



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

NEZDOLNÉ ŽELVUŠKY, NADĚJE PŘÍŠTÍCH GENERACÍ

Michaela Tvrzová

Gymnázium Zikmunda Wintra

náměstí Jana Žižky 186, 269 01 Rakovník

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Rakovníku dne

Michaela Tvrzová

Anotace

Tato práce se zabývá charakteristikou kmene želvušek, popisem jednotlivých soustav jejich těla a jejich neobvyklými schopnostmi přežít prakticky cokoli. Mým cílem je blíže seznámit sebe i své okolí s těmito výjimečnými mikroorganismy. V praktické části bych se chtěla věnovat pozorování jednotlivých struktur těla želvušek a bližšímu zkoumání jevů z jejich života.

Klíčová slova

Želvušky; kryptobióza; přežití; výzkum; budoucnost

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Želvušky (Tardigrada).....	5
2.1	Základní charakteristika kmene.....	5
2.1.1	Taxonomie.....	6
2.1.2	Anatomie a morfologie.....	6
2.2	Výskyt.....	8
2.3	Životní strategie.....	9
2.3.1	Klidová stadia.....	9
2.4	Využití želvušek	10
3	Praktická část.....	12
4	Závěr.....	15
5	Použitá literatura	16
6	Seznam obrázků	Chyba! Záložka není definována. 7

1 ÚVOD

Téma své ročníkové práce jsem si vybrala primárně z toho důvodu, že želvušky jsou velice zajímavé organismy, je na nich stále co zkoumat, dokáží zaujmout lidskou pozornost (nebo alespoň tu moji) na poměrně dlouhou dobu, jsou velice užitečné, a to nejen ve vědě, i když především právě v ní, a navíc ještě k tomu mají velký potenciál do budoucnosti jak blízké, tak daleké.

V teoretické části mé ročníkové práce se hodlám zabývat hlavně studiem všemožných poznatků ze světa želvušek, od obecných informací jako je jejich zařazení do skupiny, základy jejich anatomie a fungování celého jejich těla přes neskutečné schopnosti přežít až po jejich využití ve všech možných oblastech lidského života a jeho budoucnosti.

V praktické části mám v plánu věnovat se svému malému výzkumu želvušek a jejich výskytu v mé blízké a také velmi oblíbené přírodní lokalitě Křivoklátsku.

2 ŽELVUŠKY (TARDIGRADA)

Želvušky (latinsky Tardigrada) jsou mikroskopičtí bezobratlí živočichové kosmopolitního výskytu s mimořádnými schopnostmi přežití v extrémních podmínkách. Tímto termínem lze ale označit i celý kmen, do kterého tyto organismy patří.

Poprvé byly pozorovány přibližně v roce 1773 německým zoologem Johannem Augustem Ephraimem Goezem, který pozorovaný exemplář popsal slovy „malý vodní medvěd“. Pozdější latinský a zároveň dodnes mezinárodně používaný název „Tardigrada“ zavedl o 4 roky později, tedy roku 1777, italský biolog Lazzaro Spallanzani, kterému tyto organismy údajně připomínaly želvy. Z tohoto slova bylo poté odvozeno české pojmenování „želvušky“.

Prvopočátek evoluce želvušek můžeme ale odhadovat už na období kambria, kdy se patrně vyvíjely z podstatně větších předků, a to v mořích a oceánech. Na sladkou vodu se tedy začaly vázat až o něco později.

2.1 Základní charakteristika kmene

Kmen želvušky řadíme mezi kmeny živočichů se 3 zárodečnými listy (tzv. triblastica) a jako převážná většina triblastic mají i želvušky dvoustrannou (bilaterální) tělní souměrnost.

Všichni živočichové patřící do tohoto kmenu jsou drobní, přičemž jejich velikost se pohybuje přibližně od 50 do 1200 mikrometrů (tyto krajní hodnoty jsou považovány spíše za extrémní případy, ale i tak se takoví jedinci najdou), a tudíž je nelze vidět pouhým okem.

