



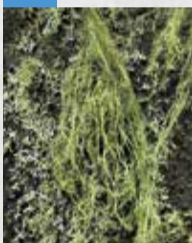
## Čo je to lišajník?

Lišajníky patria k najzaujímavejším organizmom našej planéty. Sú to v skutočnosti dva organizmy, ktoré majú také blízke spolužitie – symbiózu –, že splynuli do jedného celku. Hlavnou zložkou lišajníka je huba (nazýva sa mykobiont), ktorá dodáva vodu a minerálne látky. Riasa alebo sinica (nazýva sa fotobiont) tvorí vo fotosyntéze cukry a iné organické zlúčeniny. V prírode hrajú lišajníky dôležitú úlohu v prirodzených ekosystémoch: tvorbou rôznych organických kyselín narúšajú skalný podklad a začínajú proces tvorby pôdy. Osídľujú extrémne stanovišťa a sú dôležitým zdrojom výživy pre živočíchy, ktoré v takýchto nehostinných podmienkach žijú (hlavne soby). Niektoré druhy však neznášajú znečistené prostredie, a preto sú prirodzenými bioindikátormi čistoty životného prostredia. Predpokladá sa, že vo svete sa nachádza približne 20 000 druhov lišajníkov. Na Slovensku je to zhruba 1 500, no vplyvom znečistenia vyhynulo už asi 40 % druhov lišajníkov a ďalšie sú ohrozené.

## Sprivodca lišajníkmi podľa citlivosti na dusík

### Citlivé druhy

Lišajníky citlivé na znečistenie NO<sub>x</sub>



#### **Usnea sp.** **Bradatec**

Stielka je vláknitá, zo stromov visia tenké konáriky sivozelenej farby.



#### **Evernia sp.** **Konárnik**

Laloky majú tvar sploštených konárikov. Ich vrchná strana je šedo-zelená, spodná strana je biela.



#### **Hypogymnia sp.** **Diskovka**

Laloky sú z vrchnej strany sivasté, zospodu bledohnedé, konce lalokov sú často akoby zaprášené. Laloky sú nafúknuté a duté, akoby bola vnútri bublina.

### Odolné druhy

Lišajníky, ktoré sú odolné voči NO<sub>x</sub>



#### **Melanelixia sp.** **Diskovka**

Laloky sú matne hnedé, tesne priliehajú ku kôre. Pri trení sa na ich povrchu objavia svetlejšie oblasti.



#### **Flavoparmelia sp.** **Diskovka**

Široké laloky sú jablkovo zelenej farby, môže sa na nich vytvoriť zvrásnený povrch a hrubé práškovité škvrny.



#### **Parmelia sp.** **Diskovka**

Laloky sú tenké, voľne prirastené ku kôre, vrchná strana je sivá, zospodu tmavohnedá, na povrchu stielky je viditeľný vzor bielych čiarok.

### Milovníci dusíka

Lišajníky, ktoré uprednostňujú lokality s vyšším obsahom NO<sub>x</sub>



#### **Xanthoria sp.** **Diskovník**

Laloky sú široké a rozťahnuté. Stielka je žltlooranžová až zelenožltá, oranžové plodnice lišajníka nemusia byť vždy viditeľné.



#### **Xanthoria sp.** **Diskovník**

Laloky sú malé, zoskupené, tesne prirastené k povrchu. Stielka je žltej až zelenosivej farby, s množstvom oranžových plodníc.



#### **Physcia sp.** **Fycsia**

Laloky sú zvrchu sivé, zospodu belavé, konce lalokov sú zdvihnuté nahor. Povrch lišajníka je akoby poprásený, na okrajoch lalokov sú čierne zakončené fúzy.

## Bioindikátor

Toto slovo používame na označenie organizmu, ktorý citlivo reaguje na podmienky prostredia. Zmení sa jeho správanie či zdravotný stav alebo začne postupne vymierať – teda zmení sa jeho počet.

## Účel experimentu

Zistíte, či v okolí rastú lišajníky citlivé na oxidy dusíka v ovzduší, tie, ktorým tento plyn neprekáža, alebo či prevládajú druhy, ktorým jeho zvýšený obsah, naopak, prospieva. Týmto jednoduchým spôsobom môžete pozorovať úroveň znečistenia ovzdušia vo svojom okolí podľa toho, aký typ lišajníkov sa v danej lokalite nachádza. Hovoríme tomu biomonitring.

