

SLEDOVÁNÍ PŘÍČIN CHŘADNUTÍ SMRKU ZTEPILÉHO V OBLASTI ČANTORYJE

OBSERVING OF FACTORS INFLUENCING NORWAY SPRUCE DECLINE IN THE ČANTORYJE REGION

EMILIE BEDNÁŘOVÁ

Ústav ekologie lesa, LDF MZLU Brno

ABSTRACT

Forest decline of Norway spruce stands still represents a problem, especially in areas that were exposed to the air pollution in the past. The assimilatory apparatus of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) has been petting yellow and the stands have been gradually drying up in the region Slezské Beskydy Mts. since the year 2004. The reason of this phenomenon has not been explained yet. The study of epicuticular waxes changes can reveal or exclude some of the possible causes. The results of this study proved that the assimilatory apparatus was not primarily damaged by anthropogenic factors.

Klíčová slova: smrk ztepilý, jehlice, epikutikulární vosky, odumírání, porost, imise
Key words: Norway spruce, needles, epicuticular waxes, damage, stand, pollution

ÚVOD

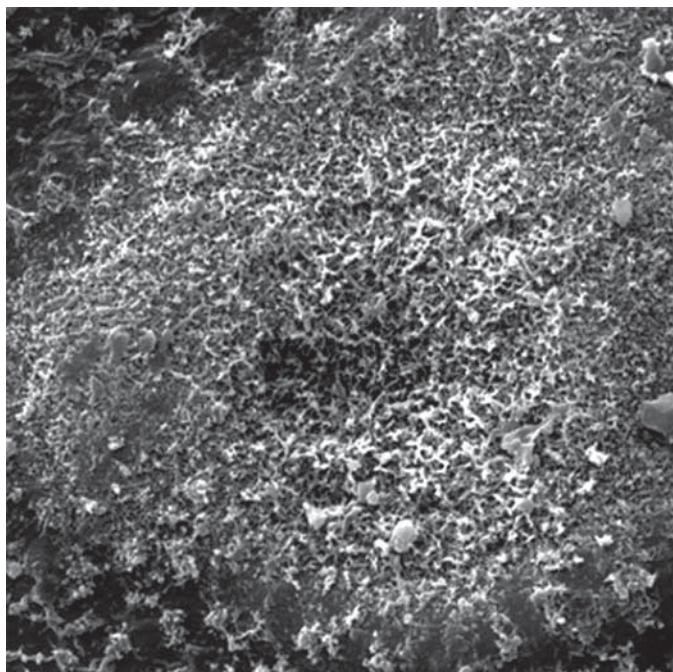
Chřadnutí porostů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) není stále vyřešeným problémem. Od roku 2004 se v porostech smrku ztepilého, na LS Jablunkov, polesí Nýdek (lokalita pod Čantoryjí) počal objevovat nový fenomén - akutní žloutnutí jehlic, které vyúsťuje v odumírání stromů.

Cílem studie bylo hledat příčiny rychlého žloutnutí asimilačního aparátu u smrkových porostů. Jako jedna z metod pro objasnění tohoto jevu byla zvolena metoda sledování zdravotního stavu asimilačního aparátu pomocí analýzy změn u epikutikulárních vosků. Epikutikulární vosky, které tvoří rozhraní mezi rostlinnými buňkami a prostředím, jsou vystaveny tlaku přírodních a antropogenních vlivů (TURUNEN, HUTTUNEN 1990). Změny ve struktuře a množství vosků na povrchu jehlic charakterizují poškození asimilačního aparátu, i když není dosud vizuálně patrné. Rostlinná kutikula s epikutikulárním voskem se jako vnější vrstva obvykle považuje za ochranu povrchu jehlic proti vysychání, znečištění, fyzikální abrazi, radiačním poškozením a patogenům. Je však jako první poškozována antropogenními vlivy. Eroze epikutikulárních vosků je fenoménem s velkou geografickou distribucí a je relevantním faktorem syndromu chřadnutí lesů (KARNOSKY et al. 2003). Epikutikulární vosky mohou být použity jako bioindikátor změn prostředí, které lesní porosty obklopuje (TUOMISTO, NEUVONEN 1993, BEDNÁŘOVÁ 2001, WIESNER et al. 2002, BEDNÁŘOVÁ, MERKLOVÁ 2006).

