

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Variabilita houbových společenstev herbitrofních hub
z řádu *Pleosporales***

Diplomová práce

Bc. Patrik Mlčoch

Studijní obor: Fytopatologie

Forma studia: prezenční

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Pavel Matušinský, Ph. D.

Olomouc 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Pavla Matušinského, Ph. D. a veškerou použitou literaturu jsem řádně uvedl a citoval.

V Olomouci 2023

.....

Bc. Patrik Mlčoch

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří se podíleli na sepsání mé diplomové práce. Jmenovitě na prvním místě mému vedoucímu Mgr. P. Matusinskému, Ph. D. za mnohé užitečné rady a pomoc při zpracovávání terénních dat a sepisování této práce, dále mé rodině za podporu při sběru dat a návštěvě mnohých vzdálenějších lokalit, podporu ze strany spolužáků A. Ryškové a L. Blažkovi, Mgr. L. Jánošíkovi a RNDr. M. Duchoslavovi, Ph. D. za mnoho užitečných rad a konstruktivních nápadů s řešením metodiky a matematického zpracování dat.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora:	Bc. Patrik Mlčoch
Název práce:	Variabilita houbových společenstev herbitrofních hub z řádu <i>Pleosporales</i>
Typ práce:	Diplomová
Pracoviště:	Katedra Botaniky, Přírodovědecká Fakulta, Universita Palackého v Olomouci
Vedoucí práce:	Mgr. Pavel Matušinský, Ph. D.
Rok obhajoby práce:	2023
Citace:	Mlčoch P. (2023). Variabilita houbových společenstev herbitrofních hub z řádu <i>Pleosporales</i> . Diplomová práce, Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 130 pp, v češtině.

Abstrakt

Teoretická část práce pojednává o morfologických, taxonomických a fylogenetických charakteristikách důležitého řádu *Pleosporales*, včetně jejich evolučních principů souvisejících s fylogenezí jejich ekologických nároků. Dále je v teoretické části rozebrán relativně komplexní problém definice, studia a obecných zákonitostí houbových společenstev substrátů a metaspolečenstev bylinného patra. Použitá metodika sběru a statistického zpracování dat byla základem pro multiperspektivní analýzu základních deskriptorů alfa a beta diversity a jejich regresních vztahů s environmentálními prediktory. Praktická část řeší rozdíly v druhové bohatosti, druhovém složení a alfa diversitě houbových společenstev (resp. metaspolečenstev) saprotrofů bylinného patra napříč různými studovanými biotopy od mořského pobřeží do alpského vegetačního stupně. Dále je pomocí aplikace multivariačního regresního modelování a několika metod multidimenzionální analýzy řešena závislost diversity hub k environmentálním prediktorům a hodnocena odlišnost v druhové skladbě a abundancích na úrovni hostitelských substrátů. Práce tak přináší ověření několika hypotéz vztahující se k této problematice, nové poznatky o ekologických nárocích houbových druhů a houbových metakomunit. Práce se vztahuje k datům ze čtyř různých států (Česká republika, Slovenská republika, Rakousko, Chorvatsko) a 29 různých hodnocených ploch.

Klíčová slova: saprotrfní houby, *Ascomycota*, *Pleosporales*, houbová společenstva, metaspolečenstva, ekologie, druhová diversita, mykocenologie

Počet stran: 130

Počet příloh: 3

Jazyk: čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Bc. Patrik Mlčoch

Title of thesis: Variability of fungal communities of herbivorous fungi from the order *Pleosporales*

Type of thesis: Diploma thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc

Supervisor: Mgr. Pavel Matušinský, Ph. D.

The year of presentation: 2023

Citation: Mlčoch P. (2023). Variability of fungal communities of herbivorous fungi from the order *Pleosporales*. Diploma thesis, Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, 130 pp, in Czech.

Abstract:

The theoretical part of the thesis discusses the morphological, taxonomic and phylogenetic characteristics of the important order *Pleosporales*, including their ecology and evolutionary principles related to the phylogeny of their ecological claims. Furthermore, the theoretical part also discussed the relatively complex problem of definition, study and general regularities of fungal communities of substrates and metacommunities at herbal level. A relatively complex methodology of data collection and statistical treatment was the basis for a multi-perspective analysis of the basic descriptors of alpha and beta diversity and their regression relationships with environmental predictors. The practical part deals with the differences in species richness, species composition and alpha diversity of fungal communities (respectively metacommunities) and saprotrophs of the herbal level across the various biotopes studied from the coast to the alpine vegetation zone. Furthermore, using the application of multivariate regression modelling and several multidimensional analysis methods, the dependence of fungal diversity on environmental predictors is tried and the difference in species composition and abundances at the level of host substrates is evaluated. Thus, the thesis brings verification of several hypotheses related to this issue and new knowledge about the ecology of fungal species and fungal metacommunities. The thesis relates to data from four countries (The Czech Republic, Slovak Republic, Austria and Croatia) and 29 assessed squares.

Keywords:	saprotrophic fungi, <i>Ascomycota</i> , <i>Pleosporales</i> , fungal communities, metacommunities, fungal ecology, species diversity, mykocenology
Number of pages:	130
Number of appendices:	3
Language:	Czech

Obsah:

Úvod a cíle práce.....	1
2. Teoretická část s literárním přehledem.....	3
2.1. Herbitrofně saprotrófní houby řádu <i>Pleosporales</i> jako modelová skupina.....	3
2.1.1. Obecná charakteristika.....	3
2.1.2. Současná fylogeneze a taxonomické pojetí.....	7
2.1.3. Morfologická diversita aneb teoretický problém nekonzistence mezi morfologií a fylogenezí.....	9
2.1.4. Ekologická charakteristika a trofismus.....	11
2.2. Mykocenologie saprotrófních hub.....	12
2.2.1. Definice houbových společenstev.....	12
2.2.2. Dynamika houbových společenstev.....	14
3. Materiál a metodika.....	19
3.1. Charakteristika studovaného materiálu.....	19
3.2. Sběr dat v terénu.....	19
3.2.1. Výběr vhodných lokalit a biotopů.....	19
3.2.2. Stručná charakteristika navštívených lokalit.....	20
3.2.3. Klasifikace biotopů (základní fytocenózy) na vybraných lokalitách.....	30
3.2.4. Hodnocení biotopových parametrů na vybraných lokalitách.....	30
3.2.5. Stanovení plochy pro sběr vzorků.....	32
3.2.6. Samotný sběr vzorků.....	33
3.3. Mikroskopování, herbářování a determinace materiálu.....	33
3.3.1 Mikroskopování nasbíraného materiálu.....	33
3.3.2 Herbářování.....	33
3.3.3 Determinace.....	34
3.4. Statistická analýza a sumarizace výsledků.....	34
3.4.1. Charakteristika studovaných relativních populačních a mykocenologických parametrů a proměnných.....	34
3.4.2. Statistická analýza definovaných parametrů a proměnných, testování hypotéz.....	35
4. Výsledky.....	38
4.1. Biotopová determinace a charakteristika druhové bohatosti studovaných kvadrátů.....	38
4.2. Analýza diversity a druhového složení houbových metakomunit bylinného patra studovaných biotopů.....	44
4.2.1. Analýza alfa diversity.....	44
4.2.2. Analýza druhového složení.....	48
4.2.3. Analýza beta diversity.....	62

4.3. Analýza vlivu diversity a druhového složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů).....	64
4.4. Analýza vlivu environmentálních prediktorů na variabilitu metakomunit bylinného patra.....	71
5. Diskuse.....	73
5.1. Vyhodnocení druhové bohatosti studovaných kvadrátů v rámci biotopové determinace.....	73
5.2. Vyhodnocení diversity a druhového složení metakomunit hub bylinného patra studovaných biotopů.....	76
5.2.1. Zhodnocení vlivu environmentálních prediktorů na tvorbu a zastoupení sexuálních a asexuálních stádií v metaspolečenstvech.....	77
5.2.2. Hodnocení analýzy druhového složení.....	78
5.2.3. Vyhodnocení beta diversity a analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí studovaných kvadrátů.....	81
5.3. Vliv diversity a druhového složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů).....	83
5.4. Vliv environmentálních prediktorů na variabilitu metakomunit hub bylinného patra.....	86
Závěr.....	87
Seznam použité literatury a zdrojů.....	89
Seznam obrázků a grafů.....	94
Seznam tabulek.....	97
Příloha I.: Tabulka hodnot environmentálních prediktorů.....	98
Příloha II.: Meteogramy některých studovaných lokalit.....	99
Příloha III.: Přehled taxonů zaznamenaných ve zkoumaných kvadrátech.....	105

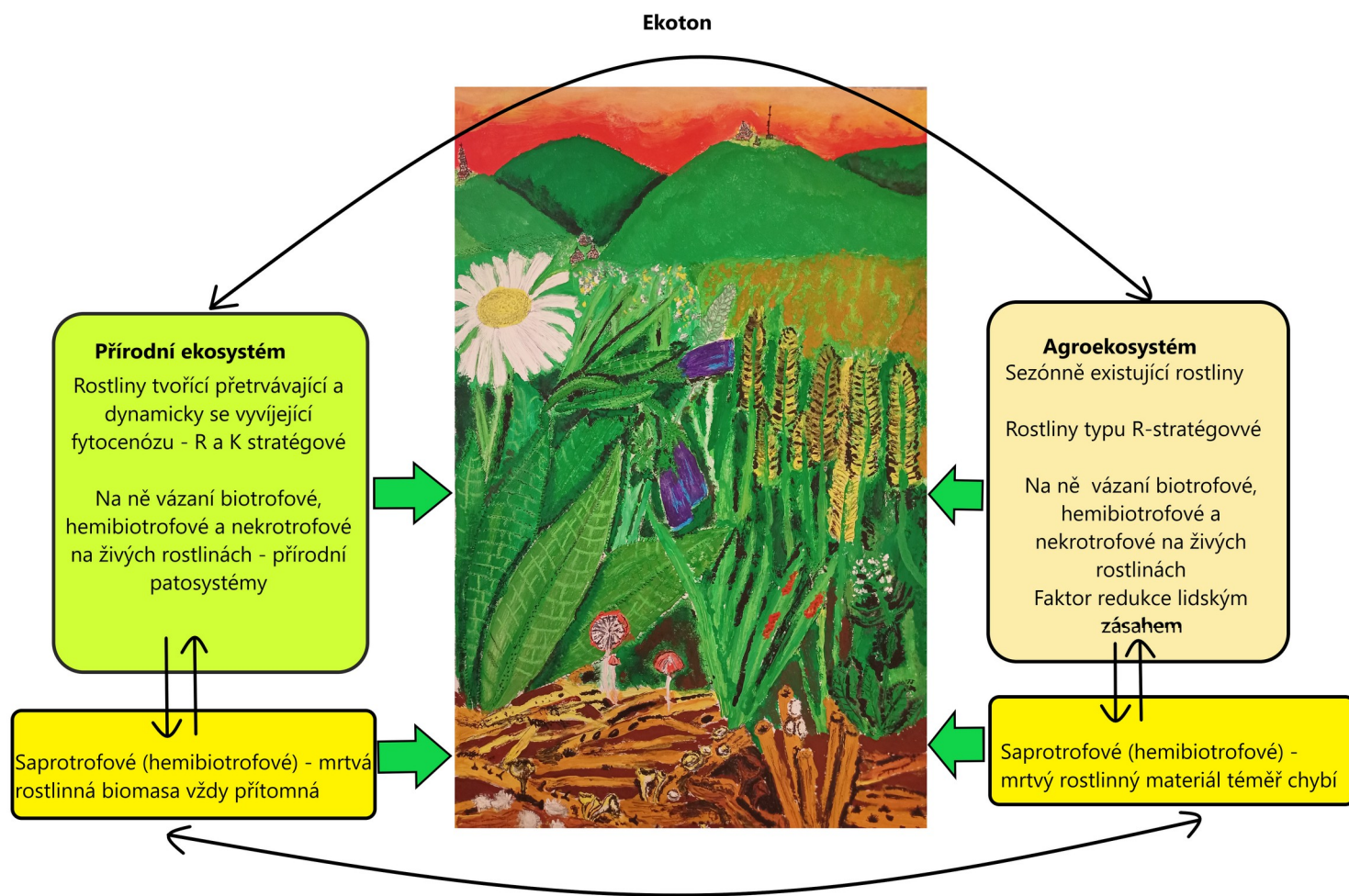
Úvod a cíle práce

Houby (*Fungi*) představují vysoce diverzifikovanou skupinu organismů hrající velmi důležitou a nenahraditelnou roli ve fungování přírodních i kulturních ekosystémů. Vzhledem ke svému heterotrofnímu způsobu výživy se u nich vyvinulo vysoké množství sekundárních metabolitů s primárně katabolickou aktivitou, které jim umožňují přetvářet živý či mrtvý organický materiál ve své vlastní houbové stélky. Zajišťují tak z velké části potřebný koloběh živin v ekosystémech, redukuje mrtvou organickou biomasu dekompozičními procesy, nevýrazně až vysoce signifikantně ovlivňují stav, dynamiku a hustotu populací svých hostitelů či symbiontů, s nimiž již od počátku koevoluce vzájemně koexistují a zároveň diverzifikují. Avšak i přes veškeré tyto eventuality jsou oproti rostlinám a živočichům dosavadní znalosti o ekologických zákonitostech této skupiny organismů dosti malé. S rozvojem molekulárních metod je v nynější mykologii věnována větší pozornost spíše fylogenetické taxonomii a biochemii hub. Na poli ekologie je dnes výzkum zaměřován spíše na problematiku mutualistické symbiózy, diverzitu ekonomicky významných lignikolních hub či fytopatologicky, zemědělsky a medicínsky významných parazitických hub. O ekologii mnohých taxonomických skupin vřeckovýtrusných hub (*Ascomycota*) se přitom stále téměř nic neví, i přes to, že bývají každým rokem popisovány desítky nových druhů a fylogenetický systém se neustále dynamicky vyvíjí. Výzkumy zaměřené na hodnocení stavů a dynamiky houbových společenstev parazitických druhů agroekosystémů však rovněž zaznamenávají pouze část celkové reality. Agroekosystémy totiž nejsou nijak izolované od okolních přírodních biotopů, které jsou pak zároveň nejbližším hotspotem patogenů plodin. Mezi těmito dvěma typy ekosystémů pak existuje přirozené kontinuum. Navíc mnoho patogenních druhů se přirozeně vyskytuje také ve své dikaryontní a mnohdy o něco déle vytrvávající saprotrofní fázi, nekosené louky či okraje polí se pak relativně snadno stávají zdrojem nových genotypů patogenních hub. Vzhledem k častému fenoménu substrátové specializace či preference herbitrofně saprotrofních (resp. saproparazitických) druhů je důležitým faktorem ovlivňujícím složení možného patogenního hotspotu také složení daného rostlinného společenstva. Právě z výše uvedených důvodů je tato práce zaměřená na studium variability houbových společenstev přírodních biotopů, nikoliv umělých (tj. zahrad, parků, polí apod.). Primárním cílem této práce tak bylo **analyzovat diverzitu a druhové složení houbových společenstev saprotrofních vřeckovýtrusných hub (*Ascomycota*) bylinného patra napříč různými přírodními biotopy**. Při sběru a analýze dat se vycházelo z několika obecných předpokladů o funkčních principech houbových společenstev:

Dynamika druhového složení se odvíjí primárně na základě mikroklimatických abiotických podmínek, přičemž je potřeba brát v úvahu také kompetici mezi druhy rostoucími na společném substrátu a případnou substrátovou preferenci daných druhů hub. Frekvence výskytu substrátových specialistů se do jisté míry může odvíjet také na základě druhového složení rostlinných společenstev, které primárně vytváří zkoumaný biotop.

Výskyt konkrétních taxonů v daném mikrohabitatu nemusí být náhodný, závisí na adaptabilitě a schopnostech jejich rozmnožovacích struktur germinovat (tzn. u výtrusů) a následně fruktifikovat (tzn. u askokarpů, popř. basidiokarpů) při konkrétních mikroklimatických podmínkách.

Takto nenáhodné, přičemž v čase dynamicky se měnící uskupení taxonů pak vytváří houbové společenstvo (mykocenózu), u kterého lze předpokládat, že může vykazovat do určité míry stejně stabilní a definovatelný charakter, jako společenstva rostlinná.



Obr. 1. Schématické zobrazení rostlinného ekotonu na rozhraní obilného pole a louky v oblasti Valašských Beskyd. Díky větší diverzitě rostlin lze v takovémto typu prostředí zaznamenat i vysokou druhovou diverzitu saprotrofních hub. V ilustraci jsou zobrazeni zástupci z řádu *Pleosporales*, dále čeledí *Hyaloscyphaceae*, *Helotiaceae* (*Hymenoscyphus* ssp., *Cyathicula coronata*), *Pezizellaceae* (*Calycina herbarum*), *Sclerotiniaceae* (*Sclerotinia sclerotiorum*), *Rhytismataceae* (*Lophodermium gramineum*) a z *Basidiomycota* pak *Marasmius curreyi* a *Puccinia graminis*. Malba: P. Mlčoch, orig. 6. 3. 2022.

2. Teoretická část s literárním přehledem

2.1. Herbitrofně saprotrfní houby řádu *Pleosporales* jako modelová skupina

Vzhledem k vysoké míře morfologické diverzity askospor u hub řádu *Pleosporales* a zároveň vzhledem k jejich obvyklé převaze v mykocenózách bylinného patra je tato taxonomicky vymezená skupina hub pro účely testování stanovených hypotéz dobrým modelovým příkladem (avšak kompetici mezi dalšími druhy hub nelze opomíjet – např. *Helotiales*).

2.1.1. Obecná charakteristika

Řád *Pleosporales* tvoří vysoce diverzifikovanou skupinu vřeckovýtrusných hub, jenž vykazuje napříč evolučním systémem vysokou morfologickou heterogenitu znaků. Obecná definice základních společných morfologických charakteristik je tak velice obtížná, neboť mnoho znaků není evolučně signifikantních. Napříč evolučním systémem lze však definovat několik základních charakteristik, které jsou pro tento řád typické. Sexuální stádia se vyznačují přítomností unilokulárních uzavřených askokarpů obvykle s několikavrstevnou stěnou, bitunikátními nebo fissitunikátními (někdy rozlišovány od bitunikátního typu podle toho, že při dehiscenci se zcela odchlípí vnitřní stěna od vnější, pozn. autora) vřecky a přítomností pseudoparafýz (nepravých parafýz) v hamatheciu (Zhang et al. 2012). Asexuální stádia jsou často coelomycetální (tvoří uzavřené konidiokarp), ale mohou být také hyphomycetální, tzn. tvořit konidiofory volně rozptýlené na substrátu nebo ve shlucích (např. *Alternaria*) (Zhang et al. 2012).

Askoma

Nejčastějším typem uzavřeného askokarpu je pseudotheciální (typické např. pro čeleď *Leptosphaeriaceae*), které je charakteristické několikavrstevnou stěnou, obvykle pseudoparenchymatickou, a přítomností ostioly v apikální části. Askomata bývají obvykle ponořena do epidermálních buněk stonků, popř. do xylému či suberodermu v případě lignikolních taxonů. Jsou obvykle polokulovitá, kulovitá nebo kuželovitá, někdy za sucha kulovitě stlačená a tmavá. Stěna askomat je tvořena hnědě pigmentovanými buňkami, avšak např. u některých druhů z čeledi *Thyridariaceae* mohou být přítomny i červeně pigmentované buňky v oblasti ostiol (Jaklitsch & Woglmayr 2016). Povrch askomat bývá obvykle hladký, popř. mohou být vyvinuty sety vystupující buď po celém povrchu askomatu (řada druhů z rodu *Pleospora*) nebo pouze v oblasti ostiol (typicky u rodu *Keissleriella*). Stroma bývá zpravidla redukované, avšak u některých fylogenetických větví se evolučně zpětně diferencovalo. Lze jej nalézt u čeledi *Thyridariaceae* (Jaklitsch & Woglmayr 2016), ale částečně také v některých evolučně nejedvozenějších větvích, jako např. u čeledi *Cucurbitariaceae*, kde se vytváří tzv. valsoidní pseudostromatické askomata (Jaklitsch et al. 2017). Částečně diferencované je také např. u rodů *Setoseptoria* nebo *Kalmusia* (Tanaka et al. 2015). U

taxonů čeledi *Diademaceae* byla zachována apotheciální askomata, u čeledi *Sporormiaceae* askomata kleistotheciálního typu (Zhang et al. 2009).

Pseudoparafýzy

Pseudoparafýzy jsou pro řád *Pleosporales* charakteristickou strukturou (Kirk et al. 2008). U dozrávajících askomat jsou obvykle přítomny mezi věčky, avšak s dozráváním askospor ve věčkách obvykle relativně rychle lyzují a nejsou posléze v preparátu detekovány. Podle šířky, větvení a hustoty sept se rozlišují dva typy – celulární a trabekulární (Liew et al. 2000). Jedná se o sterilní filiformní, často septované, hyalinní buněčné struktury podobné parafýzám přítomné mezi věčky.

Vřecka

Vřecka jsou obecně válcovitá, válcovitě kyjovitá až kyjovitá, obvykle krátce stopkatá, avšak v některých případech až velmi dlouze stopkatá (např. *Kalmusia clivensis*). Počet askospor není v rámci řádu stabilní. Běžný počet spor ve vřecku je 8, avšak napříč celým systémem se objevují druhy mající 4 nebo 2 (*Julella* Fabre) spory ve vřecku.

Askospory

Evolučně vysoce diverzifikovaný, avšak na druhové úrovni relativně stabilní znak, na základě kterého lze velmi dobře v kombinaci s tvarem věcek, morfologií askokarpů a ekologických nároků (viz dále) definovat jednotlivé druhy. Pro účely taxonomie mají význam především tyto znaky: rozměry, počet transversálních sept, přítomnost a počet longitudinálních sept, přítomnost a tvar gelatinózního obalu, přítomnost a tvar polárních appendixů, přítomnost a tvar ornamentiky, přítomnost a hustota pigmentace (zbarvení). Počet transversálních a longitudinálních sept může být v průběhu ontogeneze variabilní, z tohoto důvodu má smysl tyto znaky hodnotit pouze u dospělých askospor, kdy je jejich počet konečný. V některých případech se u senescentních askospor, jenž již nemusí být ve vřecku, můžou objevovat ještě nepravá septa, tzv. pseudosepta (např. u rodu *Lophiostoma*). V případě transversálních sept jsou často k jednomu septu buňky více sevřené a člení tak výtrus na superiorní a inferiorní část (viz obr. 3). To se děje v případě tzv. primárního septa, jenž vzniká ontogeneticky nejdříve. Sporická buňka může být nad tímto septem také rozšířená, což může být důležitý diagnostický znak (např. *Phaeosphaeria* sensu Shoemaker). Na základě tvaru a počtu transversálních a longitudinálních sept bylo možné rozlišit několik základních morfologických typů askospor. Toto rozdělení je uplatnitelné i v případě konidií (viz dále). Kalina & Váňa (2010) uvádí několik základních typů:

Amerospora – eliptický tvar, žádné septum (u sledovaného řádu *Pleosporales* se obvykle nevyskytuje).

Didymospora – eliptický až mírně fusoidní tvar, 1 transversální septum, např. *Didymosphaeria*

Fragmospora – úzce a dlouze eliptický až fusoidní tvar, 2 nebo více transversálních sept, např. *Nodulosphaeria*, *Leptosphaeria* aj.

Diktyospora – tvar obdobný jako fragmospora, 2 nebo více transversálních sept a zároveň přítomnost longitudinálních sept, např. *Pleospora*, *Alternaria* aj.

Skolekospora – úzce filiformní tvar, více než 2 transversální septa, např. *Ophiobolus*, *Pseudoophiobolus* aj.

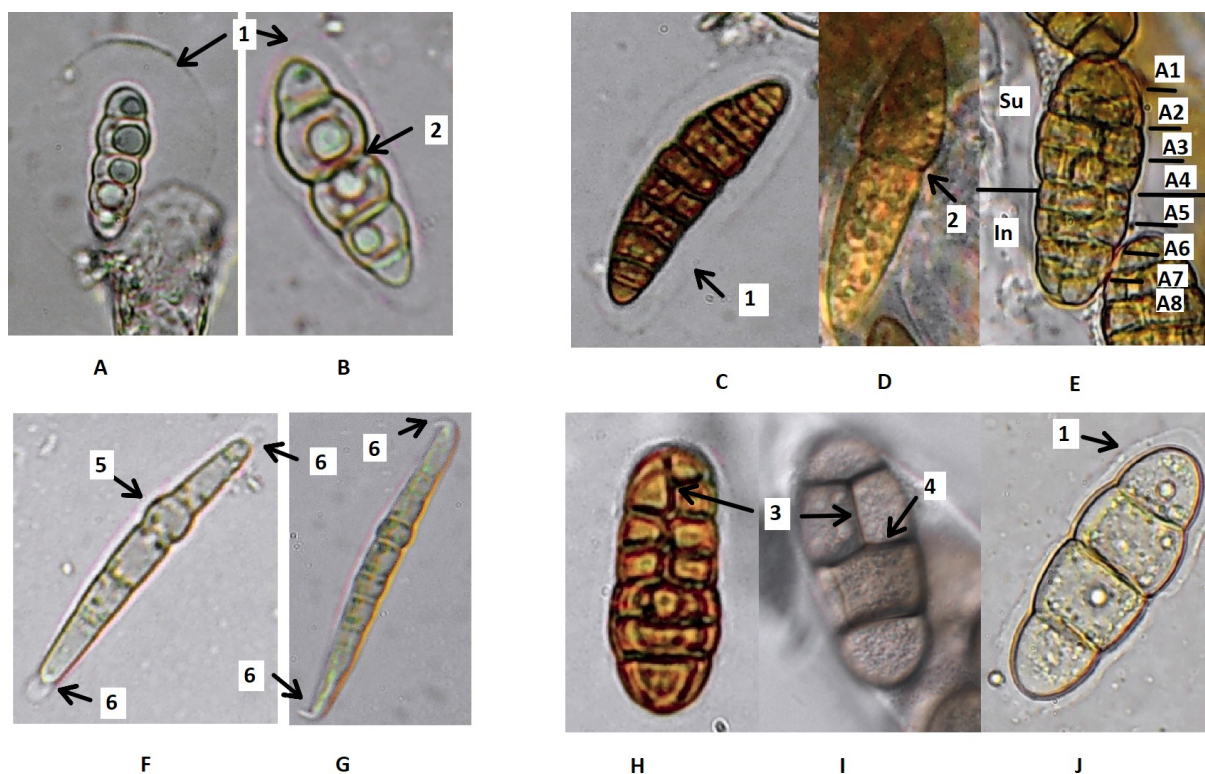
Staurospory a helikospory se v případě askospor u *Pleosporales* nevyskytují.

Mezi těmito typy mohou existovat neostře přechody způsobené specifitou ontogeneze u konkrétních taxonů. Např. u rodu *Lophiostoma* mohou být spory nejprve didymosporické fusoidního tvaru a hyalinní barvy, později však fragmosporické fusoidního tvaru a hyalinní barvy nebo zbarvené (pigment se vyvíjí až s maturací či senescencí askospory). Takový typ spor je v této práci rozlišován jako lophiostomoidní fragmospora. U některých taxonů je vnější buněčná stěna askospory opatřena různě vyvinutým gelatinózním pouzdem, které může být často redukováno pouze na apikální (polární) apendixy různorodého tvaru. Tento znak se zdá být druhově specifický a objevuje se jak u evolučně původnějších kládů (např. *Massariaceae*, *Amniculicolaceae*, *Delitschiaceae* – např. Zhang et al. 2012), tak polyfyleticky také u mnoha dalších rodů či konkrétních druhů v odvozenějších kladech (např. *Pleosporaceae*, *Phaeosphaeriaceae* – např. Zhang et al. 2012). Přítomnost gelatinózních obalů však pravděpodobně nesouvisí s adaptacemi na abiotické faktory, jedná se spíše o preadaptaci k efektivnější dispersi a ulpívání na substrátu (pozn. autora).

Přítomnost a vzhled ornamentiky je druhově specifickým taxonomickým znakem, který na vyšších taxonomických úrovních nemá relevantní význam. Vyskytuje se např. u rodu *Roussoëlla*, *Phaeosphaeria* sensu Shoemaker apod. Přítomnost a hustota pigmentu je relevantní a zcela významný taxonomický znak. Zdá se, že u celé řady evolučních větví došlo k sekundární ztrátě pigmentace jako důsledek ekologické adaptace na podmínky prostředí. Tento faktor však nebyl ještě podrobněji zkoumán. Askospory bez pigmentace se označují jako hyalinní, pokud obsahují pigment, obvykle jsou zbarveny v různých přechodech žluté, červenohnědé až hnědé barvy.

Asexuální stádia

V rámci řádu *Pleosporales* se napříč celým fylogenetickým systémem objevuje několik základních fenotypů anamorfních stádií, které mají obdobné charakteristiky vzhledu konidiomat a konidií. Povaha těchto fenotypů je zcela polyfyletická, pro účely taxonomie tak postrádá na významu. Zcela nejčastějším asexuálním fenotypem, ke kterému mnoho odvozených evolučních větví směřuje,



Obr. 2. Morfologické znaky u fragmosporických a diktyosporických askospor. A, B – *Keissleriella gloeospora*; C, D – *Montagnula dura* (C – dospělá askospora, D – nezralá askospora s patrným primárním septem); E – *Stemphyllium vesicarium* komplex; F – *Nodulosphaeria modesta* komplex; G – *Nodulosphaeria derasa*; H – *Pleospora ambigua*; I, J – *Pyrenophora graminea*. 1 – gelatinózní pouzdro; 2 – primární septum; 3 – longitudinální septum; 4 – transversální septum; 5 – rozšířená buňka nad primárním septem; 6 – polární appendix (redukováný gelatinózní obal); Su – superiorní část diktyospory nad primárním septem; In – inferiorní část diktyospory pod primárním septem; A1 – A8 – segmenty dělené transversálním septem podle Holm & Holm (1993). A, B, F, G – fragmospory; C, D, E, H, I, J – diktyospory.

je typ *Phoma*. Tento typ se vyskytuje především u čeledí *Leptosphaeriaceae*, *Phaeosphaeriaceae* a *Didymellaceae*. Jsou pro něj typické uzavřené pyknidiální konidiomata vzhledově připomínající pseudotheciální askoma, avšak často větší (do 500 μm), tvořící se na povrchu epidermis mrtvých stonků (nebývá tedy přímo vnořené) nebo vnořené do živého pletiva, bez ostioly nebo s dlouze kuželovitou až filiformní ostiolou. Uvnitř se tvoří konidiogenní hyfy, jež nesou hyalinní, úzce eliptické až elipticky kulovité, neseptované konidie (např. de Gruyter et al. 2013). Dalším velmi rozšířeným asexuálním fenotypem je typ *Coniothyrium*, který tvoří rovněž uzavřené pyknidiální konidiomata, avšak konidie jsou jiného vzhledu. Vyskytuje se především u řady kladů v rámci čeledí *Didymosphaeriaceae* a *Coniothyriaceae*. Konidie jsou variabilního charakteru, nejčastěji žluté až hnědé, kulovité až nepravidelně kulovité, někdy nepravidelně eliptické a hyalinní. Pyknidy jsou často vnořeny do živého pletiva. Asexuální stádia typu *Stagonospora* lze nalézt rovněž velice běžně napříč fylogenetickým systémem řádu *Pleosporales*, typické jsou např. pro čeledi *Massarinaceae* a *Phaeosphaeriaceae* (Quaedvlieg et al. 2013). Jedná se rovněž o fenotyp s pyknidiálním konidiomatem, avšak konidie jsou fragmosporické až skolekosporické, nejčastěji hyalinní (Quaedvlieg et al. 2013). Jako poslední příklad běžného asexuálního fenotypu tvořícího uzavřené konidioma lze

uvést typ *Camarosporium*. Konidie jsou u tohoto typu diktyosporické, kulovité, eliptické až fusoidní, obvykle zbarvené (Tanaka et al. 2015). Mezi nejobsáhlejší hyphomycetální semi-anamorfní rody (pouze s malým procentem taxonů s popsanou teleomorfou) patří jistě rod *Alternaria* (*Pleosporaceae*). Konidioma není uzavřené, konidiogenní hyfy tvoří kolonie volně na substrátu, konidie jsou fragmosporické až diktyosporické, typicky fusoidního až granátovitého tvaru, zbarvené (Woudenberg et al. 2013). Kromě těchto základních fenotypů asexuálních stádií existuje v řádu *Pleosporales* velké množství dalších, morfologicky velmi variabilních anamorfních (převážně hyphomycetálních) rodů napříč celým systémem, které není možné jednotně charakterizovat (např. *Spegazzinia*, *Cryptocoryneum* aj.; např. Tanaka et al. 2015).

2.1.2. Současná fylogeneze a taxonomické pojetí

Současný molekulárně taxonomický systém založený na fylogeneticko-morfologickém konceptu diagnostických znaků vymezuje houby s výše uvedenými morfologickými charakteristikami do zcela monofyletického kládu *Pleosporales*, patřícího do třídy *Dothideomycetes* v rámci oddělení *Ascomycota* (vřeckovýtrusné houby). Jak je blíže rozvedeno v kap. 2.1.3., značná frekvence výskytu polyfyletických homoplasí v rámci řádu *Pleosporales* a zároveň malá škála použitelných diagnostických znaků zcela znesnadňuje racionální definování jednotlivých vyšších taxonomických jednotek. Beta taxonomie je tak založená především na interpretaci molekulárních dat získaných sekvenací analýzou *LSU* (large subunit) a *SSU* (small subunit) lokusů (např. Zhang et al. 2012). Alfa taxonomie je však založená především na nukleotidových diferencích ve vysoce konzervativní oblasti *ITS* (internal transcribed spacer) ribozomálního genu. Na základě studia fosilního záznamu a statistických analýz využívajících metodu molekulárních hodin bylo zjištěno, že první předci, z nichž se diferencovala větev *Dothideomycetes*, se poprvé objevily již cca před 280 mil lety v období permu (Rouxel et al. 2011). K diferenciaci fylogenetického kládu *Pleosporales* však došlo až před cca 150 mil lety v období na přelomu jury a křídy (Rouxel et al. 2011). To bylo pravděpodobně zapříčiněno koevoluční reakcí na vysokou fylogenetickou disparitu krytosemenných rostlin a diferenciaci kladů jednoděložných a dvouděložných rostlin, jež v tomto období rovněž nastala (Štech 2016). I když je dnes v řádu *Pleosporales* známá celá řada taxonů, které mají fytopatogenní životní strategii *sensu lato*, fylogenetické rekonstrukce a analýza plesiomorfie některých znaků (apikální aparát) naznačují, že předci hub z tohoto řádu byly saprotrofní s dobře vyvinutým apikálním prstencem (Zhang et al. 2009). Taxony z fylogeneticky původnější čeledi *Delitschiaceae* jsou navíc koprofilní s dobře vyvinutým apikálním aparátem (Zhang et al. 2009), který u dalších odvozenějších větví *Pleosporales* chybí, což dle Hawkswortha (1987) souvisí se změnou aktivního výboje askospor na pasivní.

Většina paleontologických záznamů taxonomicky příslušících do tohoto řádu však pochází především z období svrchní křídy (před 100–66 mld let) (Taylor et al. 2015). Z mnoha ekologických strategií, které se v rámci této skupiny diferencovaly, jsou v paleontologickém záznamu

nejdominantnější rostlinné epifyty a endofyty. Příkladem je *Pteropus brachyphylli* nalezený v Belgii v křídovém záznamu Maastrichtské formace na fosilii jehličnanu *Brachyphyllum patens*, u kterého byl popsán evolučně původnější askokarp thyrlotheciálního vzhledu ve struktuře zvané hypostroma (Taylor et al. 2015). Zvláštností tohoto záznamu je, že hypostroma bylo nalezeno v oblasti stomat a bylo složeno z masy hyf, která vyplňovala stomatální aparát. V období svrchní křídy se také objevily i druhy tvořící perithecia vnořená subepidermálně do listů (např. *Pleosporites shirainus* nalezený na *Cryptomeriopsis mesozoica* v Japonsku) a dokonce se zřejmě poprvé objevily askokarpy pseudotheciálního typu s unilokulární ontogenezí (*Margaretbarromyces dictyosporus* z Britské Kolumbie) a rovněž první taxony morfologicky příbuzné recentnímu anamorfnímu typu *Phoma* (Taylor et al. 2015). Taxon *Margaretbarromyces dictyosporus* měl již diktyosporu s větším počtem transversálních sept a jedním longitudinálním septem o rozměrech cca 90 µm (Taylor et al. 2015). Fosilní záznamy těchto hub jsou však velmi sporadické a pouze ve velmi málo případech ucelené. Obvykle se velmi mnoho druhů popisuje pouze na základě fosilního záznamu pouhých spor. Ve velké většině případů se však jedná o konidie hyphomycetů, které navíc nelze klasifikovat v rámci recentního taxonomického systému. Lze však na základě podobnosti k recentním druhům předpokládat, že se jedná o taxony příslušící z větší části do třídy *Dothideomycetes*. Druhově velmi bohatý fosilní záznam lze nalézt např. v Indické oblasti, odkud bylo popsáno velké množství vyhynulých taxonů příbuzných s recentním pojetím řádu *Pleosporales*. Z fragmosporických rodů lze zmínit např. paleocenní až miocenní rod *Multicellaesporites* tvořící několikrát septované, větvenovité až fusoidní spory či rod *Palaeoleptosphaeria* ze svrchní křídy, který je morfologicky a pravděpodobně také evolučně blízký příbuzný recentnímu rodu *Leptosphaeria* s. l. (Saxena & Tripathi 2011; Mlčoch 2021). Záznam taxonu *Palaeoleptosphaeria intertrappea* je navíc velmi zajímavý svou uceleností. Kromě přítomnosti askokarpu s askosporami a rozlišitelnými věckami byla totiž popsána také asexuální fáze s pyknidami i konidiemi, kterou autoři pojmenovali jako *Palaeophoma intertrappea* (viz též Mlčoch 2021).

Moderní fylogenetický systém publikovaný ve studii Zhang et al. (2011) naznačuje, že mezi evolučně původnější větve patří čeledi *Massariaceae*, *Delitschiaceae*, *Amniculicolaceae*, *Lindgomycetaceae*, *Aigialaceae*, *Platystomaceae*, *Hypsostromataceae*, *Tetraplosphaeriaceae*, *Sporormiaceae*, *Lophiostomataceae*, *Pleomassariaceae* a *Melanommataceae*. Převážná většina taxonů z těchto čeledí jsou rostlinní saprotrfové. Dle analýzy Zhang et al. (2009) se v těchto původnějších skupinách častěji objevují didymosporické askosporu bez pigmentace a s různě diferencovanými slizovými obaly, vzácněji pak fragmospory či didymosporu s pigmentací. Dvě nejodvozenější a nejmladší vývojové větve – *Massarinae* a *Pleosporinae*, pak zahrnují většinu fytopatologicky a ekologicky významných taxonů tohoto řádu. Větev *Massarinae* zahrnuje přibližně 17 samostatných vývojových linií na úrovni čeledi (Tanaka et al. 2015). Mezi nejvýznamnější patří větve *Trematosphaeriaceae*, *Lenthitheciaceae*, *Dictyosporiaceae*, *Didymosphaeriaceae* a *Massarinaceae*.

(Tanaka et al. 2015). Evolučně patrně nejodvozenější větví je pak *Pleosporinae*, která je tvořená čeleděmi *Dothidotthiaceae*, *Didymellaceae*, *Phaeosphaeriaceae*, *Pleosporaceae*, *Leptosphaeriaceae* a *Cucurbitariaceae* (Zhang et al. 2011).

2.1.3. Morfologická diversita aneb teoretický problém nekonzistence mezi morfologií a fylogenezí

Jak bylo zmíněno výše, houby z řádu *Pleosporales* nejsou z hlediska vnější morfologie příliš variabilní. Jejich uzavřené askokarpy jsou napříč celým taxonomickým systémem fenotypově neplastické a morfologicky téměř totožné. Hawksworth & Lagreca (2007) uvádí, že tvary plodnic (např. kleistothecium, perithecium, apothecium), které byly dříve považovány za signifikantní při klasifikaci na úrovni třídy, prošli konvergentní evolucí. Struktury hamathecia záhy po dozrání vřecek mizí a pseudoparafýzy tak rovněž nejsou příliš variabilní. Dle Schmitt & Lumbsch (2004) je rovněž i typ vřecka zavádějícím taxonomickým znakem. Zhang et al. (2009) uvádí, že z evoluční perspektivy právě bipolárně symetrická askospora inklinuje ke korelaci s pasivním rozptylem a znaky jako barva, velikost, tvar a případná ornamentika askospor by měly být považovány za pravděpodobné funkční adaptace modifikované v evoluci na základě požadavků vnějšího prostředí (mechanismu uvolňování, flotaci v tekutinách, a nakonec depozici a přežití) (Gregory 1973; Hawksworth 1987). Právě z těchto důvodů byl vyvíjen zvýšený selekční tlak především na fenotyp askospor. Jak vyplývá z publikovaných fylogramů (Tanaka et al. 2015; Zhang et al. 2012), pravděpodobně nejstarším a nejpůvodnějším morfologickým typem askospor u hub tohoto řádu byla lophiostomoidní phragmospora (viz kap. 2.1.1), tj. fusoidní, hyalinní askospora s jedním primárním septem a případně gelatinózním obalem, jaké lze nalézt v bazálních skupinách řádu *Pleosporales*, např. v rodech *Morosphaeria*, *Helicascus* apod. Z tohoto typu se diverzifikovaly postupným selekčním tlakem další morfotypy, jak dokazují některé taxony s přechodnými morfotypy askospor situované v bazální části fylogramu. Např. *Aquastroma magniostiolatum* (*Parabambusicollaceae*), mající hyalinní, nejprve lophiostomoidní askospory s velkými, kulovitými kapénkami, které se v procesu postupného dozrávání stávají nejprve fragmosporickými (mající vícekrát transverzálně septované askospory) a nakonec až diktyosporickými (mající i longitudinální septum). Dalším příkladem je *Trematosphaeria pertusa*, která má také nejprve lophiostomoidní hyalinní askospory, u kterých se ve stáří objevuje hnědý pigment a dvě pseudosepta. V kombinaci s širokou variabilitou specifických ekologických nároků se tato skupina hub evolučně diverzifikovala na více než 300 rodů a 4700 druhů (Kirk et al. 2008).

Avšak právě velký počet druhů a malé množství morfologických znaků, které by mohli vykazovat fenotypovou variabilitu, vedou v konečném důsledku ke zjevné fenotypové konvergenci, která se však opakovaně objevuje velmi nepravidelně a s různou frekvencí napříč fylogenetickým systémem. Právě to je důvodem, který vede novodobé molekulární taxonomy k ustanovování a

rozdělování původních a morfologicky dobře definovaných rodů (např. *Leptosphaeria* s. l., *Pleospora* s.l. (sensu Wehmeyer 1961) aj.) na řadu samostatných rodů s menší vnitrorodovou fenotypovou variabilitou znaků. Tato skupina hub je tedy velmi dobrým příkladem tří základních problémů moderní molekulárně fylogenetické taxonomie:

1. Vzhledem k reálnému průběhu evoluce zde selhává klasická morfologická komparativní taxonomie a nelze tak pouze na základě morfologie jasně definovat konkrétní čeledi, rody a druhy (což vyplývá také např. ze studie Zhang et al. 2009).
2. Právě kvůli předcházejícímu bodu je kladen zvýšený důraz pouze na genotypovou variabilitu a definování konkrétních rodů a dokonce také druhů pouze na základě výsledků molekulárně fylogenetických analýz sekvencí *ITS*, *LSU* a *SSU* regionů a vyplývajících pouze z omezené možnosti porovnávání těchto sekvencí s momentálně dostupnými sekvenčními databázemi (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). U takového přístupu se však často opomíjí existence již popsaných, avšak nesequenovaných taxonů (např. *Lophiostoma anaxeum*, *Lophiotrema culmifraga*, *Leptosphaeria carpophilla* aj.) a také klasická komparativní morfologie, což může vést k popisům již existujících druhů (např. *Leptosphaeria urticae* D. Pem, E.B.G. Jones & K.D. Hyde 2019 vs. *Leptosphaeria acuta* (Fuckel) P. Karst. 1873 nebo *Praeclarispora artemisiae* Doilom, W. Dong, K.D. Hyde & C.F. Liao 2021 vs. *Heptameria obesa* (Durieu & Mont.) Sacc. 1883), rozdělování jednoho rodu či druhu na více samostatných taxonomických jednotek (*Nodulosphaeria modesta* rozlišen na základě rozdílů v rozměrech askospor, charakteru apendixů u malého množství studovaných vzorků a rozdílů v *ITS* sekvencích na několik samostatných druhů (Mapook et al. 2016), *Golovinomyces cichoracearum* s téměř identickými *ITS* sekvencemi, avšak jiným hostitelským spektrem). V posledním příkladu však může být relativně spekulativní, do jaké míry jde o projev fenotypové plasticity a vnitrodruhové variability, zvláště, je-li hodnoceno jen velmi omezené množství vzorků.
3. V molekulárně taxonomickém přístupu je také dosti problematické definování hranice druhové úrovně, což také může vést k popisování nových samostatných kryptických či hemikryptických druhů v rámci stanovených druhových komplexů (viz rovněž *Nodulosphaeria modesta* výše).

Dle Zhanga et al. (2009) mohou mít z morfologických znaků význam v různé míře velikost, tvar a stupeň ponoření askomatu, charakter ostiol a tvar vršek. Dále také uvádí za relevantní přítomnost sekundárních metabolitů, jenž např. zapříčiňují purpurové zabarvení substrátu (např. u *Leptospora rubella*). Každopádně, jistý taxonomický význam mají rovněž morfologické znaky anamorfních stádií, které nelze opomenout. Crous et al. (2003) uvádí, že např. u hub rodu *Mycosphaerella* s anamorfou rodu *Pseudocercospora* není morfologie askospor (zde počet sept) fylogeneticky informativním znakem a důležitější roli zde hraje charakter konidií. U některých skupin (např. *Alternaria*) je tento

morfologický znak rovněž mnohem relevantnější už jen z toho důvodu, že sexuální stádia zde nejsou z velké části dosud vůbec popsána a jednotlivé taxony se vymezují pouze na základě rozdílného hostitele, analýzy sekvencí příslušných genů a částečně také na základě morfologie konidií (např. Woudenberg et al. 2013). Některé velké rody hub (např. *Pleospora*) v původním pojetí navíc tvoří několik samostatných polyfyletických linií s různými anamorfními typy, proto je relevantnější jejich rozlišení a pojmenování na základě asexuálních stádií.

Z výše uvedených příkladů vyplývá, že většina morfologických kritérií, které se používají v tradiční taxonomii *Pleosporales* na vyšších taxonomických úrovních nekoreluje s průběhem evoluce. Zhang et al. (2009) z těchto důvodů rovněž doporučují zaměřit se na další rozlišovací kritéria, jakými jsou např. ekologie, biochemie aj. Na tyto proměnné by se v moderním molekulárním a spíše rutinním taxonomickém přístupu nemělo zapomínat.

