

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

SVAZEK 53

ČÍSLO 4/2008

Vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., ISSN 0322-9688

Vedoucí redaktorka: Ing. J. Danysová. Předseda ediční rady: Doc. RNDr. B. Lomský, CSc., Výkonná redaktorka: Mgr. E. Krupičková
Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště,
tel. 257 892 222, 257 923 140, fax 257 921 444, e-mail: krupickova@vulhm.cz, http://www.vulhm.cz

Redakční rada Zpráv lesnického výzkumu

doc. Ing. Petr Zahradník, CSc. - předseda; doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - místopředseda; Ing. Jana Danysová; RNDr. Jana Malá, CSc.;
prom. biol. Zdeňka Procházková, DSc.; doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.; Ing. Vladislav Badalík; prof. Ing. Petr Kantor, CSc.;
doc. Ing. Pavel Klč, Ph.D.; prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc.; prof. RNDr. Michal Marek, DrSc.; prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.;
Ing. Miroslav Sloup; doc. Ing. Marek Turčáni, CSc.

OBSAH - CONTENT

DUŠAN VAVŘÍČEK - PAVLÍNA PANCOVÁ-ŠIMKOVÁ - PAVEL SAMEC - GABRIEL BALÁŽ

Půdní chemické vlastnosti rozpracovaných valů a holosečných ploch imisní oblasti Krušných hor

Soil chemical properties of prepared windrows on clear-felled areas in the Ore mountains plateau pollution zone 249

VILÉM PODRÁZSKÝ

Tvorba povrchového humusu při zalesňování zemědělských ploch a po buldozerové přípravě v Krušných horách

Formation of the surface humus after reforestation of agricultural lands and after bulldozer site preparation in the Krušné hory mts. 258

JIRÍ ŠINDELÁŘ - JOSEF FRÝDL - PETR NOVOTNÝ - JIRÍ ČÁP

Potomstva vybraných dílčích populací jedle bělokoré, modřínu opadavého a buku lesního ze Slovenské republiky na srovnávacích výzkumných
plochách v ČR - možnosti dovozu reprodukčního materiálu (i. část - jedle bělokorá)

Progenies of selected partial populations of silver fir, European larch and European beech from the Slovak Republic on the comparative research plots in
the Czech Republic - potentials of importing of reproductive material (part I - silver fir) 264

PETR NOVOTNÝ - VÁCLAV BURIÁNEK - MARIE BENEDÍKOVÁ

Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů lípy (*Tilia* spp.)

Phenotypic examination results from the forest stands containing autochthonous lime species (*Tilia* spp.) 273

PAVLÍNA MÁCHOVÁ - JANA MALÁ - HELENA CVRČKOVÁ - JAROSLAV DOSTÁL - TOMÁŠ VANĚK

Srovnání remediačních schopností hybridní osiky a jeřábu ptačího

Comparison of accumulation capabilities of hybrid aspen and rowan 285

FRANTIŠEK SOUKUP - VÍTĚZSLAVA PEŠKOVÁ - JAROSLAV LANDA

Mykologické poměry na zalesněných zemědělských půdách

Mycological conditions on afforested agricultural lands 291

RADEK JIROUŠEK - RADOMÍR KLVAČ - STANISLAV LIŠKA

Kontrolní metody pro stanovení poškození půdy a stojících stromů těžebně dopravními technologiemi

Control methods for defining soil and trees damage by logging and hauling technologies 301

JOZEF KONÔPKA - BOHDAN KONÔPKA - CHRISTO NIKOLOV

Rozbor náhodných ťažieb dreva na Slovensku podľa škodlivých činiteľov a lesných vegetačných stupňov

Salvage cuts analysis in Slovakia with regard to harmful agents and altitudinal vegetation zones 308

LESNICKÉ AKTUALITY - CURRENT CONTENTS

• Časové variace a účinnost indexu listové plochy v mladých horských porostech smrku ztepilého

Temporal variation and efficiency of leaf area index in young mountain Norway spruce stands 318

• Fungicidní účinek korních výtažků z některých evropských dřevin

Antifungal effect of bark extracts from some European tree species 318

• Minisemenačky smrku ztepilého jsou méně napadány klikorohem borovým než semenáčky normálního vzrůstu.

Je příčinou chemismus rostlin?

Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? 318

• Změny vegetace vybraných lesních porostů v polských Karpatech

Vegetation of the selected forest stands in the Polish Carpathian mountains - changing in time 319

• Budoucnost lesnictví jako vědní disciplíny

Future of forest sciences 319

PŮDNÍ CHEMICKÉ VLASTNOSTI ROZPRACOVANÝCH VALŮ A HOLOSEČNÝCH PLOCH IMISNÍ OBLASTI KRUŠNÝCH HOR

SOIL CHEMICAL PROPERTIES OF PREPARED WINDROWS ON CLEAR-FELLED AREAS IN THE ORE MOUNTAINS PLATEAU POLLUTION ZONE

DUŠAN VAVŘÍČEK¹⁾ - PAVLÍNA PANCOVÁ-ŠIMKOVÁ¹⁾ - PAVEL SAMEC²⁾ - GABRIEL BALÁŽ³⁾

¹⁾LDF MZLU Brno, ²⁾ÚHÚL Brandýs nad Labem, ³⁾LČR, s.p., LS Kláštevec

ABSTRACT

In immission zone of the Ore Mts. ecotopes (Czech Republic, Central Europe), large clear-felled areas were induced due to air pollution load. Methods of heavy mechanized site preparations for reforestation were used and windrows abundant in organic matter and strip fields with displaced or reduced forest floor were created. If pollution was significantly restricted, revitalization projects for windrowing areas were possible to realize successfully. After passing 20 to 30 years, variously decomposed mixture of soil and organic matter from windrows was spread out over the part of windrowed area. The aim of the work was to perform comparison of chemical and physically chemical properties by above mentioned way created and spread out substrate and by windrowing disturbed top (surface layer) soil on the same mountain sites (*Calamagrostio-villosae Piceetum* generally, *Sphagno-Piceetum* with a small-area distribution). The soil substrates with significantly lower values of soil acidity, higher cation exchange capacity and higher content of humus substances originated on sites with spread out windrows. Windrow spreading did not significantly change C/N ratio. However, in case that by windrow revitalization processes of humification can be supported, also preconditions for tree species propagation may occur and those are similar in availability of base elements (Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^{+}) to zonal soils.

Klíčová slova: valy, příprava stanoviště, kationtová výměnná kapacita, humifikace

Key words: windrows, site preparation, cation exchange capacity, humification

ÚVOD

Krušné hory (338 – 1 244 m n. m.; +5,5 až +2,7 °C, 900 – 1 200 mm srážek) jsou příkladem výrazné tektonické elevace se zachovanou náhorní plošinou (CULEK 1996). Představují region, kde v důsledku imisního zatížení došlo k rychlému nárůstu ploch holosečí o 23,9 %. Odumírání lesních porostů v Krušných horách bylo zapříčiněno synergickým působením stresových faktorů, z nichž měly největší význam průmyslová depozice SO_2 a meteorologické extrémy (BRIDGES et al. 2002). Predisponované a odumřelé porosty většinou smrkových monokultur byly nahrazeny porosty břízy bělokoré (*Betula pendula*), modřinu opadavého (*Larix decidua*), smrku pichlavého (*Picea pungens*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) (MAUER et al. 2005). Reliéf náhorní plošiny umožňoval při restaurování lesních ekosystémů používat těžkou mechanizaci. S její pomocí byl edatop postižených lesních stanovišť upraven nejčastěji do struktury nahnutých liniových valů a k zalesňování připravených ploch mezi nimi.

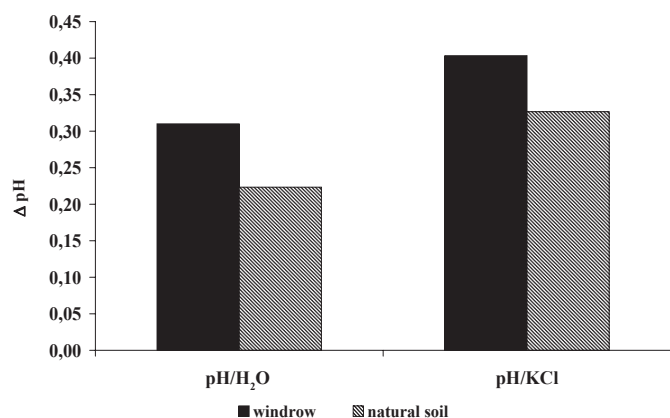
Prostředí liniových valů a mezi valy připravených ploch umožňovalo i opakovaný rychlý postup zalesnění a aplikaci chemické meliorace (PODRÁZSKÝ et al. 2001). Účinnost melioračních opatření lze dokumentovat mimo jiné na základě rychlosti obnovy nadložního humusu (PODRÁZSKÝ et al. 2003). Obnova nadložního humusu na rozpracovaných („urovnaných“) valech (i mezi valy) byla výrazně omezena především kvůli degradaci svrchní půdní vrstvy po mechanizované přípravě stanovišť. Svrchní půdní horizonty byly odstraněny především proto, že byly přímo vystaveny účinkům