## Čo budete potrebovať:

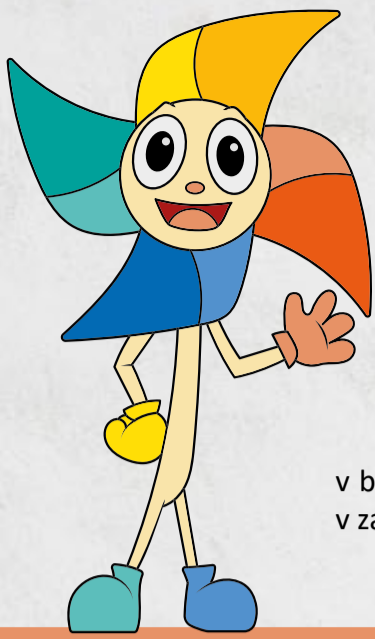
- + kľúč na určovanie lišajníkov/sprivodcu lišajníkmi/aplikáciu na určovanie rastlín,
- + terénny záznam z prieskumu lišajníkov (príloha pracovného listu),
- + lupu,
- + v prípade, že si chcete overiť svoje pozorovanie, môžete použiť fotoaparát,
- + mapu širšieho okolia školy, aby ste vedeli určiť lokalitu (napríklad výtlačok z Google Maps),
- + rámček veľkosti A4 (môžete ho vystrihnúť z väčšieho kartónu).

## Postup:

Na mape okolia školy si vyberte niekoľko miest, kde budete pozorovať lišajníky. Môžete si vytypovať vhodné miesta, napríklad na prechádzkach alebo cestou zo školy. Myslite na to, že lišajníky rastú pomaly. Zvyčajne ich nájdeme na stromoch, ale môžu rásť aj na skalách, budovách či sochách.

- ✓ Na každej lokalite nájdite stromy s výskytom lišajníkov, pokúste sa určiť, o aký typ ide.
- ✓ Pri pozorovaní drobných detailov použite lupu.
- ✓ Priložte k lišajníku rám vo veľkosti A4 a pokúste sa určiť, akú plochu pokrýva.
- ✓ Zapište svoje pozorovanie do pripraveného formulára.





# Vazelínové vzorkovače (lapače prachových častíc)

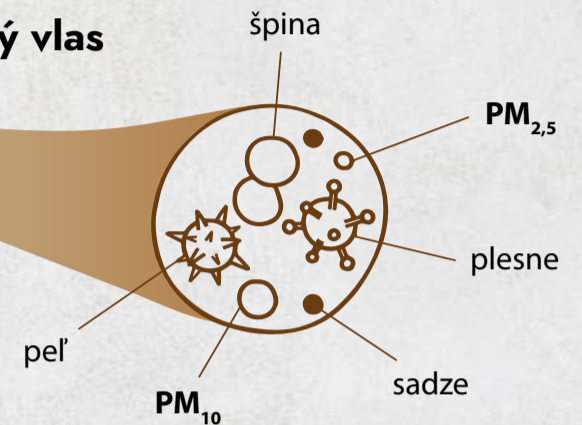
Tento experiment poskytne žiakom predstavu o tom, aký „špinavý“ je vzduch na konkrétnom, pre nich známom mieste. Podľa vlastného uváženia si vyberú lokalitu, kde by chceli skúmať kvalitu ovzdušia. Môže to byť okolie školy alebo vlastného domu, dôležité však je, aby ste našli miesta, kde môžete zavesiť papierové štvorce tak, aby na ne nepršalo, prípadne aby ich niekto nezničil ešte pred skončením vášho experimentu. Pre porovnanie je vhodné vybrať lokalitu s rôznorodými podmienkami, napríklad v blízkosti cesty, priamo pred vchodom do budovy, na vonkajšej strane okna, na ploche, kde sa deti hrajú, alebo na odľahlom mieste v záhrade, ktoré je chránené zeleňou, a pod.

## Prachové častice v ovzduší

Ovzdušie nie je všade rovnaké. Jeho čistota závisí od viacerých okolností. Napríklad od toho, ako blízko sa nachádza zdroj znečisťovania, či je dané miesto chránené nejakou bariérou, napríklad zeleňou a pod.

