

Biologická fakulta Jihočeské univerzity



Bakalářská práce:

**ANALÝZA ANATOMICKÉ VARIABILITY JEHLIC U DRUHŮ
A HYBRIDŮ RODU *PINUS* V RŮZNÝCH TYPECH
RAŠELINNÝCH BIOTOPŮ**

Vypracovala: Alena Schusserová

Vedoucí práce: Milan Štech, Ph. D.

České Budějovice, 2000

Schusserová A. (2000):

Analýza anatomické variability jehlic u druhů a hybridů rodu *Pinus*
v různých typech rašelinných biotopů

[Analysis Of Variability Of Needle Anatomy Among Species And Hybrides Of *Pinus*
Genera On Different Types Of Peatbogs, Bc. Thesis, in Czech]

Anotace:

There are some anatomic differences in needles morphology and anatomy among *Pinus* species. This study wants to:

- 1) compare variability of characters (number of resin ducts and form of cross-cut) among *P. rotundata* Link., *P. mugo* Turra., *P. sylvestris* L. and their hybrids
- 2) judge utilization of this characters by identification of the pine trees
- 3) compare needle anatomy of pine trees among permanent areas on selected peatbogs

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, 26. 4. 2 000

Schusserová A.
.....

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat své rodině a přátelům za zázemí a pomocnou ruku, jež mi poskytují.

Chtěla bych poděkovat svým nepřítelům za to, že mě nutí měnit pohled.

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Druhy a hybridy r. <i>Pinus</i> v rašelinných biotopech ve střední Evropě	2
2. 1. Stručná charakteristika	2
2. 2. Morfologie a anatomie jehlic	4
2. 3. Hybridizace	4
2. 4. Rašelinné biotopy s borovými porosty.....	5
3. Stručný popis lokalit	6
4. Metodika.....	7
4. 1. Sběr a zpracování materiálu.....	7
4. 2. Získání dat.....	7
4. 3. Statistické zpracování výsledků.....	8
5. Výsledky	9
5. 1. Porovnání jednotlivých druhů a hybridů.....	9
5. 2. Porovnání lokalit.....	12
5. 3. Tvar epidermálních buněk.....	14
6. Diskuse.....	15
6. 1. Porovnání jednotlivých druhů a hybridů.....	15
6. 2. Porovnání jednotlivých lokalit	15
6.3. Tvar epidermálních buněk.....	16
7. Závěr.....	17
7. 1. Rozdíly v anatomii jehlic jednotlivých druhů.....	17
7. 2. Porovnání jednotlivých lokalit	17
8. Literatura	18

1. ÚVOD

Na Biologické fakultě jsou v rámci „velkého rašelinného grantu“ (GAČR č. 206/97/0077) od roku 1997 zkoumány borové porosty na rašeliništích. Proto byla vypsána i témata bakalářských diplomových prací: „Závislost základních dendrometrických parametrů druhu *Pinus rotundata* a jeho hybridů na gradientu nadmořské výšky“ Marka Buriana (obhájeno 1999), „Analýza morfologické variability šišek druhů a hybridů rodu *Pinus* v různých typech rašelinných biotopů“ Romana Hrdličky a konečně i tato. Svými výsledky by měly přispět k našim znalostem o borovici blatce (*P. rotundata*) a procesu hybridizace tohoto druhu s *P. mugo* a *P. sylvestris* ve střední Evropě. Ve své práci se zabývám anatomíí jehlic těchto druhů a hybridů, neboť některé znaky by mohly být využitelné při určování, zejména v době, kdy jedinci nejsou plodní. Kvůli nepříjemné události, kdy mi byla odcizena většina trvalých preparátů (asi čtyři pětiny) po základních měření, bylo z dalších plánovaných měření provedeno na zbylých preparátech v omezené míře pouze změření hodnot charakterizujících tvar epidermálních buněk.

Cíle práce

- 1) **Zjistit rozdíly v anatomii jehlic** jednotlivých druhů a hybridů r. *Pinus* - konkrétně v počtu siličných kanálků a tvaru jehlic (délka × šířka).
- 2) Na základě výsledků posoudit **využitelnost daných znaků pro určování** jednotlivých druhů a hybridů.
- 3) **Porovnat borové porosty trvalých ploch vybraných rašelinišť** a srovnat vlastní výsledky s morfologickými údaji.

2. Druhy a hybridy r. *Pinus* v rašelinných biotopech ve střední Evropě

Na rašeliništích ve střední Evropě můžeme v zásadě rozlišit několik typů borových porostů. V nižších polohách, na stanovištích s vysokou hladinou spodní vody, roste borovice blatka (*P. rotundata* LINK.), ve vysokých nadmořských výškách pak b. kleč (*P. mugo* TURRA). Díky dlouhotrvající hybridizaci mezi *P. rotundata* a *P. mugo* dnes u nás v nadmořských výškách 700 - 1000 m nalézáme především *P. ×pseudopumilio* BECK, mnohdy se zde rodičovské druhy již vůbec nenacházejí. Navíc s klečí nezasazenou introgresí se u nás na rašeliništích setkáme snad pouze v Krkonoších. Dalším druhem borovice, kterou nalézáme zpravidla na okrajích, je b. lesní (*P. sylvestris* L.). Vlivem lidské činnosti byla na mnoha rašeliništích snížena hladina spodní vody, což umožnilo proniknutí *P. sylvestris* do původního biotopu blatky. Na některých lokalitách se proto můžeme setkat s hybridy *P. ×digenea* (*P. rotundata* × *P. sylvestris*), popř. *P. rotundata* × *P. mugo* × *P. sylvestris*.

2. 1. Stručná charakteristika

P. sylvestris L. – strom většinou s přímým kmenem, u starších jedinců zpravidla větveným až v horní čtvrtině. Borka je šedohnědá rozbrázděná, v horní části kmene u dospělých jedinců rezavě oranžová, v tenkých listech se odlupující. Jehlice jsou po dvou na brachyblastech, špičaté, rovné nebo podle podélné osy spirálně stočené. Konelety nápadně zpět ohnuté na relativně dlouhých stopkách. Šišky na krátkých stopkách dolů obrácené, aktinomorfni nebo zygomorfni. Štítky semenných šupin kosočtverečné až kosníkovité, mírně vyklenuté. Pupek malý, plochý nebo s krátkým zobánkovitým výběžkem. Význačně světlomilná rostlina s nízkou konkurenční schopností a velkou ekologickou amplitudou rostoucí ve světlých lesích, na skalách, sutích, písčinách a lemech rašelinišť.

P. mugo TURRA - polykormní dřevina s větvemi ± zakřivenými, ve spodní části poléhavými a až na konci vystoupavými. Borka je šedohnědá, šupinovitá, ale mladá se neodlupuje v tenkých útržcích. Jehlice jsou po dvou na brachyblastech, většinou k větvičce mírně srpovitě zahnuté. Konelety na krátkých stopkách, vzpřímené. Šišky přisedlé nebo zcela kratičce stopkaté, aktinomorfni, vejcovité. Štítky semenných šupin lesklé, ploché, široce kosníkovité s příčným silně vystoupavým lomeným kýlem, se světlejším, černě olemovaným pupkem. Nalézt ji můžeme nad hranicí lesa na minerální půdě, na vrchovištích od 900 m n. m (na rašeliništích u nás pouze v Krkonoších).

