Pracovní list pro žáky středních škol Časová dotace: 60-75 min

**Mechy extrémních stanovišť – život na hraně** – Autorské řešení

***Úloha 1:***

Jednou z klíčových charakteristik mechorostů je schopnost tolerovat proměnlivé množství vody ve svém těle – jsou tzv. poikilohydrické. Už na první pohled se pak často výrazně liší v závislosti na tom, jestli jsou suché, nebo mokré. To ale není jen náhoda a mnohé tyto změny představují adaptace na přečkání nepřiznivých podmínek, kterým mohou být vystaveny.

**Pomůcky:** Petriho miska, voda, alespoň dva druhy mechů z různých stanovišť – jeden z exponované osluněné skály (např. těhovec bezžebrý – *Hedwigia ciliata*, rourkatec obecný – *Syntrichia ruralis*, děrkavka poduškovitá – *Grimmia pulvinata,* zoubkočepka šedá – *Racomitrium canescens*, vijozub zkroucený – *Tortella tortuosa*), druhý z kamenů na břehu potoka či vlhké louky (např. hrubožebrec kapradinový – *Cratoneuron filicinum*, baňatka potoční – *Brachythecium rivulare*,károvka hrotitá –  *Calliergonella cuspidata*, pramenička obecná – *Fontinalis antipyretica*, ale v obou případech by se měly dát použít i jiné druhy z těchto stanovišť), mechy by měly být před začátkem úlohy úplně suché (alespoň 5–20 dní, sušené při pokojové teplotě).

**Postup:** Prohlédněte si suché mechy a přibližně polovinu rostlinek (lodyžek) obou druhů ponořte do Petriho misky s vodou. Pozorujte, jak se během několika vteřin mění tvar, rozložení lístků a zbarvení rostlin. Zakreslete suché a mokré rostliny obou druhů.

**Zadání:** Rozhodněte, u kterého druhu jsou změny v tvaru, rozložení lístků a zbarvení rostlin po navlhčení výraznější.

Pozorování:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Suchý mech** | **Mokrý mech** |
| **Druh 1** |  | |
| **Druh 2** |  | |

**Závěr:** *Výsledky do značné míry závisejí na daném druhu mechu, a je proto lepší všechny úlohy dopředu otestovat s konkrétními druhy, které budete používat. Obecně by ale měly být změny rychlejší a výraznější u druhu z exponované lokality. Typicky se po navlhčení začnou rozvíjet lístky, které byly za sucha zkroucené nebo přitisklé k lodyžce. Mech dále po navlhčení často i zezelená   
(za sucha může být buď tmavší, nebo naopak světlejší díky hyalinním chlupům na koncích lístků). U druhu z vlhké lokality by měly být změny podobné, ale méně výrazné a často pomalejší.*

***Úloha 2:***

Některé adaptace mechorostů na život v extrémních podmínkách jsou ale mnohem titěrnější a všimnout si jich můžeme až na buněčné úrovni. K jejich pozorování tak budeme potřebovat mikroskop. Na kráse jim to ale neubírá a mikrosvět mechorostů skýtá fascinující paletu barev a tvarů.

**Pomůcky:** mikroskop, podložní a krycí sklíčka, pinzeta / preparační jehla, voda, kapátko, mechy z úlohy 1

**Postup:** Připravte si preparát z lístků obou mechů z úlohy 1. Na podložní sklíčko kápněte kapku vody. Pinzetou nebo preparační jehlou oddělte lístek mechu a přeneste ho do kapky vody. Zakryjte preparát krycím sklíčkem a pozorujte buňky čepele lístků mikroskopem při zvětšení přibližně 400×. Všímejte si tvaru buněk, tloušťky buněčných stěn a výrůstků na povrchu buněk – papil. Buňky obou druhů zakreslete.

**Zadání:** Porovnejte buňky mechů z různých stanovišť a rozhodněte, který druh je lépe chráněný před vysycháním a které mikroskopické struktury mu s tím mohou pomáhat.

Pozorování:

|  |  |
| --- | --- |
| **Druh 1** | **Druh 2** |
| *Hedwigia ciliata* 40x10 | *Cratoneuron filicinum* 40x10 |

**Závěr:** *Buňky druhu z exponované lokality by měly mít tlustší buněčnou stěnu s výraznými výrůstky – papilami, často by měly být relativně malé a víceméně izodiametrické (stejně dlouhé jako široké). Naopak buňky druhu z vlhké lokality by měly mít relativně tenkou buněčnou stěnu bez papil a často jsou větší a protáhlé v jednom směru. Lépe chráněný by měl být druh z exponované lokality. Před vysycháním ho chrání tlustší buněčná stěna, která snižuje ztráty vody. Pomáhat mu mohou i papily na povrchu buněk, které vytvářejí kapilární prostory, v nichž se může voda lépe zachytávat.*

***Úloha 3:***

Mnohé mechorosty adaptované na periodicky vysychající lokality dokážou bez větších problémů přežít v suchém stavu s jen minimálním množstvím vody až několik týdnů i měsíců. Dochází u nich k zahuštění protoplastu a zpomalení až zastavení velké části fyziologických procesů. Už několik minut po navlhčení se ale dokážou zotavit a začít fotosyntetizovat. To, že intenzivně fotosyntetizují, můžeme pozorovat i pouhým okem díky kyslíku, který při fotosyntéze uvolňují. Stačí, když je ponoříme do vody a budeme pozorovat bublinky, které se začnou tvořit na jejich povrchu.