Většina želvušek je průsvitná. Platí to především v případě mořských druhů, ale i želvušek, které jsou po delší dobu bez přísunu potravy. Co se týče suchozemských druhů, u nich se můžeme setkat s větší barevnostní variabilitou, mohou mít kutikulu totiž zbarvenou do barev poměrně širokého spektra – od bílé a žluté přes růžovou a oranžovou až po nazelenalou či hnědou. Obvykle jde ale o barvy světlejších odstínů.

U zástupců tohoto kmenu se vyskytuje pohlavní dvojtvárnost, tedy viditelný rozdíl mezi samcem a samicí téhož druhu. Podstatné rozdíly můžeme pozorovat například ve velikosti jednotlivých zástupců nebo v délce hlavových přívěsků. U některých druhů želvušek můžou být samice dokonce až dvojnásobně větší než samci.

Želvušky jsou převážně gonochoristé, ale mohou být i hermafrodité. Jejich pohlavní orgány jsou nepárové. Může docházet jak k vnitřnímu, tak k vnějšímu oplození, a možné je dokonce oplození prostřednictvím partenogeneze. U některých druhů byly pozorovány snubní tance, které se lišily v závislosti na druhu želvušek. Samice buď po oplození nebo v některých případech dokonce ještě před ním naklade 1-20 vajíček, která jsou mnohdy velmi rozmanitá, a tak často slouží jako jeden ze zásadních znaků při určování, o který druh želvušky jde, do kutikuly, kterou předtím svlékla. Jejich vývoj je přímý a k líhnutí z vajíček může docházet po 10 až 14 dnech od jejich naklazení, někdy to ale trvá i několik měsíců, opět záleží na druhu a také na podmínkách.

2.1.1 Taxonomie

Kmen Tardigrada lze v současné době rozdělit na 2 třídy – Eutardigrada a Heterotardigrada. V roce 1937 byl sice popsán ojedinělý druh želvušky zařazený do třídy Mesotardigrada, lokalita výskytu byla ale později díky zemětřesení zničena a prozatím se nikomu dalšímu nepovedlo najít tento nebo jiný

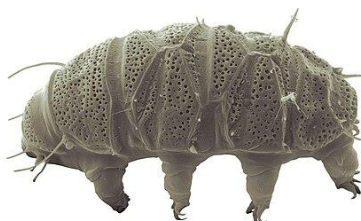
druh patřící to této třídy. Jelikož je ale velice známá želvuščí odolnost, vědci dokonce polemizují nad tím, jestli nalezeným organismem vůbec byla želvuška, protože převážná většina želvušek by si se seismickou činností pravděpodobně dokázala poradit.

Celkem bylo zatím popsáno přes 1400 druhů želvušek (k roku 2023 to bylo konkrétně 1464 druhů), přitom z toho přibližně 110 druhů se vyskytuje na území naší republiky. Vzhledem k tomu, že želvušky a lokality jejich výskytu nejsou dodnes stále ještě řádně prozkoumány, se celkový počet všech druhů odhaduje až na 10000.

Základními rozdíly mezi dvěma známými třídami, Eutardigrada a Heterotardigrada, jsou především v povrchu jejich kutikuly a prostředí, ve kterém se vyskytují. Pro třídu Eutardigrada je typická celistvá hladká kutikula a život vázaný na sladkou vodu, byť jen ve formě velice tenkého filmu na vegetaci. Oproti tomu u zástupců třídy Heterotardigrada můžeme pozorovat tělo kryté pórovitými kutikulárními pláty s rozmanitými výběžky všeho druhu a vyskytují se převážně v mořském prostředí. Tato třída bývá také označována za vzácnější a díky neobvyklejší stavbě těla i za zajímavější. Další významný rozdíl je v přítomnosti malpighických trubic v rámci trávicí soustavy.



