

**Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci**

**Katedra botaniky**

**Studijní obor: Biologie – Geografie**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

# **Tvorba informačního a výukového materiálu na téma lišejníky**

**Sára Klemešová**

Vedoucí bakalářské práce

doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Olomouc 2022

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně podle pokynů vedoucího mé bakalářské práce a že jsem veškerou použitou literaturu řádně citovala na konci práce.

V Olomouci dne 3. 5. 2022

.....  
Sára Klemešová

## Poděkování

Tímto bych chtěla moc poděkovat doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D. za vedení bakalářské práce, odbornou konzultaci, cenné rady, její čas, který mi věnovala a příjemná setkávání. Mé rodině a blízkým chci poděkovat za podporu, trpělivost a pomoc při studiu a sběru lišejníků v přírodě.

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Sára Klemešová

**Název práce:** Tvorba informačního a výukového materiálu na téma lišejníky

**Typ práce:** Bakalářská práce

**Pracoviště:** Katedra botaniky, PřF UP v Olomouci, Šlechtitelů 11, 783 71

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D

**Rok obhajoby práce:** 2022

**Abstrakt:** Předložená bakalářská práce je zaměřená didakticky a zabývá se lišejníky. V teoretické části přibližuje jejich obecnou charakteristiku, anatomii, morfologii, rozmnožování, význam a v neposlední řadě některé zástupce.

V praktické části byli posbíráni zástupci lišejníků na území naší republiky. Konkrétně byl sběr proveden v NPR Salajka, v Hrubém Jeseníku, v Polné, na Třeboňsku, ve Křtinách a v okolí Laškova. Vzorky lišejníků byly herbarizovány a uskladněny na Katedře botaniky PřF UPOl a jsou připraveny k použití ve výuce. Dále byla provedena fotodokumentace všech sesbíraných zástupců pomocí stereomikroskopu. Hlavní část práce zahrnuje powerpointovou prezentaci použitelnou ve výuce na střední škole s opakováním formou online hry Kahoot, pracovní list, laboratorní cvičení, hru Kartičky a pro mladší děti popis pohybové hry na téma lišejníky.

**Klíčová slova:** lišejník, mykobiont, fotobiont, charakteristika lišejníků, didaktické zpracování tématu lišejníky

**Počet stran:** 116

**Jazyk:** Český

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Sára Klemešová

**Title:** Creation of informational and educational material on the topic "Lichens"

**Type of thesis:** Bachelor thesis

**Workplace:** Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc – Holic

**Supervisor:** RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

**The year of presentation:** 2022

**Abstract:** The presented bachelor thesis is didactically focused and deals with lichens. The theoretical part describes general characteristics of lichens, their anatomy, morphology, reproduction, significance and, last but not least, some representatives.

In the practical part, representatives of lichens were collected in the area of our republic. Specifically, the collection was carried out in the Salajka National Park, in the Hrubý Jeseník Mountains, in Polná, in the Třeboň region, in Křtiny and in the vicinity of Laškov. Lichen samples have been herbarized and stored at the Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University, and are ready for use in teaching. Furthermore, photo documentation of all collected representatives was performed using a stereomicroscope. The main part of the work includes a PowerPoint presentation usable in high school teaching with a repetition in the form of an online game Kahoot, worksheet, laboratory exercises, cards and for younger children a description of a movement game on the theme of lichens.

**Keywords:** lichen, mycobiont, photobiont, characteristics of lichens, didactic elaboration of lichens

**Number of pages:** 116

**Language:** Czech

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	9
3. Literární přehled.....	10
3.1. Obecná charakteristika lišejníků.....	10
3.2. Dřívější zařazení lišejníků.....	11
3.3. Původ lišejníků.....	12
3.4. Vzájemný vztah houby a řasy či sinice.....	12
3.4.1. Mykobiont.....	13
3.4.2. Fotobiont.....	14
3.5. Anatomická stavba.....	15
3.5.1. Korová vrstva.....	15
3.5.2. Řasová vrstva.....	15
3.5.3. Dřeňová vrstva.....	16
3.6. Morfologická stavba.....	17
3.6.1. Stélka rosolovitá.....	19
3.6.2. Stélka leprariovitá (leprózní).....	19
3.6.3. Stélka vláknitá.....	19
3.6.4. Stélka korovitá (krustózní).....	20
3.6.5. Stélka lupenitá (foliózní).....	21
3.6.6. Stélka keříčkovitá (frutikózní).....	22
3.7. Rozmnožování lišejníků.....	23
3.7.1. Nepohlavní rozmnožování lišejníků.....	24
3.7.2. Pohlavní rozmnožování lišejníků.....	25
3.8. Růst a stáří lišejníků.....	26
3.9. Fyziologie lišejníků.....	27
3.9.1. Látky produkované lišejníky.....	28
3.10. Ekologie lišejníků.....	29
3.10.1. Výskyt lišejníků.....	29
3.10.1.1. Lišejníky v kosmickém prostoru.....	30
3.10.1.2. Půdní druhy v lesním klimatu.....	30
3.10.1.3. Lišejníky rostoucí na stromech.....	31
3.10.1.4. Skalní lišejníky a jejich citlivost.....	31
3.10.2. Citlivost lišejníků vůči znečištění.....	32
3.11. Význam a využití lišejníků.....	34

4.	Materiál a metody.....	36
4.1.	Sběr položek lišejníků .....	36
4.2.	Zpracování fotodokumentace, herbarizace a určování položek lišejníků.....	37
4.3.	Popis softwarů, které byly využity pro tvorbu didaktických materiálů.....	38
5.	Výsledky.....	39
5.1.	Popis a charakteristika jednotlivých sesbíraných druhů lišejníků .....	39
5.2.	Didaktické zpracování tématu .....	63
6.	Diskuse .....	108
7.	Závěr.....	112
8.	Seznam použité literatury .....	113

## 1. Úvod

Co jsou to lišejníky a kam bychom je vůbec zařadili? Lišejníky neboli lichenizované houby nejsou taxonomickou skupinou, nýbrž ekologickou. Pojetí lišejníků se různí a podle nejnovějšího pojetí je řadíme systematicky vlastně „jenom“ mezi houby, které si přilepšují soužitím se svou symbiotickou řasou či sinicí. Je nutné si uvědomit, že ne každé soužití těchto dvou organismů považujeme za lišejník. V současné době se jeví za nejpřijatelnější definice Hensenové a Jahnse z roku 1974. Tito autoři považují lišejníky za organismy, které mají houbovou složku ve své výživě nutně vázanou na určitou řasu (nebo sinici) a tvoří s ní morfologicko-fyziologickou jednotku (Kalina & Váňa, 2005).

Lišejníky nás mohou zaujmout těsným vzájemným vztahem dvou organismů, kdy vznikne úplně nový organismus, který má odlišné životní projevy, způsoby rozmnožování a jiné ekologické nároky. Lišejníky často vidíme okolo nás, obývají velkou část naší planety a na extrémních stanovištích drží rekord v přežívání. Některé druhy se dožívají tisíce let, dokonce až 4 500 let. Lišejníků je objeveno více jak 18 000 druhů (předpokládá se až 20 000), neustále jsou popisovány nové druhy, proto je těžké upřesnit skutečný počet jejich druhů (Kalina & Váňa, 2005). V České republice bylo dosud zaznamenáno asi 1750 druhů (dalib.cz, 2022). Lišejníky jsou velmi různorodou skupinou (nejen tím, jak taxonomicky vzdálení jsou zástupci hub, i řas), můžeme na nich obdivovat originální mnohdy překvapivý vzhled, kdy člověk váhá, zda organismus zařadit mezi lišejníky nebo nikoliv. K rozeznání do rodů a druhů je opravdu zapotřebí mikroskop.

Téma lišejníky jsem si zvolila především díky tomu, že i pro mě samotnou je tento okruh biologie výzvou. Na středních školách tomuto tématu není věnováno mnoho času, a není možné se tomu věnovat více dopodrobna. Snažím se svou práci pojmout tak, aby se dala využít k budoucí výuce na školách a rozšířila obzory nejen studentům.



## 2. Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je vypracovat informační a výukový materiál týkající se tématu lišejníky. V teoretické části se moje práce zabývá obecnou charakteristikou lišejníků a přehledem základních informací o této skupině. Dále jsou rozebírány jednotlivé druhy, které jsem našla a jejich bližší popis.

Praktická část je zaměřena již přímo na sběr, popis a vytvoření fotodokumentace jednotlivých druhů. Hlavním cílem práce bylo vytvořit powerpointovou prezentaci využitelnou pro výuku na středních školách, doplněnou o opakování učiva formou online hry Kahoot, pracovní list, laboratorní cvičení a venkovní pohybovou hru pro mladší děti (4.-7. třída). Sesbírané exempláře z terénu budou uchovány pro didaktické účely na katedře botaniky PřF UPOL a využity ve výuce studentů.

### 3. Literární přehled

#### 3.1. Obecná charakteristika lišejníků

Lišejníky zaujímají zvláštní postavení, nejsou organismem jednotným, ale podvojným (či skládajícím se z většího počtu organismů). Jsou tvořeny složkami, které náleží systematicky do úplně odlišných říší – do říše rostlin a říše hub. Složku řas řadíme mezi *Plantae – Chlorophyta* anebo *SAR – Chromista – Stramenopila* a složku sinic mezi *Prokaryota – Bacteria – Cyanobacteria*. Houby řadíme k nadříši *Opisthokonta* a dále k říši *Fungi* (Adl et al., 2012).

Lišejníky se považují za komplexní organismy. Lišejník je tedy složen minimálně ze dvou komponentů, a toto spojení dvou samostatných organismů v jeden prokázal jako první botanik Schwendener již v roce 1869. Je zajímavé, že určitý druh houby se spojuje nejčastěji jen s určitým druhem řasy. Vzájemné soužití houbového a řasového organismu má charakter symbiózy, kdy oba z toho mají užitek, prospívají spolu a navzájem se neomezují. Lišejníky jsou úžasným příkladem spolupráce. Věda, která se zabývá lišejníky, se jmenuje lichenologie (Rabšteinek et al., 1987).

Řasa obsahuje chlorofyl, zelené barvivo, a může tedy vytvářet organické látky, třeba glycidy, jež poskytuje houbě. Přítomnost sinic v lišejnících zajišťuje kromě fixace uhlíku do organických látek také fixaci dusíku. Řasové či sinicové buňky jsou ve stélce vždy ve velmi omezeném množství a jsou jasně houbovými vlákny kontrolovány, jsou ve stavu „ujařmení“. Na oplátku houba dodává řase či sinici vodu s rozpuštěnými minerálními látkami. Také řasu nebo sinici chrání před nadbytečným světlem, teplem, před vysycháním a dalším nepříznivým vnějším vlivům. Houba v lišejnících vždy převažuje a určuje způsob rozmnožování, typ plodnic a další (Halda, 2012).

Vztah houby a řasy (či sinice) nemusíme považovat vždy za symbiózu. Nyní podle definice mezi lišejníky řadíme i imperfektní (nedokonalé stádium lišejníku, takový povlak na substrátu, například *Lepraria*) lišejníky nebo stopkovýtrusné lichenizované houby (sci.muni.cz/botany, 2022). K lišejníkům však nepočítáme houby rostoucí náhodně společně s řasami, houby žijící saprotroficky nebo paraziticky na řasách ani degenerační fáze lišejníkové stélky. Problémem pro

hodnocení jsou některé nepříliš těsné vztahy a vazby mezi určitými druhy řas a hub, které se projevují jako určitý typ symbiózy pouze v určitých stádiích ontogeneze. Možným počátkem symbiózy může být tzv. mykofykobióza, což je vztah houby a řasy, kdy není prokázán zjevný parazitismus houby, spíše naopak, oba partneři si ponechávají svou typickou stélku a nevytváří se tedy typická stélka lišejníku (Kalina & Váňa, 2005).

Uvedené předchozí problémy měla vyřešit nová definice navržená autorem Hawksworthem. Lišejník je „an ecologically obligate, stable mutualism between an exhabitant fungal partner an inhabitant population of extracellularly located unicellular or filamentous algal or cyanobacterial cells“ (Hawksworth, 2015). Takto je uvedena definice v originále. Kdybychom ji přeložili do českého jazyka, zněla by následovně: „Lišejník je ekologický, závazný a stabilní vzájemný vztah (mutualismus) mezi žijícím houbovým partnerem a obývající populací, extracelulárně umístěnou, jednobuněčných nebo vláknitých buněk řas nebo sinic“.

### 3.2. Dřívější zařazení lišejníků

Na lišejníky bylo v minulosti nahlíženo jako na samostatný kmen, který byl řazen k rostlinám výtrusným spolu s mechorosty a kaprad'orosty. Lišejníky patřily do rostlin nižších (dnes bezcévných), kam podle původního náhledu náležely i řasy, bakterie, hlenky a houby (Kursanov, 1955). Do druhé poloviny minulého století se pak řadily k houbám jako samostatná a umělá skupina, která se během vývoje vyvinula z vřekovýtrusných a stopkovýtrusných hub (Černohorský, 1957).

V Ottově slovníku naučném z roku 1900 je napsáno, jak vnímali lišejníky tenkrát. „Lišejníky jsou rostliny řazené k tajnosnubným bezcévným. Jsou to vlastně houby patřící výhradně k houbám vřekoplodým, které od věků v dokonalém soužití s řasami vytvořily zvláštní útvar rostlinný. V jednotlivých formách rozmanitý a od ostatního rostlinstva i od obou součástí, totiž od hub i řas, se lišící, do nedávných dob byly považovány za zvláštní třídu rostlinnou. V obecném životě se házejí do jednoho koše s mechy, avšak již na první pohled je rozeznáme od sebe barvou, která nikdy oné svěží zeleni listové, jakou mechy a případně i řasy se honosí, nedostihuje. Lišejníky zahrávají vždy více barvou našedivélou, žlutavou, červenavou nebo jen matně zelenou. Mnohý lišejník spíše houbě, než mechu se podobá. A obdobně se píše i dále.

Kdo chce lišejníky zhruba poznati, ať zastaví se kdekoliv ve volné přírodě u stromů, nejlépe na severním kraji jehličnatého, staršího lesa“ (Otto, 1900).

### 3.3. Původ lišejníků

Lišejníky patří mezi nejstarší organismy na Zemi. Fosilní pozůstatky cyanolišejníků obsahující sinice (příkladem je *Winfrenatia reticulata*) jsou více než 400 mil. let staré, pochází ze svrchního devonu. Měly význam při přeměně bezkyslíkaté atmosféry na kyslíkatou, a navíc jsou schopné poutat volný atmosférický dusík. Zpočátku byly vzájemné vazby buněk sinic a vláken hub jednodušší, postupně se vyvinuly v pevnou, pro houby nepostradatelnou složku a začaly vytvářet unikátní růstové formy. Nejintenzivnějšího rozvoje dosáhly v druhohorách a třetihorách, kdy se rozvíjely eukaryotické formy. Vysoce organizovaný a vyvážený vztah umožnil osidlovat nová a velmi nehostinná stanoviště (Halda, 2012).

### 3.4. Vzájemný vztah houby a řasy či sinice

Kontakt mezi oběma složkami může být různý. Protože lišejníky vznikly polyfyleticky (to znamená u různých skupin hub v různém stupni vývoje), nemá vztah jednotný charakter. Někdy obě složky vegetují vedle sebe, ale nejsou v přímém kontaktu. Nejčastěji jsou buňky řas či sinic opleteny vlákny hub, a ta vlákna vysílají haustoria (přichytné kořeny) přímo do buněk řas nebo sinic, a to buď odumřelých nebo živých. Fotobiont (řasa či sinice) dodává celému organismu organické látky, o mykobiontu se předpokládá, že obstarává přísun vody a anorganických látek. Toto je prostá definice mutualistické symbiózy. Kromě mutualistické symbiózy, je prokázán i antagonistický parazitismus, při němž je řasa ve stavu ujařmení (= helotismus), což vede k nekrotám až k jejímu odumření (Kalina & Váňa, 2005).

Také může nastat komenzalistický vztah, v němž jeden partner má ze soužití větší prospěch, avšak neuškodí to druhému. Lze předpokládat i to, že houba žije saprotroficky na odumřelých buňkách řas (tedy endosaprotrofismus). Nastává možnost i parazitismu řas. Vztah hub a řas v lišejníkové stélce je složitý. V některých výkladech se vztah prezentuje jako kontrolovaný parazitismus (Kalina & Váňa, 2005). V literatuře se kvůli komplikovanému vztahu spíše užívá výstižnější pojem

„lichenismus“, označení symbióza je již zastaralé. V říši rostlin bychom mohli jmenovat mnoho příkladů podobných soužití rostlin a hub, aniž by nás napadlo považovat tento jejich vztah za lichenismus. Téměř všechny cévnaté rostliny jsou totiž s houbami z různých systematických skupin ve vztahu tzv. mykorhizy (Halda, 2012).

#### 3.4.1. Mykobiont

Houbovou složku (neboli mykobiont) tvoří ve většině případů houby vřekovýtrusné (*Ascomycota*) a občas to můžou být i houby stopkovýtrusné (*Basidiomycota*) (Wijayawardene, 2020). Dle recentního systému jsou houby (Fungi) rozděleny na Dikarya (zahrnující *Ascomycota* a *Basidiomycota*), unclassified Fungi (houby, u kterých taxonomické vztahy nebyly autoritativně stanoveny) a Fungi incertae sedis (houby, které mají nejisté umístění), kam se řadí taxony jako *Cryptomycota*, *Chytridiomycota*, *Olpidiomycota*, *Blastocladiomycota*, *Sanchytriaceae*, *Mucoromycota*, *Microsporidia*, *Nephridiophagidae*, *Zoopagomycota* a environmentální vzorky (de Vienne 2016).

Mykobiont většiny lišejníků spadá do skupiny vřekovýtrusných hub (*Ascomycota*), třídy *Lecanoromycetes*, konkrétně řádů *Lecanorales*, *Lichinales*, *Arthoniales*, *Gyalectales*, *Ostropales*, *Verrucariales*. Rody zahrnující lichenizované a nelichenizované typy jsou vzácné, jako např. *Arthonia*, *Opegrapha*, *Thelocarpon* (*Ascomycota*), ty nelichenizované typy bývají obvykle parazité lišejníkových stélek. Lichenizace u stopkovýtrusných hub je spíše na primitivní úrovni a je vzácná. Většina lichenizovaných typů bazidiomycetů patří do rodu společně s nelichenizovanými, například *Multi clavula*. Další bazidiomycety jsou sice nepříliš časté, ale patří sem *Dictyonema*, *Lepidostroma*, *Omphalina*. V podstatě patří všechny známé lichenizované bazidiomycety do čtyř čeledí – *Thelephoraceae*, *Corticaceae*, *Clavariaceae* a *Tricholomataceae* (lifemap, 2022). U druhu *Geosiphon pyriforme* (oddělení *Glomeromycota*) žijí, na rozdíl od všech známých lišejníků, sinice *Nostoc*, a to uvnitř houbové složky ve specializovaných měchýřcích – vezikulech (Kalina & Váňa, 2005).

Houbová složka obvykle převládá a určuje morfologický tvar stélky, jen vzácně jsou obě složky v rovnováze nebo je tvar určován vláknitou řasou obklopenou

houbou. Původním předpokladem bylo, že každý druh lišejníků kromě toho, že je charakterizovaný určitým typem stélky, tak ještě je tvořen specifickým mykobiontem vázaným na jeden druh fotobionta. Dnes už víme, že existují výjimky (asi 500), kdy stejný mykobiont je schopný vytvářet morfologicky odlišné lišejníkové stélky – tzv. fototypy nebo fotomorfy, nebo dokonce i různé lišejníky s různými fotobionty. Pokud nastane to, že se mykobiont setká se dvěma nebo klidně i třemi kompatibilními fotobionty, dojde na stélce lišejníku ke tvorbě výrůstků – cefalodií (cefalopodií). Třeba u rodu *Sticta* se přítomností jiného druhu fotobionta vytváří i odlišný typ stélky (Kalina & Váňa, 2005).

### 3.4.2. Fotobiont

Tato složka je schopná fotosyntézy a může žít samostatně. Jde převážně o zelené kulovité jednobuněčné nebo zelené vláknité řasy (fykobiont), výjimečně o sinice (cyanobiont) nebo hnědé řasy. Pouze v 8 % případů jsou fotobionty zástupci sinic (např. *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*). V převážné většině jsou to však zástupci zelených řas. Příkladem je *Trebouxia*, což je rod přítomný ve více než polovině lišejníků, a pravděpodobně se nevyskytuje volně v přírodě. Dále se jedná o rody *Coccomyxa*, *Myrmecia* a *Trentepohlia* (Kalina & Váňa, 2005).

Řasová složka vyskytující se ve stélkách lišejníků vychází z menšího počtu druhů vzhledem k houbové složce. Z toho vyplývá, že určitý druh řasy (nebo sinice) může být fotobiontem většího počtu druhů lišejníků, tedy může vstupovat do asociace s větším množstvím mykobiontů, které mohou spadat i do systematicky nepříbuzných skupin. V přírodě dochází k tomu, že se setká několik mykobiontů s jedním fotobiontem, s nímž vytváří jiné druhy lišejníků. Dochází i k situacím, že spory jednoho mykobionta se dostanou na již vytvořenou stélku jiného mykobionta s fotobiontem. V takovém případě může nastat tzv. parasymbióza, kdy dochází k obklopení buněk fotobionta nově přichozím mykobiontem. Nejobvyklejším případem je právě parazitismus jedné houby na již vytvořeném lišejníku, a tedy existence tzv. lichenikolní houby (známe asi 1000 druhů takových lišejníků). Lichenikolní lišejníky jsou charakteristické více členy v jedné stélce. Jestliže nově přichozí mykobiont nebude schopen vytvořit stélku s fotobiontem napadeného

lišejníku, nedojde k žádné interakci a spory po vyklíčení jednoduše odumřou (Kalina & Váňa, 2005).

### 3.5. Anatomická stavba

Z hlediska anatomie rozlišujeme u lišejníku stélku, kde jsou složky rozptýleny rovnoměrně, tzv. homeomerická stélka (obr. č. 1), nebo stélku, u které je fotobiont lokalizován převážně v řasové vrstvě, tzv. heteromerická stélka (obr. č. 2). Stélka heteromericky stavěná se dělí do několika základních vrstev – korová vrstva, řasová vrstva a dřevná vrstva (Kalina & Váňa, 2005).

#### 3.5.1. Korová vrstva

Tato vrstva je tvořena izodiametrickými (ve všech směrech stejný průměr) buňkami mykobionta, které dohromady tvoří parenchymatickou tkáň. Vzácněji se tam vyskytují buňky protáhlé válcovité, orientované kolmo k povrchu stélky (příkladem je *Roccella*) anebo mohou být také paralelně s povrchem stélky (*Usnea*). Kůra může i zcela chybět, typickým příkladem je *Cladonia rangiferina*. Korová vrstva je vždycky na svrchní straně a někdy i na straně spodní. Spodní strana lemovaná kůrou nese hojná přichytná vlákna – rhiziny (Kalina & Váňa, 2005).

Nerovnoměrným růstem korové a dřevné vrstvy vznikají na spodní straně u lišejníků *Sticta* specifické útvary. Jde o takové průlomky vyplněné bělavou dřevnou tkání, označujeme je jako cyfely. Význam cyfel je ve výměně plynů a ve vodním režimu. Průlomky, které jen ztenčují kůru, se nazývají pseudocyfely. Jsou hojnější a vyskytují se jak na spodní, tak i na svrchní straně stélky (např. *Cetraria*, *Parmelia*). Korová vrstva starších jedinců je vždy vyplněna odumřelými buňkami fotobionta, kteří v povrchové části řasové vrstvy odumírají (Kalina & Váňa, 2005).