**Pomůcky:** průhledné skleněné/plastové zkumavky (3 pro každého žáka), Petriho miska, olej, voda, detergent (např. Jar), kapátko, pinzeta, stojan na zkumavky, zdroj světla (stolní lampa / čelovka / baterka), mechy z úlohy 1

**Postup:** Do Petriho misky s vodou přidejte a jemně zamíchejte kapku detergentu. Navlhčené rostliny obou mechů v roztoku detergentu jemně propláchněte tak, abyste se zbavili vzduchových bublinek mezi lístky díky nižšímu povrchovému napětí roztoku. Následně mechy znova propláchněte v čisté vodě. Dvě až tři navlhčené rostliny (lodyžky) obou druhů pinzetou umístěte do zkumavky s vodou tak, aby byli celé ponořené a hladina vody byla alespoň 1 cm pod okrajem zkumavky (vždy jeden druh mechu do jedné zkumavky). Opatrně do zkumavek přidejte několik kapek oleje (stačí jen tenká, ale souvislá vrstva na povrchu vody). Podobným způsobem připravte i třetí zkumavku bez mechu, která bude sloužit jako negativní kontrola. Zkumavky následně opatrně umístěte do stojanu a zapněte zdroj světla, který umístěte co nejblíž ke zkumavkám tak, aby svítil podobnou intenzitou na všechny tři zkumavky. Důkladně si prohlídněte, jestli se už na začátku experimentu na povrchu mechů a na rozhraní vody a oleje nacházejí bublinky. Po 10–15 minutách pak alespoň tři minuty pozorujte, jestli se na některém z mechů začalo tvořit víc bublinek a jak rychle se akumulují i na rozhraní vody a oleje (viz obr. 1).

**Zadání:** Pozorujte, jak se liší jednotlivé druhy mechů v tvorbě bublinek a rozhodněte, který druh je lépe fyziologicky adaptován na periodické vysychání. Tvoří se bublinky i v negativní kontrole?

Close-up of a plant with water droplets

Description automatically generated

*Obr. 2: Početné bublinky na povrchu lístků mechu žilnatky převislé (Antitrichia curtipendula) 15 minut po začátku experimentu.*

**Závěr:** *Bublinky by se měly tvořit především ve zkumavce s druhem z exponované lokality.   
Po 15 minutách by mělo být zřejmé, že se na povrchu tohoto mechu tvoří velké množství nových bublinek (obr. 2), které se postupně uvolňují a shromažďují na rozhraní vody a oleje. Každé zhruba   
2–3 minuty by pak měl shluk nashromážděných bublinek pomalu překonat vrstvu oleje. U mechu z vlhké lokality by se bublinky měly tvořit pomaleji, případně téměř vůbec, pokud jde o mech, který není tolerantní k vysychání.* *Fyziologicky lépe adaptován* *na periodické vysychání by tedy měl být mech z exponované lokality. Ve zkumavce bez mechu by se nové bublinky neměly tvořit vůbec nebo s výrazně nižší frekvencí (zřejmě v důsledku rostoucí teploty vody, a tedy nižší rozpustnosti plynů ve vodě se i zde malé množství nových bublinek může uvolnit).*

***Doplňující otázky***

1a) Na rozdíl od kořenů cévnatých rostlin, rhizoidy mechorostů jen fixují k substrátu a obvykle neslouží k příjmu vody. Jak tedy mechorosty získávají vodu?

*Vodu přijímají celým povrchem.*

1b) Jaké morfologické adaptace jim mohou pomáhat udržet si vodu delší dobu?

*K jejímu zadržovaní využívají např. vodní váčky (modifikované listové laloky), tomentum (rhizoidální vlášení na lodyžce), jezdivé listy či jiné morfologické adaptace, které vytvářejí kapilární prostory a zpomalují odpar vody (asimilační lišty, srolovaný okraj lístků).*

2a) Některé druhy mechů mají na konci svých lístků bílý chlup, nebo mají špičky lístků tvořené bílými mrtvými buňkami a v suchém stavu jsou tyto druhy často velmi světlé. K čemu tyto struktury mechům slouží?

*Tyto struktury chrání mechy před silným slunečním zářením, zvyšují albedo – mechy odrazí větší část potenciálně škodlivého záření. Kromě toho na povrchu těchto chlupů dochází k efektivnější kondenzaci vody ze vzduchu (díky jejich drobným rozměrům a členitému povrchu).*

2b) Proč tyto struktury najdeme nejčastěji u druhů vázaných na skály a jiné osluněné lokality?

*Druhy rostoucí na výrazně osluněných biotopech jsou vystavené silnějšímu UV záření a obecně extrémnějším podmínkám. Tyto struktury jim pomáhají přežít v těchto specifických podmínkách.*

3) Kromě druhů vázaných na osluněné skály a stepi se s adaptacemi na vysychání často setkáváme i u druhů vázaných na jiný typ substrátu. Jaký periodicky vysychavý substrát je ve střední Evropě často kolonizovaný mechorosty?

*kůra stromu (epifyty), také antropogenní stanoviště, jako jsou např. zdi*

4) Průduchy u mechů najdeme jen na jejich tobolkách. Proč by vlastně průduchy na čepeli lístků mechů ani nebyly příliš užitečné?

*Naprostá většina mechů má čepel lístků tvořenou jen jednou vrstvou buněk, takže bez větších morfologických přestaveb u nich průduchy příliš nedávají smysl – vznikly by tak jen díry skrze lístky.*