



**MASARYKOVA UNIVERZITA**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
**NÁZEV ÚSTAVU**

---



**FOTOSYNTÉZA LIŠEJNÍKŮ V OBLASTI  
ANTARKTICKÉHO POLOOSTROVA A JIŽNÍ  
PATAGONIE VE VZTAHU K FAKTORŮM  
PROSTŘEDÍ**

Bakalářská práce

**Luděk Sehnal**

**Vedoucí práce: Prof. Ing. Miloš Barták, CSc.**

**Brno 2012**

## **Bibliografický záznam**

- Autor:** Luděk Sehnal  
Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita  
Ústav experimentální biologie
- Název práce:** Fotosyntéza lišejníků v oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie ve vztahu k faktorům prostředí
- Studijní program:** Biologie
- Studijní obor:** Fyziologie a anatomie rostlin
- Vedoucí práce:** Prof. Ing. Miloš Barták, CSc.
- Akademický rok:** 2011/2012
- Počet stran:** 82
- Klíčová slova:** Lišejníky, polární oblasti, faktory prostředí, výzkum, fotosyntéza, ribitol, chlorofyl, fluorescence

## **Bibliographic Entry**

**Author:** Luděk Sehnal  
Faculty of Science, Masaryk University  
Department of Experimental Biology

**Title of Thesis:** Photosynthesis of lichens from Antarctic Peninsula and South Patagonia in relation to environmental factors

**Degree programme:** Biology

**Field of Study:** Physiology and anatomy of plants

**Supervisor:** Prof. Ing. Miloš Barták, CSc.

**Academic Year:** 2011/2012

**Number of Pages:** 82

**Keyword:** Lichens, polar regions, environmental , literature survey, photosynthesis, ribitol, chlorophyll, fluorescence

## Abstrakt

V této bakalářské práci se věnuji lišejníkové flóře oblastí Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. Hlavní pozornost je věnována přehledu a porovnání experimentálních prací studujících lišejníky ve vztahu k faktorům prostředí, porovnání odborného zaměření těchto prací a samotné lišejníkové flory v obou sledovaných oblastech. Tyto oblasti Jižní polokoule patří mezi extrémně chladná prostředí, kde navíc v současnosti dochází k největším klimatickým změnám. To přináší velký zájem odborné i laické veřejnosti o studium obranných mechanismů, pomocí kterých extremofilní autotrofní organismy v těchto oblastech přežívají.

V souvislosti s odolností lišejníků ke stresu byl v rámci této bakalářské práce uskutečněn experiment, který se zaměřil na porovnání vlivu nízké teploty na fotosyntézu lišejníků z cílových oblastí. Testovanými druhy z Jižní Patagonie byly *Pseudocyphellaria* sp. a *Usnea longissima* a z Antarktického poloostrova druh *Usnea antarctica*. Také byla studována účinnost ribitolu jako ochranné látky proti působení mrazových teplot na fotosyntetické charakteristiky. K hodnocení stavu fotosyntetického aparátu je využito metody indukované fluorescence chlorofylu *a*.

## **Abstract**

In this thesis, lichen flora from Antarctic Peninsula and South Patagonia is reviewed. The main focus is dedicated to the comparison of experimental studies dealing with lichens in relation to environmental factors, their particular aims and overview of lichen flora of the two particular regions. These regions of Southern hemisphere belong to extreme cold environments, where, in addition, the most climatic changes in the world has been observed recently. It brings great interest of scientific community to the studies of the protective mechanisms of extremophilic organisms, such as lichens, that help them to survive.

In connection with resistance of lichens to stress, an experimental as part of these Bachelor thesis was carried out. It focused comparison of the effect of low temperature on photosynthesis of lichens from particular regions. Studied species were *Pseudocyphellaria* sp. and *Usnea longissima* from South Patagonia and *Usnea antarctica* from Antarctic Peninsula. Additionally, an efficiency of ribitol as protective substance of lichens during exposition of thalli to subzero temperature was studied. The method of induced chlorophyll *a* fluorescence was used to assess functioning of lichen photosynthetic apparatus at low and freezing temperature.



**Vysoká škola:** Masarykova univerzita

**Fakulta:** přírodovědecká

**Pracoviště:** Ústav experimentální biologie

**Akademický rok:** 2011/2012



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Bakalářský studijní program:** Biologie  
**Studijní obor:** Fyziologie a anatomie rostlin

**Student(ka):** Luděk Sehnal  
**Studijní obor:** Obecná biologie

Vedoucí bakalářské práce určuje výše uvedenému studentu ve smyslu vysokoškolského zákona (zákon č. 111/1998 Sb., v aktuálním znění) tuto diplomovou práci:

**Název tématu:** Fotosyntéza lišejníků z oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie ve vztahu k faktorům prostředí

**Název tématu anglicky:** Photosynthesis of lichens from the Antarctic Peninsula and Southern Patagonia in relation to environmental factors

**Vedoucí bakalářské práce:** Prof. Ing. Miloš Barták, CSc.

### Zásady pro vypracování

**Anotace:**

Cílem bakalářské práce bude literární rešerše zaměřená na fotosyntézu lišejníků v závislosti na fyzikálních faktorech prostředí, zejména záření, a to jak ve vlnkových délkách UV, PAR. Půjde zejména o kompilaci literárních údajů z odborných prací, které se zaměřují na oblast Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. Cílem práce je uvést rozdíly v druhové skladbě lišejníků v obou výše vymezených oblastech, charakterizovat cíle, metody a výsledky experimentálních prací v obou oblastech. Kromě literární rešerše bude součástí bakalářské práce i část experimentální. Ta se zaměří na vliv nízké teploty a ozáření na fotosyntézu lišejníků. Předmětem experimentální části bude srovnání několika druhů lišejníků (druhů z ostrova Jamese Rosse, Antarktida, a druhů z oblasti jižní Patagonie, Jižní Amerika). Fyziologické projevy fotosyntetického aparátu lišejníků navozené experimentálními podmínkami budou sledovány metodou indukované fluorescence chlorofylu *in vivo* a následné analýzy odvozených parametrů (zejména kapacity fotochemických procesů fotosyntézy ve fotosystému II: Fv/Fm).

**Časový harmonogram řešení (postup):**

- (1) základní studium literatury, výběr metod (září - prosinec 2011)
- (2) Experimentální část práce (prosinec 2011), (březen 2012)
- (3) Psaní textu bakalářské práce (leden-duben 2012)

**Rozsah bakalářské práce:** 50 stran

**Rozsah grafických příloh:** minimálně 10 (obrázky a grafy), 2 tabulky

**Doporučená literatura:**

Literární zdroje dostupné prostřednictvím www a další informační zdroje doporučené vedoucím diplomové práce v průběhu jejího řešení.

**Datum zadání bakalářské práce:** 22.9.2011

**Termín odevzdání bakalářské práce:** nejpozději 15. květen 2012  
Termín odevzdání bakalářské práce dle harmonogramu příslušného akademického roku.

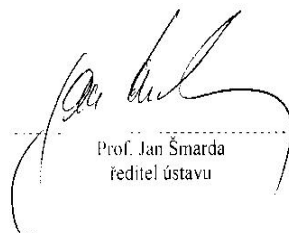
V Brně dne 22.9.2011



Luděk Sehnal  
student(ka)



Prof. Mitoš Barták  
vedoucí diplomové práce



Prof. Jan Šmarda  
ředitel ústavu

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl srdečně poděkovat panu Prof. Ing. Miloši Bartákovi, CSc. za velmi cenné rady, připomínky, trpělivost a pomoc při vypracování této práce. Moje poděkování patří také panu Mgr. Peteru Váczimu, Ph.D. a Mgr. Josefu Hájkovi, Ph.D. za cenné rady při provádění experimentu. Také bych rád poděkoval rodičům a bratrovi za podporu a pomoc během práce na tomto textu.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s využitím informačních zdrojů, které jsou v práci citovány.

Brno 9. května 2012

.....

Luděk Sehnal



**Obsah:**

<b>1. Úvod</b>	<b>11</b>
<b>2. Lišejníky ve vztahu k faktorům prostředí</b>	<b>12-21</b>
2.1. Symbióza lišejníků	12
2.2. Adaptace a aklimatizace k faktorům prostředí	12-17
2.2.1. Tolerance k vysychání	13-14
2.2.2. Tolerance k nízkým teplotám	14-15
2.2.3. Tolerance k nadměrnému záření	15-16
2.2.4. Tolerance k UV záření	17
2.3. Biologicky aktivní látky v lišejnících	17-19
2.4. Lišejníky jako bioindikátory znečištění ovzduší	19-20
2.5. Determinace lišejníků	20-21
<b>3. Antarktický poloostrov a Jižní Patagonie</b>	<b>22-28</b>
3.1. Drakeův průliv	22-23
3.2. Biogeografické vymezení Antarktický poloostrov	23-26
3.3. Biogeografické vymezení Jižní Patagonie	26-28
<b>4. Metody práce</b>	<b>29</b>
<b>5. Výsledky zpracování literární rešerše</b>	<b>30-35</b>
5.1. Srovnání druhů zpracovaných v odborných člancích	30
5.2. Charakteristika a porovnání experimentálních prací vykonaných na lišejnících	30-35
5.2.1. Obecné porovnání experimentálních prací	31-35
5.2.2. Porovnání experimentálních prací se zaměřením na fotosyntézu	35
<b>6. Experiment – vliv nízké teploty na fotosyntézu lišejníků</b>	<b>36-52</b>
6.1. Úvod	36-37
6.2. Materiál a metody	
6.2.1. Charakteristika použitého rostlinného materiálu	37-38
6.2.2. Manipulace s rostlinným materiálem	39-40

6.2.3. Měření fluorescence chlorofylu <i>a</i>	40-41
<b>6.3. Výsledky</b>	<b>42-50</b>
<b>6.4. Diskuse</b>	<b>50-52</b>
<b>7. Závěr</b>	<b>53</b>
<b>8. Seznam použité literatury</b>	<b>54-58</b>
<b>9. Přílohy</b>	<b>59-80</b>
<b>Příloha 1: Seznam lišejníků z Jižní Patagonie</b>	<b>59-65</b>
<b>Příloha 2: Seznam lišejníků z Antarktického poloostrova</b>	<b>66-72</b>
<b>Příloha 3: Experimentální práce – Jižní Patagonie</b>	<b>73-74</b>
<b>Příloha 4: Experimentální práce – Antarktický poloostrov</b>	<b>75-79</b>
<b>10. Seznam obrázků</b>	<b>80-81</b>
<b>11. Seznam tabulek</b>	<b>82</b>

## 1. Úvod

Lišejníky se vyskytují ve všech klimatických prostředích, ale předmětem vědeckého zájmu jsou především z důvodu trvalého osídlení extrémních prostředí. Jsou to symbiotické organismy, kde symbióza mykobionta (houby) a fotobionta (řasa, sinice nebo mohou být přítomni oba) tvoří velmi odolný organismus vůči nepříznivým biotickým i abiotickým faktorům. Díky svým značným adaptačním schopnostem jsou lišejníky využívány i jako modelové organismy pro výzkum života ve vesmíru.

Vědecké úsilí charakterizovat lišejníky se uskutečňuje na mnoha úrovních. Vzhledem k lišejníkům obecně jde zejména o snahu pochopit principy a charakterizovat pravidla regulace vzniku symbiózy mezi bionty. Pokud jde o samotnou determinaci lišejníků, zažívá věda v posledních letech výrazný progres v souvislosti s rozvojem oboru molekulární biologie. Determinace, zařazení do systému a studium evolučních vztahů dříve probíhalo pomocí morfologicko-anatomických znaků, dnes se však uskutečňuje pomocí specializovaných metod molekulární biologie. Dalším cílem vědecké práce je objasnění adaptačních a aklimatizačních reakcí lišejníků vůči stresovým faktorům v extrémním prostředí. S tím také výrazně souvisí studium biologicky aktivních látek a jejich funkce v symbiotickém organismu. Ačkoli jsou lišejníky odolné vůči rozličným přírodním extrémům, většina z nich je velmi citlivá ke znečištění životního prostředí. Stavba stélky, která není krytá žádnými ochrannými strukturami, a jejíž obě složky jsou v křehké rovnováze snadno porušitelné změnami prostředí, ale také pomalý růst a dlouhověkost, jsou významnými vlastnostmi z hlediska využití lišejníků jako bioindikátorů (Skalka, 2004).

Samotná bakalářská práce je zaměřena na porovnání odborných prací o lišejnicích z oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie, v této práci je zvoleno souostroví Tierra Del Fuego. Porovnání je zaměřeno na druhové spektrum lišejníků a na vědecké aktivity na lišejnicích, jak z pohledu systematického, tak z pohledu fyziologického se zvláštním důrazem na studie fotosyntézy. Pozornost je věnována i vymezení sledovaných oblastí jako geografických celků.

Cílem této bakalářské práce je tedy specifikovat důvody proč jsou lišejníky předmětem vědeckého zájmu a porovnat dvě cílové oblasti, Antarktický poloostrov a Jižní Patagonii, z hlediska druhové rozmanitosti lišejníků a vědeckého zájmu o jejich fyziologické procesy, především fotosyntézu.

## 2. Lišejníky ve vztahu k faktorům prostředí

### 2.1. Symbióza lišejníků

Lišejníky jsou popsány jako symbióza mezi mykobiontem a fotobiontem, schopné kolonizovat prostředí, kde by ani jeden z partnerů sám nepřežil (de Vera, 2008), což naznačuje velkou důležitost symbiotického vztahu. Jak uvádí Margulis (1993), symbióza je jednou z nejúspěšnějších strategií díky resistenci a adaptacím.

Nedávná studie věnovaná struktuře a funkci symbiotického systému lišejníků ukázala, že velký podíl na fungování celého organismu mají i bakterie. Je velmi dobře známa funkce mykobionta i fotobionta při symbiotickém vztahu, kde mykobiont zajišťuje příjem vody, minerálních živin a ochranu pro fotobionta, který se stará o produkci uhlovodíkových látek díky fotosyntéze. Výzkum významu bakterií při symbiotickém vztahu lišejníků je však poměrně novou záležitostí (Schneider, 2011).

Díky pokročilým molekulárním metodám se zjistilo, že několik druhů bakterií se podílí na metabolické výměně mezi symbionty. Byla provedena analýza funkčních proteinů, při které byla zjištěna přítomnost proteinů zodpovědných za transport aminokyselin, nukleotidů, co-enzymů a lipidů, jak v přítomných bakteriích, tak v houbě lišejníků. Bakterie, stejně jako mykobiont, produkují sekundární metabolity, které mohou sloužit jako ochranné látky. Mimo to také existuje hypotéza, že pomáhají při přesunu zásobních látek do míst jejich spotřeby v lišejníku, zejména houbové vrstvě. Podíl bakterií na metabolismu lišejníků je tedy značný. Po nedávno dokončené determinaci bakterií, se zjistilo, že se jedná především o druhy z kmene Proteobacteria, kde dominantní jsou zejména zástupci třídy Alfabroteobacteria (Schneider, 2011).

Bádání na téma symbiotický systém je stále aktuální a současné objevy napomáhají úplnému pochopení symbiotického mechanismu. S objevem nových poznatků o symbiotickém vztahu se otevírají další možnosti zkoumání fyziologické podstaty symbiózy a interakcí mezi symbionty.

### 2.2. Adaptace a aklimatizace k faktorům prostředí

Lišejníky vyvinuly širokou škálu adaptací, jako ochranu před mnoha nepříznivými vlivy prostředí, což jim umožňuje osídlení oblastí s nejdřsnějšími podmínkami. Studium těchto adaptací je uskutečňováno v extrémních prostředích, jako jsou například Antarktida a Arktida, kde jsou jejich adaptační schopnosti nejlépe rozvinuty. Green *et.*

al. (1999) poznamenali, že antarktické lišejníky vykazují stejné schopnosti jako ty nalezené v mírném klimatu a nemusí nutně vlastnit speciální adaptace k nepříznivým vlivům. Existuje však silný přirozený výběr druhů, které mohou tolerovat antarktické podmínky, což je zřejmé z poklesu počtu druhů vyskytujících se v oblastech se stoupající zeměpisnou šířkou (Logan, 2007).

### 2.2.1. Tolerance k vysychání

Výzkum lišejníků a jejich vodního stavu je jedním z hlavních oborů výzkumu lišejníkových adaptací v extrémních prostředích. Jelikož nemohou aktivně řídit obsah vody ve svém těle jako cévnaté rostliny, je jejich fyziologická aktivita závislá na dostupnosti vody v blízkém okolí (Kappen *et al.*, 1996). Lišejníky jsou poikilohydrické, což znamená, že lišejník může být rychle hydratován a aktivován deštěm, tající vodou, rosou, mlhou nebo dokonce velkou vlhkostí vzduchu. Jakmile tyto vlivy ustanou, lišejníková stélka vysychá a ztrácí až 97% z obsahu vody a přechází do fyziologicky neaktivního stavu (Kappen *et al.*, 1996). Tyto schopnosti jsou pro existenci v extrémních prostředích velmi užitečné, ba dokonce nutné, pro přežití. Kapacita mechanismů, kterými přechází lišejníky z fyziologicky aktivního stavu, patrném při optimálním ovlhčení stélky, do stavu neaktivního při vyschnutí, určují schopnost přežití na stanovištích s omezenou dostupností vody, tedy i v polárních oblastech Země.

Výzkum tolerance lišejníků k vysychání stélek v přírodních podmínkách je zaměřen, jak na aridní oblasti Země, tak na Arktidu i Antarktidu. S ohledem na téma této bakalářské práce se v dalším textu zaměřuji pouze na antarktické lišejníky. V Antarktidě se teploty pohybují téměř celý rok pod bodem mrazu (voda v pevném stavu) a srážky jsou malé a většinou sněhové. Dostupnost vody je tedy limitním faktorem pro existenci a rozvoj lišejníkové flóry v Antarktidě. V části vegetační sezóny (antarktické léto) mohou lišejníky zcela vyschnout a setrvat v tomto neaktivním stavu několik dní. Podobný fyziologicky neaktivní stav představuje zamrznutí stélek. Příchod mrazových teplot zvyšuje riziko zamrznutí vody ve stélce v ovlhčeném stavu. Lišejníky si však díky několika morfologickým a fyziologickým adaptacím vytvořily částečnou rezistenci k vysychání a účinkům mrazových teplot. Na buněčné úrovni přispívají různé biochemické mechanismy. Neredukující cukry přispívají k udržení vody, specifickým formováním cytoplazmy. Navíc se zdá, že nahrazují vodu, a tak udržují strukturu

membrán při vysychání vody (Crowe *et al.*, 1998, 2005). Z jiných látek mohou přispívat k toleranci k vysychání tzv. LEA- proteiny (Kranner *et al.*, 2008).

Stupeň ovlhčení stélky má u lišejníků přímý vliv na fotosyntetické procesy. V důsledku dehydratace stélky dochází k postupnému omezování elektronového transportního řetězce ve fotosyntetickém aparátu lišejníkových symbiotických řas či sinic, a to z důvodu nedostatečného odvodu energie z fotosystému dva (PSII). Za tohoto stavu pak může docházet ke vzniku reaktivních forem kyslíku (ROS) v chloroplastu. Proto je jako důležitý ochranný mechanismus u lišejníkových symbiotických řas či sinic aktivována produkce antioxidantů, které tyto radikály zeslabují či inaktivují. Dalším z obranných mechanismů při nadbytku energie je odtržení LHC II (světloměrných komplexů) od PSII fosforylací LHC, přesun tohoto komplexu v tylakoidní membráně chloroplastu a následné připojení LHC II na PS I a předání nadbytečné energie do PS I (Bilger *et al.*, 1989).

Obecně pokles vody v lišejníku způsobuje pokles metabolické aktivity, až její úplné zastavení při dehydrataci a přechod do fyziologicky neaktivního stavu, ve kterém je lišejník schopný přežít i dlouhá období. K obnově metabolické aktivity je třeba opětovné ovlhčení (rehydratace) a oprava či resyntéza poškozených částí membrány chloroplastu, zejména proteinů. Rehydratace je usnadněna tím, že je lišejník schopen přijímat vodu celým povrchem těla a některé druhy jsou schopné už do hodiny po ovlhčení plně obnovit metabolickou aktivitu. Opravy poškozených částí jsou řízeny enzymaticky a zpravidla si podle stupně poškození vyžadají časový interval v délce desítky minut až několik hodin.

Vědecký zájem o fyziologické mechanismy zajišťující lišejníkům dokonalou odolnost ve vyschlém stavu a rychlou obnovu fyziologické aktivity po ovlhčení byl v minulých letech velký, a proto jsou dnes adaptace lišejníků na hospodaření s vodou poměrně dobře prozkoumány (např: Scheidegger *et al.*, 1995; Mayaba *et Beckett*, 2001; Kranner *et Birtić*, 2005; Weissman *et al.*, 2005; Kranner *et al.*, 2008)

### **2.2.2. Tolerance k nízkým teplotám**

Lišejníky jsou dominantní rostlinou vegetací v polárních oblastech. Hlavním rysem polárních oblastí jsou nízké teploty vyskytující se téměř po celý rok, což u většiny rostlin způsobuje zpomalení nebo úplné zastavení metabolických procesů. Z těchto faktů vyplývá, že zaměření vědců musí směřovat i k objasnění adaptačních mechanismů

lišejníků na stres nízkými teplotami, který výrazně souvisí s tolerancí k vysychání (viz. 2.2.1.).

Laboratorní měření ukázala, že lišejníky jsou extrémně tolerantní ke stresu mrazem a vystavení nízkým teplotám a obnovují rychle metabolickou aktivitu po vážném a rozšířeném poškození chladem. Přesto, že jejich teplotní optimum pro fotosyntézu je v polárních oblastech 10-12 °C (Kappen, 2000), jejich metabolická aktivita je možná i při teplotách hluboko pod bodem mrazu. Bylo dokázáno, že lišejníky jsou schopné být fotosynteticky aktivní i při teplotě – 196 °C, avšak za předpokladu hydratace stélky (Kappen *et. Lange*, 1970). To je v přírodních podmínkách nemožné, ale naznačuje to vysokou odolnost lišejníků vůči nízké teplotě v závislosti na hydrataci stélky. Jak uvádí Schroeter a Schredinger (1995), stélka je schopná při konstantní teplotě – 14 °C hydratovat ze sněhu pouze z 22%, což má inhibiční vliv na fotosyntézu. Pro názornost, lze poukázat na to, že lišejníková stélka při teplotě – 20 °C má vodní potenciál přibližně -20 MPa, což je hodnota pro cévnaté rostliny neslučitelná se životem (Kappen, 1993). V horkých pouštích byla dokonce u lišejníků zjištěna hodnota vodního potenciálu -38 MPa (Nash, 1990), což dokazuje, že lišejníky jsou odolné vůči teplotě ve všech prostředích.

Lišejníky jsou schopné přežít ve fyziologicky neaktivním stavu i ty nejextrémnější podmínky jaké si dokážeme představit. Záleží však na délce působení. Některé druhy lišejníků jsou schopné přežít i 10 let při teplotě – 20 °C a poté plně obnovit svoji metabolickou aktivitu. Obecně však platí, že s délkou působení stresu, klesá i tolerance.

Aby lišejníky mohly přestát tak nízké mrazové teploty, musí mít vhodné obranné mechanismy. Zvýšené odolnosti proti mrazu se dá především dosáhnout udržením vody v podchlazeném stavu, čímž se zamezí výskytu krystalizačních jader. To je možné jen při teplotách mírně pod bodem mrazu. Dalším obranným mechanismem je produkce několika typů specifických látek bránících zamrznutí vody v buňkách. Pro zvýšení pevnosti buněčných stěn je produkován extensin, dále specifické proteiny pro zachování strukturních a funkčních vlastností membrán, proteiny zpomalující růst krystalů ledu nebo produkce kompatibilních osmotik, které mohou stabilizovat proteiny.

### **2.2.3. Tolerance k nadměrnému záření**

Světlo aktivuje fotochemické procesy fotosyntézy, které umožňují tvorbu asimilátů v návazné biochemické části fotosyntézy. Aktivátorem fotosyntetických procesů je

fotosynteticky aktivní záření (FAR). Lišejníky fotosyntetizují prostřednictvím řasy nebo sinice, která je chráněna houbou tvořící zpravidla hlavní část stélky lišejníku. K aktivaci fotosyntetických procesů u lišejníků stačí velmi nízká hodnota ozáření, což je výhodné pro lišejníky zapadlé sněhem, ke kterým se dostává jen malá část záření. Množství fotosynteticky aktivního záření dopadajícího na lišejník výrazně ovlivňuje jeho fyziologický stav. Nízká intenzita dopadajícího záření na fotosyntetické pigmenty lišejníku, která stačí k aktivaci fotosyntetických procesů je vyhovující, avšak při nadměrné intenzitě záření může docházet k fotoinhibici fotosyntézy až k destrukci fotosyntetického aparátu. Fotoinhibice také přímo závisí na hydrataci stélky a teplotě. Při poklesu ovlhčení stélky nebo její teploty dochází ke zpomalení fotosyntetických procesů. V důsledku toho se snižuje rychlost odvodu elektronů fotosyntetickým transportním řetězcem, vzniku ROS a destrukci některých součástí fotosyntetického aparátu (PS II, PS I).

Tato skupina symbiotických organismů vlastní řadu ochranných mechanismů působících proti účinkům nadměrné zářivé energie absorbované v chloroplastech. Mykobiont produkuje v horní korové vrstvě (horní kortex) různé pigmenty, které absorbují přebytečné fotony FAR i UV-B. Tato absorpce se odehrává před vrstvou fotobiontů vyskytujících se v medule. Absorbující látky patří k různým druhům chemických sloučenin jako jsou melaniny (Gauslaa *et Solhaug*, 2001), parietin (Solhaug *et Gauslaa*, 1996, 2004), kyselina usnová (McEvoy *et al.*, 2006; Nybakken *et. Julkunentiitto*, 2006). Mezi fotoochrannými mechanismy fotobionta patří tepelná disipace, kdy se aktivuje xanthofylový cyklus v chloroplastu symbiotických řas (Adams *et. al.*, 1993). Xanthofylový cyklus je ozářeností indukovaná přeměna violaxanthinu přes antheraxanthin na zeaxanthin. Zeaxanthin je považován za tepelného zhášedce zvýšené energie fotonů (Frank *et. al.*, 1994). Další možnou adaptací při nadbytku zářivé energie je stejně jako při vysychání odtržení LHC II (světlosběrných komplexů) od PSII fosforylací, následné připojení LHC II na PS I a předání nadbytečné energie do PS I (Bilger *et al.*, 1989). Účinným mechanismem při ochraně PS II při nadměrném záření je také uvolnění energie fluorescenčním zářením.

Tyto adaptační mechanismy zajišťují zmírnění fotoinhibičních účinků dopadajícího záření a tím se podílejí na dobrém fyziologickém stavu lišejníku. Studium těchto fotoochranných mechanismů i samotné fotoinhibice je stále předmětem odborných prací u lišejníků vyskytujících se, jak v polárních oblastech Země, tak jiných částech naší planety.



#### 2.2.4. Tolerance k UV záření

Emise chlorofluorokarbonů do atmosféry vedla k úbytku stratosférické ozonové vrstvy od osmdesátých let 20. století (Farman *et al.*, 1985). Úbytkem ozonu se zvyšuje množství UV-B záření dopadající na zemi, které značně poškozuje strukturní a funkční vlastnosti rostlin (Huiskes *et al.*, 1999, 2000), čemuž je v posledních desetiletích věnován intenzivní vědecký zájem. Vlastní vědecký zájem o studium úbytku ozonu vznikl na základě faktu, že ozonová vrstva v zemské atmosféře je účinným filtrem pro biologicky škodlivé UV-B záření přítomné ve slunečním záření a nejrozsáhlejší destrukce ozonu se vyskytuje právě přes Antarktidu a přiléhající ostrovy (Kappen, 1996).

Jak uvádí Singh *et al.* (2011), UV-B složka záření škodí rostlinám především tvorbou ROS, které poškozují různé části rostliny. Projevy poškození jsou, jak morfologické, tak fyziologické. Konkrétně jde o nadměrný nebo omezený růst, poškození nukleových kyselin, proteinů, chloroplastů, omezení schopnosti přenosu elektronu a tím i ke zpomalení fotosyntézy nebo dokonce až k zastavení fotosyntézy.

Z poznatků Singh *et al.* (2011) vyplývá, že adaptace lišejníků k poškození vlivem UV-B záření spočívá zejména v tvorbě antioxidantních látek a různých UV-B absorpčních pigmentů, jako jsou například karotenoidy. Z antioxidantů to jsou zejména flavonoidy, fenolické látky a enzymatické a neenzymatické antioxidanty. Nejčastějšími filtry UV-B v rostlinách jsou flavonoidy. Nejhojněji produkované pigmenty, jako odezva na zvýšené UV-B záření, jsou melaniny a parietin. Melanin působí zejména při nadměrném záření, přičemž může způsobovat hnědé až černé zbarvení stélky. Podle Gasluaa *et al.* (2003) zřejmě parietin redukuje škodlivý vliv UV-B záření. Obranné látky, jako jsou antioxidanty a některé UV-B absorpční látky jsou produkty sekundárního metabolismu.

Výsledky různých studií vedených na Antarktidě mají poskytnout neocenitelné informace o UV-fotoochranných pigmentech, fotoprodukcí poškozené DNA v rostlinstvu a několika jiných procesech, které se vyskytují i na jiných podobných lokalitách na světě (Singh *et al.*, 2011).

### 2.3. Biologicky aktivní látky v lišejnících

Mnoho lišejníků je vysoce tolerantních vůči extrémním faktorům prostředí, což jim umožňuje žít v alpínské zóně i jiných chladných prostředích. Pro toleranci takových

podmínek je nezbytná přítomnost ochranných mechanismů, proto je život v těchto podmínkách spojen s produkcí různých ochranných látek. Jde hlavně o akumulaci sekundárních metabolitů jako odpověď na tyto stresové podmínky (Bousti *et al.*, 2011).

