlovca šalátového.

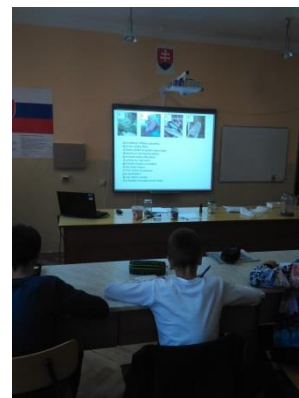
6. Nezabudni označiť jednotlivé vývinové štádiá:

- vajíčko
- larva
- kukla
- dospelý jedinec



ZHRNUTIE:

- Porovnaj sfarbenie vajíčok a kukly hrotokrídlovca šalátového?
- Aké ochranné prvky má na svojom tele húsenica hrotokrídlovca šalátového
- Aký je význam nočných motýľov v prírode? Ako sú prispôsobené prírodnému prostrediu?
- Charakterizuj vonkajšie znaky tela charakteristické pre dospelého jedinca (*Obrázok 45*).



Obrázok 45: Bádateľsky orientovaná výučba v školskom prostredí s pozorovaním vývinových štádií modelového druhu nočného motýľa - hrotokrídlovca šalátového.

4. 4 TÉMA C: HROTKRÍDLOVEC ŠALÁTOVÝ

4. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela hrotokrídlovca šalátového

PROBLÉM: *Ako sú nočné motýle stavbou tela prispôbené prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: *Hrotokrídlovec šalátový* je druh nočného motýľa, ktorý sa bežne vyskytuje v záhradách a sadoch a v okolí ľudských obydlií. U tohto druhu je dobre vyvinutý *pohlavný dimorfizmus*, kde je sfarbením a veľkosťou odlišená *samička*, ktorá má sivasté krídla a je väčších rozmerov. Naopak *samček* má krídla červenohnedé a je veľkostne menší. Charakteristickým znakom druhu je *hnedasto ochlpená hrud' s hrubým bruškom* zakončeným radom chlpkov. Ak je motýľ v kľude, jeho *hrotnaté krídla* sú poskladané *pod sebou*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú nočné motýle a ich larvy prispôbené prostrediu v ktorom žijú?
- Aký význam má sfarbenie a zloženie krídel u denných a nočných motýľov?
- Porovnaj znaky pohlavného dimorfizmu u hrotokrídlovca medzi samčekom a samičkou?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince – dospelé jedince a larvy (húsenice) hrotokrídlovca šalátového,
- ♣ smýkadlo, pinzeta, lupa, biely papier, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky, farbičky.

POSTUP:

1. Dospelé motýle môžeš efektívne získať s použitím smýkadla pri umelom osvetlení, napr. večer na záhradných terasách. Všimaj si rozdiely medzi samčekom a samičkou.
2. Húsenice (larvy) hrotokrídlovca šalátového môžeš zbierať s využitím pinzety na živých rastlinách (šalát a iná listová zelenina), na ktoré sú vývinovo a potravou viazané.
3. Charakteristické sfarbenie larvy pre tento druh je vyobrazené v predchádzajúcej úlohe.
4. Pri zbere dospelé jedince a larvy premiestni do skleneného pohára so substrátom listov a konárikov. Dostatočné vetranie pohára zabezpečíš prederaveným viečkom.
5. Živý biologický materiál potom premiestni do Petriho misiek a pozoruj larvu a dospelého jedinca v kontraste pod bielym papierom. Pozoruj typický piadivkovitý pohyb húseníc.
6. Pri pozorovaní použi lupu. Všimaj si stavbu tela, jeho členenie, počet končatín a krídel, zmyslové orgány, tykadlá a ústne orgány (*Obrázok: 46*).



Obrázok 46: *Pozorovanie stavby tela húsenice a dospelého jedinca hrotokrídlovca šalátového v školskom prostredí.*

4. 3 TÉMA C: HROKOKRÍDLOVEC ŠALÁTOVÝ

4. 4. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Reakcia na dotyk, svetlo a na prítomnosť potravy a predátora

PROBLÉM: *Popíšte správanie hrotokrídlovca za prítomnosti spomínaných faktorov.*

PRÍPRAVA: V komunikácii hmyzu majú *zmyslové orgány* nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci *jednotlivo rozoznávať* a odovzdávať si informácie. *Nočné motýle* sú svojím nevýrazným sfarbením krídel chránené pred predátormi. Podobne sú svojimi *ostnatými výbežkami a tmavým sfarbením* chránené aj ich larvy - húsenice. Tvojou úlohou bude zistiť u dospelých jedincov motýľov a ich lariev reakciu na *dotyk, svetlo a prítomnosť predátora* a pozorovať správanie *za prítomnosti potravy*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Porovnaj ochranné sfarbenie u húsenice a dospelých jedincov hrotokrídlovca šalátového.
- Aké je správanie húseníc pri nadmernom osvetlení, pri dotyku a za prítomnosti predátora?
- Charakterizuj správanie dospelých motýľov za prítomnosti potravy a predátora?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ živé jedince – larvy (húsenice) a dospelé jedince hrotokrídlovca, pavúk, koník a vošky
- ♣ Petriho misky, pinzeta, sklenený pohár, lupa, špajdl'a, baterka, vata a cukrový roztok

POSTUP:

1. Získané jedince hrotokrídlovca premiestni do sklenených pohárov, optimálnu vlhkosť zabezpečíš orosením skiel pohára navlhčenou vatou. Ako potrava pre dospelé motýle môže poslúžiť cukrový roztok v skúmavke s vatou.
2. Húsenicu motýľa opatrne uchop pinzetou a polož do Petriho misky s viečkom.
3. Pozoruj charakteristický piadivkovitý pohyb. Ako sa správa húsenica po tvojom dotyku.
4. Podobne zisti aj reakciu húsenice na prítomnosť predátora – pavúka (*Obrázok 47*).
5. Pozoruj správanie dospelého motýľa za prítomnosti osvetlenia a pri dotyku špajdl'ou.
6. Porovnaj správanie za prítomnosti predátora (pavúk) a iných organizmov (koník, vošky). Podobne zisti aj reakciu dospelého jedinca na prítomnosť potravy (cukrový roztok).



Obrázok 47: *Pozorovanie reakcií správania (dotyk, svetlo, korisť) húsenice a dospelého jedinca hrotokrídlovca šalátového v školských podmienkach.*

7. Svoje zistenia zaznač do *Tabuľky 24* a *25* a porovnaj ich s predpokladmi pred experimentom.

Tabuľka 24: *Správanie húsenice (larvy) hrotokrídlovca v neprirodzenom prostredí a v prítomnosti iných organizmov*

<i>Larva - húsenica</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Obranné správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcia na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na potravu</i>			

Tabuľka 25: *Správanie dospelého motýľa hrotokrídlovca v neprirodzenom prostredí a v prítomnosti iných organizmov*

<i>Dospelý jedinec - motýľ</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Obranné správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcia na dotyk</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na predátora</i>			
<i>Reakcia na potravu</i>			

ZHRNUTIE:

- Zhodnot' výsledky realizovaných pokusov. Prečo sa húsenica pri dotyku robila mŕtvou?
- Porovnaj obranné správanie u húsenice a dospelého jedinca hrotokrídlovca šalátového pri nadmernom osvetlení.
- Charakterizuj obranné správanie húsenice a dospelého jedinca hrotokrídlovca šalátového za prítomnosti predátora. Aká bola reakcia nočného motýľa na pavúka a na vošku.
- Porovnaj reakcie správania za prítomnosti cukrového roztoku medzi húsenicou a dospelým motýľom hrotokrídlovca šalátového.

5 TĚMA D: POZOROVANIE MODELOVÝCH DRUHOV HMYZU LESNÉHO EKOSYSTÉMU

5.1 Mravec lesný

5.2 Lykožrút smrekový a lykokaz borovicový

5. 1 TÉMA D: MRAVEC LESNÝ

5. 1. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a komunikácia v mravenisku

Mravce ako spoločenský hmyz sa na zemskom povrchu po prvýkrát objavili v období druhohôr, t.j. pred 110 až 130 miliónmi rokov. Systematicky patria do radu blanokřídlcov (*Hymenoptera*) s charakteristickými *blanitými krídlami*. Zatiaľ známych je až 9 500 druhov, no podľa najnovších výskumov čaká ďalších 2 – 4 tisíc druhov na svoje objavenie. U nás sú to bežné druhy obývajúce predovšetkým *lesné biotopy* (Obrázok 48) ako: mravec čierny (*Lasius niger*) a mravec lesný (*Formica rufa*). V domácnostiach ako škodca sa vyskytuje žltohnedý druh – mravec faraónsky (*Monomorium pharaonis*). Spôsobom života je zaujímavý aj cudzokrajný druh mravca rodu *Atta*. Tieto mravce zbierajú útržky listov z akácií, ktorými „krmia“ hubu, ktorú si pestujú vo svojom mravenisku ako zdroj potravy.

Telo mravcov je spevnené *vonkajšou kostrou*. Nemajú pľúca, preto kyslík a ostatné plyny (oxid uhličitý) prijímajú *celým povrchom tela* cez prieduchy v pokožke. U mravcov je absencia ciev, *srdce* tvorí dlhá trubica, nachádzajúca sa pozdĺž chrbtovej strany, ktorá čerpá bezfarebnú krv tzv. *hemolymfu* z hlavy do zadnej časti tela a potom späť. Telo mravca sa skladá z *hlavy, hrude a bruška*, môže byť pokryté chlpkami. Na hlave mravca sú dôležité *zmyslové orgány* – tykadlá, oči a hryzadlá. Funkciou *tykadiel* je rozpoznávanie feromónových stôp, pohybov vetra, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu prostredníctvom dotykov. Mravce majú na hlave *dve zložené oči*, nimi rozpoznávajú pohyb a majú tiež *tri jednoduché temenné očka*, ktorými vnímajú úroveň a polarizáciu svetla. Na hlave sa nachádzajú aj *hryzadlá*, ktoré sa používajú na kŕmenie, pri prenášaní materiálu a lariev, na stavbu mraveniska ale aj na obranu. Majú aj pomerne *dlhý jazyk*, ktorým sa mravce čistia alebo ním lížu tekutú potravu. *Hrud'* je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú *tri páry kráčajúcich nôh*. U *samcov a kráľovien* sa na vrchnej časti hrude nachádzajú *dva páry krídel*. Ďalšou časťou tela je *stopka*, ktorá spája hrud' s bruškom. Vďaka nej mravec dokáže ohýbať bruško až po hlavu. *Bruško* sa delí na niekoľko článkov, tie sú spojené blankou, ktorá umožňuje meniť jeho veľkosť. *Tráviace a vylučovacie orgány* sú umiestnené v brušku. Nachádzajú sa tam aj *pohlavné orgány*, žľazy s rôznymi plynmi aj feromónmi. U niektorých druhov je bruško zakončené *žihadlom*. Mravec pri vyrušení alebo napadnutí *hryzie* a do rany zo zadnej časti tela vystrekuje *jed* - až 60 % *kyseliny mravčie*.

Mravce ako **spoločenský hmyz** žijú v *mravenisku*, kde v spoločenstve má každý jedinec svoje postavenie a povinnosti. Prieskumníkmi a lovcami sú jedinci s rýchlymi reakciami. *Mladé jedince* zostávajú vo vnútri mraveniska, aby sa starali o samičky a plody, tvoria až 30 % obyvateľov mraveniska. *Zásobovači* zabezpečujú potravu, neskôr, po nadobudnutí skúseností sa dostanú do funkcie pozorovateľa na povrchu mraveniska. V spoločenstve mravcov rozlišujeme *robotnice*, ich počet je niekoľko stoviek až tisíc. Zadnú časť tela a zadnú polovicu hlavy majú sfarbenú do čiernej, zvyšok tela je červenkastý. U robotníc môžeme pozorovať chlčky na hlave a hrudi. Majú menšiu hrud' a chýbajú im krídla. Niektoré robotnice majú silne vyvinuté hryzadlá, sú to tzv. vojaci. Robotnice predstavujú v mravenisku až 90 % dospelých jedincov. Dosahujú veľkosť 4 až 9 mm. Naproti tomu *samce* majú tmavšie sfarbenie, mohutnú hrud' a krídla. Ich úlohou je oplodniť samičku a po splnení svojej úlohy hynú. Veľkosť tela sa pohybuje od 9 až 11 mm. V spoločenstve mravcov je najdôležitejšia *kráľovná* (plodná samička). V mravenisku je len jedna, má podobné sfarbenie ako robotnice, zadnú časť tela a hrud' má lesklú. Okrídlená je len v čase rozmnožovania. Zaujímavé je, že *po oplodnení krídla u kráľovien odpadnú* alebo sa odlomia. Môže sa dožiť až *20 rokov*. Jej veľkosť sa pohybuje do 11 mm.

Rozmnožovanie prebieha tak, že *kráľovná* na jar nakladie do mraveniska *vajíčka*. Z vajíčok sa liahnu *larvy* a tie sú kŕmené zvláštnou potravou bielkovinového charakteru. Obsahuje aj *sekrét zo žliaz*, ktorý rozhoduje už v prvých dňoch vývoja larvy o tom či bude jedinec samec, samica alebo robotnica. Mravce sa vyvíjajú *úplnou, dokonalou premenou* s nasledovnými vývinovými štádiami: vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec. Vývoj *lariev* trvá 1 až 3 týždne, potom sa larvy *zakuklia* a v priebehu 4 týždňov sa z nich vyliahnu *dospelé jedince*. Každá samička sa od mája do septembra pári spravidla so štyrmi samčkami z rôznych hniezd. *Samička* je oplodnená len raz za život, vtedy získa veľké množstvo spermií a tie jej vystačia na celý život. Po oplodnení samička zhodí svoje krídla a zakladá si *nový roj* (hniezdo).

Stavba mraveniska je zložená z nadzemnej a podzemnej časti. V *podzemí* sa nachádzajú poprepletané chodbičky, t.j. vlastné hniezdo. *Nadzemná časť* je postavená z prírodného okolia poznášaného mravcami z okolia. Nadzemná časť je iba nadstavba hniezda, jej hlavnou funkciou je *udržiavanie stálej teploty* (okolo 30° C) a vlhkosti potrebnej pre vývoj plodu.

Pre spolužitie mravcov v mravenisku je potrebná **komunikácia** mravcov, ktorá prebieha dvoma spôsobmi. Dôležitá pre život je tzv. *kontaktná reč*, ktorá prebieha pomocou dotykov dvoch jedincov tykadlami. Nezastupiteľnú úlohu má aj *chemická reč*, ktorá prebieha pomocou špecifických chemických látok – *feromónov*. Majú význam pri rozmnožovaní jedincov a ako pachová výstraha pri značkovaní územia.

Potravu tvorí predovšetkým *živočíšny materiál*. Vo svojom teritóriu *útočia na rozličný hmyz*, menšie larvy, húsenice iného hmyzu. Požierajú aj zdochliny. Konzumujú tiež *sladké výlučky* vošiek, miazgu zo stromov, či sladké plody a semená. Na cestách za potravou zanechávajú mravce *pachovú stopu*.

Obrázok 48: Vybrané druhy mravcov žijúcich v prírodných podmienkach a domácnostiach



Mravec lesný (*Formica rufa*)



Mravec čierny (*Lasius niger*)



Mravec faraónsky (*M. pharaonis*)

5. 1 TÉMA D: MRAVEC LESNÝ

5. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich etapovitá realizácia v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou žiakov v prírodnom prostredí je *zber biologického materiálu*, ktorý môžu žiaci získavať individuálne pod dozorom učiteľa, a následne *určiť získané jedince* pomocou odbornej literatúry a *pripraviť ich na transport* do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú *na jednoduché pozorovanie mravcov* (príp. iných lesných bezstavovcov), ich aktivitu, pohyb a správanie v prírodnom prostredí.

Dospelé jedince mravcov *zbierame* najčastejšie v lesnom prostredí v blízkosti mraveniska *ručným zberom* tak, že sklenenou nádobou odoberieme substrát z mraveniska (opadané lístie, ihličie) spolu s mravcami. Dospelé mravce môžeme získať aj *individuálnym zberom pomocou exhaustora*, ktorý možno zhotoviť podľa návodu zverejnenom v predchádzajúcej úlohe. Exhaustor ako pomôcka *funguje pod tlakom*, pričom jemné vdýchnutie vzduchu umožňuje uväznenie jedinca v zbernej nádobe. Používanie exhaustorov pri dlhodobom transporte nie je veľmi vhodné, pretože *kyselina mravčia* vylučovaná do vzduchu spôsobuje pri vdychovaní podráždenie priedušiek. Vhodnejšie je obsah získaného materiálu premiestniť do sklenej nádoby so substrátom, ktorý je potrebné navlhčiť vodou. Udržiavanie *prirodzenej vlhkosti* je pre transport mravcov veľmi dôležitý. Po transporte do interiérového prostredia mravce vpúšťame do myrmekárií, alebo do iných experimentálnych zariadení. Vlhkosť a potravu pre mravce v nádobe možno zabezpečiť aj *vložením vaty navlhčenej v cukrovom (príp. vodnom) roztoku*. Z vlastných skúseností je vhodné mravce držať v zbernej nádobe izolovane od mravcov z iného mraveniska, prípadne väčších predátorov ako sú napr. chrobáky a pavúky. Na chov mravcov sú vhodné *väčšie druhy mravcov* napr. mravec lesný (*Formica rufa*), s ktorými sa aj ľahšie manipuluje a tiež sú pre žiakov svojou veľkosťou viac atraktívne ako malé druhy mravcov.

Pri pozorovaní mravcov v školskom prostredí sa osvedčili aj *sklené misky* (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Alternatívne možno použiť aj *plastový obal z nanukovej torty*, ktorý je ľahko dostupný, avšak nezabezpečuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. Pri pozorovaní stavby tela mravca môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia).

Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie jedincov v kolónii mraveniska* (kráľovná, robotnice, samce – vojaci, kukly a vajíčka) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na *vývinové štádium spoločenského hmyzu*, na ich *stavbu tela* a jednotlivé úlohy jedincov, ktoré majú nezastupiteľný význam v mravenisku. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj *manipulácia so živým biologickým materiálom* v školskom prostredí.

Úlohou žiakov je zistiť *reakciu mravcov na prítomnosť mravca z iného mraveniska*. Alternatívne možno použiť aj mravca z príslušnej kolónie, pričom jeho *pachové stimuly* označujúce príbuznosť k spoločenstvu ovplyvníme použitím 10 % roztoku liehu. Alkohol spôsobí omráčenie jedinca, ktorého môžeme pre lepšiu identifikáciu *označiť na brušku bielym korektorom*. Dôkaz neprirodzeného až agresívneho správania mravcov voči potencionálnym predátorom (mravci z iného mraveniska, chrobáky, pavúky a i.) má za následok *vyučovanie kyseliny mravčej*, ktorej kyslú reakciu ($\text{pH} < 7$) dokážeme *univerzálnym indikátorovým papierikom* (Lakmus).

