

**Posouzení zdravotního stavu, možných příčin chřadnutí
a stavu pletiv poškozených smrků vybraných stanovišť
oblasti Orlických hor**



**Dr. Ing. Libor Jankovský
RNDr. Milena Martinková, CSc.
RNDr. Pavel Cudlín, CSc.
Martin Čermák
Ing. Dagmar Palovčíková**

ÚOLM

2002

1 Cíle studie

Předmětem expertní studie je zhodnocení možných příčin odumírání mladých smrkových porostů na lokalitách Anenský vrch a Suchý vrch v Orlických horách na základě vnějších symptomů, histologických rozborů pletiv, rozborů mykoflóry pletiv apod.

1. Zhodnocení spektra symptomů pozorovaných na chřadnoucích dřevinách a jejich identifikace s působením stresorů
2. Histologický rozbor pletiv poškozených jedinců smrku
3. Mikrobiologický rozbor pletiv s cílem identifikovat přítomnost vaskulárních mykóz, především *Ascocalyx abietina*
4. Návrh souboru dalších kroků, které by vedly k objasnění mechanismu chřadnutí
5. Stanovisko k možným ochranným opatřením

2 Řešitelský tým

Dr. Ing. Libor Jankovský, odpovědný řešitel

Ústav ochrany lesů a myslivosti LDF MZLU v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno; lesnická fytopatologie, role houbových patogenů v chřadnutí

Tel. +420545134116, +737811227, email: jankov@mendelu.cz

RNDr. Milena Martinková, CSc., Ústav lesnické botaniky, typologie a fytoecologie LDF MZLU v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, tel. +420545134054, email: mart@mendelu.cz; fyziologie rostlin, zhodnocení histologického stavu pletiv a příčin fyziologických poškození pletiv

RNDr. Pavel Cudlín, CSc., Ústav ekologie krajiny AV ČR, Na Sádkách 6, 370 05 České Budějovice, tel. +420387775614; ekologie lesa, fyziologie rostlin, mykorrhizní symbiózy

Martin Čermák, LDF MZLU v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, martcerm@seznam.cz, projevy poškození pletiv, projevy chřadnutí

1 Materiál a metody

1.1 Posouzení zdravotního stavu, charakteristika symptomů

Zdravotní stav byl posouzen na základě terénních šetření ve dnech 4.6.2002, 16.7.2002 a 4.10.2002. Během těchto výjezdů byly odebrány vzorky, které byly v laboratorních podmínkách dále zpracovány dle standardních postupů. Posuzován byl zdravotní stav chřadnoucích smrkových kultur a kontrolně byly rovněž odebrány vzorníky ze stromů v mýtním věku na lokalitě Anenský vrch.

A. Charakteristika lokalit

LČR LS Rychnov n Kněžnou							
Plocha č.	Revír	Porost	HS	SLT	Nadmořská výška	Věk	Zastoupení dřevin dle LHP
1	Říčky	332A bezlesí 101	-	-	cca 800 m n.m.	-	-
2	Říčky	332A2a	57(1)	6P1	cca 800 m n.m.	12	SM100
3	Orlické Záhoří	425D1	73(1)	7K3	cca 950-980 m n.m.	9	SM84, SMP10, JR3, BR2, KLEČ1
	Orlické Záhoří	425D2	73(1)	7K3	cca 950-980 m n.m.	13	SMP13, SM36, BR5, KLEČ5, JR2, MD1, BK1
4	Říčky	326A2	73(1)	7K4	950 m n.	11	SM65, KLEČ20, BR10
LČR LS Lanškroun							
Plocha č.	Revír	Porost	HS	SLT	Nadmořská výška	Věk	Zastoupení dřevin dle LHP
1	Mladkov	211D1	02(1)	7Z1	cca900 -950 m n.m.	9	SM 100
2	Albrechtice	101A1a	02(1)	7Z2	cca900 -950 m n.m.	11	KLEČ70, SM20, JR10,
3	Albrechtice	102C1a	73(1)	7K3	Cca 800m n. m.	8	SM100

1.2 Histologický rozbor pletiv

V terénu byly odebrány různověké jehlice, prýty, makroblasty až větve; v laboratoři byl materiál v čerstvém stavu zdokumentován digitálním fotoaparátem zn. Nikon (Coolpix950). Poté byly vybrané vzorky konzervovány v FAA (roztok etylalkoholu, kyseliny octové s přídavkem formaldehydu) a byly pořízeny ruční řezy. Jedna část byla barvena floroglucinolem v kyselém prostředí (H_2SO_4) na přítomnost ligninu, druhá část řezů byla testována na přítomnost škrobu (barvena Lugolovým roztokem) a třetí část byla mikroskopována v nativní barvě. U jehlic byla věnována pozornost stavu kutikuly a stomat, stavu listového mezofylu, dále endodermis a centrálnímu válci. U stonků byl zkoumán stav dřeně, tracheid jarního a letního dřeva, šířky a plochy letokruhů, stav pryskyřičných kanálků a kambiální zóny, speciální pozornost byla věnována floému. Vybrané preparáty byly analyzovány mikroskopem firmy Nikon (do zvětšení 1000x), jehož součástí je analýza obrazu (software Lucia) a digitální fotoaparát, kterým byla provedena dokumentace.

2.1 Mikrobiologický rozbor pletiv

2.1.1 Identifikace houbových patogenů dle symptomů in situ

Přítomnost patogena byla identifikována na základě přítomnosti charakteristických symptomů, nejčastěji plodnic. Verifikace je nutná v laboratoři na základě mikroskopických znaků.

2.1.2 Identifikace houbových patogenů kultivací ve vlhkých komůrkách

Vzorky odebrané z terénu jsou v laboratoři povrchově očištěny a vloženy do skleněných nádob s vlhkým filtračním papírem nebo rašeliníkem (*Sphagnum*), kde jsou kultivovány za zvýšené vlhkosti prostředí a běžné laboratorní teploty 23 st. C. V těchto podmínkách se otvírají již založené plodnice, některé druhy v těchto podmínkách dále fruktifikují. Touto metodou je možné určit běžné druhy, které na větvičkách tvoří plodnice.

2.1.3 Identifikace houbových patogenů izolací do axenických kultur

Vzorky z terénu jsou povrchově očištěny a povrchově opláchnuty vodou. Části vzorků velikosti cca 1 – 3 mm byly odděleny a povrchově sterilizovány lihem (3 min.), chlornanem sodným (5 min.) a lihem (opláchnutí). Poté byly vloženy na Petriho misky s agar-sladovým médiem (maltextextract agar – MEA, 3,5 % koncentrace sladiny). Pro účely determinace byly kultury pěstovány rovněž na jiných typech medií – na bramborovém agaru, vločkovém agaru apod. Determinace proběhla na základě morfologie kultury a mikroskopických znaků fruktifikačních orgánů, pokud se v kultuře vytvořily. Izolovány byly především houby ze zelených větviček, resp. z pletiv na rozhraní živých a odumřelých pletiv.

3 Výchozí předpoklady

3.1 Faktory působící na chřadnutí smrků v Orlických horách

Hypotéza:

- **vysoký vstup dusíku NO_x** na nějž má smrk relativně nízké nároky, proto senzitivní reakce: rychlý růst S (zejm. velikost buněk ale už ne tloušťka buněčných stěn) snížený růst R, snížená lignifikace, nevyzrálость pletiv před zimním obdobím, zvýšená vnímavost vůči parazitickým organizmům;
- **sice snížený, ale trvale působící vstup SO_2** – účinek jednak prostřednictvím sníženého pH půdy a zhoršené dostupnosti bazí (tím imbalance v min. výživě), jednak tlak na buněčné antioxidanty a lepící lamely;
- **nepříznivý vývoj klimatu** – oteplování v posledním desetiletí, výskyty suchých a deštivých period včetně kolísání teplot;
- **nástup vysokých teplot** od druhé poloviny ledna 2002 (kterým předcházely silné mrazy až do 10.1.2002) v podstatě po celou první polovinu vegetačního období, s poklesem teplot až pod nulu v období od 4.4. do 9.4. (vysoká fotorespirace, nižší fotosyntetický zisk), **vysoká insolace a koncentrace ozónu** (tlak na buněčné antioxidanty, fotooxidace pigmentů, vysoká fotorespirace, nižší fotosyntetický zisk – chybí fotosyntáty pro kořenový systém); **teplotní výkyvy** spolu s větrem a slunečním zářením při zamrzlé půdě nebo nedostatku kyslíku (hypoxii) při jarním tání sněhu – vysoké transpirační požadavky při nedostatečné aktivitě kořenů v kombinaci

s pomalým transportem vody a při predispozici k poškození membrán u buněk nejmladších ročníků jehličí zejména u stromů ve virginální fázi ontogeneze – ztráta turgoru, podtlak v pletivech, nasátí vzduchu a odumírání buněk provázené oxidací ligninu;

- **deformace kořenového systému** – jako důsledek zhoršených parametrů prostředí v kombinaci s používáním nevhodného sadebního materiálu a technologií výsadeb, včetně ponechaných límců proti klikorohu;
- **narušené mykorrhizní poměry;**
- **kolonizace pletiv houbami** typu *Ascocalyx abietina* jako následek jejich poškození predispozičními stresory - abiotickými vlivy;
- **aktivizace savého hmyzu a roztočů** na některých lokalitách a následné nekrózy pletiv za účasti mykóz (*Fusarium* sp. div., *Cytospora*, *Nectria*);
- **synergicky nepříznivý účinek uvedených faktorů na smrkové mlaziny** není zmírňován až odstraněn přítomností vysokých stromů, zejména listnáčů; na určitých lokalitách je navíc umocňován vrcholovým fenoménem i orografií pohoří;
- **synergické působení těchto faktorů pak determinuje náchylnost smrku** aj. druhů dřevin na postižených lokalitách k akutním projevům poškození.

