



NA VLASTNÍ OČI

Manuál mikroskopických pokusů



SPRÁVA KRKONOŠSKÉHO NÁRODNÍHO PARKU

www.krnapp.cz



STÁTNI FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

PREPARÁTY PRO MIKROSKOP

jehlice borovice	2
kvasinky	3
škrobová zrna hlízy bramboru	4
nárostová řasa Trentepohlia	5
křemelina	6
kořen mrkve	7
pokožkové buňky cibule	8
aerenchym sítiny	9
výtrusnice osladiče	10
průduchy na listu dvouděložné rostliny	11
buňky bukální sliznice	12
stonek kopřivy	13
pylová zrna borovice	14
chromoplasty v buňkách šípku	15
krycí trichomy rakytníku	16
nálevníci	17
žahavé trichomy kopřivy	18
chloroplasty v buňkách mechu	19
postranní čára ryb	20
vějříře larvy muchničky	21
hypostom klíštěte	22
noha hmyzu	23
krycí trichomy divizny	24
planktonní korýš perloočka	25
rozsvivky	26

ZÁKLADY MIKROSKOPICKÉ TECHNIKY

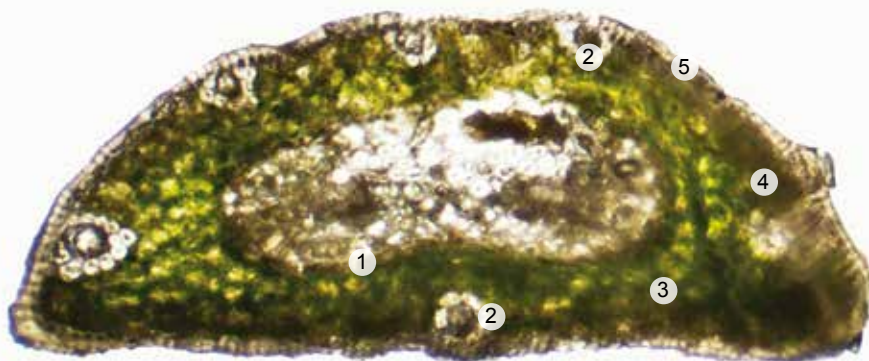
V biologii je běžné a často i nutné, abychom si objekt našeho zájmu nějak přiblížili – zvětšili. Používáme k tomu například obyčejnou lupu, stolní binolupu a optický, fluorescenční či elektronový mikroskop. Pro základní práci v terénu stačí obyčejná lupa či lépe entomologická lupa s alespoň desetinásobným zvětšením, naopak pro specializovanou práci v laboratoři lze využít elektronový mikroskop, jehož obsluha je náročnější a vyžaduje školený personál. My zde budeme pracovat s binolupou a klasickým optickým mikroskopem.

Binolupa neboli stereomikroskop je přístroj umožňující pozorovat objekty při osmi- až čtyřicetinasobném zvětšení. Je tedy vhodný na zkoumání větších objektů, než jsou ty, které pozorujeme klasickým mikroskopem. Výhodou binolupy je, že pro pozorování můžeme použít jak světlo zespodu, tak světlo shora. Spodní světlo zapneme v případě, že pozorujeme tenké, průhledné či průsvitné struktury (např. žilnatinu listu). Pozorujeme-li povrch neprůhledného objektu (např. krovky brouka), svítíme na objekt shora. Po stranách binolupy najdeme dva šrouby – větší šroub slouží k zaostřování a menší ke změně přiblížení.

Při práci s binolupou je možné během pozorování preparát dále upravovat (otáčet, řezat, dělit, ...), proto lze přípravu preparátu provádět různými způsoby. Preparáty ve vodě či v lihu pozorujeme na Petriho misce, suché preparáty můžeme připevnit (např. pomocí špendlíků) na polystyrenový bloček. Ten nám umožní naklápění a otáčení preparátu, aniž by došlo k jeho poškození. Podmínkou je, aby byl bloček dostatečně široký a samotný preparát tak nepřesahoval přes okraje bločku. Pod preparát můžeme umístit černou podložku (stačí kousek neprůhledného černého papíru). Černá barva v okolí preparátu paradoxně projasní tmavé objekty a neunavuje tolik oči. Pokud potřebujeme pod binolupou s preparátem pracovat, použijeme k tomu pinzetu a preparační jehlu.

Mikroskop obvykle umožňuje zvětšení 40–1500 x. Pozorujeme jím menší objekty, například jednotlivé buňky. Mikroskop umožňuje pouze spodní, tzv. procházející světlo. Oproti binolupě je mikroskop vybaven pracovním stolem, na který se pomocí svorek přichytí podložní sklíčko s preparátem. Nad stolem nalezneme různé objektivy. Ty měníme podle toho, jaké přiblížení potřebujeme. Objektiv s označením 100× se používá pouze v kombinaci s imerzním olejem a my jej zde používat nebudeme. Celkové zvětšení mikroskopu získáme vynásobením zvětšení okuláru – tedy té části mikroskopu, do které se díváme (zvětšení obvykle 10–15×) a použitého objektivu (4–100×). Po stranách mikroskopu najdeme opět šroub sloužící k zaostřování.

Protože v mikroskopu pozorujeme objekty pouze v procházejícím světle, je nutné, aby byly preparáty co nejtenčí a umožnily průchod světla. Nejčastěji tedy vytváříme preparáty z jednotlivých buněk, jednovrstevných pletiv či tkání nebo tenkých řezů. Preparát vytvoříme tak, že vzorek materiálu vložíme do kapky vody na podložní sklíčko a přikryjeme jej sklíčkem krycím. Vodu používáme proto, aby se objekt nedeformoval a zároveň aby nevysychal, neboť pozorujeme většinou biologický materiál tvořený z velké části vodou. Tento tzv. nativní preparát umístíme na stolek mikroskopu a můžeme pozorovat. Příprava trvalého preparátu je náročnější, zahrnuje obvykle fixaci a barvení preparátu a my se jí zde zabývat nebudeme. Pomůcky nutné k vytvoření preparátu jsou nejčastěji žiletka či skalpel, štěteček či pinzeta k přenášení materiálu na podložní sklíčko a plastová pipeta na vodu. Samozřejmostí je podložní a krycí sklíčko.



1 – endodermis, 2 – pryskyřičné kanálky, 3 – mezofyl, 4 – hypodermis, 5 – pokožka (epidermis)

JEHLICE BOROVICE

Listy rostlin mohou mít mnoho různých podob. Zajišťují fotosyntézu, hospodaření s vodou a výměnu plynů mezi rostlinou a okolím. Jehlice jehličnanů jsou přizpůsobeny nižšímu příjmu vody v průběhu zimy. Mají malou asimilační plochu vystavenou světlu, zanořené průduchy a na pokožce silnou vrstvu kutikuly. Tyto adaptace mají zamezit nadměrnému odparu vody z těla rostliny.

Pod pokožkou (epidermis) a mechanickou vrstvou (hypodermis) se nachází hlavní asimilační vrstva, kde dochází k fotosyntéze – mezofyl. Mezofylem často ještě prostupují pryskyřičné kanálky produkující pryskyřici. Střední část jehlice, v níž se nacházejí cévní svazky, je od mezofylu oddělena vrstvou endodermis.

Materiál a pomůcky:

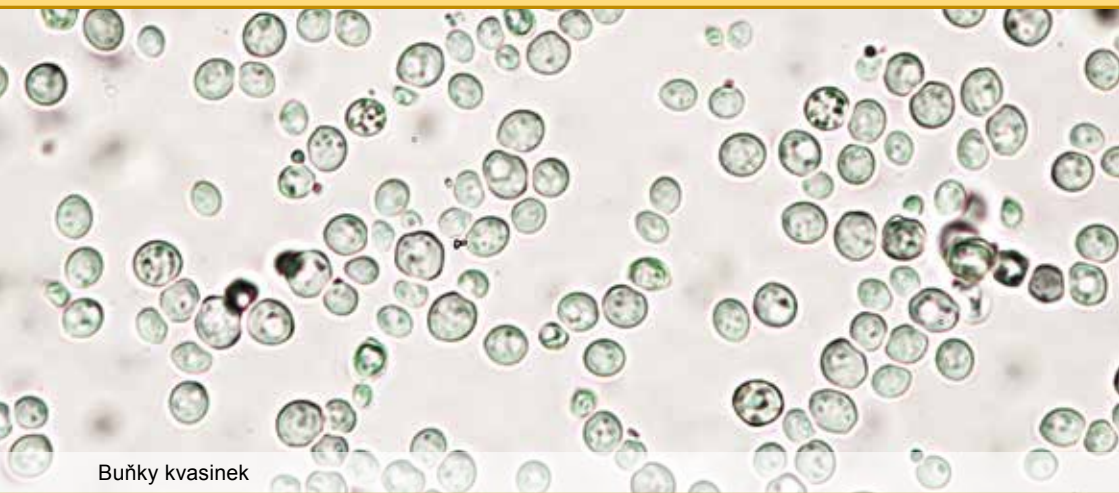
- jehlice borovice lesní (*Pinus sylvestris*)
- bezová duše či pěnový váleček
- preparační jehla a pinzeta

- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta
- žiletka
- voda

Pracovní postup:

1. Podélně nařízneme bezovou duši až k jejímu středu a vložíme dovnitř jehlici. Žiletkou provedeme několik příčných řezů, přičemž krájíme jehlici společně s bezovou duší a dbáme, aby byly řezy co nejtenčí.
2. Pinzetou nebo štětečkem přeneseme řezy (4–6 ks podle velikosti krycího sklíčka) do kapky vody na podložním sklíčku a přiklopíme krycím sklíčkem.
3. Pro pozorování mikroskopem si vybereme nejtenčí řez a snažíme se najít a pojmenovat výše zmíněné struktury – epidermis, hypodermis, mezofyl, pryskyřičné kanálky, endodermis, případně cévní svazky, pokud budou viditelné.

Otázka: Jakou funkci má pryskyřice?



Buňky kvasinek

KVASINKY

Kvasinky patří mezi jednobuněčné houbové mikroorganismy. Netvoří plodnice, jako to dělají houby v lese, ale jsou schopny se množit nepohlavně tzv. pučením. Během pučení se na buňce vytvoří pupen. Tento pupen se postupně zvětšuje a při dosažení dostatečné velikosti dojde k jeho oddělení od mateřské buňky. V ideálních podmínkách a za dostatku kyslíku kvasinky intenzivně dýchají a vylučují oxid uhličitý. Pokud se kvasinka ocitne v prostředí, kde je nadbytek živin (především cukrů), ale nedostatek kyslíku, projeví se její schopnost alkoholového kvašení.

Produkce oxidu uhličitého se využívá především v potravinářství pro pečení – zvětšuje objem těsta. Proto se při pečení často používá droždí, tedy směs kvasinek a mouky. Alkoholové kvašení má své místo při výrobě piva či vína.

Materiál a pomůcky:

- balíček droždí
- podložní a krycí skříčko

- plastová pipeta
- 2 kádinky a lžička
- voda a cukr

Pracovní postup:

1. Rozpustíme malý vzorek droždí v kádince s vodou. Druhý vzorek, který připravíme alespoň s půlhodinovým předstihem, vytvoříme stejně, jen přidáme do kádinky dvě lžičky cukru.
2. Malou kapku rozmíchané směsi nabereme pipetou a přeneseme na podložní skříčko. Přikápneme ještě trochu čisté vody, vzorek přikryjeme krycím skříčkem a mikroskopujeme.
3. Druhý preparát vytvoříme stejným způsobem ze směsi z druhé kádinky, kam jsme přidali cukr.
4. Buňky kvasinek jsou kulovité, od rostlinné buňky se liší třeba absencí chloroplastů. Ve směsi s cukrem se kvasinky rychle množí a můžeme pozorovat pučení. V kádince s pučícími kvasinkami si všimneme bublinek oxidu uhličitého.

Otázka: Co je příčinou kynutí těsta?



1 – škrobová zrna, 2 – vrstvy škrobu

ŠKROBOVÁ ZRNA HLÍZY BRAMBORU

Zatímco živočišné ukládají přebytečnou energii ve formě sacharidu glykogenu, rostliny si ukládají zásoby vytvořené fotosyntézou ve formě škrobu. Škrob je složitý sacharid a hromadí se v buňkách zásobních pletiv, kde tvoří velká vrstevnatá zrna. Tato zrna se hromadí ve zvláštním typu organel – tzv. amyloplastech. Jsou to podobné organely, jako například chloroplasty, v nichž probíhá fotosyntéza. Škrobová zrna se mohou zvětšovat, až způsobí prasknutí amyloplastů a rozproštění škrobu po cytoplasmě celé buňky.

Škrob se využívá především v potravinářství, v papírenském a farmaceutickém průmyslu nebo k výrobě lepidel. Přidává se také do zubních past, pracích prášků či omítek.

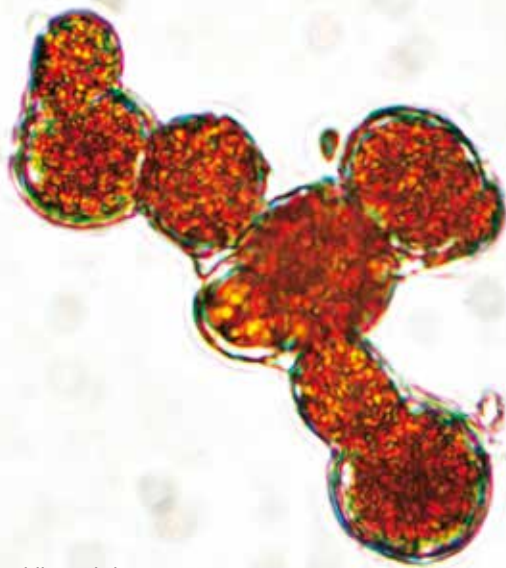
Materiál a pomůcky

- hlíza lilku bramboru (*Solanum tuberosum*)
- podložní a krycí sklíčko
- nůž nebo skalpel
- preparační jehla
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup

1. Rozřízneme bramboru na dvě poloviny a v místě řezu z hlízy preparační jehlou či špičkou skalpelu seškrábneme část vnitřku hlízy.
2. Tento materiál přeneseme do kapky vody na podložním sklíčku, přikryjeme krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Pozorovaná zrna bramborového škrobu mají přibližně tvar lastury mlže a jsou na nich patrné vrstvy. Tyto vrstvy mají střed posunutý ke straně.

Otázka: Co je to zásobní pletivo?



Buňky druhu *Trentepohlia umbria*

NÁROSTOVÁ ŘASA TRENTEPOHLIA

Rod *Trentepohlia* (zatím bez českého názvu) patří mezi vláknité zelené řasy a tvoří nárosty na různých podkladech – na skalách, kamenech, zdech a kmenech stromů. Právě na kmenech stromů, nejčastěji ovocných, můžeme často spatřit červenohnědé povlaky tvořené druhem *Trentepohlia umbria*. Přestože *Trentepohlia* patří mezi zelené řasy, obsahuje ve své stélce látky karotenoidy, které „přebíjejí“ zelenou barvu chlorofylu a tvoří typické červenohnědé až oranžové zbarvení. Tato řasa také často vstupuje do symbiotického vztahu s houbou a spoluvytváří lišejníky.

Buňky *Trentepohlie* můžeme nalézt samostatně, nebo v krátkých, nepravidelně větvených rozpadavých vlákních. Jsou schopné přežít silný mráz i vyschnutí. Uvádí se, že tato řasa voní po fialkách.

Materiál a pomůcky:

- borka stromu s nárostem řasy *Trentepohlia umbria*
- kovová špachtle
- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup:

1. Pomocí kovové špachtle seškrábneme malé množství oranžového povlaku z borky stromu a přeneseme materiál na podložní sklíčko. Přidáme kapku vody a přikryjeme krycím sklíčkem.
2. V mikroskopu pozorujeme větvená vlákna i jednotlivé buňky řasy s výrazně oranžovým zbarvením způsobeným vysokým obsahem karotenoidů v buňce.

Otázka: Co obklopuje buňky řasy v lišejníku?



Schránka rozsivky v křemelině

KŘEMELINA

Křemelina je sypká hornina tvořená především schránkami rozsivek. Říká se jí také diatomit (podle latinského *Diatomae* – rozsivky) nebo rozsivková zemina. Nejedná se tedy o živou hmotu, ale o pozůstatek po živých jednobuněčných organismech, z nichž zůstala jen křemičitá schránka. Tento materiál může být mnoho milionů let starý. Křemelina má charakter jemnozrnného, někdy až jílovitého sedimentu. Je pórovitá a má velmi dobré izolační vlastnosti.

Křemeliny se dříve využívalo k výrobě dynamitu. Dnes se využívá ve stavebnictví, k výrobě tepelných izolátorů, dále i k výrobě filtrů pro filtrování piva. Největší ložiska křemeliny v ČR jsou na Třeboňsku. Rozsivky se v přírodě vyskytují v mnoha

biotopech, ne všude jsou ale vhodné podmínky ke tvorbě křemeliny.

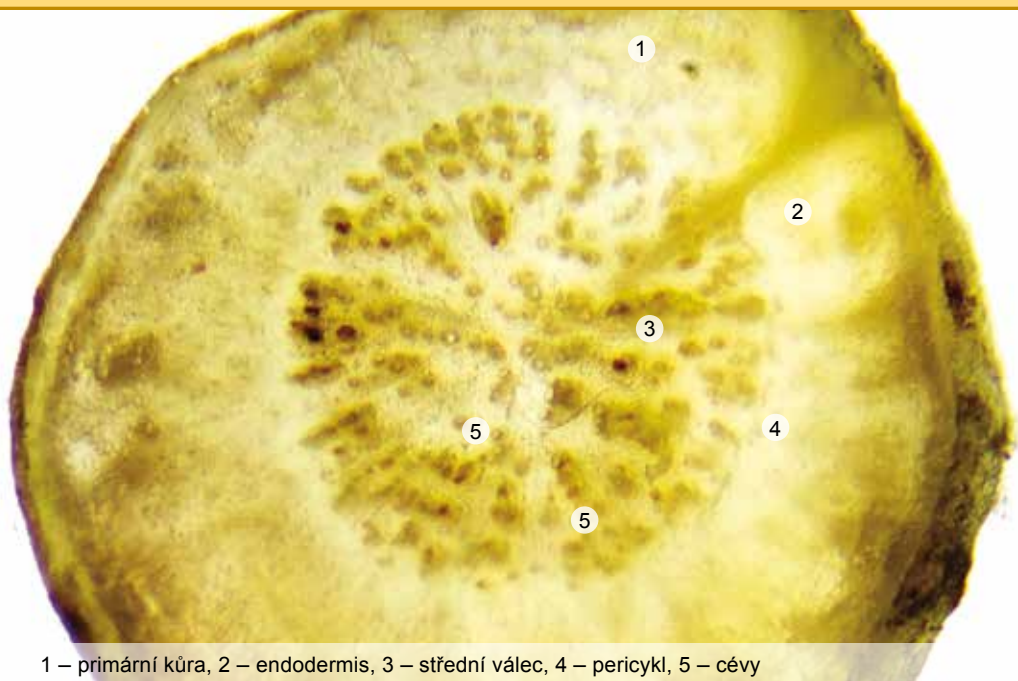
Materiál a pomůcky:

- vzorek křemeliny
- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta
- kovová špachtle s tupým koncem
- voda

Pracovní postup:

1. Špachtlí rozdrtíme a nabereme malé množství křemeliny a přeneseme je na podložní sklíčko.
2. Pipetou přidáme kapku vody, přikryjeme krycím sklíčkem a mikroskopujeme. Mezi jílovými částicemi si všímáme především symetrických schránek odumřelých rozsivek.

