



Živočichové v aerofytickém mechu

„Byli tam malí, opravdu tak malí z mého pohledu, že i kdyby se jich sto položilo vedle sebe, nedosahovali by velikosti zrna hrubého písku.“ - A. V. Leweenhoek, vynálezce mikroskopu v roce 1665

Aerofytický mech je snadno dostupným materiálem pro praktická cvičení téměř kdekoliv a v kteroukoliv roční robu. Lze v něm demonstrovat několik skupin mikroskopických živočichů pomocí běžné mikroskopické techniky.

Využité přístroje:

mikroskopy, promítací zařízení na mikroskopu ve spojení s dataprojektorem

Cílová skupina/náročnost:

1. a 2. ročník SŠ a odpovídající ročníky gymnázií

Autor:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1 Úvod

Aerofytický mech je výborným zdrojem materiálů pro pozorování mikroskopických živočichů. Vytváří vysychavé polštáře na střeších domů, starých zdech, na okrajích betonových žlabů, okrajích betonových ploch a chodníků a na podobných místech. V přírodě tvoří polštáře na skalním povrchu, zejména na osluněných místech.

Mech je za vlhkého počasí sytě žlutozelený rozprostřenými lístky. Za sucha mech sesychá a vytváří suché lámavé koberce.

K druhům, které jsou vhodným zdrojem biologického materiálu pro praktika, jsou koberce kroucence. Kroucenc obecný (*Turtula ruralis*; také *Syntrichia ruralis*) je dvoudomý mech s kosmopolitním rozšířením. Je schopen růst v různém klimatu, od tundry s arktickými podmínkami do pouštních podmínek. Vytváří koberce až 4 cm vysoké, které jsou za vlhka jasně žlutozelené a měkké. Za sucha se lístky mechu přitisknou k lodyžce a barva mechu se změní na červenohnědou. Má rád vápnaté podklady, proto se běžně vyskytuje na betonových plochách, zdech, eternitových střeších a na povrchu vápnaté půdy.

Použití lze i další druhy mechů. Obsah mikrofauny se lehce odlišuje, ale i další druhy poskytují uspokojivé výsledky, dostatečně ilustrující tento zvláštní biotop.

Ve vysušeném stavu je mech schopen přežívat až desítky let, po navlhčení se znovu obnoví jeho metabolismus. Mech tak představuje extrémně nestabilní prostředí pro mikroskopické organismy. Ty musí, stejně jako mech, být schopny přežívat extrémně suché podmínky a poobnovení vlhkosti musí rychle obnovit životní funkce a rychle se pomnožit. Pokud nastane nové vyschnutí, organismy mu čelí schopností encystace.

Praktický návod:

Mech, nejlépe vlhký, vložíme do Petriho misky a lehce zalíváme vodou tak, aby nakonec na dně misky zůstala jen tenká vrstvička vody a mech další vodu nepřijímal.

Pokud máme mech suchý, prolijeme jej v Petriho misce vodou, aby se nasákl, necháme určitou dobu v klidu a po jeho provlhčení dolijeme vodu tak, aby na dně misky byla tenká vrstvička vody. Takový mech necháme alespoň 12-16 hodin v klidu.

Po této době vezmeme jednorázové kapátko, špičku lehce vtlačíme do mechového polštáře a několikrát nasajeme a vytlačíme vodu a poté nasajeme do kapátka 1-2 mm vody. Kapátko necháme ve svislé poloze několik minut. Organický detrit a mikrofauna zvěšené ve vodě v kapátku klesnou do špičky kapátka, kde vytvoří tmavší vrstvičku. Tuto tmavou vrstvičku vytlačíme jako kapku na podložní sklo, přikryjeme krycím sklem, které lehce přitlačíme, a přebytečnou vodu odsajeme (případně doplníme, pokud je vody málo) filtračním papírem. Pozorujeme v procházejícím světle s větším zvětšením.

Čas:

45 minut

Udržitelnost opakování pokusu:

Mech vydrží pro pozorování, pokud je udržován ve vlhkém stavu a na světle, asi tak týden až deset dní. Mění se však složení jako mikrofauny. Proto nejlepší výsledky získáme s mechem starým jeden až tři dny.

2 Kořenonožci

Systematické postavení kořenonožců

Kořenonožci jsou polyfyletickou (= mají různou evoluční historii) skupinou prvoků, kteří nemají panožky vyztužené mikrotubuly nebo podobnými strukturami. Pohybují se améboidně, tj. vysunováním a stahováním panožek (pseudopodií) nebo postupným prodlužováním panožky. Panožky mají různou morfologii a jejich charakter je základem pro taxonomické dělení kořenonožců.

