

Univerzita Karlova v Praze – Přírodovědecká fakulta

BP

Katedra botaniky

8/2008



Lišejníky a substrát.

Diverzita lišejníků Károvskeho údolí.

Lichens and a substrate.

Diversity of lichens of the Károvske valley.

Alena Fessová

Bakalářská práce

Praha 2008

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. David Svoboda

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury.

V Praze 14.8.2008

Alena Fessová

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala mému školiteli Mgr. Davidu Svobodovi za vedení bakalářské práce, za cenné rady po stránce odborné i formální, za pomoc v terénu i laboratoři, za přátelský přístup a trpělivost. Poděkování patří také mým konzultantům Mgr. Ondřeji Peksovi a RNDr. Zdeňku Palicemu, Ph.D. za čas strávený nad mými dotazy. Dále bych chtěla poděkovat Jiřímu Malíčkovi a Janě Steinové za pomoc při determinaci lišejníků. Panu Šimákovi a paní Markové za umožnění rozšíření Lhoteckého naučného okruhu o vybrané lišejníky a za možnost zúčastnit se tak podpory biologického vzdělávání veřejnosti. V neposlední řadě pak své rodině za podporu a zázemí během celého studia.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě tématické části. První část je čistě literární rešerší. Zabývá se různorodostí typů substrátů, na kterých se lišeňíková společenstva vyskytují, charakteristickými vlastnostmi substrátů a variabilitou způsobů lišeňíků k přizpůsobení se těmto vlastnostem substrátů. První část pojednává o přírodních substrátech, jako jsou borka, dřevo, listy cévnatých rostlin, půda, skalní substrát či těla živočichů, a také o antropogenních substrátech, jako jsou například kovy, sklo, beton či vyčiněná kůže.

Druhá část obsahuje literární excerpti a vlastní floristický výzkum lokality Károvského údolí. Károvské údolí se rozkládá při jižní hranici Prahy, u Zbraslaví. Převažují zde společenstva xerothermních doubrav a stepí na kyselém horninovém podloží, ve vyšších polohách se společenstvy břidličných skalních výchozů. Na sledované lokalitě nebyl v minulosti prováděn souvislý floristický výzkum. Součástí práce je rozšíření Lhoteckého naučného okruhu o vybrané lišeňíky.

Klíčová slova: acidofilní druhy, ekologie, Károv (Praha, Zbraslav), lišeňíky, substráty, xerothermní společenstva

ABSTRACT

This bachelor degree paper consists of two thematics. The first part is strictly a literature retrieval. It inquires into heterogeneity of substrate types hosting lichen communities, substrate characteristics and the variability of ways lichens adapt to these substrate properties. The first part deals with both natural substrates such as bark, wood, vascular plants, soil, rock substrate or animal corpses and anthropogenic substrates among which metals, glass, concrete or tanned hides can be found.

The second part comprises literature excerpts and author's own floristic onsite research in the Károvské údolí valley. The researched locality is situated in Prague's southern suburbs near Zbraslav. Xerothermic oak groves and steppes, both acid bedrock-based are the area's dominant phytocenosis with shale outcrop communities in elevated sites. No consistent floristic research of the subject locality was carried out in the past. Extension of the Lhota Nature Trail to include selected lichens forms part of the paper.

Key words: acidophyte species, ecology, Károv (Prague, Zbraslav), lichens, substrates, xerotherm communities

OBSAH

1. ČÁST – LIŠEJNÍKY A SUBSTRÁT

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | ÚVOD..... | 5 |
| 1.1 | Cíle..... | 5 |
| 2. | TYPY SUBSTRÁTŮ..... | 6 |
| 2.1 | Borka a dřevo..... | 6 |
| 2.2 | Listy cévnatých rostlin..... | 8 |
| 2.3 | Půda..... | 9 |
| 2.4 | Skalní substrát..... | 11 |
| 2.4.1 | <i>Substráty pouští</i> | 13 |
| 2.4.2 | <i>Vodní a pobřežní substráty</i> | 14 |
| 2.5 | Substráty bohaté na těžké kovy..... | 15 |
| 2.6 | Těla živočichů jako substrát..... | 17 |
| 2.7 | Antropogenní substráty..... | 18 |

2. ČÁST – DIVERZITA LIŠEJNÍKŮ KÁROVSKÉHO ÚDOLÍ A DOPLNĚNÍ LHOTECKÉHO NAUČNÉHO OKRUHU O VYBRANÉ LIŠEJNÍKY

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | ÚVOD..... | 20 |
| 1.1 | Cíle..... | 20 |
| 2. | STUDOVANÉ ÚZEMÍ..... | 20 |
| 2.1 | Geograficko-geologické vymezení..... | 20 |
| 2.2 | Vegetační poměry..... | 22 |
| 2.3 | Lhotecký naučný okruh..... | 22 |
| 3. | METODIKA PRÁCE..... | 23 |
| 3.1 | Literární excerpte dostupných zdrojů..... | 23 |
| 3.2 | Sběr a determinace lišejníků..... | 23 |
| 4. | VÝSLEDKY..... | 24 |
| 4.1 | Seznam druhů zjištěných excerptí..... | 24 |
| 4.2 | Seznam determinovaných druhů lišejníků..... | 26 |
| 4.3 | Seznam vybraných druhů do Lhoteckého naučného okruhu..... | 27 |
| 5. | DISKUSE..... | 27 |
| 6. | ZÁVĚR..... | 28 |
| 3. | LITERATURA..... | 29 |
| 4. | PŘÍLOHA..... | 33 |

1. ČÁST – LIŠEJNÍK A SUBSTRÁT

1. ÚVOD

Kromě přírodních substrátů jako jsou borka, dřevo, půda, skalní substrát, listy rostlin, mechy a těla jiných lišejníků, případně neživé části živočichů jako je paroží či krunýř, se můžeme setkat s lišejníky i na skle, umělé hmotě, kovu, betonu, tkaninách a dalších antropogenních substrátech.

Substráty se liší svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, které určují přítomnost a druhovou skladbu lišejníkové flóry. Fyzikální vlastnosti, jako schopnost absorbovat a následně zadržet vodu, jsou ovlivněny texturou, která může být od velmi hrubé po hladkou, od nestabilní po stabilní. Chemické vlastnosti jsou ovlivněny chemickým složením (obsah organické složky, minerálních látek), které určuje pH a schopnost substrátu reagovat na změny pH.

Důležitým faktorem pro druhovou skladbu lišejníků je také expozice substrátu, s tím související intenzita dopadajícího světla, objem dopadajících srážek a rychlosť vypařování. Intenzita dopadajícího světla je určující pro fotosyntetizující část lišejníku (fotobionta). Skladba lišejníkové flóry daného substrátu závisí na nárocích a míře tolerance jednotlivých druhů k fyzikálním a chemickým vlastnostem substrátu, na expozici a vnějších vlivech.

Typ a vlastnosti substrátu ovlivňují také celkový vzhled lišejníkové stélky, její růst a velikost, což záleží na kombinaci konkrétního substrátu a druzích, které substrát osidlují. Například rod *Cladonia*, rostoucí na vlhkém rašelinném substrátu, vytváří mnohem mohutnější stélku než na sušších půdách; zástupci rodu *Cetraria* z návětrných vřesovišť mají stélky dorzoventrálně zploštělé na rozdíl od závětrných lokalit; na stabilních substrátech bývá krustózní stélka lišejníků vyvinutější než u substrátů méně stabilních (Weber, 1967); lišejník *Arthopyrenia halodytes* vytváří na křídovitých sklaných substrátech značně vyvinutější perithecia (Swinscow, 1965).

1.1 Cíle

Cíle této části práce jsou:

1. Zjištění různorodosti typů substrátů
2. Seznámení se specifikami jednotlivých typů substrátů

2. TYPY SUBSTRÁTŮ

2.1 Borka a dřevo

Druhové složení epifytických společenstev lišejníků, lignikolních i kortikolních, je ovlivňováno mnoha faktory. Mezi nejdůležitější faktory patří: intenzita osvětlení; vlhkost prostředí; stáří substrátu; míra zvrásnění povrchu substrátu; míra odlupování povrchu borky; kontinuita a stáří lesního porostu; sklonitost povrchů; stupeň smáčení substrátu deštěm; množství obsažených živin v substrátu; stupeň znečištění ovzduší; chemické znečištění půd; pH substrátu; přítomnost inhibujících chemických látek (pryskyřice, tříslové kyseliny, atp); absorpční schopnost a schopnost zadržet vodu (James et al., 1977).

Lišejníky bývají často specializovány pouze na jeden z těchto substrátů, na borku nebo dřevo (Brodo, 2001). Avšak existují druhy, které jsou adaptovány k růstu na obou substrátech, nejčastěji na borce a dřevě téhož druhu, z důvodu značné podobnosti v chemických vlastnostech. Mezi takové druhy patří např. *Letharia vulpina* (viz Příloha, obr. č. 1), *Parmeliopsis ambigua* (Brodo, 2001).

Lignikolní lišejníky vytvářejí společenstva na kmenech živých stromů, ale i na dřevě v rozkladu, tedy na pařezech, padlých kmenech. Důležitým faktorem je fáze rozkladu, která ovlivňuje obsah humusu a absorpční schopnost dřeva. Určující je také druh dřeva, od kterého se odvíjejí vlastnosti substrátu. Například lišejník *Icmadophila ericetorum* (viz Příloha, obr. č. 3) porůstá měkká dřeva, kmeny a pařezy ve vysokém stádiu rozkladu; zástupci rodu *Xylographa* rostou výhradně na tvrdém, zvětralém dřevě (Brodo, 2001). Lignikolní lišejníková flóra zahrnuje mnoho charakteristických boreálních lišejníků rodů *Catillaria*, *Lecidea*, *Micarea* a *Xylographa*. Společenstva padlých kmenů a pařezů často hostí různé druhy rodu *Cladonia*, např. *C. bacillaris*, *C. botrytes*, *C. carneola*, *C. cenotea* (viz Příloha, obr. č. 2) (Ahti, 1977).

Značné rozdíly ve vlastnostech borky můžeme najít mezi jehličnatými a listnatými stromy. Borka jehličnanů obsahuje více anorganických živin a organické pryskyřice, pH borky jehličnanů je všeobecně kyselejší (Brodo, 2001). Vzhledem k rozdílu přístupu světla mají jehličnany často hustější korunu, s nižší propustností a snižuje tak intenzitu dopadajícího světla na kmen s borkou, zatímco listnaté stromy bývají sezónně bez listů téměř půl roku. U jehličnanů, jako jsou smrky či jedle, bývají větve často skloněny těsněji ke kmeni a dopadající srážky jsou odváděny rychleji na zem, nikoliv na borku, která tak přichází o důležitou část srážek a v ní obsažené živiny, smývané z listů. Některé druhy lišejníku bývají striktně

specializovány na jehličnany, například lišejník *Imshaugia placorodia* nalezneme výhradně na borce borovic, která je značně kyselá, suchá, s tendencí se odlupovat (Purvis, 1992).

Některé druhy lišejníku bývají striktně specializovány na jehličnany, například lišejník *Imshaugia placorodia* nalezneme výhradně na borce **borovic** (rod *Pinus*), která je značně kyselá, suchá, s tendencí se odlupovat. Kyselá borka jehličnanů dále hostí například druhy *Lecanora conizaeoides*, *Placynthiella icmalea* či *Pseudevernia furfuracea* (Purvis, 1992).