Obr. 1: Želvuška třídy Eutardigrada s hladkou kutikulou



Obr. 2: Želvuška třídy Heterotardigrada s pórovitými kutikulárními pláty

2.1.2 Anatomie a morfologie

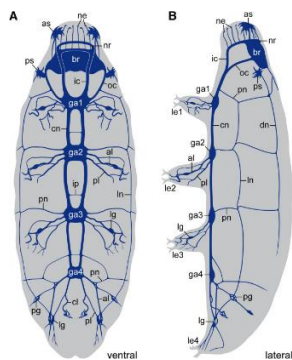
Tělo želvušek je válcovité a složené celkem z 5 článků, a to jednoho hlavového, tří trupových a jednoho koncového. Všechny články kromě hlavového nesou pár zavalitých nečláňkovaných končetin s drápkami, které jsou jedním z hlavních rozlišovacích znaků při určování konkrétních druhů želvušek. První tři páry končetin na trupových článcích slouží k pohybu, poslední pár pomáhá při přichycení k substrátu. V želvušcím těle se nachází obvykle pouze okolo 1000 buněk, ale i přes malou velikost těchto organismů je jejich stavba těla poměrně komplikovaná.

Celé tělo mají želvušky pokryté chitinózní kutikulou, která je buď souvislá nebo složena z plátů, u některých druhů může být zdobena různými výrůstky a vzniká z výměšků pokožky. Během růstu želvušek dochází k jejímu svlékání. Samice některých druhů do svlečky dokonce kladou svá vajíčka.

Hemocoel, tělní dutina želvušek, vznikla při jejich vývoji splynutím pravé tělní dutiny coelomu a dutiny blastocoel. Uvnitř dutiny se kromě orgánů nachází i tekutina s volnými buňkami, které mají nejen zásobní a imunitní funkci, ale slouží i jako primitivní oběhová soustava. Tyto buňky jsou proto někdy označovány jako buňky zásobní.

Trávicí soustava začíná v hlavové části ústy a stylety neboli bodci, které jsou velice důležité kvůli příjmu potravy, jelikož slouží k jejímu napichování. Nabodnutá potrava je poté díky pohybu hltanu vysáta a pokračuje přes jícn do střeva, které se dělí na přední a zadní. Tam už následuje samotné trávení, nestrávené zbytky pak putují ven skrz konečník. Celá trávicí soustava je ukončena řitním otvorem, jenž se nachází mezi posledním párem končetin, v případě třídy Eutardigrada potažmo kloakou. Tento pojem je zde používán především kvůli přítomnosti malpighických trubic, které u zmíněné třídy spolu s reprodukčním systémem vyúsťují právě v oblasti konečníku.

Nervová soustava želvušek je žebříčková. Lze ji rozdělit na dvě části – centrální nervovou soustavu (dále CNS) a periferní nervovou soustavu (PNS). CNS je složena z laločnatého mozku, který se nachází v hlavové části těla, a nervových ganglií, ta se nachází v dalších článcích těla a jsou s mozkem propojena pomocí břišních nervových provazců. PNS se poté skládá z nervových vláken, která leží úplně mimo hlavní řetězec CNS a jsou na ně navázána další nervová ganglia vyskytující se zhruba na spojnicích těla s končetinami. Celá soustava obsahuje podélné (konektivy) a příčné (komisury) spojky jednotlivých ganglií a jejich párů, tudíž může svým dojmem opravdu připomínat jakýsi žebřík, podle toho také nese svůj název.

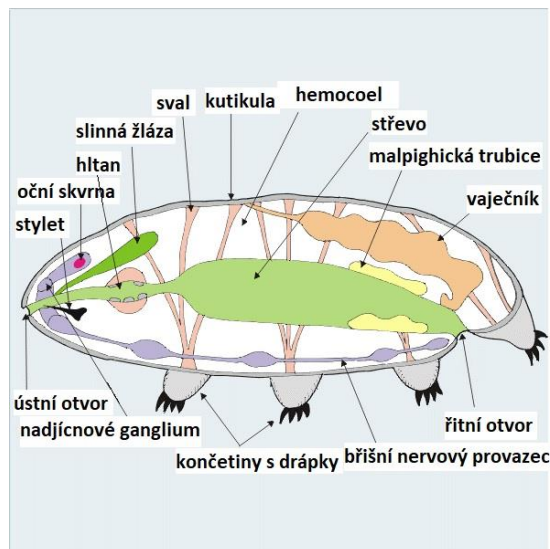


Obr. 3: Nervová soustava želvušek (pohled shora a z boku)