Morfologie a anatomie

Kořenonožci mají tělo tvořené jedinou buňkou, která je buď nahá, nebo si vytváří schránku. Tvar těla je udržován tužší, hyalinní ektoplazmou. Ektoplazma vytváří panožky střídáním etap rozpadu vláken aktinu v ektoplazmě, vtlačení entoplazmy do tohoto prostoru a následným obnovením vláken z aktinu ve vytvořeném výběžku. Entoplazma je vakuolizovaná, s granulemizásobních hmot, jádrem a dalšími organelami. Příjem potravy je fagocytózou. Potrava je obklopena panožkami, dojde ke splynutí ektoplazmy a k vytvoření potravní vakuoly. Ektoplazma u krytenek vytváří organickou nebo minerální schránku, ke které je samotná buňka zevnitř přichycena cytoplazmatickými můstky.

Na organickou schránku si některé typy nalepují drobný detrit z okolí a vytváří schránku aglutinovanou (z tzv. xenozómat) nebo si vytváří drobné taškovitě se překrývající destičky zopálu (z tzv. idiozómat).

Rozmnožování kořenonožců

Kořenonožci se dělí binárně, tj. rozdělí se ve dvě dceřiné buňky. U kořenonožců se schránkami se nejprve vylíje část cytoplazmy z pseudostomu a na této vnější části cytoplazmy se vytvoří nová schránka zrcadlovitě symetrická k původní schránce. Pak se od sebe buňky oddělí.

Evoluční historie

Fosilní sladkovodní kořenonožce známe z karbonu.

Ekologie

Základním předpokladem pro rozvoj kořenonožců je dostatek vody. Voda, která se hromadí v kapilárách v půdě a na povrchu mechu, proto hostí bohatá společenstva prvoků. Stačí jim i velmi tenký vodní film (30 μm), který je dostatečný pro rozvoj těchto prvoků. Z celkové biomasy v půdě tvoří prvoci asi 10 až 30 %. Vzhledem ke své produktivitě jako dekompozitoři jsou krytenky pro půdu z ekologického hlediska stejně důležité jako dešťovky.

Měňavky a krytenky pohlcují organismy přichycené k nějakému substrátu. Jsou tedy významnými predátory na mikroskopické úrovni. Původní představa, že se živí bakteriemi, se ukázala jako neopodstatněná. Ve skutečnosti jsou schopny pohlcovat i organismy o velmi různé velikosti (mezi 0,2 - 1000 μm), někdy i kořist o skoro stejné velikosti, jako je kořenonožec samotný. Někteří kořenonožci jsou i mixotrofní, se symbiotickými řasami v cytoplazmě; u aerofytických krytenek je touto řasou *Chlorella*.

Krytenky jsou schopny přežívat vyschnutí mechu encystací. V encystovaném stavu jsou schopny přežívat 5 až 8 let. Schopnost encystace je jednou z příčin, proč společenstva krytenek v mechu mají kosmopolitní rozšíření. Některé druhy se vyskytují téměř po celém světě včetně Antarktidy.

Společenstva krytenek v mechu se liší podle množství vody v mechu. V sušším mechu (např. mech z betonových ploch na sídlišťích) dominují druhy rodu *Centropyxis*. Jsou i druhy, které žijí v mechu suchém i mokřím, např. *Nebela collaris*, *Euglypha ciliata*, *Assulina muscorum* a *Trinema enchelys*. Druhy rodu *Arcella* preferují rašeliníky (*Sphagnum*) a nižší pH v rozsahu 4-6. Krytenkám je v zásadě jedno, na jakém typu podkladu jimi osídlený mech roste.

Moderním problémem je obsah těžkých kovů v průmyslovém odpadu. Výzkumy dokládají snížení početnosti krytenek při zvýšení obsahu olova, kadmia, zinku a niklu. Největší negativní účinky na krytenky má nepochybně zvýšený obsah olova.

Taxonomické dělení

Kořenonožci se dělí na dvě skupiny, které mají v klasickém pojetí sítě (z 80. let 20. století) statut tříd. Dnešní systémy améby a krytenky zařazují do skupiny Amoebozoa z infraříše Sarcomastigota. Systém zde uvedený je z knihy Hausmanna a Hülsmanna z roku 1985, která vyšla v překladu v roce 2003 v nakladatelství Academia.

Lobosea

Zástupci této skupiny mají prstovité, lalokovité nebo někdy kuželovité zahrocené panožky. Mohou mít jednu nebo více panožek. Některé druhy si vytvářejí schránky. Někteří zástupci si vytvářejí i encystovaná stadia.

Gymnamoebia

Do této skupiny patří tzv. nahé měňavky bez schránky. Pohyb se děje řízeným přetékáním cytoplazmy a valivým pohybem buňky. Druhy žijící v mechu nejsou v zásadě nebezpečné, aleve skupině existují i velmi nebezpečné druhy způsobující úplavici. Měňavka rouy *Acanthamoeba* žijící v půdě může způsobovat poškození povrchu oka nebo amébovou encefalitidu.

Amoeba (měňavka) a příbuzný rod *Chaos* zahrnuje nahé prvky bez schránky, s laločnatými až kuželovitými panožkami, zřetelně od entoplazmy oddělenou hyalinní ektoplazmou a silně vakuolizovanou entoplazmou.