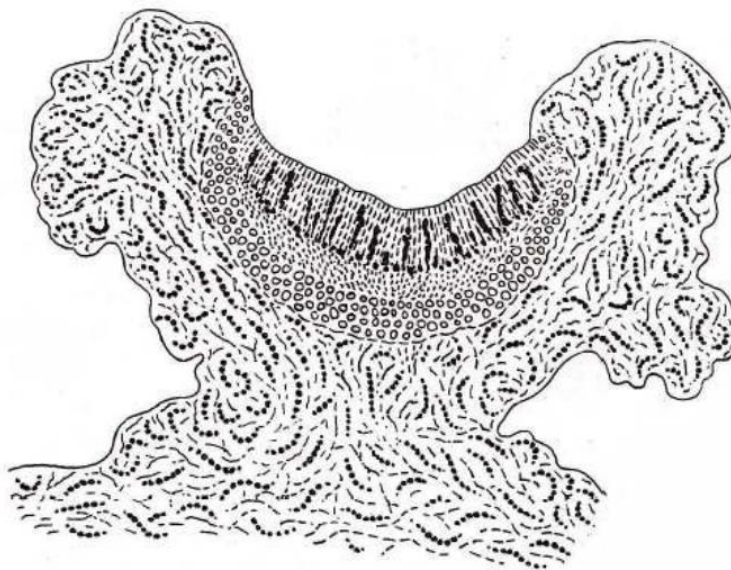
#### 3.5.2. Řasová vrstva

Dříve nesla název gonidiová. Je tvořena oběma složkami – fotobiontem i mykobiontem. Často vytváří buňky mykobionta intercelulární (uvnitř buňky) haustoria (přichytné kořeny), která jen místně narušují buněčné stěny fotobiontů.

Haustoria, která často fotobionta i usmrtí, vytvářejí obvykle lišejníky s nepatrně diferencovanou stélkou. U lišejníků *Peltigera* haustoria nejsou, zde probíhá výměna látek tenkou buněčnou stěnou. Tvorba haustorií může dokonce souviset se změnou ročního období. Řasová vrstva může být různě silná. U radiálně stavěných druhů (*Usnea*) tvoří válec kolem dřevné vrstvy (Kalina & Váňa, 2005).

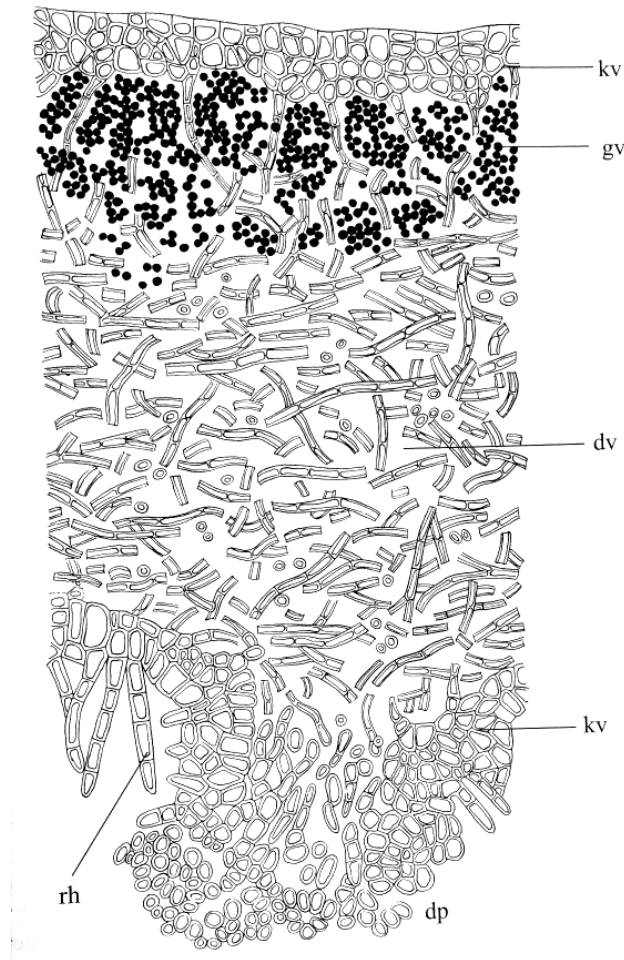
### 3.5.3. Dřeňová vrstva

Tvoří ji vzájemně propletené dlouhé hyfy (houbová vlákna), mezi nimiž jsou dutiny. Tuto vrstvu najdeme také pod pojmem medulla (Kalina & Váňa, 2005).



Obr. č. 1 Homeomerická stavba stélky s apotheciem, zdroj: Kalina & Váňa, 2005





Obr. č. 2 Heteromerická stavba stélky *Lecanorales*, vysvětlivky: kv – korová vrstva, gv – řasová/gonidiová vrstva, dv – dřeňová vrstva, rh – rhizoid, dp – dýchací pór, zdroj: Urban a Kalina,1980

### 3.6. Morfologická stavba

Z morfologického hlediska tvoří lišejníky s homeomerickou stavbou rosolovité, leprariovitě či vláknité stélky, lišejníky s heteromerickou stavbou mají zase stélky korovité, lupenité nebo keříčkovité. U heteromerických typů je morfologie dána mykobiontem. U lišejníků je stélka složená z houbového pletiva s názvem plektenchym, kde se větví a splétají vlákna (hyfy), v němž jsou umístěny řasy v jedné vrstvě. Při vzniku stélky se utvoří okraj z konců hyf, který určuje vznik stélky. Tento tzv. prothalus může být jinak zbarven než vlastní thallus a neobsahuje fotobionty, které se ve stélce objeví až později. U homeomerických lišejníků určuje tvar většinou

fotobiont, mykobiont pouze sleduje růst a tvarově neurčuje a nemění již dané struktury (Kalina & Váňa, 2005).

Celkovou strukturu stélky ovlivňuje též napínání tkáně růstem a vysoušení. Lišejníky se těmito procesům přizpůsobují tzv. políčkováním. Políčkování stélky začíná výskytem malých papil, které postupně splývají růstem. Kromě okrajového růstu a tloustnutí se u lišejníkové stélky vyskytuje též interkalární růst (Kalina & Váňa, 2005).

Zajímavé je přizpůsobení lišejníků, které se nazývá lišejníky okénkové (window lichens). Stélka je velmi nenápadná, neboť je z větší části ukryta v substrátu, v němž roste. S povrchem je stélka v kontaktu a pro přežití je důležité kolísání obsahu vody. Kdyby byl lišejník neustále ve vlhku, tak by zahynul (Halda, 2012).

V důsledku toho, jaké vlastnosti mají lišejníky, vidíme jejich svérázné morfologické uspořádání. Některé lišejníky (*Cladonia*, *Stereocaulon*, *Baeomyces* aj.) mají tzv. dvojtvarou (dimorfickou) stélku, rozlišenou v přízemní část (thallus horizontalis) a vystoupavou část (thallus verticalis). U rodu *Cladonia* a příbuzných rodů je thallus verticalis spojen vývojově s počátkem plodnice vřeckovýtrusných hub (askokarpu) a je nazýván podecium. Pokud je lišejník velmi jemný a vlákno fotobionta je opletené hyfami hub, tak se jedná o vláknité lišejníky. Jestliže se podobají keříčkovitým, lupenitým nebo korovitým, ale liší se po jejich navlhčení rosolovitou konzistencí a homeomerickou stavbou, tak mluvíme o rosolovitých lišejnících. Jejich fotobionty bývají sinice. A nakonec poslední z takových speciálních je stélka leprariovitá (či leprózní) stélka, která vyniká svou práškovitostí a morfologickou nediferencovaností. Stélky jsou tvarově opravdu velmi rozmanité (Kalina & Váňa, 2005).

Homeomerická stavba:

### 3.6.1. Stélka rosolovitá

Stélka se může podobat svým vzrůstem keříčkovitým, lupenitým i korovitým. Liší se od nich rosolovitou konzistencí po navlhčení a také homeomerickou stélkou, kterou se vyznačuje. Jejich fotobionty bývají hlavně sinice (Kalina & Váňa, 2005).

### 3.6.2. Stélka leprariovitá (leprózní)

Tyto stélky jsou morfologicky nediferencované a práškovité (Kalina & Váňa, 2005). Příkladem leprariovité stélky je prášenka bezlaločná – *Lepraria elobata* (obr. č. 3).



Obr. č. 3 Zástupce stélky leprariovité – prášenka bezlaločná (*Lepraria elobata*). Autor fotografie: Sára Klemešová

### 3.6.3. Stélka vláknitá

Stélka tohoto typu je velmi jemná. Tvoří ji vlákno fotobionta opletené hyfami mykobionta. Patří sem druhy jako *Cystocoleus* a *Racodium* (Kalina & Váňa, 2005).

Heteromerická stavba:

#### 3.6.4. Stélka korovitá (krustózní)

Tato stélka je zpravidla vrostlá a pevně přichycená celou plochou k substrátu a není ji možné bez poškození oddělit od podkladu. Ukázkovým příkladem je mapovník zeměpisný (*Rhizocarpon geographicum*) (obr. č. 4). Stélka korovitá je souvislý povlak tvořený jednotlivými zrníčky, šupinkami, bradavkami nebo rozpraskanými drobnými políčky. Typické korovité lišejníky nemají spodní korovou vrstvu, která se ovšem vyskutejuje u plakodiovitých typů (to je něco mezi lupenitou a korovitou, příkladem je *Lecanora*). Korovitou stélku mají lišejníky osídlující kameny, kůru stromů, obnažené dřevo, skalní nebo půdní povrch. Jsou většinou prvními průkopníky vegetace (Rabšteinek et al., 1987).



Obr. č. 4 Zástupce stélky korovité – mapovník zeměpisný (*Rhizocarpon geographicum*). Autor fotografie: Sára Klemešová

### 3.6.5. Stélka lupenitá (foliózní)

Stélka tohoto typu není k podkladu přirostlá celou plochou povrchu, nýbrž jen uvolněně kouskem stélky nebo pouze v jednom místě (ve středu). K podkladu v jednom jediném místě přirůstá např. *Umbilicaria*. Lupenitá stélka se dá tedy snadno oddělit od substrátu, s nímž je spojena přichytnými vlákny (tzv. rhizinami) a druhotně vznikajícími přichytkami (hapterami). Stélka není jedolitá, ale je rozdělena na různě hluboké, často vějířovitě rozdělené laloky. Rod *Peltigera* má nápadné laloky a hojná přichytná vlákna (rhiziny). Spodní kůra bývá obvykle tmavší než kůra svrchní (Rabšteinek et al., 1987). Zvláštností lupenitého typu stélky jsou dýchací otvory. Mohou být buď na svrchní straně (pseudocyphely), to má *Parmelia sulcata*, nebo na spodní straně (cyphely) (Halda, 2012). Níže je vyfocen jeden ze zástupců lupenité stélky z rodu *Caloplaca* (obr. č. 5).



Obr. č. 5 Zástupce stélky lupenité – rod krásnice (*Caloplaca* sp.). Autor fotografie: Sára Klemešová

### 3.6.6. Stélka keříčkovitá (frutikózní)

Tento typ stélky je připevněn k substrátu jen v jednom místě. Stélka je bohatě rozvětvená, odstává ven s vrstvou kůry po celé ploše. Keříčkovité lišejníky mají stélku vzpřímenou nebo rostou na větvích a kůře stromů, kde jejich stélka je dlouhá, převislá. Pro tyto visící lišejníky, nebo tzv. vousovité lišejníky, je charakteristický provazec houbových vláken a buněk řasy, který prochází středem stélky a nese celou hmotnost rostliny (Rabšteinek et al., 1987). Příkladem je *Cetraria sp.*, *Evernia mesomorpha* (obr. č. 6) a z vousovitých *Usnea sp.* či *Bryoria fuscescens* (obr. č. 7).



Obr. č. 6 Zástupce stélky keříčkovité – větvičník prostřední (*Evernia mesomorpha*). Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 7 Zástupce stélky keříčkovité – vousatec hnědavý (*Bryoria fuscescens*). Autor fotografie: Sára Klemešová

### 3.7. Rozmnožování lišejníků

Rozmnožování lišejníků je velmi rozmanité. Lišejníky se rozmnožují nejčastěji dvěma způsoby, a to nepohlavně a pohlavně.

### 3.7.1. Nepohlavní rozmnožování lišejníků

Zde se řasa a houba rozmnožují společně. Z každého úlomku stélky se může za příznivých podmínek vyvinout nový lišejník. Děje se tak pomocí tzv. fragmentace stélky, nebo pomocí zvláštních rozmnožovacích útvarů (obr. č. 8), které obsahují jak fotobiont, tak mykobiont. Jsou to tzv. soredie, schizidie, izidie a fylidie (Kalina & Váňa, 2005).

Soredie jsou shluky řasových buněk, které hustě oplétají houbová vlákna. Jejich velikost se pohybuje od 25 do 100 mikrometrů (Kalina & Váňa, 2005). Vznikají v gonidiové vrstvě ve velkém množství najednou. Uvolňují se z ložisek různého uspořádání, která se nazývají sorály. Soredie se také tvoří po celém povrchu stélky. Sorály mohou mít různý tvar, jsou například bodové, hlavičkovité, kulovité, štěrbínovité, rtovité; mohou se vytvářet i na izidiích (izidiální sorály) (Kalina & Váňa, 2005). Po rozrušení korového pletiva pronikají ven a jsou rozšiřovány větrem jako jemný prášek. Za příznivých podmínek vyrůstá ze soredie na vhodném stanovišti nový lišejník. Na zastíněných a vlhčích stanovištích, kde má řasa převahu nad houbou, se někdy stane, že se na prášek rozpadne i celá stélka lišejníku. Prášek tvoří nápadné práškovité (leprózní) žlutozelené nebo jinak zbarvené povlaky (Balabán, 1960).

U některých lišejníků (např. *Baeomyces*) se oddělují malé částičky povrchové vrstvy stélky. Tyto šupinkovité útvary jsou označovány jako schizidie a slouží rovněž jako diaspory (struktura zajišťující nepohlavní rozmnožování) (Kalina & Váňa, 2005).

Izidie se vyskytují řidčeji než soredie a jejich stavba je oproti sorediím složitější. Jsou to bradavičnaté, kulovité, šupinovité, válcovité či korálovité výrůstky na svrchní straně stélky. Vznikají protržením korové vrstvy, tím proniknou ven vnitřní vrstvy stélky za vzniku lupenovitých výrůstků, tzv. fylidií, které obsahují buňky fotobionta a svou stavbou odpovídají stavbě stélky (Kalina & Váňa, 2005). Obsahují jak buňky řasy, tak houbová vlákna. Od základové (matečné) stélky se výrůstky ulamují a rozšiřují vodou nebo větrem za vzniku nového jedince. Toto rozmnožování je hlavně u lišejníků s vyvinutou vrstvou korovou, třeba terčovky (Balabán, 1960). U některých lupenitých a rosolovitých lišejníků se izidie neuvolňují vůbec. Jejich funkcí je pouze zvětšení plochy stélky (Kalina & Váňa, 2005).



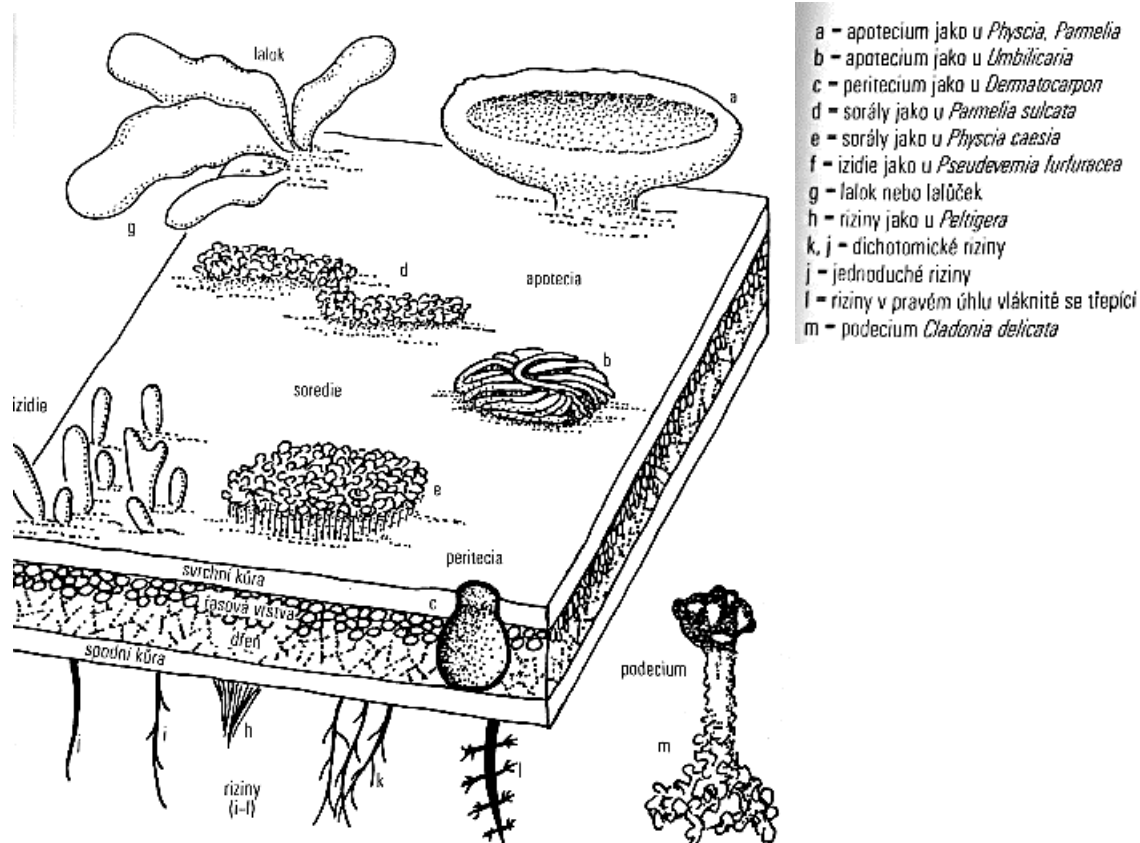
### 3.7.2. Pohlavní rozmnožování lišejníků

Tento typ rozmnožování znamená, že se houba rozmnožuje sama bez přítomnosti fotobionta. U fotobiontů tvořících lišejník nebylo pohlavní rozmnožování prokázáno. Houba totiž buňky fotobionta hodně ovlivňuje, až nejsou schopné se pohlavně množit. Příčina ani přesný mechanismus tohoto chování mykobionta není objasněno. Na povrchu stélky se vytváří různé typy plodniček, které jsou buď přisedlé, nebo ponořené. Pokud lichenizované houby patří k houbám vřeckovýtrusným, tak vytvářejí plodnice nazývané perithecia nebo apothecia (obr. č. 8). Ve vřeckách těchto plodnic vznikají askospory (výtrusy), obvykle 8. U různých skupin se mohou počty spor a jejich velikost lišit, podle nich lze i snadno determinovat rod a druh (Balabán, 1960).

Perithecia jsou kulovitá, téměř úplně uzavřená a na vrcholu mají drobný otvor. Tvarem připomínají lahve. Jejich zbarvení i velikost bývá různá, a ve stélce jsou buď zanořená, nebo přiléhají na stélce a zanořuje se jen spodní část. Uvnitř jsou kyjovitá vřeka s výtrusy, popř. podpurná vlákna (parafýzy). Podobné útvary peritheciím jsou tzv. pyknidy. Mají podobnou funkci i stavbu, jsou ale menší a slouží k nepohlavnímu rozmnožování. Jejich výtrusy se nazývají konidie (důležité pro určování lišejníků) (Halda, 2012).

Apothecia jsou tvarově miskovitá či terčovitá, nebo i pohárkovitá, v době zralosti vždy víceméně otevřená. Na průřezu apotheciem můžeme pozorovat, že se skládá z hymenia (plodná vrstva), které tvoří vřeka s protáhlými sterilními parafýzami, na koncích někdy nápadně a odlišně zbarvenými (Balabán, 1960).

Askospory klíčí za příznivých podmínek v mycelium, jehož hyfy, pokud se setkají s buňkami řas, tak tvoří krátké postranní výrůstky, kterými řasy obrůstají, a tak se začíná formovat nová stélka. Ale tento způsob rozmnožování je poměrně vzácný (Balabán, 1960).



Obr. č. 8 Rozmnožovací útvary a typy plodniček. Upraveno podle Kremer & Muhle (1998)

### 3.8. Růst a stáří lišejníků

Růst lišejníků je velmi pomalý. U některých korovitých lišejníků bylo zjištěno, že během 20 let vykazují přírůstek nejvýše 1 mm. Arktické a alpské druhy potřebují desítky let, než dosáhnou stavu plodnosti. Příčin, proč lišejníky tak pomalu rostou, je hned několik. Jednak se vyskytují na extrémních, živinami chudých stanovištích, nebo tam kde se střídají extrémně suchá a vlhká období nebo na místech s omezeným obdobím optimální metabolické aktivity, s čímž souvisí nízká asimilace oxidu uhličitého a pomalá syntéza proteinů (Kalina & Váňa, 2005).

Spojení obou složek, řasy a houby, zaručuje i mnohem delší období života, než jakého dosahují houby a řasy rostoucí samostatně. Pokud například nedojde k přílišnému poškození řasy při vysávání sacharidů houbovými vlákny, a tím k rozpadu stélky, může se korovitý lišejník za příznivých podmínek dožít i 100 let, keříčkovité a lupenité méně, a to 10 až 40 let (Rabšteinek et al., 1987). Lišejníky, které

žijí kratší dobu, zase rychleji rostou, asi 2 mm až 1 cm za rok (Halda, 2012). Stáří některých stélek rodů *Rhizocarpon* nebo *Lecidea* se odhaduje až na 1000 až 4500 let. Metoda k zjišťování stáří lišejníků se nazývá lichenometrie (Kalina & Váňa, 2005).

Lišejníky jsou i schopné během jediného roku vytvořit stélku, plodnice (tj. celý životní cyklus) a potom rychle zaniknout. Tuto skupinu nazýváme efemerní (pomíjivé). Tito zástupci jsou drobní, rostou na zemi, mechu nebo na mokřím dřevě. Příkladem je kryptovka rosolovitá (*Cryptodiscus gloeocapsa*), zahalenka dřevní (*Absoconditella lignicola*) a přibitkovka nadzemní (*Thrombium epigaeum*) (Halda, 2012).