Úlohu môžeme realizovať aj *v prírodných podmienkach* priamo v mravenisku, kde jedného jedinca odchytíme exhaustorom, omráčime parami alkoholu, pre identifikáciu označíme *na brušku korektorom bielou bodkou*. Po chvíli môžeme pozorovať neprirodzené správanie sprevádzané vylučovaním kyseliny mravčej. V prírodných podmienkach účinok kyseliny môžeme dokázať *kvetnými lupienkami čakanky (Cichorium)*, ktorých modré sfarbenie sa v kyslom prostredí postupne odfarbuje na bledofialovo (chemický dôkaz antokyánov). Zaujímavo na žiakov pôsobí aj pozorovanie správania sa mravcov *pri nadmernom osvetlení* (fototaxia) a *pri dotyku* drevenou špajdlou (seizmotaxia), kde žiaci predpokladajú únikové a obranné správanie, ktoré porovnávajú so skutočnosťou.

Spracovaná téma je rozdelená do troch častí, ktoré sú prezentované tromi úlohami:

- 1) *Mravce ako spoločenský hmyz*
- 2) *Pozorovanie stavby tela mravcov*
- 3) *Význam čuchu v komunikácii mravcov.*

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*. Pri didaktickom spracovaní danej témy sme sa inšpirovali úlohou metodickéj príručky pre učiteľov (PROKOP, P., in: ŽOLDOŠOVÁ a kol. 2004), ktorú sme v rámci náročnosti prispôbili pre žiakov základných škôl a osemročných gymnázií, s cieľom poukázať na anatomické a morfológické zvláštnosti mravcov a ich klasifikáciu jedincov v spoločenstvách jedného druhu (mravca lesného) v mravenisku.

5. 1 TÉMA D: MRAVEC LESNÝ

5. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Mravce ako spoločenský hmyz

PROBLÉM: Urči základné typy jedincov v spoločenstve mravcov.

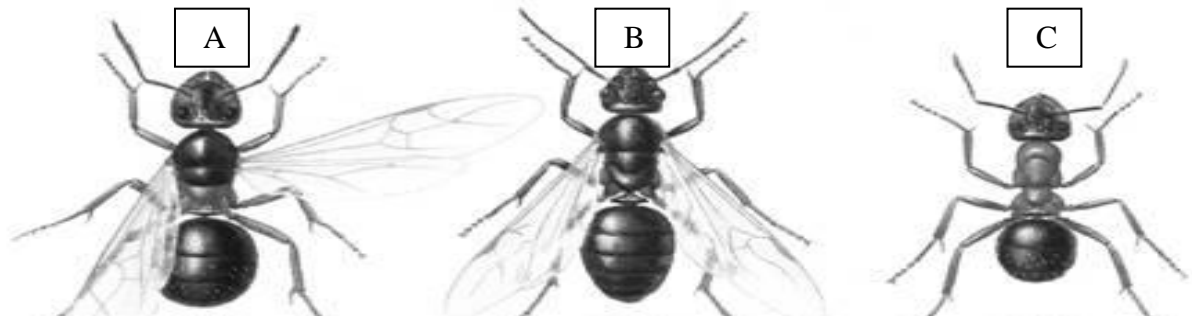
PRÍPRAVA: Mravce ako spoločenský hmyz žijú v mravenisku, kde v spoločenstve má každý jedinec svoje postavenie a povinnosti. Prieskumníkmi a lovcami sú jedinci s rýchlymi reakciami. Mladé jedince zostávajú vo vnútri mraveniska, aby sa starali o samičky a plody, kde tvoria až 30% obyvateľstva mraveniska. Zásobovači zabezpečujú potravu, neskôr, po nadobudnutí skúseností sa dostanú do funkcie pozorovateľa na povrchu mraveniska. V spoločenstve mravcov rozlišujeme jedince, ako kráľovnú, robotnice a samcov, z ktorých každý jedinec má v mravenisku svoj význam. Stavbou tela sa odlišujú, preto tvojou úlohou bude na základe obrázkov určiť jedincov v spoločenstve mravcov a priradiť k nim príslušnú charakteristiku.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Ako sú prispôsobené jedince mravcov spôsobu života v mravenisku?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre jedincov samčieho a samičieho pohlavia mravcov?
- Charakterizuj tvar tela a krídla u kráľovnej mravcov, akú funkciu plní v mravenisku?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C),
- ♣ charakteristiky pozorovaných jedincov (a-i)



* zobrazené jedince mravca lesného (*Formica rufa*) sú súčasťou spoločenstva, kde každý jedinec má v mravenisku svoj význam pre zachovanie svojho druhu v populácii.

CHARAKTERISTIKY:

- Jedince majú tmavšie sfarbenie, mohutnú hrud' a krídla.
- Dosahujú veľkosť 4 až 9 mm, jedince majú menšiu hrud' a chýbajú im krídla.
- Jedince sú okridlené len v čase rozmnožovania, zaujímavosťou je, že po oplodnení sa krídla odlomia alebo odpadnú.
- Predstavujú v mravenisku až 90 % dospelých jedincov.
- Ich úlohou je oplodniť samičku a po splnení svojej úlohy hynú.
- V spoločenstve mravcov pre zachovanie druhu je najdôležitejšia, môže sa dožiť až 20 rokov, jej veľkosť sa pohybuje do 11 mm.
- Veľkosť tela sa pohybuje od 9 až 11 mm.
- Niektoré jedince majú silne vyvinuté hryzadlá, a nazývame ich „vojaci“.
- Má podobné sfarbenie ako robotnice, zadoček a hrud' má lesklej farby.

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, sú zobrazené tri základné jedince, ktoré majú v spoločenstve mravcov svoju úlohu a nezastupiteľný význam.
2. K jednotlivým jedincom mravcov priradiť do **tabuľky 26** schematický obrázok a ich charakteristiku (a-i) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý typ mravca prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 26: Jedinca zastúpené v spoločenstve mravcov

Jedinca v mravenisku	Obrázok	Charakteristika
1) kráľovná		
2) robotnica		
3) samec		

* správne odpovede: 1. A c, f, i 2. B a, e, g 3. C b, d, h

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok charakterizuje kráľovnú a robotnicu mravcov?
- Popíš stavbu tela robotnice, aký je jej význam v mravenisku?
- Svoje zistenia porovnaj v spoločenstve mravcov pozorovaných v prírodnom a školskom prostredí (Obrázok 49).



Obrázok 49: Realizácia zážitkového vyučovania v prírodných a školských podmienkach.

5. 1 TÉMA D: MRAVEC LESNÝ

5. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela mravcov

PROBLÉM: *Ako sú mravce stavbou tela prispôsobené životu v spoločenstve?*

PRÍPRAVA: Telo mravcov je spevnené *vonkajšou kostrou*. Na hlave mravca sú dôležité *zmyslové orgány* – tykadlá, oči a hryzadlá. Funkciou *tykadiel* je rozpoznávanie feromónových stôp, pohybov vetra, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu prostredníctvom *dotykov*. Mravce majú na hlave *dve zložené oči*, nimi rozpoznávajú pohyb a majú tiež tri jednoduché *temenné očky*, ktorými vnímajú úroveň a polarizáciu svetla. Na hlave sa nachádzajú aj *hryzadlá*, ktoré sa používajú na kŕmenie, pri prenášaní materiálu a lariev, na stavbu mraveniska ale aj na obranu. Majú aj pomerne *dlhý jazyk*, ktorým sa mravce čistia alebo ním lížu tekutú potravu. *Hrud'* je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú *tri páry kráčajúcich nôh*. U samcov a kráľovien sa na vrchnej časti hrude nachádzajú *dva páry krídel*. Ďalšou časťou tela je *stopka*, ktorá spája hrud' s bruškom. Vďaka nej mravec dokáže ohýbať bruško až po hlavu.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY:

- Akými časťami tela sú mravce prispôsobené prostrediu v ktorom žijú?
- Na základe nákresu určí typ jedinca mravca, pomôžu ti charakteristiky z *úlohy č. 2*.

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ dospelé mravce z mraveniska,
- ♣ pinzeta, sklenený pohár s viečkom,
- ♣ Petriho misky, lupa, biely papier.

LITERATÚRA:

- ♣ BRTEK, Ľ. a kol. 1997: *Veľká kniha živočíchov*, Príroda a. s., Bratislava.
- ♣ GARMS, H., 1997: *Rastliny a živočichy, Príručka na určovanie*. Knižné centrum, Žilina.
- ♣ REICHHOLFOVÁ-RIEHMOVÁ, H., 1997: *Sprievodca prírodou, Hmyz*. Ikar, Bratislava.

POSTUP:

1. Z mraveniska odober dospelých jedincov mravcov, pomocou exhaustora, ktorých určíš pomocou odbornej literatúry.
2. Pri zbere môžeš použiť aj individuálny zber pomocou mäkkej entomologickej pinzety.
3. Živé jedince premiestni do skleneného pohára so substrátom listovej opadanky z mraveniska
4. Dospelé jedince potom po jednom exemplári vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
5. Do Petriho misky potom vlož kúsok vaty, namočenej v liehu, výpary alkoholu ovplyvnia pohybovú aktivitu pozorovaných jedincov.
6. Pohyb mravcov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, čeľuste, zmyslové orgány a i.
7. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si telo mravca pozoroval (*Obrázok 50*).

NÁKRES S OPISOM:

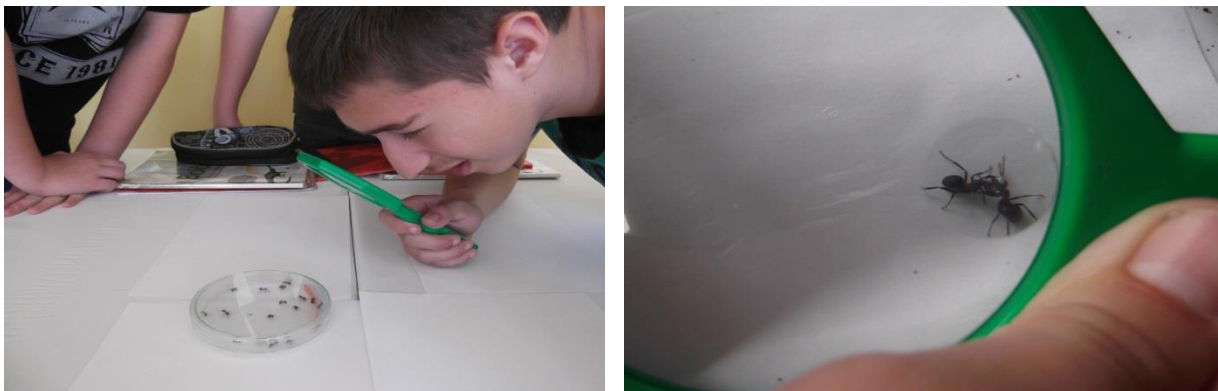
Pozoruj jedincov mravcov a na obrázku označ nasledovné pojmy:

- hlava, hrud', bruško, tykadlá, ústne orgány, končatiny a krídla,
- všímaj si znaky pohlavného dimorfizmu: samička (♀) a samček (♂).

Robotnica (♀) : Zväčšenie:	Samec (♂): Zväčšenie:	Kráľovná (♀): Zväčšenie:
---	--	---

ZHRNUTIE:

- Ktoré zmyslové orgány používajú mravce pri vzájomnej komunikácii v mravenisku?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy mravcov, ktorých dospelé jedince nájdeme v prírodnom príp. domácom prostredí?



Obrázok 50: Pozorovanie častí tela mravca lesného (*Formica rufa*) v školskom prostredí.

5. 1 TÉMA D: MRAVEC LESNÝ

5. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Význam čuchu v komunikácii mravcov

PROBLÉM: Aký význam má čuch mravca vo vzájomnej komunikácii?

PRÍPRAVA: V komunikácii mravcov majú zmyslové orgány nezastupiteľný význam. Práve vďaka nim sa môžu jedinci jednotlivito *rozpoznávať a odovzdávať si informácie*. Každý jedinec má na tele *pach*, ktorý je typický pre konkrétne mravenisko, takže aj „zablúdilec“ toho istého druhu z iného mraveniska je prostredníctvom *čuchu* okamžite rozpoznateľný.

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ mravce z mraveniska alebo mravenisko priamo v prírode, lienka, vošky
- ♣ myrmekárium, exhaustor, sklenený pohár, pinzeta, Petriho misky,
- ♣ lupa, biely papier, sklená tyčinka, baterka, univerzálny indikátor – lakmus.

POSTUP:

1. Z mraveniska odober približne spoločenstvo 50 mravcov so substrátom listovej opadanky a umiestni ich do skleneného pohára s viečkom.
2. Na odchyt mravcov v prírodných podmienkach použi exhaustor, príp. ručný zber.
3. Jedince po transporte premiestni do myrmekária, optimálnu vlhkosť zabezpečíš orosením skiel myrmekária navlhčenou vatou, ako potrava pre mravce môže poslúžiť cukrový roztok v skúmavke s vatou.
4. Jedného mravca opatrne uchop do entomologickej pinzety a na krátku dobu (nie viac ako 5 sekúnd) ho vlož ho do Petriho misky s 8 % alkoholom.
5. Mravca na krátku dobu podrž v pinzete (kým neuschne) a opatrne ho označ (1 bodkou) korektorom na vrchnej strane bruška (*Obrázok 51*).
6. Označkovaného mravca potom premiestni do myrmekária s ostatnými mravcami a pozoruj správanie mravcov v neprirodzenom prostredí, svoje zistenia zaznač do tabuľky.
7. Útočné správanie mravcov je sprevádzané vylučovaním kyseliny mravčej, ktorú dokážeš pomocou sfarbenia univerzálného indikátora (lakmus), dôkaz kyslého prostredia môžeš uskutočniť aj použitím kvetných lupienkov zvončeka (*Campanula*) s obsahom antokyánov.
8. Pozoruj sfarbenie univerzálného indikátora - lakmusu v prostredí kyseliny mravčej (*Obrázok 52*), dôkaz môžeš uskutočniť aj v prírodných podmienkach v mravenisku.



Obrázok 51: Označovanie a identifikácia tela mravca bielym korektorom.



Obrázok 52: Dôkaz kyseliny mravčej univerzálnym pH indikátorom (Lakmus).

- Správanie mravcov pozoruj aj v prítomnosti iných organizmov (lienka, voška, pavúk), svoje zistenia zaznač do *tabuľky 27*.

Tabuľka 27: *Správanie mravcov v neprirodzenom prostredí a v prostredí iných organizmov*

<i>Faktory a prítomnosť iných organizmov</i>	<i>Predpoklad</i>	<i>Prirodzené správanie</i>	<i>Únikové správanie</i>
<i>Reakcie na iného mravca z mraveniska</i>			
<i>Reakcia na alkohol</i>			
<i>Reakcia na svetlo</i>			
<i>Reakcia na dotyk</i>			
<i>Mravec</i>			
<i>Lienka</i>			
<i>Vošky</i>			
<i>Pavúk</i>			

ZHRNUTIE:

- Zhodnoťte výsledky vašich pokusov.
- Ako mravce vzájomne komunikujú v prírodnom prostredí?
- Ako sa mravce správajú k jedincom svojho druhu omráčeným alkoholom?
- Aký význam má čuchová a zrková komunikácia v živote mravcov?
- Riadia sa mravce aj inými zmyslami? Z odbornej literatury akými?
- S čím súvisí únikové správanie mravcov, aké faktory ho ovplyvňujú?
- Prečo mravce pri vzájomnej komunikácii neuprednostňujú zrak?
- Poznáte aj iné živočíchy, ktoré sa riadia najmä čuchom?

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVIČOVÝ

5. 2. 1 CHARAKTERISTIKA DREVOKAZNÉHO HMYZU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Lykožrút smrekový a lykokaz borovicový ako *podkôrny hmyz* sa javí svojim škodlivým účinkom na lesných porastoch drevín ako vhodný objekt na pozorovanie v prírodnom ale aj v školskom prostredí. Modelové druhy drevokazného hmyzu možno často pozorovať v napadnutých ihličnatých drevinách (smrek a borovica) najmä pod kôrou, kde vytvárajú charakteristické *žerové chodbičky*. Zo systematického hľadiska ich zaraďujeme do triedy hmyz (*Insecta*) a radu chrobáky (*Coleoptera*) vyznačujúci sa *článkovaným telom* s tromi párami končatín a dvoma párami krídel, z ktorých vrchné sú chitinizované - tzv. *krovky*. Na hlave sú vyvinuté dokonalé *zmyslové orgány*, ako zložené oči tvorené jednoduchými očkami, kyjačikovitité tykadlá a hryzavé ústne ústroje prispôbené konzumácii lyka najmä v larválnom štádiu vývoja (*Obrázok 53*).



Obrázok 53: Lykožrút smrekový (A) a lykokaz borovicový (B) ako podkôrny hmyz vhodný na pozorovanie v prírodnom aj školskom prostredí.

Lykožrút smrekový (*Ips typographus*) a lykokaz borovicový (*Blastophagus piniperda*) patrí k *lykožravým chrobákom*, ktoré pri premnožení spôsobujú svojim holožerom masové škody a kalamity v lesnom hospodárstve.

Materské chodby na kladenie vajíčok robí medzi kôrou a drevom. Vyliahnuté larvy sa z materskej chodbičky prevítavajú medzi drevom a kôrou všetkými smermi, a vytvárajú tak *charakteristické požerky*. Larvy sú beznohé, pokožku a kutikulu majú bez výrazného sfarbenia. Ako larvy rastú, ich chodby sa rozširujú. Na konci požerových chodbičiek sa larvy zakuklia. Krátke pokojové *štádium kukly* umožňuje vývoj dvoch až troch generácií ročne. *Mladé chrobáky* sa po vyliahnutí na konci komôrky prehryzú von, pričom ako dospelce (imága) prezimujú v kôre do ďalšieho vegetačného obdobia.

Samičky vyžierajú pod kôrou najprv *jednovetvové materské chodby*, potom až trojvetvové pozdĺžne chodbičky. *Samček* vyžiera pri vstupnom otvore širšiu *snubnú komôrku*, v ktorej sa pári so všetkými samičkami, s ktorými prichádza do styku. Každá z oplodnených samičiek založí *vajcovú komôrku* (kokón), z ktorej potom vychádzajú rozširujúce sa chodby lariev. Podľa *zlomov na konci larválnych chodbičiek* môžeme rozlíšiť spomínané druhy. Ich *potravu* tvoria *najmladšie vrstvy dreva* alebo lyka smrekov, borovic alebo smrekovca. Vyskytujú sa v *ihličnatých lesoch* Európy a severnej Ázie, kde vystupujú až po hornú hranicu lesa.

