

# Inovace mikroskopického cvičení na základní škole: Využití mobilního telefonu a běžných pokojových rostlin

LINDA KOUTOVÁ, IVA TRAXMANDLOVÁ

**B** **Abstrakt:** Při běžných mikroskopických cvičeních z botaniky bývají nejčastějšími pozorovanými objekty buňky suknice cibule (*Allium cepa*), pokožkové (epidermální) buňky muškátu (*Pelargonium*) a chlupy (trichomy) voděnky (*Tradescantia*). I jiné rostliny však poskytují materiál vhodný pro výuku. Vybrali jsme některé běžně pěstované druhy pokojových rostlin a vyzkoušeli, co se dá pozorovat na jejich povrchu i uvnitř. Pro dokumentaci pozorování jsme použili mobilní telefon jako dostupný fotografický přístroj, kterým se dají pořídit rychle, snadno a v dnešní době i značně kvalitně snímky, které mohou pomoci studentům vybavit si detailnější pozorované objekty, které během praktik obvykle zakreslují.

**Klíčová slova:** Mikroskopická cvičení, pokojové rostliny, rostlinná anatomie, mobilní telefon.

KOUTOVÁ, L. & TRAXMANDLOVÁ, I. 2024. Inovace mikroskopického cvičení na základní škole: Využití mobilního telefonu a běžných pokojových rostlin. *Arnica* 14(1–2), 29–35. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, ISSN 1804-8366.

Rukopis došel 31. 10. 2024; byl přijat po recenzi 12. 11. 2024.

Linda Koutová, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Univerzitní 22, 30100 Plzeň, Česká republika; e-mail: koutova@cbg.zcu.cz • Iva Traxmandlová, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Univerzitní 22, 30100 Plzeň, Česká republika; Global Change Research Centre AS CR, Bělidla 4a, 60200 Brno, Czech Republic; Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Bělidla 4a, 60200, Brno, Česká republika; e-mail: traxmani@cbg.zcu.cz

## ■ Úvod

Mikroskopování rostlin patří k nejobvyklejším praktickým cvičením v hodinách biologie na základní i střední škole (RVP pro základní vzdělávání, Přírodopis, 2023, s. 76; ). Jednoduchým způsobem lze vytvořit preparáty, na nichž lze demonstrovat řadu struktur uvnitř rostlinných buněk, např. buněčnou stěnu, jádro (někdy i jádérko), chloroplasty, chromoplasty, leukoplasty, buněčné inkluze, a také různé typy pletiv, cévních svazků a buněk pokožky s průduchy. V návodech na mikroskopická cvičení z botaniky (Boháč 1983) a pro biologické pokusy ve škole je využívána celá řada pokojových rostlin (Baer 1964). K často využívaným rostlinám pro studium anatomie kořene, stonku a listu patří česnek cibule, z pokojových rostlin je uváděn fíkovník, lichořeřišnice, pelargonie, řeřicha a voděnka (Baer 1964, Boháč 1983, Lenochová 1984). Proto nejčastějšími rostlinami, které mají žáci pod mikroskopem možnost spatřit, jsou cibule (*Allium cepa*), pelargonie (*Pelargonium*) (Kvasničková 1999, Černík 2007, Černík 2008) a voděnka (poděnka) (*Tradescantia*), případně je doporučována libovolná dvouděložná rostlina (Pelikánová 2015). Ve starších učebnicích pro gymnázia jsou pro mikroskopické pozorování doporučovány i listy zelence, kosatce, poděnky a šplhavice (*Epipremnum*, *Scindapsus*) (Bašovská 1985). Z těchto objektů se dají preparáty velmi snadno připravit i žáky, kteří mají minimum zkušeností s běžnými laboratorními postupy. Avšak i řada dalších běžně pěstovaných pokojových rostlin poskytuje zajímavé objekty k mikroskopování. Příprava takových preparátů je podobně snadná jako příprava nativních preparátů u výše uvedených, „standardních“ rostlin.

## ■ Co roste na parapetu?

Pokojové rostliny jsou ozdobou obývacího prostoru a mnohdy oživují i okna školních tříd a chodeb. Jejich spektrum je široké a péče o ně různě náročná. Některé nenáročnější najdeme skoro v každé domácnosti či škole. Jejich funkce je většinou okrasná, ať už listem či květem, nicméně dají se využít i pro mikroskopická praktika, ať už v počátcích pro osvojení si přípravy jednoduchých preparátů, nebo později přímo pro učivo botaniky. Některé však obsahují toxiny, které mohou být při požití nebezpečné.

## ■ Metodika

Osm známých, všeobecně rozšířených a na péči nepřiliš náročných pokojových rostlin bylo vybráno pro přípravu nativních preparátů. Z rostlin lze připravit preparát z pokožky, ve které lze pozorovat buňky epidermis a průduchy, a řez řapíkem listu nebo stonkem, ve kterých jsou patrné stavba cévních svazků, různé druhy pletiv a buněčné inkluze. Připravené řezy jsou vloženy do kapky vody na podložním skle, přikryty krycím sklem a pozorovány při zvětšení 40×, 100× a 400×.