Hlavní roli při ochraně lišejníků hraje mykobiont, který zajišťuje, jak mechanickou ochranu, tak ochranu prostřednictvím produkce sekundárních metabolitů, jejichž rozmanitost zajišťuje lišejníkům rezistenci vůči několika stresovým faktorům. Taková ochrana je důležitá zejména pro ochranu fotobionta, který je schopen fotosyntézy, a tedy produkce látek nezbytných pro růst a rozvoj stélky lišejníku. Fotobiont sekundární metabolity produkuje jen velmi omezeně. Se zesilujícím se působením stresového faktoru se zvyšuje i akumulace sekundárních metabolitů. Například v Chile nebo v Antarktidě, kde je ozonová vrstva značně narušená, se objevuje zvýšená akumulace rhizokarponové kyseliny následkem zvýšené úrovně UV-B záření (Rubio *et al.*, 2002).

V drsných podmínkách, například takových, jaké převládají v Antarktidě, působí vůči lišejníkům několik stresových faktorů. Těmi jsou zejména nízké teploty, vysychání, nadměrné záření a UV-B záření, jak je uvedeno výše. Jejich rezistence ke stresu způsobenému těmito faktory je zajištěna různými biochemickými procesy a syntézou ochranných molekul, ale především jejich schopností přežít ve stavu anhydrobiózy (Beckett *et al.*, 2008). Při nízkých teplotách jsou ohroženy zejména buněčné a intercelulární struktury, jejichž integrita je vystavena cyklům mraznutí a tání, tedy jsou udržovány prostřednictvím polyolů, polysacharidů, nukleotidů, proteinů a membránových lipidů (Aubert *et al.*, 2007). Dalším problémem je vznik reaktivních kyslíkových radikálů, ke kterému dochází zejména při vysychání nebo nadměrnému ozáření. Metabolické procesy zajišťující toleranci vůči reaktivním formám kyslíku zahrnují glutathion redoxní systém a akumulaci glukonát-6-fosfátu, který je důležitý pro reviviscenci (Aubert *et al.*, 2007). Tyto mechanismy mohou také chránit lišejníky před vysokým UV ozářením (Barták *et al.*, 2004). Další ochranná strategie, která napomáhá toleranci nepříznivých podmínek, jako je nadměrné množství světla, jsou akumulace UV absorpčních látek ve vnější vrstvě lišejníkové stélky, jako jsou xantofyly či karotenoidy nebo jiné pigmenty, například melaniny (Singh *et al.*, 2008).

Lišejníkové metabolity mají velkou perspektivu i z hlediska využití člověkem. V poslední době je zaznamenán rostoucí zájem o lišejníkové metabolity zejména z důvodu medicínského využití. Avšak zatím je jen málo lišejníkových látek komerčně dostupných pro medicínské účely, zatímco tisíce známých látek jsou prošetřeny jen částečně nebo nejsou prozkoumané vůbec (Stocker-Wörgötter, 2008). Jak popisuje

Bousti *et al.* (2011), různé lišejníkové metabolity mají jisté antimikrobiální, protizánětlivé, antiproliferační a antioxidační účinky a některé z nich můžou dokonce působit i proti vzniku rakoviny.

#### 2.4. Lišejníky jako bioindikátory znečištění ovzduší

Pro lišejníky je typická schopnost tzv. bioindikace čistoty ovzduší (Skalka, 2004). Příjem živin probíhá celým povrchem stélky lišejníku. V důsledku velkého aktivního povrchu, jednoduché anatomie stélky a absence kořenového systému jsou lišejníky přímo závislé na ukládání živin z atmosférických částic a následně tak ochotně akumulují polutanty ze vzduchu (Bargagli *et al.*, 2002). Navíc absence voskové vrstvy na povrchu stélky usnadňuje příjem a udržování aerosolu (Sloof, 1995). Proto mohou po dlouhou dobu lišejníky vypovídat o částicovém složení a přítomné koncentraci kovových iontů v atmosféře (Adamo *et al.*, 2003).

Jak uvedl González *et al.* (1996), lišejníky mohou být využity k efektivnímu monitoringu stupně kontaminace v ovzduší. Avšak pro samotné lišejníky je příjem polutantů velkým problémem z důvodu jejich toxicity. Nejčastějšími polutanty jsou těžké kovy, jako je Mn, Zn, Cd, Cu, Pb a Fe, nicméně nejvíce toxický je plynný polutant SO<sub>2</sub> a různé dusíkaté látky. Dříve, zejména v období intenzivního průmyslového spalování nekvalitního uhlí bez následného odlučování síry v odpadních plynech, byl SO<sub>2</sub> značný problém pro lišejníky a způsobil v jistých lokalitách úplné vymizení některých druhů (Skalka, 2004). Po snížení emisí síry, koncem minulého století, se situace výrazně zlepšila. Pokud jde o polutanty obecně, tak pro většinu lišejníků jsou ve zvýšených koncentracích škodlivé. Působí negativně na celkovou vitalitu, způsobují degradaci buněčných membrán a chlorofylu, tím snižují i kvantový výtěžek fotosyntézy. Zpomalují rychlost fotosyntézy a jinak negativně působí na metabolismus lišejníku (Garty, 2001).

Existují však ekosystémy, kde díky lišejníkovému biomonitoringu přítomnosti polutantů v ovzduší potvrzujeme čistotu prostředí nebo indikujeme zvyšující se koncentraci polutantu. V současnosti je za velmi čisté prostředí považována Antarktida. Ve studii Pobleta *et al.* (1997), testovali druhy *Usnea aurantioco-atra* a *Usnea antartica*, odebrané na ostrově Krále Jiřího v Antarktidě. Zde zaznamenali u obou druhů velmi nízké nebo žádné koncentrace polutantů, což potvrzuje teorii, že Antarktida je stále velmi čistou a izolovanou oblastí. Jelikož se však stále zvyšuje, jak vědecký zájem,

tak zájem široké veřejnosti o toto nedotčené místo, lze předpokládat, že se zvýší i znečištění.

## 2.5. Determinace lišejníků

U lišejníků je tradiční systematické třídění založeno na morfologických, anatomických a chemických vlastnostech a nové druhy jsou běžně popisovány na základě těchto charakteristik (Divakar *et* Upreti, 2005). V posledních letech se však ukazují být důležitým doplňkem pro přesné ohodnocení charakteru druhů molekulární data a nedávno taxonomické studie založené na molekulární fylogenetice. Jejich zavedení do běžné vědecké praxe vedlo k objevu nových fylogenetických druhů (Divakar *et al.*, 2005). Navíc jsou tyto techniky důležitým prostředkem k hodnocení evolučního nebo taxonomického významu morfologických charakteristik lišejníků (Crespo *et al.*, 2007).

Ačkoliv v některých případech molekulární výzkum potvrdil tradiční hypotézy, většina studií opakovaně ukazuje, že naše aktuální interpretace morfologických a chemických charakteristik je neadekvátní k přesné charakterizaci skutečné druhové diverzity lišejníků. Už nyní většina literatury vypovídá o tom, že údaje zjištěné molekulárně-biologickými metodami jsou klíčové pro vymezení druhů a stanovení správných hypotéz o provázanosti druhů. Navíc schematické užití morfologických charakteristik jako obecného přístupu vedlo ke špatnému chápání diverzity lišejníků (Lumbsch *et* Leavitt, 2011). Na základě těchto faktů je jasné, že taxonomie se bez molekulárních metod neobejde. I když lze pomocí morfologických a chemických charakteristik druhy rozlišit, existují rozdíly detekovatelné pouze molekulárními metodami, a tak bude mít molekulární analýza vždy poslední slovo.

V souvislosti s determinací lišejníků a jejich molekulární analýzou je v poslední době věnována velká pozornost také jejich evoluční a ekologické úspěšnosti a rozšíření. Obecně jsou lišejníky důležité pro pochopení evoluce hub, zvláště Ascomycetes, do které patří 98% známých lišejníků (Lumbsch *et* Leavitt, 2011). Představují nejrozšířenější skupinu mutualistických ascomycetes, a proto jsou důležité pro porozumění evoluce při přechodu z antagonistického na mutualistický způsob metabolismu (Gargas *et al.*, 1995). I zde způsobila molekulární data revoluci v pochopení evoluce lichenizovaných hub, což je diskutováno v několika nedávných

přehledných odborných článcích (DePriest, 2004; Lumbsch, 2006; Printzen, 2010; Lumbsch *et* Leavitt, 2011).

Molekulární metody výrazně zlepšily a zpřesnily, jak možnosti determinaci lišejníků, tak studium jejich evolučních vztahů. I přesto, že mnohé molekulární metody jsou výrazně náročnější než morfologické nebo chemické, jejich význam pro vědu je neocenitelný.

### 3. Antarktický poloostrov a Jižní Patagonie

Hlavním cílem této práce je porovnat Antarktický poloostrov a Jižní Patagonii ve vztahu k lišejníkům a to, jak z hlediska druhové rozmanitosti, tak z hlediska vědeckého zájmu o jejich fyziologické procesy, především fotosyntézu. V souvislosti s rozšířením lišejníků tato práce přináší vymezení oblastí z geografického hlediska. Pokud jde o Jižní Patagonii, tak pozornost je věnována zejména souostroví Tierra del Fuego a pro úplný popis oblasti je důležitý i Drakeův průliv.



**Obr. 1:** Oblast Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. Důležité oblasti, kterým bude věnována pozornost jsou Antarktický poloostrov (Antarctic Peninsula), Drakeův průliv (Drake passage) a Tierra del Fuego.

#### 3.1. Drakeův průliv

Jižní Amerika a Antarktida byly před několika desítkami miliónů let spojeny v jeden kontinent, čímž oddělovaly Pacifický oceán od Atlantického oceánu. Scher (2006) ve

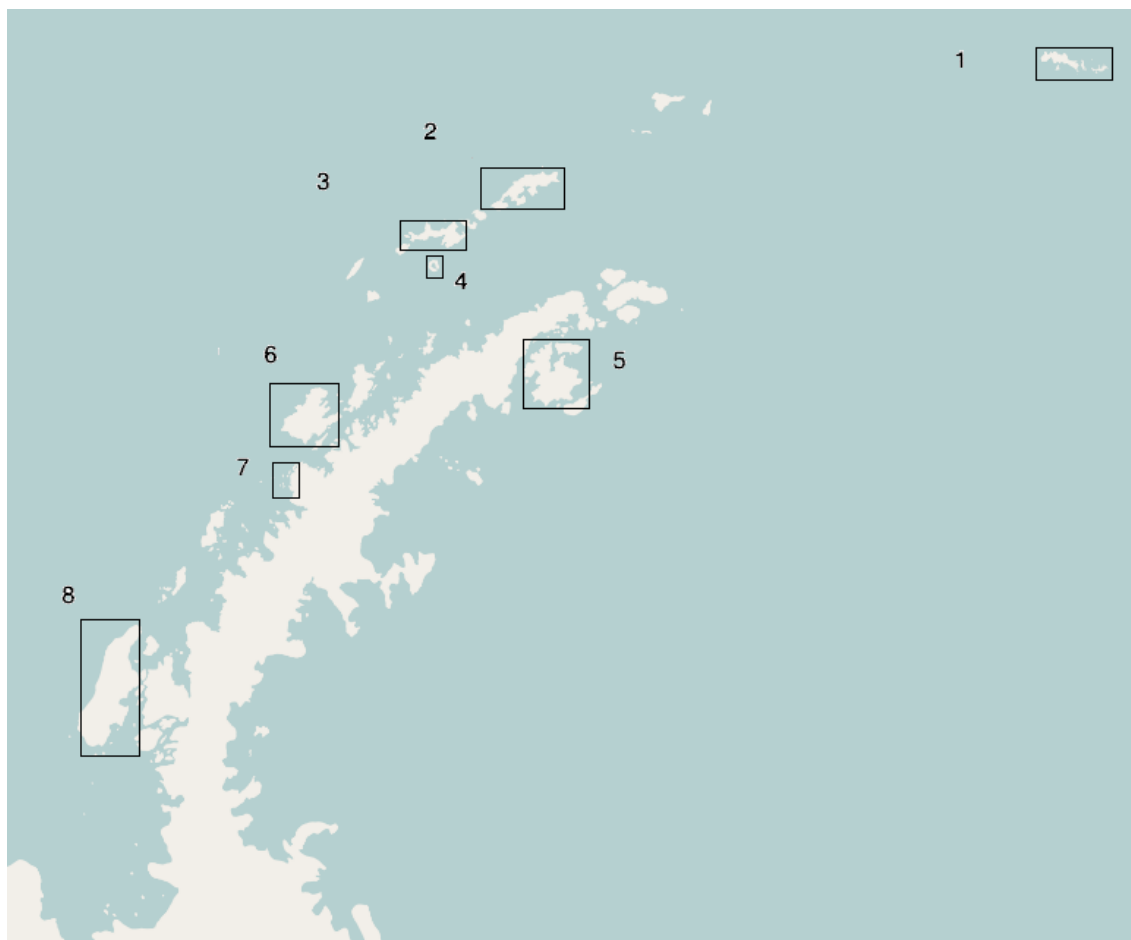
své studii uvádí, že oddělování Antarktidy od Jižní Ameriky začalo asi před 50 miliony lety a k prvnímu promísení vody z Tichého oceánu s vodou s Atlantického oceánu došlo před 41 miliony lety. Tím začal vznikat Drakeův průliv a nově vzniklá vodní masa byla označena jako Jižní oceán. V důsledku spojení oceánů došlo k výrazným změnám, a to jak především ke změně cirkulace proudů v oceánu a následným klimatickým změnám, ke kterým přispěl i pokles koncentrace CO<sub>2</sub>, tak postupně docházelo ke skleníkovému ochlazení (DeConto *et al.*, 2003). Jako důsledek těchto změn vznikl kolem Antarktidy chladný Antarktický polární proud (APP); (Scher *et Martin*, 2006), který měl velký podíl na postupném zalednění Antarktidy, asi před 34 miliony lety (Zachos *et al.*, 2001). Momentálně je APP nejsilnějším proudem na celé planetě. Proudí mezi 50° a 60° zeměpisné šířky na jižní polokouli kolem Antarktidy. Dělí se na západní a východní. Hranice antarktických proudů jsou vymezeny 30° a 70° zeměpisné šířky a zasahují tak i do teplých oceánů (answers.com). Také se spekuluje o tom, zda spojení oceánů a vytvoření Antarktického polárního proudu mohlo způsobit omezení přenosu tepla směrem k pólu a tím přispívat k ochlazení a následnému zalednění Antarktidy. Toto tvrzení nebylo jednohlasně přijato (Scher *et Martin*, 2006).

V současnosti představuje Drakeův průliv spojku mezi Jižní Amerikou a Antarktidou, avšak i v dnešní moderní době je pohyb přes Drakeův průliv obtížný a mnohdy i nebezpečný. Faktorů, které vytvářejí bariéru pro přenos organismů přes Drakeův průliv, je několik a souvisí, jak se střety oceánských proudů, tak s vysokými zeměpisnými šířkami, v kterých se oblast vyskytuje. Jde zejména o silné a nepředvídatelné změny počasí, rozbouřené moře s velkými vlnami, nefunkčnost kompasů, která zneprůhledňuje orientaci, mořský led a množství mělčín strmě rostoucích z vody (worldatlas.com). V každém případě, vytvoření Drakeova průlivu výrazně ovlivnilo Antarktidu i Jižní Patagonii především z hlediska klimatu a tím i vegetace.

### **3.2. Biogeografické vymezení Antarktického poloostrova**

Typicky je Antarktida rozdělena na 2 části. První tvoří tzv. maritimní Antarktida, která zahrnuje South Sandwich Islands, Bouvetøya, South Orkney Islands, South Shetland Islands a západní stranu Antarktického poloostrova až po 72° zeměpisné šířky. Druhou část tvoří kontinentální Antarktida, která zahrnuje východní stranu Antarktického poloostrova od 63° zeměpisné šířky a zbylý kontinent. I přesto, že východní strana Antarktického poloostrova je řazena do kontinentální Antarktidy, tak je

mnohem podobnější, jak klimaticky, tak vegetačně oblastem maritimní Antarktidy (Peat *et al.*, 2007).



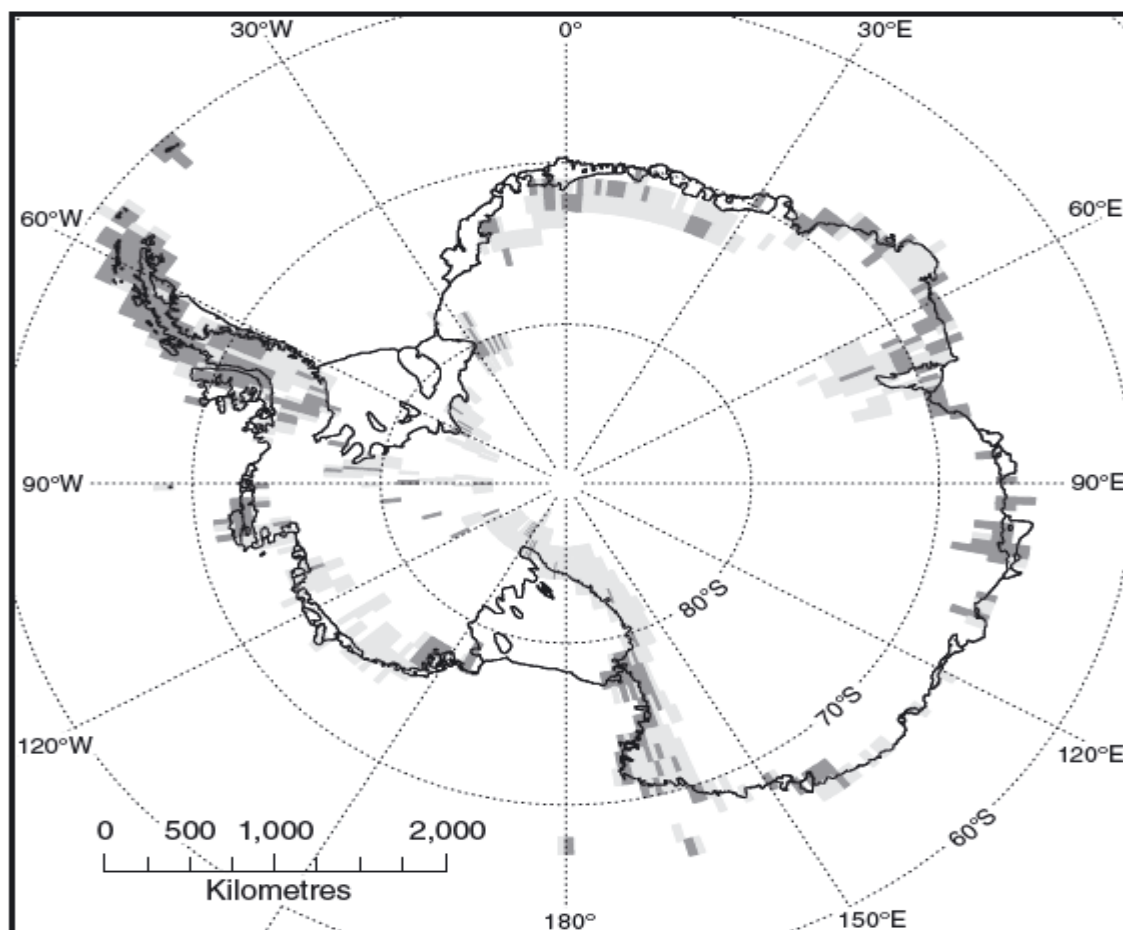
**Obr. 2:** Antarktický poloostrov s vyznačenými cílovými oblastmi pro výzkum lišejníků. 1 – South Orkney Islands, 2 - King George Island, 3 - Livingston Island, 4 - Deception Island, 5 - James Ross Island 6 - Anvers Island, 7 - Argentinian Islands a okolí, 8 - Adelaide Island.

Antarktický poloostrov je nejsevernější částí Antarktidy a od zbytku kontinentu se značně liší, především klimaticky. Vlivem střetů vzdušných proudů nad poloostrovem je zde klima teplejší než nad kontinentem. Navíc se v souvislosti s proudy nad poloostrovem největší měrou projevují globální změny, tedy globální oteplování. Tyto faktory samozřejmě výrazně ovlivňují rozvoj vegetace v oblasti Antarktického poloostrova. Pro celou maritimní Antarktidu tak platí, že má díky teplejšímu klimatu mnohem větší vegetační rozvoj a diverzitu než kontinentální Antarktida. Nad Antarktickým kontinentem k oteplování nedochází a dokonce v posledních několika desetiletích je zaznamenáváno ochlazování (Doran *et al.*, 2002; Guglielmin *et Cannone*, 2012).



Tato práce je zaměřena především na Antarktický poloostrov a přilehlé ostrovy a souostroví, kam je soustředěn vědecký zájem zaměřený na lišejníky. Jak je znázorněno na obrázku 2, cílovými oblastmi pro výzkum lišejníků jsou zejména ostrovy a souostroví na západní straně Antarktického poloostrova. Z východní strany poloostrova pak James Ross Island, kde je vybudována česká výzkumná stanice J.G.Mendel.

Rostliny byly poprvé objeveny na Antarktidě roku 1820 během Antarktické cesty Edwarda Bransfielda na ostrově Penguin Island v souostroví South Shetland Islands. Typickou antarktickou vegetací jsou nižší rostliny, a to zejména lišejníky a mechy, dále několik jätrovek a dva druhy vyšších rostlin *Colobanthus quitensis* a *Deschampsia antarctica* (Convey, 2001). Jak je naznačeno na obrázku 3, nejrozšířenější vegetace je právě na Antarktickém poloostrově, přičemž druhová bohatost klesá podél Antarktického poloostrova s rostoucí zeměpisnou šířkou (Peat *et al.*, 2007).



**Obr. 3:** Rozložení antarktické vegetace. Odstíny šedé charakterizují bohatost vegetace. Tmavá vypovídá o bohaté vegetaci, světlá o chudé vegetaci.

Pokud jde o lišejníky, tak nejstarší sbírka lišejníků z Antarktidy byla vytvořena Americkou expedicí pod vedením kapitána Napiera v letech 1820-1821, kterou

publikoval John Torrey ve svém díle Description of new species of *Usnea* from New South Shetland (1823). Dle popisu ostrova se jedná zřejmě o vzorky z Deception Island. V průběhu 19. i 20. století se postupně kolekce lišejníků s rostoucím zájmem vědců o Antarktidu rozšiřovala, kdy po dobu více než 160 let byly vzorky odebírány více než 500-sty osobami. Dnes je taxonomie a identifikace lišejníků na Antarktickém poloostrově kompletně popsána Øvstedalem a Lewisem Smithem (2001), (Peat *et al.*, 2007).

Současný výzkum lišejníků probíhá nejčastěji a komplexně v oblastech blízko vědeckých stanic nebo v dobře přístupných oblastech. Centra výzkumu v důležitých lokalitách pro tuto práci jsou vyznačeny na obrázku 4.



**Obr. 4:** Důležité vědecké stanice v cílových oblastech. Vědecká stanice je vyznačena modrou tečkou. 1 – South Orkney Islands, 2 - King George Island, 3 - Livingston Island, 4 - Deception Island, 5 - James Ross Island 6 - Anvers Island, 7 - Argentinian Islands a okolí, 8 - Adelaide Island.

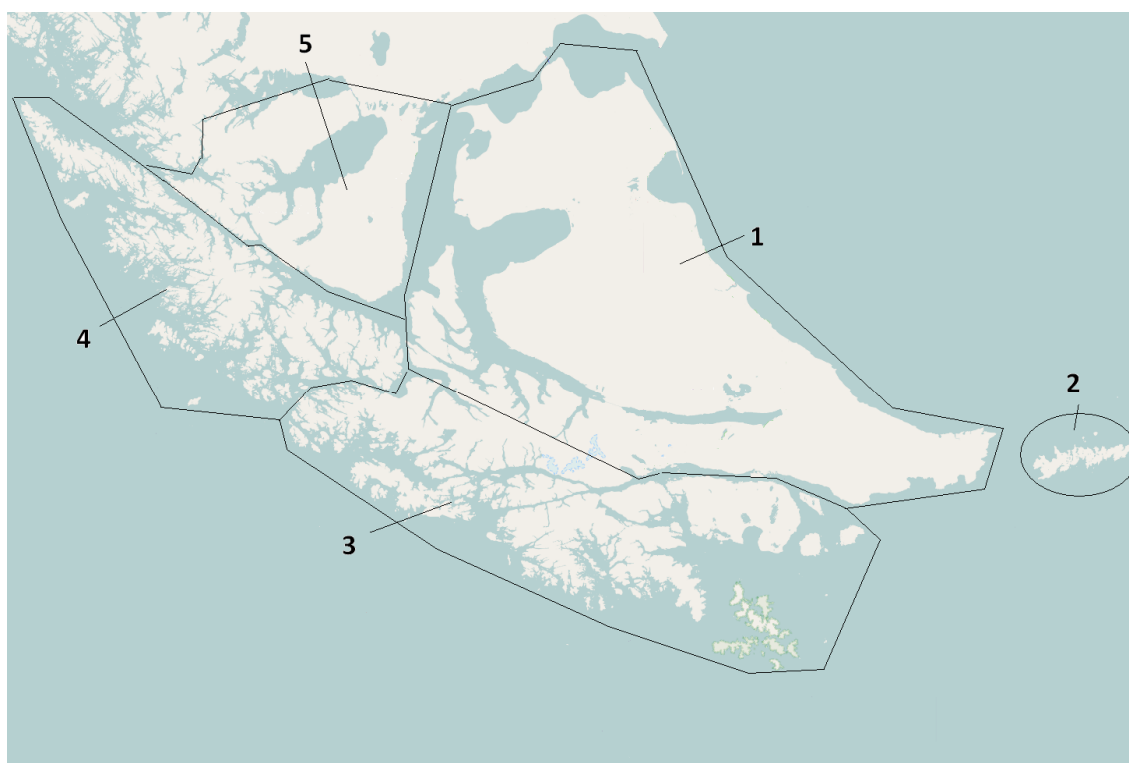
### 3.3. Biogeografické vymezení Jižní Patagonie

V této práci je pozornost věnována nejjižnější části Jižní Patagonie, souostroví Tierra del Fuego, která také představuje nejjižnější část Jižní Ameriky. Přezdívá se jí Ohňová země, kterou tak nazval její objevitel Fernando de Magalhaes v roce 1520 podle ohňů, které viděl v noci z ostrova. Hlavním ostrovem je Isla Grande de Tierra del Fuego (Conti *et al.*, 2009). Celkem je Tierra del Fuego dělena do čtyř hlavních celků (Obr. 5). Mimo již zmiňovaný Isla Grande de Tierra del Fuego jsou to poloostrov Brunswick, Západní ostrovy a Jižní ostrovy. Co se týká nadmořské výšky, tak v podstatě všechny vysoké oblasti v Tierra del Fuego leží v Jižních nebo Západních ostrovech, pouze část oblasti v severní polovině Isla Grande přesahuje 500 m (Moore, 1975). Pohoří v oblasti Tierra del Fuego jsou pokračováním And, v této oblasti zastoupené zejména oblastí Darwinových ledovcových polí. Obecně ledovcová pole v Jižní Patagonii představují nejrozsáhlejší ledovcová pole na planetě, která se nacházejí mimo polární oblasti (Sancho *et al.*, 2011), avšak jako i jinde na zemi, i zde dochází k ústupu ledovců z důvodu zvýšení roční průměrné teploty a poklesu srážek (Masiokas, 2008). Navzdory tomu v některých oblastech Tierra del Fuego není ústup tak výrazný. A dokonce se uvádí, že ledovce Darwinova pohoří z jeho jižní strany zůstávají stabilní nebo dokonce nabývají na hmotě a objemu (Porter *et Santana*, 2003; Strelin *et Iturraspe*, 2007).

Klima a biogeografie tohoto regionu a západní oblasti Antarktické poloostrova ukazují podobnosti, které mají opodstatnění v začlenění Tierra del Fuego do subantarktické společnosti. Oba regiony mají výtazně oceánské klima, ačkoliv značně chladnější je na antarktické straně Drakeova průlivu. To brání kolonizaci většině cévnatých rostlin, ale udržuje se vysoká floristická podobnost mechové a lišejníkové flory obou regionů (Sancho, *et al.* 2011).

Cesty Alboffa v letech 1896 a 1897, Dusena v roce 1900 a Skottsberga v roce 1916 podaly první nástin obecných znaků alpínské flory v Tierra del Fuego, což bylo potvrzeno a umocněno ve studiích Godley, 1960 a Moore, 1969, 1970, 1971. Avšak kvůli hornatosti Tierra del Fuego jsou některé oblasti obtížně přístupné a mají nejisté a nevlídné počasí, takže i dnes jsou některé oblasti botaniky neprozkoumány (Moore, 1975).

První lišejníková kolekce z Jižní Ameriky byla vytvořena v roce 1690 Georgem Handisydem z neznámých oblastí Magalhaesova průlivu, která je nyní uložena v Sloaneském herbáři (Galloway, 1998).



**Obr. 5:** Geografické rozdělení Jižní Patagonie do pěti hlavních celků. 1 - Isla Grande de Tierra del Fuego, 2 - Isla de los Estados, 3 - Southern Islands, 4 - Western Islands, 5 - Brunswick Peninsula.

Mezi lety 1968 - 1971 Henry Imshaug a spolupracovníci z Michiganské Státní Univerzity vytvořili sbírky lišejníkových druhů z Isla Malvinas (Falklandské ostrovy), Isla Grande a Isla de los Estados (Fryday *et* Prather, 2001). Tato kolekce je momentálně součástí herbáře Michiganské Státní Univerzity (Calvelo *et* Fryday, 2006). Lišejníková flóra Jižní Ameriky, speciálně Tierra del Fuego, je stále špatně známá a pravděpodobně ještě velká část existující lišejníkové diverzity v této oblasti není objevena. V posledních letech se však značně zvýšil zájem o poznání lišejníkové flóry v této oblasti (Messuti *et al.*, 2003), a tak se dá očekávat bohatší poznání lišejníkové flóry.

## 4. Metody práce

Pro každou odbornou práci je důležité vyhledávání relevantních informací. To je možné prostřednictvím různých způsobů vyhledávání a různých informačních prostředků. Jako prostředek k vyhledávání odborných relevantních informací slouží v dnešní době nejlépe elektronické databáze, které se dělí, jako většina elektronických informačních zdrojů, na placené nebo volně přístupné. U volně přístupných informací z neplacených elektronických databází je velkou nevýhodou dopředu neznámá kvalita informace. Naopak u placených elektronických databází je předpoklad ověřených a kvalitních informací publikovaných odborníky, což zajišťuje vysokou pravděpodobnost relevance informace.

Pro tuto práci jsem vyhledával informace prostřednictvím internetového vyhledavače *Google* nebo *Google Scholar* a prostřednictvím on-line databáze *Web of Science*, která je licencována pro Masarykovu univerzitu prostřednictvím databáze *Web of Knowledge*. Prostřednictvím těchto informačních zdrojů jsem vyhledal názvy a abstrakty odborných článků zaměřených na lišejníky v oblasti Patagonie a Antarktického poloostrova. Zaměřil jsem se především na časopisy orientované na problematiku polárních oblastí (např: *Plant Biology*, *Polar Biology*, *Antarctic Science*), které jsou zprostředkovávány několika elektronickými nakladatelstvími, např. *Science Direct*, *Springer Link*, *JSTOR*, apod. Velkým usnadněním práce byl citační manažer *Zotero*, dostupný pouze pro *Mozilla Firefox*. Další vydatnou pomocí byl od února letošního roku, tedy 2012, přístup na *Google Chrome*. Pomocí tohoto programu jsem snadno vytvořil seznam literatury pro tuto práci a také zpracoval přehled o experimentálních studiích v oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. K vyhodnocení přehledu o experimentálních studiích v daných cílových oblastech a jejich porovnání jsem použil tabulkovou aplikaci *Microsoft Office Excel 2007*. Pro geografické vymezení cílových oblastí jsem vytvořil mapy (viz. Obr. 1, 2, 4, 5) prostřednictvím serveru *OpenStreetMap* a následně upravil dle potřeby této práce v aplikaci *Malování*.

Vlastní experimentální práce v souvislosti s porovnáním oblastí Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie byla provedena v dubnu 2012 a je zpracována v kapitole číslo 6.

## **5. Výsledky zpracování literární rešerše**

### **5.1. Srovnání druhů zpracovaných v odborných člancích**

Na základě dostupných zdrojů literatury byl vypracován seznam lišejníků z Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie (viz. Příloha 1 a Příloha 2), o kterých byly dostupné odborné publikace za období posledních 15-ti let. Po dokončení seznamu druhů objevujících se v těchto pracích jsem provedl srovnání zastoupení lišejníkových druhů v cílových oblastech. V cílových oblastech Antarktického poloostrova bylo zatím popsáno 362 lišejníkových druhů. V této práci byla oblast rozdělena do tří hlavních sektorů - oblast Jižní Shetlandy (218 druhů), Jižní Orkneje (224 druhů) a Antarktický poloostrov (269 druhů). Tyto oblasti mají 138 společných druhů. V cílových oblastech Tierra del Fuego v Jižní Patagonii bylo zatím popsáno 466 druhů. Oblasti jsou rozděleny na Isla Grande de Tierra del Fuego (214 druhů), Isla de los Estados (225 druhů), Jižní Ostrovy (153 druhů), Západní Ostrovy (64 druhů a poloostrov Brunswick (224 druhů). Počet společných druhů těchto oblastí v Tierra del Fuego je bezvýznamně malý, především z důvodu chudé flory některých oblastí. Oblast Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie mají společných, zatím, 55 popsaných lišejníkových druhů.

### **5.2. Charakteristika a porovnání experimentálních prací vykonaných na lišejnících**

V souladu s dostupností zdrojů bylo vypracováno odpovídající obecné porovnání (kategorizace) experimentálních prací vykonaných za posledních 15 let v oblastech Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. Zahrnuty jsou práce zaměřené na:

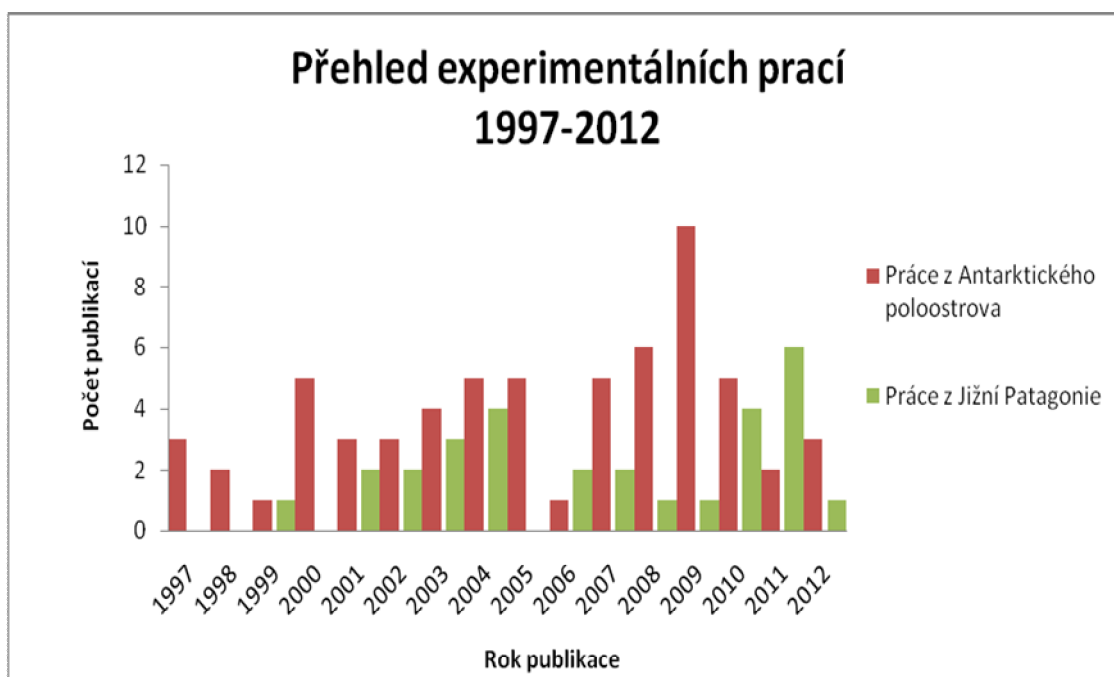
- Lišejníkovou symbiózu
- Aklimatizační a adaptační schopnosti
- Biologicky aktivní látky vyskytující se v lišejnících
- Využití lišejníků jako bioindikátorů
- Taxonomii lišejníků

- Ekologické a ekofyziologické studie.

Další částí a cílem této práce je charakterizovat studie zaměřené na fotosyntézu. Sledovány jsou zejména metody měření fotosyntézy a samotné cíle těchto experimentálních studií.

### 5.2.1. Obecné porovnání experimentálních prací

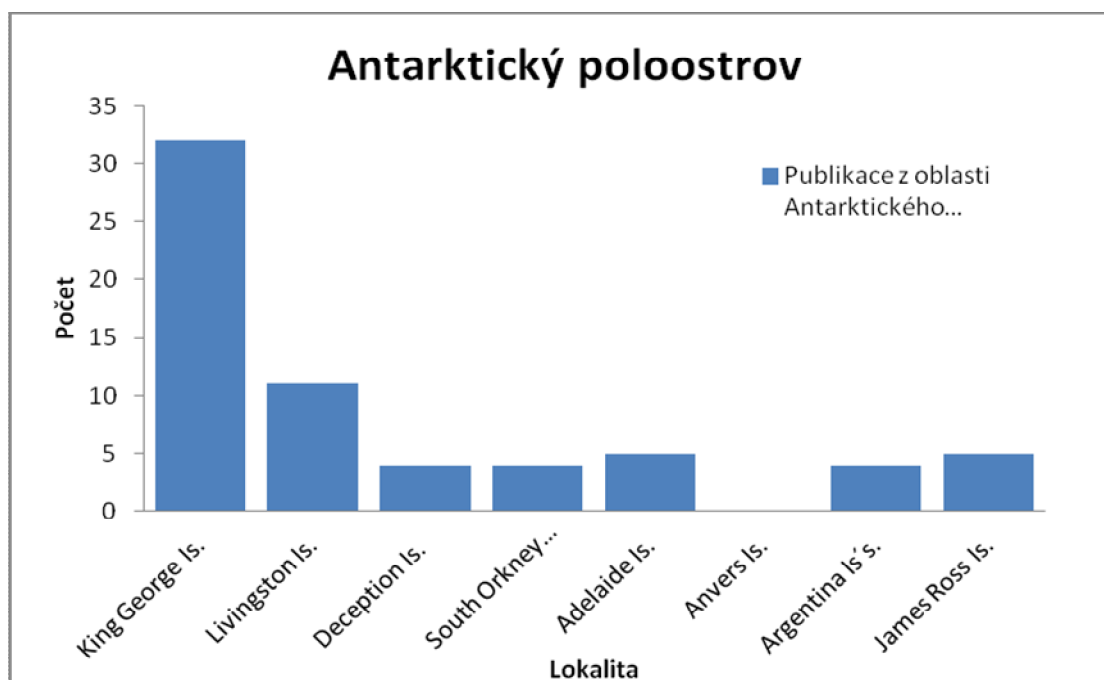
Celkem bylo ve sledovaném období (1997-2012) publikováno 88 experimentálních prací. Z toho 59 z oblasti Antarktického poloostrova a 29 z Jižní Patagonie. Nejvíce publikací experimentálních prací z oblasti Antarktického poloostrova vyšlo v roce 2009, naopak nejméně vyšlo v roce 2006. Z Jižní Patagonie byl nejvýraznější publikační rok 2011 a naopak nejchudší publikační činnost experimentálních prací je zaznamenána v letech 1997, 1998, 2000 a 2005, kdy nebyla publikována žádná experimentální práce věnující se lišejníkům (Obr. 6).



**Obr. 6:** Přehled počtu experimentálně zaměřených prací v rozmezí let 1997-2012 v oblastech Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie. V roce 2012 se dá stále očekávat nárůst publikací.

Bylo také provedeno porovnání lokalit uvnitř oblastí Antarktického poloostrova (Obr. 7A) i Jižní Patagonie (Obr. 7B), kde byly odebírány vzorky pro experimentální část této bakalářské práce. Nejvíce publikovaných prací z oblasti Antarktického poloostrova využívalo vzorky lišejníků z King George Island (32 prací), poté

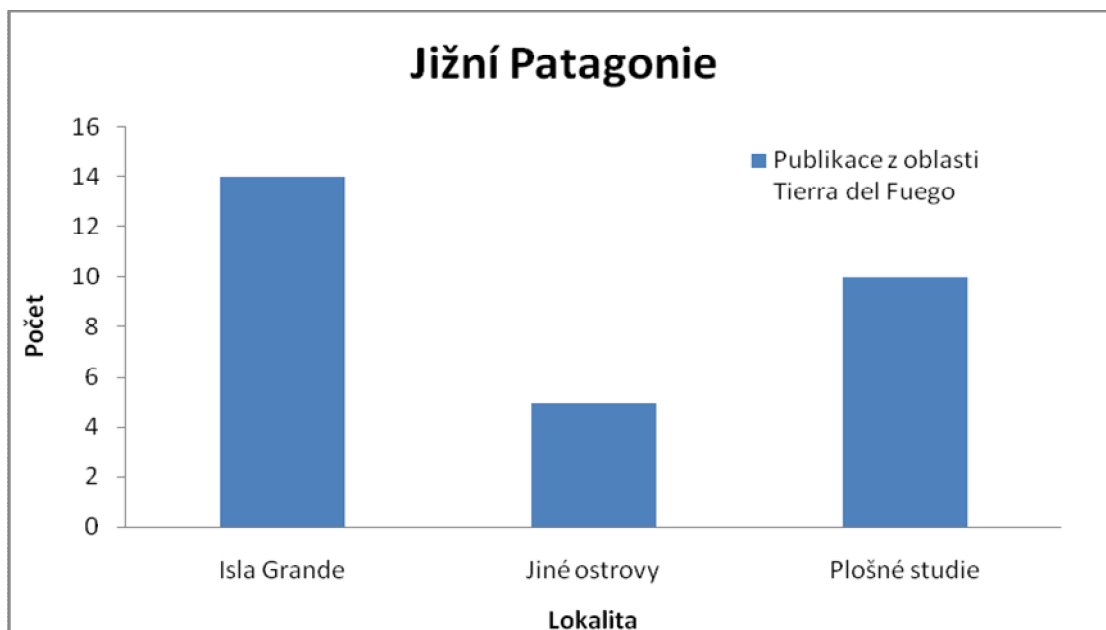
Livingston Island ( 11 prací), James Ross Island (5 prací), Argentinian Islands (4 práce), Adelaide Island (3 práce), South Orkney Islands (3 práce), Deception Island (3 práce). Žádné práce nebyly nalezeny z lokality Anvers Island, přestože tam sídlí aktivní vědecké stanice. Z oblasti Jižní Patagonie byl největší počet prací zaznamenán z lokality Isla Grande de Tierra del Fuego (14 prací), poté plošných studií z více lokalit celého souostroví Tierra del Fuego (10 prací) a nejméně prací bylo zaznamenáno z lokalit Tierra del Fuego nezahrnující lokalitu Isla Grande (5 prací).



**Obr. 7 A:** Přehled experimentálních prací vykonávaných v cílových oblastech Antarktického poloostrova.

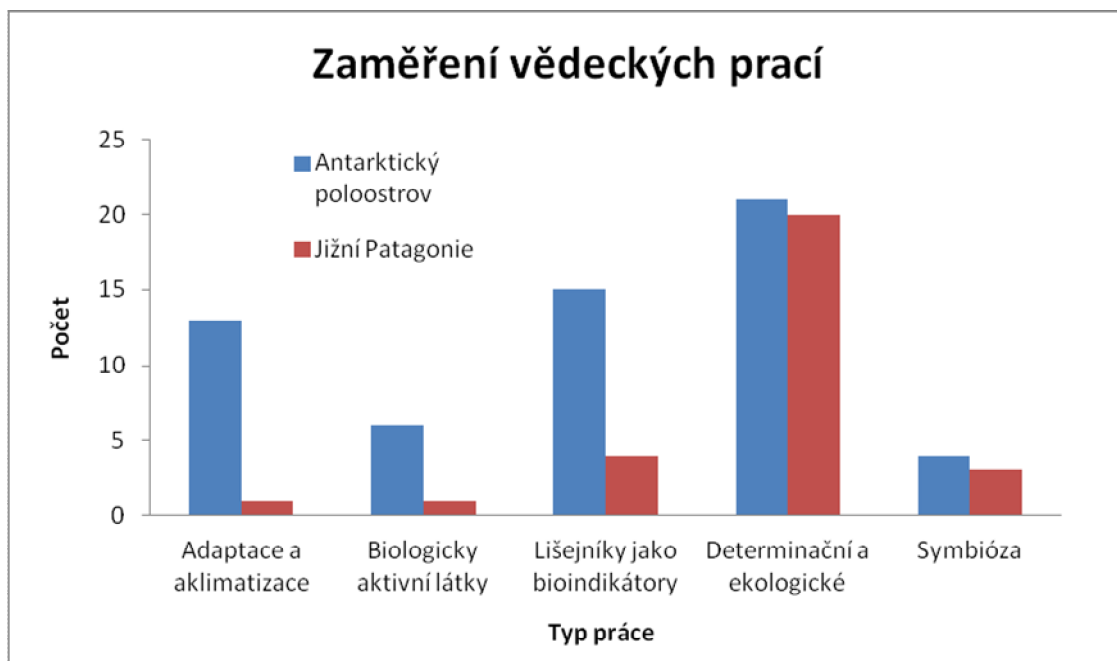
V obou oblastech byly práce dále rozděleny podle základního zaměření práce (Obr. 8). Na Antarktickém poloostrově byl největší počet prací, které měly determinační a ekologický charakter (18 prací). V další skupině následovaly práce zaměřené na studium adaptací a aklimatizací vůči faktorům prostředí (16 prací), na lišejníky jako bioindikátory (15 prací), studium biologicky aktivních látek ve stélkách lišejníků (6 prací) a nejméně prací bylo provedeno na téma, které řeší samotný symbiotický vztah (4 práce). V oblasti Jižní Patagonie bylo také nejvíce prací s determinačním a ekologickým charakterem (20 prací), poté studium lišejníků jako bioindikátorů (4 práce), studium symbiózy (3 práce) a nejméně prací bylo provedeno na studium adaptací a aklimatizací (1 práce) a biologicky aktivní látky (1 práce).



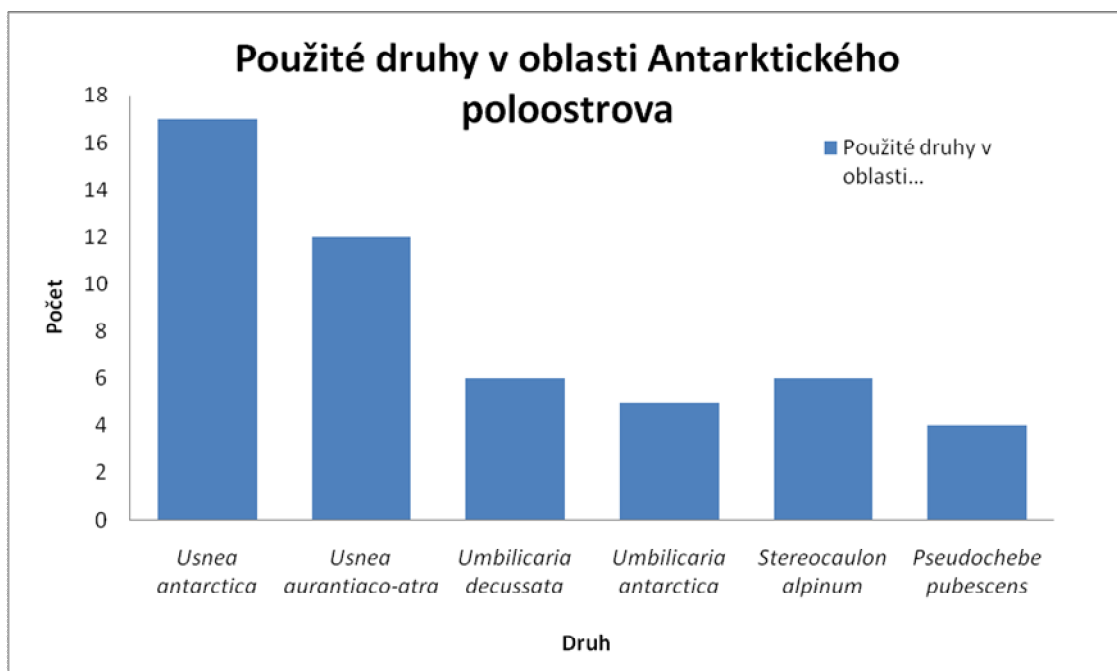


**Obr. 7 B:** Přehled experimentálních prací vykonávaných v cílových oblastech Jižní Patagonie.

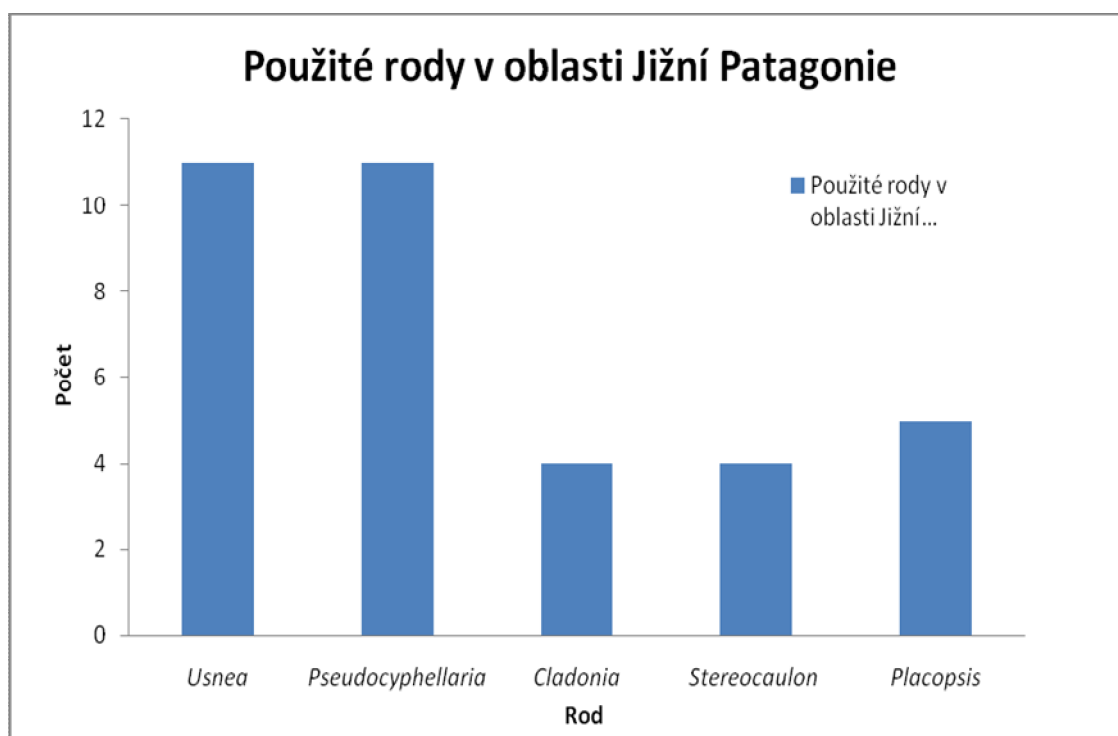
Dále byl také vypracován přehled použitých druhů v experimentálních studiích na Antarktickém poloostrově (Obr. 9). Nejpoužívanějším druhem v oblasti Antarktického poloostrova byl *Usnea antarctica* (17), dále pak *Usnea aurantiaco-atra* (12), *Umbilicaria decussata* (6), *Stereocaulon alpinum* (6), *Umbilicaria antarctica* (5), *Pseudochebe pubescens* (4). Ostatní druhy nebyly používány ve větším množství. Pokud jde o Jižní Patagonii, tak z důvodu velkého druhové rozmanitosti byl pro tuto oblast vypracován přehled rodů (Obr. 10). Nejčastěji používanými rody byly *Usnea* a *Pseudocyphellaria* (oba 11), dále pak *Placopsis* (5), *Stereocaulon* a *Cladonia* (4). Ostatní rody nebyly využívány ve větší míře.



**Obr. 8:** Přehled zaměření experimentálních prací vykonaných v oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie.



**Obr. 9:** Přehled použitých druhů v experimentálních pracích vykonaných na Antarktickém poloostrově.



**Obr. 10:** Přehled použitých rodů v experimentálních pracích vykonaných v Jižní Patagonii.

### 5.2.2. Porovnání experimentálních prací se zaměřením na fotosyntézu

Studium fotosyntézy slouží jako prostředek k hodnocení fyziologického stavu rostliny. V současnosti lze na základě získaných dat z měření fotosyntetické činnosti stanovit míru působení stresu. Z toho vyplývá, že studium fotosyntézy bude v úzké spojitosti se studiem adaptací a aklimatizací vůči stresovým podmínkám, které panují právě v polárních a subpolárních oblastech, kterým je v této práci věnována pozornost.

Pro měření fotosyntézy existuje několik metod - gravimetrické, gazometrické či fluorometrické. Avšak v experimentálních pracích na Antarktickém poloostrově a Jižní Patagonii se v poslední dvou desetiletích využívá pouze fluorometrická metoda, která dokáže plně charakterizovat stav fotosyntetického aparátu a přesně detekovat míru stresu. Výhodou metody indukované fluorescence chlorofylu je její snadné využití na velmi malých fotosyntetizujících objektech (viz. 6.2.).

U experimentálních prací z Antarktického poloostrova zaměřených na hodnocení odezvy fotosyntetického aparátu na působení různých druhů stresu je za posledních 15 let využívána pouze metoda fluorescence chlorofylu. Bylo zaznamenáno celkem 10 prací studujících reakci lišejníků na působení stresových faktorů. Všechny tyto práce využívaly pro měření fotosyntetických procesů metodu fluorescence chlorofylu.

## 6. Experiment - vliv nízké teploty na fotosyntézu lišejníků

### 6.1. Úvod

Spojení životních forem objevených v polárních terestriálních prostředích zahrnuje fyziologické a metabolické výhody a nejběžnější takové spojení v polárních oblastech představuje spojení řasy nebo sinice s houbou v lišejník. Lišejníky jsou známé svou citlivostí k různým druhům stresů, které ovlivňují PS II a tím inhibují fotosyntézu. Míra stresu je měřitelná pomocí Chl *a* fluorescence (Singh *et al.*, 2010).

Zdrojem energie pro fotosyntetické procesy je viditelné spektrum záření dopadající na LHCs. Po přeměně záření na excitační energii existuje několik drah jejího využití. Hlavní dráhou, vedoucí k tvorbě primárních produktů fotosyntézy (těmi jsou ATP a NADPH), jsou fotochemické procesy probíhající na tylakoidních membránách za účasti PSII a PSI propojených elektron-transportním řetězcem. Existují však další dvě nefotochemické dráhy, které využívají excitační energii spolu s fotochemickými procesy. Těmi jsou tepelná disipace (viz. 2.2.3.) a fluorescence chlorofylu. U zdravé rostliny je 80% energie využíváno fotochemickými procesy, 2-5% využívá Chl *a* fluorescence a zbytek tepelná disipace. Prostřednictvím metody indukované fluorescence chlorofylu (viz. 6.1.3.) jsme schopni monitorovat fotochemické procesy ve PSII a nepřímo také ve PSI (Roháček *et al.*, 2008).

Fluorescence chlorofylu má původ v deexcitaci molekul Chl *a*. Molekuly Chl *b* neemitují fluorescenci, protože excitační energie z Chl *b* je velmi rychle a účinně přenesena do Chl *a* (Papageorgiou, 1975). Při pokojové teplotě chlorofyly PS I slabě fluoreskují, avšak variabilní fluorescence patří v převažující míře k PS II (Govindjee, 2004). Metoda, která indukuje fluorescenci Chl *a* se nazývá PAM-fluorimetrie a existují 2 přístupy k měření pomocí této metody. Prvním je rychlá indukční kinetika, kdy po temnostní adaptaci vzorku se nastartují procesy velmi krátkým ozářením aktinickým světlem. Druhým je pomalá indukční kinetika, kdy po několikaminutové temnostní adaptaci vzorku se spouští série různých typů záření. Tento přístup je také označován jako tzv. Kautského efekt. Výsledek obou přístupů je křivka charakterizující stav fotosyntetického aparátu. Velmi využívána je také metoda *Chlorophyll fluorescence imaging*, která umožňuje analýzu tisíce malých bodů (pixelů zobrazujících fluorescenci chlorofylu) obrazu měřeného objektu, například stélky lišejníku, s fluorescenčními přechody v jednotlivých oblastech prostřednictvím fluorokamery. Tato metoda využívá

také PAM-fluorometrii, tudíž je schopná generovat indukční kinetiky (Roháček *et al.*, 2008).

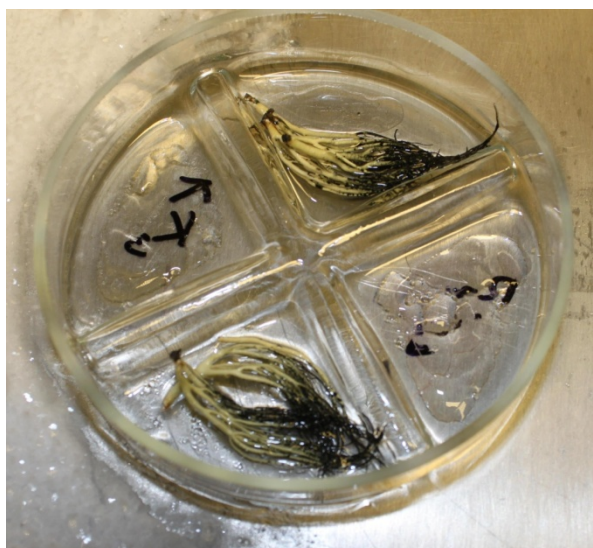
Tato experimentální část práce je zaměřena na porovnání fyziologických projevů fotosyntetického aparátu jako odpověď na navozené experimentální podmínky, kde je sledován především vliv nízké teploty. Předmětem studia jsou 2 druhy z Jižní Patagonie, kterými jsou *Usnea longissima* a *Peltigera* sp. a 1 druh z oblasti Antarktického poloostrova, kterým je *Usnea antarctica*. Byly sledovány metodou indukované fluorescence chlorofylu *in vivo* a následnou analýzou odvozených parametrů byla stanovena kapacita fotochemických procesů fotosyntézy ve PSII (Fv/Fm). Pro měření fluorescence bylo využito metody Chlorophyll fluorescence imaging.

## 6.2. Materiál a metody

### 6.2.1. Charakteristika použitého rostlinného materiálu

#### *Usnea antarctica*

Lokalitou odběru je James Ross Island, Antarktický poloostrov, typ stélky keříčkovitý, typické větvení, černá pigmentace melaninem na konci stélky, běžně se vyskytuje pouze v Antarktidě a subantarktických oblastech.



**Obr. 11:** *Usnea antarctica* použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přídavkem ribitolu.

### *Usnea longissima*

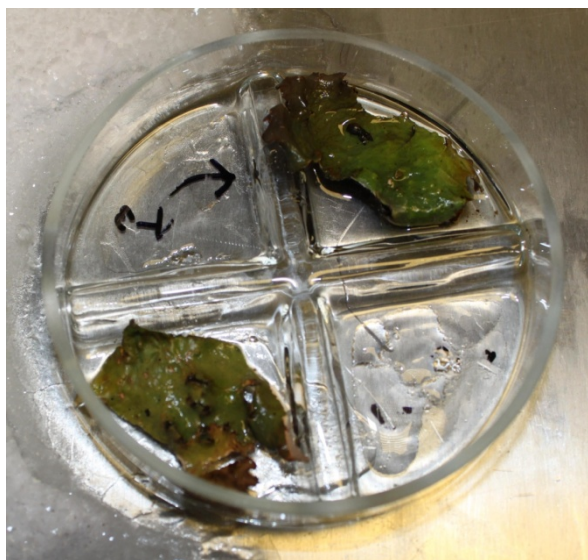
Lokalitou odběru je Puerto Williams, Tierra del Fuego, Jižní Patagonie. Typ stélky vláknitý, typicky nevětvené, husté, hladké, extrémě dlouhé stélky, zeleno-žluté barvy. Vyskytuje se ve všech ekosystémech po celé planetě.



**Obr. 12:** *Usnea longissima* použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přídavkem ribitolu.

### *Pseudocyphellaria* sp.

Lokalitou odběru je Puerto Williams, Tierra del Fuego, Jižní Patagonie. Typ stélky lupenitý, nižší porost, barva ze spodu hnědá, na povrchu zelená po sinicovém fotobiontovi, typický výskyt na stromech v pobřežních oblastech, od subtropů po boreální zóny.



**Obr. 13:** *Pseudocyphellaria* sp. použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přídavkem ribitolu.

### 6.2.2. Manipulace s rostlinným materiálem

Vzorky studovaných druhů byly ve výše uvedených lokalitách odebrány panem profesorem Milošem Bartákem v období leden-březen v roce 2012. Po odběru byly transportovány v suchém stavu do ČR. Laboratorní práce začala ovlhčením vzorků, které bylo u patagonských druhů provedeno 11. dubna 2012. Ideální doba ovlhčení (testovaná předem) pro plnou regeneraci fotosyntetických procesů byla 48 h. U ovlhčených vzorků bylo pomocí fluorescence chlorofylu (FluorCam FC-1000, Fluorescence Imaging – Kautského kinetika se zhášecí analýzou) uskutečněno kontrolní měření fyziologického stavu před navozeným působením nízkých teplot na kříženém gradientovém kultivátoru. Vzorky byly umístěny do dělených Petriho misek, kde horní část vzorku představovala kontrolu a spodní část vzorku byla inkubována ribitolem (viz. Obr. 11, 12, 13). Následovalo vyložení druhů na gradientový kultivátor (Obr. 14B), kde byl poté každý druh vystaven po dobu 10-ti dní působení nízké teploty, a to 5 °C, 0 °C a -10 °C. Přesná teplota na kříženém gradientovém kultivátoru byla v průběhu expozice opakovaně měřena pomocí infrateploměru (obr. 14A).



**Obr. 14:** Pohled na digitální infrateploměr, pomocí kterého byla kontrolována teplota chladicí desky, respektive vzorků – A, Celkový pohled na chladicí desku gradientového kultivátoru – B. Vzorky uspořádané v levé části desky byly chlazeny na teplotu -10 °C, prostřední vzorky na teplotu 0 °C, vzorky v pravé části desky na teplotu 5 °C.

Měření fyziologického stavu fotosyntetického aparátu bylo uskutečněno po 1 hodině od vystavení na gradientový kultivátor a poté po 3, 6 a 10 dnech od vystavení vzorků na gradientový kultivátor. Vzorky byly pravidelně vlhčeny. Po odstavení vzorků z gradientového kultivátoru byly vzorky umístěny na 24 hodin do ledničky s teplotou 5 °C a poté opět pomocí metody *chlorophyll fluorescence imaging* (viz. 6.1.3.) změřen jejich kontrolní fyziologický stav po působení nízkých teplot.

### 6.2.3. Měření fluorescence chlorofylu *a*

Pro analýzu fyziologického stavu fotosyntetického aparátu metodou indukované fluorescence chlorofylu byla zvolena pomalá indukční kinetika fluorescence Chl *a* doplněná o analýzu zhášecích mechanismů. Typický průběh měření fluorescence chlorofylu při použití této metody ukazuje obr. 15. Všechny vzorky byly měřeny pomocí fluorokamery Handy FluorCam FC-1000 (Obr. 15B), která byla řízena pomocí počítače a software FluorCam 7.0 (Obr. 15A). Vzorek byl nejprve zatemněn po dobu 5 minut a poté byl spuštěn sled plusů, charakterizující pomalou indukční kinetiku se zhášecí analýzou (viz. Obr. 16).



**Obr. 15:** A - počítač s řídicím programem FluorCam 7.0, B – Handy-FluorCam 1000-H

(<http://www.psi.cz/products/fluorcams/handy-gfpcam-fc-1000-h-gfp>)

Prvním parametrem, který byl použit ke zhodnocení fyziologického stavu je  $F_v/F_m$ . Je to také nejčastěji používaný parametr, využívaný jako indikátor fotoinhibice nebo jiných druhů negativního ovlivnění fotosyntetických procesů ve PSII. Hodnotí maximální fotochemickou účinnost otevřených reakčních center a při nestresových podmínkách je jeho ideální maximální hodnota 0,832 (Björkman *et al.*, 1987; Roháček *et al.*, 2008).



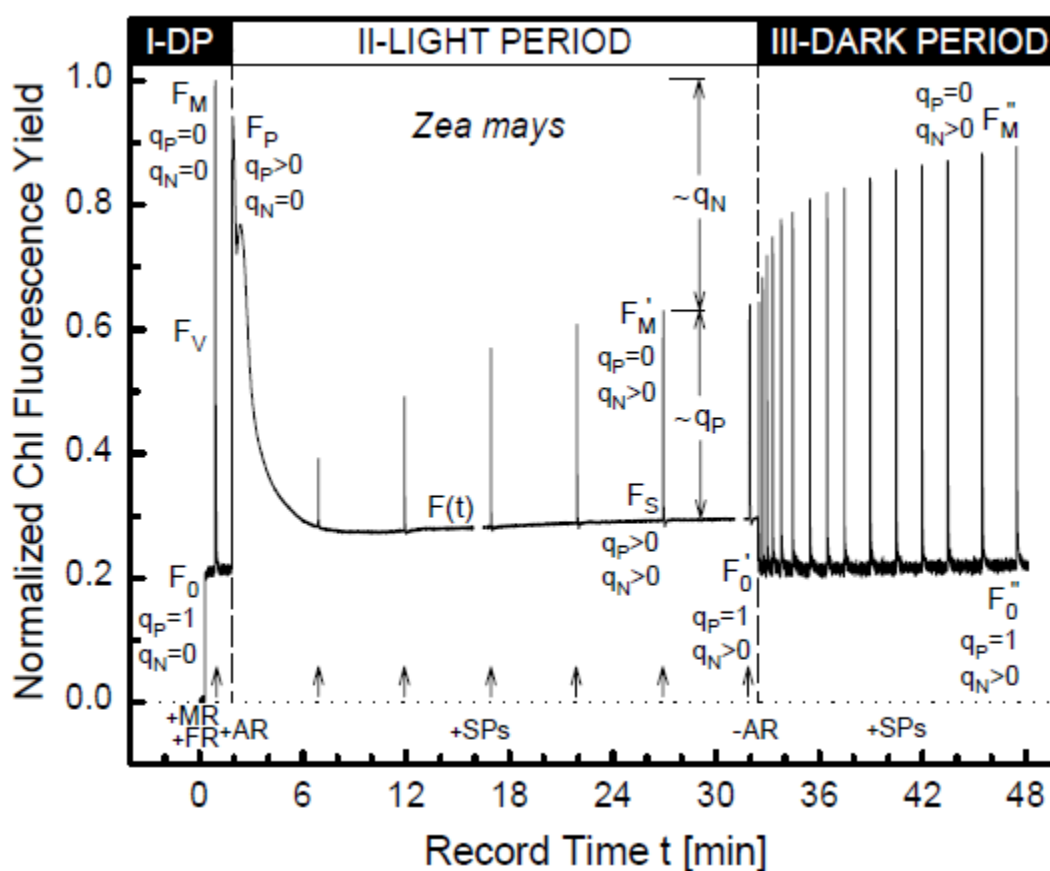
Vzorec pro výpočet  $F_v/F_m$ :

$$F_v/F_m = F_m - F_0/F_m$$

Druhým hodnoceným parametrem byl  $Rdf$ , který vyjadřuje míru působení stresu a vypovídá o intenzitě stresu, kterému rostlina vzdoruje. Tento parametr je definován jako relativní pokles fluorescence chlorofylu (odvozený z průběhu pomalé indukční kinetiky fluorescence chlorofylu – viz. Obr. 16) a je indikátorem stresu, respektive negativních změn ve fotosyntetickém aparátu autotrofních organismů.

Vzorec pro výpočet  $Rdf$ :

$$Rdf = F_p - F_s/F_p$$



**Obr. 16:** Příklad pomalé indukční kinetiky fluorescence Chl *a* se zhášecí analýzou. AR – aktinické záření s ozářeností  $180 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  o vlnové délce 655 nm, MR – měřící světlo s ozářeností menší než  $0,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  o vlnové délce 650 nm, SP – saturační puls s ozářeností  $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  trvajícím 0,8 s, FR – infračervené záření s ozářeností  $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  o vlnové délce 735 nm,  $F_m$  - maximální fluorescence chlorofylu vyvolaná saturačním pulsem po zatemnění vzorku,  $F_v$  - maximální variabilní fluorescence chlorofylu *a* po zatemnění vzorku,  $F_0$  - základní fluorescence chlorofylu *a* vyvolaná měřícím zářením po zatemnění vzorku,  $F_s$  - rovnovážná hodnota fluorescence chlorofylu měřena na světlo aklimovaném vzorku,  $F'_m$  - maximální fluorescence chlorofylu vyvolaná saturačním pulsem při zapnutém aktinickém záření (Roháček *et al.*, 2008).

### 6.3. Výsledky

Na základě získaných dat z měření indukované fluorescence bylo u pozorovaných druhů *Usnea antarctica*, *Usnea longissima*, *Pseudocyphellaria sp.* provedeno vyhodnocení parametru Fv/Fm a Rdf. Před vyložení na křížený gradientový kultivátor bylo změřeno kontrolní měření všech variant (viz. Tab. 1 a 2). Od vystavení vzorků na zkřížený gradient a jejich vystavení experimentálními teplotám se již hodnoty parametrů (Fv/Fm a Rdf) uvnitř druhů v závislosti na rozdílné teplotě lišily (snižovaly se, viz. Obr. 17-28), bez ohledu na to, zda šlo o variantu kontrolní nebo s přidavkem ribitolu.

Hned při prvním měření po hodině od vystavení na křížený gradientový kultivátor byly viditelné rozdíly v obou parametrech v závislosti na teplotě, a to jak uvnitř druhů, tak mezi druhy.

Nejnižší hodnotu Fv/Fm při tomto prvním měření vykazovala varianta s přidavkem ribitolu u druhu *Usnea longissima* 0,094 (Obr. 28), který byl vystaven teplotě -10 °C a u stejného druhu byla zaznamenána i nejnižší hodnota parametru Rfd 0,13 (Obr. 26). Nejvyšší hodnota Fv/Fm byla změřena u kontrolní varianty druhu *Pseudocyphellaria sp.* 0,681 (Obr. 19) při teplotě 5 °C a nejvyšší hodnota parametru Rfd byla naměřena u stejného druhu při teplotě 0 °C.

	Rdf	Kontrola			Plus ribitol		
		5 °C	0 °C	-10 °C	5 °C	0 °C	-10 °C
<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	Před	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Po	0,62	0,66	0,71	0,7	0,76	0,74
<i>Usnea antarctica</i>	Před	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Po	0,5	0,33	0,45	0,52	0,39	0,5
<i>Usnea longissima</i>	Před	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Po	0,39	0,33	0,28	0,32	0,39	0,23

**Tab. 1:** Změny stavu fotosyntetického aparátu v parametru Rdf při kontrolních měřeních před a po vystavení vzorků na zkřížený gradient. Stav po je měřen 24 hodin po odebrání vzorků z kříženého gradientového kultivátoru.

Měření po 3 dnech, kdy byly vzorky vystaveny na křížený gradientový kultivátor, ukázalo nejnižší hodnotu Fv/Fm u kontrolní varianty při -10 °C u druhu *Usnea longissima* 0,243 (Obr. 27) a u stejného vzorku byla změřena i nejnižší hodnota parametru Rdf 0,26 (Obr. 25). Naopak nejvyšší hodnota Fv/Fm byla změřena u kontrolní varianty u druhu *Pseudocyphellaria sp.* 0,674 (Obr. 19) při 5 °C a nejvyšší

hodnota parametru Rdf byla změřena také u *Pseudocyphellaria sp.* 0,67 (Obr. 18), avšak u varianty s přidavkem ribitolu a vzorku, který byl vystaven teplotě 0 °C.

	Fv/Fm	Kontrola			Plus ribitol		
		5 °C	0 °C	-10 °C	5 °C	0 °C	-10 °C
<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	Před	0,73	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
	Po	0,71	0,65	0,70	0,68	0,60	0,66
<i>Usnea antarctica</i>	Před	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	Po	0,65	0,60	0,64	0,62	0,62	0,64
<i>Usnea longissima</i>	Před	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
	Po	0,54	0,61	0,49	0,63	0,52	0,44

**Tab. 2:** Změny stavu fotosyntetického aparátu v parametru Fv/Fm při kontrolních měřeních před a po vystavení vzorků na zkřížený gradient. Stav po je měřen 24 hodin po odebrání vzorků z kříženého gradientového kultivátoru.

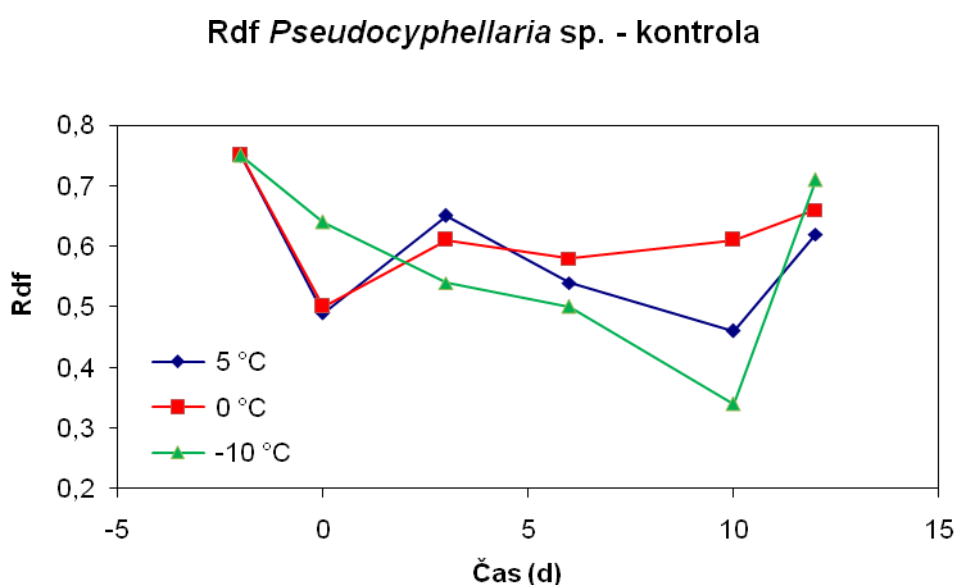
5 °C	Rdf		Fv/Fm	
	Kontrola (%)	Ribitol (%)	Kontrola (%)	Ribitol (%)
<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	39	31	11	8
<i>Usnea antarctica</i>	34	10	9	9
<i>Usnea longissima</i>	-13	-3	21	8
0 °C	Rdf		Fv/Fm	
	Kontrola (%)	Ribitol (%)	Kontrola (%)	Ribitol (%)
<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	18	13	19	33
<i>Usnea antarctica</i>	44	32	17	17
<i>Usnea longissima</i>	3	3	11	39
-10 °C	Rdf		Fv/Fm	
	Kontrola (%)	Ribitol (%)	Kontrola (%)	Ribitol (%)
<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	55	61	49	54
<i>Usnea antarctica</i>	26	20	46	44
<i>Usnea longissima</i>	28	43	60	65

**Tab. 3:** Poměrný úbytek v hodnotách parametrů Rfd a Fv/Fm v 10. dnu při -10 °C.

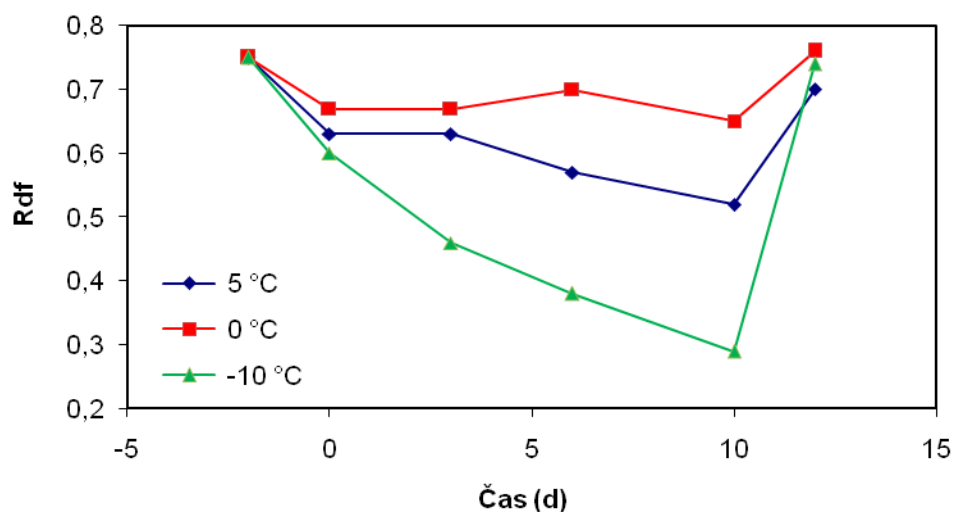
Po 6 dnech byla hodnota parametru Fv/Fm i Rfd nejnižší u varianty s přidavkem ribitolu u druhu *Usnea longissima*, kdy poměr Fv/Fm byl 0,222 (Obr. 28) a Rfd byl 0,26 (Obr. 26). Nejvyšší hodnoty parametru Fv/Fm a Rfd byly zaznamenány opět u druhu *Pseudocyphellaria sp.* u varianty s přidavkem ribitolu. Nejvyšší hodnota Fv/Fm 0,643 (Obr. 20) byla změřena u vzorku při 5 °C a nejvyšší hodnota Rfd 0,7 (Obr. 18) byla změřena u vzorku při 0 °C.

Poslední měření bylo uskutečněno po 10-ti dnech od vyložení na gradient. Nejnížší hodnoty obou sledovaných parametrů byly zaznamenány u druhu *Usnea longissima* u varianty s přidavkem ribitolu při  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kdy hodnota  $F_v/F_m$  činila 0,213 (Obr. 28) a  $R_{fd}$  byla 0,24 (Obr. 26). Nejvyšší hodnoty těchto parametrů byly detekovány u *Pseudocyphellaria sp.* Nejvyšší hodnota  $F_v/F_m$  0,668 (Obr. 20) byla naměřena u varianty s ribitolem při teplotě  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nejvyšší hodnota  $R_{fd}$  0,65 (Obr. 18) byla naměřena také u varianty s ribitolem při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

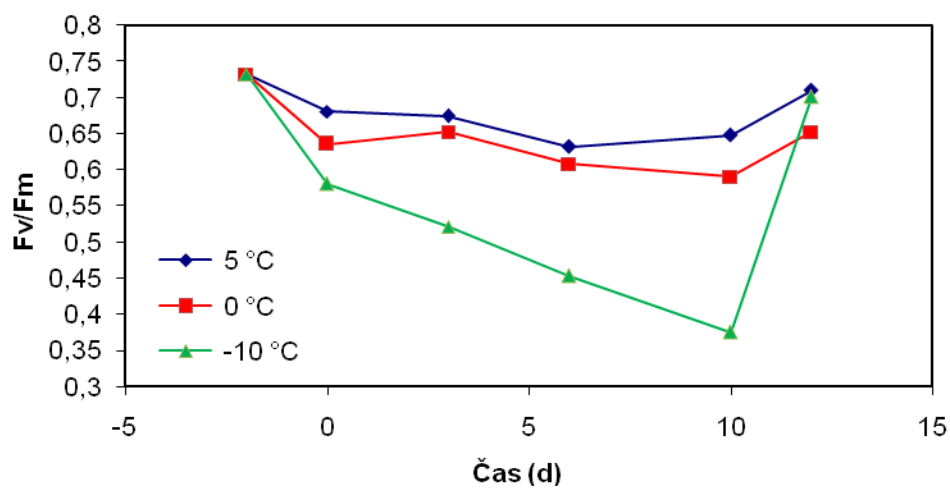
Nakonec byl změřen kontrolní stav parametru  $R_{fd}$  (viz. Tab. 1) a  $F_v/F_m$  (viz. Tab. 2) aparátu po 24 hodinách od odebrání vzorků z křížného gradientu.



**Obr. 17:** Průběh změn parametru  $R_{fd}$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

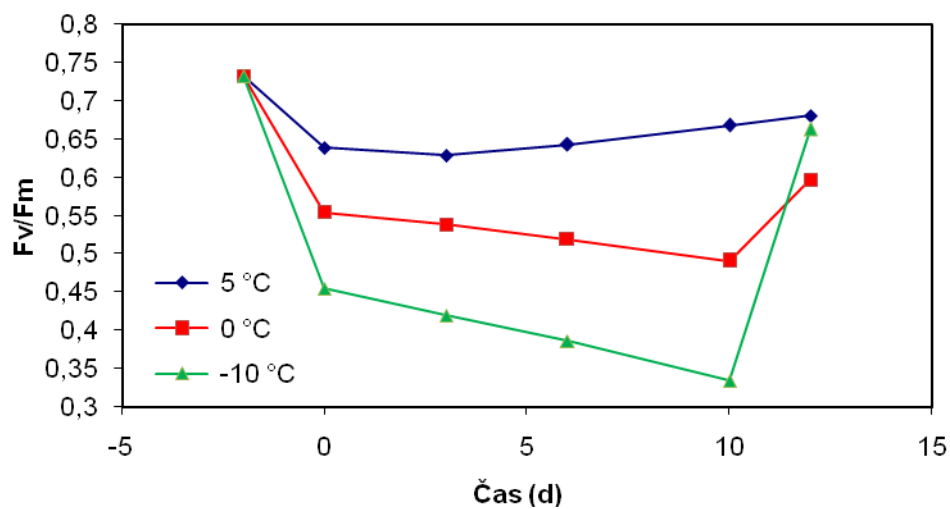
Rdf *Pseudocyphellaria* sp. - plus ribitol

**Obr. 18:** Průběh změn parametru Rdf v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přidavkem ribitolu.

Fv/Fm *Pseudocyphellaria* sp. - kontrola

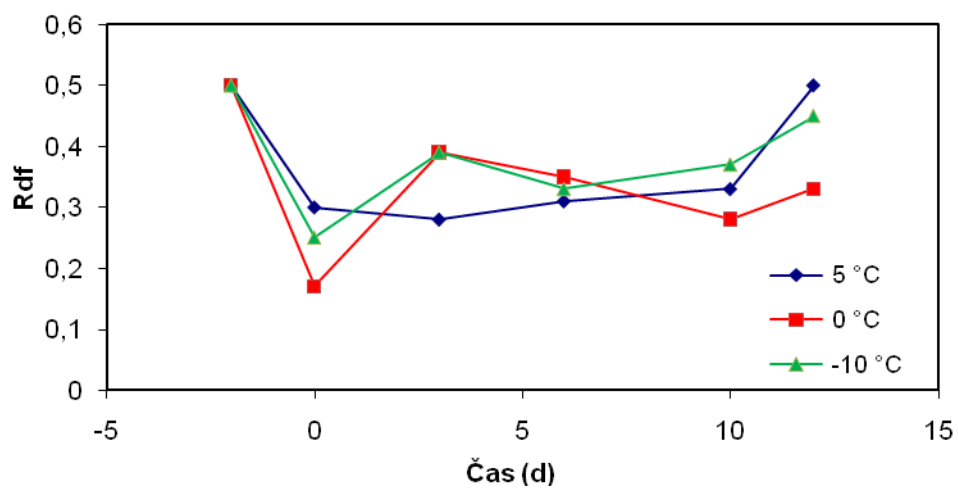
**Obr. 19:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

### Fv/Fm *Pseudocyphellaria* sp. - plus ribitol

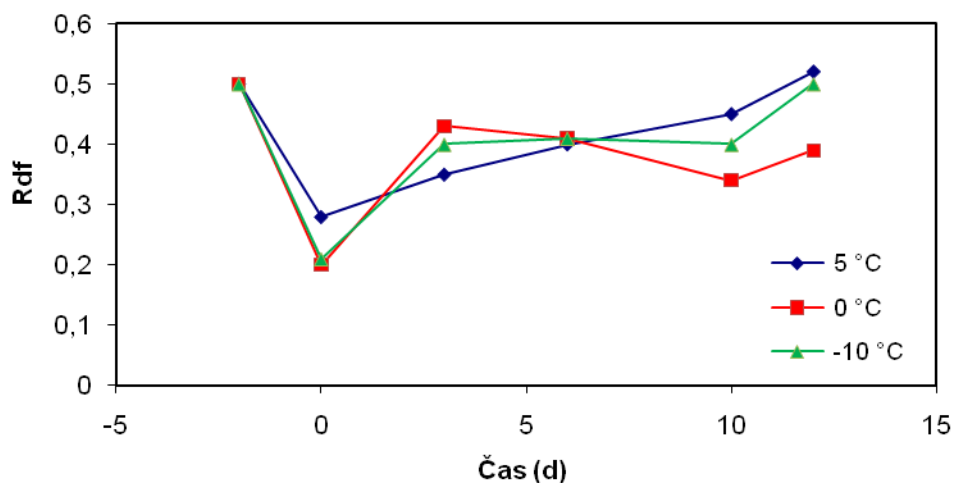


**Obr. 20:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přidavkem ribitolu.

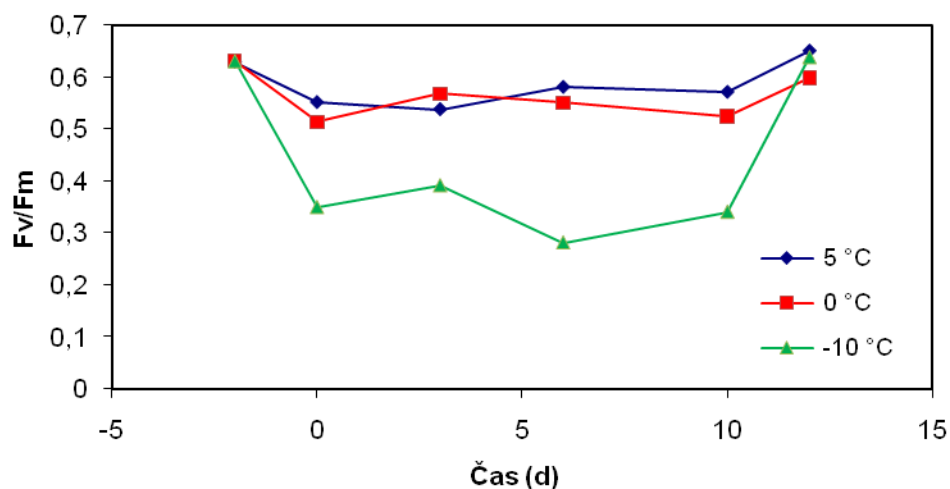
### Rdf *Usnea antarctica* - kontrola



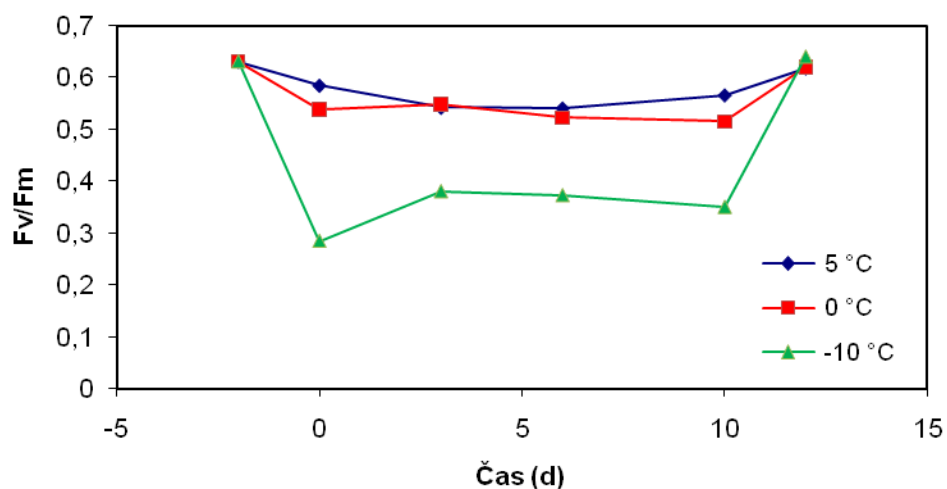
**Obr. 21:** Průběh změn parametru Rdf v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

Rdf *Usnea antarctica* - plus ribitol

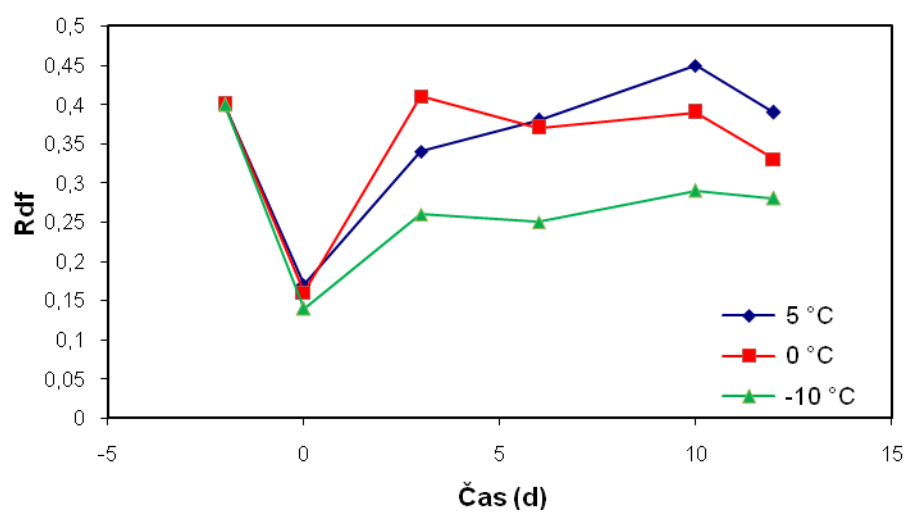
**Obr. 22:** Průběh změn parametru Rdf v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přidavkem ribitolu.

Fv/Fm *Usnea antarctica* - kontrola

**Obr. 23:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

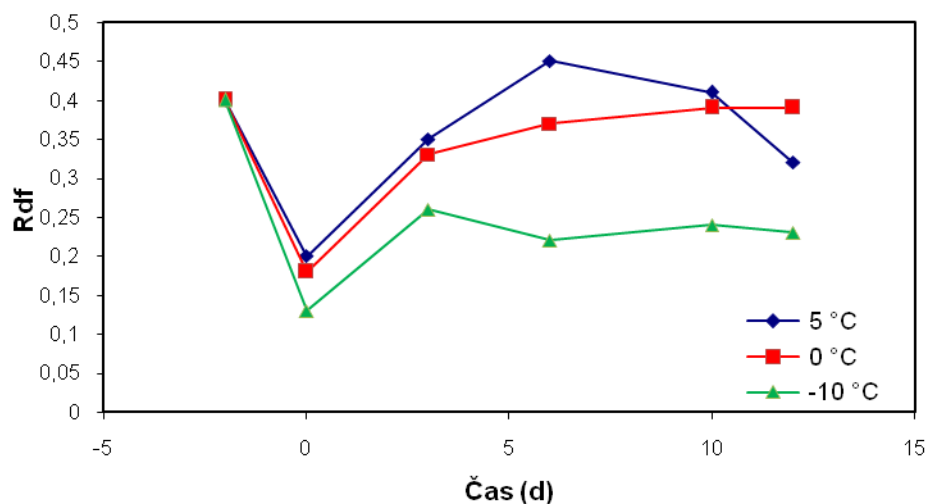
Fv/Fm *Usnea antarctica* - plus ribitol

**Obr. 24:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přidavkem ribitolu.

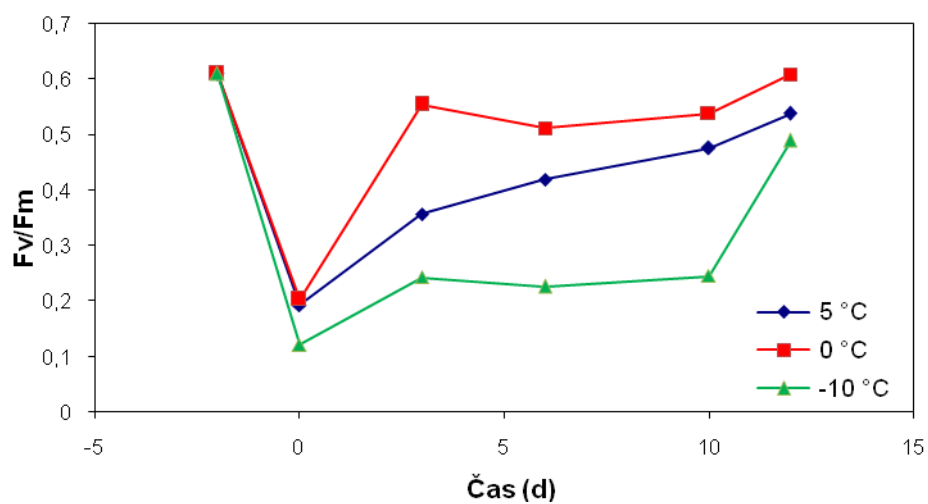
Rdf *Usnea longissima* - kontrola

**Obr. 25:** Průběh změn parametru Rdf v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

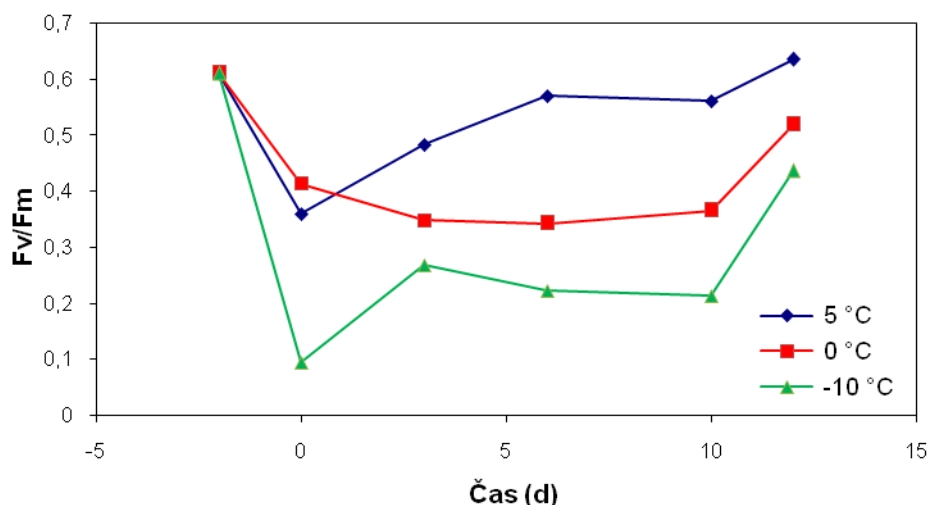


Rdf *Usnea longissima* - plus ribitol

**Obr. 26:** Průběh změn parametru Rdf v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přidavkem ribitolu.

Fv/Fm *Usnea longissima* - kontrola

**Obr. 27:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty.

Fv/Fm *Usnea longissima* - plus ribitol

**Obř. 28:** Průběh změn parametru Fv/Fm v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přířavkem ribitolu.

#### 6.4. Diskuse

Účinnost ribitolu při ochraně lišejníků vůči mrazovým teplotám byla dokázána v několika experimentálních pracích z posledních let (Fontaniella *et al.*, 2000; Hájek *et al.*, 2009a, 2009b), stejně tak jako vliv externě dodaného ribitolu na růst lišejníků (Wang *et al.* 2009). Ribitol je hlavní účinnou látkou, která je produkována řasou a jako energeticky bohatá transportní látka přenášena z buněk fotobionta (řasy/sinice) do houbových vláken ve stélce lišejníku. Zde slouží zejména pro růstové procesy houbového partnera a jako ochranný mechanismus zabraňující negativním změnám ve stélce v průběhu rychlého vyschnutí (Eisenreich *et al.*, 2011). Přirozená koncentrace ribitolu v lišejníkové stélce kolísá pro dosud studované druhy v rozmezí 2 – 12  $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$  (Armstrong *et Smith*, 1994; Dahlman *et al.*, 2003).

Je obecně známé, že s nízkou teplotou klesá fotosyntetická aktivita lišejníků, což bylo v této práci potvrzeno u všech druhů poklesem hodnot parametru Fv/Fm i Rđf v jednotlivých experimentálních teplotách. Byly zaznamenány rozdíly v poklesu obou parametrů uvnitř druhů i mezidruhově, a to jak v závislosti na teplotě, tak na variantě (kontrolní nebo s ribitolem). Pokud jde o pokles hodnot fluorescenčních parametrů v závislosti na teplotě, tak dle předpokladů byl nejvýraznější pokles zaznamenán u všech druhů při teplotě  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Toto zjištění odpovídá předpokladu, neboť u dřívě

studovaných druhů byly nejnižší hodnoty fluorescenčních parametrů (Fv/Fm a dalších) zaznamenány pro *X. somloensis*, *L. pustulata*, *U. hirsuta* právě v teplotě  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hájek *et al.*, 2009a, 2009b). Při měřeních v této bakalářské práci byl absolutně nejvýraznější pokles v parametru Rfd zaznamenán u druhu *Pseudocyphellaria sp.* s dodatkem ribitolu (61% původní kontrolní hodnoty) a největší pokles v parametru Fv/Fm byl zaznamenán u druhu *Usnea longissima* s ribitolem (65%). Naopak nejmenší rozdíl v parametru Rdf při  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  byl zaznamenán u druhu *Usnea antarctica* s ribitolem 20%. Zároveň byl také nejmenší pokles v parametru Fv/Fm zaznamenán i u druhu *Usnea antarctica* s ribitolem 44%. Přehled poklesů parametrů v 10. dni, oproti kontrole před vyložením na gradientový kultivátor v různých teplotách, je uveden v Tabulce 3.

Účinnost ribitolu byla tedy dokázána u druhu *Usnea antarctica*, kde se však výrazně projevila až při  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a to jak v hodnotách parametru Fv/Fm (Obr. 23, 24), tak parametru Rdf (Obr. 21, 22). Avšak u druhu *Pseudocyphellaria sp.* potvrzovaly účinek ribitolu pouze hodnoty parametru Rdf (Obr. 17, 18) při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a parametr Fv/Fm při  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U druhu *Usnea longissima* byly účinky ribitolu patrné pouze při teplotě  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na základě těchto výsledků lze tedy patagonské druhy lišejníků označit jako mírně ovlivněné ribitolem (Obr. 18, 20, 26, 28) oproti variantám kontrolním (Obr. 17, 19, 25, 27). Ribitol je obecně považován za látku, která díky své osmotické aktivitě může u některých druhů zvýšit odolnost vůči účinku nízkých teplot na fyziologické procesy lišejníků. Přímý účinek externě dodaného ribitolu na fotosyntetické procesy lišejníků však závisí zejména na okamžité přirozené koncentraci ribitolu ve stélce lišejníku, množství externě dodaného ribitolu a rychlosti okamžité spotřeby ribitolu na metabolické a růstové procesy houbové složky lišejníkové stélky. Proto na experiment zpracováváný v rámci této bakalářské práce bude navazovat řada dalších experimentů zaměřených na zjištění aktuálního množství ribitolu ve stélkách studovaných druhů *Usnea antarctica*, *Pseudocyphellaria sp.* a *Usnea longissima* za různých kultivačních podmínek (teplota, ozáření).

Zjištěné mezidruhové rozdíly v reakci jednotlivých parametrů na různou kultivační teplotu, respektive přidavek ribitolu, lze vysvětlit tak, že patagonské druhy *Pseudocyphellaria sp.* a *Usnea longissima* nemají tak dobře vyvinuté obranné mechanismy vůči působení mrazových teplot, které jsou popsány u antarktických druhů (Kappen 1989, 1993, 2000; Reiter *et Turk*, 2000; Uchida *et al.*, 2006). Tento závěr lze podpořit také výsledky zjištěnými v této bakalářské práci pro *Usnea antarctica*. V experimentu se reakce měřených fotosyntetických fluorescenčních parametrů *Usnea*

*antarctica* na nízké teploty projevila menším poklesem hodnot v závislosti na expoziční teplotě, než jak tomu bylo u patagonských druhů. Nižší účinnost ribitolu u *Pseudocyphellaria sp.* lze odůvodnit tím, že na rozdíl od druhu *Usnea antarctica* má ve své stélce sinicového fotobionta, u kterého zatím účinek ribitolu na odolnost vůči mrazovým teplotám prokázán nebyl.

## 7. Závěr

Vědecký zájem o lišejníky v oblastech Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie za posledních 15 let postupně stoupá. Na Antarktickém poloostrově je nejvíce studovanou oblastí King George Island, kde sídlí také nejvíce vědeckých stanic. V oblasti Jižní Patagonie je nejzkoumanější oblastí část soustroví Isla Grande de Tierra del Fuego. Experimentální výzkum v těchto oblastech Jižní polokoule je nejvíce zaměřen na úplné poznání lišejníkové flory prostřednictvím determinačních a ekologických studií. Z důvodu velmi drsných přírodních podmínek na Antarktickém poloostrově je také významná část studia v této oblasti zaměřena na vysvětlení obranných schopností lišejníků, kde jsou zejména zkoumány aklimatizační a adaptační mechanismy, které výrazně souvisí s produkcí biologicky aktivních látek, například polyoly. Stále se také zvyšuje v obou cílových oblastech zájem o bioindikační schopnosti lišejníků. Pokud jde o samotnou lišejníkovou floru těchto oblastí, tak rozšířenější flora je zcela jistě v Jižní Patagonii, kde panují mírnější podmínky, na rozdíl od Antarktického poloostrova, kde jsou faktory prostředí velmi limitující.

V experimentální části této práce byl prokázán negativní vliv nízké teploty na fotosyntézu lišejníků u všech sledovaných druhů. Pomocí indukované fluorescence chlorofylu byly sledovány parametry  $F_v/F_m$  a  $R_{df}$ , pomocí kterých bylo hodnoceno působení stresu na stav fotosyntetického aparátu. Z parametru  $F_v/F_m$  po kontrolním měření před působením teplotním stresem vyplývá, že v nejlepším fyziologickém stavu byl druh *Pseudocyphellaria* sp. Dle předpokladů se s mrazovou teplotou nejlépe vyrovnával antarktický druh *Usnea antarctica*. Při testování ribitolu jako ochranné látky se účinek projevil u patagonských druhů při teplotách 5 °C a 0 °C, kdežto u druhu antarktického se účinek projevil až při -10 °C. Tento fakt potvrzuje, že antarktický lišejník disponuje mechanismy, které ho udržují v metabolicky aktivním stavu i při mrazových teplotách, na rozdíl od druhů patagonských, které tak dobře vyvinuté obranné mechanismy nemají.

Lišejníky a jejich schopnosti jsou studovány již několik desetiletí a dá se předpokládat, že i v budoucnu budou lišejníky předmětem intenzivního vědeckého zájmu. V současnosti je zatím na začátku obor studující lišejníkové metabolity a jejich využití pro člověka, kde již u několika látek byly prokázány antiproliferační, antimikrobiální a antibiotické účinky, přičemž látek produkovaných lišejníky je již objeveno stovky až tisíce, ale nejsou dosud prozkoumány.

## 8. Seznam použité literatury

**Armstrong RA, Smith SN** (1994) The levels of ribitol, arabitol and mannitol in individual lobes of the lichen *Parmelia conspersa* (Ehrh ex Ach) Ach. *Environ. exp. Bot.* **34**: 253-260.

**Aubert S, Juge C, Boisson A-M, Gout E, Bligny R** (2007) Metabolic processes sustaining the reviviscence of lichen *Xanthoria elegans* (Link) in high mountain environments. *Planta* **226**: 1287-1297.

**Bargagli R, Monaci F, Borghini F, Bravi F and Agnorelli C** (2002), Mosses and lichens as biomonitors of trace metals. A comparison study on *Hypnum cupressiforme* and *Parmelia carperata* in a former mining district in Italy', *Environ. Pollut.* **116**: 279–287.

**Barták M, Hájek J, Vráblíková H, Dubová J** (2004) High-Light Stress and Photoprotection in *Umbilicaria antarctica* Monitored by Chlorophyll Fluorescence Imaging and Changes in Zeaxanthin and Glutathione. *Plant Biology* **6**: 333–341.

**Beckett RP, Kranner I, Minibayeva FV** (2008) Stress physiology and the symbiosis. In: Nash TH (ed) *Lichen biology*. Cambridge University Press, Cambridge, 134–151.

**Bilger W, Rimke S, Schreiber U, Lange OL** (1989) Inhibition of energy transfer to photosystem II in lichens by dehydration – different properties of reversibility with green and blue/green phycobionts. *Journal of Plant Physiology*, **134**: 261-268.

**Björkman O, and Demmig B** (1987) *Planta*, **170**: 489.

**Boustie J, Tomasi S, Grube M** (2011) Bioactive lichen metabolites: alpine habitats as an untapped source. *Phytochem Rev* **10**: 287-307.

**Calvelo S, Fryday AM** (2006) New reports of lichens from Argentine Tierra del Fuego and the Falkland Islands (Islas Malvinas). *The Bryologist* **109**: 372–380.

**Convey P** (2001) Antarctic ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity*, Vol. 1 (ed. by S. Levin), 171–184. Academic Press, San Diego.

**Conti ME, Pino A, Botrč F, Bocca B, Alimonti A** (2009) Lichen *Usnea barbata* as biomonitor of airborne elements deposition in the Province of Tierra del Fuego (southern Patagonia, Argentina). *Ecotoxicology and environmental safety* **72**: 1082–1089.

**Crespo A, Lumbsch HT, Mattsson JE, Blanco O, Divakar PK, Articus K, Wiklund E, Bawingan PA, Wedin M** (2007) Testing morphology-based hypotheses of phylogenetic relationships in Parmeliaceae (Ascomycota) using three ribosomal markers and the nuclear RPB1 gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **44**: 812–824.

**Crowe JH, Carpenter JF, Crowe LM** (1998) The role of vitrification in anhydrobiosis. *Annual Review of Physiology* **60**: 73–103.

**Crowe JH, Crowe LM, Wolkers WF, Olivek AE, Ma X, Auh J-H, Tang M, Zhu S, Norris J, Tablin F** (2005) Stabilization of dry mammalian cells: lessons from nature. *Integrative and Comparative Biology* **45**: 810–820.

**Dahlman L, Persson J, Nasholm T, Palmqvist K** (2003) Carbon and nitrogen distribution in the green algal lichens *Hypogymnia physodes* and *Platismatia glauca* in relation to nutrient supply. *Planta* **217**: 41-48.

**DeConto RM, Pollard D, others** (2003) Rapid Cenozoic glaciation of Antarctica induced by declining atmospheric CO<sub>2</sub>. *Nature* **421**: 245–249.

**DePriest PT** (2004) Early molecular investigations of lichen-forming symbionts: 1986–2001. *Ann Rev Microbiol* **58**: 273–301.

**de Vera J-P, Rettberg P, Ott S** (2008) Life at the Limits: Capacities of Isolated and Cultured Lichen Symbionts to Resist Extreme Environmental Stresses. *Orig Life Evol Biosph* **38**: 457-468.

**Divakar, PK, Upreti, DK** (2005) Parmelioid lichens in India (A revisionary study). Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, India, 488.

**Divakar PK, Molina MC, Lumbsch HT, Crespo A** (2005) *Parmelia barrenoae*, a new lichen species related to *Parmelia sulcata* (Parmeliaceae) based on molecular and morphological data. *Lichenologist*, **37**: 37-46.

**Doran PT, Priscu JC, Lyons WB, Walsh JE, Fountain AG, McKnight DM, Moorhead DL, Virginia RA, Wall DH, Clow GD, et al** (2002) Antarctic climate cooling and terrestrial ecosystem response. *Nature* **415**: 517-520.

**Eisenreich W, Knispel N, Beck A** (2011) Advanced methods for the study of the chemistry and the metabolism of lichens. *Phytochemistry Reviews* **10**: 445-456.

**Farman JC, Gardiner BG, Shanklin JD** (1985) Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> interaction. *Nature*, 1985, **315**: 207-210.

**Fryday AM, Prather LA** (2001) The lichen collection of Henry Imshaug at Michigan State University Herbarium (MSC). *The Bryologist* **104**: 464-467.

**Fontaniella B, Vicente C, Legaz ME** (2000) The cryoprotective role of polyols in lichens: effects on the redistribution of RNase in *Evernia prunastri* thallus during freezing. *Plant Physiol. Biochem.* **38**: 621-627.

**Galloway, D** (1998) The lichens of Chile: present knowledge and future prospects. Pages 87-100. In: M. P. Marcelli & M. R. D. Seaward (eds.) *Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications*. CETESB, Sao Paulo, Brazil.

**Gargas A, Depriest PT, Grube M, Tehler A** (1995) Multiple origins of lichen symbioses in fungi suggested by SSU rDNA phylogeny. *Science* **268**:1492-1495.

**Garty J** (2001) Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens: theory and application. *Critical Reviews in Plant Sciences* **20**: 309-371.

**Gauslaa Y, Ustvedt E** (2003) Is parietin a UV-B or a blue-light screening pigment in the lichen *Xanthoria parietina*? *Photochem Photobiol Sci* **2**: 424-432.

**González CM, Casanovas SS, Pignata ML** (1996) Biomonitoring of air pollutants from traffic and industries employing *Ramalina ecklonii* (Spreng.) Mey. and Flot. in Cordoba, Argentina. *Environmental Pollution* **91**: 269-277.

**Govindjee** (2004) *Chlorophyll a Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*, G. C.Papageorgiou, and Govindjee (Eds.), Springer, Dordrecht, 1.

**Green TGA, Schroeter B, Sancho LD** (1999) Plant life in Antarctica. In: Pugnaire FI, Valledares F, eds. *Handbook of Functional Plant Ecology*. Marcel Dekker Inc., Basel, New York, 495-543.

**Guglielmin M, Cannone N** (2012) Permafrost warming in a cooling Antarctica? *Climatic Change* **111**:177-195.

**Hájek J, Váczi P, Barták M, Smejkal L, Lipavská H** (2009a) Cryoprotective role of ribitol in *Xanthoparmelia somloensis*. *Biologia Plantarum* **53**: 677-684.

- Hájek J, Váci P, Barták M** (2009b) Photosynthetic electron transport at low temperatures in the green algal foliose lichens *Lasallia pustulata* and *Umbilicaria hirsuta* affected by manipulated levels of ribitol. *Photosynthetica* **47**: 199–205.
- Huiskes AHL, Lud D, Moerdijk-Poortvliet TCW, Rozema J** (1999) Impact of UV-B radiation on Antarctic terrestrial vegetation. In *Stratospheric Ozone Depletion; the Effects of Enhanced UV-B Radiation on Terrestrial Ecosystems* (ed. Rozema, J.), Backhuys Publishers, 313–337.
- Huiskes AHL, Lud D, Moerdijk-Poortvliet TCW** (2000) Responses to UV-b radiation in terrestrial Antarctic vegetation. In *Antarctic Ecosystems: Models for Wider Understanding* (eds Davison, W. *et al.*), Caxton Press, Christchurch, 252–257.
- Kappen L, Lance OL** (1970) The cold resistance of phycobionts from macrolichens of various habitats. *Lichenologist*, **4**: 289-293.
- Kappen L** (1993) Plant activity under snow and ice, with particular reference to lichens. *Arctic*, **46**, 297-302.
- Kappen L, Schroeter B, Scheidegger C, Sommerkorn M, Hestmark G** (1996) Cold resistance and metabolic activity of lichens below 0 C. *Advances in Space Research* **18**: 119–128.
- Kappen L** (2000) Some aspects of the great success of lichens in Antarctica. *Antarctic Science-Institutional Subscription*, **12**: 314–324.
- Kranner I, Birtić S** (2005). A modulating role for antioxidants in desiccation tolerance. *Integrative and Comparative Biology* **45**: 734–740.
- Kranner I, Beckett R, Hochman A, Nash III TH.** (2008) Desiccation-tolerance in lichens: a review. *The Bryologist* **111**: 576–593.
- Logan R** (2007) *Plant Survival in Antarctica: The Lichens of Continental Antarctica*.
- Lumbsch HT** (2006) Recent trends in phylogeny and classification of lichen-forming ascomycetes. In: Ganguli BN, Deshmukh SK (eds) *Fungi. Multifaceted microbes*. Anamaya Publishers, New Delhi, 153–168.
- Lumbsch HT, Leavitt SD** (2011) Goodbye morphology? A paradigm shift in the delimitation of species in lichenized fungi. *Fungal Diversity* 1–14.
- Margulis L** (1993) *Symbiosis in Cell Evolution*. 2nd edn. Freeman, New York.
- Mayaba N, Beckett RP** (2001). The effect of desiccation on the activities of antioxidant enzymes in lichens from habitats of contrasting water status. *Symbiosis* **31**: 113–121.
- Messuti MI, Vobis G, Lumbsch HT** (2003) Additions to the lichen flora of Tierra del Fuego. *The Bryologist* **106**: 596–598.
- Moore DM** (1975) *The alpine flora of Tierra del Fuego*. Instituto botanico AJ Cavanilles.
- Nash III TH, Reiner A, Demmig-Adams B, Kilian E, Kaiser WM, Lance OL** (1990) The effect of atmospheric desiccation and osmotic water stress on photosynthesis and dark respiration of lichens. *New Phytologist*, **116**: 269-276.
- Papageorgiou G** (1975) *Bioenergetics of Photosynthesis*, Govindjee (Ed.), Academic Press, New York, London, 319.
- Peat HJ, Clarke A, Convey P** (2007) Diversity and biogeography of the Antarctic flora. *Journal of Biogeography* **34**: 132–146.



- Poblet A, Andrade S, Scagliola M, Vodopivec C, Curtosi A, Pucci A, Marcovecchio J** (1997) The use of epilithic Antarctic lichens (*Usnea aurantiacoatra* and *U-antarctica*) to determine deposition patterns of heavy metals in the Shetland Islands, Antarctica. *Sci Total Environ* **207**: 187-194.
- Porter C, Santana A** (2003) Rapid 20th century retreat of Ventisquero Marinelli in the Cordillera Darwin Icefield. *An Inst Patagonia* **31**: 17-26.
- Printzen C** (2010) Lichen Systematics: the role of morphological and molecular data to reconstruct phylogenetic relationships. In: Lüttge U (ed) *Progress in botany*, vol 71. Springer, Berlin, 233-275.
- Rubio C, Fernandez E, Hidalgo ME et al** (2002) Effects of solar UV-B radiation in the accumulation of rhizocarpic acid in a lichen species from alpine zones of Chile. *Bol Soc Chil Quim* **47**: 213-217.
- Roháček K, Soukupová J, Barták M, Schoefs B, others** (2008) Chlorophyll fluorescence: a wonderful tool to study plant physiology and plant stress. *Research Signpost, India* 41-104.
- Sancho LG, Palacios D, Green TGA, Vivas M, Pintado A** (2011) Extreme high lichen growth rates detected in recently deglaciated areas in Tierra del Fuego. *Polar Biology* **34**: 813-822.
- Scher HD, Martin EE** (2006) Timing and climatic consequences of the opening of Drake Passage. *Science* **312**: 428.
- Scheidegger C, Schroeter B, Frey B.** (1995). Structural and functional processes during water vapour uptake and desiccation in selected lichens with green algal photobionts. *Planta* **197**: 399-409.
- Schneider T, Schmid E, de Castro JV, Cardinale M, Eberl L, Grube M, Berg G, Riedel K** (2011) Structure and function of the symbiosis partners of the lung lichen (*Lobaria pulmonaria* L. Hoffm.) analyzed by metaproteomics. *Proteomics* **11**: 2752-2756.
- Schroeter B & Scheidegger C** (1995) Water relations in lichens at subzero temperatures: structural changes and carbon dioxide exchange in the lichen *Umbilicaria aprina* from continental Antarctica. *New Phytologist*, **131**: 273-285.
- Singh J, Dubey AK, Singh RP** (2011) Antarctic terrestrial ecosystem and role of pigments in enhanced UV-B radiations. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* 1-15.
- Singh SM, Pereira N, Ravindra R** (2010) Adaptive mechanisms for stress tolerance in Antarctic plants. *Current Science* **99**: 334-340.
- Singh J, Upreti DK, Bajpai R et al** (2008) Effect of altitudinal changes on photosynthetic pigment concentration in some cryptogams. *J Ecophys Occup Health* 8:107-110.
- Skalka M** (2004) Lišejníky jako bioindikátory, *Živa* 3/2004, 107-108.
- Sloof JE** (1995) Lichens as quantitative biomonitors for atmospheric trace-element deposition, using transplants', *Atmos. Environ.* **29**, 11-20.
- Stocker-Worgotter E** (2008) Metabolic diversity of lichen-forming ascomycetous fungi: culturing, polyketide and shikimate metabolite production, and PKS genes. *Natural product reports* **25**: 188-200.
- Strelin J, Iturraspe R** (2007) Recent evolution and mass balance of Cordón Martial glaciers, Cordillera Fuegoina Oriental. *Glob. Planet Change* **59**: 17-26.
- Štěpígová, Gauslaa Y, Cempírková-Vráblíková H, Solhaug KA** (2008) Irradiance prior to and during desiccation improves the tolerance to excess irradiance in the desiccated state of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria*. *Photosynthetica* **46**: 286-290.
- Torrey J** (1823) Description of a new species of *Usnea* from New South Shetland. *American Journal of Science and Arts*, **6**: 104-106.

**Weissman L, Garty J, Hochman A** (2005) Rehydration of the lichen *Ramalina lacera* results in production of reactive oxygen species and nitric oxide and a decrease in antioxidants. *Applied and Environmental Microbiology* **71**: 2121–2129.

**Zachos J, Pagani M, Sloan L, Thomas E, Billups K** (2001) Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* **292**: 686.