3.2 Předpokládané kauzální faktory prostředí

A. abiotické

- a. orografie a geomorfologie pohoří
- b. klimatické - chod teploty a vlhkosti vzduchu (atmosférické), úhrny srážek, evaporačních požadavků atmosféry, záření, vítr, mráz, sníh, ledovka, výkyvy a rychlost změn, délka vegetačního období
- c. půdní vlhkost a její změny, půdní vzduch, hloubka půd a jejich fyzikální a chemické vlastnosti
- d. znečištění ovzduší (s časovým určením), zvláště ozón,
- e. geologické podloží, půdní typy, hloubka prokořenění, dostupnost minerálních živin a jejich forem (zejm. K, Mg, Fe, Ca), změny pH – zakyselovací rázy,

B. Biotické

- a. Houby, MLO, RLO
- b. primární patogenní organismy, sekundární patogeni, kolonizace odumřelých pletiv, aktivace endofytických organismů,
- c. absentující symbionti kořenů – mykorrhizické houby
- d. hmyz parazitický, exo i endogenní
- e. zvěř (okus, ohryz, zhutňování půd ...)
- f. rostlinstvo (změny fytocenóz, kompetice, synergismus, význam zastiňování a růstové strategie stromů)

C. Člověk

historie působení člověka a jeho současné dopady na geobiocenózy Orlických hor
současný stav – kvalita sadebního materiálu v lesních školkách, kvalita a původ vysázených stromů, kvalita provedení výsadeb, výběr a zastoupení druhů, výskyt a potenciální možnosti přirozené obnovy

3.3 Předběžné nálezy, které vedly k uvedené hypotéze

Klimatické extrémy, půdní typ a vstup NO_x, SO₂, O₃, mladé, nevhodně vypěstované (s podřezávaným kořenovým systémem a zřejmě i v nevhodných obalech) a špatně vysazené smrkové sazenice, navíc jako téměř monokultury (x-té generace) bez ochranného vlivu vzrostlých stromů, zejména listnatých. Aktivace houbových patogenů, resp. jiných potenciálně patogenních organismů.

Deformované kořeny, s patrnou stagnací po výsadbě a s pahýly po podřezaných kořenech, mělké prokořenění, kompetice v drnu s *Calamagrostis*. Architektura kořenových systémů, životnost jemných kořenů a mykorrhiz. Posouzení technologie obnovy a vhodnost použitého sadebního materiálu.

Změna barvy jehličí – hnědočervené až zcela odumřelé a opadané jehličí diferencované v r. 2001 (až všech ročníků) ve středních a zejm. vrcholových částech korun (účinkem vyschnutí v zimním až předjarním období – individuální odezva v závislosti na mikroreliefu terénu a exponovanosti vůči záření), rezivě hnědé až odumřelé jehličí v nižších částech korun mladých stromů, kam v zimě 2001-2002 dlouhodobě zasahovala sněhová pokrývka, a při tání mohla způsobit hypoxii; světle zelené (lehce nažloutlé) jehličí u mladých výsadeb na Suchém vrchu (mělká, vysychavá půda – může jít o nevyváženou minerální výživu i v důsledku sucha působícího v době růstu prýtů); narůžovělé jehličí ze svrchní, slunci vystavené listové plochy u nejmladšího, běžného ročníku jehličí z r. 2002 – antokyanizace jako ochrana před fotooxidací pigmentů, totéž u mladých listů a vzrostných vrcholů stromů r. *Betula*.

Nadměrné a nerovné výškové přírůsty z r. 2001, kdy je vrcholový úsek odumřelý mrazem.

Mohutné, často deformované a bohatě četné přírůsty z r. 2002 zřejmě jako reakce na luxuriantní dostupnost dusíku.

Plodnice houby *Gremeniella abietina* (*Ascocalyx abietina*) byly zaznamenány pouze v jednotlivých případech a nešlo o fruktifikaci, která by poukazovala na masovou infekci.

Předběžné závěry – rychlý růst nadzemního systému v důsledku luxuriantní výživy „na list“ by mohl mít za následek vyšší vnímavost k mrazu a ataku hub, včetně snížené odolnosti vůči suchu. Vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek na konci letošní zimy a v předjaří došlo k poškození stromů střídáním teplot a vytranspirování asimilačních orgánů. Výskyt hub je výsledkem kolonizace již nekrotizovaných pletiv.

4 Výsledky

4.1 Zhodnocení spektra symptomů pozorovaných na chřadnoucích dřevinách a jejich identifikace s působením stresorů

Bylo zjištěno několik odlišných typů poškození. Symptomatický obraz není stejný. Bylo konstatováno, že ve všech případech bylo pozorováno různě intenzivní zhnědnutí bělové části dřeva, v některých případech i dřeně, pravděpodobně jako projev stresové zátěže.

I. Věková třída 1. a 2.

- A. **Poškození spodních částí koruny (*Picea abies* + *Picea pungens*), zhruba do výše sněhové pokrývky.** Obdobné poškození bylo pozorováno i ve školkách, kde dlouhou dobu ležela sněhová pokrývka. Na řadě lokalit došlo díky sněhu i k mechanickému poškození stromů. Z jednotlivých symptomů bylo u tohoto typu zaznamenáno:
- Poškození jehličí a letorostů ve spodní části koruny, provázené předčasnou abscisí
 - Deformace kořenového systému
 - Výskyt plodnic houby *Ascocalyx abietina* byl zaznamenán pouze jednotlivě na odumřelých větvičkách. Letošní plodnice však zaregistrovány nebyly.
- B. **Celkové chřadnutí smrků, pozorované především v nižších oblastech** (Hanička, Luisino údolí a jinde), kdy dochází k opadu jehlic; smrky na jaře však raší. Obdobný typ poškození byl pozorován i na několika lokalitách Českomoravské vrchoviny (LS Náměšť nad Oslavou). Z jednotlivých symptomů bylo zaznamenáno:
- Opad jehlic v celé koruně.
 - Výskyt tohoto typu poškození je ohniskový.
 - Zaznamenán byl výskyt roztočů ze skupiny pancířníků, jejich role je však nejasná. V současnosti probíhá determinace. Místy byla též nalezena sviluška smrková (*Olygonychus ununguis*), např. v Luisině údolí.
 - Zploštění a deformace kořenového systému.
 - Poškození i pod ochranou matečného porostu a v zápoji.
- C. **Poškození asimilačního aparátu nad sněhovou pokrývkou.** Symptomy jsou obdobné jako zimní vytranspirování. Je možno uvažovat i poškození v důsledku koincidence povětrnostních vlivů a krátkodobé imisní zátěže, včetně působení přízemního ozónu. Na některých lokalitách (Suchý vrch ...) je možno zaznamenat kombinaci obou zmíněných typů poškození. Nejcitelnější je poškození terminálního výhonu. Koreluje s nevyzrálostí prýtů a poukazuje na jejich nezpůsobilost pro přečkání zimního období, díky brzkému nástupu teplot vzduchu pod nulou, v průběhu zimy s poklesy až k -20°C . Dřeviny v současné době aktivně separují odumřelá pletiva. Pravděpodobná je vazba na přebytek dusíku, na který jedinci nevhodně reagují při elongačním růstu.
- Z jednotlivých symptomů bylo zaznamenáno:
- Zabarvení a opad jehlic, často spojený se skvrnitostí. Postiženy jsou jehlice zhruba nad úroveň sněhové pokrývky.
 - Odumírání nezdřevnatělých prýtů
 - Plodnice *Ascocalyx abietina* v tomto případě zjištěny nebyly.

II. Starší porosty

- Na asimilačních orgánech jsou známky chronického poškození, projevujícího se kromě snížení počtu ročníku jehlic tvorbou sekundárního větvení.
- Především v porostních pláštích je možno pozorovat výrazné symptomy zimního vytranspirování. Tento jev byl pozorován mj. v okolí školek s projevem poškození sazenic.

- c. V porostních pláštích bylo pozorováno i výrazné poškození přízemních větví zhruba ve třetině koruny. Poškození bylo obdobné jako v případě poškození koruny stromů 1. a 2. věkové třídy.