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVICOVÝ

5. 2. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich *etapovitá realizácia* v prírodnom a školskom prostredí. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber podkôrneho hmyzu, jeho determinácia pomocou odbornej literatúry a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov *na samostatnú prácu v skupinách* zameranú na jednoduché pozorovanie jedincov drevokazného hmyzu a ich škodlivých účinkov na kôre ihličnatých stromov. Dospelé jedince s larvami *lykožrútov* a *lykokazov* zbierame spolu s napadnutou kôrou smreka a borovice ručným zberom. Modelové druhy lykokazného hmyzu môžeme efektívne získať aj s feromónových lapačov, ktoré regulujú pri premnožení ich výskyt a škodlivý účinok holožeru v ihličnatých lesoch.

Dospelce (imága) drevokazného hmyzu môžeme na kôre stromu úspešne určiť pomocou odbornej literatúry (BRTEK a kol. 1997, GARMS a kol. 1997). Pri determinácii druhov si všimame okrem napadnutej hostiteľskej dreviny (smrek, borovica) najmä kôru a *zakoňenie larválnych chodbičiek*. Tie bývajú pri lykožrútovi smrekovom na konci priame, prípadne trojito vetvené. Naopak pri lykokazovi borovicovom sú všetky larválne chodbičky z konca ohnuté a zvyčajne bez vetvenia. Pri pozorovaní spomínaných druhov sa v školskom prostredí osvedčili *sklené misky* (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Alternatívne možno na transport použiť aj plastový obal z nanukovej torty, ktorý je ľahko dostupný. *Vlhkosť v zbernej nádobe* možno zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej vodou.

Pri pozorovaní vývinových štádií podkôrneho hmyzu môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Pri pozorovaní stavby tela sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje podsvietenie pozorovaného objektu a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia) a teple (termotaxia).

Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie vývinových štádií* jedincov (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe priradenia obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré dané vývinové štádium popisujú. Žiaci následne vývinové štádia lykokazného hmyzu identifikujú na napadnutej kôre ihličnatých drevín priamo v prírode, pričom skúmanú vzorku prenesú na pozorovanie do školského prostredia. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je *dôkaz škodlivého účinku drevokazného hmyzu* na napadnutej borke ihličnatých drevín (smrek, borovica). Tie žiaci na základe obrázkovej prílohy identifikujú a priradujú k modelovému zástupcovi lykokazného hmyzu. Súčasťou úlohy je aj *nákres stavby tela* (s charakteristickými znakmi) lykožrúta smrekového s jeho škodlivými účinkami a jeho porovnanie s lykokazom borovicovým a inými zástupcami lesného hmyzu.

Ďalšou úlohou žiakov v rámci pozorovania lesného ekosystému je *skúmanie potravinových vzťahov*, kde žiaci drevokazným hmyzom napadnuté dreviny (smrek, borovica) správne priradujú do potravinového reťazca a následne do potravinovej pyramídy. Výsledkom činnosti žiakov je *zmysluplná potravinová pyramída* pozorovaných organizmov (producenty konzumenty, reducenty). Vhodným bioindikátorom čistoty ovzdušia v lese sú *lichenizované huby - lišajníky*, ktoré žiaci hľadajú na kôre a vetvičkách ihličnatých drevín (smrek). Pozorované organizmy potom zatriedujú do *zmysluplného potravinového reťazca*. Úlohou žiakov je na študovanom území porovnať *potravinové vzťahy* na narušenom ekosystéme a porovnať ho s lesným ekosystémom v ekologickej rovnováhe (Obrázok 54).



Obrázok 54: Ručný zber drevokazného hmyzu a jeho determinácia pomocou odbornej literatúry

Spracovaný vyučovací model je tematicky rozdelený *do troch úloh*, ktoré charakterizujú skúmaný drevokazný hmyz samostatne, pričom má obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie drevokazného hmyzu

- 1) Zo života drevokazného hmyzu*
- 2) Pozorovanie stavby tela drevokazného hmyzu*
- 3) Pozorovanie dôkazov drevokazného hmyzu na stanovišti*
- 4) Potravné vzťahy lesného ekosystému*

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia v lesnom ekosystéme *pre modelový druh drevokazného hmyzu* vývinovo a potravou viazaného na drevinu smrekových (lykožrút smrekový) a borovicových porastov (lykokaz borovicový).

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVIČOVÝ

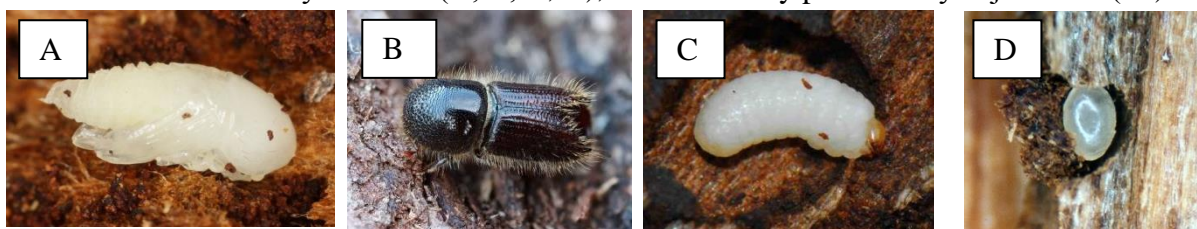
5. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA 1: Zo života drevokazného hmyzu

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá podkôrneho hmyzu.

PRÍPRAVA: Lykožrút smrekový a lykokaz borovicový patria medzi podkôrny hmyz, ktorý možno často pozorovať v napadnutých ihličnatých drevinách (smrek a borovica) najmä pod kôrou, kde vytvárajú charakteristické žerové chodbičky. Samička svojím žerom medzi kôrou a drevom vytvára materské chodby na kladenie vajíčok. Z vajíčok sa liahnu larvy, ktoré sú beznohé, ich pokožka a kutikula je bez výrazného sfarbenia. Na konci žerových chodbičiek sa larvy zakuklia, pričom krátke pokojové štádium kukly umožňuje vývoj dvoch až troch generácií ročne. Pri premnožení spôsobujú masové škody v lesnom hospodárstve.

POMÔCKY: obrazový materiál (A, B, C, D), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-l)



CHARAKTERISTIKY:

- a) predstavuje pokojové štádium vývinu
- b) samica ich kladie na konci materskej komôrky
- c) v priebehu roka tvorí 2-3 generácie
- d) ich pokožka je bez výrazného sfarbenia
- e) sú matno bielej farby, s priehlbinkou v strede
- f) vyvinú sa z nich dospelé jedince
- g) sú bielej farby podobne ako larvy
- h) sú beznohé a konzumujú lyko
- i) je pohyblivý a má hnedú farbu kroviek
- j) rastom sa ich žerové chodby rozširujú
- k) pri premnožení spôsobujú masové škody
- l) vyliahnu sa z nich larvy lykožrúta

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C, D, sú zobrazené štyri vývinové štádiá lykožrúta.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám priradiť do tabuľky 28 obrázky a ich charakteristiku (a-l) aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 28: Životný cyklus lykožrúta smrekového

Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) kukla		
4) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1. D b, e, l 2. C d, h, j 3. A a, f, g 4. B c, i, k

ZHRNUTIE:

- Charakterizuj jednotlivé vývinové štádiá podkôrneho hmyzu. Aký majú význam v prírode?
- Aký je rozdiel medzi larvou a kuklou lykožrúta?
- Prečo má dospelý jedinec lykožrúta hnedú farbu tela?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre dospelého jedinca lykožrúta?
- Aká hostiteľská drevina je charakteristická pre lykožrúta a pre lykokaza?
- Aký má význam lykožrút a lykokaz v lesnom hospodárstve?

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVICOVÝ

5. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA 2: Pozorovanie stavby tela drevokazného hmyzu

PROBLÉM: Ako je drevokazný hmyz stavbou tela prispôsobený prírodnému prostrediu?

PRÍPRAVA: Ide o nenápadné chrobáky s valcovitým telom s veľkosťou približne pol centimetra. Telo dospelého jedinca lykožrúta a lykokaza je spevnené *vonkajšou kostrou*. Na hlave sú vyvinuté *zmyslové orgány* – tykadlá, oči a ústne ústroje. Funkciou *tykadiel* je rozpoznávanie feromónových stôp v rámci pohľavia, vibrácií a slúžia tiež na komunikáciu prostredníctvom dotykov. Na hlave sa nachádzajú aj *hryzadlá*, ktoré slúžia pri konzumácii lyka. *Hrud'* je zložená z troch častí, z ktorých vyrastajú *tri páry kráčajúcich nôh* a *dva páry krídel*. Vrchný pár krídel je chitinizovaný a tvorený krovkami. Telo dospelých jedincov má ochranné hnedé sfarbenie.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Akými časťami tela je lykožrút prispôsobený prostrediu v ktorom žije?
- Ktoré zmyslové orgány používa lykožrút pri hľadaní potravy?

POMÔCKY:

♣ dospelé jedince lykožrúta a lykokaza, pinzeta, sklenený pohár, Petriho misky, lupa.

POSTUP:

1. Pomocou ručného zberu získaj z napadnutej kôry dospelých jedincov lykožrúta.
2. Živé jedince premiestni do skleneného pohára spolu s kôrou a napadaným ihličím
3. Dospelé jedince potom po jednom exemplári vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
4. Pohyb jedincov pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne orgány, zmyslové orgány a i.
5. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie, pod ktorým si telo pozoroval.

NÁKRES S OPISOM:

Pozoruj jedincov drevokazného hmyzu a na obrázku označ nasledovné pojmy:

- *hlava, hrud', bruško,*
- *končatiny a krídla,*
- *tykadlá, ústne orgány,*
- *končatiny a krídla,*



Lykožrút smrekový:

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Vieš uviesť aj ďalšie druhy drevokazného hmyzu žijúceho v lesnom prostredí?
- Vyhl'adaj zástupcov užitočného hmyzu obývajúceho lesný typ prírodného prostredia.

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVICOVÝ

5. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

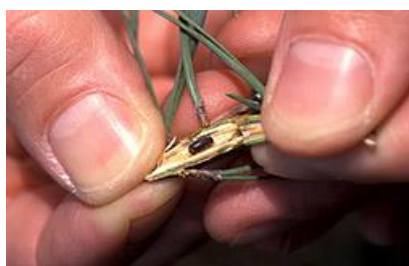
ÚLOHA: Zisti prítomnosť drevokazného hmyzu na lesnom stanovišti.

PROBLÉM: Dokáž škodlivý účinok podkôrneho drevokazného hmyzu v lese.

PRÍPRAVA: Na boj a kontrolovanie počtu podkôrneho hmyzu využívame v praxi tzv. *feromónové lapače*. Do týchto lapačov sa v čase rojenia hmyzu dávajú feromónové odparníky, ktoré uvoľňujú do prostredia feromóny lákajúce hmyz (Obrázok 55). *Feromóny sú hormóny* (chemické látky), ktoré prenášajú dôležitú informáciu pre reprodukciu. Hmyz je do lapačov lákaný túžbou *spáriť sa* (Obrázok 56). Tu je následne uväznený do zbernej nádoby, ktorá je pravidelne kontrolovaná. Medzi najčastejších drevokazných škodcov borovicových a smrekových porastov patria *lykokazy* a *lykožrúty*.

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ dospelé jedince lykožrúta smrekového a lykokaza borovicového
- ♣ napadnuté ihličie a kôra stromov, feromónové lapače, farbičky, pinzeta, lupá a meradlo.

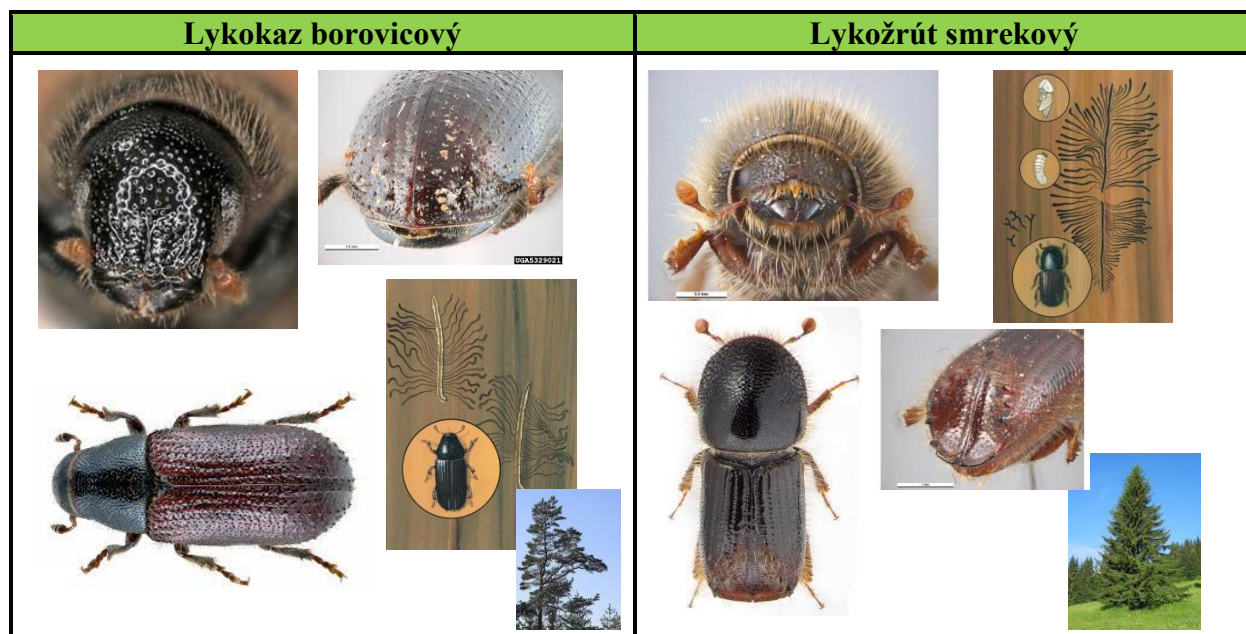


Obrázok č. 55: Škodlivý účinok drevokazného hmyzu u lykokaza borovicového (A) a lykožrúta smrekového (B).

Obrázok 56: Feromónové lapače na odchyť podkôrneho hmyzu.

POSTUP:

1. Na základe uvedených fotografií porovnajte škodlivý účinok lykokaza borovicového a lykožrúta smrekového.



2. Na základe obrazového materiálu uved' päť rozdielných znakov týchto dvoch škodcov. Charakteristické znaky zapíš na základe obrázka prehľadne do *tabuľky 29*.

Tabuľka 29: Charakteristické znaky drevokazného hmyzu

Znaky	Lykokaz borovicový	Lykožrút smrekový
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

3. V lesných porastoch smreka a borovice zisti škodlivý účinok drevokazného hmyzu.
 4. Na základe pozorovania napadnutej kôry stromov zakresli typické chodbičky, ktoré vytvára drevokazný hmyz. Zisti, čo sa nachádza na koncoch kolmých chodbičiek?
 5. Svoje zistenia porovnaj s výskytom žerových chodbičiek u iných zástupcov lesného hmyzu (piliarky, lumky, larvy drevotoča, fúzáčov a i.). Svoje pozorovania zakresli.



Nákres žerových chodbičiek lykožrúta smrekového

Zväčšenie:

Nákres larvových chodbičiek iného lesného hmyzu

Zväčšenie:

6. V odbornej literatúre vyhľadaj škodlivý a užitočný účinok pozorovaných zástupcov lesného hmyzu. Aký je ich význam v lesnom ekosystéme?

ZHRNUTIE:

- Podľa čoho zistíme, že strom je napadnutý drevokazným hmyzom?
- Ako je drevokazný hmyz pripôsobený prostrediu v ktorom žije?
- Aká chemická látka zabezpečuje drevokaznému hmyzu reprodukciu?
- Ktoré zmyslové orgány používa lykožrút a lykokaz pri hľadaní potravy?

* *správne odpovede*

Znaky	Lykokaz borovicový	Lykokaz smrekový
1.	<i>Na hostiteľskej rastline borovice lesnej</i>	<i>Napáda porasty smreka obyčajného</i>
2.	<i>Krovky vytvárajú typický oblúk.</i>	<i>Krovky na koncoch tela vytvárajú priehlinu.</i>
3.	<i>Menej výrazné chlčky na konci bruška.</i>	<i>Výrazné chlčky po celom tele aj na hlave.</i>
4.	<i>Napáda svojím žerom korunu stromu.</i>	<i>Žerom poškodzuje najmä kmeň stromu.</i>
5.	<i>Chodbičky sú približne rovnako dlhé.</i>	<i>Chodbičky sa pri otvore postupne skracujú.</i>

5. 2 TÉMA D: LYKOŽRÚT SMREKOVÝ A LYKOKAZ BOROVICOVÝ

5. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 4

ÚLOHA 4: Potravné vzťahy lesného ekosystému.

PROBLÉM: Znáznorní potravné vzťahy ktorých súčasťou je drevokazný hmyz.

PRÍPRAVA: Rastliny (najmä ihličnaté dreviny) a mikroorganizmy sú v lesnom ekosystéme začiatkom *potravného reťazca*. Ako potrava sú zdrojom organických látok nevyhnutných pre život zložitejších organizmov - živočíchov. Tieto potravné reťazce organizmov sú vzájomne prepojené do *potravných sietí*, ktoré spolu tvoria *potravnú pyramídu*. Na základe zostavených potravných reťazcov a potravné pyramídy pozorovaných organizmov v lesnom spoločenstve dokážeš zistiť *potravné vzťahy skúmaného ekosystému*. Tvojou úlohou bude porovnať potravné vzťahy, ktorých súčasťou je podkôrný hmyz a znázorniť stabilný lesný ekosystém bez škodlivého vplyvu drevokazného hmyzu. Práve významným *bioindikátorom nenarušeného prírodného prostredia* sú *lišajníky*. Tie na rozdiel od drevokazného hmyzu poukazujú na *čistotu ovzdušia a ekologickú stabilitu lesného ekosystému*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Na príklade lesného ekosystému vysvetli pojmy: potravný reťazec a potravná pyramída.
- Ako ovplyvňuje kvalitu lesného ekosystému prítomnosť drevokazného hmyzu?
- Aké je zastúpenie rastlín a živočíchov v potravné pyramíde v stabilnom lesnom ekosystéme?
- Ktoré organizmy zabezpečujú ekologickú rovnováhu lesného ekosystému?