- *Amoeba verrucosa* (měňavka zemní) – spíše malý druh, na povrchu s tuhou pelikulou, panožky krátké, tupě hrbolkovité, s patrnou hyalinní čepičkou, entoplazma hrubě granulózní.
- *Amoeba vespertilio* (měňavka kuželonohá) – lobopodie dlouhé, úzce hrotité, vybíhající kuželovitých základů.

Chaos proteus (= *Amoeba proteus*) (měňavka velká) – v entoplazmě mnoho černých granulí, entoplazma vybíhá dlouze do dlouhých prstovitých lobopodií, velký druh.

Vahlkampfia (slimačenka) zahrnuje měňavky drobné velikosti, které vysílají jen jednu panožku s patrnou hyalinní čepičkou ve směru delší osy těla. Z mechu a půdy je uváděn druh *Vahlkampfia limax*.

Testacealobosia – krytenky

Krytenky jsou velmi různorodou skupinou kořenonožců obývajících vodní biotopy a kobercevlhkých mechů. Vytvářejí si schránky nebo obaly tvořené organickým materiálem nebo do organického materiálu připevňují cizí tělíska, například zrnka písku, schránky rozsivek apod.

Schránka má vždy jen jediný otvor (pseudostom), ze kterého prvek vysouvá jedinou panožku nebo více panožek. Schránka poskytuje ochranu před vyschnutím i predací. Mnoho krytenek se vyskytuje ve vlhkých nebo podmáčených mechových kobercích, zejména v rašeliníku a v aerofytickém mechu.

Typickými zástupci krytenek v mechu jsou:

Arcella (štítočka): Schránka je štítovitá, mírně klenutá, s plochou spodní stranou, v jejímž středu je malý kruhovitý pseudostom. Struktura schránky (při větším zvětšení) je tvořena z drobných, víceméně šestibokých políček. Barva schránky je světle hnědožlutá až hnědá. Okolípseudostomu je zesíleno prstencem, někdy jsou přítomné i drobné malé otvory okolo peristomu. Klenutý povrch schránky je hladký, ale u některých druhů je radiálně zprohýbán. Při pohybu a lovu štítočka vytváří větší počet kratších lobopodií, za kterými táhne schránku.

K rodu se klade větší počet podobně vypadajících druhů, které dávají přednost vlhkým mechům, zejména rašeliníku.

- *Arcella arenaria* (štítočka mechová) – pravidelně mírně klenutá schránka (výška je do 25 % šířky schránky), s kruhovitým obrysem.
- *Arcella dentata* (štítočka zoubkatá) – schránka má drobné vzhůru vybíhající zoubky. *Arcella catinus* – schránka mírně klenutá (výška je do 25 % šířky schránky), má nepravidelně polygonální obrys, okolo pseudostomu s drobnými otvůrkami.
- *Arcella vulgaris* (štítočka obecná) – schránka silně klenutá, rychle se zužující.
- *Arcella costata* – schránka silně klenutá, s hlubokými, pravidelně rozloženými jamkami, které vytváří téměř šestiboký obrys schránky.

Centropyxis (stranoústka): Schránka je vakovitá, s otvorem na straně. Více druhů je hojných v mechu. Svoji barvou, strukturou stěny a pseudostomem na spodní straně vypadají jako nepravidelné štítočky.

- *Centropyxis aculeata* (stranoústka růžkatá) – schránka je kruhovitá, silně klenutá, s dlouhými růžkami v zadní části.
- *Centropyxis aerophila* (stranoústka mechová) – schránka je kruhovitá, pokrytá menším množstvím zrněk písku, s protáhlým pseudostomem.

Diffugia (rozlitka): Schránka je vakovitá až válcovitá, organická, pokrytá drobnými zrníčkypísku, pseudostom přímý nebo vykrajovaný, zadní část schránky někdy vyběhá do hrbolků nebo krátkých růžků. Rod zahrnuje více různých velkých a tvarově proměnlivých druhů. Rozlitkybývají velmi časté ve vlhkém mechu, jsou však snadno přehlédnutelné, neboť vypadají jako malinké hrudky písku; jejich vakovitý tvar je zastřeny detritem na povrchu schránky.

- *Diffugia corona* (rozlitka kulovitá) – skoro kulovitá schránka s ostrými zoubky okolo pseudostomu, na protilehlém konci schránky vybíhá různý počet malých růžků.
- *Diffugia oblonga* (rozlitka hruškovitá) – schránka hruškovitá, s většími xenozómaty na zadním konci schránky, někdy přimíšenými schránkami rozsivek, neprůhledná, s úzkým pseudostomem.

Nebela: Schránka je vakovitá, u mnoha druhů velká, z boku zploštělá, tvořena organickými destičkami oválného obrysu a různé velikosti, které se nepřekrývají, pseudostom je slabě vytažený, s patrným zesílením. Schránka je slabě pigmentovaná. Nebely jsou nejnápadnějšímiia současně nejčastějšími krytenkami ve výplavu z rašeliníku, zejména jeho odumírající ponořené části. V aerofytickém mechu jsou méně časté.