K fotografické dokumentaci lze použít mobilní telefon, který může nahradit složitější a nákladnější techniku pro pořizování mikrosnímků; příklady takových fotografií jsou na obr. 1 až 8. Využití mobilního telefonu pro dokumentaci objektu připraveného samotnými žáky může být významnou motivací pro žáka k vytvoření kvalitního preparátu a k pozorování anatomické stavby rostlin. Navíc poskytuje žákovi dodatečné informace o objektech, které

pozoruje a obvykle také tužkou zakresluje, např. zbarvení jednotlivých částí preparátu. Snímek může sloužit jako další studijní materiál i pro osvěžení paměti při časovém odstupu od samotného pozorování.

## Doporučené pokojové rostliny

- Vánoční kaktus (*Schlumbergera truncata*) – řez stonkovým článkem – povrch pokožky s průduchy (Obr. 1).
- Toulcovka, lopatkovec (*Spathiphyllum*) – řez řapíkem – cévní svazky, povrch pokožky s cévním svazkem, buněčné inkluze (Obr. 2.).
- Toulitka (*Anthurium*) – řez řapíkem – cévní svazky, povrch pokožky a cévní svazky, detail cévního svazku (Obr. 3.).
- Tlustice vejčitá (*Crassula ovata*) – řez listem – povrch pokožky a průduchy (Obr. 4.).
- Kolopejka (*Kalanchoe*) – řez listem – povrch pokožky a průduchy (Obr. 5.).
- Hoja, voskovka (*Hoya carnososa*) – řez řapíkem – cévní svazky, detail cévního svazku, buněčné inkluze (Obr. 6.).
- Pepřinec (*Peperomia*) – řez listem – pletiva a cévní svazky, povrch pokožky a vakuoly (Obr. 7.).
- Zeleneč (*Chlorophytum*) – řez listem – povrch pokožky s průduchy, buněčné inkluze, panašování

## Příprava preparátů z pokožky

- List rostliny nastříháme nůžkami, v místě řezu pinzetou zachytíme okraj pokožky a opatrně pokožku sloupneme. U některých uvedených rostlin se pokožka neodděluje snadno. Není však na závadu, pokud k pokožce přiléhají i kousky pletiv. Je nutno zkontrolovat, aby objekt nebyl příliš silný, aby nezapříčinil nedoléhání podložního a krycího skla. U okrajů preparátu se obvykle dá nalézt část pokožky bez dalších vrstev. I pouhým zaostřováním lze pozorovat svrchní vrstvu pokožky, aniž by obraz přitom rušila pletiva k ní přiléhající. Kousek pokožky umístíme do kapky vody na podložní sklo, přikryjeme krycím sklem a pozorujeme v mikroskopu při zvětšení 40×, 100× a 400×.

## Příprava řezů řapíkem listu/stonku

- U vánočního kaktusu oddělíme jeden stonkový článek. Žiletkou provedeme příčný tenký řez článkem, který umístíme do kapky vody na podložní sklo. Přikryjeme krycím sklem, pozorujeme při zvětšení 40×, 100× a 400×.
- U lopatkovce a toulitky oddělíme jeden list s řapíkem. Z řapíku listu provedeme žiletkou příčné řezy. Dostatečně tenké řezy umístíme do kapky vody na podložní sklo, přikryjeme krycím sklem a pozorujeme při zvětšení 40×, 100× a 400×.
- U pepřence, voskovky a kolopejky oddělíme list i s řapíkem. Žiletkou nakrájíme příčné řezy z řapíku i čepele listu. Řezy umístíme do kapky vody na podložní sklo, přikryjeme krycím sklem a pozorujeme při zvětšení 40×, 100× a 400×.

## Co lze pozorovat?

Kromě stavby různých pletiv lze při pozorování pokojových rostlin snadno a dobře demonstrovat i další detaily rostlinného těla. Jsou jimi uspořádání a detail cévních svazků (obr. 1–3, 6), buněčné inkluze (Box 1 a obr. 2 a 6) a průduchy na povrchu listů (Box 1 a obr. 1, 4, 5, 8).

### Buněčné inkluze

Buněčné inkluze jsou součástí cytoplazmy, které může i nemusí ohraničovat cytoplazma. Buněčné inkluze v rostlinách jsou různé struktury, které slouží k ukládání živin, metabolitů a dalších látek, které rostliny potřebují pro svůj růst a vývoj. Tyto inkluze hrají důležitou roli v energetickém metabolismu, ochraně před predátory a adaptaci na environmentální stres.

U demonstrovaných rostlin jsou buněčné inkluze dobře patrné u lopatkovce a hoji.

**Box 1**

### Průduchy a pomocné buňky

Průduchy (stomata) jsou malé otvory na povrchu listů, které hrají klíčovou roli v procesu fotosyntézy a při výměně plynů s okolím. Mohou být obklopeny pomocnými buňkami, které regulují jejich otevírání a zavírání, čímž ovlivňují transpiraci a příjem CO<sub>2</sub>. Tvar průduchových buněk a buněk pokožky je velmi variabilní.