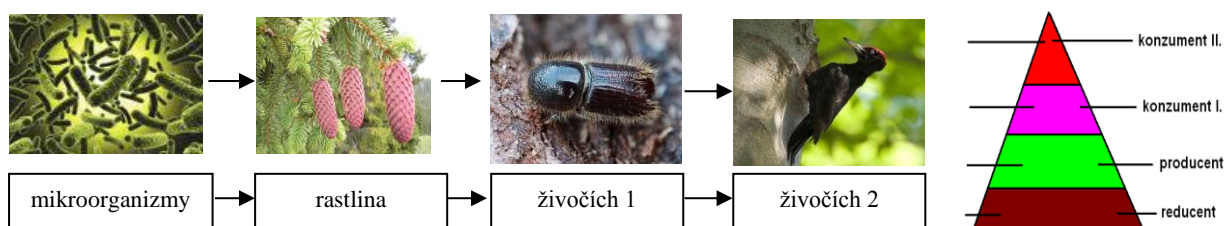
POMÔCKY:

- ♣ schéma potravného reťazca a schéma potravné pyramídy,
- ♣ tvrdá podložka, papier, farebné ceruzky a pero.

POSTUP:

1. Na základe pozorovania lesného prostredia zisti, aké organizmy môžu byť na začiatku a na konci potravného reťazca.
2. Pomocou obrázkov zostav potravný reťazec organizmov stabilizovaného lesného ekosystému. Následne zostav potravný reťazec, ktorej súčasťou je aj drevokazný hmyz.
3. Z potravných reťazcov stabilných a narušených lesných ekosystémov zostav zmysluplné potravné pyramídy, nezabudni označiť reducentov, producentov, konzumentov I a II. rádu. Organizmy pomenuj rodovým názvom (*Obrázok 57*).
4. Porovnaj potravné pyramídy stabilného lesného ekosystému a ekosystému ovplyvneného prítomnosťou drevokazného hmyzu (*Obrázok 58*).
5. Porozprávaj o potravných vzťahoch a ekologickej stabilite lesného ekosystému svojim spolužiakom.

Obrázok 57: Schéma potravného reťazca a potravné pyramídy lesného ekosystému



6. V lesnom ekosystéme pozoruj lišajníky. Ich lupeňovité stielky môžeš nájsť na konároch a kmeňoch stromov (*Obrázok 59*).
8. Pozoruj stavbu tela stielky lišajníkov voľným okom a urči ich druhový názov pomocou odbornej literatúry. Charakterizuj typ stielky, ktorá tvorí telo lišajníka.
8. Vyhľadaj zaujímavú informáciu o spôsobe života lišajníkov v lesnom ekosystéme a porozprávaj o ekologickom význame lišajníkov v prírode.

NÁKRES S OPISOM:

Pozoruj zástupcov lišajníkov na kôre stromu:

- zisti typ stielky
- druhový názov lišajníkov



Lišajník:

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Porovnaj potravné vzťahy ekologicky stabilného lesného ekosystému a lesa narušeného podkôrnym hmyzom.
- Na príklade potravných reťazcov porovnaj zastúpenie bylinožravých a hmyzožravých živočíchov v lesnom ekosystéme.
- Navrhni potravnú sieť organizmov lesného ekosystému, ktorý si pozoroval.
- Ktoré organizmy tvoria základňu a vrchol potravnovej pyramídy. Môže byť súčasťou potravnovej pyramídy aj človek? Ako to ovplyvní stabilitu skúmaného ekosystému.
- Aký význam majú lišajníky v prírode? Vyskytovali sa aj na študovanom území lesa?



Obrázok 58: Pôdna erózia po víchrici v smrekových monokultúrach a vysychajúci lesný porast napadnutý drevokazným hmyzom.



Obrázok 59: Modelový druh lišajníka indikujúceho čistotu ovzdušia a ekologickú stabilitu lesného prostredia.

6 TĚMA E: POZOROVANIE EXOTICKÝCH DRUHOV HMYZU CHOVANÝCH V TERÁRIÁCH

6. 1 Pakobylka rožkatá

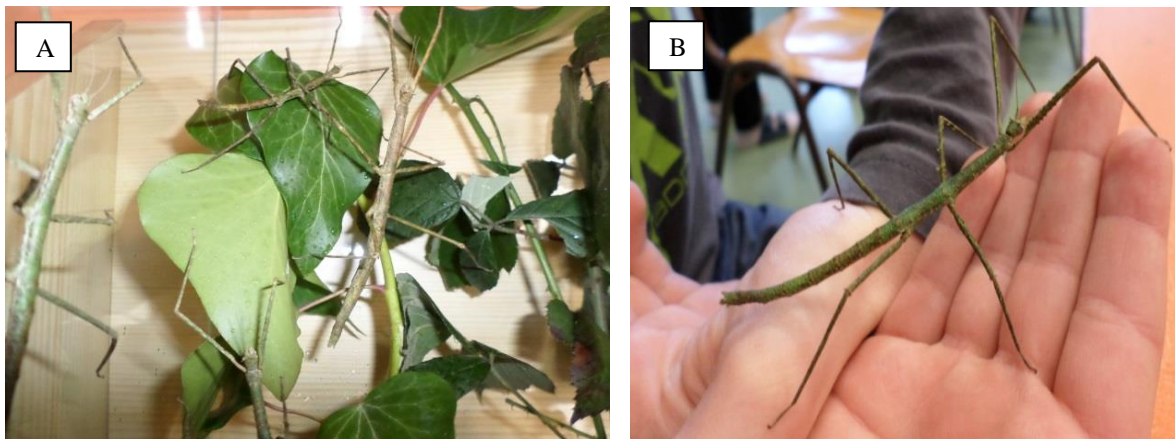
6. 2 Svrček domový

6. 1 TÉMA E: PAKOBYLKA ROŽKATÁ

6. 1. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Modelový druh **pakobylky rožkatej** (*Merauoidea extradentata*) patrí medzi najčastejšie chovaný druh spomedzi strašieliek (*Phasmatodea*), ktorý je *atraktívny najmä svojim vzhľadom a veľkosťou*. Jej *chov v teráriách* je nenáročný a vhodný aj pre deti. Ako príklad môže slúžiť česká Základná škola pod Svatou horou v Příbrame, v ktorej žiaci chovajú tento druh bežne v školských podmienkach. Ide o *exotického zástupcu* s cudzokrajným pôvodom výskytu. (Obrázok 60).



Obrázok 60: Pakobylka rožkatá (A, B) ako vhodný modelový organizmus na pozorovanie a pokusy pre žiakov v školskom prostredí.

Pakobylka rožkatá – *Merauoidea extradentata*, syn. *Baculum extradentatum* je druh vyskytujúci sa v Indii. *Tvar jej tela* je typicky paličkovitý s tenkými nohami s nevýraznými, lístkovitými trnami. Pakobylka dokáže byť *bez pohybu* celé hodiny, čím svojim správaním pripomína *mimikry*, ktoré splyývajú s bylinnou dekoráciou terária. Najdôležitejším poznávacím znakom sú *dva malé, špicaté rožky* nad očami.

Ide o *bezkrídly druh*, ktorý často vytvára *partenogenetické generácie* liahnuce sa z neoplodnených vajíčok. *Samička* dosahuje dĺžku max. 10 cm, je hnedého alebo zeleného sfarbenia, jej tykadlá sú dlhé iba 1 cm. *Samček* pakobylky je menšieho vzhľadu, jeho výskyt v populácii je 1:1000 až 1:10 000, čo je v živočíšnej ríši ojedinelý úkaz.

Ide o *výslnný lúčny druh* žijúci na rozličných rastlinách, ktorých listami sa aj živí. V zajatí tvoria *hlavnú zložku potravy* najmä listy maliny, čierne, vtáčieho zobu, brečtanu, hlohu, dubu alebo ruže.

Spomedzi strašieliek patrí v našich podmienkach medzi *najčastejšie chované druhy*. *Chov* v zajatí je pri izbovej teplote *nenáročný*. Patrí medzi *suchomilné druhy*, pričom priestory terária stačí *rosiť dva alebo trikrát týždenne* a zabezpečiť dobré vetranie, najlepšie vrchnákom z pletiva a tým zaistiť optimálnu vlhkosť prostredia.

6. 1 TÉMA E: PAKOBYLKA ROŽKATÁ

6. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Prezentované úlohy pre žiakov sú zamerané na manipuláciu s cudzokrajným druhom hmyzu pakobylky rožkatej v školskom prostredí. Súčasťou vyučovacieho modelu je teoretická časť prezentovaných úloh zameraných na morfológiu, anatómiu tela pakobylky jej rozmnožovanie, vývin a život v prírodnom prostredí. Praktické úlohy sú zamerané na motivačné oboznámenia sa žiakov s exotickým zástupcom hmyzu a pozorovanie reakcií správania na svetlo, dotyk a prítomnosť toho istého druhu. Predpokladáme, že pakobylka bude u žiakov vďaka svojej veľkosti a mimetickému výzoru pripomínajúceho konárik stromu atraktívnejším druhom ako druhy kobyliiek pochádzajúce z domáceho prostredia.

Prvá úloha je riešená motivačne v školskom prostredí, kde úlohou žiakov je správne priradenie jednotlivých výrokov k vývinovým štádiám a obrázkom pakobylky rožkatej (vajíčko, larva, dospelý jedinec). Druhou úlohou pre žiakov je pozorovanie dospelých jedincov pakobylky voľným okom a pod lupou v školskom prostredí a neskôr zakreslenie jednotlivých častí tela spolu so zmyslovými orgánmi. Tretia úloha je zameraná na správanie pakobylky v neprírodzenom prostredí, kde úlohou žiakov je pozorovanie reakcií správania jedincov na svetlo, dotyk a pohyb listov simulujúcich vietor. Zaujímavou aktivitou je pre žiakov aj pozorovanie správania pakobylky v prítomnosti jedincov toho istého druhu, príp. sledovanie reakcií v rámci medzidruhového stretnutia cudzokrajných zástupcov hmyzu (pakobylka a svrček).

Spracovaný model vyučovacích jednotiek je tematicky rozdelený do troch úloh, ktoré charakterizujú každý druh samostatne, pričom majú obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru:

Téma: Poznávanie a pozorovanie pakobylky rožkatej

- 1) Zo života pakobylky
- 2) Pozorovanie stavby tela pakobylky
- 3) Pozorovanie správania pakobylky

Súčasťou každej úlohy je súbor problémových otázok a úloh, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme postup pri riešení experimentálnych úloh, ktoré žiaci riešia v heterogénnych skupinách a to v školskom prostredí triedy so zameraním na pozorovanie a jednoduché pokusy s cudzokrajným zástupcom pakobylky rožkatej (Obrázok 61).



Obrázok 61: Pozorovanie stavby tela jedincov pakobylky rožkatej v školskom prostredí.

6. 1 TÉMA E: PAKOBYLKA ROŽKATÁ

6. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života pakobylky

PROBLÉM: Urči vývinové štádiá pakobylky rožkatej

PRÍPRAVA: Dospelá pakobylka je schopná rozmnožovať sa partenogeneticky, to znamená, že kladie neoplodené vajíčka schopné ďalšieho vývoja. Samičky kladú značne vysoký počet vajíčok, denne asi 10 a spolu viac ako 100 - 200 vajíčok. Vajíčka sa nápadne podobajú na semená rastlín. Z vajíčok sa liahnu drobné larvy - nymfy, zvyčajne po 1. – 6. mesiacoch. Vývoj nymfy trvá v priemere 5 mesiacov. Pakobylky patria medzi hmyz s nedokonalou premenou, to znamená, že larválne štádiá – nymfy neprechádzajú vo svojom vývoji pokojovým štádiom kukly. Kým sa z nymf stanú dospelé jedince, zvliekajú sa 7 - 8 krát kvôli rastu tela.

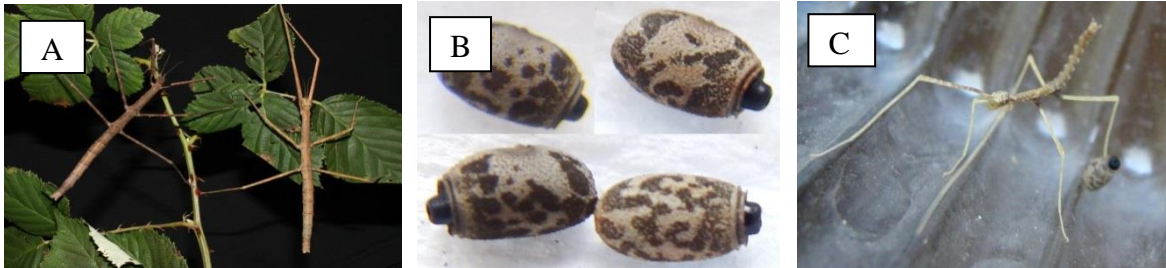
OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Porovnaj vývin s dokonalou a s nedokonalou premenou. Ktoré vývinové štádiá ho tvoria?
- Charakterizuj vývinové štádiá u pakobylky? Ktoré sú pohyblivé a ktoré bez pohybu?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a dospelca pakobylky rožkatej?
- Ako sú chránené dospelé jedince pakobylky pred predátormi v prírodnom prostredí?

POMÔCKY:

♣ obrazový materiál (A, B, C),

♣ charakteristiky pozorovaných jedincov (a-i).



* Vývinové štádiá pakobylky rožkatej

CHARAKTERISTIKY:

- a) sú súdkovitého tvaru s nepravidelnou kresbou b) nakladie 100 - 200 vajíčok
- c) sú 5 – 10 mm dlhé a tenké ako vlas d) živia sa listami ostružiny a brečtanu
- e) vyvinú sa z nich dospelé jedince f) majú priemer asi 3 mm
- g) sú dlhé 10 cm h) škvŕnitý povrch s čiernou „zátkou“
- i) sú podobné dospelým jedincom

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C sú zobrazené tri vývinové štádiá pakobylky.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám pakobylky priradiť do *Tabuľky 30* schematický obrázok a ich charakteristiku (a - i) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
4. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a tri výroky, ktoré bližšie charakterizujú pozorovaného jedinca.

Tabuľka 30: Životný cyklus pakobylky

Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) dospelý jedinec		

(Správne odpovede: 1. B a, f, h 2. C c, e, i 3. A b, d, g)

ZHRNUTIE:

- Ktorý obrázok charakterizuje vajíčko a larvu pakobylky?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre vajíčka a larvu pakobylky?
- Prečo má dospelá pakobylka zelenohnedú farbu?

6. 1 TÉMA E: PAKOBYLKA ROŽKATÁ

6. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela pakobylky

PROBLÉM: *Ako je pakobylka rožkatá stavbou tela prispôsobená prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Pakobylky svojim vzhľadom pripomínajú vetvičky stromov. Ide o asi najbežnejšie chovanú pakobylku, pochádzajúcu z Indie. *Tvar jej tela* je typicky paličkovitý s tenkými nohami s nevýraznými, lístkovitými trníkmi. Najdôležitejším poznávacím znakom sú *dva malé špicaté rožky nad očami*. Pakobylka v dospelosti dorastá do veľkosti asi do 10 cm, je tmavej zelenohnedej farby. *Samček* je menší, bez rožkov nad očami, v populácii sú vzácnejší, niekedy sa dokonca vôbec nevyskytujú. Na hlave pakobylky sú dôležité *zmyslové orgány* – tykadlá (dlhé asi 1 cm), zložené a jednoduché oči a hryzavé ústne ústroje. Pakobylka má *tri páry kráčajúcich končatín* pričom nemá krídla, a tým ju priraďujeme k *nelietavému hmyzu*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Charakterizuj stavbu tela dospelého jedinca pakobylky rožkatej?
- Aké znaky tela sú charakteristické pre exotické druhy pakobyliek?
- Charakterizuj význam zmyslových orgánov u pakobylky rožkatej?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ dospelé jedince pakobylky,
- ♣ sklenený pohár s viečkom zo sieťoviny,
- ♣ Petriho misky, lupa.

POSTUP:

1. Jedince po jednom exemplári vyber zo skleneného pohára a vlož do Petriho misiek, pod ktoré predtým umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
2. Pakobylky pozoruj pod lupou a všimaj si tvar tela, počet končatín, tykadlá, ústne orgány.
3. Pozorovaný objekt si pozorne zakreslí.
4. Nezabudni uviesť zväčšenie pozorovaného objektu.

NÁKRES S OPISOM:

Pozoruj dospelých jedincov pakobylky rožkatej a označ nasledovné pojmy:

- *hlava, hrud', bruško,*
- *tykadlá, ústne orgány,*
- *končatiny.*



Pakobylka rožkatá – dospelý jedinec (♀):

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela je pakobylka prispôsobená prostrediu, v ktorom žije?
- Ktoré zmyslové orgány používa pakobylka pri hľadaní potravy?
- Vieš uviesť aj ďalšie druhy strašiliek, ktoré sa vyskytujú v prírodnom prostredí a v chove?

6. 1 TÉMA E: PAKOBYLKA ROŽKATÁ

6. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Pozorovanie správania pakobylky

PROBLÉM: *Ako sa správa pakobylka rožkatá za prítomnosti rôznych faktorov?*

PRÍPRAVA: Pri vyrušení je hlavným spôsobom obrany pakobylky predstieranie smrti – *tanatóza*. Telo je tuhé a končatiny pakobylky drží pozdĺž línie tela. Pakobylky niekedy *napodobňujú hojdaním tela pohyb listov* vo vetre. Majú pomalú kývajúcu sa chôdzu. Celé hodiny vydrží pakobylka *bez pohybu*, čo ju má chrániť pred predátormi – *mimikry*. *Najaktívnejšie sú v noci*, kedy prebieha aj ich kŕmenie.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Aká bude reakcia správania pakobylky pri dotyku a nadmernom osvetlení ?
- Ako vplýva simulácia vetra na pohyb pakobylky v školskom prostredí?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

♣ dospelé jedince pakobylky, baterka, vetvička listov, Petriho misky.

POSTUP:

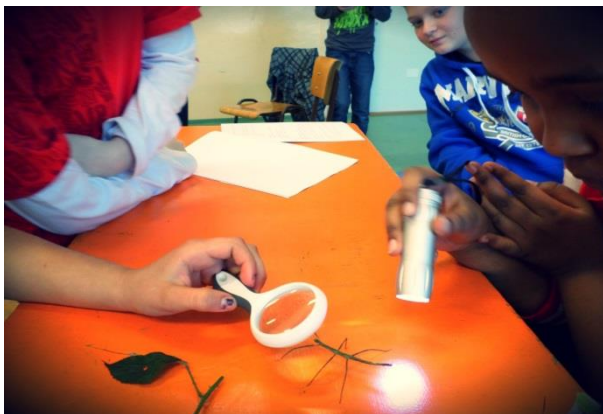
1. Pakobylku opatrne uchop do ruky, pozoruj ako sa správa v neprirodzenom prostredí.
2. Zvrchu zasvieť baterkou smerom na pakobylku umiestnenú v Petriho miske, pozoruj jej reakciu na svetlo a zaznač svoje pozorovanie *do tabuľky 31*.
3. Zober do ruky vetvičku ostružiny s listami a jej mávaním vytvor pohyb listov.
4. Pozoruj ako sa pakobylka správa v prítomnosti pohybujúcich sa listov, svoje zistenia zaznač *do Tabuľky 31 (Obrázok 62)*.