P. rotundata LINK - strom s šedočernou rozpraskanou borkou, v horní části šedohnědou, rozpraskanou, ale neodlupující se. Větvit se zpravidla začíná již v dolní třetině kmene. Jehlice jsou tuhé, po 2 na brachyblastech, jen mírně stočené podél osy, rovné až mírně srpovitě zahnuté. Šišky vejcovité, zygomorfni, se zakřivenou krátkou stopkou. Štítky semenných šupin mírně vyklenuté, na osluněné straně šišky s nízce jehlanovitými mírně zakloněnými výrůstky. Pupek světlejší, černě lemovaný. Blatka je středoevropským endemitem přechodový rašelinišť s vysokou hladinou spodní vody, ale je jí možné nalézt i na vrchovištích (do 900 m n. m.), kde se její areál setkává s areálem *P. mugo*. To v minulosti na mnohých lokalitách vedlo k převládnutí *P. ×pseudopumilio* nad rodičovskými druhy, což

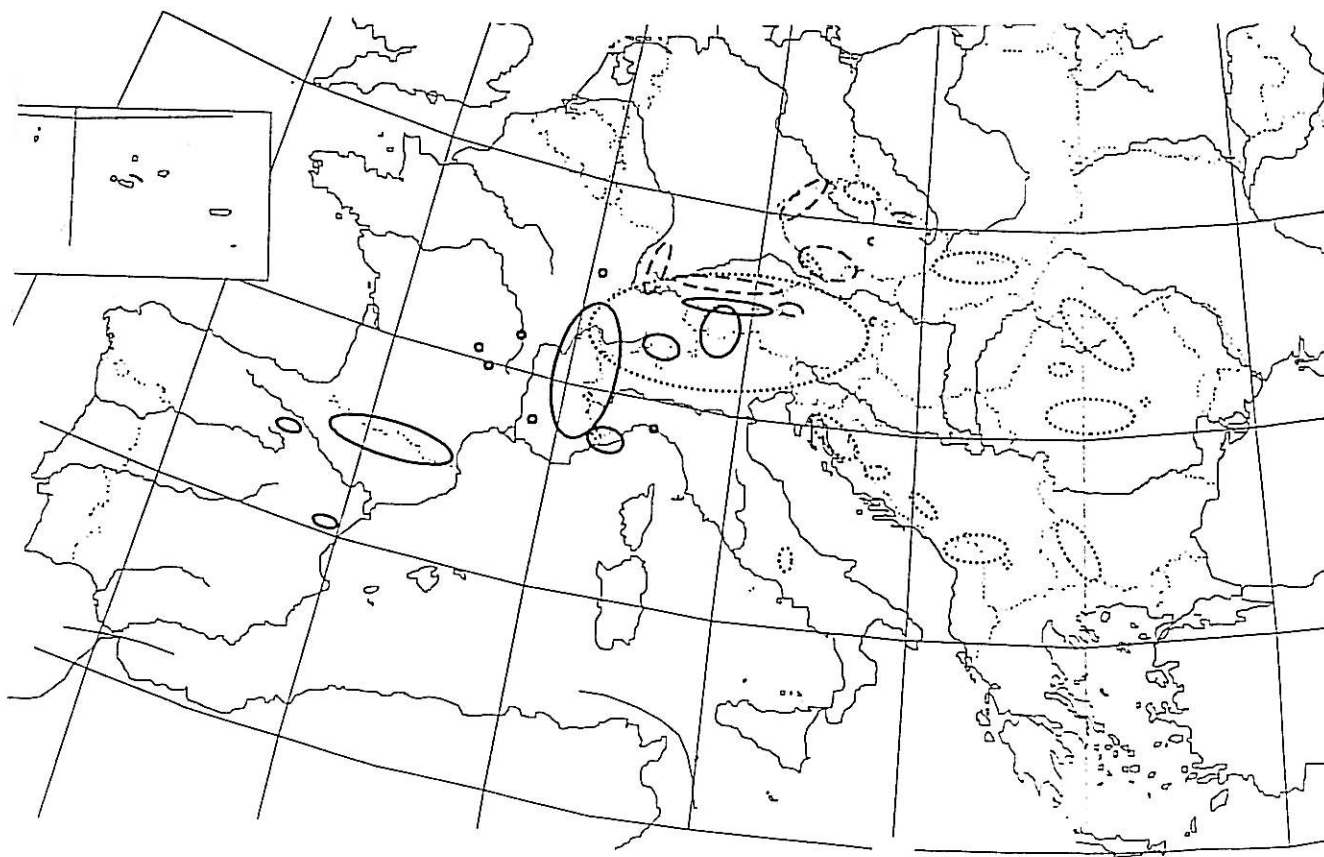
vede některé autory k chápání blatky jako poddruh b. kleče - *P. mugo* ssp. *uncinata* (např. Christensen 1987). Naopak polští autoři (např. Staszkiwicz et Tyszkiewicz 1972) považují blatku za křížence *P. mugo* a *P. sylvestris*.

P. uncinata RAMOND - západoevropský druh vzhledem připomínající blatku. Roste v nerašelinných biotopech subalpinského stupně (zejm. Pyrenejí, Francouzského středohoří, Ligurských Apenin, Alp apod.) ovšem k nám již nezasahuje. Někteří autoři však na základě morfologické podobnosti považují blatku za *P. uncinata* ssp. *rotundata* (např. Dostál 1989, Holubičková 1965, 69, 72, 81).

P. ×pseudopumilio BECK - kříženec *P. rotundata* a *P. mugo*. Nápadná je variabilita v charakteru jednotlivých hybridních jedinců - od rozložitých polykormních, po štíhlé monokormní jedince - zpravidla ale s dlouhými obloukovými větvemi. U nás se s ním setkáváme na rašeliništích horského stupně, zpravidla ve výškách 700–1000 m n. m.

P. ×digenea BECK - kříženec *P. rotundata* a *P. sylvestris*. Hybridní jedinci jsou fenotypově v různé míře podobní oběma výchozím druhům.

Pinus rotundata × *P. mugo* × *P. sylvestris* - tyto hybridy udává Businský (1998) na Šumavě a v Krušných horách, ovšem jejich výskyt předpokládá i na dalších podobných lokalitách. Jedná se o recentní, s největší pravděpodobností antropicky podmíněnou, hybridizaci.



Mapa areálu: _____ *P. uncinata*, ----- *P. rotundata*, *P. mugo*

2. 2. Morfologie a anatomie jehlic

Jehlice jednotlivých druhů se od sebe odlišují jednak vzhledově, jednak svojí vnitřní stavbou. Mezi nejvýznamnější udávané znaky patří: délka a barva jehlice, tvar průřezu, počet siličných kanálků, vzdálenost cévních svazků, počet průduchů na jednotku délky průřezu jehlice a tvar epidermálních buněk. Některé z těchto znaků jsou podrobně prozkoumány, jiné nikoli, většinou ovšem pouze u introgresí nezasažených jedinců. Velmi často je navíc blatka chápána jako součást *P. mugo* agg. , popř. nebyl daný znak u blatky studován vůbec.

V následujících několika odstavcích se pokusím shrnout poznatky, jež o těchto znacích máme. Vycházím přitom zejm. ze: Skalický (1997), Zoller (1981), Musil (1977), Christensen (1987 b, 1997).

Délka a barva jehlic: *P. sylvestris* má dlouhé (4–6 cm) špičaté jehlice, zpravidla rovné, ± šedozelené s modravě ojíňenými pruhy průduchů. *P. mugo* má naopak tupé krátké (1–5cm) cele tmavozelené jehlice. U *P. rotundata* jsou udávány 3,5–4,5 cm dlouhé tupě špičaté neojíněné jehlice.

Znaky na průřezu jehlice: Musil (1977) udává, že počet siličných kanálků a výška epidermálních buněk vykazují nejmenší překryv mezi jednotlivými druhy. *P. rotundata* byla ovšem řazena do komplexu *P. mugo* agg.