Vazelína, použitá na jednoduchých vzorkovačoch, slúži na zachytávanie drobných častíc, ktoré predstavujú znečistenie vzduchu. Môžete pozorovať, že častice majú rôznu veľkosť, farbu. Niektoré prachové častice vidíte voľným okom, iné lupou a niektoré len pod mikroskopom. Ide o čiastočky prachu, sadzí aj rôznych chemických látok. Čím sú prachové častice menšie, tým väčšie zdravotné problémy nám môžu spôsobiť. Častice  $PM_{10}$  prenikajú do hrtana a do dolných dýchacích ciest, ešte menšie  $PM_{2,5}$  sa usádzajú v prieduškách. Najmenšie častice prenikajú priamo do pľúcnych mechúrikov a dostávajú sa do krvi. Práve preto sú najnebezpečnejšie. Znečistenie ovzdušia spôsobuje rozličné ochorenia, niekedy dokonca môže byť príčinou predčasnej smrti. Najviac ohrození sú starí a chorí ľudia či tehotné ženy a deti.

## Ľudský vlas



## Účel experimentu

Pozorovanie množstva prachových častíc v ovzduší v rôznych častiach vybranej lokality.

## Čo budete potrebovať:

- + tvrdý biely papier (prípadne kartón bielej farby),
- + nožnice,
- + dierkovač,
- + lupu,
- + špagát,
- + fixku,
- + kozmetickú alebo zdravotnícku vazelinu (môžete použiť aj bezfarebný balzam na pery),
- + lepiacu pásku,
- + pracovný list s tabuľkou na vyhodnotenie vzoriek,
- + ceruzku.



## Postup:

1. Biely výkres veľkosti A4 rozdelte na šesť štvorcov s veľkosťou približne 10 x 10 cm a vystrihnite ich.
2. Na každý vystrihnutý kus papiera nakreslite fixkou štvorec tak, aby po okrajoch vznikol okraj s hrúbkou 2 cm.
3. V hornej časti každého papierového štvorca urobte dierkovačom 2 otvory, cez ktoré pretiahnete kúsky špagátu, aby ste ich mohli zavesiť na miesta, ktoré si vyberiete.
4. V spodnej časti rámčeka napíšte číslo, prípadne aj označenie miesta, kde bude štvorec visieť (napr. vzorka č. 2, umiestnenie: roh záhrady).
5. Do nakresleného štvorca na každom výreze natrite tenkú vrstvu vazelíny.
6. V lokalite, ktorú ste sa rozhodli preskúmať, nájdite miesta, kam môžete zavesiť niekoľko vystrihnutých kusov papiera. Pripravené a označené lapače zaveste na vybrané miesta, najlepšie tak, aby na ne nepršalo.
7. Po týždni papierové štvorce opatrne zozbierajte a preskúmate časť natretú vazelinou. Pomocou lupy spočítajte počet viditeľných častíc, ktoré sú prilepené na vašich štvorcoch.
8. Do pripravenej tabuľky urobte záznam zo svojho experimentu. Zapište počet častíc, ktoré ste napočítali na jednotlivých miestach, pridajte opis miesta, kde bola vzorka odobratá, a do posledného stĺpca môžete doplniť informáciu o farbe, veľkosti, prípadne iný zaujímavý postreh zo svojho pozorovania.

✓ **Obsahujú vaše vzorky veľa prachových častíc alebo, naopak, veľmi málo?**

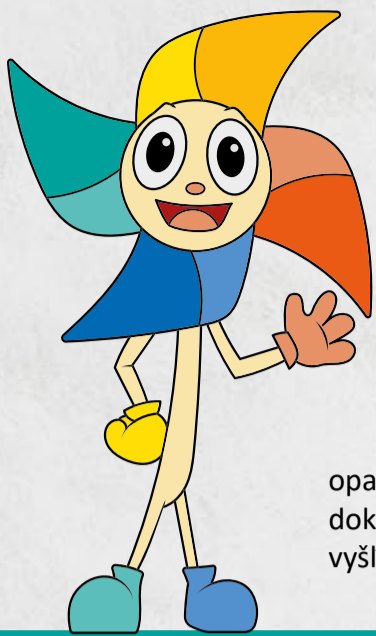
✓ **Líši sa množstvo častíc nájdených na jednotlivých štvorcoch navzájom? Čo to spôsobilo?**

✓ **Ako by sa zmenili vaše výsledky, ak by ste si na testovanie experimentu vybrali iné miesto?**