**Box 2**

## Vánoční kaktus (*Schlumbergera truncata*)

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: vyšší dvouděložné rostliny (Rosopsida) – Řád: hvozdíkotvaré (Caryophyllales) – Čeleď: kaktusovité (Cactaceae) – Podčeleď: Cactoideae – Rod: *Schlumbergera* Lem. 1858

Vánoční kaktus patří mezi epifytické rostoucí rostliny. Původně se vyskytuje ve vlhkých tropech jihovýchodní Brazílie. Má ploché stonkové články, navazující jeden na druhý, na posledním obvykle vyrůstá jedno či více poupat. Dobře roste na světlých stanovištích, avšak bez přímého slunce, vyžaduje mírnou závlaku, vyšší vzdušnou vlhkost, na léto je možné umístit ho venku, na zimu patří dovnitř, ideálně do chladnějších a vlhčích prostor, kde po období klidu (polovina září–listopad) nasazuje na květy a poté kvete. V místech původního výskytu jsou květy opylovány kolibříky. Dnes existuje široká škála vyšlechtěných odstínů květu od bílé přes různé nuance růžové až do červené (Vermeulen 2001).

Nejsnadnějším způsobem množení vánočního kaktusu je takzvané řízkování. Kaktus lze řízkovat během celého

roku, ale vždy v období po odkvětu. Postupuje se tak, že se odstříhne větvíčka za druhým až třetím článkem od konce a ponoří se do sklenice s vodou. Po několika dnech se objeví malé kořínky, poté rostlinku opatrně přesadíme do připraveného substrátu (Wikipedia <https://cs.wikipedia.org/wiki/Schlumbergera>).

**Lopatkovec (toulcovka) (*Spathiphyllum*)**

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: jednoděložné rostliny (Liliopsida) – Řád: žabníkotvaré (Alismatales) – Čeleď: áronovité (Araceae) – Podčeleď: Monsteroideae – Rod: lopatkovec (*Spathiphyllum*)

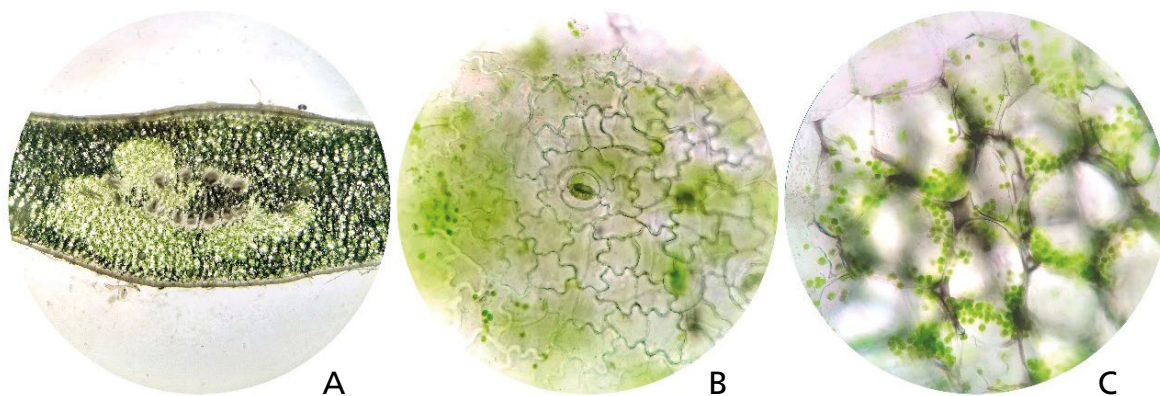
Lopatkovec je nenáročnou pokojovou rostlinou z čeledi áronovitých. V přírodě roste jako pozemní bylina v nížinných tropických lesích jižní Ameriky, Asie a ostrovů jižního Pacifiku kolem Nové Guineje. Má rád vlhko a snáší i velké zastínění, při kterém stále dokáže kvést. Štíhlé tmavé listy dokážou z okolí pohlcovat chemické látky

podobně jako to umí např. zelenec. Květenství lopatkovce tvoří palice podepřené lžicovitým toulcem bílé až zelené barvy (Vermeulen 2001).

