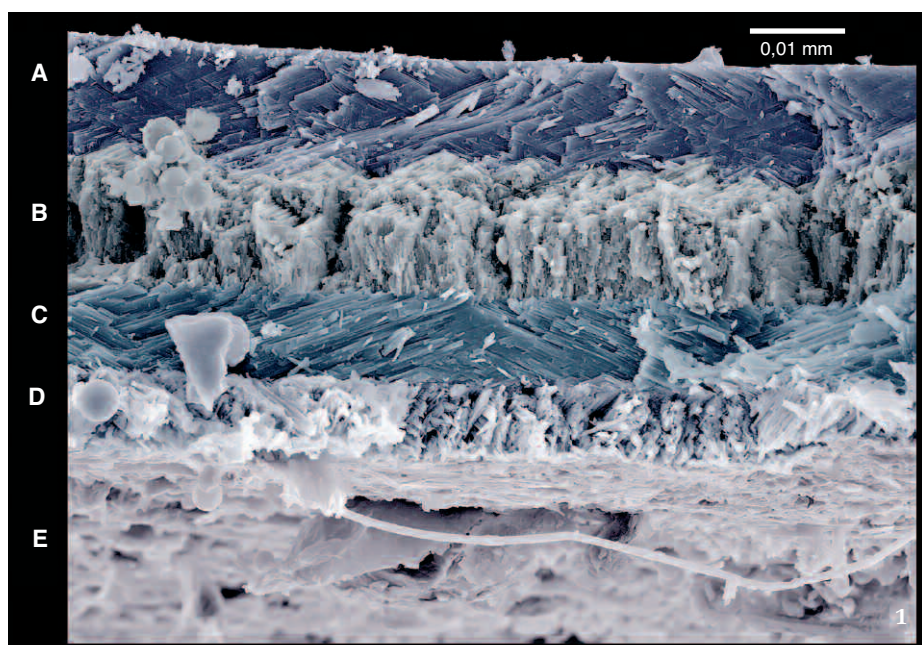


## Příběhy z elektronového mikroskopu. 3. Jakou mají měkkýši strukturu své schránky

Schránky měkkýšů jsou objektem zájmu dětí, vědců i profesionálních sběratelů. Na jejich povrchu můžeme nalézt rozmanité struktury, často udivující komplexnosti a krásy, pro které se společně s pestrými barvami stávají předmětem obdivu. Málokdo ale ví, že i pohled do nitra stěny schránky odhalí obdivuhodné vápenaté mikrostruktury.



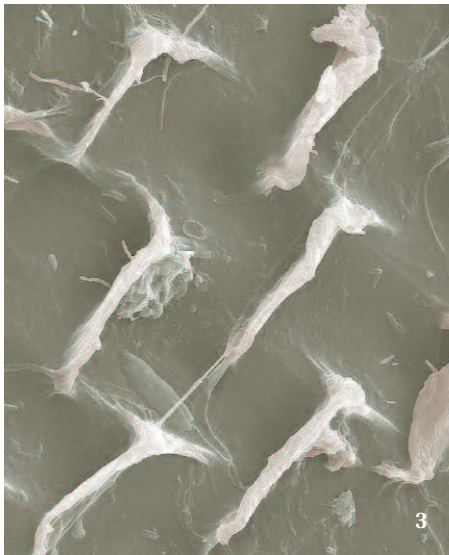
Ulity i lastury měkkýšů tvoří uhličitán vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ), všeobecně oblíbená stavební látka u bezobratlých živočichů. K vytváření kosterních prvků či alespoň inkrustaci pevných částí svého těla ho používají také některé houby, ramenonožci, korýši, mechovky, mořští mnohoštětinatci nebo koráli. Uhličitán vápenatý se vyskytuje v několika krystalografických variantách, z nichž nejčastější jsou v živočišné říši kalcit a aragonit. Obě varianty se mírně liší svými fyzikálními vlastnostmi. Kalcit má nižší hustotu, méně stabilní je však aragonit. Měkkýši své schránky vytvářejí z obou variant, ale u suchozemských druhů je aragonit coby stavební materiál mnohem běžnější.