### 3.9. Fyziologie lišejníků

V lišejníku spojením dvou nepříbuzných organismů vzniká zcela nová fyziologická jednotka. To se projevuje především ve vodním režimu, kdy lišejníky musejí mít zcela specifickou regulaci výdeje vody, hlavně v období latentního přežívání, kdy jsou fotosyntéza a další životní pochody redukovány na minimum. Lišejníky suchých oblastí mohou bez větších problémů přežít i delší období sucha (druh *Lasallia pustulata* až 62 týdnů). Tím, že stélka lišejníků postrádá ochrannou kutikulu, je schopná přijímat vodu přímo ze vzduchu v podobě vodní páry. V suchém stavu pojme největší množství vody, přijímá ji celým povrchem těla. Stélka homeomerická (rod *Collema*) zvládne přijmout 40krát více vody, než váží v suchém stavu. Vodu přijme za několik minut; stélka ale není schopná v tomto stavu dlouho vydržet a rychle vysychá. Jiné pouštní lišejníky se zase chrání před ztrátou vody tak, že přirůstají zespodu průhledných kamínků. Tak jsou potom jednotlivé vrstvy jejich stélky vlastně obrácené (Halda, 2012). Příjem živin je odlišný, lišejníky přijímají oxid uhličitý pro fotosyntézu a kyslík pro dýchání, dusík přijímají obvykle formou nitrátů (Kalina & Váňa, 2005). Fotosyntéza je proces, kdy se přeměňuje světelná energie na energii chemickou a také proces začleňující oxid uhličitý do sacharidů. Buňky řas nebo sinic, které zajišťují fotosyntézu v lišejnících, jsou na rozdíl od buněk vyšších rostlin velmi jednoduché, obsahují jen jeden chloroplast a nemají vakuolu (Campbell et al., 1998). U lišejníků s přítomností zelené řasy se proces fotosyntézy spouští po přijetí určitého množství vodní páry. Naopak u lišejníků, co mají sinici, žádná měřitelná výměna plynů nenastává, protože takové lišejníky potřebují k aktivaci fotosyntézy

mnohem vyšší obsah vody, využívají tedy vodu kapalnou (Lange et al., 1986). Rychlost výměny CO<sub>2</sub> závisí na rozmanitosti druhů lišejníků, na typu soužití mykobionta a fotobionta a také na vnějších podmínkách (teplota, vlhkost, světlo). Pomalu rostoucí druhy mají extrémně nízkou rychlost fotosyntézy (Larcher, 2003). Fotosyntetické procesy jsou důležité pro přežití a růst lišejníků. Procesy respirační, při kterých naopak dochází k uvolňování CO<sub>2</sub>, jsou zajištěny houbovým partnerem – mykobiontem. Dýcháním se spotřebovává velká část sacharidů (asi 50 %), které lišejník získal pomocí fotosyntézy. Hlavní funkcí dýchání je převést fotoasimiláty na látky potřebné pro přepravu živin, růst a celkové udržení rovnováhy v lišejnících. Během dýchání a růstu se pak uvolňuje jako vedlejší produkt oxid uhličitý (Amthor, 1995, Lambers et al., 1998).

Velmi zajímavé je i to, že lišejníky mohou mít ve svých stélkách radioaktivní prvky, a to až v desetkrát větším množství než jiné organismy. Hromadí se částice cesia (<sup>137</sup>Cs) a stroncia (<sup>90</sup>Sr), proto je lze využít k indikaci zamořených oblastí, které jsou zamořeny radioaktivními spady (Kalina & Váňa, 2005).

Pozoruhodnou schopností lišejníků, která vznikla působením nepříznivých faktorů v prostředí kde žijí, je schopnost anabiózy (metabolický spánek). Jedná se o stav, při kterém stélka sice neroste, ale za minimální spotřeby energie je schopna přežít dlouhou dobu (roky). Jakmile působení stresového a nepříznivého faktoru pomine, stélka lišejníku pokračuje v růstu (Halda, 2012).

### 3.9.1. Látky produkované lišejníky

Za produkty lišejníků považujeme tzv. lišejníkové sloučeniny (dříve označované jako lišejníkové kyseliny), jedná se o sekundární produkty metabolismu. Jsou vyvolané soužitím obou organismů ve stélce, ani jeden samostatný partner není schopen jejich syntézy. Nyní známe už více než 700 produktů specifických pro lišejníky. Lišejníkové sloučeniny mohou být bezbarvé nebo dávají lišejníkům barvu (*Xanthoria* – oranžovou, *Rhizocarpon* – žlutou). K jejich zjišťování je vypracována řada mikrochemických reakcí, fluorescenční analýza, zjišťování v ultrafialovém světle a papírová chromatografie. Většina těchto sloučenin je specifická pro lišejníky. Je mnoho teorií, k čemu lišejníku slouží. Mohou sloužit jako zásobní uhlíkaté látky a

v případě nutnosti jsou používány. Dále kvůli hořké chuti, kterou způsobují u lišejníků, odrazují živočichy od jejich konzumace. Antibiotické působení kyselin zase zabraňuje napadení bakteriemi. Některé látky (např. kyselina vulpinová) jsou dokonce toxické i pro savce (překvapivé je, že nepůsobí na myši a králíky). Lišejníkové sloučeniny, které způsobují zabarvení, brání pronikání slunečního světla a působí jako filtr pro fotobionty. Názory jsou i takové, že sloučeniny představují jen odpadní produkty metabolismu mykobionta bez konkrétního významu pro život lišejníku (Kalina & Váňa, 2005).

### 3.10. Ekologie lišejníků

#### 3.10.1. Výskyt lišejníků

Na naší Zemi se lišejníky vyskytují od pólů k rovníku. Řada druhů je kosmopolitních, jiné vykazují omezené areály. Nalezneme je i na zcela specifických substrátech, porůstají vybělené kosti živočichů, jsou schopny růst na skle, kovu, krovkách brouků i krunýřích želv a v tropech hojně rostou i na listech (Kalina & Váňa, 2005). Dokonce druhy z rodu *Verrucaria* rostou úplně ponořené pod hladinou vody na kamenech. Většinou se lišejníková stélka vyvíjí na povrchu kamene (epilitické druhy) nebo borky stromů (epifloedické druhy), avšak příležitostně může celá stélka vrůstat do kamene (endolitické druhy) nebo borky stromů (endofloedické druhy) a pouze plodnice se vyvíjejí nad substrátem. V nedávné době byly v pískovcových skalách Antarktidy objeveny druhy, které mají celou stélku zcela ukrytou v substrátu (kryptoendolitické druhy). Lišejníky jsou opravdu odolné organismy, v Arktidě a Antarktidě přežijí bez problému i teploty – 78 °C. Buňky ve stélkách těchto druhů obsahují zvláštní látky (glycin, různé sacharidy), které jim umožňují přetrvat i takové mrazy, aniž by popraskaly. Snášejí velmi dlouho trvající sucho, vysoké teploty a vydrží i vysokou intenzitu slunečního záření, jehož některé složky mohou být pro buňky všech organismů nebezpečné (např. UV záření). Díky takovému ojedinelému soužití dvou organismů můžou lišejníky existovat i na stanovištích, jako jsou holé sluncem vyschlé a vyprahlé skály, chudé sterilní písčité půdy, holé štíty vysokých hor, polární oblasti chudé na rostlinstvo, pouště a podobně. Tady nedokáže ani jeden ani druhý z komponentů izolovaně přežít (Halda, 2012).

#### 3.10.1.1. Lišejníky v kosmickém prostoru

Díky experimentu L. Sancha z Complutense University of Madrid o lišejnících víme, že dokážou přežít i v kosmickém prostoru. Na palubě kosmické lodi Foton M2, kterou vynesla 31. května 2005 raketa Sojuz-U z kazachstánského Bajkonuru, byl spolu s dalšími 38 experimenty i kontejner se živými vzorky dvou druhů lišejníků, *Rhizocarpon geographicum* a *Xanthoria elegans*. Kontejner s lišejníky se po dosažení oběžné dráhy automaticky otevřel a vystavil lišejníky kosmickému prostoru. Lišejníky téměř celých 15 dnů kroužily po oběžné dráze. Odolávaly extrémním teplotám a rovněž dostávaly plnou dávku slunečního UV záření, před kterým nás jinak do jisté míry chrání pozemská atmosféra (Dobroruková, 2015).

Na konci experimentu se kontejner opět neprodyšně uzavřel a lišejníky bezpečně přistály na Zemi. Překvapivě se ukázalo, že lišejníky pobyt na oběžné dráze přečkaly v pořádku. Vypadaly stejně jako před startem. Na oběžné dráze přešly do dormantního stavu, ve kterém vypnuly metabolismus a zastavily veškeré životní projevy. Po návratu na Zemi rozběhly fotosyntézu a vrátily se k všednímu životu. Jejich DNA a buňky podle všeho nebyly slunečním zářením závažně poškozeny. Velké dávky UV záření vydrží především díky korové vrstvě stélky jejich těl, která bývá mineralizována a tím pádem i hodně odolná (Dobroruková, 2015).

#### 3.10.1.2. Půdní druhy v lesním klimatu

Počet významnějších půdních druhů je poměrně malý a většina našich lišejníků jsou epifyty rostoucí na stromech nebo na skalách. Půdní lišejníky skládají velmi charakteristická rostlinná společenstva, ve kterých převládají nebo se jich značnou měrou účastní. Jsou to společenstva xerofytní a pokrývají velké plochy. V lese se vyskytují půdní lišejníky nejčastěji ve světlých, chudých borech na málo výživných písčítých, suchých půdách nebo na půdách silně degradovaných, kde mají dostatek světla a nejsou stíněny a omezovány konkurencí vyšších rostlin. Na lesních stanovištích převládají dutohlávky (*Cladonia sp.*) spolu s mechy, např. ploníkem (*Polytrichum sp.*), s dvouhrotem (*Dicranum sp.*) nebo tu vidíme brusnici brusinku (*Vaccinium vitis-idaea*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), jalovec (*Juniperus sp.*) apod. Takové půdy jsou příznivé pro lišejníky také tím, že jsou silně kyselé, mají pH 3,5 až

4,5. Optimální podmínky pro lišejníky jsou však v klimatu vlhkém, třeba i studeném (Balabán, 1960).

### 3.10.1.3. Lišejníky rostoucí na stromech

Na stromech a větvích tyto lišejníky tvoří typická epifytická společenstva. Epifyt roste na rostlině, ale neparazituje na ní, vyživuje se samostatně. Vlhké a mlhavé prostředí je pro ně nejlepší, tam se jim daří, v přírodě lze vidět celé obalené větve. Napadají nemocné stromy nebo stromy rostoucí v nepříznivých podmínkách. Lišejníky škodí při hromadném výskytu tím, že znesnadňují výměnu plynů mezi vnitřními živými pletivy v kmeni a vnějším prostředím, dále poskytují úkryt škodlivému hmyzu, udržují na povrchu vysokou vlhkost, a tím umožňují při poranění kmenů nákazu hmyzem nebo parazitickými houbami. Příkladem lišejníků rostoucích na stromech je *Hypogymnia physodes*, *Evernia sp.*, *Bryoria sp.*, *Usnea sp.* a další (Balabán, 1960).

### 3.10.1.4. Skalní lišejníky a jejich citlivost

Stélka těchto druhů je většinou korovitá. Jednotlivé druhy jsou značně závislé na chemické skladbě substrátů. Některé druhy jsou citlivé na vápenec, jiné se vážou na přítomnost železa, jiné jsou citlivější na dusíkaté látky. Některé preferují skály z hornin křemičitých a jiné horniny bohaté na vápenec. Jelikož jsou přizpůsobeny xerofytnímu životu, vegetují i na vyprahlých pustých skalních místech, kde jsou průkopníky vegetace, protože ostatní rostliny tu nevegetují. Stélky korovité rozrušují skálu i chemickou cestou, jelikož vylučují silné kyseliny, jimiž substrát leptají. Z jejich odumřelých stélek se tvoří humus, ve kterém mohou klíčit vyšší rostliny, nějaké skalní kapradiny nebo semenné rostliny. Příkladem skalních lišejníků jsou *Xanthoria sp.*, *Rhizocarpon sp.* a jiné (Balabán, 1960).

### 3.10.2. Citlivost lišejníků vůči znečištění

Lišejníková stélka je citlivá, protože nemá tak kvalitní ochranu před zevními podmínkami, jelikož nemá kutikulu ani pravé průduchy, jako cévnaté rostliny. Lišejníky žijící na kůře nebo na větvích stromů, mají další nevýhodu v tom, že v zimním období nejsou přikryty sněhem, a tak na ně působí škodliviny celoročně. V buňkách lišejníkových fotobiontů v kyselejších prostředí dochází k přeměně chlorofylů na jim velmi podobnou látku – feofytin, která však není schopná životně nezbytné fotosyntetické reakce (Halda, 2012).

Lišejníky nepřežívají uvnitř průmyslových měst, v sadech a zahradách, protože jsou velmi citlivé na obsah kouřových plynů, zvláště na oxid siřičitý, oxidy dusíku a jiné látky v ovzduší (Balabán, 1960). Lišejníky by nepřežily ani v přítomnosti těžkých kovů (kadmium, olovo), uvolňovaných v minulosti ve výfukových plynech automobilů (Halda, 2012).

Již dříve, v druhé polovině minulého století, si vědci ve Francii v souvislosti s industrializací velkých měst všimli toho, že většina epifytických druhů, kvůli působení nových látek v ovzduší, z měst mizí. Hlavní příčinou mizení lišejníků v industrializovaných oblastech je oxid siřičitý, který se tvoří při spalování uhlí. Dnes jeho množství ve vzduchu nápadně pokleslo a v mnoha evropských krajinách se lišejníky do některých měst naopak zase vrací. Jako příklad můžeme uvést pařížský park Jardin du Luxembourg, kam se dosud vrátilo 10 druhů. V tomto parku finský lichenolog William Nylander r. 1866 jako první badatel upozornil na negativní vztah mezi lišejníky a znečištěným ovzduším. Od té doby se tam však dlouho žádný lišejník neukázal. Z toho můžeme usuzovat, že nic nenasvědčuje tomu, že by lišejníky měly geneticky podmíněnou odolnost k cizorodým a znečišťujícím látkám ve vzduchu. Jestliže je například druh, misnička *Lecanora conizaeoides*, méně citlivý k oxidu siřičitému než jiné lišejníky, musíme přiznat, že nevíme proč. Zlepší-li se však podstatně jakost vzduchu, pak naopak tento druh zase z čistšího stanoviště ustupuje (Černohorský, 2000).

Většího významu však tato skutečnost nabyla až v posledních desítkách let, když se lišejníky začaly využívat k tzv. biomonitoringu. Byly vypracovány metody umožňující zjišťovat kvalitu ovzduší pomocí různých organismů (bioindikátorů) – mezi nimi také lišejníky. Principem těchto metod je využití stupně snášenlivosti různých druhů lišejníků na koncentraci škodlivých látek v ovzduší. Díky citlivosti



mohou být vyhotoveny seznamy lišejníků, jak na ně působí určité látky. Pomocí seznamů se dá do určité míry určit stav ovzduší v různých oblastech. V naší republice probíhá biomonitorování od konce šedesátých let (Halda, 2012).

Znečištění ovzduší není však jedinou příčinou ústupu lišejníků. Stélky většiny druhů jsou také citlivé na změny ve vlhkostních poměrech v prostředí. Takovou nepříjemnou změnu způsobí třeba vykácení původních lesů. Proto je málo míst, kde můžeme objevit zbytky pralesních druhů lišejníků. Řada je jich vázána na staré stromy, kterých v důsledku lesního hospodářství značně ubývá. Jedním z mála posledních útočišť mohou být staré aleje u nepoužívaných silnic nebo státem chráněné stromy (Halda, 2012).

Nejcitlivěji reagují keříčkovité lišejníky, potom lupenité a nejvíc odolné jsou lišejníky korovité. Dokonce existují i druhy, kterým okyselování prostředí do určité míry nevadí a přispívá k většímu rozšíření. Jsou to druhy toxitolerantní, nebo acidofilní. Příkladem je misnička práškovitá (*Lecanora conizaeoides*), která žije na stromech a kamenech ve velkých městech. Plodničky má malé a početné. Změny v ovzduší dopomohly tomuto druhu k úspěšnému rozšíření ve střední Evropě. Další drobné druhy s podobnými ekologickými nároky jsou terčovka bublinatá (*Hypogymnia physodes*), nápadný šedavý druh na kůře stromů, a strupka lasturnatá (*Hypocenomyce scalaris*), která připomíná svým uspořádáním tašky na střeše (Halda, 2012).

#### 3.10.2.1. Biomonitoring

Dříve byly využívány při monitoringu koncentrace oxidu siřičitého ve vzduchu a dnes se uplatňuje spíše stanovení vzdušných koncentrací amoniaku a amonných iontů, jejichž vlivem na epifytické lišejníky se začali zabývat van Dobben & ter Braak (1998). Na rozdíl od oxidu siřičitého mají sloučeniny dusíku na ekosystém komplexnější vliv, na prostředí působí jako hnojivo, obohacují jej a způsobují eutrofizaci. Oxidy dusíku, amonné ionty a dusičnany zároveň mohou způsobovat i acidifikaci – okyselování prostředí. Fosfor, druhý hlavní prvek způsobující eutrofizaci, není běžnou součástí atmosféry a sloučeniny na jeho bázi jsou obvykle pevné látky. Proto vliv kombinace dusíku a fosforu na epifytické lišejníky není často zkoumanou problematikou. Eutrofizace je procesem obohacování prostředí o živiny, zejména o

dusík a fosfor. V atmosféře se nachází fosforu velmi málo a pro lišejníky může být za určitých podmínek limitujícím prvkem. Jeho přidání tak může způsobit nárůst lišejníkové komunity, např. na vřesovišti ve Velké Británii u lišejníků *Hypogymnia physodes* a zástupců rodu *Cladonia* (Pilkington et al., 2007). Avšak objevují se i opačné případy, kdy na arktickém vřesovišti stejně vysoký přísun dusíku snížil abundanci lišejníků o polovinu, a v kombinaci s fosforem dokonce o 60 % (Gordon et al., 2001). U lišejníků, kde je jedním symbiontem sinice, např. u rodu *Peltigera* (Weiss et al., 2005) fosfor zlepšuje navíc jejich schopnost fixace vzdušného dusíku. Cyanolíšejníky podporují kolonizaci a růst dalších epifytů tak, že jim ve svém bezprostředním okolí zprostředkovávají fixovaný dusík a udržují vhodný substrát, borku heterogenní a vlhkou (Benner a Vitoušek, 2007).

Biomonitoring pomocí lišejníků, podílu nitrofytů v lišejníkových společenstvech je relativně jednoduchým indikátorem kvality ovzduší a může být využit i při sledování dlouhodobého stavu eutrofizace, koncentrace sloučenin dusíku ve vzduchu. U epifytických lišejníků, rozdělených podle ekologické valence na nitrofyty, neutrofyty a acidofyty, je dobře popsána reakce na nadbytek amoniaku, sloučenin s amonnými ionty a oxidů dusíku. V oblastech, kde se zvyšují vzdušné koncentrace sloučenin dusíku, je pozorovaný úbytek acidofytů, které nahrazují nitrofyty. V extrémních případech může dojít až k vymizení lišejníkových společenstev. V určitých situacích přiměřené množství dusíku a fosforu podporuje nárůst diverzity a abundance lišejníků. Přísun obou prvků způsobujících eutrofizaci ekosystému způsobuje větší změny, než by dokázal samotný dusík. Vždy tedy záleží na konkrétní sloučenině, koncentraci, době působení sloučeniny a druhu lišejníku (Jadrná, 2015).

### 3.11. Význam a využití lišejníků

Hlavní význam lišejníků v přírodě je jejich pionýrský výskyt na extrémních stanovištích, kde působí jako půdotvorní činitelé. Praktický význam lišejníků spočívá v tom, že mají schopnost sloužit jako ukazatelé (bioindikátory) znečištění ovzduší. Hospodářský význam má zejména dutohlávka sobí (*Cladonia rangiferina*) a podobné druhy v subarktických tundrách jako pastva sobů a jiných jelenovitých kopytníků. *Cladonia sp.* slouží jako potrava či úkryt pro mnohé bezobratlé (pisivky, chvostokoci, rovnokřídlí, roztoči aj.). Lokálně jsou také jako potrava využívány druhy *Lecanora*

*esculenta* (rychle zvětšuje svůj objem, když nasává vodu, proto pokrm „mana“, kterým Bůh nasytil Izraelský lid na čtyřicetileté cestě pouští, dnes spíše potrava ovcí) a vzácně třeba i *Cladonia stellaris* (příměs do mouky v severských oblastech) (Kalina & Váňa, 2005). Některé druhy se ve východní Asii používají k přípravě pokrmů (hlavně salátů), například pupkovka jedlá (*Umbilicaria esculenta*) nebo misnička jedlá (*Aspicilia esculenta*), která připomíná spíše kamínky než živý organismus. Pro člověka lišejníky příliš stravitelné nejsou, nemá totiž na trávení lišejníků uzpůsobenou mikroflóru, jako již zmiňovaní sobi. Stélky lišejníků obsahují značné množství různých sacharidů (zejména lichenin – lišejníkový cukr), ale bohužel velmi málo bílkovin, které jsou v lidské stravě potřebné (Halda, 2012).

Lišejník *Cladonia stellaris* se používá jako zahradnický materiál pro vazbu hřbitovních věnců a aranžování květin. Dalším zajímavým využitím je používání dutohlávky, pukléřky a provazovky k dekorativním účelům – modelářství a betlémářství (Halda, 2012).

Dříve se používalo lišejníkových barviv (např. z lišejníků rodu *Roccella*, *Lassalia*) k výrobě textilních barev (barvivo lakmus je z rodu *Roccella*), parfémů (*Parmelia paraguariensis*) a dalších látek (Kremer & Muhle, 1998). Ve voňavkářství mají velký význam *Evernia prunastri* a *Pseudevernia furfuracea* především jako nosiče vonné esence. Prudce jedovaté lišejníky, ty, co obsahují deriváty kyseliny vulpinové (*Vulpiaria vulpina*, *Cetraria pinastri* či *Cetraria juniperina*), působí na centrální nervový systém a dojde tak ke zrychlení dýchání vedoucí až k vyčerpání. Dokud nebyl používán strychnin, byl druh *Vulpiaria vulpina* používán k hubení vlků (Kalina & Váňa, 2005).

Antibiotická působení, konkrétně lišejníkových sloučenin, je využíváno proti bakteriím a některým houbám. V lidovém léčitelství jsou již od pradávna lišejníky používány jako léky, například druhy jako *Lobaria pulmonaria* proti zápalu plic, *Usnea* pro růst vlasů, *Parmelia sulcata* proti bolestem hlavy aj. Toto použití bylo založeno na pověrách, kdy lidem z morfologického hlediska stélka připomínala lidské orgány. Dodnes je v lékařství používána *Cetraria islandica* („lichen islandicus“) jako složka plicních čajů (Kalina & Váňa, 2005).

## 4. Materiál a metody

### 4.1. Sběr položek lišejníků

Sběr lišejníků byl autorkou bakalářské práce prováděn na lokalitách NPR Salajka, Hrubý Jeseník, Polná, Třeboňsko, Křtiny, Laškov a okolí od června do října roku 2021. Sběr byl tedy prováděn v letních a podzimních měsících. Lišejníky lze sbírat za dobrého počasí kdykoliv. Po sběru bylo provedeno jejich uchování v suchu a v teple. Na sběru je výhodou, že lišejníky zůstávají dlouhý čas nezměněné, nezačnou plesnivět a vydrží v dobrém stavu. Seznam posbíraných položek je uveden v tabulce č. 1.