Největší počet siličných kanálků je u *P. sylvestris* (10–6), méně pak u *P. mugo* agg. (3–5). Stejně pak tvar průřezu je u *P. sylvestris* více, naopak u *P. mugo* agg. méně než 2× širší než vyšší. Vzdálenost cévních svazků se pohybuje u *P. sylvestris* v rozmezí 0,15–0,3 mm, kdežto u *P. mugo* agg. 0,08–0,2 mm. Tvar epidermálních buněk je u *P. sylvestris* popisován jako čtvercový, u *P. mugo* agg jako obdélníkovitý. Počet stomat na 0,5 cm stomatární řady je udáván u *P. sylvestris* 4–7, u *P. mugo* 4–5.

2. 3. Hybridizace

Hybridizace není u rostlin příliš vzácným jevem, např. Knobloch (1972) udává téměř 24 000 mezidruhových a mezirodových kříženců v rostlinné říši. Zjednodušeně lze říci, že k hybridizaci dochází mezi:

- 1) blízkce příbuznými rostlinami
- 2) populacemi rostlin, dříve alopatrickými, jež se setkaly.

Hybridní populace poznáme zpravidla podle morfologických znaků - dceřinní jedinci mají znaky charakteristické pro oba rodičovské druhy - ovšem to neznamená, že jsou vždy jejich „průměrem“. Genotyp některých rodičovských druhů se také nemusí vždy fenotypově projevit - viz např. *Gossypium bickii* (Harrison 1993), proto se v poslední době stále více při rozpoznávání takovýchto jedinců uplatňují molekulární metody.

S hybridizací se setkáváme i u borovic (viz např. Richardson 1998), ovšem ne u všech skupin. V Evropě může být příkladem skupiny, jež se relativně často kříží právě *P. mugo* agg. Hybridizace zde probíhá u blízkce příbuzných druhů a navíc i s některými méně příbuznými druhy – např. právě s *P. sylvestris*. Předpokládáme, že areály *P. mugo* a *P. rotundata* se setkaly vlivem změny klimatu začátkem holocénu. Proto dnes u nás na rašeliništích v nadmořských výškách 700–1000 m n. m. nalézáme především *P. ×pseudopumilio*. S *P. ×digenea* se naopak častěji setkáváme až v poslední době, kdy v souvislosti s antropicky

podmíněným snížením hladiny spodní vody (těžba, meliorace) došlo k pronikání *P. sylvestris* do původních porostů *P. rotundata*. Někteří autoři proto vyjadřují obavy z možného ohrožení genofondu blatky (Holubičková 1981, Businský 1998). Ačkoli *P. xdigenea* není tak častá jako *P. xpseudopumilio* a její reprodukční schopnost je snížena, může být na antropicky ovlivněných biotopech ekologicky úspěšnější (viz Holubičková 1981). Naopak z ohrožení genofondu *P. mugo* a *P. sylvestris* nemusí být obavy, protože oba tyto druhy se přirozeně vyskytují odděleně i na jiných než rašelinných biotopech.

2. 4. Rašelinné biotopy s borovými porosty

Rašeliniště u nás nalzáme zejména v hraničních horách (Krušné hory, Šumava, Krkonoše atd.) a pánvích - např. Třeboňská. Jedná se, vzhledem k nepříznivým podmínkám, o relativně druhově bohaté ekosystémy, na něž lze nahlížet jako na ekologické ostrovy (viz Prach a kol., v tisku). Mimo jiné to znamená, že v jejich rámci často vlivem izolovanosti a specifickým podmínkám dochází k rychlejší speciaci. Dále je pro společenstva rašelinišť charakteristická reliktnost taxonů, jejich nízká konkurenční schopnost a citlivost vůči vnějšímu narušování.

Rašeliniště s „blatkovými“ porosty můžeme u nás zařadit do as. *Pino rotundatae-Sphagnetum*. Ve stromovém patře převládá borovice blatka (případně její hybridy), na mělčích rašeliništích se může vyskytovat smrk (*Picea abies*) a bříza pýřitá (*Betula pubescens*). Ve vyšších nadmořských výškách (700 - 1000 m n. m.) však blatku často nahrazuje hybrid *P. xpseudopumilio* a ještě výše (nad 900 m n. m.), u nás pouze v Krkonoších, kleč. Keřové patro bývá tvořeno stejnými druhy. V bylinném patře jsou charakteristické rody z čeledí *Vacciniaceae* a *Ericaceae*. V mechovém patře převládají zástupci rodu *Sphagnum*. Rašeliniště s podobným druhovým složením, ovšem bez přítomnosti blatky, bývají řazeny do as. *Eriophoro vaginati-Pinetum*, příp. *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. (dle Neuhäuslová a kol. 1998)

3. Stručný popis lokalit

Březina (745 m n. m.) - rašeliniště v nivě Teplé Vltavy ca 3 km JZ od Volar. Údolní typ rašeliniště s převahou blatky, jen málo zasažené introgresí *P. sylvestris* a *P. mugo*.

PR Borkovice (430 m n. m.) - rašeliniště ca 4 km SSZ od stejnojmenné obce. V minulosti rozsáhlý komplex blatkových borů, ovšem v důsledku odvodnění a těžby dochází v současnosti k odumírání porostů.

NPR Čertova stěna - Luč (660 - 932 m n. m.) - rezervace na obou svazích kaňonu Vltavy. Významné jsou reliktní bory (*P. sylvestris*) na suťových svazích s vřesovcovými porosty (*Erica carnea*) a fragmenty přirozených jedlobučin. (viz Albrecht, 1986). Materiál pochází z kamenného moře na JV svahu hory Luč.

NPR Červené blato (470 - 475 m n. m.) - rozsáhlé lesní pánevní rašeliniště přechodového typu s až 20 m vysokými blatkovými bory. Značná část byla v minulosti odtěžena, v současné době ovšem úspěšně regeneruje. Relativně velké množství mladších jedinců blatky však vykazuje i některé znaky *P. sylvestris*. (viz Burian 1999, Bastl 1994)

Chalupská slat' (905 - 915 m n. m.) - údolní až svahové rašeliniště v nivě Vydřího potoka. Hladina spodní vody značně kolísá jednak v rámci rašeliniště (zejména v důsledku dřívějšího částečného odtěžení), jednak v rámci roku. Původní porosty jsou zachovány jen ve střední, severní a severovýchodní části - jedná se téměř o souvislé porosty *P. ×pseudopumilio* s výškou 1 - 5 m. (viz Burian, 1999).

Jílovice (400 - 450 m n. m.) - niva řeky Stropnice. Jedná se o druhotný borový porost (*P. sylvestris*).

PR Kyselovský les (725 - 740 m n. m.) - údolní rašeliniště s blatkovými porosty (viz Burian, 1999).

Luzný (1330 m n. m.) - kamenné moře vrcholových partií s porosty kleče.

Mokrůvka (1320 m n. m.) - Březník: kamenné moře na JZ svazích hory Velká Mokrůvka (JV od zaniklé osady). Jedná se o balvanité kamenné moře s porosty kleče.

Mrtvý luh (731 - 743 m n. m.) - je součástí NPR Vltavský luh. Leží na soutoku Teplé a Studené Vltavy a má charakter údolního rašeliniště vrchovištního rázu. Až 20% popela v některých částech rašeliniště nasvědčuje lokálnímu vypálení porostu. Stromové patro je nezapojené, nejspíše hybridogenního původu, zejm. *P. ×pseudopumilio*, ovšem u některých jedinců pravděpodobně s introgresí *P. sylvestris* (viz Burian 1999, Holubičková 1960).

Multerberg (770 m n. m.) - rašeliniště na pravém břehu Lipna JZ od obce Přední Výtoň. Borovice v rámci rašeliniště většinou vykazují hybridogenní původ - *P. ×pseudopumilio*, *P. ×digenea*

Novohůrecké rašeliniště (865 - 880 m n. m.) - vrchoviště údolního typu, až na malou odtěženou část, jež nyní přirozeně regeneruje, snad neovlivněné člověkem. (viz Burian, 1999)

Slavče (680 - 740 m n. m.) - skalky v místě Kozí kámen asi 2 km západně od obce, dále mladý bor v sedle SZ od vrcholu Kluku asi 1,5 km západně od obce a skalky na vrcholu Kluku, asi 1 km ZJZ od obce.

Široké blato (500 m n. m.) - rašeliniště při hranicích s Rakouskem asi 4 km VSV od obce Františkov. Přechodové rašeliniště s převahou blatky v omezené míře zasažené introgresí s *P. sylvestris*.

4. Metodika

4. 1. Sběr a zpracování materiálu

Celkově byly nasbírány jehlice ze 178 stromů a to:

1) **morfologicky odpovídající příslušným druhům** - důraz byl kladen především na celkový habitus (strom × keř, způsob větvení koruny atd.), barvu borky v horní části kmene, znaky na šiškách a koneletech.

Místa sběru:

P. sylvestris: Jílovice, NPR Čertova stěna-Luč, Slavče, Multerberg

P. mugo: Mokřůvka, Luzný

P. rotundata: Široké blato, Březina, Borkovice, Kyselov.

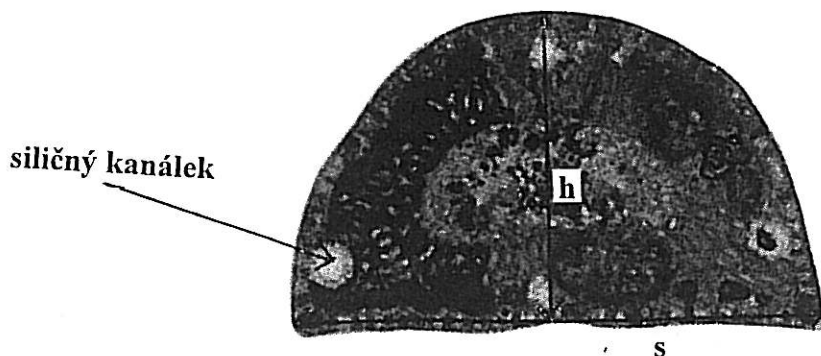
2) na **vybraných rašeliništích** pro vzájemné porovnání jejich borových porostů: Červené blato, Mrtvý luh, Chalupská slat', Novohůrecké rašeliniště a Kyselovský les. Zde byly v roce 1997 v rámci projektu GAČR č. 206/97/0077 na jejich nejméně narušených částech založeny trvalé plochy 50 × 50 m a v každém rohu čtverce byly vytyčeny čtyři čtvercové plochy o hraně 10 m. Stromy, z nichž byly odebírány jehlice jsou z menších čtverců.

Stručná charakteristika jednotlivých lokalit, viz kapitola 3.

Jehlice byly odebírány z různých částí stromu (aby byl vyloučen vliv vnějších podmínek – např. osvětlení). Z každého stromu bylo náhodně vybráno celkem 5 jednoročních jehlic. Ty byly nařezány ručním mikrotomem v cca jedné třetině (od špičky) délky jehlice a to vždy v jediném směru (ve směru největšího rozměru řezu, nazvěme ho šířkou). Zalitím pěti řezů umělou pryskyřicí (obchodní název Klovatina) byly vytvořeny trvalé preparáty.

4. 2. Získání dat

U trvalých preparátů jsem spočítala množství siličných kanálků (N) a za pomoci programu Olympus DP-Soft, DP 10 ver. 3.0 změřila šířku (s) a výšku (h) v největším rozměru řezu. U neodcizených preparátů jsem dále změřila šířku (s_e) a výšku (h_e) epidermálních buněk na konkávní straně. Poměr výšky a šířky jehlic ($T = h/s$) i epidermálních buněk ($T_e = h_e/s_e$) „popisuje“ tvar jehlice resp. buňky.



4. 3. Statistické zpracování výsledků

Zpracování dat jsem prováděla v programu **EXCEL** ver. 3.0 a **STATISTICA** ver. 5.0.

Pro zjištění homogenosti variability v N a T u jednotlivých druhů resp. lokalit jsem použila **analýzu variance** - ANOVA/MANOVA (nested design jsem u jehlic použila, aby nedošlo ke „zkreslení“ výsledků způměrováním hodnot u jednotlivých stromů).

Pro porovnání jednotlivých druhů resp. lokalit jsem použila **TUKEY HSD test**.

Druhy resp. lokality jsem charakterizovala pomocí **průměru** (\bar{X}), **směrodatné odchylky** (SD) a **rozsahu**.

5. Výsledky

5. 1. Porovnání jednotlivých druhů a hybridů

A) Počet siličných kanálků

Analýza variance: $F = 246,88$ ($df = 2$), $p < 0,01$

Výsledky Tukey HSD testu:

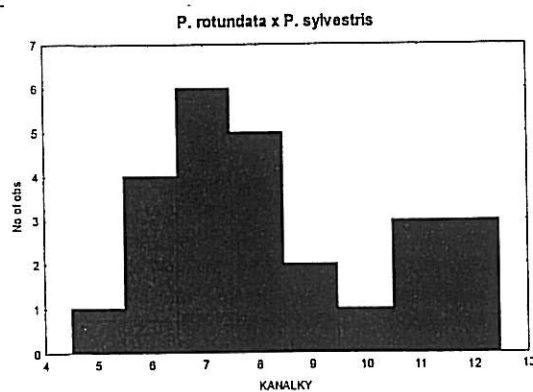
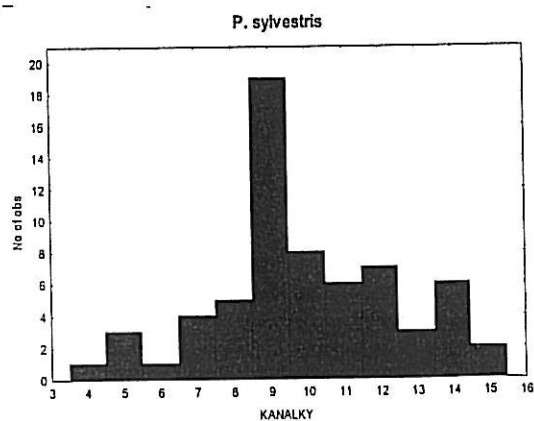
Druhy	p
<i>P. sylvestris</i> , <i>P. rotundata</i>	<0.01
<i>P. sylvestris</i> , <i>P. mugo</i>	<0.01
<i>P. rotundata</i> , <i>P. mugo</i>	<0.01

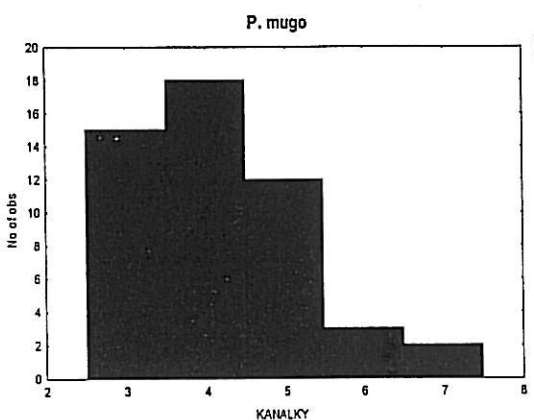
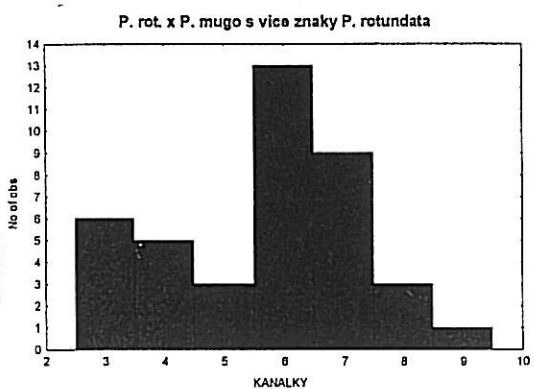
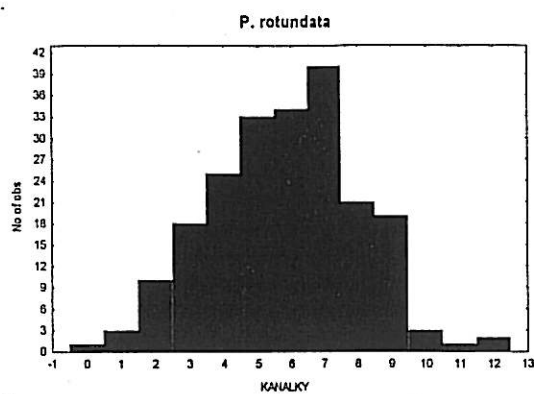
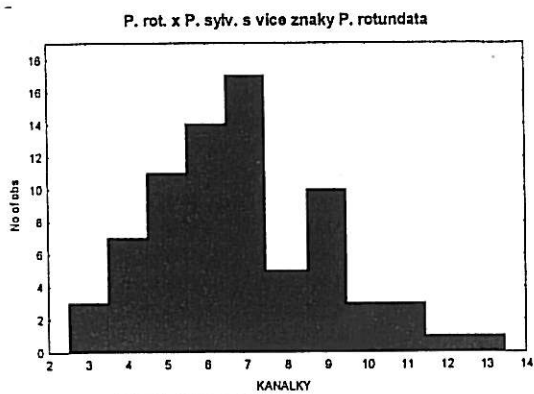
Jednotlivé druhy od sebe odlišují počtem siličných kanálků.

Druh	n ^{*)}	$\bar{X} \pm SD$	Rozsah
<i>P. sylvestris</i>	12×5	10,22 ± 2,594	4 - 15
<i>P. mugo</i>	10×5	4,26 ± 1,063	3 - 7
<i>P. rotundata</i>	21×5	6,27 ± 2,276	0 - 12

*) 12×5 = 12 stromů po 5 jehlicích

Následující histogramy ukazují, že u hybridních jedinců můžeme pozorovat zvýšenou četnost v počtu siličných kanálků „charakteristickou“ pro rodičovské druhy a dále, že u hybridních jedinců morfologicky odpovídajících více jednomu z rodičů, je četnost v N charakteristické pro takový druh větší.





B) Tvar průřezu jehlic

Analýza variance: $F = 69,89$ ($df = 2$), $p < 0,01$

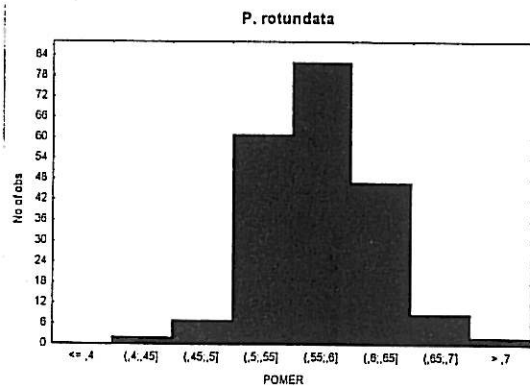
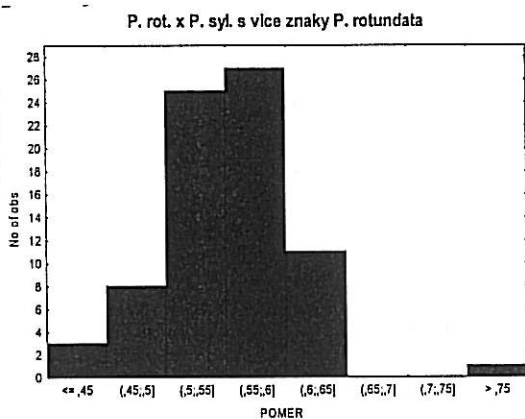
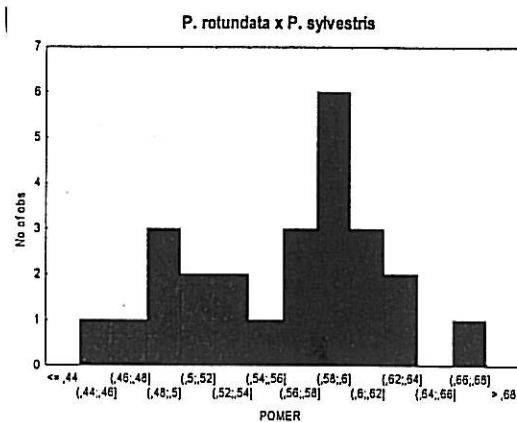
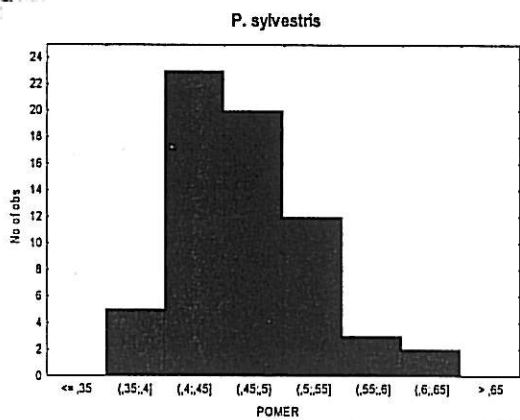
Výsledky Tukey HSD testu:

Druhy	p
<i>P. sylvestris</i> , <i>P. rotundata</i>	<0.01
<i>P. sylvestris</i> , <i>P. mugo</i>	<0.01
<i>P. rotundata</i> , <i>P. mugo</i>	0.39

P. sylvestris se odlišuje tvarem průřezu jehlic od *P. rotundata* a *P. mugo*.

Druh	n	$\bar{X} \pm SD$	Rozsah
<i>P. sylvestris</i>	12×5	0,47 ± 0,053	0,36 - 0,62
<i>P. mugo</i>	10×5	0,56 ± 0,070	0,47 - 0,96
<i>P. rotundata</i>	21×5	0,58 ± 0,047	0,37 - 0,71

Podobně jako u počtu siličných kanálků, ač ne tak výrazně, můžeme i zde pozorovat, že hybridní jedinci mají zvýšenou četnost T v hodnotách charakteristických pro rodičovské druhy a že tato četnost je větší u hodnot charakteristických pro rodičovského jedince, jemuž je více podoben.



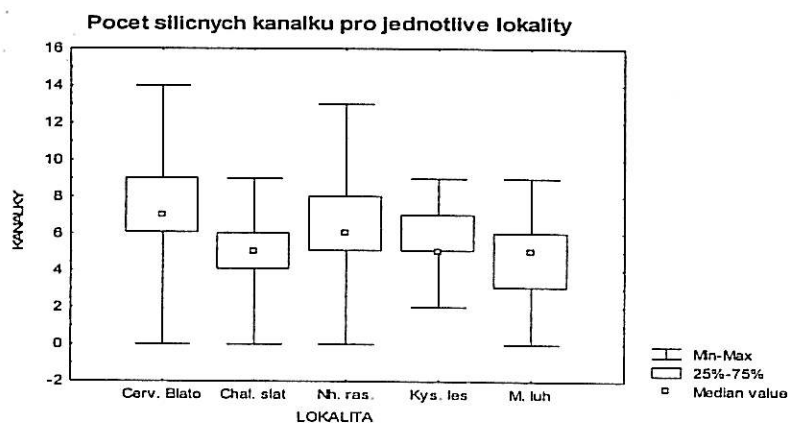
5. 2. Porovnání lokalit

A) Počet siličných kanálků

Analýza variance: $F = 47,374$ ($df = 4$), $p < 0,01$

Výsledky Tukey HSD testu:

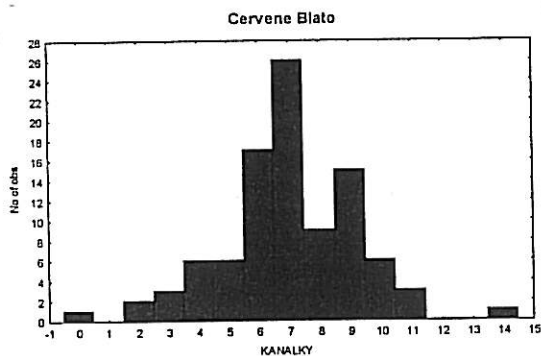
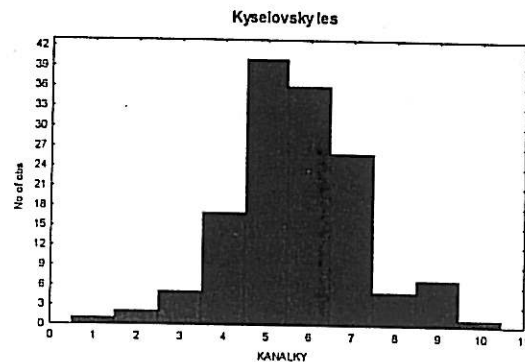
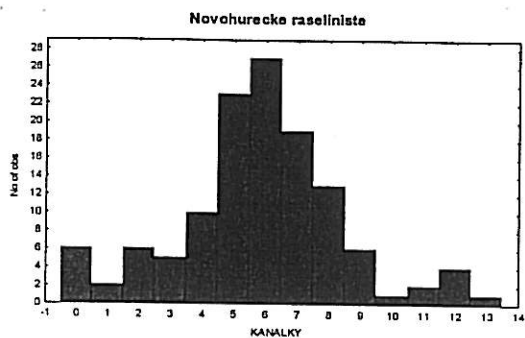
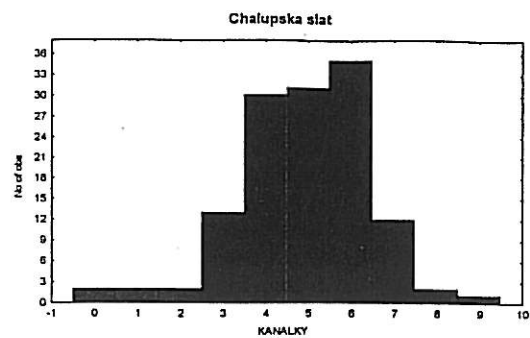
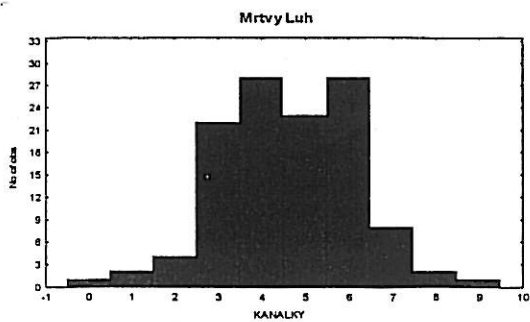
	Červené blato	Chalupská slat'	Novohůrecké raš.	Kyselovský les
Chalupská slat'	<0.01			
Novohůrecké raš.	0.01	0.02		
Kyselovský les	<0.01	0.59	0.52	
Mrtvý luh	<0.01	0.74	<0.01	0.06



Lokalita	n	$\bar{X} \pm SD$	Rozsah
Červené blato	19×5	7,00 ± 2,22	0 - 14
Novohůrecké rašeliniště	25×5	5,84 ± 2,62	0 - 13
Chalupská slat'	26×5	4,92 ± 2,31	0 - 9
Mrtvý luh	24×5	4,60 ± 1,60	2 - 9
Kyselovský les	28×5	5,70 ± 1,52	2 - 9

U dvojice rašelinišť **Mrtvý luh** a **Chalupská slat'** nejvyšší četnosti v N odpovídají nejvyšším četnostem u *P. rotundata* a *P. mugo*. Naopak $N \geq 9$ „charakteristické“ pro *P. sylvestris* je pouze vyjíměčná.

Novohůrecké rašeliniště, Červené blato a Kyselovský les vykazují nejvyšší četnost v N „charakteristické“ nejvyšší četnosti pro *P. rotundata*. U lokalit Novohůrecké rašeliniště a zejména Červené blato se navíc poměrně často vyskytuje $N \geq 9$, ukazující na možnou přítomnost *P. sylvestris* nebo jejích hybridů s *P. rotundata*.

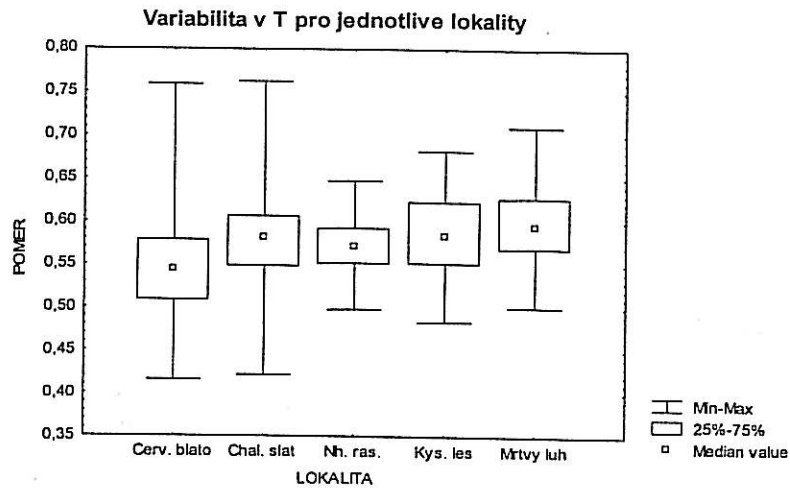


B) Tvar průřezu jehlic

Analýza variance: $F = 19,33$ ($df = 4$), $p < 0,01$

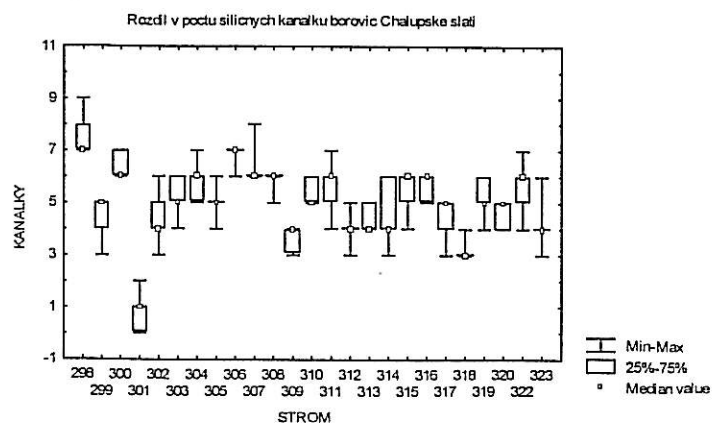
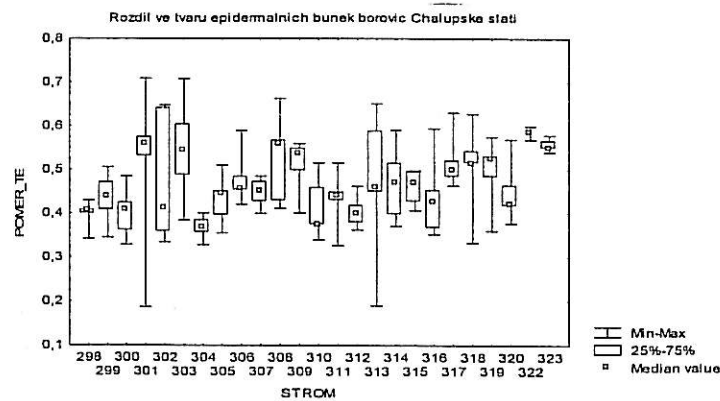
Výsledky Tukeys HSD testu:

