

BIOLOGICKÁ FAKULTA JIHOČESKÉ UNIVERZITY  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

2005



BAKALÁŘSKÁ DIPLOMOVÁ PRÁCE

**TAXONOMICKÁ STUDIE SKUPINY DRUHŮ**  
*Caloplaca holocarpa*

(*Teloschistaceae*, lichenizované houby)

vypracoval: Michael Bartoš

vedoucí práce: Jan Vondrák

Bartoš M. (2005): Taxonomická studie skupiny druhů *Caloplaca holocarpa* (*Teloschistaceae*, lichenizované houby). [Study on taxonomy of the *Caloplaca holocarpa* group (*Teloschistaceae*, lichenized fungi). Bc thesis, in Czech] – 24 p., Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

**Annotation:**

*Caloplaca holocarpa* complex consists of several taxa, which are rather similar in many characters, such as gross morphology, apothecial structure and spore variation. Species described in this complex are characterised by unclear characters, which do not separate them from each others sufficiently. In this study, two ecotypes (corticolous and saxicolous), sometimes recognized as two different species, are investigated in the detail. According to my results, these two morphotypes can not be considered as two different species on morphological basis.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, pouze s pomocí uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, dne 4. ledna 2005

  
.....

Poděkování:

Především bych chtěl poděkovat Honzovi Vondrákovi za jeho trpělivost a cenné rady, dále pak Vojtovi Kasalickému za jeho zasvěcení do Statistiky. Poděkovat musím také Kamilu Zimmermannovi a mnoha dalším za psychickou podporu.

## OBSAH:

1.	ÚVOD .....	2
1.1.	ZNAKY A VARIABILITA RODU .....	2
1.2.	KOMPLEX DRUHŮ „ <i>CALOPLACA HOLOCARPA</i> „ .....	5
1.3.	TAXONOMIE KOMPLEXU <i>CALOPLACA HOLOCARPA</i> .....	5
1.4.	CÍLE PRÁCE.....	6
2.	METODIKA .....	7
2.1.	SEZNAM ZKOUMANÝCH POLOŽEK .....	9
3.	VÝSLEDKY .....	12
4.	DISKUSE.....	20
5.	ZÁVĚR.....	22
6.	POUŽITÁ LITERATURA.....	23

## 1. Úvod

Rod *Caloplaca* je charakterizován přítomností anthrachinonů v povrchových pletivech stélky a apothecií, apothecii s vyvinutým pravým i stélkovým okrajem (pravé a stélkové excipulum), vřecky typu *Teloschistes*, polarilokulátními bezbarvými askosporami a baciliformními až oválnými konidii. Jedná se o druhově velice bohatý rod, uvádí se přibližně 800 druhů (Kärnefelt et al., 2002), jehož zástupci nabývají často zcela rozličných růstových forem. Uvnitř rodu *Caloplaca* se nachází několik taxonomicky problematických skupin. V této práci je řešena problematika části skupiny *Caloplaca holocarpa* s.l.

### 1.1. Znaký a variabilita rodu

#### Stélka

Přítomnost či absence stélky, její tloušťka, barva, nebo tvar jsou znaky běžně používané pro taxonomické zařazení. Základními typy stélky jsou endolitická (nachází se pod povrchem substrátu a je patrná až na lomu) či epilítická (na povrchu substrátu), která se dále člení na korovitou (hladce či areolátně rozpukanou), leprósní (povrch postrádá kůru a celý se solediosně rozpadá), šupinkatou až lalůčkatou (od drobných nezřetelných po zřetelně větvené). Mezi těmito typy bývají i různé přechody. Extrémem je téměř keříčkovitá stélka známá dosud u 10 pobřežních druhů ze Severní i Jižní Ameriky, Afriky a Austrálie.

Stélka může nabývat barvy jdoucí od žluté přes žlutooranžovou až po načervenalou způsobenou přítomností anthrachinonů vykazujících purpurové reakce na 10% roztok KOH (dále pouze K). U druhů bez přítomnosti anthrachinonů se mohou ve stélce vyskytovat v acetonu rozpustné pigmenty *Sedifolia*-grey a *Cinereorufa*-green způsobující zelenošedé, šedé až téměř černé zbarvení.

**Kůra** (svrchní vrstva stélky) je formována převážně z paraplektenchymu. Její šířka se liší podle toho, kde se na stélce nachází.

Na povrchu kůry se může nacházet **epinekrální vrstva** (směs mrtvých zbytků stélkových buněk a různých krystalů) nebo **pruina** (světle šedivá či bílá krystalická vrstva).

**Řasová vrstva** je buď souvislá nebo nesouvislá formovaná z plektenchymu či paraplektenchymu. Řasy nacházející se v ní, náleží do rodu *Trebouxia* (*Chlorophyceae*) a jejich velikost je velice variabilní i u jedinců jednoho vzorku v důsledku vegetativního rozmnožování dělením. Kromě stélky se řasy vyskytují i ve stélkovém excipulu apothecií.

**Dřeň** (medulla) nacházející se pod řasovou vrstvou, je-li tvořena, tak řídkým plektenchymem.

Především u sterilních druhů se mohou objevit i stélkové nepohlavně vznikající propagule. Jedním z útvarů zajišťujících vegetativní rozmnožování jsou **soredie** nemající svrchní kůru a dosahující rozměrů mezi 20-80  $\mu\text{m}$ . Vznikají na povrchu stélky, v místech kde je svrchní kůra přerušena. Tato místa nazývaná se sorály nabývají různých barev, tvarů, velikostí i pozice na stélce a mohou být ostře ohraničena či nikoliv, což je spolu s velikostí soredií významným taxonomickým znakem. Další strukturou jsou **isidie**, výčnělky na svrchní kůře obsahující fotobionta.

### **Apothecia**

Tyto diskovité, pohlavní cestou vznikající plodnice nabývají v rodě *Caloplaca* obdobné barevné variability jako stélka. Jsou zbarveny většinou žlutě, oranžově či rezavěčerveně, ale u některých druhů nabývají hnědé, červenohnědé až černé barvy. I zde jsou příčinou především anthrachinonové pigmenty vyskytující se ve svrchní vrstvě apothecií, takzvaném epihymeniu.

**Epihymenium** je víceméně horní částí výtrusorodé vrstvy a vyplňuje prostor mezi vrcholky věcek a koncovými buňkami parafýz.

Pod epihymeniem se nalézá výtrusorodá, většinou bezbarvá vrstva – **hymenium**. Jeho výška, ač se během vývoje apothecia mění (mladá apothecia ho mívají nižší), může být užita k určení druhu. U jednotlivých apothecií se mocnost hymenia mění od středu k okrajům, přičemž na krajích bývá slabší.

Nejspodnější vrstvou apothecia je **hypothecium**. Tato většinou bezbarvá vrstva přechází u okrajů v pravé excipulum.

**Excipulum** (okraj apothecia) je rozlišeno na pravé a stélkové. Pravé excipulum (vnitřní okraj) neobsahuje řasy a je tvořeno hutnou paraplektenchymatickou nebo plektenchymatickou tkání. Stélkové excipulum (vnější okraj) obsahuje řasy a bývá na povrchu světlejší. Uvnitř rodu

*Caloplaca* se vyskytují tři typy excipula, t.j. excipulum s redukováným vnitřním okrajem, excipulum s oběma okraji (nejčastější typ) a excipulum s redukováným vnějším okrajem.

**Vřecka** (aska), v hymeniu vertikálně orientované útvary kyjovitého tvaru, jsou typu *Teloschistes*. Při reakci s KI (přidání Lugolova roztoku po aplikaci KOH) jsou viditelné specifické amyloidní struktury ve vnitřní stěně tzv. apikálního dómu vřecka. Vřecka u rodu *Caloplaca* obsahují obvykle 8 výtrusů. Velikost vřecka je variabilní i v rámci jednoho apothecia a závisí na stupni vývoje.

**Výtrusy** (askospory) jsou tenkostěnné, elipsoidní, obvykle polarilokulární, občas mohou mít i 3 nebo 4 lokuly, vzácně mohou být jednoduché s pouhým náznakem zúžení ve střední části. Tvar, velikost, poměr délky k šířce a tlouška septa zralých spor představují důležité diagnostické znaky pro identifikaci jednotlivých druhů.

**Parafýzy**, vertikálně orientované sterilní hyfy obklopující a přesahující vřecka jsou septátní, mají povětšinou k vrcholu rozšiřující se buňky (klavátní), nebo jsou ztloustlé buňky přibližně stejně veliké a staženy v septa (submoniliformní), či mají značně zvětšenou pouze apikální buňku (kapitátní). Parafýzy jsou jednoduché nebo vidličnatě, vzácně i vícenásobně větvené. Mohou být také anastomozní. K vrcholům parafýz přisedají granule parietinu, které vytvářejí granulátní krustu epithecia.

## **Pyknidy**

Pyknidy jsou nepohlavní plodnice, obvykle vnořené do stélky. Zde na konidioforech (vlákna tvořená víceméně izodiametrickými buňkami), které mohou být větvené, vznikají jednoduché baciliformní konidie neboli pyknospory, jež se odškrcují a dostávají se ven ostiolem (otvor na vrcholu pyknidy).

## 1.2. Komplex druhů "*Caloplaca holocarpa*"

Tuto skupinu lze charakterizovat popisem druhu *Caloplaca holocarpa* (Hoff.) Wade v jeho širším pojetí (převzato podle Wade, 1965):

"Stélka neohraničená nebo někdy ohraničená bělavě šedým radiálním hypothalem, světle šedým až černavým v průmyslových zónách, šupinkatě nebo jemně zrnkovitá, často nezřetelná. Apothecia malá, 0,3-0,5 mm v průměru, obvykle nahloučená a často deformovaná vlivem okolních apothecií, z počátku konkávní, později víceméně konvexní, žlutá až oranžová; vlastní okraj trochu světlejší nebo stejně zbarvený jako disk; stélkový okraj stejné barvy jako stélka, viditelný pouze v raných stádiích vývoje apothecií. Thecium 60-75  $\mu\text{m}$  vysoké. Hypothecium s drobnými olejovými kapénkami. Parafýzy většinou jednoduché nebo vidličnatě větvené, 1,5  $\mu\text{m}$  silné, apikální buňky 3-5  $\mu\text{m}$  silné. Vřecka 45-60 x 10-15  $\mu\text{m}$ . Spory elipsoidní, 10-16 x 5-7,5  $\mu\text{m}$ , septum 1/4-1/3 délky spor."

## 1.3. Taxonomie komplexu *Caloplaca holocarpa*

Názvu *Caloplaca holocarpa* (HOFFM.) A. E. WADE použil poprvé na druhové úrovni Wade (1965) ve své práci zabývající se rodem *Caloplaca*. Učinil tak na základě studia Ehrhartova exsikátu č. 284 *Lichen holocarpus*, jenž se nachází na dřevě. Srovnal exsikát s vybranými položkami druhu *Caloplaca pyracea* (ACH.) TH. FR. a neshledal žádné morfologické rozdíly ukazující na oprávněné rozlišování těchto dvou druhů. Neboť pojmenování *Verrucaria oblittera* var. *holocarpa* HOFFM.(1796) je starší než *Parmelia cerina* var. *pyracea* ACH.(1803), kde bylo poprvé užito epitheta „*pyracea*“, použil Wade pravidla priority a zavedl název *Caloplaca holocarpa* jako platné synonymum pro *Caloplaca pyracea*.

Někteří autoři však dodnes používají názvu *Caloplaca pyracea* pro jedince komplexu *Caloplaca holocarpa* rostoucí na dřevě a kůře, a názvu *Caloplaca lithophila* H. MAGN. pro jedince rostoucí epiliticky. Toto pojetí jako první uplatnil Magnusson (1946). Mínil, že každý z druhů má svůj vlastní rozsah variability a přestože se často viditelně neliší, jedná se o dvě



souběžné linie. Dále připomíná, že přes podobnost v mnoha znacích jako jsou spory, excipulum, chemismus či parafýzy, se vyskytují malé odlišnosti v uspořádání a barvě apothecií. Uznává, že tyto rozdíly mohou být způsobené výskytem na odlišných substrátech, ale stejně dobře mohou poukazovat na rozrůznění těchto dvou druhů. Arup (1994) přijal jméno *Caloplaca lithophila* pro jedince vyskytující se na vnitrozemských a pobřežních skalách Severní Ameriky a poukázal na žlutou stélkupřítomnost nezřetelné žluté stélky a v parafýzách přítomné buňky obsahující olejové kapénky, které mohou být diagnostickým znakem druhu.

Dalším druhem, vyčleňovaným v rámci komplexu *C. holocarpa*, je epifytický druh *C. cerinelloides* (ERICHs.) POELT, rostoucí převážně na bazické borce. Od ostatních druhů komplexu *C. holocarpa* se liší menšími, "jemnějšími" apothecií, menšími sporami a světlejší barvou plodnic (Dětinský, 1995). Od blízce příbuzného druhu *C. cerinella* (NYL.) FLAGEY (nebývá řazen do komplexu *C. holocarpa*), s nímž má i stejné stanovištní požadavky, se liší pouze počtem výtrusů ve vřecku. Zatímco *C. cerinelloides* má 8 spor ve vřecku jako všechny ostatní druhy komplexu, *C. cerinella* má spor 10 – 16 (Dětinský, 1995). *C. cerinelloides* je v novější literatuře uznáván a poměrně hojně udáván z některých evropských zemí.

Søchting et Stordeur (2001) popsali nový druh v komplexu *C. holocarpa* - *C. thuringiaca* SØCHTING & STORDEUR rostoucí především na odumřelém rostlinném materiálu a lze jej najít i na stoncích *Artemisia campestris* či na listových růžicích *Carex humilis*. Učinili tak na základě specifity stanoviště a "jemnějších" apothecií, která jsou zpočátku vnořena do stélky. V komplexu *C. holocarpa* bylo popsáno ještě několik vysokohorských druhů rostoucích převážně na meších, např. *C. saxifragarum* POELT, *C. schoeferi* POELT a *C. tirolensis* ZAHLBR.

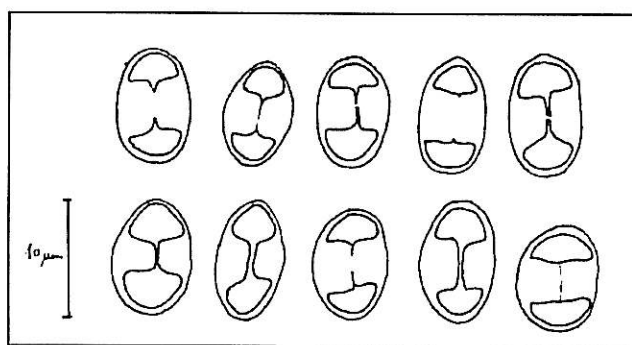
#### 1.4. Cíle práce

1. Morfometrie vybraných morfologických a anatomických znaků u kortikolních a saxikolních jedinců skupiny *Caloplaca holocarpa*. Jednotlivé ekotypy jsou tradičně považovány za samostatné druhy.
2. Porovnat morfologické znaky jednotlivých ekotypů a podpořit či zpochybnit existenci tradičních taxonů založených především na ekologických vlastnostech.

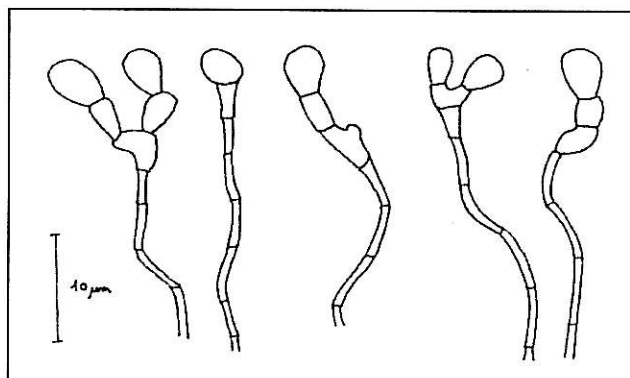
## 2. Metodika

Prvním krokem bylo shromáždění potřebného množství zkoumaného materiálu. Bylo čerpáno nejen ze sběrů provedených za tímto účelem, ale i ze sběrů uložených v lichenologickém herbáři BF JČU (*Herbarium Facultatis Biologicae Universitatis Bohemiae Meridionalis*).

Zkoumání jednotlivých morfologických a anatomických znaků bylo podrobena celkem 36 lichenologických položek (sběrů). 18 z nich bylo saxikolních a zbylých 18 se nacházelo na kůře stromů. Byla zaznamenávána délka a šířka spor, šíře sporického septa a apikálních buněk parafýz. U každé položky byla provedena měření 15 askospor a parafýz (Obr.1 a Obr.2), z čehož plyne 270 opakovaných měření každého znaku ( $n = 270$ ). Pro měření sporického septa je nezbytné krátkodobé zahřátí vzorků, aby mladé spory dozrály (Steiner et Peveling, 1984). Parafýzy byly měřeny až po aplikaci 10% roztoku KOH, jenž způsobil rozpuštění krystalků anthrachinonů v epihymeniu, což umožnilo snažší pozorování parafýz. Všechna tato mikroskopická pozorování byla prováděna při 1000x zvětšení pomocí mikroskopu Olympus, BH-2.

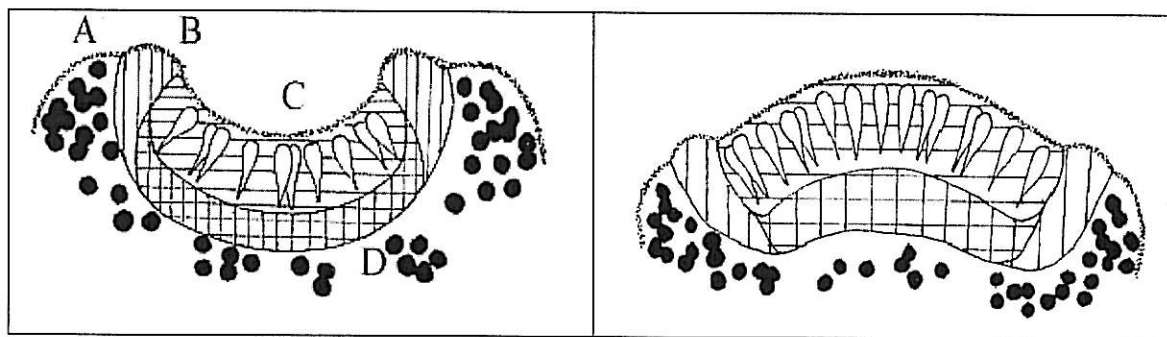


Obr.1 – Polarilokulární spory taxonu *Caloplaca holocarpa* s.l.



Obr.2 – Parafýzy taxonu *Caloplaca holocarpa* s.l.

Dále byla provedena měření výšky hymenia a hypothecia a šíře pravého i stélkového excipula apothecií (Obr.3). U obou skupin (saxikolní, kortikolní) byla odlišena 3 vývojová stádia apothecií. U každého stádia provedeno 20 měření všech zmíněných znaků, z čehož plyne 60 opakovaných měření každého znaku ( $n = 60$ ). Jako první stadium byla označena apothecia, jejichž průměr disku je poloviční nebo menší než průměr celého apothecia. Do druhého stadia spadají všechna apothecia, jejichž průměr disku je větší než polovina průměru celého apothecia a zároveň jsou konkávního tvaru nebo plochá. Apothecia s konvexním diskem a velmi úzkým stélkovým excipulem jsou řazena do třetího stádia. Pro měření znaků bylo opět užito mikroskopu Olympus, BH-2, tentokrát při zvětšení 400x.



Obr. 3 – Apothecia 1. a 3. stadia ( A – stélkové excipulum, B – pravé excipulum, C – hymenium, D – hypothecium)

Dále byly pozorovány makroskopické znaky u všech 18 kortikolních a 18 saxikolních položek. Jako makroskopické charakteristiky byly sledovány: přítomnost prothalu, shlukovitost apothecií, vzájemné přerůstání apothecií, radiálnost uspořádání apothecií a přítomnost šedého vnějšího okraje apothecia. Tyto charakteristiky byly hodnoceny jako přítomné či nepřítomné. Dalším sledovaným makroskopickým znakem byla barva apothecií. Zaznamenávána byla i hrubost substrátu. Hrubost substrátu a barva apothecií jsou obtížně definovatelné a jejich vyhodnocení je subjektivní. Často vykazují plynulý přechod v rámci jedné položky a jejich škálování je obtížné. Pro barvu apothecií byly stanoveny 3 kategorie – žlutá, žlutooranžová a oranžová. Barva byla hodnocena na suchých položkách. Hodnocení makroskopických

charakteristik a charakteristiky substrátu bylo provedeno za pomoci binokulární lupy Olympus, SZH10.

Statistické vyhodnocení mikroskopických znaků bylo provedeno neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem v programu Statistika. Naměřené průměrné hodnoty vybraných mikroskopických znaků byly spolu s výsledky makroskopických pozorování použity pro analýzu PCA v programu CANOCO.

Nomenklatura druhů nenáležících do komplexu *C. holocarpa* s.l. následuje práci **Purvis et al.** (1992). Druhy náležící do komplexu *C. holocarpa* jsou v úvodu opatřeny autorskými zkratkami.

## 2.1. Seznam zkoumaných položek

### Saxikolní:

1. Blanský les, Český Krumlov, NPR Vyšenské kopce, alt. 540 m, 48°49'10"N, 14°17'50"E, vertikální krystalický vápenec, s *C. cirrochroa*, *C. flavocitrina*, 15.3.2002 (Num. 1597)
2. Blanský les, Křemže, Holubov, lokalita "Holubovské hadce", alt. 470 m, 48°53'40"N, 14°20'20"E, na hadcové skalce, 9.6.2004 (Num. 1959)
3. Blanský les, Lhenice, Smědeč, stará kaple 0,3 km SW od vesnice, 48°55'55"N, 14°09'00", omítka na zdi, 7.2.2002 (Num. 1571)
4. Českobudějovická pánev, Netolice, Dobčice, na cestě České Budějovice - Lhenice, alt. 480 m, 49°59'40"N, 14°14'30"E, na betonovém sloupku, 12.4.2003 (Num. 984)
5. Doupovské vrchy, Karlovy Vary, Andělská Hora, ruiny hradu N od vesnice, alt. 700 m, 50°12'20"N, 12°58'E, čedičová zeď hradu, spolu s *Lecanora intricata*, 21.3.2003 (Num. 1174)
6. Hrubý Jeseník, Rýmařov, Karlov, "Petrovy kameny", alt. 1430 m, 50°04'N, 17°14'E, S-orientováno, vertikální fylitová skála, 17.6.2004 (Num. 1912)
7. Křivoklátsko, Rakovník, Skřiváň, skála "Valachov", 1 km SE od vesnice, v údolí Tyterského potoka, SW exp., 50°01'N, 13°46'30"E, spilit, 16.9.2002 (Num. 628)
8. Novohradské hory, Kaplice, Benešov nad Černou, Ličov, v okolí vesnice, alt. 600 m, břidlicový kámen, 27.9.2004 (Num. 2315)
9. Prachtické předšumaví, Husinec, Výrov, ve vesnici, alt. 520 m, 49°03'00"N, 13°59'50"E, břidlicový kámen, 4.9.2003 (Num. 1313)
10. Střední Povltaví, Písek, ve městě, alt. 370 m, 49°18'20"N, 14°09'E, W-orientováno, břidlicové podezdívka městské zdi, 15.5.2003 (Num. 1414)
11. Středočeská pahorkatina, Milevsko, Příleпов, žulový kámen na snosech, 16.9.2003 (Num. 1313)

12. Středočeská pahorkatina, Mirovice, Kozárovce, nedaleko vesnice, alt. 470 m, sluňák, 14.9.2004 (Num. 2059)
13. Středočeská pahorkatina, Mirovice, Kozárovce, nedaleko vesnice, alt. 470 m, sluňák, 14.9.2004 (Num. 2059)
14. Šumava, Vimperk, Onšovice, skály na levém břehu řeky Spulky, S exp., alt. 610 – 630 m, 49°06'30"N, 13°46'E, krystalický vápenc, spolu s *Candelariella vitellina*, 1.2.2004 (Num. 1526)
15. Teplická vrchovina, Konstantinovy Lázně, Krasíkov, zřícenina hradu Krasíkov, alt. ca 600 m, 49°52'30"N, 12°57'E, čedičové kamený ve zdi, 1.11.2004 (Num. 2291)
16. Votická pahorkatina, Milevsko, Zbelitov, žulová zídka u silnice, alt. 510 m, 49°27'20"N, 14°20'30"E, N-exp., obohacené žulová zídka, 1.5.2004 (Num. 1759)
17. Bulharsko, Východní Rodopi, Haskovo, Madžarovo, chráněná oblast "Momina Skala" ca 3 km WNW of a town, alt. 200 m, 41°39'N, 25°51'E, vápencový balvan u řeky Arda, 18.8.2004 (Num. 2143)
18. Bulharsko, Východní Rodopi, Haskovo, Madžarovo, Rabovo, u přehrady jezera "Studen kladenec", alt. 250 m, 41°40'N, 25°40'E, obohacená vulkanická hornina, 18.8.2004 (Num. 2234)