Tab. č. 1. Seznam položek nasbíraných lišejníků

POLOŽKY NASBÍRANÝCH LIŠEJNÍKŮ				
	Latinský název	Český název	Místo sběru	Datum sběru
1	<i>Bryoria fuscescens</i>	vousatec hnědavý	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
2	<i>Buellia griseovirens</i>	buelie šedozelená	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
3	<i>Caloplaca sp.</i>	krásnice	hřbitov Křtiny	05.06.2021
4	<i>Cladonia coniocraea</i>	dutohlávka kuželovitá	České Švýcarsko, Mariina vyhlídka	15.07.2021
5	<i>Cladonia coniocraea</i>	dutohlávka kuželovitá	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
6	<i>Cladonia digitata</i>	dutohlávka prstovitá	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
7	<i>Cladonia digitata</i>	dutohlávka prstovitá	České Švýcarsko, Mariina vyhlídka	15.07.2021
8	<i>Cladonia pocillum</i>	dutohlávka mističkovitá	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
9	<i>Cladonia pocillum</i>	dutohlávka mističkovitá	Polná, židovský hřbitov	25.07.2021
10	<i>Cladonia pyxidata</i>	dutohlávka pohárkatá	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
11	<i>Cladonia pyxidata</i>	dutohlávka pohárkatá	Terežské údolí, Laškov	24.10.2021
12	<i>Cladonia ramulosa</i>	dutohlávka větvená	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
13	<i>Diploschistes scruposus</i>	džbánovka drsná	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
14	<i>Evernia mesomorpha</i>	větvičník prostřední	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
15	<i>Hypogymnia physodes</i>	terčovka bublinatá	u NPR Červené blato, Třeboňsko	22.09.2021
16	<i>Hypogymnia physodes</i>	terčovka bublinatá	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
17	<i>Hypotrachyna sp.</i>	terčovka	hřbitov Křtiny	05.06.2021
18	<i>Chrysothrix candelaris</i>	prášenka ryzí	hřbitov Křtiny	05.06.2021
19	<i>Lecanora muralis</i>	misnička zední	Laškov	31.10.2021
20	<i>Lecanora pulicaris</i>	misnička korová	u NPR Červené blato, Třeboňsko	22.09.2021
21	<i>Lepraria elobata</i>	prášenka	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
22	<i>Lepraria elobata</i>	prášenka	Polná, židovský hřbitov	25.07.2021
23	<i>Lepraria sp.</i>	prášenka	Polná, židovský hřbitov	25.07.2021
24	<i>Lepraria sp.</i>	prášenka	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
25	<i>Lepraria sp.</i>	prášenka	Terežské údolí, Laškov	24.10.2021
26	<i>Lobaria scrobiculata</i>	důlkatec jamkatý	Polná, židovský hřbitov	25.07.2021
27	<i>Lobaria scrobiculata</i>	důlkatec jamkatý	NPR Salajka, hranice se Slovenskem	23.10.2021
28	<i>Lobaria sp.</i>	důlkatec	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
29	<i>Physcia caesia</i>	terčovník šedý	Laškov	31.10.2021
30	<i>Physcia sp.</i>	terčovník	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
31	<i>Physcia tenella</i>	terčovník tenounký	u NPR Červené blato, Třeboňsko	22.09.2021
32	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	terčovka otrubičnatá	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
33	<i>Vulpicida pinastri</i>	pukléřka sosnová	Hrubý Jeseník, cesta na Velkou kotlinu	29.10.2021
34	<i>Xanthoria parietina</i>	terčovník zední	u NPR Červené blato, Třeboňsko	22.09.2021
35	<i>Xanthoria soreliata</i>	terčovník pomoučený	Laškov	31.10.2021

#### 4.2. Zpracování fotodokumentace, herbarizace a určování položek lišejníků

Fotodokumentace položek proběhla v laboratoři, kde jsem mohla detailně sledovat makroskopické i mikroskopické znaky jednotlivých zástupců lišejníků a upravovat, co bylo potřeba, jak světlo, tak i ostrost, k co nejlepšímu výsledku zpracování. Snímky byly pořízeny pomocí stereomikroskopu Olympus SZX16 s motorizovaným stativem pro automatické proostřování a fotoaparátem Canon EOS 1300D. Stereomikroskop byl ovládán pomocí programu QuickPHOTO CAMERA (Promicra, Praha). Pro vytvoření snímku lišejníků s hloubkou ostrosti větší, než je možné dosáhnout běžným použitím optických mikroskopů, byla pořízena série snímků v různých rovinách zaostření, které byly následně složeny pomocí modulu Deep Focus. Fotografie z terénu nebo z průběhu pohybové hry byly pořízeny fotoaparátem z mobilního zařízení Huawei P20 Lite.

Jednotlivé druhy byly určeny srovnáním znaků získaných pomocí stereomikroskopu a informací na stránkách Atlas českých lišejníků (<https://dalib.cz/>) a označeny jménem příslušného rodu a druhu a uloženy v plastových krabičkách na vhodném místě v laboratoři mikrobiologie na katedře botaniky PřF UPOL (obr. č. 9).



Obr. č. 9 Posbírané exempláře uloženy v plastových krabičkách, které jsou opatřeny popisem. Autor fotografie: Sára Klemešová

#### 4.3. Popis softwarů, které byly využity pro tvorbu didaktických materiálů

Didaktická prezentace pro studenty střední školy je tvořena v PowerPoint pro Microsoft 365 MSO. Online kvíz Kahoot jsem tvořila na webových stránkách create.kahoot.it, kde jsem se zaregistrovala a velice jednoduchým způsobem vytvořila online kvíz. Dále jsem pracovala při tvorbě laboratorního cvičení a her s Wordem (Microsoft 365). V pracovním listu jsem použila tuto webovou stránku na tvorbu křížovky: <https://krizovky.org/>.

## 5. Výsledky

### 5.1. Popis a charakteristika jednotlivých sesbíraných druhů lišejníků

Tato část je zaměřena na charakteristiku jednotlivých druhů lišejníků, které byly posbírány na uvedených lokalitách. V našem případě byly jednotlivé druhy seřazeny abecedně podle latinského názvu.

#### ***Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – vousatec hnědavý**

Tento druh vousatce je u nás v České republice nejběžnější, je často přichycen na stromech a vypadá jako jemné, křehké a tenké vlasy (obr. č. 10). Často ho najdeme v horách, kde je více srážek, na kamenech, skalách a větvích smrku, ale také ho potkáme na porostech hlohů, trnek nebo na modřínkách. Roste také na mechem porostlých kmenech listnatých stromů. Substrátově není příliš vyhraněný. Výskyt vousatce je po celé severní polokouli (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 10 *Bryoria fuscescens* (vousatec hnědavý), zdroj: Sára Klemešová

#### ***Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb. – buelie šedozelená**

Pro tuto buelii jsou charakteristické žlutavé, často prohloubené, ohraničené sorály, jejichž sorédie se na povrchu vybarvují zpravidla do šedomodré barvy (obr. č. 11). Mohou připomínat řadu jiných druhů. Produkuje norstiktovou kyselinu, která je ve stélkách jen v nízké koncentraci a je sotva rozpoznatelná chemickou reakcí. I tvorba

červených krystalů po přidání KOH k mikroskopickému preparátu nemusí vždy spolehlivě fungovat. Její výskyt je na borce kmenů převážně listnatých dřevin, ale najdeme ji i na jehličnanech a na mrtvém dřevě. V Evropě je široce rozšířena. V České republice má také hojný výskyt, od nížin až do hor (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 11 *Buellia griseovirens* (buelie šedozeleá), zdroj: Sára Klemešová

### ***Caloplaca* sp. – rod krásnice**

Stélka je laločnatá, dooranžova zbarvená. Laloky na obvodu jsou paprscité, vyklenuté a pokrývají substrát. Apothecia jsou asi 1 mm široká a terče jsou červenooranžové (obr. č. 12). Vyskytují se hlavně v horském stupni vápencových pohoří střední až jižní Evropy, na vápencových skalách směrem ke světlu. Najdeme je na větrné straně a na místech mírně obohacených živinami (na ptačích posedech atd.) (dalib.cz, 2022).





Obr. č. 12 *Caloplaca* sp. (rod krásnice), zdroj: Sára Klemešová

***Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng. – dutohlávka kuželovitá/jehlicovitá**

Druh patří vůbec k nejhojnějším zástupcům tohoto rodu v Evropě a druhým nejčastějším v České republice. Zpravidla roste na tlejícím dřevě, na bázích stromů a na kyselé půdě. Roste od nížin do hor na celém našem území. Rozeznáme ji od ostatních tak, že má hnědé plody s šídlovitými, jemně sorediózními podécií, která nejsou robustní. Nemají pohárky (obr. č. 13) (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 13 *Cladonia coniocraea* (dutohlávka kuželovitá/jehlicovitá), zdroj: Sára Klemešová

***Cladonia digitata* (L.) Hoffm. – dutohlávka prstovitá/prstítá**

Různě deformovaná podecia jsou žlutá nebo až naoranžovělá, stejně jako bazální na okraji moučnaté zelenošedé šupinky. Šupiny na rubu jsou bílé. Vrchol podecií není moc nálevkovitý, má prstovité výrůstky, které mají na vrcholu šarlatově červená apothecia či pyknidy. Je to červenoplodá dutohlávka (obr. č. 14 a obr. č. 15). Roste kolem kmenů na tlejícím dřevě. Objevíme ji také na humusu, kyselé půdě, na rašelinných půdách, na pařezech, na stinných balvanitých svazích a na skalách porostlých mechem. Rozlišení od podobných druhů vyžaduje velkou opatrnost. Na našem území patří k běžným lesním dutohlávkám hlavně ve středních a vyšších polohách (dalib.cz, 2022) (Antonín, 2006).



Obr. č. 14 *Cladonia digitata* (dutohlávka prstovitá/prstítá), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 15 *Cladonia digitata* (dutohlávka prstovitá/prstítá), zdroj: Sára Klemešová

***Cladonia pocillum* (Ach.) Grognot – dutohlávka mističkovitá**

Tato dutohlávka je charakteristická širokými pohárky, které mají na povrchu hrubé granule (obr. č. 16). Považuje se za vápnomilný druh. Má nápadně vyvinutou bazální stélku, kde šupiny tvoří kompaktní růžici. Vyskytuje se na půdě, skalách i mechorostech. Mezi její typická stanoviště patří řídké trávníky, vápencové skály a betonové zdi. Preferuje slunná místa. Také patří k dominantním druhům krasových oblastí. Je to kosmopolitní lišejník hojný v Evropě (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 16 *Cladonia pocillum* (dutohlávka mističkovitá), zdroj: Sára Klemešová

***Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. – dutohlávka pohárkatá/pohárovitá**

Podecia dutohlávky pohárkaté jsou zrnitá a šedozeleně až hnědě zbarvená. Má nápadné vrcholové pohárky s přisedlými nebo stopkatými apothecii (obr. č. 17 a obr. č. 18). Pohárky jsou s uzavírací neporušenou blankou, šedé až hnědavé, povrch hladký až hrudkovitě bradavičnatý. Stélkové šupiny má středně dlouhé, asi 2 až 6 mm dlouhé. Roste na kamenitých půdách (Antonín, 2006).



Obr. č. 17 *Cladonia pyxidata* (dutohlávka pohárkatá/pohárovitá), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 18 *Cladonia pyxidata* (dutohlávka pohárkatá/pohárovitá), zdroj: Sára Klemešová

### ***Cladonia ramulosa* (With.) J.R. Laundon – dutohlávka větvená**

Má drobné a dobře vyvinuté bazální šupiny. Podocia jsou nízká, nevětvená nebo řídce rozvětvená, šupinatá a se světle hnědými apothecii (obr. č. 20). Je to velmi variabilní hnědoplodá dutohlávka s vytrvalou stélkou, která se skládá z drobných, křehkých, za vlhka světle zelených šupinek. Nejčastěji je tvořena nepravidelnými zubatými pohárky, ale mohou být i bez pohárků (obr. č. 19). Jejich povrch je obnažený, případně je tvořen kůrou a granulkami. Starší jméno této dutohlávky bylo *Cladonia anomaea*. Obývá substráty s málo živinami, buď na zemi, na balvanech nebo i kolem bází kmenů. Má ráda písčité kyselé půdy, světlé borové lesy, vřesoviště a skalní výchozy. V Čechách se vyskytuje roztroušeně na přirozených stanovištích, spíše ve středních polohách (dalib.cz, 2022) (Antonín, 2006).



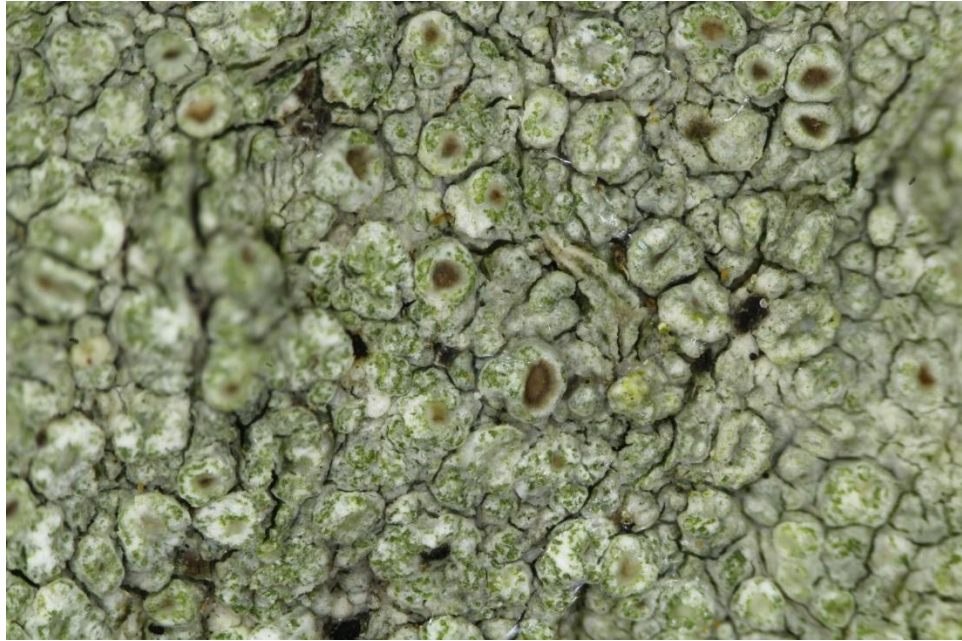
Obr. č. 19 *Cladonia ramulosa* (dutohlávka větvená), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 20 *Cladonia ramulosa* (dutohlávka větvená), zdroj: Sára Klemešová

***Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman – džbánovka drsná**

Je nápadná kvůli silné a hrubé stélce, dokonce bývá nazývána „hroší kůží“ (obr. č. 21). Ale i přes tento charakteristický vzhled je to celkem variabilní lišejník. Má osmisporická vřečka a je v ní obsažena lekanorová kyselina. Jedná se o hojný lišejník mírně bazických i kyselých silikátových a osluněných skal. Je u nás široce rozšířena od nížin až po hory (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 21 *Diploschistes scruposus* (džbánovka drsná), zdroj: Sára Klemešová

### ***Evernia mesomorpha* Nyl. – větvičník prostřední**

Podobá se jiným druhům, ale tento větvičník má protáhle jamkaté nepravidelně hranaté větve s válcovitými izidiemi (obr. č. 22 a obr. č. 23). Stélka je víceméně souměrná, šedozelená. U starších částí se kůra láme, na povrch pak vystupuje bílá dřev. Roste na větvích jehličnatých stromů v oblastech s vlivem kontinentálního klimatu, v oblastech s častými mlhami. Může ustupovat, pokud je v oblasti zjištěno znečištěné ovzduší (dalib.cz, 2022) (Antonín, 2006).



Obr. č. 22 *Evernia mesomorpha* (větvičnick střední), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 23 *Evernia mesomorpha* (větvičnick střední), zdroj: Sára Klemešová



### ***Hypotrachyna sp.* – rod terčovka**

Některé druhy byly popsány v Africe. Později zjistili, že se vyskytuje i v jiných oblastech s víceméně oceánickým klimatem. Některé druhy mohou mít puchýřkaté sorály se zrnitými sorediemi a delšími, černými, lesklými, málo větvenými nebo vůbec, rhiziny (obr. č. 24). Rhiziny vyrůstají i na okrajích laloků a vypadají jako krátké cilie. Roste většinou epifyticky, třeba na modřínkách (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 24 *Hypotrachyna sp.* (rod terčovka), zdroj: Sára Klemešová

### ***Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – terčovka bublinatá**

Stélku má nejčastěji lupenitou, k substrátu přitisklou nebo vystoupavou. Tvoří radiálně rostoucí růžice. Svrchu je stélka šedá až šedo zelená, v okrajích bělavě sorediózní (obr. č. 25 a obr. č. 26). Spodní strana je černá nebo hnědá, nafoukle dutá a svaštělá. Na spodní straně stélky jsou někdy i rhiziny. Na koncích laloků má charakteristické rtovité sorály, které se však nemusí vždy tvořit. Laloky jsou úzké, přitisklé k sobě a mohou se i překrývat. Plodnice má velké a terčovité. Morfologicky se jedná o velmi variabilní druh s množstvím popsaných forem. Je u nás nejrozšířenějším druhem a jeden z nejčastějších makrolišejníků vůbec. Roste v nížinách, na mechu, kůře, balvanech, pařezech a tlejícím dřevě. Má ráda lesní stromy v místech s vyšší vzdušnou vlhkostí a s malým pohybem vzduchu. Mnohdy obaluje celé větve a kmeny. Nevadí jí stín ani

lesní světlá stanoviště. Vyhýbá se pouze silně znečištěným či okyseleným místům (dalib.cz, 2022) (Balabán, 1960).



Obr. č. 25 *Hypogymnia physodes* (terčovka bublinatá), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 26 *Hypogymnia physodes* (terčovka bublinatá), zdroj: Sára Klemešová

### ***Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon – prášenka ryzí**

Je žlutý lišejník s leprózní stélkou (obr. č. 27). Nejčastěji se vyskytuje na starých stromech, preferuje duby, javory a také je v jedlových lesích. Upřednostňuje stinná místa chráněná před přímým spadem srážek. V Evropě se vyskytuje hojně (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 27 *Chrysothrix candelaris* (prášienka ryzí), zdroj: Sára Klemešová

### ***Lecanora/Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy – misnička zední**

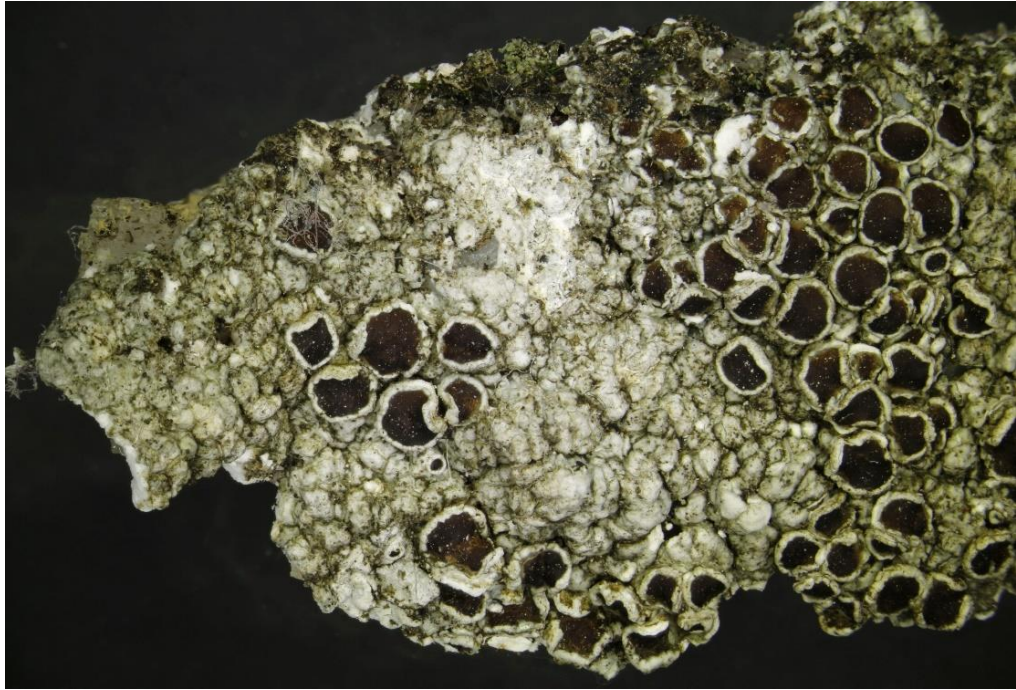
Stélka je korovitá, poměrně pravidelně růžicovitá a nazelenalá až šedožlutá (obr. č. 28). Je plochá, mnohotvárná, někdy ojíněná a má mnoho přisedlých hnědých apothecií ve střední části (jejich terč je bledě olivový až hnědavý). Její délka je v průměru přes 10 cm. Je to velice běžný druh sídlící na vápnitých substrátech. Roste na betonu, omítkách, náhrobních kamenech a střešních taškách. Objevuje se i na otevřených místech s přítomností živin, jako třeba vyvýšené skalky a balvany, kde kálí ptáci. Dokáže růst i na asfaltu či na jiných toxických antropogenních substrátech. Tato misnička je kosmopolitním druhem, hlavně v mírném pásu severní polokoule. Nápadně ojíněné a světlé formy na vápencích bývají označovány jako samostatný druh *P. versicolor* (dalib.cz, 2022) (Antonín, 2006).



Obr. č. 28 *Lecanora/Protoparmeliopsis muralis* (misnička zední), zdroj: Sára Klemešová

***Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach. – misnička korová**

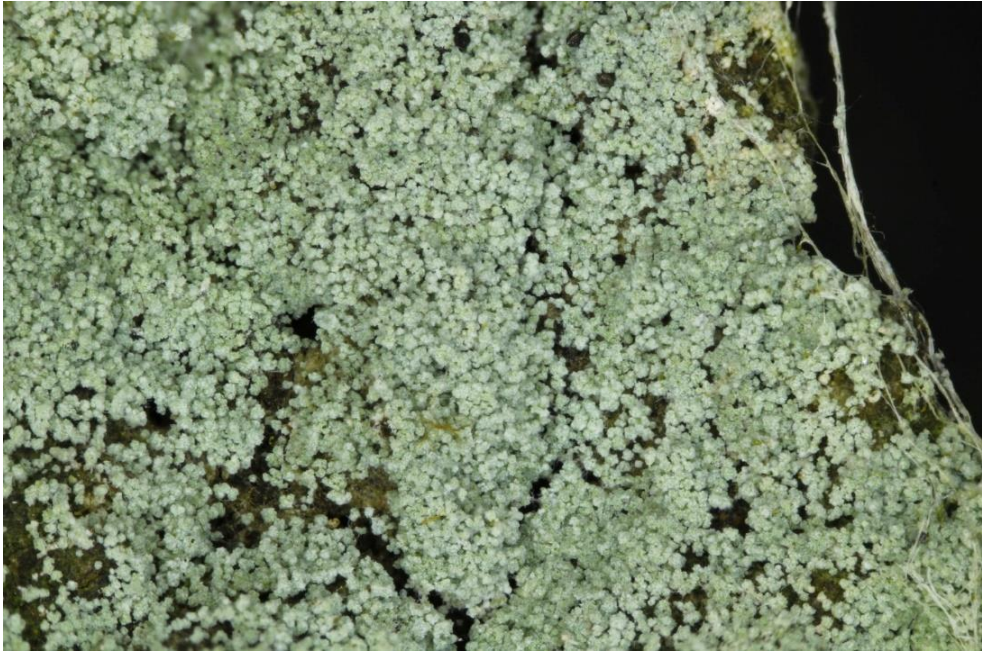
Její stélka je bílá až šedá a políčkovitá až zrnitě bradavkovitá. Má ponořená, přisedlá a tmavohnědá apothecia s výrazným okrajem (obr. č. 29). Je to velmi variabilní a široce rozšířený druh. Roste na křemitých horninách, na různých dřevinách a na tenkých větvičkách. V minulosti byl běžným především na jehličnatých stromech, ale kvůli kyselým dešťům se dnes častěji vyskytuje na listnatých. V ČR je jedním z nejhojnějších zástupců rodu (dalib.cz, 2022) (Antonín, 2006).