Dub (rod *Quercus*) má velmi tvrdé, odolné dřevo. Borka je zpočátku hladká, lesklá, hrubě rozpukaná. Borka je kyselejší, obsahuje značné množství tříslovin, především katechiny a elagotaniny. Dále obsahuje také flavonoidy a purpurogalin, (tzv. červeň dubové kůry). Mezi lišejníková společenstva dubů patří *Lepraria incana*, *Parmelia acetabulum*, *P. caperata*, *Ramalina farinacea* či *Scoliciosporum chlorococcum*. **Jasan** (rod *Fraxinus*) patří mezi stromy s tvrdým dřevem. Borka je kyselá, v mládí bývá hladká, ve stáří podélně brázditá, hostí například druhy *Arthopyrenia punctiformis*, *Phaeophyscia nigricans* či *Physconia grisea*. **Lípy** (rod *Tilia*) mají borku kyselejší a poměrně drsnou. Vlastnostmi i složením lišejníkovým společenstev se podobají dubům, avšak jejich dřevo je podstatně měkké. Borka ovocných stromů jako jsou **hrušeň** (*Pyrus*), **jabloň** (*Malus*), **slivoň** či **třešeň** (rod *Prunus*), patří mezi kyselé. Zástupci lišejníkových společenstev kyselé borky ovocných stromů jsou *Hypogymnia physodes*, *Physcia wainioi*, *Pseudevernia furfuracea* či *Xanthoria polycarpa* (Purvis, 1992; Svoboda, 2003).

Borka **topolů** (rod *Populus*) je méně kyselá s velkou absorpční schopností, je spíše hladká s častými trhlinami, typickými lišejníky jsou *Lecanora allophana*, *Xanthoria parietina* a mnohé lišejníky rodu *Caloplaca*. **Jilmy** (rod *Ulmus*) mírají borku v mládí hladkou, později hluboce rozpraskanou kolmými rýhami v dlouhé, úzké šupiny. Lišejníková flóra je podobná jako v případě topolů. Lišejníková flóra **javorů** (rod *Acer*) se různí během stárnutí stromu, jelikož stárnutím dochází ke změnám struktury borky od hladké po rozpraskanou a zvyšuje se její absorpční schopnost. **Habry** (rod *Carpinus*), nebo například dub bílý (*Quercus alba*) s měkkou, šupinatou borkou hostí lišejníky s vysokými nároky na vlhkost. Zástupcem je například *Porina aenea* (Purvis, 1992; Svoboda, 2003).

Řada korovitých lišejníků preferuje pouze stromy s hladkou, živou, ještě zelenou kůrou, jako jsou **cesmíny** (*Ilex*) či **buky** (*Fagus*) a předpokládá se, že z buněk kůry čerpají živiny, například *Graphis afzelii*, *Pyrenula pseudobufoni*, *Trypethelium virens* (Brodo, 2001).

V rámci tendence členění kortikálních lišejníkových společenstev do dvou skupin, na společenstva jehličnanů a listnatých stromů, existují výjimky:

Bříza (rod *Betula*) s hladkou, případně při bázi kmene hluboce rozpraskanou borkou. Lišeňíková flóra bříz odpovídá spíše jehličnanům. **Zerav západní** (*Thuja occidentalis*) hostí lišeňíky typické pro listnaté stromy. Jeho borka je zprvu hladká, u starších stromů podélně rozpukaná (Brodo, 2001).

Způsob kontaktu mezi lišeňíkem a borkou jako substrátem se liší mezi jednotlivými růstovými formami. Luppenité lišeňíky vytvářejí často rhiziny a bývají v borci ukotveny pouze mělce. korovité lišeňíky částečně narušují vnější vrstvu odumřelých buněk borky a na povrchu vytvářejí relativně silnou vrstvu, například: *Lecanora allophana*. Některé tropické korovité lišeňíky (*Astrothelium versicolor*, *Trypethelium virens*,) dokáží růst pod svrchní vrstvou borky (endofloeticky), světlo potřebné pro fotobionta přes tyto buňky proniká (Brodo, 2001).

Další druhy epifytických lišeňíků mohou využívat jako substrát těla mechorostů. Lišeňík buď postupně vytváří souvislý pokryv mechorostu, jako například *Bilimbia sabuletorum*, kterou nalezneme i na mechem porostlé borce či skalním podkladu, nebo lišeňík vrůstá do keřovité struktury mechorostu, čímž ho zahušťuje, například *Polychidium muscicola* (Wirth, 1995; Svoboda, 2003). Mezi další druhy lišeňíkových společenstev mechorostů patří *Bilimbia sabuletorum*, *Leptogium lichenoides* či *Synalissa symphorea*. Některé lišeňíky, které porůstají mechorosty, jako například *Ochrolechia upsaliensis*, rostou také na kapradinách, vranečcích (rod *Selaginella*) či na rozkládajících se tělech bylin (Brodo, 2001).

2.2 Listy cévnatých rostlin

Folikolní druhy využívají jako svůj substrát listy a listům podobné orgány cévnatých rostlin, především tropických a subtropických oblastí. Do skupiny folikolních lišeňíků se řadí i druhy rostoucí na bambusu (bambusikolní druhy), ovšem bryofilní druhy (rostoucí na mechu) nikoliv. Rozšíření je úzce spojeno s rozšířením vlhkých tropických pralesů, tedy oblasti Střední a Jižní Ameriky, centrální Afriky a jihovýchodní Asie. Folikolní lišeňíky jako *Fellhanera bouteiltei*, *Gyalectidium setfeerum* či *Bacidia kakouettae* jsou rozšířeny i v jižní Evropě, nejčastěji se jedná o reliky vlhkých období třetihor (Sérusiaux, 1989).

Mezi hlavní faktory ovlivňující přítomnost a druhovou skladbu lišeňíkové flóry listů patří: délka života, stavba kutikuly, absorpční schopnost listu, úhel sklonu a náchylnost na napadení hmyzem (Sérusiaux, 1989). Ve většině případů tyto lišeňíky nečerpají vodu ani živiny z hostitelských rostlin.

Habitat folikolních druhů je časově značně omezený a tomuto faktu se přizpůsobily reprodukční strategie, které zahrnují rychlou produkci diaspor a značnou schopnost kolonizovat nové povrchy. Například evropské folikolní druhy dokáží vyprodukovať askospory a nejrůznější produkty nepohlavního rozmnožování během šesti až devíti měsíců. Folikolní lišejníky vytvářejí specializované útvary zvané „goniocystangia“, „hyfotoky“ a „kampylidia“ (Sérusiaux, 1985, 1986; Vězda, 1979, 1986; Vězda et Poelt, 1987, cit. Sérusiaux, 1989). Způsob ukotvení k substrátu se druhově různí. Některé druhy zůstávají zachycené pouze na povrchu kutikuly, pod kterou nikdy nepronikají, jiné pronikají pod kutikulu celým tělem a zachycují se mezi vrstvou epidermálních buněk a kutikuly, například zástupci rodu *Strigula* či *Raciborskiella* (Sérusiaux, 1989). Jednotlivé druhy folikolních lišejníků se liší v preferovaných částech a vlastnostech substrátu. Například rozdílná preference umístění na listu, tj. na svrchní nebo spodní straně (resp. na slunné či stinné straně listu); rozdílné nároky na povrchové struktury listu, tj. hrubost povrchu, přítomnost trachomů, výrazné listové žilnatiny a drobných trhlin. U lišejníků *Byssoloma subundulatum* a *Bacidia palmularis* bylo objeveno tzv. marginální umístění, při okrajích svrchní strany listu (Santesson, 1952, cit. Sérusiaux, 1989).

Obligátně folikolní lišejníky rostou pouze na listech a jim podobných orgánech, s fakultativně folikolními se můžeme setkat také kolem nodů či na řapíku rostlin. Folikolní lišejníková flóra je velmi citlivá na změny ekologických faktorů, zejména způsobené činností člověka.

2.3 Půda

Půdní substrát, podobně jako skalní, může mít různé chemické složení a z toho vyplývající vlastnosti, například pH, obsah živin, schopnost akumulace vody, důležitými faktory jsou také textura půdy a stabilita půdního substrátu. Některé druhy lišejníků se adaptovaly i na život na extrémních půdách, jako jsou sypké a drolivé půdní substráty nebo naopak velmi rigidní jílové substráty. Na lokalitách bohatých na společenstva mechů dávají často terrikolní lišejníky přednost růstu na tělech mechů. Výskyt terrikolních lišejníků je také ovlivňován hustotou cévnatých rostlin na lokalitě, s rostoucí hustotou dochází k úbytku lišejníkové vegetace.

Půdní lišejníky vytvářejí svazky hyf, které prorůstají podél půdních částeček. Lišejníky jsou významnými půdními činiteli, podílejí se na zpevňování půd a svými odumřelými částmi a fixovaným dusíkem přispívají ke zvyšování fertility půd (James et al., 1977).

Podle faktoru stability nabízí nejvhodnější podmínky pro růst terrikolních lišejníků dostatečně stabilní půdy, stélka lišejníků stabilních půd je často lupenitá (foliózní) či keříčkovitá. Avšak některé druhy zemních lišejníků jsou specializovány k životu bez pevného kontaktu s půdou, nevytvářejí typické hyfy pro ukotvení v půdě. Jedná se o adaptaci k nestálým půdním povrchům, jako je například písek nebo valounky. Tyto druhy často pasivně migrují, například pohybem větru (viz 2.4.1 Pouští substráty). Vzhledem k nestabilitě nemohou lišejníky preferující hrubou texturu půd (například valounky) jako svůj substrát vytvářet rozsáhlé porosty, mezi takové druhy patří: *Buellia aethalea*, *B. aspersa*, *Lecidea erratica*, *L. tumida*. Extrémně mobilní valounky nemohou být téměř vůbec kolonizovány, kvůli destrukčnímu vlivu abraze.

Podle chemického složení půdy můžeme lišejníková společenstva rozdělit na bazofilní a acidofilní. Lišejníková flóra bazických půd se může objevit i na přilehlých skalních odkryvech. Typickými půdními lišejníky indikujícími bazické prostředí jsou: *Bilimbia sabuletorum*, *Cladonia pocillum* (viz Příloha, obr. č. 5), *Collema tenax* (James et al., 1977). Častými lišejníky bazických půd jsou také: *Bacidia muscorum*, *Cladonia rangiformis*, *Dermatocarpon miniatum* (Wirth, 1995). S typicky acidofilními společenstvy s převahou zástupců rodu *Cladonia* se můžeme setkat nejen na rozkládajícím se dřevě, pařezech a u báze kmennů, ale také na kyselých půdách s vysokým obsahem humusu.

Složení lišejníkových společenstev půd je značně ovlivněno stabilitou stanoviště. Lišejníky se liší nároky na tuto stabilitu a tedy i životní strategií. Mezi tzv. S-stratégy patří druhy, které ve své životní strategii kladou důraz na adaptaci vysoce stresovým podmínkám a vyžadují stresová stanoviště s nízkou konkurencí. S-stratégové mají pomalý růst a metabolismus. Do této skupiny patří například *Cladonia arbuscula*, *C. cervicornis*, *C. coccifera* (viz Příloha, obr. č. 6), *C. coniocraea*, *C. furcata*, *C. squamosa*, hojně na kyselých vřesovištích či rašeliništích či někteří zástupci rodů *Cetraria* a *Stereocaulon* (Brodo, 2001; Slavíková, 1986). Další skupinou jsou tzv. C-stratégové, kteří preferují stanoviště s nízkými stresovými podmínkami, avšak s vysokou konkurencí. Mezi takové lišejníky patří například zástupci rodu *Lobaria*, velké lupenité lišejníky, které se přizpůsobily konkurenci mechů tím, že jejich těla přerůstají (Topham, 1977). Skupina tzv. R-stratégií je charakterizována důrazem na rychlost rozmnožování a mobilitu potomstva. Typický R-strateg je organismem obsazujícím narušená stanoviště, bývá součástí primární fáze sukcese. Do skupiny R-stratégií patří například *Baeomyces rufus*, *Rinodina bischofii* či zástupci rodů *Micarea* a *Trapelia* (Slavíková, 1986; Svoboda, 2007).