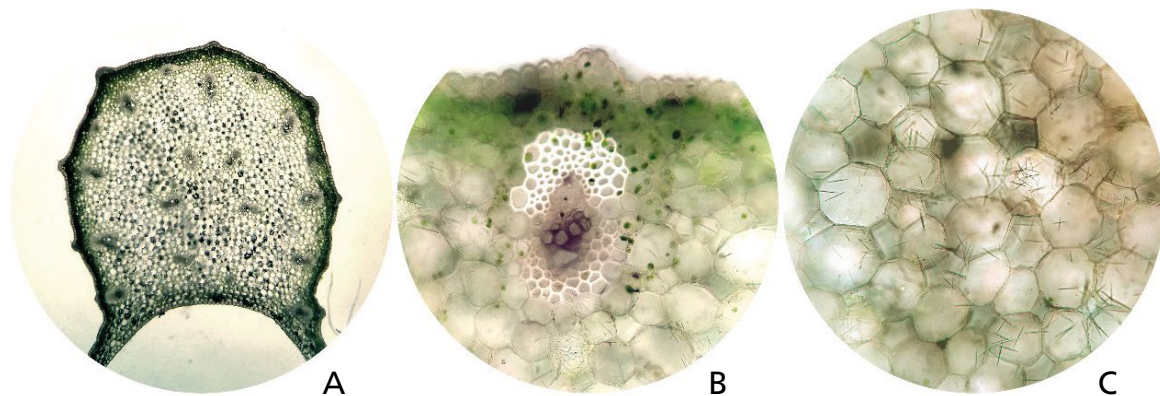
Podobně jako další rostliny z této čeledi obsahuje lopatkovec buněčné inkluze šťavelanu vápenatého, které mohou při potřísnění vyvolat podráždění kůže. Dále obsahuje saponiny, kyselinu šťavelovou a další látky. Pro všechny druhy zvířat i člověka je proto jedovatý. Způsobuje podráždění kůže či sliznice, pálení, vyrážku, bolest, slinění nebo otoky, při dlouhodobé konzumaci malých množství rostliny může dojít k poškození ledvin a vzniku močových kamenů (Toxikologie) (<https://cit.vfu.cz/toxikologie/web/czech/toxcz52%20lopatkovec.htm>).

**Toulitka (*Anthurium*)**

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: jednoděložné rostliny (Liliopsida) – Řád: žabníkotvaré (Alismatales) – Čeleď: áronovité (Araceae) – Podčeleď: Pothoideae – Rod: toulitka (*Anthurium*)



**Obr. 1.** Vánoční kaktus (*Schlumbergera truncata*): A – řez stonkovým článkem, na kterém lze pozorovat centrální cévní svazek (zvětšení 100×), kolem parenchym s buňkami s chloroplasty, na povrchu buněčnou stěnu s kutikulou. B – povrch pokožky s průduchy bez podpůrných buněk okolo, buňky pokožky jsou bez chloroplastů. C – parenchymatické buňky s velkou vakuolou a chloroplasty (zvětšení 400×).



**Obr. 2.** Toulcovka, lopatkovec (*Spathiphyllum*): A – řez řápkem s náhodným uspořádáním cévních svazků, tzv. ataktostélé, parenchym s buňkami s chloroplasty pod pokožkou, buňky bez chloroplastů hlouběji v parenchymu (zvětšení 40×). B – povrch pokožky a detail cévního svazku (zvětšení 100×). C – parenchymatické buňky s jehlicovitými inkluzemi šťavelanu vápenatého (zvětšení 400×).

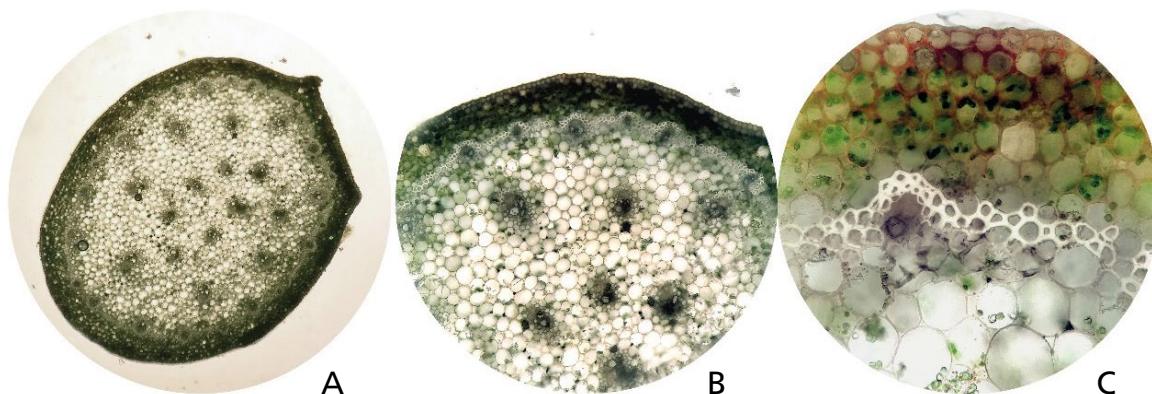
Zástupcem stejné čeledi je toulitka (*Anthurium*). Její původní výskyt leží ve vyšších nadmořských výškách lesů Střední a Jižní Ameriky. Tato rostlina vyžaduje stálé teploty mezi 20–25 °C, mírnou závlivu a dostatek rozptýleného světla. Jejím květenstvím je palice obkroužená barevně výraznějším toulcem v odstínech od růžové po červenou nebo hnědou. Dnes je vyšlechtěno množství odrůd pro pěstování v domácnostech, a také kultivarů s rozličně tvarovanými a zbarvenými květy i listy pro použití jako řezané květiny (Vermeulen 2001).