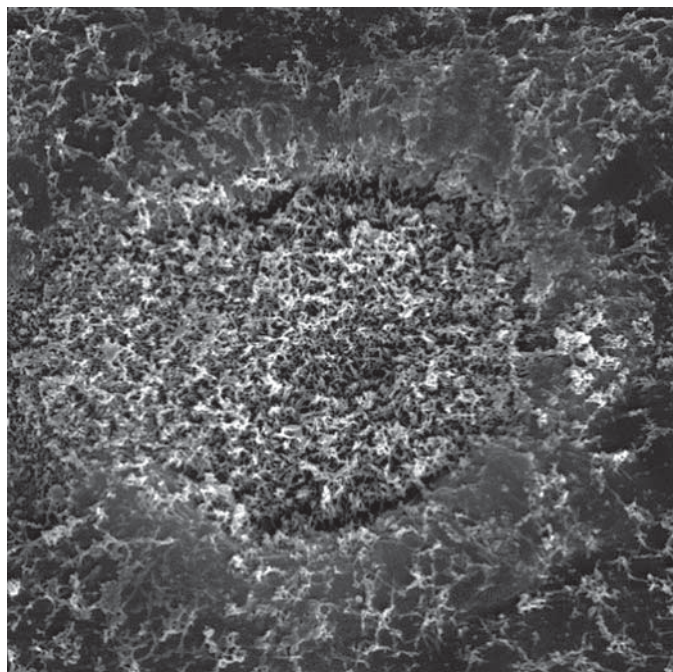
MATERIÁL A METODY

Po dobu dvou let byl sledován zdravotní stav asimilačního aparátu smrku ztepilého v oblasti Čantoryje na polesí Nýdek (LS Jablunkov). Hodnocený porost se nachází v nadmořské výšce 600 až 680 m, ohraničený souřadnicemi N 49° 39,532' E 18° 47,493' a N 49° 39,575' E 18° 48,037'. Srážkový průměr sledované oblasti

činil za poslední čtyři roky 991 mm, průměrná roční teplota je 5,8 °C. Sledovaný porost smrku ztepilého je druhé věkové třídy. Tato oblast byla v 80. letech minulého století pod vlivem dlouhodobé imisní zátěže. Jako porovnávací plochy byly zvoleny dvě plochy ve Žďárských vrších o stejném stáří porostu a podobné nadmořské výšce (580 m n. m. a 790 m n. m.), další plocha se nachází na Dražanské vrchovině (Němčice). Sledovaná plocha Žďárské vrchy (580 m n. m.) nejeví známky poškození porostu. Plocha Žďárské vrchy (790 m n. m.) ukazuje mírné žloutnutí starších ročníků jehličí, ale tento jev nemá postupující tendenci a nedochází k odumírání porostu. Lokalita na Dražanské vrchovině (Němčice) je ve výborném zdravotním stavu a nikdy nebyla ovlivněna imisemi. Dlouhodobý úhrn ročních srážek ve Žďárských vrších je 761 mm a průměrná roční teplota 5,7 °C. Na sledované ploše - Dražanská vrchovina 625 m n. m. je úhrn srážek 640 mm a průměrná roční teplota vzduchu 6,7 °C. Ve všech sledovaných porostech smrku ztepilého bylo vybráno šest vzorníků uprostřed porostu, které nejlépe charakterizují stav asimilačního aparátu. Vzorky pro analýzy byly odebírány ze čtvrtého (pátého) přeslenu, vždy dvě protilehlé větve a ve vodě transportovány do laboratoře pro další zpracování. Struktura epikutikulárních vosků byla hodnocena z elektrogramů s využitím rastrovacího mikroskopu Vega z čerstvého materiálu. Množství epikutikulárních vosků bylo stanoveno laboratorně podle ověřené metodiky (GÜENTHARDT et al. 1994) ze vzorků sušených při pokojové teplotě. Množství epikutikulárních vosků na jehlicích je vyjádřeno jako procento z celkové hmotnosti jehlic v sušině. Do sledování na LS Jablunkov mohly být zařazeny pouze jehlice ve stáří 6 a 12 měsíců od vyrašení, starší jehlice byly zcela suché, nebo opadaly. Dále bylo hodnocení doplněno o sledování množství celkové síry v jehlicích za použití jednotných pracovních postupů - Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno (ZBÍRAL 1994). Toto šetření prováděla dodavatelsky firma Ekola Bruzovice.



Obr. 1.
Nepoškozená struktura epikutikulárních vosků u smrku ztepilého – Čantoryje
Undamaged structure of epicuticular waxes in Norway spruce - Čantoryje



Obr. 2.
Nepoškozená struktura epikutikulárních vosků smrku ztepilého – Žďárské vrchy
Undamaged structure of epicuticular waxes in Norway spruce – Žďárské vrchy

VÝSLEDKY A DISKUSE

Žloutnutí jehlic u smrku ztepilého a jejich následný opad se liší od situace, která nastala v minulém století v Beskydech, kdy byla tato oblast vystavena mimořádnému imisnímu tlaku. V tomto období byl poškozován asimilační aparát již během vývoje nejmladšího ročníku jehličí s degradací epikutikulárních vosků, způsobenou imisemi. Současnou situaci charakterizuje tabulka 1. U žádného vzorníku ze sledovaných ploch nedošlo k mimořádnému úbytku epikutikulárních vosků během prvních dvanácti měsíců. Na polesí Nýdek se hodnoty množství epikutikulárních vosků v roce 2005 a 2006 u 6 měsíců starého jehličí pohybovaly v rozmezí 1,78 - 1,88 % g sušiny jehlic⁻¹. U vzorníků z oblasti Žďárských vrchů bylo množství epikutikulárních vosků na jehlicích 1,78 - 1,90 % a v oblasti Dražanská vrchovina 2,00 % ve stejném období. Při analýze jehličí ve stáří 12 měsíců po vyrašení bylo zjištěno, že množství epikutikulárních vosků z porostů Nýdek se pohybuje v roce 2005 - 2006 od 1,62 do 1,65 % g sušiny jehlic⁻¹, u vzorků ze Žďárských vrchů 1,65 až 1,71 % a z oblasti Dražanská vrchovina 1,86 %.

Z uvedených výsledků je patrné, že množství epikutikulárních vosků na povrchu jehlic smrku ztepilého z lokality pod Čantoryjí (polesí Nýdek) se výrazně neliší od vzorníků z kontrolních oblastí, které nevykazují žloutnutí asimilačního aparátu a jeho následné odumírání. V minulém století, kdy docházelo k poškození asimilačního aparátu smrku ztepilého imisemi, bylo množství epikutikulárních vosků na jehlicích výrazně nižší (BEDNÁŘOVÁ 1996, 1999, 2000). Současný zdravotní stav asimilačního aparátu porostu smrku pod Čantoryjí není v souladu s množstvím epikutikulárních vosků na jehlicích. Zežloutnutí jehlic a jejich následný opad způsobený imisními látkami v ovzduší, nebo vysokými koncentracemi přizemního ozonu je vždy provázen značným úbytkem epikutikulárních vosků.

Úbytek epikutikulárních vosků na povrchu jehlic a listů je provázen i destrukcí epikutikulárních vosků. Tento stav se u vzorků získaných z polesí Nýdek nepotvrzuje (obr. 1). Epikutikulární vosky patrné z elektrogramu neukazují na jejich úbytek ani destrukci. Jsou ve stejném množství i struktuře jako z referenčních ploch, kde není asimilační aparát narušen (obr. 2). Při primárním poškození porostů imisními látkami v ovzduší a vysokými koncentracemi přizemního ozonu se již v prvním roce vývoje jehlic projevuje značná degradace epikutikulárních vosků. Jako další charakteristika pro zhodnocení příčin poškození asimilačního aparátu smrku ztepilého na LS Jablunkov (polesí Nýdek) byla zvolena analýza stanovení celkové síry v jehličí, která slouží jako nepřímý ukazatel působení oxidů síry (tab. 2). Celkové množství síry v jehličí bylo u vzorků z lokality Nýdek jen o málo vyšší než na kontrolních plochách. U jehličí ve stáří 6 měsíců tvořilo 0,58 g.kg⁻¹ v sušině a u jehlic ve stáří 12 měsíců - 0,60 g.kg⁻¹. U referenčních ploch byly hodnoty jen nepatrně nižší.

Ze získaných výsledků vyplývá, že žloutnutí jehličí, transparentnost korun a rychlé odumírání smrku ztepilého na polesí Nýdek nemůže být primárně způsobeno imisními látkami v ovzduší. Nízká nadmořská výška, v níž se porost nachází, vylučuje i nepříznivý vliv ozonu. Změnami v jehličí u smrku v souvislosti s nadmořskou výškou se zabývali BERMADINGER et al. (1989). Poškození v nižších nadmořských výškách (700) odpovídalo účinku kyselých polutantů (nižší obsah kyseliny askorbové, zvýšený obsah thiolů, zřetelné poškození epikutikulárních vosků), zatímco nemocné smrky ve vyšších nadmořských výškách (1 000 m) jevíly v jarních měsících spíše známky ovlivnění ozonem a ostatními fotooxidanty, vysoký obsah kyseliny askorbové, nízký obsah pigmentů (UHLÍŘOVÁ et al. 1997). Tento literární údaj je v souladu i s výsledky uváděnými v předkládaném příspěvku.