2.4 Skalní substrát

Skalní substrát může být velice různorodý, tato různorodost je způsobena třemi základními faktory: rozdílností povrchových struktur (mikrotopografií), póravitosti hornin a chemickým složením. Jednotlivé druhy lišejníků se liší nároky na tyto faktory. Lišejníková flóra skalních substrátů je také značně ovlivněna vlastnostmi prostředí a klimatem (viz 2.4.1 Pouští substráty a 2.4.2 Vodní a pobřežní substráty).

Mikrotopografie je měřítkem komplexnosti mikrohabitatu povrchu. Horniny s vysokým mikrotopografickým indexem nabízejí rozmanitější spektrum mikrohabitatu. Mikrotopografie také ovlivňuje odtokový profil povrchu. Na hladkém povrchu se voda neakumuluje, avšak na nerovném povrchu může voda zaplňovat prohlubně a způsobovat tak periodicky lokálně anaerobní prostředí. Mikrotopografie je ovlivněna alterací substrátu, především působením vodní a větrné eroze puklin a prasklin, které se tak prohlubují. Změna mikrotopografie ovlivňuje změnu druhové skladby (Armstrong, 1974).

Druhové složení saxikolních lišejníků je ovlivněno také skalní póravitostí. Hlavním rozdílem mezi vysokou a nízkou póravitostí je množství srážek, které je substrát schopen zadržet v porovnání s povrchovým odtokem, ale také doba po kterou je substrát schopen vodu zadržet. Substrát s vyšší póravitostí vysychá pomaleji. Póravitost se mění v souvislosti s alterací substrátu.

Chemické složení je jedním z nejdůležitějších určujících prvků výskytu lišejníků, podstatný je především obsah uhličitanu vápenatého (CaCO_3) a oxidu křemičitého (SiO_2). Horniny s vysokým obsahem uhličitanu vápenatého označujeme jako kalcitické či vápenaté, s vysokým obsahem oxidu křemičitého jako silikátové.

Lišejníková společenstva, která osidlují vápenaté skály, zahrnující hlavně vápence a mramory, vápnité břidlice a opuky, se velmi liší od společenstev rostoucích na skalách chudých na uhličitan vápenatý, ale naopak bohatých na křemičitany, jakými jsou například žuly nebo břidlice. Například *Caloplaca faracissima*, *Lecanora dispersa* či *Placynthium nigrum* jsou charakteristickými druhy obývajícími bazické horniny, ale také beton a omítku, které se jim svým chemickým složením podobají. Lišejníky specializované na křemičitanové horniny jsou především zástupci rodů: *Xanthoparmelia*, *Pseudophebe*, *Umbilicaria* (Brodo, 2001).

Lišejníky, především druhy s korovitou stélkou, mohou svým růstem skalní povrch úplně pokrýt. Skály s vysokým obsahem kovů, například železa nebo hořčíku mají také odlišnou lišejníkovou flóru, jelikož vyžadují značnou specializaci. Některé druhy jsou

schopny ukládat oxidy železa do svého kortexu (viz 2.5 Substráty bohaté na těžké kovy). Lišejníková flóra pískovců se od sebe často velice liší, to je způsobeno chemickou povahou pojivových látek. Vápenité pískovce preferují bazofilní druhy, kyselé křemenné pískovce pak acidofilní druhy lišejníků (Palice et al., 2007).

Dalším důležitým faktorem regulujícím sukcesi lišejníkových společenstev je stabilita skalního povrchu. Pokud je povrch skutečně nestabilní, pak se zde stihnou rozvinout pouze primární stádia sukcese, než dojde ke zhroucení povrchu, na kterém může následně dojít k nové kolonizaci. Nově exponované části skály tak vytvářejí nový povrch, což je důvodem, proč je pro skalní povrhy typická mozaika překrývajících se vrstev různého stáří. Vnitřní nestabilita způsobená přítomností lišejníků se může také objevit, avšak v mnohem delším časovém intervalu (Armstrong, 1974).

K pevnému přichycení používají lišejníky svých hyf, kterými dokáží prorůst i několik milimetrů pod povrch kamene. Pokud je povrch velmi hladký, jako například u obsidiánu, využívají mikroskopických trhlinek a odlupují částečky minerálu, které pak často začleňují do svých stélek. Korovité lišejníky se v rámci skalního substrátu dělí na epilitické (žijící na povrchu) a endolitické (žijící pod povrchem). Endolitické druhy se dále odlišují způsobem proniknutí do substrátu, kryptoendolitické druhy okupují dutiny, chasmoendolitické druhy vyplňují praskliny a štěrbiny, euendolitické druhy se aktivně zavrtávají do substrátu (Golubic et al., 1981; Bell, 1993, cit. Chen et al., 2000). Některé lišejníky nebývají strikně endo- či epilitické, mohou se vyskytovat v obou formách; případně se výše jmenované tři podtypy endolitických lišejníků mohou objevovat u téhož druhu, avšak v různých fázích kolonizace (Chen et al., 2000).

Na kontaktní ploše mezi lišejníkem a substrátem dochází ke značnému fyzikálnímu a chemickému zvětrávání, které následně vede k pedogenezi. Lišejníky se tak podílejí na formování půd a degradaci hornin, jelikož vytvářejí či zvětšují trhlinky, ve kterých se může dále uplatňovat erozní činnost vody, větru či mrazové zvětrávání. Fyzikální zvětrávání zahrnuje několik dějů: prorůstání hyf puklinami a mezi částicemi substrátu; expanze a kontrakce gelové struktury dřeně způsobené změnou akumulovaného množství vody ve stélce lišejníku; promrzání a roztávání lišejníkové stélky; mechanické narušování povrchu substrátu způsobené organickými a anorganickými solemi lišejníkového původu, které se mohou nacházet jak ve stélce lišejníku, tak i volně na rozhraní se substrátem; začleňování úlomků minerálů a oddelených částeček substrátu předchozími způsoby fyzikální zvětrávání do těla lišejníku (Chen et al., 2000).

Lišeňíky se podílejí také na chemickém zvětrávání, při kterém dochází k rozpouštění skalního substrátu. Lišeňíky svými životními pochody vytvářejí charakteristické chemické prostředí a specifické podmínky na styčných plochách mezi stélkou a substrátem. Lišeňíky podporují chemické rozpouštění několika procesy: respirací CO₂; vylučováním kyseliny šťavelové, či jiných sloučenin; produkce specifických biochemických sloučenin (Syers et Iskandar, 1973, cit. Chen et al., 2000). Během procesu respirace dochází ve stélce lišeňíku k tvorbě kyseliny uhličité, která ovlivňuje chemické zvětrávání snižováním pH uvnitř stélky a v jejím bezprostředním okolí. Kyselina šťavelová je produkována mykobiontem. Hlavním efektem na rozpouštění skalního substrátu je přítomnost vodíkových iontů, které uvolňují strukturální kationty ze substrátu, vytvářející kationtové komplexy spolu s kyselinou šťavelovou. Lišeňíky vytváří specifické komplexotvorné sloučeniny, které jsou snadno rozpustné ve vodě a spolu s polárními skupinami napomáhají biochemické rozpouštění substrátu (Chen et al., 2000).

2.4.1 Pouštní substráty

Poušť je extrémním biotopem. Pouští se označují oblasti s ročním úhrnem srážek menším než 250 mm, na některých místech dokonce klesá roční úhrn pod 100 mm za rok. Kvůli nedostatku oblačnosti jsou pouštní oblasti vystaveny vysoké radiaci a tudíž vysokým teplotám vzduchu i povrchu. V noci naopak dochází k velkým poklesům teplot, často pod bod mrazu. Pouště mohou být chladné a horké. Substráty pouštních oblastí bývají písčité nebo kamenité, obnažené s chudou vegetací (Demek, 1987).

K přežití v takto extrémních podmínkách se musely lišeňíky, stejně jako ostatní pouštní vegetace, adaptovat. Z morfologického hlediska dochází ke zvýhodnění některých růstových forem. V pouštních oblastech se nejčastěji vyskytuje korovitá forma stélky, která má menší plochu povrchu než ostatní formy a umožňuje tak menší ztráty vody vypařováním. Extrémní klima znesnadňuje rozvoj růstových forem s větší plochou povrchu. Kvůli zvýšení odrazivosti dopadajícího záření mívá lišeňíková flóra aridních oblastí zbarvení světlejších odstínů. Lišeňíky s tmavším zbarvením mívají na povrchu pruinu, tj. ojínění, které je světlé a odráží přebytečné sluneční záření. U některých druhů dochází také k anatomickým adaptacím, především snížení evaporace vytvořením celé stélky z parenchymu a zesílením vnější vrstvy kortextu (Rogers, 1977).

Zvláštní způsob adaptace vytvářejí někteří zástupci rodu *Buellia*, jejich stélka má částečně převrácenou strukturu. Stélka roste těsně nad povrchem půdy tvořeným průsvitnými kamínky křemene. Vrstva obsahující řasu se nachází v bezprostřední blízkosti kamínků,

medula a kortex s apothecii leží nad vrstvou řasy. Vrstva řasy nezískává světlo běžným způsobem, přes kortex, ale nepřímo, odrazem přes kamínky křemene. Tímto způsobem dochází ke snížení intenzity dopadajícího světla na 10 %, čímž se omezují ztráty vody vypařováním (Vogel, 1977).

Další způsob adaptace představují takzvané „window lichens“. Jedná se o drobné šupinaté lišejníky, mající tělo zanořené pod povrchem substrátu, pouze vnější část kortexu vyčnívá na povrch a připomíná okno do stélky lišejníku. Svrchní část kortexu, spolu s vrstvou řasy, je ztloustlá, kvůli redukci propustnosti světla a tepla a následnému snížení odpařování vody. Tyto lišejníky vytváří četné rhizoidy o délce až 5 mm, které slouží k zajištění vody, jako kompenzace za znesnadněné získávání vzdušné vlhkosti (Vogel, 1977).

Jiné druhy lišejníků, jako *Chondropsis semiviridis*, se přizpůsobily extrémním podmírkám a výkyvům vlhkosti změnou tvaru svého těla. Během nedostatku vlhkosti deformují svůj tvar, čímž snižují povrch vystavený přímému působení radiace. Při vzestupu okolní vlhkosti své tělo opět narovnávají (Weber, 1977).

Dalším fenoménem pouští jsou takzvané volné či „vagantní“ lišejníky, pro které je charakteristické, že postrádají pevné ukotvení v substrátu. Podobnou adaptaci mají různé druhy lišejníků, například v pouštích jihozápadní Asie a Severní Ameriky připomínají husté kulovité útvary nebo se objevují v podobě svazků větiček; Namibijská poušť hostí lišejník *Parmelia convoluta*, jehož lupenitá stélka je ve volné formě velmi tuhá a rohovitá; v rozsáhlých aridních oblastech Austrálie je hojně rozšířena podobná *Parmelia australiensis*. Některé lišejníky, například vybrané druhy rodu *Cladonia* a *Lecanora*, jsou zachyceny na substrátu pouze centrálním útvarem připomínajícím pupek (umbilicus). Tento způsob zachycení může být snadno přerušen působením silného větru a lišejníky se tak stávají volnými. Volná forma se objevuje také u lišejníků s korovitou a šupinatou stélkou. K uvolnění dochází činností větrné a vodní eroze substrátu, na kterém lišejník vytváří souvislou krustu. Substrát se postupně odlupuje a drolí, nebo je odnášen vířivým pohybem větru, do té doby, než se lišejník zcela uvolní. Příkladem takového korovitého lišejníku je *Endocarpon pusillum*, rostoucí na pískovcových skaliskách (Weber, 1977).