✓ **Môže mať vietor vplyv na vaše vzorky?**

✓ **Čo by sa stalo, keby ste svoj experiment testovali v oblasti s vysokou úrovňou znečistenia ovzdušia, ako je napríklad priemyselný areál alebo rušná križovatka? Bolo by na vašich štvorcoch prilepených viac alebo menej častíc?**

✓ **Pouvažujte, či by ste mohli urobiť niečo, aby sme pomohli vyčistiť ovzdušie v mieste, kde ste robili svoj experiment.**



# Ozónová záhradka



## Pozorovanie poškodenia rastlín tabaku prízemným ozónom O<sub>3</sub>

Nielen ľudia, ale aj väčšina rastlín potrebuje dýchať. Vodnú paru a plyny si rastliny s okolitou atmosférou vymieňajú malými otvormi v pokožke, ktoré sa nazývajú prieduchy. Obvykle sú počas dňa otvorené a na noc sa zatvárajú. Pretože koncentrácia prízemného ozónu dosahuje najvyššie hodnoty počas dňa, môže ozón bez problémov preniknúť dovnútra a napadnúť bunky vo vnútri rastlín.

Znakom poškodenia na rastlinách sú škvrny, ktoré sa objavujú hlavne na listoch. Poškodené listy v niektorých prípadoch z rastlín opadajú. Americkí vedci, ktorí v 50. a 60. rokoch 20. storočia skúmali rozsiahle poškodenia tabakových rastlín na plantážach v USA, dokázali, že poškodenie, ktoré sa prejavuje škvrnami na listoch, je spôsobené práve prízemným ozónom. Na neskoršie experimenty vyšľachtili špeciálnu odrodu tejto rastliny. Ich bádanie si môžete v malom vyskúšať aj vy. Napríklad v školskej záhrade.

### Čo budete potrebovať:

- + semienka dvoch druhov tabaku (*Nicotiana tabacum* 'Bel-W3' a *Nicotiana glutinosa*),
- + väčšie tégliky alebo kvetináče a podložky, na ktoré ich položíte,
- + substrát na pestovanie rastlín,
- + drevené paličky alebo menovky na označenie rastlín,
- + nezmývateľnú fixku,
- + miestnosť, v ktorej teplota neklesá pod 20 °C,
- + miesto v záhrade, kde tabakové rastliny umiestnite počas leta,
- + fotoaparát,
- + zápisník,
- + veľa trpezlivosti.

Semienka môžete kúpiť napríklad cez internet [www.tabakanbau.de](http://www.tabakanbau.de), cena jedného balenia je cca 7 €.

*Vedeli ste, že v Los Angeles sa nedarí pre prízemný ozón pestovať orchidey? Pri vysokých koncentráciách O<sub>3</sub> v ovzduší mnohé rastliny doslova živia. Prízemný ozón bráni rastline normálne rásť a jej plodom dozrievať. Znižuje aj úrodu obilia, zemiakov, niektorých strukovín, no môže vážne poškodiť aj stromy, obzvlášť ihličnaté, ktoré rastú vo vysokých nadmorských výškach.*

### Časový harmonogram:

začiatok marca – koniec júna (začiatok júla)

### Postup:

#### 1 Vysievanie

prvý marcový týždeň

Kvetináče naplňte do ¾ substrátom, zľahka ho zatlačte a dobre zalejte tak, aby bol vlhký, nie však premokrený. Semienka označené ako BEL-W3 zasejte do dvoch kvetináčov a rovnako tak spravte aj pri semienkach *Nicotiana glutinosa*. Semienka zasejte po celom povrchu substrátu. **Nezalievajte ich ani neprispievajte kompostom, pretože potrebujú na klíčenie svetlo!**

Aby bol povrch substrátu stále vlhký, vložte kvetináč cca na 10 dní do prievnitého igelitového vrečka, ktoré navrchu zaviazete. Keď sa objavia prvé lístky, odstráňte igelitové vrečko, aby rastlinky mohli voľne dýchať. Potom kvetináče s rastlinkami pravidelne otáčajte a opatrne zavlažujte počas nasledujúcich troch týždňov. Dajte pozor, aby neboli na priamom slnku, jeho lúče by mohli mladé rastlinky poškodiť. Ak substrát vysychá, zvlhčite semienka rozprašovačom.