4.2 Dílčí závěry histologické studie zdravých i poškozených mladých stromů smrku ztepilého Orlických hor

(Zpracovala RNDr. M. Martinková, M. Čermák)

Z předpokládaných negativních vlivů působících v Orlických horách se na histologické stavbě prýtů a na fyziogonomii jehlic prokázaly následující účinky.

Ve vyšších nadmořských polohách (lokalita etážová cesta pod vrcholem Orel) byly jehlice borovice *Pinus contorta* viditelně poškozeny ozonem. Šlo o ročník diferencovaný v roce 2000 (blíže viz obr. 1). Na téže lokalitě byly nalezeny jehlice smrku pichlavého (*Picea pungens*) diskolorované zřejmě po pupenové mutaci způsobené kombinací nízkých teplot a vysoké ozáření se zastoupením UV. Působení těchto faktorů bylo v roce 2002, v době mobilizační růstové fáze pupenů (obr. 2). Podobně kombinace nízkých teplot a vysoké ozáření byla zdokumentována u nejmladších listů břízy (*Betula sp.*), zbarvených antokyanem (obr. 3). V tomto případě šlo o lokalitu Anenský vrch.

Poměrně dramaticky vypadaly mladé porosty Orlických hor v důsledku velmi frekventovaného zčervenání jehlic a odumření stonků od nejmladších ročníků až po odumření celých vrcholů stromů po zimě 2001-2002 (obr. 4, lokalita Suchý vrch). Histologicky jsme zdokumentovali, že šlo o působení mrazu (obr. 5a-d). U mrazem poškozených jehlic lze vidět degradaci kutikuly a zhnědnutí nejdříve periferních buněk (obr. 5a). Dále dochází k mrazovému vyschnutí jehlic a ke zborcení mezofylu (obr. 5b). A konečně k úplnému zborcení endodermis (obr. 5c). Změny objemu jehlice v různých směrech poukazují také na to, že stresor působil z vnějšku (obr. 5d). Na druhé straně byly také zdokumentovány jehlice, které měly v mezofylu ještě živé buňky s chloroplasty, ale měly destruovanou kutikulu (odchlípenou od stěn epidermálních buněk - obr. 6a), odumřelé vnější buňky mezofylu (obr. 6b) a konečně poškozenou endodermis (obr. 6c). To svědčí o tom, že takové jehlice nemohou být funkční a zřejmě odumřou ještě během vegetačního období (2002). V jiném případě, i když celkově je dobře zachovaná kutikula i pravidelnost mezofylových buněk, deformace endodermální pochvy znamená velmi silné poškození jehlice (obr. 7a,b). Může být i důsledkem nedostatečné činnosti kořenů.

Na základě změn struktury xylému stonků (různého věku) se ukázalo, že se opakovaně vyskytovaly stresory, které měly v průběhu vegetačních období výrazný vliv na diferenciační fázi buněk. Příkladem vývoje zdravého stonku je obr. 8a, který ukazuje detail funkčního kambia a stavu dřevní i lýkové oblasti diferencované v roce 2002 (ze začátku vegetačního období). V pericyklu jsou dobře vyvinuté pryskyřičné nádržky a viditelná listová stopa. Na druhé straně stonku dvouletý byl v průběhu růstu v roce 2002 natolik poškozen, že kambium ukončilo svou činnost (viz. obr. 9a).

Na tříletém bočním stonku bylo patrné, že již v prvním roce růstu se vyskytlo tlakové dřevo (obr. 10). V průběhu roku 2001 byla diferenciace xylému tohoto stonku opakovaně ovlivňována negativními vlivy (obr. 10a). V následujícím roce, tj. v roce 2002 šlo o dvě po sobě jdoucí vlny výskytu tlakového dřeva, což spíše znamená, že příznivé podmínky pro

činnost kambia a diferenciaci normálních jarních tracheid trvaly jen tak krátce, že vznikly pouze dvě jejich řady (obr. 10b). Na jiném tříletém stonku prvního řádu se tlakové dřevo vyskytlo v roce 2001, kdy v první polovině růstového období zřejmě působily ve dvou fázích vysoké teploty a následně ovlivnily zvýšenou tvorbu pryskyřičných kanálků (obr. 11). Detail tlakového dřeva ukazuje obrázek 11a. Tracheidy mají kruhovitý až v radiálním směru eliptický tvar, v rozích vznikají schizogenní interceluláry. Na začátku tvorby letokruhu v roce 2002 došlo k lehkému mrazovému poškození kambia, jak ukazují první tracheidy jarního dřeva na obr. 11b, c).

Na sedmiletém stonku (obr. 12) lze poukázat na dynamiku působení nepříznivých horských podmínek, které se odrážejí na nepravidelném sekundárním růstu. V druhém roce růstu stonku (rok 1997), kdy vznikl velmi široký letokruh jsou patrné četné tangenciální trhliny. Tyto se v následujícím roce 1998 ještě v mírnější podobě opakují, avšak vysoká frekvence pryskyřičných kanálků poukazuje, že ani tehdy nebyly podmínky optimální. V roce 1999 došlo k prudkému snížení šířky letokruhu na méně než 50% předchozího roku. Následuje nejužší letokruh vytvořený ve vegetačním období r. 2000. V průběhu následujícího vegetačního období (r. 2001) vznikl letokruh sice poněkud širší, ale s velmi slabě vyvinutým letním dřevem. Začátek tvorby dřeva v roce 2002 byl v červenci docela slibný.

4.3 Mikrobiologický rozbor pletiv smrku – závěry k výskytu patogenů. (Zpracoval Dr. Ing. L. Jankovský, Ing. D. Palovčíková, M. Čermák)

4.3.1 Identifikace houbových patogenů dle symptomů in situ

Plodnice byly na větvičkách zjištěny pouze výjimečně. Zjištěna byla pouze na několika jedincích anamorpha *Brunchorstia pinea* (Karsten) Hohn. var. *cembrae* (teleomorpha *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet, syn. *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schlapfer – Bernhard, syn. *Scleroderris lagerbergii* Gremmen). Zde je však nutno poznamenat, že až na výjimky nešlo o čerstvé plodnice. Většina z nalezených plodnic se vytvořila v minulých letech. Z dalších hub byly na smrku pichlavém *Picea pungens* zjištěny plodnice *Sirococcus strobilinus* Preuss (syn. *Ascochyta piniperda* Lindau). Na modřinu byla zjištěna rovněž *Lachnellula occidentalis* (Hahn et Ayers) Dharne a podobná *Lachnellula suecica* (de Bary: Fuckel) Nannf. s typickými okrouhlými sporami.

4.3.2 Identifikace významných houbových patogenů kultivací ve vlhkých komůrkách

Ve vlhkých komůrkách byly vesměs dopěstovány plodnice hub, vytvořených již in natura. Ani ve vlhkých komůrkách se nepotvrdila masová přítomnost *Gremmeniella abietina* (*Ascocalyx abietina*, anamorpha *Brunchorstia pinea*). Jednotlivě byly pozorovány plodnice imperfektního stadia *Brunchorstia pinea* var. *pini* i var. *cembrae*. V roce 2000 byla *B. pinea* var. *cembrae* zjištěna až masově na odebraných větvičkách, v roce 2002 byla *B. pinea* var. *cembrae* zjištěna na smrku pouze v několika případech a vesměs však šlo o plodnice starší. Na borovici byla v roce 2002 zjištěna *B. pinea* var. *cembrae* na větvičkách i jehlicích *Pinus mugo* a *P. contorta*. Zajímavostí je, že ve vlhké komůrce se vyvinuly plodnice anamorfní *Brunchorstia pinea* (*Gremmeniella abietina*), odebrané v roce 2000 a uložené v herbáři UOLM LDF MZLU v Brně. Ze smrku pichlavého *Picea pungens* byl v roce 2003 podobně jako v roce 2000 izolován *Sirococcus strobilinus*.

4.3.3 Identifikace houbových patogenů izolací do axenických kultur

Izolacemi hub do tzv. čistých kultur je možno získat poměrně široké spektrum hub a je možno zkoumat endofytickou mykofloru pletiv, včetně živých. Ani touto metodou se nepodařilo izolovat žádného univerzálního patogena, který by se vyskytoval na všech šetřených vzorcích. Prozatím se nepodařilo několik typových vzorků určit. Důvodem je sterilita mycelia. Ze zjištěných druhů je nejhojnější *Epicoccum nigrum*. Tento druh je běžnou součástí fylosféry a mrtvých pletiv rostlin. Běžně byl zjišťován i na chřadnoucích smrčích z jiných lokalit. Ze vzorků byly dosud determinovány i další druhy: *Sordaria* sp., *Fusarium avenae*, *Fusarium* cf. *oxysporum*, *Cladosporium* sp., *Phomopsis* sp. U všech uvedených druhů je možno uvažovat o jejich potenciální patogenitě.

Z hlediska infekce pletiv houbou *Ascochyta abietina* jsou dále prověřovány kultury, které prozatím neplodily. Při verifikaci je používána PCR diagnostika. K datu vypracování zprávy nebyly výsledky prozatím k dispozici.

4.4 Mikrobiologický rozbor pletiv borovic

V polohách s pozorovaným poškozením smrku bylo pozorováno i poškození borových výsadb. Vzorky byly odebrány z lokality nad Vápenkou z *Pinus mugo*, *Pinus contorta*. Oproti situaci na smrku zde byly ve vlhkých komůrkách zjištěny v hojně míře plodnice *Brunchorstia pinea* var. *cembrae*, imperfektního stadia *Gremmeniella abietina*. Pro srovnání byly odebrány i vzorky z *Pinus nigra* z Kunvaldu. Zde byla kromě patogenů jehlic *Mycosphaerella pini*, *Cyclaneusma minus*, *Lophodermium seditiosum* zjištěna na odumírajících větvíčkách *Brunchorstia pinea* var. *pini*.

4.5 Situace na jednotlivých šetřených lokalitách

Anenský vrch (porost 425 D2)

Symptomy odpovídají typu A. (poškození spodních částí koruny). Z této lokality byly výsledky vzorků poškozených větvíček smrku ztepilého *Picea excelsa* inkubovaných ve vlhkých komůrkách negativní, včetně sledovaného výskytu *Gremmeniella abietina*. Stejně výsledky byly získány ze vzorků odebraných 4.6.2002 i 4.10.2002. In situ byly staré plodnice identifikovány bez mikroskopické kontroly pouze z jednotlivých stromů. Na *Picea pungens* byly ve vlhké komůrce zjištěny plodnice *Sirococcus strobilinus*. Z izolací byly zjištěny zástupci rodu *Fusarium*, *Epicoccum nigrum* a *Cladosporium*. Další kultury jsou průběžně určovány. Za výrazný predispoziční faktor je zde možno považovat sněhovou pokrývku a působení klimatických extrémů v kombinaci s imisemi dusíku.

Pod Anenským vrchem (327 A 8)

Kontrolní rozbor stavu mýtních porostů, vzorky odebrány ze 4 skácených vzorníků. Ve vlhkých komůrkách byly v trhlínách kmene zjištěny bílé pentlice konidií zástupce rodu *Phomopsis*. Z izolací na agar-sládovém médiu byly prozatím determinovány druhy *Stemphylium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Trichoderma* sp.

Lokalita Hanička

Typ poškození B (Celkové chřadnutí smrků, pozorované především v nižších oblastech). Zjištěn výskyt pancířníků. Z pletiv izolovány houby rodu *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. cf. oxysporum*), *Sordaria* sp., *Epicoccum nigrum* aj. Další druhy se dosud nepodařilo

identifikovat. Jako predispoziční faktor se na této lokalitě pravděpodobně uplatnila sněhová pokrývka. Zde je nutno poznamenat, že pozorované symptomy poškození nejsou pro Orlické hory typické a spíše se podobají chřadnutí smrku v oblasti Českomoravské vrchoviny v oblasti LS Náměšť nad Oslavou.

Zdobnice školka

Odumírání sazenic, podobných symptomů jako na hřebenech. Ve vlhkých komůrkách žádný z patogenních organismů nefruktifikoval. Na odumřelých koncích letorostů byla determinována *Botrytis cinerea*. Z izolovaných organismů se prozatím nepodařilo kultury determinovat.

Luisino údolí

Typ poškození **B** (Celkové chřadnutí smrků, pozorované především v nižších oblastech). Ve vlhké komůrce zjištěna na jednom ze vzorků *Brunchorstia pinea* (*Gremmeniella abietina*). Na lokalitě zjištěno rovněž poškození sviluškou smrkovou (*Olygonychus ununguis*). Z roztočů byl zjištěn i výskyt pancířníků. Jejich úloha v pozorovaném chřadnutí je předmětem dalšího studia.

Nad Vápenkou

Odebrány vzorky z poškozených borovic s projevy poškození jehlic v důsledku působení abiotických faktorů. Z houbových patogenů byla na jehlicích zaznamenána na borovici kleči velmi hojně rez starčeková – *Coleosporium senecionis*. Z větviček *Pinus mugo* a *Pinus contorta* byla ve vlhkých komůrkách identifikována *Brunchorstia pinea* var. *cembrae* (*Gremmeniella abietina*).

lokalita:Deštné

Nepodařilo se prokázat žádný organismu endofytické mikroflóry.

4.5.1 Přehled šetřených vzorků

Není – li uvedeno jinak, jedná se o porosty ve stáří 1 – 20 let. VK – vlhká komůrka.

4.6.2002 lokalita: Anenský vrch – 425 D 2

1.*Picea abies* – opad jehlic, VK neg.

2.*Picea pungens* – opad jehlic , VK – *Sirococcus strobilinus* (1 přepážka, 12,5x 2,5µm.)

Izolace misky: *Picea abies* - *Epicoccum nigrum*, *Sordaria* sp., *Fusarium* sp.

16.7.2002 lokalita: Zdobnice školka

1.*Picea abies* – sazenice VK neg.

2. *Picea abies* – sazenice – suché konce letorostů VK *Botrytis cinerea*

3. *Picea abies* – sazenice VK neg.

lokalita: Luisino údolí

4.*Picea abies* – VK *Ascocalyx abietina* (3-4př., 28-33x 3 µm; *Brunchorstia pinea* var. *pini*)

8. *Picea abies* – VK neg.

lokalita: Nad Vápenkou

5.*Pinus mugo* – *Coleosporium* (jehlice aecie a typické skvrny po jejich opadu VK *Ascocalyx abietina* (4-5 př., 50 – 62 x 2,5 – 3 µm, *Brunchorstia pinea* var. *cembrae*)

7. *Pinus contorta* – VK *Ascocalyx abietina* (6-8př., 45-60 x 2-3 µm, *Brunchorstia pinea* var. *cembrae*)

lokalita: Deštné

6. *Picea abies* – VK neg.

4.10.2002 lokalita: Pod Anenským vrchem 327 A 8 – mýtní porost *Picea abies*

(1) VK neg.

(2) korunová větev – praskliny v kůře, VK bílé pentlice konidií
Phomopsis (25- 35 x 10-12µm, četné bubliny)

Izolace misky: *Trichoderma* sp., *Epicoccum nigrum* I

(3) VK neg.

(4) Vk neg.

Izolace misky: *Stemphylium* sp., *Epicoccum nigrum*

Pozn.: čísla v závorkách - vzorníkové stromy v mýtném věku.

4.10.2002 lokalita: Anenský vrch 425 D 2

Picea abies

1. až 4. VK neg.

lokalita: Anenský vrch 425 D 1

Picea abies

1. Izolace misky: *Epicoccum nigrum*

lokalita: Anenský vrch 425 C 2

Picea abies

1. Izolace misky: *Cladosporium* sp.

4.6 Role *Gremmeniella abietina* a dalších hub endofytické mikroflóry

Gremmeniella abietina (*Ascocalyx abietina*) je obecně uvažována jako významný patogenní agens v případě chřadnutí smrků v Orlických horách. Na základě dosud provedených sledování, izolací a determinací použitými metodikami (vlhké komůrky, izolace...) lze konstatovat, že nebyl potvrzen žádný univerzální agens, který by byl přítomen na všech poškozených jedincích smrků. Z hlediska houbové mikroflóry šlo spíše o sekundární organismy, které se šíří na jinými faktory predisponovaných pletivech. Toto zjištění vychází rovněž z opakovaného nálezu (2000, 2002) houby *Sirococcus strobilinus* (Preuss) na *Picea pungens* se stejnými symptomy poškození (dieback) jako na *Picea excelsa*.

Gremmeniella abietina (*Ascocalyx abietina*) není jediným a především faktorem, který je jako odpovědný za stávající stav. Jde spíše o projev sekundární kolonizace odumřelých pletiv za podmínek příznivých pro rozvoj houby.

Přítomnost hub uvnitř pletiv může za určitých podmínek oslabení hostitele působit jako mortalitní faktor. Samy houby uvnitř pletiv mohou způsobovat jejich embolizaci, perforaci vodivých elementů, nekrotizaci lýka apod.

Jednoznačnou odpovědí na otázku významu *Gremmeniella abietina* (*Ascocalyx abietina*) by byl screening *Gremmeniella abietina* pomocí metod PCR. Aplikace molekulárně biologických by výrazně urychlila determinaci a umožnila bezpečné určení výskytu fytopatogenních hub v zelených pletivech na velkém souboru jedinců i bez potřeby získání plodnic.

5 Závěr

V závěru lze upozornit na to, že všechny vzorky byly odebrány z velmi mladých stromů, které obecně vykazují větší citlivost vůči nepříznivým vnějším podmínkám. Na druhé straně se vyznačují značnou růstovou energií, která jim umožňuje nahradit ztracené části eventuelně zhojit poškozená pletiva. Jednou z nespecifických odpovědí je tvorba tlakového dřeva, které umožňuje růstové a turgorové pohyby (např. větvi, vyrovnávání kmenů aj.) a také mění hydraulickou architekturu stromu a větví. Tento typ tracheid se může vytvářet pod jakýmkoliv vlivem, jehož účinkem se uvolňuje etylen. Například je to svažitosť terénu, soliflukce, přísušek, hypoxie (v půdě při zvýšené hladině podzemní vody, či dlouhodobém tání sněhu, kdy kořeny trpí nedostatkem O₂, v atmosféře při vysoké, tající a mrznoucí sněhové pokrývce nebo ledovce na větvích), atak hmyzem, parazitickými houbami, vysoké a nízké teploty, vítr aj. Vysoká frekvence výskytu tlakového dřeva odráží přímo vliv těchto přirozených negativních faktorů. Z jiných našich studií vyplývá, že i v jiných početných lokalitách vzrostl u smrku výskyt tlakového dřeva, což můžeme obecně přičíst klimaticky nevyrovnaným posledním deseti až dvaceti letům. Přímý důkaz o spadu SO₂ se nalézt nepodařilo, tj. krystaly sádrovce se ani na povrchu jehlic, ani v blízkosti epistomatálních dutin nevyskytovaly. Červenohnědé zbarvení jehlic bylo jednoznačně způsobeno tzv. mrazovým vymrznutím a zřejmě korespondovalo s nepříznivým vývojem počasí na jaře r. 2002, které však postihlo celé území.

Houby jako jediný původce sledovaného poškození nebyly šetřeními potvrzeny. Jejich výskyt je reakcí na fyziologické poškození pletiv a sehrávají spíše funkci iniciačního stresoru, nikoli stresoru mortalitního či predispozičního. To platí i pro *Gremmeniella abietina* (*Ascocalyx abietina*), která je sice řadou autorů udávána jako hlavní původce poškození. Provedené rozbory však tuto teorii nepotvrdily. Za jistých okolností však může *G. abietina* masově kolonizovat nekrotizovaná pletiva, tak jak k tomu došlo v roce 2000. V zimě 2001/2002 sice došlo k prozatím přesně nedefinovanému souběhu okolností, které vedlo k pozorovanému poškození, masová infekce houbou *G. abietina* však nenastala. Sekundární úlohu této houby podporuje i nález houby *Sirococcus strobilinus* na *Picea pungens* s naprosto shodnými příznaky poškození, které jsou označovány jako dieback. Na druhé straně je nutno konstatovat, že šetření prokázala přítomnost *G. abietina* v postižených porostech. *G. abietina* byla identifikována na výsadbách borovic *Pinus mugo* a *P. contorta*, kde také reaguje na primární poškození pletiv. Stejně tak výskyt některých mikroskopických druhů je reakcí na poškození a následnou nekrotizaci pletiv, která se stávají vhodným substrátem pro kolonizaci. To potvrzuje izolace druhů *Stemphylium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Cladosporium* aj.

Účinek horských podmínek se souhrou nepříznivých faktorů je v rozvolněných mladých porostech značně nepříznivý. Na pěstitele lesů působí depresivně zejména po zimě, kdy se zvyrazňují a zároveň doznívají poškození porostů způsobená v nejnepříznivějším ročním období. Lze předpokládat, že stromy budou mít časem dostatek potenciálu k překonávání uvedených a jiných vlivů, jakmile zvětší objem své biomasy a zejména tehdy, budou-li co nejdříve chráněny v druhově pestřejších směsích.

Z hlediska možných opatření nehrozí v současnosti nebezpečí z prodlení z hlediska zanedbání zásahu proti biotickému škůdci, jehož přítomnost jako hlavního agens nebyla prozatím potvrzena. Impakt abiotických faktorů není dost dobře ovlivnitelný a jakékoli zásahy bez

důkladné znalosti problému nemusí mít očekávaný efekt a může je provázet celá řada nežádoucích průvodních jevů další destabilizace velice specifických horských ekosystémů. Lze jen doporučit podporu vnášení přirozeného spektra listnatých dřevin jako stabilizujícího prvku. Zásadně nedoporučujeme řešit současnou situaci řešením prosté chemické rovnice bez zvážení všech přímých a nepřímých dopadů na celý ekosystém horských lesů.

Příloha 1 Symptomy chřadnutí smrků na sledovaných lokalitách Orlických hor



Obr. 1 Typ poškození A. Poškození spodních částí koruny Picea abies, zhruba do výše sněhové pokrývky. Anenský vrch 4.6.2002.



Obr. 2 Typ poškození A. Poškození spodních částí koruny Picea abies, zhruba do výše sněhové pokrývky. 30.6.2000



Obr. 3 Kombinované poškození koruny na lokalitě Suchý vrch. Významné je především poškození pupenů ve spodní části koruny. Ve vrcholových partiích pupeny raší. Suchý vrch 4.6.2002.



Obr. 4 Typ A. Poškození spodních částí koruny Picea abies. Anenský vrch 4..6.2002



Obr. 5 Typ A. Poškození spodních částí koruny Picea abies.



Obr. 6 Typ A. V místech vysoké sněhové pokrývky je poškozena celá koruna. Anenský vrch. 4.6.2002.



Obr. 7 Detail poškozen/é větvičky. Charakteristickým znakem je opad jehlic v důsledku vytranspirování, některé pupeny zůstávají živé a raší. Anenský vrch. 4.6.2002.



Obr. 8 Poškození jehlic a letorostů Picea abies. Anenský vrch. 4.6.2002.



Obr. 9 Jedním ze symptomů je tvorba reakčního dřeva ze spodních částí větví jako reakce na stresovou zátěž prostředí. Anenský vrch. 4.6.2002.



Obr. 10 Typ A, poškození spodních částí koruny Picea pungens.



*Obr. 11 Projevy poškození *Picea pungens*. Anenský vrch. 4.6.2002.*



*Obr. 12 Typ A, poškození spodních částí koruny *Picea pungens*. Charakteristická je desikace přízemních částí koruny. Anenský vrch. 4.6.2002.*



Obr. 13 Typ B., chřadnutí celé koruny. Luisino údolí. 16.7.2002.



Obr. 14 Typ C, poškození v důsledku těžké sněhové pokrývky. Při cestě k tvrzi Hanička. 4.6.2002



Obr. 15 Typ C, poškození v důsledku těžké sněhové pokrývky. Pod Suchým vrchem. 4.6.2002.



Obr. 16 Typ C, poškození v důsledku těžké sněhové pokrývky. Pod Suchým vrchem. 4.6.2002.



Obr. 17 Výrazným symptomem je deformace kořenového systému, který provází smrkové kultury prakticky na všech lokalitách. Pod Suchým vrchem. 4.6.2002.



Obr. 18 Poškození asimilačního aparátu nad sněhovou pokrývkou. Suchý vrch. 4.6.2002



Obr. 19 Deformace kořenového systému. Žloutnutí smrku jako důsledek redukce kořenového systému. Vlevo žloutnoucí smrk, vpravo kořenový systém stejného stromu. 4.10.2002.



Obr. 20 Poškození Pinus mugo s rozvojem systémové infekce Gremmeniella abietina (zjištěna anamorpha Brunchorstia pinea var. cembrae). Chata po Šerlichem 4.10.2002



Obr. 21 Koruny mýtního stromu na lokalitě pod Anenským vrchem 327 A 8 – mýtní porost Picea abies. 4.10.2002.



Obr. 22 Projevy žloutnutí jako důsledek desikace jehlic. Vzorek ze vzorníku z porostu 327 A 8. Anenský vrch. 4.10.2002.



Obr. 23 Poškození jehlic a letorostů u vzorníku mýtního stromu v porostu 327 A 8. Na větvíčce byla zjištěna infekce houbou Phomopsis sp. Anenský vrch. 4.10.2002.



Obr. 24 Skvrnitost jehlic Picea excelsa. Obdobná skvrnitost je uváděna jako důsledkem působení ozónu. Anenský vrch. Anenský vrch. 4.10.2002.



*Obr. 25 Plodnice *Lachnellula occidentalis* (Hahn et Ayers) Dharne z modřínu. Anenský vrch.
4.10.2002.*

Příloha 2 Histologická studie



Obr. 1: Borovice pokroucená (*Pinus contorta*) poškozená v roce 2000 ozonem. 16. 7. 2002, Orlické hory, lokalita pod etážovou cestou pod vrcholem Orel.



Obr. 2: Smrk pichlavý (*Picea pungens*). Diskolorované jehlice (mráz a UV záření). 16. 7. 2002, Orlické hory, lokalita nad etážovou cestou pod vrcholem Orel.



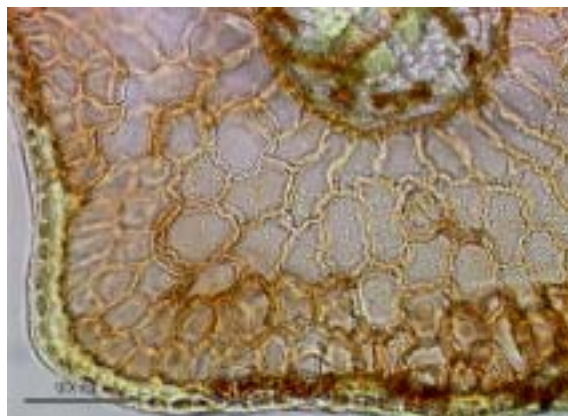
Obr. 3: Doklad působení vysoké ozářenosti a nízkých teplot na bříze (*Betula* sp.). 4. 6. 2002, Orlické hory, Anenský vrch.



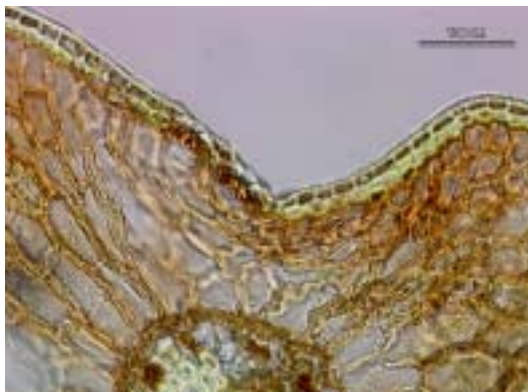
Obr. 4: Poškození smrku ztepilého (*Picea abies*). 4. 6. 2002, Suchý vrch.



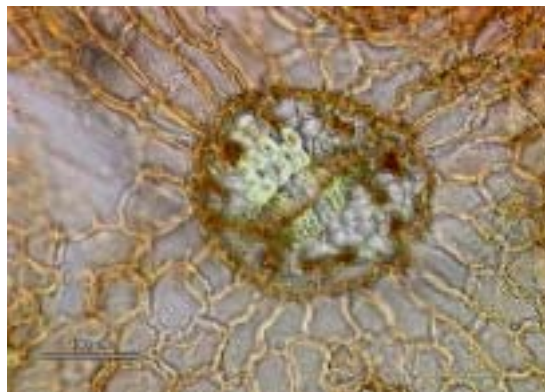
Obr. 5: Řez poškozenou jehlicí smrku ztepilého (*Picea abies*), která rostla na stonku zobrazeném na obr. 9. Vzorek odebrán 4. 6. 2002, Anenský vrch



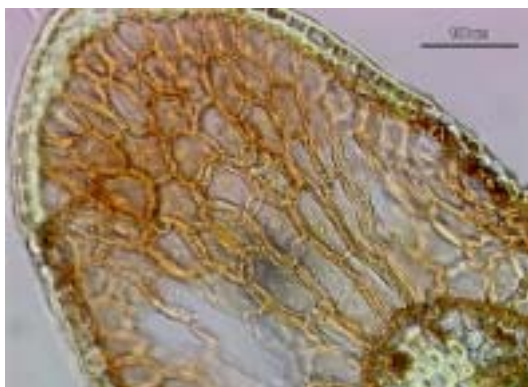
Obr. 5a: Degradace kutikuly, k zhnědnutí dochází nejdříve u periferních buněk.



Obr. 5b: Mrazové vyschnutí a zborcení mezofylu.



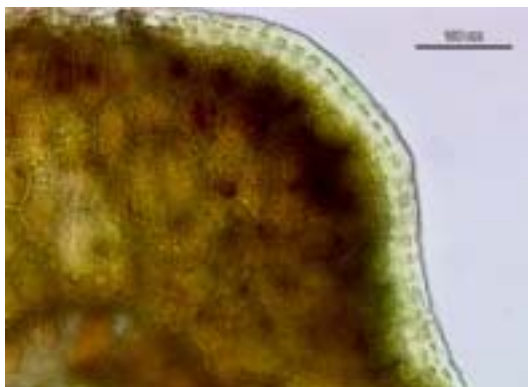
Obr. 5c: Poškození centrálního válce a endodermis.



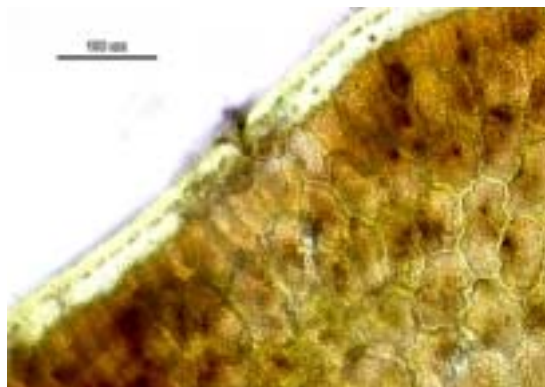
Obr. 5d: Tlakové změny na mrazem vyschlé jehlici.



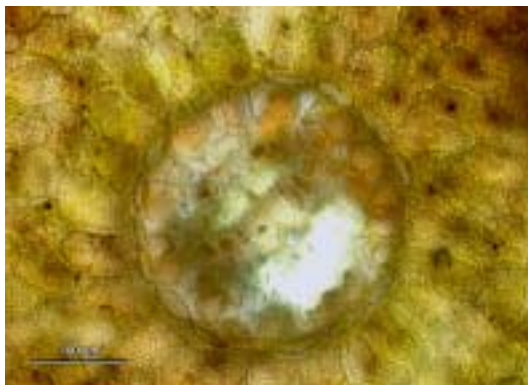
Obr. 6: Příčný řez jehlicí smrku ztepilého (*Picea abies*) z větve zobrazené na obr. 10. Vzorek odebrán 16. 7. 2002, Luisino údolí.



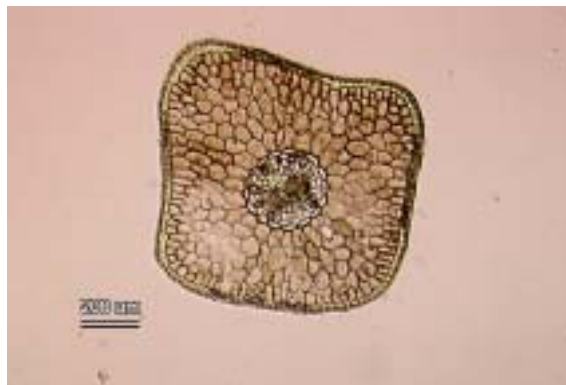
Obr. 6a: Dokumentace výskytu zhnědlých protoplastů.



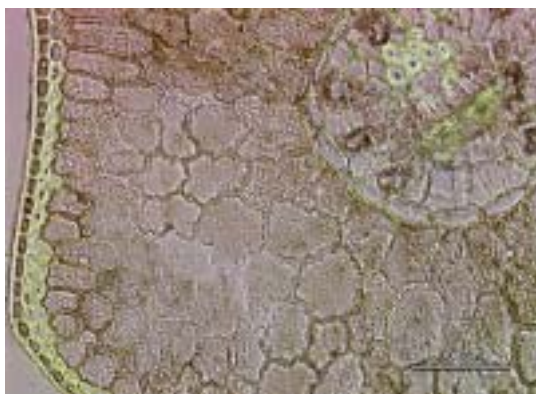
Obr. 6b: K odumření jehlic přispěl vnější faktor.



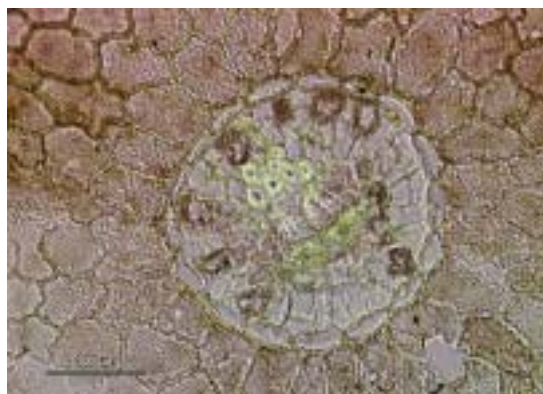
Obr. 6c: Poškozená endodermis.



Obr. 7: Řez jehlicí slunného typu smrku ztepilého (*Picea abies*) odebrané ze stromu nesoucího typické znaky poškození. Vzorek odebrán 4. 6. 2002, Anenský vrch.



Obr. 7a: Velice tenká kutikula, nepravidelný mezofyl.



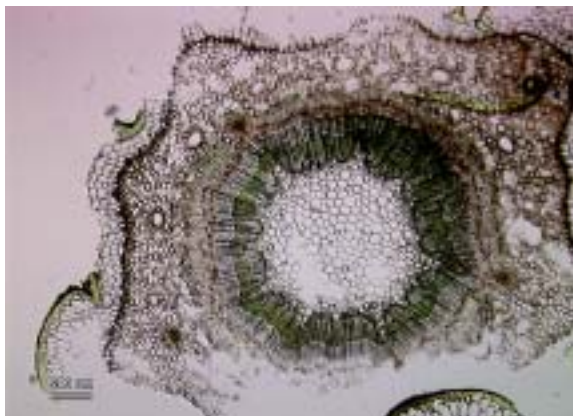
Obr. 7b: Z jedné strany smáčknutá endodermis



Obr. 8: Letošní stonek smrku ztepilého (*Picea abies*). Vzorek odebrán 16. 7. 2002, Luisino údolí.