2.1.4. Ekologická charakteristika a trofismus

I když se koncept této práce soustřeďuje pouze na houbová společenstva vyskytující se v odumřelé bylinné biomase, nelze opomenout skutečnost, že i zde lze nalézt houby různých trofických kategorií. Zaměříme-li se pouze na řád *Pleosporales*, existuje u něj několik základních trofických stavů. Zhang et al. (2009) uvádí, že houby z tohoto řádu jsou pravděpodobně odvozeny od čistě saprotrofních předchůdců, rozkládajících mrtvou rostlinnou biomasu. Teprve postupnou evolucí a diferenciací jednotlivých větví došlo k odvození různých nutričních přechodů ze saprotrofních na nekrotrofní a hemibiotrofní až biotrofní linie (Zhang et al. 2009). Z toho lze vyvodit, že většina rostlinných patogenů jsou spíše evolučními novinkami, přičemž jejich evoluce je úzce spjata s fylogenezí asociovaných hostitelských rostlin (např. Zhang et al. 2009). V neposlední řadě z toho Zhang et al. (2009) odvozují, že trofické kategorie a environmentální návyky mohou mít u hub tohoto řádu fylogenetický význam, ač tento závěr vyžaduje rozsáhlejší statistické analýzy. Velmi zajímavý způsob výživy se vyvinul u hub z relativně brzo diferencované čeledi *Delitschiaceae*, jejichž zástupci jsou převážně koprofilní (viz také výše).

Z výše uvedeného vyplývá, že tento řád obsahuje taxony všech trofických kategorií, které lze navíc nalézt téměř ve všech terestrických biotopech a rostlinných společenstvech. Na živých rostlinách lze nalézt specifickou diversitu biotrofů, hemibiotrofů a nekrotrofů, kteří rovněž vytváří specifická houbová společenstva také v následné mrtvé rostlinné biomase. Na příkladu rodu *Leptosphaeria* s. l. je podrobněji tato problematika rozebrána v bakalářské práci (Mlčoch 2021).

Houby řádu *Pleosporales* však nejsou vázány pouze na zde diskutované krytosemenné rostliny. V celém fylogenetickém systému se nezávisle diferencovalo několik větví obsahujících taxony, jež jsou svým hostitelským spektrem poměrně neobvyklé.

Taxony izolované jako mycetoma (popř. eumycetoma) vázané na ***Homo sapiens*** (např. Ahmed et al. 2014): *Falciformispora senegalensis*, *Falciformispora tompkinsii*, *Pyrenochaeta romeroi*, *Trematosphaeria grisea*, *Pseudochaetosphaeronema larense* aj.

Taxony vázané na ***Bryophyta*, *Marchantiophyta***: *Massarina immersa* (Dobbeler 1985), *Massarina hepaticarum* (Hansruedi 1988) aj.

Taxony vázané na **lišejníky**: *Didymocyrtis epiphyscia*, *Leptosphaeria oxneriae* (Kondratyuk et al. 2017), *Polycoccum slaptoniense*, *Pleospora xanthoriae* aj.

Taxony vázané na **jiné houby**: *Ampelomyces quisqualis*

Uvedené taxony a substráty jsou pouze některými příklady poukazujícími na celkovou rozmanitost celé této skupiny.

2.2. Mykocenologie saprotrofních hub

Aby bylo možné porozumět záměrům této práce, nebude v této části pojednáno pouze o houbových společenstvech saprotrofů bylinného patra, nýbrž o obecných zákonitostech, jež podmiňují funkcionalitu mykocenóz, resp. společenstev obecně. I když jsou houbové komunity významnou součástí biosféry, jejich studium je metodicky náročnější, proto se o tomto tématu příliš mnoho neví a obecně se ekologové soustřeďují převážně na výzkum společenstev rostlin (viz kap. 2.2.2).

2.2.1. Definice houbových společenstev

Jestliže v daném časoprostoru existuje určitá množina populací, které spolu vzájemně interagují a vedou kompetici o zdroje a prostor, jedná se o **společenstvo**. Je však třeba brát v úvahu, že skutečná biologická společenstva v přírodním prostředí nezahrnují pouze houby, ale také ostatní organismy (mikrobiom, vyšší rostliny a živočichy) tvořící koherentní systém na sobě závislých složek, jež spolu interagují (Park 1968). Veškeré tyto složky společenstev mohou být selektovány na základě příslušných environmentálních faktorů habitatu, antagonistických a symbiotických složek jejich společné existence (Park 1968). Houby tímto způsobem interagují se svými hostiteli a mohou tak ovlivňovat strukturu zdánlivě majoritních složek biocenózy tím, že se podílejí na dekompozici mrtvé biomasy a zapříčiňují různé choroby rostlin. Z tohoto důvodu nelze podobně jako v případě rostlinných společenstev studovat houbová společenstva jako samostatné jednotky existující v daném časoprostoru, ale jako soubor lokálních společenstev, jež jsou propojeny rozptýlením vzájemně interagujících složek (druhů), tj. jako na **metaspolečenstvo** (Leibold et al. 2004). Zatímco u společenstev půdních druhů (tj. saprotrofů i symbiontů) je vždy zapotřebí brát v úvahu faktor interakce s konkrétním dominantním druhem dřeviny (např. u lesních ekosystémů), u společenstev bylinných saprotrofů je tento faktor multivariační a velmi úzce korelován s konkrétní strukturou dané fytocenózy.

V rámci houbových společenstev saprotrofů je důležitá existence několika základních faktorů, jenž shrnul Park (1968):

1. Inokulační potenciál – dostupná energie pro růst mikroorganismu (houby) a kolonizaci substrátu, přičemž živý i mrtvý hostitelský substrát může vykazovat chemickou i fyzikální rezistenci, jenž je nutno překonat.
2. Schopnost saprotrofů si navzájem konkurovat (Competitive saprophytic ability), k čemuž přispívá rychlá schopnost germinovat a produkovat hyfy, dobrá enzymatická výbava, produkce alelopatických substancí a toxinů a vysoká tolerance k antibiotickým substancím hostitelských substrátů (Garrett 1950).
3. Antagonismus a koncept saprofytického přežití (Garrett 1944) – Parazit (biotrof či nekrotrof), jenž kolonizuje živé hostitelské pletivo musí dokázat přežít v aktivní myceliální formě i po následné smrti hostitele. Na rozdíl od toho saprofytická kolonizace pak znamená dle Parka (1968) vstup do již mrtvého substrátového materiálu v přítomnosti antagonismu.
4. Koncept poločasu rozpadu (Yarwood & Sylvester 1959) udává, že počet patogenů, resp. kolonizátorů substrátu v nepříznivém prostředí ubývá logaritmickým tempem. Tzv. koncový bod užitý ke konstrukci populační křivky. Tento výpočet lze aplikovat na populace dormantních stádií vykazujících neaktivní přežívání v antagonistickém prostředí, kdy tato dormantní fáze končí, klesne-li inokulační potenciál populace pod úroveň nezbytnou pro úspěšnou kolonizaci substrátu (Park 1968).

Zatímco kompetitivní schopnost saprotrofů, faktor antagonismu, koncept saprofytického přežití a koncept poločasu rozpadu souvisí se samotnou dynamikou houbového společenstva, faktor inokulačního potenciálu má význam především z hlediska konečného druhového složení, zvláště, uvažujeme-li o funkčních houbových společenstvech lokálních fytocenóz, tj. o metaspolečenstvu. Právě na analýzu této škálové úrovně je zaměřena praktická část této práce. Lze předpokládat, že druhové složení společenstva *sensu lato* se primárně odvíjí taktéž na základě toho, jestli se nalézá v lesním či nelesním biotopu. Tento faktor má vliv na množství přítomného lignifikovaného materiálu, a tudíž i na přítomnost/nepřítomnost společenstev lignikolních saprotrofů. Přirozenou kontinuálně kompetiční závislost mezi lignin rozkládajícími a herbikolními druhy nelze predikovat, neboť i když je v bylinných stonech v různé míře lignin přítomen, taxony, jenž jej rozkládají, na nich obvykle nenalezneme. Přítomnost konkrétních druhů na lignifikovaném materiálu je podmíněna přítomností konkrétních metabolitů, jenž jsou dané lignikolní taxony schopny produkovat. Lignin je fenolický, amorfní polymer složený z jednotek 4-hydroxyfenylpronanoidů (Luštinec & Žárský 2005), který je navíc resistentní vůči dekompozici většinou mikroorganismů (Zabel & Morrel 2020). Taxony schopné lignin rozkládat pak musí obsahovat enzymy ze skupiny lignin peroxidas, manganes-peroxidas, fenol

oxidující enzymy jako lakkasy a peroxidasu produkující enzymy (Zabel & Morrel 2020). V klasickém mikrohabitatů lesního biotopu, kde je vyvinuto bylinné patro, tak koexistují dva systémy, které však nelze studovat jako totéž společenstvo (resp. metaspolečenstvo v závislosti na měřítku), nýbrž jako dvě rozdílné, jedno zahrnující druhy na dřevitých substrátech (mrtvé stonky fanerofytů, silně lignifikované stonky chamaefytů) a druhé zahrnující druhy na nelignifikovaných bylinných stoncích kryptofytů a hemikryptofytů. Tato práce nezahrnuje analýzu prvního typu houbového metaspolečenstva.

2.2.2. Dynamika houbových společenstev

Stejně jako u hodnocení a studia rostlinných společenstev, je zapotřebí rovněž u houbových společenstev rozlišovat škálu, na níž je daná analýza vztahů zkoumána. Z výše uvedeného textu vyplývá, že jednotku houbového společenstva lze definovat na úrovni konkrétního substrátu (rostlinný stonek, větev, kmen, listový opad atd.). Jestliže však zkoumáme vztahy na úrovni konkrétní jednotky biotopu či rostlinného společenstva, na této úrovni pak zkoumáme houbové metaspolečenstvo (v kontextu s předchozí kapitolou). Z funkčního hlediska pak mezi řešené proměnné patří druhová variabilita během primární a sekundární sukcese a kompetice v rámci interagujících jednotek společenstva.

Kompetice a dynamika na úrovni konkrétního substrátu

Obecné poznatky o dynamice a kompetici houbových společenstev herbitrofně saprotrfních hub ve své bakalářské práci velmi dobře shrnula Konvalinková (2008). Podle ní lze sukcesní dynamiku houbových společenstev na konkrétním substrátu vysvětlit teorií ostrovní biogeografie, kdy se zvětšujícím se povrchem substrátu roste také počet druhů, které na něm žijí. Podle této teorie počet druhů pak lineárně narůstá, dokud se neobsadí veškeré niky, avšak substrát není stabilním ostrovem, je naopak houbami průběžně rozkládán (Konvalinková 2008).

Na úspěšnou kolonizaci substrátu houbami má vliv řada environmentálních proměnných, jenž v zásadě determinují také výslednou strukturu konkrétního společenstva, ač lze předpokládat, že počáteční diverzita inokula dormantních struktur je zcela náhodná. Mezi hlavní faktory, jež jsou v kontextu s ekologií herbitrofních saprotrfů řešeny, patří hostitelský substrát (viz kap. 4.3.). Vliv dalších environmentálních proměnných na výskyt příslušných druhů hub je stále předmětem výzkumů. Z výsledků studie Ryckegema & Verbeekema (2005a) vyplývá, že sukcese hub u senescentních orgánů je řízena chemickými procesy, stejně jako u mrtvého materiálu v opadu, zatímco u mrtvých dosud stojících rostlinných orgánů je relevantnější vliv prostředí. Rovněž Konvalinková (2008) uvádí ve své práci několik příkladů, podle nichž dochází k závěru, že mezi výskytem hub na daném substrátu a environmentálními proměnnými (teplotou, vlhkostí, pH) neexistuje průkazná závislost.

Zkoumáme-li houbová společenstva v čase, podobně, jako u společenstev rostlinných zde můžeme rozlišit dvě základní sukcesní stádia. První stádium se týká patogenních, reps. hemibiotrofních taxonů, jež přetrvávají na hostitelském substrátu ještě krátce po jeho uhynutí. Mezi primární kolonizátory substrátu pak patří tzv. „weed species“ (plevelné druhy), jenž jsou kompetičně slabé, avšak rychle rostoucí a sporulující, schopné čerpat snadno dostupné živiny s čerstvě odumřelého materiálu (Konvalinková 2008). Tyto druhy lze, podobně jako u rostlin, nazvat R-stratégy. Krátce po uhynutí stonku lze předpokládat vysoký nárůst inokulačního potenciálu, postupné ukončení dormance primárního inokula a následnou vysokou míru kompetice o zdroje a prostor mezi germinujícími sporami, jenž navíc musí překonat inhibiční podmínky konkrétního substrátu. Např. Pugh & Mulder (1971) uvádí běžný výskyt několika endofytních druhů hub na živých listech *Typha latifolia*, tj. *Aureobasidium pullulans*, *Alternaria tenuis*, *Cladosporium herbarum*, *Epicoccum nigrum* a *Phoma typharum*. Tyto druhy v různém poměru a frekvencích výskytu zaznamenaly také na odumírajících stojících vrcholcích stonků a odumírajících listech. Po odumření listů následně pozorovali sukcesi v průběhu 7 měsíců od podzimu do začátku další vegetační sezóny. Pozorovali výrazný úbytek četnosti výskytu slabě konkurenčně schopných druhů ve vzorcích, jako *Aureobasidium pullulans*, avšak významný nárůst saprotrfních druhů charakteristických pro tento substrát, jako je *Typhicola typharum*, *Phoma typharum* a dalších druhů, především z čeledi *Phaeosphaeriaceae*. Na jaře pak začínají R-stratégy zcela ustupovat, původní endofyti již nejsou téměř přítomni a začínají dominovat specialisté (resp. K-stratégy). Jak však poukazuje Konvalinková (2008), rozlišení hub na R a K-stratégy není zcela bezprecedentní, neboť houby mají dvě vývojová stádia, a zatímco asexuální stádium daného druhu se může chovat jako R-stratég, tentýž druh v sexuálním stádiu může být také K-stratégem.

Dosud stojící odumřelý stonek vykazuje průkaznou stratifikaci houbových společenstev. Jak uvádí Konvalinková (2008), společenstva hub v různých výškových patrech se mohou značně lišit, což je výsledkem rozdílných mikroklimatických podmínek. Vrchní částí prýtů rychle vysychají, proto zde hostí některé specializované taxony (Konvalinková 2008). V horní části stonku se vyskytuje obecně méně druhů hub než ve střední a spodní části, zároveň zde převažují coelomycety (Konvalinková 2008). Na jaře následujícího roku, těsně před začátkem nové sezóny, obvykle dochází k pádu stonku.

Po pádu stonku zcela klesá početnost většiny primárních kolonizátorů a houby okupující dolní část stonku se rozšiřují také na horní internodia (Konvalinková 2008). Po opadnutí stonku sexuální stádia poprvé začínají převažovat nad asexuálními (Konvalinková 2008). Tato skutečnost může souviset právě s výše zmíněným kontinuem mezi R a K-strategií a jednotlivými pohlavními fázemi životního cyklu hub. Trvanlivější a dekompozici méně podléhající substráty (obvykle hemikryptofytů) jsou mnohem přístupnější pro splynutí gametangií, vzniku diploidního mycelia a pohlavních askomat, než substráty rychle podléhající dekompozičním procesům (např. typicky jarních geofytů). Převaha

sexuální či asexuální fáze v daném časoprostoru konkrétního společenstva je také závislá na ročním období. Tento faktor se kumulativně zkoumal např. u rodu *Leptosphaeria* (Mlčoch 2021).

Při výzkumech, které se zabývají druhovým složením houbových společenstev konkrétních substrátů se aplikují dvě různé metodiky. V dnešní době již téměř nepoužívané kvantitativní mikroskopické studium nasbíraného materiálu (např. Ryckegem & Verbeke 2005b; Mlčoch 2021; tato práce) umožňuje zjistit reálné zastoupení teleomorfních a anamorfních stádií, stejně jako reálnou kondici materiálu a další proměnné. Pokud však byly data získána pouze kultivací ve vlhkých komůrkách či na médiu s případnými molekulárními metodami identifikace (např. Wong & Hyde 2001), tyto proměnné se ztrácejí a budou převládat pouze asexuální stadia. Navíc se tímto způsobem často nedá vyloučit chyba izolací na stonku běžně negerminujícího dormantního inokula, popř. statistické zkreslení kontaminací izolátu. Proto by bylo mnohem vhodnější kombinovat obě metodiky současně.

Vliv druhového složení rostlinného společenstva na zastoupení specialistů

Patrně významným, i když v minulosti mnohými autory příliš nadhodnocovaným faktorem je hostitelský substrát. Dříve byla popisována řada nových taxonů hub pouze na základě tohoto kritéria, mnohdy dokonce i na úkor taxonomicky hodnotnějších morfologických znaků. Tento přístup však spíše vnesl do novodobého systému mnohem větší zmatek, na což upozorňuje rovněž např. studie Hyde et al. (2007). Mnoho saprotrfních druhů hub se sice vyskytuje nejčastěji pouze na určitém druhu rostliny, ale lze je najít rovněž na jiných, více či méně příbuzných druzích rostlin (Konvalinková 2008). Často jsou navíc znalosti o substrátové specifitě limitovány kvantitou dat a nelze tedy v mnoha případech ani u druhů s poměrně kvantitativním datasetem ekologických pozorování vyloučit výskyt na jiném substrátu, pokud však takovou možnost nevylučuje výsledek sekvenční analýzy. Mnoho druhů hub vykazuje napříč příbuznými taxony velmi malou až žádnou fenotypovou variabilitu a často je pak naopak rozdílný hostitelský substrát jediným fenotypovým vodítkem při odlišení kryptických taxonů. Příkladem může být taxon *Montagnula cirsii*, který byl původně popsán z mrtvých stonků rodu *Cirsium*, avšak nově byl zaznamenán také na *Matricaria recutita* (Mlčoch 2020), nebo také *Leptosphaeria valesiaca*, jenž byla relativně často sbírána a revidována z mrtvých stonků *Artemisia* (např. Mlčoch 2021; Müller 1950), avšak nově byla zaznamenána také na mrtvých stoncích *Carduus acanthoides* rostoucího na stejné lokalitě jako *Artemisia vulgaris*, ze které byl rovněž sbírán (tato práce). Aktuální chemické složení substrátu, přítomnost konkrétních sekundárních metabolitů a množství sklerenchymatických pletiv však jsou do určité míry významnými faktory, jenž v korelaci s konkrétní enzymatickou výbavou daného druhu nevyvracejí existenci substrátové specializace některých druhů dekompozitorů (viz např. Mlčoch 2021; Konvalinková 2008; Hyde et al. 2007).

Ačkoliv lze předpokládat, že dekompozitoři budou vykazovat menší substrátovou specifitu než patogenní druhy, výsledky dosavadních průzkumů poukazují, že diversita určitých skupin saprotrfích hub silně souvisí s diversitou hostitelských substrátů na lokalitě (Lodge et al. 1995). Navíc v zastoupení společenstev dekompozitorů je přibližně jen 1/3 druhů původně patogenních či endofytních. Např. Lodge et al. (1996) zkoumaly diversitu a druhové složení saprotrfů listového opadu *Manilkara bidentata* a zjistili, že v průměru jen 22 % tvořili původní endofytické druhy. Vlivem druhového složení hostitelského substrátu na druhové zastoupení hub v rámci lokality se v minulosti zabývala řada autorů zkoumajících tuto závislost především v prostředí nížinného tropického lesa. Zde je rychlost dekompozice rostlinného substrátu kratší a díky mnohým morfologickým adaptacím (pevnější listy s tlustší vrstvou kutikuly, vosky apod.) jsou také listy dřevin poměrně trvanlivým substrátem, jenž vykazuje podobné prostředí pro vývoj houbového společenstva, jako u nás stonky bylin. Řada studií (např. Polishook et al. 1996; Lodge et al. 1996) poukazují, že existuje silná závislost mezi preferencí hostitele, a tudíž vlivem druhové skladby dřevin na druhovou skladbu hub listového opadu v tropickém deštném lese. Naproti tomu u hub rozkládajících lignifikovaný substrát v tropickém deštném lese je tento vztah méně kauzální (Lodge 1997).

Kompetice a dynamika na úrovni biotopu

Největší škála, na které lze zkoumat houbová společenstva, je úroveň konkrétních biotopů. Ty jsou obvykle složeny z jednoho nebo několika asociací rostlinných společenstev, jenž však mezi sebou tvoří zřejmé kontinuum s často velmi špatně rozlišitelnou hranicí. Neboť definování konkrétních asociací rostlinných společenstev je v praxi velmi náročné a často kvůli prolínání se jednotlivých determinačních prvků (dominantních a konstantních druhů) nemožné, je využíváno definování biotopových jednotek. Z hlediska výzkumu vztahů houbových metakomunit je tento přístup navíc mnohem signifikantnější. Jak vyplývá z výše uvedených studií, lze predikovat, že s rostoucí diversitou rostlin v konkrétním biotopu bude rovněž narůstat diversita hub. Faktor diversity je na této úrovni snadno analyzovatelný, avšak z důvodu vysoké biomasy substrátů velmi snadno podléhají data statistickému zkreslení nízkou kvantitou vzorků nezachycující úplnou diversitu, pouze její část. Sukcesní dynamika houbových metakomunit se zde odvíjí kromě výše zmiňovaného faktoru dekompoziční dynamiky substrátu také od celkové sukcesní dynamiky konkrétního biotopu. Tato proměnná je proto rovněž multivariační a nesnadno interpretovatelná. Kompetiční faktor se zde odvíjí především od míry provázanosti daných substrátů. Kompetice houbových metaspolečenstev bylinného patra je irelevantní, neboť jedinci a populace kolonizující konkrétní stonky nejsou mezi těmito stonky v žádné interakci. Oproti tomu relevantní je pak kompetice např. listového či jehlicového opadu, kdy může mycelium saprotrfů prorůstat napříč jednotlivými substráty. Jak uvádí řada studií (např. Hedger 1985; Lodge & Cantrell 1985; Koukol et al. 2022), dostupnost různých mikrohabitátů a substrátů v různém stádiu rozkladu ovlivňuje druhovou diversitu saprotrfích hub v konkrétním biotopu.

Koukol et al. (2022) navíc rovněž vyvozuje ze své studie, že zdánlivě méně příznivé podmínky (vysoká teplota) na lokalitě mohou ve skutečnosti podporovat vyšší diversitu a početnost hub.

Signifikantní pro hodnocení diversity hub konkrétního biotopu se zdá být rovněž nadmořská výška. Mnoho studií srovnávajících diversitu hub napříč vertikálním gradientem prostředí odhaluje kauzální závislost mezi nadmořskou výškou a tudíž i mikroklimatickými podmínkami a diversitou hub (např. Schmidt, Naff & Lynch 2012; Sharma et al. 2015). Tato závislost je nejpatrnější především ve vysokohorských oblastech. Extrémně nízká vzdušná či půdní vlhkost a velmi nízké teploty korelují s nízkou diversitou hub, která je však tvořena druhy, jenž jsou na tyto podmínky vysoce adaptovány. Schmidt, Naff & Lynch (2012) zjistili, že v extrémních podmínkách v nadmořských výškách 4000–6000 m. n. m. ve zkoumaných vzorcích půd převažovali extrémofilní taxony z oddělení *Zygomycota* s. l. a *Chytridiomycota*, zatímco taxony z oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota* tvořili pouze 12–14 % izolátů. Podobnou negativní korelaci mezi rostoucí nadmořskou výškou a Shannonovou entropií prokázala také studie Sharma et al. (2015), ve které autoři prováděli rozsáhlý ekologický průzkum společenstev v Himálaji. Tento výzkum navíc porovnával společenstva půdních hub napříč různými ekosystémy a vertikální biotopovou zonací.

3. Materiál a metodika

3.1. Charakteristika studovaného materiálu

V této práci byli zkoumaným materiálem odumřelé bylinné stonky kolonizované houbami. Nejčastěji se jednalo o mrtvé stonky chamaefytů a hemikryptofytů, které jsou běžnou součástí bylinného patra. Vzácně byly sbírány stonky kryptofytů a terofytů, neboť ty podléhají rychlé dekompozici převážně generalistickými saprotrofy. Lignifikované stonky fanerofytů (mrtvé dřevo) nebyly předmětem zkoumání, protože na ty jsou vázána zcela odlišná společenstva rostlinných saprotrofů, jenž ve své metabolické výbavě obsahují enzymy schopné dekompozice ligninu či celulosy (viz kap. 2.2.2). Čerstvý materiál uhynulý v řádu týdnů či měsíců rovněž nebyl předmětem výzkumu, neboť ten kolonizují ve větší míře jen anamorfní saprotrofní generalisté, popř. zde není možné detekovat přítomnost žádných plodnic, příslušné houby (ať už parazitické, jenž byly příčinou uhynutí rostliny, nebo saprotrofní) jsou pouze ve stádiu mycelia a bylo by nutné využití kvantitativních molekulárních metod. Ty navíc v konceptu této práce nebyly relevantní.

Předmětem výzkumu v rámci sbíraného materiálu pak byly primárně všechny teleomorfní a anamorfní stádia všech hub z oddělení *Ascomycota* (popř. pro úplnost i *Basidiomycota*, pokud byly také přítomny).

3.2. Sběr dat v terénu

3.2.1. Výběr vhodných lokalit a biotopů

Cílem této práce bylo kvantitativně pojmut široké spektrum rozdílných biotopů s různorodým gradientem stanovištních nároků a v širokém gradientu rozdílných nadmořských výšek. Zároveň bylo také cílem navštěvovat takové biotopy, jež jsou víceméně homogenní a pro dané výškové pásmo či oblast charakteristické. Tato kritéria měla zpřehlednit následnou klasifikaci biotopů (resp. fytoocenologických svazů) a zároveň pomoci pochopit kauzalitu struktury houbových společenstev, jež byly studovány. V konečném důsledku tak byly navštíveny různorodé biotopy tvořené xerothermní, mezofilní a hydrofilní vegetací s termofilními, mezofilními i psychrofilními stanovištními nároky. V rámci vertikálního gradientu prostředí pak byly rovněž navštíveny biotopy spadající do submediteránního (40–300 m. n. m.), planárního (150–210 m. n. m.), kolinního (135–500 m. n. m.), suprakolinního (200–550 m. n. m.), montánního (750–1100 m. n. m.), subalpínského (1000–1600 m. n. m.) i alpínského (1500–2000 m. n. m.) stupně.

Na základě těchto parametrů bylo zvoleno několik reprezentativních lokalit ležících převážně ve střední Evropě (Česká republika, Slovensko, Rakousko) a několik lokalit ležících v biotopově i klimaticky zcela odlišné oblasti v jižní Evropě (Chorvatsko). Na těchto lokalitách pak byly náhodně vybrány biotopy s velkou abundancí a nízkou heterogenitou rostlinných společenstev, zde bylo následně provedeno stanovení plochy (kvadrátu) pro sběr dat. Celkem bylo takto vytyčeno 28

kvadrátů, které jsou blíže charakterizované v kap. 3.2.2 a 4.2.2. Metodika stanovení kvadrátů je dále rozvedena v kap. 3.2.5. Kvadráty byly číslovány primárně podle posloupnosti data návštěv během sezóny. Metodika determinace biotopů je dále rozvedena v kap. 3.2.3.

3.2.2. Stručná charakteristika navštívených lokalit

Moravská brána

Tento geomorfologický celek zastupuje množinu biotopů kolinního vegetačního stupně moravského mezofytika. Bylo zde studováno několik kvadrátů zastupujících mokřadní, tj. hydrofilní biotopy a jeden kvadrát s nitrofilní, avšak spíše mezofilní vegetací (viz tab. 1). Kvadráty 2 a 14 náležely do rostlinného společenstva svazu *Phragmition australis* (rákosiny eutrofních stojatých vod, M1.7) v odlišném sukcesním stádiu. Jeden kvadrát byl situován do lesní mokřadní vegetace vysokých ostřic (M1.7, svaz *Magno-caricion elatae*) a jeden kvadrát do biotopu mezofilních ovsíkových luk (T1.1, svaz *Arhenatherion elatioris*). Poslední jmenovaný byl však relativně sukcesován v nitrofilní vegetaci s *Urtica dioica*, *Cirsium oleraceum* aj.

Tab. 1. Přehled zkoumaných lokalit v Moravské Bráně. Kódování biotopů odpovídá práci Chytrý et al. 2010.

Kvadrát	GPS	Lokalita	Nadmořská výška (m n. m.)	Biotop	Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
2	49°40'43.931"N, 18°1'54.395"E	Bartošovice, PR Bartošovický luh	230	M1.1	19.03.2022	9	10
7	49°40'24.445"N, 18°1'23.612"E	Bartošovice, PR Bartošovický luh	230	M1.7	15.05.2022	20	51
14	49.6737839N, 18.0295058E	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	230	T1.1	25.08.2022	25	70
15	49.6745486N, 18.0277572E	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	230	M1.1	25.08.2022	25	70

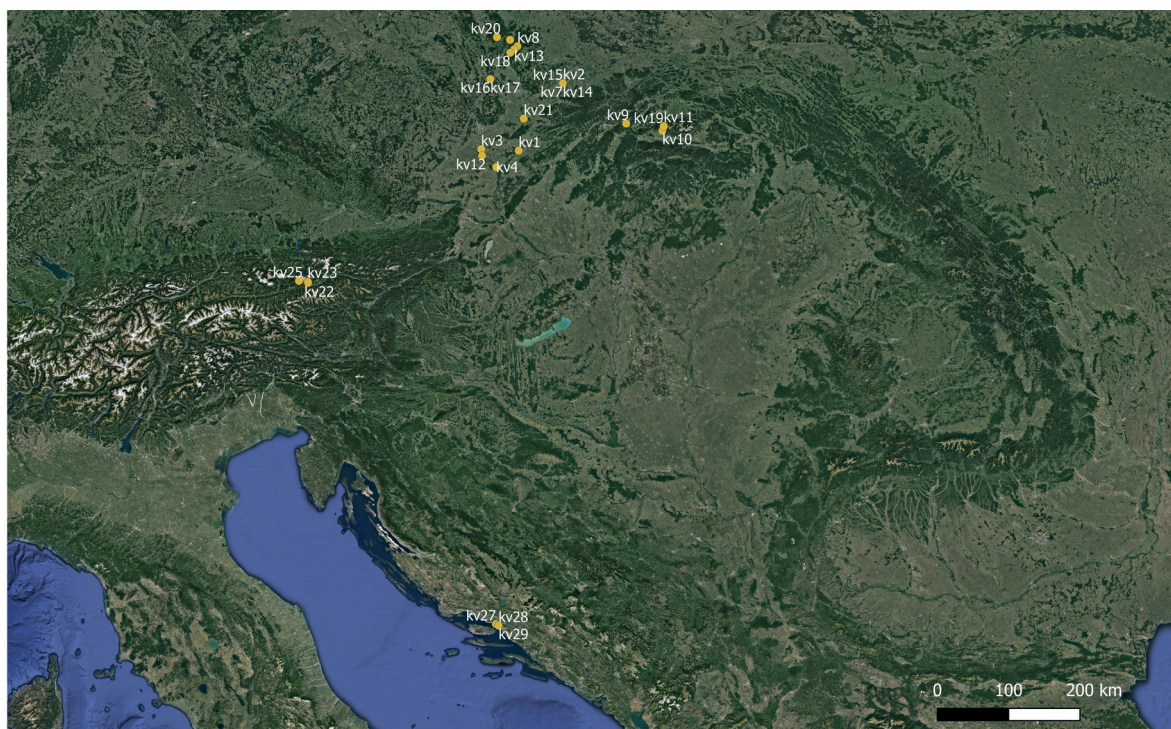
Hornomoravský úval

Studovaná lokalita (kvadrát 21, GPS: 49.2863983N, 17.3656031E) ležela v intravilánu městské zástavby poblíž Výzkumného ústavu obilnářského v nadmořské výšce 225 m n. m. Jde tedy o kvadrát spadající do planárního vegetačního stupně. Jednalo se o ruderalní vegetaci s typicky termofytickými synantropními druhy rostlin (cf. *Tanacetum vulgare*-*Artemisietum vulgare*, X07). Lokalita byla navštívena 28. 7. 2022 (t = 22 °C, RV = 55 %).

Dolnomoravský úval

V Dolnomoravském úvalu byly zkoumány celkem dva kvadráty. Kvadrát 1 (GPS: 48.9311919N, 17.2792739E) byl vymezen na relativně xerothermním stanovišti s psamofilní vegetací v NPP Váté písky u Bzence. Na lokalitě převažovala relativně stabilní a dobře definovatelná vegetace teplomilných exponovaných písčin, v rámci vymezeného kvadrátu se pak jednalo o kostřavové

trávníky písčín (T5.3, svaz *Armerion elongatae*). Sběr dat byl zde prováděn 1. 8. 2020 ($t = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RV = 30\%$). Druhý kvadrát (4, GPS: 48.7475211N, 16.8994842E) byl vymezen v ruderální sukcesované nepůvodní vegetaci s dominantní *Helianthus tuberosus* (X7B, as. *Oenothero biennis*-*Helianthetum tuberosi*). Kvadrát ležel v nadmořské výšce 175 m. n. m. a návštěva proběhla 9. 4. 2022 ($t = 11\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RV = 92\%$). Oba kvadráty náležely do planárního vegetačního stupně.



Obr. 3. Mapa s GPS lokacemi studovaných kvadrátů ve střední a jižní Evropě. (vizualizováno v prostředí QGIS).



Obr. 4. Mokřadní vegetace vysokých ostřic (*Magno-caricion elatae*) jako příklad kvadrátu s výskytem hydrofilních taxonů. Bartošovice, 15. 5. 2022.

Zábřežská vrchovina

V tomto geomorfologickém celku byly navštíveny celkem dva různé biotopy. Oba vytyčené kvadráty byly na lokalitě u obce Vranová Lhota–Hraničky v nadmořské výšce 310 a 315 m. n. m. Lokalita spadá do suprakolinního vegetačního stupně. Návštěva proběhla 26. 6. 2022 (t=28 °C, RV=80 %). První kvadrát (16, GPS: 49.7208094N, 16.7995483E) biotopově spadl do svazu *Berberidion* (křovinná vegetace, K3) a jednalo se o charakteristický křovinný lem na okraji louky s dominantní nitrofilní vegetací s *Urtica dioica* a *Solidago canadensis*. Druhý kvadrát (17, GPS: 49.7210706N, 16.8007167E) ležel na exponované stráni a byl spíše xerothermního charakteru. Kvadrát byl situován do vegetace acidofilních suchých trávníků (T3.5, svaz *Koelerio-Phleion phleoidis*) s relativně bohatou druhovou diversitou bylinného patra.



Obr. 5. Ruderální vegetace planárního vegetačního stupně. Kroměříž, 2. 7. 2022.

Pavlovské vrchy

Studovaný kvadrát (12, GPS: 48.875317N, 16.6610875E) byl lokalizován do kolinného vegetačního stupně menšího geomorfologického celku Pavlovské vrchy tvořeného převážně vápencovým podloží. V rámci vytyčeného kvadrátu dominovala vysoce diversifikovaná kalcifilní xerothermní až mezoxerothermní vegetace subpanonských stepních trávníků (T3.3A, svaz *Festucion valesiaca*). Kvadrát byl vytyčen v NPR Děvín-Soutěska u obce Pavlov na okraji kalcifilní stepi u zříceniny hradu Děvičky 420 m. n. m (t=22 °C, RV= 92 %). Návštěva proběhla 18. 5. 2022.

Uherčické nové hory – Pouzdřanská step

Studovaný kvadrát (3, GPS: 48.9477397N, 16.6445733E) měl podobné geomorfologicko-fytocenologické parametry jako předchozí kvadrát 12. Lokalita se nacházela v kolinném vegetačním stupni s dominantní stepní vegetací. Kvadrát byl vytyčen na ploše s výskytem panonských sprašových stepních trávníků (T3.3A, cf. *Astragalo exscapi-Crambetum tatariae*) v nadmořské výšce 300 m. n. m. na mezofilnějším svahu. Návštěva proběhla o měsíc dříve, než u předešlého kvadrátu 12, tj. 10. 4. 2022 (t=10 °C, RV=96 %).



Obr. 6. Druhově bohatá vegetace acidofilních suchých trávníků svazu *Koelerio-Phleion phleoidis*. Vranová Lhota-Hraničky, 26. 6. 2022.

Hrubý Jeseník

Množina zkoumaných kvadrátů v tomto geomorfologickém celku spadala do submontánního (1 kvadrát), montánního až supramontánního (2 kvadráty) a subalpínského (2 kvadráty) vegetačního stupně. Hrubý Jeseník fytogeograficky spadá do oblasti středoevropského oreofytika s charakteristicky vyšším úhrnem srážek a chladnějším klimatem. Alpínské bezlesí je zde posunuto do subalpínského vegetačního stupně a obvykle zastoupeno druhově chudou vegetací. Lokalita v submontánním stupni (kvadrát 18, viz tab. 2) byla na okraji stinné mezofilní louky s relativně nitrofilní invazivní vegetací s dominantní *Telekia speciosa*. Biotopově však kvadrát spadl do vegetace horských olšin s olší šedou (svaz *Alnion incanae*). Dva kvadráty (5, 8, viz tab. 2) byly situovány do horských smrčín supramontánního stupně. Kvadrát 5 ležel v biotopu horských třtinových smrčín (L9.1, svaz *Piceioin abietis*) přirozeného charakteru s monotónním dominantním podrostem *Luzula sylvatica*. Kvadrát 8 ležel v inverzní roklině u vodopádů Bílé Opavy v biotopu papratkových smrčín (L9.3, svaz *Athyrio distentifolii-Piceion abietis*) s dominantním podrostem *Adenostyles alliariae*. Kvadrát 13 (viz tab. 2) byl situován do biotopu vysokostébelného subalpínského prameniště s výskytem *Aconitum plicatum* a *Tephroseris crispa*. Poslední kvadrát (6, viz tab. 2) v Hrubém Jeseníku byl vytyčen v biotopu zapojených alpínských trávníků (A1.2, svaz *Nardion strictae*) v alpínském bezlesí na Červené hoře (Kouty nad Desnou).



Obr. 7. Biotop zapojených alpínských trávníků (svaz *Nardion strictae*) na Červené hoře. Kouty nad Desnou, 8. 5. 2022.

Tab. 2. Přehled zkoumaných lokalit v Hrubém Jeseníku. Kódování biotopů odpovídá práci Chytrý et al. 2010.

Kvadrát	GPS	Lokalita	Nadmořská výška (m n. m.)	Biotop	Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
5	50.1515967N, 17.1291989E	Kouty n. Des. PR Sněžná kotlina 1	1150	L9.1	08.05.2022	13,5	95
6	50.1473064N, 17.1339889E	Kouty n. Des. PR Sněžná kotlina 2	1275	A1.2	08.05.2022	13,5	95
8	50.0781111N, 17.2589578E	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	1105	L9.3	08.08.2020	28	80
13	50.0437072N, 17.2039256E	PR Břidličná, Jelení hřbet	1270	R1.5	09.06.2022	16	80
18	50.0085217N, 17.1388033E	Sobotín-Klepáčov	725	L2.1	14.06.2022	18,1	98

Králický Sněžník

V tomto geomorfologickém celku byl vytyčen pouze jeden kvadrát (20, GPS: 50.1775258N, 16.9118608E) v synantropní brzce sukcesní vegetaci (*Tanacetum vulgaris*-*Artemisietum vulgaris*, X07). intravilánu obce Stříbrnice v submontánním vegetačním stupni (610 m. n. m.). Sběr dat zde proběhl 23. 7. 2022 (t=24 °C, RV=55 %).

Malá Fatra

Studovaná lokalita (kvadrát 9, GPS: 49°13'54.254"N, 19°5'59.489"E) ležela v alpínském vegetačním stupni (1560 m. n. m.) na vrcholu Velký Rozsutec. Vzhledem k zásaditému podloží, které je tvořené dolomitickým vápencem, se zde nachází velmi bohatá horská společenstva rostlin, charakteristická pro horské oblasti s bazickým podložím. Fytocenologie je zde komplikovaná, neboť se zde prolíná mnoho asociací třídy *Elyno-Seslerietea*, která ve stinnějších místech, kde stále zasahuje *Pinus mugo*, přechází v asociace třídy *Mulgedio-Aconitetea*. Kvadrát 9 byl situován do společenstva s prvky typickými pro *Astero alpini- Seslerion calcariae* (cf.). Lokalita byla navštívena 21.8.2020 (t = 22 °C, RV = 80 %).

Západní Tatry

Vysokohorský masiv Západních Karpat zastupuje geomorfologický celek s charakteristicky vlhčím vysokohorským klimatem s vyšším úhrnem srážek a nižší průměrnou roční teplotou v porovnání s obdobným vysokohorským masivem Hoher Dachstein. Lokality navíc neležely na vápencovém podloží. Byly zde náhodně vytyčeny tři kvadráty, každý v rozdílné nadmořské výšce a rozdílném, avšak pro lokalitu reprezentativním biotopu (viz tab. 3). Kvadrát 10 byl vytyčen na okraji lesní cesty v horském stupni v Žiarské dolině. Zde se nacházela vysokobylinná vegetace zazemněných drolin (S1.4). Kvadrát 11 byl situován v subalpínském stupni v charakteristické vysokobylinné

vegetaci (A4.2) v okolí Roháčských ples. Kvadrát 19 pak na skalnatém hřebenu Roháčů nad Smutným sedlem (2000 m n. m.). V tomto případě zde dominovalo rostlinné společenstvo silně vyfoukávaných hřebenů a hran neutrálních až mírně bazických substrátů alpského stupně (*Oxytropido-Elyinion*, as. *Festuco versicoloris-Oreochloetum distichae*), které na území České republiky není zastoupeno (v textu dále pod zkratkou AT01 – „alpínské trávníky 1“).



Obr. 8. Rostlinná vegetace kvadrátu 19, *Oxytropido-Elyinion*, as. *Festuco versicoloris-Oreochloetum distichae*. Skalnatý hřeben nad Smutným sedlem, 18. 6. 2022.

Tab. 3. Přehled zkoumaných lokalit v Západních Tatrách. Kódování biotopů odpovídá práci Chytrý et al. 2010.

Kvadrát	GPS	Lokalita	Nadmořská výška (m n. m.)	Biotop	Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
10	49°9'11.307"N, 19°42'45.295"E	Žiarská dolina	1030	S1.4	03.07.2020	22	80
11	49°12'29.893"N, 19°44'13.748"E	Roháčská plesa	1660	A4.2	04.07.2020	16	90
19	49°11'51.756"N 19°44'1.56"E	Smutné sedlo	2000	AT01 ¹	18.06.2022	15	80

⁽¹⁾ Není platné označení dle katalogu Biotopů ČR (fytocenóza u nás nenalezena).

Biokovo Mts.

Tento geomorfologický celek byl jedinou zkoumanou oblastí lokalizovanou v jihoevropském mediterránu (Chorvatsko, jižní Dalmácie, Brela a okolí). Pro tuto oblast je charakteristický velmi nízký úhrn srážek během vegetační sezóny, které bývají pouze náhlé, silné a rychlé, vysoké průměrné denní teploty a velmi nízká relativní vzdušná vlhkost (Zelený 2012; meteogramy v příloze II.). Vegetace zde byla velmi odlišná od ostatních studovaných lokalit, neboť je zde vysoká míra mediteránního endemismu a navíc jsou vegetační pásma posunuta k mořskému pobřeží. Byly zde

vymezeny 3 kvadráty, každý z nich byl vytyčen do jiné, pro tuto oblast charakteristické biotopové jednotky. Vzhledem k odlišnosti charakteru biotopů nebyla možná jejich klasifikace podle středoevropského systému, navíc klasifikaci syntaxonů znemožňoval stav společenstev v době návštěv, kde většina diagnostických druhů již byla ve sterilním stavu. Biotopy byly definovány podle obecné charakteristiky a kategorického rozdělení fytoocenóz uvedeného v bakalářské práci (Mlčoch 2021). Kvadrát 27 (viz tab. 4) byl lokalizován na exponovaném svahu nad pobřežím v halofilní vegetaci pobřežních skalnatých útesů termomediterránního stupně (ME1). Kvadrát 28 (viz tab. 4) byl lokalizován v sekundární vegetaci typu makchie termomediterránního až mezomediterránního stupně (ME2) s dominantním *Spartium junceum* v keřovém patře a *Bituminaria bituminosa* a *Cephalaria leucantha* v bylinném patře. Kvadrát 29 (viz tab. 4) byl situován do xerothermní kalcifilní vegetace vápencových skal a sutí autochtonního charakteru mezomediterránního stupně (ME3).

Tab. 4. Přehled zkoumaných lokalit v pohoří Biokovo (Dinárský kras). Kódování biotopů odpovídá práci Chytrý et al. 2010.

Kvadrát	GPS	Lokalita	Nadmořská výška (m n. m.)	Biotop	Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
27	43.3896886N, 16.8956500E	Brela, pobřežní vegetace	50	ME1 ¹	03.08.2022	30	35
28	43.3717331N, 16.9391536E	Brela, makchie	300	ME2 ¹	09.08.2022	28	35
29	43.3713150N, 16.9397889E	Brela, vápencové sutě a skály	300	ME3 ¹	09.08.2022	28	35

⁽¹⁾ Není platné označení dle katalogu Biotopů ČR (fytoocenóza u nás nenalezena).

Hoher Dachstein

Pohoří Hoher Dachstein v Rakouských Alpách je menší vápencové pohoří s charakteristickou alpskou druhově bohatou kalcifilní vysokohorskou vegetací. Bylo zde vytyčeno 5 zkoumaných kvadrátů v několika různých, pro tuto oblast charakteristických subalpínských a alpínských biotopech (viz tab. 5). Klimatické podmínky zde byly v průměru velice podobné jako v Západních Tatrách. Nejníže položená plocha 22 byla situována v inverzní vápencové skalní soutěsce s druhově chudou vegetací svazu *Adenostylion alliariae* (A4.2, subalpínské vysokobylinné nivy, indet.) s dominantním *Senecio nemorensis* agg. a *Meconopsis cambrica*. Plochy 23 a 26 byly situovány v subalpínské klečové vegetaci, avšak druhovou skladbou rostlin se poměrně odlišovaly. Plocha 23 byla situována do druhově méně bohatší vegetační asociace *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo*, plocha 26 do blíže neurčené asociace s poměrně bohatší subalpínskou květenou. Kvadrát 24 u rozcestí Grübach směrem k jezeru Silberkarsee byl na rozhraní klečového pásma s vyvinutou, blíže neurčenou, charakteristicky alpskou kalcifilní vegetací alpínských trávníků s *Dryas octopetala* a *Alchemilla hoppeana*.



Obr. 9. Sekundární vegetace typu makchie termomediterránního až mezomediterránního stupně. Brela, 9. 8. 2022.



Obr. 10. Xerothermní kalcifilní vegetace vápencových skal a sutí autochtonního charakteru mezomediterránního stupně. Brela, 9. 8. 2022.

Poslední kvadrát 25 byl situován na exponovaném svahu vrcholu Rettenstain v začínajícím alpínském stupni. Zde byla dominantní vegetace na návětrných dolomitických svazích s plytkými půdami alpínského stupně asociace *Dryado octopetalae-Caricetum firmae* (svaz *Caricion firmae*, MGC2 – vegetační jednotka se nevyskytuje v České republice, nejbližší na Malé Fatře a v Tatrách, dle Kliment et al. 2006).

Tab. 5. Přehled zkoumaných lokalit v pohoří Hoher Dachstain (Rakouské Alpy). Kódování biotopů odpovídá práci Chytrý et al. 2010.

Kvadrát	GPS	Lokalita	Nadmořská výška (m n. m.)	Biotop	Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
22	47.4373445N, 13.7159151E	Vápencová soutěska Silberkarbach	1080	A4.2	31.07.2022	17	60
23	47.4569472N, 13.7066608E	Jezero Silberkarsee	1850	A7	31.07.2022	13	80
24	47.4552306N, 13.7081994E	Pod Lackner Miesberg, Grübach	1920	MGC3 ¹	31.07.2022	13	80
25	47.4627644N, 13.5599389E	Rettenstain	1900	MGC2 ¹	01.08.2022	15	60
26	47.4450322N, 13.7130064E	Nad Silberkarhütte	1250	A7	31.07.2022	15	80

⁽¹⁾ Není platné označení dle katalogu Biotopů ČR (fytocenóza u nás nenalezena).



Obr. 11. Exponované alpínské trávníky na dolomitickém vápenci as. *Dryado octopetalae-Caricetum firmae* (svaz *Caricion firmae*) s dominantní *Silene acaulis*, *Dryas octopetala* a *Carex firma*. Filzmoos, Rettenstain, 1. 8. 2022.

3.2.3. Klasifikace biotopů (základní fytocenózy) na vybraných lokalitách

Zde použitá klasifikace biotopů vychází z publikace Katalog biotopů České republiky (Chytrý et al. 2020). Pro determinaci homogenních biotopů na lokalitách sběrů dat byla využita datová vrstva vycházející z Mapování biotopů AOPK ČR vydaná pro prostředí QGIS. Pro klasifikaci biotopů na Slovensku byla využita publikace Rastlinné spoločenstvá Slovenska IV. (Kliment et al. 2006). Charakter biotopů (tj. studované dominantní vegetace) v rakouském vápencovém pohoří Hoher Dachstein je velmi podobný vegetaci vápencového masívu na Malé Fatře, z tohoto důvodu byla klasifikace do vyšších fytotaxonomických jednotek provedena na základě práce Kliment et al. (2006). Studované kalcifilní rostlinné společenstva na pobřežních svazích horského masívu Biokovo byly oproti vegetaci ve střední Evropě natolik specifická, že jejich klasifikace nebyla zcela jednoznačně možná. Při jejich specifikaci bylo využito převážně prací Zelený (2012), Šolić M. (2001), Radić J. (1976) a Kerovec M. (1995). Pro účely této práce nebylo nutné využívat žádných softwarů pro fytotaxonomickou klasifikaci ani podrobných fytocenologických snímků. Tyto metody jsou sice pro fytotaxonomii žádoucí a velice přesné, ovšem jejich výsledky pro účely této práce irelevantní.

3.2.4. Hodnocení biotopových parametrů na vybraných lokalitách

Pro studium závislosti mezi diversitou hub a ekologickými nároky konkrétních taxonů bylo nutné definovat a stanovovat některé základní biotopové parametry, jež by z hlediska této závislosti mohly být signifikantní. Níže jsou tyto parametry blíže specifikovány.



Obr. 12. Subalpínská klečová vegetace s alpskou kalcifilní bylinnou skladbou. *Pinion mugo* (blíže nespecifikováno). Schladming, Rösing, nad Silberkarhütte. 31. 7. 2022.

Altitudinální vegetační zonace

Chytrý (2012) uvádí na základě studia vegetačních záznamů a výzkumu přirozených biotopů napříč vertikálním gradientem prostředí v rámci střední Evropy celkem 7 vegetačních stupňů, které jsou charakteristické svým většinovým složením vegetace (pomineme-li vegetaci synantropních stanovišť, monokultury a asociace invazivních rostlin, jenž lze nalézt napříč touto zonací) a klimatickými nároky (průměrným úhrnem srážek, intervaly průměrných teplot). Právě z těchto důvodů bylo toto rozdělení využito jakožto kategoriálního prediktoru i v rámci této práce. Jednalo se rovněž o základní parametr, podle něhož byly cíleně vybírány lokality pro sběr dat tak, aby byl celý tento gradient pokryt. Chytrý (2012) uvádí tyto zóny:

- **Planární stupeň** (150–220 m. n. m.) charakteristický pro termofytikum (nížiny řek)
- **Kolinní stupeň** (135–500 m. n. m.) charakteristický pro pahorkatinný ráz krajiny termofytika
- **Suprakolinní stupeň** (200–550 m. n. m.) charakteristický pro vrchoviny mezofytika
- **Submontánní stupeň** (450–800 m. n. m.) charakteristický pro vyšší polohy mezofytika
- **Montánní stupeň** (750–1100 m. n. m.) charakteristický pro hory středoevropského oreofytika s dominantními bučinami a jedlobučinami
- **Supramontánní stupeň** (800–1370 m. n. m.) charakteristický pro hory středoevropského oreofytika s dominantními klimaxovými smrčiny
- **Subalpínský stupeň** (1200–1600 m. n. m.) charakteristický pro hory středoevropského oreofytika
- **Alpínský stupeň** (1500–2200? m. n. m.) charakteristický pro hory středoevropského oreofytika s vyvinutými alpínskými trávníky

V Alpách lze nalézt také další vegetační stupně, které jsou výše položené než stupeň alpínský, avšak zde je vegetace velmi nepočetná a pro účely této práce nebyla zkoumána. V mediterránní přímořské oblasti je tato vertikální zonace značně posunuta a vzhledem k obecně suššímu a xerothermnějšímu charakteru klimatu značně rozdílná od té středoevropské (Zelený 2012). V rámci této práce byla zkoumána houbová společenstva pouze na několika lokalitách na jižní Dalmácii v oblasti termomediterránního a mezomediterránního vegetačního stupně (rozlišeno dle Zelený V. 2012).

Nadmořská výška

Tato numerická proměnná vychází z logického prediktoru definovaného výše (altitudinální vegetační zonace) a byla relevantní pro statistickou analýzu dat v kontextu prostoročasu.

Biotop

Kategoriální parametr důležitý z hlediska hodnocení studovaného houbového metaspolečenstva ve studovaných kvadrátech. Pro hodnocení diferencí a variability houbových metaspolečenstev byla tato proměnná záměrně volena variabilně (viz kap. 3.2.1.).

Datum

Obdobně jako v případě nadmořské výšky se jedná o ordinální proměnnou, jenž je relevantní především pro účely statistické analýzy dat v kontextu prostoročasu, vývojové fáze hostitele a životní fáze houby.

Teplota vzduchu (t , °C)

Ordinální parametr relevantní právě jakožto faktor prostředí nezbytný k racionálnímu studiu kauzality závislosti ve vztahu k ekologickým prediktorům (diversita, druhová skladba). Zdrojem dat byly měření průměrných denních teplot na nejbližších meteorologických stanicích, která byla stažena z portálu MeteoBlue (meteoblue.com). Pro relevantní vyhodnocení tohoto prediktoru byl vždy pro konkrétní lokalitu vytyčen z celkového měsíčního meteogramu interval 10 dnů před návštěvou lokality, byly zaznamenány průměrné denní teploty z těchto 10 dnů (včetně dne návštěvy) a následně pomocí aritmetického průměru vypočítána konkrétní průměrná hodnota pro danou lokalitu. Tento krok byl relevantní především pro racionální zhodnocení skutečného vlivu teploty vzduchu na fruktifikaci a výsledné složení získaného záznamu společenstva v den návštěvy.

Relativní vlhkost vzduchu (RV, %)

Ordinální parametr volený se stejným záměrem i stejným způsobem jako v případě teploty vzduchu. Lze předpokládat, že tento faktor je z hlediska fruktifikace hub vysoce signifikantní a úzce koreluje s teplotou vzduchu a úhrnem srážek v daný časový interval. Úhrn srážek však nelze jednotně numericky kódovat pro účely analýzy, neboť jde o dlouhodobější faktor lokálních podmínek prostředí, jenž má na fruktifikaci herbitrofních saprotrofů spíše nepřímý vliv. Průměrná relativní vlhkost vzduchu byla metodicky vypočítána stejně jako teplota vzduchu.

3.2.5. Stanovení plochy pro sběr vzorků

Po vytipování vhodného biotopu na základě výše uvedených parametrů a zapsání veškerých biotopových charakteristik byl v rámci homogennější části rostlinného porostu stanoven dílčí kvadrát pro sběr dat na základě randomizačního procesu. Kvadrát o rozměrech 1 m² byl následně striktně ohraničen pro účely sběru dat. Poté byl proveden soupis veškerých druhů bylin, které zde vyrůstaly pro účely přesnější klasifikace biotopu v rámci daného kvadrátu a zapsány GPS souřadnice.

3.2.6. Samotný sběr vzorků

V rámci vytyčeného kvadrátu byl následně proveden samotný sběr vzorků. Vzhledem k i tak poměrně velké biomase rostlinného materiálu, který se mnohdy na vytyčeném kvadrátu nacházel a který by nebylo možné racionálně zpracovat, bylo náhodně posbíráno z každého zde rostoucího druhu byliny statisticky signifikantní množství loňských a předloňských bylinných stonků (podle lokálních možností více než 5). Sběr z těchto důvodů probíhal výhradně ve vegetační sezóně, aby bylo možné lépe determinovat substrát alespoň na úroveň rodu (u *Poaceae* to však mnohdy nebylo možné). Data použitá pro analýzu byla sbírána ve větší míře v rámci jediné vegetační sezóny za rok 2022. Sběry z předchozích sezón do analýzy nebyly zahrnuty, neboť nebyly sbírány na základě výše uvedené metodiky, chybí k nim celistvá data o abundancích a dalších zde studovaných parametrech, a navíc byla ve větší míře shrnuta v rámci bakalářské práce (Mlčoch P. 2021), až na několik málo výjimek (kvadráty 1, 8, 9, 11).

3.3. Mikroskopování, herbářování a determinace materiálu

3.3.1 Mikroskopování nasbíraného materiálu

Materiál byl mikroskopován metodou roztakových preparátů, kdy byly pomocí preparační jehly odebrány z mrtvého stonku askokarpy (popř. konidiokarpy) do připraveného média (destilované vody) na podložní sklíčko a lehkým tlakem na krycí sklíčko uvolněn obsah askokarpů (popř. konidiokarpů). Při mikroskopování byly průběžně zapisovány některé níže definované proměnné (abundance, zastoupení teleomorfních a anamorfních stádií na plochách). K mikroskopování bylo využito optických mikroskopů Olympus DP70, popř. Bresser Researcher Trino. Mikroskopické znaky důležité pro následnou determinaci byly vyfotografovány pomocí mikroskopické kamery přídružené k systému Olympus, popř. USB2.0 YW500 s přenosem do PC. Rozměry mikroskopických struktur potřebné k následné determinaci, byly změřeny softwarově za pomoci volně stažitelného programu PIXIMÉTRÉ s předcházejí pixelovou kalibrací pro konkrétní typ USB kamery a konkrétní použité optické zvětšení (obvykle bylo využíváno zvětšení 100× pro mikroskopování askokarpů či konidiokarpů, 400× pro mikroskopii vrčec, parafýz a askospor, popř. konidií a zvětšení 1000× s olejovou imerzí pro mikroskopii drobných askospor, popř. ornamentiky). V případě sběrů z řádu *Helotiales* byl jako mikroskopické médium použit Lugolův roztok (pro sledování amyloidity askoapikálního aparátu) a 3% roztok KOH (v případě rodů *Mollisia*, *Tapesia* a *Pyrenopeziza* pro sledování případného mikrochemického uvolnění žlutého pigmentu v excipulu).

3.3.2 Herbářování

Nasbíraný materiál byl po zmikroskopování usušen, opatřen identifikačním číslem s příslušnou evidencí v soukromé herbářové databázi autora a uložen provizorně v soukromém herbáři autora práce (herbář PM). Položky studované v rámci této práce budou postupně umístěny v botanickém herbáři Moravského zemského muzea v Brně (herbář BRNM).

3.3.3 Determinace

Determinace nasbíraného materiálu byla provedena na základě morfologického studia mikroskopických znaků a hostitelského substrátu za použití odborné literatury a publikovaných studií.

3.4. Statistická analýza a sumarizace výsledků

3.4.1. Charakteristika studovaných relativních populačních a mykocenologických parametrů a proměnných

Abundance

Hodnota abundance v tomto případě vychází z obecného předpokladu, kdy každý mikroskopovaný rostlinný stonek, na němž byla detekována přítomnost jednoho sexuálního či asexuálního saprotrófního taxonu, je kolonizována pouze jediným myceliem, tedy lze jej považovat za základní jednotku abundance nabývající hodnoty 1. Jestliže je v rámci tohoto stonku detekována kompetice s dalšími druhy, byl do datového souboru vždy přičten jednou pod konkrétní taxon. Vzhledem ke skutečnosti, že ke vzniku askokarpů je zapotřebí kopulace mycelií dvou jedinců, bylo by metodicky vhodné v případě teleomorfního stádia vynásobit tuto základní hodnotu dvěma, avšak z hlediska výzkumu houbových metaspolečenstev a hodnocení alfa a beta diversity je skutečný počet jedinců daného druhu na stonku irelevantní, navíc není možné tuto hodnotu přesně stanovit. Hodnota abundance je zde základní proměnnou, podle které bylo možné následně vypočítat Shannonovy entropie a vyhodnocovat alfa i beta diversitu zkoumaných společenstev a metaspolečenstev.

Koeficient abundancí anamorfních a teleomorfních stádií na ploše

Poměrně zajímavým determinantem vypovídajícím o stavu a složení zkoumaného společenstva v daný okamžik a za konkrétních podmínek, který byl sestaven pro účely této diplomové práce, je relativní podíl abundancí anamorfních a teleomorfních stádií v rámci konkrétního kvadrátu. Tato hodnota byla stanovována jako dvoudimenzionální rozložení procentuální sumy všech taxonů násobené jejich abundancemi v rámci konkrétních kvadrátů. Toto relativní rozložení však nekoresponduje s druhovým složením společenstva, pouze stanovuje procento sexuálních a asexuálních stádií.

$$P_T = \frac{\sum (T \cdot n_i)}{\sum (T \cdot n_i) + (A \cdot n_i)}$$

Kdy	P_T	...	procentuální podíl abundancí teleomorfních stádií na ploše
	T	...	1 jedinec v sexuální fázi
	A	...	1 jedinec v asexuální fázi

$$P_A = 1 - P_T$$

Kdy P_A ... procentuální podíl abundancí anamorfních stádií na ploše

Myšlenka, která vedla k sestavení tohoto statistického parametru pro hodnocení optimálnosti podmínek prostředí pro výskyt teleomorfních stádií vychází z nepublikovaného předpokladu lokální kolonizace substrátu jedincem konkrétního druhu tvořící v daný okamžik dominantně pouze sexuální nebo pouze asexuální stádia. Toto tvrzení bylo vždy v případě nejasného vzorku ověřováno mikroskopicky. V případě, že na jednom substrátu byly nalezeny obě stádia daného druhu, byly do datového souboru zapsány jako samostatné vzorky. Z tohoto předpokladu vychází definice základních proměnných "A" a "T".

3.4.2. Statistická analýza definovaných parametrů a proměnných, testování hypotéz

Statistický soubor a základní datové transformace

Environmentální prediktory blíže definované v kap. 3.2.4., společně s hodnotami abundancí a informacemi o druhovém složení hub a příslušných substrátů byly analyzovány několika statistickými metodami. Základní dataset a některé základní matice (např. matice environmentálních prediktorů, výpočty průměrných hodnot teploty vzduchu a relativní vzdušné vlhkosti desetidenních sledovaných intervalů, viz kap. 3.2.4. a 5.1.) byly sestaveny a vypočítány v prostředí programu Excel (Microsoft Office 365). U proměnných teplota a relativní vzdušná vlhkost byly vypočítány aritmetické průměry hodnot desetidenního intervalu před datem návštěv lokalit (včetně), přičemž se vycházelo ze skutečnosti, že použití pouhé jediné hodnoty denní teploty ze dne návštěvy nedává signifikantní hodnotu uplatnitelnou pro hodnocení zkoumaných houbových metakomunit. Dále byla provedena logaritmická transformace hodnot nadmořské výšky a vypočítaných hodnot průměrných teplot. V případě relativní vzdušné vlhkosti byla provedena arcsinová transformace. Ordinální datum sběru pro účely grafické vizualizace a parametrického hodnocení signifikance bylo transformováno z absolutní hodnoty data podle vzorce sestaveného individuálně pro účely této práce:

$$\text{ordinální datum} = [(M - 1) \cdot 30] + D$$

Kdy M ... numerické pořadí měsíce v roce

D ... numerické pořadí dnu v měsíci

Přičemž počet dnů v měsíci byl pro zjednodušení výpočtu zaokrouhlen na 30.

Základní statistický soubor v programu Excel byl sestaven z 447 samples (hodnot v řádcích) a 24 proměnných (sloupců). Kromě základních informací o studovaných kvadrátech a

environmentálních prediktorech obsahoval také jméno taxonu a hodnotu abundance pro konkrétní sample a dále informace o substrátu a biotopu.

Další analýzy statistického souboru byly po jeho importu prováděny v prostředí R. Pro analýzu základních statistických deskriptorů, barplotovou a boxplotovou vizualizaci byl uplatněn základní příkazový rámec prostředí R. Pro testování regresních modelů a multidimenzionální statistické metody byly použity knihovny ggplot2 (Vickham 2016), lattice (Sarkar 2008) a vegan (Oksanen et al. 2020).

Výpočet druhové bohatosti a indexu alfa diversity ve studovaných kvadrátech

Pro výpočet druhové bohatosti hub a výpočet indexu diversity ve studovaných kvadrátech byla využita knihovna vegan (Oksanen et al. 2020). Absolutní počty druhů byly dále převedeny na relativní škálu a graficky vizualizovány metodou sloupcových grafů. Pro výpočet indexu alfa diversity byla nejprve vygenerována matice druhů s absolutními hodnotami abundancí. Následně byla vypočítána Shannonova entropie alfa diversity pro jednotlivé hodnocené kvadráty. Vyhodnocení druhového složení zkoumaných biotopů a kvadrátů bylo provedeno na základě sestavených matic s absolutními počty druhů a na základě seznamu determinovaných či morfologicky odlišených druhů zaznamenaných v řešených kvadrátech.

Multidimenzionální regresní modelování, analýza korelačních závislostí a testování regresních modelů

Environmentální prediktory ve vztahu k Shannonově indexu diversity a koeficientu abundancí teleomorfních stádií byly hodnoceny pomocí multidimenzionálního regresního modelování. Hodnota signifikance stanovených regresních modelů byla testována pomocí analýzy variance. Korelační závislosti mezi hodnocenými proměnnými byly testovány pomocí Pearsonova korelačního testu a následná vizualizace lineárních vztahů byla provedena pomocí knihovny lattice (Sarkar 2008).

Analýza redundance založená na výpočtu distančních matic

Signifikantní multidimenzionální regresní model byl dále testován pomocí permutační multivariační analýzy variancí distančních matic. Environmentální prediktory byly následně korelovány s maticí abundancí taxonů v jednotlivých studovaných kvadrátech. Absolutní hodnoty abundancí byly v matici transformovány pomocí Hellingerovy transformace na Hellingerovy distance. Multidimenzionální regresní závislost byla následně testována analýzou redundance (db-RDA) a vizualizována ordinálním biplotem. Nevysvětlená variance v datech byla dopočítána pomocí stanovení hodnoty Spearmanova Rho-kvadrátu.

Výpočet Whittakerova indexu beta diversity studovaných kvadrátů

Pro výpočet Whittakerova indexu beta diversity byla využita matice abundancí druhů, kdy hodnoty abundancí byly transformovány pomocí Hellingerovy transformace. Matice byla testována metodou Nemetrického multidimenzionálního škálování se stabilním řešením náhodného počátku (metaMDS). Tato transformovaná matice pak byla využita pro výpočet multidimenzionální trojúhelníkové matice základních parametrů beta-diversity. Výsledek byl vizualizován pomocí ternárního diagramu typu simplex.

Analýza multivariační homogenity skupinových dispersí a hodnocení beta diversity

Beta diversity studovaných kvadrátů byla testována metodou permutační multivariační analýzy variancí s využitím distančních matic a pomocí parciální Mantelovy korelace distančních matic s aplikací Pearsonova korelačního koeficientu. Výsledná závislost mezi studovanými kvadráty a beta diversity byla testována pomocí analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí. Pro tuto analýzu byla základní matice abundancí druhů nejprve standardizována pomocí Hellingerovy transformace a následně byla vypočítána matice hodnot Bray-Curtisových distancí. Následně bylo stanoveno skupinové kritérium a vytvořen model, který byl analyzován pomocí permutačního testu multivariační homogenity skupinových dispersí. Výsledek byl vizualizován pomocí ordinačního diagramu metodou metrického multidimenzionálního škálování (PCoA).

4. Výsledky

4.1. Biotopová determinace a charakteristika druhové bohatosti studovaných kvadrátů

Ve studovaných kvadrátech bylo zaznamenáno celkové druhové složení rostlin a následně na základě literatury a částečně za pomoci mapové vrstvy mapování biotopů v prostředí QGIS byla provedena determinace biotopů, resp. přibližné určení fytoecologických svazů či tříd (Viz kap. 3.2.2. a 4.2.2). Sběr dat byl proveden během vegetační sezóny roku 2022 a v několika případech roku 2020. Celkem bylo během těchto dvou sezón zaznamenáno 337 druhů hub (18 řádů klasifikovaných mezi *Basidiomycota* a *Ascomycota*).

Základní biotopové charakteristiky a environmentální proměnné jednotlivých kvadrátů jsou shrnuty v kap. 3.2.2. Pro přehlednější analyzování a sumarizaci dat byly kvadráty na základě příslušných biotopů rozděleny do 7 základních kategorií:

Kvadráty z alpinských a subalpinských vysokohorských biotopů: 6, 9, 11, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26. (dále jako alpské biotopy).

Kvadráty z nitrofilních stinných biotopů a křovin: 10, 16, 18 (dále jako nitrofilní biotopy).

Kvadráty ze stinných horských lesních biotopů supramontánního stupně s chudou bylinnou vegetací: 5, 8 (dále jako lesní biotopy).

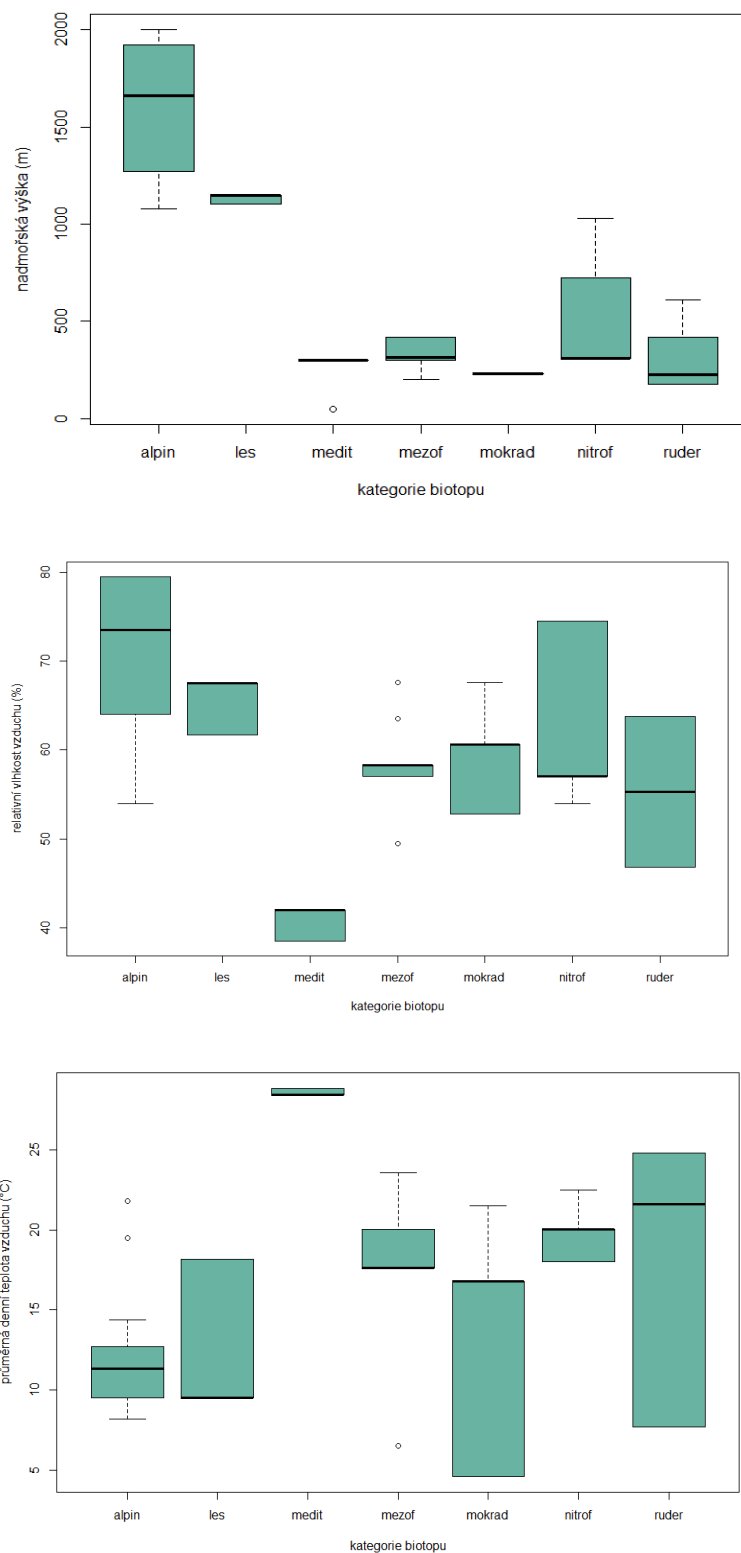
Kvadráty z mokřadních biotopů: 2, 7, 15 (dále jako typ mokřad).

Kvadráty z velmi xerothermních biotopů mediteránní oblasti: 27, 28, 29 (dále jako mediteránní).

Kvadráty ze synantropních stanovišť s ruderalní vegetací v obcích: 4, 20, 21 (dále jako ruderal).

Kvadráty ze sušších mezofilních až xerothermních otevřených ploch nižších poloh od planárního do suprakolinního stupně: 1, 3, 12, 14, 17 (dále jako typ mezofil).

Rozdíly v průměrných denních teplotách, relativní vzdušné vlhkosti a nadmořských výškách těchto skupin biotopů jsou shrnuty v grafech 1, 2 a 3. Průměrné hodnoty byly získány výpočtem aritmetického průměru teplotních a vlhkostních hodnot desetidenního intervalu.

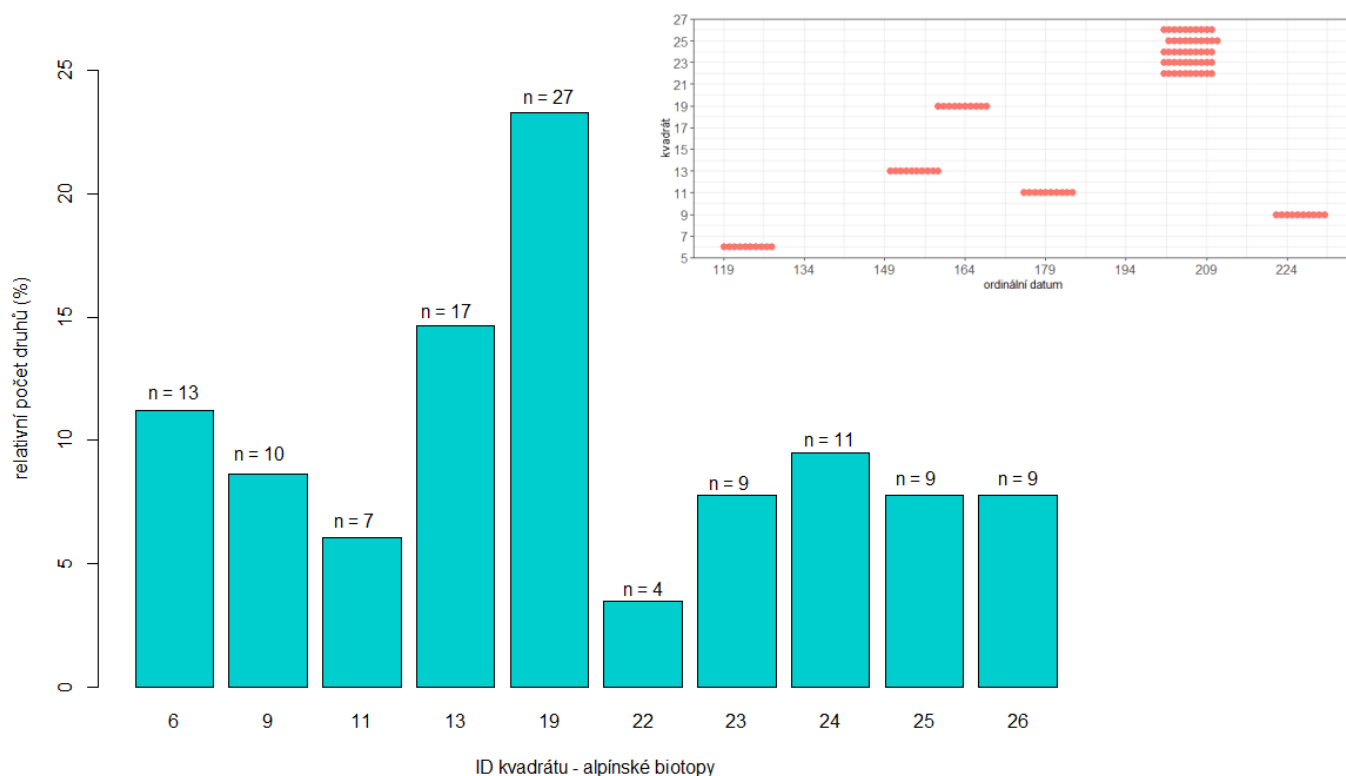


Grafy 1, 2, 3. Shrnutí základních environmentálních charakteristik zkoumaných kvadrátů. Nahoře vztah mezi nadmořskou výškou a biotopem, uprostřed vztah mezi průměrnou relativní vzdušnou vlhkostí za interval 10 dnů před návštěvami a biotopem, dole vztah mezi průměrnou denní teplotou vzduchu za interval 10 dnů před návštěvami a biotopem. Horizontální čára znázorňuje medián, box mezikvartilové rozpětí, horní a spodní vousy značí 1.5 násobek mezikvartilového rozpětí a jednotlivé body ukazují odlehlé hodnoty. N pro „alpin“ (alpínské biotopy) = 10, pro „les“ (lesní biotopy) = 2, pro „medit“ (mediterrán) = 3, pro „mezof“ (xerothermní až mezofilní otevřené biotopy) = 5, pro „mokrad“ (mokřadní biotopy) = 3, pro „nitrof“ (nitrofilní vlhkomilná vegetace) = 3, pro „ruderal“ (synantropní vegetace) = 3.

Studované kvadráty v alpínských a subalpínských biotopech ležely v nadmořských výškách 1080 – 2000 m n. m. s mediánem v 1660 metrech. Průměrné denní teploty v desetidenních sledovaných intervalech zde byly v rozmezí 8,2 – 21,8 °C (medián 11,35), přičemž relativní vlhkost vzduchu 54 – 79,5 % (medián 73,5 %). V kvadrátech stinných horských lesních biotopů s chudou bylinnou vegetací ležících v nadmořských výškách cca 1100 m n. m. byly zaznamenány průměrné teploty 10 – 17 °C a relativní vlhkost cca 63 – 68 %. Kvadráty ležící v mokřadních biotopech ležely ve všech případech v nížinách, průměrné denní teploty desetidenních sledovaných intervalů byly v rozmezí 4,6–21,5 °C (medián 16,8 °C) a průměrné hodnoty relativní vlhkosti 52,8–67,6 % (medián 60 %). Kvadráty ležící v mediteránní oblasti byly situovány v nadmořských výškách 50–300 m n. m., průměrné denní teploty desetidenních sledovaných intervalů byly v rozmezí 28,45–28, 85 °C a relativní vlhkost vzduchu v rozmezí 38,5–42 %. Kvadráty ležící v mezofilních a ruderálních biotopech byly situovány v nadmořských výškách 400 – 600 m n. m., relativní vlhkost vzduchu byla v obou případech mezi 45 – 65 % a průměrná denní teplota vzduchu 5 – 25 °C. Obdobně také v kvadrátech s nitrofilními biotopy.

První hodnocenou proměnnou na studovaných lokalitách byly absolutní počty druhů a jejich abundance. Z těchto prediktorů byly následně vypočítány hodnoty Shannonovy entropie alfa diversity. (viz kap. 4.2). Grafy 4, 5, 6 a 7 vyobrazují relativní počty druhů zaznamenaných v hodnocených kvadrátech v atributu s konkrétními studovanými biotopy.

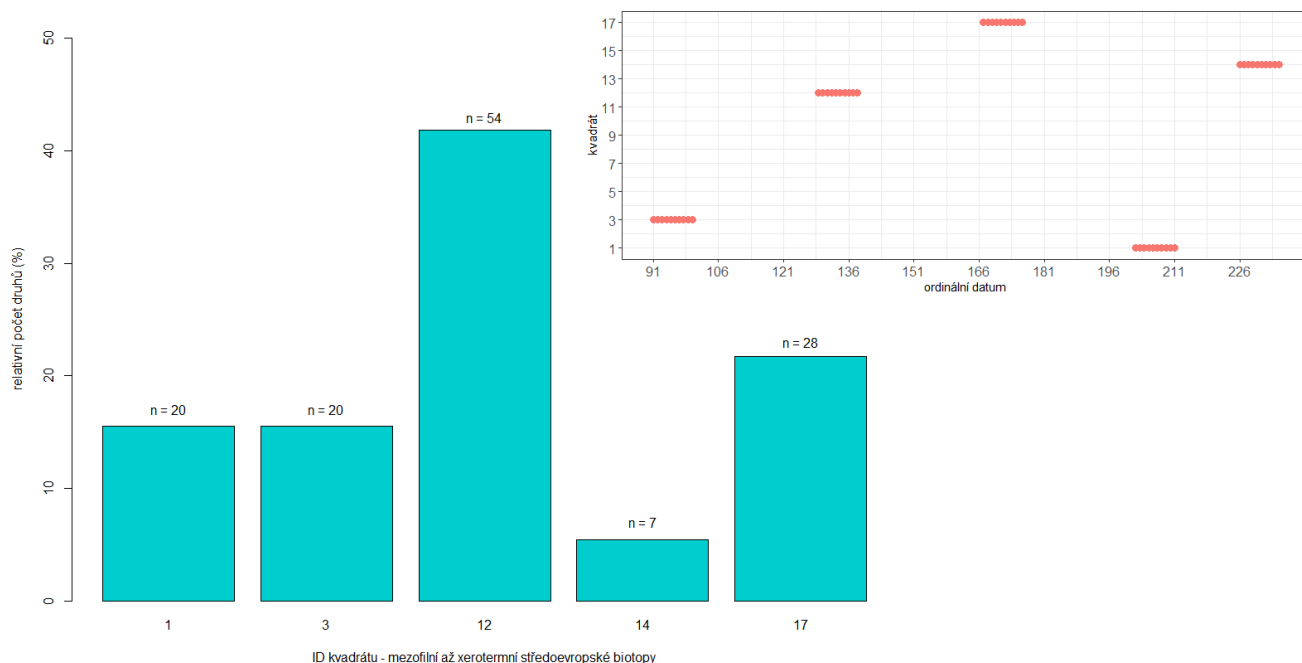
Z grafu 4 vyplývá, že v kvadrátu 6 (Hrubý Jeseník, Červená hora), bylo zaznamenáno 13 druhů (tj. 11 % druhů z hodnocených kvadrátů v alpínských biotopech), v kvadrátu 9 (Malá Fatra, Velký Rozsutec) 10 druhů (tj. 8,6 %), v kvadrátu 11 (Západní Tatry, Roháčská plesa) 7 druhů (tj. 6 %), v kvadrátu 13 (Hrubý Jeseník, PR Břidličná) 17 druhů (tj. 14,6 %), v kvadrátu 19 (Západní Tatry, Smutné sedlo) 27 druhů (tj. 23,3 %), v kvadrátu 22 (Hoher Dachstain, vápencová soutěska Silberkarbach) 4 druhy (tj. 3,44 %), v kvadrátu 23 (Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee) 9 druhů (tj. 7,75 %), v kvadrátu 24 (Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grubach) 11 druhů (tj. 9,5 %), v kvadrátu 25 (Hoher Dachstain, Rettenstain) 9 druhů (tj. 7,76 %) a v kvadrátu 26 (Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte) pak také 9 druhů (tj. 9,5 %).



Graf 4. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadratech v alpských biotopech. Čísla nad sloupci představují absolutní počty druhů. Vpravo nahoře intervalové rozložení zkoumaných časových rozmezí studovaných kvadrantů během vegetační sezóny. Datum ordinálně kódováno.

Graf 5 vyobrazuje relativní počty druhů zaznamenaných v mezofilních až xerothermních středoevropských biotopech. V kvadrátu 1 (Bzenec, NPP Váté písky) bylo zaznamenáno 20 druhů (tj. 15,5 % z množiny hodnocených kvadrátů dané kategorie), v kvadrátu 3 (Pouzďřany, NPP Pouzďřanská step – Kolby) také 20 druhů (tj. 15,5 % z celku), v kvadrátu 12 (NPR Děvín-Soutěska) celkem 54 druhů (tj. 41,8 % z celku), v kvadrátu 14 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad) pouze 7 druhů (tj. 5,5 %) a v kvadrátu 17 (tj. Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka) celkem 28 druhů (tj. 21,7 % z celku).

Tři studované kvadráty (2, 7, 15) byly umístěny do biotopů mokřadního charakteru (viz graf 6). V kvadrátu 2 (Bartošovice, rákosina) bylo zaznamenáno 11 druhů hub, v kvadrátu 7 (Bartošovice, lesní ostřicový mokřad) pak 14 druhů a v kvadrátu 15 (Bartošovice, sukcesovaná rákosina) jen 5 druhů.

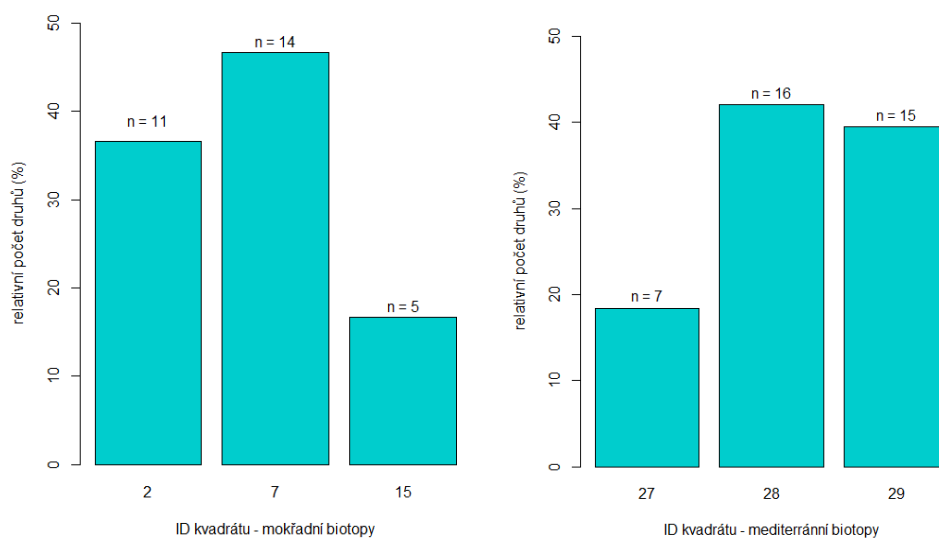


Graf 5. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrátech v mezofilních až xerothermních středoevropských biotopech. Číslo nad sloupci představují absolutní počty druhů. Vpravo nahoře intervalové rozložení zkoumaných časových rozmezí studovaných kvadrantů během vegetační sezóny. Datum ordinálně kódováno.

V mediterránní oblasti (graf 7) byly vytyčeny také pouze tři kvadráty. V kvadrátu 27 (Biokovo Mts., pobřežní vegetace) bylo zaznamenáno 7 druhů hub (tj. 18,5 % druhů v rámci studovaných kvadrátů mediterránní oblasti), v kvadrátu 28 (Biokovo Mts., macchie) pak 16 druhů (tj. 42 %) a v kvadrátu 29 (Biokovo Mts., vápencové sutě a skály) bylo zaznamenáno 15 druhů (tj. 39,5 %).

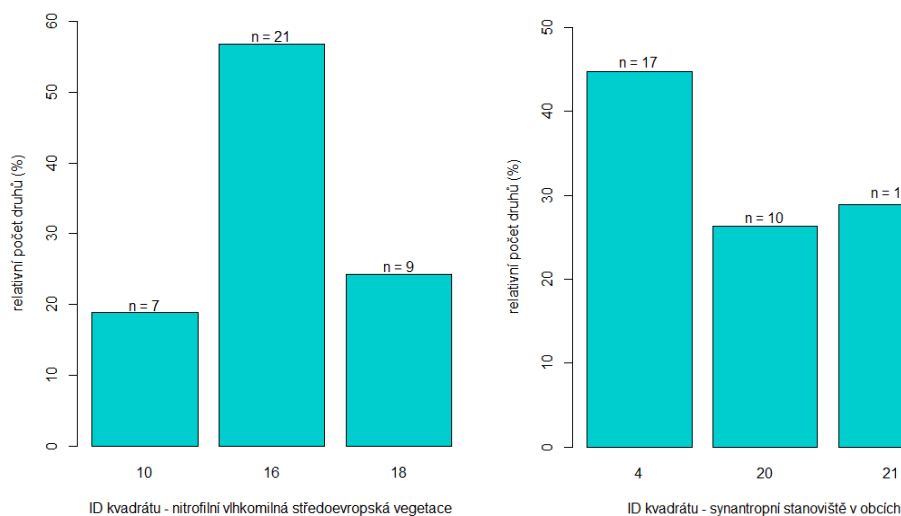
Tři studované kvadráty bylo možné klasifikovat do skupiny stinných nitrofilních biotopů s vlhkomilnější vegetací křovin a okrajů toků (graf 8). V kvadrátu 10 (Žiar, Žiarská dolina) bylo zaznamenáno 7 druhů hub (tj. 19 % druhů v rámci nitrofilních biotopů), v kvadrátu 16 (Vranová Lhota-Hraničky, křovinná vegetace s dominantním zlatobýlem a kopřivou) pak 21 druhů (tj. 56,8 %) a v kvadrátu 18 (Sobotín-Klepáčov, křovinná vegetace s invazním *Telekia speciosa*) celkem 9 druhů (tj. 24 %).

Graf 9 zobrazuje relativní počty druhů v kvadrátech situovaných na synantropních stanovištích v obcích. V kvadrátu 4 (Břeclav, NS Pohansko, synantropní vegetace před průmyslovou zónou) bylo zaznamenáno celkem 17 druhů (tj. 45 % v rámci této skupiny biotopů), v kvadrátu 20 (Králický Sněžník, Stříbrnice, synantropní vegetace na břehu rybníku) pak 10 druhů (26 %) a v kvadrátu 21 (Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav, staveniště) 11 druhů (29 %).



Graf 6. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrátech v mokřadních biotopech. Čísla nad sloupci představují absolutní počty druhů.

Graf 7. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrátech v mediterránních biotopech. Čísla nad sloupci představují absolutní počty druhů.



Graf 8. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrátech v nitrofilních biotopech a vlhkomilné vegetaci křovin. Čísla nad sloupci představují absolutní počty druhů.

Graf 9. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrátech v rudérálních biotopech synantropních stanovišť městské zástavby. Čísla nad sloupci představují absolutní počty druhů.

Posledním hodnoceným biotopem, který nebyl graficky hodnocen, byl biotop horských lesů supramontánního stupně. Zde byly vytyčeny pouze dva kvadráty. V kvadrátu 5 (Červená hora, horská smrčina) bylo zaznamenáno 10 druhů hub a v posledním kvadrátu 8 (Karlova Studánka, vodopády Bílé Opavy) pak pouze 5 druhů.

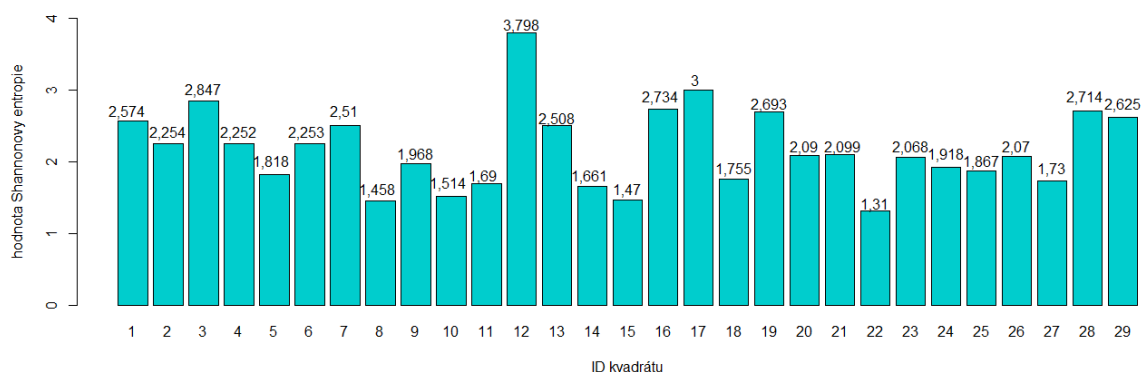
4.2. Analýza diversity a druhového složení houbových metakomunit bylinného patra studovaných biotopů

4.2.1. Analýza alfa diversity

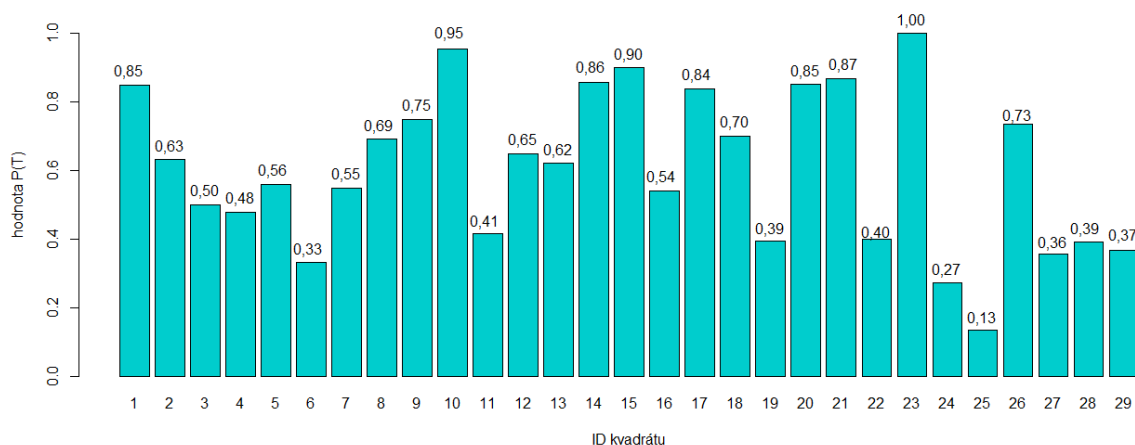
Z absolutních hodnot abundancí konkrétních taxonů hub a hodnot druhové bohatosti, které jsou blíže specifikovány v kap. 4.1. a 5.1., byly vypočítány hodnoty Shannonova indexu alfa diversity pro jednotlivé studované kvadráty. Hodnoty jsou blíže specifikovány v grafu 10. Graf 11 následně vizualizuje vypočítané hodnoty koeficientu abundancí teleomorfních stádií pro konkrétní studované kvadráty. Kategorická sumarizace výsledných hodnot Shannonovy entropie v kontextu jednotlivých hodnocených typů biotopů je pak znázorněna v grafu 12. Z tohoto grafu je patrné, že u alpínských biotopů byla minimální hodnota entropie $H=1,31$ u kvadrátu 7, hodnota mediánu $H=2,018$ u kvadrátu 26 a maximální hodnota $H=2,693$ u kvadrátu 11. V případě lesních biotopů supramontánního stupně byla minimální entropie u kvadrátu 8 ($H = 1,459$) a maximální hodnota u kvadrátu 5 ($H=1,8181$). U biotopů mediteránního stupně byla minimální hodnota entropie u kvadrátu 27 ($H=1,729$) a maximální hodnota u kvadrátu 28 ($H=2,714$). U biotopů sušších mezofilních až xerothermních otevřených biotopů nižších poloh byla minimální hodnota entropie stanovena u kvadrátu 14 ($H=1,661$), medián u kvadrátu 3 ($H=2,847$) a maximální hodnota u kvadrátu 12 ($H=3,798$). V případě mokřadních biotopů byla minimální hodnota vypočítána u kvadrátu 15 ($H=1,47$) a maximální hodnota u kvadrátu 7 ($H=2,51$). U nitrofilní vlhkomilné vegetace byla minimální hodnota entropie u kvadrátu 10 ($H=1,514$) a maximální hodnota u kvadrátu 16 ($H=2,734$). V posledním studovaném biotopu synantropních stanovišť byla minimální hodnota u kvadrátu 20 ($H=2,085$) a maximální hodnota u kvadrátu 4 ($H=2,252$). Jak ukazuje graf 13, se vzrůstající hodnotou Shannonova indexu diversity přímoúměrně vzrůstá také hodnota druhové bohatosti studovaných kvadrátů, přičemž mezi tímto vztahem existuje korelace. Ta byla testována pomocí Pearsonova korelačního testu, přičemž hodnota korelačního koeficientu byla velmi vysoká, $R = 0,911$.

Testování vlivu environmentálních prediktorů na tvorbu a zastoupení sexuálních a asexuálních stádií v metaspolečenstvech

H₀: Na tvorbu a podíl zastoupení sexuálních a asexuálních stádií hub v konkrétním metaspolečenstvu nemají zvýšený vliv abiotické faktory prostředí.



Graf 10. Absolutní hodnoty Shannonovy entropie alfa diversity u jednotlivých hodnocených kvadrátů. Čísla nad sloupce specifikují konkrétní hodnoty Shannonovy entropie.



Graf 11. Relativní hodnoty abundancí sexuálních stádií hub (P_T) lokálních metaspolečenstev na jednotlivých hodnocených plochách 1 m². ID kvadrátu koresponduje s ID uvedeném v metodice. Čísla nad sloupce představují konkrétní hodnoty relativních abundancí v rámci daného kvadrátu.

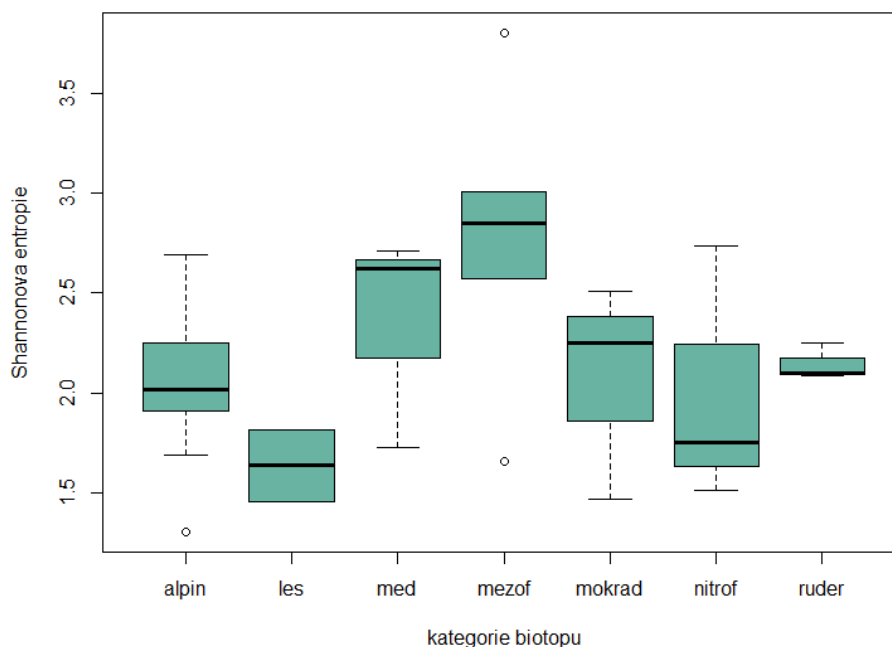
Pro testování této hypotézy byl zkonstruován multidimenzionální regresní model, který testoval závislost interakce transformovaných hodnot environmentálních prediktorů s recipročně transformovanými hodnotami koeficientu abundancí sexuálních stádií (absolutní hodnoty uvedeny v grafu 11). Z množiny regresních modelů testovaných analýzou variance, byl jeden vysoce signifikantní. Znění tohoto modelu je:

$$\text{Rectrans} \sim \text{výšková elevace: teplota: vlhkost} + \text{shannon.sub}$$

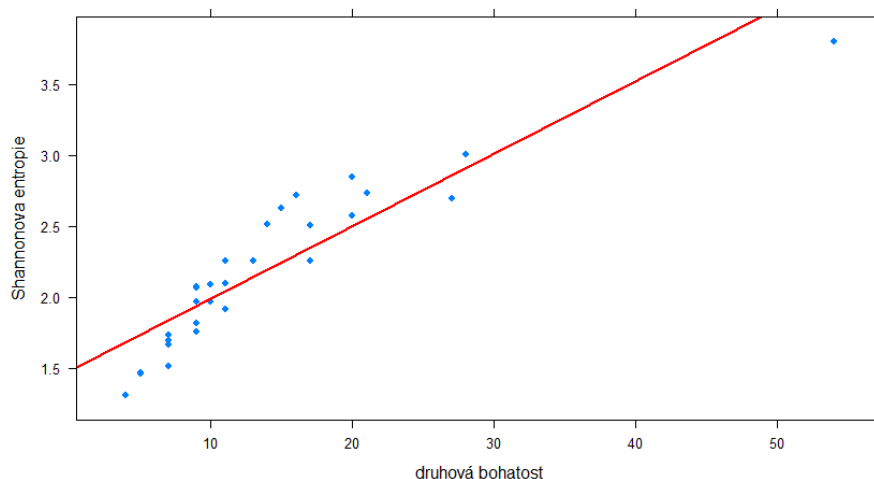
Kdy: Rectrans	Recipročně transformovaná hodnota koeficientu abundancí sexuálních stádií hub v kvadrantech
Výšková elevace	hodnota nadmořské výšky (m n. m.)
Teplota	Průměrná teplota vzduchu desetidenního sledovaného intervalu (°C)

Vlhkost Průměrná relativní vlhkost vzduchu desetidenního sledovaného intervalu (%)

Shannon.sub Shannonova entropie substrátů



Graf. 12. Vztah mezi Shannonovou entropií zkoumaných kvadrantů a příslušným biotopem. Horizontální čára znázorňuje medián, box mezikvartilové rozpětí, horní a spodní vousy značí 1.5 násobek mezikvartilového rozpětí a jednotlivé body ukazují odlehlé hodnoty. N pro „alpin“ (alpínské biotopy) = 10, pro „les“ (lesní biotopy) = 2, pro „medit“ (mediterrán) = 3, pro „mezof“ (xerothermní až mezofilní otevřené biotopy) = 5, pro „mokřad“ (mokřadní biotopy) = 3, pro „nitrof“ (nitrofilní vlhkomilná vegetace) = 3, pro „ruderal“ (synantropní vegetace) = 3.



Graf 13. Korelace mezi druhovou bohatostí a Shannonovou entropií houbových metakomunit v řešených kvadrátech.

Hodnota signifikance tohoto modelu byla $P=0,0008584$ (tj. 0,086 %). Z hodnocených environmentálních prediktorů byla v závislosti k P_T signifikantní pouze interakce proměnných výšková elevace a teplota s hodnotou $P=0,01336$ (tj. 1,34 %). Hodnota F testu byla v tomto případě $F=7,3665$.

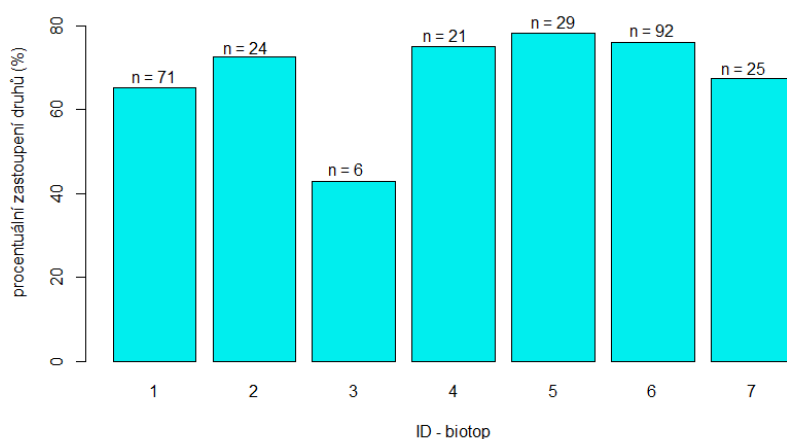
Tab. 6. Sumarizace absolutních počtů druhů hub zaznamenaných v kvadrátech ve vztahu k taxonomické jednotce (řád, popř. u blíže neklasifikovaných sběrů třída). Kvadráty jsou pro formální zjednodušení kódovány jejich identifikačním kódem (viz kap. 3.2.2.).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
AGARICALES												3							
BOTRYOSPHAERIALES	1																		1
CAPNODIALES					1	1						3							
DIAPORTHALES												2		1			2		
DOTHIDEOMYCETES	1		1		1								1						
OSTATNÍ																			
ERYSIPHALES						1													
EUROTIALES												1							
GLOMERELLALES			1		1	1						2							2
HELOTIALES			1		2		1	2			2	2	2			2	3	4	1
HYPHOMYCETES		1														1	1		1
INDET.																			
HYPOCREALES															2	1			
LECANOROMYCETES																			
MYCOSPHAERELLALES					4		1	1			1	2	2			1	1		7
S																			
PATELLARIALES												1							
PLEOSPORALES	22	7	18	11	5	10	11	2	11	9	7	36	14	5	3	16	22	18	14
RHYTISMATALES		1											1		1				
XYLARIALES		1																	

POKRAČOVÁNÍ	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
AGARICALES										
BOTRYOSPHAERIALES									2	2
CAPNODIALES										
DIAPORTHALES	1			1						
DOTHIDEOMYCETES										
OSTATNÍ										
ERYSIPHALES										
EUROTIALES										
GLOMERELLALES						1				1
HELOTIALES	2	1	1	2	2					
HYPHOMYCETES	1				1	1				
INDET.										
HYPOCREALES										
LECANOROMYCETES					1					
MYCOSPHAERELLALES	1				1		1		1	
S										
PATELLARIALES										
PLEOSPORALES	5	13	4	5	4	6	6	5	13	11
RHYTISMATALES										
XYLARIALES				1		1		1		

4.2.2. Analýza druhového složení

Absolutní počty druhů hub nalezených v jednotlivých studovaných kvadrátech kategorizované podle řádu nebo třídy jsou sumarizovány v tabulce 5. Kompletní přehled zaznamenaných taxonů pro studované kvadráty s informacemi o substrátech a absolutních hodnotách abundancí jsou shrnuty v příloze 3. Vzhledem k vysokému podílu druhového zastoupení hub z řádu *Pleosporales* v jednotlivých kvadrátech (viz tab. 6) bylo vypočítáno také procentuální zastoupení těchto hub v rámci zkoumaných biotopů (graf 14). Z grafu vyplývá, že z celkového druhového zastoupení tvoří houby řádu *Pleosporales* 65 % v alpínských biotopech, 72,7 % v nitrofilních biotopech, 43 % v biotopech horských lesů, 75 % v mokřadních biotopech, 78 % v mediteránních biotopech, 76 % v mezofilních až xerothermních otevřených biotopech a 68 % v synantropních biotopech. Celkem bylo zaznamenáno 258 druhů hub z řádu *Pleosporales*, 29 druhů z řádu *Helotiales* a 25 druhů z řádu *Mycosphaerellales*. Z ostatních řádů hub (viz tab. 6) byl celkový počet druhů pod 10. Níže jsou sumarizovány zjištěné proměnné u jednotlivých studovaných kvadrátů.



Graf 14. Procentuální podíl druhů z řádu *Pleosporales* v jednotlivých biotopech (x) k ostatním zaznamenaným skupinám hub (1-x). Čísla nad sloupci vyjadřují absolutní počty druhů řádu *Pleosporales* v konkrétním biotopu. ID biotopu: 1 – alpínské a subalpínské biotopy, 2 – nitrofilní vegetace, 3 – lesní biotopy supramontánního stupně, 4 – mokřadní biotopy, 5 – mediteránní biotopy, 6 – mezofilní až xerothermní otevřené biotopy, 7 – synantropní vegetace.

Biotopy alpínského a subalpínského vegetačního stupně

Kvadrát 6 (Hrubý Jeseník, Červená hora): Studovaný kvadrát byl vytyčen ve fytocenologicky relativně chudém mezoxerofilním biotopu alpínských vyfoukávaných trávníků (svaz *Nardion strictae*) s dominantními druhy *Nardus stricta* a *Luzula sylvatica*. Z celkových 13 zaznamenaných druhů bylo 63 % druhů z řádu *Pleosporales*, přičemž v datu návštěvy (8. 5. 2022) byly ve studovaném metaspolečenstvu v dominantním zastoupení asexuální stádia ($P_T=0,33$). Z hlediska druhového složení převládaly taxony z rodu *Phaeosphaeria*, které patří mezi časté kolonizátory rostlin čeledi *Juncaceae* a *Poaceae*. Nejčastějšími druhy ve společenstvu byly *Didymella* sp. a *Phaeosphaeria herpotrichoides* na mrtvých stéblech *Luzula sylvatica* a *Phaeosphaeria nardi*, specializovaný saprotrof vyrůstající na

Nardus stricta. V metakomunitě byly minoritně (s abundancí 1) zaznamenány také poměrně vzácně dokladované druhy *Phaeosphaeria emilii* a *Phaeosphaeria larseniana* (např. Shoemaker & Babcock 1988).

Kvadrát 9 (Malá Fatra, Terchová, Velký Rozsutec): V biotopu asociace *Astero alpini-Seslerion calcariae* (cf., svaz *Elyno-Seslerietea*) bylo zaznamenáno celkem 10 druhů hub, přičemž v době návštěvy (21. 8. 2020) v metaspolečenstvu převažovaly oproti předešlému kvadrátu sexuální stádia ($P_T=0,75$). Z rostlin zde dominovaly *Dryas octopetala* a *Tofieldia calyculata*, dále *Cirsium canum*, *Scabiosa lucida* a *Dianthus carthousianorum*. I přes vysokou diversitu rostlin (hostitelských substrátů) zde byla středně nízká druhová diversita hub ($H=1,968$) v porovnání s ostatními kvadráty. Ze zaznamenaných druhů zde byla nejběžnější *Wettsteinina pachyasca*, která byla zaznamenána na 3 různých substrátech. Jedná se pravděpodobně o poměrně charakteristický rod hub pro biotopy alpínských trávníků (viz např. Shoemaker & Babcock 1986), stejně jako druh *Paraleptosphaeria dryadis*, který vyrůstal na mrtvých květních stoncích *Dryas octopetala* (viz např. Mlčoch 2021). V kvadrátu 9 byl tento druh zaznamenán minoritně (1 ex.)

Kvadrát 11 (Západní Tatry, Roháčská plesa): Studovaný kvadrát byl vytyčen do biotopu subalpínské vysokobylinné nivy (svaz *Adenostylion alliariae*). Mezi dominantní druhy rostlin na studované ploše 1 m² patřily *Adenostyles alliaria*, *Doronicum clusii* a *Veratrum album subsp. lobelianum*. I přes relativně vyšší počet druhů rostlin ve studovaném společenstvu byla druhová diversita hub poměrně chudá ($H=1,69$), 59 % zaznamenaných jedinců bylo v asexuálním stádiu. Nejběžnějším druhem hub ve studované metakomunitě byla *Paraleptosphaeria macrospora* (frekvence zastoupení v zápisu byla 33 %), *Phoma* sp. na *Gentiana punctata* (s frekvencí 25 %) a *Septoria* sp. na *Bistorta major* (s frekvencí 16 %). V minoritním podílu byla zaznamenána také *Trichopezizella relicina* na mrtvém stonku *Adenostyles alliaria*.

Kvadrát 13 (PR Břidličná, Jelení hřbet): Na diversitu rostlin nepříliš bohatý kvadrát, který byl situován do subalpínské vysokostébelné nivy s výskytem *Aconitum plicatum* a *Tephrosia crispa*. Hodnota Shannonovy entropie hub zde však byla výrazně vyšší než u předešlých kvadrátů, tj. $H=2,508$. V dominantním zastoupení zde byly sexuální stádia ($P_T=0,62$). Nejčetnějším řádem hub byly rovněž *Pleosporales*, jenž tvořily 61 % druhů. S největší frekvencí zde byly zaznamenány taxony *Phaeosphaeria fuckelii* s frekvencí výskytu 24,3 %, *Phaeosphaeria eustoma* (*Pleosporales*) na *Poaceae* s frekvencí 13,5 % a *Cyathicula cacaliae* (*Helotiales*) na *Aconitum plicatum* s frekvencí 10 %. Mezi vzácné druhy patřily *Pseudoophiobolus urticicola* a *Vagicola vagans*. Druhy rodu *Pseudoophiobolus* se s nižší frekvencí objevují relativně často také v nižších polohách (viz dále). Druh *Vagicola vagans* je zaznamenáván převážně v alpínských biotopech (sbírka autora). Relativně významný byl výskyt druhu *Lophiostoma multiseptata*, který bývá nalézán jen relativně vzácně (sbírka autora).



Obr. 13. Některé charakteristické druhy hub z řádu *Pleosporales* vyskytující se v alpínském stupni. 1. *Wettsteinina pachyasca* (PM 21-8-20 DI, 21. 8. 2020, na *Dianthus carthousianorum* subsp. *alpinum*), a: vřečka, b: askospora, c: pseudothecium. 2. *Phaeosphaeria silene-acaulis* (PM 18-6-22 SIL3, 18. 6. 2022, na *Silene acaulis*), a: biotop, b: *Silene acaulis*, c: vřečka, d: askospory. 3. *Sulcispora pleurospora* (PM 31-7-22 po4, 31. 8. 2022, na *Poaceae*), askospory. 4. *Juncaceicola alpina* (PM 1-8-22 CAR, 1. 8. 2022, na *Carex firma*), a: vřečka, b: askospory. 5. *Phaeosphaeria emilii* (PM 8-5-22 LUZ6B, 8. 5. 2022, na *Luzula sylvatica*), a: askospora, b: vřečko. 6. *Phaeosphaeria epicalamia* (PM 8-5-22 LUZ2, 8. 5. 2022, na *Luzula sylvatica*), a: askospory, b: pseudothecia. 7. *Phaeosphaeria nardi* (PM 8-5-22 NAR, 8. 5. 2022, na *Nardus stricta*), a: askospory, b: askospory ve vřecku. 8. *Cyathicula cacaliae* (PM 9-6-22 ac4, 9. 6. 2022, na *Aconitum plicatum*), apothecia. Foto: P. Mlěoch

Kvadrát 19 (Západní Tatry, Roháče, Smutné sedlo): Kvadrát byl situován na skalnatém hřebenu nad Smutným sedlem (cca 2000 m n. m.) do relativně extrémního biotopu z hlediska povětrnostních podmínek, avšak s druhově poměrně bohatým společenstvem silně vyfoukávaných alpínských trávníků na neutrálních až mírně bazických substrátech asociace *Festuco versicoloris-Oreochloetum distichae*. Z trav zde dominovala *Festuca versicolor*, *Oreochloa disticha*, z *Juncaceae* pak *Juncus trifidus*, z dvouděložných rostlin pak *Silene acaulis*, vzácně byly zastoupeny např. *Primula minuta*, *Lloydia serotina*, *Pedicularis verticillata* a *Soldanella* cf. *montana*. Z hlediska druhové diversity hub byl tento kvadrát nejbohatší z alpínských biotopů ($H=2,693$). Vzhledem ke klimatickým podmínkám zde však byla oproti předešlým kvadrátům nižší hodnota koeficientu abundance teleomorf ($P_T=0,39$). Z 27 zaznamenaných druhů 51 % tvořily taxony z řádu *Pleosporales*. Největší hodnoty abundancí byly v rámci kvadrátu zaznamenány u taxonů *Stagonospora* sp. (29,3 %) a *Brunnipila* sp. (12 %) na *Juncus trifidus*. Z teleomorfních hub řádu *Pleosporales* byly zaznamenány převážně charakteristické rody a druhy alpínských trávníků. Na *Silene acaulis* byla zaznamenána *Phaesophaeria silene-acaulis*, na *Festuca versicolor* druh *Juncaceicola alpina*. Na relativně vzácném vysokohorském druhu prvosenky *Primula minuta* byl nalezen dosud nepopsaný taxon *Keissleriella "rohaczensis"* Mlčoch nom. prov. Z asexuálních rodů byly velmi běžné rody *Mycosphaerella*, *Stagonospora* s.l. a *Septoria* s.l. Na relativně méně početných substrátech (*Oreochloa disticha* a *Soldanella montana*) byly zaznamenány asexuální stádia rodu *Colletotrichum*.

Kvadrát 22 (Hoher Dachstein, vápencová soutěska Silberkarbach): Plocha byla lokalizována do druhově chudé vysokostébelné subalpínské nivy svazu *Adenostylion alliariae* v inverzní skalní soutěsce Silberkarbach. Hodnota Shannonovy entropie zde byla velmi nízká, pouze 1,31. Na mrtvých stoncích *Senecio fuchsii* agg. byl dominantním taxonem *Leptosphaeria sydowii*, na *Meconopsis cambrica* pak asexuální stádia *Phoma* sp. (s. l.). Jako velmi vzácný druh se v kvadrátu vyskytovala *Keissleriella* sp. na *Meconopsis cambrica*. Vysoký podíl anamorfních stádií zde mohl být zapříčiněn druhovou skladbou substrátů a inverzním charakterem lokality ($P_T=0,39$).

Kvadrát 23 (Hoher Dachstein, jezero Silberkarsee): Tento kvadrát byl na rozdíl od předešlého položen o 800 výškových metrů výše v subalpínské vysokostébelné klečové vegetaci asociace *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo* s dominantními *Epilobium angustifolium*, *Poaceae* (*Calamagrostis* sp.?), *Veratrum album* subsp. *lobelianum* a roztroušeným *Thalictrum aquilegifolium*. V porovnání s ostatními kvadráty situovanými ve vysokostébelných subalpínských nivách (11, 13 a 26) zde byla relativně vyšší druhová diversita srovnatelná s kvadrátem 13 ($H=2,068$). V záznamu zcela chyběli jedinci v asexuálním stádiu, avšak zastoupení hub z řádu *Pleosporales* zde bylo 55 %. Z nejběžnějších druhů se v záznamu vyskytovala *Phaesophaeria nigrans* (*Pleosporales*) na *Poaceae* s frekvencí 20 % a *Sydowiella fenestrans* (*Diaporthales*) se stejnou frekvencí. Oba druhy jsou ve společenstvech obdobného charakteru poměrně časté s přímou asociací k hostitelskému substrátu (herbář autora). Na mrtvých stoncích *Veratrum album* subsp. *lobelianum* byl v záznamu poměrně

běžný také druh *Crocicreas* cf. *pallida* (Helotiales). Na *Thalictrum aquilegifolium* byl rovněž zaznamenán druh *Leptosphaeria cruenta* (taxon má přímou asociaci k substrátu, avšak nebývá sbírán příliš hojně, viz např. Mlčoch 2021). Rovněž velice významný byl sběr *Xylaria filiformis* (Xylariales) na stoncích *Epilobium angustifolium*.

Kvadrát 24 (Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach): Kvadrát lokalizovaný o několik desítek výškových metrů výše od předešlého (kv. 23) s relativně bohatou bazofilní vegetací alpínských trávníků s dominantní *Dryas octopetala*, *Alchemilla hoppeana* a *Juncus trifidus*. Hodnota Shannonovy entropie byla v tomto případě relativně vysoká ($H=1,918$), v kvadrátu však výrazně dominovaly asexuální stádia ($P_T=0,27$). Nejčastěji zastoupeným taxonem zde byla *Stagonospora* sp. (s.l.) na *Juncus trifidus* s frekvencí 45 %. Dále byly v metakomunitě zastoupeny běžné druhy převážně v asexuálním stádiu, tj. *Phoma* ssp. (Pleosporales), *Septoria* s. l. (Mycosphaerellales), na *Dryas octopetala* byl zaznamenán 1 druh apotheciálního lišejníku (*Lecanoromycetes*, blíže neurčeno). I přes poměrně velkou diversitu substrátů (rostlin) zde byla zaznamenána relativně nízká diversita hub, na některých substrátech nebyly zaznamenány žádné fruktifikující houby. Z dalších řádů hub zde byly nalezeny také blíže neurčený hyphomycet a dva taxony z řádu Helotiales (*Cyathicula* cf. *cyathoidea* a *Pyrenopeziza* sp. na *Pedicularis* sp.).

Kvadrát 25 (Hoher Dachstain, Rottenstain): Tento kvadrát ležel na poměrně exponovaném svahu s druhově velmi diversifikovaným rostlinným společenstvem asociace *Dryado octopetalae-Caricetum firmae* (svaz *Caricion firmae*). Toto společenstvo je charakteristické především pro bazofilní biotopy alpínského stupně (Kliment & Valachovič 2007). Z dominantních druhů rostlin zde rostly *Dryas octopetala*, *Silene acaulis* a *Carex firma*. Hodnota Shannonovy entropie byla podobná jako u předešlého kvadrátu 24 ($H=1,867$), avšak koeficient abundancí asexuálních stádií byl v rámci studovaných kvadrátů nejvyšší ($P_T=0,13$, $P_A=0,87$). V sexuálním stádiu se vyskytovaly pouze taxony *Pleospora* sp. na *Dryas octopetala* a *Juncaceicola alpina* na *Carex firma*. V asexuálním stádiu pak s největší frekvencí druhy *Colletotrichum* sp., *Stagonospora* ssp. (s. l.) a *Phoma* ssp. (s. l.).

Kvadrát 26 (Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte): Kvadrát s relativně druhově významným složením hub lokalizovaný z hlediska výškového gradientu níže než předešlé kvadráty 23, 24 a 25 ze stejného geomorfologického celku. Byl lokalizován do blíže neurčené, druhově bohatší, subalpínské bazofilní vegetace klečového pásma s typickými bazofilními druhy jako jsou *Betonica alopecuros*, *Bupthalmum salicifolium* či *Scabiosa lucida*. Druhová diversita hub byla na ploše relativně průměrná ve srovnání s dalšími plochami ($H=2,07$). Zastoupení sexuálních stádií v metakomunitě bylo $P_T=0,73$. Z celkových 9 zaznamenaných druhů bylo zastoupeno 8 druhů z řádu Pleosporales a 1 druh (*Septoria* s. l.) z řádu Mycosphaerellales. Nejčteněji zastoupený byl taxon *Pseudoophiobolus matthieui* na dvou substrátech (*Bupthalmum salicifolium* a *Cirsium canum*). Na *Bupthalmum salicifolium* byl rovněž relativně četný (s frekvencí 16,6 %) druh *Leptosphaeria septemcellulata*. Tento druh má přímou asociaci s hostitelským substrátem, zároveň však neexistuje příliš mnoho publikovaných sběrů (viz

např. Müller 1950). Na *Poaceae* byly v záznamu zastoupeny 2 druhy (*Sulcispora pleurospora* a *Phaeosphaeria erikssonii*). Rovněž byly přítomny asexuální stádia rodu *Phoma* (s.l.).



Obr. 14 *Sydowiella fenestrans*, *Xylaria filiformis* a *Cyathicula pallida* byly zaznamenány v pohoří Hoher Dachstain na *Epilobium angustifolium* (31. 7. 2022). 1. *Sydowiella fenestrans*, a: perithecia, b: vřecka, c: askospory. 2. *Xylaria filiformis*, anamorfní stroma. 3. *Cyathicula pallida*, apothecia. Foto: P. Mlčoch.

Nitrofilní vlhkomilné biotopy křovin

Kvadrát 10 (Západní Tatry, Žiar, Žiarská dolina): Kvadrát lokalizovaný do doliny Smrečianského potoka v montánním vegetačním stupni s vlhkomilnou vysokobylinnou vegetací zazemnělých drolin (svaz *Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvaticae*). Z dominantních druhů rostlin zde vyrůstaly *Urtica dioica*, *Thalictrum aquilegifolium* a *Ranunculus platanifolius*, minoritně také *Prenanthes purpurea* a *Phyteuma spicatum*. Hodnota Shannonovy entropie byla v tomto případě relativně nízká ($H=1,514$), avšak s vysokou hodnotou koeficientu abundancí teleomorf ($P_T=0,95$). Ze zaznamenaných druhů hub byly sbírány v klasické asociaci s *Urtica dioica* taxony *Leptosphaeria doliolum* a *Leptosphaeria acuta*, na různých substrátech převládal taxon *Nodulosphaeria modesta* s frekvencí 50 %.

Kvadrát 16 (Vranová Lhota-Hraničky, křovinná vegetace s kopřivou a zlatobýlem): Ze zkoumaných nitrofilních biotopů byla v tomto kvadrátu zaznamenána celkově nejvyšší diversita hub (21 druhů, $H=2,734$). Koeficient abundancí teleomorf byl v tomto případě $P_T=0,54$. Kvadrát byl lokalizován na okraji louky v křovité vegetaci svazu *Berberidion*, v bylinném patře byly dominantními druhy *Urtica dioica*, *Solidago canadensis*, *Aegopodium podagraria*, minoritně také *Artemisia vulgaris* a různé druhy *Poaceae*. Mezi dominantní taxony hub v metakomunitě patřily *Phoma* sp. na *Urtica dioica* s frekvencí 14,6 %, dále *Leptosphaeria doliolum* s frekvencí 6 % a *Leptosphaeria conoidea* s frekvencí 16,3 %. Z významnějších druhů byla sbírána *Pyrenopeziza* sp. na *Aegopodium podagraria*, dále byly zaznamenány běžné druhy charakteristické pro *Urtica dioica* (*Leptosphaeria acuta*, *Calloria neglecta*), avšak mj. také *Leptosphaeria* aff. *dumetorum* a *Phaeosphaeria herpotrichoides* group. Oba tyto taxony nejsou pro tento substrát typické, i když jsou uváděny jako polytrofní (Leuchtmann 1984, Mlčoch 2021).

Kvadrát 18 (Sobotín-Klepáčov): Lokalita se nacházela v biotopu charakterově spadajícím mezi horské olšiny s olší šedou (svaz *Alnion incanae*), v bylinném patře byla dominantní invazivní *Telekia speciosa*, ale také *Epilobium angustifolium*, *Cirsium oleraceum*, *Anthriscus sylvestris*, minoritně potom *Urtica dioica*, *Petasites hybridus* a *Athyrium filix-femina*. Druhoví diversita byla v tomto případě podobná jako u kvadrátu 10 ($H=1,755$), podíl teleomorf byl $P_T=0,70$. Z dominantních druhů hub se zde vyskytovaly *Leptosphaeria doliolum* (na všech vysokostébelných bylinách, tj. *Epilobium angustifolium*, *Anthriscus sylvestris* i *Telekia speciosa*) s frekvencí 43,3 %, běžně však byly zastoupeny také některé druhy z řádu *Helotiales*, tj. *Trichopeziza* sp., *Pyrenopeziza* sp. a *Hymenoscyphus* sp.

Stinné horské biotopy supramontánního stupně s chudou bylinnou vegetací

Kvadrát 5 (Červená hora, horská třtinová smrčina): Kvadrát ležel v klimaxové horské třtinové smrčíně (svaz *Piceion abietis*) s dominantní *Luzula sylvatica*. I přes to, že houby byly sbírány pouze na dvou substrátech (*Luzula sylvatica* a *Deschampsia caespitosa*), zde byla relativně průměrná druhová diversita (1,818) a koeficient abundance teleomorf dosahoval hodnoty 0,56. V dominantním zastoupení byly druhy *Vagicola vagans* s frekvencí 26,5 % a *Didymella* sp. s frekvencí 23,5 %. Velmi běžná v záznamu byla také *Phaeosphaeria epicalamia* s frekvencí 20,5 %. V minoritním zastoupení byly např. druhy *Colletotrichum* sp., *Stagonospora* sp., *Mollisia* ssp. a blíže nespecifikovaný druh z řádu *Capnodiales*.

Kvadrát 8 (Karlova Studánka, vodopády Bílé Opavy): Kvadrát byl situován u podél turistické stezky na břehu pod Vodopádem Bílé Opavy v biotopu papratkových smrčín (svaz *Athyrio distentifolii-Piceion abietis*) s dominantním *Adenostyles alliaria* a *Senecio fuchsii*. Všechny sbírané houby vyrůstaly pouze na mrtvých listových řapících a stoncích *Adenostyles alliaria*. To bylo také odrazem velmi nízké druhové diversity hub na lokalitě ($H=1,458$). Zastoupení sexuálních stádií v záznamu bylo relativně vysoké ($P_T=0,69$). Z hub byly nejčteněji zastoupeny taxony *Paraleptosphaeria macrospora* a *Septoria* sp. s. l., oba s frekvencí 30,7 %. Z řádu *Helotiales* v této metakomunitě vyrůstaly druhy *Trichopezizella rubroguttata* (s frekvencí 23 %) a *Hymenoscyphus scutula* s frekvencí 7,5 %.

Mokřadní biotopy

Kvadrát 2 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina): plocha ležela na okraji rákosiny spadající do vegetace svazu *Phragmition australis* (rákosiny eutrofních stojatých vod) s dominantním druhem *Phragmites australis*. Druhová diversita hub v poměru s počtem druhů rostlin byla na lokalitě poměrně vysoká ($H=2,254$), stejně tak i zastoupení sexuálních stádií ($P_T=0,63$). Z dominantních druhů hub byly zastoupeny *Setoseptoria arundinacea* s frekvencí 12,8 %, dále *Lophodermium arundinaceum* s frekvencí 10,2 % a *Sigarispora arundinis* rovněž s frekvencí 10,2 %. Viz také v kap. 4.3. u *Poaceae*.

Kvadrát 7 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, ostřicový mokřad): tento kvadrát byl situován do ekosystému lužního lesa, avšak do biotopu s vysokou hladinou podzemní vody s výskytem nevysychavých až velmi málo vysychavých mokřadů. Druhově poměrně bohatý biotop tvořený mokřadní vegetací vysokých ostřic (*Magno-Caricion elatae*) byl tvořen dominantně zastoupenou *Carex riparia* a minoritně zastoupenými *Juncus effusus*, *Iris pseudacorus*, *Urtica dioica* a *Hottonia palustris*. Druhová diversita hub zde byla o něco vyšší než u předešlé plochy ($H=2,51$), zastoupení teleomorf relativně stejné ($P_T=0,55$) i přes to, že návštěva proběhla o dva měsíce později. Z hub byly zastoupeny převážně taxony z řádu *Pleosporales*, které tvořili 85,7 % druhů. Z dalších skupin byly přítomny *Septoria* sp. na *Juncus effusus* a blíže neurčený druh z čeledi *Hyaloscyphaceae* na *Carex*

riparia. Z řádu *Pleosporales* byly sbírány z *Iris pseudacorus* např. *Leptospora rubella* a *Pseudoophiobolus subhyalinisporus*, z *Urtica dioica* charakteristicky *Leptosphaeria acuta* a z *Juncus effusus* mj. nepříliš často nacházený druh *Phaeosphaeria norfolica* (např. Shoemaker & Babcock 1989).

Kvadrát 15 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, sukcesovaná rákosina): kvadrát ležel podobně jako v případě kvadrátu 2 na okraji rákosiny (svaz *Phragmidion australis*), avšak v tomto případě byl biotop víceméně sukcesovaný s relativně nízkou hladinou podzemní vody. Z tohoto důvodu zde byly kromě *Phragmites australis* již zastoupeny taxony *Rubus caesius* či *Phalaris arundinacea*. Druhovú diversita hub zde byla nižší než u kvadrátu 2 ($H=1,47$), avšak mnohem vyšší zastoupení sexuálních stádií ($P_T=0,90$). Z hub byly v zápisu zastoupeny na *Phragmites australis* druhy *Setoseptoria arundinacea* s frekvencí 40 %, *Lophiostoma arundinis* s frekvencí 20 %, *Lophodermium arundinaceum* s frekvencí 10 % a také relativně významný sběr *Hypocrea calamagrostidis* v sexuální i asexuální formě. Tento druh je obecně relativně vzácný, z České republiky dosud nebyl dokladován (Jaklitsch 2011: sbírka autora). Na *Rubus caesius* byl zaznamenán pouze druh *Lophiostoma macrostoma*, který je pro tento substrát charakteristický.

Xerothermní biotopy mediteránní oblasti

Kvadrát 27 (Brela, pobřežní vegetace): Kvadrát lokalizovaný na skalnatém pobřežním svahu s halofilní až xerothermní vegetací termomediterránního stupně. Z rostlin zde byly dominantní druhy *Inula verbascifolia*, *Limonium cancellatum*, *Crithmum maritimum*, *Helichrysum italicum* a *Satureja cuneifolia*. Kromě druhů *Crithmum maritimum*, *Inula verbascifolia* a *Satureja cuneifolia* nebyly na mrtvých stoncích zaznamenány žádné houbové taxony. Z mediteránních biotopů byla druhová diversita v tomto kvadrátu nejnižší ($H=1,73$), stejně tak jako zastoupení teleomorfních stádií ($P_T=0,36$). Kromě druhu *Anthostomella* sp. (*Xylariales*) patřily všechny zaznamenané taxony do řádu *Pleosporales*. Z největší četností byly zaznamenány blíže neurčené hyphomycety z řádu *Pleosporales* s frekvencí 35,7 %. Dále byly běžně zastoupeny taxony s diktyosporickými askosporami, např. *Pleospora* ssp., *Alternaria* sp. na *Crithmum maritimum* a relativně vzácný druh *Herpotrichia rhenana* na *Satureja cuneifolia*.

Kvadrát 28 (Brela, macchie): Plocha byla umístěna do vegetace typu macchie. V navštíveném letním aspektu byla většina druhů bylin v bylinném patře nedeterminovatelná, kromě *Poaceae* zde byly dominantními rostlinami *Bituminaria bituminosa* a *Cephalaria leucantha*. V keřovém patře, které je pro tento typ biotopu charakteristické, dominovaly *Spartium junceum*, *Pistacia* ssp. a *Paliurus spina-christii*. Druhovú diversita hub zde byla v porovnání s dalšími mediteránními biotopy relativně nejvyšší ($H=2,714$). Koeficient abundancí teleomorf zde byl $P_T=0,39$. Z hub zde dominovaly rovněž taxony z řádu *Pleosporales*, z nichž nejčastější byly druhy z rodů *Stemphyllium* a *Pleospora* s. l. s diktyosporickým charakterem askospor. Z anamorfních stádií byly přítomny taxony z rodů *Diplodia*

s. l., *Septoria* s. l. a *Phoma* ssp. (např. ***Phoma* cf. *spartiicola*** na *Spartium junceum*. Na *Bituminaria bituminosa* byla zaznamenána také ***Lophiostoma* sp.** Všechny druhy s přibližně stejnou frekvencí.

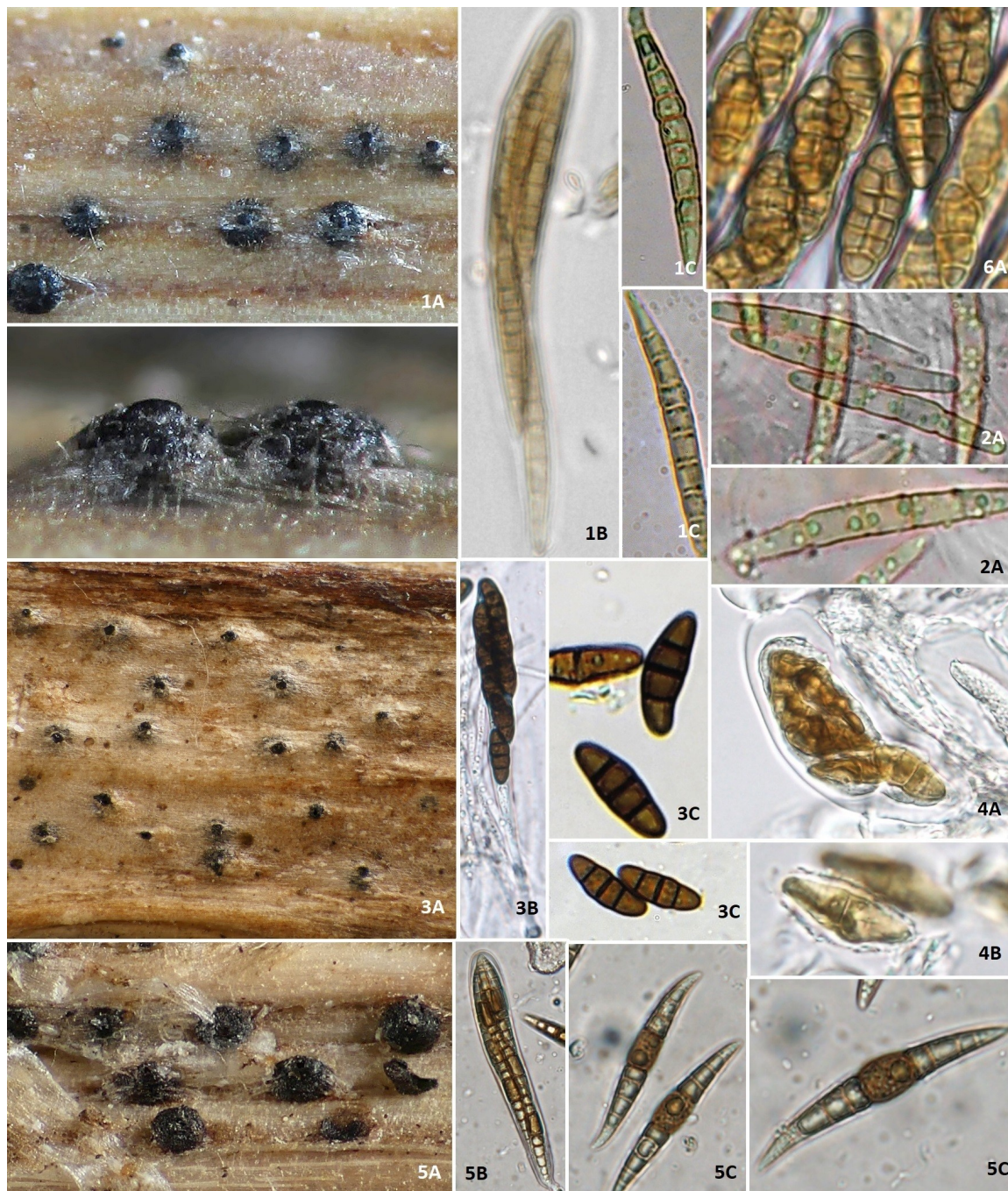
Kvadrát 29 (Brela, vegetace vápencových skal a sutí): Oproti předešlým plochám 27 a 28 byla na této ploše mnohem vyšší diversita rostlin. Vyrůstaly zde běžné xerothermní bazofilní druhy mediteránních rostlin vytvářející charakteristické společenstvo. Kromě *Poaceae* byly dominantně zastoupeny *Inula verbascifolia*, *Helichrysum italicum*, *Centaurea glaberrima*, *Campanula pyramidalis*, *Allium sphaerocephalum*, *Colutea arborescens*, méně také některé druhy z čeledi *Caryophyllaceae* (cf. *Dianthus*) a *Fabaceae* (cf. *Lathyrus*). Druhovú diversitu hub byla v tomto případě relativně vysoká ($H=2,625$), zastoupení teleomorfních stádií bylo obdobné jako v případě kvadrátu 28 ($P_T=0,37$). Z hub byl na *Allium sphaerocephalum* zastoupen 1 taxon (*Pleosporales* indet.), na *Campanula pyramidalis* 2 taxony v asexuálním stádiu (***Diplodia* sp.** a ***Stemphyllium vesicarium* agg.**), na *Centaurea glaberrima* pouze ***Didymosphaeria futilis***, na *Inula verbascifolia*, cf. *Dianthus* a *Poaceae* několik druhů řádu *Pleosporales* a *Botryosphaeriales* v asexuálním stádiu. Významný byl sběr ***Entodesmium niesslianum***, který je obecně uváděn ze stonků *Lathyrus* ssp. (viz např. Shoemaker 1989) a ***Cucurbitaria* sp.** na *Colutea arborescens*. Na dalších zaznamenaných druzích rostlin ve společenstvu nebyl zaznamenán žádný houbový taxon.

Synantropní stanoviště s ruderní vegetací lidských zástaveb

Kvadrát 4 (Břeclov, NS Pohansko, ruderní): druhově relativně bohatá nepůvodní vegetace asociace *Oenothero biennis-Helianthetum tuberosi* s dominantním druhem *Helianthus tuberosus* byla zkoumána na počátku dubna. Shannonova entropie zde byla $H=2,252$, tj. relativně vyšší než v případě kvadrátů 20 a 21. Koeficient abundancí teleomorf v metakomunitě byl poměrně nízký, $P_T=0,48$. Kromě dominantně zastoupených hub z řádu *Pleosporales* byly v zápisu přítomny také taxony z řádu *Mycosphaerellales* (***Septoria* ssp.**). V dominantním zastoupení byly druhy *Septoria* sp. s. l. na *Gnaphalium sylvaticum* s frekvencí 18,8 %, ***Septoria* sp.** na *Ambrosia artemisiifolia* s frekvencí 10,4 % a ***Ophiobolus anguillides*** na *Helianthus tuberosus* a *Epilobium* sp. s frekvencí 29,16 %. Ostatní taxony byly zastoupeny minoritně, např. ***Pleospora* ssp.**, ***Alternaria* ssp.**, ***Kalmusia clivensis*** apod. Taxon *Ophiobolus anguillides* byl mimo tuto práci sbírán vícekrát, vždy v ruderních biotopech (herbář autora).

Kvadrát 20 (Stříbrnice, rybníky): kvadrát byl situován do ruderní vegetace asociace *Tanacetum vulgare-Artemisietum vulgare* na břehu nově vzniklé vodní nádrže. V kvadrátu byly dominantními rostlinnými taxony *Apiaceae*, *Cirsium arvense*, *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* a *Poaceae*. Druhovú diversitu byla nižší než u předešlého kvadrátu i přes to, že data byla sbírána na vrcholu vegetační sezóny (konec července), avšak s vyšším koeficientem abundancí teleomorf – $H=2,09$, $P_T=0,85$. Z dominantních druhů hub byly zaznamenány ***Nodulosphaeria dolioloides*** na *Tanacetum vulgare* s frekvencí 25,9 %, ***Leptospora* sp.** a ***Pseudoophiobolus* sp.** s frekvencemi 14,8 %

(vše z čeledi *Phaeosphaeriaceae*, *Pleosporales*). *N. dolioloides* je rovněž taxon poměrně častý v synantropní vegetaci na mrtvých stoncích různých *Asteraceae* (herbář autora). Pouze 45 % taxonů v tomto kvadrátu tvořily druhy z řádu *Pleosporales*. Z dalších skupin hub byly zastoupeny např. *Diaporthe* sp. (*Diaporthales*) na *Artemisia vulgaris*, *Pyrenopeziza* sp. (*Helotiales*) na *Cirsium arvense* a *Trichopeziza* sp. (*Helotiales*) na *Artemisia vulgaris* a *Tanacetum vulgare*. Zaznamenán byl také druh *Heptameria obesa*.



Obr. 15. Některé charakteristické nebo významné taxony hub vyskytující se v synantropní a mediteránní vegetaci. 1. *Nodulosphaeria dolioloides*, a: pseudothecia, b: vřecko, c: askospora. 2. *Entodesmium niesslianum*, a: askospory. 3. *Kalmusia clivensis*, a: askostromata, b: vřecko, c: askospory. 4. *Herpotrichia rhenana*, a: vřecko, b: askospora. 5. *Heptameria obesa*, a: pseudothecia, b: vřecko, c: askospory. 6. *Pleospora phaeocomoides*, a: askospory. Foto: P. Mlčoch.

Kvadrát 21 (Kroměříž, Výzkumný ústav): Podobně jako v případě kvadrátu 20 se zde jednalo o ruderalní vegetaci pravděpodobně asociace *Tanacetum vulgaris*-*Artemisietum vulgaris* s dominantními druhy *Artemisium vulgaris*, *Conyza canadensis*, *Achillea millefolium* komplex, *Carduus acanthoides* a minoritně také *Solidago gigantea*. Hodnota druhové diversity byla srovnatelná s kvadrátem 20, tj. 2,099, stejně tak i hodnota koeficientu abundancí teleomorf ($P_T=0,87$). Z dominantních taxonů byly zastoupeny *Leptosphaeria valesiaca* na *Artemisia vulgaris* s frekvencí 30,4 % a *Leptosphaeria conoidea* na *Solidago gigantea* s frekvencí 17,4 %. Z dalších taxonů byly přítomny také *Leptosphaeria doliolum*, *Heptameria obesa*, *Alternaria* ssp., *Ophiobolus ophioboloides* a *Pseudoophiobolus pseudoaffinis*. Mimo řád *Pleosporales* byl zaznamenán pouze 1 sběr z rodu *Lachnum*.

Mezofilní až xerothermní otevřené biotopy planárního až kolinního vegetačního stupně

Kvadrát 1 (Bzenec, NPP Váté písky): Vysoce xerothermní biotop s dominantní psamofilní vegetací na exponovaných písčích v planárním vegetačním stupni. Kvadrát ležel ve vegetaci kostřavových trávníků písčin svazu *Armerion elongatae*. Z dominantních taxonů rostlin zde byly zaznamenány *Centaurea stoebe*, *Solidago gigantea*, *Artemisia campestris*, různé psamofilní *Poaceae* včetně *Stipa borysthena*, dále *Helichrysum arenarium* a *Eryngium campestre*. Hodnota Shannonovy entropie byla v tomto kvadrátu velmi vysoká ($H=2,574$), stejně tak i hodnota koeficientu abundancí teleomorf ($P_T=0,85$). Největší počet druhů byl zaznamenán na *Centaurea stoebe* (11), vysoká diversity byla také na *Stipa borysthena* (3) a *Solidago gigantea* (4). Z dominantních druhů byla v záznamu zastoupena *Leptosphaeria clavispora* s frekvencí 11,7 % a *Keissleriella gloeospora* s frekvencí 15,6 %. Z dalších taxonů byly v záznamu běžně zastoupeny rody *Ophiobolus*, *Pleospora* a *Sigarispora*. Z významných druhů byly zaznamenány *Chaetoplea oblongata* a *Leptosphaeria erigerontis* na *Centaurea stoebe*, *Keissleriella rosae* na *Apiaceae* a *Centaurea stoebe* a *Pleospora ambigua* na *Stipa borysthena*.

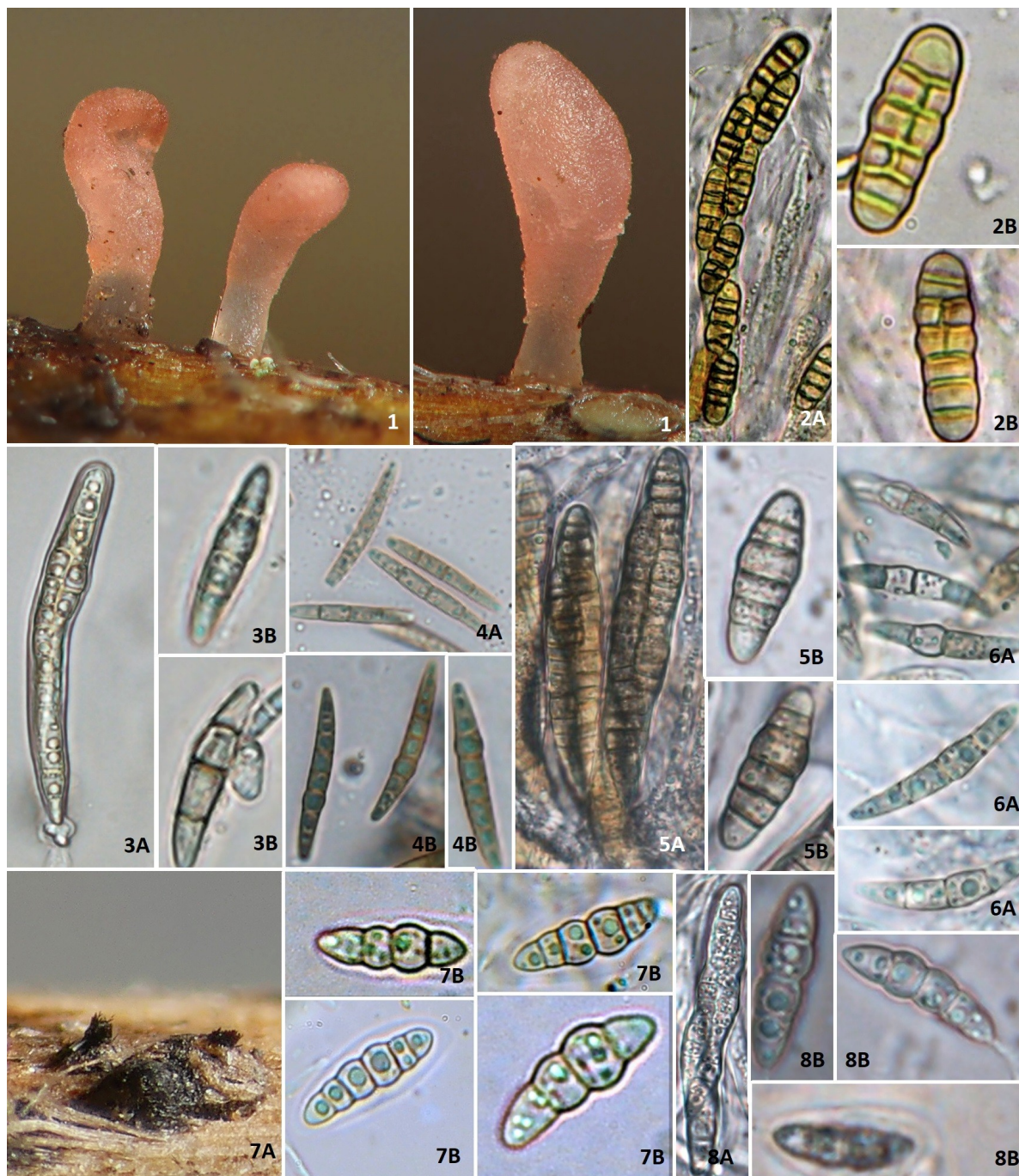
Kvadrát 12 (NPR Děvín-Soutěska): Kvadrát situovaný do vápencových oblastí CHKO Pálava moravského termofytika. Na ploše byla diagnostikována xerothermní až mezoxerothermní vegetace subpanonských stepních trávníků svazu *Festucion valesiaca*. Byla zde celkově nejvyšší Shannonova entropie v rámci studované množiny biotopů i v rámci celé práce ($H=3,798$, 54 zaznamenaných druhů, $P_T=0,85$) – viz také kap. 4.2.1. Z dominantních druhů rostlin zde byly zastoupeny např. *Artemisia pontica*, *Centaurea triumphetti*, *Galium* sp., *Hylotelephium* sp., *Sanguisorba minor* a *Teucrium chamaedrys*. Z minoritních např. *Achillea pannonica*, *Valeriana officinalis*, *Verbascum* sp., *Ballota nigra*, *Apiaceae* a *Poaceae*. Z hub zde kromě dominantně zastoupených *Pleosporales* byly přítomny také *Agaricales*, *Capnodiales*, *Diaporthales*, *Eurotiales*, *Glomerellales*, *Helotiales*, *Patellariales* a *Mycosphaerellales*. Z dominantních druhů byly přítomny *Diaporthe* sp. (*Diaporthales*) na *Artemisia*

pontica s frekvencí 7,6 %, *Phomopsis* sp. (*Diaporthales*) na *Centaurea stoebe*, *Lachnella villosa* (*Agaricales*) na *Hylotelephium* sp., *Typhula micans* (*Agaricales*) na *Sanguisorba minor* (vše s frekvencí 4,3 %). Z asexuálních stádií se vyskytovaly běžné rody *Phoma*, *Alternaria*, *Colletotrichum* a *Stagonospora* s. l. Z minoritních taxonů byly zaznamenány např. *Proliferodiscus* sp. a *Kalmusia clivensis* na *Artemisia pontica*, *Montagnula cirsii* na *Centaurea triumfetti*, *Pseudoophiobolus* sp. na *Hylotelephium* sp. a *Teucrium chamaedrys*, *Keissleriella culmifida* a *Phaeosphaeria epicalamia* na *Koeleria macrantha* a *Paraleptosphaeria nitschkei* na *Verbascum* sp. Na *Poaceae* byly zaznamenány také druhy *Phaeosphaeria eustomoides* a *Phaeosphaeria herpotrichoides* group.

Kvadrát 14 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad): Plocha byla situována do poměrně sukcesovaného biotopu mezofilních ovsíkových luk svazu *Arhenantherion elatioris*. V kvadrátu však byly dominantními taxony *Cirsium oleraceum*, *Urtica dioica*, *Apiaceae*, *Agrimonia procera* a *Poaceae*. V keřovém a stromovém patře byly na lokalitě zastoupeny především *Malus x domestica* a *Rosa canina*. Hodnota Shannonovy entropie zde byla relativně nízká ($H=1,661$), avšak koeficient abundancí byl poměrně vysoký ($P_1=0,86$). V záznamu byl dominantně zastoupen pouze taxon *Keissleriella culmifida* na *Poaceae* s frekvencí výskytu 43,75 %. Jednalo se o jediný taxon, který v záznamu vyrůstal na *Poaceae*. Na *Agrimonia procera* byly nalezeny pouze taxony *Diaporthe* sp. a *Phoma* sp., oba s frekvencí 12,5 %. Na *Cirsium oleraceum* vyrůstaly taxony *Keissleriella caudata*, *Leptosphaeria rubicunda* a *Pseudoophiobolus urticicola*. Na dalších substrátech nebyly nalezeny žádné fruktifikující houby.

Kvadrát 17 (Vranová Lhota-Hraničky, xerothermní louka): poslední kvadrát byl vytyčen na exponovaném svahu s vegetací acidofilních suchých trávníků svazu *Koelerio-Phleion phleioidis*. Tento velice diversifikovaný biotop byl tvořen xerothermními druhy rostlin, jako jsou *Artemisia campestris*, *Carduus acanthoides*, *Galium mollugo*, *Campanula rapunculoides*, z trav pak nejčastěji druhy *Melica transsilvanica* a *Trisetum flavescens*. Kromě dominantních *Pleosporales* byly zastoupeny také řády *Helotiales*, *Diaporthales* a *Mycosphaerellales*. Mezi dominantní druhy patřily z *Helotiales* *Pyrenopeziza* sp. na *A. campestris* s frekvencí 5,7 %, z *Pleosporales* pak druhy rodu *Lophiostoma* (*Lophiostoma multiseptata* na *A. campestris* s frekvencí 10 %), *Leptosphaeria* (*L. millefolii* na *A. millefolium* s frekvencí 5,7 % a *L. doliolum* na *A. campestris* s frekvencí 4,3 %), *Phoma*, *Ophiobolus* a *Phaeosphaeria*. Na *Poaceae* byla dominantním druhem *Keissleriella* aff. *poagensis* s frekvencí 15,9 %. Sběr byl morfologicky podobný druhu *K. poagensis*, avšak bude vyžadovat další molekulární studium. Z minoritních druhů byl významný sběr *Kalmusia ebuli* na *A. campestris* s frekvencí 1,4 %. Tento druh dosud nebyl z tohoto hostitelského substrátu znám. Z rodu *Phaeosphaeria* byly zaznamenány 4 druhy. Mezi významnější sběry patřili *P. larseniana* a *P. moravica* sbírané na *Melica transsilvanica* a *P. gutulata* sbíraný také na *Trisetum flavescens*. Tyto

druhy jsou ve sběrech zastoupeny obvykle jen vzácně. S velkou frekvencí (8,6 %) byl zaznamenán také *Ophiobolus cf. acuminatus*.



Obr. 16. Některé charakteristické nebo významné druhy vyskytující se v xerothermních až mezoxerothermních otevřených biotopech planárního až kolinního vegetačního stupně. 1. *Typhula micans*, basidiokarp. 2. *Chaetoplea oblongata* (PM 1-8-20 SB3, 1. 8. 2020, na *Centaurea stoebe*), a: vřecko, b: askospory. 3. *Phaeosphaeria eustomoides* (PM 18-5-22 PO2, 18. 5. 2022, na *Poaceae*), a: vřecko, b: askospory. 4. *Phaeosphaeria guttulata* (PM 26-6-22 MEL1, 26. 6. 2022, na *Melica transsilvanica*), a: konidie, b: askospory. 5. *Phaeosphaeria larseniana* (PM 26-6-22 MEL2, 26. 6. 2022, na *Melica transsilvanica*), a: vřečka, b: askospory. 6. *Phaeosphaeria moravica* (PM 26-6-22 MEL4, 26. 6. 2022, na *Melica transsilvanica*), a: askospory. 7. *Keissleriella gloeospora* (PM 1-8-20 SB2, 1. 8. 2020, na *Centaurea stoebe*), a: pseudothecia, b: askospory. 8. *Keissleriella culmifida* (PM 18-5-22 KOL1, 18. 5. 2022, na *Koeleria macrantha*), a: vřečka, b: askospory. Foto: P. Mlčoch

4.2.3. Analýza beta diversity

Z matice druhových abundancí byly vypočítány hodnoty Whittakerova indexu beta diversity a příslušná třídímenzionální matice hodnot byla následně vizualizována pomocí ternárního diagramu (graf 15). Matice druhových abundancí byla standardizována pomocí Hellingerovy transformace hodnot. Následně byl z vypočítaných hodnot Whittakerova indexu stanoven Sørensenův index podobnosti mezi studovanými kvadráty. Signifikance hodnot vypočítané soustavy matic byla stanovena pomocí parciální Mantelovy korelace distančních matic s využitím neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Hodnota koeficientu korelačního vztahu matic a, b a c byla $R=0,08256$, hodnota signifikance byla $P=0,116$. Počet permutací byl nastaven na základní hodnotu 999. Následná analýza multivariační homogenity skupinových dispersí testovala modely vlivu skrytých proměnných na konečný charakter multivariace v distanční matici. Pro testování bylo využito rozdělení na základě několika stanovených skupinových kritérií:

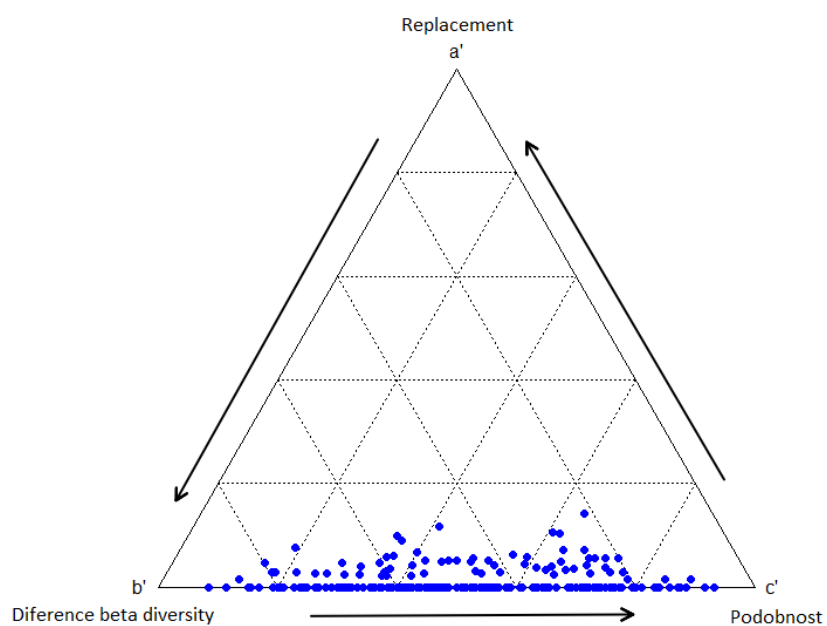
1. Rozdílný gradient průměrných denních teplot
2. Rozdílný gradient průměrných relativních vlhkostí vzduchu
3. Rozdílný charakter biotopu dle stanovištních nároků
4. Rozdílná čeleď hostitelského substrátu

Výsledné hodnoty permutačního testu multivariační homogenity skupinových dispersí jednotlivých modelů jsou shrnuty v tabulce 7. Grafické vizualizace modelů jsou znázorněny v grafech 16–19. Modely 1 a 4 nebyly vizualizovány z důvodu nízké signifikance (model 1) nebo vysokému počtu skupinových kritérií.

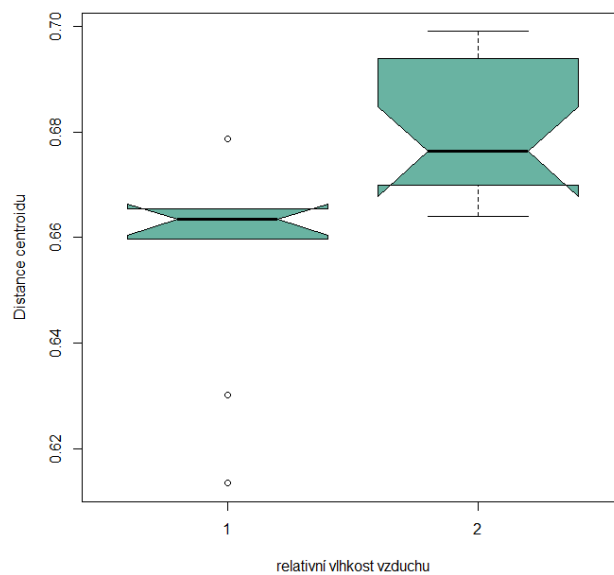
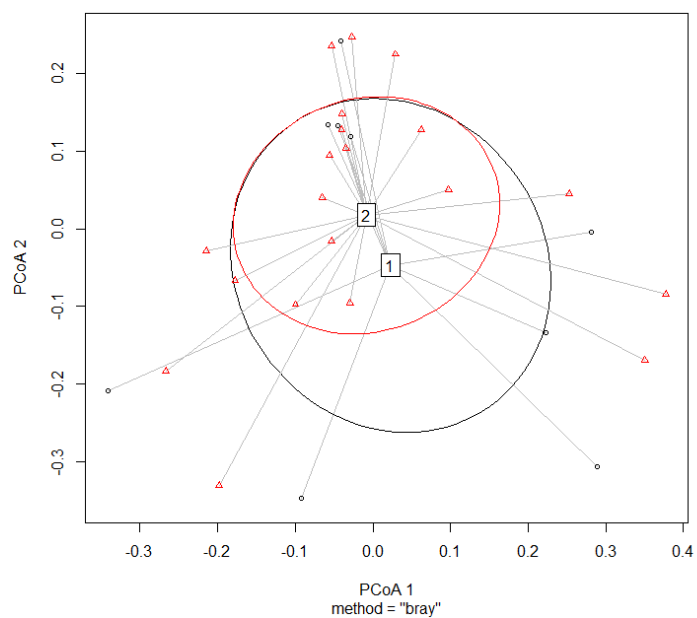
Tab. 7. Sumarizace permutačního testu multivariační homogenity skupinových dispersí modelů specifikovaných výše.

Model	P	DF	F	Počet permutací	Skupinové kritérium
1. teplota vzduchu	0,348	2	1,0959	999	1: $x < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2: $10\text{ }^{\circ}\text{C} < x < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3: $20\text{ }^{\circ}\text{C} < x$
2. vlhkost vzduchu	0,002**	1	13,002	999	1: $x < 0,55$ 2: $x > 0,55$
3. biotopy	0,001***	3	7,211	999	alpin = otevřené biotopy alpínského stupně, mokrad = akvatické až semiakvatické biotopy, mezo = mezofilní biotopy, xero = xerothermní biotopy
4. hostitelský substrát	0,001***	26	208,88	999	Jednotlivé čeledi rostlin

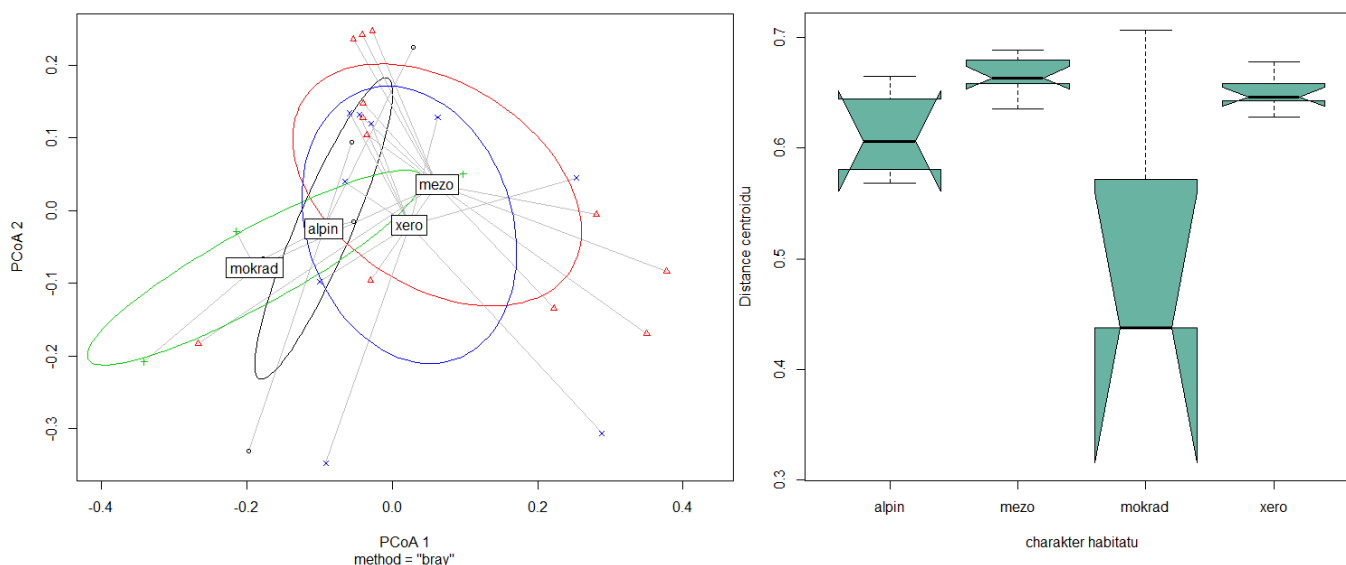
P – hodnota signifikance (** - model je signifikantní, *** - model je vysoce signifikantní), DF – stupně volnosti, F – výsledek permutačního F-testu.



Graf 15. Simplexní ternární diagram projektované soustavy matic hodnot pro deskripci beta diversity studovaných kvadrátů.



Graf 16 a graf 17. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 2. Vlevo ordinální diagram, vpravo krabicový diagram vztahu definovaného skupinového kritéria a distancí centroidu.



Graf 18 a graf 19. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 3. Vlevo ordinální diagram, vpravo krabicový diagram vztahu definovaného skupinového kritéria a distancí centroidu.

4.3. Analýza vlivu diversity a druhového složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů)

Z hlediska zkoumaného souboru bylo zaznamenáno celkem 104 druhů hostitelských substrátů v 83 determinovaných rodech z 29 čeledí. Proporcionální zastoupení druhů hub z řádu *Pleosporales* na jednotlivých rodech rostlinných substrátů je vyobrazeno v grafu 21. Jak je z grafu patrné, v datovém souboru byly nejčastěji zastoupeny rody patřící do čeledí *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Ranunculaceae* a *Rosaceae*. V rámci čeledi *Poaceae* nebylo možné blíže determinovat 35 substrátů. Ze zkoumaných rodů rostlin byla zaznamenána relativně vysoká druhová diversity u čeledi *Asteraceae*: na *Artemisia* bylo nalezeno 21 druhů hub z řádu *Pleosporales*, na rodu *Carduus* 7 druhů, na *Centaurea* 20 druhů a na *Cirsium* 10 druhů. Z *Apiaceae* byl velký počet druhů zaznamenán na rodu *Aegopodium* (6), u dalších byly zaznamenány průměrně 3 druhy. Druhová diversity na rostlinách čeledi *Fabaceae* byla relativně nízká, na *Onobrychis* byly zaznamenány 4 druhy, u dalších druhů průměrně 2. V rámci čeledi *Poaceae* bylo nalezeno 11 druhů na rodu *Deschampsia*, 5 druhů na rodu *Festuca*, 6 druhů na rodu *Koeleria*, 5 druhů na rodu *Melica*, 8 druhů na rodu *Phragmites* a méně než 4 druhy na rodech *Nardus* a *Stipa*. U čeledi *Ranunculaceae* bylo zaznamenáno 7 druhů na rodu *Adonis*, 4 druhy na rodu *Thalictrum*, 3 druhy na rodu *Aconitum*, 2 druhy na rodu *Ranunculus* (*Nodulosphaeria modesta*, *Phoma* sp. 33) a pouze 1 druh (*Stagonospora* sp. 11 s. l.) na rodu *Pulsatilla*. Z *Rosaceae* bylo největší množství druhů zaznamenáno na rodu *Dryas* (6), na rodu *Sanguisorba* pak pouze 3 druhy, na rodech *Agrimonia* (*Phoma* sp. 13) a *Rubus* (*Lophiostoma macrostoma*) pak pouze 1 druh. Další čeledi rostlin byly v souboru zastoupeny pouze minoritně. Z nich byl relativně velký počet druhů nalezen na rodech *Urtica* (8), *Galium* (8), *Iris* (7), *Juncus* (7), *Epilobium* (6), *Campanula* (5) a *Carex* (5).

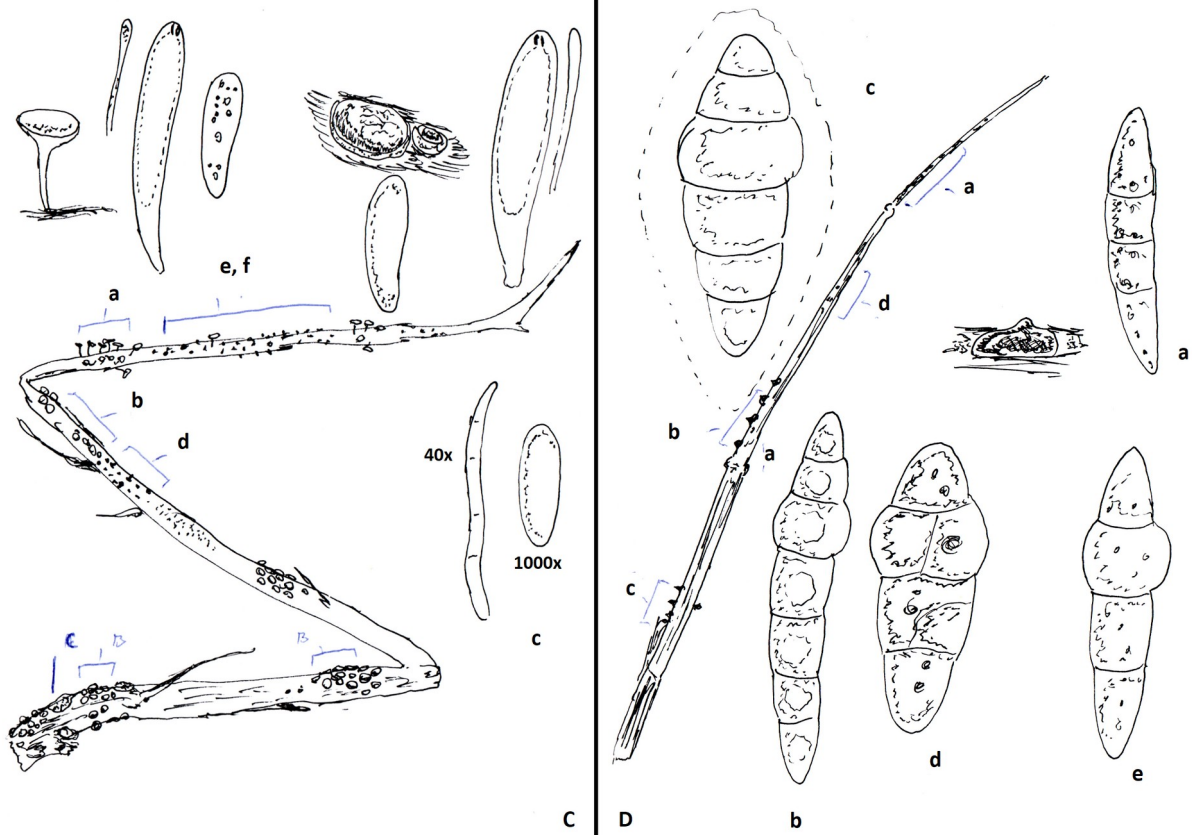
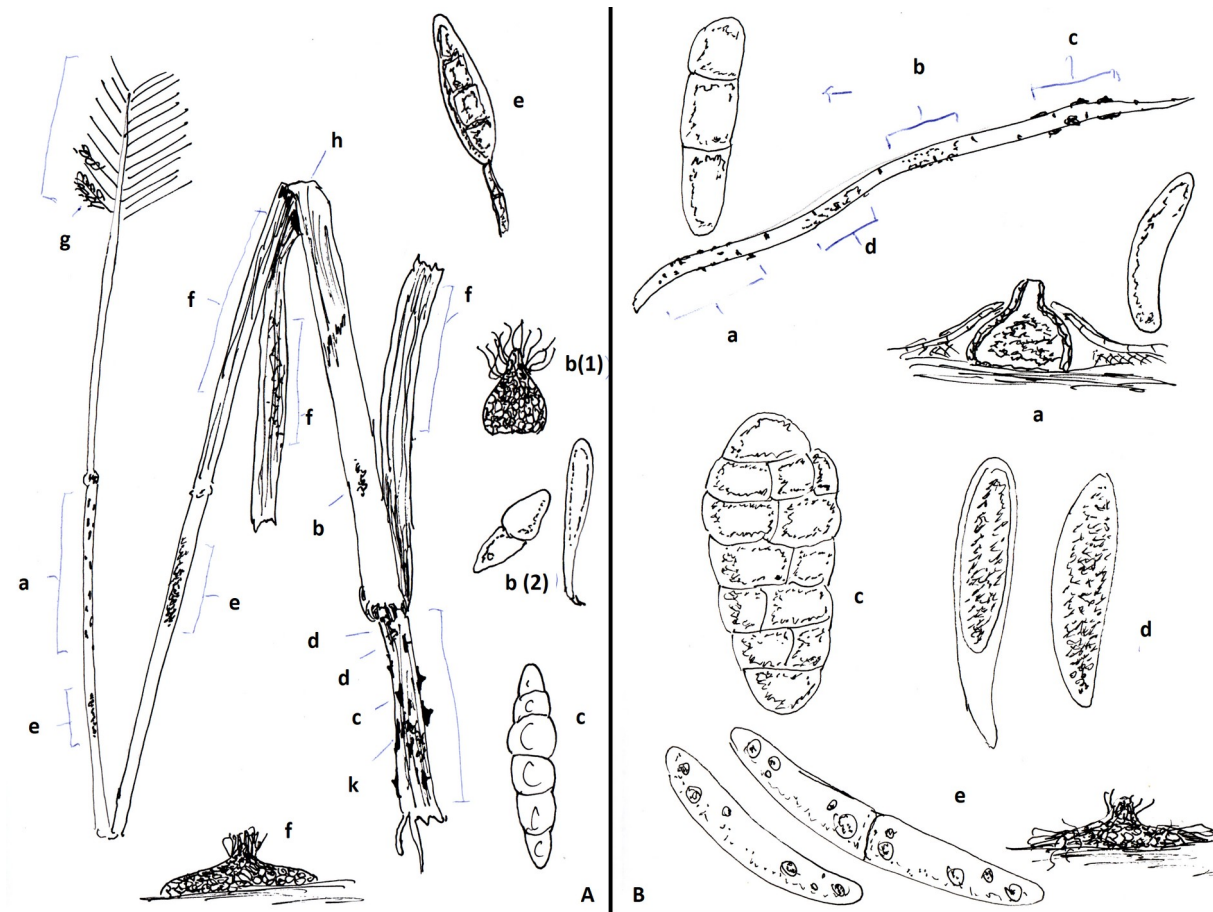
Houbová společenstva substrátů

Z hlediska druhového složení a počtu zaznamenaných druhů byla nejvýznamnější houbová společenstva pouze na některých rostlinných substrátech, zpravidla těch trvanlivějších. Z tohoto důvodu bylo druhové složení blíže hodnoceno pouze u níže uvedených rostlin.

Apiaceae: Ve statistickém souboru byly z této čeledi zaznamenány taxony *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Crithmum maritimum*, *Eryngium campestre*, cf. *Anethum* a několik blíže neurčených rostlin (*Apiaceae* indet.) Z nespecializovaných taxonů byly zaznamenány druhy *Leptosphaeria doliolum*, *Leptospora rubella*, *Kalmusia clivensis*, *Stemphyllium vesicarium*, *Paraleptosphaeria nitschkei* a *Pyrenopeziza* sp. Z druhů vykazujících zvýšenou substrátovou preferenci pak především *Leptosphaeria conoidea* a *Plenodomus libanotidis*. Všechny tyto teleomorfní taxony vyrůstaly ve větší míře na předloňských stoncích v jejich dolní části. Ve vrchní části loňských stonků dominovaly hlavně asexuální stádia *Colletotrichum* sp., *Phoma* ssp., *Fusarium* sp. a *Alternaria* sp.

Artemisia (Asteraceae): Z tohoto rodu byly zkoumány druhy *A. vulgaris*, *A. campestris* a *A. pontica*. Na *A. pontica* byla sbírána *Kalmusia clivensis* v asociaci s *Diaporthe* sp. a *Pyrenopeziza* sp. Na vrchní části stonků byly obvykle pouze běžní generalisté v asexuálním stádiu, tj. *Aspergillus* sp., *Camarosporium* sp., *Phoma* sp. Na *A. campestris* byly v průměru zaznamenány v horní části asexuální rody *Phoma*, *Phomopsis* a *Septoria*, ve střední a dolní části taxony *Diaporthe* sp.2, *Kalmusia ebuli*, *Pyrenopeziza* sp., *Diaporthe* sp., *Lophiostoma multiseptata*, *Leptosphaeria doliolum* a *L. clavispora*. Na *A. vulgaris* byly ve vrchní části stonku nalezeny taxony rodu *Cercospora* a *Alternaria*, ve střední a dolní části pak taxony *Lophiostoma* sp., *Leptosphaeria valesiaca* a *Heptameria obesa*.

Centaurea (Asteraceae): Z tohoto rodu byly ve statistickém souboru zastoupeny druhy *C. glaberrima*, *C. stoebe* a *C. triumfetti*. Na *C. glaberrima* byly nalezeny asexuální rody *Phoma* a *Didymella* sp., ze sexuálních stádií pak *Didymosphaeria futilis* a 3 druhy rodu *Pleospora*. Na *C. triumfetti* vyrůstaly pouze rody *Montagnula*, *Phoma* sp. a *Pseudoophiobolus*. *Typhula micans* je generalista, který se na lokalitě vyskytoval na více druzích substrátů. Největší druhová diversita z těchto tří druhů byla zaznamenána na *C. stoebe*. Kromě anamorfních rodů *Phoma* a *Phomopsis* bylo zaznamenáno rovněž několik druhů rodu *Pleospora*, diktyosporický druh *Chaetoplea oblongata*, dále fragmosporické rody *Keissleriella*, *Sigarispora* a *Ophiobolus*. Na tomto substrátu nebyl v rámci analyzovaného statistického souboru zaznamenán žádný specializovaný taxon hub s přímou asociací na tento rostlinný rod (kromě blíže neurčených sběrů *Phoma* sp. a *Phoma* sp.).



Obr. 17. Idealizované kresby vertikálních lokací hub tvořících konkrétní společenstva druhů ve vzájemné kompetiční interakci. A. *Phragmites australis*. a: *Lophodermium arundinaceum*, b: *Trichometasphaeria* sp., c: *Sigarispora arundinis*, d: *Setoseptoria arundinacea*, e: *Dreschlera* sp., f: *Keissleriella* sp.2, g: *Fusarium* sp., h: *Pleosporales* indet., j: *Arthrinium phaeosporum*, k: *Epicoccum* cf. *nigrum*. B. *Adonis vernalis*. a: *Phoma* sp. 26 (cf. *adonidicola*), b: *Stagonospora* sp.7, c: *Pleospora ambigua*, d: *Pleosporales* indet., e: *Pleosporales* indet. C. *Aconitum plicatum*. a: *Cyathicula cacaliae*, b: *Mollisia revincta*, c: *Dothideomycetes* indet. (acervulární asexuální stádium), d: *Phoma* sp. 12, e: *Lophiostoma multiseptata*, f: *Pseudoophiobolus urticicola*. D. *Melica transsilvanica*. a: *Stagonospora* sp.9, b: *Phaeosphaeria guttulata*, c: *Phaeosphaeria larseniana*, d: *Pleospora* sp., e: *Phaeosphaeria moravica*. Askospory a konidie při zvětšení 1000×, vřecka a parafýzy při zvětšení 400×. Pořadové čísla blíže neurčených druhů odpovídají záznamu taxonů v příloze III. Kresby: P. Mlčoch.

***Solidago* (Asteraceae):** Ve zkoumaných kvadrátech byly zastoupeny oba invazivní druhy z tohoto rodu – *S. canadensis* i *S. gigantea*. Spektrum zaznamenaných druhů hub bylo u obou rostlinných taxonů obdobné. Na mrtvých stoncích *S. gigantea* byla dominantně zastoupena *L. conoidea*, která zde rostla společně s *Lophiostoma* sp.. Z dalších druhů byly zaznamenány *Keissleriella gloeospora*, *Sigarispora caulium* a *Lachnum* sp. Na *S. canadensis* bylo druhové složení velmi podobné, v dominantním zastoupení zde vyrůstaly společenstva *Lophiostoma* sp. a *Leptosphaeria conoidea*, minoritně také druhy *Cercospora* sp. a *Pseudoophiobolus* sp.

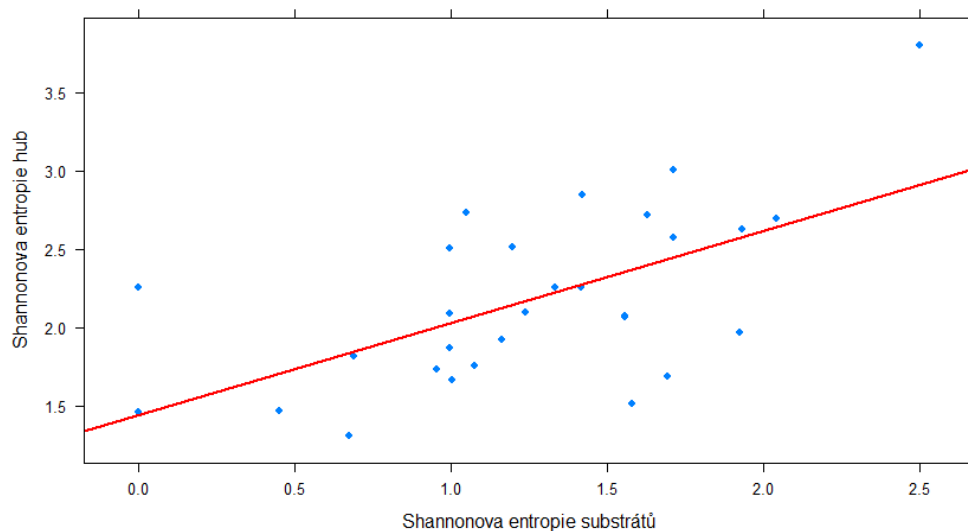
***Phragmites australis* (Poaceae):** Idealizované houbové společenstvo a vertikální lokace jednotlivých druhů na tomto substrátu je vyobrazena na obr. 17. Na 47 mrtvých stoncích *P. australis* bylo celkem zaznamenáno 12 druhů hub, přičemž taxony rostoucí ve společné kompetiční interakci v rámci konkrétních společenstev se relativně opakovaly. Ve svrchní části stojících a čerstvě spadlých stébel byly přítomny téměř výhradně asexuální stádia, z nichž byly zaznamenány např. druhy *Arthrinium phaeospermum*, *Dreschlera* sp., *Epicoccum* sp. Na středních částech stojících a čerstvě spadlých stébel byl poměrně pravidelně a ve velkých abundancích zastoupen druh *Lophodermium arundinaceum*. Na bazální části stébel v semiakvatickém až akvatickém prostředí se pak pravidelně objevovali taxony *Setoseptoria arundinacea*, *Lophiostoma arundinis* a *Sigarispora arundinis*. Další druhy, jako např. *Keissleriella* sp., *Trichometasphaeria* sp. a *Hypocrea calamagrostidis* byly spíše náhodnými sběry, které se obecně v rákosinách příliš nevyskytují.

***Aconitum* (Ranunculaceae):** Z tohoto rodu byl zkoumán pouze druh *Aconitum plicatum* na kterém bylo zaznamenáno 8 druhů hub. Z asexuálních coelomycetů a hyfomycetů byly determinovány např. *Septoria* sp. a *Phoma* sp. Z teleomorfních druhů byly přítomny *Lophiostoma multiseptata* a *Pseudoophiobolus urticicola*. Z apotheciálních druhů na tomto substrátu relativně pravidelně vyrůstaly ve společné asociaci *Cyathicula cacaliae* a *Mollisia revincta*. Vertikální disperse houbového společenstva na tomto substrátu je vyobrazena na obr. 17.

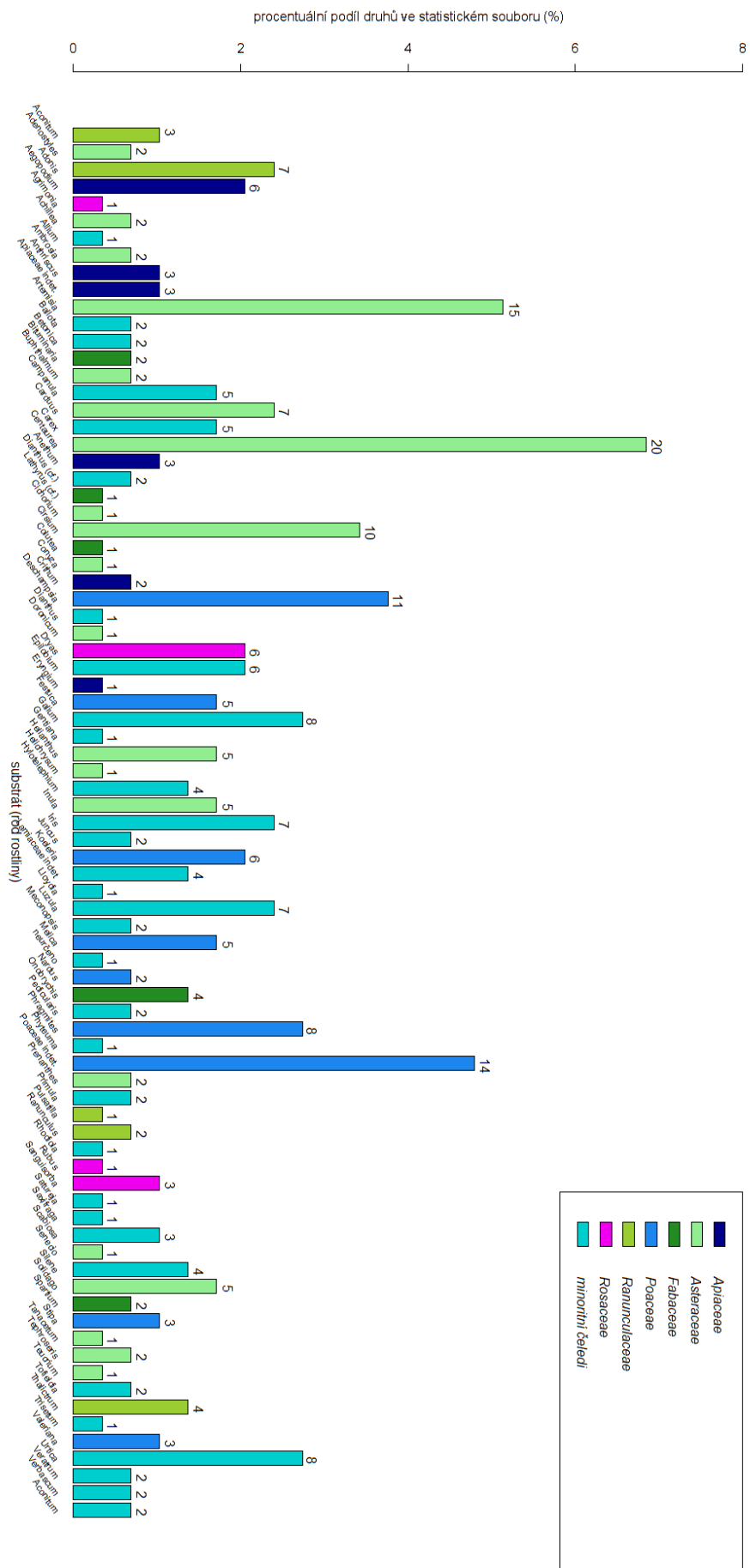
Adonis (Ranunculaceae): Zkoumaným druhem byl v tomto případě *Adonis vernalis*. Na něm bylo zaznamenáno celkem 7 druhů hub, přičemž s nejvyšší frekvencí se vyskytovala *Phoma* sp. a aff. *Thyridaria minima*. Dále byla z asexuálních hub zaznamenána *Stagonospora* sp. Z teleomorfních stádií pak několik diktyosporických taxonů z řádu *Pleosporales*, např. *Montagnula dura* a *Pleospora ambigua*. Substrát byl však zkoumán pouze na jediném kvadrátu začátkem vegetační sezóny (10. 4.). Vertikální disperse houbového společenstva na tomto substrátu je vyobrazena na obr. 17.

Dryas (Rosaceae): Druhoví diversita v případě zkoumaného substrátu *Dryas octopetala* nebyla příliš vysoká. Na velké části rostlinného materiálu nebyly zaznamenány žádné houby. S největší četností byl sbírán druh *Pleospora* sp. a *Alternaria* sp. Z asexuálních stádií byly zaznamenány také *Phoma* sp. a *Stagonospora* sp. Na dvou stoncích byl zaznamenán také blíže neurčený apotheciální lišejník (*Lecanoromycetes* indet.). Na jediném květním stonku také substrátový specialista *Paraleptosphaeria dryadis*.

Urtica (Urticaceae): Ze zaznamenaných druhů hub byly dominantní především *Leptosphaeria acuta* a *Leptosphaeria doliolum*. Z dalších se pak roztroušeně až vzácně vyskytovaly např. *Leptospora* sp., *Leptosphaeria* aff. *dumetorum*, *Phaeosphaeria herpotrichoides* group, *Didymella* sp. a *Alternaria* sp.. Druh *Calloria neglecta* byl roztroušeně zaznamenán v asociaci s *Leptosphaeria acuta*, popř. *Leptosphaeria doliolum*. Oba druhy rodu *Leptosphaeria* se s různou frekvencí vyskytovaly v sexuálním i asexuálním stádiu. Na dvou stoncích byl zaznamenán také blíže neurčený hyphomycet a *Phoma* sp. (nejednalo se o asexuální stádium zmíněných druhů z rodu *Leptosphaeria*).



Graf 20. Korelace mezi Shannonovou entropií hub a Shannonovou entropií substrátů ve studovaných kvadrátech.