Pod skenovacím elektronovým mikroskopem zjistíme, že se schránka neskládá z jednolitého plátu uhličitanu vápenatého. Naopak, nachází se v ní množství drobných, složitě uspořádaných krystalků, které obaluje tenká blanka, tvořená složitou směsí proteinů. Tato vnitřní mikrostruktura, v níž je anorganická část schránky navzájem propojena organickým „tmelem“, zajišťuje vynikající mechanické vlastnosti. Drobné prasklinky, vznikající různými nárazy ulity (např. při pádu), pronikají snáze mezi krystalky a organickou částí, čímž „vyplytvají“ energii a brzy zcela zanikají. Integrita schránky jimi není ohrožena tak, jak by tomu bylo v případě popraskání schránky vytvořené z jediného kusu. Střídání organické a anorganické fáze zajišťuje také určitou míru pružnosti. Na povrchu schránky se navíc nachází pigmentovaná organická vrstva – periostrakum (obr. 2F, obr. 3), dávající ulitám plžů charakteristický lesk a zbarvení a podporující jejich pružnost. Mnohdy nese různé jizvy nebo výstupky a výrůstky (také obr. 2 a 3).

Periostrakum při tvorbě schránky vzniká nejdříve a teprve pod ním dochází ke krystalizaci uhličitanu vápenatého a ukládání vnitřních anorganických vrstev. Ve schránkách měkkýšů se vyskytuje několik typů mikrostruktur, jejichž tvarová různorodost se odráží i v jejich názvech. U mlžů zde nalézáme často vrstvu, která se skládá z pěti- až šestibokých hranolků kalcitu (hranolová vrstva), a také lístkovitou vrstvu z plochých krystalů položených přes sebe. Lamelární vrstva (má několik různě orientovaných vrstev – obr. 1 a 2) je složena z množství tyčinkovitých krystalků uhličitanu vápenatého vytvářejících lamely, které se k sobě přikládají v různých úhlech. Výsledný obrázek poněkud připomíná podlahu sestavenou z různých velikých parket se specifickým povrchovým ryhováním.

**1** Lom schránky hlemýždě zahradního (*Helix pomatia*). Na snímku jsou patrné čtyři vrstvy lamelární struktury (písmena A–D), ze kterých je schránka složena. Vnější povrch ulity představuje spodní hranu lomu (E).

**2** Lom schránky zuboústky trojzubé (*Isognomostoma isognomostomos*). Je vidět pět různě orientovaných vrstev lamelární struktury (A–E), z nichž je schránka vystavěna. Ve spodní části snímku vystupují výrazné struktury pigmentované organické vrstvy – periostraka (F).



Známou strukturou je perleť, pro své zbarvení a opalizaci odedávna využívaná ve šperkařství. Tvoří ji drobné šestiúhelníkové šupinky aragonitu, poskládané na sobě podobně jako cihly ve zdi. Homogenní vrstva se vyskytuje především v lasturách mořských mlžů a tvoří ji drobné krystalky nepravidelného tvaru bez specifického vzájemného postavení.

Mikrostruktury měkkýších schránek se vyznačují různými mechanickými vlastnostmi. Ty, u nichž je mezi krystalky velké množství organické hmoty (perleť), jsou nesmírně odolné vůči nárazům i vrtání a takové schránky jsou bezpečné také před mnohými predátory. Struktury s menším

**3** Periostrakum zuboústky trojzubé (*Isognomostoma isognomostomos*) s šupinovitými výrůstky neznámé funkce. Zvětšeno 650×. Snímky P. J. Juračky

podílem organické hmoty (hranolová nebo lamelární struktura) dobře odolávají po-praskání schránky. Především lamelární struktura svou složitostí efektivně zastavuje postup prasklin. Listovitá a homogenní struktura ulity obsahují jen minimální podíl organické složky, přesto své mořské majitele dobře chrání před abrazivní silou vln.