2.4.2 Vodní a pobřežní substráty

Vodní lišejníky jsou velice specializované organismy, mnohdy velmi vzácné, vyskytující se výhradně či fakultativně ve vodním prostředí, na horninách ponořených ve vodě, přechodně vyčnívajících nebo periodicky zaplavovaných. Důležitým faktorem pro přežití většiny druhů je frekvence a celková rozloha zaplavení. Některé druhy, např.

Verrucaria aquatilis, *V. kernstockii* a *V. silacea* vyžadují dlouhodobé zaplavení. Několik druhů, například *Porina ahlesiana*, *Verrucaria aethiobola*, *V. hydrela* a *V. margacea*, je velmi tolerantní vůči nízkému osvětlení a mohou se rozšířit na stinné, vlhké části skal, poněkud vzdálené od břehů jezera či vodních toků. (James et al., 1977). Mezi hlavní faktory ovlivňující složení lišejníkové flóry patří pH a obsah minerálních látek rozpuštěných ve vodě. Velmi nežádoucí je kontaminace anorganickými hnojivy, které se dostávají do vodních ekosystémů povrchovým odtokem a vsakováním do půdy ze zemědělských oblastí. Výsledná eutrofizace má za následek kolonizaci vod řasami a sinicemi, stínícími a produkujícími toxiny, vedoucí k záhubě lišejníkových společenstev, která nejsou v tak nepříznivých podmírkách schopna přežít.

Existují také lišejníky adaptované k životu v kontaktu se slanou vodou, tedy na horninách při pobřeží. Pro přímořská společenstva lišejníků je charakteristická zonace. Tato zonace je určena pravidelnosti zaplavení pobřežního substrátu vodou a mírou tolerance jednotlivých druhů lišejníků k délce trvání zaplavení. Dělí se na tři hlavní zóny, na zónu litorální, středně vlhkou supralitorální a suchou supralitorální (Fletcher, 1973). Litorální zónu tvoří lišejníky adaptované k častému, pravidelnému zaplavování. Porůstají místa na skalním substrátu, která jsou dobře krytá od přímého působení vln a na exponovaných površích v tzv. zóně dostřiku. Mezi lišejníky litorální zóny patří *Verrucaria striatula*, *V. mucosa*, porůstající nejspodnější část této zóny, *Arthropyrenia halodytes*, *Verrucaria ditmarsica* či *V. sandstedei* ve střední části, *Verrucaria maura* či *V. amphibia* tvoří nejsvrchnější část a hraničí tak se středně vlhkou supralitorální zónou (Fletcher, 1973). Společenstva středně vlhké supralitorální zóny bývají zaplavována mořskou vodou pouze zřídka, avšak jejich nároky na vlhkost jsou vysoké. Ve spodních částech zóny se můžeme setkat s druhem *Lichina confinis*, ve vyšších částech s druhy *Caloplaca marina* (viz Příloha, obr. č. 7), *C. microthalina* či *C. thallincola* (James et al., 1977). Lišejníková společenstva suché supralitorální zóny mírají nižší nároky na vlhkost a nebývají nikdy zaplavována. Mezi zástupce této zóny patří *Acarospora atrata*, *Diploschistes caesioplumbeus*, *Parmelia pulla*, *Ramalina cuspidata* či *Verrucaria fusconigrescens* (James et al., 1977).

2.5 Substráty bohaté na těžké kovy

Vysoké koncentrace těžkých kovů se vyskytují například na výsypkách starých dolů na těžbu těchto kovů; přírodních odkryvech hornin bohatých na těžké kovy; na místech kontaminovaných těžkými kovy, především olovem z výfukových plynů, nebo spadem z tavících pecí; na opracovaných kovech (viz 2.7 Antropogenní substráty). Lišejníky dokáží

těžké kovy akumulovat ve svém těle, tedy ve stélce nebo rhizinech, které mají schopnost hromadit značná množství kovů a hrají tak důležitou roli v lišejníkové akumulaci kovů (Goyal et Seaward, 1981).

Železo je součástí mnoha vyvřelých a sedimentovaných hornin, nejčastěji se vyskytuje ve formě hematitu (Fe_2O_3), magnetitu (Fe_3O_4), sideritu (FeCO_3). Železo je esenciálním prvkem pro všechny organismy, je součástí enzymových systémů. Ve vysokých dávkách se stává toxickým. Lišejníková flóra substrátů s vysokým obsahem železa mívá své charakteristické zbarvení, které je způsobeno akumulací železa uvnitř stélky lišejníku. Tyto ferrofilní lišejníky mívají typický rezavý odstín, například *Acarospora sinopica* (viz Příloha, obr. č. 4), *Rhizocarpon oederi* či některé druhy rodu *Lecidea* (Wirth, 1995; Purvis et al., 1992).

Měď je důležitým prvkem, který se ve volné přírodě vyskytuje hlavně ve sloučeninách s železem. Dvěma z nejdůležitějších sloučenin obsahujících měď a železo jsou chalkopyrit (CuFeS_2) a bornit (Cu_5FeS_4). Ačkoliv je měď esenciálním prvkem, který hraje důležitou roli v mnoha enzymových systémech, ve vysokých koncentracích je toxický jak pro rostliny tak i pro houby. (Hay, 1994; Mehra et Farago, 1994).

Lišejníková flóra skalních substrátů bohatých na sloučeniny mědi má charakteristický nazelenalý odstín, který je připisovaný akumulaci solí mědi v lišejníkové stélce. Zbarvení může být na částech nebo po celém těle lišejníku, od žlutozelených po modrozelené odstíny (Purvis et Halls, 1996). Mezi druhy rostoucí na substrátech bohatých na sloučeniny mědi patří *Caloplaca vetellinaria*, *Lecidea inops* či *Stereocaulon incrustatum* (Lackovičová et al., 1977).

Dalšími těžkými kovy jsou olovo a zinek. Tyto prvky se ve volné přírodě nejčastěji objevují ve formě galenitu (PbS) a sfaleritu (ZnS), často se vyskytují ve společných žilách. Zatímco zinek je podobně jako měď esenciálním prvkem a je součástí mnoha důležitých enzymů, olovo mezi esenciální prvky nepatří. Na rozdíl od akumulace mědi nebylo u lišejníkové flóry skal bohatých na zinek a olovo pozorováno charakteristické zbarvení, pouze pokřivení tvaru stélky u zástupců rodu *Cladonia* a *Stereocaulon*. Na substrátech bohatých na olovo byly pozorovány druhy *Candelariella aurella*, *Lecanora dispersa* či *Rinodina subexigua*, na substrátech bohatých na zinek některé druhy rodu *Cladonia* (značné množství akumulovaného zinku bylo zjištěno u epifytického lišejníku *Hypogymnia physodes*) (Takala et al., 1998). U druhů adaptovaných k růstu na olovnatě-zinečnatých skalách však nebyl proveden výzkum týkající se specializace pouze na olovnaté nebo zinečnaté substráty (Brightman et Seaward, 1977).

2.6 Těla živočichů jako substrát

Se společenstvy lišejníků se můžeme také setkat na substrátech živočišného původu. Jedná se především o kostěné či rohovinové výrůstky, rohy a paroží, nebo kosti uhynulých obratlovců. Takovéto druhy jsou nejčastěji primárně specializovány na vápencové skalní substráty, které se svou texturou a chemickým složením kostem značně podobají. Mezi druhy lišejníkové flóry kostí patří: *Buellia punctata*, *Caloplaca citrina*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora dispersa*, *L. muralis*, *Physcia adscendens*, *Verrucaria nigrescens*, *Xanthoria parietina* (Brightman et Seaward, 1977). S lišejníky se nesetkáváme pouze na částech mrtvých těl, ale také na živých tělech živočichů.

U zástupců bezobratlých živočichů nalezneme druhy, které dobrovolně a úmyslně slouží lišejníkům jako substrát. Například larvy jihoamerické denivky (*Hemerobius hirsuticornis*) pokrývají svá těla mechy a lišejníky, což napomáhá těmto dravým larvám maskovat se před kořistí; larvy severoamerického hmyzu z řádu síťokřídlych (*Notida pavida*) pravidelně sbírají malé kousky lišejníku, které si připevňují na záda (Gerson et Seaward, 1977). Způsoby připevnění lišejníkových fragmentů se u jednotlivých živočichů liší. Jedním ze způsobů je exkrece speciální látky, lepkavého hedvábí, ke kterému části lišejníkové stélky spolu se sorediemi dobře přilnou. Tento příklad atavismu byl pozorován u larev kolumbijské denivky (rod *Chrysopa*), napomáhá larvě se maskovat před predátorem a zároveň zprostředkovává šíření lišejníku. Dalším způsobem je přizpůsobení povrchu vlastního těla k růstu lišejníků, některé druhy nosatců (rod *Gymnopholus*) z Nové Guiney mají na zádech zdrsnělou kutikulu, ve které mohou růst jak cévnaté rostliny, tak i foliozní druhy lišejníků, sloužící jako maskování. Zdrsněná kutikula se liší strukturou podle preferované rostliny či lišejníku a vylučuje specifickou látku na podporu růstu. Podporované lišejníky u zástupců rodu *Gymnopholus* byly určeny jako *Parmelia crinita*, *P. reticulata*, *Anaptychia sp.* a *Physcia sp.* (Gerson et Seaward, 1977).

U obratlovců byl zaznamenán pouze jediný zástupce, jehož tělo může hostit lišejníky. Jedná se o galapážskou želvu sloní (*Geochelone elephantopus*), na jejímž krunýři byl nalezen lišejník *Dirinaria picta*. Tako kolonizovaní jedinci byli pozorováni pouze na ostrově Santa Cruz (Hendrickson et Weber, 1964, cit. Gerson et Seaward, 1977). Lišejníky byly vyvinuté výhradně na karapaxu samců. Na spodní straně krunýře, plastronu, se lišejníkové společenstvo nemůže vyvinout z důvodu obrušování během polehávání živočicha, karapax navíc poskytuje vhodnější podmínky pro růst v podobě shromažďované vody v nerovnostech krunýře či lepší přístup světla. Výskyt pouze na samčí části populace je ovlivněn způsobem

kopulace, při kterém dochází k mechanickému narušování povrchu karapaxu samic třením samčím plastronem.

2.7 Antropogenní substráty

Lišeňíky často využívají ke svému růstu nejrůznější substráty antropogenního původu. Adaptace je podmíněna několika faktory, a to texturou, chemickým složením a schopností absorbovat a následně akumulovat vodu. Druhy lišeňíků se liší svými nároky na tyto faktory a vybraný antropogenní substrát se mírou těchto vlastností podobá preferovanému přírodnímu substrátu. Například druhy rostoucí na skle bývají druhy specializované na tvrdé křemičitanové horniny; s lišeňíky rostoucími na tkaninách se můžeme v přírodě setkat jako s půdními druhy či druhy rostoucími na odumřelých částech rostlin; druhy schopné růst na kovech primárně nejčastěji osidlují skalní substráty (Brodo, 2001). Antropogenní substráty se také liší svou životností.

Mezi krátkodobé substráty patří materiály původně živé přírody, primárně živočišného a rostlinného původu, avšak zpracované činností člověka. Z antropogenních substrátů primárně živočišného původu se jedná především o vyčiněnou kůži, kožešinu a vlnu. Ze substrátů primárně rostlinného původu o zpracované dřevo a korek (Brightman et Seaward, 1977).

