



Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



diplomová práce

Ekologická studie epixylických druhů *Lophozia ascendens* a *Anastrophyllum hellerianum* (Lophoziaaceae)

Eva Holá
2008

vedoucí práce: Mgr. Jan Kučera, PhD.

Holá E. (2008): Ekologická studie epixylických druhů *Lophozia ascendens* a *Anastrophyllum hellerianum* (Lophoziaceae) [Ecological study of epixylic species *Lophozia ascendens* and *Anastrophyllum hellerianum* (Lophoziaceae)] – p. 39, University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

Seasonal pattern and extent of asexual reproduction in liverwort species *Lophozia ascendens*, *L. ventricosa* and *L. longiflora* were studied in the Boubínský prales and Milešický prales old-growth forest reserves in the Šumava Mts., South Bohemia. Asexual reproduction was quantified as the number of 1–2 -celled gemmae produced per individual shoot. Numbers of gemmae per shoot among sampling months differed significantly as did the numbers of gemmae in samples among *Lophozia ascendens*, *L. ventricosa* and *L. longiflora* among sampling months. Germinability of gemmae was low in early spring, highest in August and September and slightly decreased in October.

Spreading potential of gemmae was investigated in the epixylic hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. Gemmae were trapped at different distances (0 – 10 m) and directions from the source colonies in two experiments: one was realized in the natural habitat within a forest and the other in an artificial set-up in the open habitat. Dispersal of gemmae showed slight distance dependence both in the natural and open habitats.

Habitat requirements (e. g. decay degree, texture, bark cover, log diameter) of the *L. ascendens* and *A. hellerianum* were investigated in both reserves, 126 logs were found. Mostly tiny liverworts grew with *L. ascendens* and *A. hellerianum*. Both studied species occurred on logs with degree of decay 2 – 7 and degree of texture 2 – 6.

Práce byla financována z prostředků katedry botaniky, studentským grantem (Mattoni awards for Studies of Biodiversity and Conservation biology 2007) a Správou CHKO Šumava.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

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

V Českých Budějovicích, 5.5. 2008

.....
Eva Holá

Dnes téměř všichni souhlasí s tím, že vesmír začal třeskem, ale nikdo neví jak skončí!

(Gonick 1990)

Ráda bych poděkovala Honzovi Kučerovi za zadání zajímavého tématu, dále za jeho cenné rady a pomoc při určování, Davidu Půbalovi za získání povolení ke vstupu do NPR Boubínský prales a za zapůjčení klíčů od chatičky u jezírka, Kubovi Těšitelovi za pomoc se statistickým zpracováním, Evče Mikuláškové za pomoc při hledání nových lokalit *Anastrophyllum hellerianum* a *Lophozia ascendens*, prof. Jiřímu Váňovi za určení některých sporných druhů, Ireně Jansové, Zbyňkovi Hradílkovi, Vítovi Pláškovvi, Tomášovi Berkovi, Pavlu Sovovi, Sanna Laaka-Lindberg a paním knihovnicím za pomoc při shánění nedostupných článků, Davidu Zelenému za zapůjčení fish-eye objektivu a zasvěcení do tajů jeho používání, Petrovi Kouteckému za vysvětlení používání turbovegu, Jardovi Šounovi a Honzovi Vondrákovi za pomoc při určování lišejníků, Jirkovi Košnarovi za podnětné rady a diskuze.

Velký dík patří rodině a přátelům za to, že mě během studia a psaní této práce pomáhali a podporovali, zvláště Háně za doprovod na Boubín a skvělé vytápění chatičky, mé milé a pořád optimisticky naladěné sestře Katce a Vlast'ovi, který hledá stejně tak dobře *Anastrophyllum* jako houby.

OBSAH

1 Úvod	1
1.1 Ekologické požadavky epixylických druhů	1
1.2 Rozmnožování	1
1.3 Šíření diaspor	2
1.4 Studované druhy.....	3
1.4.1 <i>Lophozia ascendens</i>	3
1.4.2 <i>Lopozia longiflora</i>	3
1.4.3 <i>Lophozia ventricosa</i>	4
1.4.4 <i>Anastrophyllum hellerianum</i>	5
1.5 Cíle práce.....	6
2 Studované území	7
3 Metodika	9
3.1 Produkce a klíčivost gem	9
3.2 Šířitelnost gem.....	12
3.3 Parametry prostředí ovlivňující výskyt <i>Anastrophyllum hellerianum</i> a <i>Lophozia ascendens</i> a jejich cenotické vazby	14
3.3.1 Snímkování kmenů ve velkých čtvercích.....	14
3.3.2 Snímkování kmenů s <i>A. hellerianum</i> a <i>L. ascendens</i>	16
4 Výsledky	17
4.1 Produkce a klíčivost gem	17
4.1.1 Produkce a klíčivost gem u <i>Lophozia ascendens</i>	17
4.1.2 Porovnání produkce a klíčivosti gem u <i>Lopozia ascendens</i> , <i>L. ventricosa</i> a <i>L. longiglora</i>	19
4.2 Šířitelnost gem.....	21
4.3 Parametry prostředí ovlivňující výskyt <i>Anastrophyllum hellerianum</i> a <i>Lophozia ascendens</i> a jejich cenotické vazby	23
4.3.1 Snímkování kmenů ve velkých čtvercích.....	23
4.3.2 Snímkování kmenů s <i>A. hellerianum</i> a <i>L. ascendens</i>	24
5 Diskuse	28
5.1 Produkce gem	28
5.2 Klíčivost gem	29
5.3 Šířitelnost	30
5.4 Parametry prostředí ovlivňující výskyt <i>Anastrophyllum hellerianum</i> a <i>Lophozia ascendens</i> a jejich cenotické vazby	30
6 Závěr	33
7 Literatura	34

1 ÚVOD

Odumřelé a rozkládající se dřevo je nedílnou součástí přirozeného lesa. Padlé kmeny, větve a pařezy se stávají substrátem či biotopem pro různé druhy organismů. Pro mechorosty využívající odumřelé dřevo jako substrát jsou důležité přirozené lesy. Přirozené lesy jsou z bryologického hlediska druhově bohatší než lesy hospodářské, které postrádají dostatečné množství padlých kmenů v různých stupních rozkladu a jsou méně náchylné ke změnám ve vlhkostním režimu (Söderström 1988a, Andersson & Hytteborn 1991, Vellak & Paal 1999).

Za posledních 150 let se zmenšila rozloha přirozených lesů a tím i podíl ležícího dřeva v lesích České republiky (Hradílek 1999, Svoboda 2007). Následkem toho jsou četné mechorosty rostoucí výhradně nebo převážně na tlejících kmenech ohroženy. Ohrožené epixylické jätrovky tvoří 12 % všech u nás ohrožených jätrovek, v případě mechů jsou to 3 % (Hradílek 1999). Nižší druhová pestrost a zvýšení počtu ohrožených epixylických druhů v důsledku ubývání a fragmentace přirozených lesů je problémem nejen u nás, ale i v jiných zemích (Laaka 1992, Hallingbäck & Hodgetts 2000, Söderström 2006). K navržení účinných opatření vedoucích k ochraně ohrožených epixylických druhů může přispět lepší pochopení jejich ekologických nároků a procesů odehrávajících se uvnitř populací (průběh sezónní reprodukce, populační dynamika včetně šíření a kolonizace atd.).

1.1 EKOLOGICKÉ POŽADAVKY EPIXYLICKÝCH DRUHŮ

V průběhu času se druhové složení společenstev mechorostů na tlejících kmenech mění (Söderström 1988b, Ódor & Van Hees 2004, Jansová & Soldán 2006). Tyto změny souvisí s postupnou dekompozicí substrátu v průběhu času, kdy se s postupujícím rozkladem zvyšuje vodní kapacita kmenů a klesá hustota dřeva. Některé epixylické druhy preferují pouze kmeny s určitým stupněm rozkladu, měkkostí dřeva, texturou nebo průměrem kmene (Söderström 1988b), jiné mají širokou ekologickou valenci k parametrům mrtvého dřeva (Söderström 1988b, Ódor & Van Hees 2004). U mnohých epixylických druhů zatím nejsou detailněji známy jejich ekologické nároky, protože pouze několik prací (např. Söderström 1993, Laaka-Lindberg 2000, Wiklund 2002, Laaka-Lindberg et al. 2005) se zabývá studiem konkrétních vybraných druhů. Doposud nevyřešenou otázkou je, zda se ekologické optimum druhu mění v závislosti na odlišných klimatických podmínkách (Laaka-Lindberg 1993).

1.2 ROZMNOŽOVÁNÍ

Pro přežití druhů je nezbytné rozmnožování. Tlející dřevo je substrátem dočasným, proto je pro epixylické mechorosty důležité množství vyprodukovaných diaspor a jejich šíření na nová místa v prostoru i čase. Pohlavní rozmnožování tvoří geneticky variabilní potomstvo, ale je energeticky náročnější než nepohlavní rozmnožování. Jednodomé druhy tvoří sporofyt obvykle častěji než druhy dvoudomé (Laaka-Lindberg et al. 2000), dalšími faktory ovlivňující tvorbu sporofytů mohou být stáří a velikost populace (Jonsson & Söderström 1988, Laaka-Lindberg 1999), vliv kyselých dešťů (Hradílek 1999) a klimatických podmínek (Laaka-Lindberg 2005) nebo může být spjata s životní strategií druhu (During 1979). Tvorba sporofytu bývá také spojována s optimálními ekologickými podmínkami druhu (Laaka-Lindberg 2000). Podle práce Laaka-Lindberg et al. (2000) jsou druhy

produkující sporofyt ojedinele nebo vůbec vzácnější, zatímco mezi tvorbou gem játrovek a vzácností druhu nebyla vypořádkována žádná závislost.

Nepohlavní rozmnožování je považováno za energeticky méně náročné než pohlavní rozmnožování (Laaka-Lindberg 2001, Pohjamo & Laaka-Lindberg 2003) a je prostředkem k udržení lokálních populací i při suboptimálních podmínkách (Longton & Schuster 1983, Laaka-Lindberg 1999). U mechorostů je tento typ rozmnožování realizován pomocí specializovaných útvarů – gem, z formálního hlediska odpovídá nepohlavnímu rozmnožování také rozrůstání a fragmentace stélky. Nepohlavní rozmnožování pomocí gem je mezi játrovkami běžné, téměř polovina játrovek v britské flóře produkuje nepohlavní rozmnožovací tělíska – gemy (Laaka-Lindberg et al. 2000), oproti tomu pouze 18 % mechů v britské flóře produkuje nějaký typ nepohlavních propagačních částic – gemy, lámavé listy, flagely (Longton 1992). V české bryoflóre podobné srovnání chybí, pouze bryofloristické práce v krkonošských a jesenických karech (Kučera 2004) udává procentuální zastoupení nalezených játrovek a mechů, které tvoří nepohlavní propagační částice – 36 % játrovek, 6 % mechů.

Studie zabývající se tvorbou gem u játrovek v průběhu vegetační sezóny obvykle postrádají kvantitativní data o počtu gem (např. Duckett & Renzaglia 1993, Sova 2006). Výjimkou jsou např. práce Laaka-Lindberg (1999) a Pohjamo & Laaka-Lindberg (2003), které uvádějí údaje o počtu gem na jednu lodyžku a počet lodyžek na 1 cm² a dávají tak nepřímý odhad o počtu gem v populaci.

1.3 ŠÍŘENÍ DIASPOR

Šíření diaspor je závislé na velikosti – nepohlavní propagační částice jsou obecně větší než spory, a také nejsou šířeny pomocí vymršťovacích mechanismů (Shaw 2000), proto jsou spory považovány za prostředek šíření na větší vzdálenosti (Söderström & Jonsson 1989, Sundberg 2005) než gemy (Kimmerer 1991, 1994). Obvykle se předpokládá, že dosah šíření spor se pohybuje v řádu metrů, přičemž určité množství spor se ale šíří vzdušnými proudy i na podstatně větší vzdálenosti (Korpelainen et al. 2005), mezikontinentálním šířením spor a účinky chladu, sucha a UV záření na jejich přežití se zabýval Zanten (Zanten 1978, Zanten & Pócs 1981).

Jen několik málo studií se zabývalo šířením nepohlavních propagačních částic u mechů, přehled těchto studií shrnuje práce Laaka-Lindberg et al. (2003). Pouze jediná studie je zaměřená na šíření gem u listnaté játrovky *Anastrophyllum hellerianum* (Pohjamo et al. 2006), bylo prokázáno, že i gemy *A. hellerianum* se mohou šířit na větší vzdálenosti pomocí vzdušných proudů – 0,64 – 4,8 % gem z kolonie bylo nalezeno ve vzdálenosti 10 m. Velice účinným prostředkem pro šíření gem jsou vodní proudy při dešti, gemy se šířily až do vzdálenosti 500 m.

Neméně důležité je šíření diaspor v čase – dormance, která je široce rozšířená v rostlinné i živočišné říši. Obecně je dormance považována za evoluční odpověď druhů na nepředvídatelné podmínky prostředí (Evans & Cabin 1995). Touto riskantní strategií mohou druhy zvýšit svoje přežití a také uniknout kompetici, a to i mezi jedinci stejného druhu (Hyatt & Evans 1998). Z prací Jonsson (1993) či Sundberg & Rydin (2000) je zjevné, že mechorosty vytvářejí banky diaspor, ale přesto počet prací zabývajících se dormancí diaspor u mechorostů není velký. Duckett & Renzaglia (1993) pozorovali dormanci gem u lupenité játrovky *Blasia pusilla*, Laaka-Lindberg (1999) a Laaka-Lindberg & Heino

(2001) pozorovali dormanci gem u listnaté játrovky *Lophozia ventricosa* var. *silvicola*, Pohjamo & Laaka-Lindberg (2003) porovnávaly rychlost klíčení mezi spory a gemami listnaté játrovky *Anastrophyllum hellerianum* – gemy klíčí rychleji než spory, což může gemy zvýhodňovat při utváření nových populací.

1.4 STUDOVANÉ DRUHY¹

1.4.1 *Lophozia ascendens*

Lophozia ascendens je listnatá játrovka patřící do čeledi *Lophoziaceae*. Je malým (0,5 – 1,5 cm), dvoudomým druhem, který nebývá v České republice plodný (Váňa 2005), ale např. ve Švédsku je hojně plodná (Söderström 1989, 1993). Světle zelené, ojediněle slabě purpurově naběhlé lodyžky nesou na špičkách laloků vrcholových listů vysoký počet žlutozelených, polyedrických, 1 – 2-buněčných, 10 – 19 × 15 – 25 μm velkých gem v kulovitých shlucích (Damsholt 2002). Tento druh s disjunktivním cirkumpolárním rozšířením roste především v horských lesích (jehličnatých i listnatých) na vlhkých tlejících kmenech a pařezech, vyžaduje poměrně vysokou vlhkost, proto se často vyskytuje v blízkosti potoků, jezer nebo vodopádů. Vyskytuje se s druhy *Lophozia ventricosa*, *Anastrophyllum hellerianum*, *Scapania umbrosa*, *Blepharostoma trichophyllum* a *Riccardia palmata* (Dierßen 2001, Damsholt 2002).

L. ascendens je podle Červeného seznamu mechorostů České republiky (Kučera & Váňa 2005) řazena k ohroženým taxonům – kategorie EN. V minulosti byl tento druh sbírán v Novohradských horách, na Šumavě, v Krkonoších, Orlických horách, Hrubém Jeseníku, Beskydech, na Bruntálsku a ve Vsetínských vrších (Duda & Váňa 1989). Recentní nálezy pochází ze Šumavy – Boubínský (Holá, nepublikováno) a Milešický prales (Vyhnálek 2003), 1. zóna NP Šumava Smrčina a Pod Hraničnickem (Holá 2007), 1. zóna NP Šumava Kamenná a Koňský vrch (Mikulášková et al. 2007) a z Hrubého Jeseníku v bučině pod Františkovo myslivnou (Mikulášková et al. 2007). Mapa s rozšířením je na Obr. 1.

Na Slovensku *L. ascendens* ohrožená není, stejně tak v Německu, Rakousku a Polsku (Kubinská et al. 2001, Söderström et al. 2002, Schlüsslmayr 2005).

1.4.2 *Lophozia longiflora*

Lophozia longiflora (č. *Lophoziaceae*) tvoří zelené, často purpurově naběhlé koberce hustě nahloučených lodyh (1 – 3 (– 5) cm). Dvoudomý druh, často plodný, ale žlutozelené, obvykle 2-buněčné, polyedrické gemy (17 – 22 × 20 – 30 μm) na špičkách laloků vrcholových listů často chybějí (Damsholt 2002, Váňa 2005). Tato játrovka s cirkumpolárním rozšířením roste především na tlejících kmenech a pařezech, kde se vyskytuje společně s *Lophozia ascendens*, *Lophozia ventricosa*, *Lophozia longidens*, *Blepharostoma trichophyllum*, *Nowellia curvifolia*; je možné ji najít i na rašelině (Dierßen 2001, Damsholt 2002).