Obr. č. 29 *Lecanora pulicaris* (misnička korová), zdroj: Sára Klemešová

### ***Lepraria sp.* – rod prášenka**

Stélka je leprózní, tvoří práškovitý bledě zelený povlak na povrchu borky (obr. č. 30 a obr. č. 31). Představuje tzv. leprariové stadium lišejníku – čistě vegetativní formu, ve které není zformována kompaktní stélka. Jde zkrátka o souvislý povlak soredií, šíří se fragmentací, drolí se drobné částičky povlaku (možno vyzkoušet tak, že nasliníme prst a přejedeme s ním po povrchu a vidíme, co na prstu ulpí). Je to běžný lišejník, který vyhledává stinné báze kmenů a roste v různých typech lesa včetně smrkových monokultur. Bývá nalézán i na stinných silikátových skalách (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 30 *Lepraria sp.* (rod prášenka) zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 31 *Lepraria sp.* (rod prášenka), zdroj: Sára Klemešová

***Lobaria sp.* – rod důlkatec**

Stélka je korovitá se širokými laloky, hnědavě olivová, šedožlutá nebo bělavá (obr. č. 32). Často se sorály nebo izidiemi. Apothecia jsou velmi vzácná, s hnědým nebo červenohnědým terčem a okrajem tvořeným stélkou. Rostou jak na kůře stromů, tak na horninách (Antonín, 2006).



Obr. č. 32 *Lobaria sp.* (rod důlkatec), zdroj: Sára Klemešová

***Lobaria scrobiculata* (Scop.) Nyl. – důlkatec jamkatý/d'ubkatý**

Stélku má důlkatec jamkatý velkolupennou a laloky zaokrouhlené (obr. č. 33 a obr. č. 34). Je charakteristický žlutavou stélkou, která je výrazně jamkatá a za vlhka šedá až olivově šedá. Okraje má brázdité se sorály a apothecia se u něj vyskytují vzácně. Přebývá na kůře starých listnáčů, ale i na křemitých skalách v horách (Antonín, 2006).



Obr. č. 33 *Lobaria scrobiculata* (ďůlkatec jamkatý/ďubkatý), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 34 *Lobaria scrobiculata* (ďůlkatec jamkatý/ďubkatý), zdroj: Sára Klemešová



### ***Physcia* sp. – rod terčovník**

Stélka je většinou lupenitá nebo keříčkovitá, ale i korovitá. Má přisedlá, někdy i ponořená apothecia s výrazným okrajem. Vřečka mají nálevkovitý nebo kuželovitý vrchol. Obsahují obvykle tmavě hnědé výtrusy se ztloustlými stěnami (obr. č. 35). Fotobiontem jsou zelené řasy (Antonín, 2006).



Obr. č. 35 *Physcia* sp. (rod terčovník), zdroj: Sára Klemešová

### ***Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr. – terčovník šedý**

Je někdy nápadný namodralými kulovitými sorály ve středu stélky (obr. č. 36). Vyskytuje se na různých typech obohacených substrátů, na vápnitých horninách a na místech, kde kálí ptáci. Nalezneme ho i na antropogenních stanovištích, třeba na různých zídkách, střechách apod. Upřednostňuje slunná místa. Objevuje se i na bázích stromů nebo na prašných místech. U nás je běžným lišejníkem (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 36 *Physcia caesia* (terčovník šedý), zdroj: Sára Klemešová

***Physcia tenella* (Scop.) DC. – terčovník tenounký**

Tento druh má rtovité sorály. Vyskytuje se jako epifyt ve volné krajině i v lesích. Roste také na vápnatých skalních substrátech. Jedná se o nitrofilní druh, který toleruje prašnost a silnou eutrofizaci. Patří mezi nejhojnější lišejníky v ČR od nížin do horských poloh (dalib.cz, 2022). Fotku tohoto druhu lišejníku vidíme níže (obr. č. 37).



Obr. č. 37 *Physcia tenella* (terčovník tenounký), zdroj: Sára Klemešová

### ***Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf – terčovka otrubičnatá/otrubičitá**

Hojný epifytický lišejník našich lesů (obr. č. 38). Tato terčovka je charakteristická svrchu šedými a na spodní straně černými laloky, které u větších exemplářů pokrývají izidie. Vzácně tvoří sorály. Má ráda kyselou borku jehličnatých i listnatých dřevin. Najdeme ji na větvích v korunách stromů, i úplně mimo les (na opracovaném dřevě). Ve vyšších polohách bývá dominantním druhem. V některých státech se komerčně využívá pro kosmetické účely a další účely (tzv. tree moss“). Může obsahovat kyselinu olivetorovou (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 38 *Pseudevernia furfuracea* (terčovka otrubičnatá/otrubičitá), zdroj: Sára Klemešová

### ***Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai – puklěřka sosnová**

Tento lišejník má krásně žlutou lupenitou stélku se sytě žlutou dření a sorály (obr. č. 39 a obr. č. 40). U nás je hojnější v horách. Běžná v Alpách a Karpatech. Roste na kyselé borce listnatých i jehličnatých dřevin. Oblíbeným místem jsou dolní části kmenů a větví, které jsou v zimě zakryty sněhem. Vyskytuje se i na dřevě a skalách (dalib.cz, 2022).



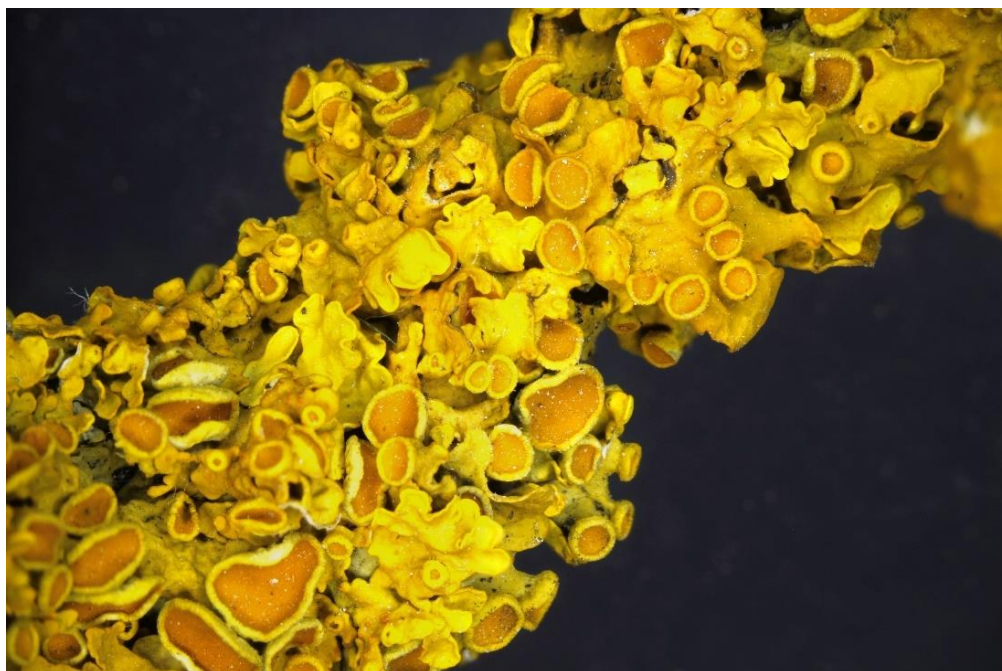
Obr. č. 39 *Vulpicida pinastri* (puklérka sosnová), zdroj: Sára Klemešová



Obr. č. 40 *Vulpicida pinastri* (puklérka sosnová), zdroj: Sára Klemešová

### *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. – terčník zední

Velmi nápadný žlutý až oranžovožlutý lišejník vytvářející radiální lupenité stélky s množstvím plodnic stejné nebo tmavší barvy (obr. č. 41). Na spodu je bělavý se světlými rhizinami. Stélka je vystoupavá nebo přitisklá k podkladu a na obou stranách opatřená kůrou. Až 10 cm rozsáhlý, lupeny od 1 do 5 mm, které spolu často splývají dohromady a zakrývají substrát. Konce lišejníku jsou tenké, zakulacené, vroubkované a bez lesku. Aktuálně je jeden z nejhojnějších v České republice a je rozšířen po celém světě. Nejčastěji je na kmenech a větvích listnatých stromů. Preferuje světlá stanoviště. Společně s terčovníky vytváří dominantu lišejníkových společenstev v zemědělské krajině, například na prašných místech (podél silnic) a v blízkosti lidských sídlišť. Vzácněji ho uvidíme na betonu, střešních taškách a na zaprášených kamenech (dalib.cz, 2022) (Balabán, 1960).



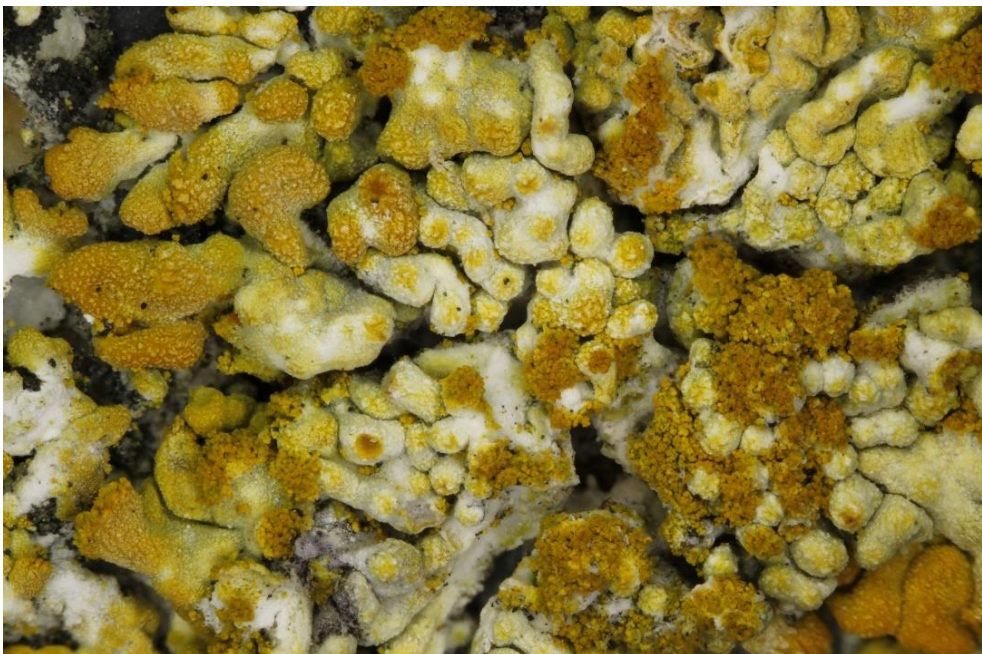
Obr. č. 41 *Xanthoria parietina* (terčník zední), zdroj: Sára Klemešová

***Xanthoria sorediata* (Vain.) Poelt ex Vězda – terčník pomoučený**

Má žlutý, lupenitý a charakteristický isidiózním (granulkovitým) povrch stélky, vidíme na fotkách (obr. č. 42 a obr. č. 43). Vyskytuje se na bazických skalách, vápnitých a slepencových skalách. V České republice není příliš častý (dalib.cz, 2022).



Obr. č. 42 *Xanthoria sorediata* (terčník pomoučený), zdroj: Sára Klemešová



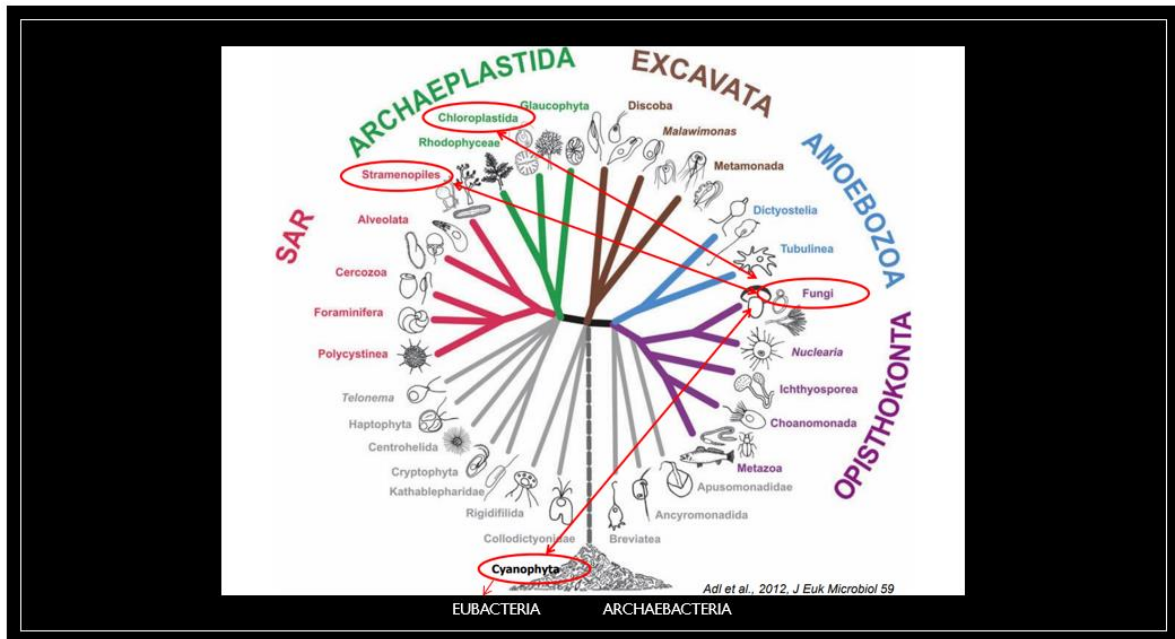
Obr. č. 43 *Xanthoria sorediata* (terčník pomoučený), zdroj: Sára Klemešová

## 5.2. Didaktické zpracování tématu

Pro didaktické zpracování tématu jsem pro studenty vytvořila powerpointovou prezentaci na téma „lišejníky“, dále opakovací online kvíz Kahoot, návrh laboratorního cvičení, pracovní list k danému tématu a hru Kartičky, vše určeno pro úroveň SŠ. Práce je také doplněna o návod na pohybovou hru pro mladší žáky, konkrétně pro 4. – 7. třídu. K této pohybové hře jsou přiloženy i fotografie přímo z děje hry. Podrobnější informace jsou popsány přímo u dané aktivity do výuky.

### DIDAKTICKÁ PREZENTACE DO VÝUKY

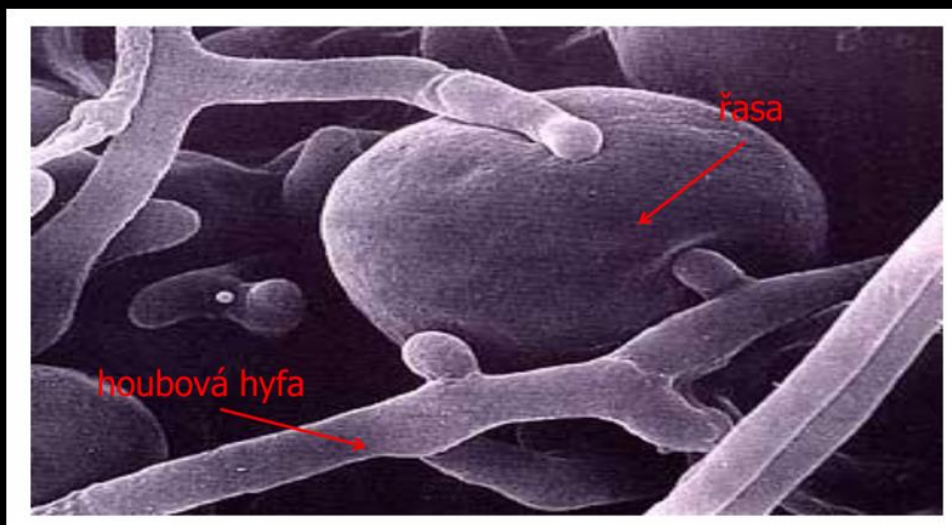




## OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA

- Tato skupina patří do systému hub
- Trvalá **symbióza** dvou organismů, které spolu úzce koexistují
- Probíhá tu vzájemně výhodné soužití a plodná spolupráce
- Účastní se toho **huba** (mykobiont) spolu s **řasou nebo sinicí** (fotobiont)
- Díky takovému soužití obývají místa, kde by samostatně ani jeden z organismů přežít nedokázal





## HOUBA

- Vřeckovýtrusé nejčastěji
- Vytváří základ stélky
- Určuje tvar
- Vlákny (hyfami) nasává vodu s minerálními živinami a dokáže ji udržet

## ŘASA ČI SINICE

- Fotosyntetizující složka
- Žije uvnitř houby (těsně pod povrchem)
- Poskytuje houbě organické látky (sacharidy)
- Většinou jednobuněčné a kulovité

# ŽIVOTNÍ NÁROKY

- Extrémní sucho
- Bez organických živin
- Pouště i tundra
- Úchyt na hladké skále

## JEJICH VLASTNOSTI

- Odolnost proti nízkým teplotám.
- Schopnost tvorby stélky s dlouhou životností.
- Rostou velmi pomalu (1 mm za rok).
- Reviviscence = schopnost rychle a reversibilně přecházet ze suchého do hydratovaného stavu.
- Schopnost produkce sekundárních metabolitů, z nichž většinu houba ani řasa nejsou schopné samostatně vyrábět (barevné pigmenty, lišejníkové sloučeniny).

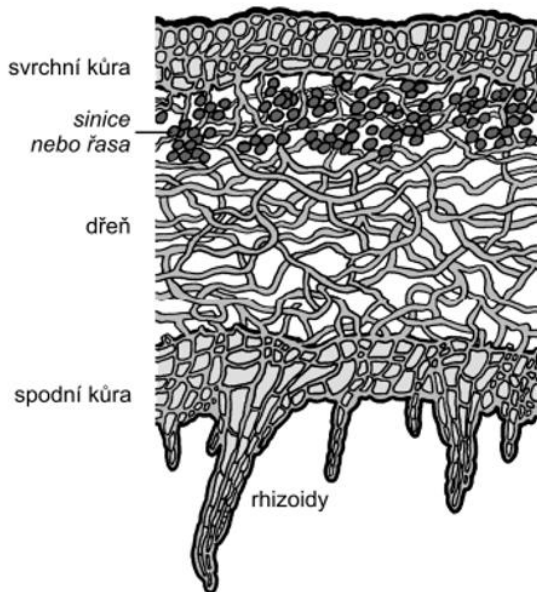
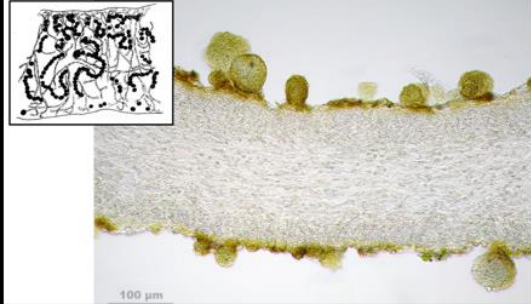


Heteromerická stélka

Zde nejsou vrstvy rozlišeny jak je tomu u heteromerické stélky.



Homeomerická stélka (*Collema* sp.)



## STAVBA

- Stélka rozrůzněna do vrstev
- **Korová vrstva** na povrchu
- Buňky hub, ochrana proti výparu a mechanická ochrana
- Vrstva s **rozptýlenými buňkami fotobionta**
- Rozvolněné hyfy hub tvoří **dřeňová vrstva**
- **Rhiziny** (vylučují leptající kyseliny) + **dýchací póry**

# ZÁKLADNÍ MORFOLOGICKÉ TYPY STÉLEK

## ① KOROVITÁ

- Celou plochou přirůstá, je těžko oddělitelná

## ② LUPENITÁ

- Přirůstá jen částí své plochy nebo se tvoří přichytná vlákna

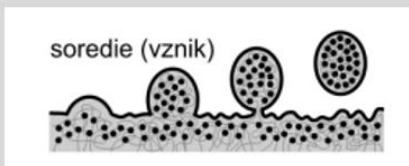
## ③ KEŘÍČKOVITÁ

- Větvená stélka, všechny vnitřní vrstvy uspořádány

## ROZMNOŽOVÁNÍ

### NEPOHLAVNÍ

- Konidie (nepohlavní spory) - v pyknidách (podobné peritheciím)
- Vegetativní rozmnožování - pomocí **soredií** (drobná klubka hyf s buňkami řas)
- Nebo **izidií** (drobné výrůstky stélky, odlamují se samy)

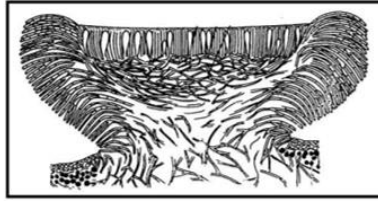


### POHLAVNÍ

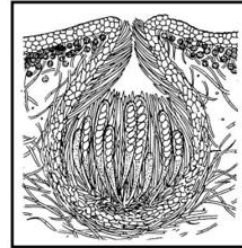
- Takto se pouze houba rozmnožuje
- Tvoří **plodnice** a **vřečka** s výtrusy (ten výtrus = askospora)
- Vyklíčené **mycelium** se musí setkat s příslušnou řasou (na uvolněné výtrusy se mohou nacytat i buňky řas a sinic z mateřské stélky)



# PLODNICE



APOTHECIUM - diskovitá plodnice



PERITHECIUM – lahvicovitá plodnice

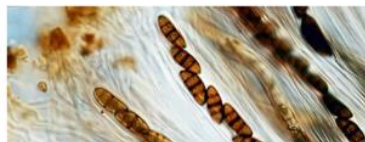
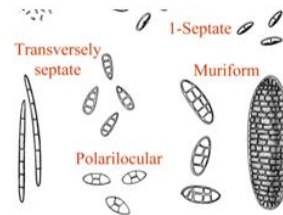
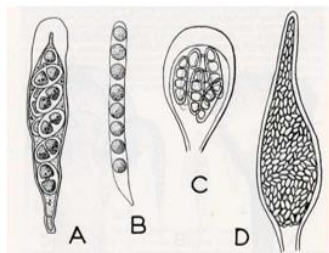
## APOTHECIUM



PERITHECIUM



VŘECKA  
A SPORY  
LIŠEJNÍKŮ



## EKOLOGICKÝ VÝZNAM

- První organismy, co osídlují nově vzniklé skály, lávové proudy a podobně
- Patří mezi **nejstarší organismy na Zemi**, pozůstatky již ze svrchního **devonu**
- Urychlují zvětvávání hornin
- Podílejí se na základech humusu
- Umožňují uchycení dalších organismů (mechů, dřevin)
- Většina je **velmi citlivá** na přítomnost  $\text{SO}_2$
- **Bioindikátory čistoty ovzduší**
- Citlivá je horská provazovka (*Usnea*) a odolná je misnička (*Lecanora*) s terčovníkem (*Xanthoria*)

## VÝZNAM PRO ČLOVĚKA



- V severských oblastech využívány jako palivo, izolace budov nebo krmivo a úkryt pro zvířata (sob, bezobratlí, ...)
- Zdroj léčiv (proti kašli)
- Dříve jako zdroj přírodních barviv
- ...