Tabuľka 31: Správanie pakobylky v prítomnosti rôznych faktorov

Faktory	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na dotyk			
Reakcia na svetlo			
Reakcia na pohyb			

ZHRNUTIE

- Predstierala pakobylka pri dotyku smrť? Ak áno, prečo?
- Ako sa správala pakobylka pri dotyku? Aký to má význam v prírode?
- Použila pakobylka hojdajúci pohyb končatín v prítomnosti pohybujúcich sa listov?



Obrázok 62: *Pozorovanie správania pakobylky pri reakcii na svetlo a pohyb listov*

6. 2 TÉMA E: SVRČEK DOMOVÝ

6. 2. 1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Spôsob života a adaptácia na prostredie

Modelový druh **svrčka domového** (*Acheta domestica*) napriek tomu, že je pôvodom výskytu *cudzokrajný*, patrí u žiakov medzi známy druh, vyskytujúci sa aj u nás v ľudských obydlíach. Žiaci sa s ním môžu bežne stretnúť aj v *lúčnom* či *poľnom biotope*, kde sa vyskytujú spoločne *popri populácii svrčka poľného* (*Gryllus campestris*). Zo systematického hľadiska ho zaradíme medzi svrčky (*Grylloidea*), pre ktoré sú *typické zvukotvorné (tympanálne) orgány* na krídlach vydávajúce cvrlikavý zvuk, ktorý sa javí pri pozorovaní a počúvaní u žiakov atraktívny a zaujímavý (*Obrázok 65*).



Obrázok 63: Svrček domový (A, B) ako modelový organizmus na pozorovanie a pokusy pre žiakov v školskom prostredí

Svrček domový – *Acheta domestica* dorastá do dĺžky 16 - 20 mm. Jeho *sfarbenie tela* je žlté s tmavšími škvrnami na hlave a hrudi. Pretiahnutejším a mierne splošteným telom sa dosť odlišuje od nášho zástupcu žijúceho v poľnom a záhradnom biotope - svrčka poľného.

Krídla svrčka domového sú dobre vyvinuté a prispôsobené lietaniu. Pohybuje sa najmä *skokom* vďaka tretiemu páru končatín, ktorých stehná sú prispôsobené *bipédnemu skákaníu*. *Samčekovia* bežne vydávajú *cvrlikavý zvuk*, ktorý vzniká trením obidvoch krídel. *Samičky* svrčka to nedokážu, ale na rozdiel od samcov majú vyvinuté *kladielko* (ovipositor), ktoré využívajú pri kladení vajíčok do sypkej pôdy a piesčitého substrátu.

Svrček domový je taktiež pomerne rozšírený druh, hlavne sa vyskytujúci v blízkosti, alebo priamo v ľudských obydlíach. Je *nočným živočíchom* obľubujúcim teplé prostredie, najrozšírenejší je v južnej Európe a Ázii. Tento druh sa často využíva *na pokusné účely*, a v zajatí chované jedince aj ako potrava pre rôzne exotické druhy plazov, ako chameleóny, agamy, gekóny a pod.

6. 2 TÉMA E: SVRČEK DOMOVÝ

6. 2. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

V príspevku prezentujeme *návrh vyučovacích jednotiek* s výskumnými úlohami zameranými na *manipuláciu s cudzokrajným druhom hmyzu* (svrček domový) v školskom prostredí. Súčasťou vyučovacieho modelu je *teoretická časť* prezentovaných úloh zameraných na *morfológiu, anatómiu tela svrčka, jeho rozmnožovanie, vývin a život v prírodnom prostredí*. *Praktické úlohy* sú zamerané na motivačné oboznámenia sa žiakov s dospelcami exotického druhu svrčka, ktorý disponuje *akustickým prejavom cvrlikavého zvuku* a väčšími rozmermi tela ako u nás pôvodne žijúci svrček poľný.

Prvá úloha je riešená motivačne v školskom prostredí, kde úlohou žiakov je správne priradenie jednotlivých výrokov k vývinovým štádiám a obrázkom svrčka domového (vajíčko, larva, dospelý jedinec). *Druhou úlohou* pre žiakov je pozorovanie dospelých jedincov svrčka voľným okom a pod lupou v školskom prostredí a neskôr zakreslenie jednotlivých častí tela spolu so zmyslovými orgánmi. *Tretia úloha* je zameraná na správanie vybraného druhu hmyzu v neprirodzenom prostredí, kde úlohou žiakov je pozorovanie reakcií správania jedincov na svetlo, dotyk a pohyb listov simulujúcich vietor. Zaujímavou aktivitou je pre žiakov aj pozorovanie správania svrčka v prítomnosti jedincov toho istého druhu, príp. sledovanie reakcií správania v rámci medzidruhového stretnutia cudzokrajných zástupcov hmyzu (svrček a pakobylka).

Spracovaný model vyučovacích jednotiek je tematicky rozdelený *do troch úloh*, ktoré charakterizujú každý druh samostatne, pričom majú *obdobnú metodicko-didaktickú štruktúru*:

Téma: Poznávanie a pozorovanie svrčka domového

- 1) *Zo života svrčka*
- 2) *Pozorovanie stavby tela svrčka*
- 3) *Pozorovanie správania svrčka*

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané *pri pozorovaní biologického materiálu* v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia v heterogénnych skupinách a to v školskom prostredí pre modelový druh svrčka domového (*Obrázok 64*).



Obrázok 64: Pozorovanie vonkajšej stavby tela dospelého jedinca svrčka domového a jeho reakcie správania na svetlo a na dotyk.

6. 2 TÉMA E: SVRČEK DOMOVÝ

6. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Zo života svrčka

PROBLÉM: *Urči vývinové štádiá svrčka domového*

PRÍPRAVA: Dva týždne po párení samička svrčka nakladie okolo 150 – 200 vajíčok, ktoré sú asi 3 mm dlhé. Pri teplote okolo 25° C sa po 2 týždňoch liahnu *larvy svrčka*, ktoré sú drobné a svetložlt sfarbené. Po piatom zvliekaní sa dajú samičky odlišiť od samcov práve svojím *kladielkom*, ktoré im slúži pri kladení vajíčok do sypkej pôdy. *Vývoj svrčka* trvá celkom 8 – 10 týždňov.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Porovnaj vývin s dokonalou a s nedokonalou premenou. Ktoré vývinové štádiá ho tvoria?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre larvu a dospelca svrčka domového?
- Ako sú chránené dospelé jedince svrčka pred predátormi v prírodnom prostredí?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C), charakteristiky pozorovaných jedincov (a-i)



* *vývinové štádiá svrčka domového*

CHARAKTERISTIKY:

- a) podobajú sa dospelým jedincom b) živia sa aj múčnymi výrobkami, zeleninou a ovocím*
c) sú asi 3 mm dlhé d) trením krídiel samičky vytvárajú cvrlikavý zvuk
e) vyvinú sa z nich dospelé jedince f) sú obľúbenou potravou pre menšie plazy
g) zvliekajú sa kvôli rastu tela h) vyvinú sa z nich larvy
i) samička ich nakladie 150 – 300 kusov

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B, C sú zobrazené tri vývinové štádiá svrčka.
2. K jednotlivým vývinovým štádiám svrčka priradiť do *Tabuľky 32* schematický obrázok a ich charakteristiku (a-i) tak, aby bola pre zobrazeného jedinca čo najtypickejšia.
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a tri výroky.

Tabuľka 32: Životný cyklus svrčka

Jedince	Obrázok	Charakteristika
1) vajíčko		
2) larva		
3) dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1. A c, h, i 2. B a, e, g 3. C b, d, f)

ZHRNUTIE:

- Charakterizuj vývinové štádiá u svrčka? Ktoré sú pohyblivé a ktoré bez pohybu?
- Ktorý obrázok charakterizuje vajíčka a larvy svrčka?
- Aké vonkajšie znaky tela sú charakteristické pre vajíčka a larvy svrčka?
- Aký má význam svrček v prírodnom spoločenstve a v ľudských obydliach?

6. 2 TÉMA E: SVRČEK DOMOVÝ

6. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela svrčka

PROBLÉM: *Ako je svrček domový stavbou tela prispôsobený prírodnému prostrediu?*

PRÍPRAVA: Svrček domový sa vyznačuje valcovitým telom, ktoré dorastá do dĺžky 16–20 mm a veľkou širokou guľovitou hlavou. Má pomerne štíhle, bledožlté telo s hnedou kresbou na hlave a hrudi, *dvoma dlhými štetmi na konci bruška*. Na hlave svrčka sú dôležité *zmyslové orgány* – pomerne dlhé tykadlá, oči a ústne ústroje. Samička má na rozdiel od samčeka na zadočku viditeľné, dlhé, rovné kladielko, na konci čiastočne zhrubnuté. Telo hmyzu je spevnené vonkajšou kostrou. *Predné končatiny* má hrabavé. Stehná *zadného páru nôh* sú silne zhrubnuté prispôsobené na skákanie. Bruško je pomerne krátkeho a zavalitého tvaru. *Zvukotvorné orgány* má umiestnené na oboch krídlach.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Charakterizuj stavbu tela dospelého jedinca svrčka domového?
- Ako sú orgány pohybu prispôsobené u svrčka na skákanie?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ dospelé jedince svrčkov,
- ♣ pinzeta, sklenený pohár s viečkom, Petriho misky, biely papier, lupa.

POSTUP:

1. Najskôr svrčky spolu s nádobou, v ktorej sú umiestnené vlož na 5 – 10 minút do chladničky. Chlad zníži pohybovú aktivitu svrčkov. Po chvíli sa svrčky začnú opäť prirodzene pohybovať.
2. Dospelé jedince po jednom exemplári pomocou pinzety opatrne vlož do Petriho misiek, pod ktoré umiestni biely papier, ktorý umožní lepšie pozorovanie detailov častí tela.
3. Jedincov pozoruj pod lupou a všímaj si tvar tela a jeho členenie, počet končatín, počet krídel, tykadlá, ústne orgány, zmyslové orgány a i.
4. Pozorovaný objekt si zakresli a nezabudni uviesť zväčšenie pozorovaného objektu.

NÁKRES S OPISOM:

Pozoruj dospelých jedincov svrčka domového a označ nasledovné pojmy:

- *hlava, hrud', bruško,*
- *tykadlá, ústne orgány,*
- *končatiny, krídla, kladielko.*



Svrček domový – dospelý jedinec:

Zväčšenie:

ZHRNUTIE:

- Akými časťami tela sú svrčky prispôsobené prostrediu, v ktorom žijú?
- Ktoré orgány používajú svrčky pri cvrlikaní? Aký význam má cvrlikavý zvuk pri správaní?
- Poznáš ďalšie druhy svrčkov, ktoré nájdeme v prírodnom prostredí? O aké druhy sa jedná?

6. 2 TÉMA E: SVRČEK DOMOVÝ

6. 2. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Pozorovanie správania svrčka

PROBLÉM: *Ako sa správa svrček domový za prítomnosti rôznych faktorov?*

PRÍPRAVA: Pokiaľ svrčky nemajú dostatok bielkovín prejavuje sa u nich *kanibalizmus*. Tento jav je častý *v umelom chove*, ak svrčkom neposkytneme dostatok potravy. Kanibalizmus môže nastať u nýmfy ako aj u dospelých jedincov. Tvojou úlohou bude skúmať reakcie správania svrčka *na dotyk, na svetlo a prítomnosť jedinca toho istého druhu* (larva svrčka).

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Porovnaj reakciu správania svrčka pri dotyku a pri nadmernom osvetlení?
- Pozoruj správanie svrčka za prítomnosti jedincov toho istého druhu (príp. larvy)?

BIOLOGICKÝ MATERIÁL A POMÔCKY:

- ♣ dospelé svrčky, larva svrčka,
- ♣ baterka, sklenený pohár s viečkom, papierová vreckovka, štetec a Petriho misky.

POSTUP:

1. Dotkni sa svrčka pomocou štetca, pozoruj ako sa správa, a potom ho naspäť prikry druhou Petriho miskou, ktorá zabráni jeho úniku.
2. Do Petriho misky vlož jednu pokrčenú papierovú vreckovku.
3. Baterkou zasviet smerom na svrčka umiestneného v Petriho miske, pozoruj jeho reakciu a zaznač ju do tabuľky (*Obrázok 65*).
4. Z pohára vyber nymfu svrčka a vlož ju do Petriho misky k dospelému svrčkovi, pozoruj reakciu jedincov a svoje zistenia zaznač do *Tabuľky 33*.
5. Zhodnot' výsledky svojich pokusov a pozorovaní.

Tabuľka 33: Správanie svrčka v prítomnosti rôznych faktorov

Faktory	Predpoklad	Prirodzené správanie	Únikové správanie
Reakcia na dotyk			
Reakcia na svetlo			
Reakcia na larvu svrčka			

ZHRNUTIE:

- Popíš správanie svrčka pri zasvetení baterky? Prečo zvolil únikové správanie?
- Ako sa správal dospelý svrček za prítomnosti nymfy svrčka? Ako nazývame tento jav?



Obrázok 65: *Pozorovanie vonkajšej stavby tela dospelého jedinca svrčka domového a jeho reakcie správania na svetlo a na dotyk.*

7 TĚMA E: DRUH HMYZU AKO MODELOVÝ GENETICKÝ OBJEKT

7.1 Drozofila žltkastá

7.1 TÉMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7.1.1 CHARAKTERISTIKA DRUHU

Charakteristika modelového genetického objektu

Skúmaný genetický objekt *Drosophila melanogaster* dorastá do veľkosti 2 - 3 mm. Vyskytujú sa v blízkosti hnijúceho ovocia. Vo voľnej prírode sa dospelé jedince a larvy živia kvasinkami a baktériami množiacimi sa na rozkladajúcom ovocí. Drozofila sa ľudovo nazýva ovocná alebo vínná muška. Jej prírodná forma **drozofila žltkastá** (*Drosophila confusa*) má charakteristické červené oči a žltohnedú farbu bruška s typickými čiernymi prúžkami (Obrázok 66).



Obrázok 66: Ovocná muška ako modelový organizmus na pozorovanie v školskom prostredí.

Pre tento druh je príznačná pohlavná dvojtvarosť (*sexuálny dimorfizmus*), kde jedince sa v rámci pohlavia tvarovo odlišujú, t.j. samčekovia sú menší a majú čierne bruško a samičky sú väčšie a bruško majú svetlé. Priemerná veľkosť dospelého jedinca je 2,5 mm. Na chrbtovej časti hrude sa nachádzajú zahnuté štetiny a jeden pár lietavých krídel.

Použitím drozofily bolo definitívne dokázané, že prevažná väčšina génov je uložená v chromozómoch bunkového jadra. Po cytologickej stránke je jej *chromozómová sada* lokalizovaná v jadre nie je početná a dihybridné chromozómy (2n) v celkovom počte 8 sú ľahko mikroskopicky odlišiteľné. Výhodou drozofily ako modelového zástupcu je aj veľký počet izolovaných mutantných línií s rôznou veľkosťou tela, dĺžky krídel a farby očí. Druh *Drosophila melanogaster* ako experimentálny a genetický objekt je vhodný na pozorovanie a pokusy v školskom prostredí z viacerých hľadísk. Vybraný modelový druh je nenáročný na chov a na kultivovanie v laboratórnych podmienkach.

Obdobie jej pohlavného dozrievania je krátke a počet potomkov veľký. *Akt dvorenia* začína v momente, keď samičky začnú poklepkávať prednými končatinami po brušku samičky. Týmto spôsobom aj rozoznávajú svoj druh. Následne samček začne krúžiť okolo samičky v polkruhoch a ak je samička dostatočne vnímavá, dochádza ku kopulácii. Existujú štyri fázy životného cyklu drozofily: vajíčko, tri larválne štádiá, kukla a dospelý jedinec. Z vajíčka sa vyľahne larva transformujúca sa počas metamorfózy na dospelého jedinca (*imágo*). Dĺžka životného cyklu je závislá od teploty (optimálna teplota je 25 °C). Teplota značne ovplyvňuje rýchlosť vývoja. Pri izbovej teplote 25 °C prebehne vývin z vajíčka na dospelého jedinca za 10 dní, pri teplote 20 °C za 13 dní a pri teplote 15 °C za 90 dní. Dĺžka životného cyklu taktiež závisí od životného média, v ktorom prebieha vývin.

Modelový druh ovocnej mušky (*Drosophila melanogaster*) možno systematicky zaradiť do triedy hmyz (*Insecta*), rad dvojkrídlavce (*Diptera*), čeľaď octomilkovité (*Drosophilidae*) a rod Drozofila (*Drosophila sp.*).

Chov genetického objektu

Chov drozofil je nenáročný. Nepotrebujú žiadne špecifické životné podmienky, môže sa uskutočniť aj v domácom alebo školskom prostredí. Najlepšie je vytvoriť vhodné svetelné podmienky a teplotu prostredia približne 25 °C. Ako živnú pôdu používame zmes agaru, krupice, cukru a malého množstva vody. Prítomné ingrediencie zmiešame a vytvoríme cestu (Obrázok 67). Zhotovenú živnú pôdu prostredníctvom lyžičky vložíme na dno chovnej nádoby. Do nádoby vložíme letáčik, ktorý si môžeme zhotoviť z pijavého papiera. V chovných zariadeniach sa osvedčil aj bežne používaný skladaný filter.

Drozofily možno *efektívne pomocou exhaustora odchytiť* na hnijúcom ovocí. Čisté genetické línie (*Drosophila melanogaster*) môžeme zakúpiť aj v obchodoch alebo burzách s exotickými živočíchmi a potrebami. Na *omračenie dospelých jedincov* používame *plyn oxidu uhličitého* umiestnený v mikroténovom vrecku (pôsobenie 2 minúty) alebo *prchavý octan etylnatý* (10 kvapiek pôsobiach 2 minúty) pôsobiaci na vate v sklenej nádobe. Pri omračovaní jedincov sa osvedčilo aj *podchladenie živých organizmov pri teplote 5 °C* v chladničke.

Následne v zbernej nádobe pomocou lupy *identifikujeme samčeka a samičku*. Pri výbere si všimame rozdielnosť pohlavných znakov – *samičky* majú väčšie telá, zadná časť bruška je pruhovaná, *samčeky* majú menšie telá a zadnú časť bruška tmavú. Následne štetcom vložíme *vybratý rodičovský pár do chovnej nádoby* s pripravenou živnou pôdou a letáčikom a nádobu uzatvoríme vatou, čím umožníme prívod vzduchu.

Nádobu uskladníme na teplé, svetlé miesto a v priebehu *dvoch týždňov pozorujeme životný cyklus* novej generácie potomkov, pričom si všimame *štyri vývinové štádiá*: vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec.