Lišeňíková flóra vyčiněné kůže zvířat je určena stářím materiálu, jelikož se zvětráváním kůže dochází ke zvyšování pH materiálu od velmi kyslého (pH 3) po mírně kyslé (pH 6). Na čerstvě vyčiněné kůži lišeňíky nerostou. Mezi lišeňíky rostoucí na vyčiněné kůži patří někteří zástupci rodů *Caloplaca*, *Cladonia*, *Parmelia* či *Physcia*. Kožešina a vlna jsou materiály s mírně kyslým až neutrálním pH, mohou být také zpracovány do podoby tkanin, pletenin, podlahových textilií. Hostí například druhy: *Lecanora dispersa* (viz Příloha, obr. č. 8), *Lecanora muralis*, *Trapelia coarcata*, *Hypogymnia physodes* (Brightman et Seaward, 1977).

Zpracované dřevo je velmi rozšířeným materiálem, liší se svými vlastnostmi od živých kmenů. Ke změnám druhové skladby dochází po odumření a během fází rozkladu. Zpracované dřevo podléhá rychle rozkladu organismy a zvětráváním, což má vliv na změnu podmínek pro růst lišeňíků. Druhy jsou často shodné s primárně lignikolními či kortikálními druhy, například *Lecanora saligna*, *Placynthiella icmalea* (Svoboda, 2003). Dalším matriálem je korek (respektive výrobky z korku) jehož buňky tvoří svrchní vrstvu borky. Tyto buňky odumírají až po dozrání, avšak lišeňíková flóra se začíná měnit již při odumření celého stromu, nebo po odstranění borky. Tato změna je následkem měnících se vodních poměrů

borky. Na korku se můžeme setkat s druhy: *Lecanora dispersa*, *Buellia punctata*, *Physcia adsendens*, *Caloplaca citrina* (Brightman et Seaward, 1977).

Druhou skupinou antropogenních substrátů jsou materiály vzniklé činností člověka s použitím přírodních složek neživé přírody. Jedná se o materiály hojně používané, a tedy velmi rozšířené. Nejvíce jsou soustředěny v urbanistických oblastech, kde jsou vzhledem k atmosférickému znečištění, vyšším teplotám a horší dostupnosti vody méně příznivé podmínky k růstu lišejníků. Do této skupiny patří cihly, beton, sklo, kovy a další materiály.

Vlastnosti cihel se od sebe liší podle použitého výrobního materiálu, tedy podle složení cihlářské hlíny. Druhové složení lišejníkové flóry je ovlivněno pH, texturou a absorpčními schopnostmi cihel. Cihly mohou akumulovat spolu s vodou i malé množství humusu a stávají se vhodným substrátem pro luppenité druhy jako *Hypogymnia physodes*, *Parhelia sulcata*, *Physcia orbicularis* či *Xanthoria parietina* (Brightman et Seaward, 1977). U staveb z cihel převládají vertikální plochy, které mohou být kolonizovány, faktor textury povrchu tak nabývá na důležitosti. Korovitými druhy na cihlách jsou například: *Lecanora dispersa*, *Lecidea sulphurea* či *Ochrolechia parella*. Beton je materiál s širokým spektrem využití. Hodnoty pH betonu se mění s časem. Nový beton má zásadité pH, stářím se hodnota snižuje. Taxony osidlující betonový substrát se řadí mezi kalcifilní lišejníky, například: *Caloplaca citrina*, *Candelariella vitellina*, *Rinodina pityrea*. Lišejníky mohou růst i na skle, čirém i barevném. Avšak na šedém a žluto-zlatém skle, kvůli obsahu solí stříbra, lišejníky téměř nerostou (Mellor, 1921, cit. Brightman et Seaward, 1977). Hladký povrch skla je pro zachycení lišejníků nevhodný, ke kolonizaci je nutná přítomnost nerovností a drobných puklin, které vznikají mechanickým narušením, nebo jako následek chemického zvětrávání. Lišejníky svou schopností zadržovat vodu mohou další chemické zvětrávání podpořit. Podílí se také na mechanickém rozrušování povrchu tím, že odlupují miniaturní částečky skla z původních prasklin a začleňují je do svých stélek. Sklo kolonizují například: *Buellia alboatra*, *Caloplaca heppiana*, *Lecanora dispersa*, *Rinodina subexigua*. Mezi kovy hostící společenstva lišejníků patří železo, hliník a olovo. Na povrchu těchto tří kovů vzniká souvislá vrstva oxidů, která vytváří struktury vhodné pro zachycení lišejníku a slouží jako bariéra při uvolňování toxických iontů z kovu. Absence této bariéry je důvodem nepříznivých podmínek k růstu lišejníků na ostatních kovech. Na železe se vyskytují například: *Caloplaca cerina*, *Candelariella vitellina* (viz Příloha, obr. č. 9), *Physcia tenella*, *Xanthoria parietina* (Brightman et Seaward, 1977).

2. ČÁST – DIVERZITA LIŠEJNÍKŮ KÁROVSKÉHO ÚDOLÍ A DOPLNĚNÍ LHOTECKÉHO NAUČNÉHO OKRUHU O VYBRANÉ LIŠEJNÍKY

1. ÚVOD

Ačkoliv je Károvske údolí turisticky velice atraktivní lokalitou, nebyl zde v minulosti prováděn žádný souvislý floristický výzkum. Důvodem je pravděpodobně fakt, že Károvske údolí již není součástí Prahy a není vyhlášeno chráněným územím. Zájem o tuto oblast by mohl zvýšit nově vybudovaný Lhotecký naučný okruh, který se nachází v bezprostřední blízkosti Károvskeho údolí. Tato část práce zahrnuje vlastní floristický výzkum, který bych ráda rozšířila v rámci diplomové práce.

1.1 Cíle

Cíle této části práce jsou:

1. Literární excerpte dostupných zdrojů
2. Vypracování seznamu zjištěných druhů lišejníků na sledovaném území
3. Doplnění Lhoteckého naučného okruhu o štítky s vybranými lišejníky

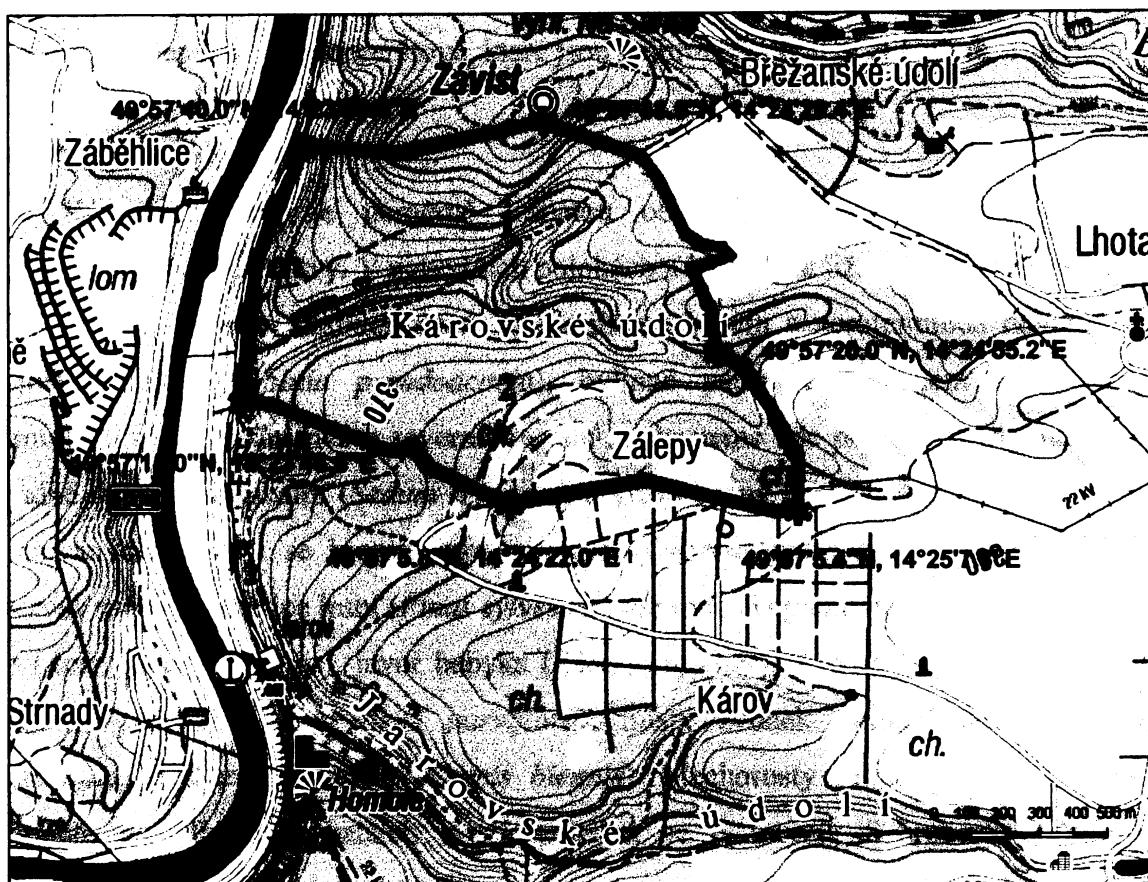
2. STUDOVANÉ ÚZEMÍ

2.1 Geograficko-geologické vymezení

Károvske údolí se rozkládá bezprostředně při pravém břehu Vltavy, v blízkosti jižní hranice Prahy, u Zbraslavi. Pomyslnou osou lokality je Károvske potok, který oblast rozděluje na dvě plošně téměř stejnocenné části. Lokalita je geograficky situována tak, že se zde setkáváme jak se slunnými jižními svahy, tak i poměrně stinnými svahy severními. Severní hranice lokality stoupá po hřebeni a protíná vrchol Závist (368,9 m n.m.), odkud opět klesá až k polí; východní hranice lemuje přilehlá pole a pokračuje podél potoka až po obec Zálepy. Jižní hranice je tvořena cestou, konkrétně ulicí Topolovou, dále Na Zálepech a pokračuje ulicí V Zahrádkách, která plynule přechází v cestu vedoucí k vlakové trati. Tato trať pak tvoří západní hranici, zde Károvske potok opouští sledovanou lokalitu a vlévá se jako pravý přítok do Vltavy. Sledované území jsem si rozdělila na dvě sublokality, oddělené od sebe Károvskem potokem. Na severní sublokality s převažujícími slunnými, jižně situovanými svahy (dále označována č. 1) a na jižní sublokality s převažujícími stinnými, severně

orientovanými svahy (dále označována č. 2) (viz obrázek 1). Celková rozloha území je 1,5 km², délka po obvodu téměř 5 km.

Obrázek 1: mapka sledovaného území, symbol * označuje důležité hraniční body s GPS souřadnicemi, čísla 1 a 2 označují sublokality



Zdroj: www.mapy.cz

Lokalita Károvského údolí patří do geologického systému svrchního proterozoika, jehož stáří dosahuje přes půl až téměř tři čtvrtiny miliardy let. Svrchní proterozoikum je součástí Barrandienu, a to jak jeho severozápadní, tak i jihovýchodní křídlo. Proterozoický komplex při jižním a jihovýchodním okraji Prahy se liší od proterozoika severního křídla nižším stářím a celkovým rázem horninových souborů. Jihovýchodní křídlo se dále dělí na štěchovickou a kralupsko-zbraslavskou skupinu (Klomínský, 1994).

Horniny patřící kralupsko-zbraslavské skupině vystupují na dvou místech, jednak při jižním okraji Zbraslavi, jednak v Říčanech a jejich okolí (v jižním směru). V obou případech jde o antiklinální struktury, které vystupují z podloží štěchovické skupiny. V okolí Zbraslavi patří horninový sled téměř výhradně davelskému souvrství (Röhlich et Fediuk, 1964).