Tab. 1.

Množství epikutikulárních vosků u smrku ztepilého (% g. sušina jehlic⁻¹)
The quantity of epicuticular waxes in Norway spruce (% DM weight of needles . g⁻¹)

Plocha/Plot	Nadmořská výška/ Altitude	Stáří jehlic/ Age of needles 6 months/2005	Stáří jehlic/ Age of needles 6 months/2006	Stáří jehlic/ Age of needles 12 months/2005	Stáří jehlic/ Age of needles 12 months/2006
Čantoryje	600 - 680 m	1,78 %	1,88 %	1,62 %	1,65 %
Žďárské vrchy	580 m	1,80 %	1,90 %	1,68 %	1,71 %
Žďárské vrchy	790 m	1,78 %	1,88 %	1,65 %	1,66 %
Němčice	625 m	2,00 %	2,00 %	1,86 %	1,86 %

Tab. 2.

Množství celkové síry v jehličí smrku ztepilého (g.kg⁻¹)
The quantity of total sulphur in needles of Norway spruce (g.kg⁻¹)

Plocha/Plot	Nadmořská výška/ Altitude	Stáří jehlic/ Age of needles 6 months/2005	Stáří jehlic/ Age of needles 6 months/2006	Stáří jehlic/ Age of needles 12 months/2005	Stáří jehlic/ Age of needles 12 months/2006
Čantoryje	600 - 680 m	0,58	0,60	0,58	0,60
Žďárské vrchy	580 m	0,59	0,70	0,50	0,57
Žďárské vrchy	790 m	0,59	0,52	0,60	0,58
Němčice	625 m	0,52	0,60	0,52	0,57

ZÁVĚR

Hodnocením zdravotního stavu asimilačního aparátu metodou sledování změn u epikutikulárních vosků lze odhalit jeho poškození, i když je teprve v latentní fázi. Touto metodou lze rovněž potvrdit, nebo vyloučit poškození antropogenními činiteli. Průběh žloutnutí jehličí smrku ztepilého a jeho následné rychlé odumírání na polesí Nýdek má odlišný charakter než v minulém století, kdy došlo v této oblasti k poškození asimilačního aparátu smrku ztepilého a odumírání porostů následkem imisního tlaku převážně oxidů síry. Již v prvním roce rozvoje jehlic docházelo k úbytku epikutikulárních vosků na jehlicích a projevovala se destrukce epikutikulárních vosků, čímž byla snížena obranyschopnost asimilačního aparátu, která vyústila v závažné fyziologické poruchy.

V současnosti nelze hovořit o patrné degradaci epikutikulárních vosků na povrchu smrkových jehlic u porostů z polesí Nýdek (Čantoryje). Rovněž množství celkové síry v jehličí se neliší od výsledků sledování vzorků z oblasti, které nebyly v minulosti ovlivněny imisemi, v první řadě oxidy síry. Avšak celkový zdravotní stav asimilačního aparátu smrku ztepilého z oblasti Čantoryje tomuto neodpovídá. S největší pravděpodobností bude nutné hledat příčiny ve značné poruše výživy porostů a detailně se zaměřit na půdní analýzy. Sekundární vlivy dlouhodobé imisní zátěže v minulých letech mohou vyvolávat okyselování půd a nevyrovnanost v sorpčním komplexu. Nižší srážkové úhrny pak mohou způsobit i zhoršenou dostupnost živin pro smrk ztepilý, který je v této oblasti již v druhé generaci. Na základě získaných výsledků lze vyloučit poškození

asimilačního aparátu smrku ztepilého na polesí Nýdek (oblast pod Čantoryjí) přítomností imisních látek v ovzduší a působením přízemního ozonu.

Poděkování:

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením HS MZeČR č. 471/1004/8 SZ 06 a Výzkumného záměru LDF MZLU v Brně č. MSM 6215648902.

LITERATURA

- BEDNÁŘOVÁ, E. Včasná diagnóza poškození hlavních hospodářských dřevin v Beskydech. Zpravodaj Beskydy „Vliv imisí na lesy a lesní hospodářství Beskyd“, 1996, č. 8, s. 61-66.
- BEDNÁŘOVÁ, E. Epicuticular waxes of spruce *Picea abies* /L./ KARST. needles as indicators of air pollution in the Ore Mts. Journal of Forest Science, 1999, vol. 45, no. 4, s. 186-192.
- BEDNÁŘOVÁ, E. Changes in epicuticular waxes of Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) due to air pollution stress. Ekológia (Bratislava), 2000, roč. 19, Supplement 1, s. 104-112.
- BEDNÁŘOVÁ, E. Epicuticular waxes at Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) characterize the extent of air pollution. Journal of Forest Science, 2001, vol. 47, Special Issue, s. 21-25.
- BEDNÁŘOVÁ, E., MERKLOVÁ, L. Reakce epikutikulárních vosků u smrku ztepilého na snížení imisí. Beskydy, 2006, č. 19, s. 155-162.