- *Nebela tubulosa* – má velké schránky (0,2 mm), zúžená v okolí pseudostomu, z nepřekrývajících se destiček.
- *Nebela collaris* – menší schránka, vytažená do krátkého límečku, s destičkami různé velikosti, které se nepřekrývají.

Quadrulella (čtverenka): Schránka je kapkovitá. zúžená u pseudostomu, tvořená čtvercovými destičkami, bezbarvá. V mechu se vyskytuje, avšak méně často nežli jiné krytenky, menší druh *Quadrulella symmetrica*.

Trinema (bokoústka): Schránka je oválná, velmi drobná, tvořená špatně rozeznatelnými, téměř kruhovými destičkami různé velikosti, oválný pseudostom leží na spodní straně, stěna schránek je sklovitě průhledná, bezbarvá. V mechu žijí *Trinema lineare* a *T. encheis* (bokoústka rašelinná). Mají malé rozměry ve srovnání s ostatními krytenkami.

Filosea

Kořenonožci této skupiny jsou nazí i se schránkou. Společným znakem jsou nitkovité panožky (filopodie). Mají velmi tenký průměr a jsou tvořeny osou z nitkovitého aktinu. Tvoří se velmi rychle a stejně rychle, v řádu vteřin, i zanikají. Svým pohybem táhnou buňky i se schránkou zasebou. Kromě toho vytváří i blanité lamelipodie, které slouží k pohlcování potravy nebo k pomalému pohybu. Pokud si sladkovodní druhy vytváří schránku, často je tvořená z pravidelných řad tenkých, při okraji se překrývajících opálových destiček (idiozómát).

Assulina (ozubenka): Schránka je plochá, čokoládově zbarvená, s téměř kruhovitým nebo oválným obrysem z řad drobných opálových destiček, podél pseudostomu nejsou destičky odlišné.

- *Assulina seminulum* (ozubenka vodní) – schránka je téměř kruhovitá, velká. Druh je hojný v rašeliníku.
- *Assulina muscorum* (ozubenka mechová) – schránka je menší, protáhlá. Druh je hojný v aerofytickém mechu.

Euglypha (křeménka): Schránka zploštělá, vakovitá, z drobných nezbarvených opálových destiček, okolo pseudostomu jsou odlišné ozubené destičky. Jsou asi poloviční velikosti ve srovnání s ostatními krytenkami.

- *Euglypha ciliata* (křeménka obecná) – schránka má drobné ostny na povrchu schránky, destičky při ústí mají paličkovitý hrbolek, pseudostom je oválný.
- *Euglypha strigosa* (křeménka mechová) – schránka má mezi příústními a tělními destičkami linii patrnou hrubou vrstvou tmelu, pseudostom je kruhovitý.

Literatura

Hausmann, K. a Hülsmann, N. 2003. *Protozoologie*. – Academia, 347 s. Praha.

- *Vynikají přehled moderních poznatků o prvocích, s řadou fotografií, obrázků a schémat ilustrujících zástupce, ultrastruktury buněk, popisy životních cyklů prvoků a další fakta o prvocích.*

Hrabě, S. a kol. 1954. Klíč zvířeny ČSR. Díl I. – Nakladatelství ČSAV. Praha. 539 s.

- *Stále dobrý, i když již koncepčně a taxonomicky zastaralý klíč mnoha kmenů bezobratlých na našem území, s kapitolami věnovanými i prvokům. Určovat podle tohoto klíče není snadné, nedostatkem jsou nepřilíš kvalitní ilustrace, které nevyobrazují mnohé, i běžné druhy.*

3 Vířníci

Etymologie: Kmen Rotifera, z latiny *rota* - kolo, *ferre* - nésti

Systematické postavení vířníků

Vířníci jsou samostatným a druhově velmi bohatým kmenem mikroskopických živočichů žijících ve sladkých vodách, v mechu a ve vlhké půdě. Mají stálý počet tělních buněk (euthelie).

Morfologie a anatomie

Vířníci mají tělo složeno ze tří částí: z hlavy, trupu a nohou. Tělo je vybaveno silnouslyvalovinou, která u některých vířníků umožňuje píďalkovitý pohyb. Na povrchu těla je chitinózní kutikula, někdy i krunýř, který může být otrněný a různě skulptovaný. V těle mají dutinu považovanou za pseudocoel. Na hlavě mají dva věnce brv. Horní věnec, tzv. trochus, má funkci pohybovou, dolní věnec, tzv. cingulum, slouží k filtraci potravy. Oba věnce jsou nazývány korunou. Na hřbetní straně hlavy je u pijavenek přítomné krátké tykadélko, na konci s několika citlivými brvami. Trup je válcovitý nebo soudečkovitý. Noha je příčně kroužkovaná, silně pohyblivá, někdy podstatně užší nežli trup, na konci s vidličkou, do které ústí lepicí žlázy.

Trávicí soustava začíná ústním otvorem, za kterým leží svalnatý žvýkací hltan (tzv. mastax). Mastax v pravidelných intervalech posouvá potravu dále do střeva. V mastaxu jsou dobře patrná kusadla s jednotlivými malými zuby. K němu přiléhají silně vyvinuté slinné žlázy. Trávicí trubice je obklopena hepatopankreasem. Střevo je úzké, krátké a ústí do kloaky. Potrava je získávána filtrací, lapáním čelistmi nebo nasáváním nálevkovitým tvarem z úst a hltanu. K vylučování slouží protonefridie.

Nervová soustava je tvořena mozkem nad jícnem, ze kterého vybíhají pruhy do těla. Ganglia leží u mastaxu a v noze. Na těle a hlavě je řada smyslových brv (mechanoreceptory), na hlavě leží jednoduchý optický orgán.

Vířníci jsou primárně gonochoristé s výrazným pohlavním dimorfismem. U pijavenek však známe samečky a rozmnožování je výlučně partenogenetické, tj. noví jedinci se líhnou z neoplozených vajíček.

Ekologie

Pijavenky žijí v tenkém vodním filmu na povrchu lístků, v kapičkách vody v úžlabí listu a ve vlhkých částech mechu. Osídlují zejména drobné váčky s vodou, které vytvářejí některé mechy (*Pleurozium* - travník). Kolísání vlhkosti a teploty vede k tomu, že na rozdíl od pijavenek vodních mají pijavenky v mechu delší život, rozmnožují se v průběhu celé dospělosti a nehynou po etapě rozmnožování. Je to zapříčiněno nepředvídatelností prostředí ve srovnání se stabilnějším vodním prostředím. Jsou to proto, na rozdíl od vodních pijavenek, K-stratégové.

Potravou pijavenek jsou bakterie, drobný organický detrit a jednobuněčné řasy. Potrava je filtrována nebo seškrabována věncem brv. Množství pijavenek závisí na celkovém množství biomasy, protože množství prvoků, kteří jsou potenciální kořistí vířníků, zase závisí na dostupnosti potravy pro prvoky. Predátory pijavenek v aerofytickém mechu jsou zejména želvušky a jiní vířníci.

Encystace

Pijavenky jsou schopny do určité míry přežívat vyschnutí. To platí zejména pro pijavenky, které žijí v kobercích vysychavých aerofytických mechu. Při vysychání začnou zatahovat hlavu a nohu do trupu a tkáň se scvrkne. Příprava na encystaci (anhydrobiózu) trvá několik hodin, apokud je kratší, snižuje pravděpodobnost přežití. Při encystaci pijavenka ztrácí až 95 % vody v těle. Vznikne cysta, která bývá přichycena k lístku mechu. Suché lísky mechu mohou být snadno roznášeny větrem, což umožňuje roznos pijavenek na velké vzdálenosti. Proti vyschnutí se některé pijavenky brání produkcí slizu (např. u *Habrotrocha* sp.). Obnovení životních funkcí je v řádu hodin.

Větší problém nežli teploty a vysychání představuje pro pijavenky žijící v mechu nedostatek potravy. Při vyschnutí se ztrácí bakterie, řasy a prvoci, kteří jsou jejich hlavní potravou. Populace pijavenek v mechu jsou také menší nežli populace stejného druhu v trvale zamokřených místech. Klidová stadia nejsou tolik odolná, jak se dříve myslelo, a vyšší teploty nebo úplná ztráta vlhkosti mohou být pro pijavenky letální. Je však znám případ obživlé pijavenky z mechu herbáře starého 59 let.

Systém vířníků

Zahrnuje tři třídy, z nichž pro aerofytický mech jsou nejdůležitější pijavenky.

Třída Seisonidea

Třída Bdelloidea – pijavenky

Třída Monogononta – točivky

Běžné pijavenky v mechu

U nás je uváděno několik desítek druhů v mechu žijících vířníků, které jsou ale obtížně určitelní jen podle detailních znaků (Hrabě et al. 1954). Všechny pijavenky mají dvě ostruhy nanoze a tělo mají teleskopicky zatažitelné. Kusadla mají tzv. ramátního typu (oválná, s nápadnými lištami na kusadlech; viz Hrabě a kol. 1954, s. 270). Určování pijavenek je proto obtížné a vyžaduje velkou zkušenost. K určení se využívá počet zoubků vlevo/vpravo na vnitřní straně kousací destičky v mastaxu, přítomnost očních skvrn a jiné detailní znaky.

Rod *Habrotracha* (žvancovka) – má dlouhou, poměrně štíhlou hlavu s menší korunou, vakovitý trup, v těle prosvítají kulatá potravní sousta, žaludek je tenkostěnný. Mnoho druhů se vyskytuje v rašeliníku a vlhkém mechu.

Rod *Macrotrachela* – kutikula je spíše hladká nebo s menšími a kratšími hrbolky, jsou však i druhy s ostnitou kutikulou.

Rod *Mniobia* (mechovenka) – kutikula je pokrytá hrubými kutikulárními zrny, je jemně zrnitá apod. Tělo je spíše štíhlé, někdy s tmavými pigmentovými pruhy.

Rod *Philodina* (kolovratka) – povrch trupu je hladký nebo jemně zrnitý, tělo může být červeně, růžově, žlutavě probarveno, ostruhy sblížené, ostře kuželovité, noha krátká. *Philodina roseola* (kolovratka růžová) je červeně zbarvený běžný vodní druh.

