

## Příběhy z elektronového mikroskopu 8. Vydrží pod vodou déle potápěč, nebo mandelinka?

„Najednou zlatá jiskra zazáří – a hned zase na jiném listu leknínu takové zlatavé světélko se zatřpytí. A náhle jako jiskra přiletí takový oslnivě zlatý bod a usadí se na listu! To jsou rákosníčkové, Donacie, naše nejnádhernější mandelinky.“ Takto vzletně popisuje v r. 1940 entomolog Jan Obenberger ve svém příspěvku o vodních mandelinkách jednu skupinu těchto brouků – rákosníčky (Donaciinae). A právě do této podčeledi náleží i u nás žijící rákosníček s velice specifickým vzhledem i způsobem života. Jde o druh *Macrolea appendiculata*, jehož dospělci, na rozdíl od všech dalších rákosníčků, téměř neopouštějí vodní prostředí.

Rákosníčci představují charakteristickou skupinu mandelinkovitých brouků (Chrysomelidae) s vazbou na hydrofilní vegetaci. V rámci ustáleného pojetí celé podčeledi Donaciinae jsou u nás zastoupeny tři rody (*Donacia*, *Macrolea*, *Plateumaris*) s celkovým počtem 26 druhů. Jde o druhy relativně velké, s délkou těla pohybující se od 5 do 12 mm. Některé velmi dobře létají, byť jen na kratší vzdálenosti. Jejich stále populace se nacházejí od lužních lesů na soutoku Moravy a Dyje až po Úpské rašeliniště pod Sněžkou (Mlejnek a Křivan 2016). Rákosníčci osídlili nejrůznější mokřadní biotopy od rybníků přes vodní kanály, řeky, potoky až po horská rašeliniště a jezera. Vzhledem k tomu, že patří mezi fytofágní brouky, vyžadují dostatek živých rostlin. Kromě rostlinných pletiv slouží dospělcům za potravu také zrnka pylu. Samice kladou vajíčka pod vodu, většinou mezi listy vodních rostlin, kde

jsou chráněna před predátory. Vylíhlé larvy pak žijí trvale pod vodou na kořenech a stoncích rostlin. Kyslík čerpají z rostlinných pletiv pomocí páru hákovitých trnů umístěných na konci zadečku, vodní rostliny jsou tak pro ně obřími šnorchly. V přesně načasovaném období vývoje si larva kolem svého těla vytváří ochranný kokon – jakési pouzdro vyplněné vzduchem. V kokonech, které bývají zpravidla připojeny ke kořenům, dochází k proměně larvy v kuklu a v konečné fázi v dospělého brouka.

Nejslabší vazbu na vodní prostředí mají zástupci rodu *Plateumaris*. Jejich domovem jsou zejména horská rašeliniště, podmáčené louky nebo lesní, částečně zastíněné mokřady. Příslušníci rodu *Donacia* inklinují k vodnímu prostředí daleko více. Nacházíme je často v litorálech rybníků bohatých na vodní makrofyta, na vegetaci proslulých řek s minimálním spádem



1 Plastronové struktury na spodní části těla rákosníčka *Macrolea appendiculata* jsou pod vodou viditelné jako stříbřité povlaky.