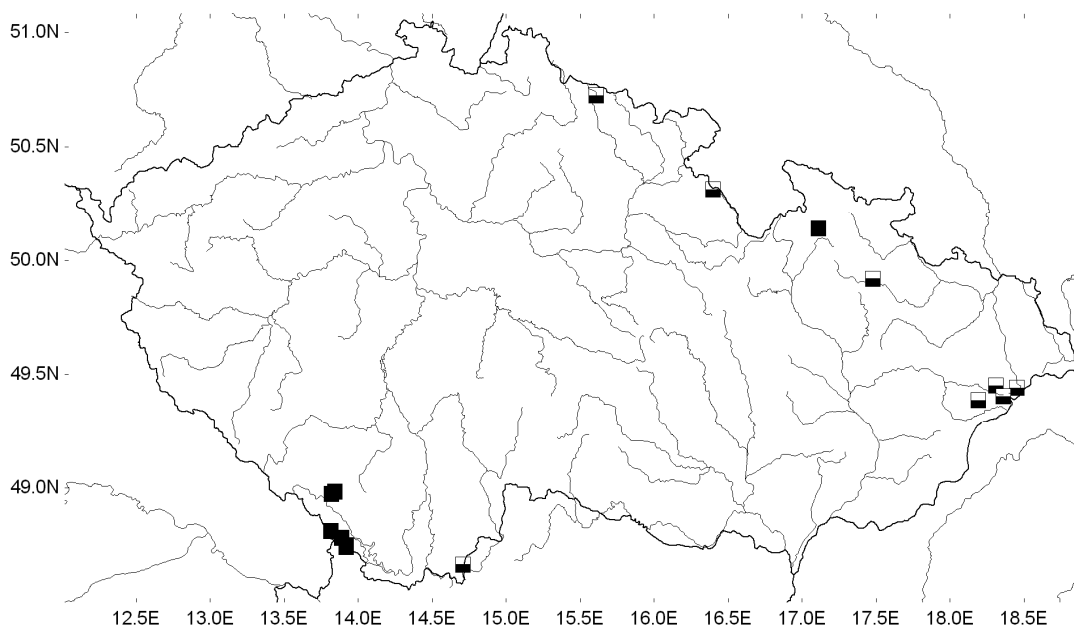
¹ Nomenklatura mechorostů je sjednocena podle práce Kučera & Váňa (2005), pokud mechorosty nejsou na tomto seznamu, jsou u nich uvedeny autorské zkratky.

L. longiflora je v České republice poměrně hojným a neohroženým druhem (viz Kučera & Váňa 2005).

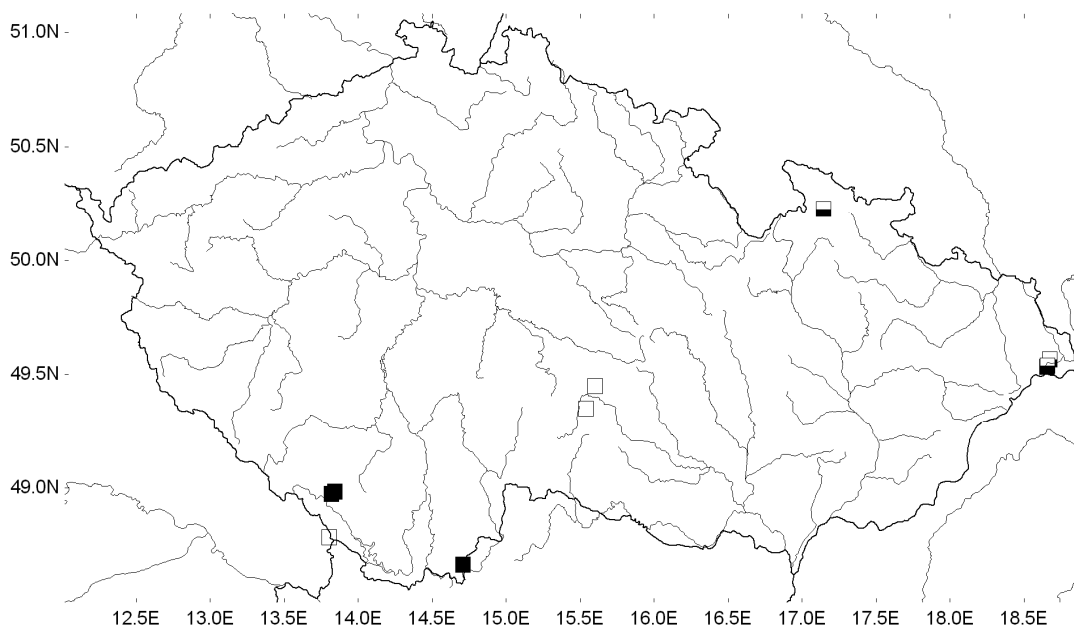
1.4.3 *Lophozia ventricosa*

Lodyhy druhu *Lophozia ventricosa* (č. *Lophoziaaceae*) jsou obvykle zelené, plazivé až poléhavé, velké 1 – 4 cm, na špičkách laloků vrcholových listů nesou gemy v hojném počtu obvykle v kulovitých shlucích, gemy jsou žlutozelené, obvykle 2-buněčné, polyedrické, 18 – 20 × 20- 25 μm velké. Přestože *L. ventricosa* je druh dvoudomý, sporofyt tvoří často (Damsholt 2002, Váňa 2005). *L. ventricosa* je druhem s cirkumpolárním rozšířením, roste na nejrůznějších substrátech většinou v lesním pásmu, obvykle na tlejícím dřevě, ale i na silikátových skalách, na skalním humusu, na holé zemi nebo borce stromů (Dierßen 2001).

L. ventricosa je v České republice poměrně hojným a neohroženým druhem (viz Kučera & Váňa 2005).



Obr. 1. Rozšíření *Lophozia ascendens* v ČR; plný čtvereček – recentní nálezy, poloprázdný – nálezy starší dvaceti let.



Obr. 2. Rozšíření *Anastrophyllum hellerianum* v ČR; plný čtvereček – recentní nálezy, poloprázdný – nálezy starší dvaceti let, prázdný – literární údaje.

1.4.4 *Anastrophyllum hellerianum*

Listnatá játrovka *A. hellerianum* patří rovněž do čeledi *Lophoziaceae*. Je velice malým (< 1 cm), dvoudomým druhem, sterilní lodyžky jsou výrazně menší než ostatní (Pohjamo & Laaka-Lindberg 2004). Rozmnožuje se především vegetativním způsobem (nápadné hnědo-červené, krychlovité, obvykle 1-buněčné, 10 – 12 μ m velké gemy na vrcholcích vzpřímených konců lodyh), sporofyty tvoří v České republice málokdy (Váňa 2005) oproti tomu ve Skandinávii je bývá hojně plodná (Söderström 1993), 2,5 – 12 % kolonií tvoří sporofyty (Pohjamo & Laaka-Lindberg 2003).

Je to druh s disjunktivním cirkumpolárním rozšířením, který se vyskytuje převážně v boreálních jehličnatých lesích, ojediněle v opadavých listnatých lesích. Roste především na tlejících kmenech, větvích a pařezech vlhčích a stinných lesů společně např. s druhy *Nowellia curvifolia*, *Jungermannia leiantha*, *Lophozia longiflora* (Paton 1999, Dierßen 2001).

A. hellerianum je podle Červeného seznamu mechorostů České republiky (Kučera & Váňa 2005) řazen ke kriticky ohroženým taxonům – kategorie **CR**. V minulosti byl tento druh sbírán pouze v Hrubém Jeseníku a na třech lokalitách v Beskydech, ze Šumavy (Třístoličník) a z okolí Jihlavy existuje pouze literární údaj (Duda & Váňa 1984). Recentně byl nalezen v novohradském Žofínském pralese (Vacínová & Soldán 1997), v Hrubém Jeseníku – údolí Bílé Opavy (Zmrhalová 2005), v Boubínském pralese na Šumavě (Holá & Kučera 2006a) a také v Milešickém pralese (Holá, nepublikováno). Mapka s rozšířením je na Obr. 2.

Ve slovenském seznamu játrovek, hlevíků a mechů (Kubinská et al. 2001) je tento druh zařazen do kategorie **VU** – zranitelný druh, v minulosti byl sbírán v Malé Fatře, Vysokých a Belianských Tatrách a Stratenské hornatině (Duda & Váňa 1984). V Německu je považován za ohrožený druh (gefährdet), v Rakousku a Polsku není uveden na červeném seznamu (Söderström et al. 2002, Schlüsslmayr 2005).

1.5 CÍLE PRÁCE

A) Kvantifikovat produkci gem v průběhu vegetační sezóny u ohrožené epixylické játrovky *Lophozia ascendens* a porovnat množství vyprodukovaných gem s příbuznými a neohroženými druhy *L. longiflora* a *L. ventricosa*, které také rostou na tlejících kmenech.

B) Kvantifikovat produkci vyklíčených gem v průběhu vegetační sezóny u ohrožené epixylické játrovky *Lophozia ascendens* a porovnat množství vyklíčených gem s příbuznými a neohroženými druhy *L. longiflora* a *L. ventricosa*.

C) Experimentálně zjistit vzdálenost, na kterou jsou schopné se šířit gemy *Lophozia ascendens* a *Anastrophyllum hellerianum*.

D) Zjistit, zda *Lophozia ascendens* a *Anastrophyllum hellerianum* preferují kmeny s určitým stupněm rozkladu, měkkostí dřeva, texturou nebo průměrem kmene, tj. zjistit jejich valenci k parametrům mrtvého dřeva.

2 STUDOVANÉ ÚZEMÍ

Boubínsko-želnavská hornatina, ležící jihovýchodně od šumavských Plání, dělí se na dvě téměř samostatné skupiny: Želnavské pohoří s nejvyšším vrcholem Knížecího stolce (1225 m) a Boubínské pohoří s Boubínem (1361 m) a Bobíkem (1264 m; Demek et al. 1965). Boubínský prales zaujímá 46,66 ha a leží na jihovýchodním úpatí hory Boubín v nadmořské výšce 960 – 1040 m n. m. Již roku 1858 byl prohlášen za lesní rezervaci, roku 1933 za státní lesní rezervaci, roku 1992 byl prohlášen za Národní přírodní rezervaci – NPR.

Geologický substrát tvoří především biotická rula. Z půd převažují hlinito-písčité horské mezotrofní glejzozemě, nad jezírkem (nejníže položená část) je rašelina. Průměrné roční teploty jsou 4,6 – 5,3 °C, průměrné roční srážky ca 1300 mm – s maximem od dubna do září (600 – 800 mm; Průša 1985). V přirozené vegetaci převládly květnaté a acidofilní bučiny (Sofron 2001).

Hmota odumřelých stromů v Boubínském pralese činila v osmdesátých letech 10213 m³, což je 33 % živé zásoby pralesa (Průša 1985). Je pravděpodobné, že v současnosti je počet odumřelých kmenů vyšší, zvláště po orkánu Kyrill (19. 1. 2007).

Vzhledem k množství tlejícího dřeva je Boubínský prales bohatý na epixylické mechorosty, byly zde zaznamenány např. játrovky *Nowellia curvifolia*, *Cephalozia catenulata*, *Calypogeia suecica*, *Riccardia palmata*, *Lophozia ascendens*, *Anastrophyllum hellerianum*, *Harpanthus scutatus* (Albrecht 2003; Holá & Kučera 2006a; Holá & Kučera 2006b; Holá & Kučera 2006c), v minulosti byl v pralese nalezen i silně ohrožený druh mechu *Anacamptodon splachnoides* (Albrecht 2003).

V Boubínském pralese nebyl nikdy prováděn důkladnější bryologický inventarizační průzkum, mezi nejpodrobnější práce tak patří studie Ježka (Ježek 1959), který zde porovnával druhové zastoupení pouze mechů; pozoroval a) mechy rostoucí na lesní půdě a na lesním humusu × mechy rostoucí v mokřadech, b) mechy rostoucí na skalách × mechy rostoucí na volně ležících kamenech × mechy rostoucí na kamenech ve vodě, c) mechy rostoucí na živých a mrtvých stromech. Z ohrožených druhů byly nalezeny pouze *Buxbaumia viridis* a *Hypnum imponens*, jehož rozšíření je v současné době nedostatečně známé (Kučera & Váňa 2005) a s velkou pravděpodobností jde o mylně určený druh (viz Hradílek 2002), ale položka zatím dohledána nebyla (Hradílek, Kučera, úst. sděl).

Nesystematické sběry játrovek byly publikovány v sérii prací o rozšíření játrovek na našem území (Duda & Váňa 1968 – 1970, 1970, 1970 – 1975, 1976 – 1978, 1979 – 1992, 1993, 1996) za zmínku stojí např. nález M. Pujmanové, která v Boubínském pralese našla játrovku *Lophozia ascendens* (Duda & Váňa 1989).

I v současnosti je Boubínský prales příležitostně navštěvován bryology, zejména J. Kučerou, J. Košnarem a E. Mikuláškovou a od roku 2006 zde probíhá intenzivní monitoring druhu *Buxbaumia viridis*, který je zapsán na seznamu zvláště chráněných druhů v rámci programu NATURA 2000 (Holá 2007b). Mezi významnější nálezy posledních let patří druh *Aneura maxima* (Kučera úst. sděl.).

Milešický prales (8,84 ha) je méně známý zbytek pralesa kyselých horských bučin (Bufková & Žíla 2003), na východním svahu Boubínského masívu v nadmořské výšce 1070 – 1125 m n. m. Střední část pralesa zaujímá stádium rozpadu ve stáří kolem 300 let (Průša 1990). Matečnou horninu tvoří

rovněž biotická rula (Průša 1990). V roce 2003 zde probíhal bryologický inventarizační průzkum, z ohrožených druhů zde byla nalezena pouze játrovka *Lophozia ascendens* (Vyhnálek 2003).

3 METODIKA

3.1 PRODUKCE A KLÍČIVOST GEM

Na podzim roku 2006 bylo v Boubínském pralese založeno 5 čtverců (5×5 cm) *Lophozia ascendens*. V průběhu vegetační sezóny 2007 (duben – říjen) byly ze čtverců odebírány vzorky *L. ascendens* ($0,5 \times 0,5$ cm), odběr vzorků se konal vždy v polovině měsíce.

Ze vzorků bylo vybráno pět lodyžek (jedna ze středu, ostatní z prostředku stran plochy). Všechny gemy byly z lodyžek seškrábány do 0,5 ml Knopova roztoku (Nehira 1988; Tab. 1), který je podle práce Laaka-Lindberg & Pohjamo (2001) nejvhodnější ke klíčení. Eppendorfky s gemami byly ponechány 2 – 3 týdny v pokojové teplotě a při normálním světelném režimu. Poté byly naklíčené i nenaklíčené gemy (jejichž součet poskytl informaci o počtu gem vyprodukovaných jednou lodyžkou) spočítány pomocí počítací komůrky (typ Bürker 0,100 mm) pod mikroskopem při zvětšení 400×. Před začátkem počítání byla pro docílení co největší homogenity vzorku do mikrozkuumavek přidána malá kapka (ca < 5 μ l) detergentu (0,5 % Triton-X 100) snižující adhezi a vzorky byly vortexovány. Z každé eppendorfky (obsahující gemy z jedné lodyžky) byly počítány tři kapky (3×20 μ l) a v jedné kapce bylo počítáno 3×25 čtverců. Za vyklíčené gemy byly považovány dvou-vícebuněčné gemy se zduřelými buněčnými stěnami (Obr. 3A, 3B; 4).

Tab. 1. Složení Knopova roztoku.

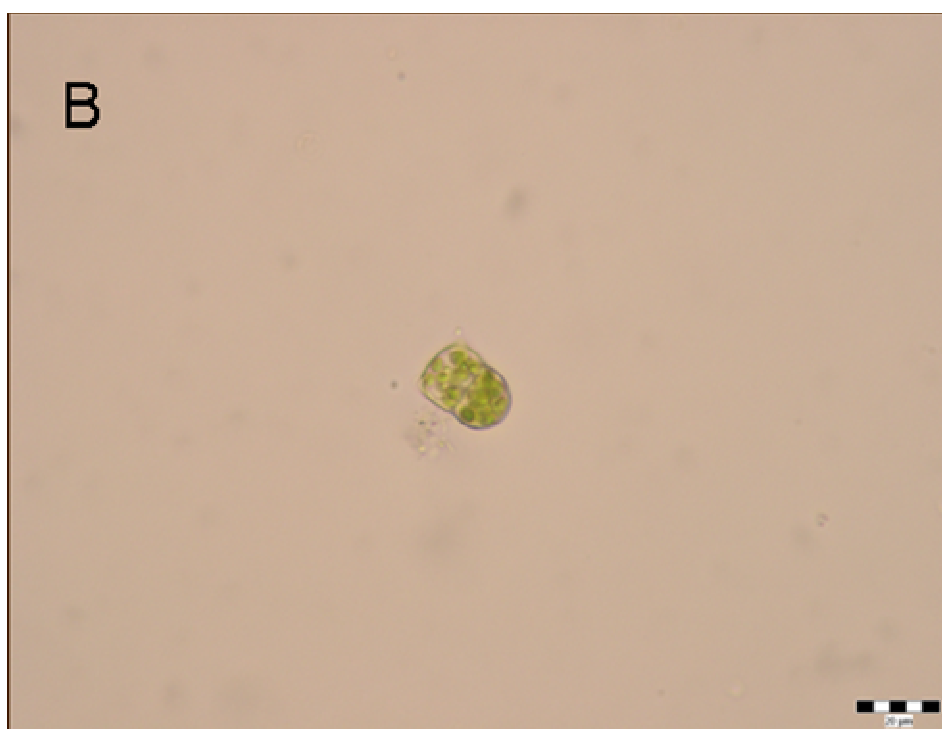
Ca(NO ₃) ₂ ·H ₂ O	0,5 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,175 g
KH ₂ PO ₄	0,175 g
KCl	0,06 g
FeCl ₃ (3%)	1 kapka
destilovaná voda	1000 ml

Pro porovnání produkce a klíčovosti gem u *L. ascendens* byly na jaře 2007 založeny čtverce *Lophozia ventricosa* a *L. longiflora* (druhy běžné, často rostoucí na tlejícím dřevě, viz kapitolu Studované druhy). Gemy *L. ventricosa* a *L. longiflora* byly sbírány a následně zpracovávány (klíčení, počítání gem) stejnými způsoby jako *L. ascendens*.