Otázka: Co je to indikátorový druh?



1 – primární kůra, 2 – endodermis, 3 – střední válec, 4 – pericykl, 5 – cévy

KOŘEN MRKVE

Kořen slouží rostlině především k ukotvení v půdě, k příjmu vody a živin z půdy a jejich vedení do nadzemních částí rostliny, případně k ukládání zásobných látek. Podíváme-li se na příčný řez, můžeme pozorovat několik vrstev buněk plnících různou funkci. Vnější vrstvu tvoří primární kůra, vnitřní vrstvu střední válec. V buňkách primární kůry se ukládají zásobní látky v podobě škrobu. Vnitřní část primární kůry se nazývá endodermis. Ze středního válce, konkrétně z jeho svrchní vrstvy zvané pericykl vyrůstají postranní kořeny. Uvnitř středního válce najdeme vodivá pletiva – cévní svazky. Kořen mrkve plní i zásobní funkci – hromadí se zde zásobní látky a kořen tím tloustne.

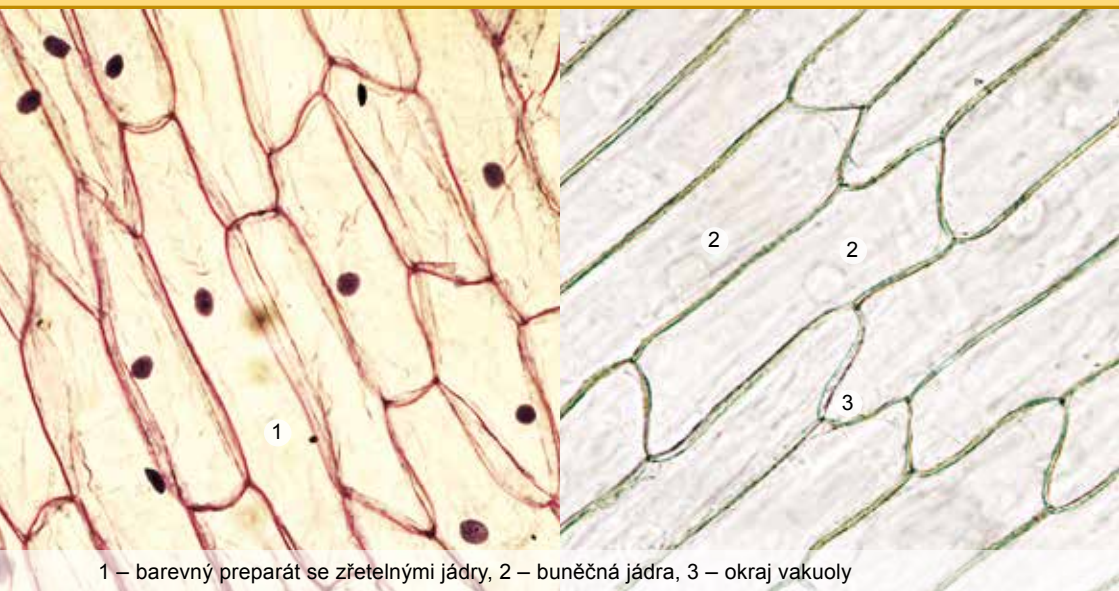
Materiál a pomůcky:

- kořen mrkve obecné (*Daucus carota*)
- podložní a krycí sklíčko
- entomologická pinzeta
- žiletka, plastová pipeta, voda

Pracovní postup:

1. V blízkosti špičky mrkve, v místě, kde je kořen zhruba 3–5 mm široký, provedeme pomocí ostré žiletky několik velmi tenkých příčných řezů.
2. Řezy, obvykle 4–6 ks, přeneseme pomocí pinzety do kapky vody na podložním sklíčku a opatrně sklíčko přiklopíme.
3. K mikroskopování si vybereme nejtenčí řez a pozorujeme jednotlivé vrstvy buněk kořene.

Otázka: K čemu slouží rostlině cévní svazky?



1 – barevný preparát se zřetelnými jádry, 2 – buněčná jádra, 3 – okraj vakuoly

POKOŽKOVÉ BUŇKY CIBULE

Cibule kuchyňská je běžnou surovinou používanou v každé kuchyni. Biologům slouží jako ukázka typických a jednoduše pozorovatelných rostlinných buněk. Lze pozorovat pravidelné střídání buněk, buněčnou stěnu, jádro a vakuolu. Ostatní orgány jsou kvůli velikosti vakuoly natlačeny k buněčné stěně a na nebarveném preparátu obvykle nejsou vidět. Můžeme je však obarvit například Lugolovým roztokem, kdy se některé buněčné struktury zvýrazní. Preparát lze snadno připravit, neboť se na povrchu listu cibule nachází jednoduše oddělitelná blanka s jednou vrstvou buněk.

Materiál a pomůcky:

- cibule kuchyňská (*Allium cepa*)
- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta a pinzeta
- voda
- skalpel nebo nůžky

Pracovní postup:

1. Rozřízneme oloupanou cibuli na čtvrtiny. Pomocí pinzety stáhneme z části jednoho z listů cibule tenkou blanku (pokožku).
2. Z této blanky vystříháme čtverec o přibližné velikosti 5×5 mm a přeneseme jej do kapky vody na podložním sklíčku. Pipetou přidáme malé množství vody, preparát přikryjeme krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Všímací si především tvaru buněk způsobeného pevnou buněčnou stěnou, dále velikosti vakuoly, zřetelnosti jádra a pozice ostatních organel v buňce.
4. Pro zajímavost si můžeme vyrobit tentýž preparát, ale společně s kapkou vody přidáme trochu soli. Buňky poté ztrácejí vodu, smršťují se a odchlípují se od buněčné stěny.

Otázka: K čemu slouží rostlinám buněčná stěna?



Detail hvězdovitých buněk

AERENCHYM SÍTINY

Aerenchym je rostlinné pletivo (neboli soubor buněk se stejnou funkcí) tvořené tenkostěnnými buňkami, mezi nimiž jsou velké mezibuněčné prostory. V určitých případech se u některých rostlin stává, že aerenchym tvoří mrtvé buňky, z nichž se zachovaly pouze buněčné stěny (neobsahují tedy živý vnitřek).

Aerenchym se obvykle nachází v pletivech vodních a bahenních rostlin, kde umožňuje volný pohyb vzduchu rostlinou, aby nezahynula kvašením či hnilobou. Ve stonku sítiny tvoří toto pletivo propojené hvězdčité buňky.

Sítina je bylina rostoucí v trsech na vlhkých stanovištích, v bažinách nebo na okrajích vod. Dříve se používala na pletení košíků.

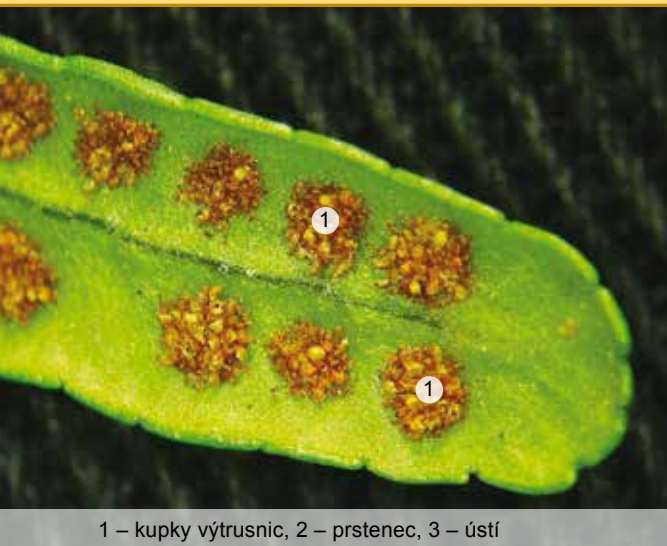
Materiál a pomůcky:

- stoněk sítiny (*Juncus sp.*)
- podložní a krycí sklíčko
- žiletka, plastová pipeta
- preparační jehla, pinzeta
- voda

Pracovní postup:

1. Stoněk sítiny podélně nařízneme žiletkou. Preparační jehlou či pinzetou seškrábneme vzorek vnitřní pěnivé hmoty a přeneseme jej do kapky vody na podložním sklíčku.
2. Materiál ještě rozmělníme na menší kousky pomocí preparační jehly. Přikryjeme preparát krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Proošťujeme preparát a pozorujeme hvězdčité aerenchymatické buňky. Všimneme si velkých mezibuněčných prostor, jimiž prochází vzduch.

Otázka: Proč může být aerenchym tvořen již mrtvými buňkami?



1 – kupky výtrusnic, 2 – prstenec, 3 – ústí



VÝTRUSNICE OSLADIČE

Výtrusnice (sporangium) je struktura, v níž vznikají výtrusy (spory). Spory na rozdíl od semen slouží k nepohlavnímu rozmnožování a neobsahují velké množství zásobních látek. Slouží k rozmnožování některých prvků, bakterií, řas, hub a rostlin. Otočíme-li list kapradiny (osladič, kaprad', či papratka), najdeme na spodní straně oranžovohnědé kupky výtrusnic. Uspořádání a tvar těchto kopek i samotných výtrusnic se liší podle druhu. Na samotné výtrusnici je v mikroskopu dobře vidět zřetelný prstenec (annulus) tvořený silnostěnnými buňkami a ústí (stomium) tvořící pás tenkostěnných buněk. Když sporangium dozraje, prstenec způsobí prasknutí výtrusnice a výtrusy jsou katapultovány ven.

Osladič obecný získal své jméno podle výrazně sladké chuti svého oddenku. Obsahuje látku osladin, která je až 500× sladší než sacharóza.

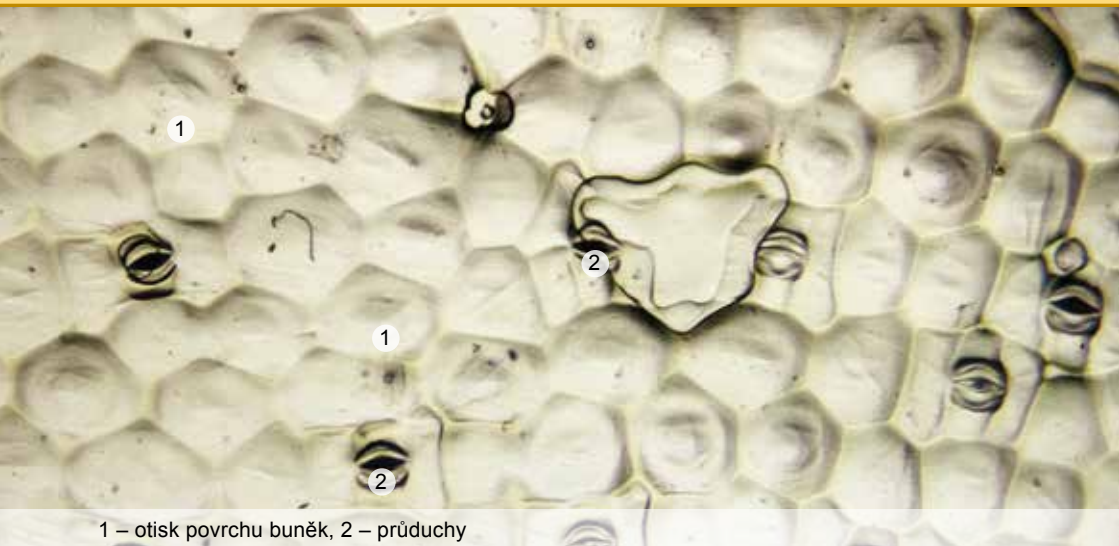
Materiál a pomůcky:

- list osladiče obecného (*Polypodium vulgare*)
- podložní a krycí sklíčko
- preparační jehla
- entomologická pinzeta
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup:

1. Uchopíme list osladiče a hranou pinzety setřeme několik kopek výtrusnic do kapky vody na podložním sklíčku.
2. Preparační jehlou na sklíčku rozmělníme kupky na jednotlivé výtrusnice, přikryjeme preparát krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Pozorujeme jednotlivé výtrusnice se zřetelnými buňkami prstence.

Otázka: Co obklopuje buňky řasy v lišejníku?



1 – otisk povrchu buněk, 2 – průduchy

PRŮDUCHY NA LISTU DVOUDĚLOŽNÉ ROSTLINY

Průduchy rostlinám slouží k výměně plynů. Rostliny se prostřednictvím průduchů zbavují vody a naopak jimi přijímají oxid uhličitý. Průduch tvoří obvykle dvě svěrací buňky ledvinitého tvaru, mezi nimiž je průduchová štěrbina. Ačkoli mohou být průduchy rozmístěny na různých částech rostliny, většina se jich vyskytuje na listech. Kvůli zadržování maximálního množství vody je výhodné, když se průduchy nacházejí z větší části na spodní straně listů, resp. na straně odvrácené od slunce. Je zde nižší teplota a menší výpar, průduchy tedy mohou být více otevřené, aby poially co největší množství oxidu uhličitého. Jako modelový organismus nám poslouží lípa srdčitá či muškát.

Otiskový preparát, který budeme vytvářet, je zvláštním typem preparátu, kdy ve výsledku nesledujeme objekt samotný, ale jeho otisk. K vytvoření „reliéfu“, který budeme sledovat, využijeme bezbarvý lak na nehty.

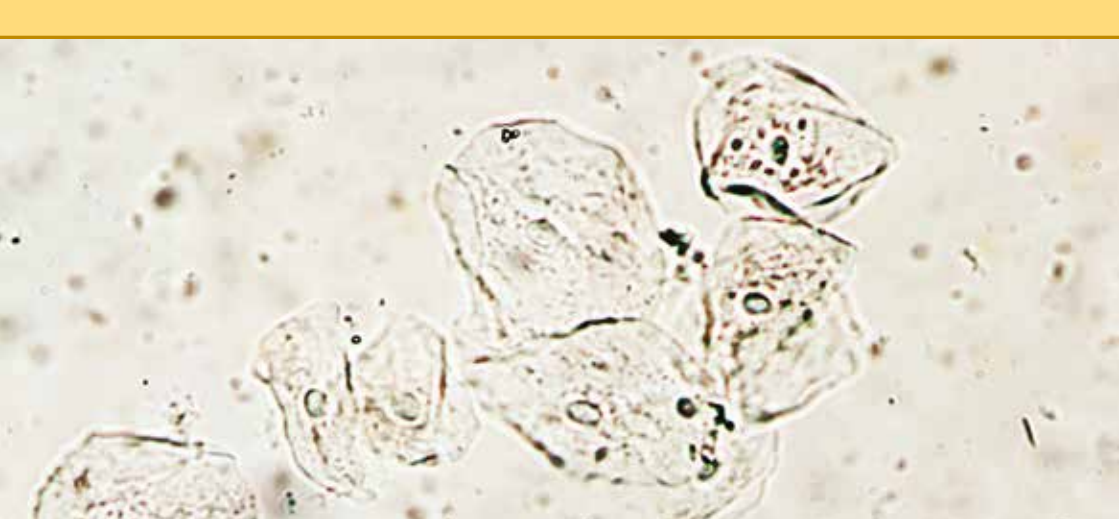
Materiál a pomůcky:

- list lípy srdčité (*Tilia cordata*) nebo muškátu (*Pelargonium sp.*)
- podložní sklíčko
- lak na nehty
- izolepa
- nůžky
- pinzeta

Pracovní postup:

1. Část spodní strany listu lípy potřeme bezbarvým lakem na nehty a necháme několik minut zaschnout.
2. Natřené místo na listu přelepíme tenkou izolepou a silně přitiskneme. Následně proužek izolepy opatrně odlepíme od listu i s vrstvou laku.
3. Odlepený kousek izolepy přilepíme na podložní sklíčko a mikroskopujeme.
4. Pozorujeme invertovaný obraz struktury povrchu listu – povrch buněk a průduchy.

Otázka: Proč některé rostliny otvírají průduchy jen v noci ?



Buňky dlaždicového epitelu sliznice dutiny ústní se zřetelnými jádry

BUŇKY BUKÁLNÍ SLIZNICE

Jako sliznice se označuje tkáň, která kryje vnitřní povrchy těla obratlovců. Najdeme ji například v trávicí soustavě, rozmnožovacích orgánech, dýchací soustavě či soustavě vylučovací. V lidském těle má sliznice velký význam a plocha všech sliznic zde zaujímá přes 300 m², což je více než kolik činí rozloha tenisového hřiště. Úkolem sliznice je chránit tkáň před škodlivými vlivy přicházejícími do těla z vnějšího prostředí. Proto její buňky těsně přiléhají na sebe a po poškození mají velkou schopnost regenerace. Následkem činnosti žláz, které ji zvlhčují, je sliznice stále vlhká a slizká, což také napomáhá správné funkci.

Bukální sliznice, tedy sliznice vystýlající ústní dutinu, je tvořena vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Podobá se kůži, ale na rozdíl od kůže sliznice nerohovatí. Buňky dlaždicového epitelu mají poměrně velká a zřetelná jádra.

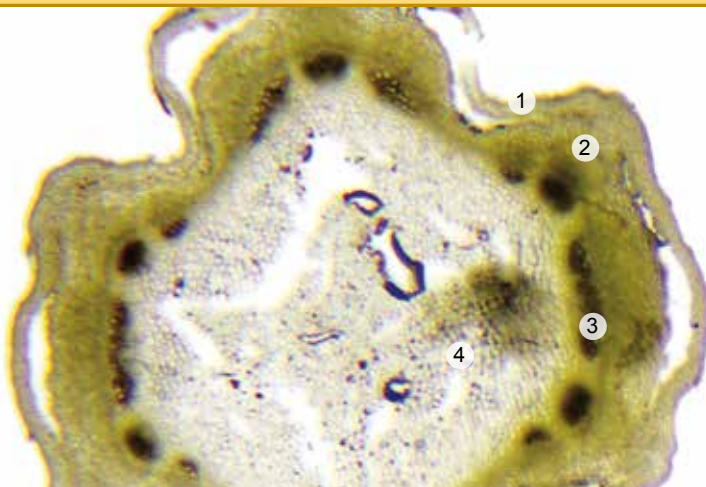
Materiál a pomůcky:

- špejle či tupé párátko
- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup:

1. Vypláchneme si ústa a špejlí či párátkem provedeme stěr bukalní sliznice. Koncem špejle se snažíme trochu přitlačit na vnitřní strany tváře, horního patra a okolí rtů.
2. Špejli s nasbíraným materiálem otiskneme a otfeme o podložní sklíčko, přidáme kapku vody a přikryjeme preparát krycím sklíčkem.
3. Pro lepší zřetelnost bezbarvého materiálu zacloníme mikroskop na maximum a pozorujeme jednotlivé oddělené buňky dlaždicového epitelu s velkými jádry.

Otázka: Proč je pro správnou funkci sliznice důležité, aby byla stále vlhká?



1 – pokožka, 2 – primární kůra, 3 – cévní svazek, 4 – dřev

STONEK KOPŘIVY

Stonek je u cévnatých rostlin oporou pro listy a reprodukční orgány. Musí tedy být pevný a zároveň schopný transportu minerálních látek a produktů fotosyntézy. Klasickou stavbu stonku bez různých odchylek má například běžná kopřiva dvoudomá. Na povrchu stonku se nachází pokožka, obvykle jednovrstevná, oddělující vnitřek stonku od vnějšího prostředí. Pod pokožkou najdeme primární kůru plnicí ochrannou a zásobní funkci. Jsou zde zastoupena mechanická pletiva – kolenchym a sklerenchym. Uvnitř stonku se nachází střední válec neboli stélé, jehož parenchymatickým pletivem prostupují cévní svazky. Úplně uprostřed stonku je obvykle dřev nebo dřevná dutina, pokud je parenchymatické pletivo dření redukováno.