	Červené blato	Chalupská slat'	Novohůrecké raš.	Kyselovský les
Chalupská slat'	<0,01			
Novohůrecké raš.	<0,01	0,94		
Kyselovský les	<0,01	0,90	0,45	
Mrtvý luh	<0,01	0,07	0,01	0,45



5.3. Tvar epidermálních buněk

Graf ukazuje variabilitu v T_e a, pro porovnání, následující graf variabilitu v počtu siličných kanálek v rámci Chalupské slati. Ovšem je nutné mít na paměti, že vzhledem k množství dat, je tento výsledek pouze ilustrační.



6. Diskuse

6. 1. Porovnání jednotlivých druhů a hybridů

Jednotlivé druhy se liší v počtu siličných kanálků. U *P. rotundata* a *P. sylvestris* je však podstatně větší směrodatná odchylka než u *P. mugo*. Částečně je to způsobeno tím, že SD roste s rostoucím počtem siličných kanálků. Další příčina by mohla být, že stromů *P. mugo* bylo nedostatečné množství, nebo že pocházely pouze ze dvou, a to nerašelinných, lokalit (všechny materiál pochází z jižních Čech, kde se mnoho lokalit s klečí nezasazenou introgresí nenachází). Velký rozsah hodnot u b. lesní a kleče může být částečně způsoben také „nepoznáním“ hybridních jedinců. Domnívám se, že pravděpodobně toto hraje větší vliv, než množství jedinců *P. mugo*. Nasvědčují tomu histogramy četností, kdy hybridní jedinci vykazovali zvýšenou četnost v počtu siličných kanálků „charakteristickou“ pro oba rodičovské druhy a vždy větší u hodnoty „charakteristické“ pro rodičovského jedince, jemuž byli více podobní.

Nevýhodou při využití tohoto znaku, kromě velkého rozsahu, je poměrně značný překryv hodnot (zejm. *P. mugo* a *P. rotundata*).

Charakteristika T je svojí variabilitou odlišná pouze u *P. sylvestris*. U *P. mugo* a *P. rotundata* se prakticky neliší. Rozsah hodnot T je ovšem u *P. sylvestris* velký a dochází k překryvu krajních hodnot. Důvodem, kromě variability v rámci druhu, může být snažší ovlivnění charakteristiky T vlivy vnějšího prostředí, deformací při řezání (ačkoli všechny jehlice byly z tohoto důvodu řezány v jednom určeném směru) a vliv způsobu měření („ruční“ nastavení vzdálenosti).

6. 2. Porovnání jednotlivých lokalit

Nelze zamítnout, že dvojice rašeliňišť **Mrtvý luh** a **Chalupská slat'**, **Chalupská slat'** a **Kyselovský les**, **Novohůrecké rašeliňišť** a **Kyselovský les**, **Kyselovský les** a **Mrtvý luh** mají stejnou variabilitu v počtu siličných kanálků.

Zajímavé je to zejména u **Mrtvého luhu** (731 - 743 m n. m.) a **Chalupské slati** (905–915 m n. m.). Největší četnost je $N = 3 - 7$, „charakteristické“ pro *P. mugo* a *P. rotundata*, což je ve shodě s morfologickým pozorováním - nejvíce jedinců bylo označeno jako *P. xpseudopumilio* (ačkoli trochu jiného charakteru). Může to být důsledek horších klimatických podmínek v rámci Mrtvého luhu, kdy obě rašeliňišť pravděpodobně v minulosti prošla podobným vývojem.

U **Kyselovského lesa** a **Chalupské slati** nemůžeme zamítnout homogennost variability pravděpodobně v důsledku překryvu hodnot N „charakteristických“ pro *P. rotundata* a *P. mugo*. Podobně tomu bude i v případě **Kyselovského lesa** a **Mrtvého luhu**. Tyto lokality mají zcela jiný charakter - pro Kyselovský les jsou charakteristické blatkové bory, kdežto pro Chalupskou slat' a Mrtvý luh porosty *P. xpseudopumilio*. Porovnáním histogramů četností jednotlivých rašeliňišť zjistíme, že v rámci Kyselovského lesa jsou nejvyšší četnosti v $N = (4-5)-7$ - tzn. více posunuty k *P. rotundata*, kdežto v rámci Chalupské slati a Mrtvého luhu v $N = 3-7$ - tzn. zahrnují četnost „charakteristickou“ pro *P. mugo*.

To, že nemůžeme zamítnout stejnou variabilitu mezi **Novohůreckým rašeliništěm** a **Kyselovským lesem** není překvapující. Pro tyto rašeliniště jsou charakteristické blatkové bory. Největší četnost v počtu siličných kanálků víceméně odpovídá největší četnosti pro *P. rotundata*. V rámci **Novohůreckého rašeliniště** a zejména pak **Červeného blata** se vyskytuje i $N \geq 9$, kde skutečně poměrně značná část jedinců vykazovala hybridní původ *P. rotundata* \times *P. sylvestris*.

Charakteristiku T můžeme uvažovat pouze pro potenciální zjištění introgrese *P. sylvestris*. Ve shodě s očekáváním se $T < 0,5$ vyskytuje v rámci Červeného blata. Dále v rámci Chalupské slati, ale pouze jedinou odlehlou hodnotou. Naopak u Novohůreckého rašeliniště se $T < 0,5$ téměř nevyskytuje. Výsledky Tukeyho testu také ukazují, že Červené blato, kde bylo nejvíce jedinců na základě morfologických znaků označeno jako hybridních *P. rotundata* \times *P. sylvestris*, se odlišovalo od všech ostatních lokalit.

6.3. Tvar epidermálních buněk

Tento znak jsem z důvodu odcizení preparátů měřila pouze u stromů pocházejících z Chalupské slati. V rámci tohoto rašeliniště nalzáme především *P. \times pseudopumilio*. To by mohlo být důvodem velké variability této charakteristiky.

7. Závěr

7. 1. Rozdíly v anatomii jehlic jednotlivých druhů

Jednotlivé druhy se liší počtem siličných kanálků. Pro *P. rotundata* je průměrná hodnota 6,27 (\pm SD = 2,276), *P. sylvestris* 10,22 (\pm SD = 2,594) a *P. mugo* 4,26 (\pm SD = 1,063). Vlivem velkého rozsahu dochází k překryvu nejen krajních hodnot. Toto ovšem může být, kromě variability v rámci druhu, do určité míry způsobeno „nepoznáním“ hybridních jedinců.

Počet siličných kanálků je využitelný při určování stromů v kombinaci s dalšími znaky. Nutné je ovšem odebrat více (min. 5) jehlic z jednoho stromu. Jako nejvýhodnější se jeví využití tohoto znaku pro zjišťování intogrese a to zejm. *P. sylvestris* ($N \geq 9$) v rámci různých rašelinišť.

Tvarem průřezu jehlic se *P. sylvestris* odlišuje od *P. rotundata* a *P. mugo*. „Charakteristické“ pro *P. sylvestris* je hodnota $T < 0,5$, pro *P. rotundata* a *P. mugo* $T > 0,5$, díky variabilitě však dochází také k překryvu krajních hodnot T .