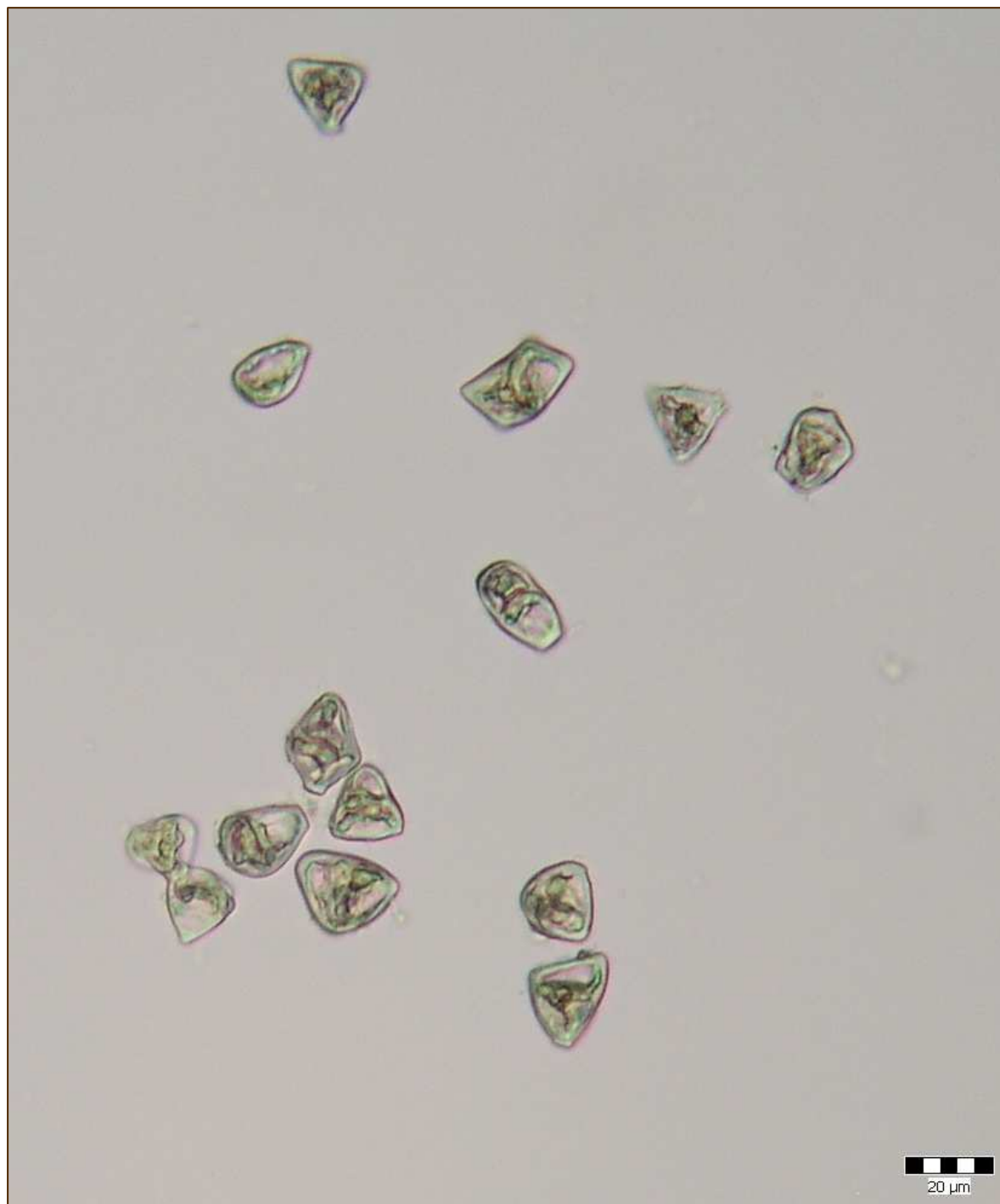
Ze všech čtverců byl odebrán vzorek o velikosti 1×1 cm, v němž byly spočítány lodyžky, a u všech čtverců byla zaznamenána velikost populace (po překreslení na milimetrový papír), kterou daný druh zaujímá ve čtverci. Vzorek byl během sezóny odebrán pouze jednou (začátkem vegetační sezóny), protože podle práce Laaka-Lindberg (1999), která studovala nepohlavní rozmnožování u druhu *Lophozia ventricosa* var. *silvicola*, zjistila, že množství vyprodukovaných gem není závislé na hustotě jejích lodyžek.

Produkce gem a klíčovost u *L. ascendens* byly analyzována obecným lineárním modelem v programu Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 2005). Závislou proměnnou byl počet gem nebo úspěšnost klíčení *L. ascendens* (počet vyklíčených gem na jednu lodyžku / celkový počet gem na jednu – tutéž lodyžku). Testován byl vliv (v následujícím pořadí) měsíce sběru, čtverce (faktor s náhodným efektem), interakce čtverce a měsíce sběru. Pro výpočet sumy čtverců byl použit Type III

(ortogonální). Data byla upravena logaritmickou (počet gem), resp. arcsinovou transformací (úspěšnost klíčení).



Obr. 3A, 3B. Vyklíčené gemy *L. ascendens*.



Obr. 4. Gemy *L. ascendens*, které nebyly klíčeny.

Pro porovnání produkce gem u *L. ascendens*, *L. ventricosa* a *L. longiflora* byl použit obecný lineární model v programu Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 2005). Zkratky, pod kterými jsou dále uváděny analyzované čtverce jsou v Tab. 2. Závislou proměnnou byl počet gem. Testován byl vliv (v následujícím pořadí) druhu vložený do čtverce (faktor s náhodným efektem), měsíce sběru, druhu a interakce měsíce sběru a druhu. Pro výpočet sumy čtverců byl použit Type III (ortogonální). Data byla upravena logaritmickou transformací. Pro porovnání úspěšnosti klíčení mezi druhy byl použit zobecněný lineární model s kvazibinomickou distribucí (Quinn & Keough 2002).

Tab. 2. Analyzované čtverce.

druhy	zkratky čtverců
<i>L. ascendens</i> – LA	20A, 20B, 22A, 22B, 27
<i>L. longiflora</i> – LL	50, 33, 39V
<i>L. ventricosa</i> – LV	29, 39Z, 40Ž

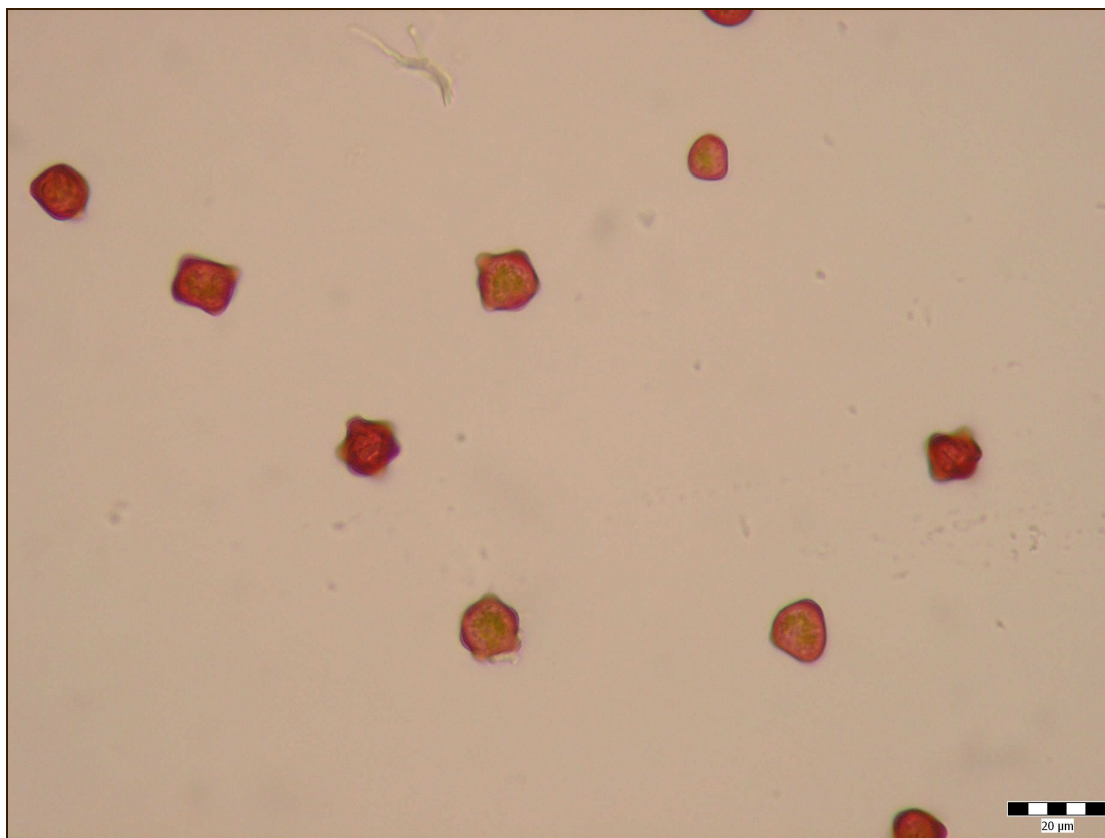
3.2 ŠÍŘITELNOST GEM

Pro zkoumání šířitelnosti gem byl použit pouze druh *Anastrophyllum hellerianum*, jehož gemy jsou nápadné tvarem i barvou, a proto dobře poznatelné (Obr. 5, srov. Obr. 4). Gemy *Lophozia ascendens* jsou prakticky nerozeznatelné od gem ostatních zástupců stejného rodu, zejména na lokalitě se vyskytujících druhů *L. ventricosa* a *L. longiflora* (srov. Paton 1999, Damsholt 2002). Ani v umělých podmínkách (pokus 2, viz níže) nebylo možné rozeznat gemy od drobných nečistot (zrnka prachu, písku atd.).

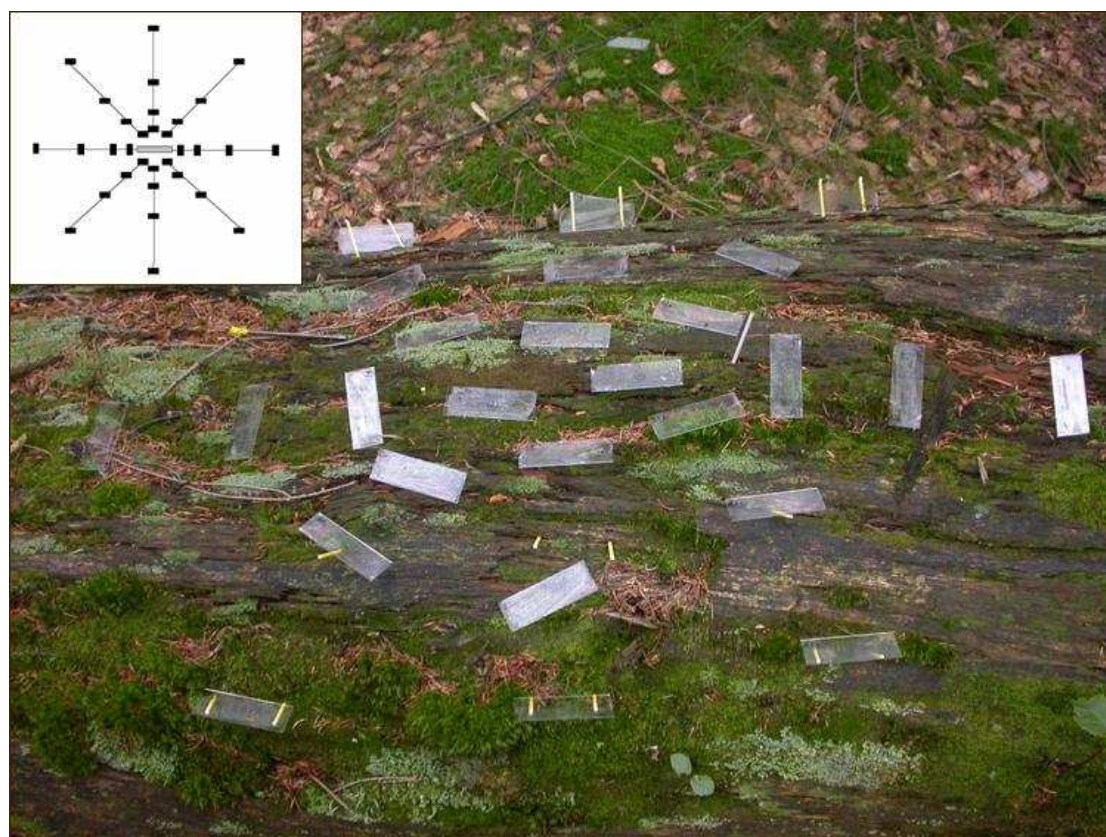
Pokus 1 probíhal od 14.8. do 17.8.2007 v Milešickém pralese, kde bylo nalezeno pouhých 6 padlých kmenů s kolonií *A. hellerianum* (v Boubínském pralese bylo kmenů s *A. hellerianum* nalezeno mnoho, proto by pokus mohl být ovlivněn okolními koloniemi). Byla vybrána jedna kláda s kolonií *A. hellerianum*, ostatní kolonie byly vzdálené více než 100 m. Podložní sklíčka (76 × 26 mm) byla pomazána vazelínou a rozmístěna okolo kolonie v S, SZ, SV, J, JZ, JV, Z, V směru ve vzdálenosti 1, 5, 15, 35, 65, 105 cm (Obr. 6). Sklíčka byla po 24 hodinách měněna. První dva dny byly slunečné, nedeštivé, v noci ze 16. na 17.8. byl prudký déšť, který zničil (smyl vazelínu) sklíčka ze třetího dne. Sklíčka s vazelínou byla mikroskopována pod zvětšením 400×.

Pokus 2 probíhal od 28.8. do 1.9.2007 (všechny dny slunečné, nedeštivé) v umělých podmínkách na zahradě objektu Katedry botaniky PřF JU v Č. Budějovicích. Kolonie *A. hellerianum* byla odebrána i se substrátem a každý den zavlažována (rosena). Sklíčka s vazelínou byla opět umístěna v S, SZ, SV, J, JZ, JV, Z, V směru a ve vzdálenosti 1, 5, 15, 35, 65, 105, 250, 500, 1000 cm od kolonie (vzdálenosti 250, 500, 1000 cm byly přidány po zkušenosti z předchozího pokusu). Protože mikroskopování bylo časově náročné, byla mikroskopována sklíčka pouze z prvních dvou dnů.

Byl použit model log-lineární závislosti na vzdálenosti (viz Tab. 3; Sundberg 2005, Pohjamo et al. 2006), počet gem ze stejných vzdáleností byl průměrován a přepočten na 1 cm². Abych zjistila, zda odhadnutý parametr b je průkazně odlišný od -1, vypočítala jsem $t = (\text{odhad parametru} - \text{hypotetická hodnota parametru}) / \text{střední chyba odhadu parametru}$ (Lepš 1996). Za hypotetickou hodnotu parametru jsem dosadila -1.



Obr. 5. Gemy *A. hellerianum*.



Obr. 6. Rozmístění sklíček okolo kolonie.

Tab. 3. Log-lineární model.

$\log_{10} f(r) = a + b \log_{10} r$ <p> f(r) = počet gem / cm² ve vzdálenosti r a = celkový počet vyprodukovaných gem b = ukazuje míru závislosti napadaných gem na vzdálenosti </p> <p> když je b < 0 → hustota napadaných gem klesá se vzdáleností, ale se zvětšující se vzdáleností se lineárně zvětšuje plocha, na kterou gemy dopadají, proto je-li b < 0 → nevýrazně závislé na vzdálenosti, b < -1 → silně závislé na vzdálenosti </p>
--

Celkový počet gem, který napadá do vzdálenosti R, je možné spočítat vzorcem $C(R) = \int_{r=0}^R f(r)2\pi r dr$ (Pohjamo et al. 2006). Celkový počet gem byl spočítán pro vzdálenost 105 cm (pokus 1), 105 cm a 1000 cm (pokus 2).

Abych orientačně zjistila, kolik může populace *A. hellerianum* produkovat gem, bylo v květnu, červenci a září odebráno po 5 lodyžkách *A. hellerianum*, gemy byly spočítány stejným způsobem jako u *L. ascendens*. Počet gem na lodyžku byl průměrován. Jen v květnu byl odebrán vzorek o velikosti 0,5 × 0,5 cm a v něm spočítány lodyžky.

3.3 PARAMETRY PROSTŘEDÍ OVLIVŇUJÍCÍ VÝSKYT *ANASTROPHYLLUM HELLERIANUM* A *LOPHOZIA ASCENDENS* A JEJICH CENOTICKÉ VAZBY

Abych zjistila, zda parametry prostředí (stupeň rozkladu, textura, měkkost kmene, druhové složení na kmenu atd.) ovlivňují výskyt *A. hellerianum* a *L. ascendens* byly provedeny dva následné pokusy: 3.3.1 v Boubínském pralese byly vytyčeny dva čtverce 10 × 10 m, 3.3.2 v Boubínském a Milešickém pralese byly cíleně hledány kmene s druhy *A. hellerianum* a *L. ascendens*, protože doposud nebyla známa četnost výskytu obou druhů v Boubínském a Milešickém pralese.