# ZÁSTUPCI

(9 ZÁKLADNÍCH)

ZDROJ: DALIB.CZ

## MAPOVNÍK ZEMĚPISNÝ

- Mozaika žluté stélky a černých neohraničených plodnic (apothecií)
- Obecně známý a hojně se vyskytující lišejník
- Patří k již z dálky viditelným dominantám skal a sutí
- V nížinách často porůstá i antropogenní substráty, jako jsou střešní tašky a zídky





## TERČNÍK ZEDNÍ

- Nápadný žlutý terčovník vytváří lupenité stélky s hojnými plodnicemi
- Jeden z nejhojnějších lišejníků v ČR
- Nejčastěji na kmenech a větvích listnatých stromů
- Preferuje světlá stanoviště od nížin do hor
- Podél silnic i na jiných prašných místech, na betonu

## MISNIČKA ZEDNÍ

- Primárně vápnité substráty
- Roste na betonu, omítkách, náhrobních kamenech, střešní taškách
- Hojně rozšířeným hlavně v mírném pásu severní polokoule, v ČR patří k běžným druhům



## TERČOVKA BUBLINATÁ

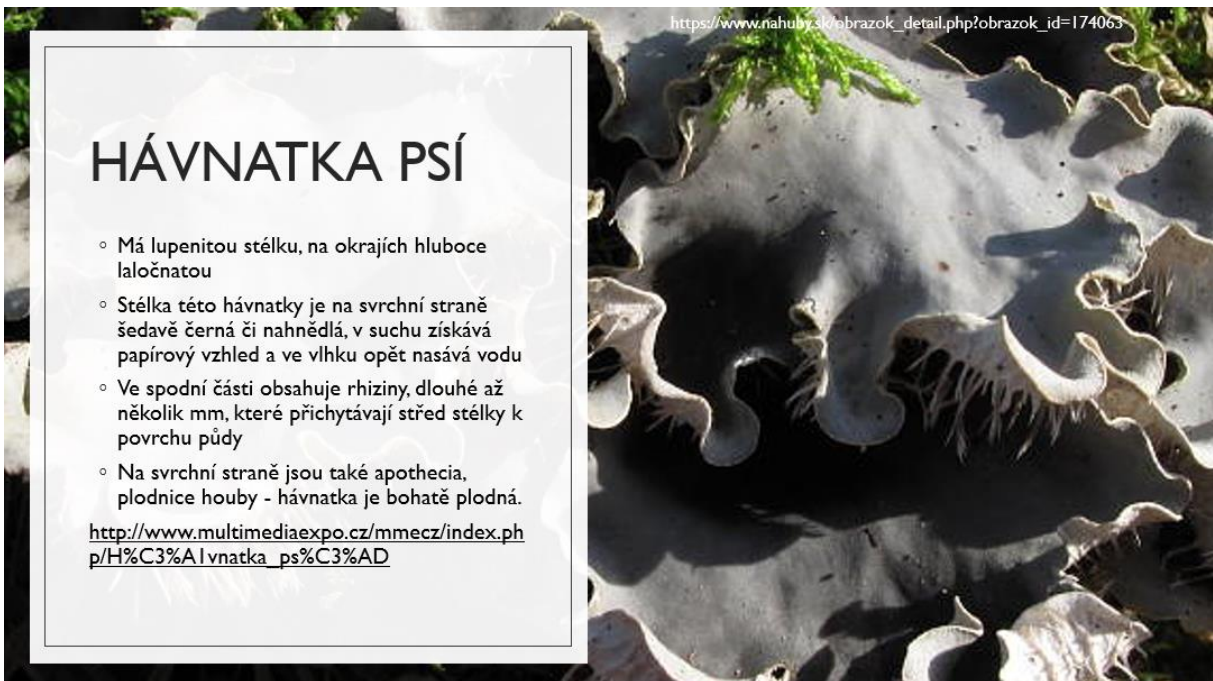
- Jedná se o nejhojnější makrolišejník na našem území
- Charakteristické jsou její rtovité sorály na koncích laloků, které se však nemusí vždy tvořit
- Vyhýbá se velmi silně znečištěným místům
- Běžně na kyselé borce listnatých a jehličnatých dřevin, na větvích



## DUTOHLÁVKA SOBÍ

- Slouží jako potrava sobům v době mimo vegetační sezóny
- V našich zeměpisných šířkách se objevuje kromě subalpínského bezlesí často také na sutích, vřesovištích, rašeliništích, písčinách, v některých typech borových a dubových lesů, v krátkostébelných trávnicích, na skalních výchozech

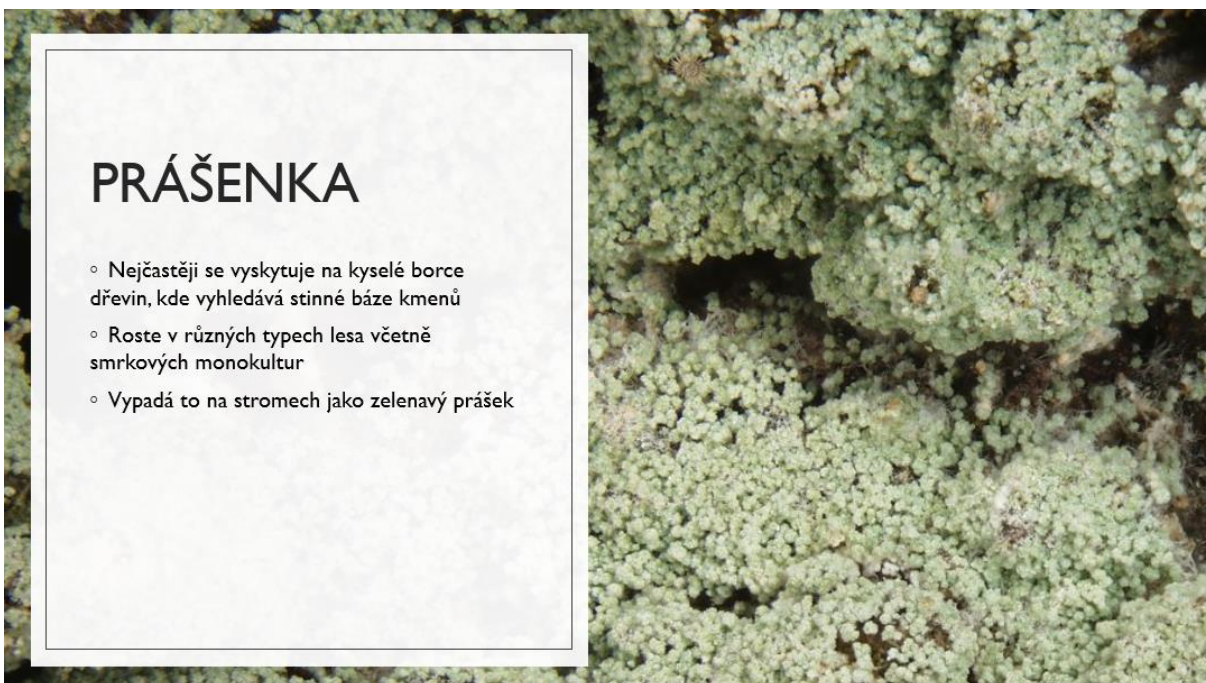






## PUKLĚŘKA SOSNOVÁ

- Charakteristická je žlutou, lupenitou stélkou se sytě žlutou dření a sorály
- V České republice se vyskytuje roztroušeně od pahorkatin do hor, kde je hojnější
- Preferuje především dolní části kmenů a větví, které jsou v zimě zakryty sněhovou pokrývkou



## PRÁŠENKA

- Nejčastěji se vyskytuje na kyselé borce dřevin, kde vyhledává stinné báze kmenů
- Roste v různých typech lesa včetně smrkových monokultur
- Vypadá to na stromech jako zelenavý prášek

## ZDROJE

<https://docplayer.cz/113101334-Lisejniky-prednaska-I-david-svoboda.html>

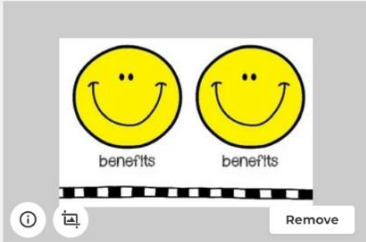
[https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/2bot\\_11\\_houby\\_lisejniky.pdf](https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/2bot_11_houby_lisejniky.pdf)

<https://dalib.cz/>



K prezentaci přikládám také KAHOOT online kvíz, který slouží k opakování učiva.

Vzájemně výhodné soužití dvou organismů je \_\_\_\_\_.



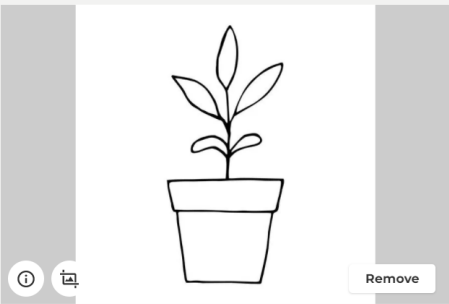
predace

komezalismus

symbióza (mutualismus)

parazitismus

Lišejník se skládá ze dvou organismů, jeden z nich je nějaká vyšší rostlina.



True

False

Co jsou hyfy? (odpověď piš s diakritikou a malé písmeno na začátku)

Find and insert media

or drop an image here to upload

houbová vlákna

Other accepted answers (2)

vlákna hub [Add more](#)

Dokáží lišejníky přežít i v kosmickém prostoru?



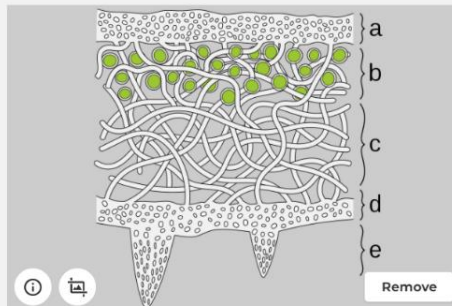
<input checked="" type="checkbox"/> True	<input type="checkbox"/> False
--	--------------------------------

Co označuje písmeno **c** ?



<input type="checkbox"/> rhiziny	<input type="checkbox"/> spodní kůru
<input type="checkbox"/> svrchní kůru	<input checked="" type="checkbox"/> dřevnou vrstvu


Vrstvu **b** tvoří rozptýlené buňky fotobionta?



<input checked="" type="checkbox"/> True	<input type="checkbox"/> False
--	--------------------------------



Který typ stélky přirůstá k povrchu celou svou plochou?



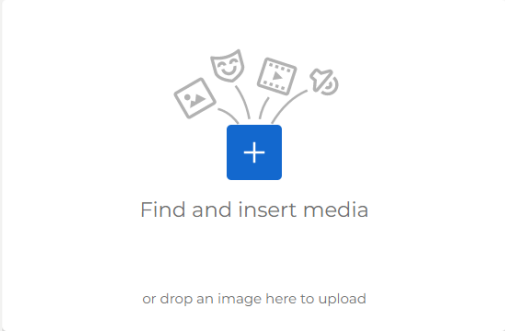
keříčkovitá stélka

lupenitá stélka

korovitá stélka

trubicovitá stélka

V nepohlavním rozmnožování hrají roli isidie a \_\_\_\_\_? (1.pád)




Find and insert media

or drop an image here to upload

soredie

[Add other accepted answers](#)

Uspořádej názvy lišejníků podle obrázku. Drž se pořadí čísel 1-4!



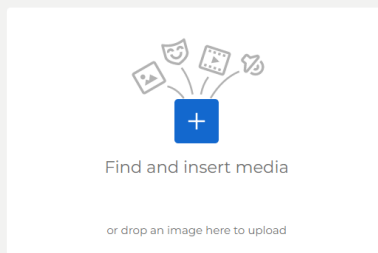
MAPOVNÍK ZEMĚPISNÝ

TERČNÍK ZEDNÍ

MISNIČKA ZEDNÍ

TERČOVKA BUBLINATÁ

Vyber nesprávné tvrzení o lišejnících.



▲ Jsou bioindikátory čistoty ovzduší.



◆ Některé jsou zdrojem léčiv (proti kašli).



● Urychlují zvětvávání hornin.



■ Nejsou citlivá na přítomnost oxidu siřičitého.



Některé lišejníky se ve východní Asii používají k přípravě pokrmů (hlavně salátů).



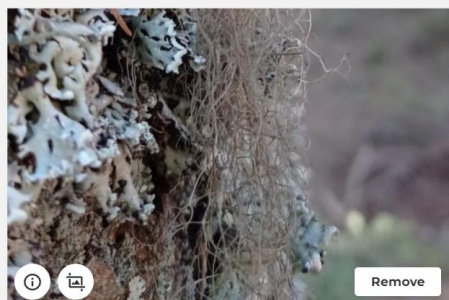
◆ True



▲ False



Lišejníky rostou rychle, až desítky cm za rok.



◆ True



▲ False



## LABORATORNÍ CVIČENÍ

# ŘEZ LIŠEJNÍKEM

### ÚVOD:

Puklérka sosnová je druhem rostoucím na kyselých bázích stromů, stinných kyselých skalách a na mrtvém dřevě. Preferuje především dolní části kmenů a větví, které jsou v zimě zakryty sněhovou pokrývkou. Také se objevuje na starých pařezech, dřevěných plotech, a i na vřesu například. Charakteristická je žlutou, lupenitou stélkou se sytě žlutou dření a lemem tvořícím sorály. Stélka je nezřetelně růžicovitá, tvořená malým počtem laloků, přiléhajícím k substrátu, okraj stélky vystoupavý. V České republice se vyskytuje roztroušeně od pahorkatin do hor, kde je hojnější.

Zdroj: dalib.cz



Lupenité lišejníky mají stélku rozloženou na ploše a na okraji je většinou laločnatá. K podkladu přirůstají buď v jednom místě, nebo na více místech, lze ji lehce oddělit od podkladu. Spodní strana lemovaná kůrou nese hojná přichytná vlákna – rhiziny.

Z anatomického hlediska rozlišujeme lišejníky na homeomerické stélky (obě složky ve stélce jsou rovnoměrně rozptýleny) a heteromerické stélky (řasy bývají lokalizovány převážně v řasové vrstvě). Lupenité lišejníky vytvářejí heteromerický typ stélky. Tento typ se rozlišuje do několika základních vrstev.

**KOROVÁ VRSTVA** – je tvořena buňkami hub, které vytvářejí pseudoparenchymatickou tkáň, bývá vždy na svrchní straně, ale někdy i na spodní straně. Mezi dření a spodní korovou vrstvou mohou být vzduchové bubliny, kůra nepřisedá ke dřeni, a proto na spodní straně korová vrstva může chybět. U lišejníků se stálým tloušťnutím stélky dochází k postupnému odumírání vnější korové vrstvy. Ve svrchní řasové vrstvě dochází k bohatému větvení houbových vláken. Řasy, které jsou na povrchu řasové vrstvy, tak odumírají, tudíž starší jedinci mají v korové vrstvě odumřelé buňky řas.

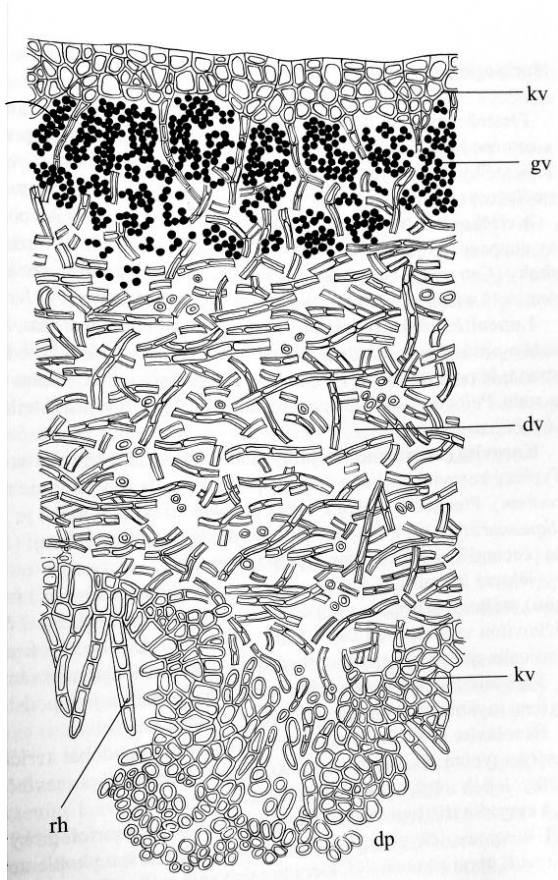
**ŘASOVÁ VRSTVA** – je složena z řas/sinic i hub, u většiny vytváří houby haustoria, která pouze místně narušují buněčné stěny řas. Haustoria, která vnikají do buněk řas, je často usmrcují. Řasová vrstva může být různě silná, u provazovek tvoří válce kolem dřevné vrstvy.

**DŘEŇOVÁ VRSTVA** – neboli medulla, jsou to vzájemně propletená dlouhá vlákna hub, mezi nimiž jsou dutiny. Část stélky bez řas na okrajích stélky se nazývá prothalus.

## RHIZINY

### + DÝCHACÍ PÓRY

(Teorie z Kalina & Váňa, 2005)



#### HETEROMERICKÁ STAVBA STÉLKY (*Lecanorales*)

Vysvětlivky: kv – korová vrstva, gv – řasová/gonidiová vrstva, dv – dřeňová vrstva, rh – rhizoid, dp – dýchací pór.

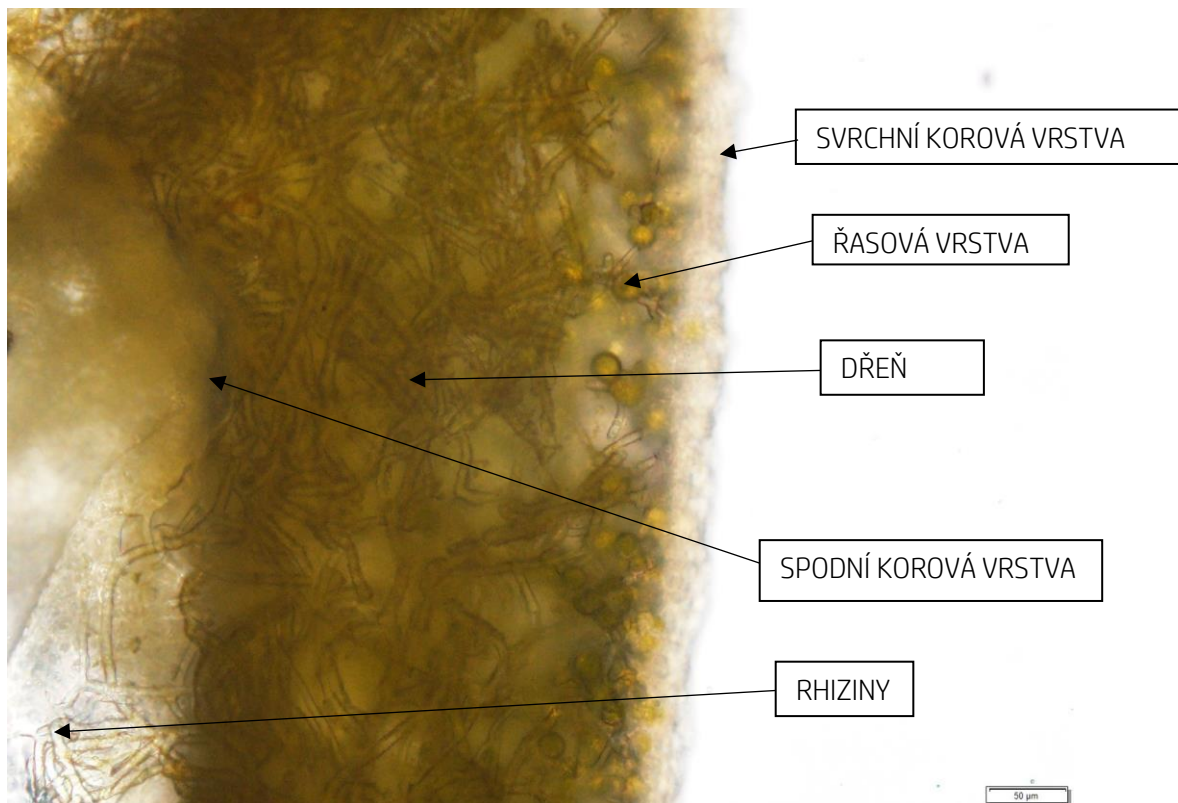
(Urban a Kalina, 1980).

**POMŮCKY:** žiletka, „bezová duše“, pipeta, preparační jehla, pinzeta, Petriho miska, buničina, podložka na krájení, podložní a krycí sklo, mikroskop

**MATERIÁL:** pučlérka sosnová (*Vulpicida pinastri*), (lze provést i s terčником nebo hávnatkou, pokud jsou zrovna k dispozici)

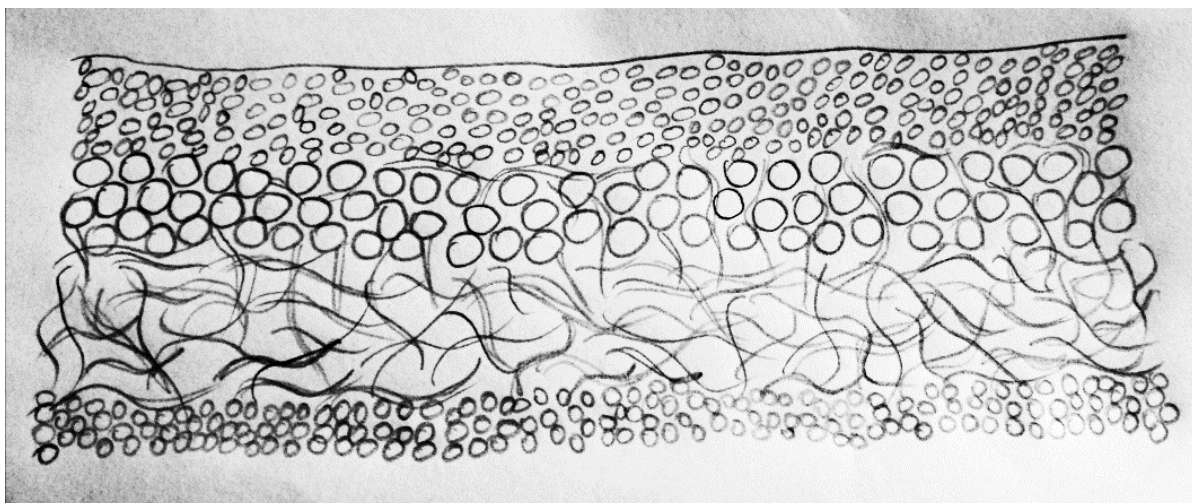
#### POSTUP:

1. Váleček bezové duše rozřízneme žiletkou podélně napůl a vložíme do něj příčně ukrojený lalok lišejníku.
2. Ostrou žiletkou provedeme na podložce několik tenkých řezů (je potřeba velkého soustředění a trpělivosti, aby byl řez prováděn rovně a opravdu tence).
3. Vytvoříme minimálně 20 řezů, které si položíme na Petriho misku, vybereme tři povedené řezy a přeneseme je do kapky vody na podložní sklo.
4. Přikryjeme to krycím sklíčkem, které pomalu spouštíme, až po přilnutí jedné strany, ať tam nejsou vzduchové bubliny a buničinou odsajeme přebytečnou vodu.
5. Vzniklý preparát pozorujeme pod zvětšením 100x, 200x a 400x.
6. Nejlépe viditelný řez schematicky nakreslíme minimálně přes půl strany, popíšeme a nezapomeneme napsat zvětšení, pod kterým objekt pozorujeme.