Materiál a pomůcky:

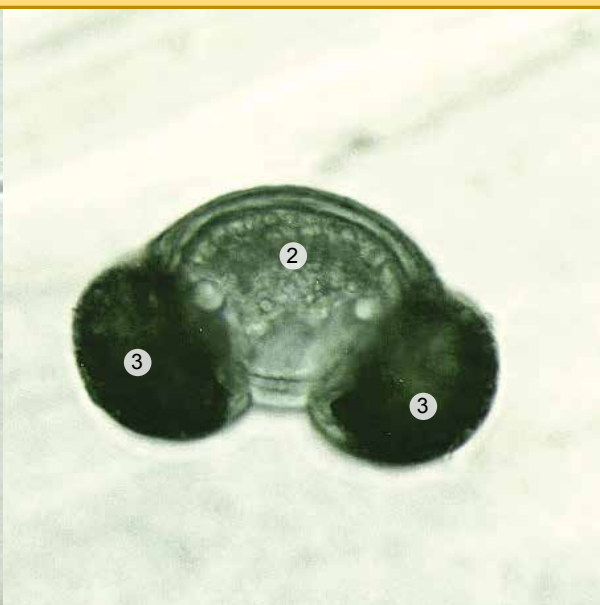
- stonk kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*)
- podložní a krycí sklíčko

- žiletka, entomologická pinzeta
- prkénko, plastová pipeta
- voda, HCl
- barvivo fluoroglucinol

Pracovní postup:

1. Stonk kopřivy v nevětvené části žiletkou nařežeme příčnými řezy na co nejtenčí plátky. Čtyři řezy následně pinzetou přeneseme na podložní sklíčko do kapky vody.
2. Přidáme kapku barviva fluoroglucinolu a nepatrné množství HCl na svrchní stranu řezů, necháme barvivo 3–5 minut působit a preparát přikryjeme krycím sklíčkem. Pro pozorování si vybereme nejtenčí řez.
3. Pozorujeme a pojmenujeme jednotlivé vrstvy řezu stonkem. Dobře patrná by měla být dřevná dutina a cévní svazky uspořádané v kruhu. Dřevní část svazků vodivých pletiv je po barvení výrazně hnědofialová.

Otázka: K čemu slouží rostlinám mechanická pletiva?



1 – pylová zrna borovice lesní, 2 – pylové zrno, 3 – vzdušné vaky

PYLOVÁ ZRNA BOROVICE

Samčí pohlavní buňky jehličnanů vznikají v samcích šištích. Šišťice jsou tvořeny tyčinkami se dvěma samčími výtrusnicemi – prašnými pouzdry, z nichž se uvolňují samčí výtrusy, jimž říkáme pylová zrna. Každé pylové zrno má dva vzdušné vaky usnadňující přenos zrn větrem na dlouhé vzdálenosti. Jehličnany jsou tedy opylovány větrem, nikoli hmyzími opylovači, jako rostliny krytosemenné, tvořící barevné květy, aby opylovače nalákaly. Pokud se pylové zrno setká s vajíčkem, začne klíčit tzv. pylová láčka nesoucí spermatické buňky. Následně dojde k oplození a vytváří se semeno. Protože semeno není kryto žádnými obaly (tedy žádná jablka, hrušky, aj.), řadíme jehličnany mezi rostliny nahosemenné.

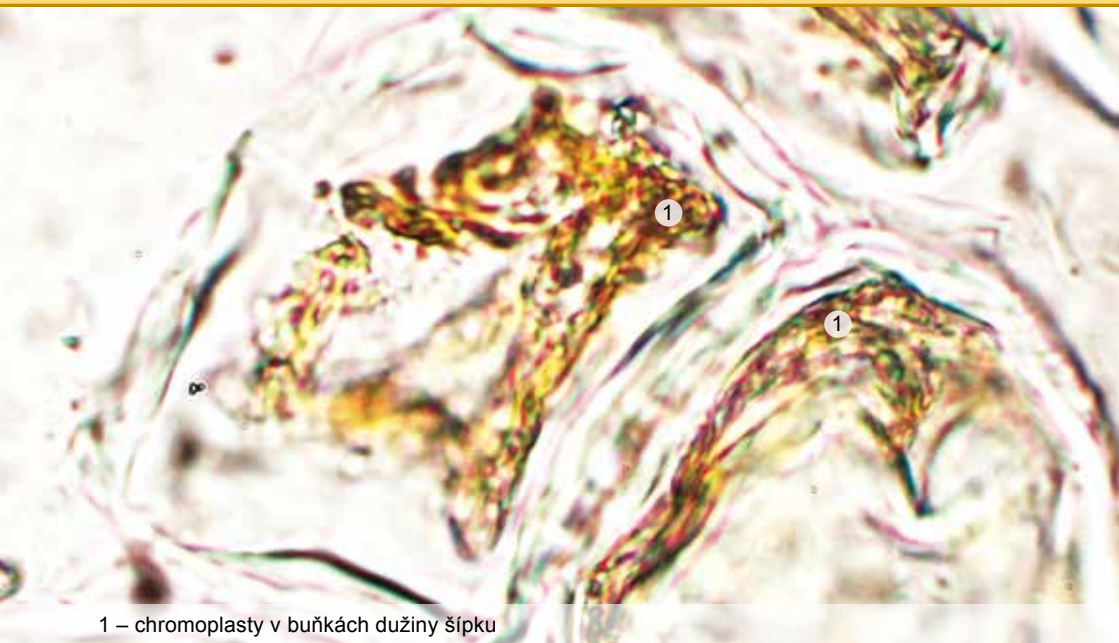
Materiál a pomůcky:

- samčí šištice borovice lesní (*Pinus sylvestris*)
- podložní a krycí sklíčko
- pinzeta, preparační jehla
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup:

1. Pomocí preparační jehly vyjmeme ze šištice několik pylových zrn, případně je poklepáním na šištici přímo vysypeme do připravené kapky vody na podložním sklíčku.
2. Přikryjeme vzorek krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Pozorujeme kulovitý tvar pylového zrna a dva vzdušné vaky umístěné po stranách mimo osu procházející středem zrna.

Otázka: Jak může být vítr nápomocen při rozmnožování jehličnanů?



1 – chromoplasty v buňkách dužiny šípku

CHROMOPLASTY V BUŇKÁCH ŠÍPKU

Šípková růže je keř s trny, jehož plody – šípky – jsou označovány jako souplodí nažek ve zdužnatělé češuli. Červenooranžová barva šípku je následkem tvorby karotenoidů – barviv ukládaných v chromoplastech, tedy specializovaných plastidech, které postrádají chlorofyl. Chromoplasty obecně barví plody do výrazných barev, aby si jich lépe všimli konzumenti. Ti plody pojírají a poté rozšiřují semena z těchto plodů po okolí podle toho, jak prochází trávicím traktem.

Šípek je zdrojem vitamínu C a A, připravuje se z něj šípkový čaj, lze jej použít jako surovinu pro výrobu marmelády, vína, sirupu či omáček.

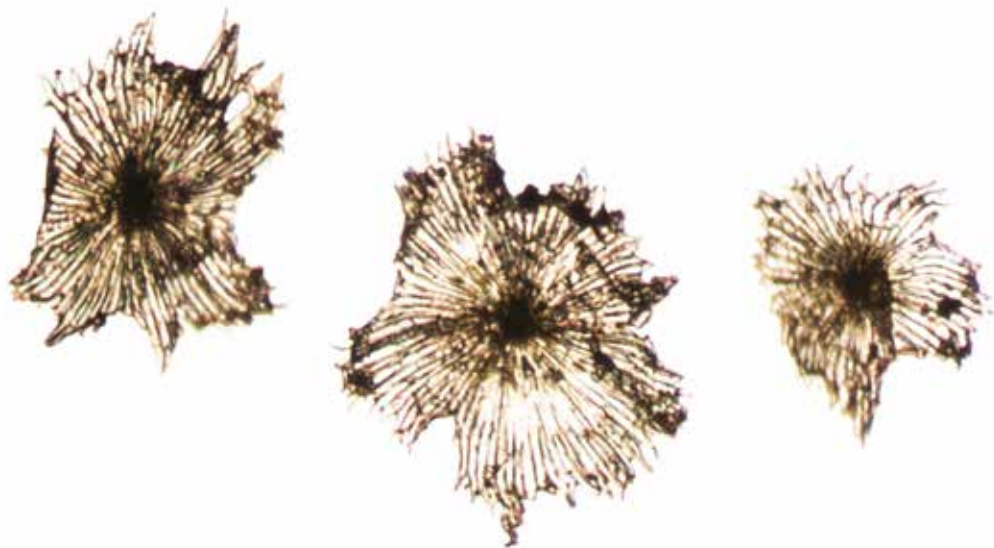
Materiál a pomůcky:

- plod šípku (*Rosa canina*)
- podložní a krycí sklíčko
- preparační jehla, voda
- žiletka, plastová pipeta, guma

Pracovní postup:

1. Žiletkou či skalpelem rozřízneme šípek na dvě poloviny. Preparační jehlou vyškrábneme kousek dužiny a přeneseme ji do kapky vody na podložním sklíčko.
2. Jehlou ještě rozmělníme vzorek do tenčí vrstvy, přiklopíme krycím sklíčkem a gumou na něj opatrně zatlačíme, aby se dužina rozprostřela co nejvíce do plochy.
3. Pozorujeme buňky dužiny, v nichž jsou červenooranžové chromoplasty uloženy volně či v souvislých řetězcích.

Otázka: Proč v buňkách dužiny šípku nejsou patrné ostatní organely?



Krycí trichomy rakytníku s trsovitými výběžky

KRYCÍ TRICHOMY RAKYTNÍKU

Rakytník řešetlákový je strom či keř z řádu růžotvarých, nápadný svými výrazně oranžovými plody – bobulemi. Kvete od března do května. Původní je v Asii, v ČR se pěstuje jako okrasná rostlina. Je ideální pro vysazování na místech, kde je třeba zpevnit půdu, využívá se např. při rekultivaci lomů. Na kořenech rakytníku rostou až několik cm velké hlízky tvořené bakteriemi, které pomáhají rakytníku v růstu a obohacují okolní půdu dusíkem. Má úzké stříbřité listy, na nichž se nacházejí zvláštní hvězdovité či trsovitě krycí chlupy – trichomy.

Z plodů rakytníku se vyrábí sirupy, džemy, likéry, oleje i čaje. Pomáhá především při chřipce, žaludečních potížích, infekčních onemocněních a posiluje imunitní systém.

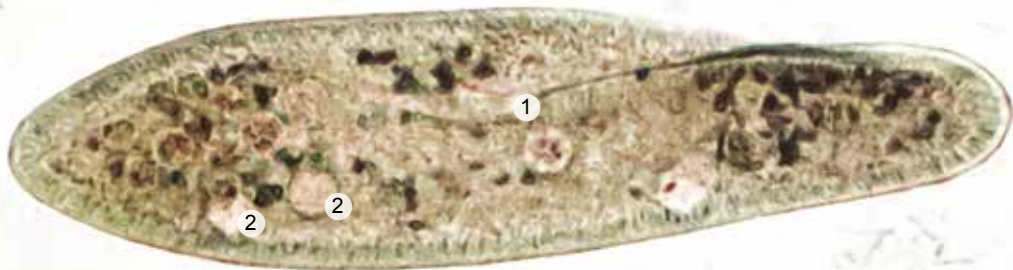
Materiál a pomůcky

- list rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides*)
- podložní sklíčko
- žiletka
- preparační jehla

Pracovní postup

1. Připravíme si podložní sklíčko. Uchopíme list rakytníku a ze spodní strany listu pomocí žiletky seškrábe-me stříbrný povrch na podložní sklíčko.
2. Preparační jehlou opatrně rozmělníme shluky trichomů do rovnoměrné vrstvy a mikroskopujeme. Preparát neuzavíráme krycím sklíčkem.
3. Pozorujeme jednotlivé krycí trichomy připomínající mnohacípou hvězdu či chapadla mořské sasanky.

Otázka: Co umožňuje rakytníku růst i na půdách chudých na živiny?



Trepka velká: 1 – buněčná ústa, 2 – potravní vakuoly

NÁLEVNÍCI

Nálevníci tvoří skupinu jednobuněčných organismů, které se dokáží zapouzdřit do cysty (klidového stadia), pokud podmínky prostředí neumožňují plnohodnotný život. Když opět nastanou vhodné podmínky, prvok ožije. Cysty nálevníků jsou skoro všude. Připravíme si tedy senný nálev z hlíny a rostlinného materiálu (sena). Tento substrát umístíme do sklenice a zalijeme rybníční vodou. Celý nálev umístíme na přímé slunce a necháme několik dní odležet. Během této doby se nálevníci probudí k životu a budeme je tak moci pozorovat.

Typickým a častým zástupcem nálevníků je trepka velká (*Paramecium caudatum*), ale najít můžeme také vejcovku, měňavku či bobovku. Trepka dostala název podle svého tvaru připomínajícího botu. Může dosahovat velikosti až 0,35 mm.

Díky tomu je někdy možné v její cytoplazmě rozeznávat různé orgány – makro-nukleus, mikronukleus, buněčná ústa, potravní vakuoly a kontraktilní vakuoly. Pohybuje se pomocí brv.

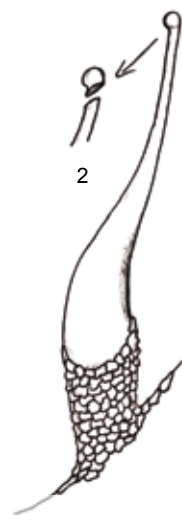
Materiál a pomůcky:

- senný nálev (sklenice, seno, hlína, rybníční voda)
- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta

Pracovní postup:

1. Pipetou nabereme kapku rozmíchaného senného nálevu a přeneseme ji na podložní sklíčko.
2. Přikryjeme preparát krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. U nálevníků pozorujeme jejich vnitřní uspořádání a způsoby pohybu.

Otázka: Jak se nazývá analogie trávicí soustavy u trepky velké?



1 – trichotomy kopřivy, 2 – kresba trichotomu s vyznačenou lámavou špičkou

ŽAHAVÉ TRICHOMY KOPŘIVY

Rostliny jsou obvykle pokryty chlupy – trichomy, které plní různou funkci. Proti spásání býložravci se mohou rostliny bránit například žahavými chlupy. U kopřivy dvoudomé mají žahavé chlupy podobu tenkých dutých jehliček na okrajích listu a na stonku. Při kontaktu s pokožkou se odlomí špička chlupu, probodne kůži a uvolní do těla pálivou tekutinu s obsahem kyseliny mravenčí. Buněčná stěna ve špičce těchto trichomů je prostoupena křemičitany – je křehčí, snadněji se láme a způsobuje tak žahnutí.

Provedené studie naznačují, že na místech s vyšším rizikem spásání vytvářejí kopřivy větší množství žahavých trichomů než na místech s nižší pravděpodobností spásání.

Materiál a pomůcky:

- list či celá rostlina kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*)
- podložní a krycí sklíčko, voda
- žiletka nebo nůžky, tvrdá pinzeta
- preparační jehla, plastová pipeta

Pracovní postup:

1. Žiletkou nařízneme část listu kopřivy a pomocí pinzety stáhneme pokožkovou vrstvu buněk.
2. Kousek pokožky vložíme do kapky vody na podložní sklíčko, přikryjeme krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Použít lze také jednotlivé trichomy setřené žiletkou či skalpelem ze stonku či řapíku listu. Podložní sklíčko přikládáme opatrně, aby se trichom tlakem nepoškodil.
4. Pozorujeme tenkou špičku jednobuněčného trichomu a poté jeho mnohobuněčnou bázi.

Otázka: Popište svými slovy, co se děje s rostlinou a s býložravcem při žahnutí.



1 – buněčná stěna, 2 – chloroplasty

CHLOROPLASTY V BUŇKÁCH MECHU

Chloroplasty jsou typické orgány rostlinné buňky. V živočišných buňkách se nevyskytují vůbec. Mají sytě zelenou barvu díky zelenému barvivu, tzv. chlorofylu. Pro rostlinu jsou chloroplasty důležité tím, že v nich probíhá fotosyntéza. To je proces, při němž z jednoduchých látek vznikají energeticky bohaté složitější látky, a ještě se do okolí uvolňuje kyslík. Pro život na Zemi má fotosyntéza zásadní a jedinečný význam.

Chloroplast se tvarem obvykle podobá švestce, může být v buňce jen jeden nebo i v několikatisícovém počtu. Teorie vzniku chloroplastu hovoří o tom, že vznikl z volně žijící samostatné buňky – konkrétně sinice. Tato sinice byla pohlcena jinou, větší buňkou. Nebyla však strážena a rozložena, ale začala pro svou hostitelskou buňku „pracovat“, tedy fotosyntézou vytvářet energeticky bohaté organické látky.

Materiál a pomůcky:

- rostlinky mechu ploníku (*Polytrichum sp.*) nebo měříku (*Plagiomnium sp.*)
- podložní a krycí sklíčko
- tvrdá pinzeta
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup:

1. Vybereme si několik (cca 5) tenkých fyloidů (lístečků) na rostlince mechu, tvrdou pinzetou je odtrhneme a přeneseme do kapky vody na podložním sklíčku.
2. Přikryjeme vzorek krycím sklíčkem a dbáme přitom na to, aby se nám lístečky nepřekroutily a ležely v preparátu naplocho.
3. Proostřujeme preparátem a sledujeme buňky napěchované malými zelenými chloroplasty. V těchto buňkách probíhá intenzivní fotosyntéza.

Otázka: Jak se nazývají organické látky, které vznikají fotosyntézou?



1 – šupiny s kanálky, 2 – různé typy šupin se zachovalými kanálky neuromastů

POSTRANNÍ ČÁRA RYB

Zvláštním smyslem, který nalezneme především u ryb, je proudový orgán. Je schopen vnímat proudění vody a rozdíly vodního tlaku v důsledku pohybu jiných objektů, odražené vlnění od překážek i tlakové vlny vzniklé pohybem člověka na břehu. Základem proudového orgánu jsou smyslové buňky neuromasty, které obvykle leží ve váčcích nebo kanálcích pod kůží ryb. Na povrch těla ústí prostřednictvím kanálků procházejících šupinami – tvoří tak postranní čáru.

Zajímavé je, že z vývojového hlediska jsou neuromasty podobné smyslovým buňkám vnitřního ucha. Soudí se, že postranní čára se u ryb může podílet na vnímání zvuku.

Materiál a pomůcky:

- šupina z postranní čáry kapra (*Cyprinus carpio*) či jiné kaprovité ryby
- podložní a krycí sklíčko, voda
- plastová pipeta, pinzeta, hadřík

Pracovní postup:

1. Šupinu přidržíme pinzetou a hadříkem z ní setřeme zbytky slizového obalu.
2. Na podložní sklíčko do kapky vody umístíme rybí šupinu, přidáme kapku vody i na svrchní stranu šupiny a přiklopíme krycím sklíčkem. V případě větší šupiny místo krycího sklíčka použijeme druhé podložní sklíčko, aby došlo k lepšímu zploštění šupiny.
3. Na šupině z postranní čáry pozorujeme kanálek proudového orgánu, případně otvor či rýhu kudy prochází.