Kvetináče označte drevenou paličkou alebo štítkom, podľa toho, ktoré semienka ste do nich vysiali. Tip: Ak máte možnosť, môžete namiesto igelitových vreciek použiť miniskleník.



#### 2 Presádzanie

prvý aprílový týždeň

Ako rastlinky tabaku rastú, potrebujú viac miesta. Pripravte si opäť kvetináče a naplňte ich do 2/3 substrátom, mierne ho pritlačte, prstom alebo paličkou urobte do stredu asi 1 cm hlbokú dierku. Veľmi opatrne vyberte rastlinku zo spoločného väčšieho črepníka a opatrne ju presuňte do pripravenej jamky. Okolie rastlinky opatrne pritlačte a mierne polejte. Treba dať pozor, aby ste nepoškodili jemné koreňky. Na pozorovanie vám stačí presadiť dve rastlinky BEL-W3 a dve rastlinky *Nicotiana glutinosa*. Ak majú správne podmienky, rastliny budú rýchlo rásť a budú vytvárať krásne veľké listy. Čím sú sadenice väčšie, tým potrebujú viac vody. Keď rastliny narastú do výšky 10 cm a majú už väčšie listy, začnite rastlinky otužovať. Cez deň ich v kvetináčoch vyložte von na bezveterné a pred dažďom chránené miesto, no na noc ich opäť dajte dovnútra, aby nezahynuli na šok z presadenia.



#### 3 Vysádzanie vonku

koniec mája

Rastliny v nádobách polejte, aby sa vám lepšie vybrali. Vyberte vhodné miesto v školskej záhrade. Rastlinky nesadte na priame slnko ani na miesta, kde je stále tieň a vlhko. Mali by sa vysadiť do záhona vo vzdialenosti približne 50 cm. Pre každú rastlinku vykopte jamku, na dno nasypť kompost a potom do nej vložte rastlinku. Okolité pôdu pritlačte a rastlinky polejte, môžete ich podprieť aj paličkou. Okolo experimentálneho záhona môžete nahusto poukladať šišky, rozsypané podrvené škrupiny alebo piliny, aby ste ho ochránili pred slimákmi.

**Nezabudnite označiť, ktorá rastlinka je Bel-W3 a ktorá *Nicotiana glutinosa*! Použite na to kamienky alebo paličky, prípadne si zakreslite plánik, podľa ktorého budete vedieť, o ktoré rastliny ide.**



#### 4 Pozorovanie

každý týždeň v júni

Poškodenie ozónom sa na rastlinách tabaku prejavuje vytváraním škvŕn na listoch. Objavujú sa do 24 hodín. Zo začiatku sa objavujú mokré škvrny. Tieto rýchlo schnú a vznikajú tak plochy odumretého pletiva s priemerom do niekoľkých milimetrov. Ak zostáva koncentrácia ozónu vysoká aj naďalej, škvrny sa začnú zväčšovať a spájať. Nakoniec list odumrie.

Urobte 4 merania. Prvé meranie sa vykoná v deň vysadenia rastlín vonku, pretože je možné, že rastliny prišli do kontaktu s prízemným ozónom aj počas otužovania. Druhé meranie vykonáte o týždeň, tretie o ďalší týždeň a štvrté počas štvrtého týždňa. Na začiatku letných prázdnin sa experiment skončí.

Začnite s rastlinkou *Nicotiana glutinosa* číslo 1 a odmerajte jej výšku v centimetroch od zeme. Potom sa pozrite na list číslo 1 (najspodnejší list rastliny) a porovnajte ho s názorným diagramom hustoty škvŕn. Rozhodnite sa, ktorá kategória poškodenia najlepšie vystihuje množstvo škvŕn na vašom liste. Predtým než začnete zaznamenávať výsledky, pozrite sa na viacero listov, pomôže vám to získať lepší cit pre meranie hustoty škvŕn. Dodržte rovnaký postup pri všetkých listoch tejto rastliny, ako aj pri ostatných rastlinách.



Tip: Ak nemáte dostatok priestoru na záhon, môžete rastlinky tabaku vysadiť aj do väčších nádob, veľkých keramických kvetináčov či debničiek.

Svoje merania môžete dokumentovať fotografiami, urobiť z nich prezentáciu alebo poster. V priebehu experimentu môžete sledovať koncentrácie prízemného ozónu na stránke [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk).