

Lišejníky v alpínském pásmu Krkonoš (inventarizační průzkum a vegetační monitoring v rámci mezinárodního projektu GLORIA)

Lichens of the alpine belt in the Krkonoše Mts (floristical survey and vegetation monitoring within the scope of an international project GLORIA)

Josef Halda¹, Jana Kocourková², Stanislav Březina³, Petra Štátná³ & Alena Ševců³

¹ Muzeum a galerie orlických hor, Jiráskova 2, 516 01 Rychnov nad Kněžnou, halda@moh.cz

² Česká zemědělská univerzita Praha, Fakulta životního prostředí, katedra ekologie, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6 – Suchbátka, kocourkovaj@fzp.czu.cz

³ Správa KRNP, Dobrovského 3, 543 01 Vrchlabí, sbrezina@krap.cz, pstatna@krap.cz, asevcu@krap.cz

Abstrakt V letech 2008 a 2009 byl proveden vegetační průzkum alpínských zón pěti krkonošských vrcholů v rámci mezinárodního projektu GLORIA (the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments). Jednalo se o Luční horu, Malý Šišák, Smogornju, Studniční horu a Vysoké Kolo. Na každém vrcholu byla sledována pokryvnost cévnatých rostlin a lišejníků v 16 blocích se 4 čtverci o velikosti 1 × 1 m. Tyto plochy byly umístěné ve svahu ve směru čtyř světových stran v dané vzdálenosti od nejvyššího bodu vrcholu. Celkem bylo v 80 plochách nalezeno 95 druhů lišejníků, z nich patří *Stereocaulon alpinum* a *Umbilicaria torrefacta* mezi kriticky ohrožené a 17 druhů mezi zranitelné. Čtvrtina nalezených druhů je svou ekologií vázaná na vysokohorské prostředí. Ohrožených druhů bylo nejvíce nalezeno na Luční hoře, která navíc hostí společenstva lišejníků nejvíce odlišná od zbytku studovaných vrcholů. Důvody této odlišnosti se nepodařilo uspokojivě vysvětlit, zčásti je však můžeme připsat velkému zastoupení suti. Na vrcholu Vysokého Kola a Malého Šišáku byly nalezeny tři zajímavé druhy lišejníků: *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale, *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt et A. Thell a *Immersaria athrocarpa* (Ach.) Rambold et Pietschm. Tyto nálezy jsou pozoruhodné svou ojedinělostí v rámci ČR a tím, že jde o potvrzení mnoho desítek let starých pozorování. Mezi mírou ohroženosti druhů lišejníků a těsností jejich vazby na vysokohorské prostředí zde vyšla určitá pozitivní vazba. Celkový počet druhů lišejníků ve studovaných plochách souvisel s lokálními podmínkami mikrostanoviště, např. s pokryvností cévnatých rostlin nebo zastoupením opadu. Konkrétní druhové složení lišejníků se velmi lišilo mezi jednotlivými vrcholy, navíc počty druhů lišejníků a cévnatých rostlin byly navzájem silně negativně korelované. Vliv orientace svahu na charakteristiky lišejníků zde nebyl prokázán.

Abstract The composition of the vegetation was examined in the alpine zone of chosen five summits in the Krkonoše Mts (the Giant Mts) using methodology of the project GLORIA

(the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) during years 2008 and 2009. The studied summits were the Luční hora Mt, the Malý Šišák Mt, the Smogornja Mt, the Studniční hora Mt and the Vysoké Kolo Mt. The cover of lichens and vascular plants was examined in 16 plots (with 4 squares 1×1 m) on each summit. Four clusters of quadrates (each with four permanent plots) were placed in precise distance from the highest point of the summit in four main compass directions. We found 95 lichen species in total 80 plots, two of which are critically endangered (*Stereocaulon alpinum* and *Umbilicaria torrefacta*) and 17 species are vulnerable. About 25 % of the recorded species prefer high montane and alpine altitudinal zones. The highest number of endangered or vulnerable species was found on the Luční hora Mt, where the lichen associations differed remarkably in comparison to other summits. The reason for such phenomena is not clear but it can be partly due to a large cover of scree. On the summits of the Vysoké Kolo Mt and the Malý Šišák Mt we found three highly remarkable lichen species: *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale, *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt et A. Thell and *Immersaria athroocarpa* (Ach.) Rambold et Pietschm. These lichens are extremely rare in the Czech Republic and they were found again after many decades after their first collecting in the Krkonoše Mts. There was found a certain positive relationship between the status of endangering and its distribution in the highest altitudinal parts. The total number of species of lichens and vascular plants was mainly controlled by the local characteristics of observed plots, e.g. by total cover of vascular plants and total cover of litter. The lichen species composition differed considerably within studied summits and the numbers of lichen species were strongly negatively correlated by the number of species of vascular plants. The effect of slope orientation on lichens characteristics was not confirmed.

Klíčová slova: alpínské pásmo, *Arctoparmelia centrifuga*, *Flavocetraria cucullata*, GLORIA, *Immersaria athroocarpa*, lišejníky

Keywords: alpine belt, *Arctoparmelia centrifuga*, *Flavocetraria cucullata*, GLORIA, *Immersaria athroocarpa*, lichens

ÚVOD

V roce 2008 byly Krkonoše zapojeny do celosvětového projektu GLORIA www.gloria.ac.at (The Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) a staly se tak jedním z monitorovacích stanovišť projevů globálních klimatických změn v horských ekosystémech. Tento dílčí projekt je dále součástí širšího monitorovacího systému zaštitěného organizací UNESCO a řadou dalších spolupříspěvků subjektů, zabývajících se výzkumem suchozemských ekosystémů nebo klimatu.

Oproti meteorologii a glaciologii neexistují téměř žádné dlouhodobé studie vlivu klimatu na alpské ekosystémy (PAULI et al. 2004). Smyslem projektu GLORIA je proto založení sítě monitorovacích míst pro budoucí porovnávání případných dopadů klimatických změn na biodiverzitu horských ekosystémů (GRABHERR et al. 2000, PAULI et al. 2003). Je totiž jisté, že působení případného globálního oteplení ovlivní všechny současné ekosystémy, ale předpokládá se, že vysokohorské ekosystémy na něj budou reagovat zvláště citlivě (PAULI et al. 2007). Jejich hlavní charakteristikou je trvale nízká teplota a s ní související další průvodní jevy.

V případě klimatických výkyvů se předpokládá, že budou nejvíce ovlivněny právě ekosystémy v nejvyšších partiích hor, v alpínském stupni. Alpínská zóna představuje terestrickou biogeografickou jednotku s celosvětovým rozšířením (KÖRNER 1999) s trvalým bezlesím, kde současné klimatické podmínky neumožní existenci více než několika adaptovaných rostlinným a lišejníkovým druhům. Ve většině zemí se také jedná o člověkem málo ovlivněné prostředí. Posuny v kompozici a ve struktuře rostlinných populací pak mohou být výbornými indikátory klimatických změn (KÖRNER 2003). Přímým dopadem proměny současných podmínek horských oblastí oproti minulosti je probíhající

migrace rostlin z nižších poloh do vrcholových partií hor (např. GRABHERR et al. 1994, 2001, PAULI et al. 2007), kde následně dochází ke konkurenčnímu střetu s původními druhy. Nepřímými dopady, ve vyšších pohořích než jsou Krkonoše, je např. zvýšená nestabilita svahu v případě, že dojde k úplnému roztátí permafrostu, nebo změna v jeho rozložení, či zvýšení eroze v případě změny charakteru vegetačního krytu. Všechny tyto procesy pak ovlivňují místní druhovou biodiverzitu a mohou vést až k vytlačování původních druhů (GRABHERR et al. 1994, PAULI et al. 2007). Rozsah případného scénáře dalšího vývoje lze poznat pouze dlouhodobým monitoringem.

Dle standardizované metodiky (PAULI et al. 2004) byly proto v roce 2008 založeny studijní plochy na čtyřech vrcholech Krkonoš, dva na české (Luční a Studniční hora) a dva na polské straně hor (Malý Szyszak a Smogornja). V roce 2009 byly dodatečně založeny monitorovací plochy i na vrcholu Vysokého Kola, aby byla zastoupena také západní část pohoří. Z prvního monitoringu se nejzajímavější údaje týkaly lišejníkůvých druhů, a proto se na ně tento článek podrobněji zaměřuje.

Lišejníky v Krkonoších sbírala v různých dobách většina našich lichenologů, dosud se však nezdařilo publikovat o těchto zajímavých organismech souhrnnou práci. Většina historických údajů a herbariových dokladů pochází z první poloviny minulého století. V osmáctém století se objevují první zmínky o lišejnících z Krkonoš (HAENKE 1791). V devatenáctém a také počátkem dvacátého století byly Krkonoše intenzivně studovány lichenology českými i německými (ANDERS 1906, 1930, 1931a, b, 1933, BAYER 1888, 1890, CYPERS-LANDRECY 1926, EITNER 1911, FLOTOW 1828, 1836, 1839, 1850a, 1850b, HILITZER 1924a, 1924b, 1925, 1926, 1929, KABLIK 1846, KÖRBER 1855, 1865, KUŤÁK 1914, 1926, 1952, MANN 1825, OPIZ 1823, 1856–57, SCHUSTLER 1918, SERVÍT 1911, SUZA 1928, 1929, 1933, 1948, STEIN 1879, VELENOVSKÝ nepubl., ZEISKE 1902), (a jinými botaniky: Domin (SERVÍT 1911), KAVINA 1914, Podpěra (SERVÍT 1911), Traxler (CYPERS-LANDRECY 1926)). Řada dříve nepublikovaných sběrů z Krkonoš je obsažena v taxonomických pracích (CZEIKA et al. 2004, ČERNOHORSKÝ 1965, 1967, ERICHSEN 1936, GRÜNVALDOVÁ 1970, GUTTOVÁ 2000, GYELNIK 1940, LISICKÁ 1980, NÁDVORNÍK 1961, PALICE 1998, 1999 a VÉZDA 1958, 1961, 1978). Nejnavštěvovanějšími lokalitami byly vždy (a je tomu tak i v současnosti) Úpská a Kotelné jámy, horní partie Sněžky (PALICE 1998 a JENÍK & LIŠKA 2000).

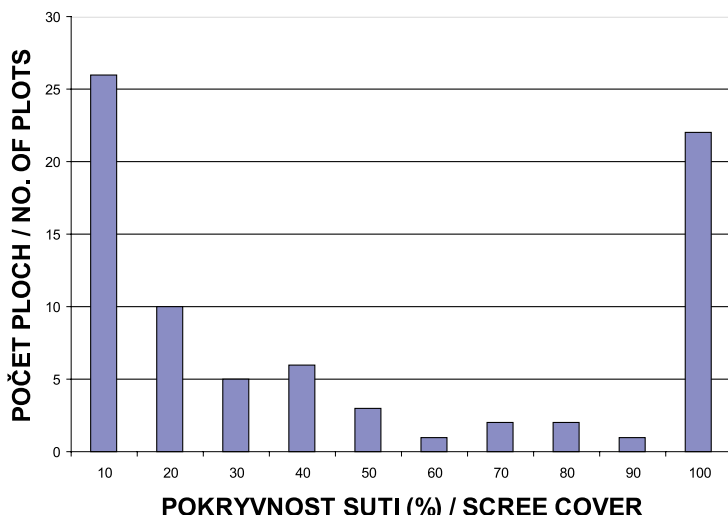
Záznamy lišejníků z lokalit, které byly studovány v rámci projektu GLORIA jsou spíše skromné, jelikož inventarizace se týkala pouze přesně určených ploch o poměrně malých rozměrech, nicméně i přesto výsledky přinesly několik zajímavých floristických objevů. Dále nás zajímal vztah mezi druhovým složením lišejníků a proměnnými prostředí. Jelikož se alpinská zóna v Krkonoších omezuje pouze na několik nejvyšších vrcholů (JENÍK & ŠTURSA 2003), lze předpokládat, že se bude jednat o samostatné a oddělené celky. Dále je obecně známo, že ve vysokohorských ekosystémech, více než kde jinde, ovlivňují existenci organismů konkrétní podmínky mikroreliefu. Dle KÖRNERA (1999) je rozhodující poloha na svahu, na níž závisí doba slunečního svitu. Soubor jednotlivých faktorů je pak ovlivněn i dalšími charakteristikami, jako je konkrétní reliéf mikrostanoviště, sklon svahu, míra skeletovitosti, vlhkost, množství živin v půdě aj. (např. KÖRNER 1999). Lze tedy očekávat, že i v případě krkonošských vrcholů se na druhovém složení lišejníků projeví kromě mikroreliefu jednotlivých 1 × 1 m ploch i orientace svahu nebo geografická poloha jednotlivých vrcholů.

METODIKA

POPIS LOKALIT

Všechny studované vrcholy se nacházejí v alpinském stupni bezlesí a nevedou přes ně turistické cesty, jsou tedy člověkem minimálně ovlivněné. Jedná se o následující vrcholy: Vysoké Kolo (1509 m n. m.), Malý Šišák (1439 m n. m.), Studniční hora (1554 m n. m.), Luční hora (1555 m n. m.) a Smogornja (1489 m n. m.). Obecně, vzhledem k morfologii Krkonoš, se jedná o poměrně ploché vrcholy s mírným sklonem svahu tvořeným mozaikou travinných (s dominující *Avenella flexuosa*, *Festuca supina*) a keříčkových společenstev (s dominující *Vaccinium myrthylus*, *Caluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*), dále porosty borovice kleče, sutěmi, kamennými moři, holou půdou, rostlinným

opadem, porosty lišejníků, mechorostů a cévnatých rostlin. Borovice kleč byla relativně hojně zastoupena na většině vrcholů, ale kamenná moře dominovala hlavně na Malém Šišáku a Luční hoře, proto výrazným faktorem, kterým se mezi sebou lišily sledované plochy, byla pokryvnost sutí (Obr. 1).



Obr. 1. Frekvenční distribuce pokryvnosti sutí ve sledovaných plochách.

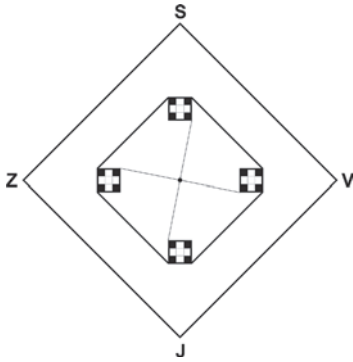
Fig. 1 Distribution of scree cover in studied plots.

SBĚR DAT V TERÉNU

Základní studijní plochy projektu GLORIA byly čtverce o velikosti 1×1 m, trvale označené dvojicí hřebíků nebo barevnými značkami v případě plochy v kamenném moři. Na každém vrcholu bylo celkem vybráno 16 ploch. Byly rozmístěny vždy po čtyřech do každé světové strany v uspořádání, který ukazuje Obr. 2, tedy do rohů čtverce o velikosti 3×3 m. Požadavkem pro vzdálenost umístění těchto 3×3 m čtverců od vrcholu byl výškový pokles terénu o 5 m. V našem případě byl výběr proveden pomocí metod geografických informačních systémů, aby nedošlo k umístění studijní plochy do hustého porostu kleče. Pouze na vrcholu Vysokého Kola bylo umístění studijních ploch určeno přímo v terénu, ve vzdálenosti cca 50 m od vrcholu, což je druhá přípustná možnost výběru umístění 3×3 m čtverců dle metodiky (PAULI et al. 2004).

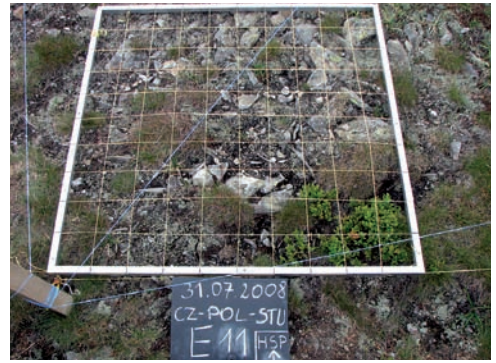
V těchto šestnácti 1×1 m plochách (Obr. 3) byly na každém vrcholu zjištěny všechny druhy cévnatých rostlin, mechorostů a lišejníků. Pomocí botanického čtverce byla odhadnuta jejich pokryvnost a zjištěna přítomnost výskytu (frekvence) v 10×10 cm dílech. Dále byla odhadnuta pokryvnost sutí, holé půdy a rostlinného opadu. Lišejníky byly sbírány během července a srpna roku 2008 a 2009 ve všech osmdesáti 1×1 m plochách. Pro statistické zpracování byly použity pouze tyto data z 1×1 m ploch.

Kromě výše uvedené metodiky byl ještě proveden samostatný inventarizační průzkum, ale pouze na vrcholech Malého Šišáku a Vysokého Kola. V rámci tohoto průzkumu byly nožem ze substrátu odebrány epifyty, lignikolní a terikolní druhy; saxikolní druhy byly odseknuty kamenickým dlátem a usušeny. Nasbírané určené vzorky jsou uloženy v herbáři Muzea východních Čech v Hradci Králové a v soukromém herbáři J. Kocourkové. Lišejníky byly odebírány z nejrozličnějších substrátů, aby byla zachycena maximální druhová diverzita – borka (epifyty), dřevo (lignikolní druhy), skály a kameny (saxikolní druhy), holá nebo humózní půda (terikolní druhy) a podklady vzniklé antropogenní činností. Všechna stanoviště byla také detailně vyfotografována. Nomenklatura názvů druhů byla u většiny náleзовých položek sjednocena dle práce LIŠKA et al. (2008). Pokud tomu tak není, jsou u těchto výjimek uvedeny příslušné odkazy. Většina druhů byla určena podle klíče SMITH et al. (2009).



Obr. 2. Schématické znázornění rozmístění studijních ploch na vrcholu. Černě jsou vyznačeny 1×1 m plochy.

Fig. 2 Schematic plan of sampling design on particular summit. Studied quadrates (1×1 m) are in black color.



Obr. 3. Detail jedné z 80 studovaných ploch o velikosti 1×1 m.

Fig. 3 Detail of the studied square (1×1 m) – one of total 80 squares.

STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Nejprve jsme chtěli zjistit, jak často se druhy s podobnými morfologickými a ekologickými vlastnostmi vyskytovaly společně v jednotlivých plochách. Informace o vlastnostech: typ stélky, substrátu, vazba na vysokohorské prostředí, stupeň ohrožení byly získány z Katalogu lišejníků České republiky (VĚZDA & LIŠKA 1999). Dále nás zajímalo, jaká je mezi těmito jednotlivými vlastnostmi vazba, jinými slovy, do jaké míry souvisí variabilita druhů lišejníků v jedné vlastnosti (např. ve stupni ohrožení) s variabilitou ve vlastnosti jiné (např. typu stélky). Statistické porovnání pak bylo provedeno jednocestnou analýzou variance ANOVA v softwarovém prostředí Microsoft Office 2007. Praktické provedení spočívalo v rozdělení lišejníků do skupin podle jedné z vlastností (např. podle vazby na vysokohorské prostředí) a následném testování rozdílů mezi těmito skupinami v zastoupení druhů lišejníků s jinou vlastností (např. stupněm ohrožení).

Druhovému složení lišejníků ve sledovaných plochách bylo znázorněno v diagramu mnohorozměrné analýzy PCA ve statistickém programu CANOCO (TER BRAAK & ŠMLAUER 1998). Jedná se o metodu, která přenese maximální možný díl variability v rozložení dat do dvourozměrného diagramu. Metoda PCA předpokládá lineární odpověď druhů na měřené nebo neměřené gradienty prostředí. Metody předpokládající lineární odpověď druhů na gradienty prostředí jsme použili i pro další následné mnohorozměrné analýzy dat. Při rozhodování o typu použité metody jsme v analýze dat DCA zjistili, že délka nejdelšího gradientu, na který rozmístění lišejníků reaguje, je 3,7. Jedná se o hraniční hodnotu, která ospravedlňuje výběr lineární i unimodální techniky. My jsme zvolili lineární techniky, protože teorie i zkušenosti s prací s nimi jsou propracovanější (HERBEN & MÜNZBERGOVÁ 2003, HERBEN ústní sdělení).

Jelikož bylo v dalších mnohorozměrných analýzách pracováno i s pokryvností jednotlivých druhů lišejníků, byla pro účely výše uvedené analýzy standardizována a centrována. Výsledky odrážejí jen relativní a nikoliv absolutní změny v pokryvnosti lišejníků mezi sledovanými plochami. Tento postup tak zajišťuje stejnou váhu lišejníkům s velkou i malou celkovou pokryvností. Frekvenční distribuce většiny lišejníků ve sledovaných plochách měla Poissonovo rozdělení, tj. doprava sešikmený tvar. Tato distribuce byla normalizována odmocninovou transformací dat.

V další části této studie jsme chtěli znázornit vztah mezi celkovým počtem lišejníků v jednotlivých čtvercích (bez vazby na konkrétní druhové složení) a proměnnými prostředí. Tento vztah jsme zjišťovali pomocí krokové regresní analýzy ve statistickém programu S-PLUS 2000 (MATH 2000, „backward stepwise regression analysis“). Jednalo se o postup založený na porovnání vysvětlené variability v počtu druhů lišejníků na ploše 1×1 m následujícími proměnnými prostředí: pokryvnost cévnatých

rostlin, procento zastoupení rostlinného opadu, procento zastoupení suti, orientace svahu podle světových stran a identita vrcholu, na kterém byla konkrétní plocha umístěna. V prvním kroku je vybrána taková proměnná prostředí, která vysvětluje největší díl variability, v další fázi pak proměnná, která vysvětluje největší díl zbylé variability – to znamená, variability, která nebyla vysvětlena proměnnou vybranou v předchozím kroku, atd. Tímto způsobem byly programem vybrány vzájemně nekorelované proměnné prostředí, které průkazně vysvětlovaly variabilitu analyzovaných dat.

Ke zjištění vztahu mezi druhovým složením lišejníků a proměnnými prostředí jsme použili mnohorozměrnou analýzu RDA v programu CANOCO (TER BRAAK & ŠMILAUER 1998). Statistická významnost kanonických os byla testována pomocí Monte Carlo permutačního testu o 499 opakovaných bez prostorového omezení. Míra úspěšnosti faktorů prostředí vysvětlujících variabilitu dat o lišejnících byla zjišťována pomocí tzv. forward selection, která je součástí RDA analýzy. Jde o podobný typ analýzy, jaká je popsána výše.

VÝSLEDKY

Celkem bylo nalezeno 95 druhů lišejníků v 80 plochách o rozměrech 1 × 1 m (jejich úplný seznam je uveden v příloze). Toto číslo výrazně převyšuje počet nalezených druhů cévnatých rostlin: 21 a mechorostů: 22. V jednotlivých plochách byl průměrný počet 20,4 druhů lišejníků oproti 3,2 druhům vyšších rostlin a 2,8 druhům mechorostů. Hodnoty však kolísaly od 3 druhů lišejníků nalezených na severních svazích Studniční hory a Vysokého Kola až po 35 druhů na východně orientovaných plochách Vysokého Kola. Frekvenční distribuce lišejníkových druhů v jednotlivých plochách měla klasický doprava sešikmený tvar (Obr. 4). Nejčastěji se vyskytovaly druhy *Lecanora polytropa* a *Rhizocarpon geographicum*, které byly nalezeny v 66 a v 65 plochách. Naopak, v 19 případech byl lišejníkový druh nalezen pouze v jedné ploše.

Celkem byly nalezeny 2 kriticky ohrožené (critically endangered) a 17 zranitelných (vulnerable) druhů lišejníků dle klasifikace IUCN. Kriticky ohrožené a zranitelné druhy byly ve sledovaných plochách často méně početné, než ostatní druhy lišejníků. Při celkovém porovnání však byla tato závislost neprůkazná. Společným rysem ohrožených a zranitelných druhů byla lupenitá nebo keříčkovitá stélka na rozdíl od korovité stélky běžnějších lišejníků ($P < 0,05$) a těsnější vazba na vysokohorské prostředí ($P < 0,001$). Těmito charakteristikami se dají také popsat dva kriticky ohrožené druhy lišejníků *Streocaulon alpinum* a *Umbilicaria torrefacta*. První z nich jsme našli v devíti plochách na Luční hoře a v jedné ploše na Smogornje. Druhý se vyskytoval v pěti plochách na Vysokém Kole.



Obr. 4. Celkový počet ploch obsazených jednotlivými druhy lišejníků.

Fig. 4 The total number of the study squares with the number of present lichen species.

Tab. 1. Souhrn základních vlastností druhů lišejníků na sledovaných vrcholech.

Summary of basic characteristics of lichen species from examined summits.

	Počet lišejníků No. of species	Stélka % (korovitá/ lupenitá/ keříčkovitá) Thallus in % (crustose/ foliose/ fruticose)	Substrát % (kámen/ obnažená půda/ ne-selektivní /ostatní) Substrate in % (rock/ bare soil/ non-selective/other)	Vazba na vysokohorské prostředí High mountain linkage (%)	Ohrožené či zranitelné lišejníky Endangered or vulnerable species (%)
Luční hora	60	66,7 / 8,3 / 25	60 / 21,7 / 11,7 / 5	26,7	21,7
Malý Šišák	58	71,3 / 8,6 / 20,1	62,1 / 22,4 / 5,2 / 8,6	25,9	17,2
Smogornja	54	62,9 / 9,3 / 27,8	55,6 / 31,5 / 5,6 / 5,6	20,4	14,8
Studniční hora	46	63 / 2,2 / 34,8	50 / 41,3 / 2,2 / 6,5	19,6	13
Vysoké Kolo	52	73 / 11,6 / 15,4	63,5 / 23,1 / 5,8 / 5,8	25	21,2

Frekvence výskytu jednotlivých druhů lišejníků ve studovaných plochách významně nesouvisela s žádnou z jejich základních morfologických nebo ekologických charakteristik (typ stélky, substrát, vazba na vysokohorské prostředí). Tento závěr vyvozujeme ze statisticky neprůkazného rozdílu v průměrném počtu obsazených ploch mezi skupinami lišejníků s různými vlastnostmi (např. s různým typem stélky) v jednocestné analýze ANOVA. Z morfologických charakteristik mělo nejvíce nalezených druhů lišejníků korovitou stélku: 63, keříčkovitou: 24 a nejméně mělo stélku lupenitou: 8 (Obr. 5). Nejčastějším substrátem, kde se lišejníky vyskytovaly, byl kámen: 54, na obnažené zemi rostlo 25 druhů lišejníků a na jiných podkladech pak 8 druhů (Obr. 6). Z celkového počtu zjištěných druhů je 23 vázáno převážně na vysokohorské prostředí (vysokohorský-alpínský nebo subalpínský-alpínský výškový stupeň).

Počet nalezených druhů se mírně lišil i mezi jednotlivými vrcholy (souhrn rozdílů v lišejníkové flóře mezi jednotlivými vrcholy je v Tab. 1). Nejvíce (60) jsme jich našli shodně na Luční hoře a na Malém Šišáku, nejméně pak na Studniční hoře (46). Podobné rozdíly mezi jednotlivými vrcholy existují i v průměrném počtu druhů vyskytujících se na jednu plochu; nejvíce jich bylo zastoupeno na Luční hoře (25,1) a nejméně pak na Studniční hoře (16,5). Počet unikátních druhů, tedy

TYP STÉLKY / TYPE OF THALLUS

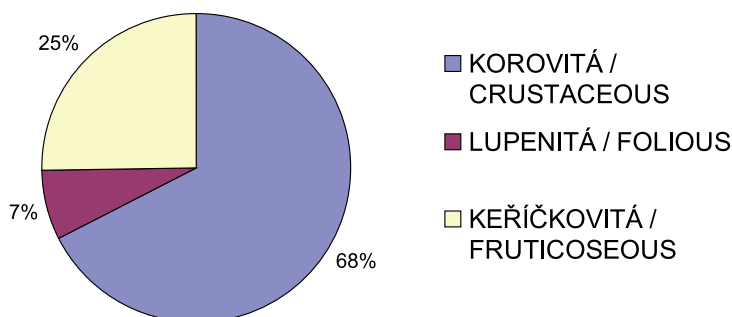
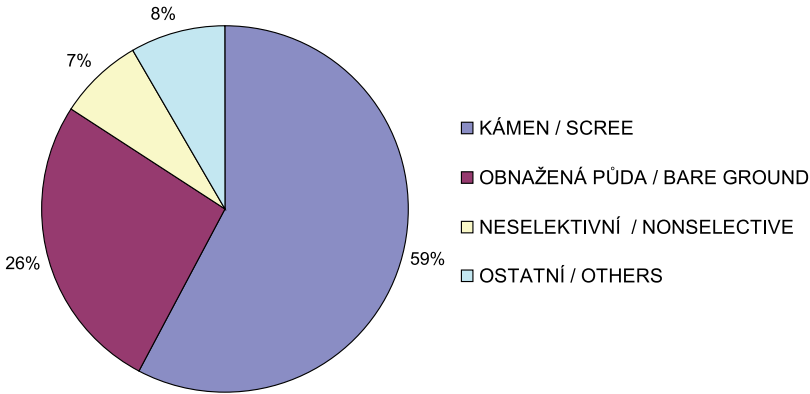
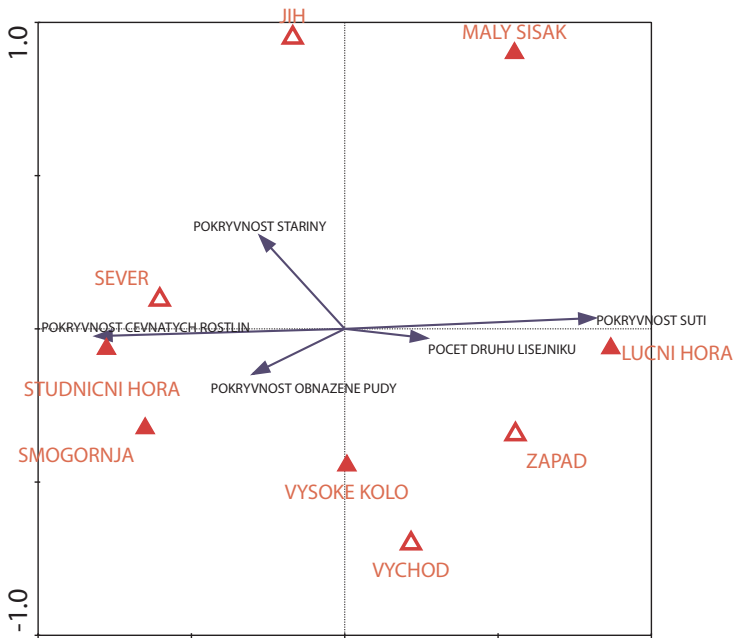
**Obr. 5.** Zastoupení nalezených druhů lišejníků s různými typy stélek – souhrn dat ze všech vrcholů.

Fig. 5 The rate of types of thallus among studied species – a summary of data from all summits.

SUBSTRÁT / SUBSTRATE



Obr. 6. Zastoupení druhů lišejníků rostoucích na různých typech substrátu – souhrn dat ze všech vrcholů.
Fig. 6 The rate of lichen species occurring on different types of substrate – summary of data from all summits.

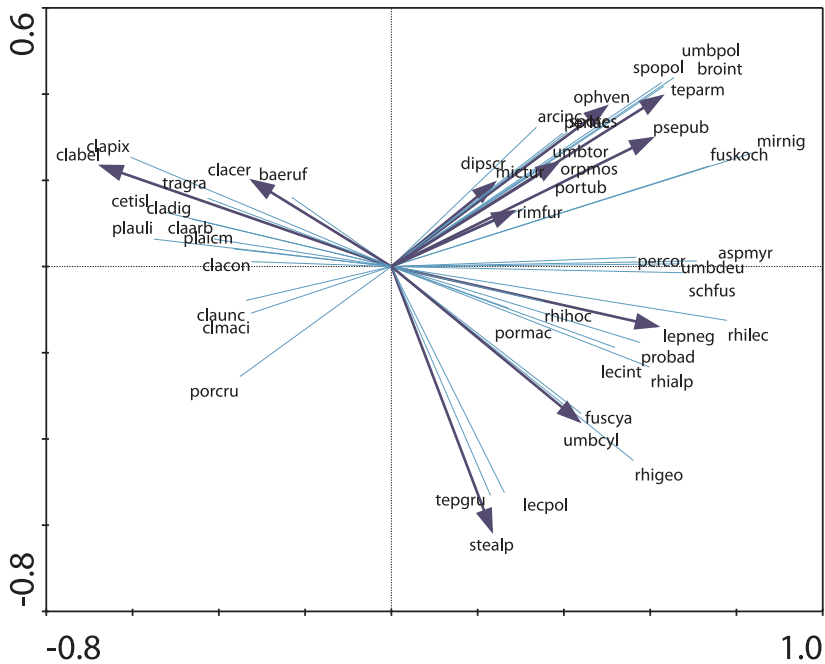


Obr. 7. PCA diagram vzájemných vztahů mezi proměnnými definujícími sledované plochy (identita vrcholu, světová strana, pokryvnost sařiny, suti, obnažené půdy a cévnatých rostlin, počet druhů lišejníků na plochu).
Fig. 7 PCA graph with the relationships within variables defining studied squares (red triangles – identity of particular summit, white triangles: points of the compass, area of litter, scree, bare ground and vascular plants, number of lichen species per study square).

Tab 2. Souhrn ordinačních analýz. Počet studovaných ploch = 80.

Summary of ordination analyses. Number of studied squares = 80.

	PCA (Obr. 7 / Fig. 7)	PCA (Obr. 8 / Fig. 8)	RDA (Obr. 10 / Fig. 10)
Variabilita zachycená všemi osami (%) / Variability explained by all axes	100	34,8	31,6
Variabilita zachycená 1. osou (%) / Variability explained by 1st axis	13,4	31,3	11,7
Variabilita zachycená 2. osou (%) / Variability explained by 2nd axis	6,2	2,3	4,8
Variabilita zachycená 3. osou (%) / Variability explained by 3rd axis	5,4	6	4,3
Variabilita zachycená 4. osou (%) / Variability explained by 4th axis	4,7	5	2,8
Výsledky Monte Carlo permutačního testu / Results of Monte Carlo permutation test			
Test všech os, F / Test of all axes, F		5,492	3,327
Test všech os, p / Test of all axes, p		0,002	0,002



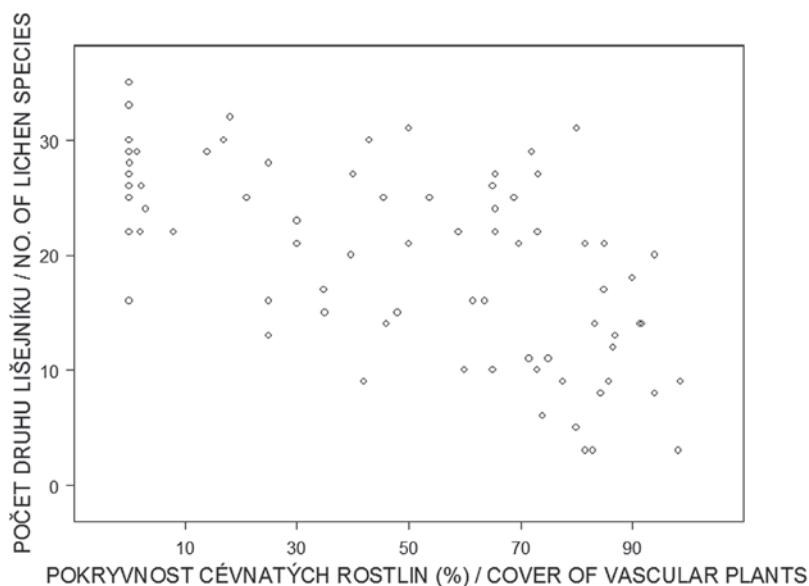
Obr. 8. PCA diagram znázorňující vzájemné vztahy mezi druhy lišejníků v závislosti na společném nebo odlišném výskytu ve sledovaných plochách. Do diagramu byly zahrnuty pouze lišejníky s konzistentností odpovědi (neboli „fitem“) na znázorněné proměnné prostředí větší než 5 (jedná se o bezrozměrné číslo, které nabývá smyslu jen v kontextu prováděné analýzy). Zvýrazněné šipky označují ohrožené nebo zranitelné druhy lišejníků. Zkratky jmen lišejníků jsou uvedeny v Appendixu.

Fig. 8 PCA graph presenting relationships within lichen species in the dependence on collective or different occurrence in studied squares. Present are only lichen species with consistent answer („fit“) for demonstrated variables > 5 (the number of 5 is non-dimensional and makes sense only in context of analysis). Endangered or vulnerable species are highlighted with bold arrows. Abbreviations of lichen species names are in Appendix.

Tab. 3. Souhrn faktorů nejlépe vysvětlujících variabilitu celkového počtu druhů lišejníků ve studovaných plochách a počty druhů lišejníků s různými specifickými vlastnostmi (první sloupec). Uvedené faktory byly vybrány v procesu „backward stepwise regression analysis“ a zároveň byl jejich vliv v testu ANOVA vyhodnocen jako statisticky významný (ve všech případech $P < 0,001$). V závorce je uveden podíl variability vysvětlené daným faktorem (v %). Počet stupňů volnosti: faktor pokrývnost = 1, faktor vrchol = 4. Počet ploch = 80.

Summary of factors significantly explaining variability of total number of lichen species in studied squares and the number of lichen species with specific characteristics (first column). Presented factors were chosen in process of “backward stepwise regression analysis“ and simultaneously was their influence significant in test of ANOVA (in all cases $P < 0,001$). In brackets is presented a part of variability explained by certain factor (in %). Number of degrees of freedom: factor cover = 1, factor summit = 4. Number of studies squares = 80.

Počet druhů lišejníků/Num. of lichen species	pokrývnost cévnatých rostlin/cover of vascular plants (26,7)	pokrývnost obnažené půdy/cover of bare ground (6,4)	
Počet ohrožených nebo zranitelných druhů lišejníků/ Num. of endangered or vulnerable lichen species	celkový počet druhů/total number of lichen species (58,1)	pokrývnost sutě/cover of scree (11,3)	vrchol/summit (7,3)
Počet vysokohorských druhů lišejníků/Num. of highmountain species of lichens	celkový počet druhů/total number of lichen species (62,4)	pokrývnost sutě/cover of scree (21,4)	vrchol/summit (3,5)
Počet druhů s korovitou stélkou/Num. of species with crustose thallus	celkový počet druhů/number of lichen species (91,7)	pokrývnost sutě/cover of scree (4,1)	vrchol/summit (0,6)



Obr. 9. Vztah mezi pokrývností cévnatých rostlin a počtem druhů lišejníků ve studovaných plochách.
Fig. 9 Relationship between cover of vascular plants and number of lichen species in studied squares.

druhů nalezených pouze na jedné hoře, byl výrazně nižší na Smogornje (3) než na ostatních vrcholech, kde se pohyboval mezi 8 až 10 druhů. Nejvíce ohrožených či zranitelných druhů lišejníků jsme našli v plochách na Luční hoře (13), nejméně pak na Studniční hoře (6). Na Luční hoře a na Malém Šišáku, jsme také našli největší počet lišejníkových druhů s těsnou vazbou na vysokohorské prostředí (15). Naopak nejméně se jich vyskytovalo na Studniční hoře (9). Jednotlivé vrcholy se mezi sebou lišily i dalšími charakteristikami (Obr. 7). Konkrétně, průměrná pokryvnost cévnatých rostlin a opadu ve studovaných plochách byla nejvyšší na Studniční hoře a na Smogornje, zatímco průměrné zastoupení suti v plochách bylo nejvyšší na Luční hoře.

Sledované lišejníky pak lze rozdělit do třech základních skupin podle toho jak rostou často pospolu (Obr. 8, základní výsledky všech mnohorozměrných analýz viz Tab. 2). Jedna z těchto skupin je zřetelně definovaná základními morfologickými a ekologickými charakteristikami. Jde o lišejníky s keříčkovitou stélkou, které rostou na holé zemi či v porostu cévnatých rostlin, a které nemají tak těsnou vazbu na vysokohorské prostředí. Význačnými zástupci této skupiny jsou lišejníky rodu *Cladonia*. Rozdíly odlišující dvě zbývající skupiny mezi sebou se nám vysvětlit nepodařilo. Podíváme-li se na ohrožené a zranitelné druhy, můžeme konstatovat, že se nacházely ve všech třech skupinách.

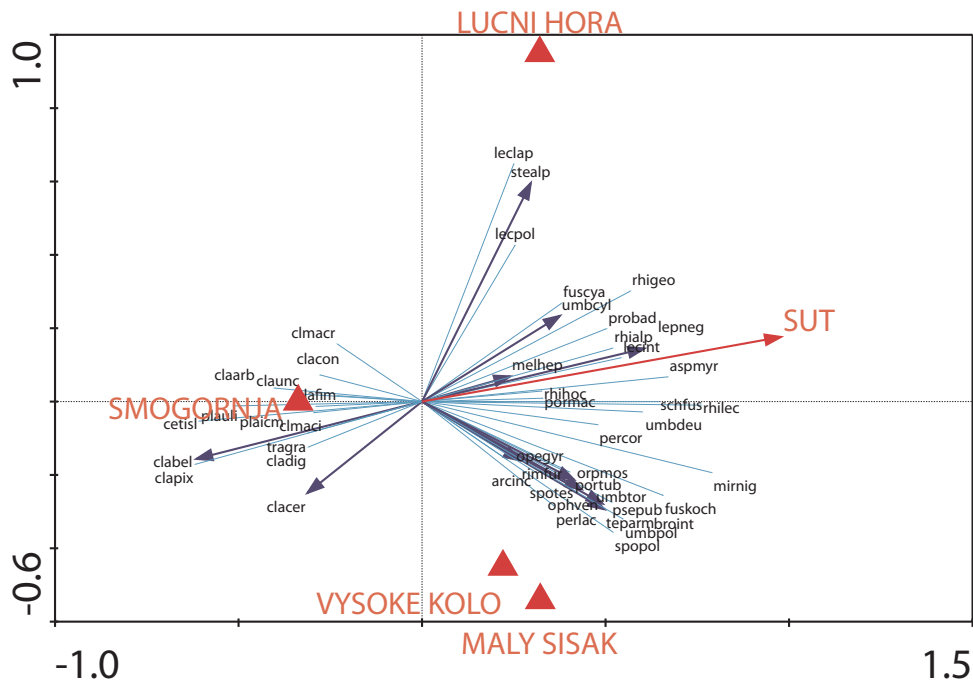
Nejdůležitějšími ukazateli pro počet druhů lišejníků v ploše byly lokální charakteristiky mikrostanoviště: pokryvnost cévnatých rostlin a obnažené půdy. Tyto dvě charakteristiky byly totiž vybrány v procesu „backward stepwise regression analysis“ jako jediné dvě proměnné vysvětlující významné procento variability v počtu lišejníků ve studovaných plochách (viz Tab. 3). Obě tyto veličiny byly s počtem druhů lišejníků negativně korelovány; počet druhů lišejníků souvisel velmi negativně s množstvím druhů cévnatých rostlin ($r = -0,50$; Obr. 9).

Druhové složení lišejníků na jednotlivých plochách souviselo sice nejvíce také s lokální charakteristikou – množstvím suti, ale výraznou roli zde hrála také identita vrcholu (Obr. 10, Tab. 4). Stejně faktory vysvětlovaly nejlépe i zastoupení lišejníků s různými ekologickými a morfologickými vlastnostmi (Tab. 3). Nejvýrazněji se od ostatních vrcholů odlišovalo druhové složení lišejníků na Luční hoře a na Vysokém Kole.

Tab. 4. Souhrn faktorů vysvětlujících více než 5 % variability druhového složení lišejníků ve sledovaných plochách (viz Obr. 10). Jde o výsledky „forward stepwise selection analysis“ v rámci RDA analýzy. Závislosti druhového složení lišejníků na proměnných prostředí. Statistická významnost vztahu mezi každou z proměnných prostředí a druhovým složením lišejníků byla metodou ANOVA stanovena na $P = 0,002$. Počet stupňů volnosti všech faktorů = 1. Počet ploch = 80.

Summary of factors explaining more than 5% of variability in species composition of lichens in studied squares (see Fig. 10). These are results of „forward stepwise selection analysis“ from analysis RDA. The dependence of species composition of lichens on local factors. Statistic significance of the relationship among each variable of environment and species composition of lichens was determined as $P = 0,002$ in ANOVA analysis. Number of degrees of freedom = 1. Number of studied squares = 80.

Pokryvnost sutě/ cover of scree	34,5
Luční hora	14,2
Vysoké Kolo	13,2
Malý Šišák	8,3
Smogornja	7,1



Obr. 10. RDA diagram vztahů mezi druhovým složením lišejníků ve sledovaných plochách a těmi proměnnými prostředí, které je vysvětlují v největší míře (Monte Carlo test signifikance všech kanonických os: $P < 0,01$, $F = 3,2$). Diagram zahrnuje 5 z 9 proměnných jejichž vliv na druhové složení lišejníků byl signifikantní ($P < 0,05$). Zobrazeny jsou pouze druhy lišejníků s konzistentností odpovědi (neboli „fitem“) na znázorněné proměnné prostředí větší než 5 (jedná se o bezrozměrné číslo, které nabývá smyslu jen v kontextu prováděné analýzy). Zvýrazněné šipky označují ohrožené nebo zranitelné druhy lišejníků. Zkratky jmen lišejníků jsou uvedeny v Appendixu.

Fig. 10 RDA graph of relationships between species composition of lichens in studied squares and variables which they explain in the most extent (Monte Carlo test of significance of all canonical axes: $P < 0,01$ and $F = 3,2$). The graph shows 5 from 9 variables which influence on species composition of lichens was significant ($P < 0,05$). Presented are only species of lichens with consistency of answer (“fit”) for demonstrated variables > 5 (the number of 5 is non-dimensional and makes sense only in context of analysis). Endangered or vulnerable species are highlighted with bold arrows. Abbreviations of lichen species names are in Appendix.

Významné druhy lišejníků

Arctoparmelia centrifuga (L.) Hale

Kriticky ohrožený (ČR) arктоalpínský druh s modrošedou, lupenitou stélkou, známý na našem území z několika lokalit pouze z Krkonoš. Na Malém Šišáku ho jako první našel Hilitzer (HILITZER 1924a). Během inventarizace v roce 2009 bylo na tomto vrcholu nalezeno devět stélek.

Flavocetraria cucullata (Bellardi) Kärnefelt et A. Thell

Ohrožený arктоalpínský druh známý z Krkonoš z okolí Sněžky (CYPERS-LANDRECY 1926, SCHUSTER 1918, SUZA 1928, PALICE et al. 2000), Studniční hory, Violíku a Dívčího kamene (SUZA 1928). Během loňské inventarizace byl také nově nalezen na Vysokém kole.

Immersaria athroocarpa (Ach.) Rambold et Pietschm.

Arктоalpínský saxikolní lišejník s šedozelenou korovitou stélkou a černými, šedě ojiněnými plodnicemi. Na našem území byl publikován pouze dvakrát – Kutákem ze Sněžky (KUŤÁK 1952) a Eitnerem ze Sněžky a z Králického Sněžníku (EITNER 1911). Během našeho mapování byl nalezen v suti na jižní straně Vysokého kola (mimo studijní plochy projektu GLORIA).

Cenné druhy lišejníků

Aspilidea myrinii (Fr.) Hafellner

Nápadný, jemně narůžovělý bělošedý korovitý lišejník, vyskytující se ve vysokohorském prostředí, kde roste na otevřených kyselých skalách, kamenech a v suti. Dříve byl druh zařazen v rodě *Aspicilia*. V severských oblastech mohou stélky dosahovat až více než 1 m v průměru. V ČR není jeho rozšíření dostatečně známo. V minulosti, na počátku 20. století, byl čtyřikrát publikován z ČR (HRUBY 1914, PAUL 1906, ZEISKE 1902, SUZA 1925). V Krkonoších byl zjištěn na suti Železné hory a na jižní expozici Kozích hřbetů (KOCOURKOVÁ 2006). Při monitoringu v rámci projektu GLORIA pak na Luční hoře, Malém Šišáku, Smogornje a Vysokém Kole. Dále jsme jej při této příležitosti našli ještě na Kozích hřbetech během pokračujících inventarizačních průzkumů v roce 2009.

Cladonia luteoalba Wheldon & A. Wilson

Parazitická dutohlávka nalézaná v asociaci s dalšími červenoplodnými druhy *C. borealis*, *C. coccifera* a *C. metacorallifera*. Jedná se o příklad komensálistu v časném stádiu vývinu této dutohlávky, později se vyskytuje jako nezávislý samostatný lišejník. Druh byl poprvé nalezen v ČR na exponovaných suti v údolí Vydry na Šumavě, odkud byl i publikován (LIŠKA et al. 1999). Na Šumavě byl nalezen J. Kocourkovou na suti na Šafařově vršku. V rámci projektu GLORIA byl nalezen ve dvou plochách na Studniční hoře.

Lecidoma demissum (Rutstr.) G. Schneider & Hertel

Terestrický lišejník vysokohorských až alpínských poloh na lokalitách s dlouho přetrvávající sněhovou pokrývkou. Preferuje otevřená stanoviště. Na temeni Vysokého Kola se tento druh vyskytuje poměrně často, kde často dominoval na půdních teráskách.

Melanelia hepaticum (Ach.) Thell

Má černou spodinu stélky, čímž se liší od podobné a dříve špatně určované *Cetrariella commixta*, která jí má světle hnědou. Stélky *M. hepaticum* mají navíc povrchové pseudocyphely a obsahují kyselinu stiktovou a norstiktovou. Druh se vyskytuje ve vysokohorském prostředí na temenech exponovaných balvanů, suti a méně často skal. V rámci projektu GLORIA byl nalezen na východních svazích Luční hory a Vysokého Kola.

Micarea turfosa (A. Massal.) Du Rietz

Druh rašelinných a velmi kyselých vlhkých obnažených půd. V poslední době byl objeven v Jizerských horách v přírodní rezervaci Klečové louky a na Klugeho louce v přírodní rezervaci Rašeliniště Jizery (KOCOURKOVÁ 2008). Velmi častý je také na Šumavských vrchovištích, např. na Jezerní slati či na Mrtvém luhu (PALICE, KOCOURKOVÁ nepubl. údaje). Na Vysokém Kole se vyskytuje poměrně často, v 1 × 1 m plochách se vyskytoval jedenkrát na východní a jedenkrát na západní straně lokality.

Druh byl z Krkonoš v minulosti publikován ze sběru poblíž Luční boudy (VĚZDA 1973), ostatní údaje k tomuto druhu z ČR pak pocházejí z konce 19. a začátku 20. století (VĚZDA & LIŠKA 1999).

Opegrapha zonata Körb.

Druh se sorediální kakaově hnědou stélkou, vyskytující se pod převisy kyselých skal. Od podobného častého druhu *O. gyrocarpa* se liší negativní C- reakcí (*O. gyrocarpa* má reakci C+, červeně). Nalezen byl pouze jednou na svahu Vysokého Kola se západní expozicí.

Ophioparma ventosa (L.) Norman

Druh s podobnou ekologií jako *Melanelia hepaticon*, rostoucí více často na skalách než na sutích. V České republice se tento druh vyskytuje ještě v Jeseníkách, na Králickém Sněžníku a Šumavě (HALDA 2006, HILTZER 1924b, 1929, SUZA 1936). Při inventarizačním průzkumu byl nalezen na Malém Šišáku a Vysokém Kole.

Orphniospora mosigii (Körb.) Hertel & Rambold

Lišejník alpských poloh. Druh je nápadně podobný *Lecidea fuscoatra*, případně šedým druhům rodu *Rhizocarpon*, se kterými může být bez mikroskopování zaměněn. Spory druhu jsou tlustostěnné. Z Krkonoš je znám ze Sněžky a Malého Šišáku (EITNER 1896). Na Vysokém Kole byl v rámci projektu GLORIA nalezen ve všech 1 × 1 m plochách na východní straně.

Rimularia furvella (Nyl. ex Mudd) Hertel & Rambold

Lichenikolní lišejník napadající některé korovité lišejníky silikátových skal z různých fylogenetických linií diskomycetoidních hub (Lecanoraceae, Rhizocarpaceae, Aspiciliaceae). V rámci monitoringu GLORIA byl druh nalezen na Luční hoře, Malém Šišáku a Vysokém Kole. Jinak se jedná o druh pahorkatin až alpských poloh a z ČR je znám např. z Králického Sněžníku (HALDA 2008, Krušných hor (KLEMENT 1933), Jizerských hor (ANDERS 1936, NÁDVORNÍK 1951), Křivoklátska (recentní sběry – leg. J. Kocourková, uloženy v PRM NM), Žďárských hor (SUZA 1944, Vězda 1957) a Šumavy (SUZA 1936).

Stereocaulon alpinum Lauer

Stereocaulon alpinum Lauer je bílý keříčkovitý lišejník otevřených stanovišť v subalpínských až alpských polohách, vzácně sestupující do poloh vysokohorských. Porůstá kamenitou drolinu nebo krátce mechaté balvan. V České republice se v minulosti vyskytoval pouze v Jizerských horách na Bukovci (NÁDVORNÍK 1951), v Hrubém Jeseníku ve Velké Kotlině (LAUS 1910), na Stolových kamelech pod vrcholem Praděda a na Břidličné hoře (KOVÁŘ 1909) a blíže neurčené lokalitě v Krkonoších (OPIZ 1952, SUZA 1925). V současnosti se v České republice vyskytuje na několika dalších lokalitách, v Jeseníkách byl objeven na Tabulových kamelech (J. Halda, 2006, nepubl. údaj), v Jizerských horách v Rašeliništi Jizery (hb. PRM, Kocourková, nepubl. údaj) či v Krušných horách na uranové výsypce u potoka Černá (BAYEROVÁ et al. 2004). V Krkonoších se nyní vyskytuje ve velkém množství v suťových polích od Sněžky směr Pomezní boudy (J. Halda, 2007, nepubl. údaj); na úpatí Čertovy zahrádky (hb. Kocourková, nepubl. údaj) a na Luční hoře, kde byl zjištěn během výzkumu v rámci projektu GLORIA na všech světových stranách kolem vrcholu, nejčastěji na východní expozici.

Umbilicaria torrefacta (Lightf.) Schrad.

Druh podobný hnědé pupkovce *U. hyperborea*, která je v horských oblastech ČR mnohem častější. *U. torrefacta* má však na okrajích stélky výrazné perforace, kterým se říká okna. Teplotně a hydricky má podobné nároky jako *U. cylindrica*, avšak toleruje déle trvající sněhovou pokrývku. V ČR byl druh recentně nalezen na Šumavě na Popelní hoře (recentní sběry – leg. J. Kocourková, uloženy v herbáři Přírodovědeckého muzea Národního muzea), v Krkonoších autory tohoto textu na Kozích hřbetech a v rámci projektu GLORIA na Vysokém Kole.

DISKUZE

Krkonoše patří z hlediska své polohy k unikátním pohořím, kde se vyskytují prvky jak arktické tak alpské tundry (SOUKUPOVÁ et al. 1995, JENÍK & SEKÝRA 1995). Zároveň jde o pohoří svou rozlohou spíše malé a navíc velmi antropogenně ovlivněné. Proto je důležité sledovat i jemné změny vegetace, zejména ve vrcholových partiích Krkonoš, kde se nachází arкто-alpská tundra. Lišejníky se v rámci projektu GLORIA ukázaly být bohaté zastoupenou skupinou, množstvím druhů zdaleka předčily jak cévnaté rostliny tak mechorosty, a proto jsou vhodnými organismy pro podrobný výzkum.

Během inventarizačních prací v rámci projektu GLORIA bylo v Krkonoších na Luční hoře, Malém Šišáku, Smogornije, Studniční hoře a Vysokém Kolu nalezeno celkem 95 druhů lišejníků (dohromady na 80 studijních plochách o 1 m²). Výrazně méně druhů lišejníků přinesl např. průzkum čtyř vrcholů Vysokých Tater, kde byly studované plochy GLORIA umístěny ve vyšších polohách: 1918–2374 m n. m. (27 druhů, KANKA et al. 2005) a pouze 9 druhů lišejníků bylo nalezeno v alpském pásmu hřebenu pohoří Pisa (Central Otago, Nový Zéland) na dvou vrcholech (1885 a 1647 m n. m., MARK et al. 2006). Největší počet ohrožených druhů byl nalezen na Luční hoře, na které jsou navíc společenstva lišejníků nejvíce odlišná od zbytku studovaných vrcholů. Důvody této odlišnosti se nepodařilo uspokojivě vysvětlit, zčásti je však můžeme připsat velkému zastoupení suti.

V případě výsledků projektu GLORIA v Krkonoších je nutné zdůraznit, že se nejedná o celkový počet lišejníků ani v alpské zóně ani na sledovaných vrcholech, ale o druhy nalezené ve sledovaných plochách. Z tohoto důvodu není možné plnohodnotného srovnání výsledků naší studie s floristickými průzkumy cílenými na úplný soupis druhů. Pravděpodobnost nalezení kompletního druhového bohatství Krkonoš v omezeném množství studijních ploch je nepravděpodobná a dá se očekávat, že při cíleném průzkumu všech vrcholů alpského bezlesí se počet druhů lišejníků podstatně zvýší. Vybrané monitorovací plochy však ukazují reprezentativní a statisticky zhodnotitelné výsledky lichenoflory nejvyšších vrcholových partií Krkonoš a tedy potažmo druhové zastoupení z míst s nejextrémnějším působením klimatických faktorů krkonošské tundry. I v tak malé ploše jako je čtverec 1 × 1 m, bylo nalezeno až 35 druhů lišejníků, což dokládá mimořádnou hodnotu vysokohorských ekosystémů pro zachování druhové bohatosti lišejníků v ČR.

Čtvrtina z nalezených druhů vykazuje preferenční vazbu na vysokohorské prostředí a téměř pětinu představují druhy ohrožené nebo zranitelné. Je zde opět nutné upozornit, že při detailním floristickém průzkumu celé lokality by se podíl lišejníků s vazbou na vysokohorské prostředí jistě ještě zvýšil a nelze proto brát námi zjištěnou hodnotu jako definitivní. Lišejníky s vazbou na vysokohorské prostředí, ohrožené a zranitelné druhy byly totiž ve sledovaných plochách zastoupeny řidčeji než běžné druhy a pravděpodobnost jejich zachycení v přesně určeném prostoru byla tedy mnohem nižší než u ostatních běžných druhů lišejníků.

Faktory nejspěšněji vysvětlující variabilitu počtu druhů lišejníků nalezených na plochu a konkrétní druhové zastoupení v ploše se mezi sebou odlišovaly. Zatímco počty druhů lišejníků byly podmíněny jenom lokálními charakteristikami ploch, (nejvíce pokryvností cévnatých rostlin), druhové složení bylo ovlivněno také geografickou polohou, konkrétně identitou vrcholu, na kterém se plocha nacházela. Podíváme-li se však detailněji na faktory jež ovlivňují druhové složení lišejníků, je patrné, že rozdílly na jednotlivých vrcholech z velké části vysvětluje přítomnost suti, což je lokální charakteristika plochy. Např. Luční a Studniční hora se mezi sebou velmi výrazně lišily jak v druhovém složení lišejníků, tak i v zastoupení suti. Podle diagramu RDA (Obr. 10) pak pokryvnost suti nejspěšněji vysvětlovala druhové složení lišejníků. Na druhou stranu není toto vysvětlení dostačující, protože vliv identity vrcholu zůstal i poté, co byl odfiltrován vliv suti v průběhu krokové regresní analýzy proměnných. Lze tedy konstatovat, že tyto faktory mají rozhodující vliv na druhové složení vrcholů.

Rozdílly v druhovém složení lišejníků mezi vrcholy tak potvrzují izolovanost alpských zón v Krkonoších (JENÍK & ŠTURSA 2003). Je však nutno poznamenat, že celkové procento variability druhového složení lišejníků vysvětlené všemi známými proměnnými prostředí není příliš velké a mnoho rozhodujících faktorů zůstalo neobjasněno. Při současném stavu znalostí tak můžeme těžko uspokojivě vysvětlit výjimečnost lichenoflory Luční hory, která vyplývá z našich výsledků.

Orientace svahu ke světovým stranám měla naopak nevýrazný vliv na počet druhů i druhové složení lišejníků v plochách. Tento výsledek odporuje obecným principům strukturování vysokohorských ekosystémů (KÖRNER 1999), podle kterých orientace svahu ovlivňuje jeho důležité mikroklimatické vlastnosti a tím i charakter vegetace. V případě krkonošských hor se jednalo o zaoblené vrcholy s mírným klesáním, a proto lze očekávat, že se vliv světových stran nemusel projevit tak výrazně jako v jiných horách s prudším sklonem. Nevylučujeme také, že náš výsledek byl ovlivněn nedostatečným počtem studijních ploch nebo vrcholů a velkou variabilitou ostatních faktorů.

Podíváme se detailněji na vztah počtu druhů lišejníků a počtu druhů cévnatých rostlin na plochu. Zde se ukázalo, že tento vztah je vzájemně negativně korelovan, což bude pravděpodobně způsobeno absencí vyšších rostlin na místech se stoprocentním pokryvem suti (kamenná moře) a naopak s vysokým zastoupením lišejníků, které tu jsou schopny, díky své morfologické stavbě, existovat. Naše analýzy také ukázaly, že oproti druhovému složení v jednotlivých plochách je celkový počet druhů lišejníků více ovlivněn celkovou pokryvností cévnatých rostlin než zastoupením suti. Neobjasněná variabilita v tomto případě bude zahrnovat kombinaci nesledovaných nebo těžko měřitelných proměnných prostředí jako je např. charakter mikroreliéfu ovlivňující příhodnost podmínek pro rozvoj vhodného půdního stanoviště, míra vlhkosti, sklon svahu atd. Lze totiž předpokládat, že příznivé mikroklimatické podmínky stanoviště umožňují uchycení a existenci cévnatých rostlin, které jsou svou morfologickou stavbou významnými konkurenty řadě drobnějších druhů lišejníků (CORNELISEN et al. 2001). Tím se dostáváme k dalšímu možnému vysvětlení vztahu mezi cévnatými rostlinami a lišejníky, totiž že se jedná o důsledek přímého negativního působení cévnatých rostlin na nižší, konkurenčně slabší, lišejníky. S úplnou jistotou však nelze mezi výše uvedenými scénáři rozlišovat, protože malá jistota o příčinných faktorech ovlivňujících sledované charakteristiky lišejníků i cévnatých rostlin je základním rysem všech výše prezentovaných analýz. Na všech místech textu, kde se objevuje slovo „ovlivňuje“, „závisí na“ apod. se jedná o termíny vyjadřující pouze statistickou závislost mezi veličinami a naznačujícími možnou příčinnou souvislost. Tu by ale bylo možné potvrdit pouze dalším studiem.

Významný vliv suti, který má na druhové složení lišejníků je z velké části logickým důsledkem vztahu mezi substrátem a typem stélky. Na místech s velkým množstvím suti tak rostou (nikoliv překvapivě) převážně lišejníky s korovitou stélkou, naopak na obnažené půdě a v porostu cévnatých rostlin se vyskytují zejména druhy s keříčkovitou stélkou, jako např. rod *Cladonia*. Je však nutno poznamenat, že i v rámci ploch s velkým zastoupením suti bylo druhové složení velmi variabilní. Charakteristiky rozlišující druhy lišejníků s jinými společnými vlastnostmi do jemnějších skupin může být již výše zmiňovaná topografická poloha či jiné nezachycené charakteristiky mikrostanoviště a nám neznámé vlastnosti lišejníků. Jedná se ovšem spíše o náměty na směr dalšího výzkumu lišejníků alpské tundry.

ZÁVĚR

Prezentované výsledky jsou začátkem dlouhodobého sledování potenciálních změn neohroženějších partií Krkonoš. Díky projektu GLORIA se v časovém horizontu dalších deseti let může ukázat, zda a jak se případně bohatá krkonošská lichenoflóra proměňuje. Pokud budou lišejníky preferující horské prostředí vytlačovány druhy z nižších poloh, případně cévnatými rostlinami, ukázalo by se, že oteplování má pravděpodobně zásadní vliv na zdejší arкто-alpínskou tundu.

Poděkování

Děkujeme všem kolegům ze Správy KRNAP a KPN, kteří nám pomáhali s terénními pracemi na projektu GLORIA: Mileně Kociánové, Roksaně Knapik, Jaroslavu Andřlemu, Josefu Harčarikovi, Tomášovi Lhotovi, Karolině Dobrowské a studentům na praxi. Za ideu přivést projekt GLORIA do Krkonoš děkujeme Věře Straškrábové z Biologického centra AV ČR, v. v. i. Projekt byl finančně a materiálně podpořen Správami KRNAP a KPN.

LITERATURA

- ANDERS J. 1906: Die Strauch- und Blattflechten Nordböhmens. Mitt. Nordböh. Exk.-Klubs, Böhm. Leipa, 29: 140–153.
- ANDERS J. 1930: Lichenes exsiccati Bohemiae borealis (Flechten Nordböhmens). Faszikel II, Nr. 51–110. 1 p., Böhm. Leipa.
- ANDERS J. 1931a: Lichenes exsiccati Bohemiae borealis (Flechten Nordböhmens). Faszikel III, Nr. 111–160. 1 p., B. Leipa.
- ANDERS J. 1931b: Lichenes exsiccati Bohemiae borealis (Flechten Nordböhmens). Faszikel IV, Nr. 161–220. 1 p., Böhm. Leipa.
- ANDERS J. 1933: Lichenes exsiccati Bohemiae borealis (Flechten Nordböhmens). Faszikel VI, Nr. 271–333. 1 p., Böhm. Leipa.
- ANDERS J. 1936: Die Flechten Nordböhmens. IV. Nachtrag. Beih. Bot. Cbl., Sect. 2, Dresden, B 54: 429–488, 4 pl.
- BAYER E. 1888: O své cestě na Krkonoše. Výr. Zpr. Klubu Přírod. Praha 19: 28–30.
- BAYER E. 1890: Lichenologický výlet do Krkonoš. Vesmír, Praha, 19: 6–7 et 18–19.
- BAYEROVÁ Š., LIŠKA J. & UHLÍK P. 2004: Příspěvek k poznání lichenoflóry Krušných hor. (A contribution to the knowledge of lichen flora of the Krušné hory Mts., the Czech Republic). Bryonora 33: 28–35.
- CYPERS–LANDRECY V. 1926: Beiträge zur Kryptogamenflora des Riesengebirges und seine Vorlagen. Lotos, Prag, 74: 1–18.
- CZEIKA H., CZEIKA G., GUTTOVÁ A., FARKAS E., LÖKÖS L. & HALDA J. 2004: Phytogeographical and taxonomic remarks on eleven species of cyanophilic lichens from Central Europe. Preslia 76 (2): 183–192.
- CORNELISSEN J. H. C., CALLAGHAN T. V., ALATALO J. M., MICHELSEN A., GRAGLIA E., HARTLEY A. E., HIK D. S., HOBIE S. E., PRESS M. C., ROBINSON C. H. et al. 2001: Global change and arctic ecosystems: is lichen decline a function of increase in vascular plant biomass? J. Ecol. 89: 984–994.
- ČERNOHORSKÝ Z. 1965: Die Verbreitung der Flechte *Rhizocarpon lecanorinum* Anders in der Tschechoslowakei. Preslia 37: 353–362.
- ČERNOHORSKÝ Z. 1967: Die Verbreitung der Flechte *Rhizocarpon alpicola* (Hepp) Rabh. in der Tschechoslowakei. Preslia 39: 365–374.
- EITNER E. 1896: Nachträge zur Flechtenflora Schlesiens. Jber. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abt. Zool.-Bot. Sect., Breslau, 73: 2–26.
- EITNER E. 1911: Dritten Nachtrag zur schlesischen Flechtenflora. Jber. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abt. Zool.-Bot. Sect., Breslau, 88: 20–60.
- ERICHSEN C. F. E. 1936: Pertusariaceae. In: Rabenhorst's Krypt.-Fl., Band 9, Abt. 5/1, p. 319–728, Leipzig.
- FLOTOW J. VON 1828: Lichenologische Bemerkungen. Flora 38: 593–608, 625–640, 672–685, 689–704, 720–736, 737–751.
- FLOTOW J. VON 1836: Reisebericht über eine Exkursion nach einem Theile des südöstlichen Riesengebirges, unternommen von dem Präsidenten Nees von Esenbeck und dem Major von Flotow. Beih. Flora (in Flora 19), Regensburg, 1: 1–60.
- FLOTOW J. VON 1839: Die merkwürdigsten und selteneren Flechten des Hirschberg–Warmbrunner Thals und des Hochgebirgs. In: Wendt Die Thermen zu Warmbrunn in schlesischen Riesengebirge, Breslau.
- FLOTOW J. VON 1850a: Lichenes Florae Silesiae. Jber. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Breslau, 1849: 98–135.
- FLOTOW J. VON 1850b: Lichenes Florae Silesiae. Zweiter Artikel. – Jber. Schles. Ges. Vaterl. Cult., Abt. I, Breslau, 28: 115–143.
- GRABHERR G., GOTTFRIED M. & PAULI H. 1994: Climate effects on mountain plants. Nature 369: 448.
- GRABHERR G., GOTTFRIED M. & PAULI H. 2000: GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. Mountain Research and Development 20 (2): 190–191.
- GRABHERR G., GOTTFRIED M. & PAULI H. 2001: Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. In: C. A. BURGA & KRATOCHWIL (eds) Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales. Tasts for Vegetation Science 35, Kluwer. 153 p.
- GRÜNVALDOVÁ V. 1970: Beitrag zur Problematik der Gattung *Thamnolia* Ach. in der Tschechoslowakei. Biológia 25: 49–55.

- GUTTOVÁ A. 2000: Three *Leptogium* species new to central Europe. *Lichenologist* 32: 291–293.
- GYELNIK V. 1940: Cyanophili. Lichinaceae, Heppiaceae, Pannariaceae. In: Rabenhorst's Krypt.– Fl., Band 9, Abt. 2/2, p. 1–272, Leipzig.
- HAENKE T. 1791: Die botanischen Beobachtungen auf der Reise nach dem Böhmischem Riesengebirge. In: JIRASEK J. et al. (eds) Beobachtungen auf Reisen nach dem Riesengebirge, p. 31–159, ed. Königl. Böhm. Ges. Wissensch., Dresden, p. 110–114.
- HALDA J. P. 2006: Interesting lichen records from Králický Sněžník Mts. (Glatzer Schneeberg, Czech Republic). – In: LACKOVIČOVÁ A., GUTTOVÁ A., LISICKÁ E. & LIZOŇ P. (eds), Central European lichens – diversity and threat. Mycotaxon Ltd., Ithaca: 315–323
- HALDA J. P. 2008: Seznam lišejníků české strany Králického Sněžníku – Checklist of Lichens of the Králický Sněžník Mts. (Czech Side). Acta musei richnoviensis, sect. Natur., 15(2): 43–84.
- HERBEN T. & MÜNZBERGOVÁ Z. 1993: Zpracování geobotanických dat v příkladech. Část I. Data o druhovém složení. Praha.
- HILITZER A. 1924a: Několik zajímavých lišejníků Krkonoš. Čas. Nár. Mus., sect. natur., Praha, 98: 144–148.
- HILITZER A. 1924b: Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Acta Bot. Bohem., Praha, 3: 3–15.
- HILITZER A. 1925: Nové naleziště *Acarospora chlorophana* v Čechách. Věda Přír., Praha, 6: 217–218.
- HILITZER A. 1926: Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series II. Acta Bot. Bohem., Praha, 4–5: 42–51.
- HILITZER A. 1929: Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series III. Acta Bot. Bohem., Praha, 8: 104–118.
- HRUBY J. 1914: Die Ostsudeten. 136 p., ed. Landesdurchforsch.-Komm. für Mähren, Brünn.
- JENÍK J. & SEKYRA J. 1995: The concept of arctic-alpine tundra. In: SOUKUPOVÁ L., KOČIÁNOVÁ M., JENÍK J. & SEKYRA J. (eds): Arctic-Alpine tundra in the Krkonoše, the Sudetes. Opera Corcontica 32: 6–12.
- JENÍK J. & LIŠKA J. (eds) 2000: Masiv Sněžky v Krkonoších včetně Růžové hory z hlediska botanického a ekologického ve vztahu k investičnímu záměru výstavby lanovky a lyžařského areálu v oblasti Pece p. Sněžkou. Průhonice, ms.
- JENÍK J. & ŠTURSA J. 2003: Vegetation of the Giant Mts., Central Europe. In NAGGY L., GRABHERR G., KÖRNER C. & THOMPSON D. B. A. (eds): Alpine Biodiversity in Europe. Springer, Germany. 477 p.
- KABLIK J. 1846: Flora des Riesengebirges. In: EISELT J. N. (ed) Das Johannesbader Sprudel. p. 171–195, Prag.
- KANKA R., KOLLÁR J., BARANČOK P. 2005: Monitoring of climatic change impacts on alpine vegetation in the Tatry Mts – first approach. *Ekológia* 24: 411–418.
- KAVINA K. 1914: Fytogeografický nástin Krkonoš. *Preslia* 1: 12–31.
- KLEMENT O. 1933: Zur Verbreitung von *Lecidea furvella* Nyl., in Mitteleuropa. *Lotos*, 81: 48–51.
- KOCOURKOVÁ J. 2006: Zpráva z monitoringu druhu *Cladonia stellaris* (sect. *Cladina*) za rok 2006. 198 p., ms. (depon in: AOPK Praha).
- KOCOURKOVÁ J. 2008: Zpráva z lichenologického výzkumu v CHKO Jizerské hory za rok 2007. Biodiversita lišejníků a lichenikolních hub. 96 p., 12 p. příloh, ms. (depon in: SCHKO Jizerské hory, Liberec).
- KÖRBER G. W. 1855: Systema Lichenum Germaniae. 459 p., ed. Trewendt & Granier, Breslau.
- KÖRBER G. W. 1861–1865: Parerga lichenologica. 501 p., ed. E.Trewendt, Breslau.
- KÖRNER C. 1999: Alpine Plant Life. Springer, Germany. 243 p.
- KÖRNER C., PAULSEN J. & PELAEZ-RIEDL S. 2003: A bioclimatic characterisation of Europe's alpine areas. In: NAGY L., GRABHERR G., KÖRNER C., & THOMPSON D. B. A. (eds) Alpine biodiversity in Europe. Springer-Verlag, Berlin.
- KOVÁŘ F. 1909: Třetí příspěvek ku květeně lišejníků moravských. – Věstn. Klubu Přírod. Prostějov 11: 55–99.
- KUŤÁK V. 1914: Výsledky výzkumu lišejníkové květeny východních a severovýchodních Čech v letech 1908–1913. In: PANÝREK D. (ed) Věstník V. sjezdu českých přírodovědcův a lékařů v Praze od 29. května do 3. června 1914, p. 334–335, Praha.
- KUŤÁK V. 1926: Příspěvek k lichenologii Krkonoš. *Preslia* 4: 20–9.
- KUŤÁK V. 1952: Lišejníky v Krkonoších. Čas. Nár. Mus., sect. natur., Praha, 121: 106–116.
- LAUS H. 1910: Der Grosse Kessel im Hochgesenke. – Beih. Bot. Cbl., sect. 2, Dresden, 26: 103–131.
- LISICKÁ E. 1980: Flechtenfamilie Umbilicariaceae Fée in der Tschechoslowakei. *Biol. Pr. SAV, Bratislava*, 26/4: 1–153.

- LIŠKA J., PALICE Z. & BAYEROVÁ Š. 1999: *Cladonia luteoalba* a *C. norvegica* – nové dutohlávky pro ČR. *Bryonora* 23: 4–7.
- LIŠKA J., PALICE Z. & SLAVÍKOVÁ Š. 2008: Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic. Seznam a Červený seznam lišejníků České republiky. *Preslia* 80: 151–182.
- MARK A. F., DICKINSON K. J. M., MAEGLI T. & HALLOY S. R. P. 2006: Two GLORIA long-term alpine monitoring sites established in New Zealand as part of a global network. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 36: 111–128.
- MANN W. 1825: *Lichenum in Bohemia observatorum dispositio succinctaque destriptio*. 108 p., Pragae.
- MATH S. 2000: S-PLUS 2000. Math Soft, Seattle, WA.
- NÁDVORNÍK J. 1942: Systematische Übersicht der mitteleuropäischen Arten der Flechtenfamilie Caliciaceae. *Studia Botanica Českoslovaca* 5: 6–46.
- NÁDVORNÍK J. 1951: Lišejníky Jizerských hor. *Čas. Nár. Mus.*, 120: 44–48.
- NÁDVORNÍK J. 1961: Příspěvky k lišejníkovému rodu *Lecidea* (Ach.) Th.Fr. v ČSSR. *Preslia* 33: 308–314.
- OPIZ P. M. 1823: *Böheims phanerogamische und cryptogamische Gewächse*. 168 p., Prag.
- OPIZ P. M. 1852: Seznam rostlin květeny české. *Spisy Mus.*, Praha, 44: 1–216.
- OPIZ P. M. 1856–1857: *Lichenologische Nachträge zu meinem Seznam rostlin květeny české*. Lotos, Praha, 6 et 7.
- PALICE Z. 1998: Lišejníky zaznamenané v roce 1998 v oblasti východních Krkonoš, zejména v Úpské jámě. Průhonice, msc. 9 p.
- PALICE Z. 1999: New and noteworthy records of lichens in the Czech Republic. *Preslia* 71: 289–336.
- PALICE Z. 2000: Lichenologická zpráva k výzkumu Krkonoš za rok 2000. In JENÍK J. & LIŠKA J. (eds), *Masiv Sněžky v Krkonoších včetně Růžové hory z hlediska botanického a ekologického ve vztahu k investičnímu záměru výstavby lanovky a lyžařského areálu v oblasti Pece p. Sněžkou*. Průhonice, msc.
- PAUL J. 1906: Zur Flechtenflora von Mähren und Oesterr. Schlesien. *Verh. Naturforsch. Ver. Brünn, Abh.* 44: 80–90.
- PAULI H., GOTTFRIED M., HOHENWALLNER D., REITER K., CASALE R. & GRABHERR G. (eds) 2004: The GLORIA Field Manual – Multi-Summit Approach. European Communities, Belgium. 45 p.
- PAULI H., GOTTFRIED M., REITER K., KLETTNER C. & GRABHERR G. 2007: Signals of range expansion and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* 12: 1–10.
- SCHUSTLER F. 1918: Krkonoše. Rostlinozeměpisná (fytogeografická) studie. *Arch. Přírod. Výzk. Čech, Praha, 16/4*: 181.
- SERVÍT M. 1911: Zur Flechtenflora Böhmens und Mährens. *Hedwigia* 50: 51–85.
- SMITH C. W., APTROOT A., COPPINS B. J., FLETCHER A., GILBERT O. L., JAMES P. W. & WOLSELEY P. A. (eds) 2009: *The Lichens of Great Britain and Ireland*. 1046 p., British Lichen Society, London.
- SOUKUPOVÁ L., FLOUSEK J., VÁŇA J. & VANĚK J. 1995: Biotic indicators. In: SOUKUPOVÁ L., KOCIÁNOVÁ M., JENÍK J. & SEKÝRA J. (eds): *Arctic-Alpine tundra in the Krkonoše, the Sudetes*. *Opera Corcontica* 32: 39–41.
- SUZA J. 1925: Nástin zeměpisného rozšíření lišejníků na Moravě vzhledem k poměrům evropským. *Spisy Přírod. Fak. Masaryk. Univ. Brno 1925/55*: 1–152.
- SUZA J. 1928: Nové lišejníky Krkonoš. *Věda Přír.*, Praha, 9: 305–309.
- SUZA J. 1929: Srovnávací poznámky k zeměpisnému rozšíření lišejníků na Sudetách, zvláště východních. I. *Sborn. Klubu Přírod. Brno 11*: 128–155.
- SUZA J. 1933: Zajímavé lišejníky v Československu. II. *Čas. Morav. Zem. Mus.*, Brno, 28–29: 496–506.
- SUZA J. 1936: Doplnky k rozšíření lišejníků v Čechách III. *Čas. Nár. Muzea, Praha*, 110: 107–113.
- SUZA J. 1944: K lichenologickému svérázu Žďárských hor. *Práce Moravské Přírodovědecké Společnosti*, 16: 1–15.
- SUZA J. 1948: *Parmelia incurva* v lišejníkové flóře střední Evropy. *Věstn. Král. Čes. společ. Nauk, cl. math.-natur.*, Praha, 1947/8: 1–20.
- STEIN G. 1879: Flechten. In: *Kryptogamen-Flora von Schlesien. Im Namen der Schles. Ges. f. vaterländ. Kultur herausgeg. v. Prof. Dr. Ferd. Cohn. Jahresber. Schles. ges.*, 2: 1400.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. 1998: CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination. Centre for Biometry, Wageningen.
- VĚZDA A. 1957: Lišejníky jihozápadní části Českomoravské vysočiny (Telečsko a Dačicko). *Acta musei silesiae*, 6: 48–64, 73–91.