Toulitka patří mezi jedovaté rostliny. Požití listů způsobuje podráždění sliznice, zvracení, otok rtů a jazyka, ztížené polykání, dýchání a dušení. Objevit se může projevit i průjem a krvácivý zánět trávicího traktu. V nejhorším případě mohou látky způsobit selhání ledvin (Cesky kutil) (<https://ceskykutil.cz/clanek-27321-doma-pestovane-jedovate-rostliny>).

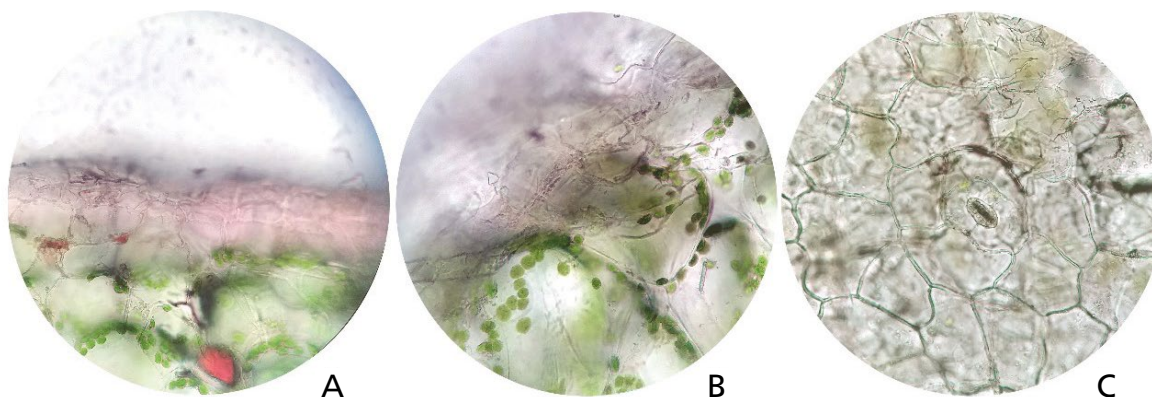
### ■ Tlustice vejčitá (*Crassula ovata*)

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: vyšší dvouděložné rostliny (Rosopsida) – Řád: lomikamenotvaré (Saxifragales) – Čeleď: tlusticovitě (Crassulaceae) – Rod: tlustice (*Crassula ovata*)

Tlustice vejčitá patří mezi sukulentní rostliny původem z jižní Afriky. Její stonk i listy jsou dužnaté, aby rostlina přežila i suché období. Svým vzhledem připomíná malý stromek a mnohdy ji najdeme tvarovanou podobně jako bonsaj. Pěstujeme ji jako pokojovou rostlinu, kterou můžeme v letních měsících letnit. V zimě významně omezíme závlivu, aby nedocházelo k zahnívání kořenů a úhynu rostliny, a umístíme ji do chladné a světlé místnosti. V bytě málokdy rozkvétá. Má bělavé květy ve tvaru hvězdiček, které jsou uspořádány v malých květenstvích. Přerostlá starší rostlina se může snadno nahradit novou, pokud se odlomí od stonku starší listy a zasadí se do zeminy u paty rostliny (Vermeulen 2001). Tlustice není jedovatá, naopak má léčivé účinky, které ale nejsou tolik známé. Šťáva z listů léčí opary a afty v ústech. Dovede také léčit různé záněty (např. ledvin), strie, abscesy, popáleniny a zmírňuje artrózy kloubů. Pomáhá rovněž při bolestech v krku, pomůže s drobnými rány a oděry a také s žaludečními vředy (České stavby) (<https://www.ceskestavby.cz/clanky/tlustice-vejcita-sukulent-ktery-pry-prinasi-penize-a-pritom-po-nas-temer-nic-nechce-28789.html>).



**Obr. 3.** Toulitka (*Anthurium*): A – řez řapíkem s náhodným uspořádáním cévních svazků – ataktostélé (zvětšení 40×). B – detail cévních svazků (zvětšení 100×). C – detail podpokožkových buněk s chlorofylem, pod pokožkou je patrný deskový kolenchym (zvětšení 400×).



**Obr. 4.** Tlustice vejčitá (*Crassula ovata*): A – povrch pokožky se znatelnými voskovitými šupinami kutikuly, pod pokožkou buňky s chloroplasty (zvětšení 400×). B – chloroplasty (zvětšení 400×). C – průduchy na spodní straně pokožky bez pomocných buněk, v horní části znatelné nepravidelné voskovité šupiny kutikuly (zvětšení 100×).