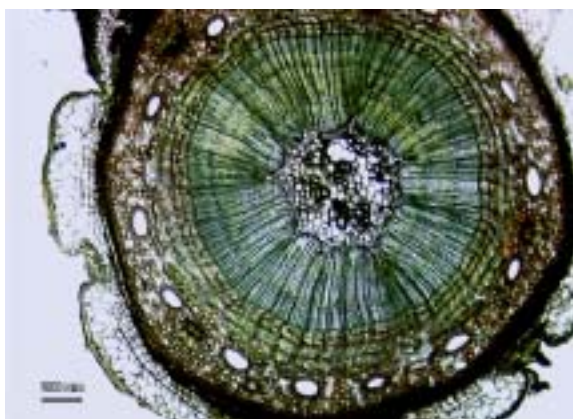
Obr. 8a: Detail funkčního kambia a stavu dřevu. V pericyklu pryskyřičné kanálky a listová stopa.



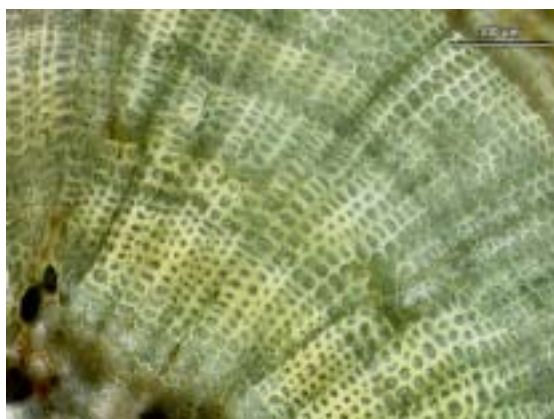
Obr. 9: Řez stonkem smrku ztepilého (*Picea abies*). Vzorek odebrán 4. 6. 2002, Anenský vrch.



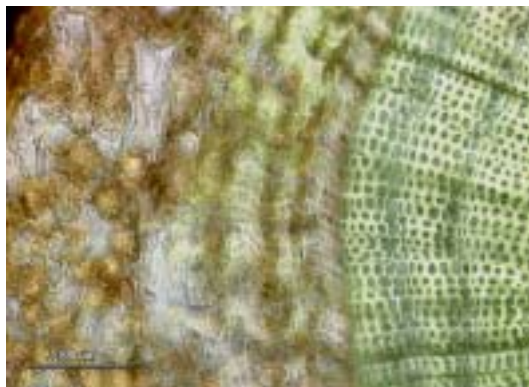
Obr. 9a: Během roku 2002 došlo ke zničení kambia a k ukončení růstu.



Obr. 10: Tříletá větev. Zřetelně patrné tlakové dřevo, které se vyskytlo již v prvním roce růstu. Vzorek odebrán 16. 7. 2002, Luisino údolí.



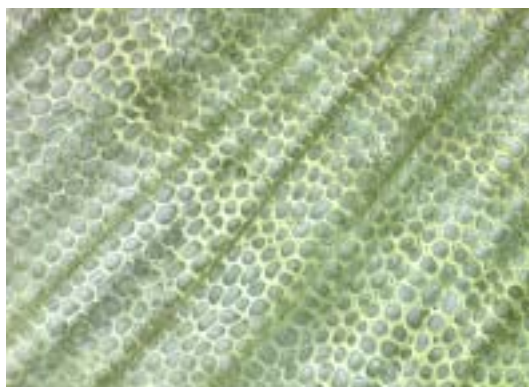
Obr. 10a: V roce 2001 došlo k opakovanému negativnímu ovlivnění tvorby xylému.



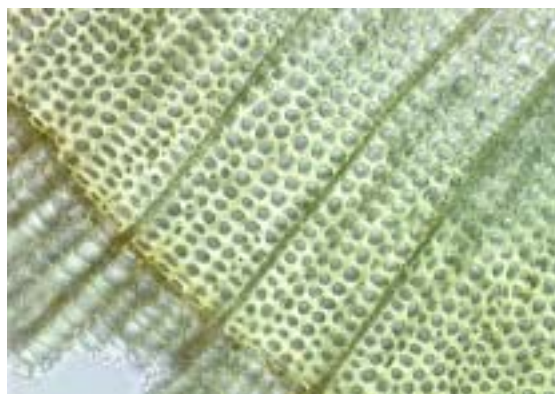
Obr. 10b: V roce 2002 se vyskytly vlivem nepříznivých podmínek pouze dvě řady normálních jarních tracheid.



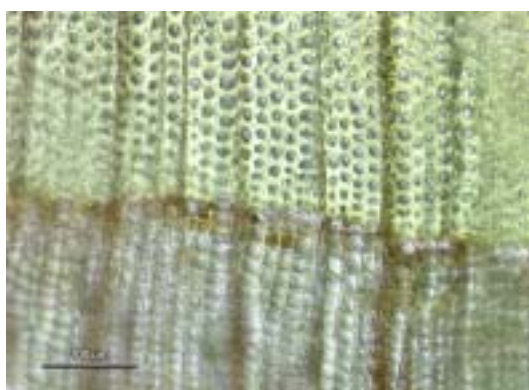
Obr. 11: Stonek smrku ztepilého (*Picea abies*) ve stáří tři let. Tlakové dřevo ve druhém ročníku (rok 2001). Vzorek odebrán 16. 7. 2002, Luisino údolí.



Obr. 11a: Detail tlakového dřeva.



Obr. 11b: Poškození kambium vlivem mrazu patrné na prvních tracheidách jarního dřeva.



Obr. 11c: Poškození kambium vlivem mrazu patrné na prvních tracheidách jarního dřeva.

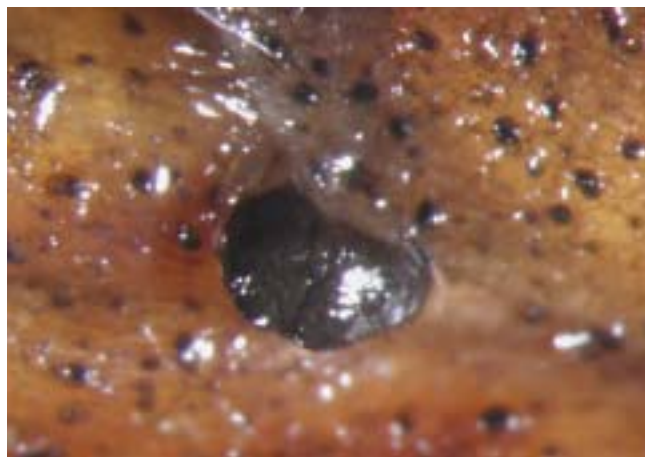


Obr. 12: Dokumentace nepravidelnosti sekundárního růstu stonku smrku ztepilého (*Picea abies*).
1996 – první rok, 1997 – šikmý letokruh s trhlinami v tangenciálním směru, pryskyřičné kanálky, 1998 – také šikmý letokruh, trhliny občasné, pryskyřičné kanálky, 1999 – náhlé snížení růstu na méně než 50% předloňského, 2000 – nejnižší přírůst, 2001 – již trochu širší, ale bez letního dřeva, 2002 – zatím nedokončený, ale širší než v roce 2001. Vzorek odebrán 16. 7. 2002, Luisino údolí.

Příloha 3 Fytopatologický rozbor pletiv



Obr. 26 Větvička *Picea abies* s plodnicemi *Brunchorastia pinea* (*Gremmeniella abietina*)



Obr. 27 Větvička *Picea abies* s plodnicemi *Brunchorastia pinea* (*Gremmeniella abietina*)



Obr. 28 Konidie *Brunchorastia pinea*



Obr. 29 Konidie *Brunchorastia pinea* var *pini*



Obr. 30 Větvička *Pinus* s plodnicemi *Brunchorastia pinea*.



Obr. 31 Větvička *Picea abies* s plodnicemi *Brunchorastia pinea* (*Gremmeniella abietina*). Šipkami označeny plodnice.