Skenovací mikroskop tedy opět umožnil poodhalit fantastické mikrostruktury, a to schránek měkkýšů a jejich na první pohled obyčejných lomů; schránky však představují jeden z nejkvalitnějších kompozitních materiálů mezi nebem a edafonem. Pohled na vnitřní struktury ulit plžů nás zároveň přesvědčil o dokonalosti těchto krásných, i když mnohdy skrytě žijících a poměrně neznámých živočichů.

Adam Lacina, Michal Horský

## Endemická vřetenovka opavská v kritickém ohrožení – z červené knihy našich měkkýšů

**Suchozemští plži jsou díky své omezené schopnosti aktivního šíření dobrými kandidáty na skupinu s vysokou mírou endemismu. To platí nejbližší pro faunu mediteránní oblasti a samozřejmě pro oceánské ostrovy, zejména ty staré a více vzdálené od pevniny. Naopak ve středoevropské fauně máme opravdových endemitů velmi málo. Ještě výraznější to je v případě naší malakofauny. O to více jsou ojedinělé případy endemismu v našich poměrech výjimečné a ochránářsky cenné, jako např. vřetenovka opavská (*Cochlodina cerata opaviensis*).**

Jediným endemitem naší fauny měkkýšů na úrovni druhu je vřetenka lesklá (*Bulgaria nitidosa*), která se hojně vyskytuje v povodí Berounky v jihozápadní části středních Čech. Ovšem i tento mladý druh někteří zahraniční autoři zpochybňují a považují ho pouze za poddruh jihoevropské vřetenky štíhlé (*B. vetusta*). Jako poddruhy jsou také hodnoceny i zbývající endemické rasy, jejichž populace jsou u nás geograficky izolované a značně vzdálené od souvislého areálu rozšíření. Všichni tito plži – nádolka moravská (*Vestia ranojevici moravica*), vřetenovka krkonošská (*Cochlodina dubiosa corcontica*) a vřetenovka opavská (*C. cerata opaviensis*) patří shodně jako vřetenky do čeledi závonatkovití (*Clausiliidae*). Je zajímavé, že všichni se k nám rozšířili přibližně v období atlantiku – v době lesního optima holocénu. Není proto divu, že jsou vázání především na přirozené lesní až pralesní biotopy. Předpokládáme, že se

většina k nám většina z nich dostala dálkovým přenosem za pomoci jiných živočichů, v těchto případech zřejmě ptáků. Dlouhodobá izolovanost a genetické důsledky skutečnosti, že na počátku celé populace stálo velmi málo jedinců, v limitním případě pouze jeden, mohly vést ke vzniku morfologických i ekologických rozdílů. Jeden z těchto druhů – vřetenovka opavská (obr. 1) – se od ostatních uvedených endemitů navíc odlišuje svou alarmující ohrožeností, podle aktuálních znalostí již hraničí s vyhynutím.

Vřetenovka opavská se řadí k největším zástupcům, v naší fauně početné, výše zmíněné čeledi. Ulita je válcovitě vřetenovitá, narudle hnědá, lesklá a téměř hladká. Jako většina představitelů čeledi má i tato vřetenovka levotočivou ulitu, velmi vysokou a štíhlou. Její výška se pohybuje okolo 18 mm a šířka kolem 4 mm. Od nominotypického poddruhu – vřetenovky voskové (*C. cerata cerata*) – se moravská

subspecie odlišuje hlavně velikostí (je daleko vyšší), štíhlostí a tmavší barvou. Patrový návalek v obustí ulity není vytvořen, zato hltanový mozol je velmi zřetelný a je proto důležitým determinačním znakem. Nejzřetelnější je u cívkové desky (viz šipka v obr. 1), kde končí dosti náhle, jakoby zde vytvářel pomyslný járek. Tento znak je důležitý hlavně při odlišení od vřetenovky hladké (*C. laminata*), která je běžným lesním druhem a obývá prakticky všechny lokality vřetenovky opavské.

Vřetenovka vosková se vyskytuje nejbližší našemu území v pohoří jádrových Karpat Slovenska, do flyšové části proniká pouze v oblasti Kysuce. Na Slovensku je především druhem podhorských smíšených lesů, dává přednost suťovým stano-