Otázka: K čemu rybám slouží postranní čára?



1 – hlavová kapsule s vějířovitými orgány



VĚJÍŘE LARVY MUCHNIČKY

Muchničky jsou drobné mušky patřící do skupiny dvoukřídleho hmyzu. Dospělci jsou 3–6 mm velcí, larva měří obvykle 5–7 mm. Jsou typickým zástupcem hmyzu, který se ve fázi larvy živí diametrálně odlišným způsobem než dospělec. Odpovídá tomu i typ ústního ústrojí. Dospělci disponují krátkým bodavým sosákem a sají krev ptáků, savců a také člověka. Bodnutí muchničky je bolestivé a vyvolává silné kožní reakce. Naproti tomu larvy jsou zcela neškodné, žijí v tekoucích vodách přichycené na kamelech a filtrují z vody potravu, kterou jim přinese proud. Mají k tomu přizpůsobené charakteristické vějířovité orgány na hlavě.

Materiál a pomůcky

- larva muchničky (*Simulium sp.*) naložená v lihu
- entomologická pinzeta
- preparační jehla

- podložní a krycí sklíčko
- plastová pipeta
- voda

Pracovní postup

1. Konzervovanou larvu muchničky pomocí pinzety opatrně přeneseme do kapky vody na podložním sklíčku. Pomocí preparační jehly a pinzety nastavíme larvu tak, aby byly její vějíře na hlavě orientovány horizontálně, naplocho.
2. Přikryjeme vzorek krycím sklíčkem a pozorujeme v mikroskopu prozatím při nejmenším zvětšení. Prohlédneme si celkovou stavbu larvy muchničky, přísavku, již se drží substrátu v potoce, a poté se při větším zvětšení zaměříme na hlavovou kapsli s přídatnými vějířovitými filtračními orgány.

Otázka: Proč je u hmyzu s proměnou dokonalou časté, že je larva výrazně větší, než dospělé stádium?



1 – otrněný hypostom

HYPOSTOM KLÍŠTĚTE

Klíště obecné je roztoč, který se živí sáním krve savců, ptáků a plazů. Je přenašečem nemocí, mezi něž patří především lymfská borrelióza a klíšťová encefalitida. Než se klíště promění v dospělce, musí obvykle vystřídat tři hostitele. Do kůže hostitele se přitom přichytí pomocí tzv. hypostomu. Jedná se o dlátovitý útvar hustě pokrytý zpětnými trny. Po vsunutí hypostomu do pokožky klíště ucpe okolí ranky svými slinami, čímž způsobí ještě pevnější přichycení.

Vzhledem k tvaru a povaze hypostomu nemá smysl klíště z rány vykrucovat, ale spíše se jej snažit vyviklat či vytrhnout pomocí speciální pinzety.

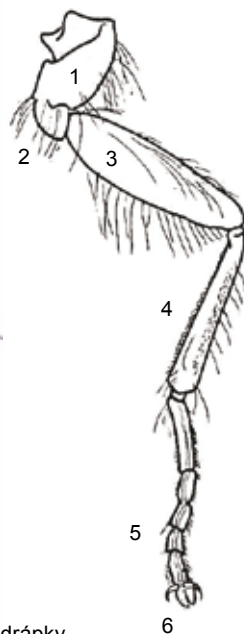
Materiál a pomůcky:

- klíště obecné (*Ixodes ricinus*) naložené v lihu
- podložní a krycí sklíčko
- entomologická pinzeta
- plastová pipeta, guma, voda

Pracovní postup

1. Jeden menší exemplář klíštěte obecného pomocí pinzety vyjmeme z nádobky s lihem a přeneseme jej na podložní sklíčko do kapky vody.
2. Přikryjeme exemplář krycím sklíčkem a opatrně sklíčko přitlačíme gumou tak, aby se klíště zploštilo a vytvořilo co nejtenčí preparát.
3. Při mikroskopování se zaměříme na hlavovou část (gnathosoma), kde se nachází hypostom.

Otázka: Proč je při odstraňování klíštěte důležité klíště nerozmáčknout?



1 – kyčel, 2 – příkyčlí, 3 – stehno, 4 – holeň, 5 – chodidlové články, 6 – drápky

NOHA HMYZU

Hmyz, jak známo, má 3 páry nohou, každý pár vyrůstá z jednoho segmentu hrudi. Původně krátkivé končetiny určené k chůzi se u některých skupin přizpůsobily jinému typu pohybu či jiné funkci. U včely tak například najdeme nohu sběrací s košíčkem či kartáčkem, záchytnou nohu s háčkem má například veš. Obrvené plovací nohy nalezneme u vodního hmyzu, silné a kratší hrabavé nohy například u kratochvilky. Naopak dlouhé a tenké nohy určené ke skákání má saranče.

Moucha domácí má klasickou stavbu končetiny, vylepšenou o přísavný polštářek, aby se udržela i na kluzkém povrchu či na stropě hlavou dolů. Noha hmyzu se obvykle skládá z kyčle, příkyčlí, stehna, holeně a článkovaného chodidla s drápky.

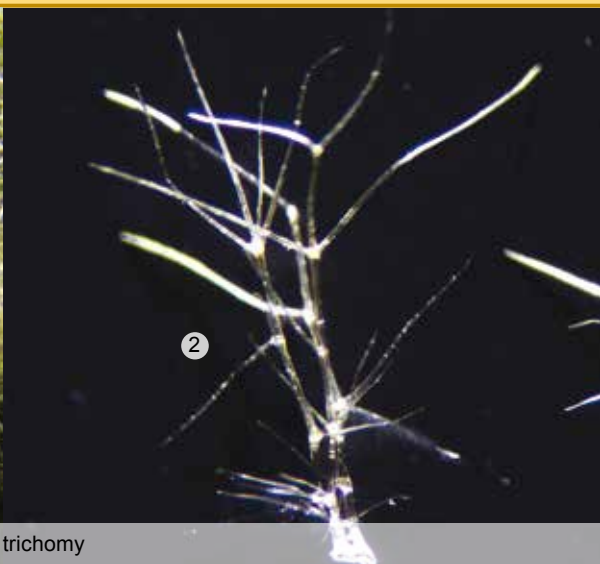
Materiál a pomůcky:

- sušená moucha domácí (*Musca domestica*)
- podložní a krycí sklíčko
- pinzeta, skalpel, plastová pipeta
- prkénko
- voda

Pracovní postup:

1. Sušenou mouchu opatrně uchopíme pinzetou, přeneseme na prkénko a skalpelem odřízneme nohu prostředního páru co nejblíže k tělíčku.
2. Nohu přeneseme do kapky vody na podložním sklíčku, přikryjeme krycím sklíčkem. Pozorujeme v mikroskopu nejprve na malé zvětšení a poté se při větším zvětšení zaměříme na přísavný polštářek.

Otázka: Z kolika chodidlových článků se skládá noha mouchy?



1 – podní strana listu divizny, 2 – přesenité trichomy

KRYCÍ TRICHOMY DIVIZNY

Trichomy neboli chlupy rostlin zastávají několik funkcí. Krycí trichomy chrání rostlinu před nadměrným osluněním a přehřátím. Pomáhají také při rozšiřování plodů a semen. Nejčastějším typem jsou papily – jednoduché chlupy vytvářející sametový vzhled povrchu rostliny. Hvězdovité chlupy má například hlošina a konečně přesenité chlupy, jimiž se pyšní divizna velkokvětá. Jsou bohatě větvené a vytvářejí na dotek měkký povrch listu. Preparát z listu divizny připomíná svou strukturou mikroskopický les.

Divizna je dvouletá léčivá bylina. Pro léčebné účely se používá výhradně květ. Má protizánětlivé účinky a čaj z jejích květů účinně léčí kašel.

Materiál a pomůcky

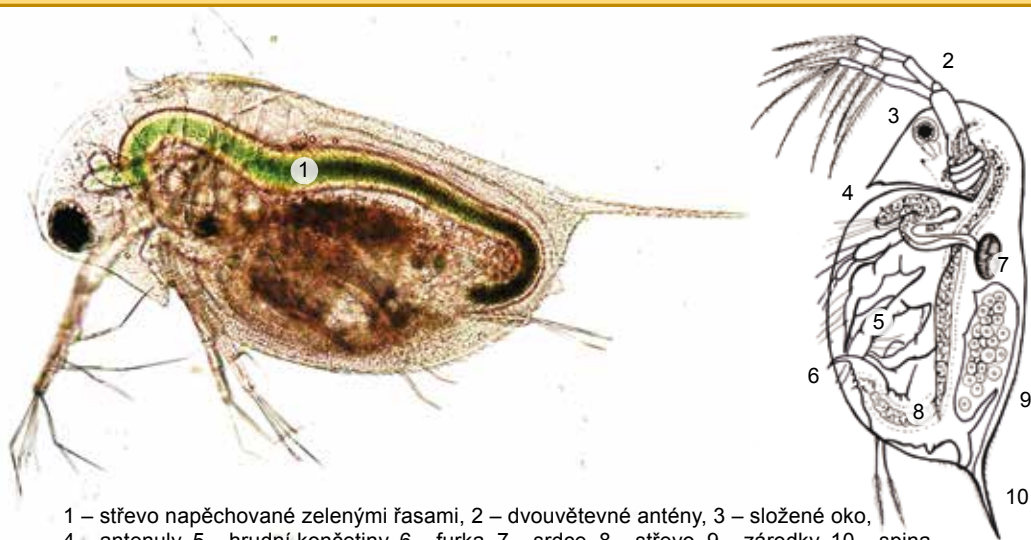
- list divizny velkokvěté (*Verbascum densiflorum*)
- podložní sklíčko s jamkou

- krycí sklíčko
- plastová pipeta
- žiletka či skalpel
- voda

Pracovní postup

1. List divizny uchopíme pinzetou, abychom příliš nerozmačkali vrstvu trichomů, a v místě listové žilnatiny, kde je list pevný, setřeme vrstvu chlupů žiletkou. Můžeme také jednotlivé trichomy odebrat tvrdou pinzetou. Chlupy následně přeneseme do kapky vody na podložním sklíčku s jamkou.
2. Pomocí preparační jehly ještě opatrně rozmělníme vzorek tak, aby vytvořil souvislé chuchvalce.
3. Přikryjeme preparát krycím sklíčkem a mikroskopujeme. Přesenité trichomy divizny svým tvarem připomínají větvičky stromů.

Otázka: Jakým způsobem mohou trichomy zabránit přehřátí rostliny?



1 – střevo napěchované zelenými řasami, 2 – dvoučlenné antény, 3 – složené oko, 4 – antenuly, 5 – hrudní končetiny, 6 – furka, 7 – srdce, 8 – střevo, 9 – zárodky, 10 – spina

PLANKTONNÍ KORÝŠ PERLOOČKA

Perloočky jsou malí korýši (podle druhu max. do 5 mm délky, obvykle však 1–2 mm) žijící v planktonu sladkovodních ekosystémů. Planktonem přitom rozumíme soubor organismů žijících ve vodním sloupci neschopných aktivního vzdorování proudění vody. Perloočky mají tělo kryté krunýřem a pohybují se pomocí druhého páru tykadel. Hrudní nožky slouží k filtrování potravy, živí se především řasami. Často můžeme u perlooček v mikroskopu sledovat zeleně zbarvené střevo plné řas. Nejznámějším rodem je hrotnatka.

Perloočky jsou významnou skupinou zooplanktonu našich vod. Velkou měrou se podílejí na koloběhu živin a jsou potravou ryb. Sušené hrotnatky se používají jako krmivo pro akvariijní rybičky.

Materiál a pomůcky

- sklenice s kulturou hrotnatek (*Daphnia sp.*)
- podložní sklíčko s jamkou
- krycí sklíčko, plastová pipeta
- barvivo kongočerveně, voda

Pracovní postup

1. Ze sklenice s hrotnatkami nabereme pipetou 1–3 jedince (podle velikosti) a přeneseme je na podložní sklíčko s jamkou.
2. Přikryjeme vzorek krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
3. Pozorujeme například rychlý pohyb hrudních nožek, druhý pár tykadel sloužící k pohybu, složené oko, průběh trávicí soustavy.
4. Pokud nám zbyde čas, můžeme ke vzorku přikápnout malé množství kongočerveně. Toto barvivo se váže na chemoreceptory na prvním páru tykadel (antenuly) a červeně je zvýrazní.

Otázka: Kolik hrudních nožek má perloočka?



Penátní rozsivka



Centrální rozsivka

ROZSIVKY

Rozsivky (*Bacillariophyceae*) jsou jednobuněčné organismy s pevnou dvojdielnou schránkou z oxidu křemičitého. Žijí především ve vodě, ale najdeme je i ve vlhké půdě. Buňka si svou schránku vytváří vychytáváním kyseliny křemičité z okolí. Tato schránka se skládá ze dvou částí, které do sebe zapadají podobně jako Petriho miska s víčkem. Při nepohlavním rozmnožování dochází postupně ke zmenšování buněk, neboť každá dceřinná buňka získá jednu polovinu schránky a dotvoří si vždy tu menší část. K obnovení původní velikosti dochází až při rozmnožování pohlavním.

Rozsivky se často využívají jako indikátorové organismy při určování kvality vody. Schránky odumřelých rozsivek tvoří horninu diatomit, která se dříve používala k výrobě dynamitu a dnes se užívá především k výrobě skla a skleněných filtrů.

Materiál a pomůcky:

- kameny s nárůstem rozsivek vylovené z potoka
 - podložní a krycí sklíčko
 - plastová pipeta
 - voda
- zubní kartáček
 - preparační jehla a pinzeta
 - Petriho miska

Pracovní postup:

1. Odebereme z potoka či rybníka několik kamenů porostlých biofilmem. Můžeme vzít také pár chuchvalců řas.
2. Starým kartáčkem na zuby (případně pinzetou) seškrabáváme porost řas z povrchu kamene a přenášíme jej do Petriho misky s malým množstvím vody. Kartáček tedy společně s rozsivkami „vypereme“ v Petriho misce s vodou.
3. Pipetou nabereme kapku získaného materiálu, přeneseme ji na podložní sklíčko, přikryjeme krycím sklíčkem a mikroskopujeme.
4. V závislosti na ročním období a různorodosti odebraného materiálu pozorujeme rozmanité množství druhů. Rozlišujeme rozsivky s centrickými schránkami (radiálně souměrné) a s tzv. penátními schránkami (podlouhlého tvaru). Pro určení konkrétních druhů můžeme použít určovací klíč.

Otázka: Co je to indikátorový druh?



Semeno (nažka) s chmýřem

SEMENA UNÁŠENÁ VĚTREM

Způsobu šíření semen nebo plodů větrem se říká anemochorie. Jak k tomu dochází? První způsob je ten, že se celá rostlina pustí substrátu, je unášena či kutálena větrem a postupně ztrácí semena (např. máčka ladní). Dalším způsobem je rozptýlení semen rozkvíváním celé rostliny, jen pár metrů do okolí (např. mák vlčí).

A konečně třetí způsob je ten, že se semena nechají volně unášet větrem, na vzdálenost až několika kilometrů. Semena však musí být velmi malá a lehká nebo musí být vybavena nějakým aparátem usnadňujícím vznášení ve vzduchu. Jedná se o různé blanité lemy a křídla, trichomy, chmýří či vzdušné měchýřky.

Pampeliška nebo také smetanka lékařská je všem dobře známá plevelná avšak léčivá rostlina z čeledi hvězdnicovitých. Semena – nažky pampelišky mají kalich přeměněný v chmýr, jenž usnadňuje její šíření větrem.

Materiál a pomůcky:

- ochmýřené semeno smetanky lékařské (*Taraxacum officinale*)
- pinzeta, plastová pipetka
- Petriho miska, voda
- modelovací hmota
- černá podložka

Pracovní postup:

1. Semínko pampelišky pomocí pinzety přemístíme na suchou Petriho misku. Kapátkem přidáme nepatrné množství vody přibližně doprostřed chmýru tak, aby semínko drželo na místě a neposunovalo se po dně Petriho misky vlivem další manipulace či našeho dechu. K tomuto účelu lze také použít malého kousku modelovací hmoty.
2. Pod Petriho misku vložíme černou podložku a pozorujeme preparát pomocí binolupy s plošným nasvícením.
3. Všímací si mohutnosti létací aparatury vzhledem k velikosti samotného semínka. Při větším zvětšení si následně prohlédneme strukturu chmýru.

Otázka: Jmenujte jiné způsoby šíření semen než větrem.



1 – cévní svazky

CÉVNÍ SVAZKY CELERU

Mířík celer je kořenová zelenina pěstovaná pro své bulvy a listy. Působí příznivě na činnost ledvin, povzbuzuje chuť k jídlu, podporuje trávení a zpevňuje cévy. Listy celeru mají na průřezu půlměsíčitý tvar a dobře patrné cévní svazky. Cévní svazek je vlastně transportní systém cévnatých rostlin. Tvoří jej provazce vodivých pletiv, jejichž úkolem je rozvádět roztoky minerálních látek z kořenů do těla rostliny (jde o tzv. transpirační proud) a asimiláty (tedy produkty fotosyntézy) z listů do míst jejich spotřeby či do úložiště (bulvy, hlízy, kořeny, aj.).

Buňky tvořící cévní svazky mají mezi sebou proděravělé nebo zčásti rozpuštěné přepážky, aby mohl volně probíhat transport látek.

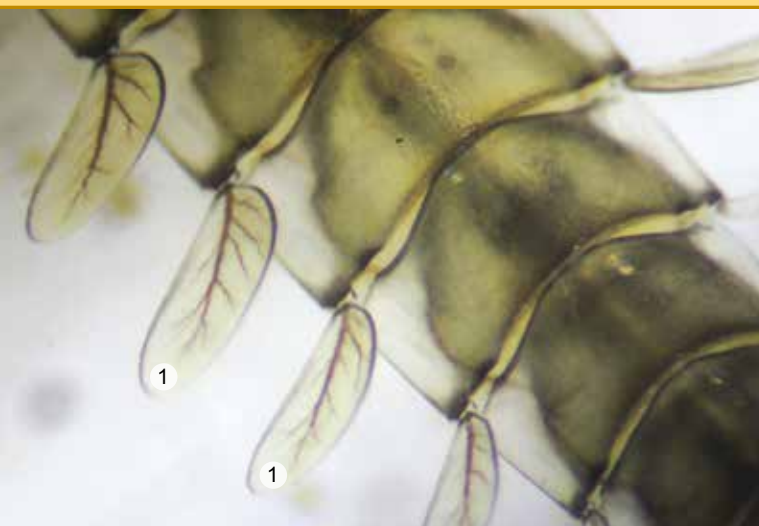
Materiál a pomůcky:

- list řapíkatého celeru (*Apium graveolens*)
- skalpel nebo nůž, Petriho miska
- černá podložka, kádinka, inkoust

Pracovní postup:

1. Skalpelem provedeme příčný řez řapíkem listu celeru asi 10 cm od bulvy. Odřízneme přibližně 5–10 mm silný špalíček.
2. Vytvořený špalíček položíme na černou podložku do Petriho misky a pozorujeme pod binolupou s plošným světlem.
3. Cévní svazky jsou dobře patrné jako tmavě zelené shluky buněk při vnějším okraji řapíku.
4. Ještě výrazněji budou cévní svazky působit, pokud utržený list celeru na krátkou dobu postavíme do kádinky s inkoustem.

Otázka: Co se stane s listem celeru, když ho postavíme do kádinky s inkoustem?