Hrabě, S. a kol. 1954. Klíč zvířeny ČSR. Díl I. – Nakladatelství ČSAV. Praha. 539 s.

- *Stále dobrý, i když již koncepčně a taxonomicky zastaralý klíč mnoha kmenů bezobratlých na našem území, s kapitolou věnovanou vířníkům. Vyobrazení pijavenek je jednoduché, pro určování je potřeba dobré zkušenosti s klíčem (kolovratka růžová) zkušenosti.*

4 Hádátka

Etymologie: Kmen Nematoda, z řečtiny *nema* - vlákno, *eidos* - tvar

Systematické postavení hlístic

Hlístice jsou velmi početným (až 1 mil. ? druhů, většinou nepopsaných), jasně vymezeným kmenem vřetenovitých, štíhle válcovitých až nitkovitých živočichů s nepravou tělní dutinou těla, velmi uniformním uspořádáním tělních orgánů. Mají tělo mikroskopické velikosti (většina půdních a mechových druhů), ale jsou i několik dm velké parazitické druhy. Jejich zvláštní schopností je odolnost vůči prostředí bez kyslíku.

Morfologie a anatomie

Tělo je vřetenovitého až nitkovité tvaru, bez zřetelné hlavy. Není obrveno. V těle je pseudocoel (novější názory uvažují i coelom) vyplněný tekutinou, jejíž turgor udržuje tvar těla. Povrch tělakryt vícevrstevnou kutikulou, která je v průběhu života svlékána. Kutikula je vylučována pokožkou (epidermis). Jádra syncytiální pokožky jsou koncentrována ve čtyřech podélných lištách (tzv. epidermální, resp. hypodermální lamely, lišty). Svalovina je pouze podélná, ve čtyřech pruzích v kvadrantech mezi epidermálními lištami. Jejím stahem dojde k prohnutí těla nebo jeho stočení do spirály.

Trávicí soustava je přímá trubice, s kutikulární výstelkou (tzv. kutikulární zuby) v ústní dutině. Dále pokračuje do svalnatého hltanu (tzv. bulbos) a pokračuje do nečleněného střeva, které končí řitním otvorem před koncem těla. Nasávání tekuté potravy je umožněno stažením střední části hltanu. Dalším stažením je potrava posunuta dále do střeva.

K vylučování slouží jednobuněčné ventrální žlázy. Vývodné kanálky v bočních epidermálních lamelách jsou patrné jako tmavší pruhy. Vylučovací otvor je jediný, v přední části těla.

Nervová soustava je tvořena prstencem okolo hltanu. Do těla vybíhají hřbetní a břišní pruhyspojené komisurami. Svalová vlákna jsou napojena přímo na tyto podílné nervové pruhy.

Smyslové orgány, hlavně chemoreceptory, jsou umístěny na přídí a zádi těla. Tzv. amfidy leží na přídí těla, fasmidy na zádi těla. Cévní soustava a dýchací soustava chybí, k dýchání využívají štěpení glykogenu v tělní dutině nebo u malých hlístic v mechu stačí difuze kyslíku do těla z okolí. Hlístice jsou gonochoristi s výrazným pohlavním dimorfismem. Pohlavní orgány mají vzhled dlouhých trubic v tělní dutině. Samci mají nepárové varle s vývodem u řitního otvoru a pomocným kopulačním orgánem, tzv. spikulami.

Samice mají párovité vaječníky. Párovité vejcovody jsou spojené do jediného kanálu, který ústí v přední části těla. Samičky jsou obvykle zavalitější, větší. Samečkové mají více stočenou ocasní část za řitním otvorem. Vývoj je přímý, bez larvy, s několikerým svlékáním kutikuly.

Hlístice se vyskytují ve sladkých vodách, v půdě a je mezi nimi řada parazitů. Přežívají i v anaerobním prostředí, např. v sedimentech a horkých pramenech se sulfanem. Velmi odolné vůči vysychání i vysokým teplotám, dokáží žít i v horkých výronech gejzírů.

Ekologie

Hlístice obývají svrchní vrstvu půdy, vodní prostředí a mnohé jsou parazitární. Hlístice žijící v mechu a mechových polštářích jsou velmi druhově a kvantitativně významnou skupinou. Mechové hlístice jsou velmi běžné. Některé mají orgány k přichycení na listcích mechu.

Pozorována byla migrace z rhizoidů mechu do lístků při dostatečné vlhkosti nebo v denních cyklech. Jiné hlístice jsou pouze mezi rhizoidy a do vyšších částí mechu nevylézají. Pro pohyb potřebují větší množství vody, nebo alespoň souvislý film na povrchu lístků. Suché části nebo suché mechy hlístice nemají s výjimkou druhu *Plectus rhizophillus*, který se nikdy nevyskytuje v půdě pod mechem.

Hromadění hlístic pod mechovými rostlinkami může souviset se zastíněním půdy a jejím pomalejším vysycháním v porovnání s osvětlenými místy. Potravou hlístic jsou bakterie, prvoci a malí drobní živočichové. Predátory hlístic jsou želvušky, drobný hmyz, a dokonce i některé améby, které útočí na menší hlístice jako na kořist. Krytenky *Diffugia* a *Nebela* loví a tráví hlístice od zadního konce těla. Hlístice jsou také „loveny“ houbami, které vytvoří oka, ze kterých se hlístice nemůže vysmeknout. Houba pak má užitek z rozkládajícího se těla hlístice.

Encystace

Při vysychání mechu jsou hlístice schopny přežít dlouhá období. Mohou přežít pomocí vykladených vajíček. Dospělci přežívají zásluhou schopnosti regulovat metabolismus i při malém obsahu vody v těle. Skutečná anhydrobióza nastává u hlístic specializovaných na vysychavé části rostlin. Zatímco většina hlístic musí vysychat pomalu, aby přežila, některé dokáží vyschnout rychle bez ztráty životních funkcí. K zamezení ztráty vody se hlístice stáčí do spirály. Hlístice při vysychání také vyhledávají silnější části listku (např. osy listků), které vysychají pomalu. To umožňuje i hlísticím pomalejší vysychání. Některé hlístice mohou zmrznout bez ztráty životních funkcí po rozmrznutí.

System hlístic

Třída Adenophorea zahrnuje vodní i terrestrické volně žijící i parazitální hlístice. Mnohé mají přichycovací orgány na konci těla nebo produkují kluzké látky na povrchu těla. Do této třídy patří některé typické mechové druhy hlístic (*Dorylaimus*).

Třída Secernentea zahrnuje jen terrestrické druhy. Mnohé druhy jsou nebezpečnými parazity zvířat a člověka.

Běžné hlístice v mechu

V mechu a půdě pod mechem jsou uváděny desítky rodů hlístic. Jejich určování je obtížné a jsou zapotřebí moderní klíče. Velmi podobná morfologie hlístic neumožňuje rozeznání bez dlouhodobé zkušenosti s takovými určovacími klíči. Mezi běžně uváděné druhy v mechu jsou proto uvedeny pouze dva rody. Větší význam nežli zařazení do konkrétního rodu má seznámení se s uniformní morfologií, charakteristickou stavbou těla patrnou v procházejícím světle a nápadným mrskavým pohybem hlístic v preparátu.

Rod *Dorylaimus* (háďátko) – tělo štíhlé, na přídě s nápadně rozšířenými kutikulárními papilami oddělenými zářezem, jícen se zúženou přední částí, ve které vpředu leží krátký kutikulární bodec v ústní dutině, bulbus válcovitý. Tento rod je charakteristický rhizoidy mechu a vyžaduje velmi vlhké prostředí.

Rod *Plectus* (háďátko) – tělo vpředu tupě kuželovité, s malými kutikulárními papilami, bulbus nápadný v zadní části jícnu, bez kutikulárního bodce, na přídě pár krátkých odstávajících brv. Druh *Plectus rhizophillus* je typické háďátko pro suché části mechu.

5 Želvušky

Etymologie: Kmen Tardigrada – z latiny, pomalý chodec: tardu – pomalý, grado - krok

Systematické postavení želvušek

Želvušky jsou samostatným kmenem mikroskopických živočichů. Jsou sesterskou skupinou tzv. lobopodů, kteří jsou významnou skupinou mořských živočichů v období kambria. Obě skupiny spojuje přítomnost panožek zakončených drápkami (tzv. onychopodií). I když jsou vzhledem ke své mikroskopické velikosti zdánlivě bezvýznamnou skupinou živočichů, opak je pravdou, neboť mohou vytvářet mimořádně početná společenstva čítající až několik milionů jedinců na m².

Morfologie a anatomie

Želvušky mají mikroskopickou velikost. Největší zástupci mají délku těla asi 1 mm. Většinou mají délku těla mezi 0,3 až 0,5 mm. Tělo je segmentované, nakaždém segmentu je přítomen pár homolovitých nohou zakončených nápadnými drápkami. Celkem mají čtyři páry končetin. Tělo je kryto silnou a často složitě skulptovanou kutikulou, která je tvořena chitinem a proteiny a je pravidelně svlékána. Mladé želvušky jsou bezbarvé, starší jedinci mají v těle pigmenty ukládané v buňkách na povrchu těla. Jeví euthelii, tj. mají přesně definovaný počet tělních buněk s mapovatelnou ontogenetickou historií.

V těle želvušek je dutina zvaná hemicoel. Dýchací orgány nemají, dýchají povrchem těla vzhledem ke své malé velikosti. K vylučování slouží tři nitkovité žlázy srovnávané s malpighickými trubicemi u členovců. V ústech mají stylety, které slouží k propichování buněčné stěny u řas, mechů a dalších rostlin. Potravou jsou buněčné šťávy, které sají z napichovaných řas a mechů. Některé druhy želvušek jsou dravé a vysávají měňavky, vířníky a háďátka. Ústa pokračují do sacího jícnu. Trubicovité střevo ústí řitním otvorem na konci těla. Z nervové soustavy jsou nejlépe patrné oční skvrny. Jsou to pigmentové pohárky uložené při povrchu nadjícnového moku, ze kterého vybíhají spoje ke čtyřem párům břišních nervových uzlin.