Graf 21. Vztah mezi substrátem (rody rostlin) a procentuálním podílem druhů hub z řádu Pleosporales ve statistickém souboru (%). Minoritní čeledi: *Alliaceae*, *Campanulaceae*, *Caprifoliaceae*, *Caryophyllaceae*, *Crassulaceae*, *Cyperaceae*, *Gentianaceae*, *Iridaceae*, *Juncaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Melanthiaceae*, *Onagraceae*, *Papaveraceae*, *Primulaceae*, neurčené substráty, *Rubiaceae*, *Saxifragaceae*, *Scrophulariaceae*, *Tofieldiaceae*, *Urticaceae*. Čísla nad sloupci vyjadřují absolutní sumy druhů hub pro konkrétní rod rostliny.

***Juncaceae*:** Z čeledi *Juncaceae* byly ve statistickém souboru zkoumány druhy *Juncus effusus* preferující nížinné biotopy a *Juncus trifidus*, který je charakteristický pro vysokohorské kary a trávníky. Druhovú diversitu na těchto dvou družích rostlin byla velmi nízká, v dominantním zastoupení byly *Stagonospora* sp. a *Brunnipilla* sp. Ze sexuálních stádií řádu *Pleosporales* byl zaznamenán pouze fragmosporický druh *Phaeosphaeria norfolica*. Z rodu *Luzula* byla zkoumána v biotopech horských smrčín *Luzula sylvatica* (viz kap. 4.2.2.). Druhovú složení hub bylo na této rostlině také velmi chabé, z čeledi *Phaeosphaeriaceae* se zde vyskytovaly druhy rodu *Phaeosphaeria*, *Vagicola* a *Stagonospora*, z dalších skupin byly zaznamenány *Didymella* sp, neurčený druh z řádu *Capnodiales* a *Mollisia* sp.

Testování nulové hypotézy

H₀: druhová diversita a druhové složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů) nemá vliv na konečnou strukturu a druhovou diversitu společenstev herbitrofně saprotrófních hub.

Nulová hypotéza byla testována korelační závislostí mezi vypočítanými hodnotami Shannonovy entropie hub a Shannonovy entropie substrátů ve studovaných kvadrátech. Pro výpočet byly zkonstruovány dvě samostatné matice abundancí, kdy v první byly uplatněny absolutní hodnoty abundancí hub a ve druhé absolutní hodnoty abundancí substrátů (rostlinných taxonů) ve studovaných kvadrátech. Pearsonův korelační koeficient testovaných proměnných byl roven $R=0,5986$, lineární regrese byla následně vizualizována v grafu 20.

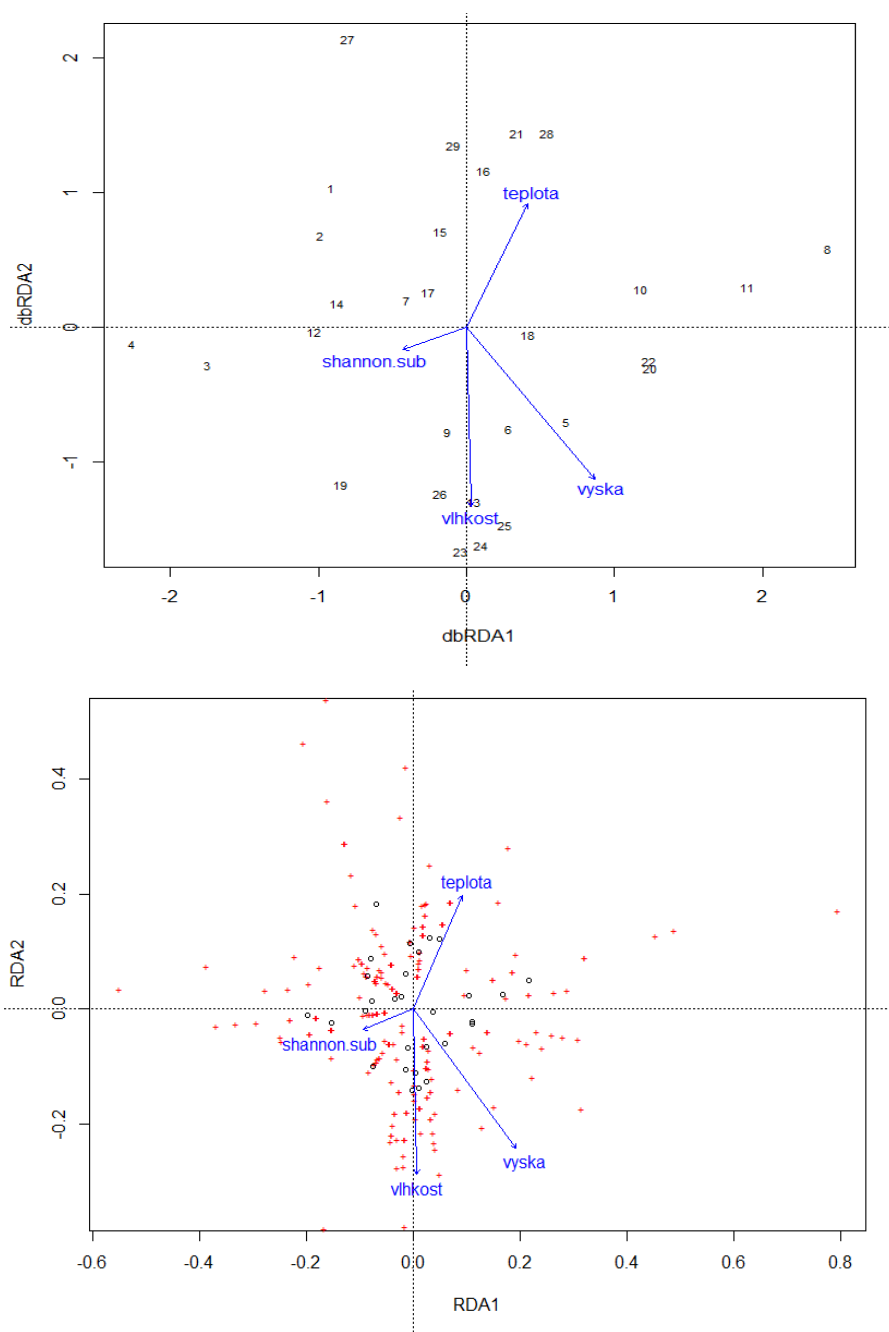
4.4. Analýza vlivu environmentálních prediktorů na variabilitu metakomunit bylinného patra

Mimo analýzu biotických faktorů (viz kap. 4.3) byla provedena analýza závislosti environmentálních prediktorů (abiotických faktorů) na konečné uspořádání a složení hodnocených houbových metakomunit (a tedy i dílčích společenstev) v konkrétní časoprostorový okamžik. Jako hodnocené prediktory byly definovány vypočítané průměrné hodnoty teploty vzduchu a relativní vzdušné vlhkosti pro desetidenní intervaly včetně dne návštěvy a sběru dat. Dalšími proměnnými byla nadmořská výška a kvantitativní hodnota Shannonovy entropie substrátů (shannon_sub). Tato kvantifikace byla stanovena jako faktor druhové diversity rostlin bylinného patra v konkrétních kvadrátech. Tyto prediktory byly dosazeny do několika variací multidimenzionálních regresních modelů. Multidimenzionální analýza variance porovnávající jednotlivé modely prokázala signifikanci ($P=0,005529$, $F=4,568$, $DF=12$) pouze u jednoho z nich. Byl prokázán signifikantní vztah, jsou-li závislé prediktory teplota, vlhkost a nadmořská výška ve společné interakci a zároveň prediktor shannon_sub jako kooperující proměnná. Znění multidimenzionálního modelu bylo podobné jako v případě modelu použitého v kap. 4.2.1:

$$\text{Shannon} \sim \text{výšková elevace:teplota:vlhkost} + \text{Shannon_sub}$$

Kdy:	Shannon	Shannonova entropie hub
	Výšková elevace	Hodnota nadmořské výšky (m n. m.)
	Teplota	Průměrná teplota vzduchu desetidenního sledovaného intervalu (°C)
	Vlhkost	Průměrná relativní vlhkost vzduchu desetidenního sledovaného intervalu (%)
	Shannon.sub	Shannonova entropie substrátů

Základní sumarizace modelu pomocí studentova T-testu prokázala signifikanci pouze v případě závislého prediktoru shannon_sub ($P=0,00268$). Stejně jako v případě modelu v kap. 4.2.1. byla i zde následně provedena multidimenzionální analýza kovariance vztahu primárních prediktorů. V případě tohoto modelu analýza prokázala vysoce signifikantní prediktor shannon_sub ($P=0,00015$, $F=21,8253$, $DF=1$) a málo signifikantní prediktor relativní vlhkost vzduchu ($P=0,06345$, $F=3,8615$, $DF=1$). Vzhledem k multidimenzionálnímu charakteru modelu a interakčního vztahu prediktorů byla následně provedena analýza redundance založená na distanci matice abundancí (db-RDA). Výsledek této analýzy byl následně vizualizován příslušným ordinálním diagramem (grafy 22 a 23). Dupočítaná hodnota Spearmanova Rho-kvadrátu byla $R^2=0,1458$.



Grafy 22 a 23. Ordinální diagramy vizualizující výsledek analýzy redundance. Graf nahoře zobrazuje vektory abiotických faktorů dispersi kvadrátů v multiprostoru (čísla bodů odpovídají ID studovaných kvadrátů). Graf dole zobrazuje mj. dispersi jednotlivých zkoumaných druhů hub (vzorků) v multiprostoru (červené body).

5. Diskuse

5.1. Vyhodnocení druhové bohatosti studovaných kvadrátů v rámci biotopové determinace

Celkem bylo v této práci zkoumáno 29 vytyčených kvadrátů lokalizovaných ve 12 geomorfologických celcích v rámci tří střeoevropských států (Česká republika, Slovensko, Rakousko) a jedné jihoevropské země (Chorvatsko). Každý zkoumaný kvadrát byl obvykle umístěn v jiném typu biotopu. Sběr dat byl prováděn v několika případech během vegetační sezóny roku 2020, hlavní sběr pak během vegetační sezóny 2022 od dubna do srpna, kdy je dle předběžných pozorování hlavní období fruktifikace těchto hub (viz také Mlčoch 2021). Metodicky byly lokality sběru dat vybrány tak, aby pokryly, pokud možno co nejširší variabilitu biotopů v různých klimatických i vegetačních zónách a zahrnovaly jak biotopy výlučně xerothermní, tak výlučně mezofilní až hygrofilní. Rozdíly v environmentálních prediktorech, které by mohly mít směrodatný vliv na výsledné složení houbového společenstva v datu sběru, byly nejprve vizuálně vyhodnoceny podle meteogramů (meteoblue.com) a následně pomocí základní deskriptivní statistické sumarizace. Meteogramy jsou zahrnuty v příloze 2. Jak je uvedeno v kap. 4.1., pro zjednodušení základních deskriptivních statistik byly lokality kategorizovány do 7 hlavních kategorií.

Jak vyplývá z výsledků zobrazených v grafu 1, studované kvadráty v alpínských a subalpínských biotopech ležící v nadmořských výškách více než 1000 m n. m. se vyznačovaly během vegetační sezóny relativně nestabilními, avšak v průměru nízkými teplotami vzduchu a zároveň však relativně vysokou vzdušnou vlhkostí. Jak ukazují meteogramy některých studovaných lokalit (viz příloha 2), vzdušná vlhkost se zde pohybovala před daty sběru materiálu v intervalu 70–90 %, i když medián průměrů ležel zhruba v 73,5 %. Meteogramy poukazují na vysoce kolísavé a značně proměnlivé environmentální podmínky, což může být zapříčiněno jednak možným výskytem druhů, jenž jsou adaptovány spíše na extrémnější fruktifikační a růstové podmínky a jednak adaptacemi xerofytního charakteru, vzhledem k častým nižším teplotám a povětrnostním podmínkám, které relativně rychle snižují vlhkost vzduchu a hraniční úroveň. Obdobně situované stinné horské biotopy s chudou bylinnou vegetací a relativně vlhčím, uzavřenějším lesním mikroklimatem však měly oproti alpínským biotopům nižší rozmezí vzdušné vlhkosti a vyšší rozmezí teplot. To je však v tomto případě relativně zavádějící údaj, neboť meteorologická data neberou v úvahu charakter lokálního lesního mikroklimatu.

Kvadráty s mokřadními biotopy ležely v teplejších, nížinných lokacích s relativně mezofilním klimatem. Průměrná vlhkost vzduchu byla na lokalitách mezi 50–70 %, avšak vzhledem k charakteru biotopů byly houby víceméně v semiakvatickém až akvatickém prostředí.

Kvadráty situované v mediterránní oblasti se oproti jiným kvadrátům vyznačovaly dosti suchým (medián relativní vlhkosti vzduchu desetidenního intervalu 42 %) a teplým (medián teploty vzduchu

desetidenního intervalu 28,45 °C) klimatem, resp. typicky xerothermním. Jak ukazují meteogramy uvedené v příloze 2 za měsíc červenec, je zde také velmi nízká míra srážek a velmi nízká vlhkost vzduchu. Lze tedy předpokládat, že druhové složení společenstva ve zkoumaných kvadrátech bude zastoupeno větším procentem druhů k těmto fruktifikačním podmínkám adaptovaných.

Ostatní kvadráty (v mezofilních, ruderálních a nitrofilních biotopech) měly již velmi podobné klimatické charakteristiky. Rovněž byly situovány převážně v oblastech středoevropského mezofytika a termofytika, stanovištní charakter byl již spíše mezofilní až xerothermní. To vyplývá jak z kvantilových charakteristik vyobrazených v grafu 1, tak i z meteogramů uvedených v příloze 2.

Základní hodnocenou a porovnávanou proměnnou napříč vytyčenými kvadráty byl absolutní počet druhů. Ten je porovnán na relativní škále v rámci konkrétních biotopů v grafech 4, 5, 6 a 7.

V alpínských biotopech (graf 4) bylo na studovaných plochách zaznamenáno průměrně mezi 11–12 druhy hub na 1 m². Z množiny zkoumaných biotopů byl druhově nejchudší kvadrát 22 (Hoher Dachstein, vápencová soutěska Silberkarbach). To však úzce korespondovalo s inverzní lokací kvadrátu a nízkou mírou diversity substrátů, jakožto také s jejich strukturními vlastnostmi (viz kap. 4.3.) Druhově nejbohatším zkoumaným kvadrátem byl kvadrát 19 (Západní Tatry, Smutné sedlo), kde bylo zaznamenáno celkem 27 druhů hub na 1 m². Jak je však zmiňováno v dalších navazujících analýzách, druhová bohatost rostlin zde byla v rámci studované množiny spíše průměrná, navíc abiotické podmínky prostředí na lokalitě byly spíše mezofilního charakteru (průměrná denní teplota desetidenního sledovaného intervalu byla 11,35 °C a průměrná relativní vlhkost vzduchu desetidenního sledovaného intervalu 64 %). Lokalita byla navíc dosti exponovaná se významnými povětrnostními vlivy. Zásadní vliv na druhovou skladbu i poměrně vysoký počet druhů zde tak rovněž může mít druhové složení substrátů. Počet druhů u dalších zkoumaných kvadrátů lokalizovaných převážně ve společenstvech bazofilních alpínských trávníků (tj. kv. 9, 24 a 25) vykazoval relativně obdobné hodnoty (9–11 druhů na 1 m²). Rostlinná společenstva subalpínského stupně (kv. 13, 23 a 26) byla z hlediska druhové bohatosti obdobná jako v alpínském stupni, o něco bohatší bylo rostlinné společenstvo kv. 13, kde bylo nalezeno 17 druhů. Jednalo se o vysokostébelné subalpínské prameniště s *Aconitum plicatum* a *Tephrosieris crispa* (viz kap. 3.2.2.). Abiotické podmínky zde však byly obdobné, jako v případě jednoho z druhově nejbohatších hodnocených kvadrátů (19), tj. průměrná denní teplota desetidenního hodnoceného intervalu 10 °C, avšak vyšší průměrná relativní vlhkost vzduchu desetidenního hodnoceného intervalu (79,3 %).

Relativní počty druhů hub zaznamenaných na plochách ve společenstvech otevřených mezofilních až xerothermních středoevropských biotopů planárního až suprakolinního stupně (resp. v geomorfologických celcích Moravská Brána, Dolnomoravský úval, Zábřežská vrchovina, Pavlovské vrchy a Uherčické Nové hory) jsou shrnuty v grafu 9. Průměrný počet zaznamenaných druhů byl o poznání vyšší než u alpínských a subalpínských biotopů, tj. mezi 25–26 druhy. Nejmenší druhová

bohatost byla zaznamenána v kvadrátu 14 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad), kde však tato hodnota opět úzce korelovala s druhovým složením substrátů (viz kap. 4.2.2). Největší počet druhů v rámci studovaného biotopu a zároveň také ze všech studovaných kvadrátů vůbec byl zaznamenán v kvadrátu 12 (tj. NPR Děvín-Soutěska, celkem 54 nalezených druhů hub na 1 m²). Na lokalitě bylo také zaznamenáno poměrně bohaté rostlinné společenstvo svazu *Festucion valesiacae* (xerothermní až mezoxerothermní vegetace subpanonských stepních trávníků, viz kap. 3.2.2). Z hlediska abiotických podmínek byla na lokalitě relativně nižší vzdušná vlhkost (průměrná denní teplota desetidenního sledovaného intervalu byla 17,65 °C a průměrná relativní vlhkost vzduchu desetidenního sledovaného intervalu 58,3 %).

Mokřadní biotopy se vyznačují oproti výše diskutovaným biotopům mnohem vyššími vlhkostními nároky. Vzhledem k tomu, že mrtvé stonky jsou zde velmi často částečně nebo zcela úplně ponořeny do vody nebo bahnité půdy, druhy hub, které se zde vyskytují, se vyznačují semiakvatickými až akvatickými adaptacemi (např. diferenciací slizových obalů, redukce pigmentace výtrusů). Druhová bohatost hub ve studovaných kvadrátech zde na první pohled byla průměrná v poměru s jinými biotopy, avšak vzhledem k velmi nízké diversitě substrátů (v průměru 1–4 druhy) relativně vysoká. Průměrná teplota desetidenního sledovaného intervalu byla u kvadrátu 2 (Bartošovice, rákosina) 4,6 °C, u kvadrátu 7 (Bartošovice, lesní ostřicový mokřad) 16,8 °C a u kvadrátu 15 (Bartošovice, sukcesovaná rákosina) pak 21,5 °C. Největší počet druhů (14) byl zaznamenán u kvadrátu 7, což rovněž korespondovalo s větším počtem druhů substrátů (4).

Počet zaznamenaných druhů ve všech třech studovaných kvadrátech mediteránní oblasti (graf 7) byl podobný, jako v případě synantropních biotopů (graf 9). Kvadrát 9 (lokalita na pobřeží) vykazoval velmi nízkou druhovou bohatost, což bylo v tomto případě zapříčiněno spíše stanovištními nároky (vysoká expozice, svahový terén, dominantní zastoupení chamaefytů). Oba typy biotopů (mediteránní i synantropní) vykazují spíše xerothermní až mezoxerothermní charakter. Biotopy s nitrofilní vegetací (graf 8) oproti tomu spíše představují biotopy mezohygrofilního charakteru. Zde bylo největší množství druhů zaznamenáno v kvadrátu 16 (Vranová Lhota-Hraničky, křovinná vegetace s dominantním zlatobýlem a kopřivou), i když diversita substrátů byla ve všech případech relativně stejná. Ve dvou studovaných kvadrátech náležejících k biotopům horských jehličnatých lesů supramontánního stupně bylo velmi chudé bylinné patro (1–2 druhy substrátů), i přes to zde bylo zaznamenáno 5 (u kvadrátu 8) a 10 (u kvadrátu 5) druhů hub na 1 m².

Vzhledem k velké míře mrtvé rostlinné biomasy nebylo možné mikroskopicko-kultivační metodou zaznamenat kompletní počet druhů na lokalitě. Lze však predikovat, že použitou metodikou bylo možné stanovit dominantní druhy v houbovém metaspolečenstvu a zaznamenat alespoň některé minoritní a vzácné druhy vyskytující se v metaspolečenstvu.

5.2. Vyhodnocení diversity a druhového složení metakomunit hub bylinného patra studovaných biotopů

Pro analýzu alfa diversity houbových metakomunit ve studovaných fytocenózách bylo využito Shannonova indexu. Ten je z hlediska charakteru hodnot abundancí a informační necelistvosti této proměnné v rámci konkrétních studovaných ploch (nebylo možné z metodického hlediska a z hlediska kvantity rostlinné biomasy na ploše 1 m² stanovit konečnou kvantitu druhů) pro studium houbových společenstev mnohem vhodnější než např. podobný Simpsonův index, jenž vychází z teorie pravděpodobnosti. Proporcionální porovnání absolutních hodnot Shannonovy entropie u 29 studovaných kvadrátů je znázorněné v grafu 10. Vztah mezi alfa diversitou houbových metakomunit a typem zkoumaného biotopu je pak znázorněn krabicovým diagramem v grafu 12. Jak je z grafu patrné, celkově nejvyšší druhová diversita byla zaznamenána v mezofilních až xerothermních otevřených biotopech planárního až kolinního stupně (nekosené louky, stepi, přirozené trávníky apod.). Odlehlé hodnoty v grafu představoval druhově extrémně podprůměrný kvadrát 14 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad) a druhově extrémně nadprůměrný kvadrát 12 (Pavlov, NPR Děvín-Soutěska) - viz dále. Velmi vysoké hodnoty Shannonova indexu byly rovněž u mediteránních biotopů, které vykazovaly rovněž xerothermní až extrémně xerothermní charakter. V biotopech synantropních stanovišť mezoxerothermního charakteru, mokřadních biotopech spíše semiakvatického charakteru a v alpínských biotopech byly kvantilové hodnoty Shannonovy entropie podobné, i když charakter biotopů byl svými teplotními i vlhkostními nároky relativně odlišný. Velmi nízká druhová diversita byla zaznamenána v obou studovaných lesních biotopech supramontánního stupně, což koresponduje s nízkou druhovou diversitou substrátů (viz kap. 3.1.). Nitrofilní vlhkomilná vegetace křovin vykazovala rovněž nízkou hodnotu mediánu Shannonovy entropie, i když diversita substrátů (rostlinného společenstva) byla průměrná (viz kap. 4.3.). Přirozená lineární závislost mezi Shannonovou entropií metaspolečenstev hub a druhovou bohatostí byla ověřena výpočtem Pearsonova korelačního koeficientu, který vyšel relativně vysoký ($R=0,911$) a grafickou vizualizací (graf 13).

Z grafu 10 vyplývá, že celkově nejnížší druhová diversita byla zaznamenána v kvadrátech 8 (Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy), 10 (Západní Tatry, Žiar, Žiarská dolina), 15 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, sukcesovaná rákosina) a 22 (Hoher Dachstein, vápencová soutěska Silberkarbach). Ve všech těchto případech se jednalo o značně druhově chudá rostlinná společenstva. Ke kvadrátům s nejvyššími hodnotami Shannonovy entropie nad 2,6 patřily kvadráty 3 (Pouzďřany, NPP Pouzďřanská step – Kolby), 16 (Vranová Lhota-Hraničky, nitrofilní vegetace se zlatobýlem a kopřivou), 19 (Západní Tatry, Roháče, vyfoukávané trávníky nad Smutným Sedlem), 28 (Biokovo Mts., macchie) a 29 (Biokovo Mts., vápencové sutě a skály). U kvadrátů 12 (Pavlov, NPR Děvín-Soutěska) a 17 (Vranová Lhota-Hraničky, xerothermní louka) byla hodnota Shannonovy entropie dokonce nad 3,0 (viz analýza druhového složení níže). Bylo zde zaznamenáno v případě kvadrátu 17 celkem 28 druhů hub na 1 m² a v případě kvadrátu 12 dokonce 54 druhů hub na 1 m².

5.2.1. Zhodnocení vlivu environmentálních prediktorů na tvorbu a zastoupení sexuálních a asexuálních stádií v metaspolečenstvech

H₀: Na tvorbu a relativní podíl abundancí sexuálních a asexuálních stádií hub v konkrétním metaspolečenstvu hub nemají zvýšený vliv abiotické faktory prostředí.

Zajímavým informativním ukazatelem aplikovatelným právě pro studium houbových metakomunit a komunit je tzv. koeficient abundancí sexuálních stádií. Tento koeficient byl zkonstruován v rámci této diplomové práce a udává relativní podíl výskytu sexuálních (P_T) a asexuálních ($1-P_T$) stádií pro zkoumaný vzorek. Tento údaj tak může mít vypovídající hodnotu např. o lokální struktuře metakomunit vymezeného území, v tomto případě pak na plochách 1 m². Koeficient abundancí lze považovat za hodnotitelný prediktor, jehož kauzalitou, podobně jako v případě hodnoty Shannonovy entropie, může být vzájemná interakce množiny environmentálních faktorů. Výpočet koeficientu abundancí teleomorf byl právě z tohoto důvodu použit pro testování možného vztahu mezi vlivem environmentálních prediktorů na výskyt sexuálních nebo asexuálních stádií v metaspolečenstvu. Z grafu 11 vyplývá, že proporcionální podíl abundancí sexuálních a asexuálních stádií se v rámci lokalit značně lišil. Nejmenší zastoupení sexuálních stádií bylo zaznamenáno na plochách 24 (Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Gröbach) a 25 (Hoher Dachstain, Rettenstain), kde bylo v prvním případě 87 % zaznamenaných hub v asexuálním stádiu, ve druhém případě 73 %. Na plochách 15 (Bartošovice, PR Bartošovický luh, sukcesovaná rákosina), 10 (Západní Tatry, Žiar, Žiarská dolina) a 23 (Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee) pak bylo zaznamenáno více než 90 % jedinců v sexuálním stádiu, přičemž na ploše 23 nebyl zaznamenán žádný anamorfní jedinec. Testování vlivu abiotických faktorů na zastoupení sexuálních a asexuálních stádií v konkrétních metakomunitách bylo provedeno primárním hodnocením signifikance zkonstruovaných regresních modelů. Regresní model definovaný v kap. 4.2.1, se ukázal jako vysoce signifikantní ($P=0,086$ %). Následná analýza kovariance proměnných regresního modelu prokázala, že na zastoupení sexuálních a asexuálních stádií v metaspolečenstvech má signifikantní vliv interakce proměnných teplota a nadmořská výška. Relativní vlhkost vzduchu a druhová diversita substrátů (v modelu definována jako Shannonova entropie substrátů) nemají na hodnotu koeficientu žádný vliv nebo nemohou být definovány tímto způsobem. Hodnocení abiotických faktorů v přírodních ekosystémech však není triviálně testovatelné kvůli množiny neznámých interferujících proměnných, jenž znemožňují jednoznačnou interpretaci testovatelné hypotézy. Model však poukazuje na skutečnost, že jednotlivé prediktory nelze testovat samostatně, neboť signifikantní výsledek lze interpolovat pouze tehdy, koexistují-li tyto prediktory ve vzájemné interakci. Z toho vyplývá, že testování v řízených laboratorních podmínkách s důrazem na oddělené hodnocení prediktorů může rovněž predikovat chybnou interpolaci výsledků. Mezi další potenciálně signifikantní prediktory, které můžou mít vliv na koeficient abundancí teleomorf a které zároveň nebylo možné v rámci metodiky zahrnout do

lineárního modelu, patří aktuální chemické a fyzikální složení hostitelských substrátů, stejně jako jeho aktuální stáří, resp. doba od odumření (viz kap. 2.2.).

5.2.2. Hodnocení analýzy druhového složení

Jak je patrné z tabulky 5 v kap. 4.2.1., ve 29 studovaných kvadrátech byly zaznamenány houby náležející celkem do 13 řádů vřeckovýtrusných hub a 1 řádu stopkovýtrusných hub, přičemž celkem 12 druhů nebylo blíže zařazeno. Z tabulky je také evidentní, že nejčastějšími a nejdiversifikovanějšími houbami ve studovaných metakomunitách byly houby řádu *Pleosporales*, jak je taktéž diskutováno v kap. 2.1.4.

Jak vyplývá z grafu 14 v kap. 4.2.2, v alpínských a subalpínských biotopech tvořily 65 % druhů houby z řádu *Pleosporales*. V biotopech vyfoukávaných a exponovaných alpínských trávníků (kv. 6, 9, 19, 25) byla obecným trendem relativně vysoká druhová diversita nad 2,0 (v biotopech exponovaných alpínských trávníků na bazickém podloží pak přibližně 1,8) a během letního období fruktifikace také s poměrně nízkým koeficientem abundancí teleomorfních stádií (kromě kvadrátu 9, kde byl koeficient naopak vysoký). Biotop asociace *Astero alpini-Seslerion calcariae* přítomný v kvadrátu 9 je typický pro otevřené skalnaté vrcholy na bazickém podloží v alpínském stupni a fytoocenologicky je tak pro něj charakteristická poměrně vysoká diversita rostlin (např. Kliment et al. 2006). Na druhovou diversitu hub zde pravděpodobně měly taktéž silný korelační efekt abiotické faktory (viz kap. 4.4.). Taktéž v případě biotopu 19 byla druhová bohatost hub zřejmým odrazem druhové bohatosti substrátů (rostlin). Vysoký koeficient abundancí asexuálních stádií v porovnání s dalšími alpínskými biotopy v případě kvadrátu 25 mohl být zapříčiněn výslunnou a návětrnou expozicí svahu a abiotickými faktory související s lokalitou, datem sběru a samotnou nadmořskou výškou (viz kap. 3.2.2.). Oproti tomu dva kvadráty (23 a 26), které ležely v klečové vysokobylinné subalpínské vegetaci vykazovaly velmi vysoké zastoupení teleomorfních stádií a zároveň relativně vysokou hodnotu Shannonova indexu nad 2,0. Z hlediska druhového zastoupení se velmi často vyskytovaly taxony čeledi *Phaeosphaeriaceae* (*Phaeosphaeria*, *Stagonospora*, *Pseudoophiobolus*) a různé druhy z rodu *Phoma* s. l. (*Pleosporales*). Z řádu *Helotiales* byly v těchto biotopech nejčastější druhy z čeledi *Hyaloscyphaceae* (*Brunnipilla*, *Crocicreas*, *Cyathicula*). Z řádu *Xylariales* byl zastoupen pouze v jednom kvadrátu druh *Xylaria filiformis*. Houby z tohoto řádu jsou však převážně lignikolní. Ostatní skupiny byly zastoupeny jen minimálně. Z oddělení *Basidiomycota* nebyl v alpínských a subalpínských biotopech zaznamenán žádný taxon.

Ve studovaných kvadrátech nitrofilních vlhkomilnějších biotopů byla v porovnání s ostatními plochami relativně průměrná druhová diversita hub, avšak nepřiliš rozmanitá druhová skladba. V záznamu se opakovaly nejčastěji taxony z čeledi *Leptosphaeriaceae*, méně pak *Phaeosphaeriaceae*, z dalších skupin velmi často *Hyaloscyphaceae* a *Ploettnerulaceae*. Z teleomorfních taxonů byly pravidelně přítomny např. *Nodulosphaeria* ssp., *Leptosphaeria* ssp. či *Pyrenopeziza* ssp. Polytrófní

druh *Leptosphaeria doliolum* má pravděpodobně přímou vazbu na tento typ biotopu. To taktéž naznačují výsledky analýzy publikované v práci Mlčoch (2021). Stejně tak příbuzný taxon *Leptosphaeria conoidea*, který je ve vegetaci se zastoupením *Solidago* ssp. v různé míře přítomen zcela pravidelně, i když není na tento substrát vázán striktně (Mlčoch 2021).

Lesní ekosystémy byly v rámci této studie zkoumány jen velmi okrajově. Pro specifické mikroklimatické podmínky v bylinném patře lesní vegetace však byla predikovatelná také odlišná struktura a druhová diversita oproti ostatním studovaným biotopům. Aby byla data z lesních ekosystémů i přes malé množství opakování porovnatelná, oba kvadráty (5 a 8) byly situovány do relativně obdobných biotopů – zachovalých horských smrčín s vyvinutým bylinným patrem v montánním až supramontánním vegetačním stupni. V prvním biotopu (kvadrátu 5) v bylinném patře převládala *Luzula sylvatica*, typický druh vyrůstající především ve vysokohorských klimaxových smrčínách středoevropského charakteru, v druhém biotopu (kvadrátu 8) pak *Adenostyles alliaria* a *Senecio fuchsii*, které tvoří charakteristickou skladbu pro vlhčí horské smrčinové rokle a břehy toků v montánním stupni středoevropského charakteru. Zdá se, že i přes velmi nízkou a jednotvárnou diversitu rostlin je zde relativně různorodá diversita hub. Jak navíc ukazují analýzy publikované v práci Mlčoch 2021, taxon *Paraleptosphaeria macrospora* má pravděpodobně přímou vazbu na biotopy s výskytem *Adenostyles alliaria*.

Z mokřadních biotopů byla zkoumána pouze tři společenstva, všechna v oblasti PR Bartošovický luh. Větší podíl sexuálních stádií v sukcesované rákosině (kvadrát 15) oproti přirozené (kvadrát 2) mohl být zapříčiněn pozdější dobou návštěvy (o dva měsíce, tj. v květnu) a nižší vlhkostí v bylinném podrostu (terestrický habitat oproti semiakvatickému až akvatickému habitatu v kvadrátu 2). Konstantně zvýšené vlhkostní poměry na lokalitě však pravděpodobně mohou mít vliv na druhovou diversitu i druhovou skladbu hub ve stejných biotopech.

Houby bylinného patra mediteránní oblasti již byly zkoumány v práci Mlčoch 2021. Zde však nebyla aplikovaná systematická metodika sběru dat, sběry z jednotlivých biotopů jsou v tomto případě tedy spíše náhodné a výsledky nekvantifikovatelné pro analýzu. V porovnání s výsledky publikovanými v práci Mlčoch 2021 je však v této práci možné vysledovat několik podobných trendů, tj. obecně nízký poměr teleomorf k anamorfám a zvýšená frekvence výskytu taxonů s diktyosporickými sporami, popř. sporami s vysokou mírou pigmentace.

Ve všech kvadrátech situovaných v ruderálních biotopech byl zaznamenán relativně obdobný a zároveň vysoký Shannonův index diversity. To vypovídá o poměrně vysoké hodnotě signifikance těchto biotopů z hlediska houbových metakomunit. V kvadrátech 20 a 21 byly vypočítány poměrně vysoké hodnoty koeficientu abundancí teleomorf, v kvadrátu 4 byla hodnota nižší než 0,5. To však mohlo být zapříčiněno brzkou dobou návštěvy (o tři měsíce dříve než v případě kvadrátů 20 a 21) a s tím souvisejícími nižšími teplotami a vyšší vzdušnou vlhkostí. Ve všech kvadrátech dominovaly

převážně saprotrofní až sapropatogenní taxony z řádu *Pleosporales*, popř. *Diaporthales*. Vysoká diversita hub na těchto lokalitách může být zapříčiněna mj. velkým množstvím dostupného mrtvého rostlinného materiálu a druhovou skladbou rostlin. Jak je verifikováno v kap. 5.3., na rostlinách čeledi *Asteraceae* (které se v těchto biotopech vyskytují v dominantním zastoupení) bylo v porovnání s dalšími substráty zaznamenáno poměrně bohaté druhové složení houbových společenstev. Z hlediska druhové skladby byly zastoupeny převážně taxony z čeledi *Pleosporaceae*, *Leptosphaeriaceae* a *Phaeosphaeriaceae*. Na tuto skutečnost bylo upozorňováno již dříve (Mlčoch 2021). Významné byly sběry taxonu *Heptameria obesa* na *Artemisia vulgaris* v kvadrátech 20 a 21. Tento druh bývá v houbových metakomunitách přítomen obvykle jen s nízkou frekvencí, zejména v asociaci s loňskými odumřelými stonky *Artemisia vulgaris*. Taxon *Leptosphaeria valesiaca*, který byl zaznamenán v kvadrátu 21, je na rostlinách z rodu *Artemisia* poměrně běžný, v literatuře i v herbáři existuje řada dokladů potvrzující jeho přímou asociaci s tímto hostitelským substrátem (herbář autora; Mlčoch 2021; Müller 1950). V rámci tohoto kvadrátu byl kromě *Artemisia vulgaris* také prokazatelně sbírán na druhu *Carduus acanthoides*. Jedná se tedy o nový hostitelský substrát pro tento taxon a zároveň lze na základě tohoto usoudit, že se nejedná o striktního specialistu.

V biotopech mezofilní až xerothermní vegetace otevřených stanovišť s velmi diversifikovaným bylinným patrem bylo zaznamenáno dominantní zastoupení hub z řádu *Pleosporales*, zároveň zde však byla vysoká diversita i dalších taxonomických skupin hub. Kromě *Helotiales* byly zaznamenány relativně pravidelně také taxony z řádu *Diaporthales* (*Diaporthe*, *Phomopsis*). V kvadrátu 12 také s vysokou frekvencí druhy z řádu *Agaricales* (*Lachnella villosa* a *Typhula micans*). Ty v ostatních biotopech obvykle chyběly. Oproti předešlým biotopům se zde z hub řádu *Pleosporales* pravidelně vyskytovaly také druhy z čeledi *Didymosphaeriaceae* (*Kalmusia*, *Montagnula*) a *Lenthitheciaceae* (*Keissleriella*). Na *Poaceae* byly v dominantním zastoupení také sexuální stádia hub z čeledi *Phaeosphaeriaceae* (*Phaeosphaeria* sensu Shoemaker 1989). Celkový charakter biotopu z pohledu metaspolečenstev hub byl podobný synantropním biotopům. Sběr dat na lokalitě u Bzence (kvadrát 1) probíhal již v sezóně 2020, některé data byly částečně využity a komentovány také v rámci bakalářské práce (Mlčoch 2021), i když nebyly hodnoceny kvantitativně. Několik druhů zde bylo zaznamenáno z nových hostitelských substrátů (*Keissleriella rosae* původně známá pouze z *Rosaceae* a *Leptosphaeria erigerontis* původně známá pouze z *Erigeron* ssp.).

5.2.3. Vyhodnocení beta diversity a analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí studovaných kvadrátů

Základní analýza beta diversity studovaných kvadrátů byla provedena pomocí výpočtu Whittakerova indexu diversity a Sørensenova indexu podobnosti. Spearmanův korelační test parciální Mantelovy korelace hodnot soustavy triangulárních matic "a", "b" a "c" nabýval velmi nízké kladné hodnoty, mezi maticemi tedy existuje velmi slabá parciální korelace, která je však velmi málo signifikantní. To lze vysvětlit relativně malým množstvím vzorků (kvadrátů). Základní výsledek analýzy beta diversity byl vizualizován simplexním ternárním diagramem (graf 15). Tento diagram představuje párovou přítomnost či absenci mezidruhových vztahů houbových metakomunit studovaných biotopů. Body vynesené v třídimenčním barycentrickém systému představují relativizaci párového skóre pro veškeré možné kombinace. Strana |AB| simplexu představuje prostorový vektor směřující od hodnot rozdílů v beta diversitě k její podobnosti (zde Sørensenovy podobnosti). Strana |BC| simplexu pak představuje prostorový vektor směřující od hodnot podobnosti diversity k jejímu replacementu druhových abundancí (indexu nahrazení). Strana |CA| simplexu pak prostorově směřuje hodnoty opět k diferencí. Z diagramu tedy vyplývá, že plochy (kvadráty) vykazují nízký až nulový replacement komponentu a nízkou až vysokou diferencí beta diversity. Disperse v barycentrickém prostoru je velmi nízká. Tzn., že difference mezi lokalitami nebyla z větší části dána proměnlivostí druhového složení, jako spíše variabilní přítomností celého species poolu v různých kvadrátech a jejich celkovou variabilitou absolutních počtů druhů (Duchoslav M., os. sdělení).

Grafická vizualizace metodou PCoA (graf 16) modelu 2 s definovaným skupinovým kritériem relativní vzdušné vlhkosti (tzn. environmentálním prediktorem, jenž byl vyhodnocen jako signifikantní v regresním modelu diskutovaném v kap. 4.4.) ukazuje významný rozptyl hodnot pro obě kategorie. Mírný posun centroidů obou skupin charakterizovaný jejich distancemi lze rovněž vyčíst z grafu 17. Lze však pozorovat značné překrytí 95% konfidenčních intervalů obou definovaných skupin a velmi silnou dispersi. Nicméně matematický model je s hodnotou signifikance 0,002 velmi průkazný. Mírný posun centroidů naznačuje, že může existovat přímá vazba mezi strukturou a dispersí komponent betadiversity kvadrátů a rozdíly v relativní vzdušné vlhkosti. Medián hodnoty distance centroidu u skupiny 2 (vlhkost vzduchu nad 55 %) je položen výše než v případě skupiny 1 (vlhkost vzduchu pod 55 %). V případě hodnoceného modelu 3 (biotopy) byla hodnota signifikance vyšší než u předešlého (graf 18). 95% konfidenční intervaly čtyř porovnávaných množin biotopů (mokřadní, mezofilní, xerothermní, alpské) se zde překrývaly pouze částečně, disperse hodnot u jednotlivých skupin nebyla příliš výrazná, distance centroidů (graf 19) však vykazovala větší diferencí (posun) než v případě modelu 2. Nejnížší medián distance centroidu byl v případě mokřadních biotopů, nejvyšší u mezofilních a xerothermních, přičemž u těchto dvou skupin byl podobný. Množina konkrétních environmentálních prediktorů formujících konečný charakter biotopu (mezofilní, xerothermní, hydrofilní nebo specifický alpský) tak může mít zjevně přímý vliv také na charakter a formování

houbových metakomunit. Vzhledem k relativně malému množství vzorků (studovaných kvadrátů) však není pro účely přesnější interpretace obecných zákonitostí funkcionality houbových společenstev použitý datový soubor dostatečný.

Podobné analýzy houbových společenstev se dosud prováděly převážně u společenstev půdní mykobioty (např. Xing et al. 2022; Gargouri et al. 2021 aj.). Feinstein & Blackwood (2013) prováděli ve své studii taktéž prostorové škálování beta diversity houbových metakomunit, v tomto případě však listů dřevin v lesních ekosystémech. Autoři testovali možnou aplikaci metakomunitních paradigmat na houbové metaspolečenstva listového opadu, přičemž prokázali, že heterogenita prostředí může ovlivnit složení houbových společenstev v prostorových měřících vyššího řádu. Jednalo se dosud o jedinou studii řešící analýzu dispersí metakomunit hub v širším geografickém měřítku a analýzu vlivu heterogenity prostředí (Feinstein & Blackwood 2013). Ekologické studie zkoumající houbová společenstva obvykle využívají kvantifikace dat pomocí molekulárních metod (např. Xing et al. 2022; Gargouri et al. 2021; Feinstein & Blackwood 2013). Ty sice poskytují ucelenější a kvantitativnější výsledky z hlediska druhové diversity, avšak vzhledem k absenci využití klasických morfologických metod jsou výsledná data o konkrétním druhovém složení a přesnější identitě taxonů značně zkreslená. Marion et al. (2021) prokázali pomocí hierarchické Bayesiánské beta regrese a profilů diversity založené na Hillových číslech, že společenstva hub jsou si výrazně nepodobná i na malé vzdálenosti, bez ohledu na využití půdy příslušnou půdní mykobiotou. Taktéž jsou dle této studie diferentní společenstva hub mezi půdou, kořeny rostlin a listovým opadem. Uvedené studie pouze potvrzují výše diskutované závěry vyvozené z výsledků této práce.

5.3. Vliv diversity a druhového složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů)

V rámci této analýzy nebyly záměrně brány v úvahu další environmentální prediktory, ani další proměnné týkající se lokací a biotopových vazeb konkrétních kvadrátů. Pro vizualizaci grafu byly ze souboru vybrány pouze taxony patřící do řádu *Pleosporales* z důvodu prokazatelně zvýšené afinity k hostitelské rostlině. Níže jsou uvedeny komentáře k hodnoceným substrátům.

Mnoho taxonů, které byly zaznamenány a následně v kap. 4.3 vypsány z jednotlivých rostlinných substrátů, nemají na tyto substráty žádnou přímou afinitu z hlediska substrátové preference. Druhy jako *Leptosphaeria doliolum*, *L. conoidea* či *Leptospora rubella* bývají na stoncích rostlin z čeledi *Apiaceae* nalézány poměrně běžně, pravděpodobně tak tvoří dominantní a konstantní druhy houbových společenstev miříkovitých rostlin společně s některými dalšími taxony, jako jsou *Trichopeziza* sp. a *Pyrenopeziza* sp. Ze stonků rostlin rodu *Artemisia* byla již v minulosti popsána velká řada druhů. Např. z rodu *Leptosphaeria* je z tohoto substrátu známo 15 taxonů (Mlčoch 2021). Z taxonů zaznamenaných na tomto substrátu jsou významné především druhy *Heptameria obesa*, *Leptosphaeria clavispora* a *Leptosphaeria valesiaca*. Všechny tyto taxony jsou uváděny pouze v asociaci s rodem *Artemisia* (např. Mlčoch 2021, Saccardo 1883). Taxon *L. clavispora* je pravděpodobně charakteristický právě pro *Artemisia campestris* (Mlčoch 2021), který je asociovaný s xerothermními stanovišti. Taxon *Heptameria obesa* byl ve statistickém souboru zaznamenán dvakrát, vždy z mrtvých stonků *Artemisia vulgaris*. V jednom případě byl na stonku v asociaci s *Lophiostoma* sp. a jednou v asociaci s *Leptosphaeria valesiaca*, která však vyrůstala v jiné části stonku. *H. obesa* je taxon, jenž pravděpodobně preferuje biotopy asociací *Tanacetum vulgare*-*Artemisietum vulgare* (viz příloha III., herbář autora), avšak v konkrétních fytocenózách se vyskytuje v minoritním zastoupení. V záznamech se s velkou četností a pravidelností opakovaly také taxony *Pyrenopeziza* sp. a *Diaporthe* sp. U mrtvých stonků rostlin rodu *Solidago* bylo vypořováváno, že velmi často vyrůstaly ve společné asociaci houby *Leptosphaeria conoidea* a *Lophiostoma* sp. *L. conoidea* je navíc druh, který je pro tento rostlinný substrát charakteristický. Je sbírán téměř v každém společenstvu s výskytem *Solidago* ssp. (herbář autora a Mlčoch 2021), přičemž vůči tomuto druhu rostliny vytváří přímou substrátovou preferenci (Mlčoch 2021). Druh *Sigarispora caulium* je ze *Solidago* ssp. rovněž relativně často sbírán (herbář autora). Celková druhová diversita hub je u rodu *Solidago* mnohem chudší než v případě rodů *Artemisia* nebo *Centaurea* popsaných v kap. 4.3. a jednotlivé taxony hub se zde velmi často v rámci společenstev opakují.