3.3.1 Snímkování kmenů ve velkých čtvercích

Všechny kmene ve vytyčených čtvercích 10 × 10 m byly osnímkovány. Fytcenologické snímky (10 × 10 cm) byly pořizovány v metrových vzdálenostech a ve sklonu 0° = horní plocha kmene a z obou stran kmene ve sklonu 90°. Pokud byl kmen v místě snímku větší než 40 cm, byly dělány ještě snímky ve sklonu 45°. U každého druhu ve snímku byla určena pokryvnost v procentech, dále pak celková pokryvnost a pokryvnost kůry ve snímku, v místě snímku byly změřeny průměr kmene (měřeno v cm) a měkkost, která je měřena jako tloušťka měkkého dřeva v cm (měkké dřevo je takové dřevo, které je možné propíchnout plastovou špejlí bez větší fyzické námahy; špejle byla třikrát zapíchnuta v různých částech snímku, hodnoty byly průměrovány). U jednotlivých kmenů byly určeny následující parametry prostředí:

- typ substrátu (dřeviny, na jaké byl druh sbírán, např. buk, jedle, smrk)

- stupeň rozkladu kmene – vyjádřeno pomocí semikvantitativní stupnice, která byla převzata z práce Söderström (1988b), stejnou stupnici použili ve své práci i Jansová & Soldán (2006)
 - 1) nedávno padlý kmen, dřevo tvrdé, kůra po celém povrchu kmene, větve přítomny
 - 2) kmen ležící na zemi už delší dobu, dřevo přesto tvrdé, povrch kmene víc jak z 50% pokrývá kůra
 - 3) ve kmeni se začínají vytvářet mozaiky měkkého dřeva, na povrchu kmene chybí víc než 50 % kůry
 - 4) dřevo měkké, obrys kmene zachován, kůra chybí
 - 5) obrys kmene jemně zdeformován
 - 6) měkké dřevo, obrys kmene hodně zdeformován, ale ještě rozeznatelný
 - 7) pouze střed kmene viditelný
 - 8) obrys kmene nejde rozeznat, humifikace 100%, žádné pozůstatky tvrdého dřeva
- textura kmene – vyjádřeno pomocí semikvantitativní stupnice, která byla převzata z práce Söderström (1988b), stejnou stupnici použili ve své práci Jansová & Soldán (2006)
 - 0) kůra na kmeni zachována
 - 1) hladký povrch kmene bez kůry
 - 2) drobné trhliny na povrchu
 - 3) povrch hrubší s většími trhlinami
 - 4) malé kusy dřeva na povrchu chybějí
 - 5) větší kusy dřeva na povrchu chybějí, velké trhliny ve dřevě
 - 6) humifikované úlomky dřeva, povrch kmene stále rozeznatelný
 - 7) povrch kmene nerozeznatelný
- množství kůry na kmeni (odhadováno v %)
- množství mechorostů a lišejníků na kmeni (odhadováno v %)

U *A. hellerianum* a *L. ascendens* byla zaznamenávána přítomnost periantu (u většiny druhů jätrovek může signalizovat již proběhlou nebo budoucí tvorbu sporofytu, který je vzhledem ke své efemérní povaze při náhodném průzkumu jen vzácně zaznamenaný) nebo sporofytu.

Druhy, které nebylo možné poznat v terénu, byly sebrány a určeny v laboratoři s pomocí prací Wirth (1995), Paton (1999), Damsholt (2002), Smith (2004), Kučera et al. (2004 – 2008). Nomenklatura lišejníků je sjednocena podle práce Vězda & Liška (1999).

Pro statistické hodnocení dat získaných snímáním byly použity programy CANOCO for Windows 4.5 a CanoDraw for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002). Nejprve byla provedena detrendovaná korespondenční analýza – DCA. Vzhledem k tomu, že gradient byl větší než 4, bylo přistoupeno ke kanonické korespondenční analýze – CCA. CCA byla použita pro následné zhodnocení vlivu parametrů padlých kmenů (pokryvnost kůry ve snímku, sklon snímku, průměr kmene a měkkost v místě snímku, stupeň rozkladu kmene, textura kmene, množství kůry na kmeni, množství mechorostů a lišejníků na kmeni) za použití metody *forward selection* (postupného výběru nejlepších vysvětlujících proměnných). Snímky byly dány do bloku – snímky z jedné vzdálenosti, ale v různém sklonu na kládě = jeden blok. Pokryvnost druhů byla zlogaritmována přirozeným logaritmem.

3.1.1 Snímkování kmenů s *A. hellerianum* a *L. ascendens*

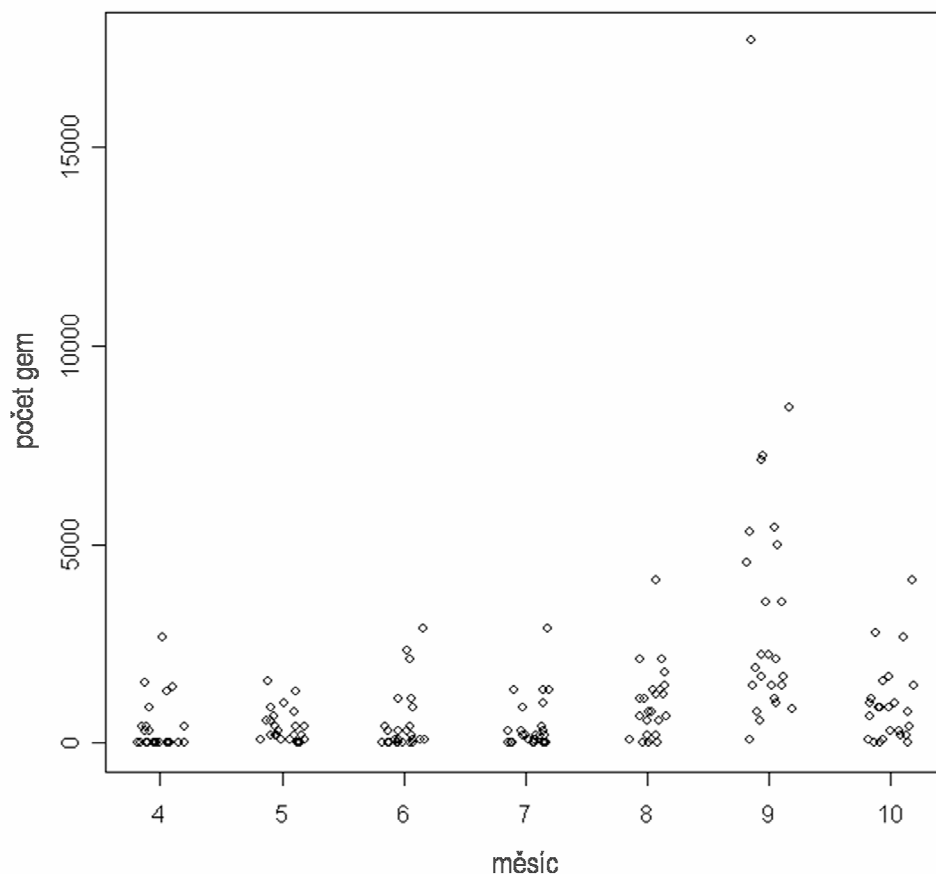
Před začátkem cíleného vyhledávání kmenů s *A. hellerianum* a *L. ascendens* bylo z Boubínského pralesa známo pouze několik málo kmenů s těmito druhy, cílené hledání poskytlo cennou informaci o četnosti výskytu *A. hellerianum* a *L. ascendens* v Boubínském pralesi. Pokud na padlých kmenech byl nalezen jeden z druhů nebo oba, byl pořízen fytoocenologický snímek (10 × 10 cm) spolu s parametry prostředí (typ substrátu; stupeň rozkladu kmene; textura kmene; množství kůry na kmeni; množství mechorostů a lišejníků na kmeni; měkkost kmene; přítomnost periantu nebo sporofytu u *A. hellerianum* a *L. ascendens* – viz výše; sklon a orientace snímku – sklon měřen vždy pro střed snímku za pomoci úhloměru na přesnost 10°, 0° = vršek kmen a 180° = spodek kmene; světelný požitek druhu – měřen pomocí fish eye objektivu, fotoaparát byl umístěn do vodorovné polohy nad snímek, fotografie byly analyzovány v programu Gap Light Analyzer Version 2.0 (Frazer et al. 1999), světelný požitek je udáván v procentech zaokrouhlených na desítky.

4 VÝSLEDKY

4.1 PRODUKCE A KLÍČIVOST GEM

4.1.1 Produkce a klíčivost gem u *Lophozia ascendens*

Počet gem u *L. ascendens* se pohyboval od 0 do 17 000 gem na jednu lodyžku (Obr. 7). Průměrný počet gem, který vyprodukuje jedna lodyžka, se liší v průběhu vegetační sezóny – začátkem vegetační sezóny ca 400 gem, koncem sezóny ca 3 500 gem (Tab. 4).



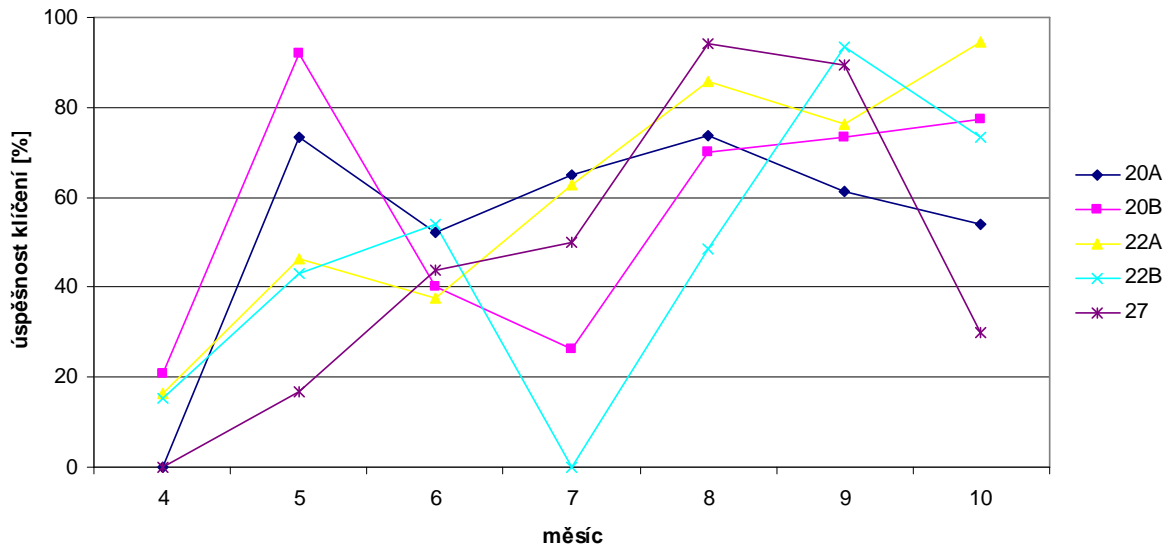
Obr. 7. Počet gem *L. ascendens* v průběhu vegetační sezóny, jeden bod = jedna lodyžka. Aby byla zlepšena přehlednost grafu, byla do hodnot na ose x vnesena malá umělá variabilita.

Tab. 4. Průměrný počet gem *L. ascendens* ve čtvercích v průběhu vegetační sezóny.

měsíc	20A	20B	22A	22B	27	průměr ze všech čtverců
4	666	570	462	260	0	392
5	506	666	488	378	132	434
6	688	44	576	842	466	523
7	420	976	598	0	310	461
8	1156	310	800	710	1756	946
9	6954	3954	3466	1062	2246	3536
10	1290	2068	776	556	132	964

Produkce gem se průkazně liší v závislosti na měsíci ($F = 5,7770$; $p = 0,0008$), jednotlivé čtverce se v produkci gem neliší ($F = 2,5972$; $p = 0,0617$), zatímco počet gem v průběhu vegetační sezóny v jednotlivých čtvercích se průkazně liší ($F = 2,2087$; $p = 0,0023$).

Počet vyklíčených gem u *L. ascendens* se pohyboval od 0 až 4 500 vyklíčených gem na jednu lodyžku. Průměrná úspěšnost klíčení (počet vyklíčených gem na jednu lodyžku / celkový počet gem na jednu lodyžku) se pohybuje mezi 0 – 15 % v počátku vegetační sezóny a až 70 % koncem sezóny v září (Obr. 8).



Obr. 8. Úspěšnost klíčení *L. ascendens* v průběhu vegetační sezóny.

Úspěšnost klíčení se průkazně liší v závislosti na měsíci ($F = 4,7638$; $p = 0,0025$), jednotlivé čtverce se v produkci gem neliší ($F = 0,2896$; $p = 0,8818$), zatímco úspěšnost klíčení v průběhu vegetační sezóny v jednotlivých čtvercích se průkazně liší ($F = 2,1644$; $p = 0,0029$).

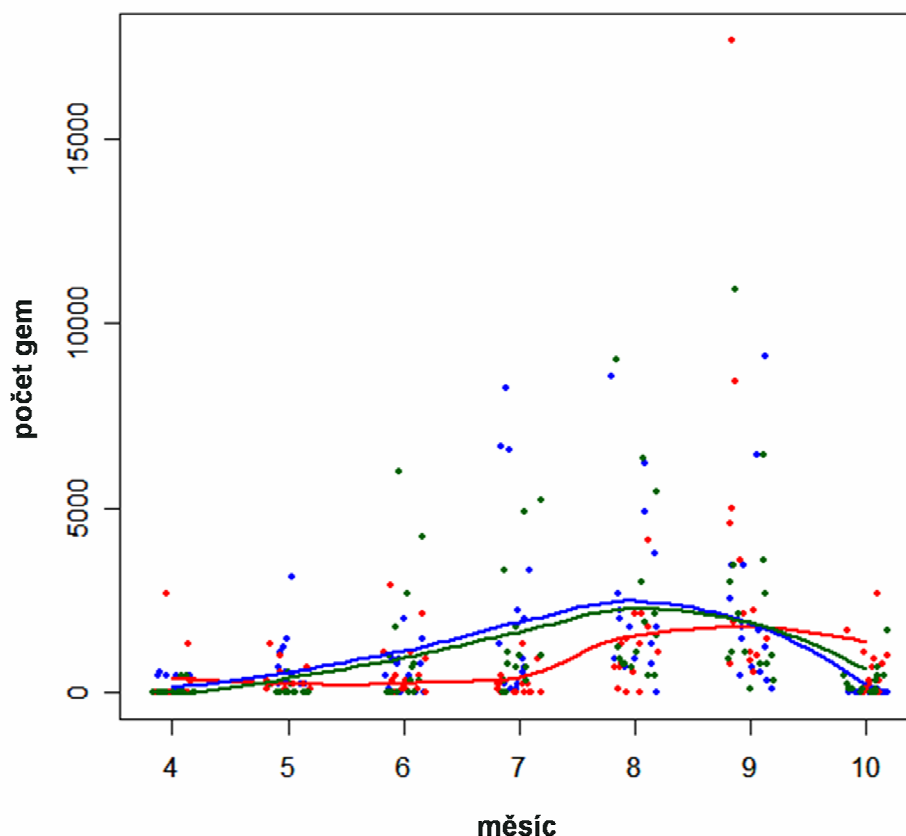
4.1.2 Porovnání produkce a klíčivosti gem u *L. ascendens*, *L. ventricosa* a *L. longiflora*

Produkce gem se mezi druhy průkazně neliší ($F = 0,6664$; $p = 0,5399$; Tab. 5), ale v průběhu vegetační sezóny je patrný opožděný nástup produkce gem u *L. ascendens* ($F = 7,3949$; $p = 0,0001$; Tab. 5, Obr. 9).

Úspěšnost klíčení se mezi druhy průkazně neliší ($p = 0,0506$), v průběhu vegetační sezóny se klíčivost liší ($p = 0,0005$; viz Tab. 6, Obr. 10). Tabulka 7 ukazuje počet lodyžek a velikost populací ve čtvercích.

Tab. 5. Porovnání produkce gem u *L. ascendens*, *L. longiflora*, *L. ventricosa* v průběhu vegetační sezóny – výsledky analýzy (obecný lineární model).

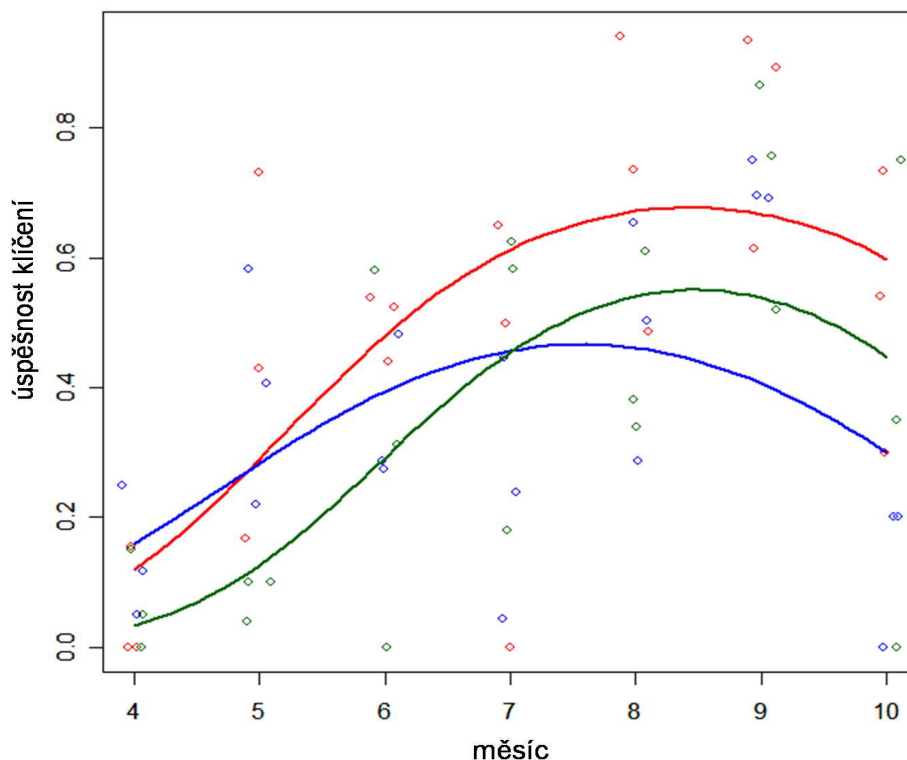
	Effect	SS	D.F.	MS	F	p
čtverec (druh)	Random	34,154	8	4,269	3,905	0,0002
měsíc	Fixed	215,637	6	35,939	32,8734	0,0001
druh	Fixed	5,69	2	2,845	0,6664	0,5399
měsíc*druh	Fixed	97,015	12	8,085	7,3949	0,0001
error		389,203	356	1,093		



Obr. 9. Porovnání produkce gem u *L. ascendens* – červená, *L. longiflora* – modrá, *L. ventricosa* – zelená v průběhu vegetační sezóny; proloženo modelem lokální vážené regrese – LOESS, span 1, degree 2. Aby byla zlepšena přehlednost grafu, byla do hodnot na ose x vnesena malá umělá variabilita.