2 Pro druh *M. appendiculata* je charakteristické zbarvení těla s pruhy na krovkách.

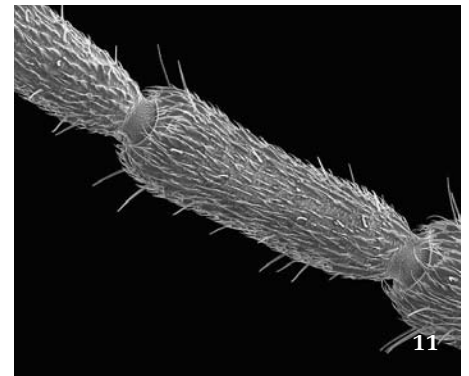
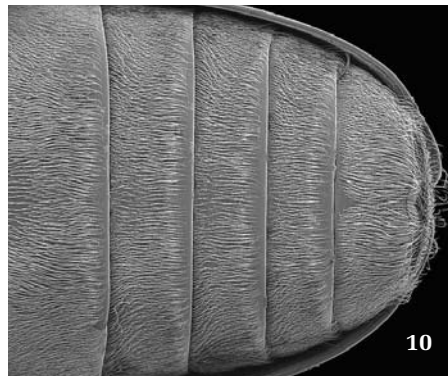
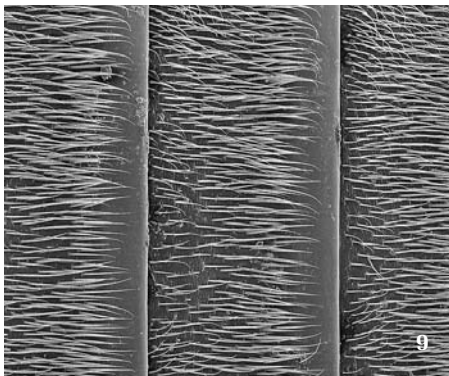
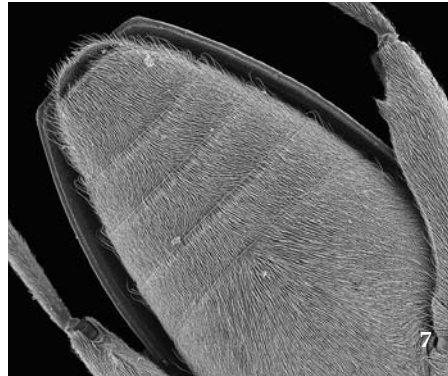
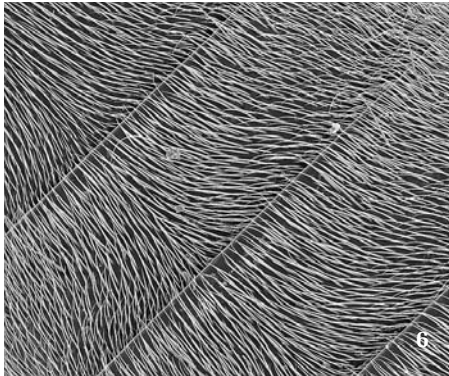
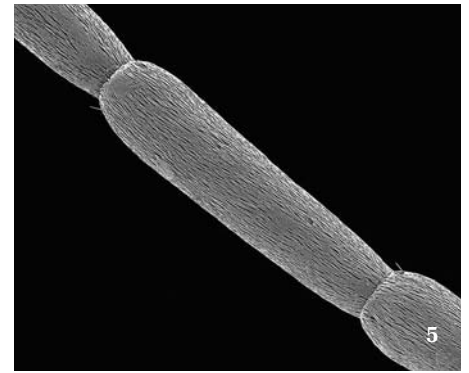
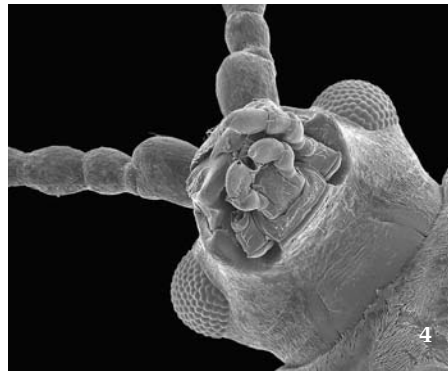
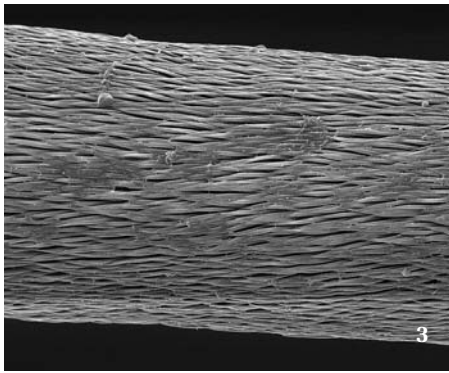
nebo také na vodních kanálech nížin i podhůří. Ačkoli se stále pohybuje v nejrůznějších mokřadních biotopech, dospělce rodu *Plateumaris* a *Donacia* lze najít ponořené pod vodou jen za výjimečných okolností. Tyto situace mají poměrně krátké trvání, např. při kladení vajíček, nebo když se dospělci při vyrušení schovávají pod vzplývavé listy rostlin. Jako konkrétní příklad můžeme uvést pozorování kladení vajíček v laboratorních podmínkách, kde celý proces snůšky probíhal zcela pod vodou – u druhu *D. simplex* trvalo jedno ponoření nanejvýš 20 minut.