Tento znak se nehodí pro určování, ale může být použit jako vedlejší znak k zjišťování intogrese *P. sylvestris* do borových porostů.

Rozdíly jednotlivých druhů ve tvaru epidermálních buněk nelze vzhledem k malému množství stromů pouze z jediné lokality odvodit.

7. 2. Porovnání jednotlivých lokalit

Červené blato se odlišuje od všech ostatních lokalit a to v počtu siličných kanálků i tvarem průřezu jehlic. Je to s největší pravděpodobností zapříčiněno silnou intogresí *P. sylvestris*. Toto odpovídá morfologickým údajům.

U dvojice rašelinišť Kyselovský les a Novohůrecké rašeliniště nemůžeme zamítnout stejnou variabilitu v počtu siličných kanálků. Odpovídá to pozorováním, neboť pro obě lokality jsou charakteristické blatkové bory.

Ovšem to, že se variabilita v počtu siličných kanálků v rámci Kyselovského lesa a Chalupské slati, podobně v rámci Kyselovského lesa a Mrtvého luhu, průkazně neliší, je pravděpodobně zapříčiněno překryvem hodnot u *P. rotundata* a *P. mugo*.

Zajímavé je, že Mrtvý luh není variabilitou v počtu siličných kanálků podobný Novohůreckému rašeliništi (<1%) a na hranici průkaznosti Kyselovskému lesu (6%), ačkoli leží v podobné nadmořské výšce. Naopak nemůžeme zamítnout, že variabilita v počtu siličných kanálků se v rámci Mrtvého luhu neliší od Chalupské slati (74%). Pravděpodobně horší klimatické podmínky v rámci Mrtvého luhu měly v minulosti za následek podobný vývoj jako u Chalupské slati - pro obě lokality jsou charakteristické porosty *P. x pseudopumilio* (ač poněkud odlišného charakteru).

8. Literatura

- ALBRECHT, J. (1986): Inventarizační průzkum SPR "Čertova stěna" a "Luč" (Vegetační kryt). - AOPK, České Budějovice.
- BASTL, M. (1994): Sukcese vegetace na rašeliništích narušených těžbou (bakalářská práce). - BF JU, České Budějovice.
- BURIAN, M. (1999): Závislost základních dendrometrických parametrů druhu *Pinus rotundata* a jeho hybridů na gradientu nadmořské výšky (bakalářská práce). - BF JU, Č. Budějovice.
- BUSINSKÝ, R. (1998): Rozšíření *Pinus mugo* v bývalém Československu - taxonomie, rozšíření, hybridní populace a ohrožení. - Zprávy Čes. Bot. Společ. 33: 33-52.
- BUSINSKÝ, R. et WEGER, J. (1993): Genetická analýza jedinců přirozené hybridní populace borovic (*Pinus sylvestris* × *P. rotundata*) na rašeliništi Podkovák metodou elektroforézy izoenzymů - pilotní studie [ms. , Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, Průhonice].
- DOHNAL, Z. a kol. (1965): Československá rašeliniště a slatiniště. - Nakladatelství ČSAV, Praha.
- HARRISON, R. G. (1993): Hybrid Zones And The Evolutionary Process. - Oxford University Press, New York.
- ZOLLER, H. (1981). *Pinus* L. in HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. - Verlag Paul Parey, Berlin.
- HLADILIN, V. (1982): Borovice Šumavy a její pěstování. - Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1980 b): Variabilita a taxonomie komplexu *Pinus mugo*. - Zborn. Ref. 3. zjazdu SBS, Zvolen: 171-174.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1960): Studie o vegetaci blat I. (Mrtvý luh). - Sborník VŠ Zemědělské Praha: 129-149.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1965): A Study Of The *Pinus mugo* Complex (Variability And Diagnostic Value Of Characters In Some Bohemian Populations). - Preslia 37: 276-288.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1969): Rašelinná kleč (komplex *Pinus mugo*) v Krušných horách. - Přírodou Chomutovska (Sborník prací severočeské pobočky Čs. botanické společnosti), Vlastivědné muzeum, Chomutov.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1972): Borovice blatka *Pinus uncinata* ssp. *rotundata* na Rejvízském rašeliništi v Jeseníkách. - Campanula 3: 81-87.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1980 a): Autochtonní a introdukovaná *Pinus mugo* Turra v sudetských pohořích. - Opera Corcontica 17: 15-29.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1981): *Pinus uncinata*, příklad různých typů ohrožení druhu (Mizející flóra a ochrana fytozooceonu v ČSSR, studie ČSAV č. 20). - Academia, Praha.
- HOLUBIČKOVÁ, B. (1985): Semikvantitativní znaky při analýze variability v populacích. - Čes. Nár. Muz. (154,2): 66-74.
- CHRISTENSEN, K. I. (1987a): Atypical cone and leaf character states in *Pinus mugo* Turra *P. sylvestris* L. and *P. x rhaetica* BRÜGGER (Pinaceae). - Gleditschia 15/1, 1-5.
- CHRISTENSEN, K. I. (1987b): A morphometric study of the *Pinus mugo* TURRA complex and its natural hybridization with *P. sylvestris* L. (Pinaceae). - Feddes Repertorium 98 11-12: 623-635.
- CHRISTENSEN, K. I. (1987c): Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. x rhaetica* (*P. mugo* × *P. sylvestris*) (Pinaceae). - Nord. J. Bot. 7: 383-408.
- CHRISTENSEN, K. I. (1997): A morphometric analysis of spontaneous and artificial hybrids of *P. mugo* × *P. sylvestris* (Pinaceae). - Nord. J. Bot. 17 (1): 77-86.
- KLIKA, J. et al (1953): Jehličnaté. - Nakl. ČSAV, Praha.

- KNOBLOCH, I. W. (1972):** Intergenic hybridization in flowering plants. - *Taxon* 21: 97-103 [non vidi].
- LEPŠ, J. (1996):** Biostatistika. - skripta BF JU, Č. Budějovice.
- MUSIL, I. (1977):** Variabilita znaků jehlic u komplexu *Pinus mugo* a u *Pinus sylvestris*. *Preslia* 49: 23-32.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z. a kol. (1998):** Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. - Academia, Praha.
- PRACH, K. , BASTL M. , ŠTECH, M. (v tisku):** Vegetační variabilita blatkových rašelinišť ve vztahu ke gradientům prostředí.
- RICHARDSON, D. M. (1998):** Ecology and Biogeography of *Pinus*. - Cambridge university press, Cambridge.
- SIEDLEWSKA, A. (1994):** Isoenzymatic differentiation in putative hybrid swarm population (*Pinus mugo* TURRA × *P. sylvestris* L.) from "Torfowisko Zieleniec" peat-bog. - *Acta societatis botanicorum Poloniae* 63/3-4:325-332.
- SKALICKÝ (1997).** *P. sylvestris*, *P. rotundata*, a *P. mugo* in HEJNÝ et SLAVÍK: Květena ČR I. - 291-298, Academia, Praha.
- SOUKUPOVÁ, L. (1996):** Developmental diversity of peatlands in Bohemian Forest. - *Vimperk, Silva Gabreta* 1: 99-107.
- STASZKIEWICZ, J. et. TYSZKIEWICZ, M. (1972):** Zmienność naturalnych mieszańców *Pinus sylvestris* L. × *P. mugo* Turra (= *P. ×rotundata* Link) w południowozachodniej Polsce oraz na wybranych stanowiskach Czech i Moraw. - *Fragm. Florist. et Geobot.* 18: 173-191, [non vidi].
- URBAN, F. , HOLUBIČKOVÁ B. (1984):** Státní přírodní rezervace Červené Blato. - *Památky a příroda* 9: 302 - 307.