Davelské souvrství je charakterizováno především přítomností vulkanitů středního a kyselého složení, vzniklých podmořskými výlevy a explozemi (intruzivní andezit,

označovaný jako křemitý spilit a tvořený albitem, chloritem, křemenem aj.). Bazalty jsou ojedinělé. Přítomny jsou i usazené horniny (prachovce, břidlice s drobami), jakož i smíšené horniny (tufity). Sled hornin davelského souvrství uzavírají černé prokřemenělé břidlice lečických vrstev. Převažujícími horninami jsou pak tufy ryolitu a dacitu, které mají různou zrnitost a podle toho je možno odlišovat celistvé tufy popelové, pískové (krystalové a litické) a posléze tufy lapisové a aglomerátové, které jsou nejhrubší (Röhlich et Fediuk, 1964).

2.2 Vegetační poměry

Károvské údolí je poměrně lesnatou oblastí, kde se setkáváme především s xerotermními společenstvy. V nejvyšších polohách a hlavně na jižně situovaných svazích se rozkládají společenstva skalních stepí, teplomilných křovin a xerotermních doubrav místy s hojnými akáty (*Robinia pseudoacacia*), bylinné patro je vzhledem k extrémnějším podmínkám méně pestré než u severních svahů, nalezneme zde především travinné porosty případně rozchodník skalní (*Sedum reflexum*) a vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Na severně orientovaných svazích se kromě dubů zimních (*Quercus petraea*) objevuje dub červený (*Quercus rubra*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor babyka (*Acer campestre*). Z bylin je zde hojně rozšířena netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), místa zvonek okrouhlolistý (*Campanula rotundifolia*) a škarda dvouletá (*Crepis biennis*). Mechrosty se nejhojněji vyskytují na severních, na vlhkost bohatších svazích, jedná se o travník Schreberův (*Pleurozium Schreberi*), dvouhrotec chlumní (*Dicranum montanum*) a chvostnatý (*Dicranum scoparium*), bělomech skalní (*Leucobryum juniperoideum*). V nejnižších polohách, podél Károvského potoka, se setkáme s častými olšinami, šťávelem kyselým (*Oxalis acetosella*), hluchavkou skvrnitou (*Lamium maculatum*) a kopytníkem evropským (*Asarum europaeum*) (Lippert et Podlech, 2005).

2.3 Lhotecký naučný okruh

Lhotecký naučný okruh se rozkládá kolem jihovýchodní hranice sledovaného území. Naučný okruh byl vybudován obcí Dolní Břežany s podporou Středočeského kraje v roce 2006. Stezka se skládá ze dvou úseků, které byly budovány postupně. Úsek I měří cca 1200 m, úsek II cca 2000 m, celkově má Lhotecký naučný okruh délku 3200 m. Po celé délce okruhu jsou rozmístěny informační tabule zaměřené na živočištvo a na místní hospodářskou a lesnickou činnost. Vybrané stromy, keře a mechrosty jsou označeny štítky.

3. METODIKA PRÁCE

3.1 Literární excerpte

V rámci literární excerpte jsem se snažila zjistit výsledky výzkumů proběhlých na sledovaném území. Vzhledem k relativně malé rozloze a žádnému zjištěnému souvislému lichenologickému průzkumu lokality jsem se rozhodla rozšířit excerptované území o nejbližší okolí v souladu s horninovým složením. Především o vybrané oblasti Zbraslav, Modřan, Chuchle a Radotína.

3.2 Sběr a determinace lišejníků

Lišejníky jsem sbírala a určovala v období od začátku prosince 2007 do července 2008. Jednotlivé vzorky jsem následně určovala v laboratoři. K určování jsem používala hlavně klíče Wirtha (1995a, 1995b) a Purvise a spolupracovníků (1992); v menší míře také Klíč k určování lišejníků ČSR (Černohorský et al., 1956) či jiné klíče a monografie (viz Literatura). Lišejníky jsem určovala za použití standardních lichenologických metod (stereomikroskop, mikroskop Olympus CX 31). Výsledky určování jsem vždy konzultovala se svým školitelem. Činidla pro stélkové reakce jsem používala následující:

- C: vodní roztok chlorového vápna (CaCl_2O_2), případně desinfekční přípravek SAVO
- I: roztok jodu (I) a jodidu draselného (KI), (jodjodkalium)
- K: 8-12% roztok hydroxidu draselného (KOH)
- KC: nejprve reakce s K, posléze s C
- P: parafenylendiamin (ve formě stabilního Steinerova roztoku, viz Purvis et al., 1992)

Několik složitěji určitelných druhů bylo determinováno metodou TLC (Thin Layer Chromatography), za pomoci Jany Steinové. Lišejníková stélka se nejprve louhuje v acetonu, získaný roztok se poté nanese na skleněnou desku potřenou silikagelem. Deska se ponoří do rozpoštědel ve speciálních chromatografických vanách a rozpouštědla se nechávají po desce vzlínat, tím se od sebe oddělí jednotlivé lišejníkové složky obsažené v acetonovém roztoku. Po ukončení vzlínací fáze se skleněná deska osuší a pomocí různých metod (například UV záření) se odečítají výsledky. Detailní metodika pro TLC viz práce Orange et al. (2001).

Součástí práce bylo dohodnutí začlenění vybraných lišejníků do Lhoteckého naučného okruhu s vedoucím projektu a zajištění výroby štítků.

Herbářové položky jsou uloženy ve vlastním herbáři a herbáři Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (PRC).

4. VÝSLEDKY

Výsledky excerpte, vlastního určování a zvolených druhů pro lhotecký okruh jsem zpracovala do dvou abecedně řazených seznamů. Nomenklatura sjednocena podle práce Liška et al. (2008).

4.1 Seznam druhů zjištěných excerptí

| Druh | Použité jméno | Lokalita, substrát | Autor | Publikace |
|---|--|--|----------|-----------------------|
| <i>Acarospora fuscata</i> (Schrad.) Th. Fr. | <i>Acarospora fuscata</i> | Křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1946 |
| <i>Acarospora nitrophila</i> H. Magn. | <i>Acarospora nitrophila</i> H. Magnusson | Jarov, břidličnaté skály, 250 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach. | <i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Nyl. | Radotín, na kůře dubu, 320 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold s.str. | <i>Bacidia sabuletorum</i> (Schreb.) Lettau. | Závist, odkryté kořeny, 380 m | Hilitzer | Domin 1929 |
| <i>Buellia badia</i> (Fr.) A. Massal. | <i>Buellia badia</i> (E. Fr.) Kbr. | křemičité skály Modřan | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Buellia badia</i> (Fr.) A. Massal. | <i>Buellia badia</i> (E. Fr.) Kbr. | Zbraslav, břidličnaté skály, 300 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg. | <i>Candelariella vitellina</i> | Křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1943 |
| <i>Cetrelia cetrariooides</i> (Delise ex Duby) W. L. Culb. et C. F. Culb. | <i>Parmelia cetrariooides</i> Nyl. | Chuchle, na dubu | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Cladonia foliacea</i> (Huds.) Willd. | <i>Cladonia alcicornis</i> | Modřanská rokle, břidlice, 230 m | Suza | Suza 1938 |
| <i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm. | <i>Cladonia rangiformis</i> | Modřanská rokle, břidlice, 230 m | Suza | Suza 1938 |
| <i>Diplotomma alboatrum</i> (Hoffm.) Flot. | <i>Buellia epipolia</i> (Ach.) | Modřany | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | Závist, na kůře buku | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | Závist, na bukové kůře | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | Radotín, les | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Lecanora garovaglioi</i> (Körb.) Zahlbr. | <i>Lecanora Garovaglii</i> (Kbr.) Zahlbr. | Křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1942 |
| <i>Lecanora garovaglioi</i> (Körb.) Zahlbr. | <i>Lecanora (Plac.) Garovaglii</i> (Krb.) Nyl. | Modřanská rokle, břidličnaté skály, 230 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Lecanora sulphurea</i> (Hoffm.) Ach. | <i>Lecanora (Eu-) sulphurea</i> (Hoffm.) | břidličnaté skály údolí Modřanské rokle, 250 m | Hilitzer | Domin 1929 |
| <i>Lecidea silacea</i> Ach. | <i>Lecidea silacea</i> Ach. | železitá skála v náplavovém údolí Vltavy u Štěchovic | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Leprocaulon microscopicum</i> (Vill.) Gams | <i>Stereocaulon nanum</i> | Chuchle | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen.) Nyl. | <i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulf.) Nyl. | Radotín, na větvích | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Peltigera aphthosa</i> (L.) Willd. | <i>Peltigera aphthosa</i> (L.) Wild. | Radotínské údolí, stinná lokalita, 300 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg. | <i>Peltigera horizontalis</i> (L.) Hoffm. | Závist u Zbraslavi | Hilitzer | Hilitzer 1924 |

| Druh | Použité jméno | Lokalita, substrát | Autor | Publikace |
|---|---|---------------------------------------|----------|-----------------------|
| <i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg. | <i>Peltigera horizontalis</i> (L.) Hoffm. | Závist u Zbraslaví | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy et Werner | <i>Pertusaria globulifera</i> Turn. | Radotínské údolí, na kůře dubu, 300 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Pertusaria lactea</i> (L.) Arnold | <i>Pertusaria lactea</i> (L.) Nyl. | křemičité konkrece kolem Radotína | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Pertusaria lactea</i> (L.) Arnold | <i>Pertusaria lactea</i> (L.) Nyl. | křemičité konkrece, Radotín | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg | <i>Physcia obscura</i> (Ehrh.) Nyl. | Modřany, na lišejníku | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr. | <i>Physcia caesia</i> | křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1944 |
| <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr. | <i>Physcia caesia</i> Hoffm. | Károv u Zbraslaví | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr. | <i>Physcia caesia</i> Hoffm. | Károv u Zbraslaví | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau | <i>Physcia teretiusscula</i> Ach. | Zbraslav | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau | <i>Physcia teretiusscula</i> Ach. | Zbraslav | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy | <i>Lecanora (Placodium) saxicola</i> (Poll.) Ach. | Chuchle, na dřevěném plotě | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy | <i>Lecanora muralis</i> | Křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1945 |
| <i>Ramalina capitata</i> (Ach.) Nyl. | <i>Ramalina strepsilis</i> (Ach.) A. Zahlbr. | Modřany, křemičité skály | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Ramalina capitata</i> (Ach.) Nyl. | <i>Ramalina strepsilis</i> (Ach.) A. Zahlbr. | křemičité skály Modřan | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Ramalina capitata</i> (Ach.) Nyl. | <i>Ramalinetum strepsilis</i> | Křemenité skály v okolí Prahy | Suza | Suza 1947 |
| <i>Rhizocarpon disporum</i> (Nägeli ex Hepp) Müll. Arg. | <i>Rhizocarpon Montagnei</i> (Fw.) Krb. | Modřany | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr. | <i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr. | Zbraslav, křemičité skály | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr. | <i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr. | křemičité skály kolem Zbraslaví | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Rhizocarpon grande</i> (Flörke) Arnold | <i>Rhizocarpon grande</i> (Flk.) Arn. | Zbraslav | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Rhizocarpon grande</i> (Flörke) Arnold | <i>Rhizocarpon grande</i> (Flk.) Arn. | okolí Prahy-Zbraslav | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Rinodina exigua</i> (Ach.) Gray | <i>Rinodina exigua</i> (Ach.) Th. Fr. | Radotín, na kůře dubu, 300 m | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Scoliosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda | <i>Bacidia chlorococca</i> Graeve | Chuchle, les | Hilitzer | Domin et Podpěra 1926 |
| <i>Verrucaria aquatilis</i> Mudd | <i>Verrucaria schistosa</i> n. sp. | Zbraslav, břidličnatá skála | Bayer | Servít 1950a |
| <i>Verrucaria fuscella</i> (Turner) Winch et Thomhill | <i>Verrucaria fuscella minor</i> f. n. | Štěchovice, břidličnaté skály, 220 m | Suza | Servít 1946 |
| <i>Xanthoparmelia mougeotii</i> (Schaer. ex D. Dietr.) Hale | <i>Parmelia Mougeotii</i> Schaer. | Modřanská rokle, břidlice | Suza | Suza 1933 |
| <i>Xanthoparmelia pulla</i> (Ach.) O. Blanco et al. | <i>Parmelia prolixa</i> (Ach.) Nyl. | křemičité konkrece kolem Radotína | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Xanthoparmelia pulla</i> (Ach.) O. Blanco et al. | <i>Parmelia prolixa</i> (Ach.) Nyl. | Radotín, křemičité konkrece | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Xanthoparmelia pulla</i> (Ach.) O. Blanco et al. | <i>Parmelia prolixa</i> (Ach.) Nyl. | Modřany, křemičité skály | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |
| <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr. | <i>Xanthoria candelaria</i> (Ach.) Arn. | Radotín, křemičité skály | Hilitzer | Hilitzer 1924 |
| <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr. | <i>Xanthoria candelaria</i> (Ach.) Arn. | Radotín, na ořešáku | Hilitzer | Domin et Podpěra 1924 |