Tab. 6. Porovnání úspěšnosti klíčení gem u *L. ascendens*, *L. longiflora*, *L. ventricosa* – výsledky analýzy (GLM s kvazibinomickou distribucí); test signifikance proveden pomocí χ^2 testu.

	Deviance	DF	P
měsíc	4,5052	1	5.79E-06
(měsíc) ²	2,6767	1	0,0005
druh	1,3077	2	0,0506
měsíc*druh	0,9138	2	0,1244
error	14,0668	56	---



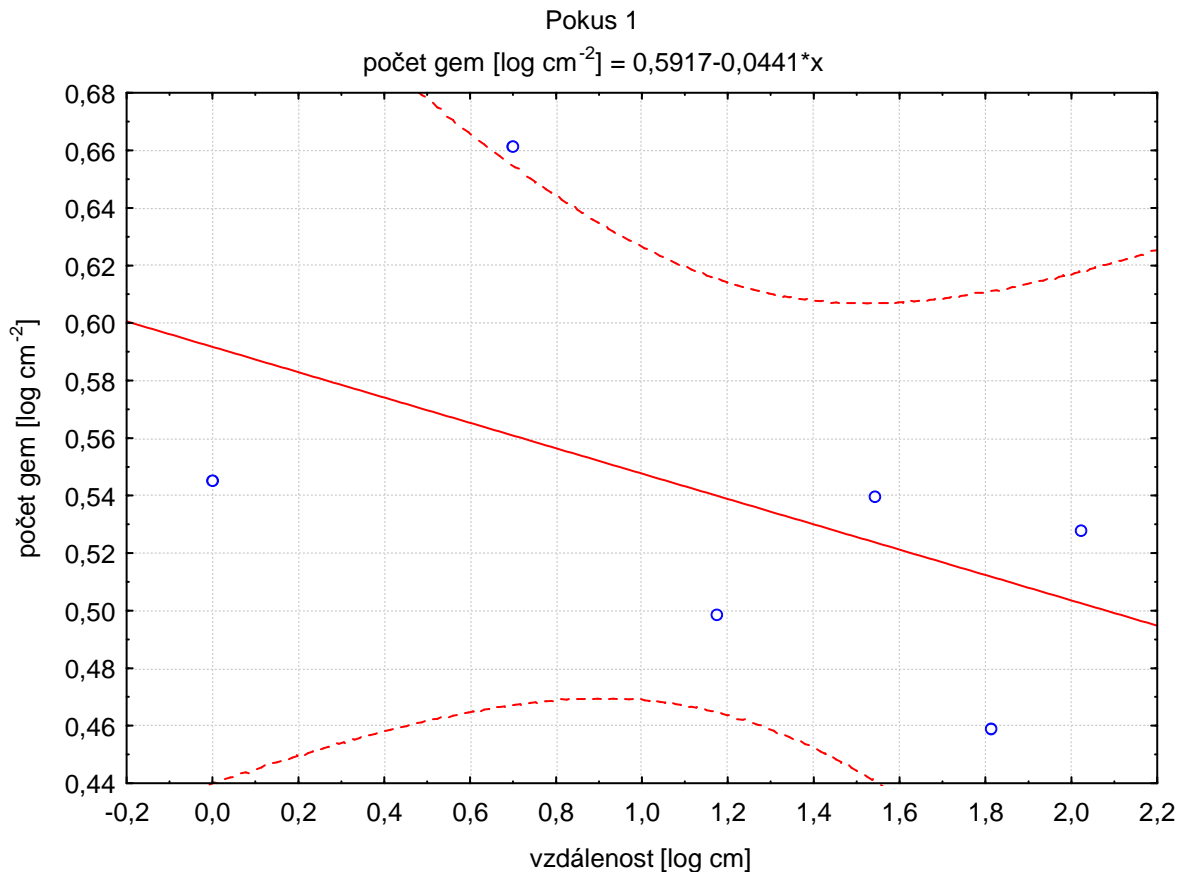
Obr. 10. Porovnání úspěšnosti klíčení gem u *L. ascendens* – červená, *L. longiflora* – modrá, *L. ventricosa* – zelená v průběhu vegetační sezóny; proloženo kvadratickou funkcí, ověřeno GLM s kvazibinomickou distribucí. Aby byla zlepšena přehlednost grafu, byla do hodnot na ose x vnesena malá umělá variabilita.

Tab. 7. Počet lodyžek a velikost populací ve čtvercích.

čtverec	druh	velikost pop. ve čtverci [cm ²]	počet lod. / cm ²	odhad gem v populaci
20A	LA	2,7	53	150000
20B	LA	6,5	20	136000
22A	LA	16	50	840000
22B	LA	8,5	29	258000
27	LA	12,4	21	273000
50	LL	16,5	26	472000
33	LL	13	31	443000
39V	LL	20,5	11	248000
29	LV	11,5	23	317000
39Z	LV	9	46	496000
40Ž	LV	7	34	285000

4.2 ŠÍŘITELNOST GEM

V přirozených podmínkách (pokus 1) nebyla prokázána závislost počtu spadných gem na vzdálenosti od zdroje ($b = -0,0441$; $R^2 = 0,2397$; $p = 0,3242$; Tab. 8, Obr. 11). V umělých podmínkách (pokus 2) byla závislost na vzdálenosti nevýrazná ($b = -0,1101$; $R^2 = 0,9697$; $p < 0,001$; Tab. 9, Obr. 12). Odhad celkového počtu gem uvádí Tab. 10.



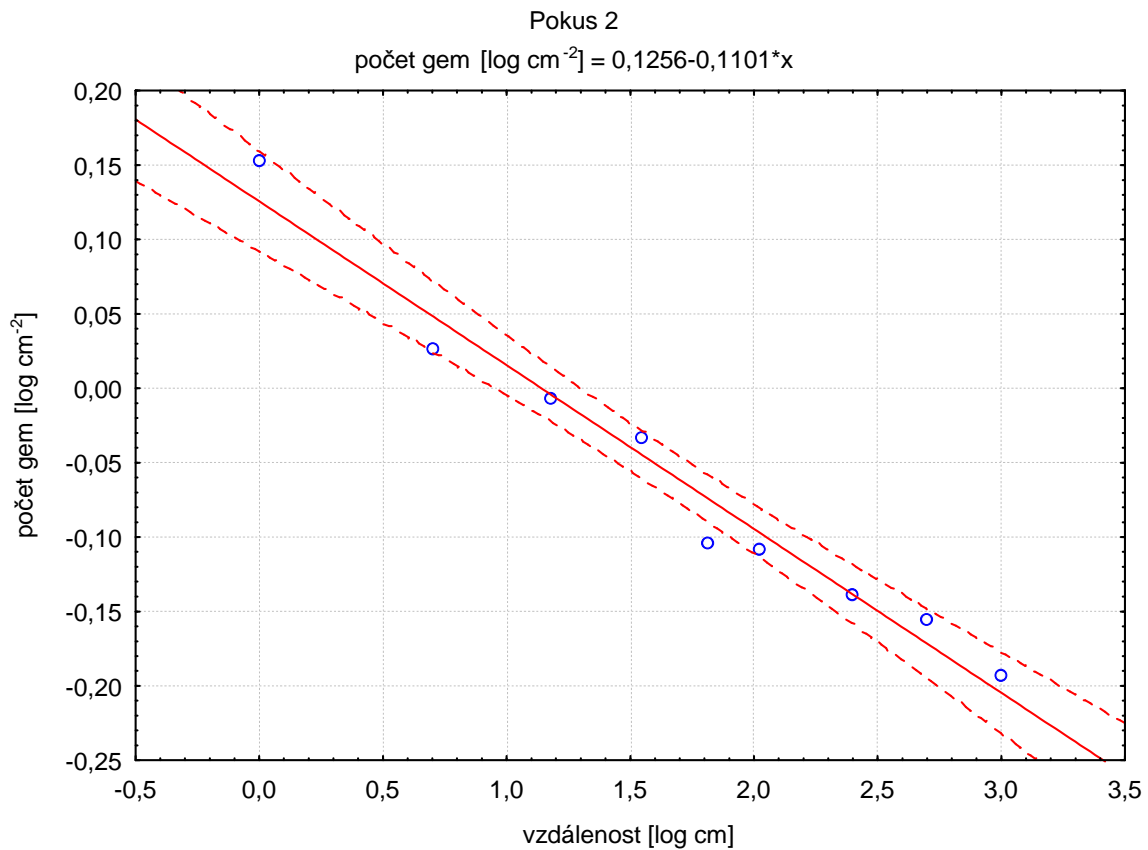
Obr. 11. Závislost počtu gem na vzdálenosti – pokus 1; lineární regrese – $R^2 = 0,2397$; $p = 0,3242$.

Tab. 8 – Počet gem / cm² ve vzdálenosti r pro pokus 1.

vzdálenost [cm]	počet gem [cm ⁻²]
1	3,52
5	4,58
15	3,15
35	3,46
65	2,88
105	3,37

Tab. 9 – Počet gem / cm² ve vzdálenosti r pro pokus 2.

vzdálenost [cm]	počet gem [cm ⁻²]
1	1,42
5	1,06
15	0,98
35	0,93
65	0,79
105	0,78
250	0,73
500	0,70
1000	0,64



Obr. 12. Závislost počtu gem na vzdálenosti – pokus 2; lineární regrese – $R^2 = 0,9697$; $p < 0,001$.

Tab. 10. Odhad počtu gem, průměrný počet gem na lodyžku 2309 (SD=2543,4), počet lodyžek v 0,25cm² 26 lodyžek.

	pokus 1	pokus 2
velikost kolonie [cm ²]	37	28
celkové množství gem v kolonii	8 885 000	6 724 000
celk. mn. gem, které dopadly do vzdálenosti 105 cm	17 940 (0,2%)	29 300 (4%)
celk. mn. gem, které dopadly do vzdálenosti 1000 cm	–	2 047 000 (30%)

4.3 PARAMETRY PROSTŘEDÍ OVLIVŇUJÍCÍ VÝSKYT *ANASTROPHYLLUM HELLERIANUM* A *LOPHOZIA ASCENDENS* A JEJICH CENOTICKÉ VAZBY

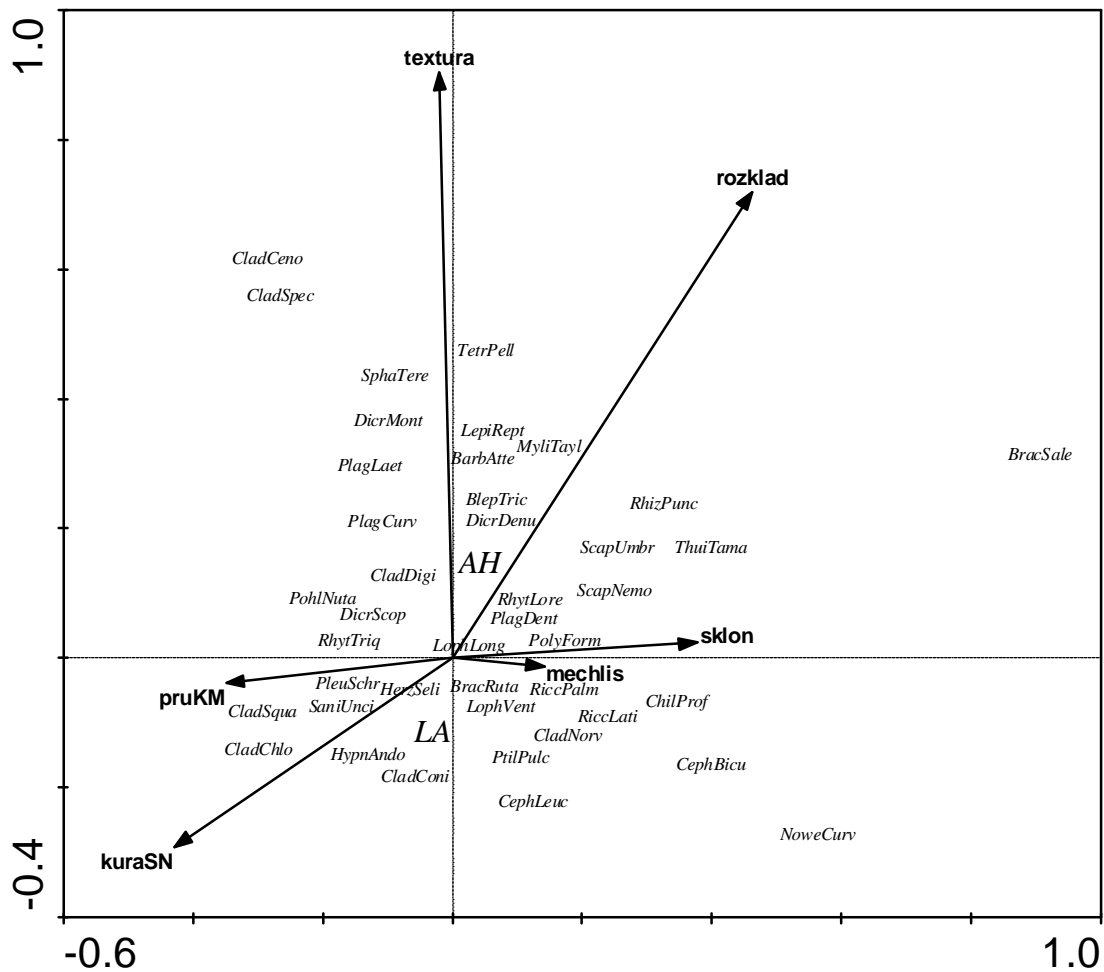
4.3.1 Snímkování kmenů ve velkých čtvercích

Obrázek 13 zobrazuje a shrnuje výsledky CCA (kanonické korespondenční analýzy) snímků. Statistická významnost závislosti druhového složení na proměnných byla testována Monte Carlo permutačním testem (999 permutací, $F = 3,867$; $p = 0,001$). Do modelu byly zahrnuty proměnné, které vyšly průkazně po použití *forward selection*. Tyto vybrané charakteristiky s hodnotami testových statistik a dosaženou hladinou významnosti jsou v Tab. 11.

Tab. 11. Proměnné vybrané metodou *forward selection* (Monte Carlo permutační test, 999 permutací).

proměnné zahrnuté do analýzy	použité zkratky proměnných	F-ratio	p
průměr kmene v místě snímku	pruKM	2,24	0,001
sklon snímku	sklon	2,74	0,001
množství mechorostů a lišejníků na kmeni	mechlis	3,83	0,001
pokryvnost kůry ve snímku	kuraSN	1,87	0,001
rozklad kmene	rozklad	6,34	0,001
textura kmene	textura	5,66	0,001
<hr/>			
proměnné nezahrnuté do analýzy			
množství kůry na kmeni	kuraKM	1,37	0,06
měkkost kmene	mekkost	1,04	0,37

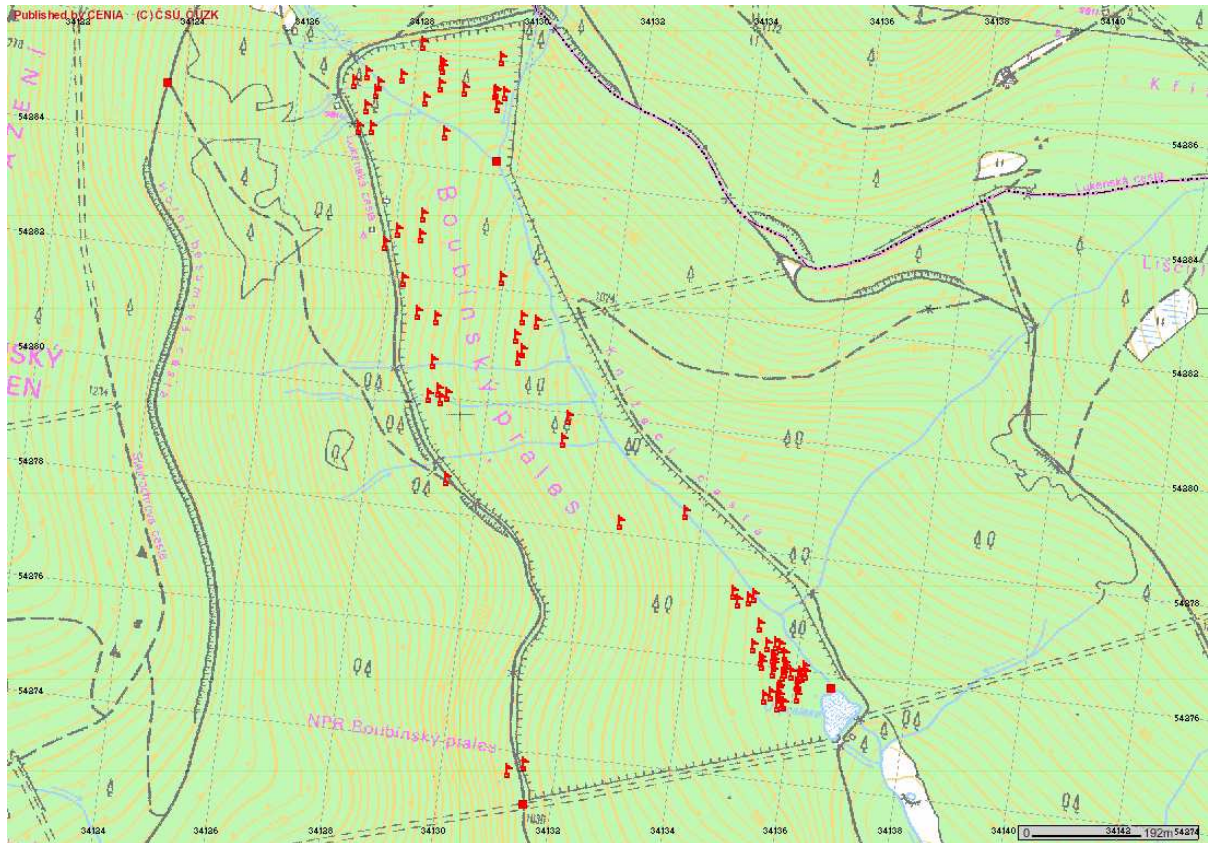
Z proměnných vybraných metodou *forward selection* má na druhové složení největší vliv rozklad a textura kmene. Přítomnost *Anastrophyllum hellerianum* je pozitivně korelována s rozkladem a texturou kmene, zatímco přítomnost *Lophozia ascendens* je s těmito parametry korelována negativně. Naopak pokryvnost kůry ve snímku je pozitivně korelována s přítomností *L. ascendens* a negativně s *A. hellerianum*. Ostatní parametry padlých kmenů (sklon, množství mechorostů a lišejníků na kmeni, průměr kmene) nemají vliv na výskyt *A. hellerianum* a *L. ascendens* na padlých kmenech.



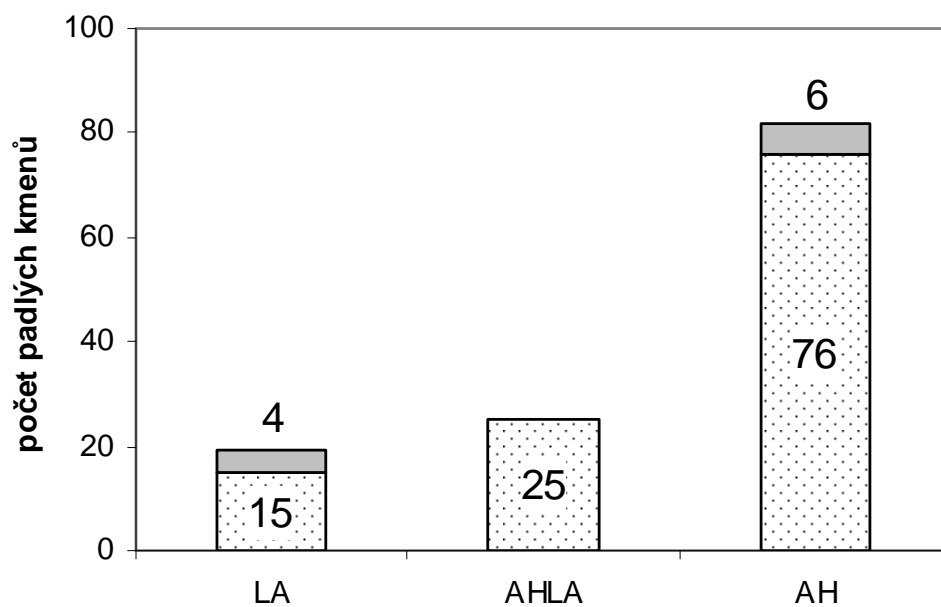
Obr. 13. CCA ordinační diagram – závislost druhového složení mechorostů a lišejníků na parametrech tlejících kmenů, AH = *Anastrophyllum hellerianum*, LA = *Lophozia ascendens*; první osa vysvětluje 2,7 % a druhá osa 2,3 % variability, $F = 3,867$; $p = 0,001$ (999 permutací); počet snímků 289.

4.3.2 Snímkování kmenů s *A. hellerianum* a *L. ascendens*

V Boubínském a Milešickém pralese bylo nalezeno 126 kmenů (pouze smrkových) s *A. hellerianum* nebo s *L. ascendens* (Obr. 14, 15). Průměrné hodnoty parametrů prostředí jsou uvedeny v Tab. 12. Sporofyt nebyl nalezen vůbec, tři perianty byly zaznamenány pouze u *L. ascendens* ve čtverci 20B, a to v dubnu až květnu. Druhy, které se nejčastěji vyskytují ve fytoocenologických snímcích s *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* jsou vypsány v Tab. 13, 14 a druhy, které se ve snímcích vyskytovaly 1 – 3 × jsou uvedeny v Tab. 15. Pokryvnost *A. hellerianum* se ve snímcích pohybuje od 0,5 % – 50 % (medián = 3,1 %; modus = 3,1 %) a pokryvnost *L. ascendens* od 0,5 % – 75 % (medián = 3,1%; modus = 1,6 %). Celková pokryvnost a pokryvnost kůry ve snímcích viz Tab. 16, stoprocentní pokryvnost kůry byla u snímků s *A. hellerianum* nalezena v 11 % případech a u *L. ascendens* ve 14 %. Sklon fytoocenologických snímků se pohybuje od 0 do 90°, z toho 48 % snímků je na vrchu kmene (= 0°).



Obr. 14. Rozšíření kmenů s *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* v Boubínském pralese.



Obr. 15. Počet kmenů, na kterých byly nalezeny *A. hellerianum* = **AH**, *L. ascendens* = **LA** nebo oba druhy současně = **AHLA**, šedivě vyznačeny kmeny v Milešickém pralese.

Tab. 12. Průměrné hodnoty parametrů prostředí \pm SD, *A. hellerianum* = **AH**, *L. ascendens* = **LA** nebo oba druhy současně = **AHLA**. AH + LA – n = 126, AH – n = 107, LA – n = 44.

	AH + LA	AH	LA
počet kmenů	126	107	44
světelný požitek [%]	17,9 \pm 6,1	17,6 \pm 6,0	19,3 \pm 6,4
průměr kmene [cm]	42,9 \pm 15,3	42,0 \pm 15,8	44,8 \pm 13,7
stupeň rozkladu	3,6 \pm 1,1	3,6 \pm 1,1	3,3 \pm 1,1
textura	2,4 \pm 1,6	2,4 \pm 1,6	2,2 \pm 1,7
měkkost [cm]	1,9 \pm 1,7	1,9 \pm 1,7	1,9 \pm 1,6
množství kůry na kmeni [%]	18,0 \pm 27,5	16,9 \pm 26,4	23,1 \pm 29,1
množství mech. a liš. na kmeni [%]	59,1 \pm 23,8	60,2 \pm 24,0	57,4 \pm 22,1

Tab. 13. Druhy nejčastěji se vyskytují ve fytoocenologických snímcích s *A. hellerianum*; M = mech, J = játrovka, L = lišejník; n = 107, celkový počet nalezených druhů 42.

	počet kmenů	průměrná pokryvnost [%] \pm SD
<i>Anastrophyllum hellerianum</i>	107 (100 %)	8,8 \pm 9,6
<i>Cladonia coniocraea</i> – L	79 (74 %)	19,8 \pm 16,8
<i>Dicranum scoparium</i> – M	69 (64 %)	9,4 \pm 14,4
<i>Herzogiella seligeri</i> – M	42 (39 %)	4,1 \pm 5,9
<i>Dicranodontium denudatum</i> – M	36 (34 %)	8,0 \pm 11,5
<i>Lophozia attenuata</i> – J	34 (32 %)	10,2 \pm 9,0
<i>Nowellia curvifolia</i> – J	29 (27 %)	8,9 \pm 10,4
<i>Cephalozia bicuspidata</i> – J	27 (25 %)	15,8 \pm 15,4
<i>Lepidozia reptans</i> – J	25 (23 %)	5,9 \pm 6,9
<i>Lophozia ascendens</i> – J	22 (21 %)	6,7 \pm 9,1
<i>Cladonia digitata</i> – L	21 (20 %)	11,4 \pm 12,4
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> – J	19 (18 %)	2,6 \pm 2,0
<i>Mylia taylorii</i> – J	15 (14 %)	3,9 \pm 4,0
<i>Cladonia norvegica</i> – L	15 (14 %)	5,7 \pm 4,6
<i>Sanionia uncinata</i> – M	13 (12 %)	3,6 \pm 3,7
<i>Chiloscyphus profundus</i> – J	12 (11 %)	5,1 \pm 7,2
<i>Tritomaria exsecta</i> – J	11 (10 %)	4,9 \pm 5,0

Tab. 14. Druhy nejčastěji se vyskytují ve fytoocenologických snímcích s *L. ascendens*; M = mech, J = játrovka, L = lišejník; n = 44, celkový počet nalezených druhů 35.

	počet kmenů	průměrná pokryvnost [%] \pm SD
<i>Lophozia ascendens</i> – J	44 (100 %)	8,9 \pm 12,8
<i>Dicranum scoparium</i> – M	34 (77 %)	7,9 \pm 8,4
<i>Cladonia coniocraea</i> – L	33 (75 %)	12,2 \pm 12,3
<i>Herzogiella seligeri</i> – M	27 (61 %)	5,8 \pm 7,7
<i>Anastrophyllum hellerianum</i> – J	22 (50 %)	7,2 \pm 10,0
<i>Chiloscyphus profundus</i> – J	14 (32 %)	5,7 \pm 6,4
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> – J	11 (25 %)	2,7 \pm 2,5
<i>Dicranodontium denudatum</i> – M	11 (25 %)	5,9 \pm 7,9
<i>Nowellia curvifolia</i> – J	10 (23 %)	9,6 \pm 9,0
<i>Lepidozia reptans</i> – J	9 (20 %)	4,6 \pm 4,8
<i>Sanionia uncinata</i> – M	8 (18 %)	2,2 \pm 2,1
<i>Cephalozia bicuspidata</i> – J	6 (14 %)	9,0 \pm 8,8
<i>Cladonia digitata</i> – L	5 (11 %)	3,9 \pm 5,0
<i>Dicranum montanum</i> – M	5 (11 %)	6,9 \pm 6,8
<i>Hypnum andoi</i> – M	5 (11 %)	11,9 \pm 12

Tab. 15. Druhy vyskytující se ve snímcích s *A. hellerianum* (n = 107) a *L. ascendens* (n = 44) pouze 1 – 3 ×; M = mech, J = játrovka, L = lišejník.

snímky s <i>A. hellerianum</i>	snímky s <i>L. ascendens</i>
	<i>Brachythecium rutabulum</i> – M
	<i>Brachythecium salebrosum</i> – M
	<i>Cephalozia leucantha</i> – J
<i>Cladonia cenotea</i> – L	
<i>Cladonia chloprophaea</i> – L	
	<i>Cladonia cornuta</i> – L
<i>Cladonia fimbriata</i> – L	
<i>Cladonia macilenta</i> – L	
	<i>Cladonia norvegica</i> – L
<i>Lophozia longiflora</i> – J	
	<i>Lophozia ventricosa</i> – J
<i>Micarea</i> sp. – L	
<i>Pohlia nutans</i> – M	<i>Pohlia nutans</i> – M
	<i>Ptilidium pulcherrimum</i> – J
<i>Rhizomnium punctatum</i> – M	<i>Rhizomnium punctatum</i> – M
<i>Riccardia latifrons</i> – J	
<i>Riccardia palmata</i> – J	
	<i>Scapania umbrosa</i> – J
<i>Taeniolella beschiana</i> – L	<i>Taeniolella beschiana</i> – L
	<i>Tetraphis pellucida</i> – M

Tab. 16. Celková pokryvnost, pokryvnost kůry a počet druhů ve snímcích.

<i>Lophozia ascendens</i>	průměr ± SD	min	max
celk. pokryvnost [%]	58,5 ± 23,5	15	100
pokryvnost kůry [%]	17,8 ± 34,8	0	100
počet druhů	6,7 ± 2,7	2	12
<i>Anastrophylum hellerianum</i>			
celk. pokryvnost [%]	64,3 ± 22,8	5	100
pokryvnost kůry [%]	15,5 ± 33,7	0	100
počet druhů	6,3 ± 2,4	2	14

5 DISKUZE

5.1 PRODUKCE GEM

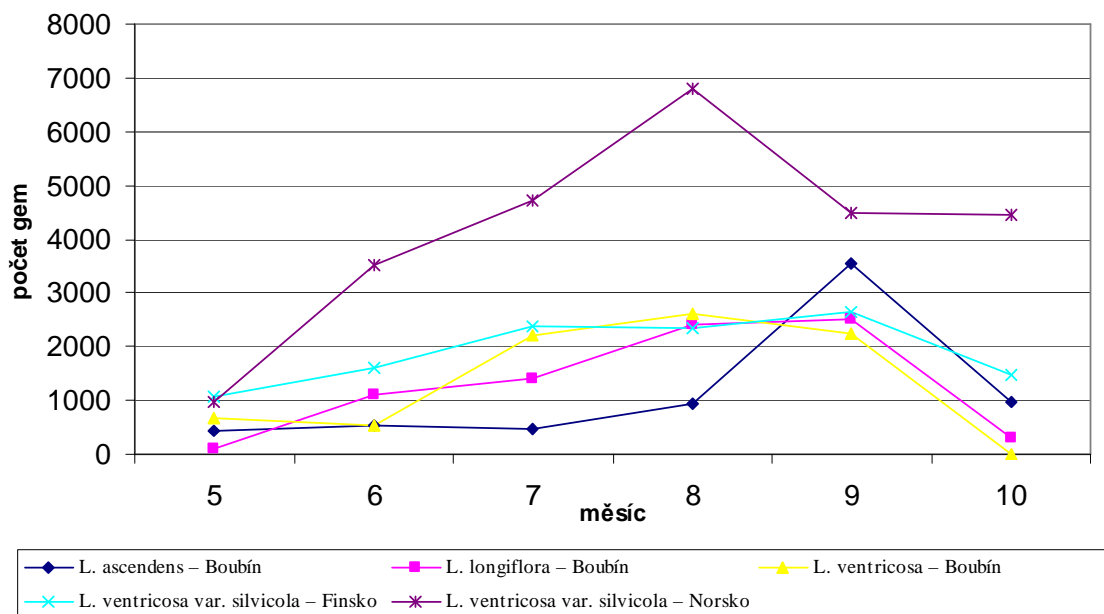
Lodyžky dvoudomé epixylické játrovky *Lophozia ascendens* byly po celou vegetační sezónu hojně gemiferní. Vzhledem k tomu, že tato játrovka nebývá často plodná, je možné nepohlavní rozmnožování považovat za efektivní náhradu pohlavního rozmnožování, které udržuje lokální kolonie.

Množství vyprodukovaných gem u *L. ascendens* je závislé na vegetační sezóně, u *Lophozia longiflora* a *L. ventricosa* je závislost na vegetační sezóně podobná. Obdobný trend v produkci gem byl pozorován i u *L. ventricosa* var. *silvicola* (Laaka-Lindberg 1999), ačkoliv závislost počtu gem na vegetační sezóně nebyla statisticky průkazná i přes viditelný rozdíl v počtu gem mezi měsíci.

Uvádí se, že *L. ascendens* má vysoké nároky na relativní vzdušnou vlhkost (Damsholt 2002), proto je možné usuzovat, že zvýšená produkce gem, která se zvyšuje až koncem srpna a je oproti *L. ventricosa* a *L. longiflora* asi o měsíc opožděna, souvisí se zvýšením relativní vlhkosti na studované lokalitě koncem léta. Relativní vzdušná vlhkost na meteorologické stanici Lenora (803 m. n. m) je nejnižší mezi květnem a červencem, koncem července začne vzrůstat a v září je ca o 7 % vyšší než v červenci (Tolasz et al. 2007).

Produkce gem mezi studovanými druhy *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* na Boubíně a *L. ventricosa* var. *silvicola* ve Finsku (Laaka-Lindberg & Heino 2001) se liší především na začátku sezóny (duben – červenec), počet gem na jednu lodyžku u finské *L. ventricosa* var. *silvicola* převyšuje *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* z Boubína 2 – 3 ×. V srpnu a září je produkce gem mezi finskou *L. ventricosa* var. *silvicola* a druhy z Boubína – *L. longiflora* a *L. ventricosa* téměř totožná, *L. ascendens* má opožděný nástup zvýšené produkce gem (viz výše). Produkce gem norské *L. ventricosa* var. *silvicola* je několikanásobně vyšší v průběhu vegetační sezóny než produkce gem *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* na Boubíně a finské *L. ventricosa* var. *silvicola* (Laaka-Lindberg 1999; srov. Obr. 16).

Pokud relativní vzdušná vlhkost ovlivňuje produkci gem, je možné, že norská *L. ventricosa* var. *silvicola* produkuje více gem v průběhu celé vegetační sezóny v porovnání s *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* z České republiky a finské *L. ventricosa* var. *silvicola*, protože v Norsku je oceánické podnebí, zatímco v České republice a ve Finsku je podnebí přechodné kontinentální-oceánické (Král 2001). Rozdíly v produkci gem začátkem sezóny u českých játrovek *L. longiflora* a *L. ventricosa* a finské *L. ventricosa* var. *silvicola* může být způsoben nezvykle suchým jarem 2007 v ČR. Menší měsíční rozdíly mezi relativní vzdušnou vlhkostí mohou být důvodem, proč nebyla produkce gem u norské a finské *L. ventricosa* var. *silvicola* v průběhu vegetační sezóny statisticky průkazná. Sezónní závislost tvorby nepohlavních propagačních částic byla prokázána i u mechů *Calymperes afzelii* Sw., *C. erosum* C. Muell. a *Syrrhopodon texanus* Sull. a je považována za adaptaci na klimatické podmínky v jejich areálech (Odu & Owotomo 1983, Reese 1984).



Obr. 16. Porovnání produkce gem v průběhu vegetační sezóny u *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* (Česká republika – Boubín), *L. ventricosa* var. *silvicola* (Finsko, Laaka-Lindberg 1999) a *L. ventricosa* var. *silvicola* (Norsko, Laaka-Lindberg & Heino 2001).

Průkazné rozdíly v produkci gem *L. ventricosa* var. *silvicola* mezi roky 1997 – 1999 byly dokázány (Laaka-Lindberg & Heino 2001), proto porovnávání počtu gem mezi druhy – *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* v průběhu vegetační sezóny vyžaduje delší pozorování než jeden rok, aby bylo možné eliminovat nepředpokládané výkyvy počasí.

Zajímavá je srovnatelně velká produkce gem *L. longiflora*, která bývá v klíčích (Damsholt 2002, Váňa 2005) považována za pouze občasně gemiferní, zatímco *L. ascendens* a *L. ventricosa* bývají gemiferní téměř vždy. Podle práce Söderströma (Söderström 1989) je *L. longiflora* také často nacházena gemiferní. Gemy *L. longiflora* (typ rostoucí na dřevě) jsou málo nápadné, proto se na první pohled může zdát, že lodyžky nejsou gemiferní.

5.2 KLÍČIVOST GEM

Nejvíce gem *L. ventricosa* var. *silvicola* (Laaka-Lindberg 1999, Laaka-Lindberg & Heino 2001) klíčilo začátkem vegetační sezóny (duben – 30 až 80 % vyklíčených gem), koncem sezóny byla klíčivost nízká (říjen – 2 až 19 % vyklíčených gem), zatímco klíčivost gem *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* na Boubíně byla nejnižší začátkem sezóny a postupně se zvyšovala. Některé druhy např. *Anastrophyllum hellerianum* nebo *Lophozia ascendens* pravděpodobně potřebují ke klíčení gem a spor větší vlhkost než vyžaduje následný růst gametofytu (Söderström & Heino 2005) a proto je možné, že sušší jaro 2007 zapříčinilo nestandardní průběh klíčení *L. ascendens*, *L. longiflora* a *L. ventricosa* na Boubíně v průběhu vegetační sezóny 2007. Opět by bylo lepší pozorovat klíčivost déle než jeden rok, aby bylo možné eliminovat nepředpokládané výkyvy počasí.

Modelování dynamiky produkce gem a jejich klíčivosti u *L. ventricosa* var. *silvicola* ukazuje, že klíčivost gem je ovlivněna přežíváním lodyžek, pokud je mortalita lodyžek v zimě nízká nebo je vysoká mortalita lodyžek v průběhu vegetační sezóny, produkce dormantních gem poklesne (Laaka-

Lindberg & Heino 2001). Prozatím není známo, zda dormantní gemy přežijí zimu a vyklíčí (Laaka-Lindberg & Heino 2001), ale v lesní půdě byly prokázány diaspory (není známo zda spory nebo gemy) *Lophozia* sp. a *Lophozia ventricosa*, které při kultivačních pokusech vyklíčily (Jonsson 1993).

5.3 ŠÍŘITELNOST

Gemy *Lophozia ascendens* jsou prakticky nerozeznatelné od gem ostatních zástupců stejného rodu, zejména na lokalitě se vyskytujících druhů *L. ventricosa* a *L. longiflora* (srov. Paton 1999; Damsholt 2002). Bohužel ani v umělých podmínkách se jejich tvar nedal spolehlivě rozeznat od drobných nečistot (zrnka prachu, písku atd.). Proto byl pro pokus použit jen druh s nápadnými gemami – *Anastrophyllum hellerianum*.

Výsledky ukazují, že gemy *Anastrophyllum hellerianum* jsou schopné se šířit na větší vzdálenosti (viz Tab. 10). Ke stejným závěrům dospěla práce Pohjamo et al. (2006). Oproti tomu gemy mechu *Tetraphis pellucida* (40 μm ; Smith 2004) se v laboratorních podmínkách šířily pouze do vzdálenosti dvou metrů od kolonie (Kimmerer 1991). Pro šíření gem nebo spor je důležitá jejich velikost, experimentálně bylo zjištěno, že spory o velikosti 8 – 12 μm jsou schopné se pomocí vzdušných proudů šířit až na vzdálenost 19000 km, zatímco spory o velikosti 28 μm se šíří pouze do vzdálenost 320 km (Longton & Schuster 1983). Šíření rozmnožovacích částic pomocí větru je také ovlivněno typem krajiny a hustotou porostu (v otevřené krajině se rozmnožovací částice šíří lépe; Onziga et al. 2004).

Rostliny *A. hellerianum* a *L. ascendens* se nacházejí roztroušeně po celém Boubínském pralese (Obr. 14), přitom sporofyty nebyly během sezóny nalezeny ani u jednoho z druhů. Je možné předpokládat, že nejen spory, ale i gemy jsou schopné se šířit na větší vzdálenosti pomocí vzdušných proudů. Pravděpodobně nemůže být vyloučena občasná tvorba sporofytů, proto důkazem šíření studovaných rostlin pomocí vegetativních útvarů na větší vzdálenosti by bylo pouze prokázání jejich genetické invariability v Boubínském pralese. Gemy *L. ascendens* jsou ca o 8 – 10 μm větší, což pravděpodobně snižuje jejich schopnost se šířit v porovnání s *A. hellerianum* (viz výše), ale přesto *L. ascendens* je rozšířena po celém Boubínském pralese jako *A. hellerianum*. Přijatelným vysvětlením pro šíření na větší vzdálenost je šíření pomocí animálního vektoru (Kimmerer & Young 1995, Korpelainen et al. 2005, Parsons et al. 2007), kde pravděpodobně nezáleží na velikosti gem. V našich zeměpisných šířkách by gemy mohly být rozšiřovány drobnými hlodavci, roztoči nebo hmyzem, např. mravenci, kteří podle předběžných výsledků, jsou schopni gemy *A. hellerianum* rozšířit až na vzdálenost 30 m (Korpelainen et al. 2005). Dalším způsobem, jak se šířit na větší vzdálenosti může být šíření pomocí vodních proudů při a po dešti, gemy se pomocí dešťových kapek lépe uvolňují a mohou se šířit až do vzdálenosti 500 m (Pohjamo et al. 2006).

5.4 PARAMETRY PROSTŘEDÍ OVLIVŇUJÍCÍ VÝSKYT ANASTROPHYLLUM HELLERIANUM A LOPHOZIA ASCENDENS A JEJICH CENOTICKÉ VAZBY

Podle práce Průši (Průša 1985) bylo v osmdesátých letech v Boubínském pralese ca 400 padlých kmenů smrku. Recentně bylo *A. hellerianum* nalezeno na 100 padlých smrkových kmenech a *L. ascendens* na 40 padlých smrkových kmenech. Výskyt *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* v rezervaci je vázán na výskyt padlých smrkových kmenů, v jihozápadní části rezervace je převážně mladý

bukový porost a popadaných smrkových kmenů je zde minimum, proto se zde studované druhy téměř nevyskytují (Obr. 14).

Podle norské studie *A. hellerianum* preferuje velmi velké kmeny (Söderström 1988b), naopak ve finské studii bylo *A. hellerianum* nalezeno na 38 % padlých kmenech, jejichž průměr byl menší než 5 cm (Lindberg et al. 2005). V Boubínském pralese byly *A. hellerianum* a *L. ascendens* nalezeny na kmenech širokých průměrně 40 cm (tj. 55 % kmenů s *A. hellerianum* bylo širokých 20 – 40 cm, 40 % s *L. ascendens*). Preference velkých kmenů souvisí pravděpodobně s jejich přítomností na studovaném území. V osmdesátých letech bylo v Boubínském pralese napočítáno ca 100 padlých kmenů s průměrem větším než 50 cm a ca 300 kmenů s průměrem 10 – 40 cm (Průša 1985).

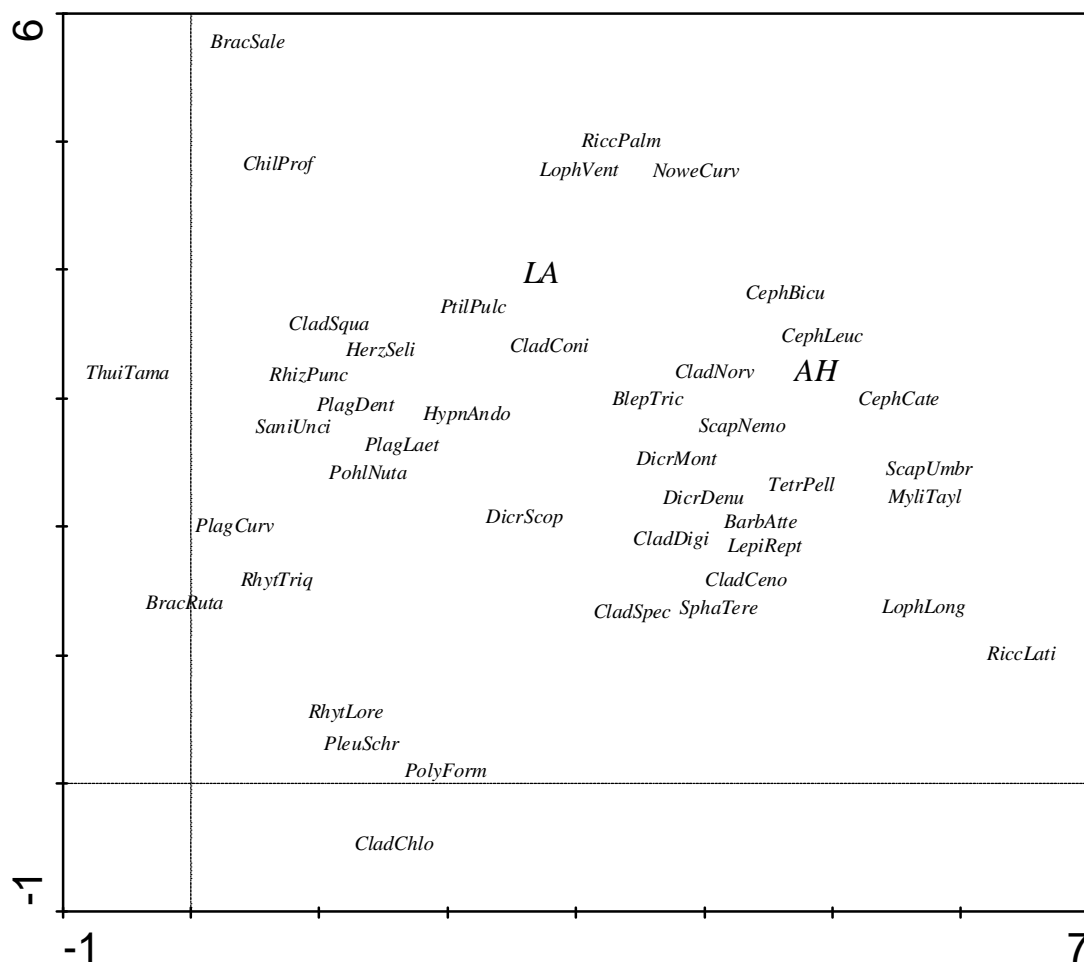
Drobné játrovky se vyskytují převážně na stranách kmenů, kde je nižší konkurence pleurokarpních mechů (Jansová & Soldán 2006). *A. hellerianum* a *L. ascendens* se na Boubíně vyskytovaly převážně na svrchní části klád, ale ne v doprovodu pleurokarpních mechů. Nejčastějšími druhy doprovázejícími *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* byly převážně drobné játrovky (Tab. 13, 14), které pravděpodobně nejsou konkurenčně zdatné v porovnání s pleurokarpními mechy. Z mechů se nejčastěji ve snímcích vyskytovaly *Dicranum scoparium*, *Herzogiella seligeri*, *Dicranodontium denudatum*, *Sanionia uncinata*, *Dicranum montanum* a *Hypnum andoi*. Je pravděpodobné, že fytoecologické snímky 10 × 10 cm nejsou dostatečně homogenní pro snímkování tak drobných játrovek jako je *A. hellerianum* a *L. ascendens*, a proto se v nich tak často vyskytují mechorosty, které podle mého vlastního pozorování většinou nerostly v těsné blízkosti *A. hellerianum* nebo *L. ascendens*. Podíváme-li se na DCA analýzu (Obr. 17), která kombinuje data ze snímků *A. hellerianum*, *L. ascendens* a snímků z velkých čtverců 10 × 10 m, uvidíme v blízkosti *A. hellerianum* a *L. ascendens* jen drobné játrovky nebo lišejníky (*Cladonia coniocraea* a *Cladonia norvegica*), mezi jejichž šupinami často rostlo *A. hellerianum*. Podle Dierßen (Dierßen 2001) oba studované druhy patří do asociace *Riccardio-Scapanietum umbrosae* Philippi 1965 (svaz *Nowellion curvifoliae* Philippi 1965).

Dalším zajímavým zjištěním je, že *A. hellerianum* a *L. ascendens* roste na Boubíně na kůře padlých kmenů (*A. hellerianum* v 11 % případů, *L. ascendens* ve 14 %) i přes to, že jsou oba druhy považovány za epixylické specialisty (Söderström 1988b, Dierßen 2001), kteří zpravidla kolonizují kmeny až po opadu většího množství kůry. I Söderström (1988b) však zaznamenal *A. hellerianum* a *L. ascendens* rostoucí přímo na kůře, ale ojediněle. Růst *A. hellerianum* a *L. ascendens* na kůře je možné vysvětlit jako „důmyslný“ způsob kolonizace, kdy spora nebo gema *A. hellerianum* a *L. ascendens* může vytvořit drobnou kolonii na kmeni s kůrou, protože hladké kmeny jsou kolonizovány hůře než kmeny s kůrou (Söderström 1988b), která je hrubší a v jejích spárách se může déle udržet vlhkost potřebná pro klíčení. Drobná kolonie může na kmeni s kůrou přežívat a postupem času se pomocí velkého množství gem šířit na drobné plošky bez kůry, které se na kmeni začínou vytvářet.

Rozdílná preference ve stupních rozkladu a textuře kmenů u *A. hellerianum* a *L. ascendens* (Obr. 13) pravděpodobně není směrodatná, protože do analýzy CCA bylo zahrnuto pouze v 5 fytoecologických snímcích *A. hellerianum* a 6 snímků *L. ascendens* (ve čtvercích 10 × 10 m se studované druhy vícekrát nevyskytovaly). Podíváme-li se na popisná data ze snímků *A. hellerianum* a *L. ascendens* z celého Boubína, byly oba druhy nacházeny na kmenech ve stupních rozkladu 2 – 7 a na

kmenech s texturou 2 – 6, k velice podobným hodnotám dospěla práce Söderström (1989). Pozitivní informací je hojný výskyt *A. hellerianum* a *L. ascendens* v Boubínském pralesa, který ještě minulý rok nebyl znám, proto je možné navržení lepší metodiky za účelem zkoumání ekologických požadavků *A. hellerianum* a *L. ascendens*. Navrhovaná metodika: a) vytyčit si čtverec o velikosti 100 × 100 m, u všech kmenů stanovit parametry – stupeň rozkladu, textura atd. a na každém kmenu ve čtverci pořídít fytoecologické snímky (viz současnou metodiku, kap. 3.3.1); b) ve čtverci 100 × 100 m stanovit úspěšnost kolonizace *A. hellerianum* a *L. ascendens* (viz Laaka-Lindberg 1999, Lindberg et al. 2005) – zaznamenat všechny kolonie a jejich velikost na kmenech, a pak přepočítat úspěšnost kolonizace na potenciální plochu; c) porovnávat druhové složení kmenů stejného stupně rozkladu – od každého stupně rozkladu 2 až 3 kmeny s *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* a kmeny bez těchto druhů.

Je pravděpodobné, že velký vliv na výskyt *A. hellerianum* a *L. ascendens* má množství srážek v průběhu celého roku a relativní vzdušná vlhkost, některé druhy např. *Anastrophyllum hellerianum* potřebují ke klíčení gem a spor větší vlhkost, než vyžaduje následný růst gametofytu, a proto se v suchých letech *A. hellerianum* vyskytuje méně častěji (Söderström & During 2005).



Obr. 17. DCA ordinační diagram snímků s *A. hellerianum* = AH, *L. ascendens* = LA a snímků z velkých čtverců 10 × 10 m.

6 ZÁVĚR

Počet gem u *L. ascendens* se pohyboval od 0 do 17 000 gem na jednu lodyžku, průměrný počet gem, který vyprodukuje jedna lodyžka, se liší v průběhu vegetační sezóny – začátkem vegetační sezóny ca 400 gem, koncem sezóny ca 3 500 gem. U všech tří sledovaných druhů *Lophozia ascendens*, *L. ventricosa* a *L. longiflora* byla prokázána závislost mezi množstvím vyprodukovaných gem a vegetační sezónou – produkce gem je začátkem sezóny nižší a ke konci sezóny se zvyšuje. Množství vyprodukovaných gem se mezi sledovanými druhy neliší, jen průběh produkce gem. Průběh produkce gem *L. ascendens* se v průběhu sezóny liší od průběhu produkce gem *L. ventricosa* a *L. longiflora*. *L. longiflora* a *L. ventricosa* produkují vyšší počet gem mezi červnem a srpnem, zatímco *L. ascendens* produkuje vyšší počet gem až od srpna do října.

Úspěšnost klíčení se u pozorovaných druhů mezi sebou nelišila, v průběhu vegetační sezóny se zvyšovala, nejnižší byla začátkem vegetační sezóny, nejvyšší v srpnu a září (50 – 70 % vyklíčených gem), v říjnu se poněkud snížila (30 – 60 % vyklíčených gem).

Experimentálně bylo zjištěno, že gemy *Anastrophyllum hellerianum* jsou schopné se šířit na větší vzdálenosti. V přirozených podmínkách (les) nebyla prokázána závislost počtu spadných gem na vzdálenosti od zdroje – do vzdálenosti 105 cm od zdroje napadalo 0,2 % gem ze zdrojové kolonie. V umělých podmínkách (otevřená krajina) byla závislost na vzdálenosti jen nevýrazná – do vzdálenosti 105 cm od zdroje napadalo 4 % gem ze zdrojové kolonie. Pokus v umělých podmínkách byl vyzkoušen i s *Lophozia ascendens*, ale bohužel ani v umělých podmínkách se tvar gem nedal spolehlivě rozeznat od drobných nečistot (zrnka prachu, písku atd.).