1 – lístečkovité žábry s větvenými trachejemi

ŽÁBRY LAREV JEPIC

Jepice jsou poměrně starobylou skupinou hmyzu. Poznáme je třeba podle výrazně větších předních křídel a dlouhých přívěsků na zadečku. Dospělci mají velmi krátký život, žijí jen tři hodiny až tři dny (podle druhu). Zato vodní larva může žít až dva roky. Larvy mohou nabývat různých tvarů v závislosti na jejich způsobu života. Všechny se však vyznačují přítomností žaberních lupínků na zadečku. A tvar těchto lupínků zase často určuje příslušnost ke druhu. Tyto tracheální žábry jsou plochými přívěsky, které jsou bohatě protkané trachejemi a zvětšují povrch těla tak, aby dovnitř těla pronikalo co nejvíce kyslíku rozpuštěného ve vodě. Jepice mohou svými žábry i aktivně pohybovat, aby si k tělu přiváděly stále novou, okysličenou vodu.

Některé druhy jepic mohou sloužit jako indikátory kvality vody. Jiné jsou důležitou složkou potravy ryb.

Materiál a pomůcky:

- larva jepice (např. *Ephemera* sp., *Baetis* sp.) živá či konzervovaná v lihu
- Petriho miska
- entomologická pinzeta
- preparační jehla
- voda

Pracovní postup:

1. Do Petriho misky s vodou či lihem vložíme larvu jepice. Zaměříme se na zadeček a pozorujeme lístečky tracheálních žaber. V případě živého jedince můžeme pozorovat i jejich synchronní pohyb.
2. Zapneme na binolupě pouze spodní světlo a pozorujeme větvení trachejí v žaberním lístečku – je podobné žilnatině v rostlinném listu.

Otázka: Proč mají hrabavé larvy jepic žaberní plátky převrácené na hřbetní stranu těla, zatímco ostatní larvy je mají horizontálně podle těla?



1 – vryp hřebíkem, 2 – letní dřevo, 3 – zimní dřevo

LETOKRUHY STROMU

Letokruh je přírůstek dřeva vytvořený kambiem v průběhu jednoho vegetačního období. Kambium je přitom rostlinné pletivo, z něhož vzniká sekundární dřevo a sekundární lýko a nachází se mezi vnitřní kůrou a dřevem. Na jaře je kambiem oddělováno sekundární dřevo směrem dovnitř do kmene. Směrem ven je oddělováno sekundární lýko. Jarní dřevo má vodivou funkci, je světlé a měkké. Po období klidu vytváří kambium letní dřevo, které je tuhé a tvoří tenčí vrstvu. Meziroční střídání obou typů dřeva vytváří zřetelné letokruhy, z nichž můžeme vyčíst stáří stromu.

V našich podmínkách mají letokruhy všechny stromy. Tropické rostliny rostoucí ve stálém podnebí letokruhy nemají patrné.

Materiál a pomůcky:

- suchá větev borovice (*Pinus sylvestris*)
či dubu (*Quercus robur*)
- pila, nůž či hřebík
- smrkový papír

Pracovní postup:

1. Pilou provedeme příčný řez cca 10 cm širokou větví. Vyřízneme válec o tloušťce přibližně 1 cm a smrkovým papírem řez vybrousíme do hladka.
2. Ostrým předmětem (nožem či hřebíkem) uděláme do dřeva vryp směrem od středu válce k jeho okraji.
3. Připravený materiál umístíme pod binolupu. V místě vrypu sledujeme, že hlubší zářez je vždy v jarním dřevě a mělčí zářez ve dřevě letním.

Otázka: Proč stromy rostoucí v tropech nemají letokruhy?



Terčovník zední – plodnice

STÉLKA LIŠEJNÍKU

Lišejník je organismus tvořený řasou nebo sinicí a (obvykle vřeckovýtrusnou) houbou. Nejčastěji se uvádí, že vztah mezi oběma druhy je mutualistický. Řasa či sinice poskytuje organické látky, které vyrobila fotosyntézou, houba zase poskytuje anorganické látky, vodu a vhodný substrát pro růst. V některých případech se však udává, že tento vztah sklouzává k parazitismu nebo poloparazitismu. Nejčastěji vytváří nárosty na větvích stromů či na skalách a kamenech. Na příčném řezu stélkou lišejníku může být patrná zelená vrstva fotosyntetických řas. Lišejníky někdy tvoří malé plodničky, jejichž pomocí se pohlavně rozmnožují.

Lišejníky jsou potravou nejen sobů, ale i řady bezobratlých. Používají se dále v lékařství nebo se z nich získává barvivo.

V geomorfologii se podle lišejníků určuje stáří hornin, v ochraně prostředí se jich využívá k indikaci čistoty prostředí.

Materiál a pomůcky:

- větvička s lupenitým lišejníkem (např. terčovník zední – *Xanthoria parietina*)
- černá podložka
- Petriho miska
- pinzeta

Pracovní postup:

1. Lišejník s větvi položíme na černou podložku na Petriho misce. Pozorujeme tvar lupenité stélky a vyrůstající plodničky.
2. Pinzetou opatrně odtrhneme lišejník od větve a prohlédneme si spodní stranu stélky a drobné kořínky, jimiž je lišejník ukotven k podkladu.

Otázka: Proč má stélka lišejníku ze spodní strany bledší barvu?



1 – ochmýřená tykadla pakomára v protisvětle



OCHMÝŘENÁ TYKADLA PAKOMÁRA

Pakomár je malý hmyz patřící do řádu dvoukřídlých. Podobá se komárovi, oba druhy mají i vodní larvy. Zatímco larva komára je bezbarvá a žije zavěšena pod hladinou, larvy pakomárů přežívají na dně v bahně a příjem kyslíku jim usnadňuje hemoglobin (stejná látka, jakou má člověk v krvi). V dospělosti komár saje krev člověka a teplokrevných živočichů. Pakomáři mají zakrnělé ústní ústrojí a krev nesají. Potravu nepřijímají vůbec a žijí jen několik dní. Proto si samci musí co nejrychleji najít samičku, se kterou se spáří, aby tak dali vzniknout další generaci.

Hledání samičky pakomárům ulehčuje bohatě ochmýřený pár tykadel na přední části hlavy. Sameček má tímto výrazně zvětšenou senzorickou plochu, kterou zachycuje samičí feromony, tedy látky, které vypouští samičky za účelem přilákání samečka. Nalezení samičky je tak účinnější a rychlejší.

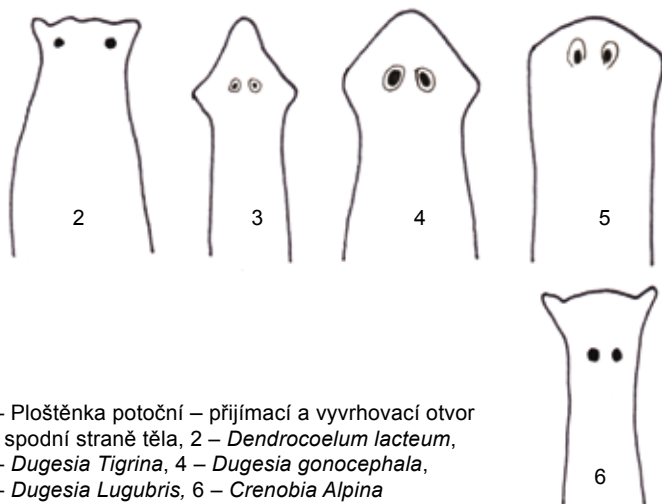
Materiál a pomůcky

- sušený exemplář pakomára (*Chironomus sp.*)
- černý polystyrenový bloček
- entomologická pinzeta
- špendlík

Pracovní postup

1. Pakomára přeneseme pomocí pinzety na polystyrenový bloček černé barvy. Pokud to velikost pakomára dovolí, přichytíme jej jedním entomologickým špendlíkem.
2. Pomocí binolupy si prohlédneme celkovou stavbu pakomára a poté se při maximálním zvětšení zaměříme na hlavu a pár ochmýřených tykadel. Při určitém úhlu nasvícení se díky interferenci světla na tykadlech může objevit duha.

Otázka: Proč mají larvy pakomárů červenou barvu?



1 – Ploštěnka potoční – přijímací a vyvrhovací otvor na spodní straně těla, 2 – *Dendrocoelum lacteum*, 3 – *Dugesia Tigrina*, 4 – *Dugesia gonocephala*, 5 – *Dugesia Lugubris*, 6 – *Crenobia Alpina*

PLOŠTĚNKA

Ploštěnka je malý, asi 1–3 cm dlouhý živočich žijící nejčastěji pod kameny a v ponožené vegetaci ve stojatých i tekoucích vodách. Živí se řasami a drobnými živočichy, které přijímá otvorem uprostřed těla. Stejným otvorem poté vyvrhne ne strávené zbytky. Trávicí soustava je např. u průsvitné ploštěnky mléčné dobře zřetelná. Pohybuje se pomocí podkožního vaku. Ploštěnka je jednoduchý organismus s velkou schopností regenerace. Při poškození tak může ploštěnce poškozená část tkáně dorůst. Tvar přední části těla určuje příslušnost do druhu.

Některé druhy ploštěnek (například ploštěnka potoční) mohou sloužit jako bioindikátory kvality vody.

Materiál a pomůcky:

- ploštěnka – nejlépe p. mléčná (*Dendrocoelum lacteum*) nebo p. potoční (*Dugesia gonocephala*)
- podložní sklíčko s jamkou
- krycí sklíčko, plastová pipeta
- entomologická pinzeta
- Petriho miska, voda

Pracovní postup:

1. Nalovené ploštěnky uchováváme ve sklenici s vodou. Pinzetou poté opatrně přeneseme ploštěnku na Petriho misku.
2. Větší ploštěnky můžeme pozorovat binolupou, menší exempláře přeneseme na podložní sklíčko s jamkou, přikryjeme krycím sklíčkem a pozorujeme mikroskopem na nejmenší zvětšení.
3. Na ploštěnce si všimáme jednoduchých očí, ouškovitých laloků na přední části těla, přijímacího a vyvrhovacího otvoru a rozvětveného střeva.

Otázka: K čemu mohou sloužit ouškovité výběžky na hlavové části ploštěnky?



1 – přední část těla s přísavkou a očima, 2 – přísavka na zadním konci těla

PŘÍSAVKY HLTANOVKY

Hltanovka bahenní je nejhojnější českou pijavicí. Má mírně zploštělé článkované tělo, dorůstá délky 60 mm. Navzdory svému jménu žije především u dna pod kameny ve stojatých a pomalu tekoucích vodách. Živí se např. nitěnkami, larvami pakomárů a jinými drobnými bezobratlými. Hltanovka je tedy dravá, nesaje krev teplokrevných živočichů, jako její známější příbuzná pijavka lékařská. Na přední části těla má v příčných řadách párové oči.

Na břišní straně obou konců těla má hltanovka kruhové přísavky. Přísavka na zadním konci těla je větší, na předním konci se nachází menší přísavka s ústním otvorem a třemi podélnými sacími lištami. Pomocí přísavek se pijavky přidržují substrátu dna v proudu, aby nebyly odplaveny do níže položených úseků, zároveň tyto přísavky slouží k „přídalkovitěmu“ pohybu. Hltanovka však umí dobře i plavat vlnivým pohybem těla.

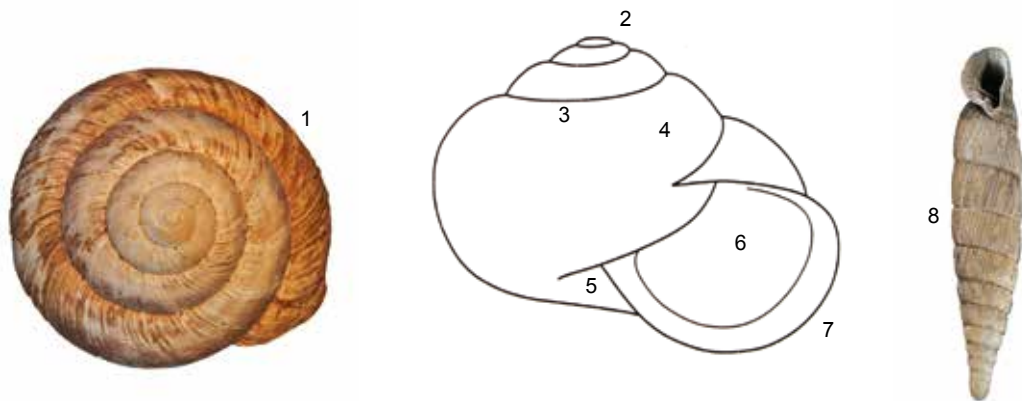
Materiál a pomůcky:

- živá či v lihu naložená hltanovka bahenní (*Erpobdella octoculata*)
- Petriho miska, voda či líh
- černá podložka, měkká pinzeta

Pracovní postup:

1. Pomocí entomologické pinzety přeneseme pijavku ze sklenice na Petriho misku s vodou. Pokud máme hltanovku konzervovanou, naplníme Petriho misku lihem.
2. Pod Petriho misku umístíme černou podložku a pozorujeme binolupou.
3. Prohlédneme si nejprve celého živočicha, jeho článkování a velikost přísavek. Obrátíme hltanovku břišní stranou vzhůru a při největším přiblížení pozorujeme lišty na přísavce na užším konci těla. Je však možné, že na lihovém preparátu lišty nebudou vidět.
4. Obrátíme hltanovku zpět do běžné polohy a spočítáme oči v přední části těla.

Otázka: Kolik očí má hltanovka bahenní?



1 – hlemýžď, 2 – vrchol, 3 – šev, 4 – závit, 5 – píštěl, 6 – ústí, 7 – obústí, 8 – závornatka

ULITY PLŽŮ

Ulitu neboli vápenatá schránka plže je sama o sobě přírodní zvláštností, neboť se jedná o jednu z mála odchylek od dvoustranné souměrnosti většiny živočichů. Ulita se vine okolo svislé osy dolů dvěma možnými směry – doprava (tedy pravotočivá ulita) či doleva (levotočivá ulita). Poznáme to jednoduše, když ulitu uchopíme tak, aby její vrchol směřoval vzhůru a ústí ulity bylo dole. Nachází-li se ústí na levé straně, jedná se o levotočivou ulitu, na pravé straně mají ústí ulity pravotočivé. Drtivá většina našich plžů patří mezi pravotočivé. Naši levotočiví plži patří především do čeledi závornatkovitých. Jsou to malí dlouzí plžáci s vřetenovitým tvarem ulity.

Pravotočivost a levotočivost je dána geneticky. Může však občas dojít k mutaci a pak nalezneme např. levotočivého jedince druhu, který je obvykle pravotočivý. Pro představu, u hlemýžďe zahradního na jeden milion pravotočivých jedinců připadá v průměru jeden levotočivý.

Materiál a pomůcky:

- ulita hlemýžďe zahradního (*Helix pomatia*) a libovolné závornatky (čeleď *Clausiliidae*)
- entomologická pinzeta
- černá podložka

Pracovní postup:

1. Nejprve si určíme, která ulita je pravotočivá a která levotočivá. Poté ulity umístíme na černou podložku pod binolupu a u obou ulit určíme počet závitů.
2. Při větším zvětšení si prohlédneme celkovou stavbu ulity a podle příloženého obrázku se naučíme pojmenovat její jednotlivé části – vrchol, šev, závit, obústí, ústí a píštěl.
3. Nakonec položíme ulitu na Petriho misku a nakapeme na ni malé množství kyseliny chlorovodíkové. Kyselina rozkládá uhličitán vápenatý a uvolňovaný oxid uhličitý vytváří na ulitě pěnu či bubliny. Kyselinou oslabenou schránku poté opět pozorujeme binolupou. Pracujeme v rukavicích!

Otázka: Proč s potocích s kyselou vodou nemohou žít vodní plži?



1 – stigmata

STIGMATA HMYZU

Jak známo, hmyz dýchá vzdušnicemi. Vzdušnice neboli tracheje jsou bohatě větvené trubice, které prostupují tělem a přivádí čerstvý vzduch ke tkáním. Každý článek těla obvykle obsahuje jeden pár tracheálních trubic. Vzdušnice mají záklopy, jimiž může hmyz regulovat vstup plynů dovnitř. Záklopy tak mohou zabránit i utopení hmyzu, pokud se jedinec ocitne na okamžik pod vodou. Na povrch těla tracheje ústí otvory, tzv. stigmata. Stigmata mohou mít chloupky, jimiž je filtrován vzduch procházející dovnitř.

Madagaskarští švábi jsou například schopni stlačit své tělo a tím přes stigmata rychle vypudit vzduch, což je doprovázeno syčivým zvukem.

Materiál a pomůcky:

- sušený cvrček (*Acheta sp.*) či kobyłka
- Petriho miska
- černá podložka
- pinzeta
- preparační jehla

Pracovní postup:

1. Do suché Petriho misky na černou podložku vložíme cvrčka tak, aby ležel na boku.
2. Po stranách každého zadečkového článku pozorujeme stigmata (na každé straně jedno stigma na jeden článek).

Otázka: Proč cvrček nemůže dorůst do velikosti osobního automobilu?



1 – uložení ústního ústrojí na spodní straně hlavy,
2 – vypreparované ústní ústrojí mouchy, 3 – labelum

ÚSTNÍ ÚSTROJÍ MOUCHY

Pozorovali jste někdy obyčejnou mouchu domácí při příjmu potravy místo toho, abyste se po ní ohnali plácačkou? Moucha domácí nemá žádná kusadla, kterými by vás pokousala, ani bodec, kterým by snad sála krev. Má protáhlé lízací ústní ústrojí zakončené polštářkem (*labelum*). Takže vás může maximálně tak olízat. Dělá to tak, že v rychlém sledu přikládá polštářek svého ústního ústrojí na substrát, který chce pozřít. Moucha takto nalepuje části potravy, které poté pseudotrachejemi – tenkými kanálky – putují dál do trávicího traktu.

Materiál a pomůcky:

- sušený exemplář mouchy domácí (*Musca domestica*)
- entomologická pinzeta, žiletka
- preparační jehla, prkénko

Pracovní postup:

1. Mouchu si nejprve prohlédneme, abychom si uvědomili, jak a kde je její ústní ústrojí uloženo.
2. Poté mouchu položíme na prkénko pod binolupu a žiletkou odřízneme hlavu. Pinzetou následně hlavu přidržujeme na prkénku a preparační jehlou v druhé ruce vyškrábneme ze spodní strany hlavy ústní ústrojí.
3. Pozorujeme tvar ústního ústrojí a rozšířené labelum s jemnými chloupky.

Otázka: Proč moucha zasouvá své ústní ústrojí do „rýhy“ na spodní straně hlavy?



1 – sotčený sosák (proboscis) motýla



SOSÁK MOTÝLA

Motýli jsou po broucích největší skupinou hmyzu. Jsou zároveň typickými představiteli hmyzu se savým ústním ústrojím.

Toto ústrojí představuje trubicovitý sosák (proboscis) spirálovitě sotčený pod hlavou. Na rozdíl od bodavě savého ústního ústrojí (třeba u ploštic) je sosák motýlů měkký a neslouží k prorážení rostlinných pletiv či živočišných tkání. Je přizpůsoben sání nektaru z rostlinných květů. Když dojde k podráždění chuťového ústrojí, které mají motýli na chodidlech, sosák se reflexivně roztáhne. Je tvořen dvěma žlábkami spojenými do trubičky, anatomicky se jedná o vnější dásně (galeae).