imisní depozice. Následkem odtoku byly z těchto stanovišť vyplavovány organické látky i biogenní minerální prvky (JIRGLE 1983). Valy se postupně díky zapravené biomase někdejších zdevastovaných porostů staly růstovým prostředím s biologicky únosnou hodnotou C/N a obsahem biogenních prvků (VAVŘÍČEK 2003).

Průběhy dekompozice a humifikace se na imisních holinách staly důležitými aspekty revitalizace půdního prostředí. Jsou limitovány meteorologickými a klimatickými výkyvy stejně jako jednorázovým akutním nebo synergickým poškozením ekosystému imisemi. Základními postupy pro stimulaci procesů revitalizace půdního prostředí imisních holin v různých regionech se staly chemická a biologická meliorace (PODRÁZSKÝ et al. 2003). Jako jejich modifikace jsou rovněž uplatňovány různé technologické postupy rozpracování valů, pomocí nichž se fermentovaná organická hmota dostává do fyziologicky přístupné hloubky pro kořeny dřevin. Při humifikaci tohoto substrátu následně může být stimulován vznik prostředí s dostatečným obsahem minerálních živin a minimální imobilizací dusíku (VAVŘÍČEK et al. 2005). K tomuto účelu byly navrženy a hodnoceny technologické varianty revitalizace stanovišť s cílem doporučit k praktickému využití varianty optimální.

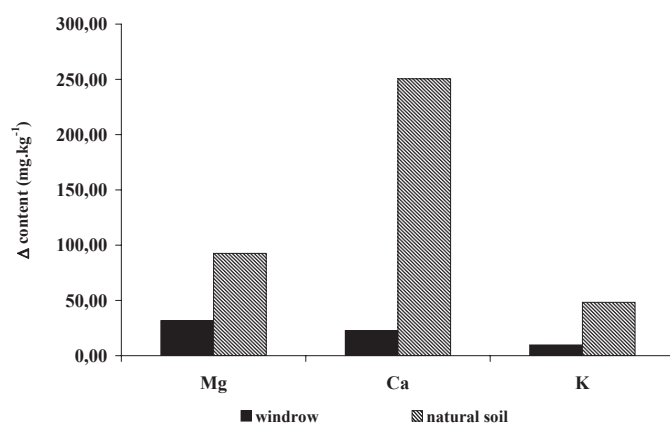
MATERIÁL A METODY

Byly posuzovány rozdíly v pedochemických vlastnostech vybraných vrstev rozpracovaných valů a ponechaných půdních jednotek s přirozenou stratografií horizontů. Tato šetření byla prováděna na stanovištích náhorní plošiny v Krušných horách v nadmoř-

**Graf 1.**

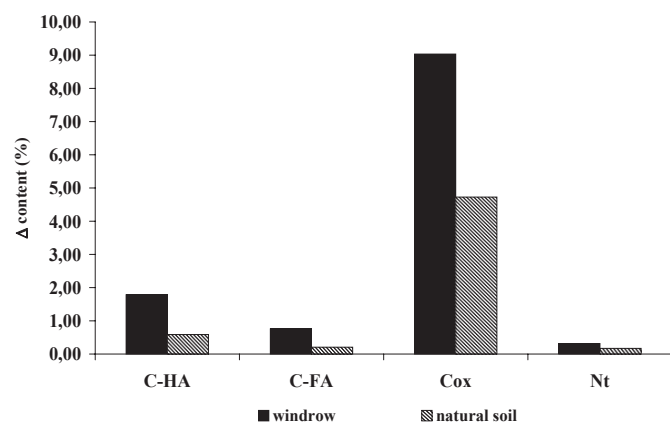
Rozdíly hodnot pH v typových valech a minerálních horizontech podzolů

pH absolute value differences in typical windrows and Podzol horizons

**Graf 2.**

Rozdíly hodnot obsahů základních živin v typových valech a minerálních horizontech podzolů