### **Internetové zdroje:**

<http://www.answers.com/topic/antarctic-ocean>

<http://www.openstreetmap.org/>

<http://www.psi.cz/products/fluorcams/handy-gfpcam-fc-1000-h-gfp>

## 9. Přílohy

### Příloha 1: Seznam lišejníků v oblastech Jižní Patagonie

Isla Grande de Tierra del Fuego (214)	Isla de los Estados (225)	Southern Islands (153)	Western Islands (64)	Brunswick peninsula (223)
<i>Alectoria nigricans</i>	<i>Alectoria nigricans</i>	<i>Cenomyce allotropa</i> var. <i>verticillata</i>	<i>Arthothelium diffluens</i>	<i>Adelolecia kolaensis</i>
<i>Alectoria ochroleuca</i>	<i>Alectoria sarmentosa</i>	<i>Cenomyce cariosa</i>	<i>Bacidia sclerocarpa</i>	<i>Alectoria ochroleuca</i>
<i>Alectoria sarmentosa</i>	<i>Amandinea punctata</i>	<i>Cenomyce coccifera</i>	<i>Buellia subcervina</i>	<i>Anaptychia pectinata</i>
<i>Amandinea punctata</i>	<i>Arthonia ilicina</i>	<i>Cenomyce ecmocyna</i> var. <i>subulata</i>	<i>Bunodophoron australe</i>	<i>Arthonia pulveracea</i>
<i>Arthonia ilicina</i>	<i>Arthonia pulveracea</i>	<i>Cenomyce fimbriata</i>	<i>Bunodophoron melanocarpum</i>	<i>Arthonia turbatula</i>
<i>Arthonia pulveracea</i>	<i>Arthonia turbatula</i>	<i>Cenomyce rangiferina</i>	<i>Bunodophoron scrobiculatum</i>	<i>Arthopyrenia subfallax</i>
<i>Arthonia turbatula</i>	<i>Arthothelium diffluens</i>	<i>Cetraria glauca</i>	<i>Caloplaca sublobulata</i>	<i>Arthothelium diffluens</i>
<i>Bacidia patellarina</i>	<i>Bacidia patellarina</i>	<i>Cetraria islandica</i>	<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Bacidia "cyrtospora"</i>
<i>Brigantiaea fuscolutea</i>	<i>Bacidia sclerocarpa</i>	<i>Collema australe</i>	<i>Cladonia ustulata</i>	<i>Bacidia patellarina</i>
<i>Bryotrema "irregulare"</i>	<i>Brigantiaea fuscolutea</i>	<i>Collema tremelloids</i>	<i>Coccotrema coccophorum</i>	<i>Bacidia sclerocarpa</i>
<i>Buellia cf. aethalea</i>	<i>Bryoria austromontana</i>	<i>Dufourea collodes</i>	<i>Coccotrema mammatum</i>	<i>Bunodophoron australe</i>
<i>Buellia subcervina</i>	<i>Bryoria chalybeiformis</i>	<i>Lecanora atra</i>	<i>Degelia subcinnata</i>	<i>Bunodophoron insigne</i>
<i>Bunodophoron insigne</i>	<i>Bryoria implexa</i>	<i>Lecanora microphthalma</i>	<i>Degeliella symptychia</i>	<i>Bunodophoron melanocarpum</i>
<i>Bunodophoron patagonicum</i>	<i>Bryotrema irregulare</i>	<i>Lecanora murorum</i>	<i>Fuscidea asbolodes</i>	<i>Bunodophoron patagonicum</i>
<i>Bunodophoron ramuliferum</i>	<i>Buellia skottsbergii</i>	<i>Lecanora tartarea</i>	<i>Fuscidea subasbolodes</i>	<i>Bunodophoron ramuliferum</i>
<i>Caloplaca ambitiosa</i>	<i>Buellia subcervina</i>	<i>Lecidea confluens</i>	<i>Lecanora atroviolacea</i>	<i>Caloplaca ambitiosa</i>
<i>Caloplaca isidioclada</i>	<i>Bunodophoron australe</i>	<i>Lecidea geomaea</i>	<i>Lecidea lygomma</i>	<i>Caloplaca cinericola</i>
<i>Caloplaca lucens</i>	<i>Bunodophoron imshaugii</i>	<i>Lecidea glaucopa</i>	<i>Lecidella glaucopa</i>	<i>Caloplaca lucens</i>
<i>Caloplaca microphyllina</i>	<i>Bunodophoron insigne</i>	<i>Lecidea parasema</i>	<i>Leifidium tenerum</i>	<i>Caloplaca sublobulata</i>
<i>Caloplaca millegrana</i>	<i>Bunodophoron patagonicum</i>	<i>Nephroma cellulosa</i>	<i>Leioderma pycnophorum</i>	<i>Catapyrenium lachneum</i>
<i>Caloplaca sublobulata</i>	<i>Bunodophoron ramuliferum</i>	<i>Parmelia cincinata</i>	<i>Lithographa graphidioides</i>	<i>Cetraria aculeata</i>
<i>Catillaria aeruginascens</i>	<i>Caloplaca ambitiosa</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Lithographa olivacea</i>	<i>Cetraria ericetorum</i>
<i>Catillaria phaeolomiza</i>	<i>Caloplaca lucens</i>	<i>Porina fallax</i>	<i>Menegazzia cinnata</i>	<i>Cetraria islandica</i>
<i>Cetraria aculeata</i>	<i>Caloplaca microphyllina</i>	<i>Ramalina terebrata</i>	<i>Menegazzia dispersa</i>	<i>Cetraria islandica</i> subsp. <i>subantarctica</i>
<i>Cetraria ericetorum</i>	<i>Caloplaca sublobulata</i>	<i>Sphaerophoron complanatum</i>	<i>Micarea magellanica</i>	<i>Cetraria sepincola</i>
<i>Cetraria ericetorum</i> var. <i>patagonica</i>	<i>Carbonea phaeostoma</i>	<i>Sphaerophoron coralloides</i>	<i>Nephroma antarcticum</i>	<i>Cladia aggregata</i>
<i>Cetraria islandica</i>	<i>Catillaria aeruginascens</i>	<i>Sticta crocata</i>	<i>Ocellularia "patagonica"</i>	<i>Cladonia anomala</i>
<i>Cetraria islandica</i> subsp. <i>antarctica</i>	<i>Catillaria leucoplaca</i>	<i>Sticta flavicans</i>	<i>Ochrolechia antarctica</i>	<i>Cladonia aueri</i>
<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Catillaria phaeolomiza</i>	<i>Sticta glabra</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Cladonia bacilliformis</i>
<i>Chroodiscus macrocarpum</i>	<i>Catillaria praepallida</i>	<i>Sticta orygmaea</i>	<i>Parmeliella minor</i>	<i>Cladonia borealis</i>
<i>Cladia aggregata</i>	<i>Catillaria violascens</i>	<i>Usnea barbata</i>	<i>Pertusaria grisea</i> var. <i>pachythallina</i>	<i>Cladonia cariosa</i>

<i>Cladonia anomala</i>	<i>Cetraria aculeata</i>	<i>Usnea melaxantha</i>	<i>Pertusaria macloviana</i>	<i>Cladonia carneola</i>
<i>Cladonia arbuscula</i>	<i>Cetraria ericetorum</i>	<i>Usnea plicatalsla</i>	<i>Placopsis macrophthalma</i>	<i>Cladonia cenotea</i>
<i>Cladonia asahinae</i>	<i>Cetraria ericetorum</i> var. <i>patagonica</i> <i>Cetraria islandica</i>	<i>Arthonia polymorpha</i>	<i>Pseudocyphellaria berberina</i>	<i>Cladonia chlorophaea</i>
<i>Cladonia bacilliformis</i>	<i>Cetraria islandica</i> subsp. <i>antarctica</i>	<i>Biatora corallina</i>	<i>Pseudocyphellaria chloroleuca</i>	<i>Cladonia coccifera</i>
<i>Cladonia borealis</i>	<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Cenomyce rangiferina</i>	<i>Pseudocyphellaria coerulescens</i>	<i>Cladonia coniocraea</i>
<i>Cladonia cariosa</i>	<i>Chroodiscus macrocarpum</i>	<i>Cenomyce sparassa</i>	<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	<i>Cladonia corniculata</i>
<i>Cladonia carneola</i>	<i>Cladia aggregata</i>	<i>Cenomyce vermicularis</i>	<i>Pseudocyphellaria durvillei</i>	<i>Cladonia cornuta</i>
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Cladonia asahinae</i>	<i>Cetraria aculeata</i>	<i>Pseudocyphellaria flavicans</i>	<i>Cladonia deformis</i>
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Cladonia aueri</i>	<i>Cetraria glauca</i>	<i>Pseudocyphellaria glabra</i>	<i>Cladonia ecmocyna</i>
<i>Cladonia coccifera</i>	<i>Cladonia bacilliformis</i>	<i>Cetraria islandica</i>	<i>Pseudocyphellaria hirsuta</i>	<i>Cladonia farinacea</i>
<i>Cladonia cornuta</i>	<i>Cladonia cariosa</i>	<i>Collema saturninum</i>	<i>Pseudocyphellaria intricata</i>	<i>Cladonia fimbriata</i>
<i>Cladonia deformis</i>	<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Collema tremelloides</i>	<i>Pseudocyphellaria lechleri</i>	<i>Cladonia gracilis</i>
<i>Cladonia ecmocyna</i>	<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Isidium oculatum</i>	<i>Pseudocyphellaria mallota</i>	<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>elongata</i>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Cladonia coccifera</i> var. <i>abberans</i>	<i>Lecanora atra</i>	<i>Pseudocyphellaria pseudosticta</i>	<i>Cladonia humilis</i>
<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Cladonia cornuta</i>	<i>Lecanora atra</i> var. <i>confragosa</i>	<i>Pseudocyphellaria vaccina</i>	<i>Cladonia laevigata</i>
<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>elongata</i>	<i>Cladonia ecmocyna</i>	<i>Lecanora chrysoleuca</i> var. <i>lignicola</i>	<i>Psoroma pallidum</i>	<i>Cladonia macilenta</i> var. <i>bacillaris</i>
<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>gracilis</i>	<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Lecanora hypnorum</i>	<i>Psoroma pholidotoides</i>	<i>Cladonia metacorallifera</i>
<i>Cladonia laevigata</i>	<i>Cladonia furcata</i>	<i>Lecanora murorum</i>	<i>Psoroma sphinctrinum</i>	<i>Cladonia mitis</i>
<i>Cladonia lepidophora</i>	<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Lecanora subfusca</i> var. <i>albella</i>	<i>Pyrenula dusenii</i>	<i>Cladonia nothobellidiflora</i>
<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>elongata</i>	<i>Lecanora tartarea</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>	<i>Cladonia ochrochlora</i>
<i>Cladonia macilenta</i> var. <i>bacillaris</i>	<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>gracilis</i>	<i>Lecidea abietina</i> var. <i>rubens</i>	<i>Rinodina peloleuca</i>	<i>Cladonia pleurota</i>
<i>Cladonia macrophyllodes</i>	<i>Cladonia laevigata</i>	<i>Lecidea arctica</i>	<i>Siphula complanata</i>	<i>Cladonia pocillum</i>
<i>Cladonia merochlorophaea</i> var. <i>novochlorophaea</i>	<i>Cladonia laevigata</i> f. <i>decolorata</i>	<i>Lecidea atro-alba</i>	<i>Siphula obtusula</i>	<i>Cladonia polydactyla</i>
<i>Cladonia metacorallifera</i>	<i>Cladonia lepidophora</i>	<i>Lecidea candida</i>	<i>Siphula ramalinoides</i>	<i>Cladonia pycnoclada</i>
<i>Cladonia mitis</i>	<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Lecidea contigua</i>	<i>Siphulastrum mamillatum</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>
<i>Cladonia nothobellidiflora</i>	<i>Cladonia macilenta</i> var. <i>bacillaris</i>	<i>Lecidea geographica</i>	<i>Stephanocyclus henssenianus</i>	<i>Cladonia squamosa</i>
<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Cladonia metacorallifera</i>	<i>Lecidea lugubris</i>	<i>Stereocaulon corticatulum</i>	<i>Cladonia subsquamosa</i>
<i>Cladonia polydactyla</i>	<i>Cladonia polydactyla</i>	<i>Lecidea mamillaris</i>	<i>Stereocaulon dusenii</i>	<i>Cladonia subsubulata</i>
<i>Cladonia pycnoclada</i>	<i>Cladonia pycnoclada</i>	<i>Lecidea parasema</i>	<i>Stereocaulon implexum</i>	<i>Cladonia subulata</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Cladonia pycnoclada</i> var. <i>fuscescens</i>	<i>Lecidea sabulatorum</i> var. <i>coniops</i>	<i>Stereocaulon ramulosum</i> var. <i>Pulvinare</i>	<i>Cladonia sulphurina</i>
<i>Cladonia sarmentosa</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Lecidea vesicularis</i>	<i>Sticta caulescens</i>	<i>Cladonia ustulata</i>
<i>Cladonia subsquamosa</i>	<i>Cladonia sarmentosa</i>	<i>Lepraria flava</i>	<i>Sticta hypochra</i>	<i>Coccotrema coccophorum</i>
<i>Cladonia subsubulata</i>	<i>Cladonia subsquamosa</i>	<i>Nephroma polaris</i>	<i>Tephromela atra</i>	<i>Coccotrema colobina</i>
<i>Cladonia sulphurina</i>	<i>Cladonia subsubulata</i>	<i>Opegrapha atra</i>	<i>Thelotrema lepadinum</i>	<i>Coccotrema cucurbitula</i>
<i>Cladonia ustulata</i>	<i>Cladonia ustulata</i>	<i>Parmelia cincinnata</i>		<i>Coccotrema magellanicum</i>

<i>Cliostomum flavidulum</i>	<i>Coccotrema antarcticum</i>	<i>Parmelia diatrypta</i>		<i>Coelopogon epiphorellus</i>
<i>Coccotrema antarcticum</i>	<i>Coccotrema coccophorum</i>	<i>Parmelia enteromorpha</i>		<i>Degelia subcinnata</i>
<i>Coccotrema coccophorum</i>	<i>Coccotrema cucurbitula</i>	<i>Parmelia enteromorpha</i> var. <i>deusta</i>		<i>Degeliella versicolor</i>
<i>Coccotrema corallinum</i>	<i>Coccotrema magellanicum</i>	<i>Parmelia rubiginosa</i> var. <i>sphinxtrina</i>		<i>Dermatocarpon nigrum</i>
<i>Coccotrema cucurbitula</i>	<i>Coccotrema mammatum</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>		<i>Endocena informis</i>
<i>Coccotrema magellanicum</i>	<i>Coccotrema placodinum</i>	<i>Pertusaria communis</i>		<i>Flavoparmelia caperata</i>
<i>Coccotrema placodinum</i>	<i>Coelopogon epiphorellus</i>	<i>Ramalina scopulorum</i>		<i>Gyalectidium filicinum</i>
<i>Coelopogon epiphorellus</i>	<i>Degeliella versicolor</i>	<i>Sphaerophoron compressum</i>		<i>Gyalactidium plicatum</i>
<i>Degeliella versicolor</i>	<i>Dictyonema glabratum</i>	<i>Sphaerophoron coralloides</i>		<i>Haematomma babingtonii</i>
<i>Endocena informis</i>	<i>Dirina falklandica</i>	<i>Sphaerophoron tenerum</i>		<i>Haematomma puniceum</i>
<i>Everniastrum sorocheilum</i>	<i>Endocena informis</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i>		<i>Heterodermia magellanica</i>
<i>Farnoldia similligera</i>	<i>Everniastrum sorocheilum</i>	<i>Stereocaulon corallinum</i>		<i>Hypogymnia antarctica</i>
<i>Flavoparmelia gerlachei</i>	<i>Haematomma erythromma</i>	<i>Sticta crocata</i>		<i>Hypogymnia lugubris</i>
<i>Haematomma erythromma</i>	<i>Haematomma puniceum</i>	<i>Sticta crocata</i> var. <i>gilva</i>		<i>Hypotrachyna bogotensis</i>
<i>Haematomma puniceum</i>	<i>Heterodermia magellanica</i>	<i>Sticta endochrysa</i>		<i>Hypotrachyna flavovirens</i>
<i>Heterodermia pectinata</i>	<i>Hypogymnia antarctica</i>	<i>Sticta filicina</i>		<i>Hypotrachyna sinuosa</i>
<i>Hypogymnia antarctica</i>	<i>Hypogymnia lugubris</i>	<i>Sticta freycinetii</i>		<i>Hypotrachyna taylorensis</i>
<i>Hypogymnia lugubris</i>	<i>Hypotrachyna brevirhiza</i>	<i>Sticta thouarsii</i>		<i>Lecanora atroviolacea</i>
<i>Hypotrachyna brevirhiza</i>	<i>Hypotrachyna flavovirens</i>	<i>Thelotrema lepadinum</i>		<i>Lecanora dispersa</i>
<i>Hypotrachyna flavovirens</i>	<i>Hypotrachyna rockii</i>	<i>Urceolaria calcarea</i>		<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>broccha</i>
<i>Hypotrachyna rockii</i>	<i>Hypotrachyna sinuosa</i>	<i>Urceolaria scruposa</i>		<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>epibryon</i>
<i>Hypotrachyna sinuosa</i>	<i>Hypotrachyna sublaevigata</i>	<i>Usnea melaxantha</i>		<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>xanthophora</i>
<i>Lecanora allophana</i>	<i>Lecanora atroviolacea</i>	<i>Usnea barbata</i> var. <i>anticulata</i>		<i>Lecanora microphthalma</i>
<i>Lecanora atroviolacea</i>	<i>Lecanora dispersa</i>	<i>Usnea plicata</i>		<i>Lecanora polytropa</i>
<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>broccha</i>	<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>xanthophora</i>	<i>Buellia parasema</i> var. <i>Microcarpa</i>		<i>Lecidea lygomma</i> var. <i>crassilabra</i>
<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>epibryon</i>	<i>Lecanora fuegiensis</i>	<i>Callopisma aurantiacum</i> var. <i>salicinum</i>		<i>Lecidea mannii</i>
<i>Lecanora epibryon</i> ssp. <i>xanthophora</i>	<i>Lecanora microphthalma</i>	<i>Cladonia bacillaris</i> var. <i>elegantior</i>		<i>Lecidella elaeochroma</i>
<i>Lecanora fuegiensis</i>	<i>Lecanora spegazzini</i>	<i>Cladonia delessertii</i>		<i>Lecidella glaucopa</i>
<i>Lecanora microphthalma</i>	<i>Lecidea auriculata</i> ssp. <i>brachypora</i>	<i>Cladonia flavescens</i>		<i>Leifidium tenerum</i>
<i>Lecanora muralis</i>	<i>Lecidea fuegiensis</i>	<i>Cladonia hypocritica</i>		<i>Leptogium austroamericanum</i>
<i>Lecanora parmelinoides</i>	<i>Lecidea lapicida</i>	<i>Lecanora albellina</i>		<i>Leptotrema schizoloma</i>
<i>Lecanora polytropa</i>	<i>Lecidea lygomma</i>	<i>Lecanora antarctic</i>		<i>Lithographa graphidioides</i>
<i>Lecanora spegazzini</i>	<i>Lecidella glaucopa</i>	<i>Lecanora punicea</i>		<i>Megalaria grossa</i>
<i>Lecanora varia</i>	<i>Leifidium tenerum</i>	<i>Lecidea azurella</i>		<i>Melanelia subglabra</i>
<i>Lecidea lapicida</i> var. <i>lapicida</i>	<i>Leptogium austroamericanum</i>	<i>Lecidea epichlorotica</i>		<i>Melanohalea ushuaiensis</i>

<i>Lecidea mannii</i>	<i>Leptogium azureum</i>	<i>Lecidea epichlorotica</i> var. <i>expallens</i>		<i>Menegazzia albida</i>
<i>Lecidella glaucopa</i>	<i>Leptotrema schizoloma</i>	<i>Lecidea lividula</i>		<i>Menegazzia cincinnata</i>
<i>Lecidella stigmatea</i>	<i>Lichenocodium xanthoriae</i>	<i>Nephroma antarcticum</i>		<i>Menegazzia dispora</i>
<i>Leifidium tenerum</i>	<i>Lithographa graphidioides</i>	<i>Opegrapha pseudo-agelaea</i>		<i>Menegazzia globulifera</i>
<i>Leprocaulon tenellum</i>	<i>Megalaria grossa</i>	<i>Parmelia cincinnata</i>		<i>Menegazzia magellanica</i>
<i>Leptotrema schizoloma</i>	<i>Megalospora tuberculosa</i>	<i>Parmelia pertusa</i>		<i>Menegazzia opuntioides</i>
<i>Lithographa graphidioides</i>	<i>Melanelia inactiva</i>	<i>Parmelia physodes</i> var. <i>lugubris</i>		<i>Menegazzia sanguinascens</i>
<i>Megalaria grossa</i>	<i>Melanelia subglabra</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>		<i>Menegazzia violascens</i>
<i>Megalospora tuberculosa</i>	<i>Melanelia ushuaiensis</i>	<i>Patillaria humistrata</i>		<i>Micarea magellanica</i>
<i>Melanelia subglabra</i>	<i>Menegazzia albida</i>	<i>Patillaria pallida</i>		<i>Mycoblastus dissimulans</i>
<i>Melanohalea ushuaiensis</i>	<i>Menegazzia cincinnata</i>	<i>Patillaria praepallida</i>		<i>Nephroma analogicum</i>
<i>Menegazzia albida</i>	<i>Menegazzia globulifera</i>	<i>Patillaria premnea</i>		<i>Nephroma antarcticum</i>
<i>Menegazzia cincinnata</i>	<i>Menegazzia magellanica</i>	<i>Peltigera polydactyla</i> var. <i>microcarpa</i>		<i>Nephroma australe</i>
<i>Menegazzia globulifera</i>	<i>Menegazzia sanguinascens</i>	<i>Pertusaria rugifera</i>		<i>Nephroma cellulolum</i>
<i>Menegazzia magellanica</i>	<i>Menegazzia subpertusa</i>	<i>Ramalina laevigata</i>		<i>Nephroma patagonicum</i>
<i>Menegazzia sanguinascens</i>	<i>Menegazzia tenuis</i>	<i>Sphaerophoron globiferum</i> var. <i>Vesicolor</i>		<i>Ocellularia "patagonica"</i>
<i>Menegazzia tenuis</i>	<i>Menegazzia violascens</i>	<i>Sphaerophoron polycladum</i> f. <i>depaperatum</i>		<i>Ochrolechia antarctica</i>
<i>Menegazzia violascens</i>	<i>Micarea magellanica</i>	<i>Sticticia crocata</i>		<i>Ochrolechia blandior</i>
<i>Mycoblastus dissimulans</i>	<i>Mycoblastus "bryophilus"</i>	<i>Stictina billardieri</i> var. <i>cellulifera</i> f. <i>lobulifera</i>		<i>Ochrolechia pallescens</i>
<i>Nephroma antarcticum</i>	<i>Mycoblastus dissimulans</i>	<i>Stictina endichrysa</i> var. <i>Compacta</i>		<i>Ochrolechia pseudotartarea</i>
<i>Nephroma cellulolum</i>	<i>Nephroma analogicum</i>	<i>Stictina endichrysa</i> var. <i>orygmaeoides</i>		<i>Opegrapha pseudo-agelaea</i>
<i>Nimisia deusta</i>	<i>Nephroma antarcticum</i>	<i>Stictina gaudichaudii</i>		<i>Pannaria cristulata</i>
<i>Normandina pulchella</i>	<i>Nephroma cellulolum</i>	<i>Stictina orbicularis</i>		<i>Pannaria dichroa</i>
<i>Ochrolechia antarctica</i>	<i>Nimisia deusta</i>	<i>Chaenotheca furfuracea</i>		<i>Pannaria farinosa</i>
<i>Ochrolechia blandior</i>	<i>Ochrolechia antarctica</i>	<i>Chrysothrix candelaris</i>		<i>Pannaria fuegiensis</i>
<i>Ochrolechia malmei</i>	<i>Ochrolechia blandior</i>	<i>Cladonia lepidophora</i>		<i>Pannaria hookeri</i>
<i>Ochrolechia pallescens</i>	<i>Ochrolechia malmei</i>	<i>Hypogymnia austerodes</i>		<i>Pannaria patagonica</i>
<i>Ochrolechia pseudotartarea</i>	<i>Ochrolechia pallescens</i>	<i>Hypotrachyna swinscowii</i>		<i>Pannoparmelia angustata</i>
<i>Omphalodium pisacomensis</i>	<i>Opegrapha pseudo-agelaea</i>	<i>Leptogium menziesii</i>		<i>Pannoparmelia wilsonii</i>
<i>Opegrapha pseudo-agelaea</i>	<i>Pannaria dichroa</i>	<i>Menegazzia magellanica</i>		<i>Parmelia culmigena</i>
<i>Pannaria farinosa</i>	<i>Pannaria farinosa</i>	<i>Menegazzia sanguinascens</i>		<i>Parmelia cunninghamii</i>
<i>Pannaria fuegiensis</i>	<i>Pannaria fuegiensis</i>	<i>Menegazzia tenuis</i>		<i>Parmelia protosulcata</i>
<i>Pannaria patagonica</i>	<i>Pannaria hookeri</i>	<i>Nephroma cellulolum</i>		<i>Parmelia saxatilis</i>
<i>Pannoparmelia angustata</i>	<i>Pannoparmelia angustata</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>		<i>Parmelia sulcata</i>
<i>Pannoparmelia wilsonii</i>	<i>Pannoparmelia wilsonii</i>	<i>Parmeliella sp.</i>		<i>Parmeliella thysanota</i>

<i>Parmelia cunninghamii</i>	<i>Parmelia cunninghamii</i>	<i>Peltigera canina</i>		<i>Parmeliopsis hyperopta</i>
<i>Parmelia protosulcata</i>	<i>Parmelia maura</i>	<i>Peltigera didactyla</i>		<i>Peltigera canina</i>
<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Parmelia protosulcata</i>	<i>Peltigera polydactylon</i>		<i>Peltigera patagonica</i>
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Platismatia glauca</i>		<i>Peltigera pulverulenta</i>
<i>Parmeliella chilensis</i>	<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Pseudocyphellaria coriifolia</i>		<i>Peltigera rufescens</i>
<i>Parmeliella minor</i>	<i>Parmeliella chilensis</i>	<i>Pseudocyphellaria crocata</i>		<i>Pertusaria "falklandica"</i>
<i>Parmeliella thysanota</i>	<i>Parmeliella minor</i>	<i>Pseudocyphellaria dubia</i>		<i>Pertusaria arthoniaria</i>
<i>Parmelinopsis swinscowii</i>	<i>Parmeliella thysanota</i>	<i>Pseudocyphellaria faveolata</i>		<i>Pertusaria macloviana</i>
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Parmelinopsis swinscowii</i>	<i>Pseudocyphellaria freycinetii</i>		<i>Pertusaria perrimosa</i>
<i>Peltigera canina</i>	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Pseudocyphellaria glabra</i>		<i>Phaeophyscia endococcina</i>
<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Parmotrema reticulatum</i>	<i>Pseudocyphellaria granulata</i>		<i>Physcia adscendens</i>
<i>Pertusaria albidopallens</i>	<i>Peltigera canina</i>	<i>Pseudocyphellaria hirsuta</i>		<i>Physcia caesia</i>
<i>Pertusaria grisea</i> var. <i>pachythallina</i>	<i>Peltigera pulverulenta</i>	<i>Pseudocyphellaria lechleri</i>		<i>Placopsis macrophthalma</i>
<i>Pertusaria macloviana</i>	<i>Pertusaria albidopallens</i>	<i>Pseudocyphellaria mallota</i>		<i>Platismatia glauca</i>
<i>Pertusaria spegazzinii</i>	<i>Pertusaria alterimosa</i>	<i>Pseudocyphellaria obvoluta</i>		<i>Poeltiaria corralensis</i>
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Pertusaria cerebrinula</i>	<i>Pseudocyphellaria scabrosa</i>		<i>Polychidium dendriscum</i>
<i>Pleopsidium chlorophanum</i>	<i>Pertusaria erubescens</i>	<i>Pseudocyphellaria vaccina</i>		<i>Protousnea magellanica</i>
<i>Poeltiaria corralensis</i>	<i>Pertusaria macloviana</i>	<i>Punctelia stictica</i>		<i>Pseudocyphellaria albidopallens</i>
<i>Poeltidea perusta</i>	<i>Pertusaria spegazzinii</i>	<i>Xanthoria candelaria</i>		<i>Pseudocyphellaria berberina</i>
<i>Protousnea dusenii</i>	<i>Platismatia glauca</i>			<i>Pseudocyphellaria coerulescens</i>
<i>Protousnea magellanica</i>	<i>Poeltidea perusta</i>			<i>Pseudocyphellaria chloroleuca</i>
<i>Protousnea malacea</i>	<i>Porpidia crustulata</i>			<i>Pseudocyphellaria coriifolia</i>
<i>Pseudephebe pubescens</i>	<i>Protousnea magellanica</i>			<i>Pseudocyphellaria crocata</i>
<i>Pseudocyphellaria berberina</i>	<i>Protousnea malacea</i>			<i>Pseudocyphellaria durvillei</i>
<i>Pseudocyphellaria coriifolia</i>	<i>Pseudephebe pubescens</i>			<i>Pseudocyphellaria endochrysa</i>
<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	<i>Pseudocyphellaria berberina</i>			<i>Pseudocyphellaria faveolata</i>
<i>Pseudocyphellaria endochrysa</i>	<i>Pseudocyphellaria chloroleuca</i>			<i>Pseudocyphellaria flavicans</i>
<i>Pseudocyphellaria faveolata</i>	<i>Pseudocyphellaria coriifolia</i>			<i>Pseudocyphellaria freycinetii</i>
<i>Pseudocyphellaria flavicans</i>	<i>Pseudocyphellaria crocata</i>			<i>Pseudocyphellaria glabra</i>
<i>Pseudocyphellaria freycinetii</i>	<i>Pseudocyphellaria endochrysa</i>			<i>Pseudocyphellaria granulata</i>
<i>Pseudocyphellaria glabra</i>	<i>Pseudocyphellaria encoensis</i>			<i>Pseudocyphellaria impressa</i>
<i>Pseudocyphellaria granulata</i>	<i>Pseudocyphellaria faveolata</i>			<i>Pseudocyphellaria intricata</i>
<i>Pseudocyphellaria hirsuta</i>	<i>Pseudocyphellaria flavicans</i>			<i>Pseudocyphellaria lechleri</i>
<i>Pseudocyphellaria intricata</i>	<i>Pseudocyphellaria freycinetii</i>			<i>Pseudocyphellaria mallota</i>
<i>Pseudocyphellaria lechleri</i>	<i>Pseudocyphellaria glabra</i>			<i>Pseudocyphellaria obvoluta</i>