Co se týče želvušcích smyslů, doposud nebyly nijak důkladně prozkoumány. Spolehlivě byly zatím identifikovány dva typy smyslových orgánů, a to ciry a oční skvrny. Ciry nebo také hmatové štětinky mají želvušky většinou umístěné nejen na břišní nebo přední (hlavové) části těla, ale i na nohách, a plní funkci hmatu. Oční skvrny by se daly označit jako jednoduchá očka, jelikož nesou fotoreceptory a jsou tvořeny pigmentovými pohárky (každá skvrna obsahuje pouze jeden), které jsou pod mikroskopem obvykle viditelné v černé nebo hnědé barvě, to se liší u jednotlivých druhů. Oční skvrny se nachází v krajních lalocích mozku.

Veškeré svalstvo želvušek příčně pruhované a jelikož jsou to bezobratlí živočichové, svaly se neupínají na kosti jako je tomu u obratlovců, nýbrž na jiné pevné struktury v jejich těle. Svalstvo želvuškám umožňuje v první řadě pohyb nohou i těla, dále také ale stahování hltanu, což je pro ně naprosto nezbytné kvůli příjmu potravy.

Želvušky dýchají celým povrchem těla, nemají tedy žádný speciální dýchací orgán nebo orgány.



Obr. 4: Stavba těla samice želvušky

2.2 Výskyt

Želvušky se vyskytují prakticky všude. Vysoko v horách i hluboko v oceánu. Nachází se ve sladkých i slaných vodách, ale také na souši. Jejich výskyt tak můžeme označit za kosmopolitní. Nejčastěji se s nimi můžeme setkat v meších, lišejnících, jätrovkách, dalších rostlinách, pobřežních sedimentech nebo v půdě, kde žijí v tenkých filmech (vrstvách) vody.

Narazíme na ně ale i v poněkud extrémních podmínkách jako jsou ledovce, pouště, sopečné bahno nebo horké prameny. V těchto lokalitách ale není výskyt želvušek prozkoumán detailněji. Jasně ovšem je, že se na takových místech mohou vyskytovat právě díky jejich jedinečné schopnosti přejít do klidového stadia.

2.3 Životní strategie

Potrava želušek je velmi různorodá. Některé druhy mohou být vyloženě parazitické, jiné si naopak vystačí pouze s rostlinnou potravou. Dravé želvušky se živí například prvoky, vířníky, hlísticemi, různými bakteriemi nebo detritem, přičemž některé požírají i jiné želvušky, což by se dalo s největší pravděpodobností označit za jistý druh kanibalismu. Býložravé želvušky zase pojídají rostlinné buňky, mech a řasy.

I přes to, že převážná většina všech druhů želvušek žije na souši, jejich aktivní životní cyklus je vázán na vodu, tudíž o nich můžeme v podstatě hovořit jako o vodních živočích, a přitom pravý úspěch jejich přežití spočívá v první řadě v tom, že mimořádně dobře přežívají vyschnutí. Někdy je vyschnutí dokonce důležité pro vylíhnutí vajíček, která nakladla samice, aby tak mohl být dokončen životní cyklus. Vysychání pro želvušky představuje i jistou výhodu v tom, že díky sníženému obsahu vody na minimum může poměrně snadno dojít k redukci vodu vyžadujících predátorů a parazitů, kteří by želvušku mohli jakkoli ohrožovat.

Nejen při vyschnutí, ale i za jiných nepříznivých podmínek želvušky přechází do klidového stadia a tvoří tzv. soudeček, a právě díky této schopnosti jsou želvušky takto velkolepě odolné.

2.3.1 Klidová stadia

Jednotlivá klidová stadia, do kterých želvušky přechází za nepříznivých podmínek pro život, se liší právě v závislosti na konkrétních podmínkách, tedy spouštěcím faktoru. Obecně rozlišujeme tyto základní klidová stadia: anabióza, osmobióza, kryobióza, anoxybióza a cysta.