Basic elements content in absolute values differences for typical windrows and Podzol horizons

**Graf 3.**

Rozdíly hodnot obsahů dusíkatých a uhlíkatých látek v typových valech a minerálních horizontech podzolů

C- and N-substances content in absolute values differences for typical windrows and Podzol horizons

ských výškách 880 - 890 m n. m., kde zonální půdy reprezentuje především podzol modální (ŠIMKOVÁ, VAVŘÍČEK 2004, VAVŘÍČEK 2003). Potenciální vegetace těchto území často odpovídá asociacím *Calamagrostio-villosae Piceetum* a *Sphagno-Piceetum* (CULEK 1996, NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998). Byla zvolena tři výzkumná území (VÚ): LHC Špičák (VÚ 1); LHC Nádraží (VÚ 2) and LHC Suchdol (VÚ 3). Zde byly vybrány plochy lesní půdy a určeny referenční porosty (RP): 186A 2 (VÚ 1), 418B 2 (VÚ 2) a 403E 2 (VÚ 3). Terénní průzkum a odběry vzorků na všech lokalitách byly provedeny během léta 2004. Na vybraných plochách rozpracovaných valů byly odebrány vzorky charakteristických vrstev (tab. 1) H/A, A/H a A/B (Bs) (cf. VAVŘÍČEK et al. 2005), v RP 186A 2 bylo provedeno 14 opakování, v RP 418B 2 bylo provedeno 8 opakování a v RP 403E 2 bylo 5 opakování odběrů. V reprezentativních částech referenčních porostů na VÚ mimo valy byly odebrány půdní vzorky ze svrchního organo-minerálního horizontu (Ap), diagnostického horizontu (Bs) a přechodného substrátového horizontu (B/C). Odběrná místa byla volena s pravidelnou disperzí a vzorky organo-minerálního horizontu Ap byly odebrány metodou plošné preparace. Vzorky pro analýzy z ostatních horizontů byly odbírány uznanými metodami v rámci charakteristického půdního profilu jednotlivých ploch. Jako základní fyzikálně-chemické půdní vlastnosti byly stanoveny půdní reakce (pH/H₂O a pH/KCl) acidimetricky (poměr půda/H₂O nebo 1M KCl = 1/2,5) a potenciální kationtová výměnná kapacita (KVK) Mehlichovou metodou (ZBÍRAL 2002). Přístupné minerální živiny (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) byly zjištěny z výluhu Mehlich II (MEHLICH 1978) metodou atomové adsorpční spektrofotometrie. Obsah fosforu byl zjištěn spektrofotometricky z výluhu v kyselině askorbové, H₂SO₄ a Sb₃⁺. Humusové látky byly detekovány fotometricky podle míry absorpance v roztoku pyrofosfátu. Tak byly vyjádřeny procentické obsahy uhlíku huminových látek (C-HK), fulvokyselin (C-FK) a poměr HK/FK (UGOLINI, SPALTENSTEIN 1992). Obsah oxidovatelného uhlíku (C_{ox}) byl vyjádřen retitrací oxidační směsí H₂Cr₂O₇ + H₂SO₄ Mohrovou soli. Celkový dusík byl stanoven kjeldahlizací (ZBÍRAL et al. 1997). Posouzení významnosti zjištěných rozdílů v hodnotách jednotlivých zjišťovaných veličin bylo provedeno vybranými statistickými metodami (WEBSTER 2001) lineárního modelování (GLM) při P < 0,05 v programu STATISTICA Cz. Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) byly pro ověření předpokladu robustnosti testu vůči porušení normálního rozdělení konfrontovány s výsledky neparametrického Friedmanova testu (cf. ZAR 1994, MELOUN, MILITKÝ 1994, SAMEC et al. 2005).