Denní motýli mají obvykle kratší sosák, přibližně 1,5–2 cm, noční motýli mají sosák delší. Mimořádně dlouhý sosák má například dlouhoboka svízelová – díky němu při sání nektaru nemusí dosednout na květ a saje za letu.

Materiál a pomůcky:

- sušený exemplář libovolného motýla
- široký polystyrenový bloček
- špendlík
- preparační jehla

Pracovní postup:

1. Preparát sušeného motýla opatrně přepícháme špendlíkem na polystyrenový bloček tak, aby se nacházel přibližně 2 cm od bločku.
2. Při nejmenším zvětšení si prohlédneme celé ochlupené tělo motýla, jeho hlavu a struktury barevných vzorů na křídlech.
3. Poté překloupíme bloček na stranu (musí být tedy širší než je rozpětí křídel motýla!) a při větším zvětšení se zaměříme na hlavu a sosák motýla.

Otázka: Proč mají některé druhy motýlů krátký a jiné dlouhý sosák?



1 – detail kyvadélka, 2 – umístění kyvadélka na těle mouchy

KYVADÉLKA DVOUKŘÍDLÝCH

Dospělci dvoukřídých, jak název napovídá, mají dobře vyvinut jen první pár křídel. Ten druhý je přeměněn v tzv. kyvadélka (haltery). Tyto paličkovité orgány slouží hlavně k udržování rovnováhy a koordinaci pohybů za letu. Pomocí kyvadélek je jejich majitel také informován o rotaci těla během letu. Fungují jako účinný gyroskop – když například moucha letí, kmitají kyvadélka nahoru a dolů ve stejné frekvenci jako křídla, ale v opačném směru. Tím vyrovnávají vibrace těla a přispívají k vyrovnanému letu. Nejnápadnější a nejvíce zřetelná jsou kyvadélka tiplic, naopak třeba mouchu je nutné obrátit břišní stranou vzhůru, abychom kyvadélka vůbec zaznamenali.

Kyvadélka nejsou jen výsadou dvoukřídých. Mají je také parazitičtí řasnokřídí (řasníci, Strepsiptera), u nichž se však v kyvadélka přeměňuje první pár křídel.

Materiál a pomůcky:

- sušená moucha domácí (*Musca domestica*)
- černý polystyrenový bloček
- měkká pinzeta, preparační jehla

Pracovní postup:

1. Mouchu položíme na polystyrenový bloček a prohlédneme si stavbu jejího těla.
2. Poté pomocí jehly a pinzety mouchu otáčíme na bok, až bude břišní stranou vzhůru a zaměříme se na tu část hrudi, odkud vyrůstají křídla. Přibližně zde, mírně směrem k zadečku, bychom měli uvidět žlutavou paličku – kyvadélko.
3. Až kyvadélko najdeme, zafixujeme mouchu v této poloze pomocí špendlíků. Pro lepší názornost můžeme mouše odoperovat nohy a křídla abychom mohli při větším přiblížení pozorovat kyvadélko.

Otázka: Proč je kyvadélko zakončeno paličkovitým útvarem?



1 – tympální orgán

TYMPANÁLNÍ ORGÁNY CVRČKA

Ne všichni živočichové poslouchají ušima. Nebo ano, ale nemusí je nutně mít na hlavě a ani se jim nemusí říkat uši. Řada druhů hmyzu má sluchové orgány rozmístěny na různých částech těla. Třeba cvrčci nebo kobyly mají tyto orgány umístěny na holeních předního páru nohou. Umístění sluchových orgánů dále od sebe (než kdyby byly na hlavě) může napomáhat lepšímu vnímání zvuku přicházejícího z různých směrů. Nachází se zde tenká kutikula, kterou rozechvívá zvuk. Pod ní umístěné tracheální vaky poté fungují jako rezonační prostor.

Hmyz je schopen vnímat i vyšší frekvence zvuku, než člověk. Tím se může chránit před predátory.

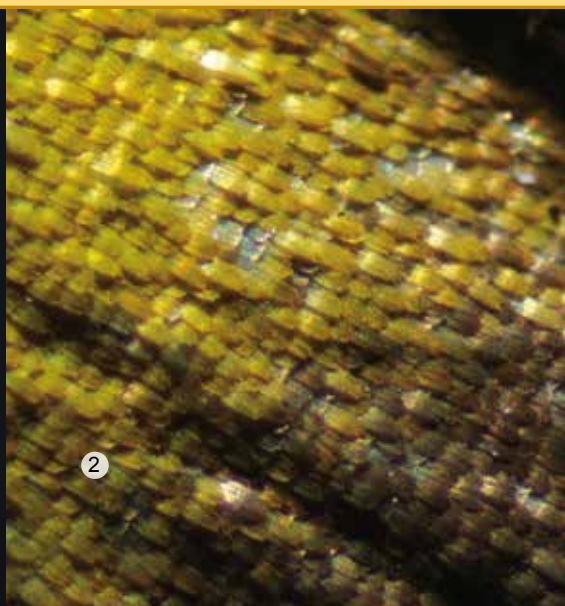
Materiál a pomůcky:

- sušený cvrček (*Acheta sp.*)
- nůž nebo skalpel
- preparační jehla, špendlíky
- polystyrenový bloček

Pracovní postup:

1. Cvrčka položíme na bok na polystyrenový bloček a nejprve si pod binoklů prohlédneme jeho celkovou stavbu těla.
2. Pomocí špendlíků cvrčka připevníme k bločku tak, abychom mohli dobře pozorovat tympanální orgány na holeních předních končetin. Následně sledujeme jejich orientaci v prostoru.
3. Nakonec můžeme nožičku odtrhnout, skalpelem ji přefízíme v místě sluchového orgánu a pozorujeme jeho vnitřní stavbu.

Otázka: Proč hmyz lovený netopýry vnímá i zvuk vyšších frekvencí?



1 – část křídla motýla, 2 – detail šupinek

ŠUPINKY MOTÝLŮ

Motýli (Lepidoptera) budí pozornost především díky kráse svých křídel. Udivující vzory a barevné kombinace přitom mají původ v malých šupinkách, které křídla pokrývají. Šupinky nabývají různých tvarů, uspořádání, velikosti a struktury. Některé šupinky jsou pigmentované a jejich barva koresponduje s výslednou barvou křídla, jiné jsou bezbarvé či dokonce průsvitné a barva křídla je v tomto případě výsledkem fyzikálních jevů, jako je ohyb, lom, odraz a rozptyl světla.

Jaké je vlastně další využití šupinek na křídlech? Šupinky se obvykle vyskytují ve dvou vrstvách a uzavírají na povrchu křídla mnoho vzduchových komůrek – mohou tedy sloužit k termoregulaci. Dále zřejmě zlepšují letové vlastnosti, neboť po ztrátě šupinek motýl jen obtížně vzlétá.

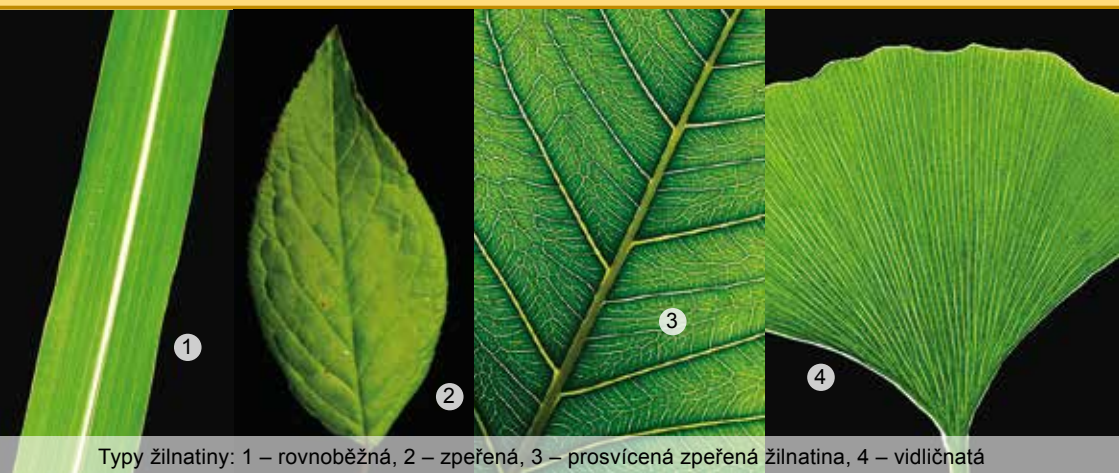
Materiál a pomůcky

- sušený preparát běláška (*Pieris sp.*, možno i jiné rody či druhy) na špendlíku
- polystyrenový bloček

Pracovní postup

1. Preparát sušeného motýla opatrně přepícháme špendlíkem na polystyrenový bloček tak, aby byl co nejnižší a bylo tak možné na něj zaostřit.
2. Při nejmenším zvětšení si prohlédneme celé ochlupené tělo motýla, jeho hlavu a dlouhý sosák.
3. Poté se zaměříme na křídla a se současným doostřováním zvětšujeme přiblížení binolupy až na maximum. Během této procedury sledujeme, jak se proměňuje vzhled křídla, až uvidíme samotné šupinky.

Otázka: Jaká funkce motýlích šupinek je podobná funkci srsti u savců?



Typy žilnatiny: 1 – rovnoběžná, 2 – zpeřená, 3 – prosvícená zpeřená žilnatina, 4 – vidličnatá

ŽILNATINA LISTU

Žilnatina listu je systém cév pokračujících z řapíku do listové čepele. Úkolem cév je především přivádět do listu minerální látky a vodu z kořenů a poté odvádět produkty fotosyntézy do ostatních částí rostliny, kde jsou zrovna potřeba. Žilnatina je vyztužena sklerenchymem, což je tvrdé pletivo, díky němuž cévy získávají pevnost a mechanicky list zpevňují a tvoří jeho tvar. Často lze rozlišit hlavní žebro přímo navazující na řapík a postranní žilky různého řádu.

Podoba soustavy cév v listu je důležitým rozpoznávacím znakem druhů. Nejzákladnější je dělení na žilnatinu rovnoběžnou, častou u jednoděložných rostlin (trávy) a žilnatinu zpeřenou, typickou pro dvouděložné rostliny. Zvláštní typ má jinan dvoulaločný, jehož žilnatina se větví vidličnatým způsobem. Žilnatina se často zachovává i ve zkamenělinách. Můžeme tak zpětně určit, jaké rostliny se na daném místě v minulosti nacházely.

Materiál a pomůcky:

- list lipnice (*Poa sp.*), třešně (*Prunus sp.*) a jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*)
- polystyrenový bloček
- špendlíky

Pracovní postup:

1. Nejprve si pomocí špendlíků připevníme listy na polystyrenový bloček a při plošném světle si prohlédneme tři typy žilnatiny – rovnoběžnou žilnatinu lipnice, zpeřenou žilnatinu třešně a vidličnatě větvenou žilnatinu jinanu.
2. Zapneme pouze spodní světlo binolupy a do světla položíme jednotlivé listy. Zvláště u tenkého listu třešně se naskytne detailní pohled na jednotlivé větvení žilek.
3. Můžeme si také prohlédnout samotnou žilnatinu bez listové plochy. Preparát se připraví tak, že se list naloží na několik dní do rozpuštěné jedle sody. Soda rozpustí organickou složku listu a zůstane jen oporná pletiva vyztužující žilnatinu.

Otázka: Proč se při biologickém rozkladu listů žilnatina rozkládá až jako poslední?



1 – sklerotizované hrudní články, 2 – keříčkovité žábry

ŽÁBRY LAREV CHROSTÍKA

Chrostíci jsou řádem hmyzu s chlupatými křídly, díky čemuž získali i své latinské jméno Trichoptera. Žijí v blízkosti vod, kam kladou i svá vajíčka. Jejich larvy se tedy vyvíjejí ve vodě a jsou někdy označovány jako „živá dřívka“, neboť si často staví schránky z větviček, jehličí, kamínků či písku. Larvy druhů, které si schránky nestaví, vytvářejí sítě, do kterých v proudě loví potravu.

Larvy chrostíků dýchají tracheálními žábrami, které mají umístěny na zadečku. Mají podobu prstovitých výběžků nashromážděných na každém zadečkovém článku zespodu a po obou stranách těla. Proud vody žábry omývá stále novou okysličenou vodou a rozpuštěný kyslík pak tracheje rozvádí do celého těla. Pokud množství kyslíku nestačí, provádí chrostík tzv. dýchací pohyby. Přichytí se k podkladu nohama a háčky na zadečku a vlní celým tělem.

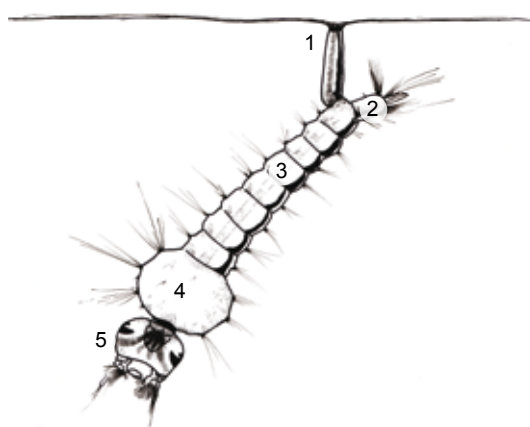
Materiál a pomůcky:

- živá či v lihu naložená larva chrostíka *Hydropsyche* sp.
- černá podložka
- Petriho miska
- entomologická pinzeta
- lín

Pracovní postup:

1. Pokud máme chrostíka živého, přeneseme jej z krabičky do Petriho misky naplněné vodou a tu pak umístíme pod binolupu na černou podložku. V případě konzervovaného chrostíka postupujeme stejně, jen místo vody nalijeme do Petriho misky lín.
2. Pozorujeme celkovou stavbu těla larvy chrostíka. Zaměříme se na stavbu třech párů končetin vyrůstajících ze tří sklerotizovaných hrudních článků.
3. Nyní zvětšíme přiblížení a prohlédneme si keříčky tracheálních žaber. U živého exempláře chrostíka můžeme pozorovat i dýchací pohyby.

Otázka: Proč jsou žábry larev chrostíků tak „chlupaté“?



Larva komára: 1 – dýchací sippo, 2 – zadečkové žábry, 3 – článkovaný zadeček, 4 – hrud', 5 – hlava s tykadly

LARVA KOMÁRA

Komáři patří mezi dvoukřídlý hmyz, jehož dospělci sají krev teplokrevných obratlovců, tedy i člověka. Sají však pouze samičky. Samečci komárů sají pouze sladké rostlinné šťávy, hlavně květní nektar. Přestože dospělí komáři žijí a létají na souši, jejich larvy se vyvíjejí ve vodě. Samičky komárů rodu *Culex* kladou vajíčka na hladinu vody, vajíčka se poté shlukují a tvoří člunkovitou snůšku. Z vajíček se líhnou larvy, které jsou obvykle v šikmém poloze zavěšeny pod vodní hladinou. S hladinou komunikuje pouze dýchací trubička zvaná sippo, kterou mají larvy na zadní části těla. Pomocí této trubičky tedy dýchají atmosférický kyslík. Larva se v další fázi vývoje zakuklí a teprve z kukly se líhne dospělý komár.

Někteří komáři sají spíše na savcích, jiní dávají přednost ptákům. Mezi nejběžnější patří komáři rodů *Culex* a *Aedes*.

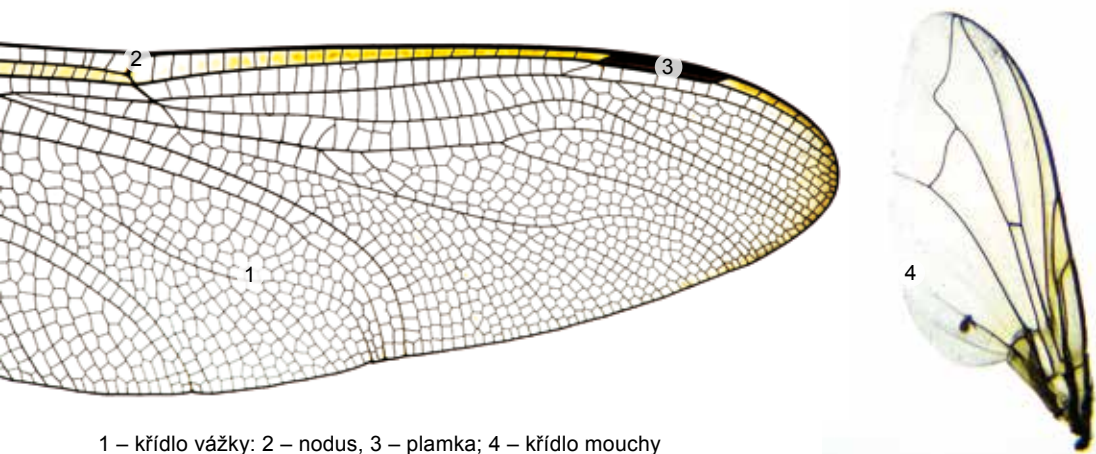
Materiál a pomůcky:

- larva komára *Culex* sp. naložená v lihu
- Petriho miska
- černá podložka
- měkká pinzeta
- líh

Pracovní postup:

1. Pomocí entomologické pinzety přeneseme larvu komára z lahvičky s lihem do Petriho misky rovněž naplněné lihem.
2. Pod Petriho misku umístíme černou podložku a pozorujeme binolupou.
3. Prohlédneme si nejprve celou larvu, poté se zaměříme na hlavu s tykadly, krátkou hrud', článkovaný zadeček, dýchací sippo a zadečkové žábry.

Otázka: Kolik zadečkových článků má larva komára?



1 – křídlo vážky; 2 – nodus, 3 – plamka; 4 – křídlo mouchy

KŘÍDLO HMYZU

Křídlo hmyzu vzniklo v evoluci úplně jinak než například křídlo ptáků. Zatímco u ptáků se v křídla přeměnil pár původně kráčlivých končetin, u hmyzu zůstal počet končetin zachován a křídla vznikla jako výrůstky vnější kostry. Nacházejí se na druhém a třetím článku hrudi. Obvykle má tedy hmyz dva páry křídel, tato však mohou být různě modifikována. Například u velké skupiny dvoukřídých (moucha, tiplice, aj.) nalézáme jen jeden pár křídel, druhý tvoří tzv. kyvadélka. Křídla jsou vyztužena žilkami, což jsou vlastně výběžky vzdušnic. Struktura a rozložení žilek a příček mezi nimi jsou často rozlišovacími znaky druhů a čeledí.

Vážky mají křídla s velmi hustou žilnatou. Žilky křídlo nejen vyztužují, ale i vyživují a vedou zde nervové signály. Na křídlech jsou totiž malé smyslové chloupky či trny, kterými vážka vnímá proudění vzduchu okolo křídla. Také díky nim jsou vážky výbornými a pohotovými letci. Na přední části křídla mají vážky

výraznou plamku – silně sklerotizovanou a často také barevnou blanku vyšší hmotnosti.

Materiál a pomůcky:

- křídlo mouchy domácí (*Musca domestica*) a libovolného druhu vážky (*Libellula*, *Cordulia*),
- bílý polystyrenový bloček
- špendlíky

Pracovní postup:

1. Obě křídla položíme vedle sebe na polystyrenový bloček bílé barvy. Křídla můžeme ze stran ohraničit špendlíky, aby se neposouvala.
2. Pod menším zvětšením pozorujeme stavbu obou křídel a zřetelně odlišnou strukturu rozložení žilek obou druhů.
3. Zaměříme se na křídlo vážky, přiblížíme na maximum a pozorujeme jednotlivé části křídla – větvení žilek, nodus, plamku. Následně prostrujeme rovinou křídla a pozorujeme malé smyslové trny.