## ZÁVĚR:

Výsledkem tohoto laboratorního cvičení je nákres příčného řezu stélkou lupenitého lišejníku s řádným popisem. Schéma je nakresleno níže, ale studenti kreslí podle toho, co vidí v mikroskopu. Kreslí ostrou tužkou a na nákresu budou zřetelně vidět základní vrstvy. Student zhodnotí, zda se mu práce podařila či ne, jaké faktory vedly ke zdaru/nezdaru, co se dozvěděl nového.



Příkladné schéma pro učitele.

Materiál pro studenty:

LABORATORNÍ CVIČENÍ

## ŘEZ LIŠEJNÍKEM

---

ÚVOD:

Napiš si 3 zajímavosti o pozorovaném lišejníku.

1. název
2. popis
3. výskyt

Charakterizuj lupenité lišejníky.

Popiš rozdíl mezi homeomerickou a heteromerickou stavbou lišejníku.

---

Popiš stručně korovou, řasovou a dřevnou část stélky lišejníku.

---

POMŮCKY:

MATERIÁL:

POSTUP:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

NÁKRES:

Vypiš všechny vrstvy, které vidíš v mikroskopu.

ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ:

## Hra – KARTIČKY

Cílem je, aby si žák procvičil rozpoznání zástupců lišejníků v přírodě a dokázal je alespoň částečně charakterizovat a blíže popsat. Lepší zapamatování poskytnou živé vzorky z přírody, které můžeme k didaktické hře donést.

**Potřeby:** nastříhané kartičky, mohou být i živé vzorky lišejníků







**Postup hry:** Žáci dostanou sadu hracích kartiček (do dvojic je to lepší). Na lavici nejprve vedle sebe seřadí kartičky s otázkami – ***Jak se jmenuje? Fotografie a Čím je zajímavý/charakteristický?*** Poté vybírají z hracích kartiček odpovídající trojice a ty řadí pod kartičky s otázkami. Popřípadě učitel nechá kolovat i vzorky lišejníků.


**Možné úpravy hry:** Možnou úpravou je využití internetu na mobilu během hry, kdy si žáci mohou zjistit informace o druzích a zhlédnout jejich fotografie.

Počet zástupců lze měnit podle položek, které jsou k dispozici, které vzorky v přírodě posbíráme, podle didaktických záměrů, časových možností.

Zdroje: Wikipedie, Dalib.cz



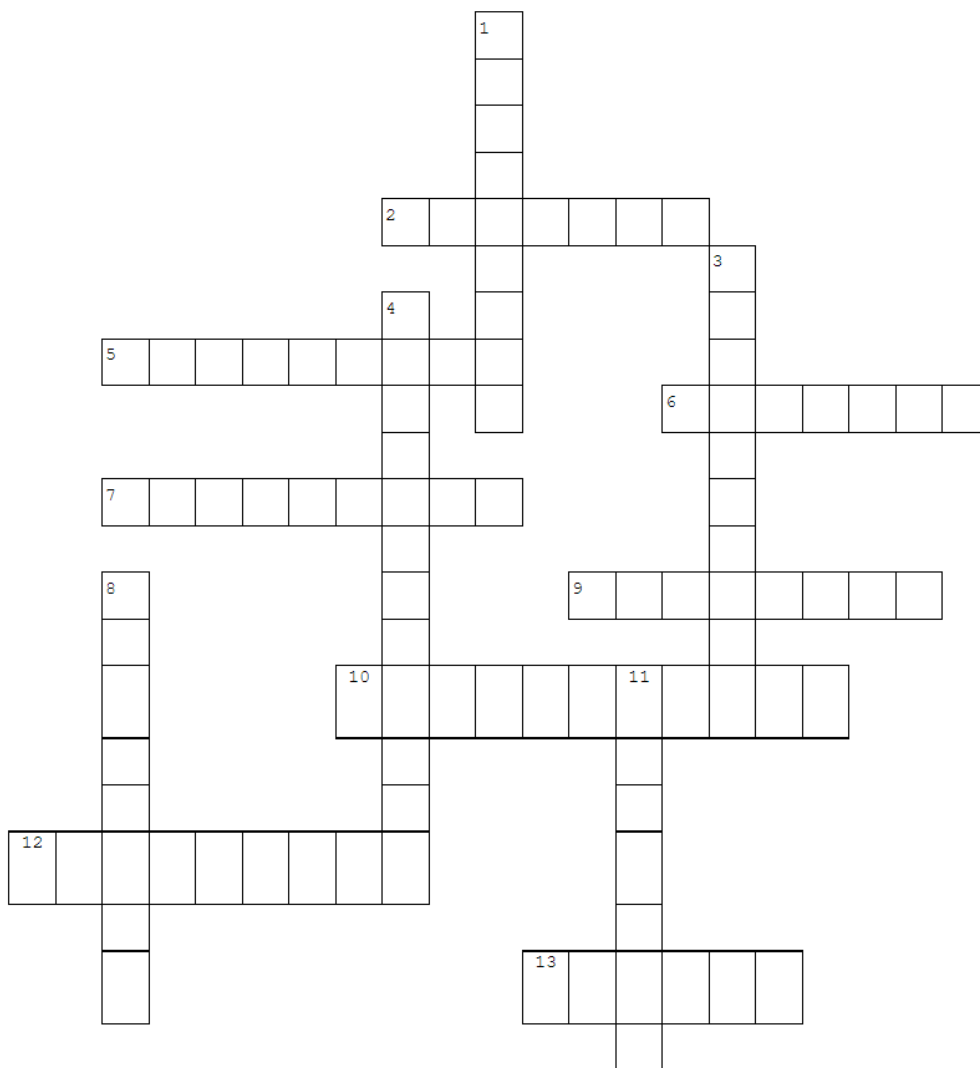
Jak se jmenuje?	Fotografie	Charakteristika či zajímavost
terčovka bublinatá ( <i>Hypogymnia physodes</i> )		Nejhojnější lišejník. Vyhybá se pouze silně znečištěným a okyseleným místům. Je schopný růst na velmi široké škále stanovišť. Charakteristické jsou její rtovité sorally na koncích laloků, které se však nemusí vždy tvořit.
větvičník ( <i>Evernia sp.</i> )		Stélky těchto lišejníků obalují kmeny a větve ovocných stromů a jejich porosty poskytují úkryt škodlivému hmyzu. Vytváří kulovité keříčky. Stélky určitého druhu jsou jedlé. Je možné je přidávat do chlebové mouky. V Turecku se užívá jako přísada do žele.
mapovník zeměpisný ( <i>Rhizocarpon geographicum</i> )		Korovitá stélka žlutozelené barvy, která je ohraničena černým pásem vyrůstů. Velmi často se tento druh používá v klimatologii k určování stáří některých usazenin, například ledovcových morén. Tento postup se nazývá lichenometrie. Je založen na předpokladu, že největší lišejník na daném místě je nejstarší. Proto podle jeho plochy a ročního přírůstku můžeme spočítat přibližné stáří usazeniny.
terčovník zední ( <i>Xanthoria parietina</i> )		Má kosmopolitní rozšíření, vzácnější je ve vyšších polohách. Roste jak epifytický (na větvích stromů), tak epilický (na kamenech). Pokud roste na kamenném či betonovém substrátu, jde o místo s vysokým obsahem alkálií a dusíku. Žlutavá až oranžová lupenitá stélka.
prášenka ( <i>Lepraria sp.</i> )		Prášenky mohou růst na pestré škále substrátů, ale obecně preferují před deštěm chráněná a zároveň vlhčí mikrostanioviště se substráty s vyšším pH. Hojněji je v oblastech s vysokým vepenců. Stélka je pouze povlak srovnatelný s spletenými miniaturními klubičky hyf hub a buněk řas.
důlkatec ( <i>Lobaria sp.</i> )		Velký epifytický lišejník. Nejčastěji jej najdeme na bucích. Rod je běžně známý jako "plicní mech", protože jejich fyzický tvar poněkud připomíná plíce a jejich ekologická nika je podobná jako u mechu. Lobaria jsou neobvyklé v tom, že mají trídílnou symbiózu, obsahující houbu a řasu (jako ostatní lišejníky), ale také sinici, která fixuje dusík.

<p>vousatec hnědavý (<i>Bryoria fuscescens</i>)</p>		<p>Známy druh. Nejčastěji se s ním potkáme v horách, především na kmenech a větvích smrků. Keříčkovitá stélka, vypadá jako vlasy.</p>
<p>dutohlávka prstovitá (<i>Cladonia digitata</i>)</p>		<p>Rod je primárním zdrojem potravy pro soby. Z některých druhů jsou extrahována antibiotika. Objevuje se na tlátcím dřevě, někdy i na rašelině. Lupenitá stélka vyvolává podetel. Často ji lze objevit jen ve formě lupenité stélky bez podetel.</p>
<p>misnička zední (<i>Lecanora muralis</i>)</p>		<p>Roste na betonu, omítkách, náhrobních kamenech, střešní taškách apod. Roste dokonce i na asfaltu či jiných toxických antropogenních substrátech. Hojně rozšířena hlavně v mírném pásu severní polokoule. V ČR patří k běžným druhům.</p>
<p>hávnatka psí (<i>Peltigera canina</i>)</p>		<p>Má lupenitou stélku, na okrajích hluboce laločnatou. Stélka je na svrchní straně šedavě černá či nahnědlá, v suchu získává papírový vzhled a ve vlhku opět nasává vodu. Na svrchní straně jsou také apothecia. Je rozšířena od nížin až do hor, v lesích i mimo les. Upřednostňuje spíše vlhké a méně úživné půdy, často spolu s mechy.</p>

# PRACOVNÍ LIST LIŠEJNÍKY

## KŘÍŽOVKA

① Doplň do křížovky pojmy podle očíslovaných vět, buď vodorovně nebo svisle.



### Vodorovně

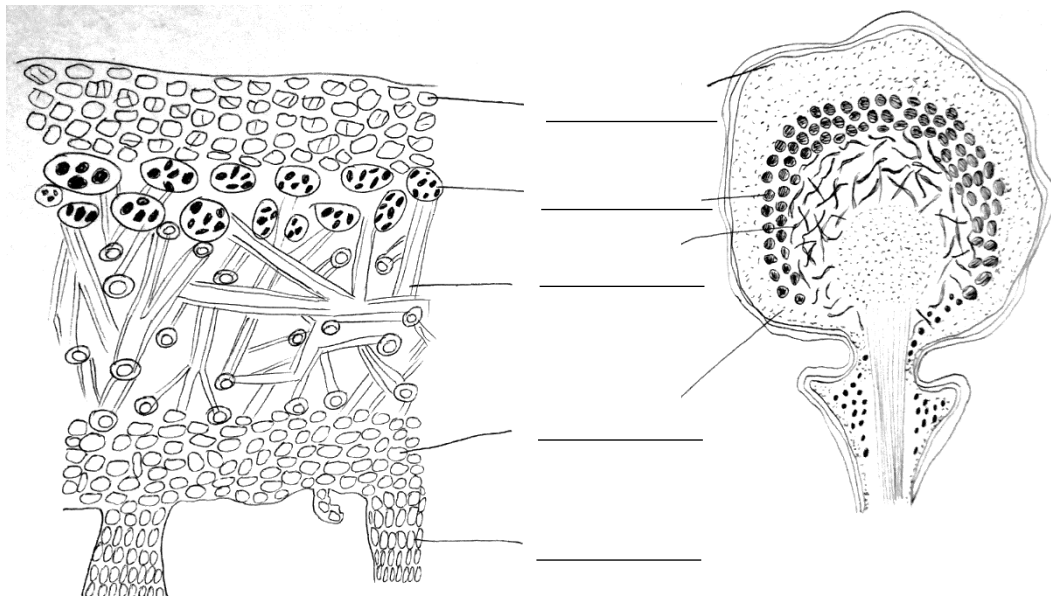
2. Přichytná vlákna
5. Složka lišejníku tvořena řasou nebo sinicí = \_\_\_\_
6. Většina lišejníků je \_\_\_\_\_ na přítomnost SO<sub>2</sub>
7. Houbová složka lišejníkové stélky = \_\_\_\_
9. Stélka lišejníků zcela přitisklá k podkladu
10. O lišejnících se mluví jako o průkopnících života, tedy jako o \_\_\_\_\_ organismech
12. Vydutý typ plodniček, typický pro dutohlávky
13. Organismus, co roste na žijící rostlině, ale žíví se sám

### Svisle

1. Hojný lišejník terčovka \_\_\_\_\_
3. Lišejníky jsou vynikající \_\_\_\_\_ kvality ovzduší
4. Druh stélky, kde nejsou rozlišeny vrstvy
8. Oboustranně výhodný vztah houby a řasy či sinice
11. Klubkovité útvary na S, co slouží k nepohl. rozmnož

## POPIŠ ŘEZ LIŠEJNÍKEM

- ② Tvým úkolem je popsat obrázek, doplň 5 pojmů. Piš na připravenou linku.



(Vlastní nákres)

## PŘIŘAĎ K SOBĚ

- ③ Spoj pojmy z prvního a druhého sloupce, které k sobě logicky patří.

NOSIČE PLODNIČEK  
 PASTVA SOBŮ  
 PŘÍCHYTNÉ ORGÁNY  
 STÉLKA  
 ŘASA  
 ASKOSPORY KLÍČÍ V  
 PERITHECIA  
 KONIDIE  
 SOREDIE A ISIDIE

V PYKNIDÁCH  
*CLADONIA RANGIFERINA*  
 VEGETATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ  
 MYCELIUM  
 THALLUS  
 PODECIA  
 DODAVATEL SACHARIDŮ  
 KULOVITÝ UZAVŘENÝ ÚTVAR  
 RHIZINY

## ANO ČI NE? NESPRÁVNÁ TVRZENÍ OPRAV

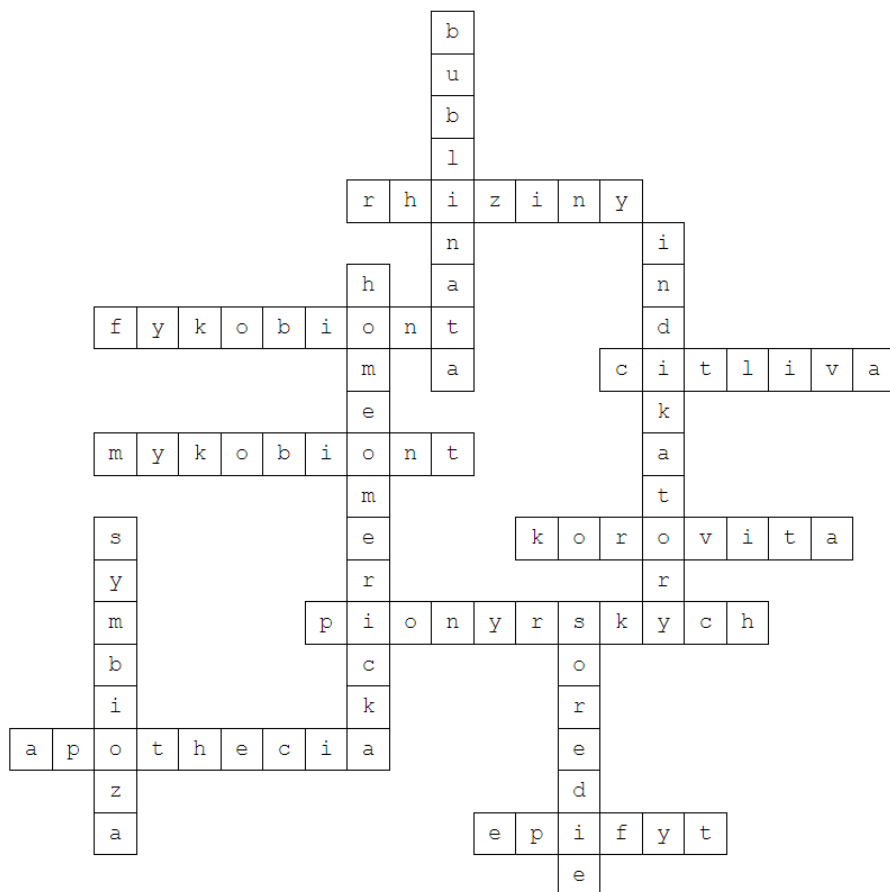
④ Rozhodni o větách, jestli je pravdivá nebo nikoliv a zakroužkuj ANO nebo NE. Pokud je ve větě chyba, oprav chybné/chybná slovo/slova na vyznačenou linku.

- 1) O lišejnících je známo, že jsou indikátory čistoty vody. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 2) Lišejníky vymizely ve městech a v místech se zvýšenou koncentrací oxidu siřičitého. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 3) Některé druhy lišejníků mohou žít i pod vodou a v extrémně suchých oblastech pouští. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 4) U lišejníků rozeznáváme 3 hlavní typy stélek: lupenitou, větevnatou a hladkou. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 5) Z puklčky islandské se vyrábějí pastilky proti kašli. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 6) Dutohlávka sobí je v severské tundře důležitou složkou potravy sobů a někdy i skotu. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 7) Plodnice u lišejníků slouží k pohlavnímu rozmnožování řasové složky. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 8) Houbovou složku tvoří nejčastěji zástupci stopkovýtrusých hub. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 9) Řasa dodává vodu a v ní rozpuštěné minerální látky a chrání lišejník před světlem. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 10) K pohlavnímu rozmnožování dochází zřídka. Účastní se její houba i řasa. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 11) Askospory za příznivých podmínek vyklíčí v podhoubí (=mycelium) ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 12) Lišejníky mají plodničky dvojího typu, uzavřená miskovitá apothecia a otevřená perithecia. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 13) Teploty v rozmezí – 20 °C až + 70 °C snášejí všechny druhy lišejníků, jejichž stélka může vyschnout. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 14) K tomu, aby mohly opět „ožít“ z vyschlého stavu a začít s fotosyntézou, lišejníkům stačí vyšší vzdušná vlhkost nebo dokonce i ranní rosa. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>
- 15) Vysokohorské lišejníky mohou asimilovat i pod bodem mrazu. ANO – NE  
\_\_\_\_\_>

# ŘEŠENÍ

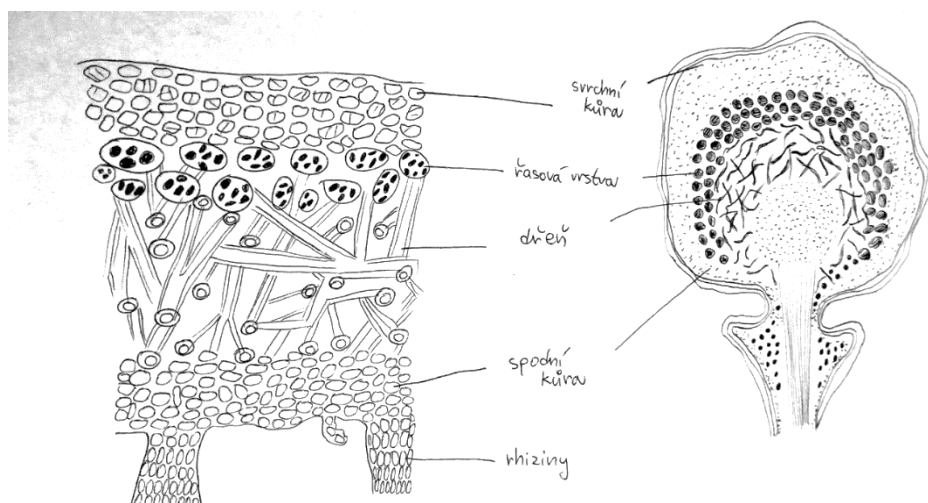
## KŘÍŽOVKA

① Doplň do křížovky chybějící pojmy z vět buď vodorovně nebo svisle podle čísel.



## POPIŠ ŘEZ LIŠEJNÍKEM

② Tvým úkolem je popsat obrázek, doplň 5 pojmu. Piš na připravenou linku.



## PŘIŘAĎ K SOBĚ

③ Spoj pojmy z prvního a druhého sloupce, které k sobě logicky patří.

1 NOSIČE PLODNIČEK  
2 PASTVA SOBŮ  
3 PŘÍCHYTNÉ ORGÁNY  
4 STÉLKA  
5 ŘASA  
6 ASKOSPORY KLÍČÍ V  
7 PERITHECIA  
8 KONIDIE  
9 SOREDIE A ISIDIE

V PYKNIDÁCH8  
*CLADONIA RANGIFERINA*2  
VEGETATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ9  
MYCELIUM6  
THALLUS4  
PODECIA1  
DODAVATEL SACHARIDŮ5  
KULOVITÝ UZAVŘENÝ ÚTVAR7  
RHIZINY3

## ANO ČI NE? NESPRÁVNÁ TVRZENÍ OPRAV

④ Rozhodni o větách, jestli je pravdivá nebo nikoliv. Pokud je ve větě chyba, oprav chybné/chybná slovo/slova na vyznačenou linku.

- 1) O lišejnících je známo, že jsou indikátory čistoty ~~vody~~. ANO – NE

---

- 2) Lišejníky vymizely ve městech a v místech se zvýšenou koncentrací oxidu siřičitého. ANO  – NE

---

- 3) Některé druhy lišejníků mohou žít i pod vodou a v extrémně suchých oblastech pouští. ANO  – NE

---

- 4) U lišejníků rozeznáváme 3 hlavní typy stélek: lupenitou, ~~větvnatou a hladkou~~. ANO – NE

---

- 5) Z pukléřky islandské se vyrábějí pastilky proti kašli. ANO  – NE

---

- 6) Dutohlávka sobí je v severské tundře důležitou složkou potravy sobů a někdy i skotu. ANO  – NE

---

- 7) Plodnice u lišejníků slouží k pohlavnímu rozmnožování ~~řasové~~ složky. ANO – NE

---

- 8) Houbovou složku tvoří nejčastěji zástupci ~~stopkovýtusých hub~~. ANO – NE

---

- 9) ~~Řasa~~ dodává vodu a v ní rozpuštěné minerální látky a chrání před světlem. ANO – NE

---

- 10) K pohlavnímu rozmnožování dochází zřídka. Účastní se jej ~~houba i řasa~~. ANO – NE

---

- 11) Askospory za příznivých podmínek vyklíčí v podhoubí (=mycelium). ANO  – NE

---

- 12) Lišejníky mají plodničky dvojího typu, ~~uzavřená~~ miskovitá apothecia a ~~otevřená~~ perithecia. ANO – NE

---

- 13) Teploty v rozmezí – 20 °C až + 70 °C snášejí všechny druhy lišejníků, jejichž stélka může vyschnout. ANO  – NE

---

- 14) K tomu, aby mohly opět „ožít“ z vyschlého stavu a začít s fotosyntézou, jim stačí vyšší vzdušná vlhkost nebo dokonce i ranní rosa. ANO  – NE

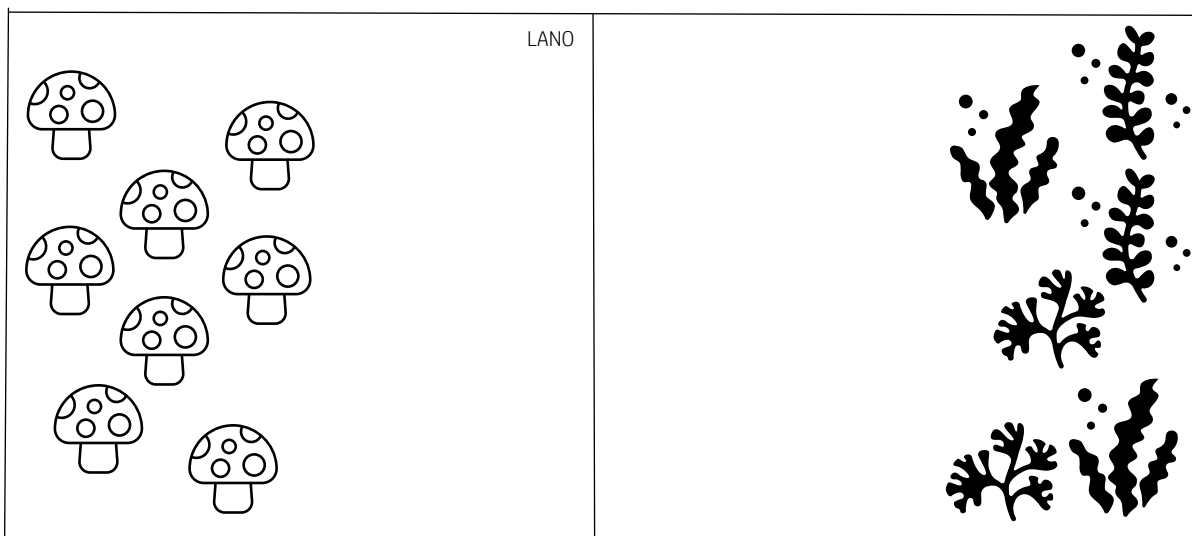
---

- 15) Vysokohorské lišejníky mohou asimilovat i pod bodem mrazu. ANO  – NE

---



## POHYBOVÁ VENKOVNÍ HRA PRO MLADŠÍ DĚTI (4.-7. třída)



Graficky vyobrazené houby a řasy výše představují dvě skupinky dětí ve vyhrazeném hracím poli. Hra začíná rozdělením na 2 skupiny. Na začátku hry každý dostane 2 své žetony.