Obrázok 67: Omračovanie jedincov ovocnej mušky oxidom uhličitým (A) rozpoznávanie pohlavných znakov jedinca (B) uzatvorenie rodičovského páru vatou do skúmavky (eprúvetka) s pripravenou živnou pôdou (C).

7. 1 TĚMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7. 1. 2 METODICKÝ LIST PRE UČITEĽA

Poznámky k priebehu a realizácii experimentálnych úloh

Výhodou prezentovaných úloh je ich *etapovitá realizácia v prírodnom a školskom prostredí*. Motivujúcou činnosťou pre žiakov v prírodnom prostredí je zber biologického materiálu na rozkladajúcom sa ovocí a príprava na transport do školského prostredia. Školské podmienky sú vhodné pre žiakov na samostatnú prácu v skupinách zameranú na jednoduché pozorovanie a experimenty s vybraným genetickým objektom ovocnej mušky.

Dospelé jedince *drozofily žltkastej (Drosophila confusa)* zbierame najčastejšie v prírodnom prostredí *ručným zberom* s využitím mikroténového vrečka alebo použitím exhaustora priamo na zahŕňajúcom ovocí (hrozno, jablko, hruška a iné.). Exhaustor ako pomôcka funguje pod tlakom, pričom jemné vdýchnutie vzduchu umožňuje uväznenie jedinca v zbernej nádobe. Možno ho zhotoviť podľa návodu zverejnenom v odbornom časopise Didaktika č. 5 (KVASNIČÁK - HELD, 2011).

Pri pozorovaní pohlavnej dvojtvárnosti dospelých jedincov drozofily sa v školskom prostredí osvedčili aj *sklené misky* (napr. Petriho misky) s vekom a priemerom do 15 centimetrov, pričom dno misky a pozorované jedince sú v kontraste s bielym papierom. Alternatívne možno na transport použiť aj *plastový obal z nanukovej torty*, ktorý je ľahko dostupný, avšak nezabezpečuje dostatočnú cirkuláciu vzduchu. Vlhkosť a potravu v zbernej nádobe možno zabezpečiť aj vložením vaty navlhčenej v cukrovom roztoku. Pri pozorovaní stavby tela hmyzu môžeme použiť *školskú lupu* napr. s trojnásobným zväčšením. Vhodne sa osvedčil aj *stereomikroskop*, ktorý umožňuje *podsvietenie pozorovaného objektu* a tým aj sledovanie správania jedincov pri nadmernom osvetlení (fototaxia).

Zaujímavou aktivitou pre žiakov je *určenie jedincov* (vajíčko, larva, kukla a dospelý jedinec) na základe obrázkov a jednotlivých charakteristík, ktoré poukazujú na vývinové štádium hmyzu a na ich stavbu tela. Pozitívnym faktorom, ktorý vzbudzuje u žiakov zvedavosť je aj *manipulácia s biologickým objektom* sú jednoduché genetické pokusy kríženia, kde sledujeme prenos vybraných vlastností (dĺžka krídel, farba očí, a tvar tela) z rodičov na potomkov s apelovaním na *dôkaz prvého a druhého Mendelovho zákona*. Spracovaný didaktický model je tematický rozdelený do *piatich úloh*, ktoré charakterizujú každú úlohu samostatne, pričom majú obdobnú *metodicko – didaktickú štruktúru*.

Téma: Poznávanie a pozorovanie ovocnej mušky (*Drosophila melanogaster*)

- 1) Ovocná muška a jej životný cyklus
- 2) Pozorovanie stavby tela ovocnej mušky
- 3) Autozómová dedičnosť skúmaná v dvoch sledovaných znakoch
- 4) Gonozómová dedičnosť skúmaná v jednom sledovanom znaku
- 5) Dôkazy sledovaných vlastností a znakov u ovocnej mušky

Riešenie *prvej úlohy* sa odohráva v školskom prostredí, pričom žiaci majú za úlohu správne priradiť charakteristiku jednotlivých výrokov k *vývinovým štádiám drozofily* (vajíčko, larva, kukla, dospelý jedinec).

Druhá úloha sa realizuje opäť v školskom prostredí. Je založená na rozoznávaní pohlavia u jedincov spomínaného druhu *Drosophila melanogaster*, pre ktorý je typický sexuálny dimorfizmus. Úlohou žiakov je na základe obrazového materiálu modelových zástupcov samčeka a samičky ovocnej mušky *priradiť pohlavie a morfológické znaky* charakteristické pre obe pohlavia.

Cieľom *tretej úlohy* je sledovanie dvoch znakov v rámci *autozómovej dedičnosti*. Žiaci sa rozdelia do heterogénnych skupín, pričom jedna skupina sleduje *tvar tela* a druhá *dĺžku krídel* jedincov rodičovského páru ovocnej mušky.

Posledná *štvrtá úloha* je zameraná na pozorovanie monohybridizmu sledovaného znaku v rámci *gonozómovej dedičnosti*, teda dedičnosti viazanej na pohlavie.

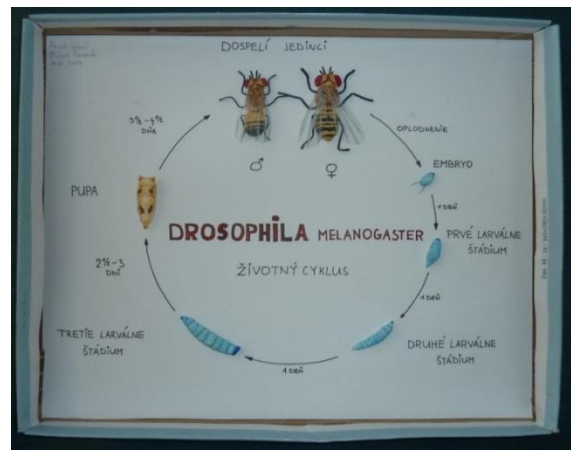
Piata praktická úloha je založená na chove ovocnej mušky v školských podmienkach a následnom overovaní a utvrdzovaní si vedomostí na základe vlastných pozorovaní a jednoduchých experimentov s modelovým objektom z predchádzajúcich štyroch úloh (vývinové štádiá, pohlavný dimorfizmus, autozómová a gonozómová dedičnosť).

Súčasťou každej úlohy je *súbor problémových otázok a úloh*, ktoré charakterizujú vedomosti žiakov získané pri pozorovaní biologického materiálu v školských podmienkach. V každej časti navrhujeme *postup pri riešení experimentálnych úloh*, ktoré žiaci riešia v školskom prostredí pre modelový genetický objekt drozofily.

Didaktické pomôcky modelového organizmu pre štúdium genetiky v školskom prostredí



Obrázok 68: Model genetického objektu pre druh *Drosophila melanogaster*.



Obrázok 69: Model životného cyklu pre druh *Drosophila melanogaster*.

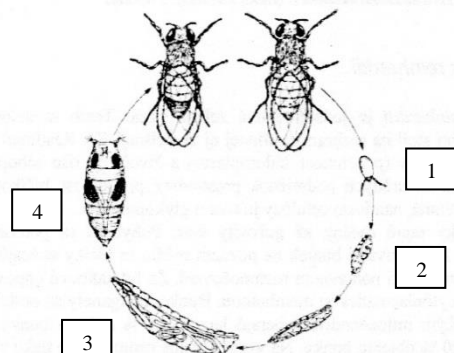
7. 1 TÉMA F: DROZOFILA ŽLTOKASTÁ

7. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA č. 1: Ovocná muška a jej životný cyklus

PROBLÉM: Určite vývinové štádiá ovocnej mušky.

PRÍPRAVA: Ovocná muška (*Drosophila melanogaster*) sa zaraďuje medzi studenokrvné druhy hmyzu, čo znamená, že jej vývinový cyklus (Obrázok 70), ktorý trvá okolo dvoch týždňov (10 – 14 dní), je závislý od teploty. Pri optimálnej teplote 25°C sa z vajíčok (1) zhruba za deň vyvíjajú larvy (2), ktoré sa postupne počas 4 dní dvakrát zvliekajú. Obdobie medzi jednotlivými štádiami nazývame *instar*, pre ktoré sú charakteristické tri larválne štádiá (3). Po druhom zvliekaní sa larvy prirodzene zakukľujú. Z kukiel (4) sa po 4 dňoch liahnu dospelé jedince (5). Pri izbovej teplote 20 °C ich životný cyklus trvá dlhšie. Samičky kladú v priemere 400 vajíčok, predovšetkým do hnilúceho ovocia, rozkladajúcich húb a iného organického materiálu. Dĺžka vajíčok je okolo 0,5 mm a liahnu sa po 12-15 hodinách. V priebehu 48 hodín po vyliahnutí sa larvy počas 4 dní dvakrát zvliekajú. Počas tejto periódy sa živia mikroorganizmami, ktoré rozkladajú ovocie. Potom sa larvy zakukľia a absolvujú štvordennú premenu - metamorfózu, počas ktorej dochádza k vzniku dospelého jedinca (*imága*). Dospelce sa dožívajú 35 až 45 dní. Za optimálnych podmienok je možné získať z jedného chovu až 30 generácií drozofily.



Obrázok 70: Životný cyklus ovocnej mušky (*D. melanogaster*)

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

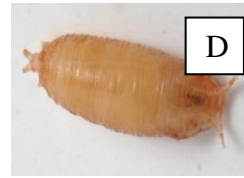
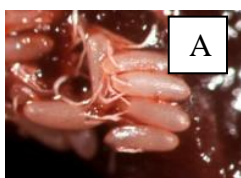
- Charakterizuj vývinové štádiá ovocnej mušky? Aké sú optimálne podmienky na ich chov?

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B, C, D), charakteristiky pozorovaných jedincov

POSTUP:

1. Na predložených obrázkoch A, B, C, D sú zobrazené vývinové štádiá ovocnej mušky.
2. Do tabuľky 34 správne priradiť obrázok (1 - 4) a jeho charakteristiku (a – h).
3. Pre každý vývinový stupeň prislúcha jeden obrázok a dve charakteristiky jedinca.



CHARAKTERISTIKY:

- a. sú biele, podlhovasté, na prednom konci majú 1 alebo viac dýchacích vlákien.
- b. kladie v priemere 400 vajíčok.
- c. ich dĺžka je 0,5 mm.
- d. dvakrát sa zvliekajú.
- e. živia sa mikroorganizmami, ktoré rozkladajú ovocie a cukrom z tohto ovocia.
- f. nastáva po štádiu larvy.
- g. štádium typické pohlavným dimorfizmom.
- h. má žltohnedé telo, je to posledné štádium pred dospelým jedincom.

Tabuľka 34: Životný cyklus ovocnej mušky

Vývinové štádium	Obrázok	Charakteristika
1. Vajíčko		
2. Larva		
3. Kukla		
4. Dospelý jedinec		

* správne odpovede: 1. A, a, c; 2. D, d, e; 3. C, f, h; 4. B, b, g

ZHRNUTIE:

- Vymenujte jednotlivé vývinové štádiá u ovocnej mušky.
- Ktorý abiotický faktor ovplyvňuje dĺžku jej životného cyklu?
- Vysvetlite pojem pohlavná dvojtvarosť - sexuálny dimorfizmus.
- Čím je typické vývinové štádium larvy a dospelého jedinca? Svoje zistenia porovnajte.

7. 1 TÉMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA č. 2: Pozorovanie stavby tela ovocnej mušky

PROBLÉM: Zistite pohlavnú dvojtvarosť jedincov u ovocnej mušky.

PRÍPRAVA: Pohlavná dvojtvarosť - *sexuálny dimorfizmus* je tvarová odlišnosť medzi jedincami samičieho a samčieho pohlavia v rámci sledovaného druhu. Dospelé jedince druhu ovocnej mušky sú veľké 2 – 3 mm. *Samička* váži približne 1,5 mg. *Samček* je výrazne menších rozmerov s hmotnosťou tela 0,8 mg. Zložené oči zabezpečujú mozaikové videnie pričom u samičky sa skladajú približne zo 780 jednoduchých očiek u samčeka je tento počet o 40 očiek nižší. Dospelé jedince sa od seba odlišujú aj *sfarbením koncovej časti bruška*. Pre samičku je typické *svetlé sfarbenie bruška*, pre samčeka je výrazné *čierne sfarbenie bruška*.

POMÔCKY:

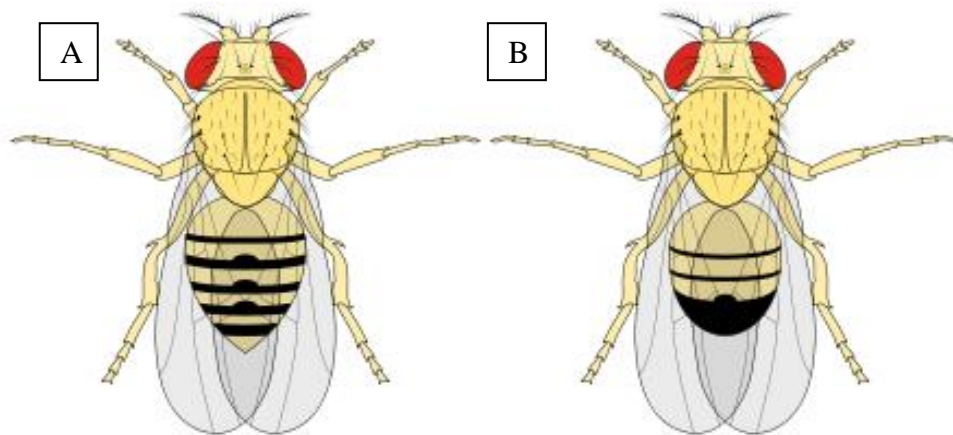
♣ obrazový materiál (A, B), charakteristiky pozorovaných jedincov

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Charakterizujte znaky, ktorými sa oba jedince ovocnej mušky v rámci pohlavia odlišujú.
- Aký je význam pohlavnej dvojtvarosti v prírode?

POSTUP:

1. Na obrázkoch A, B je zobrazený samček a samička druhu ovocnej mušky.
2. V *Tabuľke 35* správne priradíte schematický obrázok a jeho charakteristiku (a – f).
3. Pre dané pohlavie prislúcha jeden obrázok a 3 charakteristiky jedinca.



* znázornenie pohlavnej dvojtvarosti u ovocnej mušky (*Drosophila. melanogaster*)

CHARAKTERISTIKY:

- a. váži 1,5 mg.
- b. počet facet v zložených očiach je 740 kusov.
- c. má svetlé bruško.
- d. má čierne bruško.
- e. je menší/menšia.
- f. sú schopné oplodnenia v prvý deň.

Tabuľka 35: Pohlavná dvojtvarosť u ovocnej mušky

Pohlavie	Obrázok	Charakteristiky
1. Samička ♀		
2. Samček ♂		

* správne odpovede: 1. A, a, c, f; 2. B, b, d, e

ZHRNUTIE:

- Definujte pojem pohlavná dvojtvarosť - sexuálny dimorfizmus.
- Uveďte charakteristické znaky typické pre samičie a samčie pohlavie ovocnej mušky.
- Akými znakmi sa obe pohlavia v rámci druhu odlišujú?

7. 1 TÉMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 3

ÚLOHA č. 3: Autozómová dedičnosť skúmaná v dvoch sledovaných znakoch

PROBLÉM: Zistite kríženie v dvoch sledovaných znakov u ovocnej mušky.

PRÍPRAVA: Autozómová dedičnosť je dedičnosť viazaná na autozómy. Autozómy sú všetky chromozómy umiestnené v jadre, aj mimo jadra, okrem pohlavných chromozómov. Na označenie génov sa používajú písmenové znaky, ktoré znázorňujú sledované znaky kódované vo forme génu, ktoré nazývame *alela*. Dominantná (prevládajúca) alela sa zapisuje veľkým písmenom (A) a recesívna (potlačená) alela malým písmenom (a). V rámci autozómovej dedičnosti ide o skúmanie a pozorovanie dvoch znakov – dĺžka krídel, tvar tela so zaužívaným označením dominantnej a recesívnej alely:

1. znak – dĺžka krídel:

- dominantná alela pre dlhé (normálne) krídla – **Vg**
- recesívna alela pre krátke (vestigial) krídla – **vg**

2. znak – tvar tela:

- dominantná alela pre normálne telo – **E**
- recesívna alela pre čiernu farbu tela (ebony) – **e**

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

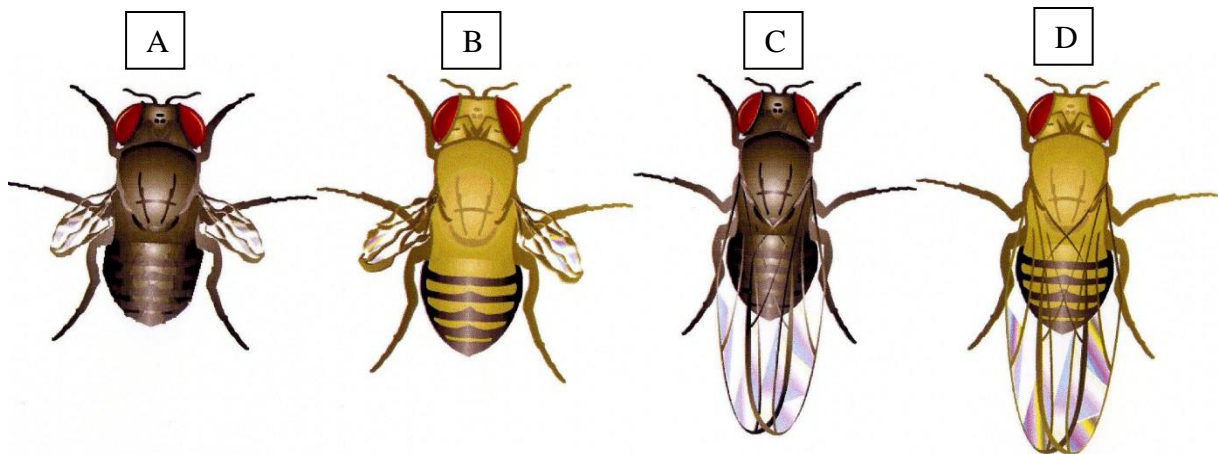
- Ako sa označuje dominantná a recesívna alela? Aký to ma význam v rámci dedičnosti?
- Definujte pojem autozómová dedičnosť. Kde sú v bunke umiestnené autozómy?

POMÔCKY:

♣ obrazový materiál (A, B, C, D)

POSTUP:

1. Na predložených obrázkoch A, B, C, D sú zobrazené charakteristické znaky jedincov: krátke a dlhé krídla, normálne telo a čierna farba tela.
2. V *Tabuľke 36* správne priradíte schematický obrázok a značku s charakteristickým znakom.