Do anabiózy přechází želvušky zpravidla při nedostatku vody, která je pro její život zcela zásadní. Podíl vody v jejím těle klesá, a i propustnost kutikuly se snižuje. Následně se želvuška zabalí do již zmiňovaného soudečku. Tvorba soudečku je poměrně rychlou záležitostí, ovšem jeho rozbalení, které nastává po rehydrataci, může díky případné obnově tkání a opravě buněk trvat až několik hodin či dnů.

Osmobióza je klidové stadium, do kterého želvuška může přejít po vystavení se vysokým koncentracím solí a dalších osmoticky aktivních látek.

Při vystavení se velkému mrazu, kdy klesá jejich metabolická teplota, přecházejí želvušky do kryobiózy.

Když se želvušky vyskytnou v prostředí, kde je nedostatek kyslíku, na který jsou želvušky opravdu citlivé, dostanou se do klidového stadia zvaného anoxybióza. V tomto stadiu ale želvušky netvoří pro jiná stadia velmi typický soudeček, ale upadají do jakéhosi kómatu. K přechodu do tohoto stadia dochází především ve vodním prostředí a během doby, kdy je želvuška v kómatu, vstupuje do jejího organismu neregulovatelně velké množství vody. Do aktivního stavu se vrátí jako je tomu i u jiných stadií až při nastání příznivějších podmínek, v tomto případě při zvýšení hladiny kyslíku.

Speciálním případem klidového stavu je potom cysta, k jejímuž vzniku dochází reakcí želvušky na změnu délky dne, změnu teploty nebo nedostatek potravy. Dojde při něm, podobně jako u dalších stadií, k přerušení vývoje, které se vyznačuje sníženým nebo úplně zastavenými metabolickými ději.

Běžné želvušky žijící aktivním životem se obvykle dožívají věku okolo několika měsíců až přibližně dvou let. V klidových stadiích ale mohou přežít i několik desetiletí. Některé zdroje uvádí, že po navrácení do příznivých podmínek mohou pohnout dokonce i želvuška z mechu sebraného před 120 lety. Během pobytu v soudečku se zastaví jejich stárnutí, takže po navrácení se zpět do aktivního života mohou takřka pokračovat tam, kde skončily, a žít dál.

2.4 Využití želvušek

Díky svým mimořádným schopnostem se želvušky čím dál více s postupující dobou stávají předmětem různých vědeckých výzkumů a experimentů, tudíž je můžeme označit jako modelové.

Želvušky byly také již několikrát poslány do vesmíru. Poprvé k tomu došlo v roce 2007, kdy bylo do vesmíru posláno několik různých druhů želvušek a vědci u nich poté zkoumali hladinu stresu, míru poškození DNA, dále taky ještě vliv vesmírné radiace. Výsledek pokusu byl takový, že želvušky zvládly celkem desetidenní vystavení nepříznivým anaerobním vesmírným podmínkám a nic z toho nemělo žádný zásadní vliv na jejich následný život po návratu na Zem. Podobné průzkumy proběhly i v roce 2011.

Roku 2019 želvušky dokonce dostaly šanci podívat se na Měsíc. Několik tisíc jich bylo vzato v časové kapsli do izraelské vesmírné sondy Beresheet, která byla poté vyslána na Měsíc. V dubnu toho roku pak ale došlo k náhlému zřícení sondy se želvuškami na měsíční povrch. Nabízí se tedy otázka, jestli je možné, aby želvušky byly schopny nějakým způsobem skutečně žít v tomto prostředí? Pravda je taková, že britští vědci, kteří se touto otázkou zabývali, zjistili, že je to poměrně nepravděpodobné,

protože díky svému výzkumu, při kterém stříleli želvušky ze speciálního k tomuto účelu sestaveného přístroje, přišli na to, že jsou schopny odolávat tlaku přibližně v hodnotě 1,01 GPa, ale už ne tlaku 1,14 GPa a zřícení měsíční sondy by tedy nejspíš nemohly přežít, protože tlak byl v danou chvíli údajně větší než krajní hodnota 1,01 GPa.