- VĚZDA A. 1958: Die Tschechoslowakischen Gyalecta – und Pachyphiale – Arten nebst Bestimmungsschlüssel und Übersicht der europäischen Arten. Sborn. Vys. Šk. Zeměd. Lesn., ser. C, Brno, 1958/1: 21–56.
- VĚZDA A. 1961: Lichenes novi vel rariores Sudetorum occidentalium. Preslia 33: 365–368.
- VĚZDA A. 1973: Lichenes selecti exsiccati, editi ab Instituto botanico Academiae Scientiarum Čechoslovacae, Průhonice prope Pragam. Fasciculus XLVI. (no. 1126–1150) et XLVIII. (no. 1176–1200). 21 p., Brno.
- VĚZDA A. 1978: Neue oder wenig bekannte Flechten in der Tschechoslowakei. II. Folia Geobot. Phytotax., Praha, 13: 397–420.
- VĚZDA A. & LIŠKA J. 1999: Katalog lišejníků České republiky. Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Průhonice. 283 pp.
- ZEISKE M. 1902: Die Pflanzenformationen der Hochsudetn. Beih. Bot. Cbl., Cassel, 11: 418–435.

APPENDIX

Seznam a zkratky druhů lišejníků nalezených v Krkonoších ve sledovaných plochách v rámci projektu GLORIA.

List of lichen species with their abbreviations found in the Krkonoše Mts on studied squares within the project GLORIA.

<i>acafus</i>	<i>Acarospora fuscata</i> (Schrad.) Th. Fr.
<i>aleochr</i>	<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) A. Massal.
<i>arcinc</i>	<i>Arctoparmelia incurva</i> (Pers.) Hale
<i>artgri</i>	<i>Arthrorhaphis grisea</i> Th. Fr.
<i>aspmysr</i>	<i>Aspilidea myrinii</i> (Fr.) Hafellner
<i>baeruf</i>	<i>Baeomyces rufus</i> (Huds.) Rebert.
<i>belalp</i>	<i>Bellemerea alpina</i> (Sommerf.) Clauzade & Roux
<i>broit</i>	<i>Brodoo intestiniiformis</i> (Vill.) Goward
<i>bryglo</i>	<i>Bryophagus gloeocapsa</i> Nitsche ex Arnold
<i>bueaet</i>	<i>Buellia aethalea</i> (Ach.) Th. Fr.
<i>cetacu</i>	<i>Cetraria aculeata</i> (Schreb.) Fr.
<i>cetisl</i>	<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.
<i>claarb</i>	<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot. ssp. mitis (Sandst.) Ruoss
<i>clabel</i>	<i>Cladonia bellidiflora</i> (Ach.) Schaer.
<i>clacer</i>	<i>Cladonia cervicornis</i> (Ach.) Flotow
<i>clachl</i>	<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.
<i>clacoc</i>	<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd.
<i>clacon</i>	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.
<i>cladig</i>	<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.
<i>clafim</i>	<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.
<i>claflo</i>	<i>Cladonia floerkeana</i> (Fr.) Florke
<i>clagra</i>	<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.
<i>clalut</i>	<i>Cladonia luteoalba</i> A. Wilson & Wheldon
<i>clmaci</i>	<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.
<i>clmacr</i>	<i>Cladonia macroceras</i> (Delise) Hav.
<i>claple</i>	<i>Cladonia pleurota</i> (Flörke) Schaer.
<i>clapix</i>	<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.
<i>clasul</i>	<i>Cladonia sulphurina</i> (Michx.) Fr.
<i>claunc</i>	<i>Cladonia uncialis</i> (L.) Weber ex Wigg.
<i>dipscr</i>	<i>Diploschistes scruposus</i> (Schreb.) Norman
<i>fuscya</i>	<i>Fuscidea cyathoides</i> (Ach.) V.Wirth & Vězda
<i>fuskoch</i>	<i>Fuscidea kochiana</i> (Hepp) V.Wirth & Vězda

<i>lecint</i>	<i>Lecanora intricata</i> (Ach.) Ach.
<i>lecpol</i>	<i>Lecanora polytropa</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Rabenh.
<i>lecrup</i>	<i>Lecanora rupicola</i> (L.) Zahlbr.
<i>lecsor</i>	<i>Lecanora soralifera</i> (Suza) Räsänen
<i>leccon</i>	<i>Lecidea confluens</i> (Weber) Ach.
<i>lecfus</i>	<i>Lecidea fuscoatra</i> (L.) Ach.
<i>leclap</i>	<i>Lecidea lapicida</i> (Ach.) Ach.
<i>lecpan</i>	<i>Lecidea lapicida</i> var. <i>pantherina</i> Ach.
<i>leclit</i>	<i>Lecidea lithophila</i> (Ach.) Ach.
<i>leclpla</i>	<i>Lecidea plana</i> (J. Lahm.) Nyl.
<i>lecdem</i>	<i>Lecidoma demissum</i> (Rutstr.) G. Schneider & Hertel
<i>lepneg</i>	<i>Lepraria neglecta</i> (Nyl.) Lettau
<i>melhep</i>	<i>Melanelia hepatizon</i> (Ach.) Thell
<i>miclig</i>	<i>Micarea lignaria</i> (Ach.) Hedl.
<i>mictur</i>	<i>Micarea turfosa</i> (A.Massal.) Du Rietz
<i>mirleu</i>	<i>Miriqidica leucophaea</i> (Flörke ex Rabenh.) Hertel et Rambold
<i>mirnig</i>	<i>Miriqidica nigroleprosa</i> (Vain.) Hertel & Rambold
<i>opegyr</i>	<i>Opegrapha gyrocarpa</i> Flot.
<i>orpmos</i>	<i>Orphniospora mosgii</i> (Körb.) Hertel & Rambold
<i>ophven</i>	<i>Ophioparma ventosa</i> (L.) Norman
<i>opezon</i>	<i>Opegrapha zonata</i> Körb.
<i>paramb</i>	<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.
<i>parhyp</i>	<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold
<i>percor</i>	<i>Pertusaria corallina</i> (L.) Arnold
<i>perlac</i>	<i>Pertusaria lactea</i> (L.) Arnold
<i>plaicm</i>	<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James
<i>plaoli</i>	<i>Placynthiella oligotropha</i> (J. R. Laundon) Coppins & P. James
<i>plauli</i>	<i>Placynthiella uliginosa</i> (Schrad.) Coppins & P. James
<i>porcru</i>	<i>Porpidia crustulata</i> (Ach.) Hertel & Knoph
<i>pormac</i>	<i>Porpidia macrocarpa</i> (DC.) Hertel & A. J. Schwab
<i>porrug</i>	<i>Porpidia rugosa</i> (Taylor) Coppins & Fryday
<i>porsor</i>	<i>Porpidia soledizodes</i> (Lamy ex Nyl.) J. R. Laundon
<i>portub</i>	<i>Porpidia tuberculosa</i> (Sm.) Hertel & Knoph
<i>probad</i>	<i>Protoparmelia badia</i> (Hoffm.) Hafellner
<i>propha</i>	<i>Protoparmelia phaeonesos</i> Poelt
<i>psepub</i>	<i>Pseudophebe pubescens</i> (L.) M. Choisy
<i>rhialp</i>	<i>Rhizocarpon alpicola</i> (Anzi) Rabenh.
<i>rhdisp</i>	<i>Rhizocarpon disporum</i> (Nägeli. ex Hepp) Müll. Arg.
<i>rhdist</i>	<i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr.
<i>rhigeo</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.
<i>rhihoc</i>	<i>Rhizocarpon hochstetteri</i> (Körb.) Vain.
<i>rhilec</i>	<i>Rhizocarpon lecanorinum</i> Anders
<i>rhivol</i>	<i>Rhizocarpon polycarpum</i> (Hepp) Th. Fr.
<i>rinfur</i>	<i>Rimularia furvella</i> (Nyl. ex Mudd) Hertel & Rambold
<i>schfus</i>	<i>Schaereria fuscocinerea</i> (Nyl.) Clauzade & Cl. Roux
<i>spopol</i>	<i>Sporastatia polyspora</i> (Nyl.) Grummann
<i>spotep</i>	<i>Sporastatia testudinea</i> (Ach.) A. Massal
<i>stealp</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i> Laurer
<i>stedac</i>	<i>Stereocaulon dactylophyllum</i> Flörke
<i>steves</i>	<i>Stereocaulon vesuvianum</i> Pers.

<i>teparm</i>	<i>Tephromela armeniaca</i> (DC.) Hertel & Rambold
<i>tepgru</i>	<i>Tephromela grumosa</i> (Pers.) Hafellner & Roux
<i>tracoa</i>	<i>Trapelia coarctata</i> (Sm.) M. Choisy
<i>traobt</i>	<i>Trapelia obtegens</i> (Th.Fr.) Hertel
<i>trapla</i>	<i>Trapelia placodioides</i> Coppins et P. James
<i>trafle</i>	<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins et P. James
<i>tragra</i>	<i>Trapeliopsis granulosa</i> (Hoffm.) Lumbsch
<i>trapse</i>	<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> Coppins & P. James
<i>treatr</i>	<i>Tremolecia atrata</i> (Ach.) Hertel
<i>umbcyl</i>	<i>Umbilicaria cylindrica</i> (L.) Delise ex Duby
<i>umbdeu</i>	<i>Umbilicaria deusta</i> (L.) Baumg.
<i>umbpol</i>	<i>Umbilicaria polyphylla</i> (L.) Baumg.
<i>umbtor</i>	<i>Umbilicaria torrefacta</i> (Lightf.) Schrad.
<i>xylpar</i>	<i>Xylographa paralella</i> (Ach.) Behlen & Desb.