**Kolopejka (*Kalanchoe*)**

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: vyšší dvouděložné rostliny (Rosopsida) – Řád: lomikamenotvaré (Saxifragales) – Čeleď: tlusticovité (Crassulaceae) – Rod: kolopejka (*Kalanchoe*)

Příbuznou rostlinou je kolopejka (*Kalanchoe*), taktéž dužnatá rostlina původem z Afriky a Madagaskaru. Tyto vytrvalé byliny s plochými listy jsou pěstovány zejména pro pestré květy, které dlouho vydrží. Pěstovaným druhem v domácnostech bývá většinou druh kolopejka vděčná (*Kalanchoe blossfeldiana*), která v létě vydrží pobyt i na přímém slunci nebo polostínu, v zimě pak preferuje nižší teploty (bez mrazu) a světlé stanoviště. Déle pěstovaná rostlina v bytě většinou dobře roste, ale nekvete. Doporučuje se nechat ji přezimovat v chladnějším prostředí s minimálně 10 °C teplotou a s omezenou zálivkou. Na jaře ji lze přesadit do lehké a živné směsi a postupně zalévat. V létě může být na slunném místě. Květy se objeví na podzim. Snadno se množí řízkováním (Vermeulen 2001).

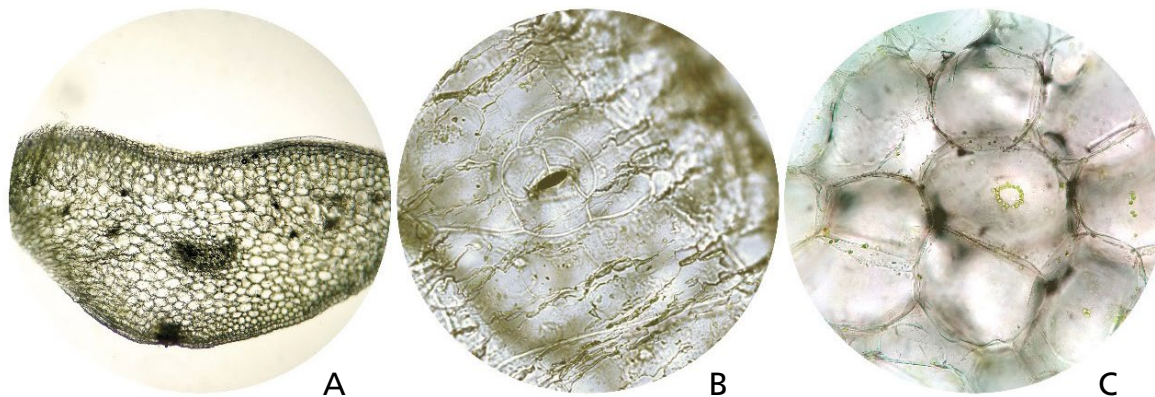
Čelá rostlina je toxická pro všechny druhy zvířat i pro člověka. Obsahuje vysoce toxické kardioaktivní glykosidy,

nicméně obsah těchto látek je v rostlině nízký a proto bývají otravy jen mírné. Otrava se může projevit zvracením, nevolností, průjmem, kolikou, dehydratací a výjimečně i změnami v srdeční činnosti (Toxikologie) (<https://cit.vfu.cz/toxikologie/web/czech/toxycz93%20kalanchoe.htm>).

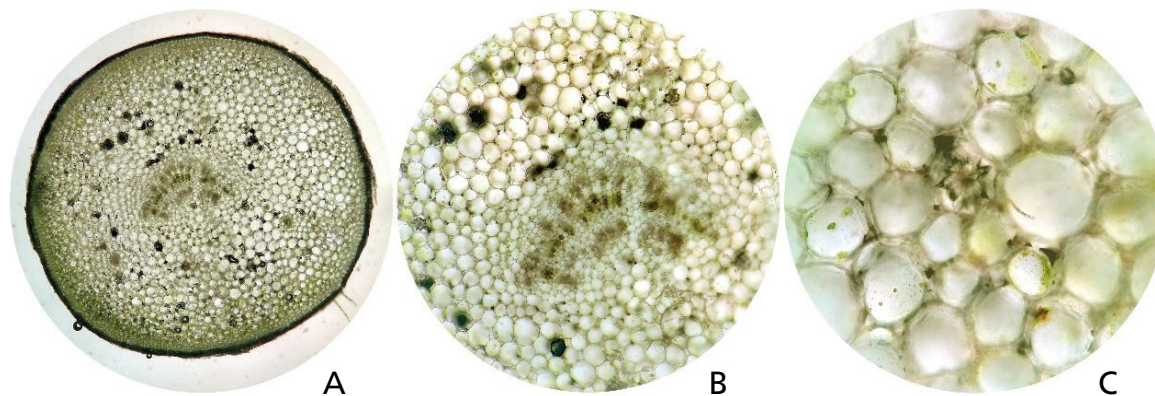
**Hoja – voskovka (*Hoya carnosa*)**

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: vyšší dvouděložné rostliny (Rosopsida) – Řád: hořcotvaré (Gentianales) – Čeleď: toješťovité (Apocynaceae) – Rod: hoja (*Hoya*)

Hoja – voskovka (*Hoya carnosa*) patří mezi epifytický rostoucí rostliny původem z Číny, Indie a Malajsie. Listy jsou dužnaté a jejich povrch je lesklý, jakoby voskový. Rychle roste a její poléhavé stonky se rády opřou o podpěru, ať už kruhovou nebo žebříkovitou. Nesnáší přímé sluneční světlo. Pokud má však dostatek světla a přiměřené, spíše mírné množství zálivky, může rostlina od jara do podzimu bohatě kvést hvězdičkovitými květy, seskupenými v květenství (Vermeulen 2001). V místech původu se mladé části rostliny používaly jako vnější léčivý prostředek proti uštknutí kobrou indickou. (Wikipedie) ([https://cs.wikipedia.org/wiki/Hoja\\_masit%C3%A11](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hoja_masit%C3%A11)).