U rodu *Macrolea* je ale situace zcela odlišná, neboť jeho zástupci mají vazbu na vodní prostředí nejen jako vývojová stadia, ale i jako dospělci. Když chceme odhalit, jak je to možné, musíme se podívat na tyto brouky pod drobnohledem. Zkoumat struktury umožňující některým živočichům trvale obývat vodní prostředí, nám dovolil až elektronový mikroskop (obr. 3–11). Podívali jsme se na plastron, nazývaný také fyzikální žábry, jež zabezpečují kontinuální výměnu dýchacích plynů pod vodou. Mezi živočichy s plastronovým dýcháním patří i zástupci rodu *Macrolea*. K dýchání pod vodou využívají plastron funkčně propojený se vzdušnicemi. Co vlastně je plastron?

### Co se třpytí pod hladinou

Zkoumání plastronu se věnovali již v polovině 20. stol. William H. Thorpe a Dennis J. Crisp (1949). Při detailnějším výzkumu jeho struktur u vodních brouků porovnávali rákosníčky *M. mutica* a *D. simplex*. Zjistili, že v případě *M. mutica* jde o husté seskupení pevných, tvarově stabilních štětinek. Ve vrcholové části jsou zahnuté do tvaru obráceného písmena L, a tím se navzájem překrývají. V prostoru mezi tělem brouka a zahnutým koncem štětinek tak vzniká hydrofobní a objemově stálý prostor pro vzduch. Jejich hustota na cm<sup>2</sup>





je na těle dospělého rodu *Macropilea* řádově čtyři miliony, avšak na tykadlech až 16 milionů. Chloupky u druhu *D. simplex* jsou v porovnání s *M. mutica* uspořádány nepravidelně, ohebné a svůj tvar neudrží. Hustota chloupků na těle *D. simplex* čítá řádově jen 300 tisíc na  $\text{cm}^2$ . U těchto struktur se často rozlišují pojmy jako pravý a nepravý plastron.

Charakteristickou vlastností pravého plastronu je, že vzduchový prostor v něm se objemově nemění. Plastron u rodu *Macropilea* není pouze jednorázovou zásobárnou vzduchu, ale slouží jako dýchací orgán. Do nepoškozeného plastronu se nedostává voda, ale stabilně jen vzduch z vody, a výměna dýchacích plynů zde probíhá na základě pasivní difuze. Brouk přijímá kyslík přes ústí vzdušnic na povrchu těla ze zásobárny v plastronu. Jednoduše se dá říci, že plastron u druhů rodu *Macropilea* v sobě udržuje stálou vrstvu vzduchu, ve které sehrává důležitou roli stabilní koncentrace dusíku. Při spotřebování kyslíku tkáněmi brouka klesá jeho koncentrace ve vzduchové vrstvě v plastronu, avšak koncentrace dusíku se nemění. Aby byl poměr kyslíku a dusíku zachován, kyslík se pak z vody pasivní difuzí plynule dorovnává (oxid uhličitý difunduje do vody díky své vysoké rozpustnosti). Plastronové struktury, jež jsou vlastně

„nestlačitelnými vzduchovými žábrami“, mohou být pod vodou viditelné jako stříbřitě zrcadlící povlaky pokrývající části těla brouka, a to právě díky přítomnosti vzduchu (obr. 1). Když dojde k poškození plastronu, proniká do něho voda a zasažená místa se mimo jiné přestanou třpytit. Samozřejmě už nedokážou plnit funkci dýchacího orgánu. Podobně jako u rodu *Macropilea* využívají funkci plastronu více či méně i další vodní brouci, např. vodnářovití (Elmidae) nebo vodanovití (Hydraenidae).