- GÜENTHARDT, M., KELLER, T., MATYSSEK, R., SCHEIDGER, C. Environmental effects on Norway spruce needle wax. *Eur. J. For. Path.*, 1994, vol. 224, s. 92-111.
- KARNOSKY, D. F., ZAK, D. R., PREGITZER, K. S., AWMACK, C. S. Tropospheric O₃ moderates response of temperate hardwood forests to elevated CO₂. *FAO PROJECT, Funct. Exil.*, 2003, vol. 17, 289 s.
- TUOMISTO, H., NEUVONEN, S. How to quantify differences in epicuticular wax morphology of *Picea abies* /L./ KARST. needles. *New Phytol.*, 1993, vol. 123, s. 787-799.
- TURUNEN, N., HUTTUNEN, S. A review of the response of epicuticular wax of conifer needles to air pollution. *J. Environ. Quality*, 1990, vol. 19, s. 35-45.
- UHLÍŘOVÁ, H., ŠRÁMEK, V., PASUTHOVÁ, J. Znečištěné ovzduší a lesy. IV. Oxidy dusíku a ozon. *Zprávy lesnického výzkumu*, 1997, roč. 42, č. 2, s. 28-32.
- WISNER, R., TEGISCHER, K., TAUSZ, M. Age effects on Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) susceptibility to ozone uptake: a novel approach to relative stress avoidance to defense. *Tree-Physiology*, 2002, vol. 18, s. 583-590.
- ZBÍRAL, J. *Analýza rostlinného materiálu - Jednotné pracovní postupy*. Brno: JPP SKZÚZ, 1994. kap. 3.25.

OBSERVING OF FACTORS INFLUENCING NORWAY SPRUCE DECLINE IN THE ČANTORYJE REGION

SUMMARY

Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) decline in the Beskydy Mountains still represents an unsolved problem. A new phenomenon of needle yellowing and gradual forest decline started to appear in the Jablunkov (Nýdek) forest district since 2004. A two-year study was performed to explain the cause of rapid needle yellowing in the Norway spruce in the Čantoryje region. The health condition of the assimilatory apparatus was studied by analysing the epicuticular waxes changes, since epicuticular waxes indicate the damage of the assimilatory apparatus even in the latent phase. Epicuticular waxes which form the interface between plant cells and environment can serve as a bioindicator of environment influence on the needle and leaf health condition.

The observed Norway spruce stand is situated in the altitude 600 – 680 m, the age of the stand conforms to second year class. The structure of epicuticular waxes was evaluated with the help of scanning electron microscope, the amount of epicuticular waxes on the needle surface was determined by approved laboratory method. The total amount of sulphur in needles was examined by Leco method. A control stand of the same age without any signs of assimilatory apparatus damage was situated in the Žďárské vrchy in approximately the same altitude.

Needle yellowing in the Norway spruce in the Jablunkov (Nýdek) forest district does not show typical signs of assimilatory apparatus damage caused by anthropogenic factors. Needle yellowing becomes visible 12 months after needle flush and is followed by needle cast. The amount of epicuticular waxes on needle surface is higher compared to the health condition of assimilatory apparatus due to air pollution impact. The structure of epicuticular waxes also does not correspond with the assimilatory apparatus damage caused by air pollution. The condition of epicuticular waxes structure in green needles is consistent with the analysis of Norway spruce in a locality without assimilatory apparatus damage. The amount of total sulphur in needles is equivalent to samples from control stands without any damage.

The obtained results indicate that Norway spruce decline in the Čantoryje region in the Jablunkov (Nýdek) forest district is not caused by actual primary immission influence. The influence of increased ozone concentrations can be excluded due to low altitude. The area was under long-term immission load in the past century thanks to its geographic location and we can expect secondary immission influence leading to disturbances in adsorption soil complex due to soil acidification. Long-term immission load and lower rainfall amount in the past years may cause impaired nutrient uptake for the second generation of Norway spruce in these localities.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Emilie Bednářová, CSc., Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická universita
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 185; e-mail: bednarova@mendelu.cz