<i>Pseudocyphellaria mallota</i>	<i>Pseudocyphellaria hirsuta</i>			<i>Pseudocyphellaria pseudosticta</i>
<i>Pseudocyphellaria obvoluta</i>	<i>Pseudocyphellaria intricata</i>			<i>Pseudocyphellaria vaccina</i>
<i>Pseudocyphellaria pseudosticta</i>	<i>Pseudocyphellaria mallota</i>			<i>Psoroma "subpholidotum"</i>
<i>Pseudocyphellaria scabrosa</i>	<i>Pseudocyphellaria pseudosticta</i>			<i>Psoroma cinnamomeum</i>
<i>Pseudocyphellaria vaccina</i>	<i>Pseudocyphellaria vaccina</i>			<i>Psoroma follmannii</i>
<i>Psoroma cinnamomeum</i>	<i>Pseudoparmelia labrosa</i>			<i>Psoroma hirsutulum</i>
<i>Psoroma follmannii</i>	<i>Psoroma follmannii</i>			<i>Psoroma hispidulum</i>
<i>Psoroma hirsutulum</i>	<i>Psoroma hirsutulum</i>			<i>Psoroma hypnorum</i>
<i>Psoroma hypnorum</i>	<i>Psoroma hypnorum</i>			<i>Psoroma pholidotoides</i>
<i>Psoroma implexum</i>	<i>Psoroma leprolomum</i>			<i>Psoroma saccatum</i>
<i>Psoroma pholidotoides</i>	<i>Psoroma pholidotoides</i>			<i>Psoroma sphinctrinum</i>
<i>Psoroma reticulatum</i>	<i>Psoroma sphinctrinum</i>			<i>Pyrenocollema halodytes</i>
<i>Psoroma saccatum</i>	<i>Psoroma "subpholidotum"</i>			<i>Pyrenula dusenii</i>
<i>Psoroma "subpholidotum"</i>	<i>Psoromaria subdescendens</i>			<i>Ramalina fuegiensis</i>
<i>Ramalina laevigata f. flaccidissima</i>	<i>Ramalina fuegiensis</i>			<i>Ramalina laevigata f. flaccidissima</i>
<i>Rinodina peloleuca</i>	<i>Ramalina laevigata f. flaccidissima</i>			<i>Ramalina terebrata</i>
<i>Roccellinastrum candidum</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>			<i>Rinodina peloleuca</i>
<i>Siphula fastigiata</i>	<i>Rimularia psephota</i>			<i>Roccellinastrum candidum</i>
<i>Siphula ramalinoides</i>	<i>Roccellina falklandica</i>			<i>Siphula aquatica</i>
<i>Siphulastrum mamillata</i>	<i>Roccellinastrum candidum</i>			<i>Siphula complanata</i>
<i>Sporastatia testudinea</i>	<i>Schaereria porpidioides</i>			<i>Siphula fastigiata</i>
<i>Stereocaulon alpinum</i>	<i>Siphula complanata</i>			<i>Siphulastrum mamillatum</i>
<i>Stereocaulon glabrum</i>	<i>Siphula fastigiata</i>			<i>Sphaerophorus globosus</i>
<i>Stereocaulon ramulosum var. pulvinare</i>	<i>Siphula ramalinoides</i>			<i>Stereocaulon alpinum</i>
<i>Stereocaulon tomentosum var. compactum</i>	<i>Siphulastrum mamillata</i>			<i>Stereocaulon glabrum</i>
<i>Sticta gaudichaudia</i>	<i>Siphulastrum triste</i>			<i>Stereocaulon implexum</i>
<i>Sticta limbata</i>	<i>Sphaerophorus globosus</i>			<i>Stereocaulon ramulosum</i>
<i>Sticta magellanica</i>	<i>Stereocaulon corticatulum</i>			<i>Stereocaulon ramulosum var. pulvinare</i>
<i>Tephromela atra</i>	<i>Stereocaulon corticatulum var. subcortiatum</i>			<i>Stereocaulon tomentosum var. compactum</i>
<i>Thamnotia vermicularis</i>	<i>Stereocaulon dusenii</i>			<i>Sticta caulescens</i>
<i>Thelotrema lepadinum</i>	<i>Stereocaulon glabrum</i>			<i>Sticta gaudichaudia</i>
<i>Tremolecia atrata</i>	<i>Stereocaulon implexum</i>			<i>Sticta hypochra</i>
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	<i>Stereocaulon ramulosum var. macrocarpum</i>			<i>Sticta marginifera</i>
<i>Turgidosculum complicatulum</i>	<i>Stereocaulon ramulosum var. pulvinare</i>			<i>Tephromela atra</i>



<i>Umbilicaria polyrrhiza</i>	<i>Sticta gaudichaudia</i>			<i>Thamnolia vermicularis</i>
<i>Usnea acromelana</i>	<i>Sticta magellanica</i>			<i>Thelotrema "patagonicum"</i>
<i>Usnea articulata</i>	<i>Tephromela atra</i>			<i>Thelotrema lepadinum</i>
<i>Usnea aurantiaco-atra</i>	<i>Thamnolia vermicularis</i>			<i>Thelotrema subtile</i>
<i>Usnea ciliata</i>	<i>Thelotrema lepadinum</i>			<i>Topeliopsis cf. rugosa</i>
<i>Usnea fuegiana</i>	<i>Topeliopsis cf. rugosa</i>			<i>Trapelia coarctata</i>
<i>Usnea lethariiformis</i>	<i>Tremolecia atrata</i>			<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>
<i>Usnea perpusilla</i>	<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>			<i>Tugidosculum complicatulum</i>
<i>Usnea trachycarpa</i>	<i>Turgidosculum tessellata</i>			<i>Usnea antarctica</i>
<i>Usnea xanthopoga</i>	<i>Umbilicaria polyrrhiza</i>			<i>Usnea fuegiana</i>
<i>Varicellaria rhodocarpa</i>	<i>Usnea acromelana</i>			<i>Usnea lethariiformis</i>
<i>Xanthoparmelia mougeotii</i>	<i>Usnea antarctica Usnea articulata</i>			<i>Usnea xanthopoga</i>
<i>Xanthoria candelaria</i>	<i>Usnea aurantiaco-atra</i>			<i>Verrucaria durietzii</i>
	<i>Usnea ciliata</i>			<i>Verrucaria maura</i>
	<i>Usnea dasycera</i>			<i>Verrucaria tessellatula</i>
	<i>Usnea fuegiana</i>			<i>Verrucaria tessellatula f. dermoplaca</i>
	<i>Usnea lethariiformis</i>			<i>Xanthoparmelia microspora</i>
	<i>Usnea xanthopoga</i>			<i>Xanthoparmelia mougeotii</i>
	<i>Varicellaria rhodocarpa</i>			<i>Xanthoria australis</i>
	<i>Xanthoparmelia mougeotii</i>			<i>Xanthoria candelaria</i>
	<i>Xanthoria australis</i>			<i>Xanthoria fallax</i>
	<i>Xanthoria candelaria</i>			<i>Xanthoria parietina</i>
				<i>Zahlbrucknerella maritima</i>

**ZDROJE:**

[http://herbarium.msu.edu/SSP/SSP\\_Checklists.html](http://herbarium.msu.edu/SSP/SSP_Checklists.html)

**Calvelo S, Fryday AM** (2006) New reports of lichens from Argentine Tierra del Fuego and the Falkland Islands (Islas Malvinas). *The Bryologist* **109**: 372–380

## Příloha 2: Seznam lišejníků v oblastech Antarktického poloostrova

Antarktický poloostrov	South Shetland	South Orkney
<i>Acarospora convoluta</i>	<i>Acarospora austroshetlandica</i>	<i>Acarospora badiofusca</i>
<i>Acarospora sp.</i>	<i>Acarospora convoluta</i>	<i>Acarospora convoluta</i>
<i>Acarospora gwynnii</i>	<i>Acarospora macrocyclos</i>	<i>Acarospora macrocyclos</i>
<i>Acarospora macrocyclos</i>	<i>Alectoria nigricans</i>	<i>Alectoria nigricans</i>
<i>Acarospora wahlenbergii</i>	<i>Amandinea coniops</i>	<i>Amandinea coniops</i>
<i>Acarospora williamsii</i>	<i>Amandinea petermannii</i>	<i>Amandinea petermannii</i>
<i>Alectoria nigricans</i>	<i>Arthonia rufidula</i>	<i>Amandinea punctata</i>
<i>Amandinea coniops</i>	<i>Arthonia subantarctica</i>	<i>Arthonia epiphyscia</i>
<i>Amandinea petermannii</i>	<i>Arthopyrenia maritima</i>	<i>Arthonia fuscopurpurea</i>
<i>Amandinea punctata</i>	<i>Arthrorhaphis citrinella</i>	<i>Arthonia glebosa</i>
<i>Anzina carneonivea</i>	<i>Aspilicia aff. Aquatica</i>	<i>Arthonia lapidicola</i>
<i>Arthonia glebosa</i>	<i>Austrolecia antarctica</i>	<i>Arthonia molendoi</i>
<i>Arthonia rufidula</i>	<i>Bacidia stipata</i>	<i>Arthonia rufidula</i>
<i>Arthrorhaphis alpina</i>	<i>Bacidia sp.</i>	<i>Arthonia subantarctica</i>
<i>Arthrorhaphis citrinella</i>	<i>Bellemeria alpina</i>	<i>Arthopyrenia praetemissa</i>
<i>Austrolecia antarctica</i>	<i>Bellemeria subsorediza</i>	<i>Arthrorhaphis citrinella</i>
<i>Bacidia rhodochroa</i>	<i>Bellemeria sp.</i>	<i>Aspilicia aff. Aquatica</i>
<i>Bacidia stipata</i>	<i>Bryonora castanea</i>	<i>Bacidia bagliettoana</i>
<i>Bilimbia lobulata</i>	<i>Bryoria sp</i>	<i>Bacidia rhodochroa</i>
<i>Bilimbia sabuletorum</i>	<i>Buellia anisomera</i>	<i>Bacidia stipata</i>
<i>Bryonora castanea</i>	<i>Buellia augusta</i>	<i>Bacidia tuberculata</i>
<i>Bryonora peltata</i>	<i>Buellia cladocarpiza</i>	<i>Bilimbia lobulata</i>
<i>Buellia aff. Aethalea</i>	<i>Buellia falklandica</i>	<i>Bryonora peltata</i>
<i>Buellia anisomera</i>	<i>Buellia granulosa</i>	<i>Bryoria sp</i>
<i>Buellia augusta</i>	<i>Buellia isabellina</i>	<i>Buellia anisomera</i>
<i>Buellia babingtonii</i>	<i>Buellia latemarginata</i>	<i>Buellia augusta</i>
<i>Buellia cladocarpiza</i>	<i>Buellia nelsonii</i>	<i>Buellia cladocarpiza</i>
<i>Buellia darbishirei</i>	<i>Buellia papillata</i>	<i>Buellia falklandica</i>
<i>Buellia evanescens</i>	<i>Buellia pycnogonoides</i>	<i>Buellia granulosa</i>
<i>Buellia falklandica</i>	<i>Buellia russa</i>	<i>Buellia isabellina</i>
<i>Buellia frigida</i>	<i>B. sp. A</i>	<i>Buellia latemarginata</i>
<i>Buellia granulosa</i>	<i>Caloplaca ammiospila</i>	<i>Buellia melanostola</i>
<i>Buellia grimmiae</i>	<i>Caloplaca athallina</i>	<i>Buellia nelsonii</i>
<i>Buellia illaetabilis</i>	<i>Caloplaca buelliae</i>	<i>Buellia perlata</i>
<i>Buellia isabellina</i>	<i>Caloplaca cirrochrooides</i>	<i>Buellia russa</i>
<i>Buellia latemarginata</i>	<i>Caloplaca citrina</i>	<i>Buellia subpedicellata</i>
<i>Buellia lignoides</i>	<i>Caloplaca exsecuta</i>	<i>Caloplaca ammiospila</i>
<i>Buellia melanostola</i>	<i>Caloplaca holocarpa</i>	<i>Caloplaca approximata</i>
<i>Buellia nelsonii</i>	<i>Caloplaca iomma</i>	<i>Caloplaca athallina</i>
<i>Buellia pallida</i>	<i>Caloplaca johnstonii</i>	<i>Caloplaca buelliae</i>
<i>Buellia papillata</i>	<i>Caloplaca lucens</i>	<i>Caloplaca cirrochrooides</i>
<i>Buellia perlata</i>	<i>Caloplaca millegrana</i>	<i>Caloplaca citrina</i>

<i>Buellia pycnogonoides</i>	<i>Caloplaca phaeocarpella</i>	<i>Caloplaca holocarpa</i>
<i>Buellia russa</i>	<i>Caloplaca psoromatis</i>	<i>Caloplaca iomma</i>
<i>Buellia subfrigida</i>	<i>Caloplaca regalis</i>	<i>Caloplaca isidioclada</i>
<i>Buellia subpedicellata</i>	<i>Caloplaca saxicola</i>	<i>Caloplaca lucens</i>
<i>B. sp. B</i>	<i>Caloplaca Siphonospora</i>	<i>Caloplaca millegrana</i>
<i>B. sp. D</i>	<i>Caloplaca sublobulata</i>	<i>Caloplaca regalis</i>
<i>Caloplaca ammiospila</i>	<i>Caloplaca tetraspora</i>	<i>Caloplaca Siphonospora</i>
<i>Caloplaca aff. Anchonphoniceon</i>	<i>Caloplaca tiroliensis</i>	<i>Caloplaca sublobulata</i>
<i>Caloplaca athallina</i>	<i>Candelaria murrayi</i>	<i>Caloplaca tetraspora</i>
<i>Caloplaca cerina</i>	<i>Candelariella aurella</i>	<i>Caloplaca tiroliensis</i>
<i>Caloplaca cirrochrooides</i>	<i>Candelariella flava</i>	<i>Candelariella aurella</i>
<i>Caloplaca citrina</i>	<i>Candelariella vitellina</i>	<i>Candelariella flava</i>
<i>Caloplaca coeruleofrigida</i>	<i>Carbonea assentiens</i>	<i>Candelariella vitellina</i>
<i>Caloplaca exsecuta</i>	<i>Carbonea inactiva</i>	<i>Carbonea assentiens</i>
<i>Caloplaca holocarpa</i>	<i>Carbonea vorticosa</i>	<i>Carbonea vorticosa</i>
<i>Caloplaca iomma</i>	<i>Catapyrenium daedaleum</i>	<i>Catapyrenium daedaleum</i>
<i>Caloplaca isidioclada</i>	<i>Catapyrenium lachneoides</i>	<i>Catapyrenium lachneoides</i>
<i>Caloplaca johnstonii</i>	<i>Catillaria contristans</i>	<i>Catillaria contristans</i>
<i>Caloplaca lucens</i>	<i>Catillaria corymbosa</i>	<i>Catillaria corymbosa</i>
<i>Caloplaca millegrana</i>	<i>Cetraria aculeata</i>	<i>Cetraria aculeata</i>
<i>Caloplaca psoromatis</i>	<i>Cladonia asahinae</i>	<i>Cladonia asahinae</i>
<i>Caloplaca regalis</i>	<i>Cladonia borealis</i>	<i>Cladonia borealis</i>
<i>Caloplaca saxicola</i>	<i>Cladonia carneola</i>	<i>Cladonia carneola</i>
<i>Caloplaca schofieldii</i>	<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Cladonia cervicornis subsp. Mawsonii</i>
<i>Caloplaca sublobulata</i>	<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Cladonia chlorophaea</i>
<i>Caloplaca tiroliensis</i>	<i>Cladonia galindezii</i>	<i>Cladonia deformis</i>
<i>Caloplaca sp.</i>	<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Cladonia fimbriata</i>
<i>Candelaria murrayi</i>	<i>Cladonia merochlorophaea var. novochlorophaea</i>	<i>Cladonia galindezii</i>
<i>Candelariella flava</i>	<i>Cladonia mitis</i>	<i>Cladonia gracilis</i>
<i>Candelariella vitellina</i>	<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Cladonia merochlorophaea var. novochlorophaea</i>
<i>Candelariella sp. A</i>	<i>Cladonia pocillum</i>	<i>Cladonia mitis</i>
<i>Carbonea assentiens</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Cladonia pleurota</i>
<i>Carbonea vorticosa</i>	<i>Cladonia sarmentosa</i>	<i>Cladonia pocillum</i>
<i>Catapyrenium lachneoides</i>	<i>Cladonia squamosa</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>
<i>Catillaria contristans</i>	<i>Cladonia subulata</i>	<i>Cladonia sarmentosa</i>
<i>Catillaria corymbosa</i>	<i>Cladonia sulphurina</i>	<i>Cladonia squamosa</i>
<i>Cetraria aculeata</i>	<i>Coccotrema cucurbitula</i>	<i>Cladonia subulata</i>
<i>Cetraria subscutata</i>	<i>Coelopogon epiphorellus</i>	<i>Cladonia sulphurina</i>
<i>Chrysothrix chlorina</i>	<i>Collema ceraniscum</i>	<i>Cladonia weymouthii</i>
<i>Cladonia asahinae</i>	<i>Collema coccophorum</i>	<i>Coccotrema cucurbitula</i>
<i>Cladonia borealis</i>	<i>Cystocoleus aff. Ebeneus</i>	<i>Coelopogon epiphorellus</i>
<i>Cladonia carneola</i>	<i>Dermatocarpon polyphyllizum</i>	<i>Collema tenax</i>
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Farnoldia dissipabilis</i>	<i>Cystocoleus aff. Ebeneus</i>

<i>Cladonia deformis</i>	<i>Frutidella caesioatra</i>	<i>Dermatocarpon polyphyllizum</i>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Fuscidea asbolodes</i>	<i>Farnoldia dissipabilis</i>
<i>Cladonia galindezii</i>	<i>Haematomma erythromma</i>	<i>Frutidella caesioatra</i>
<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Himantormia lugubris</i>	<i>Fuscidea sp. A</i>
<i>Cladonia merochlorophaea</i> <i>var. novochlorophaea</i>	<i>Huea cerussata</i>	<i>Fuscidea sp. B</i>
<i>Cladonia mitis</i>	<i>Huea coralligera</i>	<i>Gyalecta pezizoides</i>
<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Hypogymnia lugubris</i>	<i>Haematomma erythromma</i>
<i>Cladonia pocillum</i>	<i>Japewia tornoënsis</i>	<i>Himantormia lugubris</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Lecania brialmontii</i>	<i>Huea cerussata</i>
<i>Cladonia sarmentosa</i>	<i>Lecania gerlachei</i>	<i>Huea coralligera</i>
<i>Cladonia squamosa</i>	<i>Lecania nylanderiana</i>	<i>Huea sorediata</i>
<i>Cladonia subulata</i>	<i>Lecania racovitzae</i>	<i>Japewia tornoënsis</i>
<i>Cladonia sulphurina</i>	<i>Lecanora dancoënsis</i>	<i>Lecania brialmontii</i>
<i>Cladonia ustulata</i>	<i>Lecanora epibryon subsp.</i> <i>Epibryon</i>	<i>Lecania gerlachei</i>
<i>Coelopogon epiphorellus</i>	<i>Lecanora flotowiana</i>	<i>Lecania nylanderiana</i>
<i>Collema coccophorum</i>	<i>Lecanora frustolusa</i>	<i>Lecania racovitzae</i>
<i>Collema tenax</i>	<i>Lecanora griseosorediata</i>	<i>Lecania subfuscula</i>
<i>Cystocoleus aff. Ebeneus</i>	<i>Lecanora handelii</i>	<i>Lecanora dancoënsis</i>
<i>Dermatocarpon</i> <i>polyphyllizum</i>	<i>Lecanora intricata</i>	<i>Lecanora epibryon subsp. Broccha</i>
<i>Eiglera flavida</i>	<i>Lecanora aff. Orosthea</i>	<i>Lecanora epibryon subsp.</i> <i>Epibryon</i>
<i>Farnoldia dissipabilis</i>	<i>Lecanora parmelinoides</i>	<i>Lecanora flotowiana</i>
<i>Flavoparmelia gerlachei</i>	<i>Lecanora physciella</i>	<i>Lecanora griseosorediata</i>
<i>Frutidella caesioatra</i>	<i>Lecanora polytropha</i>	<i>Lecanora aff. Orosthea</i>
<i>Fulgensia desertorum</i>	<i>Lecanora symmicta</i>	<i>Lecanora parmelinoides</i>
<i>Fuscopannaria praetermissa</i>	<i>Lecidea atrobrunnea</i>	<i>Lecanora physciella</i>
<i>Gyalidea antarctica</i>	<i>Lecidea lapicida</i>	<i>Lecanora polytropha</i>
<i>Haematomma erythromma</i>	<i>Lecidea medusula</i>	<i>Lecanora symmicta</i>
<i>Himantormia lugubris</i>	<i>Lecidea placodiformis</i>	<i>Lecidea lapicida</i>
<i>Huea cerussata</i>	<i>Lecidea spheniscidarum</i>	<i>Lecidea placodiformis</i>
<i>Huea coralligera</i>	<i>Lecidella elaeochroma</i>	<i>Lecidea silacea</i>
<i>Hymenelia glacialis</i>	<i>Lecidella siplei</i>	<i>Lecidea spheniscidarum</i>
<i>Immersaria athrocarpa</i>	<i>Lecidella stigmattea</i>	<i>Lecidella elaeochroma</i>
<i>Lecania brialmontii</i>	<i>Lecidella sublapicida</i>	<i>Lecidella patavina</i>
<i>Lecania gerlachei</i>	<i>Lecidella wulfenii</i>	<i>Lecidella siplei</i>
<i>Lecania racovitzae</i>	<i>Lecidella sp. D</i>	<i>Lecidella sublapicida</i>
<i>Lecanora alutacea</i>	<i>Lepraria alpina</i>	<i>Lecidella wulfenii</i>
<i>Lecanora atromarginata</i>	<i>Lepraria caesioalba</i>	<i>Lecidella sp. A</i>
<i>Lecanora dancoënsis</i>	<i>Lepraria caeruleascens</i>	<i>Lecidoma demissum</i>
<i>Lecanora epibryon subsp.</i> <i>Epibryon</i>	<i>Lepraria straminea</i>	<i>Leciophysma parvum</i>
<i>Lecanora expectans</i>	<i>Lepraria cacuminum</i>	<i>Lepraria caesioalba</i>

<i>Lecanora flotowiana</i>	<i>Leptogium puberulum</i>	<i>Lepraria straminea</i>
<i>Lecanora griseosorediata</i>	<i>Leptogium sp. A</i>	<i>Lepraria sp. A</i>
<i>Lecanora mons-nivis</i>	<i>Massalongia carnosa</i>	<i>Lepraria sp. B</i>
<i>Lecanora aff. Orosthea</i>	<i>Massalongia intricata</i>	<i>Leproloma cacuminum</i>
<i>Lecanora physciella</i>	<i>Massalongia olechiana</i>	<i>Leproloma vouauxii</i>
<i>Lecanora physciella</i> var. <i>Sorediata</i>	<i>Megaspora verrucosa</i>	<i>Leptogium puberulum</i>
<i>Lecanora polytropa</i>	<i>Micarea turfosa</i>	<i>Lichenothelia antarctica</i>
<i>Lecanora sverdrupiana</i>	<i>Ochrolechia frigida</i>	<i>Massalongia carnosa</i>
<i>Lecanora sp. D</i>	<i>Ochrolechia parella</i>	<i>Massalongia intricata</i>
<i>Lecidea andersonii</i> Filson	<i>Pannaria austro-orcadensis</i>	<i>Megaspora verrucosa</i>
<i>Lecidea atrobrunnea</i>	<i>Pannaria hookeri</i>	<i>Melanelia ushuaiensis</i>
<i>Lecidea cancriformis</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Micarea turfosa</i>
<i>Lecidea lapicida</i>	<i>Peltigera didactyla</i>	<i>Miriquidica atrofulva</i>
<i>Lecidea placodiformis</i>	<i>Peltularia sp. A</i>	<i>Mycobilimbia sp. B</i>
<i>Lecidea spheniscidarum</i>	<i>Pertusaria coccodes</i>	<i>Ochrolechia frigida</i>
<i>Lecidella protracta</i>	<i>Pertusaria corallophora</i>	<i>Ochrolechia parella</i>
<i>Lecidella siplei</i>	<i>Pertusaria erubescens</i>	<i>Ochrolechia tartarea</i>
<i>Lecidella stigmathea</i>	<i>Pertusaria excludens</i>	<i>Pannaria austro-orcadensis</i>
<i>Lecidella sublapicida</i>	<i>Pertusaria isidioides</i>	<i>Pannaria hookeri</i>
<i>Lecidella sp. B</i>	<i>Pertusaria pseudocolata</i>	<i>Parmelia lindsayana</i>
<i>Lecidella sp. C</i>	<i>Pertusaria signyae</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>
<i>Lecidella sp. D</i>	<i>Physcia caesia</i>	<i>Peltigera didactyla</i>
<i>Lecidoma demissum</i>	<i>Physcia dubia</i>	<i>Peltigera rufescens</i>
<i>Lepraria alpina</i>	<i>Physconia muscigena</i>	<i>Pertusaria corallophora</i>
<i>Lepraria caesia/alba</i>	<i>Placopsis contortuplicata</i>	<i>Pertusaria excludens</i>
<i>Lepraria caerulescens</i>	<i>Placopsis parellina</i>	<i>Pertusaria payrga</i>
<i>Lepraria neglecta</i>	<i>Pleopsidium chlorophanum</i>	<i>Pertusaria signyae</i>
<i>Lepraria rigidula</i>	<i>Poeltidea perusta</i>	<i>Phaeophyscia endococcina</i>
<i>Lepraria straminea</i>	<i>Polyblastia gothica</i>	<i>Phaeorrhiza nimbosa</i>
<i>Lepraria sp. C</i>	<i>Porpidia austroshetlandica</i>	<i>Physcia caesia</i>
<i>Leproloma cacuminum</i>	<i>Protoparmelia loricata</i>	<i>Physcia dubia</i>
<i>Leproloma vouauxii</i>	<i>Pseudephebe minuscula</i>	<i>Physconia muscigena</i>
<i>Leptogium puberulum</i>	<i>Pseudephebe pubescens</i>	<i>Placopsis contortuplicata</i>
<i>Lichina sp. A</i>	<i>Psoroma buchananii</i>	<i>Placopsis parellina</i>
<i>Massalongia carnosa</i>	<i>Psoroma ciliatum</i>	<i>Pleopsidium chlorophanum</i>
<i>Massalongia intricata</i>	<i>Psoroma cinnamomeum</i>	<i>Poeltidea perusta</i>
<i>Massalongia olechiana</i>	<i>Psoroma hypnorum</i>	<i>Polyblastia gelatinosa</i>
<i>Megaspora verrucosa</i>	<i>Psoroma pannarioides</i>	<i>Porpidia austroshetlandica</i>
<i>Melanelia ushuaiensis</i>	<i>Psoroma tenue</i>	<i>Porpidia skottsbergiana</i>
<i>Mycobilimbia sp. A</i>	<i>Ramalina terebrata</i>	<i>Protoparmelia badia</i>
<i>Mycobilimbia sp. B</i>	<i>Rhizocarpon badioatrum</i>	<i>Protoparmelia loricata</i>
<i>Notolecidea subcontinua</i>	<i>Rhizocarpon disporum</i>	<i>Protothelenella sphinctrinoidella</i>
<i>Ochrolechia frigida</i>	<i>Rhizocarpon geminatum</i>	<i>Pseudephebe minuscula</i>
<i>Ochrolechia parella</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>	<i>Pseudephebe pubescens</i>

<i>Pannaria austro-orcadensis</i>	<i>Rhizocarpon grande</i>	<i>Psoroma buchananii</i>
<i>Pannaria hookeri</i>	<i>Rhizocarpon nidificum</i>	<i>Psoroma ciliatum</i>
<i>Parmelia cunninghamii</i>	<i>Rhizocarpon polycarpum</i>	<i>Psoroma cinnamomeum</i>
<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Rhizoplaca aspidophora</i>	<i>Psoroma fruticosum</i>
<i>Peltigera didactyla</i>	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i>	<i>Psoroma hypnorum</i>
<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Rinodina occulta</i>	<i>Psoroma tenue</i>
<i>Pertusaria corallophora</i>	<i>Rinodina olivaceobrunnea</i>	<i>Ramalina terebrata</i>
<i>Pertusaria erubescens</i>	<i>Rinodina peloleuca</i>	<i>Rhizocarpon disporum</i>
<i>Pertusaria excludens</i>	<i>Sphaerophorus globosus</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
<i>Pertusaria signyae</i>	<i>Sporastatia testudinea</i>	<i>Rhizocarpon grande</i>
<i>Phaeophyscia endococcina</i>	<i>Staurothele gelida</i>	<i>Rhizocarpon polycarpum</i>
<i>Phaeorrhiza nimbose</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i>	<i>Rhizoplaca aspidophora</i>
<i>Phaeorrhiza sareptana</i>	<i>Stereocaulon antarcticum</i>	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i>
<i>Physcia caesia</i>	<i>Stereocaulon austroshetlandicum</i>	<i>Rimularia impavida</i>
<i>Physcia dubia</i>	<i>Stereocaulon glabrum</i>	<i>Rinodina archaea</i>
<i>Physconia muscigena</i>	<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	<i>Rinodina olivaceobrunnea</i>
<i>Placopsis contortuplicata</i>	<i>Tephromela antarctica</i>	<i>Rinodina peloleuca</i>
<i>Placopsis parellina</i>	<i>Tephromela atra</i>	<i>Schaereria fuscocinerea</i>
<i>Placynthiella icmalea</i>	<i>Thelenella antarctica</i>	<i>Sphaerophorus globosus</i>
<i>Pleopsidium chlorophanum</i>	<i>Thelenella kerguelena</i>	<i>Sporastatia polyspora</i>
<i>Pseudephebe minuscula</i>	<i>Trapelia coarctata</i>	<i>Staurothele gelida</i>
<i>Pseudephebe pubescens</i>	<i>Tremolecia atrata</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i>
<i>Psilolechia lucida</i>	<i>Trimmatothelopsis antarctica</i>	<i>Stereocaulon glabrum</i>
<i>Psoroma buchananii</i>	<i>Turgidosculum complicatum</i>	<i>Tephromela antarctica</i>
<i>Psoroma cinnamomeum</i>	<i>Umbilicaria africana</i>	<i>Tephromela atra</i>
<i>Psoroma hypnorum</i>	<i>Umbilicaria antarctica</i>	<i>Tephromela variabilis</i>
<i>Psorula rufonigra</i>	<i>Umbilicaria decussata</i>	<i>Thelenella antarctica</i>
<i>Ramalina terebrata</i>	<i>Umbilicaria kappenii</i>	<i>Thelidium austroatlanticum</i>
<i>Rhizocarpon adarense</i>	<i>Umbilicaria krascheninnikovii</i>	<i>Thelidium incavatum</i>
<i>Rhizocarpon badioatrum</i>	<i>Umbilicaria nylanderiana</i>	<i>Tremolecia atrata</i>
<i>Rhizocarpon copelandii</i>	<i>Umbilicaria umbilicarioides</i>	<i>Turgidosculum complicatum</i>
<i>Rhizocarpon disporum</i>	<i>Usnea acromelana</i>	<i>Umbilicaria antarctica</i>
<i>Rhizocarpon distinctum</i>	<i>Usnea antarctica</i>	<i>Umbilicaria cristata</i>
<i>Rhizocarpon geminatum</i>	<i>Usnea aurantiaco-atra</i>	<i>Umbilicaria decussata</i>
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	<i>Usnea trachycarpa</i>	<i>Umbilicaria kappenii</i>
<i>Rhizocarpon grande</i>	<i>Verrucaria ceuthocarpa</i>	<i>Umbilicaria nylanderiana</i>
<i>Rhizocarpon nidificum</i>	<i>Verrucaria cylindrophora</i>	<i>Umbilicaria umbilicarioides</i>
<i>Rhizocarpon obscuratum</i>	<i>Verrucaria dispartita</i>	<i>Usnea acromelana</i>
<i>Rhizocarpon polycarpum</i>	<i>Verrucaria elaeoplaca</i>	<i>Usnea antarctica</i>
<i>Rhizocarpon reductum</i>	<i>Verrucaria famelica</i>	<i>Usnea aurantiaco-atra</i>
<i>Rhizocarpon superficiale</i>	<i>Verrucaria maura</i>	<i>Usnea trachycarpa</i>
<i>Rhizoplaca aspidophora</i>	<i>Verrucaria psychrophila</i>	<i>Verrucaria aff. aethiobola</i>

<i>Rhizoplaca melanophthalma</i>	<i>Verrucaria racovitzae</i>	<i>Verrucaria bulgarica</i>
<i>Rimularia psephota</i>	<i>Verrucaria tessellatula</i>	<i>Verrucaria ceuthocarpa</i>
<i>Rinodina endophragma</i>	<i>Xanthoria candelaria</i>	<i>Verrucaria cylindrophora</i>
<i>Rinodina olivaceobrunnea</i>	<i>Xanthoria elegans</i>	<i>Verrucaria dispartita</i>
<i>Ropalospora rossii</i>	<i>Zahlbrucknerella patagonica</i>	<i>Verrucaria elaeoplaca</i>
<i>Sarcogyne privigna</i>		<i>Verrucaria halizoa</i>
<i>Solorina spongiosa</i>		<i>Verrucaria maura</i>
<i>Sphaerophorus globosus</i>		<i>Verrucaria psychrophila</i>
<i>Sporastatia testudinea</i>		<i>Verrucaria tessellatula</i>
<i>Staurothele aff. Frustulenta</i>		<i>Xanthoria candelaria</i>
<i>Staurothele gelida</i>		<i>Xanthoria elegans</i>
<i>Stereocaulon alpinum</i>		<i>Xanthoria mawsonii</i>
<i>Stereocaulon antarcticum</i>		<i>Zahlbrucknerella patagonica</i>
<i>Stereocaulon glabrum</i>		
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>		
<i>Tephromela atra</i>		
<i>Tephromela disciformis</i>		
<i>Tephromela minor</i>		
<i>Tephromela variabilis</i>		
<i>Thelidium pyrenophorum</i>		
<i>Trapelia sp. A</i>		
<i>Trapeliopsis granulosa</i>		
<i>Trapeliopsis sp. B</i>		
<i>Tremolecia atrata</i>		
<i>Trimmatothelopsis antarctica</i>		
<i>Turgidoscolum complicatum</i>		
<i>Umbilicaria antarctica</i>		
<i>Umbilicaria aprina</i>		
<i>Umbilicaria cristata</i>		
<i>Umbilicaria decussata</i>		
<i>Umbilicaria kappenii</i>		
<i>Umbilicaria krascheninnikovii</i>		
<i>Umbilicaria nylanderiana</i>		
<i>Umbilicaria aff. Thamnodes</i>		
<i>Umbilicaria umbilicarioides</i>		
<i>Usnea acromelana</i>		
<i>Usnea antarctica</i>		
<i>Usnea aurantiaco-atra</i>		
<i>Usnea sphacelata</i>		
<i>Usnea subantarctica</i>		
<i>Usnea trachycarpa</i>		

<i>Verrucaria aff. aethiobola</i>		
<i>Verrucaria ceuthocarpa</i>		
<i>Verrucaria cylindrophora</i>		
<i>Verrucaria dispartita</i>		
<i>Verrucaria elaeoplaca</i>		
<i>Verrucaria halizoa</i>		
<i>Verrucaria maura</i>		
<i>Verrucaria mucosa</i>		
<i>Verrucaria psychrophila</i>		
<i>Verrucaria racovitzae</i>		
<i>Verrucaria serpuloides</i>		
<i>Verrucaria tessellatula</i>		
<i>Xanthoria candelaria</i>		
<i>Xanthoria elegans</i>		
<i>Xanthoria mawsonii</i>		
<i>Zahlbrucknerella patagonica</i>		

**ZDROJE:**

[http://herbarium.msu.edu/SSP/SSP\\_Checklists.html](http://herbarium.msu.edu/SSP/SSP_Checklists.html)

**Alstrup V, Søchting U** (2011) *Massalongia olechiana* (Massalongiaceae, Peltigerales), a new lichen species from the Antarctic. *Polish Polar Research* **32**: 117–121.

**Osyczka P, Kukwa M, Olech M** (2010) Notes on the lichen genus *Lepraria* from maritime (South Shetlands) and continental (Schirmacher and Bunger Oases) Antarctica. *Polar biology* **33**: 627–634.

**Øvstedal DO, Smith RI**. (2001) *Lichens of Antarctica and South Georgia: a guide to their identification and ecology*. Cambridge Univ Pr.

**Øvstedal DO, Smith RI** (2011) Four additional lichens from the Antarctic and South Georgia, including a new *Leciophysma* species. *Folia Cryptog. Estonica, Fasc.* **48**: 65–68.



### Příloha 3: Experimentální práce - Jižní Patagonie

#### Isla Grande del Tierra del Fuego

**Bernasconi E, Calvelo S, Adler MT** (2002). *Menegazzia* (Parmeliaceae: Ascomycota) and an associated lichenicolous fungus, *Abrothallus parmeliarum*, from Patagonia, Argentina. *Australian Systematic Botany* **15**: 527–534.

**Bjerke JW, Elvebakk A** (2004) Comparison of morphological, anatomical and chemical characters in *Pseudocyphellaria endochrysa* and *P. vaccina* (Lobariaceae, lichenised Ascomycota). *Annales Botanici Fennici*, 27–36.

**Calvelo S, Adler MT** (2001). Novedades para la flora líquénica de Tierra del Fuego (Argentina): Parmeliaceae s. str.(Ascomycetes liquenizados). *Hickenia* **3**: 105–110.

**Conti ME, Finoia MG, Bocca B, Mele G, Alimonti A, Pino A** (2011) Atmospheric background trace elements deposition in Tierra del Fuego region (Patagonia, Argentina), using transplanted *Usnea barbata* lichens. *Environmental monitoring and assessment* 1–12.

**Conti ME, Pino A, Botrč F, Bocca B, Alimonti A** (2009) Lichen *Usnea barbata* as biomonitor of airborne elements deposition in the Province of Tierra del Fuego (southern Patagonia, Argentina). *Ecotoxicology and environmental safety* **72**: 1082–1089.

**Green TG, Sancho LG, Pintado A** (2011) Ecophysiology of Desiccation/Rehydration Cycles in Mosses and Lichens. *Plant Desiccation Tolerance* 89–120.

**Lumbsch HT** (2010) *Lecanora subviridis* (Lecanoraceae, Lecanorales), a new corticolous lichen species from south-western Argentina. *The Lichenologist* **42**: 301–306.

**Messuti MI, Archer AW** (2004) *Pertusaria grassiae* (Pertusariaceae), a new lichen species from Argentina. *The Lichenologist* **36**: 213–216.

**Messuti MI, Vobis G, Lumbsch HT** (2003) Additions to the lichen flora of Tierra del Fuego. *The Bryologist* **106**: 596–598.

**Pino A, Alimonti A, Botrè F, Minoia C, Bocca B, Conti ME** (2007) Determination of twenty-five elements in lichens by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry and microwave-assisted acid digestion. *Rapid communications in mass spectrometry* **21**: 1900–1906.

**Pino A, Alimonti A, Conti ME, Bocca B** (2010) Iridium, platinum and rhodium baseline concentration in lichens from Tierra del Fuego (South Patagonia, Argentina). *J Environ Monit* **12**: 1857–1863.

**de los Ríos A, Raggio J, Pérez-Ortega S, Vivas M, Pintado A, Green TG, Ascaso C, Sancho LG** (2011) Anatomical, morphological and ecophysiological strategies in *Placopsis pycnotheca* (lichenized fungi, Ascomycota) allowing rapid colonization of recently deglaciated soils. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*.

**Sancho LG, Palacios D, Green TGA, Vivas M, Pintado A** (2011) Extreme high lichen growth rates detected in recently deglaciated areas in Tierra del Fuego. *Polar Biology* **34**: 813–822.

**Stenroos S, Högnabba F, Myllys L, Hyvönen J, Thell A** (2006) High selectivity in symbiotic associations of lichenized ascomycetes and cyanobacteria. *Cladistics* **22**: 230–238.

## Others Islands

**Burgaz AR, Raggio J** (2007) The Cladoniaceae of Navarino Island (Prov. Antartica Chilena, Chile). *Mycotaxon* **99**: 103–116.

**Caldiz MS** (2004) Seasonal growth pattern in the lichen *Pseudocyphellaria berberina* in north-western Patagonia. *Lichenologist* **36**: 435–444.

**Elvebakk A, and Moberg R** (2002). Foliose and Placodioid Species of the Lichen Family Physciaceae in Southernmost Chile. *The Lichenologist* **34**, 311–320.

**Pérez-Ortega S, Ríos ADL, Crespo A, Sancho LG** (2010) Symbiotic Lifestyle and Phylogenetic Relationships of the Bionts of *Mastodia Tessellata* (Ascomycota, Incertae Sedis). *Am J Bot* **97**: 738–752.

**Pizarro J, Sobrados JM, Villar P, Blanquer JM** (2011). Nueva colección de líquenes y hongos liquenícolas (Tierra del Fuego, Argentina-Chile) en el Herbario MAF. *Lazaroa* **31**, 167 - 170.

## Plošné studie

**Brancaleoni L, Strelin J, Gerdol R** (2003) Relationships between geomorphology and vegetation patterns in subantarctic Andean tundra of Tierra del Fuego. *Polar Biol* **26**: 404–410.

**Calvelo S, Fryday AM** (2006) New reports of lichens from Argentine Tierra del Fuego and the Falkland Islands (Islas Malvinas). *The Bryologist* **109**: 372–380.

**Elix JA, Wardlaw JH, Barclay CE, Archer AW, Yu S, Kantvilas G** (1999) Four new  $\beta$ -orcinol meta-depsides from *Pertusaria* and *Siphula* lichens. *Australian Journal of Chemistry* **52**: 837–840.

**Fryday AM, Prather LA** (2001) The Lichen Collection of Henry Imshaug at the Michigan State University Herbarium (msc). *The Bryologist* **104**: 464–467.

**Galloway DJ** (2010) Additions to the *Placopsis* mycobiota (Trapeliaceae, Ascomycota) of southern South America, with notes on new records (including *Aspiciliopsis macrophthalma*), and a revised regional key to the species. *Lichenologist* **42**: 727.

**Kohlmeyer J, Hawksworth DL, Volkmann-Kohlmeyer B** (2004) Observations on two marine and maritime “borderline” lichens: *Mastodia tessellata* and *Collemopsisidium pelvetiae*. *Mycological Progress* **3**: 51–56.

**Myllys L, Stenroos S, Thell A, Ahti T** (2003) Phylogeny of bipolar *Cladonia arbuscula* and *Cladonia mitis* (Lecanorales, Euascomycetes). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **27**: 58–69.

**Raggio J, Green T, Crittenden P, Pintado A, Vivas M, Pérez-Ortega S, De los Ríos A, Sancho L** (2012) Comparative ecophysiology of three *Placopsis* species, pioneer lichens in recently exposed Chilean glacial forelands. *Symbiosis* 1–12.

**Wirtz N, Printzen C, Lumbsch HT** (2011) Using haplotype networks, estimation of gene flow and phenotypic characters to understand species delimitation in fungi of a predominantly Antarctic *Usnea* group (Ascomycota, Parmeliaceae). *Organisms Diversity & Evolution* 1–21.

**Wirtz N, Printzen C, Lumbsch HT** (2008) The delimitation of Antarctic and bipolar species of neuropogonoid *Usnea* (Ascomycota, Lecanorales): a cohesion approach of species recognition for the *Usnea perpusilla* complex. *Mycological Research* **112**: 472–484.

## Příloha 4: Experimentální práce - Antarktický poloostrov

### King George Island

**Alstrup V, Søchting U** (2011) *Massalongia olechiana* (Massalongiaceae, Peltigerales), a new lichen species from the Antarctic. *Polish Polar Research* **32**: 117–121.

**Bartak M, Hajek J, Vrablikova H, Dubova J** (2004) High-light stress and photoprotection in *Umbilicaria antarctica* monitored by chlorophyll fluorescence Imaging and changes in zeaxanthin and glutathione. *Plant Biol* **6**: 333–341.

**Barták M, Vráblíková H, Hájek J** (2003) Sensitivity of photosystem 2 of Antarctic lichens to high irradiance stress: Fluorometric study of fruticose (*Usnea antarctica*) and foliose (*Umbilicaria decussata*) species. *Photosynthetica* **41**: 497–504.

**Bhattarai HD, Paudel B, Hong SG, Lee HK, Yim JH** (2008) Thin layer chromatography analysis of antioxidant constituents of lichens from Antarctica. *J Nat Med* **62**: 481–484.

**Cannone N** (2004) Minimum area assessment and different sampling approaches for the study of vegetation communities in Antarctica. *Antarct Sci* **16**: 157–164.

**Choi H-S, Yim JH, Lee HK, Pyo S** (2009) Immunomodulatory Effects of Polar Lichens on the Function of Macrophages In Vitro. *Mar Biotechnol* **11**: 90–98.

**Godoy J, Schuch L, Nordemann D, Reis V, Ramalho M, Recio J, Brito R, Olech M** (1998) Cs-137, Ra-226, Ra-228, Pb-210 and K-40 concentrations in antarctic soil, sediment and selected moss and lichen samples RID B-1574-2008. *J Environ Radioact* **41**: 33–45.

**Haranczyk H, Grandjean J, Olech M, Michalik M** (2003) Freezing of water bound in lichen thallus as observed by <sup>1</sup>H NMR. II. Freezing protection mechanisms in a cosmopolitan lichen *Cladonia mitis* and in Antarctic lichen species at different hydration levels. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **28**: 251–260.

**Harańczyk H, Ligęzowska A, Olech M** (2003) Desiccation resistance of lichen *Turgidosculum complicatulum* and its photobionts *Prasiola crispa* by proton magnetic relaxation and sorption isotherm. *Institute of Nuclear Physics* **32**.

**Ju X, Shen X, Kang S, Wu Z, Sun L, Zhang L, Yin X, Huang Y** (2001) X-ray fluorescence analysis of some plants in the King George Island, Antarctica. *High Energy Phys Nucl Phys-Chin Ed* **25**: 44–48.

**Kang J** (1999) Lichen biomonitoring for the detection of local heavy metal pollution around King Sejong Station, King George Island, Antarctica. *Korean Journal of Polar Research* **10**: 17–24.

**Kim JH, Ahn IY, Hong SG, Andreev M, Lim K-M, Oh MJ, Koh YJ, Hur J-S** (2006) Lichen flora around the Korean Antarctic Scientific Station, King George Island, Antarctica. *J Microbiol* **44**: 480–491.

**Kim JH, Ahn IY, Lee KS, Chung H, Choi HG** (2007) Vegetation of Barton Peninsula in the neighbourhood of King Sejong Station (King George Island, Maritime Antarctic). *Polar Biology* **30**: 903–916.

**Krzewicka B, Smykla J** (2004) The lichen genus *Umbilicaria* from the neighbourhood of Admiralty Bay (King George Island, maritime Antarctic), with a proposed new key to all Antarctic taxa. *Polar Biol* **28**: 15–25.

**Lee YI, Lim HS, Yoon HI** (2009) Carbon and nitrogen isotope composition of vegetation on King George Island, maritime Antarctica. *Polar biology* **32**: 1607–1615.

**Lee JS, Lee HK, Hur J-S, Andreev M, Hong SG** (2008) Diversity of the lichenized fungi in King George Island, Antarctica, revealed by phylogenetic analysis of partial large subunit rDNA sequences. *J Microbiol Biotechnol* **18**: 1016–1023.

**Lim HS, Han MJ, Seo DC, Kim JH, Lee JI, Park H, Hur J-S, Cheong YH, Heo JS, Yoon HI, et al** (2009) Heavy Metal Concentrations in the Fruticose Lichen *Usnea aurantiacoatra* from King George Island, South Shetland Islands, West Antarctica. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **52**: 503–508.

**Mietelski J, Gaca P, Olech M** (2000) Radioactive contamination of lichens and mosses collected in South Shetlands and Antarctic Peninsula. *J Radioanal Nucl Chem* **245**: 527–537.

**Mietelski JW, Olech MA, Sobiech-Matura K, Howard BJ, Gaca P, Zwolak M, Blazej S, Tomankiewicz E** (2008)  $(^{137}\text{Cs})$ ,  $(^{40}\text{K})$ ,  $(^{238}\text{Pu})$ ,  $(^{239+240}\text{Pu})$  and  $(^{90}\text{Sr})$  in biological samples from King George Island (Southern Shetlands) in Antarctica. *Polar Biol* **31**: 1081–1089.

**Olech M, Kwiatek W, Dutkiewicz E** (1998) Lead pollution in the Antarctic region. *X-Ray Spectrom* **27**: 232–235.

**Osyczka P** (2010) Alien lichens unintentionally transported to the “Arctowski” station (South Shetlands, Antarctica). *Polar biology* **33**: 1067–1073.

**Osyczka P, Dutkiewicz EM, Olech M** (2007) Trace elements concentrations in selected moss and lichen species collected within Antarctic research stations. *Pol J Ecol* **55**: 39–48.

**Osyczka P, Kukwa M, Olech M** (2010) Notes on the lichen genus *Lepraria* from maritime (South Shetlands) and continental (Schirmacher and Bunger Oases) Antarctica. *Polar biology* **33**: 627–634.

**Osyczka P, Olech M** (2005) The lichen genus *Cladonia* of King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Polish Polar Research* **26**: 107–123.

**Poblet A, Andrade S, Scagliola M, Vodopivec C, Curtosi A, Pucci A, Marcovecchio J** (1997) The use of epilithic Antarctic lichens (*Usnea aurantiacoatra* and *U-antarctica*) to determine deposition patterns of heavy metals in the Shetland Islands, Antarctica. *Sci Total Environ* **207**: 187–194.

**Paudel B, Bhattarai HD, Lee JS, Hong SG, Shin HW, Yim JH** (2008) Antioxidant activity of polar lichens from King George Island (Antarctica). *Polar Biol* **31**: 605–608.

**Pizarro H, Vinocur A** (2000) Epilithic biomass in an outflow stream at Potter Peninsula, King George Island, Antarctica. *Polar Biology* **23**: 851–857.

**Seymour FA, Crittenden PD, Wirtz N, Ovstedal DO, Dyer PS, Lumbsch HT** (2007) Phylogenetic and morphological analysis of Antarctic lichen-forming *Usnea* species in the group *Neuropogon*. *Antarctic Science* **19**: 71.

**Sojo F, Valladares F, Sancho LG** (1997) Structural and physiological plasticity of the lichen *Catillaria corymbosa* in different microhabitats of the maritime Antarctica. *Bryologist*, 171–179.

**Váci P, Barták M** (2009) Physiological study of Antarctic green algal lichen photobionts: An optimized method of isolation and culturing technique. *Book of Abstracts and Contributed Papers. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 30-32.*

**Wang P, Zhang Q, Wang T, Chen W, Ren D, Li Y, Jiang G** (2012) PCBs and PBDEs in environmental samples from King George Island and Ardley Island, Antarctica. *RSC Advances* **2**: 1350.

**Yogui GT, Sericano J** (2008) Polybrominated diphenyl ether flame retardants in lichens and mosses from King George Island, maritime Antarctica RID C-5021-2009. *Chemosphere* **73**: 1589–1593.

## Livingston Island

**Alstrup V, Søchting U** (2011) *Massalongia olechiana* (Massalongiaceae, Peltigerales), a new lichen species from the Antarctic. *Polish Polar Research* **32**: 117–121.

**Chipev N** (2002) Lichens as Biomonitors with Special Reference to the Antarctic. In *Proceedings of the International Conference on Applications of High Precision Atomic and Nuclear Methods*, 12.

**Gassmann A, Ott S** (2000). Growth strategy and the gradual symbiotic interactions of the lichen *Ochrolechia frigida*. *Plant Biology* **2**, 368–378.

**Ott S, Brinkmann M, Wirtz N, Lumbsch HT** (2004). Mitochondrial and nuclear ribosomal DNA data do not support the separation of the Antarctic lichens *Umbilicaria kappenii* and *Umbilicaria antarctica* as distinct species. *Lichenologist* **36**: 227–234.

**Ott S, Krieg T, Spanier U, Schieleit P** (2000). Phytohormones in lichens with emphasis on ethylene biosynthesis and functional aspects on lichen symbiosis. *Phyton-horn- 40*, 83–94.

**Pavlova K, Angelova G, Savova I, Grigorova D, Kупenov L** (2002). Studies of Antarctic yeast for  $\beta$ -glucosidase production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **18**: 569–573.

**Rusinova-Videva S, Pavlova K, Metcheva R** (2009). Studies of Antarctic yeast isolates for exopolysaccharide synthesis. *Studies* **23**.

**Sancho LG, Pintado A** (2004) Evidence of high annual growth rate for lichens in the maritime Antarctic. *Polar Biology* **27**: 312–319.

**Sancho LG, Allan Green TG, Pintado A** (2007) Slowest to fastest: Extreme range in lichen growth rates supports their use as an indicator of climate change in Antarctica. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* **202**: 667–673.

**Seymour FA, Crittenden PD, Wirtz N, Ovstedal DO, Dyer PS, Lumbsch HT** (2007) Phylogenetic and morphological analysis of Antarctic lichen-forming *Usnea* species in the group *Neuropogon*. *Antarctic Science* **19**: 71.

**Schmitt I, Mueller G, Lumbsch HT** (2005). Ascoma morphology is homoplaseous and phylogenetically misleading in some pyrenocarpous lichens. *Mycologia* **97**: 362–374.

**Schroeter B, Green TG, Pannewitz S, Schlenzog M, Sancho LG** (2010) Fourteen degrees of latitude and a continent apart: comparison of lichen activity over two years at continental and maritime Antarctic sites. *Antarctic Science* **22**: 681–690.

**Wirtz N, Lumbsch HT, Green TG, Türk R, Pintado A, Sancho L, Schroeter B** (2003) Lichen fungi have low cyanobiont selectivity in maritime Antarctica. *New Phytologist* **160**: 177–183.

## Deception Island

**Cabrerizo A, Dachs J, Barcelo D, Jonest KC** (2012) Influence of Organic Matter Content and Human Activities on the Occurrence of Organic Pollutants in Antarctic Soils, Lichens, Grass, and Mosses. *Environ Sci Technol* **46**: 1396–1405.

**Smith RIL** (2005). Bryophyte diversity and ecology of two geologically contrasting Antarctic islands. *Journal of Bryology* **27**, 195–206.

**Mietelski JW, Gaca P, Olech MA** (2000) Radioactive contamination of lichens and mosses collected in South Shetlands and Antarctic Peninsula. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **245**: 527–537.

**Smith RIL** (2005) The thermophilic bryoflora of Deception Island: unique plant communities as a criterion for designating an Antarctic Specially Protected Area. *Antarctic Science* **17**: 17–27.

## Adelaide Island

**Gassmann A, Ott S** (2000) Growth strategy and the gradual symbiotic interactions of the lichen *Ochrolechia frigida*. *Plant Biology* **2**: 368–378.

**Golledge NR, Everest JD, Bradwell T, Johnson JS** (2010) Lichenometry on Adelaide Island, Antarctic peninsula: size – frequency studies, growth rates and snowpatches. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* **92**: 111–124.

**Huiskes AHL, Lud D, Moerdijk-Poortvliet TCW** (2001) Field research on the effects of UV-B filters on terrestrial Antarctic vegetation. *Plant Ecology* **154**: 75–86.

**Lud D, Huiskes AHL, Moerdijk TCW, Rozema J** (2001) The effects of altered levels of UV-B radiation on an Antarctic grass and lichen. *Plant Ecology* **154**: 87–99.

**Montiel P, Smith A, Keiller D** (1999) Photosynthetic responses of selected Antarctic plants to solar radiation in the southern maritime Antarctic. *Polar Research* **18**: 229–235.

**Seymour FA, Crittenden PD, Wirtz N, Ovstedal DO, Dyer PS, Lumbsch HT** (2007) Phylogenetic and morphological analysis of Antarctic lichen-forming *Usnea* species in the group *Neuropogon*. *Antarctic Science* **19**: 71.

## Argentina Islands

**Bartak M, Gloser J, Hajek J** (2005) Visualized photosynthetic characteristics of the lichen *Xanthoria elegans* related to daily courses of light, temperature and hydration: a field study from Galindez Island, maritime Antarctica. *Lichenologist* **37**: 433–443.

**Barták M, Váczi P, Hájek J, Smykla J** (2007) Low-temperature limitation of primary photosynthetic processes in Antarctic lichens *Umbilicaria antarctica* and *Xanthoria elegans*. *Polar Biology* **31**: 47–51.

**Gloser J** (2009) Reflectometric study of structural and functional characteristics of Antarctic lichens. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic*, p. 69–70.

**Huiskes AHL, Gremmen NJM, Franke JW** (1997) Morphological effects on the water balance of Antarctic foliose and fruticose lichens. *Antarctic Science* **9**: 36–42.

## South Orkney Islands

**Favero-Longo SE, Worland MR, Convey P, Lewis Smith RI, Piervittori R, Guglielmin M, Cannone N** (2011) Primary Succession of Lichen and Bryophyte Communities Following Glacial Recession on Signy Island, South Orkney Islands, Maritime Antarctic. *Antarctic Science FirstView*: 1–14.

**Guglielmin M, Ellis Evans CJ, Cannone N** (2008) Active layer thermal regime under different vegetation conditions in permafrost areas. A case study at Signy Island (Maritime Antarctica). *Geoderma* **144**: 73–85.

**Smith RIL** (2005). Bryophyte diversity and ecology of two geologically contrasting Antarctic islands. *Journal of Bryology* **27**, 195–206.

**Romeike J, Friedl T, Helms G, Ott S** (2002) Genetic diversity of algal and fungal partners in four species of Umbilicaria (lichenized ascomycetes) along a transect of the Antarctic peninsula. *Molecular Biology and Evolution* **19**: 1209–1217.

## James Ross Islands

**Barták M, Láška K, Prošek P, Hájek J, Váczi P** (2009) Long-term study on vegetation responses to manipulated warming using open top chambers installed in three contrasting Antarctic habitats. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers*. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 48-51.

**Bohuslavová O, Elster J, Šmilauer P** (2009) Usnea species biomass evaluation on volcanic mesas at James Ross Island, Antarctica. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers*. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 52-53.

**Gloser J** (2009) Reflectometric study of structural and functional characteristics of Antarctic lichens. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers*. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 69-70.

**Hájek J, Barták M, Smejkal L, Váczi P** (2009) Cryoprotective effects of ribitol on lichen photosynthetic processes. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers*. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 67-68.

**Moudrá A, Barták M** (2009) Comparative study of dehydration-response curves of photosynthesis in Antarctic lichen and Nostoc commune. In: M. Barták, J. Hájek, P. Váczi (eds.): *Book of Abstracts and Contributed Papers*. Conference, Brno, October 22th-23th, 2009. Masaryk University, Brno, Czech Republic, p. 59-61.

## 10. Seznam obrázků

Obr. 1: Oblast Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie (str. 22)

Obr. 2: Antarktický poloostrov s vyznačenými cílovými oblastmi pro výzkum lišejníků (str. 24)

Obr. 3: Rozložení Antarktické vegetace (str. 25)

Obr. 4: Důležité vědecké stanice v cílových oblastech (str. 26)

Obr. 5: Geografické rozdělení Jižní Patagonie do pěti hlavních celků (str. 28)

Obr. 6: Přehled počtu experimentálně zaměřených prací v rozmezí let 1997-2012 v oblastech Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie (str. 31)

Obr. 7 A: Přehled experimentálních prací vykonávaných v cílových oblastech Antarktického poloostrova (str. 32)

Obr. 7 B: Přehled experimentálních prací vykonávaných v cílových oblastech Jižní Patagonie (str. 33)

Obr. 8: Přehled zaměření experimentálních prací vykonaných v oblasti Antarktického poloostrova a Jižní Patagonie (str. 34)

Obr. 9: Přehled použitých druhů v experimentálních pracích vykonaných na Antarktickém poloostrově (str. 34)

Obr. 10: Přehled použitých rodů v experimentálních pracích vykonaných v Jižní Patagonii (str. 35)

Obr. 11: *Usnea antarctica* použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přidavkem ribitolu (str. 37)

Obr. 12: *Usnea longissima* použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přidavkem ribitolu (str. 38)

Obr. 13: *Peltigera sp.* použitá pro tuto práci. V horní polovině Petriho misky vzorek kontrolní, v dolní polovině vzorek s přidavkem ribitolu (str. 38)

Obr. 14: Pohled na digitální infrateploměr, pomocí kterého byla kontrolována teplota chladicí desky, respektive vzorků – A, Celkový pohled na chladicí desku gradientového kultivátoru – B (str. 39)

Obr. 15: Pomalá indukční kinetika fluorescence Chl *a* se zhášecí analýzou (str. 40)

Obr. 16: A-počítač s řídicím programem FluorCam 7.0, B-Handy-FluorCam 1000-H (str. 41)



Obr. 17: Průběh změn parametru  $R_{df}$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 44)

Obr. 18: Průběh změn parametru  $R_{fd}$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 45)

Obr. 19: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 45)

Obr. 20: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 46)

Obr. 21: Průběh změn parametru  $R_{df}$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 46)

Obr. 22: Průběh změn parametru  $R_{fd}$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 47)

Obr. 23: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 47)

Obr. 24: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 48)

Obr. 25: Průběh změn parametru  $R_{df}$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 48)

Obr. 26: Průběh změn parametru  $R_{fd}$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 49)

Obr. 27: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u kontrolní varianty (str. 49)

Obr. 28: Průběh změn parametru  $F_v/F_m$  v závislosti na čase při různých teplotách u varianty s přídavkem ribitolu (str. 50)

## 11. Seznam tabulek

**Tab. 1:** Změny stavu fotosyntetického aparátu v parametru Rdf při kontrolních měřeních před a po vystavení vzorků na zkřížený gradient (str. 42)

**Tab. 2:** Změny stavu fotosyntetického aparátu v parametru Fv/Fm při kontrolních měřeních před a po vystavení vzorků na zkřížený gradient (str. 43)

**Tab. 3:** Poměrný úbytek v hodnotách parametrů Rfd a Fv/Fm v 10 dni při -10 °C (str. 43)