* tvar tela a dĺžka krídel ovocnej mušky sledovaná v rámci autozómovej dedičnosti

Tabuľka 36: Tvar tela a dĺžka krídel

Tvar tela, dĺžka krídel	Obrázok	Značka
1. Normálne telo		
2. Čierna farba tela		
3. Normálne krídla		
4. Krátke krídla		

* správne odpovede: 1. B, E; 2. A, e; 3. D, Vg; 4. C, vg

ZHRNUTIE:

- Charakterizujte zaužívané značky, ktorými sa označuje normálne telo a čierna farba tela.
- Na základe značiek popíšte vlastnosti pozorované u jedincov.

7. 1 TĚMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 4

ÚLOHA č. 4: Gonozomová dedičnosť skúmaná v jednom sledovanom znaku.

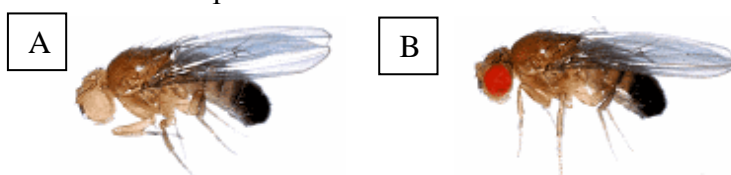
PROBLÉM: Zistíte dedičnosť viazanú na gonozómy v jednom sledovanom znaku.

PRÍPRAVA: Gonozómy sú pohlavné chromozómy umiestnené v jadre bunky. Gonozómová dedičnosť je dedičnosť viazaná na pohlavie. Pri vzájomnom krížení sa rodičia odlišujú v pozorovaní jedného znaku - *monohybridizmus*. Jeden rodič s pozorovaným jedným znakom napr. farby očí je homozygotne dominantný (označený alelami: WW) a druhý rodič homozygotne recesívny (označený alelami: aa). Ich potomok sa nazýva hybrid – heterozygotný kríženec (označený alelami: Aa). Celé hybridné potomstvo prvej generácie (F₁) krížencov je svojimi znakmi jednotné a podobá sa na rodiča s dominantnou alelou. Pri monohybridizme vždy platí I. Mendelov zákon – zákon uniformity jedincov, pri ktorom sú sledované znaky v rámci vzniknutého potomstva (F₁) rovnaké (uniformné).

1. znak - farba očí:

W > w - t. j. červená farba očí je dominantná voči bielej farbe očí.

- dominantná alela pre červenú farbu očí – W
- recesívna alela pre bielu farbu očí – w



* biela a červená farba očí u ovocnej mušky skúmaná ako jeden znak

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Definujte pojem monohybridizmus. Koľko a aké znaky možno u neho pozorovať?
- Charakterizujte pojem gonozómová dedičnosť.

POMÔCKY:

- ♣ obrazový materiál (A, B)

POSTUP:

1. Na predložených obrázkoch A, B sú zobrazené jedince s červenou a bielou farbou očí.
2. V *Tabuľke 37* správne priradíte schematický obrázok a značku, ktorá charakterizuje skúmaný znak.

Tabuľka 37: Červená a biela farba očí sledovaná pri monohybridizme

Farba očí	Obrázok	Značka
1. biela farba		
2. červená farba		

* správne odpovede: 1. A, w; 2. B, W

ZHRNUTIE:

- Kde je lokalizovaná a akou značkou sa označuje dominantná alela.
- Aké sfarbenie očí je dominantné u ovocnej mušky? Potvrď svoje zistenia aj pri pozorovaní sledovaných znakov?
- Akou značkou sa označuje recesívna alela a aké sfarbenie očí je recesívne u ovocnej mušky? Potvrď svoje zistenia aj pri pozorovaní sledovaných znakov.

7. 1 TÉMA F: DROZOFILA ŽLTKASTÁ

7. 1. 3 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 5

ÚLOHA č. 5: Dôkazy sledovaných vlastností a znakov u ovocnej mušky

PROBLÉM: Dokážte sledované vlastnosti a znaky pri chove a krížení jedincov.

PRÍPRAVA: Ovocná muška (*Drosophila melanogaster*) patrí svojimi vlastnosťami (pohlavný dimorfizmus, vysoká reprodukčná schopnosť, jednoduchý laboratórny chov, malý počet chromozómov) medzi vhodné genetické objekty na pozorovanie. Tvojou úlohou bude zostaviť *rodičovskú generáciu* na základe rozdielnosti pohlavných znakov a sledovať *životný cyklus* ovocnej mušky v laboratórnych podmienkach. Zaujímavou aktivitou bude aj sledovanie pozorovaných vlastností v rámci kríženia jedincov pri monohybridizme (*farba očí*) a dihybridizme (*dĺžka krídel a tvar tela*). Svoje zistenia z pozorovaní zaznač s prehľadom do tabuľky.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Dokážte pozorované vlastnosti dedičných vlôh pri chove ovocných mušiek.
- Ako sa odlišuje dedičnosť znakov pozorovaná pri autozómovej a gonozómovej dedičnosti?

POMÔCKY A BIOLOGICKÝ MATERIÁL:

- ♣ ovocná muška - rodičovské jedince,
- ♣ skúmavka s vatou, lupa, mikroskop, tenký štetec,
- ♣ pôda pre drozofily (agar, cukor, detská krupica),
- ♣ octan etylnatý, kvapkadlo, biely papier, Petriho misky.



Obrázok 71: Pomôcky a pripravená F_1 generácia ovocných mušiek v školských podmienkach.

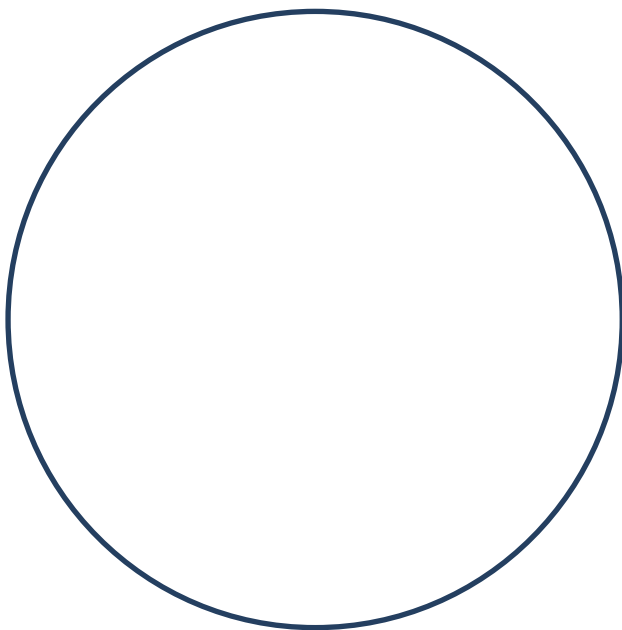
POSTUP:

1. Biologický materiál ovocných mušiek vhodne získame na rozkladajúcom sa ovocí (jablko, hruška, hrozno). Osvedčilo sa aj použitie chovných jedincov zakúpených v obchodoch a burzách s exotickými živočíchmi a potrebami.
2. Chov jedincov uskutočníme v domácom alebo školskom prostredí za optimálnych svetelných a teplotných (25 °C) podmienok. Ako živnú pôdu použijeme zmes agaru, krupice, cukru a malého množstva vody, z ktorej vytvoríme cesto.
3. Zhotovenú živnú pôdu vložíme lyžičkou na dno chovnej nádoby. Ako vhodný letáčik posluži skladaný filter.
4. S dostupného chovného materiálu vyberieme rodičovský pár na základe rozdielnosti pohlavných znakov. Pri výbere rodičovských jedincov chovné mušky omráčime octanom etylnatým (10 kvapiek) na dobu dvoch minút.

5. Na omráčenie jedincov môžeme použiť aj pôsobenie plynného oxidu uhličitého (CO₂) po dobu dvoch minút, prípadne podchladenie jedincov uskutočníme v chladničke pri teplote 5 ° C (dĺžka podchladenia 10 minút).
6. Po omráčení lupou sledujeme odlišné znaky v rámci pohlavia a vytvoríme novú rodičovskú generáciu. Pri výbere si všímame nasledovné znaky:
 - samičky – väčšie telá, zadná časť bruška pruhovaná, svetlá
 - samčekovia – menšie telá, zadná časť bruška tmavá
7. Z pozorovaných jedincov vyberieme dvoch životaschopných jedincov (samček, samička), ktorých štetcom vložíme do chovnej nádoby s pripravenou živnou pôdou.
8. Chovnú nádobu prikryjeme kúskom vaty, čím zabezpečíme prúdenie vzduchu a položíme ju na teplé a svetlé miesto.
9. V priebehu dvoch týždňov pozorujeme životný cyklus novej generácie potomkov, pričom si všímame jednotlivé vývinové štádiá: vajíčko, larva, kukla, dospelý živočích.

PRACOVNÁ PLOCHA

Nákres životného cyklu



PRACOVNÁ PLOCHA

*Nákres samčeka a samičky
s vyznačenými pohlavnými znakmi*

Drosophila žltkastá – dospelý jedinec (♀):

Drosophila žltkastá – dospelý jedinec (♂):

Zväčšenie:

11. Po dvoch týždňoch životného cyklu lietajúce dospelé jedince omráčime vatou s octanom etylatým po dobu dvoch minút (alternatívne možno použiť na omráčenie jedincov aj plynný oxid uhličitý (CO₂) príp. podchladenie jedincov v chladničke pri 5 ° C).
12. Dospelé jedince vysypeme na biely kancelársky papier a sledujeme pozorované znaky:
 - a. počet samčekov ♂
 - b. počet samičiek ♀
 - c. počet jedincov s červenými očami (W)
 - d. počet jedincov s bielymi očami (w)
 - e. počet jedincov s normálnymi krídlami (Vg)
 - f. počet jedincov s krátkymi krídlami (vg)

13. Zistené počty jedincov zapíšeme prehľadne do *Tabuliek 38,39,40*.
14. Na základe spočítavania jedincov so sledovanými znakmi stanovíme výsledný fenotypový štiepny pomer v dvoch sledovaných znakoch (matematicky ide o pomerné číslo, ktoré stanovíme prepočtom na spoločného menovateľa).
15. Na základe pozorovaných výsledkov stanovíme dôkaz pri krížení v rámci autozómvej a gonozómvej dedičnosti.
16. V rámci novej generácie potomkov si všimame výskyt sledovaných znakov pri krížení monohybrida.

Tabuľka 38: Autozómová dedičnosť u Drosophily melanogaster (dĺžka krídel)

Normálne krídla	Krátke krídla	FŠP

Tabuľka 39: Autozómová dedičnosť u Drosophily melanogaster (tvar tela)

Normálne telo	Čierne telo	FŠP

Tabuľka 40: Gonozómová dedičnosť u Drosophily melanogaster (farba očí)

Biele oči ♂	Biele oči ♀	Červené oči ♂	Červené oči ♀	FŠP

ZHRNUTIE:

- Aký je výsledný fenotypový štiepny pomer pri autozómvej a gonozómvej dedičnosti?
- Svoje zistenia porovnajte a prezentujte pred žiackym kolektívom.
- Ktorý Mendelov zákon sa uplatňuje pri autozómvej a ktorý pri gonozómvej dedičnosti?
- Potvrdil sa spomínaný zákon aj pri Vašich pozorovaniach?
- Evidovali ste vo svojich pozorovaniach pohlavnú dvojtvarosť u samčeka a samičky?
- Zakreslite pozorovaných jedincov a vyznačte rozdielne pohlavné znaky u samčeka a samičky. Pri kresbách rodičovských jedincov si môžete pomôcť aj úlohou č. 1.
- Zakreslite všetky vývinové štádiá pozorovaných jedincov a zostavte životný cyklus. Pri zakreslení si môžete pomôcť aj úlohou č. 2.

8 PREZENTÁCIA ŽIACKYCH VÝSLEDKOV Z POZOROVANÍ

8.1 Písomná správa výsledkov z pozorovaní

8.2 Výsledky z pozorovaní a ich interpretácia

8 TÉMA: PREZENTÁCIA ŽIACKYCH VÝSLEDKOV Z POZOROVANÍ

8.1 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 1

ÚLOHA: Písomná správa výsledkov z pozorovaní

PROBLÉM: Aké sú znaky písomnej vedeckej správy?

PRÍPRAVA: Na základe skúsenosti z pozorovaní modelových zástupcov hmyzu vodného pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému odporúčame pristúpiť *k písomnému spracovaniu získaných výsledkov*. Výhodou je, že pri bádateľsky orientovanej výučbe v školskom a prírodnom prostredí máte *zozbierané údaje z jednoduchých pokusov a pozorovaní vybraných druhov hmyzu*. Teraz získané údaje môžeš spracovať podľa pokynov formou písomnej vedeckej správy a *prezentovať vytvorenú písomnú správu svojim spolužiakom*.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Pokús sa spracovať svoje výsledky z pozorovaní písomnou formou?
- Zamysli sa nad štruktúrou a obsahom písomnej vedeckej správy.
- Priprav si písomnú vedeckú správu podľa uvedeného postupu.
- Prezentuj pripravenú vedeckú správu pred žiackym kolektívom.

POMÔCKY A ZHOTOVENÝ ŠTUDIJNÝ MATERIÁL

- ♣ poznámkový blok a ceruzka,
- ♣ vypracované žiacke pracovné listy,
- ♣ nákresy pozorovaných druhov hmyzu.

POSTUP:

1. Po realizácii úloh si priprav žiacke pracovné listy, ktoré si počas pozorovaní vytvoril (*Obrázok 72, Obrázok 73*).
2. Zamysli sa nad problémovými otázkami, ktoré si počas experimentu riešil.

Môžeš rozobrať nasledujúce situácie:

- *pozorované druhy hmyzu v prírodnom a školskom prostredí,*
- *stavba tela modelových zástupcov hmyzu vodného, pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému a exotických druhov hmyzu chovaných v teráriách,*
- *individuálny vývin jedincov hmyzu (vajíčko, larva, kukla, dospelý živočích),*
- *charakteristika a význam jedincov spoločenského hmyzu (včely a mravce),*
- *pozorovanie správania modelových druhov hmyzu na prítomnosť potravy, koristi a predátora a reakcia na svetlo, teplo, dotyk ai.*
- *potravové vzťahy pozorovaných organizmov vodného a lesného ekosystému,*
- *dôkaz ekologickej stability vodného a lesného ekosystému,*
- *pozorovanie vlastností včelích produktov v úli a ich rozbor v školskom prostredí,*
- *skúmanie vývinovej a potravovej viazanosti u druhov lúčneho a lesného hmyzu,*
- *vývinový cyklus a chov vínnej mušky (drozofily) v školskom prostredí a dôkaz Mendelových zákonov dedičnosti na modelovom druhu.*

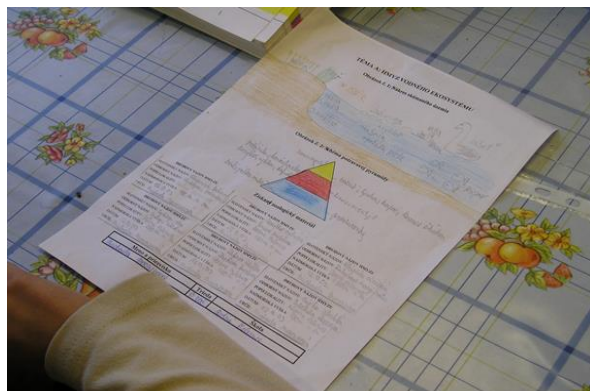
3. Podľa vzoru vypracuj písomnú vedeckú správu, ktorej súčasťou je:

- Nadpis – pokús sa v niekoľkých slovách výstižne pomenovať svoj výskumný problém,
- Obsah – rozdeľ si vypracované pracovné listy do obsahovo príbuzných častí
 - a vhodne ich usporiadaj,
- Úvod – stanov si hlavný problém výskumu a popíšu stav jeho riešenia,
- Pomôcky a výskumné metódy – uveď základné pomôcky, ktoré ste pri svojom výskume použili a opíš metódy svojej práce tak, aby experiment mohol zopakovať aj niekto iný.
- Výsledky z pozorovaní – popíš vlastnými slovami výsledky svojho experimentu.
- Tabuľky – namerané hodnoty klimatických faktorov prostredia a indexu znečistenia stojatej a tečúcej vody porovnaj a usporiadaj prehľadne do tabuliek, ktoré sú súčasťou pracovných listov. Nezabudni doplniť tabuľky zamerané na pozorovanie správania modelových druhov hmyzu v prítomnosti potravy, koristi, predátora a sledovaných faktorov prostredia (svetlo, teplo, dotyk ai.) .
- Záver – výsledky svojich pozorovaní žiaci zosumarizujú do záveru, pokús sa zhodnotiť výsledky a správnosť postupu. Prípadne môžeš navrhnúť aj iné postupy a metódy riešenia stanoveného problému.
- Literatúra – súčasťou písomnej vedeckej správy je aj literatúra, ktorú si počas pozorovaní modelových druhov hmyzu použil (atlasy, príručky na určovanie, kľúče a encyklopédie).

4. Vypracovanú písomnú správu prezentuj ústnou formou pred žiackym kolektívom.



Obrázok 72: Pracovné listy ako produkt tvorivej činnosti žiakov.



Obrázok 73: Nákres vodného ekosystému a potravná pyramída pozorovaných a získaných organizmov.

8 TĚMA: PREZENTÁCIA ŽIACKYCH VÝSLEDKOV Z POZOROVANÍ

8.2 ŽIACKY PRACOVNÝ LIST č. 2

ÚLOHA: Výsledky z pozorovaní a ich interpretácia

PROBLÉM: *Aké sú zásady ústnej prezentácie výsledkov?*

PRÍPRAVA: Vedieť vytvoriť *zmysluplnú informáciu*, ktorá bude pre tvojich spolužiakov zaujímavá je záležitosťou cviku. Vyskúšaj si svoju vedeckú tvorivosť, komunikačné, vyjadrovacie schopnosti a *prezentuj získané výsledky z pozorovaní* svojim spolužiakom. Výsledkom tvojej práce sú pozorovania biologického materiálu v školskom a prírodnom prostredí, nákres jedincov hmyzu a ich vývinových štádií u pozorovaných organizmov. Do svojej ústnej prezentácie nezabudni zahrnúť aj *číselné údaje o zväčšení pozorovaného objektu a výsledky z pozorovaní správania sa modelových druhov hmyzu* vodného, pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému a druhov *exotických zástupcov hmyzu* chovaných bežne v teráriách.

OTÁZKY A ČIASTKOVÉ ÚLOHY PRE ŽIAKOV:

- Pokús sa spracovať svoje výsledky z pozorovaní ústnou formou?
- Zamysli sa nad štruktúrou a obsahom ústnej prezentácie výsledkov.
- Priprav si ústnu vedeckú správu podľa uvedeného postupu.
- Prezentuj pripravenú vedeckú správu pred žiackym kolektívom.