#### Kortikolní:

1. Bílé Karpaty, Velká nad Veličkou, Vápenky, lokalita Kamenná bouda, 3 km NE od vesnice, starý dub na rozcestí, 48°53'30"N, 17°39'30"E, kůra starého dubu, 29.5.2002 (Num. 546)
2. Českobudějovická pánev, České Budějovice, Včelná, na břehu řeky Vltavy, na kůře *Populus nigra*, 3.10.2004 (doposud nezaevidováno)
3. Českobudějovická pánev, Písek, Ražice, na kůře *Populus nigra f. pyramidalis*, 12.7.2004 (Num. 1989)
4. Českomoravská vrchovina, Telč, hráz Staroměstského rybníku, v blízkosti městské brány, alt. 530 m, na kůře *Fraxinus*, 21.5.2004 (doposud nezaevidováno)
5. Novohradské hory, Kaplice, Benešov nad Černou, Ličov, v okolí vesnice, alt. 600 m, na kůře *Populus tremula*, 27.9.2004 (Num. 2314)
6. Novohradské hory, Kaplice, Benešov nad Černou, Ličov, hráz Kancléřského rybníku, alt. 600 m, na kůře *Populus tremula*, 27.9.2004 (Num. 2314)
7. Novohradské hory, Kaplice, Benešov nad Černou, v blízkosti města, alt. 630 m, na kůře *Sambucus nigra*, 27.9.2004 (Num. 2307)
8. Prachtické předšumaví, Prachatice, Vitějovice, 49°03'20"N, 14°03'20"E, na kůře *Populus tremula*, 22.9.2002 (Num. 625)
9. Šumava, Prachatice, Záblatí, Řepešín, nedaleko vesnice, alt. ca 750 m, 49°00'N, 13°55'E, na kůře *Sambucus nigra*, 29.7.2004 (Num. 2284)
10. Šumava, Vimperk, Onšovice, scaly na levém břehu řeky Spulky, S exp., alt. 610 - 630 m, 49°06'30"N, 13°46'E, na kůře *Sambucus nigra*, 1.2.2004 (Num. 1191)
11. Šumava, Volary, Nová Pec, Ovesná, alt. 730 m, na kůře *Populus tremula*, 26.4.2004 (Num. 2061)
12. Šumava, Volary, Nová Pec, Ovesná, alt. 730 m, na kůře *Populus tremula*, 26.4.2004 (doposud nezaevidováno)

13. Šumava, Volary, Nová Pec, Ovesná, alt. 730 m, na kůře mrtvého *Populus tremula*, 26.4.2004 (doposud nezaevidováno)
14. Šumava, Volary, Nová Pec, Ovesná, alt. 730 m, křoví podél cesty, na větvičkách *Sambucus nigra*, 26.4.2004 (doposud nezaevidováno)
15. Votická pahorkatina, Milevsko, Křižanov, ve vesnici, na větvy *Sambucus nigra*, 20.6.2004 (Num. 1927)
16. Votická pahorkatina, Milevsko, Přeštěnice, na větvy *Sambucus nigra*, 6.6.2004 (Num. 1953)
17. Bulharsko, pobřeží Černého moře, Burgas, Carevo, Sinemorec, pobřežní skály ca 2 km SE od vesnice, alt. ca 20 m, 42°00'30"N, 28°00'E, na kůře mrtvého keře, 22.8.2004 (Num. 2119)
18. Bulharsko, Východní Rodopi, Madžarovo, Silen, Bjal Kladenec, vápencové skály v údolí pod vesnicí, alt. 350 m, 41°37'N, 25°40'E, na kůře mladého *Fraxinus excelsior*, 17.8.2004 (Num. 2167)

### 3. Výsledky

Do Tab. 1 jsou zaneseny výsledky mikroskopických měření. Jsou zde znázorněny průměrné hodnoty znaků, standardní odchylka a maximální a minimální hodnota. Kromě hodnot poměrů (délky k šířce spor a šířky sporického septa k délce spor), které jsou bezrozměrné, jsou všechny hodnoty v  $\mu\text{m}$ . Znaky jsou v tabulce rozděleny do dvou skupin podle počtu opakovaných měření (n). V posledním sloupci je znázorněna průkaznost (p), získaná testováním jednotlivých znaků kortikolního a saxikolního ekotypu proti sobě. Užito bylo neparametrického Kruskal-Wallisova testu. Znaky označené hvězdičkou (\*) vyšly v testu jako průkazně odlišné při 5% hladině významnosti. Těmito znaky jsou délka a šířka spor, dále pak síla pravého excipula a výška hypothecia. Průměrná hodnota délky a šířky spor je vyšší u kortikolního ekotypu. Saxikolní ekotyp vykazuje větší rozsah hodnot v délce a šířce spor. Průměrná hodnota šířky pravého excipula je u kortikolního ekotypu nižší než u saxikolního, stejně jako rozsah naměřených hodnot. Průměrná hodnota výšky hypothecia je u kortikolního ekotypu vyšší a rozsah naměřených hodnot hypothecia je zde posunut směrem nahoru.

Tab. 1 - Výsledky měření morfologických a anatomických znaků

	Kortikolní			Saxikolní			p
	Průměr	Standardní odchylka	Min.-max.	Průměr	Standardní odchylka	Min.-max.	
n = 270							
Délka spor*	11,1	1,33	7,5 – 14,5	10,7	1,47	7 – 14,5	0,006
Šířka spor*	6,4	0,75	4,5 – 7,5	6,1	0,87	4 – 10	0,003
Šířka septa	3,8	0,55	2,5 – 5,5	3,8	0,71	2,5 – 6	0,22
Šířka koncových buněk parafýz	3,5	0,78	1,5 – 6	3,4	0,78	2,5 – 6	0,30
Poměr délky spor k šířce spor	1,8	0,28	1,1 – 3	1,8	0,26	1,1 – 3	0,73
Poměr šířky septa k délce spor	0,35	0,057	0,21 – 0,54	0,36	0,051	0,21 – 0,54	0,16
n = 60							
Síla stélkového excipula	64,11	9,32	40 – 80	62,22	9,14	40 – 80	0,35
Síla pravého excipula*	43,56	4,44	40 – 50	50,89	10,68	30 – 70	0,0005
Výška hymenia	65,44	8,89	50 – 80	67,78	8,56	50 – 90	0,22
Výška hypothecia*	44,44	10,01	30 – 70	33	8,55	20 – 50	0,0000

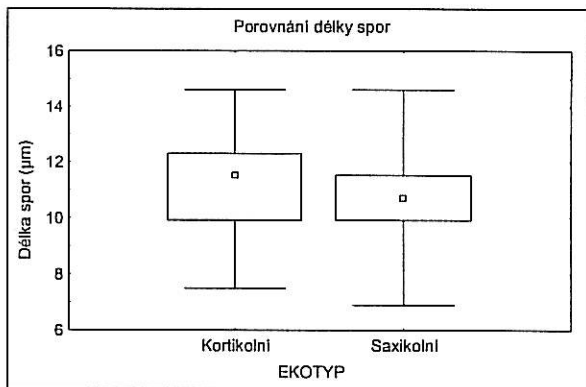
Graficky je porovnání mikroskopických znaku uvedených v Tab. 1 znázorněno pomocí Obr. 4 a 5. Jsou na nich vyneseny median, kvartily a rozsah naměřených hodnot sledovaných znaků kortikolního a saxikolního ekotypu. Obr. 4 znázorňuje porovnání šesti znaků z horní poloviny tabulky ( $n = 270$ ). Na Obr. 5 jsou porovnány znaky z dolní části tabulky ( $n = 60$ ).

Výška hymenia a hypothecia a šíře pravého i stélkového excipula apothecií byly měřeny jednotlivě u třech vývojových stádií apothecií (viz kap. 2) kortikolního i saxikolního ekotypu. V Tab. 1 jsou vyneseny a testovány hodnoty těchto znaků bez rozlišení vývojových stádií apothecií. Vývoj jednotlivých apotheciálních tkání (znaků) v závislosti na stupni vývoje apothecií (stadium 1 – 3) a příslušnosti k ekotypu, znázorňuje Obr. 6. Vynesené body jsou průměrné hodnoty znaků v jednotlivých stádiích.

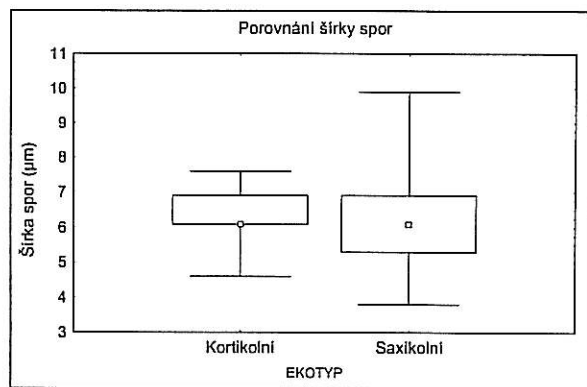
Jak je z Obr. 6 patrné, u kortikolního ekotypu (v legendě strom) společně s vývojem apothecia rostou i průměrné hodnoty sledovaných znaků. Výjimku tvoří pouze šířka pravého excipula, u kterého průměrná hodnota vzrůstá od 1. k 2. stádiu a klesá ke 3. stádiu. Vzhledem k malým rozdílům hodnot lze pravé excipulum považovat za neměnné v průběhu vývoje.

U saxikolního ekotypu (v legendě kamen) je trend podobný zvláště u hypothecia a pravého excipula. Překvapivý je veliký nárůst průměrné hodnoty šířky pravého excipula u 2. stádia vývoje apothecií. Avšak rozdíl mezi 1. a 3. stádiem je zanedbatelný, stejně jako u kortikolního ekotypu. Hymenium saxikolního ekotypu přes pokles mezi 1. a 2. stádiem nabývá ve 3. stádiu obdobných hodnot jako hymenium kortikolního ekotypu. Poměrně značný rozdíl oproti kortikolnímu ekotypu vykazují hodnoty šířky stélkového excipula, jejichž pokles ve 3. stádiu vývoje apothecií je zřejmý.

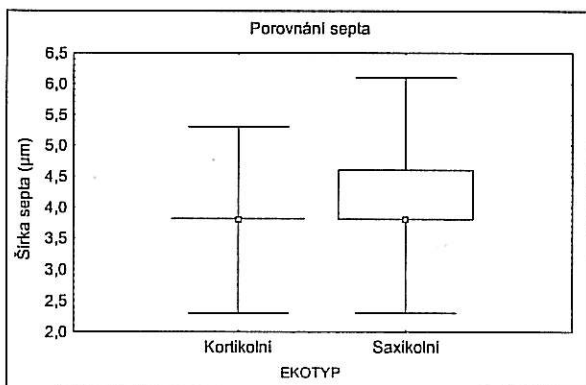




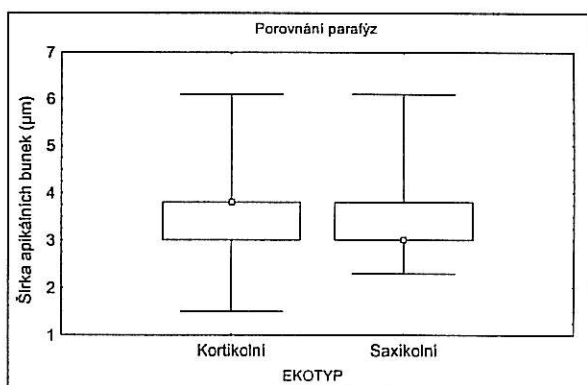
Graf 1



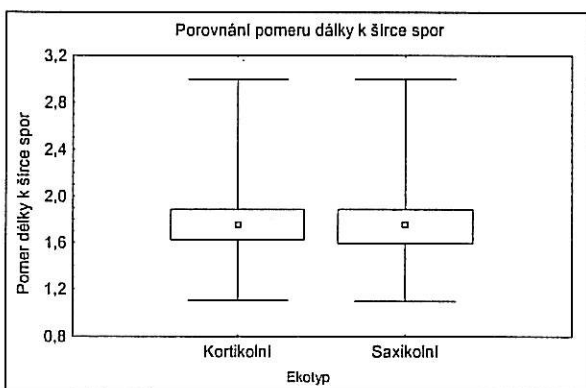
Graf 2



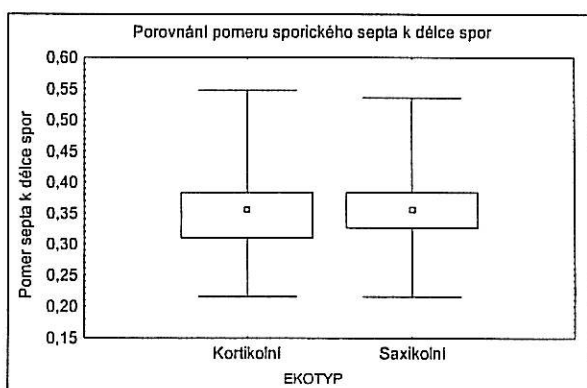
Graf 3



Graf 4

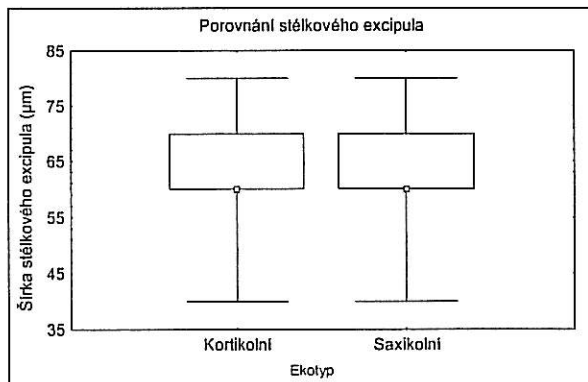


Graf 5

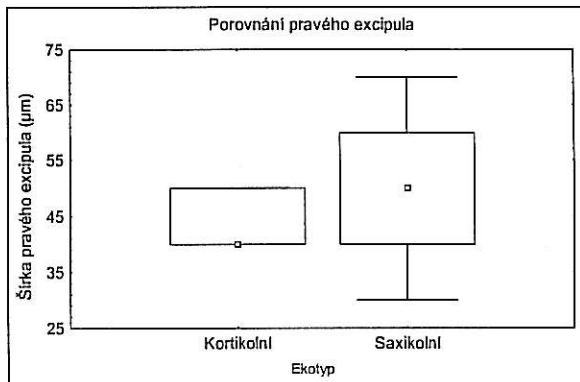


Graf 6

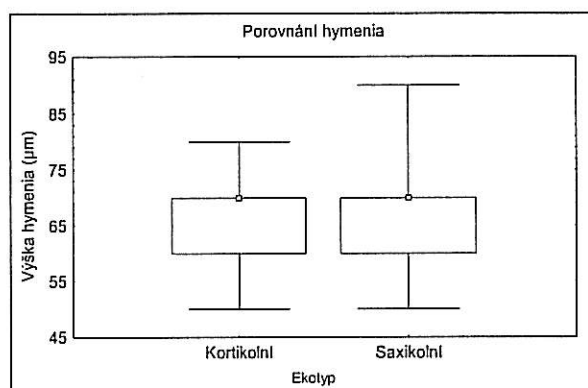
Obr. 4 – Median, kvartily, maximální a minimální hodnota vybraných znaků kortikolního a saxikolního ekotypu. Graf 1 - Porovnání délky spor (v testu průkazně odlišné). Graf 2 – Porovnání šířky spor (v testu průkazně odlišné). Graf 3 – Porovnání šířky sporického septa. Graf 4 – Porovnání šířky apikálních buněk parafýz. Graf 5 – Porovnání poměru délky k šířce spor. Graf 6 – Porovnání poměru šířky sporického septa k délce spor.



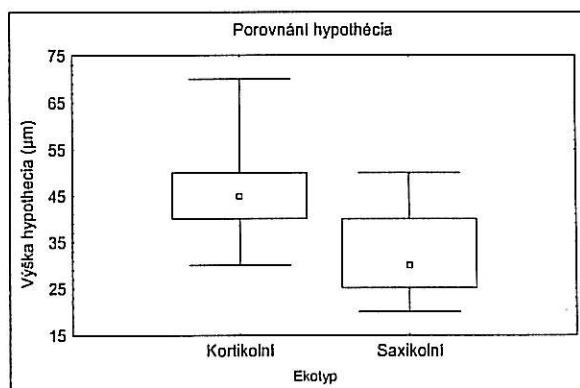
Graf 1



Graf 2

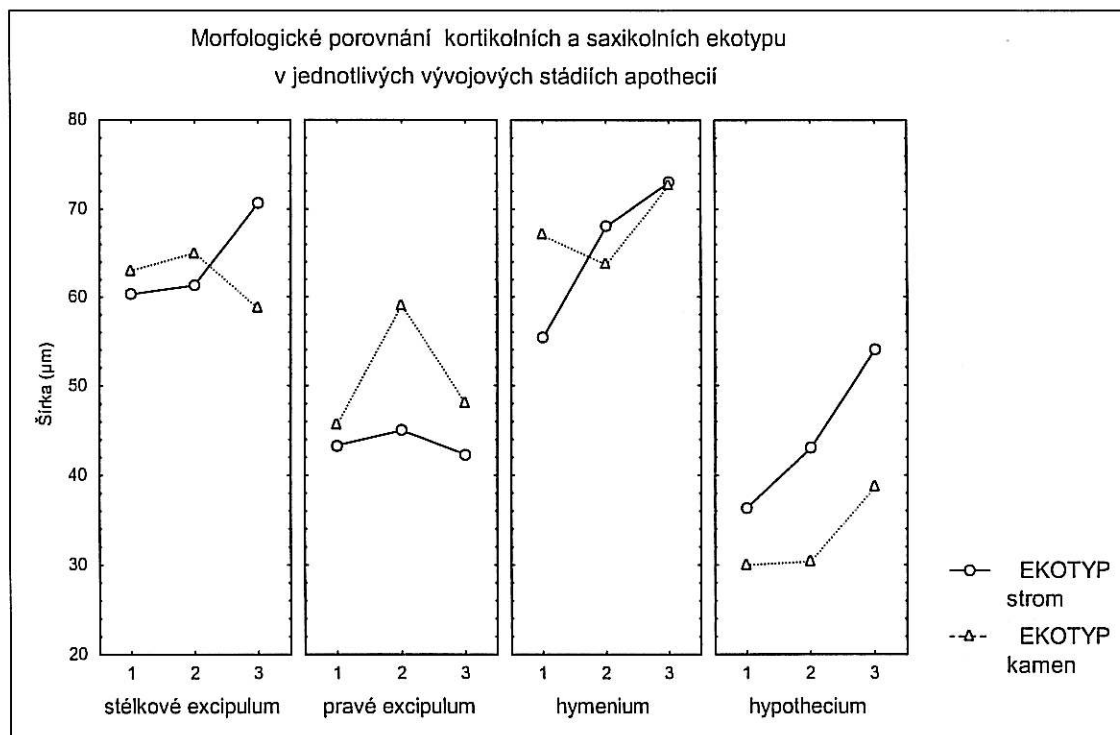


Graf 3



Graf 4

**Obr. 5** – Median, kvartily, maximální a minimální hodnota vybraných znaků kortikolního a saxikolního ekotypu. Graf 1 – Porovnání stélkového excipula apothecií. Graf 2 – Porovnání pravého excipula apothecií (v testu průkazně odlišné). Graf 3 – Porovnání hymenia apothecií. Graf 4 – Porovnání hypothécia apothecií (v testu průkazně odlišné).



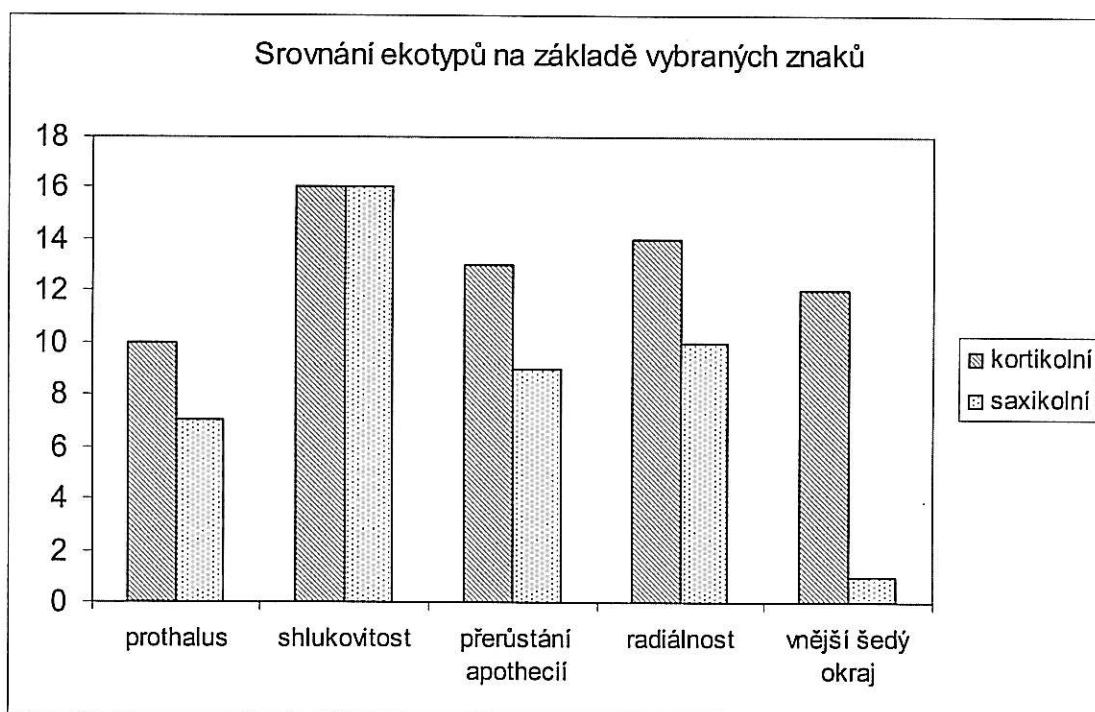
**Obr. 6** - Vývoj vybraných znaků v závislosti na stupni vývoje apothecií (stadium 1 – 3) a příslušnosti k ekotypu. Znázorněné body jsou průměrné hodnoty znaku v určitém stádiu (pro každý bod platí n = 20).

Jako makroskopické charakteristiky byly sledovány přítomnost prothalu, shlukovitost apothecií, vzájemné přerůstání apothecií, radiálnost uspořádání apothecií a přítomnost šedého vnějšího okraje apothecia. Výsledky pozorování jsou zachyceny v Tab. 2. Uváděné hodnoty jsou v procentech a jsou vztaženy k jednotlivým znakům a ekotypům (např. prothalus byl zaznamenán u 56% z 18 kortikolních položek oproti 39% z 18 položek saxikolních). Hodnoty jsou zaokrouhleny na celá procenta.

**Tab. 2** - Porovnání přítomnosti makroskopických znaků u kortikolního a saxikolního ekotypu (v %).

	Kortikolní	Saxikolní
Prothalus	56	39
Shlukovitost	89	89
Přerůstání apothecií	72	50
Radiálnost	78	56
Šedý vnější okraj	67	6

Byly shledány rozdíly především v přítomnosti šedého vnějšího okraje apothecií, kdy u kortikolního ekotypu je tento okraj přítomen u 67% položek oproti 6% položek saxikolních. Ostatní znaky nevykazují tak značné rozdíly. Pro větší názornost je uveden Obr. 7. Zde jsou uvedeny počty kortikolních a saxikolních položek, u kterých byly sledované znaky pozorovány jako přítomné.



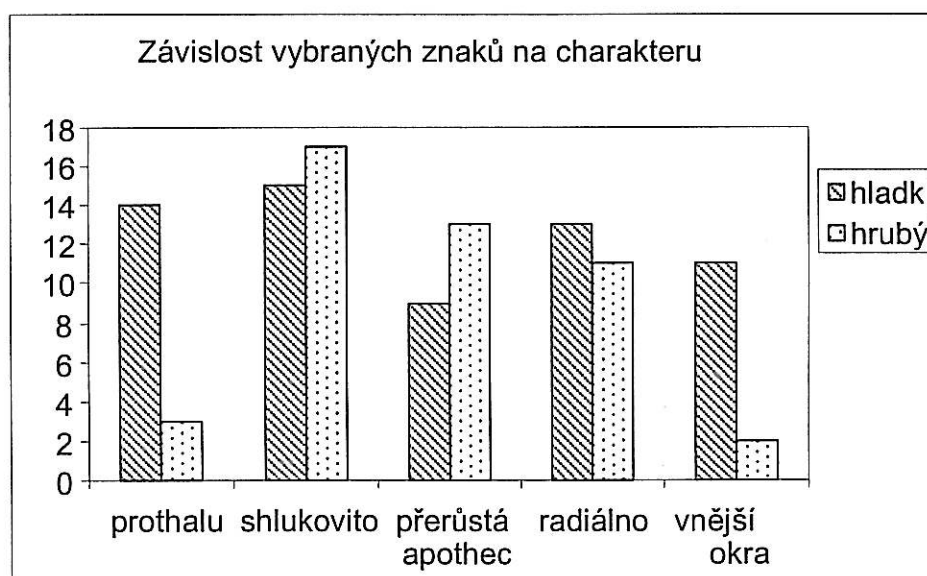
**Obr. 7** – Srovnání kortikolního a saxikolního ekotypu na základě přítomnosti vybraných makroskopických znaků (přítomnost prothalu, shlukovitost apothecií, vzájemné přerůstání apothecií, radiálnost uspořádání apothecií a přítomnost šedého vnějšího okraje apothecia). Znázorněny jsou počty položek, u kterých byly znaky zaznamenány.

U saxikolního ekotypu dominovalo oranžové zbarvení (Tab. 3). Extrémními případy byly dva sběry ze zastíněných lokalit, u kterých byla apothecia zbarvena do žluta. U apothecií na kůře měla převahu barva žlutooranžová.

Hrubý charakter substrátu mírně převažoval u saxikolních druhů. Byla sledována vazba makroskopických charakteristik (přítomnosti prothalu, shlukovitosti apothecií, vzájemného přerůstání apothecií, radiálnosti uspořádání apothecií a přítomnosti šedého vnějšího okraje apothecia) na hrubost substrátu (Obr. 8). Přítomnost prothalu a šedého vnějšího okraje apothecia byla výrazně častěji pozorována na hladkém povrchu.

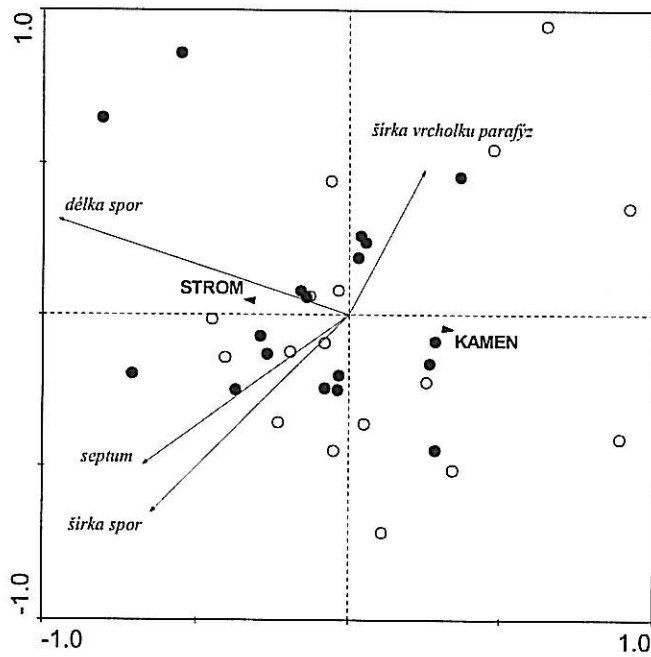
Tab. 3 – Zastoupení barvy apothecií u jednotlivých ekotypů

	Kortikolní	Saxikolní
Žlutá	0	2
Žlutooranžová	12	4
Oranžová	6	12

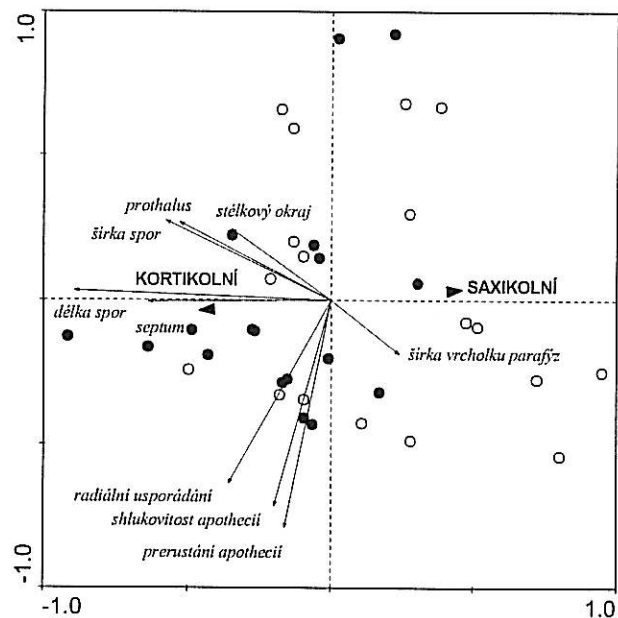


Obr. 8 – Závislost přítomnosti vybraných makroskopických znaků na charakteru substrátu (přítomnost prothalu, shlukovitost apothecií, vzájemné přerůstání apothecií, radiálnost uspořádání apothecií a přítomnost šedého vnějšího okraje apothecia). Znázorněny jsou počty položek, u kterých byly znaky zaznamenány.

Mnohorozměrné analýzy v programu CANOCO mohou ukazovat jisté znakové trendy odlišující kortikolní a saxikolní ekotypy. Na Obr. 9 je znázorněn PCA ordinační diagram, do kterého jsou jako druhové proměnné zadány mikroskopické znaky vázané na generativní struktury apothecií. Na tomto diagramu je patrný mírný trend v délce spor, jejíž vyšší hodnoty jsou spíše vázány na kortikolní ekotyp. Na Obr. 10 je znázorněn PCA ordinační diagram, do kterého jsou jako druhové proměnné zadány kromě mikroskopických znaků vázaných na generativní struktury apothecií i vybrané makroskopické znaky. Na tomto diagramu je patrný mírný trend téměř ve všech znacích, jejichž vyšší nebo kladné hodnoty jsou spíše vázány na kortikolní ekotyp.



**Obr. 9** - Ordinační diagram (PCA) – znázorněno rozložení studovaných položek na základě vybraných mikroskopických znaků (druhové proměnné). Do diagramu jsou promítnuty enviromentální proměnné – příslušnost k ekotypu (kortikolní, saxikolní). Černé body představují kortikolní položky, bílé body položky saxikolní .



**Obr. 10** - Ordinační diagram (PCA) – znázorněno rozložení studovaných položek na základě vybraných mikroskopických i makroskopických znaků (druhové proměnné). Do diagramu jsou promítnuty enviromentální proměnné – příslušnost k ekotypu (kortikolní, saxikolní). Černé body představují kortikolní položky, bílé body položky saxikolní .

#### 4. Diskuse

Skupina druhů zahrnutých do taxonu *Caloplaca holocarpa* se vyskytuje na velmi rozličných substrátech. Lze je najít na půdě, železe, betonu, asfaltu, na omítkách, silikátových i vápencových horninách, na mrtvém dřevě, na kůře a větvích stromů, na mechu i na odumřelých rostlinných zbytcích a uschlém trsu. Často jsou popisovány nové druhy na základě výskytu na specifickém substrátu. Takto byl popsán alpský druh *C. saxifragarum* rostoucí na mrtvých listech a stoncích rodu *Saxifraga*. Dalším alpským druhem je *C. schoeferi* rostoucí primárně na mechu. Převážně na detritu, půdě a tenkých větvičkách těsně nad zemí se vyskytuje nově popsáný druh *C. thuringiaca*. Na mrtvých rostlinách roste také druh *C. tirolensis*. Z kůry a větví stromů je udávána *C. pyracea* a *C. cerinelloides*. Saxikolní druhy jsou nazývány *C. lithophila* nebo *C. holocarpa*.

Přestože by měl být druh definován především morfologicky, popisy jednotlivých druhů ze skupiny *C. holocarpa* se v morfologických a anatomických znacích nijak výrazně neliší. Jako příklad uvádím charakteristiky druhů *C. thuringiaca* (Sochting et Stordeur, 2001) a *C. lithophila* (Arup, 1994). V Tab. 4 jsou uvedeny numerické charakteristiky.

Tab. 4 – Porovnání numerických charakteristik *C. thuringiaca* a *C. lithophila*

	<i>C. thuringiaca</i>	<i>C. lithophila</i>
Průměr apothecií	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5 (-0,7)
Šířka pravého excipila	35 - 40	25 - 50 (-70)
Šířka stélkového okraje	-	do 50
Hymenium	45 - 60	50 - 85
Hypothecium	-	30 - 60
Šířka apikálních buněk parafýz	4 - 5,5	3 - 6
Velikost spor	10 - 13 x 6 - 6,5	10 - 13,5 x 5,5 - 7,5
Šířka septa	3 - 4,5	3,6 - 6

Druhy se výrazně neliší ani v ostatních znacích, jako je tvar apothecií či jejich barva. Uváděnými charakteristickými znaky odlišujícími druh *C. thuringiaca* od zbytku komplexu *C. holocarpa* jsou "jemná" apothecia z počátku zanořená do stélky. Pro druh *C. lithophila* jsou těmito znaky malá žlutooranžová apothecia s tenkými okraji, převážně nezřetelná žlutá stélka a olejové kapénky v koncových buňkách parafýz. Arupovo chápání druhu *C. lithophila* je pravděpodobně odlišné od původního Magnussonova pojetí. Přítomnost žluté

stélky u *C. lithophila* "sensu Arup" naznačuje možnou příbuznost k jiné skupině rodu *Caloplaca* (nápadná je podobnost s redukovanými stélkami druhu *C. saxicola* sensu **Nordin**, 1972).

Morfologické charakteristiky uváděné u popisů druhů studovaného komplexu jsou podle mého názoru nedostačující pro jejich vyčlenění na druhové úrovni. Z toho důvodu jsem se ve své práci zaměřil na porovnání ekotypů běžně rozlišovaných jako druhy, jakými jsou *C. pyracea* a *C. cerinelloides* rostoucí epifyticky na kůře a *C. holocarpa* případně *C. lithophila* rostoucí epiliticky. Vzhledem k tomu, že kortikolní ekotyp často roste ve společenstvech nitrofilních lišejníků, která hostí některé další, jinak epiliticky rostoucí druhy (např. *Candelariella vitellina*, *Lecanora muralis* a *Xanthoria fallax*), je rozlišení druhů pouze na základě ekologických vlastností (typu substrátu) zcela neopodstatněné.

Z mnou sledovaných mikroskopických znaků vyšlo, že se ekotypy statisticky průkazně liší v délce a šířce spor, šířce pravého excipula a výšce hypothecia. Jak je vidět na Obr. 4 a Obr. 5, rozsahy hodnot těchto znaků se i přesto značně překrývají. Výjimku tvoří výška hypothecia, která je i na grafu viditelně vyšší u kortikolního ekotypu. Poměr délky spor k šířce spor a poměr šířky septa k délce spor vyšel již neprůkazně, z čehož plyne, že tvar spor a poměrná šířka septa se neliší.

Z makroskopických znaků je výrazně častější přítomnost vnějšího šedého okraje u kortikolního ekotypu. Tímto okrajem je míněn šedivý lem na vnější straně stélkového excipula bez obsahu anthrachinonových pigmentů, který je pokryt krystalovou pruinou. Tento okrajový lem bývá často nesprávně nazýván stélkovým excipulem (např. **Søchting et Stordeur**, 2001). Patně se nejedná o taxonomicky významný znak, neboť se nikdy nevyskytuje na všech apotheciích v populaci. Často bývá vázán na mladší vývojová stádia apothecií. Tento okraj je častý na hladké kůře topolu osiky (*Populus tremula*), kde se na něm vytváří silná vrstva krystalové pruiny, což může být vyvoláno specifickým chemizmem osikové borky. Stejně jako přítomnost šedého vnějšího okraje tak i přítomnost prothalu je podle mých výsledků vázána na hladký substrát. Vysledoval jsem i častější výskyt prothalu na zastíněných stanovištích, což může být důsledek vlhkostních a trofických nároků nelichenizovaného prothalu. Barva apothecií je dána koncentrací anthrachinonových pigmentů v povrchové vrstvě, kde se vytváří jako ochrana proti nadměrnému slunečnímu záření. Proto mají jedinci z více exponovaných stanovišť intenzivněji zbarvená apothecia.



Jak vyplývá z diskuse, výška hypothecia je jediným průkazným znakem odlišnosti ekotypů. Avšak jsem přesvědčen, že nelze ekotypy rozlišit do samostatných druhů na základě tohoto jednoho znaku.

Zajímavá je výrazně vyšší variabilita v některých znacích, zvláště v šířce spor a šířce pravého excipula u saxikolního ekotypu. Mohlo by to znamenat, že saxikolní ekotyp je ve srovnání s kortikolním více heterogenní.

## 5. Závěr

Cílem mé práce bylo porovnat vybrané morfologické a anatomické znaky u kortikolních a saxikolních jedinců skupiny *Caloplaca holocarpa* a na morfologickém základě podpořit nebo zpochybnit odlišení těchto ekotypů jako dva samostatné druhy (*C. pyracea* a *C. holocarpa*). Získané výsledky mě dovedly k závěru, že oba ekotypy vykazují značnou vnitřní variabilitu, mezi sebou se však zřetelně neliší. Nepozoroval jsem žádný znak striktně odlišující oba ekotypy, nicméně byly pozorovány mírné tendence u některých znaků, například výška hypothecia je v průměru větší a přítomnost šedého vnějšího okraje častější u kortikolního ekotypu. Některé znaky, například přítomnost šedého vnějšího okraje, se dají vysvětlovat vazbou na určitý typ substrátu či stanoviště, proto je nepovažuji za významné pro rozlišení taxonů. Z mé práce vyplývá, že široké pojetí druhu *Caloplaca holocarpa* (HOFFM.) A. E. WADE zahrnující druh *C. pyracea* jako synonymum, je morfologicky opodstatněné.

## 6. Použitá literatura

- Arup, U.** (1994): The Genus *Caloplaca* on Seashore Rocks in Eastern North America. – The Bryologist 97 (4): 377-392.
- Dětinský, R.** (1995): *Caloplaca cerinelloides* – nový druh lichenoflóry České Republiky. – Bryonora 15: 6-8.
- Kärnefelt, I./ Kondratyuk, S./ Söchting, U./ Frödén, P./ Arup, U.** 2002: Two new species of *Caloplaca* (Teloschistaceae) from the Southern Hemisphere. - The Bryologist 105(3): 301-309.
- Magnusson, A.H.** 1946: Lichens from Lycksele Lappmark and adjacent part of Norway. - Arkiv för Botanik\Ark. Bot. 33A, Nr. 1: 1-146.
- Nordin, I.** 1972: *Caloplaca* sect. *Gasparrinia* in Nordeuropa. Taxonomiska och Ekologiska Studier. - Skriv Service AB, Uppsala.
- Purvis, O.W./ Coppins, B.J./ Hawksworth, D.L./ James, P.W./ Moore, D.M.** (eds.) (1992): The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. - Natural History Museum Publications & British Lichen Society, London.
- Söchting, U./ Stordeur, R.** (2001): *Caloplaca thuringiaca* sp. nov., a species from the *Caloplaca holocarpa* complex. - Lichenologist 33(6): 467-472.
- StatSoft Inc.** (1999). STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104
- Steiner, M./ Peveling, E.** 1984: Lagerungsbedingte Änderungen der Sporenstruktur bei einigen Arten der Gattung *Caloplaca* (Lichenes, Teloschistaceae). - In: H. Hertel & F. Oberwinkler

(eds.): Beitrage zur Lichenologie. Festschrift J. Poelt. Beiheft zur Nova Hedwigia 79. J. Cramer, Vaduz, pp. 775-791.

**Ter Braak, C.J.F. / Šmilauer P.** (2002): CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4.52). Microcomputer Power (Ithaca, NY USA) 500 p.

**Wade, A.E.** (1965): The genus *Caloplaca* Th. Fr. in the British Isles. - The Lichenologist 3(1): 1-28.