**Obr. 5.** Kolopejka (*Kalanchoe*): A – řez listem (zvětšení 40×). B – povrch pokožky s průduchy (zvětšení 100×). C – detail parenchymatických buněk (zvětšení 400×).



**Obr. 6.** Hoja – voskovka (*Hoya carnosa*): A – řez řápkem s centrálním uspořádáním cévního svazku (zvětšení 40×). B – detail cévního svazku (zvětšení 100×). C – parenchymatické buňky s buněčnou inkluzí šťavelanu vápenatého ve tvaru drúzy (zvětšení 400×).

## ■ Pepřinec (*Peperomia*)

Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) – Třída: nižší dvouděložné rostliny (Magnoliopsida) – Řád: pepřotvaré (Piperales) – Čeleď: pepřovníkovité (Piperaceae) – Podčeleď: Piperioideae – Rod: pepřinec (*Peperomia*)

Pepřinec (*Peperomia*) skutečně podle názvu patří do příbuzenstva pepřovníku. Jedná se o nenáročnou pokojovou rostlinu s dužnatými listy a nenápadnými květy v dlouhých úzkých palicích, které připomínají „myší ocásek“. Původem je z Jižní Ameriky, kde roste ve stínu stromů. V domácnostech proto snáší mírně zastíněná stanoviště, nevyhovuje jí ovšem suchý vzduch. Vyžaduje mírnou zálivku, v zimě ještě omezenější. Snadno se množí řízkováním (Vermeulen 2001).

Buňky obsahující zelené barvivo chlorofyl obsahují krystalové drúzy, které slouží k odrazu světelných paprsků do chloroplastů. Tyto drúzy jsou snadno identifikovatelné i ve světelném mikroskopu (obr. 7). Rostlina není jedovatá.

## ■ Zelenec (*Chlorophytum*)

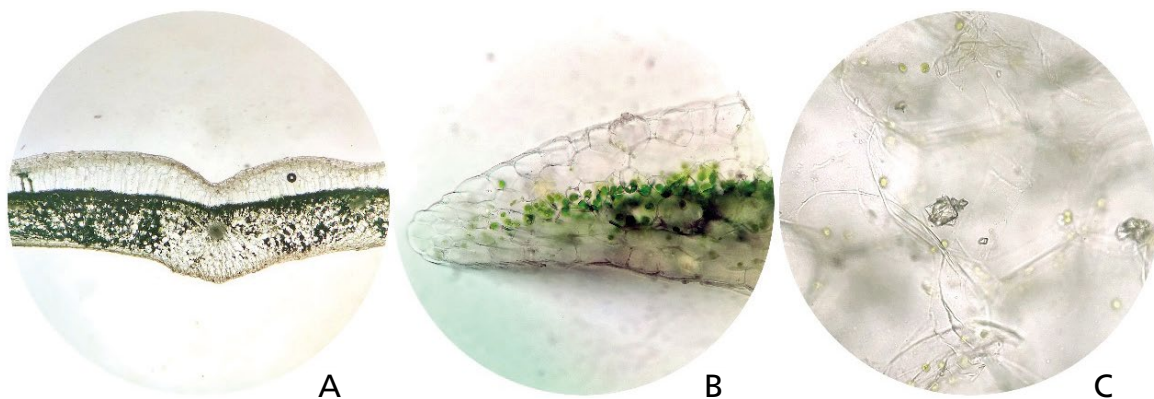
Říše: rostliny (Plantae) – Oddělení: krytosemenné rostliny (Magnoliophyta) Třída: jednoděložné rostliny (Liliopsida)

– Řád: chřestotvaré (Asparagales) – Čeleď: chřestovité (Asparagaceae) – Podčeleď: agávové (Agavoideae) – Rod: *Chlorophytum*