POMÔCKY A ZHOTOVENÝ ŠTUDIJNÝ MATERIÁL:

- ♣ poznámkový blok,
- ♣ vypracované žiacke pracovné listy,
- ♣ nákresy pozorovaných druhov hmyzu.

POSTUP:

1. Priprav si žiacke pracovné listy, ktoré si počas výskumu vytvoril.

Zamysli sa nad svojimi zisteniami, na ktorých si počas skúmania pracoval.

2. Môžeš rozobrať aj nasledujúce situácie:

- *pozorované druhy hmyzu v prírodnom a školskom prostredí,*
- *stavba tela modelových zástupcov hmyzu vodného, pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému a exotických druhov hmyzu chovaných v teráriách,*
- *individuálny vývin jedincov hmyzu (vajíčko, larva, kukla, dospelý živočích),*
- *charakteristika a význam jedincov spoločenského hmyzu (včely a mravce),*
- *pozorovanie správania modelových druhov hmyzu na prítomnosť potravy, koristi a predátora a reakcia na svetlo, teplo, dotyk a i.*
- *potravové vzťahy pozorovaných organizmov vodného a lesného ekosystému,*
- *dôkaz ekologickej stability vodného a lesného ekosystému,*
- *pozorovanie vlastností včelích produktov v úli a ich rozbor v školskom prostredí,*
- *skúmanie vývinovej a potravovej viazanosti u druhov lúčneho a lesného hmyzu,*
- *vývinový cyklus a chov vínnej mušky (drozofily) v školskom prostredí a dôkaz Mendelových zákonov dedičnosti na modelovom druhu.*

4. Svoje tvrdenia dokumentuj vypracovanými žiackymi pracovnými listami z pozorovaní.
5. Porovnaj stavbu tela a vývin modelových druhov hmyzu vodného, pôdneho, lúčneho a lesného ekosystému. Vysvetli výsledky a zistenia z pozorovaní svojim spolužiakom.
6. Zvýrazni svoje úspešné zistenia, ale povedz aj o ťažkostiach a neúspechoch svojej práce.
7. Spýtaj sa svojich spolužiakov na ich poznámky a kritiku.
8. So spolužiakmi ved' diskusiu a daj každému príležitosť vyjadriť sa (*Obrázok 74, 75*).
9. Obhajuj svoju prácu, ale buď pripravený od spolužiakov prijať ich návrhy a nové nápady.
10. Po ukončení prezentácie svojich pozorovaní, sa nezabudni spolužiakom poďakovať za pozornosť.

ZHRNUTIE: Zmysluplné vyhľadávanie informácií v odbornej literatúre, práca so živým biologickým materiálom a jeho určenie v prírodnom prostredí a pozorovanie stavby tela a životného cyklu vybraných zástupcov hmyzu príp. skúmanie potravných vzťahov v prírode, sú len čiastkové úlohy, ktoré sú v prírodných vedách veľmi dôležité. Aj tvoj výskum na úrovni pozorovania modelových druhov hmyzu a skúmania vybraných vlastností ekosystémov (voda, pôda, lúka, les) môže byť užitočný aj pre žiakov v iných ročníkoch. Možno práve oni sa pokúsia vyriešiť problémy, ktoré si načrtol, preveria tvoju prácu a posunú tvoje skúmanie o kúsok ďalej.



Obrázok 74: Prezentácia dosiahnutých výsledkov formou ústnej vedeckej správy pred žiackym kolektívom.



Obrázok 75: Bádateľsky orientovaná výučba ako efektívnejší spôsob získavania poznatkov na základných školách.

9 LITERATÚRA

1. BRTEK, Ľ. a kol. 1997: *Veľká kniha živočíchov, hmyz ryby obojživelníky plazy vtáky cicavce*. Príroda a. s., Bratislava 1997. 345 s. ISBN 80-07-00990-6.
2. ČERVENKA, M. a kol. 1997: *Veľká kniha rastlín hornín minerálov a skamenelín*. Príroda a. s., Bratislava 1997. 393 s. ISBN 80-07-00988-4.
3. GARMS, H.: *Rastliny a živočíchy, Príručka na určovanie*, Knížné centrum, Žilina 1997, 336 s. ISBN 80-88723-62-0.
4. HELD, Ľ. a kol.: *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*, Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave, Trnava 2011, s. 99 ISBN 978-80-8082-486-0.
5. HÍLEK, K. a kol. 1997: *Naši prírodou, krok za krokom*, adresár Picfauna a Picflora, Albatros, Praha 1997.
6. CHRENKOVÁ, M. a kol. 2006: *Školy pomáhajú zlepšiť životné prostredie*, Príručka k environmentálnej výchove, Daphne, 2006, s. 41-49.
7. KVASNIČÁK, R. - PROKOP, P., 2004: *Prírodovedné vzdelávanie v teréne a jeho vplyv na formovanie vedomostí a predstáv z ekológie u žiakov základných škôl*. Acta Facultatis Pedagog. Universitas Tyrnaviensis, Ser. B, Trnava 2004, s. 36-41. ISBN 80 – 8082 – 015 – 5.
8. KVASNIČÁK, R. - HELD, Ľ. - KIRCHMAYEROVÁ, J., 2005: *Návrh modelu vyučovacích jednotiek zameraný na ekologické vzťahy pôdneho ekosystému realizovaného formou terénneho skúsenostného vyučovania*. Environmentálna výchova a vzdelávanie na školách v Slovenskej republike, Nitra, 2005, In: Zborník referátov a posterov zo 4. národnej konferencie s medzinárodnou účasťou, Nitra 15 – 17 decembra 2004. s. 94-96. ISBN 80-8050-841-0.
9. KVASNIČÁK, R. – HELD, Ľ., 2008: *Model vyučovania ekológie so zameraním na ekologické vzťahy lesného ekosystému*, Biológia, ekológia, chémia, ročník 12, č.3, s. 27-30, ISSN 1335-8960.
10. KVASNIČÁK, R. 2010: *Alternatívne možnosti zhotovenia entomologických pomôcok používaných pri zbere biologického materiálu v školských podmienkach*. Biológia, ekológia, chémia, 2010, ročník 14, č.1, s. 14-17, ISSN 1338-1024.
11. KVASNIČÁK, R. – HELD, Ľ., 2010a: *Skúmanie lúčneho ekosystému žiakmi základných škôl*, Biológia, ekológia, chémia, ročník 14, č.3, s. 17-20, ISSN 1338-1024.
12. KVASNIČÁK, R. – HELD, Ľ., 2010b: *Skúmanie vlastností pôdneho ekosystému žiakmi základných škôl*, Biológia, ekológia, chémia, 14, č.4, s. 30-33, ISSN 1338-1024.

13. KVASNIČÁK, R., – HELD, Ľ., 2011: *Inovatívna metóda výučby biológie (ekológie)*, Didaktika, 2011, č. 5, s. 24 – 30. ISSN 1338-2845.
14. KVASNIČÁK, R., 2011: *Vplyv skúsenostného vyučovania v prírodných podmienkach na predstavy žiakov o ekosystéme*. Pedagogika, 2, 2011, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlová v Praze, s. 175-186, ISSN 0031-3815.
15. KVASNIČÁK, R., 2011: *Vplyv entomologického kurzu na postoje, vedomosti a predstavy vysokoškolských študentov k entomológii*: Acta Facultatis Pedagogicae Universitas Tyrnaviensis, Ser. D., ročník 15, s. 50-68, ISBN 978-80-8082-512-6.
16. KVASNIČÁK, R. – KUKLIŠOVÁ-NEMEČKAYOVÁ, K., 2012: *Vplyv audiovizuálnej prezentácie učiva na postoje vedomosti a predstavy žiakov základných škôl o hmyze*. Sborník z VII. ročníku medzinárodnej vedeckej konferencie. Dynamika institucionálneho vzdelávania v kontextu prípravy učiteľov prírodovedných, zemědělských a príbuzných odborů, EDUCO 2012, Česká zemědělská univerzita v Praze: 2012, s. 19 – 24, ISBN 978-80213-2279-0.
17. KVASNIČÁK, R. – TŘEŠKOVÁ, Z., 2012: *Skúsenostné vyučovanie v prírode a jeho krátkodobý vplyv na formovanie postojov a vedomostí z entomológie u žiakov základných škôl*. Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied, Recent Trends in Science Education, Zborník z medzinárodnej konferencie Smolenice 15. – 17. október 2012. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave: 2012, S. 251 – 255, ISBN 978 – 80 – 8082-541-6.
18. KVASNIČÁK, R. – PUŠKÁR, A., 2012: *Mravce ako vhodný objekt na pozorovanie v školskom prostredí*. Didaktika, č. 4, Iura Edition, Bratislava: 2012, 4, S.26-32, ISSN 1338-2845.
19. KVASNIČÁK, R., 2013a: *Inovatívna forma výučby ekológie na základných školách*, Naša škola, Odborný metodický časopis pre učiteľov materských škôl a 1. stupňa základných škôl, 2013, č. 1, roč. 14, PAMIKO spol. s r. o. Bratislava, s. 40 – 51.
20. KVASNIČÁK, R., 2013b: *Krátkodobý vplyv skúsenostného vyučovania v teréne na vedomosti žiakov o ekosystéme*. Pedagogika, č. 2, 2013, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlová v Praze: 2013, s. 198-219, ISSN 0031-3815.
21. KVASNIČÁK, R., 2014: *Vplyv krátkodobého vyučovania v prírode na postoje a vedomosti o hmyze u žiakov základných škôl*. Naša škola, Odborný metodický časopis pre učiteľov materských škôl a 1. stupňa základných škôl, 2014, č. 7, roč. 18, PAMIKO spol. s r. o. Bratislava, s. 40 – 51, ISSN 1335 – 2733.
22. KVASNIČÁK, R., 2015: *Pôda ako námet pre integrovanú tematickú výučbu biológie, ekológie, chémie v prírodnom a školskom prostredí*. Didaktika, Špeciálna príloha časopisu Manažment školy v praxi. 2015, č. 1, s. 9 – 18, ISSN 1336-9849.

23. KVASNIČÁK, R. – DVORSKÁ, M. 2015: *Vplyv názorných ukážok druhov rastlín na postoje, predstavy a vedomosti žiakov základných škôl*. Sborník statí z 10. ročníku konferencie EDUCO 2015 ve Vysokých Tatrách, Inštitút vzdelávania a poradenstvá ČZÚ v Prahe. Desiatiletí výzkumu ve vzdelávání a další perspektívy v rámci přípravy učitelů přírodovědných, zemědělských a příbuzných oborů, 30 – 31. ledna 2015, MŠMT ČR, Vydavatelství: TRIBUN EU, Brno 2015, s. 121 – 130, ISBN 978-80-263-0902-4.
24. KVASNIČÁK, R. – KORECOVÁ, K., 2015a: *Atraktivita akustického a vizuálneho vnímania cudzokrajných zástupcov hmyzu pozorovaných žiakmi v školskom prostredí*. *Biológia, ekológia, chémia*, ročník 19, č.4, s. 10-21, ISSN 1338-1024.
25. KVASNIČÁK, R. - KORECOVÁ, K., 2015b: *Krátkodobý vplyv pozorovania vybraných zástupcov hmyzu na predstavy a vedomosti žiakov o hmyze*. *Paidagogos*, 2015, č. 2, Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 2015, s. 60 - 87, ISSN 1213-3809.
26. KVASNIČÁK, R. – LIBOVIČOVÁ, J., 2016: *Atraktívne či menej atraktívne skupiny hmyzu ako objekt pozorovania v školskom prostredí*. *Didaktika, Špeciálna príloha časopisu Manažment školy v praxi*. 2016, č. 1, s. 9 – 21, ISSN 1336-9849.
27. KVASNIČÁK, R., 2017: *Pozorovanie jedincov spoločenského hmyzu v školských a prírodných podmienkach a ich vplyv na predstavy a vedomosti žiakov o hmyze*. Sborník statí z 12. ročníku medzinárodnej vedeckej konferencie. Výzkum v přípravě učitelů přírodovědných, zemědělských a příbuzných oborů, EDUCO 2017 ve Vysokých Tatrách, Inštitút vzdelávania a poradenstvá ČZU v Prahe. 23 – 25. března 2017, MŠMT ČR, Vydavatelství: TRIBUN EU, Brno 2017, s. 54 – 63, ISBN 978-80-213-2784-9.
28. KVASNIČÁK, R. – GEBRLÍNOVÁ, V. 2017: *Ovocná či vínná muška ako modelový objekt pozorovania a skúmania v školskom prostredí*. *Didaktika, Špeciálna príloha časopisu Manažment školy v praxi*. 2017, č. 2, s. 7 – 15, ISSN 1336-9849.
29. KVASNIČÁK, R. – TRNKOVÁ, D. 2017: *Včela medonosná ako modelový druh hmyzu pozorovaný v školskom a prírodnom prostredí*. *Didaktika, Špeciálna príloha časopisu Manažment školy v praxi*. 2017, č. 3, s. 9 – 15, ISSN 1336-9849.
30. POTTENGER, M. – YOUNG, D., 1993: *Prírodoveda, Fast 1. Naše životné prostredie, 2. Časť: Ekológia*. Výskumný ústav pedagogický, Bratislava, s. 177-179, 296-315.
31. PROKOP, P. – TUNCER, G. - KVASNIČÁK, R., 2007: *Short-Term Effects of Field Programme on Students' Knowledge and Attitude Toward Biology: a Slovak Experience*, *Journal of Science Education and Technology*, 16, (3), s. 247-255.
32. REICHHOLFOVÁ - RIEHMOVÁ, H.: *Hmyz*. Ikar, Bratislava 1997. s. 251-266. ISBN 80-7118-489-6.

33. UHER, B. – SLANINOVÁ, M. – KOVÁČIKOVÁ, Z., 2010: Krajské kolo biologickej olympiády, kat. B, 44 ročník, šk. rok 2009/2010, IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, 2010.
34. UHEREKOVÁ, M., HANTABÁLOVÁ, I., TRÉVAIOVÁ, I., MARGÁLOVÁ, E., PIKNOVÁ, Z, ZVONČEKOVÁ, V., 2012 a: *Biológia pre 5. ročník základnej školy*. Expol Pedagogika s. r. o. Bratislava, 2012, 108 s., ISBN 978-80-8091-278 - 9.
35. UHEREKOVÁ, M., HANTABÁLOVÁ, I., TRÉVAIOVÁ, I., MARGÁLOVÁ, E., PIKNOVÁ, Z, SITÁR, A., ZVONČEKOVÁ, V., 2012 b: *Biológia pre 6. ročník základnej školy*. Expol Pedagogika s. r. o. Bratislava, 2012, 96 s., ISBN 978-80-8091-264 - 2.
36. ŽOLDOŠOVÁ, K.- HELD, Ľ.- KIRCHMAYEROVÁ, J.- KVASNIČÁK, R.- PROKOP, P.- SLANICAY, J., 2004: *Prírodovedné vzdelávanie v teréne*. Trnavská univerzita - Pedagogická fakulta, 2004. s. 4-12, 73-100. ISBN 80-89074-81-2.

10 POUŽITÝ OBRAZOVÝ MATERIÁL

http://www.biopix.com/ephemera-vulgata_photo-57796.aspx
<https://muskarenie.wordpress.com/2009/01/05/podenky/>
<http://www.flickriver.com/search/Trichoptera/>
<https://gfp.sd.gov/wildlife/critters/insects-invertebrates/caddisflies.aspx>
http://www.oskole.sk/?id_cat=15&clanok=5703
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gerris.lacustris.-.lindsey.jpg>
http://www.hlasek.com/hydrometra_stagnorum_cb5835s.html
<https://www.biolib.cz/en/image/id101691/>
<http://www.flickriver.com/photos/janhamrsky/random/>
<http://www.commanster.eu/commanster/Insects/Beetles/WBeetles/>
<http://www.flickriver.com/photos/tags/dytiscid/interesting/>
<http://lifeinfreshwater.net/diving-beetle-hydrophorus-palustris/>
<https://www.biolib.cz/en/taxonimage/id101151/?taxonid=57>
<http://www.arkive.org/common-european-earwig/forficula-auricularia/image-A9914.html>
<http://abugblog.blogspot.sk/2010/07/>
<http://www.alamy.com/stock-photo/myrmeleon-formicarius.html>
<https://www. /cs/image-photo/ant-lion-myrmeleon-formicarius-denmark-111305312>
https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=331170
<http://www.fotonet.sk/?idp=37455&loc=2>
https://en.wikipedia.org/wiki/Coccinella_septempunctata
https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=550479
https://commons.wikimedia.org/wiki/Lady_Beetle_-_Propylea_quatuordecimpunctata.jpg
<https://www.flickr.com/photos/sanmartin/2127992008>
<http://www.coloss.org/taskforces/beekeeping/apis-mellifera-ligustica/view>
<http://www.arkive.org/honey-bee/apis-mellifera/image-A8703.html>
<http://www.arkive.org/honey-bee/apis-mellifera/photos.html>
<http://www.leps.it/index.js.htm?SpeciesPages/InachisIo.htm>
<https://www.biolib.cz/cz/image/id126445/>
https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=591237
<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Heptamelus+sylvina>
<http://www.ukmoths.org.uk/search/?entry=1&thumbnails=true>

https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=260885
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_formica_rufa_sideviewmirror.jpg
<https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=888>
<https://www.biolib.cz/cz/image/id71466/>
<http://www.-forest-destroyed-by-european-spruce-beetle-ips-typographus-61342157.html>
<https://www.keepinginsects.com/stick-insect/species/annam-stick-insect/>
<https://picclick.co.uk/Annam-stick-insect-sexual-culture-eggs-ova-x10-332314660819.html>
<http://espacepourlavie.ca/en/insects-arthropods/house-crickets>
<https://www./forum.html#/discussion/1068/acheta-domesticus-or-gryllus-assimilis>
<http://bugguide.net/node/view/481461>
http://obbard.bio.ed.ac.uk/photo_gallery/flies/Hirtodrosophila_confusa_lab.jpg
<http://www.animalresearch.info/en/research-animals/drosophila-melanogaster/>
<http://rwotton.blogspot.sk/2014/06/why-drosophila-is-so-interesting.html>
<https://www.cherrybiotech.com/portfolio/drosophila-melanogaster-temperature-control-sensitive-mutants?id=4627>
https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=40531

POĎAKOVANIE

V závere vyslovujem poďakovanie recenzentom, menovite doc. Ing. Viere Peterkovej, PhD. a PaedDr. Milanovi Kubiakovi, PhD. za konštruktívne pripomienky k rukopisu metodickéj príručky určenej pre učiteľov a žiakov základných škôl. Úprimná vďaka patrí aj Mgr. Lenke Šumskej za jazykové a štylistické korektúry predkladaného odborného textu.