Vzhledem ke skutečnosti, že rostliny čeledi *Poaceae* jsou ve většině společenstev rostlin všudypřítomně a často až dominantně zastoupeny a vzhledem k tomu, že mnoho houbových taxonů obývajících tento substrát velmi často přechází z přirozených fytocenóz do příslušných agrokultur obilovin, kde vystupují jako významné patogeny, řada studií se diversitou a taxonomií těchto hub již zabývala. Thambugala et al. (2017) vypracovaly taxonomický přehled hub s popisy nových druhů,

které jsou asociovány s trávami (*Poaceae*). V této práci bylo v rámci studovaných kvadrátů determinováno 10 druhů trav na kterých byly sbírány houby a řada blíže nespecifikovaných druhů. V rámci této čeledi je celkově jen velmi málo druhů hub, které se specializují pouze na jeden konkrétní rod či druh trávy, obvykle se jedná o specialisty na tuto čeleď celkově. Z řádu *Pleosporales* existuje několik evolučních větví, které se specializovaly pouze na trávy. Všechny se dříve řadily do rodu *Phaeosphaeria* (Shoemaker 1989). Také v tomto studovaném souboru byla zaznamenána řada taxonů patřících do rodu *Phaeosphaeria* sensu Shoemaker (1989). Běžně byly zaznamenávány také jejich anamorfy označované jako *Stagonospora* s. l. Teleomorfní taxony se zpravidla objevovaly na předloňských stoncích, zatímco na loňských byly zaznamenány obvykle pouze asexuální stádia (coelomycety a hyfomycety). Ve výsledcích (kap. 4.3.) byla blíže popsána houbová společenstva pouze u druhu *Phragmites australis*. Ta v minulosti podrobněji zkoumali autoři např. ve studii Ryckegem & Verbeke (2005a). I přes to, že charakter biotopu, který byl v jejich studii zkoumán byl poněkud odlišný, v druhovém složení hub bylo možné najít mnoho podobností. Taxony jako *Phaeosphaeria* ssp., *Stagonospora* ssp., *Vagicola vagans* apod. sice nebyly v rámci diplomové práce u tohoto substrátu zaznamenány, avšak byly nalezeny na jiných *Poaceae*. Ve zmíněné studii však autoři nezaznamenali *Setoseptoria arundinacea*, která byla ve studovaných rákosinách poměrně charakteristická. Chlebicky & Suková (2004) zkoumali houby vyrůstající na mrtvých stoncích a listech u *Dryas octopetala* na několika lokalitách v západních Karpatech, mj. také na Velkém Rozsutci, odkud pochází také část sběrů v rámci této diplomové práce. Autoři Chlebicky & Suková (2004) uvádí (podobně jako v této práci) z tohoto substrátu několik druhů rodu *Pleospora*, dále *Paraleptosphaeria dryadis* a *Stagonospora* sp. *Paraleptosphaeria dryadis* je navíc taxon s prokazatelnou substrátovou specifitou k rodu *Dryas* a lze jej považovat za charakteristický druh rostlinných společenstev s *Dryas octopetala*, i když evidentně nebývá v těchto asociacích příliš početný. Téměř všudypřítomný rostlinný taxon *Urtica dioica* hostí specifická houbová společenstva, která vytváří pravidelné kompetiční interakce konkrétních druhů. Na mrtvých loňských a předloňských stoncích se relativně pravidelně vyskytují asociace druhů *Calloria neglecta* a *Leptosphaeria acuta*, popř. *Leptosphaeria doliolum*. Vzácně se mohou oba druhy z tohoto rodu vyskytovat na jediném stonku. Ve zde analyzovaném záznamu jsou pouze druhy letního aspektu, chybí zde několik dalších druhů z řádu *Helotiales*, rovněž charakteristických pro houbové společenstva *U. dioica*, tj. *Hymenoscyphus* ssp. a *Calycina herbarum* (herbář autora). Druhy z rodu *Leptospora* bývají v těchto houbových společenstvech vzácné, stejně tak jako sběry dalších zaznamenaných druhů, např. *Leptosphaeria* aff. *dumetorum* (není *L. dumetorum*, mikroskopicky je sběr podobný, avšak je vyžadováno další molekulární studium) a *Phaeosphaeria herpotrichoides* group (není *Phaeosphaeria herpotrichoides* s.s., tento druh na dvouděložných bylinách neroste). Houbová společenstva na *Urtica dioica* již byla řešena také např. ve studii Yadav & Madelin (1968), kde je rovněž ucelenější přehled druhů. Pseudotheciální houby rostoucí na rostlinách čeledi *Juncaceae* se v minulosti řešily převážně v souvislosti s taxonomickými pracemi zaměřenými na jejich

dominantní kolonizátory, houby čeledi *Phaeosphaeriaceae*, dříve spadající pod rod *Phaeosphaeria* sensu Shoemaker (např. Shoemaker 1989; Leuchtmann 1984).

Další substráty, které byly blíže popisovány z hlediska druhového složení houbových společenstev (*Centaurea*, *Aconitum*, *Adonis*) zároveň dosud nebyly blíže řešeny v ekologických studiích. Z výsledků popsaných v kap. 4.3. je pozorovatelný zřejmý trend opakujícího se složení jednotlivých hub na konkrétních substrátech, stejně jako jejich lokace v rámci stonku. Tento trend podobností lze pozorovat na úrovni rodů, u některých skupin dokonce až na úrovni čeledí (*Poaceae*, *Apiaceae*). Idealizace deskriptivního modelu vychází ze zobecnění kvantifikace hodnot abundancí uvedených ve statistickém souboru.

H₀: druhová diversita a druhové složení lokálních společenstev substrátů (rostlinných taxonů) nemá vliv na konečnou strukturu a druhovou diversitu herbitrofně saprotrfních hub.

Hlavním cílem této části práce bylo zjistit, jaký je vztah mezi diversitou substrátů (tj. rostlinným společenstvem) a diversitou metaspolečenstva herbitrofně saprotrfních druhů hub. Pro testování této hypotézy byl vytvořen regresní model, jenž je vyobrazen v grafu 21. Pearsonův korelační koeficient byl vyšší než 0,5, tj. mezi oběma proměnnými existovala kladná korelační závislost. Z grafu jasně vyplývá (i když reziduály hodnot byly poměrně rozptýlené), že s rostoucí diversitou rostlin v rostlinném společenstvu přímoúměrně vzrůstá také diversita hub, jež jsou s těmito hostiteli asociovaní, ale také nespecializovaných generalistů. Tato skutečnost by nebyla nijak překvapivá, kdyby však neexistovaly studie, které by vlivu hostitelského substrátu na konečnou diversitu a zastoupení hub na konkrétní lokalitě nepřikládaly spíše nesignifikanční hodnotu relevance (viz kap. 2.2.2). Nicméně např. Lodge et al. (1995) konstatovali, že diversita saprotrfních hub na lokalitě silně souvisí s diversitou hostitelských substrátů, avšak tato myšlenka dosud nebyl statisticky verifikována.

5.4. Vliv environmentálních prediktorů na variabilitu metakomunit hub bylinného patra

Kromě biotických faktorů (lokální společenstva substrátů) mohou mít na konečnou konstituci a výsledné složení houbové metakomunity (a tedy i jednotlivých dílčích houbových komunit) relevantní vliv abiotické faktory, tj. environmentální prediktory. Právě z tohoto důvodu byl testován regresní model verifikující aproximaci interakce těchto prediktorů se zahrnutím faktoru difference a variability hostitelských substrátů. Vysoká hodnota signifikance ($P=0,005529$) diskutovaného modelu vedla k závěru, že takto definovanou hypotézu závislosti lze zamítnout. Grafická projekce regresního modelu nebyla zcela možná, proto jednotlivé prediktory byly uplatněny také v analýze redundance založené na distanci vstupních hodnot abundancí. Hodnota Spearmanova Rho-kvadrátu byla relativně nízká ($R^2=0,1458$), avšak některé významné faktory, jako např. kvantifikace analýzy chemického složení substrátů a jejich fyzikálních vlastností, nebyly v rámci této práce hodnoceny, z tohoto důvodu je vypočítaná hodnota vysvětlené variability zcela relevantní. Grafy 22 a 23 vizualizují pomocí ordinálních diagramů výsledek analýzy redundance. Vzájemná míra korelace hodnocených proměnných v atributu analýzy hlavních koordinát je u obou grafů stejná. U grafu 23 je v atributu hlavních koordinát patrné, že relativní vzdušná vlhkost a teplota vzduchu objasňují značnou část z vysvětlené variability v datech, zatímco Shannonova entropie substrátů pouze velmi malou část. Značná disperse hodnot v prvním kvadrantu RDA prostoru koresponduje s vypočítanou hodnotou nevysvětlené variability v datovém souboru ($1-R^2$). Vztah druhové diversity hub k některým environmentálním prediktorům (vzdušná vlhkost a teplota) zkoumali také např. Schmidt, Naft & Lynch (2012). Autoři ve své studii uvádí, že extrémně nízká vzdušná vlhkost a nízké teploty vzduchu korelují s nízkou diversitou hub, která je navíc tvořena druhy, jenž jsou na tyto podmínky adaptovány. Tyto závěry lze vyvodit rovněž z výsledků uvedených v kap. 4.2.2 a 4.4.

Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo statisticky zhodnotit druhovou diversitu metaspolečenstev hub bylinného patra, jejich druhové složení a faktory, jež ji ovlivňují napříč heterogenní škálou biotopů. I když byla práce charakterově zaměřena především na taxonomicky dominantní složku těchto mykocenóz (tj. houby řádu *Pleosporales*), bylo nutno zahrnout pro ucelenost datové analýzy do výsledků také taxony z jiných taxonomických skupin. Na základě toho bylo možné zhodnotit procentuální zastoupení a významnost hub z řádu *Pleosporales* pro tento typ mykocenózy. Byla rozpracována relativně rozsáhlá a komplexní metodika sběru, hodnocení a analýzy dat, aby statistická relevance výsledků a závěrů této práce byla co nejvyšší. Sběr dat z tohoto důvodu proběhl jednorázově na 29 vytypovaných plochách o rozměrech 1 m² ve 3 středoevropských (Česká republika, Slovensko, Rakousko) a 1 jihoevropském (Chorvatsko) státu ve velmi širokém elevačním gradientu od mořského pobřeží do alpského stupně. Byly tak navštíveny environmentálně heterogenní biotopy od mokřadních po vysoce xerotermní. Jak je uvedeno v kap. 4.1. a 4.3., celkem bylo do datového souboru zahrnuto 337 druhů hub sbíraných na 104 druzích rostlin.

Analýza dat byla zaměřena na několik hlavních ekologických prediktorů: byla hodnocena alfa diversita studovaných ploch (kvadrátů) pomocí stanovení Shannonovy entropie, beta diversita pomocí mnohorozměrných statistických metod, závislost mezi diversitou hub a diversitou substrátů (rostlin) pomocí regresního modelování, druhové složení a zastoupení metaspolečenstev hub v jednotlivých biotopech (fytocenologických svazích) pomocí deskriptivní statistiky, druhové složení společenstev hub na jednotlivých studovaných substrátech a vliv environmentálních prediktorů na strukturu a diversitu zkoumaných metakomunit hub pomocí mnohorozměrných metod a regresního modelování. V rámci těchto zkoumaných aspektů byly také testovány dvě nulové hypotézy. Dle první hypotézy nemají na tvorbu a relativní podíl abundancí sexuálních a asexuálních stádií v konkrétním metaspolečenstvu zvýšený vliv abiotické faktory prostředí, jako jsou relativní vlhkost vzduchu a teplota vzduchu. Hypotéza byla testována multidimenzionálním regresním modelem. Na základě tohoto modelu stanovenou hypotézu bylo možné zamítnout, neboť se ukázala být tato závislost relevantní. Druhou testovanou hypotézou byl vliv druhového složení a celkové alfa diversity substrátů na konečnou strukturu společenstev hub. Hypotéza byla testována korelačním modelem, jež byl vyhodnocen jako signifikantní. Závislost těchto proměnných byla rovněž potvrzena.

Všechny tyto jednotlivé úhly pohledu na konkrétní problematiku by v konečném výsledku měly být nápomocné k pochopení funkčních zákonitostí komplexních systémů, jakými jsou společenstva, resp. metaspolečenstva hub. Konečné funkční zobecnění zkoumaných zákonitostí však z této práce vyvodit nelze, neboť datový soubor byl pro účely některých analýz (analýza beta diversity a multivariační homogenity skupinových dispersí) relativně malý. Velkým přínosem této práce byly především nové poznatky ohledně druhového složení houbových společenstev a metaspolečenstev

v heterogenní škále biotopů a na různých, mykologicky méně prozkoumaných rostlinných substrátech. Rovněž z hlediska konkrétních houbových taxonů přinesla práce mnoho nových poznatků o ekologických nárocích, substrátových a biotopových preferencích apod. Několik houbových taxonů bylo zaznamenáno na nových hostitelských substrátech, např. *Leptosphaeria valesiaca* na *Carduus acanthoides* aj. Analýza alfa a beta diversity s aplikací obecných poznatků z ekologie rostlin se u houbových společenstev tohoto charakteru dosud neřešila, obdobné analýzy byly prováděny především u společenstev půdních hub či společenstev na listovém opadu. Z tohoto hlediska je práce přínosná taktéž, neboť testuje hypotézy o příčinách uskupení metakomunit fruktifikujících hub v konkrétním časoprostoru. Jak je rovněž zmíněno v úvodu, porozumění fungování houbových komunit v přírodních ekosystémech je rovněž signifikantní také pro porozumění a případnou předvídatelnost vlivu těchto ekosystémů na kulturní agroekosystém z hlediska významných patogenních kmenů.

Seznam použité literatury a zdrojů

Ahmed S. A., Sande W. W. J., Stevens D.A., Fahal A., Diepedingen A. D., Menken S. B. J., Hoog G. S. (2014). Revision of agents of black-grain eumycetoma in the order *Pleosporales*. *Persoonia. Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 33:141–154

Crous P. W., Groenewald J. Z., Wingfield M. J., Aptroot A. (2003). The value of ascospore septation in separating *Mycosphaerella* from *Sphaerulina* in the *Dothideales*: A Saccardoan myth?. *Sydowia*. 55(2):136–152.

De Gruyter J., Woudenberg J. H. C., Aveskamp M. M., Verkley G. J. M., Groenewald J. Z., Crous P. W. (2013). Redisposition of *Phoma*-like anamorphs in Pleosporales. *Studies in Mycology*. 75: 1–36. DOI: 10.3114/sim0004. ISSN 01660616. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166061614600014>

Döbbeler P. (1985). Ascomyceten auf Polytrichaceen. *Sydowia, Annales Mycologici Ser. II*. Vol. 38: 41-64.

Feinstein L. M., Blackwood Ch. B. (2013). The spatial scaling of saprotrophic fungal beta diversity in decomposing leaves. *Molecular Ecology*. 22(4). DOI: 10.1111/mec.12160

Gargouri M., Karray F., Chebaane A., Mhiri N., Martínéz L. P. P., Sayadi S., Mliki A. (2021). Increasing aridity shapes beta diversity and the network dynamics of the belowground fungal microbiome associated with *Opuntia ficus-indica*. *Science of The Total Environment*. 773(4):145008. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145008.

Garrett S. D. (1944). Root disease Fungi. *Chronica Botanica*. 177 pp.

Garrett S. D. (1950). Ecology of the root-inhabiting fungi. *Biol. Rev.* 25: 220-254.

Gregory P. H. (1973). *Microbiology of the Atmosphere*, 2nd edn. Aylesbury: L. Hill.

Hansruedi F. (1988). Fungi of Bryophytes, Review. *Botanica Helvetica*. (98) 2.

Hawksworth D. L., Lagreca S. (2007). New bottles for old wine: fruit body types, phylogeny and classification. *Mycological Research*. 111: 999–1000.

Hawksworth D. L. (1987). The evolution and adaptation of sexual reproductive structures in the Ascomycotina. In: *Evolutionary Biology of the Fungi*. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 179–189.

Hedger, J. (1985). Tropical agarics, resource relations and fruiting periodicity. In *Developmental Biology of Higher Plants*. Cambridge: Cambridge University Press. 41±86 pp.

Holm, L. & K. Holm. (1993). The genus *Pleospora* s. 1. from Svalbard. *Sydowia* 45(2): 167-187.

Hyde K. D., Bussaban B., Paulus B., Crous P. W., Lee S., McKenzie E. H. C., Photila W., Lumyong S. (2007). Diversity of saprobic microfungi. *Biodivers. Conserv.* 16: 7–35. DOI 10.1007/s10531-006-9119-5.

Chytrý M. (2012). Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia*. 84: 427–504.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. [eds.] (2010). Katalog biotopů české republiky. Druhé vydání. AOPK ČR. 445 pp.

Jaklitsch W. M., Checa J., Blanco M. N., Olariaga I., Tello S., Voglmayr H. (2017). A preliminary account of the *Cucurbitariaceae*. *Studies in Mycology* 90: 71–118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.11.002>.

Jaklitsch W. M. & Woglmayr H. (2016). Hidden diversity in Thyridaria and a new circumscription of the *Thyridariaceae*. *Studies in Mycology* 85: 35–64.

Jaklitsch W. M. (2011). European species of *Hypocrea*, part II: species with hyaline ascospores. *Fungal Diversity*. 48: 1–250. DOI: 10.1007/s13225-011-0088-y

Kalina T., Váňa J. (2005). Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Universita Karlova, Karolinum. 0–606.

Kerovac M. ur. (1995): Ekološke monografije 4. Prirodoslovna istraživanja biokovskog područja. Zbornik radova sa Kongresa održanog od 11.-16. listopada 1993. u Makarskoj. Hrvatsko ekološko društvo, Záhřeb. 1–359.

Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. (2008). Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi, 10th edn. CAB International., Wallingford, U.K.

Kliment J. & Valachovič M. [ed]. (2007). Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 4. Vysokohorská vegetácia. Bratislava, Veda. 0–388.

Kondratyuk S. Y., Lokos L., Halda J. P., Roux C., Upreti D. K., Schumm F., Mishra D. K., Nayaka S., Farkas E., Park J. S., Lee B. K., Liu D., Woo J.-J., Hur J. S. (2017). New and Noteworthy Lichen-forming and Lichenicolous fungi. *Acta Botanica Hungarica*. 59(1-2):137–260.

Konvalinková T. (2008). Saprotrophic herbicolous Ascomycetes on vascular plants of the selected families. Bachelor's thesis, Department of Botany, Faculty of Science, Charles University in Prague, 37 pp., in Czech.

Koukol O., Magdalínou E., Pánková H., Borovička J., Münzbergová Z. (2022). Do microclimatic conditions in two forest types on serpentine bedrock affect culturable microfungi in pine litter needles? *Czech Mycol.* 74(2): 181–194.

Leibold M. A. Holyoak M., Mouunquet N., Amarasekare P., Chase J. M., Hoopes M. F., Holt R. D., Shurin J. B., Law R., Tilman D., Loreau M., Gonzalez A. (2004). The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*. 7: 601–613.

Leuchtman A. (1984). Ueber Phaeosphaeria Miyake und andere bitunicate Ascomyceten mit querseptierten Ascosporen. *Sydowia*. 37: 75–194

Liew E. C. Y., Aptroot A., Hyde K. D. (2000). Phylogenetic significance of the pseudoparaphyses in Loculoascomycete taxonomy. *Mol. Phylogenet. Evol* 16: 392–402

Lodge D. J. (1997). Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity and conservation*. 6: 681–688.

Lodge, D. J. & Cantrell, S. (1995) Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Can. J. Bot.* 73, (suppl.), S 1391-1398.

Lodge, D.J., Fisher, P.J. & Sutton, B.C. (1996). Endophytic fungi of Manilkara bidentata leaves in Puerto Rico. *Mycologia*. 88: 733–738.

Mapook A., Boonmee S., Ariyawansa H. A., Tibpromma S., Campesori E., Gareth Jones E. B., Bahkali A. H., Hyde K. D. (2016). Taxonomic and phylogenetic placement of *Nodulosphaeria*. *Mycol. Progress*. 15: 34. DOI 10.1007/s11557-016-1176-x.

Mlčoch P. (2020). New records of fungi of the classes *Sordariomycetes* and *Dothideomycetes* from Europe. *Czech Mycology*. 72 (2): 251–262.

Mlčoch P. (2021). Mycofloristical survey of selected areas focused on the fungi of genus *Leptosphaeria* s. l.. Bakalářská práce, Katedra Zoologie a ornitologická laboratoř, Přírodovědecká fakulta, Universita Palackého v Olomouci, 157 pp., in Czech.

Müller E. (1950). Die schweizerischen Arten der Gattung *Leptosphaeria* und ihren Verwandten. Diplomová práce. Zürich: Eidgenössischen Technischen Hochschule. 185–319.

Oksanen J., Blanchet F. G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Stevens H. H., Szoecs E., Wagner H. (2020). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Park D. (1968) The Ecology of Terrestrial Fungi. In: The Fungi, An Advanced Treatise, Vol. III. The Fungal Population. [ed: Ainsworth G. C. & Sussman A. S.]. Academic Press New York and London.

Polishook, J. D., Bills, G. F. & Lodge, D. J. (1996). Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. *J. Indust. Microbiol. Special Issue on Microbial Diversity* 17: 284–294.

Pugh G. J. F., Mulder J. L. (1971). Mycoflora associated with *Typha latifolia*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57 (2): 273–282.

Quaedvlieg W., Verkley G. J. M., Shin H.-D., Barreto R. W., Alfenas A. C., Swart W. J., Groenewald J. Z., Crous P. W. (2013). Sizing up *Septoria*. Studies in Mycology 75: 307–390. doi:10.3114/sim0017.

Radić J. (1976). Bilje Biokova. Institut Planina i more, Makarska, 1–237.

Ryckegem G., Verbeken A. (2005a). Fungal diversity and community structure on *Phragmites australis* (Poaceae) along a salinity gradient in the Scheldt-estuary (Belgium). Nova Hedwigia, Stuttgart. 80 (1-2):173–197.

Ryckegem G., Verbeken A. (2005b). Fungal ecology and succession on *Phragmites australis* in a brackish tidal marsh II. Stems. Fungal Diversity 20: 209–223.

Saccardo P. A., Traverso G. B. & Trotter A. (1883). *Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum*. Vol. 2. Patavii, sumptibus auctoris. 815 pp. Dostupné z: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25326>.

Sarkar D. (2008) Lattice: Multivariate Data Visualization with R. Springer, New York. ISBN 978-0-387-75968-5.

Saxena R. K., Tripathi S. K. M. (2011). Indian fossil fungi. The Paleobotanist. 60(1): 1–208. ISSN 0031-0174.

Sharma D., Gosai K., Dutta J., Arunachalam A., Shukla A. K. (2015). Fungal diversity of twelve major vegetational zones of Arunachal Himalaya, India. Current Research in Environmental & Applied Mycology. 5(2): 101–111. Doi 10.5943/cream/5/2/4

Shoemaker R.A., Babcock C.E. (1986). *Wettsteinina*. Can. J. Bot. 65: 373–405.

Shoemaker R. A., Babcock C. E. (1989). *Phaeosphaeria*. Can. J. Bot. 67: 1500–1599.

Schimdt, Naff , Lynch. (2012). Fungal communities at the edge. Ecological lessons from high alpine fungi. Fungal Ecology 5: 443–452.

Schmitt I., Lumbsch H. T. (2004). Molecular phylogeny of the Pertusariaceae supports secondary chemistry as an important systematic character set in lichen-forming ascomycetes. Molecular Phylogenetics and Evolution. 33: 43–55.

Šolić M. (2001.). Floristička i fitocenološka sastavnica područja Parka prirode Biokovo i kontaktní zóna Parka, za potrebu izrade prostornog plana Parka prirode Biokovo, Županijskog zavoda za prostorno uređenje, Institut Planina i more, 7 Makarska. 1–7.

Štech M. (2016). Jak přenést příběh cévnatých rostlin do středoškolské biologie. Živa. 2: 71–75.

Tanaka K., Hirayama K., Yonezawa H., Salto G., Toriyabe A., Kudo H., Hashimoto A., Matsumura M., Harada Y., Kurihara Y., Shirouzu T. Hosoya T. (2015). Revision of the *Massarineae* (*Pleosporales*, *Dothideomycetes*). *Studies in Mycology* 82: 75–136.

Taylor T, Krings M, Taylor E. L. (2015). *Fossil fungi*. Academic Press, London, UK. ISBN: 978-0-12-387731-4. 372 pp.

Thambugala K. M., Wanasinghe D. N., Phillips A. J. L., Camporesi E., Bulgakov T. S., Phukhamsakda C., Ariyawanda H. A., Goonasekara I. D., Phookamsak R., Dissanayake A., Tennakoon D. S., Tibpromma S., Chen Y. Y., Liu Z. Y., Hyde K. D. (2017). Mycosphere notes 1-50: Grass (*Poaceae*) inhabiting Dothideomycetes. *Mycosphere*. 8(4): 697–796. Doi 10.5943/mycosphere/8/4/13

Wehmeyer L. E. (1961). A world monograph of the genus *Pleospora* and its segregates. University of Michigan Press., ISBN: 9780598381675, 451 pp.

Wong K. M., Hyde K. D. (2001). Diversity of fungi on six species of *Gramineae* and one species of *Cypripiceae* in Hong Kong. *Mycol. Res.* 105: 1485–1491.

Wickham H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

Woudenberg J. H. C., Groenewald J. Z., Binder M., Crous P. W. (2013). *Alternaria* redefined. *Studies in mycology*. 75: 171–212.

Xing A., Xu L., Zhao M., Shen H., Ma S., Fang J. (2022). Shifts in understory plant composition induced by nitrogen addition predict soil fungal beta diversity in a boreal forest. *Biology and Fertility of Soils* 58(9). DOI: 10.1007/s00374-022-01652-x.

Yarwood C. E., Sylvester E. S. (1959). The half-life concept of longevity of plant pathogens. *Plant Disease Repr.* 43: 125–128.

Zabel, R. A., & Morrell, J. J. (2020). Chemical changes in wood caused by decay fungi. *Wood Microbiology*, 215–244. doi:10.1016/b978-0-12-819465-2.00008-5

Zelený V. (2012). *Rostliny Středozeří*. Vyd. 2. Praha: Academia. 508 pp.

Zhang Y., Schoch C. L., Fournier J. et al. (2009). Multi-locus phylogeny of *Pleosporales*: a taxonomic, ecological and evolutionary re-evaluation. *Studies in Mycology*. 64(1): 85–102. DOI: 10.3114/sim.2009.64.04. ISSN 01660616. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166061614600981>

Zhang Y., Crous P. W., Schoch C. L., Hyde K. D. (2012). *Pleosporales*. *Fungal Diversity*. 53(1): 1–221. DOI: 10.1007/s13225-011-0117-x. ISSN 1560-2745. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13225-011-0117-x>

Seznam obrázků a grafů

Obr. 1. Schématické zobrazení rostlinného ekotonu na rozhraní obilného pole a louky v oblasti Valašských Beskyd.

Obr. 2. Morfologické znaky u fragmosporických a diktyosporických askospor.

Obr. 3. Mapa s GPS lokacemi studovaných kvadrátů ve střední a jižní Evropě.

Obr. 4. mokřadní vegetace vysokých ostřic (*Magno-caricion elatae*) jako příklad kvadrátu s výskytem hydrofilních taxonů. Bartošovice, 15. 5. 2022.

Obr. 5. ruderální vegetace planárního vegetačního stupně. Kroměříž, 2. 7. 2022.

Obr. 6. Druhově bohatá vegetace acidofilních suchých trávníků svazu *Koelerio-Phleion phleoidis*. Vranová Lhota-Hraničky, 26. 6. 2022.

Obr. 7. Biotop zapojených alpínských trávníků (svaz *Nardion strictae*) na Červené hoře. Kouty nad Desnou, 8. 5. 2022.

Obr. 8. Rostlinná vegetace kvadrátu 19, *Oxytropido-Elynion*, as. *Festuco versicoloris-Oreochloetum distachae*. Skalnatý hřeben nad Smutným sedlem, 18. 6. 2022.

Obr. 9. sekundární vegetace typu makchie termomediterránního až mezomediterránního stupně. Brela, 9. 8. 2022.

Obr. 10. xerothermní kalcifilní vegetace vápencových skal a sutí autochtonního charakteru mezomediterránního stupně. Brela, 9. 8. 2022.

Obr. 11. Exponované alpínské trávníky na dolomitickém vápenci as. *Dryado octopetalae-Caricetum firmae* (svaz *Caricion firmae*) s dominantní *Silene acaulis*, *Dryas octopetala* a *Carex firma*. Filzmoos, Rettenstain, 1. 8. 2022.

Obr. 12. subalpínská klečová vegetace s alpskou kalcifilní bylinnou skladbou. *Pinion mugo* (blíže nespecifikováno). Schladming, Rösing, nad Silberkarhütte. 31. 7. 2022.

Obr. 13. Některé charakteristické druhy hub z řádu *Pleosporales* vyskytující se v alpínském stupni.

Obr. 14. *Sydowiella fenestrans*, *Xylaria filiformis* a *Cyathicula pallida* byly zaznamenány v pohoří Hoher Dachstain na *Epilobium angustifolium* (31. 7. 2022).

Obr. 15. Některé charakteristické nebo významné taxony hub vyskytující se v synantropní a mediteránní vegetaci.

Obr. 16. Některé charakteristické nebo významné druhy vyskytující se v xerothermních až mezoxerothermních otevřených biotopech planárního až kolinního vegetačního stupně.

Obr. 17. Idealizované kresby vertikálních lokací hub tvořících konkrétní společenstva druhů ve vzájemné kompetiční interakci.

Grafy 1, 2, 3. Shrnutí základních environmentálních charakteristik zkoumaných kvadrantů.

Graf 4. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v alpínských biotopech.

Graf 5. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v mezofilních až xerothermních středoevropských biotopech.

Graf 6. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v mokřadních biotopech.

Graf 7. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v mediterránních biotopech.

Graf 8. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v nitrofilních biotopech a vlhkomilné vegetaci křovin.

Graf 9. Barplot relativních početností druhů hub zaznamenaných na jednotlivých kvadrantech v ruderálních biotopech synantropních stanovišť městské zástavby.

Graf 10. Absolutní hodnoty Shannonovy entropie alfa diversity u jednotlivých hodnocených kvadrátů. Čísla

Graf 11. Relativní hodnota abundancí sexuálních stádií hub (P_T) lokálních metaspolečenstev na jednotlivých hodnocených plochách 1 m². ID kvadrátu koresponduje s ID uvedeném v metodice.

Graf. 12. Vztah mezi Shannonovou entropií zkoumaných kvadrantů a příslušným biotopem.

Graf 13. Korelace mezi druhovou bohatostí a Shannonovou entropií houbových metakomunit v řešených kvadrátech.

Graf 14. Procentuální podíl druhů z řádu *Pleosporales* v jednotlivých biotopech (x) k ostatním zaznamenaným skupinám hub (1-x).

Graf 15. Simplexní ternární diagram projektované soustavy matic hodnot pro deskripci beta diversity studovaných kvadrátů

Graf 16. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 2. Ordinální diagram.

Graf 17. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 2. Krabicový diagram vztahu definovaného skupinového kritéria a distancí centroidu.

Graf 18. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 3. Ordinální diagram.

Graf 19. Vizualizace analýzy multivariační homogenity skupinových dispersí modelu 3. Krabicový diagram vztahu definovaného skupinového kritéria a distancí centroidu.

Graf 20. Korelace mezi Shannonovou entropií hub a Shannonovou entropií substrátů ve studovaných kvadrátech.

Graf 21. Vztah mezi substrátem (rody rostlin) a procentuálním podílem druhů hub z řádu Pleosporales ve statistickém souboru (%).

Grafy 22 a 23. Ordinální diagramy vizualizující výsledek analýzy redundance.

Seznam tabulek

Tab. 1. Přehled zkoumaných lokalit v Moravské Bráně

Tab. 2. Přehled zkoumaných lokalit v Hrubém Jeseníku

Tab. 3. Přehled zkoumaných lokalit v Západních Tatrách.

Tab. 4. Přehled zkoumaných lokalit v pohoří Biokovo (Dinárský kras).

Tab. 5. Přehled zkoumaných lokalit v pohoří Hoher Dachstein (Rakouské Alpy).

Tab. 6. Sumarizace absolutních počtů druhů hub zaznamenaných v kvadrátech ve vztahu k taxonomické jednotce (řád, popř. u blíže neklasifikovaných sběrů třída).

Tab. 7. Sumarizace permutačního testu multivariační homogenity skupinových dispersí modelů specifikovaných výše.

Příloha I.: Tabulka hodnot environmentálních prediktorů

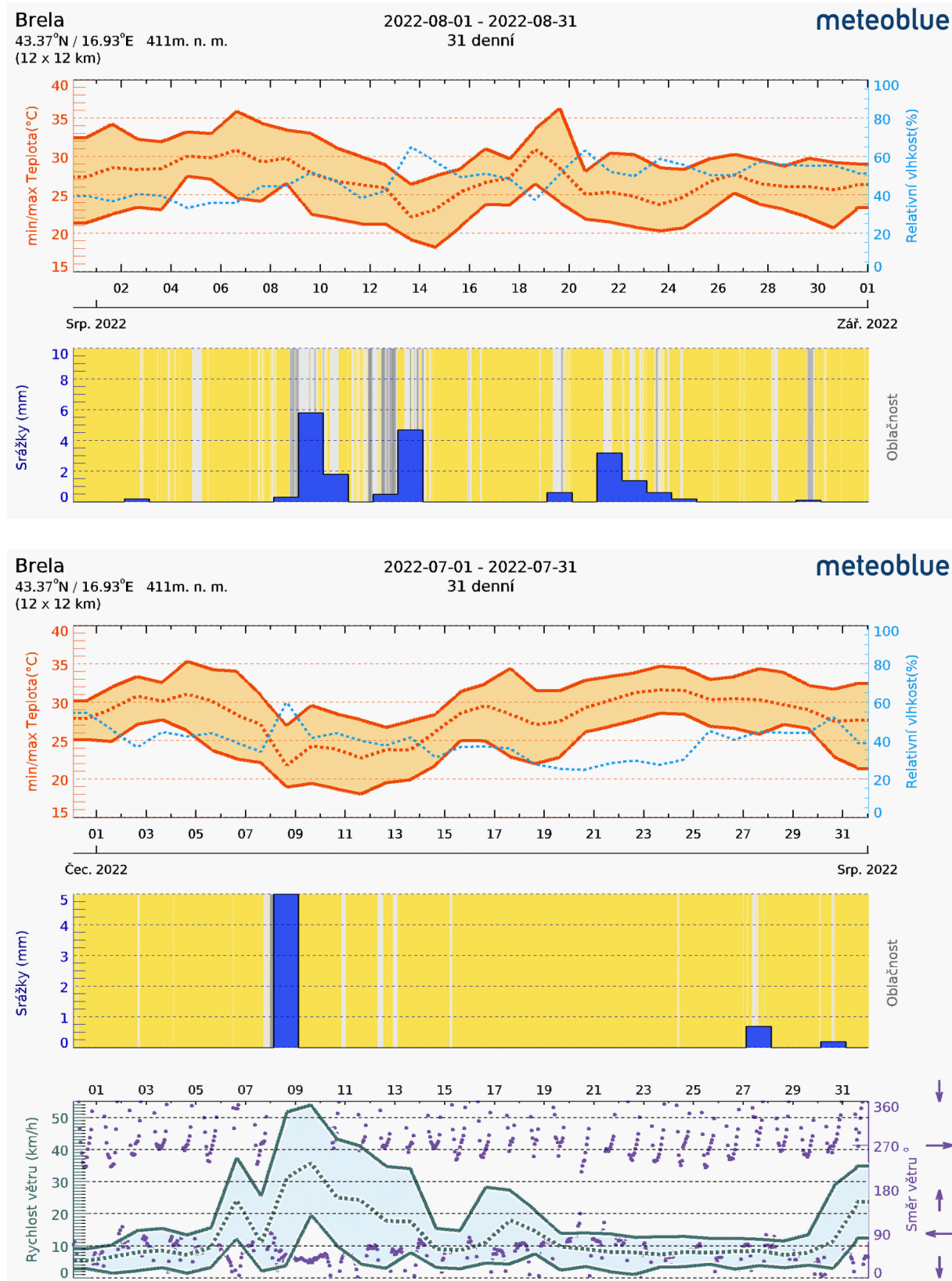
Uvedená tabulka udává základní matici hodnot environmentálních prediktorů pro výpočet regresních modelů a použité mnohorozměrné analýzy. Viz kap. 4.1. a 4.4.

Kvadrát	Průměrná denní teplota desetidenního sledovaného intervalu (°C)	Průměrná relativní vzdušná vlhkost desetidenního sledovaného intervalu (%)	Absolutní počet druhů rostlin (pouze těch se zaznamenanými taxony hub)	Shannonova entropie substrátů
1	23,60	49,50	8	1,7128
2	4,60	52,80	1	0
3	6,50	63,50	5	1,41994
4	7,70	63,80	5	1,415278
5	9,50	67,50	2	0,689
6	9,50	67,50	4	1,332245
7	16,80	60,60	4	1,1953
8	18,16	61,66	1	0
9	14,40	70,50	8	1,9251
10	22,50	54,00	5	1,581
11	19,50	54,00	6	1,6957
12	17,65	58,30	15	2,5004
13	10,00	79,30	4	0,99631
14	21,50	67,60	3	1,00424
15	21,50	67,60	2	0,450561
16	20,05	57,00	3	1,05091
17	20,05	57,00	7	1,71346
18	18,00	74,50	3	1,077556
19	11,35	64,00	9	2,044535
20	21,60	55,30	3	0,994924
21	24,80	46,80	4	1,239659
22	21,80	73,50	2	0,67301
23	9,70	79,50	5	1,55711
24	8,20	79,50	4	1,16222
25	8,20	79,50	3	0,995027
26	12,70	79,50	5	1,557113
27	28,45	42,00	5	0,95569
28	28,85	38,50	6	1,630433
29	28,45	42,00	8	1,93381

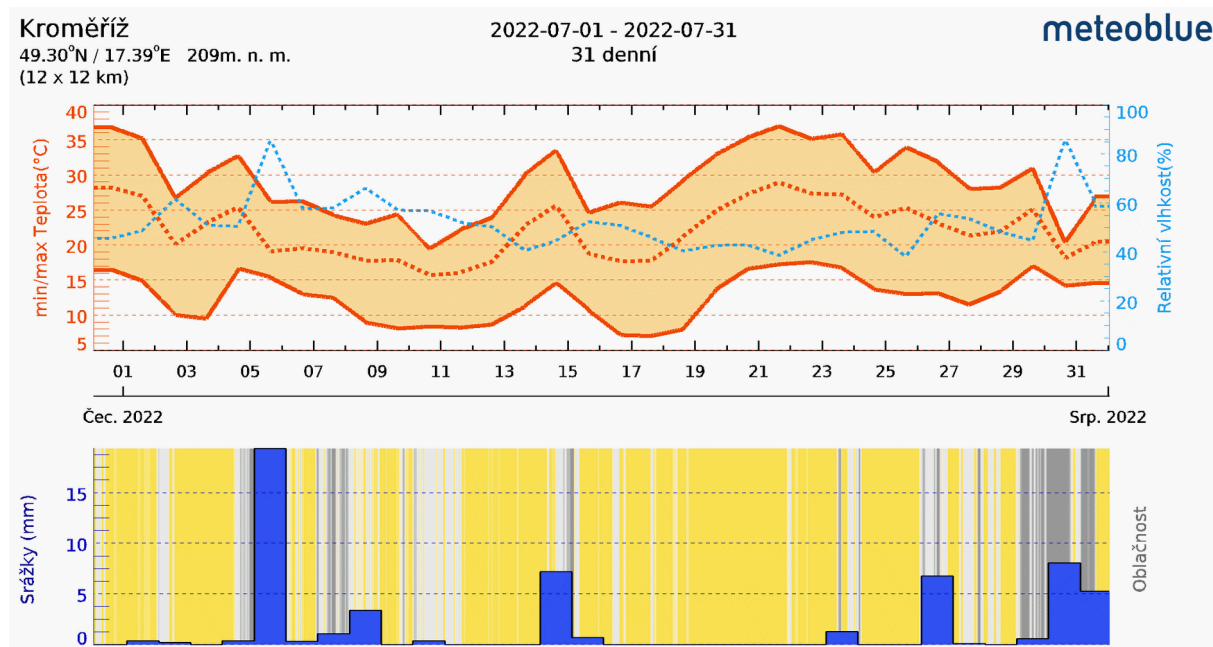
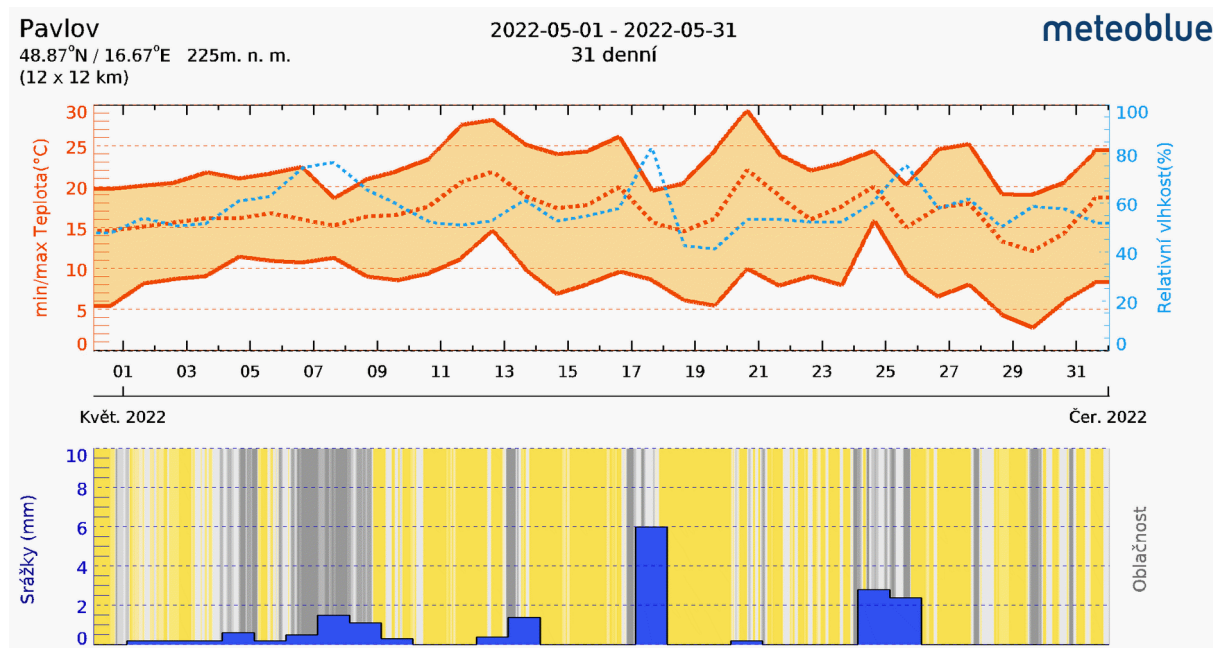
Příloha II.: Meteogramy některých studovaných lokalit

Data byla stažena z volně přístupné databáze historie meteorologických modelů MeteoBlue.

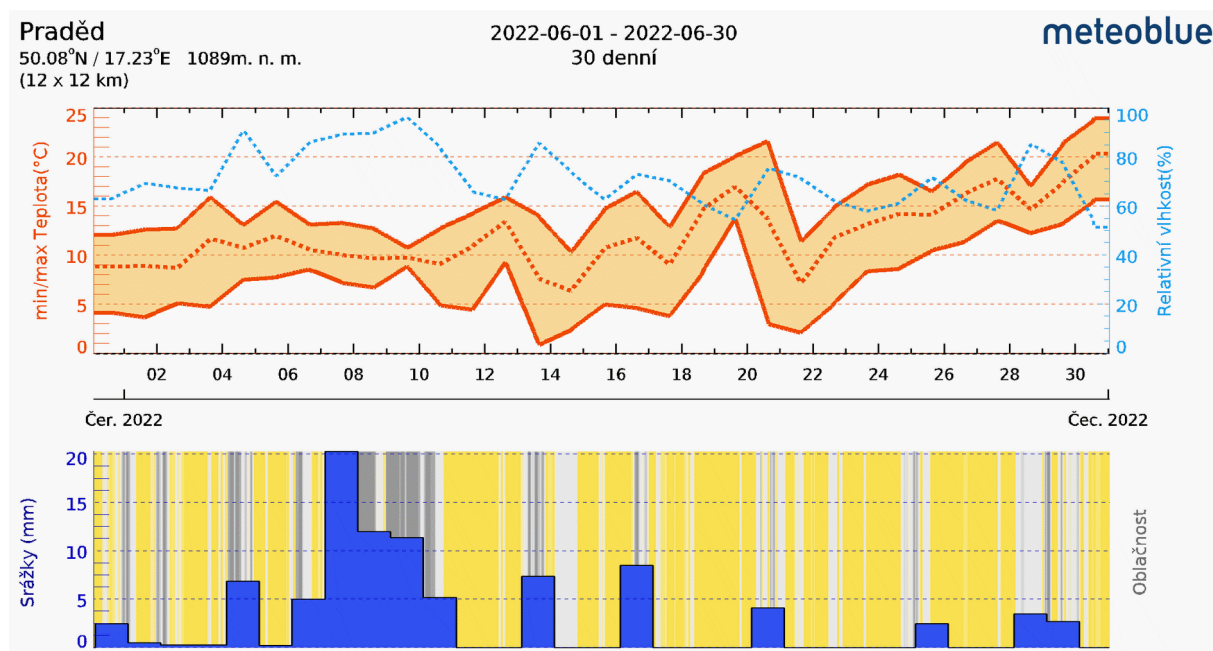
Měsíční meteogram z mediteránní oblasti s vytyčenými kvadráty 27, 28 a 29:



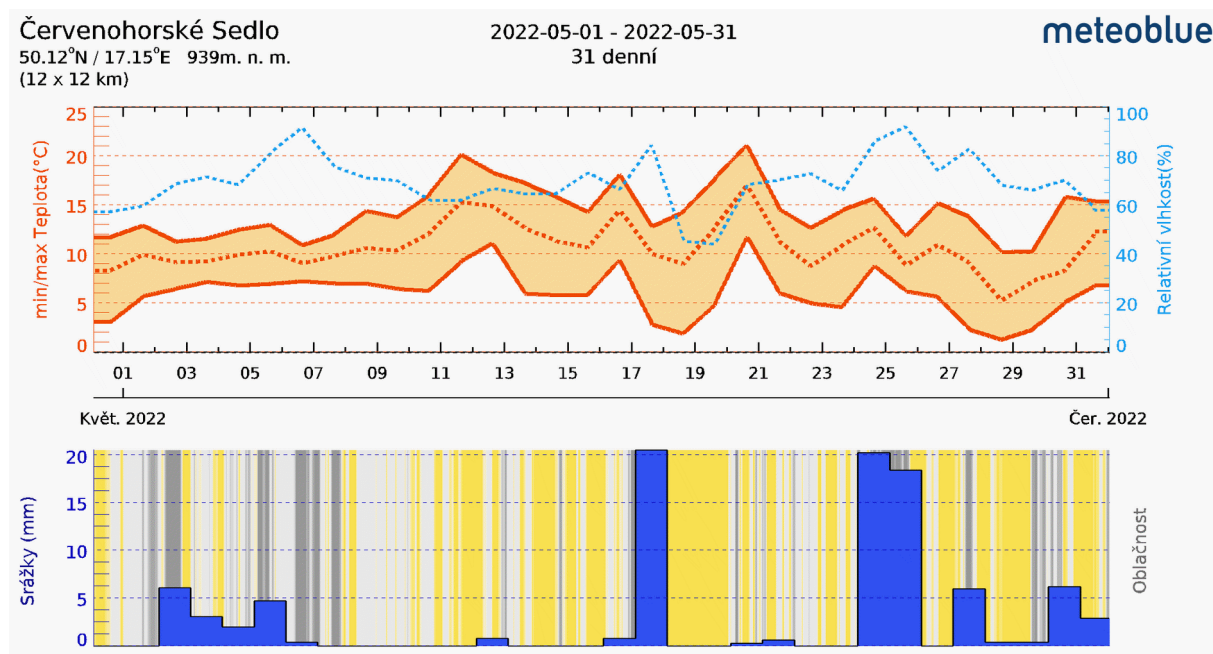
Měsíční meteogramy z oblastí s vytyčenými kvadráty 12 (Pavlov) a 21 (Kroměříž).