Evoluční historie

Želvušky jsou známé od kambria (asi 500 mil. let). Vzácně byly nalezeny v jantaru z období křídly; popsané druhy z jantaru jsou téměř nerozeznatelné od želvušek současných. Evoluční příbuznost mají ke drápkonošcům (kmen Onychophora). Drápkonošci jsou několik centimetrů dlouzí, stonožkám podobní živočichové, žijící v současnosti pouze v tropických deštných pralesích.

Ekologie

Želvušky žijí v mořské vodě, ve sladkých vodách a kobercích mechů. Určité druhy jsou všeobecně rozšířené, jiné druhy mají jen omezené areály. Jsou charakteristickými živočichy v horském mechu. Jsou těsně vázány na konkrétní místo (mech, lišejnicích), mimo se vyskytují v nepatrném množství. Kromě mechů se vyskytují i v přízemních růžicích různých rostlin a na lišejnicích. V polštářích mechů se přidržují pomocí drápků a i vajíčka jsou přilepována k podkladu.

Nepřáteli želvušek jsou měňavky, krytenky a některá háďátka. Želvušky bývají napadány i houbami a některými druhy výtrusenek.

Anabióza a encystace

Želvušky jsou obdivuhodné svojí schopností přežívat nepříznivé životní podmínky. Přežívají zahřátí do 150 °C, po dobu několika minut i teploty až -200 °C. Některé druhy dokázaly přežít i teplotu -272 °C po dobu několika minut. Nevadí jim vakuumpo dobu několika let ani velmi vysoký tlak; přežívají 1200x vyšší atmosférický tlak nežli tlak, který je na zemském povrchu. Významná je schopnost přežít vysychání. Množství vody v těle želvuška snižuje z 58 % na pouhých 3 %. Při zmrznutí v ledu nedojde k poničení tkáně a po rozmrznutí tkáně a orgány fungují bez jakékoliv změny. Želvušky jsou také schopné přežít vysoké dávky radiace. Přežívají dávky 1000x vyšší, než je letální dávka pro jiné živočichy. Vysvětluje se to mimořádnou schopností želvušek opravit svoji DNA v případě jejího poškození ionizujícím zářením.

Želvušky byly experimentálně vystaveny vakuu a záření v kosmickém prostoru a dokázaly tyto podmínky přežít po dobu deseti dní. Po návratu z orbitální stanice na zem se u nich obnovily životní funkce.

V případě nepříznivých podmínek, ve vodním prostředí zejména s klesajícím množstvím kyslíku, želvušky zatahují nohy a hlavu do trupu a přechází do stavu anabiózy. Trup se zkracuje a získává soudečkovitý tvar. Přejít do stavu anabiózy jsou schopny i několikrát průběhu života.

V případě encystace dochází k oddělení staré kutikuly od tělní stěny želvušky. Živočich si vytvoří kutikulu novou, silnější, která vytvoří cystu ve staré svlečce. V cystě nesnáší želvušky takové extrémní podmínky jako v anabióze.

Běžné želvušky v mechu

U nás je uváděno více než 100 druhů želvušek, které jsou obtížně určitelné podle detailních znaků (Bartoš a Šlajs 1967). Běžné druhy v mechu lze přibližně přiřadit dvěma rodům.

Rod *Echiniscus* a podobné rody: Druhy patřící do této skupiny mají tělo válcovité nebo široceoválné, obvykle růžově, červenohnědě nebo cihlově červeně zbarvené. Na hlavě mají 4-5 párů smyslových přívěsků. Na hřbetě mají silný destičkovitý krunýř a běžné jsou i velmi dlouhé kutikulární ostny. Oční skvrny jsou červené.

Rod *Macrobotus* a podobné rody (*Hypsibius*): Druhy této skupiny nemají na hlavě smyslové přívěsky. Kutikula je hladká nebo hrbolkovitá, bez krunýře a dlouhých kutikulárních ostnů, někdy s kratšími osténky. Tělo je průhledné nebo slabě zbarvené žlutavě, hnědavě. Nohy mají zakončení dvojdrápek; dolní drápek je menší a může, ale nemusí srůstat s horním drápkem. Oční skvrny buď chybí, nebo jsou černé.

Literatura

Bartoš, E. a Šlajs, J. 1967. *Fauna ČSSR. Želvušky, Jazyčnatky*. - Academia, 222 s. Praha.

- *Velmi podrobný česky psaný klíč k určování našich želvušek, s podrobným popisem morfologie, anatomie, fylogeneze a ekologie, s podrobnou metodikou sběru, konzervace a určování, a s podrobným seznamem české a světové literatury. Bez fotografií, s řadou velmi kvalitních schématických obrázků. Nevýhodou je starší datum vydání. Kniha vyšla v nákladu 700 výtisků.*