Obr. 5: izraelská sonda Beresheet obsahující časovou kapsli s tisícem želvušek

Je už tedy více než jasné, že želvušky mají v živočišné říši opravdu výjimečné schopnosti. Astrobiologové se v nedávné době také zabývali odhadem, zda by někdy v budoucnu mohlo dojít k apokalypse, a tedy případně úplnému vyhynutí živé populace. Při zkoumání situací, které by mohly nastat, brali v potaz například výbuch supernovy, blízký průlet jiné planety nebo záblesky gama záření. A přišli na to, že pokud neproběhne vyvaření vody z oceánů, nemuselo by k žádné globální sterilizaci života vůbec dojít, a to právě a především díky želvuškám a jejich neuvěřitelné odolnosti.

Želvušky tedy rozhodně mají velký potenciál k dalšímu užítkování pro nás, ale i pro mnohé další generace. Samozřejmě pouze pokud bude tento potenciál správně a dostatečně využit.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části mé ročníkové práce jsem se mimo jiné rozhodla zmapovat výskyt želvušek na Křivoklátsku. Po dobu jednoho roku budu na osmi různých místech v této oblasti pravidelně sbírat vzorky mechu, izolovat je a poté pozorovat pod mikroskopem a průběžně zaznamenávat, kde přesně je výskyt nejfrekventovanější a jak se liší v jednotlivých obdobích celého roku.

Výzkum jsem začala výběrem co nejvhodnějších míst pro sběr mechu. Pak přišel na řadu samotný sběr a izolace, která nebyla zpočátku úplně jednoduchá. Přes všechny strasti, a především díky prostředkům potřebným pro provedení poskytnutých panem Vollerem jsem se nakonec dopracovala ke správnému vytvoření Baermannovy nálevky. Izolace mechu touto metodou, tedy s pomocí nálevky, patří údajně k těm nejefektivnějším.

Sběr mechu byl poměrně jednoduchý. Bylo k němu potřeba pouze několik málo věcí, a to příborový nůž k jednoduššímu odejmutí potřebného množství mechu z jeho substrátu v dané lokalitě, krabičky na uskladnění jednotlivých vzorků, které samozřejmě musely být pečlivě popsány, aby následně při pozorování nedošlo k nějakému omylu, a mobilní telefon, pomocí kterého jsem pořizovala fotografie míst sběru a také detailních záběrů na samotné vzorky těsně před sběrem.

Část sebraných vzorků jsem poté odeslala na důkladnější analýzu panu Vollerovi, odbornému konzultantovi mé práce, z Univerzity Palackého v Olomouci, kam mám v plánu posílat vzorky pravidelně a na základě výsledků poté určit, ve kterém období, případně v jaké lokalitě, je výskyt želvušek největší.

Zbytek sebraného mechu pak bylo určeno k mému vlastnímu zkoumání ve školní biologické laboratoři. Jak už jsem výše zmiňovala, zpočátku jsem měla se sestavením a funkcí Baermannovy nálevky trochu problém, jelikož prvních několik verzí bylo vytvořeno poněkud improvizovaně z toho, co bylo v tu chvíli k dispozici.

K samotnému postavení nálevky je zapotřebí laboratorní stojan, filtrační nálevka (vylepšená o přilepené sítko po celém povrchu hrdla), filtrační kruh, gumová hadička, mikroskopavka s odstřiženým víčkem a kousek tenkého toaletního papíru. Při sestavování se nejprve připevní filtrační kruh k laboratornímu stojanu, poté je důležité navléknout na vývod filtrační nálevky gumovou hadičku a do hadičky pak ještě vmáčknout část mikroskopavky. Takto připravená nálevka se následně umístí do filtračního kruhu, a pak už jen stačí položit na ni dvě vrstvy toaletního papíru a nálevka je hotová.