Z určité houby (houby mají přidělené číslo a rozhodčí řekne dvě čísla, která budou chytat, řasy neví, které osoby chytají) si vyberou oběti, nějaké řasy, všichni běží dopředu proti sobě a vždy řasu obejmou kolem ramen a začnou se s ní následně kolébat ze strany na stranu. Hru lze i upravit, že bude chytat více dětí než jen dvě.

Při kolébání říkají básničku: **JÁ JSEM HOUBA, TY ZAS ŘASA,**

**UDĚLEJ NA MĚ GRIMASA** (tehdy udělá řasa grimas, a pokud se houba rozesměje pouští řasu na svobodu a dostane žeton navíc, protože se mu nepovedlo se nasmát a řase se zase žeton sebere)

...  
**NEUSMÍVÁM SE ANI MALIČKO, CHYBÍ MI SLUNÍČKO,**

**BUDEŠ MŮJ SPOLEČNÍK, A JSME LIŠEJNÍK** (žeton uber houbě, jestliže se nasměje, a

řase žeton přidej)

Cílem je zbavit se žetonů, tehdy máme vítěze. Pak může být nová hra – výměna stran.

Důležité pravidlo! – děti běží jen dopředu necouvají/nevrací se.

ŽETON PRO ŘASY



ŽETON PRO HOUBY



Žetony výše je potřeba vytisknout v potřebném množství a zalaminovat. Básnička se vytiskne, aby byla dětem na očích, než si ji celou zapamatují.

JÁ JSEM HOUBA, TY ZAS ŘASA,  
UDĚLEJ NA MĚ  
GRIMASA



...

NEUSMÍVÁM SE ANI MALIČKO,  
CHYBÍ MI SLUNÍČKO,  
BUDEŠ MŮJ SPOLEČNÍK, A  
JSME LIŠEJNÍK

FOTOGRAFIE PŘÍMO Z DĚJE HRY (obr. č. 44–54)

V březnu tohoto roku jsem měla možnost pohybovou hru vyzkoušet na potáborové víkendovce v Jeseníkách, kde jsem byla v roli vedoucího. Byl krásný a slunečný výhled na Praděd a hned vedle naší chaty velký prostor pro tuto venkovní hru. Mezi dětmi měla hra úspěch, vydařila se a byla naplněna smíchem. Jediným problémem bylo, že hry se účastnily převážně děti starší, než je doporučeno, a tudíž po určité době nebyla hra tolik zábavná. Na závěr hry jsem donesla ukázkou lišejníku a z toho byli všichni nadšení.



Obr. č. 44 – Vysvětlení pravidel hry. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 45 – Vysvětlení pravidel hry. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 46 – Skupinka hub jde na lov proti skupince řas. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 47 – Skupinka hub jde opět na lov proti skupince řas. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 48 – Chytaly vždy 2 děti a básničku dostal každý napsanou, než si ji zapamatovaly.  
Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 49 – Grimas bylo spoustu. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 50 – Grimas bylo spoustu. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 51 – Hry se účastnili i věkově starší. Autor fotografie: Sára Klemešová





Obr. č. 52 – Hodně jsme se nasmáli. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 53 – Hodně jsme se nasmáli. Autor fotografie: Sára Klemešová



Obr. č. 54 – Hra se vydařila. Autor fotografie: Sára Klemešová

## 6. Diskuse

V současném světě se staly hlubším problémem než kdykoliv jindy mezigenerační rozdíly a s nimi související odlišné pohledy na přístup k životu mezi mladou generací a generacemi staršími. Jednou z oblastí, v níž se tyto rozdíly výrazně odrážejí, je právě vzdělávání. Nelze si nepovšimnout, že učitelé mají výhrady k přístupu dnešních studentů k učení, ke způsobům jejich práce a k jejich aktivitě ve výuce. Je však nutné si uvědomit dobové souvislosti. Dnešní mladá generace vyrůstá v nové realitě charakteristické rychle se vyvíjejícími informačními a komunikačními technologiemi, což zásadně mění jejich způsob zpracovávání informací, udržování pozornosti, přístupu k učení a zapojování do výuky. Technologie od vzdělávání již nelze oddělit, a ze strany učitelů je proto nezbytné hledat nové přístupy k předávání znalostí, dovedností i zkušeností, vhodné pro nový charakter dnešního světa. Digitální technologie a sociální média se stávají nedílnou součástí vzdělávání. Studentům slouží při vyhledávání informací, při učení i zájmových činnostech, obracejí se k nim pro inspiraci i hledání nápadů, jsou komunikačním kanálem při kontaktu s rozsáhlými společenskými sítěmi, pomáhají formulovat odpovědi a hledat řešení zadaných úkolů, jsou využívány i v situacích vyžadujících aktivní přemýšlení a kritické hodnocení. Výzvou pro pedagogy je v tomto smyslu schopnost udržet aktivní pozornost studentů při výuce (Sieglová, 2019).

Také se čím dál více zkracuje doba schopnosti udržet pozornost. Odborníci zaměřeni na marketingový průzkum uvádějí, že průměrná doba nepřerušeno soustředění se u současné mladé generace snížila ze 12 vteřin naměřených v roce 2000 na 8 vteřin zaznamenaných v roce 2016. Dalším nepříznivým jevem je nárůst výskytu diagnóz poruch soustředění známých jako ADHD (attention deficit hyperactivity disorder). Podle výsledků výzkumné sondy vzrostl počet těchto diagnóz v populaci ze 7,8 % v roce 2003 na 11 % v roce 2016. Studenti se začínají vyhýbat čtení i psaní dlouhých textů a upřednostňují práci využívající vizuálních prvků (Sieglová, 2019).

Současným studentům nelze předkládat informace, aniž by do činnosti byli aktivně zapojeni či aniž by rozvíjeli dovednosti, jak s fakty pracovat. Úkolem učitele

se tak stává nabízet takové způsoby práce, které studentům pomohou nalézat cesty k řešení problémů, odhalovat souvislosti mezi fakty a širším společenským nebo odborným kontextem a rozvíjet jejich kompetence k samostatnému zpracovávání, rozlišování a hodnocení obsahu sdělení. Klíčem k autoritě učitele se tak stávají jeho zkušenosti a nadhled, studenti od učitele vyžadují kompetentní vedení a zpětnou vazbu. Pro splnění těchto požadavků je nezbytné provést odpovídající modernizaci metod vzdělávání. Studenti potřebují umět rozlišit správné od chybného a odmítnout to, co není relevantní. Musí se naučit rozpoznávat falešné zprávy, alternativní fakta nebo dezinformace a argumentačně jim čelit. Musí vědět, jak zasadit informace do souvislostí a použít je k příslušnému účelu. Musí také umět na problémy reagovat, zaujímat stanoviska a utvářet si vlastní názory na společenské dění a nové skutečnosti (Sieglová, 2019).

Zprávy z mezinárodních šetření např. konstatují: „V českých hodinách přírodovědných předmětů učitel obvykle pracuje s žáky celé třídy najednou a soustřeďuje se především na obsahovou správnost předávaných poznatků. Typická hodina se skládá z opakování, zkoušení a předávání poznatků žákům s tím, že samostatným praktickým činnostem žáků je věnováno poměrně málo času. Náplň hodiny je náročná, teoretická a spočívá většinou spíše v osvojování faktů a definic než v hledání souvislostí mezi nimi. Hodiny obsahují značné množství odborných termínů.“ Na výrok „každou hodinu nebo ve většině hodin využívá učitel přírodních věd k tomu, aby žákům pomohl porozumět světu mimo školu“: přitakává 27 % našich žáků, 58 % žáků z USA; nikdy nebo téměř nikdy volí 26 % našich žáků. Na výrok o přírodovědných předmětech „každou hodinu nebo ve většině hodin provádějí žáci praktické pokusy v laboratořích“: souhlasí 9 % našich žáků, ale 61 % žáků v Dánsku; nikdy nebo téměř nikdy volí 26 % našich žáků. To jsou jen okraje ledovce. Ale tento stav se nikdy nezlepší, pokud budou učitelé žákům poznatky jenom říkat (nebo promítat, diktovat či psát na tabuli) a žáci si je budou jen zapisovat a později pouze reprodukovat při zkoušení nebo písemkách (Čapek, 2015).

Je dobře, že se postupně zvyšuje počet pedagogů, kteří si uvědomují, že přestává být udržitelné setrvávat na tradičních schématech, jež redukují vzdělávání na memorování velkého množství jednotlivých dat a jevů, tedy na kvantitativním přístupu k informacím (Sieglová, 2019).

Tohoto typu pedagoga je mým cílem se do budoucna držet. Z knihy Uč jako umělec (Čapek, 2020) jsem postřehla tyto myšlenky: „Dobry učitel hledá u žáků jejich silné stránky a dary“ a „Moderní učitel chyby netrestá, on potřebuje, aby žáci pracovali – a tedy aby i chybovali!“, kterých by se pedagog měl držet. Mimo jiné je pro dnešní studenty velmi důležité moderní pojetí výuky, formou interaktivních metod, aby se ve vyučovacích hodinách vybočilo ze zažitého způsobu výuky. Studenti jsou rádi, když výuku prožijí jinak než obvykle. Pestré výukové metody jsou nutné pro všestranný rozvoj žáků. Dávají jim s jejich pomocí nástroje, které se jim hodí. Výklad a psaní do sešitu nic žáky nenaučí, jediné jim křiví záda a kazí oči. Pokud chceme mít aktivně pracující třídu, musíme žákům předložit nabídku pestrých, zábavných a prakticky zaměřených aktivit. To pak u žáků vzbudíme kladný vztah k předmětu (Čapek, 2015).

Přesto všechno musí být v hodině biologie hlavně řád, systém, přehlednost a aktuálnost. Studenti musí vědět, jaké učivo je důležité znát, co je naopak méně důležité. Učitel musí mít přichystaný přehledný zápis z hodiny a jako určitá opora by měla fungovat práce s učebnicí. Když jsem nahlédla do učebnice Biologie pro gymnázia (Jelínek & Zicháček, 2006), nelíbilo se mi zpracované zrovna toto téma, protože jsem v učebnici viděla stručnou charakteristiku lišejníků, pouze ve významu hub. Ale pěkný je základní přehled našich zástupců lišejníků a celá strana věnovaná citlivosti k znečištění. Jinak celkově je to moc hezká učebnice. Když porovnam učebnici Odmaturuj z biologie (Benešová, 2013) a sepsaný přehled Houby a lišejníky, jehož autorem je Gymnázium Milady Horákové (Maleninský), tak mi to přijde podobné. Ale více se mi líbí přehled z gymnázia, protože je pro mě přehlednější. Shodou okolností i já na střední škole jsem dostala tento přehled o lišejnících. Je tam popsána charakteristika, životní nároky, rozmnožování, ekologický význam, význam pro člověka a důležitých 6 zástupců. Toto je základ a všeobecná znalost pro středoškoláky. Při výkladu by se pedagogové mohli opřít i o učebnici Biologie rostlin (Kincl, 2006), kde je zmínka o lišejníkových sloučeninách, významu lišejníků, citlivosti, o lišejníkových stélkách a v neposlední řadě i o popisu řezu lišejníkem. Líbí se mi na ní zdůraznění toho nejdůležitějšího z tématu.

Problém vidím v nedostatku času ve výuce biologie na toto téma. Lišejníky vidíme na mnoha místech okolo nás, a proto bychom je neměli opomíjet, ale pozastavit se nad nimi a něco se o nich dozvědět. Formou her, kvízů, laboratorních

cvičení a názorných obrázků, jde snadněji vštípit nové vědomosti. Tato práce nepodává úplně všechny informace o těchto organismech dopodrobna, ale dává možnost nahlédnout na ně alespoň okrajově a nadchnout se pro další objevování.

## 7. Závěr

Moje bakalářská práce si klade za cíl seznámit studenty, hlavně středních škol, a laickou veřejnost s lišejníky. Bakalářská práce může sloužit i pedagogům. Podává všeobecné i rozšiřující informace o lišejnících. V teoretické části se zabývám charakteristikou lišejníků, kde popisuji původ lišejníků, vztah mykobionta a fotobionta, jejich anatomii a morfologii, rozmnožování a růst, fyziologii lišejníků, ekologii lišejníků a v neposlední řadě využití lišejníků. V praktické části se zabývám sběrem lišejníků. Také je v ní obsažena fotodokumentace, určení rodů a někdy i druhů. Práce zahrnuje i následnou tvorbu didaktických materiálů, jako powerpointovou prezentaci, online kvíz Kahoot, laboratorní cvičení, pracovní list a didaktické hry, z nichž pohybovou hru jsem měla možnost si ověřit a vyzkoušet v praxi přímo s dětmi.



## 8. Seznam použité literatury

### Tištěné

ADL, S. M. et al. (2012) *The Revised Classification of Eukaryotes*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59: 429-493

AMTHOR, J. S. (1995) *Higher plant respiration and its relationships to photosynthesis*. In: Schulze E. D. & Caldwell M. M. (eds.) *Ecophysiology of Photosynthesis*. Berlin: Springer, pp. 71–101

ANTONÍN, V. (2006) *Encyklopedie hub a lišejníků - 1. vyd.*, Praha, Academia, Libri, 471 stran, ISBN 80-200-1476-4, ISBN 80-7277-164-7

BALABÁN, K. (1960) *Lesnický významné lišejníky, mechorosty a kaprad'orosty*. Praha: SZN. Lesnická knihovna. Malé lesnické atlasy, Sv. 2., 232 stran

BENEŠOVÁ, M. et al. (2013) *Odmaturuj! z biologie, 2.*, přeprac. vyd. Brno : Didaktis, 256 stran, ISBN 978-80-7358-231-9

BENNER, J. W. & VITOUŠEK, P. M. (2007) *Development of a diverse epiphyte community in response to phosphorus fertilization*. – *Ecology Letters* 10: 628–636

CAMPBELL, D. et al. (1998) *Chlorophyll fluorescence analysis of cyanobacterial photosynthesis and acclimation*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 62: 667–683

ČAPEK, R. (2015) *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnoticích metod*. Praha: Grada. Pedagogika, 604 stran, ISBN 978-80-247-3450-7

ČAPEK, R. (2020) *Uč jako umělec*: Jan Melvil publishing, 240 stran, ISBN 978-80-755-5105-4

ČEPIČKA, I. (2007) *Mutualismus, vzájemně prospěšná symbióza*; Přípravný text – biologická olympiáda 2007–2008. Praha : NIDM ČR, 87 stran, ISBN 80-86784-50-9

ČERNOHORSKÝ, Z. (1956) *Klíč k určování lišejníků ČSR*. Praha, Nakl. Československé Akademie Věd, 154 stran

GORDON, C., WYNN, J. M. & WOODIN, S. J. (2001) *Impacts of increased nitrogen supply on high Arctic heath: the importance of bryophytes and phosphorus availability*. – *New Phytologist* 149: 461–471

- de VIENNE, D. M. (2016) *Lifemap: Exploring the Entire Tree of Life.*, online, cit. duben 2022
- DOBRORUKOVÁ, J., MACHÁČKOVÁ, P., HAŠLER, P. & VINTER, V. (2015) *Biologie: čítanka k přírodním vědám: metodika.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 270 stran, ISBN 978-80-244-4512-0
- HALDA, J. P. (2012) *Doprovodný text k výstavě „Tajemný svět lišejníků“ ve Vlastivědném muzeu v Olomouci,* 21 stran
- HAWKSWORTH, D. (2015) *Lichenization: The Origins of a Fungal Life-Style.* Recent Advances in Lichenology: Modern Methods and Approaches in Lichen Systematics and Culture Techniques, Volume 2, pp 1–10
- HENSSEN, A. & JAHNS, H.M. (2005) *Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde,* 467 stran
- JELÍNEK, J. & ZICHÁČEK, V. (2006) *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část),* Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 579 stran, ISBN 80-7182-217-5
- KALINA, T. & VÁŇA, J. (2005) *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii.* Praha: Karolinum, 606 stran, ISBN 80-246-1036-1
- KINCL, L., KINCL, M. & JAKRLOVÁ, J. (2006) *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií,* Praha: Fortuna, ISBN 80-7168-947-5
- KREMER, B. P. & MUHLE, H. (1998) *Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty: evropské druhy.* Praha: Ikar. Průvodce přírodou, 286 stran, ISBN 80-7202-356-X
- LAMBERS, H., CHAPIN, F.S. & PONS, T.L. (1998) *Photosynthesis, Respiration, and Long-Distance Transport.* In: *Plant Physiological Ecology.* Springer, New York, NY, online ISBN 978-1-4757-2855-2\_2
- LANGE, O. L., KILIAN, E. & ZIEGLER, H. (1986) *Water vapour uptake and photosynthesis of lichens: performance differences in species with green and blue-green algae as phycobionts.* *Oecologia* 71: 104–110
- LARCHER, W. (2003) *Physiological Plant Ecology.* 514 stran, Berlin: Springer, ISBN 978-3-540-43516-7
- LIŠKA, J. (2012) *Lichen flora of the Czech Republic,* *Preslia* 84: 851–862, 12 stran

NASH, T. III (2008) *Lichen Biology*, Cambridge: Cambridge University Press, 489 stran, ISBN 9780511790478

OTTO, J. (1900) *Ottův Slovník naučný: ilustrovaná encyklopedie obecných vědomostí*, Praha: díl 16, strana 130, ISBN 80-7203-007-8 80-7203-008-6 80-7203-023-X

PILKINGTON, M. G., CAPORN, S., CARROLL, J.A., CRESSWELL, N., LEE, J., EMMETT, B.A. & BAGCHI, R. (2007) *Phosphorus supply influences heathland responses to atmospheric nitrogen deposition*. – *Environmental Pollution* 148: 191–200

PURVIS, O. W., COPPINS, B. J., HAWKSWORTH, D. L., JAMES, P. W. & MOORE, D. M. (1992) *The lichen flora of Great Britain and Ireland*. – Natural History Museum Publications & British Lichen Society, London, 710 stran, ISBN 0 565 01163 4

RABŠTEINEK, O. et al. (1987) *Lišejníky, mechorosty a kaprad'orosty ve fotografii*, 1. vyd. Praha: SZN. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství, 221 stran, ISBN 07-056-88

SIEGLOVÁ, D. (2019) *Konec školní nudy: didaktické metody pro 21. století*. Praha: Grada, 336 stran, ISBN 978-80-271-2254-7

van DOBBEN, H. F. & ter BRAAK, C. J. F. (1998) *Effects of atmospheric NH on epiphytic lichens in 3 the Netherlands: the pitfalls of biological monitoring*. – *Atmospheric Environment* 32: 551–557

VĚZDA, A. & LIŠKA, J. (1999) *Katalog lišejníků České republiky = A catalogue of lichens of the Czech Republic*. Průhonice: Institut of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, 283 stran, ISBN 80-86188-03-5

WEDIN, M. et al. (2000) *Molecular phylogeny of the lichen families Cladoniaceae, Sphaerophoraceae, and Stereocaulaceae (Lecanorales, Ascomycotina)*. – *Lichenologist* 32: 171–187

WEISS, M. et al. (2005) *Contrasting responses of nitrogen-fixation in arctic lichens to experimental and ambient nitrogen and phosphorus availability*. – *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 37: 396–401

WIJAYAWARDENE, N. et al. (2020) *Outline of Fungi and fungus-like taxa. mycosphere*. 397 stran, [https://mycosphere.org/pdf/MYCOSPHERE\\_11\\_1\\_8-1.pdf](https://mycosphere.org/pdf/MYCOSPHERE_11_1_8-1.pdf)

## Online zdroje

JADRNÁ, I. *Lišejníky a eutrofizace*,  
[https://botanika.prf.jcu.cz/bls/english/files/bryonora55\\_7.pdf](https://botanika.prf.jcu.cz/bls/english/files/bryonora55_7.pdf) (březen 2022)

BOTANICKÝ ÚSTAV AV ČR, *Základní informace o české lichenoflóře*,  
<https://dalib.cz/data/info> (únor 2022)

HROUDA, P. & HROUDOVÁ, S. et al., *Lišejníky a řasy prezentované při didaktickém terénním cvičení z botaniky a zoologie*,  
[https://is.muni.cz/el/sci/jaro2021/Bi8380/um/didakticke-terenni-cviceni\\_lisejniky-a-rasy.txt](https://is.muni.cz/el/sci/jaro2021/Bi8380/um/didakticke-terenni-cviceni_lisejniky-a-rasy.txt) (březen 2022)

MALENINSKÝ, M. (GYMNÁZIUM MILADY HORÁKOVÉ), *přehled – biologie, Houby a lišejníky*,  
[https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/2bot\\_11\\_houby\\_lisejniky.pdf](https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/2bot_11_houby_lisejniky.pdf)  
(únor 2022)

de VIENNE, DM (2016),  
<http://lifemap.univ-lyon1.fr/> (duben 2022)

ROBERT V., STEGEHUIS G. & STALPERS J. (2005) *The MycoBank engine and related databases*, <https://www.MycoBank.org/> (duben 2022)

MIHULKA, S. (2005) článek New Scientist, *Lišejníky na oběžné dráze*,  
<https://www.osel.cz/1583-lisejniky-na-obezne-draze.html> (březen 2022)

KRYPTOTÝM MASARYKOVY UNIVERZITY, *Houby a podobné organismy – oomycety, nádorovky, hlenky, lišejníky (výběr významných nebo ukázkových zástupců z různých skupin)*, <https://www.sci.muni.cz/botany/krypto/houby.htm>  
(březen 2022)

ČERNOHORSKÝ, Z. (2000) *Lišejníky rostou všude, Jejich odolnost vůči nečistotám v prostředí je značně rozmanitá*, <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2000/cislo-11/lisejniky-rostou-vsude.html> (únor 2022)

LIŠKA, J. (2000) *Vázaný a nevázaný život lišejníků, Lichenizace jako příklad úspěšné strategie*, <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2000/cislo-11/vazany-nevazany-zivot-lisejniku.html> (březen 2022)