A. hellerianum nebo s *L. ascendens* byly zaznamenány na studované lokalitě výhradně na padlých smrkových kmenech. Druhy, které se nejčastěji vyskytují ve fytoecologických snímcích s *A. hellerianum* nebo *L. ascendens* jsou převážně drobné játrovky, které nejsou tak konkurenčně zdatné jako pleurokarpní mechy. Nejčastěji se oba druhy nacházely na kmenech se stupněm rozkladu 3 – 4 a texturou 2 – 3.

7 LITERATURA

- Albrecht J. et al. (2003): Českobudějovicko. – In: Mackovčín P. & Sedláček M. (eds.), Chráněná území ČR, svazek VIII. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Andersson L. I. & Hytteborn H. (1991): Bryophytes and decaying wood: A comparison between managed and natural forest. – *Holarctic Ecol.* 14: 121–130.
- Bufková I. & Žíla V. (2003): Cévnaté rostliny. – In: Dudák V. (ed.), Šumava – příroda, historie, život, p. 213–233, Baset, Praha.
- Damsholt K. (2002): Illustrated flora of Nordic liverworts and hornworts. – Nordic Bryological Society, Lund.
- Demek J. et al. (1965): Geomorfologie českých zemí. – ČSAV, Praha.
- Dierßen K. (2001): Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. – *Bryophytorum Bibliotheca* 56, Stuttgart.
- Duckett J. G. & Renzaglia K. S. (1993): The reproductive biology of the liverwort *Blasia pusilla* L. – *J. Bryol.* 17: 541–552.
- Duda J. & Váňa (1968 – 1970): Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei II – VI – Čas. Slezs. Mus., Ser. A 17 (1968a): 29–40; 17 (1968b): 89–114; 18 (1969a): 21–52; 18 (1969b): 105–128; 19 (1970a): 65–93.
- Duda J. & Váňa (1970): Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei (VII). – Čas. vlast. Spol. muz. 60: 17–30.
- Duda J. & Váňa (1970 – 1975): Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei VIII – XVIII. – Čas. Slezs. Mus., Ser. A 19 (1970b): 161–187; 20 (1971a): 31–57; 20 (1971b): 97–119; 21 (1972a): 49–72; 21 (1972b): 159–182; 22 (1973a): 1–23; 22 (1973b) 97–118; 23 (1974a): 17–36; 23 (1974b): 153–172; 24 (1975a): 63–82; 24 (1975b): 169–187.
- Duda J. & Váňa (1976 – 1978): Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei XIX – XXIV. – Čas. Slezs. Muz., Ser. A 25 (1976a): 27–50; 25 (1976b): 97–117; 26 (1977a): 35–54; 26 (1977b): 97–114; 27 (1978a): 17–30; 27 (1978b): 97–112.
- Duda J. & Váňa (1979 – 1992): Rozšíření játrovek v Československu XXV – LXIII. – Čas. Slezs. Muz., Ser A 28 (1979a): 15–31; 28 (1979b): 111–128; 29 (1980a): 65–79; 29 (1980b): 97–112; 29 (1980c): 223–236; 30 (1981a): 1–16; 30 (1981b): 113–127; 30 (1981c): 193–209; 31 (1982a): 23–37; 31 (1982b): 113–128; 31 (1982c): 215–228; 32 (1983a): 23–35; 32 (1983b): 97–109; 32 (1983c): 215–231; 33 (1984a): 1–16; 33 (1984b): 133–151; 33 (1984c): 217–232; 34 (1985a): 1–20; 34 (1985b): 109–192; 34 (1985c): 203–217; 35 (1986a): 21–30; 35 (1986b): 97–116; 35 (1986c): 205–218; 36 (1987a): 1–26; 36 (1987b): 109–123; 36 (1987c): 219–239; 37 (1988a): 17–32; 37 (1988b): 97–113; 37 (1988c): 217–230; 38 (1989a): 17–31; 38 (1989b): 97–115; 38 (1989c): 209–224; 39 (1990a): 23–37; 39 (1990b): 113–132; 39 (1990c): 193–205; 40 (1991): 29–44; 41 (1992a): 41–54; 41 (1992b): 113–125; 41 (1992c): 205–216.
- Duda J. & Váňa J. (1984): Rozšíření játrovek v Československu – XXXIX. – Čas. Slezs. Muz., Ser. A, 33: 1–16.

- Duda J. & Váňa J. (1989): Rozšíření jätrovek v Československu – LVI. – Čas. Slezs. Muz., Ser. A, 38: 209–224.
- Duda J. & Váňa (1993): Rozšíření jätrovek v České republice a ve Slovenské republice – LXIV. – Čas. Slezs. Muz., Ser A 42: 13–19.
- Duda J. & Váňa (1996): Rozšíření jätrovek v České republice a ve Slovenské republice – LXV. – Čas. Slezs. Muz., Ser A, 44: 263–280.
- During H. I. (1979): Life strategie of Bryophytes: a preliminary review. – Lindbergia 5: 2–18.
- Evans A. S. & Cabin R. J. (1995): Can dormancy affect evolution of post-germination traits? The case of *Lesquerella fendleri*. – Ecology 76: 344–356.
- Frazer G. W., Canham C. D. & Lertzman, K. P. (1999): Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. – Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Holá E. & Kučera J. (2006a): *Anastrophyllum hellerianum*. – In: Kučera J. (ed.), Zajímavé bryofloristické nálezy VIII., p. 47–53, Bryonora 38.
- Holá E. & Kučera J. (2006b): *Harpanthus scutatus*. – In: Kučera J. (ed.), Zajímavé bryofloristické nálezy VIII., p. 47–53, Bryonora 38.
- Holá E. & Kučera J. (2006c): *Buxbaumia viridis*. – In: Kučera J. (ed.), Zajímavé bryofloristické nálezy VIII., p. 47–53, Bryonora 38.
- Holá E. (2007a): Zpráva o průběhu bryologického průzkumu pro NP Šumava. – Ms. [Depon. in: Správa NP a CHKO Šumava Kašperské Hory, Kašperské Hory].
- Holá E. (2007b): Intenzivní monitoring *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. v NPR Boubínský prales pro rok 2007. – Ms. [Depon. in: AOPK, Praha].
- Hallingbäck T. & Hodgetts N. (compilers) (2000): Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes. – IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Hradílek Z. (1999): Epixylické mechorosty a jejich substrát. – In: Vrška T. (ed.), Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech, p. 87–98, Sborník příspěvků ze semináře, Správa NP Podyjí.
- Hradílek Z. (2002): Poznámky k výskytu *Hypnum imponens* Hedw. v České republice. – Bryonora 30: 1–2.
- Hyatt L. A. & Evans A. S. (1998): Is decreased germination fraction associated with risk of sibling competition? – Oikos 83: 29–35.
- Jansová I. & Soldán Z. (2006): The habitat factors that affect the composition of bryophyte and lichen communities on fallen logs. – Preslia 78: 67–86.
- Ježek V. (1959): Mechy státní přírodní rezervace Boubínský prales. – Ochr. Přír. 14: 42–49.
- Jonsson B. G. & Söderström L. (1988): Growth and reproduction in the leafy hepatic *Ptilidium pulcherrimum* (G. Web.) Vainio during a 4-year period. – J. Bryol. 15: 315–325.

- Jonsson B. G. (1993): The bryophyte diaspore bank and its role after small-scale disturbance in a boreal forest. – *J. Veg. Sci.* 4: 819–826.
- Kimmerer R. W. (1991): Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida* II. Differential success of sexual and asexual propagules. – *Bryologist* 94: 284–288.
- Kimmerer R. W. (1994): Ecological consequences of sexual versus asexual reproduction in *Dicranum flagellare* and *Tetraphis pellucida*. – *Bryologist* 97: 20–25.
- Korpelainen H., Pohjamo M. & Laaka-Lindberg S. (2005): How efficiently does bryophyte dispersal lead to gene flow? – *J. Hattori Bot. Lab.* 97: 195–205.
- Král V. (2001): Fyzická geografie Evropy. – Academia, Praha.
- Kubinská A., Janovicová K. & Šoltés R. (2001): Aktualizovaný zoznam pečeňoviek, rožtekov a machov Slovenska. – *Bryonora* 28: 4–10.
- Kučera J., Buriová B., Plášek V., Váňa J. & Zmrhalová M. (2004): Bryophytes of the glacial cirques in the Giant Mountains and Hrubý Jeseník Mts. (the Czech Republic). – In: Šturma J., Mazurski K. R., Palacki A. & Potocka J. (eds.), *Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník Mezinárodní Vědecké Konference, Szklarska Poroba*, p. 170–184, Opera Corcontica 41.
- Kučera J. & Váňa J. (2005): Seznam a červený seznam mechorostů České republiky. – *Příroda* 23: 1–102.
- Kučera J. (ed.) (2004 – 2008): *Mechorosty České republiky – on-line klíče, popisy a ilustrace* [<http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/klic/>].
- Laaka S. (1992): The threatened epixylic bryophytes in old primeval forests in Finland. – *Biol. Conserv.* 59: 151–154.
- Laaka S. (1993): Diversity and composition of epixylic bryophyte communities in Finland. – Thesis, University of Helsinki. [non vidi]
- Laaka-Lindberg S. (1999): Asexual reproduction in a population of a leafy hepatic species *Lophozia silvicola* Buch in central Norway. – *Plant Ecol.* 141: 137–144.
- Laaka-Lindberg S. (2000): Substrate preference and reproduction in *Lophozia silvicola* (*Hepaticopsida*) in southern Finland. – *Ann. Bot. Fennici* 37: 85–93.
- Laaka-Lindberg S. (2001): Biomass allocation to sexual and asexual reproduction in a leafy hepatic *Lophozia silvicola* Buch. – *J. Bryol.* 23: 3–8.
- Laaka-Lindberg S. (2005): Reproductive phenology in the leafy hepatic *Lophozia silvicola* Buch in southern Finland. – *J. Bryol.* 27: 253–259.
- Laaka-Lindberg S., Hedderson T. A. J. & Longton R. E. (2000): Rarity and reproductive characters in the British Hepatic flora. – *Lindbergia* 25: 75–81.
- Laaka-Lindberg S. & Heino M. (2001): Clonal dynamics and evolution of dormancy in the leafy hepatic *Lophozia silvicola*. – *Oikos* 94: 525–532.
- Laaka-Lindberg S. & Pohjamo M. (2001): Population and reproductive ecology of hepatics. – *Lammi Notes* 28: 17.
- Laaka-Lindberg S., Korpelainen H. & Pohjamo M. (2003): Dispersal of asexual propagules in bryophytes. – *J. Hattori Bot. Lab.* 93: 319–330.

- Laaka-Lindberg S., Pohjamo M. & Korpelainen H. (2005): Niche breadth and niche overlap in three epixylic hepatics in a boreal old-growth forest, southern Finland. – *J. Bryol.* 27: 119–127.
- Lepš J. (1996): Biostatistika. – skripta JČU BF, České Budějovice.
- Longton R. E. & Schuster R. M. (1983): Reproductive biology. – In: Schuster R. M. (ed.), *New manual of bryology*, vol 1., p. 386–462, Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Longton R. E. (1992): Reproduction and rarity in British mosses. – *Biol. Conserv.* 59: 89–98.
- Mikulášková E., Berka T., Holá E., Košnar J., Kubešová S., Marková I., Mudrová R. & Musil Z. (2007): Mechorosty zaznamenané v průběhu 20. podzimního setkání Bryologicko-lichenologické Sekce v NP Šumava. – *Bryonora* 40: 14–427.
- Nehira K. (1988): Germination and protonemata. – In: Glime J. M. (ed.), *Methods in bryology*, p. 113–117, Proc. Bryol. Meth. Workshop, Mainz. Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Ódor P. & Van Hees A. F. M. (2004): Preferences of dead wood inhabiting bryophytes for decay stage, log size and habitat types in Hungarian beech forests. – *J. Bryol.* 26: 79–95.
- Odu E. A. & Owotomo O. O. (1982): Periodic production of gemmiferous leaves in two West Tropical African *Calymperes* species: *C. afzelii* Sw. and *C. erosum* C.Muell. – *Bryologist* 85: 239–242.
- Ozinga W.A., Bekker R.M., Schaminée J.H.J. & Van Groenendael J.M. (2004): Dispersal potential in plant communities depends on environmental conditions. – *J. Ecol.* 92:767–777.
- Parsons J. G., Cairns A, Johnson C. N., Rondon S. K. A., Shilton L. A. & Westcott D. A. (2007): Bryophyte dispersal by flying foxes: a novel discovery. – *Oecologia* 152:112–114.
- Paton J. A. (1999): *The liverwort flora of the British Isles*. – Harley Books, Colchester.
- Pohjamo M. & Laaka-Lindberg S. (2003): Reproductive modes in a leafy hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. – *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 6: 159–168.
- Pohjamo M. & Laaka-Lindberg S. (2004): Demographic population structure in the leafy hepatic *Anastrophyllum hellerianum* (Nees ex Lindenb.) R. M. Schust. – *Plant Ecol.* 170: 73–481.
- Pohjamo M., Laaka-Lindberg S., Ovaskainen O. & Korpelainen H. (2006): Dispersal potential of spores and asexual propagules in the epixylic hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. – *Evol. Ecol.* 20: 415–430.
- Reese W. D. (1984): Reproductivity, fertility and range of *Syrrophodon texanus* Sull. (*Musci; Calymperaceae*), a North American endemic. – *Bryologist* 87: 217–222.
- Průša E. (1985): *Die böhmischen und mährischen Urwälder, ihre Struktur und Ökologie*. – Academia, Praha.
- Průša E. (1990): *Přirozené lesy*. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Quinn G. P. & Keough M. J. (2002): *Experimental design and data analysis for biologists*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Shaw A. J. (2000): Population ecology, population genetics, and microevolution. – In: Shaw A. J. & Goffinet B. (eds), *Bryophyte biology*, p. 369–402, Cambridge University Press, Cambridge.
- Schlüsslmayr G. (2005): *Soziologische moosflora des südöstlichen Oberösterreich*. – Upper Austrian Museum, Linz.
- Smith A. J. E. (2004): *Moss flora of Britain and Ireland*. – Cambridge University Press, Cambridge.

- Sofron J. (2001): Nástin fyto geografie Šumavy se zaměřením na národní park. – In: Neuhäuslová (ed.), Mapa potenciální přirozené vegetace NP Šumava, p. 26–28, Silva Gabreta, Supplementum 1.
- Sova P. (2006): Population ecology of a leafy liverwort *Jungermannia caespiticia* Lindenb. in the Czech Republic – Thesis, University of South Bohemia.
- Söderström L. (1988a): The occurrence of epixylic bryophyte and lichen species in an old natural and a manager forest stand in northeast Sweden. – Biol. Conserv. 45: 169–178.
- Söderström L. (1988b): Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. – Nordic J. Bot. 8: 89–97.
- Söderström L. & Jonsson B. G. (1989): Spatial pattern and dispersal in the leafy hepatic *Ptilidium pulcherrimum*. – J. Bryol 15: 793–802.
- Söderström L. (1989): Regional distribution patterns of bryophyte species on spruce logs in Northern Sweden. – Bryologist 92: 349–355.
- Söderström L. (1993): Substrate preference in some forest bryophytes: a quantitative study. – Lindbergia 18: 98–103.
- Söderström L. (2006): Conservation biology of bryophytes. – Lindbergia 31: 24–32.
- Söderström L., Urmi E. & Váňa J. (2002): Distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia. – Lindbergia 27: 3–47.
- Söderström L. & During H. I. (2005): Bryophyte rarity viewed from the perspectives of life history strategy and metapopulation dynamics. – J. Bryol. 27: 261–268.
- StatSoft Inc. (2001): STATISTICA (data analysis software systém), version 6. [www.statsoft.com].
- Sundberg S. & Rydin H. (2000): Experimental evidence for a persistent spore bank in *Sphagnum*. – New Phytol. 148: 105–116.
- Sundberg S. (2005): Larger capsules enhance short-range dispersal in *Sphagnum*, but what happens further on? – Oikos 108: 115–124.
- Svoboda M. (2007): Tlející dřevo – jeho význam a funkce v horském smrkovém lese. In: Dvořák L., Šustr P. & Braun V. (eds), Aktuality šumavského výzkumu III, p. 115–118, Správa NP a CHKO Šumava.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (2002): CANOCO 4.5 – CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows. User's Guide. – Biometrics, Wageningen.
- Tolazs R. (ed.) (2007): Atlas podnebí Česka. – Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, Olomouc.
- Vacínová I. & Soldán Z. (1997): Epixylické a epifytické mechorosty NPR Žofínský prales – předběžné výsledky. – Příroda 10: 49–56.
- Váňa J. 2005. *Lophozia*ceae. – In: Kučera J. (ed.), Mechorosty České republiky – on-line klíče, popisy a ilustrace [http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/klic/].
- Vellak K. & Paal J. (1999): Diversity of bryophyte vegetation in some forest types in Estonia: a comparison of old unmanaged and managed forests. – Biodiversity and Conservation 8: 1595–1620.

- Vězda A. & Liška J. (1999): Katalog lišejníků české republiky. – Institute of Botany Academy of Science of the Czech Republic, Průhonice.
- Vyhnálek V. (ed.) (2003): Přírodní rezervace Milešický prales – Biologický průzkum, EIA SERVIS s.r.o. Č. Budějovice.
- Wiklund K. (2002): Substratum preference, spore output and temporal variation in sporophyte production of the epixylic moss *Buxbaumia viridis*. – J. Bryol. 24: 187–195.
- Wirth V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs I., II. Ed. 2. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Zanten B. O. van (1978): Experimental studies on trans-oceanic long-range dispersal of moss spores in the Southern Hemisphere. – J. Hattori Bot. Lab., 44: 455–482.
- Zanten B. O. van & Pócs T. (1981): Distribution and dispersal of bryophytes. – Adv. Bryol. 1: 479–562.
- Zmrhalová M. (2004): *Anastrophyllum hellerianum*. – In: Kučera J. (ed.), Zajímavé bryofloristické nálezy VI., p. 26–33, Bryonora 36.