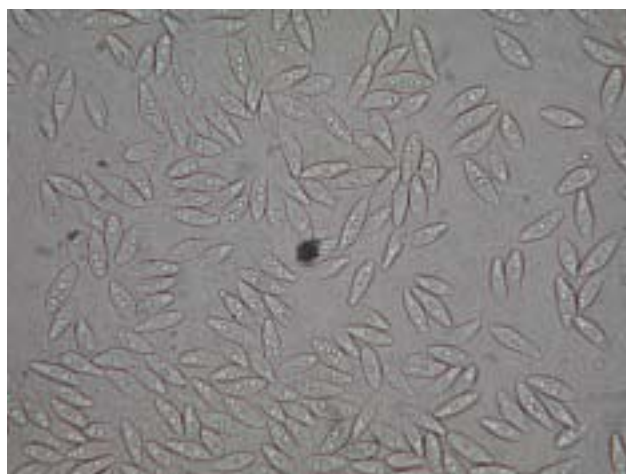
Obr. 32 Konidie *Brunchorstia pinea* var. *cembrae* z větvičky borovice *Pinus contorta*



Obr. 33 *Phomopsis* sp. z odumřelé větvičky dospělého smrku. Na větvičce je zřejmá trhlinka formované plodnice a



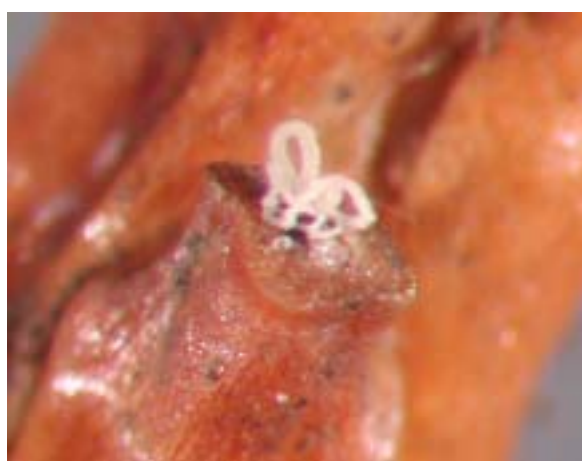
Obr. 34 *Phomopsis* sp. z odumřelé větvičky dospělého smrku



Obr. 35 Konidie *Phomopsis* sp. z odumřelé větvičky dospělého smrku



Obr. 36 *Phomopsis* sp. z odumřelé větvičky dospělého smrku



Obr. 37 *Phomopsis* sp. z odumřelé větvičky dospělého smrku



Obr. 38 Plodnice *Sirococcus strobilinus* na větvičce smrku



Obr. 39 Konidie *Sirococcus strobilinus*



Obr. 40 Kolonie *Cladosporium* sp.



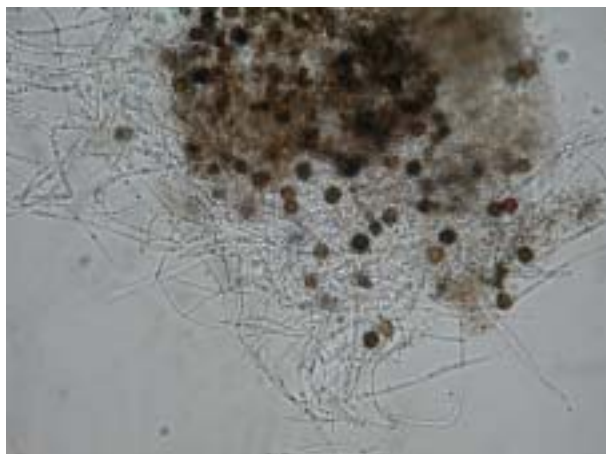
Obr. 41 Mycelium *Cladosporium* sp



Obr. 42 Kolonie *Stemphylium* sp.



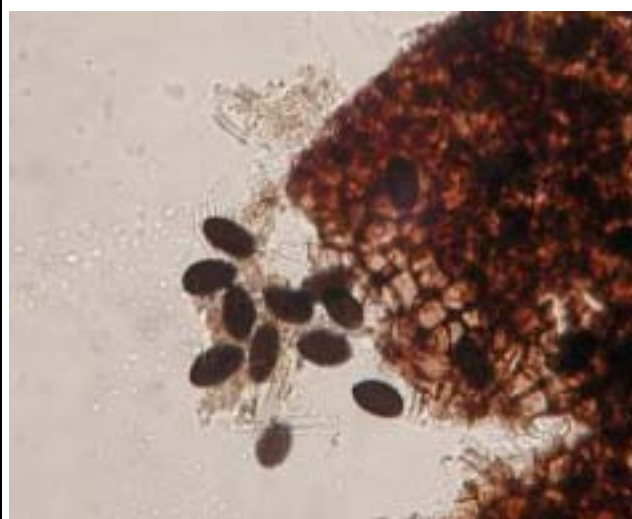
Obr. 43 Mycelium *Stemphylium* sp.



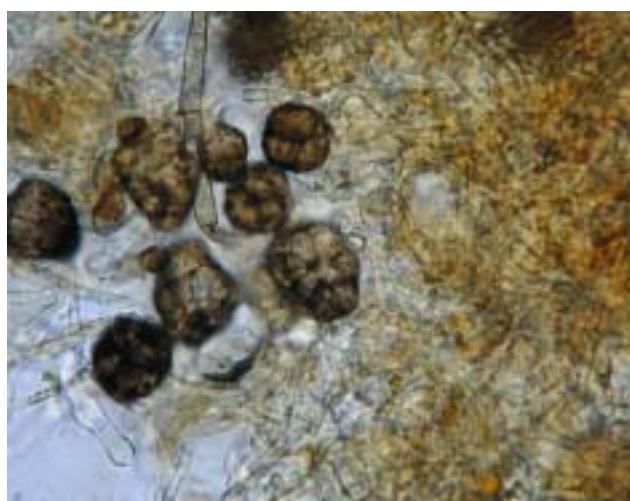
Obr. 44 Mycelium *Stemphylium* sp.



Obr. 45 Mycelium *Stemphylium* sp.



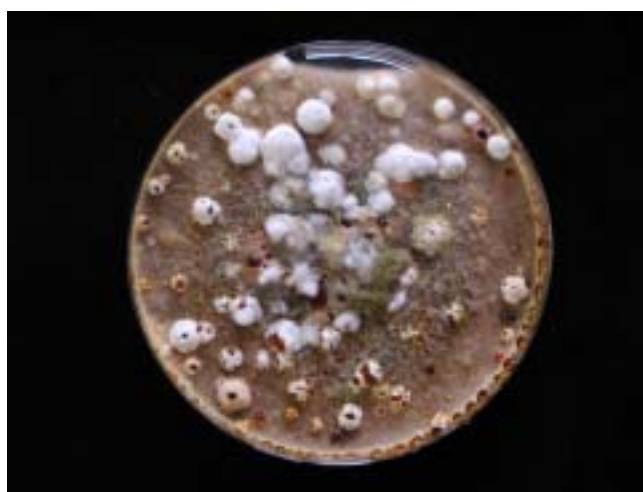
Obr. 46 Mycelium *Sordaria* sp.



Obr. 47 Mycelium *Epicoccum nigrum*



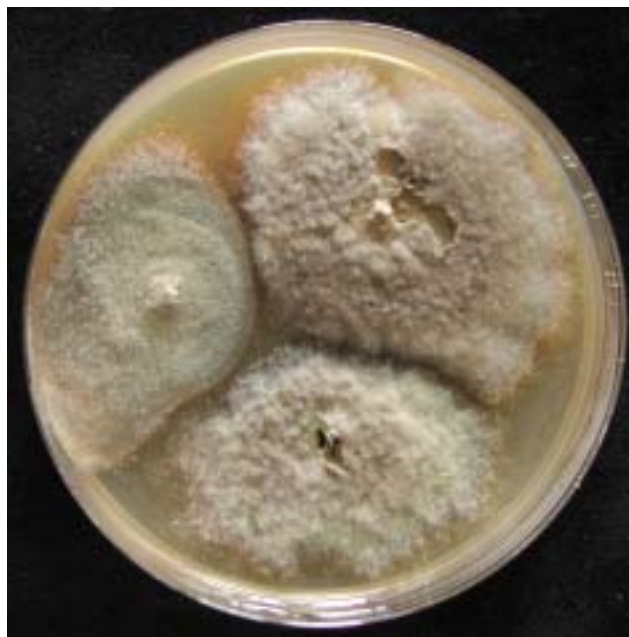
Obr. 48 Kolonie *Epicoccus nigrus*



Obr. 49 Kolonie *Epicoccus nigrus*



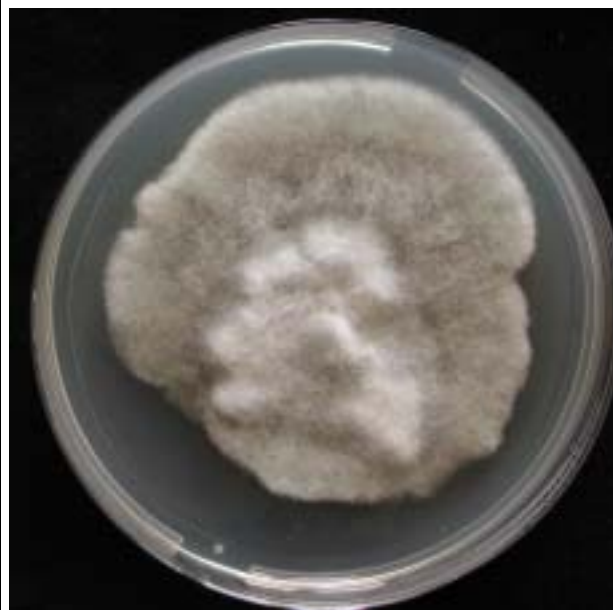
Obr. 50 Dosud neurčené izoláty



Obr. 51 Dosud neurčené izoláty



Obr. 52 Dosud neurčené izoláty



Obr. 53 Dosud neurčené izoláty