Otázka: K čemu může vážkám sloužit plamka?



1 – složené oko mouchy

SLOŽENÉ OKO MOUCHY

Složené oko je zrakovým orgánem korýšů a hmyzu. Složené oči pokrývají velký zorný úhel a dobře vnímají pohyb. Mohou fungovat i u velmi malých živočichů, kde by jiný typ oka neuspěl, kvůli fyzikálním vlastnostem světla. Nevýhodou složeného oka je naopak mozaikovitost (roztříštěnost) a neostrost obrazu. Je složeno z omatidií, což jsou malá jednoduchá očka vnímající svou část obrazu. Celkový obraz se pak skládá z těchto jednotlivých dílčích obrazů. Vnímání barev je proti lidskému oku posunuté – hmyz obtížně rozpoznává červenou barvu, ale naopak dokáže rozlišit ultrafialové světlo a zřejmě i světlo polarizované.

Schopnost hmyzu vnímat UV světlo je klíčová, neboť řada květů rostlin obsahuje UV barvy, kterými se snaží své opylovače přilákat.

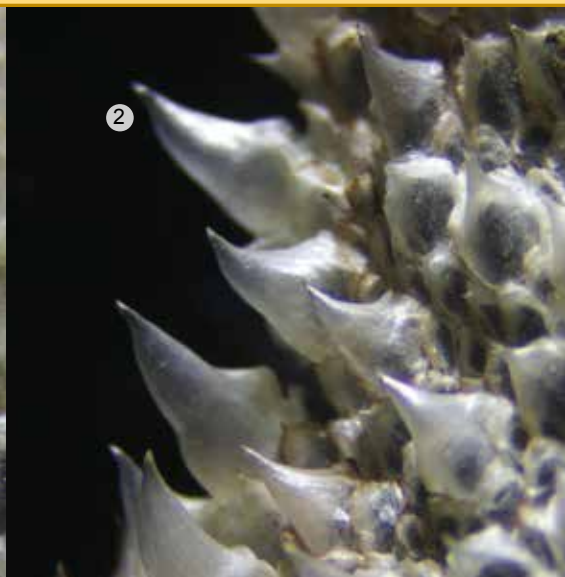
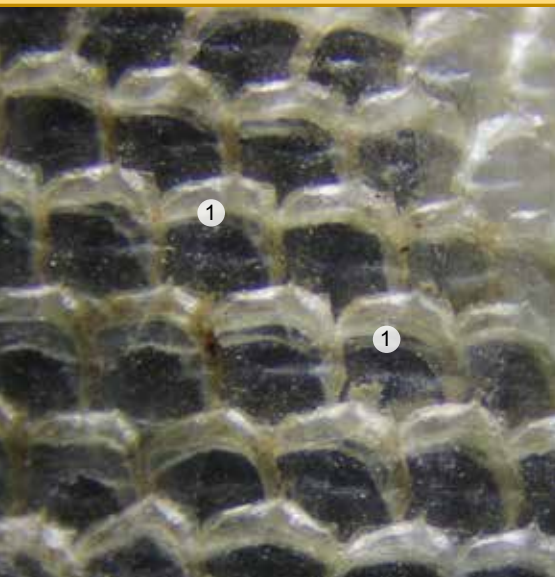
Materiál a pomůcky:

- moucha domácí (*Musca domestica*)
- polystyrenový bloček
- entomologické špendlíky

Pracovní postup:

1. Usušenou mouchu domácí opatrně připevníme tenkým špendlíkem k polystyrenovému bločku tak, abychom dobře viděli na hlavičku.
2. Binolupou pozorujeme polohu očí a strukturu omatidií na největší možné zvětšení.
3. Pokud máme k dispozici i jiný sušený hmyz, můžeme porovnat polohu, velikost a počet omatidií všežravého hmyzu a hmyzu dravého (např. moucha vs. vážka).

Otázka: Proč složené oko dobře vnímá pohyb?



Svlečka agamy s patrnými 1 – šupinami a 2 – trny

KŮŽE ŠUPINATÉHO PLAZA

Řád šupinatí je největším řádem plazů. Jeho zástupci mají tělo kryté silnou kůží s šupinami z rohoviny. Jedná se tedy o podobný materiál, který tvoří třeba lidské nehty či povrch rohů krávy. Kůže s šupinami z tohoto materiálu nemá schopnost se roztahovat. Jak tedy její majitel roste, stará kůže praská a živočich se z ní musí vysvléknout. Svlékání je usnadněno vylučováním tekutiny mezi vrstvy staré a nové kůže. Po svlékání zbydou více či méně pevné shluky staré kůže, která následně vysychá a tuhne – říká se jí svlečka neboli exuvie. Například hadi svlékají kůži vcelku, vzniklá svlečka je pak naruby. Ještěři svlékají kůži po částech. Mladí jedinci, kteří rostou rychleji, se musí svlékat častěji než ti starší, dospělí. Velikost a tvar šupin a trnů je jedním ze znaků, podle nichž se šupinatí plazi dělí do druhů.

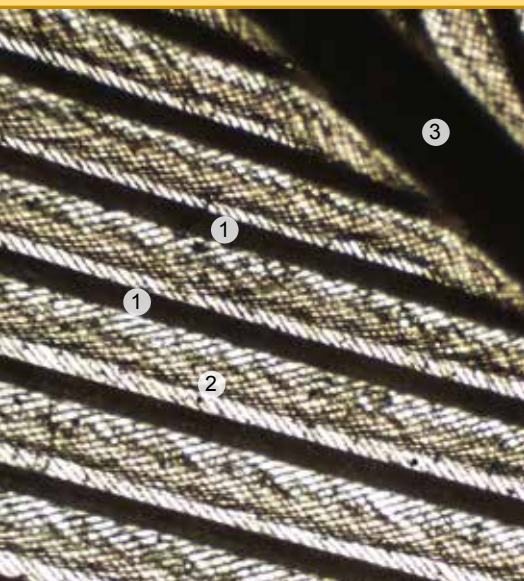
Materiál a pomůcky:

- svlečka agamy vousaté (*Pogona vitticeps*) či jiného plaza
- černá podložka
- Petriho miska
- entomologická pinzeta

Pracovní postup:

1. Na dno suché Petriho misky umístíme podložku – černý papír kruhového tvaru. Na podložku pomocí pinzety přeneseme část svlečky agamy.
2. Petriho misku se vzorkem přeneseme pod binokulu a pozorujeme. Všímáme si struktury a průhlednosti svlečky, dále pak tvaru šupinek a trnů.

Otázka: Jak je možné, že se může plaz pohybovat, přestože má tvrdou kůži?



1 – větvičky praporu, 2 – háčky, 3 – osten, 4 – prapor

PTAČÍ PERO

Peří ptáků se vyvinulo přeměnou šupiny plazů. Prachové peří nemá prapor a slouží k termoregulaci jako tepelný izolant. Krycí peří má vyvinutý prapor a tvoří vnější vrstvu opeření ptačího těla. K létání nejlépe slouží pera zvaná letky. Osu takového pera tvoří osten, z něhož vyrůstají řady větviček, které tvoří plochu pera zvanou prapor. A aby tyto větvičky držely pohromadě a umožnily ptákům létat, jsou propojeny pomocí velkého množství drobných háčků. Háčky do sebe zapadají jako zip. Pokud dojde k rozpojení větviček, dokáže je opeřenec opět „zapnout“ pomocí svého zobáku.

Brk z větších per se v minulosti používal k psaní. Prachové peří se dodnes používá jako izolační vrstva v peřinách, polštářích a spacích pytlích.

Materiál a pomůcky:

- krycí ptačí pero (slepice, holub, bažant)
- Petriho miska

Pracovní postup:

1. Do suché Petriho misky vložíme ptačí pero. Optiku binolupy si nastavíme na maximální zvětšení a pozorujeme množství malých háčků mezi větvičkami praporu.
2. Nejprve zvolíme plošné nasvícení, jiný pohled nabídne pouze spodní podsvícení.
3. Pro ještě lepší názornost je možné z pera vystříhnout čtverec 5 × 5 mm a v kapce vody jej sledovat v mikroskopu.

Otázka: Proč by ptáci nemohli létat, kdyby větvičky praporu nedržely pohromadě a netvořily zapojenou plochu?



1 – hákovité listeny



PLODENSTVÍ LOPUCHU

Lopuch větší je bylina z čeledi hvězdnicovitých. Často roste jako plevel kolem cest. Poznáme ho například podle velkých rozložitých přízemních listů. Červené květy lopuchu rostou v tzv. úborech. Okolo úboru se nachází podpůrné listeny se špičkou ve tvaru háčku. Plodenství se následně těmito háčky přichytává do srsti zvířat, která poté napomáhají lopuchu v šíření semen po okolí. Této vlastnosti si v polovině dvacátého století všiml švýcarský inženýr Georges de Mestral a inspirován lopuchem tak vytvořil první verzi suchého zipu. Suchý zip je nyní v textilním průmyslu hojně využíván.

Rostlina je jedlá. Mladé výhonky, řapíky a kořeny se používají v bylinkové kuchyni.

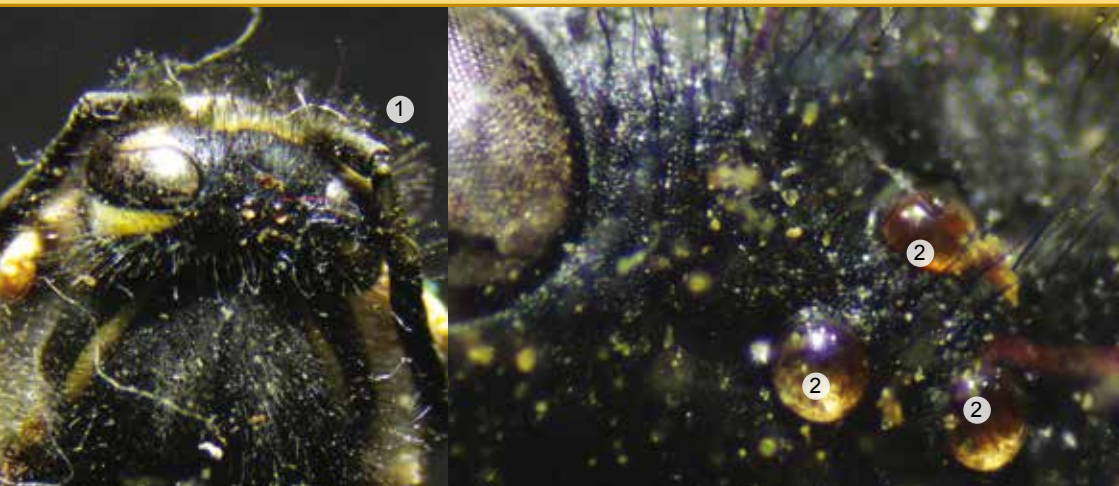
Materiál a pomůcky:

- 1–2 plodenství lopuchu
- svetr či jiný pletený materiál
- tvrdá pinzeta, špendlíky
- polystyrenový bloček

Pracovní postup:

1. Pomocí špendlíků upevníme plodenství lopuchu k polystyrenovému bločku tmavé barvy.
2. Pozorujeme preparát a proostrujeme jím tak, abychom si prohlédli hákovité zakončené listeny. Tvrdou pinzetou vytrhneme jeden listen a zaměříme se na něj při maximálním zvětšení.
3. Přiložíme k plodenství kousek pleteného materiálu (sveťr či čepice) a při snaze odlepit plodenství sledujeme, jak se háčky chytají do vlny. To je princip suchého zipu.

Otázka: Proč je pro rostliny důležité, aby se jejich semena šířila do širokého okolí?



1 – hlava vosy, 2 – detail tří ocelli na temeni hlavy vosy

OCELLI VOSY

Ocellus (pl. ocelli) neboli jednoduché očko je jednoduchý světločivný orgán u některých skupin hmyzu. Ocelli mají velmi různorodou stavbu a slouží především k orientaci v prostoru podle polohy Slunce. Zvětšená očka mají druhy žijící aktivně za šera a v noci, aby mohly rozpoznávat i nepatrné rozdíly v intenzitě světla. U vosy se nacházejí dorzálně (směrem ke hřbetu) na hlavě rozmístěné v trojúhelníkovém tvaru.

Ocelli mohou mít zorný úhel až 150° . Často se však sítnice (tedy vrstva světločivných buněk) nachází velmi blízko čočky, následkem čehož je obraz rozostřený. Nemusí však jít nutně o chybu. Uvádí se, že příliš ostrý obraz by zatěžoval nervový systém a omezený signál tedy umožňuje rychleji reagovat na změny světelných podmínek na obloze.

Materiál a pomůcky:

- sušený exemplář vosy obecné (*Vespula vulgaris*) nebo včely medonosné (*Apis mellifera*)
- špendlík, preparační jehla
- entomologická pinzeta
- polystyrenový bloček

Pracovní postup:

1. Sušenou vosu pomocí pinzety opatrně přeneseme na polystyrenový bloček. Z hřbetní strany ji připícheme k bločku a upravíme tak, aby se voska nacházela přibližně jeden centimetr nad bločkem.
2. Pomocí binolupy si prohlédneme celkovou stavbu těla vosy tak, že bloček naklopíme na různé strany. Poté zvětšíme přiblížení na maximum a zaměříme se na dorzální část hlavy, kde se nachází ocelli. Pokud by byly překryty chloupky (především u včely), můžeme očka odkrýt pomocí preparační jehly.

Otázka: Jaké zorné pole má člověk (ocellus včely má zorné pole 150°)?



1 – kusadla vosy, 2 – kusadla brouka svižníka

KOUSACÍ ÚSTNÍ ÚSTROJÍ HMYZU

Ústní ústrojí hmyzu vzniklo v evoluci přeměnou hlavových přívěsků. Skládá se nejčastěji z jednoho páru kusadel a dvou párů čelistí, může však být různě pozměněno. Prvotním typem ústního ústrojí u všech členovců bylo ústrojí kousací. Vychází z potřeby ukusovat rostlinnou či živočišnou potravu. Až s nutností přechodu na jiný typ potravy se vyvinuly další typy, jako ústrojí sací, lízací a bodavé. U hmyzu s proměnou dokonalou má larva často jiný typ ústního ústrojí než dospělec.

Kousací ústní ústrojí je nejméně odvozené od původního typu. Skládá se z jednoho páru kusadel, jimž se říká mandibuly a dvou párů čelistí (maxily). Druhý pár ovšem srůstá dohromady a tvoří spodní pysk neboli labium. Z horní strany je ústrojí doplněno horním pyskem (labrum). Tento typ ústního ústrojí si můžeme prohlédnout například u vosy, u celé skupiny brouků a z vodních larev třeba u střechatky.

Materiál a pomůcky:

- vosy (*Vespa vulgaris*), libovolný brouk či larva střechatky (*Sialis sp.*) naložená v lihu
- pinzeta, lůh
- Petriho miska
- černá podložka

Pracovní postup:

1. Vosu, brouka či střechatku umístíme na černou podložku. Pokud máme živočicha naloženého v lihu, přeneseme jej do Petriho misky s lihem a pozorujeme binolupou pod nejmenším zvětšením. Prohlédneme si nejprve celkovou stavbu těla živočicha.
2. Zaměříme se na hlavu a zvyšujeme přiblížení až na maximum. Prohlédneme si velká kusadla vpředu po stranách hlavy a po obrácení hřbetem dolů i zbytek ústního ústrojí.

Otázka: Jak se liší ústní ústrojí vosy od ústního ústrojí včely?



1 – sosák složený na spodní stranu těla, 2 – sosák ruměnice

ÚSTNÍ ÚSTROJÍ RUMĚNICE

Ruměnice pospolná je 10–12 mm velká ploštica s červeno-černou kresbou. Je hojná především pod lipami, u akátů a slézů, v parcích a na hřbitovech. Je nelétavá, má jen krátká křídla. Žije velmi společenským životem, často se ve velkých počtech houfuje u zdí či kořenů stromů. Ústní ústrojí ruměnice je bodavě savé, ruměnice se živí vysáváním semen a rostlinných šťáv, případně i vajíček hmyzu a mrtvých živočichů. Sosák sloužící k sání potravy mají poměrně tuhý a dlouhý. Pokud se zrovna neživí, sklopí jej pod tělo směrem k břichu.

Svou výraznou kontrastní kresbou dává ruměnice najevo predátorům, především ptákům, že není jedlá. Larvy navíc produkují páchnoucí sekret, jímž také odstrašují nepřítel. Jsou jedněmi z prvních hmyzích posílů jara. Přezimující dospělci vylézají ze svých úkrytů často již během března.

Materiál a pomůcky:

- sušený exemplář ruměnice pospolné (*Pyrrhocoris apterus*)
- Petriho miska
- černá podložka
- preparační jehla
- entomologická pinzeta

Pracovní postup:

1. Jeden exemplář ruměnice přeneseme pomocí entomologické pinzety na Petriho misku. Pod misku umístíme černou podložku a pozorujeme binolupou.
2. Prohlédneme si kresbu na hřbetní straně ploštiny. Pokud máme více jedinců, můžeme pozorovat jistou variabilitu ve zbarvení.
3. Otočíme ruměnici břišní stranou nahoru, preparační jehlou odkryjeme nohy a pozorujeme nápadně dlouhý sosák přiložený k tělu. Opatrně jej můžeme jehlou či pinzetou „odlepit“ od těla a natáhnout před tělo.

Otázka: Jak je sosák ruměnice připojen k hlavě?

OTÁZKY K PREPARÁTŮM

1. jehlice borovice – Jakou funkci má pryskyřice?

Pryskyřice chrání stromy při poranění borky a dále proti hmyzu, býložravcům a různým patogenům. Pokud se nějaký hmyzí býložravec pokouší prokousat dřevem, strom začne vypouštět pryskyřici, která následně zalije jeho tělo, znemožní mu pohyb a dýchání a způsobí tak jeho smrt.

2. kvasinky – Co je příčinou kynutí těsta?

Kynutí těsta způsobují bublinky oxidu uhličitého, které vznikají při alkoholovém kvašení v případě těsta s přidavkem droždí nebo acidobazickou reakcí v případě těsta s kypřícím práškem.

3. škrobová zrna hlízy bramboru – Co je to zásobní pletivo?

Zásobním pletivem rozumíme rostlinné pletivo tvořené buňkami, v nichž se hromadí zásobní látky. Těmito látkami jsou především škroby, cukry, tuky a bílkoviny. Pletiva se zásobní funkcí nacházíme v hlízách, cibulích, bulvách, plodech, semenech a někdy v kořenech a stoncích.

4. nárostová řasa Trentepohlia – Co obklopuje buňky řasy v lišejníku?

V lišejníku je řasa obvykle vázána v tzv. gonidiové vrstvě pod svrchní (korovou) vrstvou houby, což bychom poznali v mikroskopu na příčném řezu stélkou. Vrstva řas tedy shora i zespodu sousedí s vrstvami buněk hub. Často je i samotná gonidiová vrstva prostoupena hyfami – houbovými vlákny.

5. křemelina – Co způsobuje zmíněnou pórovitost křemeliny?

Pórovitost křemeliny způsobují pevné schránky rozsivek, které se nemohou stlačit a je tedy mezi nimi mnoho vzduchu.

6. kořen mrkve – K čemu slouží rostlině cévní svazky?

Cévní svazek je vodivé pletivo cévnatých rostlin. Rozvádí roztoky minerálních látek z kořenů do těla rostliny (především do listů) a asimiláty (produkty fotosyntézy) z listů do míst jejich spotřeby či do zásobních pletiv.