### Chloupky nejen pro dýchání

Strukturou plastronu se detailněji zabývali také Jill Lancaster a Barbara J. Downesová (2013) a Reginald F. Chapman a kol. (2013). Zjistili, že nejen larvy, ale i dospělci některých druhů brouků nebo dvoukřídlého hmyzu jsou schopni využívat zásoby vzduchu jak přímo z vody, tak z vodních rostlin. Vodní makrofyta mají v parenchymatickém pletivu množství mezibuněčných prostorů vyplněných vzduchem, které zaujmají větší objem, oproti objemu buněk pletiva. Bublínky vzduchu uvolněné z těchto prostorů jsou živočichy důmyslně přenášeny za pomoci nohou a tykadla až k plastronu. U známějších vodních brouků, např. potápníků (Dytiscidae), zajišťuje přežití pod vodou bublina vzduchu, kterou brouci načerpají u hladiny. Tato bublina může být zadržována pod krovkami, případně přichycena k tělu pomocí specializovaných chloupků, jež však nejsou pravým plastronem. Vzduchová bublina poskytuje jen dočasnou zásobu kyslíku. Potápníci mohou zůstat pod vodou tak dlouho, dokud množství kyslíku pronikajícího do bubliny je větší nebo stejné než množství spotřebované broukem. Velikost bubliny se časem zmenšuje, jak se z ní do vody pomalu uvolňuje dusík. Zároveň se snižuje stupeň výměny plynů, tím již nemůže udržovat metabo-



**3 až 11** Hustota, tvar i uspořádání štětin pravého plastronu a chloupků nepravých plastronových struktur na různých částech těla se u jednotlivých rodů rákosníčků liší. Obr. 3 až 5 – *Macrolea appendiculata*, 6 až 8 – *Donacia thalassina*, 9 až 11 – *Plateumaris braccata*

**12** Dospělec *M. appendiculata* je přes téměř průhlednou stěnu kokonu dobře rozpoznatelný.

**13** Pohyb nohou, který připomíná kraulování, umožňuje druhu *M. appendiculata* přemísťování mezi rostlinami. K pohybu po nich využívá mimořádně dlouhá chodidla. Snímky P. J. Juračky, pokud není uvedeno jinak

**14** Hledání rákosníčka *M. appendiculata* v Břehyňském rybníku v národní přírodní rezervaci Břehyně – Pecopala na Dokesku za pomoci potápěčské techniky. Foto R. Mlejnek



13

lické nároky a potápníci musejí znovu vystoupat k hladině, aby mohli obnovit vzduchovou bublinu. U rákosníčků rodů *Donacia* a *Plateumaris* zabezpečuje nepravý plastron v době, kdy je brouk ponořený ve vodě, kromě nutné zásoby vzduchu pro dýchání i to, aby se brouk nesmáčel. Díky vlastnostem nepravého plastronu může např. rákosníček, který spadne z listu na vodní hladinu, opět vzlétnout a přitom se nepotopí ani nesmáčí. Kdyby byl ponořen déle, zásoba vzduchu by mu vydržela jen dočasně. Jak by postupně ubýval vzduch z prostoru chloupků nepravého plastronu, tělo brouka i jeho křídla by byly vystaveny vodě. U rodu *Macrolea* však plastron za normálních podmínek umožňuje časově neomezený pobyt pod vodou.