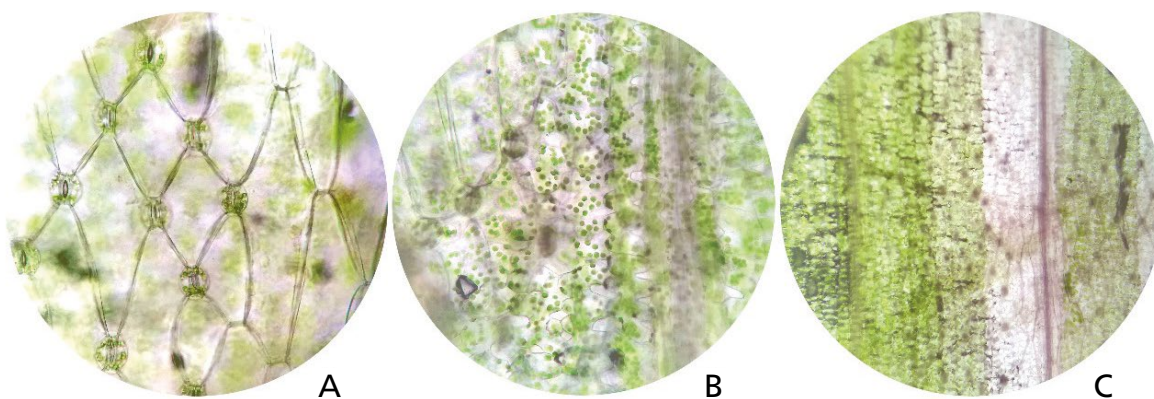
Zelenec patří mezi tropickou vegetaci Starého světa. Jako pokojová rostlina se obvykle pěstuje některá z panašovaných, bílo-zelených variant, které se nejlépe vybarvují na dostatečně světlém stanovišti. Rostlina je poměrně náročná na zálivku, v zimě ji lze omezit a umístit ji na chladnější místo. Je známá svojí schopností pohlcovat z prostředí toxické látky. Snadno se rozmnožuje pomocí mladých rostlin na koncích šlahounů. Kvete drobnými bílými šestičetnými hvězdičkami (Vermeulen 2001). Rostlina není jedovatá.

## ■ Závěr

Mikroskopování rostlin je efektivním nástrojem pro pochopení struktury a funkce rostlinných buněk a pletiv. Je zřejmé, že námi doporučené a snadno dostupné pokojové rostliny představují vhodné objekty pro mikroskopování nad rámec běžně využívaných druhů. Obrázky preparátů byly pořízeny mobilním telefonem, což lze uplatnit jako inovaci při mikroskopování ve výuce, neboť se žáci snadno vrátí k obrazu pozorovaných objektů.



**Obr. 7.** Pepřinec (*Peperomia*): A – řez listem – horní podpokožková vrstva obsahuje buňky s velkými vakuolami (zvětšení 40×). B – povrch pokožky a vakuoly (zvětšení 100×), C – drúza šfavelanu (zvětšení 400×).



**Obr. 8.** Zelenec (*Chlorophytum*): A – průduchy na spodní straně listu bez podpůrných buněk (zvětšení 100×). B – povrch pokožky (zvětšení 100×). C – spodní část listu s panašováním, patrnými jako segmenty a bez chloroplastů, a průduchy bez podpůrných buněk (zvětšení 40×)

## Literatura

- BAER, H.-W. 1964. *Biologické pokusy ve škole*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 241 pp.
- BAŠOVSKÁ, M., HALÁSOVÁ, R., NEČAS, O., PASTÝRIK, L., TROJANOVÁ, M., ŠMARDA J., BOHÁČ, I. 1983. *Cvičení z biologie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 282 pp.
- BOHÁČ, I. & STOKLASA, J. 1985. *Biologie pro II. ročník gymnázií*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 282 pp.
- ČERNÍK, V., HAMERSKÁ, M., MARTINEC, Z. & VANĚK, J. 2007. *Přírodopis 7. Zoologie a botanika*. SPN – pedagogické nakladatelství, akciová společnost, Praha. 119 pp.
- ČERNÍK, V., HAMERSKÁ, M., MARTINEC, Z. & VANĚK, J. 2008. *Přírodopis 7. Zoologie a botanika*. SPN – pedagogické nakladatelství, akciová společnost, Praha. 135 pp.
- LENOCHOVÁ, M., NEČAS, O., DVOŘÁK, F., VILČEK, F. & BOHÁČ, I. 1984. *Biologie pro I. ročník gymnázia*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 253 pp.
- PELIKÁNOVÁ, I., ČABRADOVÁ, V., HASCH, F. & SEJPKA, J. 2015. *Přírodopis 7*. Nakladatelství Fraus. 158 pp.
- VERMEULEN, N. 2001. *Encyklopedie pokojových rostlin*. Rebo, Praha. 320 pp.

## E English summary

### Innovation of elementary school microscopy practice: Using the mobile phone and common houseplants

In common microscopic exercises in botany, the most frequently observed objects are onion skirt cells (*Alium cepa*), skin (epidermal) cells of pelargonium (*Pelargonium*) and hairs (trichomes) of tradescantia. However, other plants also provide material suitable for teaching. We have selected some commonly grown types of indoor plants and tested what can be observed on their surface and inside. To document the observations, we used a mobile phone as an available photographic device, which can be used to take quick, easy and, nowadays, very high-quality images, which can help students remember the observed objects in more detail, which they usually draw during practice.

**Keywords:** Microscopic practice, indoor plants, plant anatomy, mobile phone.