Obr. 6: Improvizovaná Baermannova nálevka Obr. 7: Současná Baermannova nálevka

Dalším nezbytným krokem je izolace mechu. Po správném sestavení nálevky už zbývá jen položit mech na složený papír na vrchu nálevky zelenými lístky dolů a přilít do nálevky vodu tak, aby byl mech potopený. Izolovat mech v Baermannově nálevce je nejlepší přibližně 48 hodin, z vlastní zkušenosti ale vím, že ve většině případů lze želvušky pozorovat už po pouhých 24 hodinách. Čím déle se mech izoluje, tím se samozřejmě zvýší šance na výskyt želvušek, celá nálevka totiž funguje tak, že během doby, co je mech v podstatě ponořený do vody, želvušky se z něj uvolňují a postupně putují až na úplné dno, což v tomto případě znamená do špičky mikrozukumavky.

K následnému pozorování želvušek je poté třeba opatrně vyjmout mikrozukumavku z gumové hadičky a dostat její obsah pomocí pipety na podložní sklíčko, které se následně přikryje sklíčkem krycím a pak nezbývá nic než jen vložit preparát pod mikroskop.



Obr. 8 a 9: Želvušky pod mikroskopem (zvětšení 40x)

V průběhu svých pozorování, která při tvorbě ročníkové práce vykonávám pravidelně jsem se už se želvuškami stihla docela dobře seznámit a zastihla jsem je v různých životních situacích od klidné chůze, přes požívání nalezené potravy a kontakt s jinými organismy ve vzorcích, až po tvorbu klidového stadia. Daří se mi taky mnohem lépe rozeznávat jednotlivé struktury želvušcích těl a rozumím více jejich pohybu. Bohužel jsem se ještě ale nedopracovala k určování jednotlivých druhů želvušek. Ráda bych se o to v budoucnu ještě pokusila, ale vzhledem k tomu, že s tím mívají velmi často problémy i poměrně zkušené vědci věnující se těmto mikroorganismům pěknou řádku let, myslím že se mi to s velkou pravděpodobností nepodaří úplně tak, jak bych si přála.

V rámci mé spolupráce s panem Vollerem jsem také dostala příležitost zúčastnit se setkání lovců želvůšek, a to právě na Lékařské fakultě Univerzity Palackého v Olomouci, kde jsem měla spolu s dalšími zúčastněnými studenty možnost prozkoumat tamější prostory využívané mikrobiology, mohla jsem si také prohlédnout obsah vlastního vzorku vyizolovaného v Baermannově nálevce pod elektronovým mikroskopem a dozvěděla jsem se spoustu zajímavostí jak ze světa želvůšek, tak z celé oblasti moderní vědy.

4 ZÁVĚR

V teoretické části jsem se zabývala charakteristikou želvušek jako takových, ale především také popisem jejich neuvěřitelného života a jejich velmi výjimečných schopností. Dozvěděla jsem se přitom mnoho zajímavých informací, které vzhledem k mému zájmu o biologii a chemii doufám najdou uplatnění i v budoucnu.

Co se týče praktické části, naučila jsem se lépe pracovat s mikroskopem a získala jsem poměrně dost nových poznatků celkově z práce v laboratorním prostředí. Také se mi docela podařilo vypracovat se ve tvorbě Baermannovy nálevky, což považuji za nemalý úspěch. Můj výzkum ještě ale není u konce a mám v plánu v něm i nadále pokračovat a věnovat se analýze výskytu želvušek na Křivoklátsku, ale i samotnému pozorování, které mi upřímně přišlo ze všeho nejpřínosnější a zároveň nejzábavnější.

5 POUŽITÁ LITERATURA

[1]

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1: Želvuška třídy Eutardigrada s hladkou kutikulou.....	6
Obr.2: Želvuška třídy Heterotardigrada s pórovitými kutikulárními pláty.....	6
Obr.3: Nervová soustava želvušek (pohled shora a z boku).....	7
Obr.4: Stavba těla samice želvušky	8
Obr.5: Izraelská sonda Beresheet obsahující časovou kapsli s tisícem želvušek.....	10
Obr.6: Improvizovaná Baermannova nálevka.....	13
Obr.7: Současná Baermannova nálevka.....	13
Obr.8: Želvuška pod mikroskopem (zvětšení 40x).....	13
Obr.9: Želvuška pod mikroskopem (zvětšení 40x).....	13