7. pokožkové buňky cibule – K čemu slouží rostlinám buněčná stěna?

Buněčná stěna má ochrannou funkci a především funkci vnější kostry buňky. Díky buněčné stěně rostlina drží tvar a to i v případě mrtvých buněk. To umožňuje např. dřevinám dosahovat vysokého vzrůstu.

8. aerenchym sítiny – Proč může být aerenchym tvořen již mrtvými buňkami?

Funkcí aerenchymu je vyplňovat a nadlehčovat rostlinu a především umožnit volný průchod vzduchu rostlinou. V těchto buňkách tedy nemusí probíhat žádné fyziologické procesy důležité pro chod celého organismu. V krajním případě proto může být metabolismus těchto buněk utlumený či zcela potlačený, až z buňky zbyde jen buněčná stěna.

9. výtrusnice osladiče – Kde dochází k prasknutí zralé výtrusnice?

Když zralé sporangium vysychá, vnější strana buněk prstence ztrácí vodu a prstenec se napřimuje. Vzniká tak velký tlak na tenkostěnné buňky ústí až v tomto místě dojde k prasknutí stěny výtrusnice.

10. průduchy na listu dvouděložné rostliny – Proč některé rostliny otevírají průduchy jen v noci?

Rostliny potřebují k fotosyntéze oxid uhličitý (CO_2), který přijímají z okolního prostředí pomocí průduchů. Pokud však rostlina otevře průduchy, zároveň jimi ztrácí vodu, kterou nutně potřebuje. Musí tak najít určitou rovnováhu mezi příjmem CO_2 a výdejem vody. Zvlášť za teplých slunečných dnů je výhodnější „nalovit“ si CO_2 do zásoby v noci, kdy je kvůli nižší teplotě i nižší výpar vody.

11. buňky bukalní sliznice – Proč je pro správnou funkci sliznice důležité, aby byla stále vlhká?

Sliznice neustále produkuje hlen a kapalinu, aby na jejím povrchu nedocházelo k ukládání nežádoucího materiálu (například bakterií či alergenů), který je tak neustále odplavován. V sekretech jsou také obsaženy látky, jež nežádoucí materiál rozkládají (enzymy, kyseliny).

12. stoněk kopřivy – K čemu slouží rostlinám mechanická pletiva?

Mechanická pletiva vyztužují rostlinu, zajišťují jejím orgánům pevnost a pružnost. Tělo rostliny musí být odolné vůči větru a nepřízní počasí, musí nést listy, květy a plody a držet je ve správné poloze. V mechanických pletivech se také hromadí těžce stravitelné látky, což pomáhá v boji proti býložravcům. Patří sem kolenchym a sklerenchym.

13. pylová zrna borovice – Jak může být vítr nápomocen při rozmnožování jehličnanů?

Aby došlo k vytvoření semene, musí se přenést pyl ze samčí šišťice na vajíčko uložené v samičí šišťici. Pylová zrna jsou malá, lehká a navíc jsou často opatřena vzdušnými vaky, aby je vítr mohl snadněji přenést. Po oplození se tedy vajíčko mění v semeno. Semena jehličnanů jsou většinou křídlatá a jsou rovněž roznášena větrem do širokého okolí.

14. chromoplasty v buňkách šípku — Proč v buňkách dužiny šípku nejsou patrné ostatní organely?

Většina buněk je bezbarvá a pro pozorování buněčných struktur je třeba je obarvit. Bez barvení jsou obvykle dobře patrné jen chloroplasty v buňkách zelených částí rostlin nebo chromoplasty v plodech či květech. Ostatní organely jsou bezbarvé či málo patrné. V dužině šípku je důležitou funkcí produkce barviva – dominují zde tedy chromoplasty. Další metabolické procesy jsou potlačeny, proto jsou nepotřebné organely redukovány.

15. krycí trichomy rakytníku – Co umožňuje rakytníku růst i na půdách chudých na živiny?

V suchozemských ekosystémech bývá limitující živinou dusík (resp. jeho sloučeniny). A právě dusík jsou schopny z atmosféry fixovat hlízkové bakterie žijící na kořenech rakytníku. Dusíkem poté bakterie obohacují okolní půdu.

16. nálevníci – Jak se nazývá analogie trávicí soustavy u trepky velké?

Místem příjmu potravy jsou buněčná ústa, potrava dále pokračuje odštěpením potravní vakuoly a strávené zbytky jsou vyloučeny z buňky buněčnou řítí.

17. žahavé trichomy kopřivy – Popište svými slovy, co se děje s rostlinou a s býložravcem při žahnutí.

Při kontaktu býložravce s žahavým trichomem se odlomí křehký vrchol trichomu a na pokožku býložravce se vylije žahavá tekutina. Ta způsobí štipavou bolest a následně zarudlý otok na poškozeném místě.

18. chloroplasty v buňkách mechu – Jak se nazývají organické látky, které vznikají fotosyntézou? Fotosyntézou vznikají sacharidy.

19. postranní čára ryb – K čemu rybám slouží postranní čára?

Smyslové buňky proudového orgánu komunikují s vnějším prostředím prostřednictvím postranní čáry. Registrují tlak a vlnění vody způsobené pohybem ve vodě či v blízkosti břehu. Ryby tak mohou včas rozpoznat nebezpečí v podobě predátora nebo třeba člověka na břehu. Hned jak pohyb zaznamenají, stanou se ostražitými nebo se ukryjí do bezpečí, například do potopených stromů či vodních trav.

20. vějíře larvy muchničky – Proč je u hmyzu s proměnou dokonalou časté, že je larva výrazně větší, než dospělé stádium?

Poté, co se larva zakuklí, probíhá energeticky náročná přeměna larvy v dospělého, během níž larva již nepřijímá potravu. Proto se spotřebuje velké množství tkáně a vzniknuvší dospělce tedy musí mít menší velikost.

21. hypostom klíštěte – Proč je při odstraňování klíštěte důležité klíště nerozmáčknout?

Pokud by došlo k rozmáčknutí, vstříkni bychom do hostitele (svě kůže) velké množství slin klíštěte, v nichž mohou být obsaženy bakterie způsobující lymfskou boreliózu či viry způsobující klíšťovou encefalitidu.

22. noha hmyzu – Z kolika chodidlových článků se skládá noha mouchy?

Noha mouchy se skládá z pěti chodidlových článků.

23. krycí trichomy divizny – Jakým způsobem mohou trichomy zabráňovat přehřátí rostliny?

Trichomy rostlinu zastíňují, čímž se snižuje její teplota. Zároveň tyto chlupy odrážejí velké množství slunečních paprsků a na list tak dopadá menší množství slunečního záření.

24. planktonní koryš perloočka – Kolik hrudních nožek má perloočka?

Perloočky mají 4–6 párů hrudních nožek.

25. rozsivky – Co je to indikátorový druh?

Indikátorový druh je biologický druh, který definuje, vymezuje určitý rys či charakter prostředí. Tyto druhy jsou obvykle velmi citlivé na změnu prostředí a mají úzké ekologické nároky. Pokud se například někde objeví druh citlivý na znečištění prostředí např. určitou chemickou látkou, můžeme tedy říci, že se zde tato látka nevyskytuje. Naopak vymizí-li tento druh z lokality svého výskytu, může to znamenat, že došlo ke kontaminaci prostředí touto látkou.

26. semena unášená větrem – Jmenujte jiné způsoby šíření semen než větrem.

myrmekochorie – roznášení semen mravenci

zoochorie – roznášení zvířaty (obecně) – například nalepené na srsti

hydrochorie – semena vodních rostlin s plovacím aparátem

autochorie – rostlina šíří semena vlastními silami např. vystřelováním – netýkavka

27. cévní svazky celeru – Co se stane s listem celeru, když ho postavíme do kádinky s inkoustem?

Inkoust způsobí výrazné tmavě modré zbarvení cévních svazků listu (poznáme to na příčném řezu). Je to tím, že buňky cévních svazků jsou schopny v poměrně krátkém čase roznést kapalinu do celého listu.

28. žábry larev jepic – Proč mají hrabavé larvy jepic žaberní plátky převrácené na hřbetní stranu těla, zatímco ostatní larvy je mají horizontálně podle těla?

Hrabavé larvy se často zahrabávají do písku, aby se skryly před zraky predátorů.

Po zahrabání z nich není vidět nic jiného, než oči a právě žaberní plátky, které směřují vzhůru, aby je omývala voda a larva tak mohla dýchat.

29. letokruhy stromu – Proč stromy rostoucí v tropech nemají letokruhy?

V tropech je stabilní prostředí s minimálním výkyvem teplot během roku. Dřevo přirůstá stejným tempem po celý rok a není zde tedy rozdíl mezi jarním a letním dřevem.

30. stélka lišejníku – Proč má stélka lišejníku ze spodní strany bledší barvu?

Spodní strana lišejníku je neoslněná – nejsou zde tedy fotosyntetické řasy a sinice.

Naopak – vrstva fotobiontů je blíže té straně, která je přivrácená ke slunci (aby zde mohla probíhat fotosyntéza) a jejich zelená barva způsobuje sytější barvu oslněné strany.

31. ochmýřená tykadla pakomára – Proč mají larvy pakomárů červenou barvu?

Za karmínově červenou barvu larev pakomárů může hemoglobin. Jedná se o transportní protein – u obratlovců je důležitou součástí červených krvinek. Hemoglobin váže kyslík a roznáší jej prostřednictvím krve po těle. Larvy pakomárů nemají krev a hemoglobin je tedy volně roztroušen v hemolymfě.

32. ploštěnka – K čemu mohou sloužit ouškovité výběžky na hlavové části ploštěnky?

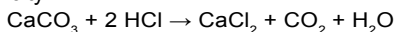
Na výběžcích hlavové části ploštěnek se nacházejí smyslové orgány registrující chemické složení vody.

33. přísavky hltanovky – Kolik očí má hltanovka bahenní?

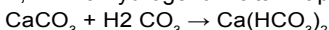
Hltanovka má osm očí.

34. ulity plžů – Proč v potocích s kyselou vodou nemohou žít vodní plži?

Viděli jste, co se stalo s ulitou plže při reakci s kyselinou chlorovodíkovou. Uhlíčen se rozkládal a unikl oxid uhličitý.



Ve vodě je uhlíčen vápenatý nerozpustný, je však pro něj typické, že v kyselém prostředí se rozpouští. Klesne-li tedy pH, vzniká hydrogenuhlíčen vápenatý, který již rozpustný je.



Vodní plž by se tedy neustále snažil tvořit ulitu, ale ta by se mu rozpouštěla.

35. stigmata hmyzu – Proč cvrček nemůže dorůst do velikosti osobního automobilu?

Hlavním důvodem, proč hmyz nemůže dorůst velkých rozměrů, je způsob dýchání.

Hmyz dýchá vzdušnicemi (trachejemi) a vzduch se tedy do těla dostává sítí trubiček tracheálního systému. U velkého hmyzu je tento způsob dýchání neefektivní – kyslík se ve vzdušnicích nestíhá doplňovat. Při intenzivní metabolické či svalové činnosti se tedy kyslík difuzí nemusí dostat do tkání včas a hmyz to jednoduše „neudýchá“.

36. ústní ústrojí mouchy – Proč moucha zasouvá své ústní ústrojí do „rýhy“ na spodní straně hlavy?

Důvodů, proč je výhodné skládat lízací ústní ústrojí pod hlavu je několik. Aby lízací ústrojí fungovalo správně, musí být jeho polštářek neustále vlhký. Při letu by však rychle oschl. Napřímené ústní ústrojí se navíc může při letu poškodit a zhoršuje letové vlastnosti mouchy.

37. sosák motýla – Proč mají některé druhy motýlů krátký a jiné dlouhý sosák? Motýli se živí nektarem z květů. Podle toho, na kterou rostlinu je motýl vázaný, má přizpůsobenou délku sosáku hloubce květů této rostliny.

38. kyvadélka dvoukřídých – Proč je kyvadélko zakončeno paličkovitým útvarem? Palička zvyšuje hmotnost kyvadélka a posouvá jeho těžiště směrem od těla hmyzu. Tím je podmíněna správná funkce, neboť má-li kyvadélko vyvažovat pohyb křídla, musí mít vzhledem ke své velikosti vyšší hmotnost.

39. tympanální orgány cvrčka – Proč hmyz lovený netopýry vnímá i zvuk vyšších frekvencí?

Netopýři používají vysokých zvukových frekvencí (ultrazvuku) k orientaci v prostoru i k lovu potravy, tedy hmyzu. Proto jsou některé druhy hmyzu citlivé k ultrazvuku, aby případně odhalily lovícího netopýra a včas se ukryly do bezpečí.

40. šupinky motýlů – Jaká funkce motýlích šupinek je podobná funkci srsti u savců? Jedná se o termoregulaci. Šupinky stejně jako chlupy srsti uzavírají na povrchu živočicha malé vzduchové komůrky či souvislou vrstvu vzduchu, která není při pohybu nebo za větrného počasí odvanuta pryč. Tato vrstvička tedy ochraňuje svého majitele před chladem.

41. žilnatina listu – Proč se při biologickém rozkladu listů žilnatina rozkládá až jako poslední? Žilnatina listů je vyztužena sklerenchymem. Jedná se o mechanicky odolné tvrdé rostlinné pletivo s tlustou buněčnou stěnou s výrazným podílem ligninu. Lignin tvoří například podstatnou část hmoty dřevin a díky své struktuře je velmi obtížně biologicky odbouratelný.

42. žábry larev chrostíka – Proč jsou žábry larev chrostíků tak „chlupaté“? Nejedná se o chlupy v pravém smyslu slova. Jde o výběžky tracheálních žaber, které mají za úkol zvětšit povrch, jímž do těla chrostíka proniká kyslík rozpuštěný ve vodě. Jsou kryty dýchacím epitelem a prostoupeny jemnými tracheolami – tenkými trubičkami vzdušnic, které kyslík postupují dál do těla.

43. larva komára – Kolik zadečkových článků má larva komára? Zadeček komáří larvy má osm článků. Někdy se jako další článek počítá i šikmý výběžek na konci zadečku nesoucí zadečkové žábry.

44. křídlo hmyzu – K čemu může vážkám sloužit plamka? Plamka mírně zatěžuje křídlo na jeho konci, což je důležité při volném plachtění (klouzavém letu) vážky. Při určité rychlosti přestává být plachtění možné kvůli vibracím křídel. Provedené testy ukázaly, že s plamkou je tato kritická rychlost letu vyšší a vážky tak mohou plachtit vyšší rychlostí než ostatní hmyz.

45. složené oko mouchy – Proč složené oko dobře vnímá pohyb? Podobně jako člověk lépe vnímá pohyb těles v prostoru, dívá-li se oběma očima namísto jednoho, tak i například moucha má lepší přehled, zachytí-li pohybující se objekt zorným polem několika omatidií. Jak se zachycený obraz v důsledku pohybu přesouvá přes několik omatidií, získává moucha poměrně detailní informaci o prostředí kolem ní.

46. kůže šupinatého plaza – Jak je možné, že se může plaz pohybovat, přestože má tvrdou kůži?

Kůže plaza je tvrdá a působí celistvým dojmem. Ve skutečnosti je ale tvořena drobnějšími šupinami a záhyby kůže, které po sobě mohou klouzat a tím umožňují plazovi volný pohyb.

47. ptačí pero – Proč by ptáci nemohli létat, kdyby větvičky praporu nedržely pohromadě a netvořily zapojenou plochu?

Kdyby opeřenec mávnul křídlem, vzduch by „protekl“ mezi jednotlivými větvičkami a pták by se vůbec nevznosl. Je to podobný případ, jako kdybychom veslovali na lodi a místo souvislé plochy na konci vesel měli síto s velkými oky.

48. plodenství lopuchu – Proč je pro rostliny důležité, aby se jejich semena šířila do širokého okolí?

Pokud by vyklíčilo více semen stejného druhu v těsné blízkosti, došlo by mezi mladými rostlinkami k silné konkurenci – o živiny, o světlo, o prostor. Rostliny by strádaly nebo by přežily jen ty odolnější a ostatní by zahynuly. Pokud se semena rozšíří do dalekého okolí, nebude konkurence tak silná. Dalším faktorem je například možnost přírodních katastrof. Pokud bude jeden druh na malém stanovišti omezené velikosti a zasáhne zde nějaká nepředvídatelná katastrofa (požár, povodeň) dojde k likvidaci celé populace. Expanduje-li však druh do širokého okolí, katastrofa pravděpodobně zasáhne jen část populace a většina jedinců tedy přežije.

49. ocelli vosy – Jaké zorné pole má člověk (ocellus včely má zorné pole 150°)?

Člověk vidí každým okem do strany směrem k uchu v úhlu 95° a směrem k nosu 65° . Vertikální rozsah je zhruba 130° (60° nahoru a 70° dolů). Zorná pole obou očí se překrývají v rozsahu $120\text{--}130^\circ$ a zde tedy dochází k tzv. binokulárnímu vidění a vnímání prostoru ve 3D.

50. kousací ústní ústrojí hmyzu – Jak se liší ústní ústrojí vosy od ústního ústrojí včely?

Vosa má kousací ústní ústrojí (živí se nektarem a sladkým ovocem, dělnice loví hmyz jako potravu pro larvy), zatímco včela má ústní ústrojí modifikováno na lízavé sáve (saje nektar a sladké šťávy).

51. ústní ústrojí ruměnice – Jak je sosák připojen k hlavě?

Sosák ruměnice není k hlavě připojen pevně v určitém úhlu. Jeho připojení připomíná kloub – proto je možné sosák úplně sklopit pod tělo a pak opět napřímít před hlavu bez poškození.

POZNÁMKY

[illegible]

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

PREPARÁTY PRO BINOLUPU

semena unášená větrem	27
cévní svazky celeru	28
žábry larev jepic	29
letokruhy stromu	30
stélka lišejníku	31
ochmýřená tykadla pakomára	32
ploštěnka	33
přísavky hltanovky	34
ulity plžů	35
stigmata hmyzu	36
ústní ústrojí mouchy	37
sosák motýla	38
kyvadélka dvoukřídлых	39
tympanální orgány cvrčka	40
šupinky motýlů	41
žilnatina listu	42
žábry larev chrostíka	43
larva komára	44
křídlo hmyzu	45
složené oko mouchy	46
kůže šupinatého plaza	47
ptačí pero	48
plodenství lopuchu	49
ocelli vosy	50
kousací ústní ústrojí hmyzu	51
ústní ústrojí ruměnice	52



NA VLASTNÍ OČI

Vydala Správa Krkonošského národního parku v roce 2015

Text: Radek Lüftner

Foto: Radek Lüftner, Petr Jan Juračka

Kresby: Tereza Tvrdíková, Hana Vaněčková

Grafická úprava: 2123design, s. r. o.

© 2015, Správa Krkonošského národního parku,

Dobrovského 3, 543 01 Vrchlabí

Vytištěno na recyklovaném papíře.

ISBN: 978-80-87706-76-3

Poděkování: Kateřina Jůzová, Pavlína Šámalová, Hana Vaněčková,
Kateřina Poslová, Tereza Šnajdrová, Libuše Turjanicová, Lucie Jelínková,
Monika Kovářová, Martin Hůla, David Přikryl



SOS



HASIČI



LÉKAŘ



POLICIE



602 448 338 nebo **1210**

(+48) 985 nebo **601 100 300**

HORSKÁ SLUŽBA (CZ) / GOPR (PL)