4.2 Seznam druhů lišejníků zjištěných vlastním výzkumem

| Druh | Substrát | Sublokala č. |
|---|-------------------------------|--------------|
| <i>Acarospora fuscata</i> (Schrad.) Th. Fr. | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 2 |
| <i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold s.str. | skalka | 1 |
| <i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw | borka <i>Quercus petraea</i> | 2 |
| <i>Caloplaca citrina</i> (Hoffm.) Th. Fr. | beton | 2 |
| | betonová zídka | 2 |
| <i>Candelariella coralliza</i> (Nyl.) H. Magn. | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Cetraria aculeata</i> (Schreb.) Fr. | na půdě | 1 |
| <i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach. | na půdě | 1 |
| <i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Flörke | na půdě | 1 |
| <i>Cladonia cervicornis</i> (Ach.) Flot. s.str. | půda | 1 |
| <i>Cladonia ciliata</i> Stir. | na půdě | 1 |
| <i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd. | dřevo v rozkladu | 1 |
| <i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng. | dřevo v rozkladu | 1 |
| <i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr. | dřevo v rozkladu | 1 |
| <i>Cladonia foliacea</i> (Huds.) Willd. | na půdě | 1 |
| | na půdě | 2 |
| <i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad. | půda | 1 |
| <i>Cladonia macilenta</i> Hoffm. | půda | 1 |
| | půda | 2 |
| <i>Cladonia pyxidata</i> s. lat. | dřevo v rozkladu | 1 |
| <i>Cladonia ramulosa</i> (With.) J. R. Laundon | půda | 1 |
| <i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm. | na půdě | 1 |
| | na půdě | 2 |
| <i>Cladonia rei</i> Schaer. | půda | 1 |
| <i>Cladonia squamosa</i> Hoffm. | na půdě | 1 |
| <i>Cladonia strepsilis</i> (Ach.) Grognot | na půdě | 1 |
| <i>Dibaeis baeomyces</i> (L. fil.) Rambold et Hertel | na půdě | 1 |
| <i>Diploschistes scruposus</i> (Schreb.) Norman | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale | mech | 1 |
| | pařez <i>Quercus petraea</i> | 1 |
| <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. | borka <i>Quercus petraea</i> | 1 |
| <i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb. | borka <i>Pinus sylvestris</i> | 2 |
| <i>Lepraria cf. caesioalba</i> | břidličnatá skála | 1 |
| | mech na kameni | 1 |
| <i>Lepraria incana</i> (L.) Ach. | borka <i>Quercus petraea</i> | 1 |
| <i>Lepraria</i> sp. | borka <i>Quercus petraea</i> | 2 |
| <i>Lepraria</i> sp. | borka <i>Quercus petraea</i> | 1 |
| <i>Melanelia exasperatula</i> (Nyl.) Essl. | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Melanelia fuliginosa</i> (Fr. ex Duby) Essl. | břidličnatá skála | 2 |
| <i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach. | půda | 2 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy | beton | 2 |
| <i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf | borka <i>Quercus petraea</i> | 2 |
| <i>Psilolechia lucida</i> (Ach.) M. Choisy | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |

| Druh | Substrát | Sublokality č. |
|---|------------------------------|----------------|
| <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC. | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Usnea</i> sp. | borka <i>Quercus petraea</i> | 2 |
| <i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ach.) Hale | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 2 |
| <i>Xanthoparmelia loxodes</i> (Nyl.) O. Blanco et al. | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| | břidličnatá skála | 1 |
| <i>Xanthoparmelia protomatrae</i> (Gyeln.) Hale | břidličnatá skála | 2 |
| <i>Xanthoparmelia stenophylla</i> (Ach.) Ahti et D. Hawksw. | břidličnatá skála | 1 |

4.3 Seznam vybraných druhů do Lhoteckého naučného okruhu

| Latinský název | český ekvivalent |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>Cadonia rangiformis</i> | dutohlávka bodavá |
| <i>Cetraria islandica</i> | pukléřka islandská |
| <i>Cladonia foliacea</i> | dutohlávka listová |
| <i>Melanelia fuliginosa</i> | terčovka lesklá |
| <i>Xanthoparmelia conspersa</i> | terčovka posypná |

5. DISKUSE

Výsledkem vlastního floristického výzkumu jsou především saxikolní a terrikolní druhy xertermních společenstev, stepí a kyselých břidličných skal, která jsou na území sledované lokality převažující. Mezi saxikolními lišejníky dominují zástupci rodů *Xanthoparmelia* či *Melanelia*, mezi terrikolními druhy pak především zástupci rodu *Cladonia*. Doubravy hostí také několik epifytických druhů jako je například *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, zástupce rodu *Lepraria* či *Usnea*, na padlém dřevě především rodu *Cladonia*. Jelikož do sledované lokality zasahuje chatařská oblast, setkáme se zde také s lišejníky na antropogenním substrátu, na betonu. Mezi určenými lišejníky převažují běžné druhy, v menší míře se zde můžeme setkat také s druhy ne vždy nalézanými, jako *Cladonia cervicornis*, *Cl. ciliata* a *Cl. strepsilis*. Zajímavostí je pak zástupce skupiny ohrožených druhů, dle Liška et al. (2008), lišejník *Flavoparmelia caperata*. Při severní hranici sledované lokality se mezi xertermními doubravami místy rozkládají rozsáhlé porosty terrikolního druhu *Cladonia rangiformis*.

Při porovnání výsledků vlastního výzkumu, tedy současné lichenoflóry Károvského údolí, s druhy získanými excerpti, je patrný značný rozdíl. Pouze ve čtyřech případech dochází ke shodě, ostatní zjištěné druhy se různí. Zajímavostí jsou tři záznamy o výskytu lišejníku *Physcia caesia* přímo z oblasti Károva, avšak během vlastního výzkumu jsem tento druh nezaznamenal. Během literární excerpte jsem zjistila dva ohrožené druhy (*Cetrelia*

cetrariooides a *Peltigera horizontalis*) a jeden kriticky ohrožený druh (*Peltigera aphtosa*), přítomnost těchto druhů jsem vlastním výzkumem nepotvrdila, klasifikováno dle Liška et al. (2008).

Při výběru druhů lišejníků pro začlenění do Lhoteckého naučného okruhu jsem postupovala podle několika kritérií. Jedná se o druhy hojně rozšířené na dané lokalitě a zároveň charakteristické pro xerotermní kyselá skalní a stepní společenstva, která se na této lokalitě rozkládají. Vybrané druhy jsou makroskopické, tedy dobře viditelné. Z didaktického hlediska se jedná o druhy často využívané jako modelové při výuce základních a středních škol. Při výběru jsem úmyslně zvolila dva zástupce dutohlávek a terčovek pro didaktické účely, z důvodu názorné ukázky variability tvarů či barev stélek u zástupců téhož rodu.

6. ZÁVĚR

Literární excerptí rozšířené oblasti jsem zjistila celkem 52 záznamů, konkrétně 38 druhů. Během vlastního floristického výzkumu jsem sebrala a následně určila 59 položek, z toho 43 druhů. Do Lhoteckého naučného okruhu jsem vybrala 5 druhů.

3. ZDROJE

LITERATURA

- Ahti, T. (1977): Lichens of the Boreal Coniferous Zone. In: Seaward, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*, Academic Press, London, 147-181.
- Armstrong, R. A. (1974): The Descriptive Ecology of Saxicolous Lichens in an Area of South Merionethshire, Wales. -*The Journal of Ecology*, London, **62**: 33-45.
- Brightman, F. H., Seaward, M. R. D. (1977): Lichens of Man-made Substrates. In: Seaward, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*, Academic Press, London, 253-293.
- Brodo, I. M. (2001): *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven, 795 s.
- Černohorský, Z., Nádvorník, J., Servít, M. (1956): Klíč k určování lišejníků ČSR I. díl. Nakladatelství ČSAV, Praha, 156 s.
- Demek, J. (1987): *Obecná geomorfologie*. Academia Praha, 476 s.
- Fletcher, A. (1973): The Ecology of Marine (Littoral) Lichens on some Rocky Shores of Anglesey. -*Lichenologist*, **5**: 368-400.
- Fletcher, A. (1973): The Ecology of Maritime (Supralittoral) Lichens on some Rocky Shores of Anglesey. -*Lichenologist*, **5**: 401-422.
- Gerson, U., Seaward, M. R. D. (1977): Lichen-Invertebrate Associations. In: Seaward, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*, Academic Press, London, 70-119.
- Goyal, R., Seaward, M. R. D. (1981): Metal Uptake in Terricolous Lichens. I. Metal Localization within the Thallus. -*New Phytologist*, **89**(4): 631-645.
- Hay, R. W. (1994): Plant metalloenzymes. In: Farago, M. E. (ed.): *Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim: 107-148.
- Hiltizer, A. (1924): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series I. -*Acta Botanica Bohemica*, Praha, **3**: 3-16.
- Hiltizer, A. (1924a): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series III. -*Acta Botanica Bohemica*, Praha, **3**: 3-15.
- Hiltizer, A. (1926a): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series II. -*Acta Botanica Bohemica*, Praha, **4-5**: 42-51.

- Hiltizer, A. (1929): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series III. -Acta Botanica Bohemica, Praha, **8**: 104-118.
- Chen, J., Beyer, L., Blume, H. P. (2000): Weathering of rocks induced by lichen colonization-a review. -Catena, **39**: 121–146
- James, P. W., Hawksworth, D. L., Rose, F. (1977): Lichen Communities in the British Isles: A Preliminary Conspectus. In: Seaward, M. R. D. (ed.): Lichen Ecology, Academic Press, London, 296-413.
- Klomínský, J. (1994): Geologický atlas České republiky. Český geologický ústav, Praha, 17 s.
- Lackovičová, A., Liška, J., Pišút, I. (1977): Lišajníky medených háld v okolí Gelnice a Sloviniek. Múzeum, Bratislava, **22**: 92-98.
- Lippert, W., Podlech, D. (2005): Kapesní atlas květiny. Slovart, Bratislava, 253 s.
- Liška, J., Palice, Z., Slavíková, Š. (2008): Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic.- Preslia **80**: 151–182.
- Mehra, A., Farago, M. E. (1994): Metal ions and plant nutrition. In: Farago, M. E. (ed.): Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim: 31–66.
- Molitor, F., Diederich, P. (1997): Les pyrénolichens aquatiques du Luxembourg et leurs champignons lichénicoles. -Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois **98**: 69-92.
- Orange, A., James, P. W., White, F. J. (2001): Microchemical Methods por the Identification of Lichens. British Lichen Society, London, 101 s.
- Palice, Z., Slavíková-Bayerová, Š., Peksa, O., Svoboda, D., Kučerová, L. (2007): The lichen flora of the Bohemian Switzerland National Park. In: Härtel, H., Cílek, V., Herben, T., Jackson, A., Williams, R. B. G. (eds.), Sandstone Landscapes, Academia, Praha: 200-204.
- Purvis, O. W. (1992): The lichen flora of Great Britain and Ireland. British Lichen Society, London, 710 s.
- Purvis, O. W., Halls, C. (1996): A review of lichens in metal-enriched environments. - Lichenologist, London, **28**(6) : 571–601.