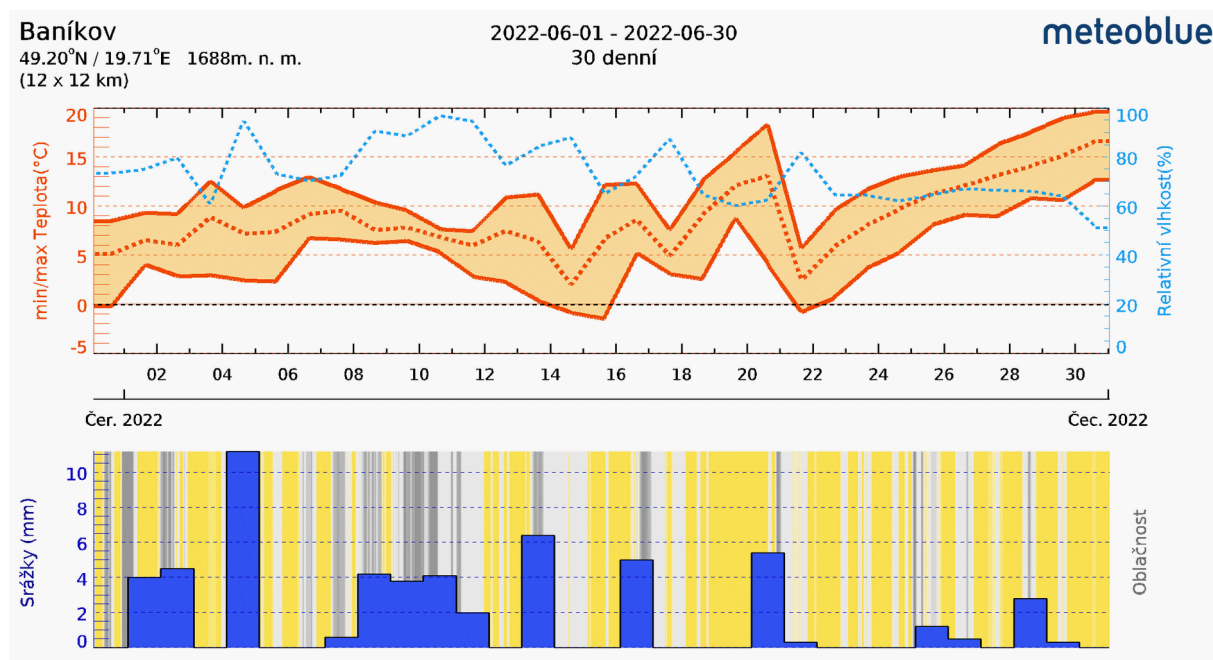
Měsíční meteogram z oreofytické oblasti s vytyčeným kvadrátem 13.



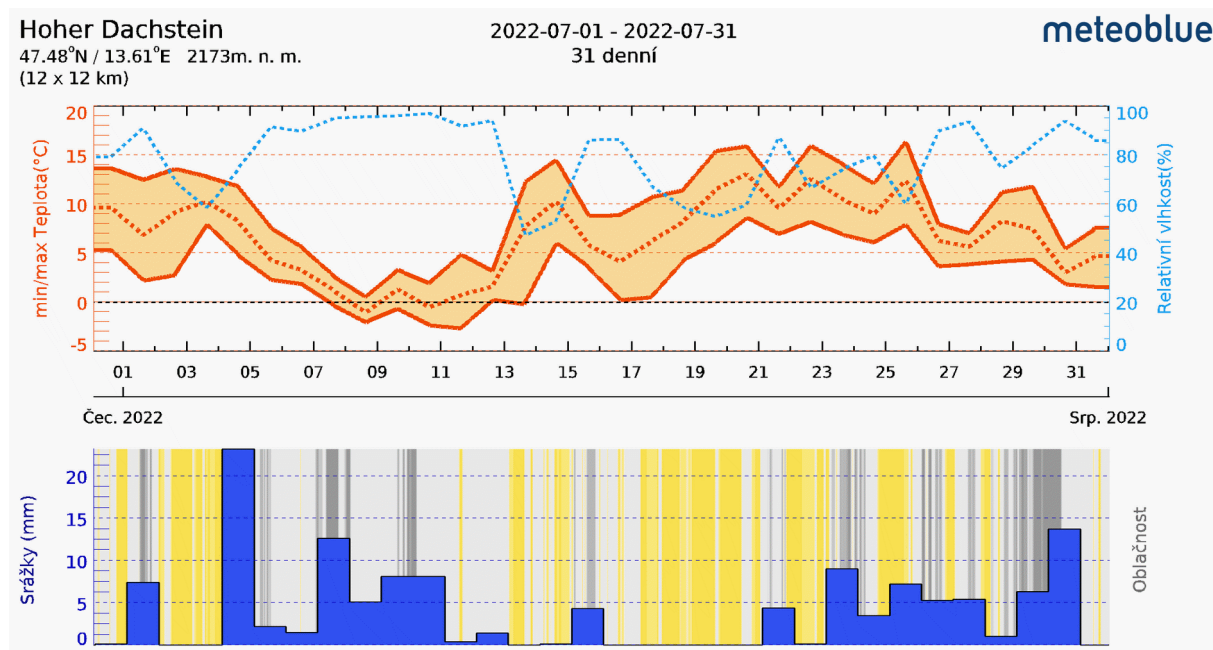
Měsíční meteogram z oreofytické oblasti s vytyčenými kvadráty 5 a 6.



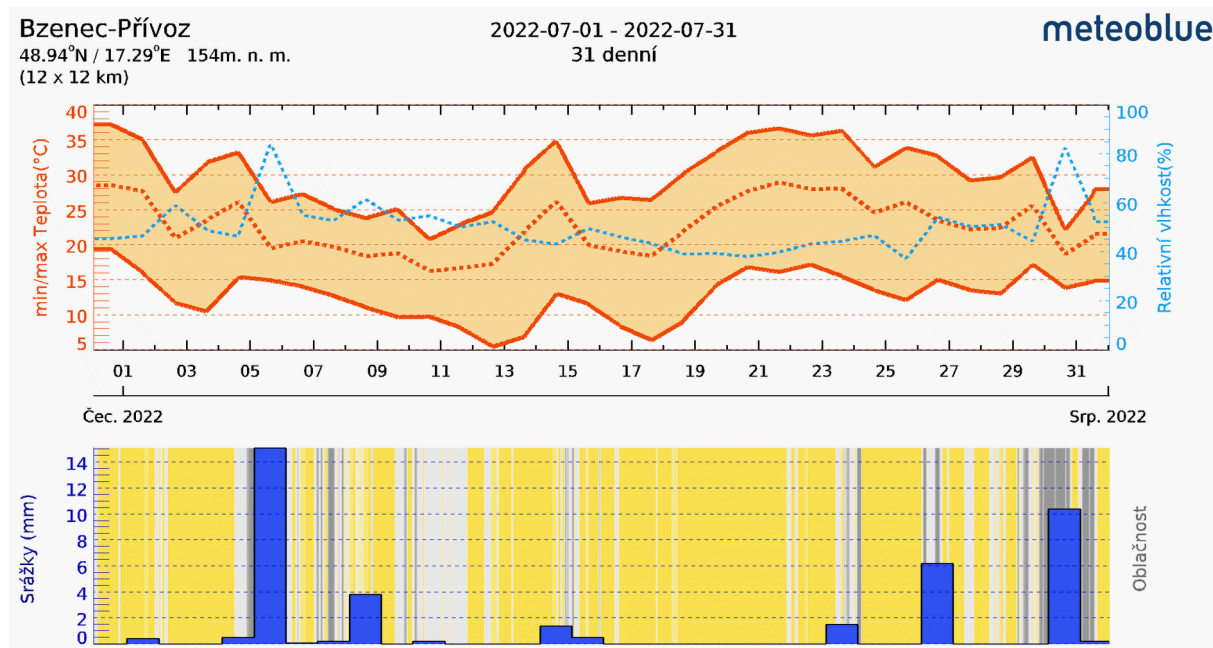
Měsíční meteogram z oblastí s vytyčeným kvadrátem 19.



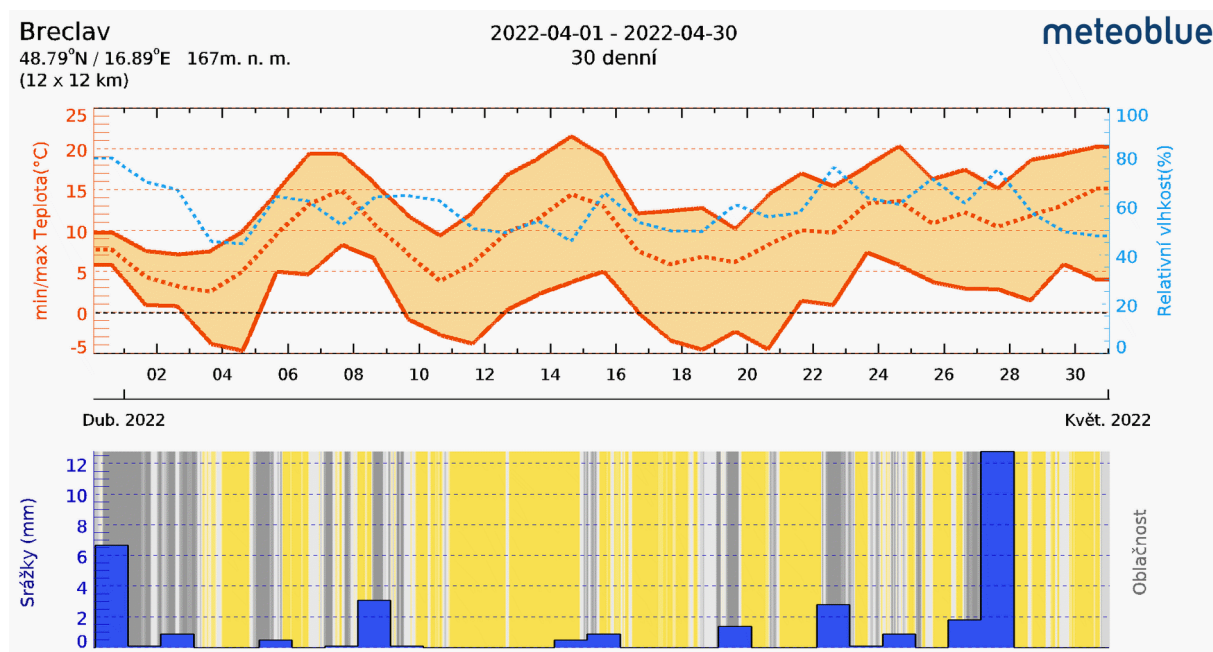
Měsíční meteogram z oblastí s vytyčenými kvadráty 22, 23, 24, 25 a 26 (hodnoty pro konkrétní lokace a nadmořské výšky byly dopočítány).



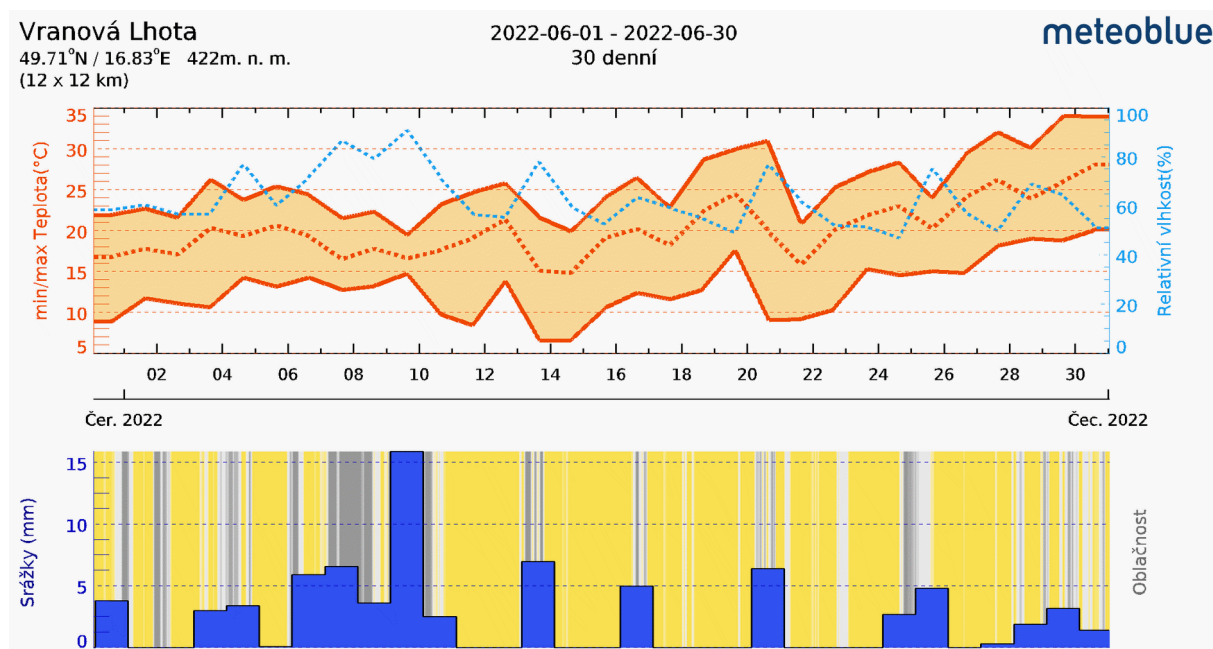
Měsíční meteogram z oblasti s vytyčeným kvadrátem 1.



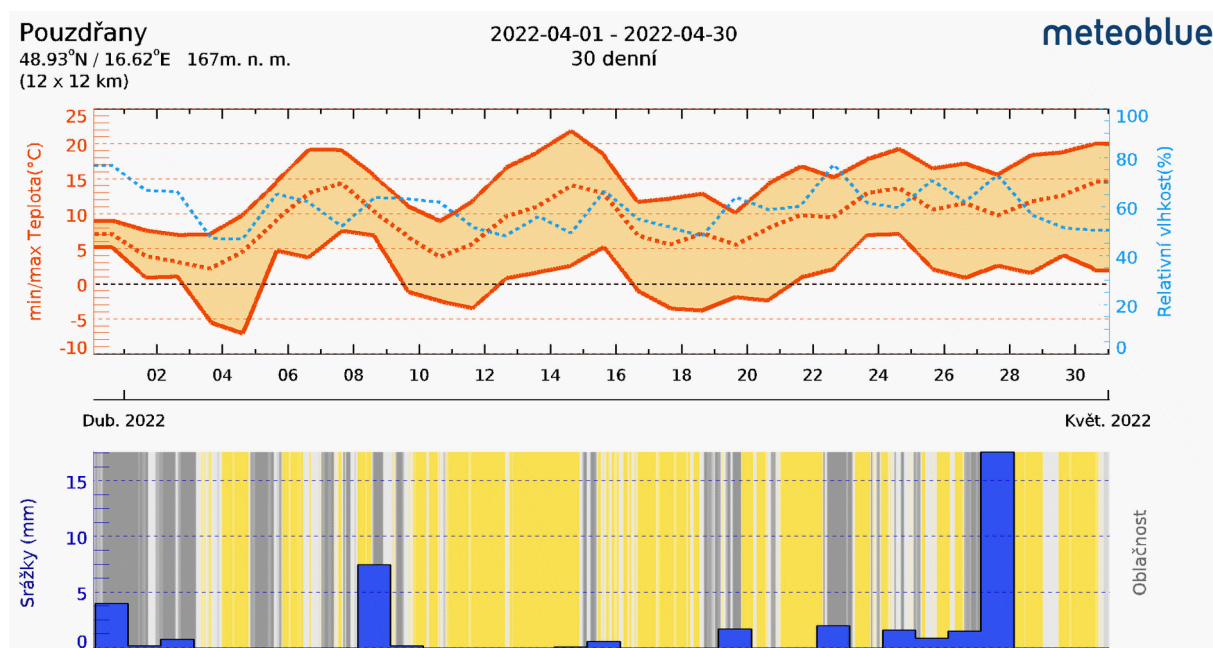
Měsíční meteogram z oblasti s vytyčeným kvadrátem 4.



Měsíční meteogram z oblastí s vytyčenými kvadráty 16 a 17.



Měsíční meteogram z oblastí s vytyčeným kvadrátem 3.



Příloha III.: Přehled taxonů zaznamenaných ve zkoumaných kvadrátech

Pozn. K taxonům, které nebyly determinovány do konkrétních druhů a je vždy za názvem nejbližší taxonomické kategorie (rod, čeleď) uvedena zkratka sp. (species) s číslem odlišující je od ostatních odlišných sběrů. Abundance je uváděna v absolutních hodnotách počtů mrtvých stonků s konkrétním taxonem vázaným na konkrétní kvadrát a substrát.

PM Sběr je uložen v soukromém herbáři autora práce.

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Diplodia sp.1</i>	<i>Helichrysum arenarium</i>	1	
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Dothideomycetes 1</i>	<i>Poaceae</i>	1	
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Chaetoplea oblongata</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Keissleriella gloeospora</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	5	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Keissleriella gloeospora</i>	<i>Stipa borysthenea</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Keissleriella gloeospora</i>	<i>Solidago gigantea</i>	2	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Keissleriella rosae</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Keissleriella rosae</i>	<i>Apiaceae</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Leptosphaeria clavispora</i>	<i>Artemisia campestris</i>	6	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Solidago gigantea</i>	2	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Leptosphaeria erigerontis</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Lophiostoma spl</i>	<i>Solidago gigantea</i>	2	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Ophiobolus ponticus</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Ophiobolus sp.4</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Phoma sp.1</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleospora ambigua</i>	<i>Stipa borysthenea</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleospora penicillus</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleospora spl5</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleospora sp17</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleosporales34</i>	<i>Stipa borysthenica</i>	3	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Pleosporales35</i>	<i>Eryngium campestre</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Sigarispora caulium</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	1	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Sigarispora caulium</i>	<i>Solidago gigantea</i>	2	PM
1	Bzenec, NPP Váté písky	01.08.202 0	<i>Sigarispora caulium</i>	<i>Helichrysum arenarium</i>	2	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Phragmites australis</i>	3	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Drechslera/Helminthosporium- like</i>	<i>Phragmites australis</i>	3	
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Epicoccum sp.</i>	<i>Phragmites australis</i>	3	
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Hyphomycet 6</i>	<i>Phragmites australis</i>	2	
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Keissleriella sp.2</i>	<i>Phragmites australis</i>	4	
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Lophodermium arundinaceum</i>	<i>Phragmites australis</i>	4	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Pleosporales13</i>	<i>Phragmites australis</i>	1	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Setoseptoria arundinacea</i>	<i>Phragmites australis</i>	5	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Sigarispora arundinis</i>	<i>Phragmites australis</i>	4	PM
2	Bartošovice, PR Bartošovický luh	19.03.202 2	<i>Trichometasphaeria sp.</i>	<i>Phragmites australis</i>	1	PM
3	Pouzdřany, NPP Pouzdřanská step - Kolby	10.04.202 2	<i>aff Thyridaria minima</i>	<i>Adonis vernalis</i>	2	PM
3	Pouzdřany, NPP Pouzdřanská step - Kolby	10.04.202 2	<i>Alternaria sp11</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	1	
3	Pouzdřany, NPP	10.04.202 2	<i>Colletotrichum sp.1</i>	<i>Apiaceae</i>	1	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Didymella sp.5</i>	<i>Lamiaceae</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Dothideo/Sordario</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	1	
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Helotiales 1</i>	<i>Lamiaceae</i>	1	
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Montagnula dura</i>	<i>Adonis vernalis</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Ophiobolus crassus</i>	<i>Lamiaceae</i>	2	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Parastagonospora forlicesenica</i>	<i>Poaceae</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Phaeosphaeria sp2</i>	<i>Poaceae</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Phoma sp.26</i>	<i>Adonis vernalis</i>	5	
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Phoma sp.28</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	2	
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Pleospora ambigua</i>	<i>Adonis vernalis</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Pleospora phaeocomoides</i>	<i>Lamiaceae</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Pleospora sp7</i>	<i>Adonis vernalis</i>	1	PM
3	Pouzdránská step - Kolby Pouzdrány, NPP	10.04.202 2	<i>Pleosporales12</i>	<i>Adonis vernalis</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
3	Pouzdrány, NPP Pouzdránská step - Kolby	10.04.202 2	<i>Sigarispora caulium</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	1	PM
3	Pouzdrány, NPP Pouzdránská step - Kolby	10.04.202 2	<i>Stagonospora sp10</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	1	
3	Pouzdrány, NPP Pouzdránská step - Kolby	10.04.202 2	<i>Stagonospora sp7</i>	<i>Adonis vernalis</i>	1	
3	Pouzdrány, NPP Pouzdránská step - Kolby	10.04.202 2	<i>Stemphyllium vesicarium agg</i>	<i>Lamiaceae</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Alternaria sp1</i>	<i>Ambrosia artemisifolia</i>	2	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Alternaria sp4</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Alternaria sp8</i>	<i>Epilobium sp.</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Kalmusia clivensis</i>	<i>Epilobium sp.</i>	1	PM
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Kalmusia clivensis</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	1	PM
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Ophiobolus anguillides</i>	<i>Epilobium sp.</i>	5	PM
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Ophiobolus anguillides</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	11	PM
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Ophiobolus cf. acuminatus</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Phoma sp.17</i>	<i>Epilobium sp.</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Phoma sp.19</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Pleospora pellita</i>	<i>Ambrosia artemisifolia</i>	1	PM
4	Břeclav, NS Pohansko, ruđerál	09.04.202 2	<i>Pleospora sp8</i>	<i>Cichorium intybus</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko,	09.04.202 2	<i>Septoria sp11</i>	<i>Epilobium sp.</i>	1	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	rudérál					
4	Břeclav, NS Pohansko, rudérál	09.04.202 2	<i>Septoria sp12</i>	<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	9	
4	Břeclav, NS Pohansko, rudérál	09.04.202 2	<i>Septoria sp13</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	2	
4	Břeclav, NS Pohansko, rudérál	09.04.202 2	<i>Septoria sp6</i>	<i>Ambrosia artemisifolia</i>	5	
4	Břeclav, NS Pohansko, rudérál	09.04.202 2	<i>Septoria sp9</i>	<i>Cichorium intybus</i>	1	
4	Břeclav, NS Pohansko, rudérál	09.04.202 2	<i>Stemphyllium vesicarium agg</i>	<i>Epilobium sp.</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Capnodiales sp4</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Colletotrichum sp.2</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Didymella sp.3</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	8	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Dothideomycetes2</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Mollisia sp.1</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Mollisia sp.2</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	PM
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria epicalamia</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	7	PM
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Stagonospora sp6</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	4	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Stagonospora sp6</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Vagicola vagans</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	8	PM
5	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Vagicola vagans</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Capnodiales sp2</i>	<i>Hieracium sp.</i>	1	
6	Kouty nad Desnou,	08.05.202 2	<i>Colletotrichum sp.5</i>	<i>Nardus stricta</i>	5	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Červená hora					
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Coniothyrium sp.2</i>	<i>Nardus stricta</i>	10	
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Didymella sp.3</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	4	
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Didymella sp.7</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	2	
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Erysiphales</i>	<i>Hieracium sp.</i>	1	
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria emillii</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria epicalamia</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria herpotrichoides agg.</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	3	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria larseniana</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	1	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Phaeosphaeria nardi</i>	<i>Nardus stricta</i>	3	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Pleosporales5</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
6	Kouty nad Desnou, Červená hora	08.05.202 2	<i>Stagonospora sp4</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	3	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Coniothyrium sp.1</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	1	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Hyaloscyphaceae</i>	<i>Carex riparia</i>	2	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Leptosphaeria acuta</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Leptospora rubella</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	2	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Ophiobolus sp.5</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	1	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Phaeosphaeria norfolica</i>	<i>Juncus effusus</i>	1	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický	15.05.202 2	<i>Phoma sp.4</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	4	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	luh					
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Pleosporales</i> 3	<i>Carex riparia</i>	1	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Pleosporales</i> 4	<i>Carex riparia</i>	1	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Pleosporales</i> 7	<i>Iris pseudacorus</i>	1	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Pseudoophiobolus subhyalinisporus</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	1	PM
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Septoria sp</i> 14	<i>Juncus effusus</i>	1	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Stagonospora sp</i> 1	<i>Juncus effusus</i>	2	
7	Bartošovice, PR Bartošovický luh	15.05.202 2	<i>Stagonospora sp</i> 5	<i>Iris pseudacorus</i>	1	
8	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	08.08.202 0	<i>Didymella sp.</i> 1	<i>Adenostyles alliaria</i>	1	PM
8	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	08.08.202 0	<i>Hymenoscyphus scutula</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	1	PM
8	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	08.08.202 0	<i>Paraleptosphaeria macrospora</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	4	PM
8	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	08.08.202 0	<i>Septoria sp</i> 5	<i>Adenostyles alliaria</i>	4	
8	Karlova Studánka, NPR Praděd, vodopády Bílé Opavy	08.08.202 0	<i>Trichopezizella rubroguttata</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	3	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Nodulosphaeria aequaliappendiculata</i>	<i>Cirsium canum</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Nodulosphaeria aequaliappendiculata</i>	<i>Scabiosa lucida</i>	2	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Nodulosphaeria modesta</i>	<i>Cirsium eriophorum</i>	1	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Paraleptosphaeria dryadis</i>	<i>Dryas octopetala</i>	1	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Phoma sp.1</i>	<i>Cirsium canum</i>	1	
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Plenodomus libanotidis</i>	<i>Apiaceae</i>	3	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Pleospora spl1</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	1	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Pleosporales30</i>	<i>Scabiosa lucida</i>	1	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní	21.08.202 0	<i>Pseudoophiobolus erythrosporus</i>	<i>Cirsium canum</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
9	vápencová skála Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Wettsteinina pachyasca</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	2	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Wettsteinina pachyasca</i>	<i>Dianthus carthousianorum</i>	2	PM
9	Terchová, NPR Rozsutec, Velký Rozsutec, severní vápencová skála	21.08.202 0	<i>Wettsteinina pachyasca</i>	<i>Tofieldia calyculata</i>	4	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Leptosphaeria acuta</i>	<i>Urtica dioica</i>	4	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Lophiostoma sp2</i>	<i>Prenanthes purpurea</i>	1	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Nodulosphaeria modesta</i>	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	5	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Nodulosphaeria modesta</i>	<i>Phyteuma spicatum</i>	4	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Nodulosphaeria modesta</i>	<i>Ranunculus platanifolius</i>	2	PM
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Phoma sp.32</i>	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	1	
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Phoma sp.33</i>	<i>Ranunculus platanifolius</i>	2	
10	Žiar, Žiarská dolina	03.07.202 0	<i>Pleosporales 10</i>	<i>Prenanthes purpurea</i>	2	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Helotiales 2</i>	<i>Rhodiola rosea</i>	2	
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Paraleptosphaeria macrospora</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	1	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Paraleptosphaeria macrospora</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	2	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Paraleptosphaeria macrospora</i>	<i>Doronicum clusii</i>	3	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Paraleptosphaeria macrospora</i>	<i>Doronicum clusii</i>	2	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Phoma sp.34</i>	<i>Gentiana punctata</i>	6	
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Pleosporales</i> 28	<i>Rhodiola rosea</i>	2	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Pseudoophiobolus subhyalinisporus</i>	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i>	1	PM
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Septoria sp8</i>	<i>Bistorta major</i>	4	
11	Zuberec, NPR Roháčská plesá	04.07.202 0	<i>Trichopezizella relicina</i>	<i>Adenostyles alliaria</i>	1	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>aff Thyridaria minima</i>	<i>Galium sp.</i>	1	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Alternaria sp10</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Alternaria sp13</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Alternaria sp9</i>	<i>Galium sp.</i>	2	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Artemisia pontica</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Brunnipilla sp.1</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Camarosporium sp.</i>	<i>Artemisia pontica</i>	2	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Capnodiales sp1</i>	<i>Ballota nigra</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Capnodiales sp3</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Capnodiales sp5</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	2	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Colletotrichum sp.3</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Colletotrichum sp.4</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Diaporthe sp.3</i>	<i>Artemisia pontica</i>	7	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Didymella sp.2</i>	<i>Artemisia pontica</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Didymella sp.7</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Didymella sp.8</i>	<i>indet herbaceous</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Didymella sp.9</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	1	
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>didymosporický dothideomycetes</i>	<i>Artemisia pontica</i>	1	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Kalmusia clivensis</i>	<i>Artemisia pontica</i>	1	PM
12	NPR Děvín- Soutěska	18.05.202 2	<i>Keissleriella culmifida</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	PM
12	NPR Děvín-	18.05.202	<i>Lachnella villosa</i>	<i>Hylotelephium</i>	4	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Soutěska	2		<i>sp.</i>		
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Montagnula cirsii</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Montagnula sp.</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Mycosphaerella sp.4</i>	<i>Verbascum sp.</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Paraleptosphaeria nitschkei</i>	<i>Verbascum sp.</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Patellaria sp.</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phaeosphaeria epicalamia</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phaeosphaeria eustomoides</i>	<i>Poaceae</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phaeosphaeria herpotrichoides agg.</i>	<i>Poaceae</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phaeosphaeria sp1</i>	<i>Poaceae</i>	3	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phaeosphaeriaceae1</i>	<i>Artemisia pontica</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phoma sp.14</i>	<i>Artemisia pontica</i>	2	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phoma sp.15</i>	<i>Ballota nigra</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phoma sp.2</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>	1	18-5-22 tri2
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phoma sp.20</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	2	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phoma sp.22</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Phomopsis sp.2</i>	<i>Centaurea stoebe</i>	4	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleospora sp10</i>	<i>Galium sp.</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleospora sp13</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleospora sp14</i>	<i>Galium sp.</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales1</i>	<i>Achillea pannonica</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales16</i>	<i>Apiaceae</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales2</i>	<i>Ballota nigra</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales23</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales29</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	3	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales32</i>	<i>Verbascum sp.</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pleosporales8</i>	<i>Teucrium</i>	2	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Soutěska	2		<i>chamaedrys</i>		
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Proliferodiscus sp.</i>	<i>Artemisia pontica</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>	1	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Hylotelephium sp.</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Septoria sp17</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Stagonospora sp12</i>	<i>Poaceae</i>	2	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Stagonospora sp12</i>	<i>Poaceae</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Stagonospora sp3</i>	<i>Koeleria macrantha</i>	1	
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Stemphyllium vesicarium agg</i>	<i>Galium sp.</i>	2	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Typhula micans</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	4	PM
12	NPR Děvín-Soutěska	18.05.2022	<i>Typhula micans</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>	1	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Cyathicula cacaliae</i>	<i>Aconitum plicatum</i>	4	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Didymella-like</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Dothideomycetes acervulární</i>	<i>Aconitum plicatum</i>	1	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Lophiostoma multiseptata</i>	<i>Aconitum plicatum</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Lophodermium cf gramineum</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Mollisia revincta</i>	<i>Aconitum plicatum</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria eustoma</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria eustoma</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	4	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria fuckelii</i>	<i>Poa cf</i>	7	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria fuckelii</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria fuckelii</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phaeosphaeria nigrans</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phoma sp.12</i>	<i>Aconitum plicatum</i>	2	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	09.06.2022	<i>Phoma sp.12</i>	<i>Aconitum</i>	1	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
13	Jelení hřbet PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Phoma sp.16</i>	<i>plicatum</i> <i>Deschampsia</i> <i>caespitosa</i>	1	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Phoma sp.25</i>	<i>Tephroseris</i> <i>crispa</i>	2	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Pleospora sp9</i>	<i>Deschampsia</i> <i>caespitosa</i>	1	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Pseudoophiobolus urticicola</i>	<i>Aconitum</i> <i>plicatum</i>	2	PM
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Septoria sp10</i>	<i>Deschampsia</i> <i>caespitosa</i>	1	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Septoria sp4</i>	<i>Aconitum</i> <i>plicatum</i>	1	
13	PR Břidličná, Jelení hřbet	2 09.06.202	<i>Vagicola vagans</i>	<i>Deschampsia</i> <i>caespitosa</i>	2	PM
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Diaporthe sp.1</i>	<i>Agrimonia</i> <i>procera</i>	2	PM
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Keissleriella caudata</i>	<i>Cirsium</i> <i>oleraceum</i>	1	PM
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Keissleriella culmifida</i>	<i>Poaceae</i>	7	PM
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Leptosphaeria rubicunda</i>	<i>Cirsium</i> <i>oleraceum</i>	1	PM
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Phoma sp.13</i>	<i>Agrimonia</i> <i>procera</i>	2	
14	Bartošovice, PR Bartošovický luh, opuštěný jabloňový sad	2 25.08.202	<i>Pseudoophiobolus urticicola</i>	<i>Cirsium</i> <i>oleraceum</i>	1	PM
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	2 25.08.202	<i>Hypocrea calamagrostidis</i>	<i>Phragmites</i> <i>australis</i>	1	PM
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	2 25.08.202	<i>Hypocrea calamagrostidis</i>	<i>Phragmites</i> <i>australis</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	25.08.202 2	<i>Lophiostoma arundinis</i>	<i>Phragmites australis</i>	2	PM
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	25.08.202 2	<i>Lophiostoma macrostomum</i>	<i>Rubus caesius</i>	1	PM
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	25.08.202 2	<i>Lophodermium arundinaceum</i>	<i>Phragmites australis</i>	1	PM
15	Bartošovice, PR Bartošovický luh, rákosina	25.08.202 2	<i>Setoseptoria arundinacea</i>	<i>Phragmites australis</i>	4	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Alternaria sp12</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Calloria neglecta</i>	<i>Urtica dioica</i>	3	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Cercospora sp.2</i>	<i>Solidago canadensis</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Didymella sp.4</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Hyphomycet phragmosporický</i>	<i>Urtica dioica</i>	2	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Kalmusia clivensis</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria acuta</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria aff. dumetorum</i>	<i>Urtica dioica</i>	4	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Solidago canadensis</i>	4	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Solidago canadensis</i>	2	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Hraničky, Solidagion	2				
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Urtica dioica</i>	2	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptospora rubella</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Leptospora sp3</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Lophiostoma spl</i>	<i>Solidago canadensis</i>	5	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Paraleptosphaeria nitschkei</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	2	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria herpotrichoides agg.</i>	<i>Urtica dioica</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Phoma sp.29</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Phoma sp.30</i>	<i>Urtica dioica</i>	7	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Pleosporales 15</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	2	
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Solidago canadensis</i>	1	PM
16	Vranová Lhota, Hraničky, Solidagion	26.06.202 2	<i>Pyrenopeziza sp.4</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Diaporthe sp.2</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Didymella sp.6</i>	<i>Campanula rapunculoides</i>	1	PM
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Helotiales 3</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	1	PM
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Hyphomycet 5</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní	26.06.202 2	<i>Kalmusia ebuli</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Keissleriella aff. poagens</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	11	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Artemisia campestris</i>	3	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Leptosphaeria millefolii</i>	<i>Achillea millefolium</i>	4	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Lophiostoma multiseptata</i>	<i>Artemisia campestris</i>	7	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Ophiobolus cf. acuminatus</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	6	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Ophiobolus sp.2</i>	<i>Campanula rapunculoides</i>	1	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Ophiobolus sp.3</i>	<i>Galium mollugo</i>	2	
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria eustoma</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	3	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria guttulata</i>	<i>Melica transsilvanica</i>	1	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria guttulata</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	4	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria larseniana</i>	<i>Melica transsilvanica</i>	2	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phaeosphaeria moravica</i>	<i>Melica transsilvanica</i>	1	PM
17	louka Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phoma sp.14</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	
17	louka Vranová Lhota,	26.06.202	<i>Phoma sp.35</i>	<i>Galium mollugo</i>	2	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Hraničky, xerothermní louka	2				
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phoma sp.36</i>	<i>Campanula rapunculoides</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Phomopsis sp.</i>	<i>Artemisia campestris</i>	2	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Pleospora s.l.</i>	<i>Melica transsilvanica</i>	1	PM
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Pleosporales17</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Pleosporales33</i>	<i>Galium mollugo</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Campanula rapunculoides</i>	2	PM
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Pyrenopeziza sp.1</i>	<i>Artemisia campestris</i>	4	PM
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Septoria sp7</i>	<i>Artemisia campestris</i>	1	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Stagonospora sp9</i>	<i>Melica transsilvanica</i>	2	
17	Vranová Lhota, Hraničky, xerothermní louka	26.06.202 2	<i>Trichopezizella sp.</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	1	
18	Sobotín- Klepáčov	14.06.202 2	<i>Hymenoscyphus sp.2</i>	<i>Telekia speciosa</i>	1	
18	Sobotín- Klepáčov	14.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	7	PM
18	Sobotín- Klepáčov	14.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Telekia speciosa</i>	1	PM
18	Sobotín- Klepáčov	14.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	4	
18	Sobotín- Klepáčov	14.06.202 2	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Leptospora rubella</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Phoma sp.17</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	3	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Phoma sp.24</i>	<i>Telekia speciosa</i>	1	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Phoma sp.27</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Pyrenopeziza sp.1</i>	<i>Telekia speciosa</i>	5	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Pyrenopeziza sp.2</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	3	
18	Sobotín-Klepáčov	14.06.2022	<i>Trichopeziza sp1</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	2	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Botryosphaeriaceae</i>	<i>Primula minutissima</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Brunnipilla sp.2</i>	<i>Juncus trifidus</i>	9	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Colletotrichum sp.6</i>	<i>Oreochloa disticha</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Colletotrichum sp.8</i>	<i>Soldanella montana agg.</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Hyphomycet 3</i>	<i>Festuca versicolor</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Juncaceicola alpina</i>	<i>Festuca versicolor</i>	2	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Keissleriella rohaczensis nom.prov.</i>	<i>Primula minutissima</i>	1	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Mycosphaerella sp.1</i>	<i>Festuca versicolor</i>	2	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Mycosphaerella sp.2</i>	<i>Oreochloa disticha</i>	4	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Mycosphaerella sp.3</i>	<i>Silene acaulis</i>	1	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Mycosphaerella sp5</i>	<i>Lloydia serotina</i>	1	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>na</i>	<i>Silene acaulis</i>	4	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Phaeosphaeria pontiformis</i>	<i>Festuca versicolor</i>	1	
19	Západní Tatry,	18.06.2022	<i>Phaeosphaeria silene-acaulis</i>	<i>Silene acaulis</i>	4	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	NPR Roháčská plesá	2				
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Phaeosphaeria sp3</i>	<i>Festuca versicolor</i>	1	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Phoma sp.18</i>	<i>Festuca versicolor</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Phoma sp.21</i>	<i>Primula minutissima</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Phoma sp.23</i>	<i>Silene acaulis</i>	3	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Pleospora sp12</i>	<i>Silene acaulis</i>	3	PM
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Pleosporales20</i>	<i>Festuca versicolor</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Pleosporales24</i>	<i>Pedicularis verticillata</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Septoria sp15</i>	<i>Primula minutissima</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Septoria sp16</i>	<i>Soldanella montana agg.</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Septoria sp18</i>	<i>Soldanella montana agg.</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Septoria sp3</i>	<i>Pedicularis verticillata</i>	1	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Stagonospora sp1</i>	<i>Juncus trifidus</i>	22	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Stagonospora sp11</i>	<i>Pulsatilla alpina subsp. alba</i>	4	
19	Západní Tatry, NPR Roháčská plesá	18.06.2022	<i>Stagonospora sp11</i>	<i>Pulsatilla alpina subsp. alba</i>	1	
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.2022	<i>Cercospora sp.1</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	3	
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.2022	<i>Diaporthe sp.4</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	PM
20	Králický Sněžník,	23.07.2022	<i>Heptameria obesa</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	2	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
20	Stříbrnice, rybníky Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Hyphomycet 1</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Leptospora sp2</i>	<i>Cirsium arvense</i>	4	PM
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Lophiostoma sp5</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	PM
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Nodulosphaeria dolioloides</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>	7	PM
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Pseudoophiobolus sp</i>	<i>Cirsium arvense</i>	4	PM
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Pyrenopeziza sp.1</i>	<i>Cirsium arvense</i>	1	
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Trichopeziza spl</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>	1	
20	Králický Sněžník, Stříbrnice, rybníky	23.07.202 2	<i>Trichopeziza spl</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	2	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.202 2	<i>Alternaria sp2</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.202 2	<i>Alternaria sp3</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.202 2	<i>Heptameria obesa</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.202 2	<i>Lachnum sp</i>	<i>Solidago gigantea</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.202 2	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Solidago gigantea</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Leptosphaeria conoidea</i>	<i>Solidago gigantea</i>	3	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	1	PM
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Leptosphaeria doliolum</i>	<i>Conyza canadensis</i>	2	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Leptosphaeria valesiaca</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	1	PM
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Leptosphaeria valesiaca</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	6	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Lophiostoma sp1</i>	<i>Solidago gigantea</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Ophiobolus ophioboloides</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	1	PM
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Phoma sp.1</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	1	
21	Hornomoravský úval, Kroměříž, Výzkumný ústav	28.07.2022	<i>Pseudoophiobolus pseudoaffinis</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	2	PM
22	Hoher Dachstain, vápencová soutěska Silberkarbach	31.07.2022	<i>Keissleriella sp.1</i>	<i>Meconopsis cambrica</i>	2	PM
22	Hoher Dachstain, vápencová soutěska Silberkarbach	31.07.2022	<i>Leptosphaeria sydowiana</i>	<i>Senecio fuchsii</i>	3	
22	Hoher Dachstain, vápencová soutěska Silberkarbach	31.07.2022	<i>Leptosphaeria sydowiana</i>	<i>Senecio fuchsii</i>	1	
22	Hoher Dachstain, vápencová	31.07.2022	<i>Phoma sp.9</i>	<i>Meconopsis cambrica</i>	6	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
22	soutěska Silberkarbach Hoher Dachstain, vápencová soutěska Silberkarbach	31.07.202 2	<i>Trichopeziza sp2</i>	<i>Meconopsis cambrica</i>	3	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Crocicreas sp</i>	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i>	2	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Leptosphaeria cruenta</i>	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	1	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Phaeosphaeria nigrans</i>	<i>Poaceae</i>	4	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Phaeosphaeriaceae2</i>	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	2	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Pleosporales25</i>	<i>Poaceae</i>	3	
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Pleosporales9</i>	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i>	1	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Sydowiella fenestrans</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	4	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Trichopeziza sp3</i>	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i>	1	PM
23	Hoher Dachstain, jezero Silberkarsee	31.07.202 2	<i>Xylaria filiformis</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	2	PM
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Cyathicula cf cyathoidea</i>	<i>Pedicularis sp.</i>	1	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Hyphomycet 4</i>	<i>Pedicularis sp.</i>	1	
24	Hoher	31.07.202	<i>Lecanoromycetes</i>	<i>Dryas octopetala</i>	2	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	2				
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Nodulosphaeria modesta</i>	<i>Pedicularis sp.</i>	1	PM
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Phoma sp.10</i>	<i>Saxifraga aizoides</i>	1	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Phoma sp.5</i>	<i>Dryas octopetala</i>	1	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Pleosporales6</i>	<i>Dryas octopetala</i>	1	PM
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Pyrenopeziza sp.3</i>	<i>Pedicularis sp.</i>	1	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Septoria sp3</i>	<i>Pedicularis sp.</i>	2	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Stagonospora sp1</i>	<i>Juncus trifidus</i>	10	
24	Hoher Dachstain, pod Lackner Miesberg, Grübach	31.07.202 2	<i>Stagonospora sp2</i>	<i>Dryas octopetala</i>	1	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Alternaria sp7</i>	<i>Dryas octopetala</i>	2	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Colletotrichum sp.7</i>	<i>Silene acaulis</i>	11	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Hyphomycet 2</i>	<i>Carex firma</i>	2	
25	Hoher	01.08.202	<i>Juncaceicola alpina</i>	<i>Carex firma</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	Dachstain, Rettenstain	2				
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Pestalotiopsis sp</i>	<i>Carex firma</i>	1	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Phoma sp.11</i>	<i>Silene acaulis</i>	5	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Phoma sp.31</i>	<i>Carex firma</i>	1	
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Pleospora sp4</i>	<i>Dryas octopetala</i>	3	PM
25	Hoher Dachstain, Rettenstain	01.08.202 2	<i>Pleosporales19</i>	<i>Carex firma</i>	4	
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Leptosphaeria septemcellulata</i>	<i>Bupthalmum salicifolium</i>	4	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Phaeosphaeria erikssonii</i>	<i>Poaceae</i>	2	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Phoma sp.1</i>	<i>Cirsium canum</i>	2	
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Phoma sp.7</i>	<i>Betonica alopeuros</i>	2	
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Pleosporales18</i>	<i>Betonica alopeuros</i>	4	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Pleosporales31</i>	<i>Scabiosa lucida</i>	1	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Pseudoophiobolus mathieuii</i>	<i>Cirsium canum</i>	3	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Pseudoophiobolus mathieuii</i>	<i>Bupthalmum salicifolium</i>	2	PM
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Septoria sp2</i>	<i>Betonica alopeuros</i>	1	
26	Hoher Dachstain, nad Silberkarhütte	31.07.202 2	<i>Sulcispora pleurospora</i>	<i>Poaceae</i>	3	PM
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Alternaria sp5</i>	<i>Crithmum maritimum</i>	1	
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Anthostomella sp</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	1	
27	Biokovo Mts.,	03.08.202	<i>Herpotrichia rhenana</i>	<i>Satureja</i>	1	PM

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
	pobřežní vegetace	2		<i>cuneifolia</i>		
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Phoma sp.3</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	3	
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Pleospora sp3</i>	<i>Crithmum maritimum</i>	1	PM
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Pleospora sp5</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	2	PM
27	Biokovo Mts., pobřežní vegetace	03.08.202 2	<i>Pleosporales21</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	5	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Didymella sp.2</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	2	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Diplodia sp.2</i>	<i>cf Anethum</i>	1	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Diplodia sp.6</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	2	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Leptosphaeria sp1</i>	<i>cf Anethum</i>	1	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Lophiostoma sp6</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	2	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Phoma cf. spartiicola</i>	<i>Spartium junceum</i>	2	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Phoma sp.2</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	1	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Phoma sp.6</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	2	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Phoma sp.8</i>	<i>cf Anethum</i>	1	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Pleospora sp1</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	1	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Pleospora sp16</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	1	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Pleospora sp18</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	1	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Pleospora sp6</i>	<i>Spartium junceum</i>	2	PM
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Pleosporales26</i>	<i>Poaceae</i>	2	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Septoria sp1</i>	<i>Cephalaria leucantha</i>	1	
28	Biokovo Mts., macchie	09.08.202 2	<i>Stemphylium vesicarium agg</i>	<i>cf Anethum</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Alternaria sp6</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	1	

Kvadrát	Lokalita	Datum	Taxon	Substrát	Abundance	Herbář
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>cf. Colletotrichum sp</i>	<i>cf. Lathyrus</i>	1	PM
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Cucurbitaria sp</i>	<i>Colutea arborescens</i>	1	PM
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Didymosphaeria futilis</i>	<i>Centaurea glaberrima</i>	2	PM
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Diplodia sp.3</i>	<i>Campanula pyramidalis</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Diplodia sp.4</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Diplodia sp.5</i>	<i>cf. Dianthus</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Entodesmium niesslianum</i>	<i>cf. Lathyrus</i>	2	PM
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Phoma sp.3</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Pleospora sp2</i>	<i>cf. Dianthus</i>	1	PM
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Pleosporales11</i>	<i>Allium sphaerocephalum</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Pleosporales22</i>	<i>Inula verbascifolia</i>	3	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Pleosporales27</i>	<i>Poaceae</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Stagonospora sp8</i>	<i>cf. Dianthus</i>	1	
29	Biokovo Mts., vápencové sutě a skály	09.08.202 2	<i>Stemphyllium vesicarium agg</i>	<i>Campanula pyramidalis</i>	1	