Problémy s dýcháním se mohou začít projevat třeba tehdy, je-li vrstva plastronu mechanicky narušená. Dochází k tomu často u starších jedinců otíráním těla o různé struktury ve vodním prostředí, rostliny či substrát dna. Vrstva plastronu se může poškodit také vlivem chemických látek nebo zvýšeným tlakem. Pro plastronové dýchání je limitující i obsah kyslíku ve vodě. Množství rozpuštěného kyslíku přitom závisí na řadě faktorů, např. na atmosférickém tlaku, organickém znečištění nebo charakteru prostředí (voda tekoucí, či stojatá). Záleží také na množství rozpuštěných látek ve vodě, intenzitě procesů fotosyntézy rostlin, řas a sinic a na tom, jak je kyslík spotřebováván při dýchání vodních organismů a během veškerých oxidačních procesů. Ale především závisí na teplotě vody. Čím teplejší voda, tím nižší koncentraci rozpuštěného kyslíku naměříme. Z toho vyplývá, že v mělkých a sluncem prohrátých vodních nádržích nebo ve vodách znečištěných organickým odpadem, v nichž přítomné bakterie odčerpávají téměř všechno rozpuštěné kyslík, vzniká anaerobní prostředí. Teprve tehdy se může stát, že rákosníčci rodu *Macrolea* vodu opouštějí. Aby se zachoval v plastronu neměnný poměr koncentrace kyslíku a dusíku, začíná pracovat opačným způsobem, reverzně. Difuzí se odčerpává kyslík z tkání brouka do vodního prostředí a brouk se začíná dusit. Spadlá pozorování mimo vodu uvádějí např. W. Hellén (1937) nebo Jialiang Zhang a kol. (2010).

### Na návštěvě ve vodním království

Ve střední Evropě se vyskytují dva druhy rodu *Macrolea*, z České republiky je ale známý pouze vzácně *M. appendiculata*. Druh *M. mutica* je evidován např. v Polsku a Německu. Vezmeme-li v úvahu historické i současné nálezy, celkově je dokladován výskyt *M. appendiculata* v 18 mapových polích Čech a Moravy. Ještě v r. 2005 byl u nás pokládán za regionálně vymizelý, recentně se ale podařilo najít izolovanou populaci na třech rybnících v oblasti Dokeska (výzkumy z let 2014–17) a na jediném rybníku v blízkosti Chlumu u Třeboně (evidován od r. 2012). Rákosníček *M. appendiculata* je polyfágní s vazbou na více druhů a rodů rostlin. Z dostupných dat můžeme říci, že se dospělci vyskytují v květnu až červenci, s maximem nálezů během června (Mlejnek a Křivan 2016).

Pozorování dospělců v přírodních podmínkách bývají velice sporadická. Dokonce ani použití potápěčské techniky nezaručí úspěch nalezení dospělého jedince. Nevýhodou pro potápěče bude vždy jeho omezený zdroj kyslíku. A chlupy potápěče – i kdyby byl hodně zarostlý – zdaleka nestačí, aby se nesmáčel. V délce

pobytu pod vodou musí člověk, v porovnání s druhem *M. appendiculata*, zákonitě prohrát. Proto i fotografická dokumentace zachycující chování brouků ve vodním prostředí a použitá v tomto příspěvku byla pořízena v laboratoři.

*Macrolea appendiculata* je bezesporu náš nejzajímavější rákosníček. V červeném seznamu ohrožených druhů České republiky, Bezobratlí (Sekerka a kol. 2017) byl zařazen do kategorie CR – kriticky ohrožený. Brouk u nás stále přežívá na několika málo lokalitách, které člověk (zatím) nezničil svými nepromyšlenými zásahy, i když někdy dobře míněnými. O těch by se dalo napsat několik rozsáhlých odborných článků. Možná postačí vědět, že jsou to vše rybníky s litorálem bohatým na pestrout škálu makrofytních druhů. A nejen to, jde o ukázkové mokřady kypící rozmanitým životem nad hladinou i pod hladinou. Malá mandelinka s hnědými pruhy na krovkách má ve vodním prostředí svůj domov a pevné místo, my jsme pouzí návštěvníci.

Seznam použité literatury je uveden na webové stránce Živy.



14