- Richardson, D. H. S., Young, C. M. (1977): Lichens and Vertebrates. In: Seaward, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*, Academic Press, London, 121-144.
- Rogers, R. W. (1977): Lichens of Hot Arid and Semi-arid Lands. In: Seaward, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*, Academic Press, London, 211-252.
- Röhlich, P., Fediuk, F. (1964): Profil barrandienský algonkiem jižně od Prahy. ČSAV, Praha, 126 s.
- Sérusiaux, E. (1989): Foliicolous lichens: ecological and chorological data. -*Botanical journal of the Linnean Society*, **100**: 87-96.
- Servít, M. (1946): The new lichens of the Pyrenocarpae-group I. -*Studia Bot. Čechoslovaca*, Praha, **7**: 49-111.
- Servít, M. (1950): The new lichens of the Pyrenocarpae-group III. -*Studia Botanica Čechoslovaca*, Praha, **11**: 7-41.
- Slavíková, J. (1986): *Ekologie rostlin*. SPN, Praha, 368 s.
- Suza, J. (1927): Lichenologická exkurze na rašeliny "Bor" v Oravské Župě na Slovensku.- *Příroda*, Brno, **1-2**: 1-6.
- Suza, J. (1933b): Dva zajímavé oceánské lišejníky Českého masivu. -*Příroda*, Brno, **26**: 132-136.
- Suza, J. (1939): *Cladonia convoluta* Lam. In der Flechtenflora tschecho-slowakischen xerothermen Gebietes. - *Věstn. Král. Čes. Společ. Nauk, cl. Math.-natur.*, Praha, 1938/**22**: 1-40.
- Suza, J. (1942): Česká xerothermní oblast a lišejníky. -*Věstn. Král. Čes. Společ. Nauk, cl. Math.-natur.*, Praha, 1941/**18**: 1-38.
- Svoboda, D. (2007): Lichens of the central area of the Bohemian Karst. -*Novit. bot. Univ. carol.* Praha, **18**: 15-52.
- Svoboda, D.: Lišejníky Českého krasu: Diversita lišejníků v údolí řeky Berounky a CHKO. Bioindikace znečištění v centrální části krasu. Diplomová práce. Praha, UK, 2003.
- Swinscow, T. D. V. (1965): Pyrenocarpous lichens 8: The marine species of Arthopyrenia in the British Isles. -*Lichenologist*, **3**: 55-64.

- Takala, K., Salmien, R., Olkkonen, H. (1998): Geogenic and anthropogenic zinc in epiphytic and terricolous lichens in Finland. -Journal of Geochemical Exploration, **63**: 57-66.
- Topham, P. B. (1977): Colonization, Growth, Succession and Competition. In: Seaward, M. R. D. (ed.): Lichen Ecology, Academic Press, London, 32-59.
- Weber, W. A. (1967): Environmental modification in crustose lichens. II. Fruktose growth forms in *Aspicilia*. Aquilo, ser.Bot., **6**: 43-51.
- Weber, W. A. (1977): Environmental Modification and Lichen Taxonomy. In: Seaward, M. R. D. (ed.): Lichen Ecology, Academic Press, London, 9-29.
- Wirth, V. (1995a): Flechtenflora: Bestimmung und Ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. -661 p., ed. E. Ulmer. Stuttgart.
- Wirth, V. (1995b): Die Fletchen Baden-Württembergs. -1006 p., ed. E. Ulmer. Stuttgart.

INTERNET

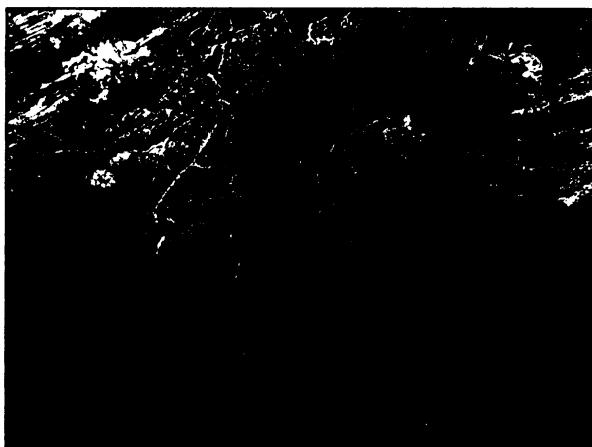
Lichen Herbarium - www.toyen.uio.no/botanisk/lav/ (staženo 2.8.2008)

Mapy.cz - www.mapy.cz (staženo 23.7.2008)

Nature Notes from Skye - www.nature-diary.co.uk (staženo 2.8.2008)

UK Lichens - www.uklichens.co.uk (staženo 2.8.2008)

4. PŘÍLOHA – 1. ČÁSTI



Obr. č. 1: *Letharia vulpina*, kortikolní a zároveň lignikolní lišejník

zdroj: www.toyen.uio.no/botanisk/lav

Obr. č. 2: *Cladonia cenotea* na padlém dřevě

zdroj: www.toyen.uio.no/botanisk/lav



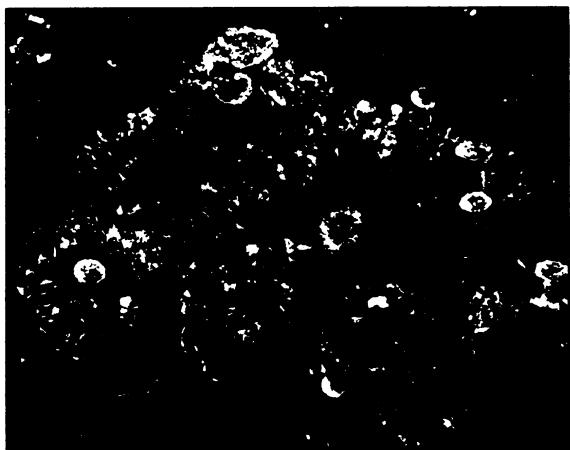
Obr. č. 3: *Icmadophila ericetorum*, lignikolní lišejník na dřevě v rozkladu

zdroj: www.toyen.uio.no/botanisk/lav

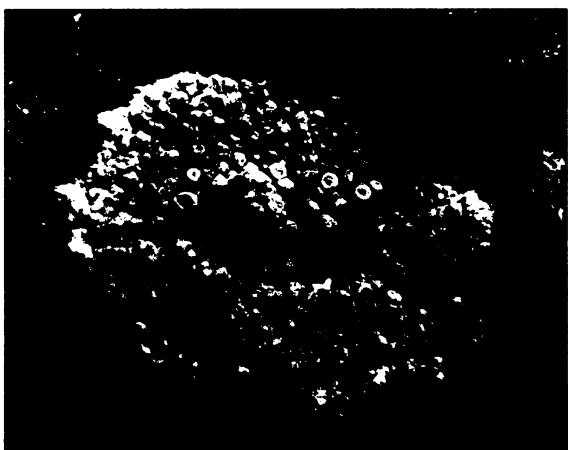


Obr. č. 4: *Acarospora sinopica*, ferrofilní lišejník, typické zbarvení způsobeno akumulací kovu ve stélce

zdroj: www.uklichens.co.uk



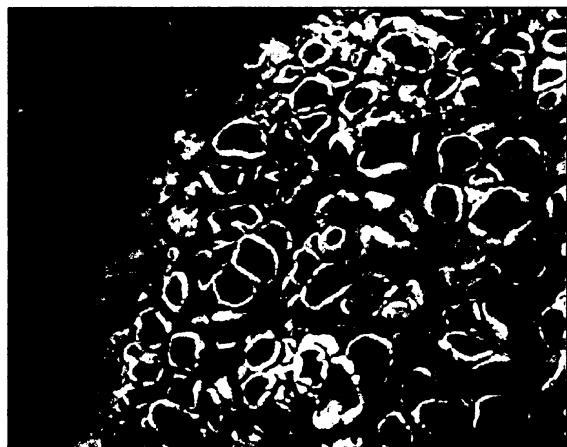
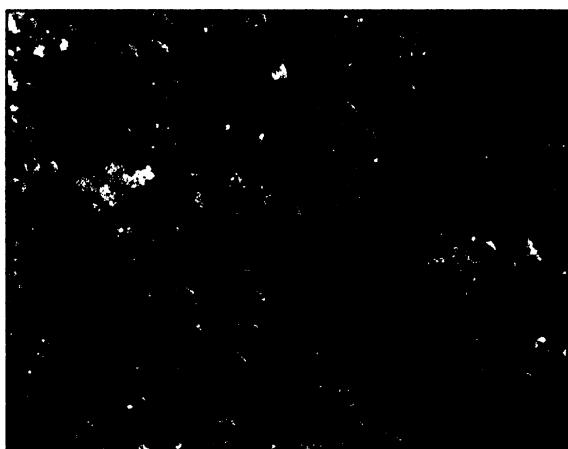
← Obr. č. 5: *Cladonia pocillum*,
bazofilní lišejník
zdroj: www.uklichens.co.uk



Obr. č. 6 →: *Cladonia coccifera*,
lišejník kyselých půd
zdroj: www.toyen.uio.no/botanisk/lav



← Obr. č. 7: *Caloplaca marina*,
lišejník s tolerancí ke slané vodě
zdroj: www.uklichens.co.uk



← Obr. č. 9: *Candelariella vitellina*,
druh často porůstající sklo
a další antropogenní substráty
zdroj: www.uklichens.co.uk

PŘÍLOHA – 2. ČÁSTI

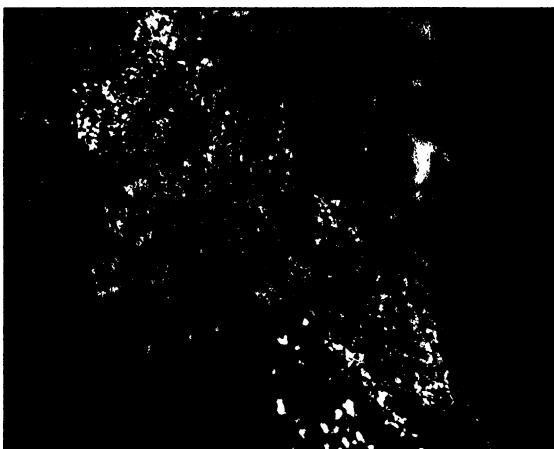


Obr. č. 10: Pohled na

Károvské údolí,

5.12.2007

Obr. č. 11: *Acarospora fuscata*,
Candelariella coralliza, *Diploschistes*
scruposus, lišejníky kyselých skal;
zvětšeno 1,5x



Obr. č. 12: *Cladonia pyxidata*;
zmenšeno 2x



Obr. č. 13: *Rhizocarpon*
geographicum a *Xanthoparmelia*
stenophylla na křemičité skále;
zvětšeno 1x