

širících se kolonizátorů byly zbytečné. Mnohem zajímavější je ale otázka, co je příčinou tohoto fenoménu.

Zásadně se totiž změnila koncentrace několika polutantů, ovlivňujících mimo jiné i chemismus borky dřevin. V 90. letech byly kompletně odsířeny tepelné elektrárny, které dlouhodobě vypouštěly do prostředí oxid siřičitý, což je pro epifytické lišejníky i řadu mechorostů něco jako prudký jed. Stélkou tak přijímaly ze srážek kyselinu sírovou, vznikající v atmosféře reakcí vody a oxidu siřičitého. Kyselými dešti byla zároveň okyselena borka dřevin, což je pro citlivější lišejníky fatální kombinace. Několik acidofilních (kyselomilných) druhů sice mělo z této situace výhodu, jiné druhy se stěhovaly na stromy s přirozeně vyšším pH borky, další mizely a některé dokonce vyhynuly. Vymírání na celonárodní úrovni se většinou týkalo makroskopických keříčkovitých lišejníků, které větším povrchem stélky vstřebávají více polutantů a zároveň se obtížněji „schovávají“ na místa chráněná před přímým spadem těchto látek (obr. 5). Typickým příkladem byl náš nejdelší lišejník, provazovka nejdelší (*Usnea longissima*), jejíž stélka mohla dosahovat až několika metrů.

Po odsíření elektráren byl zaznamenán rychlý návrat epifytů a nezůstal skryt ani před zraky veřejnosti. Tento proces byl ale

výrazně ovlivněn ještě dalším zásadním jevem – plošnou eutrofizací krajiny, způsobenou primárně nadužíváním anorganických hnojiv v zemědělství. Rychle tak expandovaly právě zvýhodněné nitrofilní lišejníky, ony žluté a šedé stélky zástupců rodů terčovník (*Physcia* a *Phaeophyscia*), terčník (*Xanthoria*; obr. 6) i dalších druhů, kterým vyšší koncentrace sloučenin dusíku (a dalších živin) v prostředí vyhovuje. V mnohých oblastech se vše odehrálo během několika málo let, což může skutečně vyvolat dojem šíření nežádoucího škůdce.

Bioindikace – unikátní vlastnost epifytických lišejníků a mechorostů

Schopnost epifytických lišejníků a mechorostů pružně odrážet změny v krajině se netýká pouze znečištění ovzduší. Podle jejich společenstev můžeme krajinu doslova číst. S tím úzce souvisí jejich silná substrátová i ekologická specializace, kde s výjimkou několika desítek generalistů (tedy druhů bez úzce ekologické vazby na konkrétní prostředí) většina druhů výrazně upřednostňuje určité vlastnosti dřeviny a biotopu. Traduje se, že podle lišejníků můžeme třeba zjistit, kterým směrem je sever, nebo snad stará poučka neplatí? Bohužel ne. Nejvíce lišejníků potkáme na té straně stromu, kde je nejprůhodnější

kombinace světla a vlhkosti. A to bývá na různých stranách kmene, např. na svrchní straně šikmo rostoucího kmene. Na první pohled ale snadno odlišíme, zda jsme v krajině bohaté na srážky. Čím více vlhkosti, tím jsou stromy hustěji pokryté epifytickými organismy (obr. 8). Srovnáme si třeba gradient středočeské krajiny, Šumavy a západního pobřeží Evropy, kde je pod nánosem lišejníků a mechorostů často obtížné vůbec spatřit borku stromů. Epifyty ale detailně odrážejí vlhkostní a světelné poměry na mnohem menší škále, a to i v rámci jediného stromu.

Vědci řeší řadu dalších otázek, co epifyty (zvláště tedy lišejníky) vypovídají o životním prostředí. Zjistilo se mimo jiné, že podle nich dokážeme spolehlivě odlišit prales od hospodářského lesa, byť by měl podobné složení dřevin, zachytit disturbance nebo odhadnout způsob hospodaření v lese i ve volné krajině. Na základě historických údajů v literatuře a herbářích můžeme podrobně mapovat změny v průběhu času. A díky rychlým reakcím epifytických lišejníků a mechorostů jsou tedy i vhodnými bioindikátory globální klimatické změny.

Pracovní listy k výuce jsou ke stažení na webové stránce Živy.

Lenka Čurnová

Biologická olympiáda a její speciální „poznávačka“



Jednou z pravidelných úloh Biologické olympiády (BiO) kategorie A a B, předmětové soutěže ve znalostech z biologie pro středoškolské studenty, je poznávání přírodnin. Tato úloha sestává z několika částí, kdy soutěžící poznávají nejen rostliny a živočichy, ale také různé další biologické objekty. Ty jsou pak součástí speciální poznávačky, v rámci níž studenti zodpovídají nejrozličnější otázky vztahující se k předloženým objektům. Někdy je stačí pojmenovat (název kosti, typ plodu apod.), jindy se otázky zaměřují na funkci, strukturu nebo původ daného útvaru.

Soutěžící mají v této úloze příležitost prohlédnout si přírodniny, které se jim běžně do ruky nedostanou, nebo naopak objekty, které sice vidají běžně, ale nikdy jim nevěnovali dostatečnou pozornost. Mnoho zajímavostí totiž zůstává skryto, i když je potkáváme při každé procházce přírodou. K některým představovaným objektům je k dispozici mikroskop nebo binokulární lupa a studenti mají možnost proniknout i do mikrosvětla lidského těla a dalších méně zřejmých tajů přírody.

Při přípravě poznávačky je kladen důraz především na pestrost objektů, a to i v rámci jednotlivých ročníků BiO, protože řada studentů se účastní této soutěže několik let po sobě. Je proto přínosné, když se objekty mezi jednotlivými ročníky obmě-

ňují. Soutěžící se mohou setkat s útvary pocházejícími z rostlinné i živočišné říše, např. různé hálky hmyzu, kosti, zuby, požitkové stopy živočichů, plody i další rostlinné útvary. Nechybí ani houby, řasy nebo objekty reprezentující neživou přírodu jako horniny nebo zkameněliny. Kolikrát si klademe v přírodě otázku, kdo žije v hálce na růžovém keři nebo čím jsou napadeny listy javoru, že se na nich vytvářejí černé skvrny? Právě na takové otázky studenti při poznávačce nalézají odpověď a při dalších výletech do přírody již budou mnohem poučenější.

Rovněž jsou zařazovány objekty, s nimiž se většina soutěžících ještě nikdy nesesetkala. Mohou to být útvary, o kterých se sice teoreticky učili, ale dosud neměli možnost si je prohlédnout – např. Aristotelova lucerna mořských ježovek nebo epitelová tkáň tenkého střeva. Součástí každého kola jsou i video nebo audiozáznam, na které navazuje příslušná otázka. Často jde o videa nebo zvuky z živočišné říše, ale rovněž jsou vybírána videa přibližující strukturu a fungování buněk apod.

A jak tedy taková úloha poznávání přírodnin vypadá? Konkrétní příklad máte k nahlédnutí na webových stránkách Živy.



1 Ukázky objektů, které mají účastníci Biologické olympiády poznat.

Čím jsou způsobeny černé skvrny na listech javoru?

2 Která makromolekulární látka je hlavní stavební složkou tohoto objektu? Jednoplástové hnízdo vosíka (*Polistes* spp.) tvořené z papíroviny, které bývá zavěšeno tenkou stopkou na skále, rostlinách nebo i budovách. Snímky L. Čurnové