VÝSLEDKY

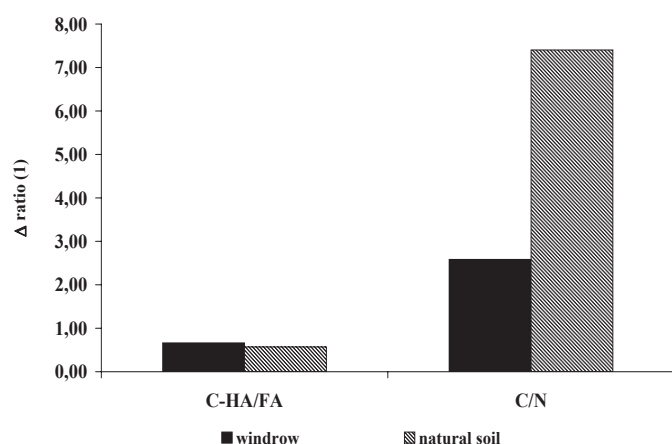
Půdní rozborů ukázaly heterogenitu zjišťovaných pedochemických vlastností mezi jednotlivými výzkumnými plochami i v jednotlivých půdních profilech. V půdních profilech skarifikovaných podzolů byly zjištěny změny hodnot půdní reakce (pH) s rostoucí hloubkou. Pokles pH s rostoucí hloubkou půdního profilu byl zjištěn na VÚ 1. V půdních profilech VÚ 2 a VÚ 3 byl naopak zjištěn růst hodnot pH s hloubkou. Obsah fosforu byl jako u jediného biogenního prvku zjištěn rostoucí s hloubkou podzolového profilu. U ostatních půdních vlastností byly zjištěny klesající trendy velikosti hodnot s rostoucí hloubkou odběru (tab. 3). Byly zjištěny analogické poklesy jejich průměrných hodnot ($\bar{x}$) i směrodatné odchylky (ρ). Na plochách rozpracovaných valů byly většinou nejvyšší hodnoty posuzovaných půdních vlastností zjištěny ve vrstvách A/H. Nejvyšší hodnoty pH

Tab. 1.

Přehled genetických složek základního materiálu valů (%) (podle VAVŘÍČEK et al. 2005)

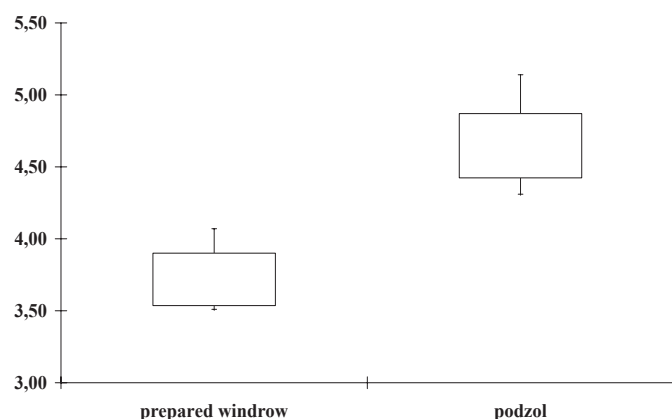
Survey of source compounds in basic windrow matter (%)

Genetic component fraction	Work-plan area locality		
	Špičák	Nádraží	Suchdol
H	5	-	-
A/H	36	19	31
H/A	33	29	14
A	4	-	-
A/B	12	6	1
B	6	5	-
H+A+B	4	9	12
B/A	-	32	32

**Graf 4.**

Rozdíly poměrů HK/FK a C/N v typových valech a minerálních horizontech podzolů

HA/FA and C/N absolute value differences in typical windrows and Podzol horizons

**Graf 5.**Statistické rozdíly v hodnotách pH/H₂OStatistical differences for pH/H₂O

byly zjištěny ve vrstvách A/B. Pro ostatní vlastnosti byly v těchto vrstvách naopak zjištěny nejnižší hodnoty posuzovaných půdních charakteristik (tab. 2).

Rozpracováním valů došlo ke změnám ve velikosti hodnot různých parametrů a ke změnám jejich rozdílů s rostoucí hloubkou. Posuzovány byly rozdíly v absolutních hodnotách zjišťovaných půdních vlastností na kontaktu organo-minerálních (A/H nebo Ap) a minerálních (A/B nebo Bs) horizontů. V substrátu valů došlo k vertikální homogenizaci K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ (graf 2). Jako homogenní byly zjištěny i vertikální rozdíly v N_t (graf 3) a poměr HK/FK (graf 4). Rozpracováním valů nedošlo k významným změnám v hodnotách C/N, ačkoli rozdíly v C_{ox} detekované přirozeně v profilu podzolů byly v substrátu valů zvýrazněny (graf 3). Rozpracování valů se projevilo vyššími rozdíly mezi vrstvami substrátu pro pH (graf 1) i KVK vzhledem k jejich přirozené míře ve skarifikovaných profilech podzolu.

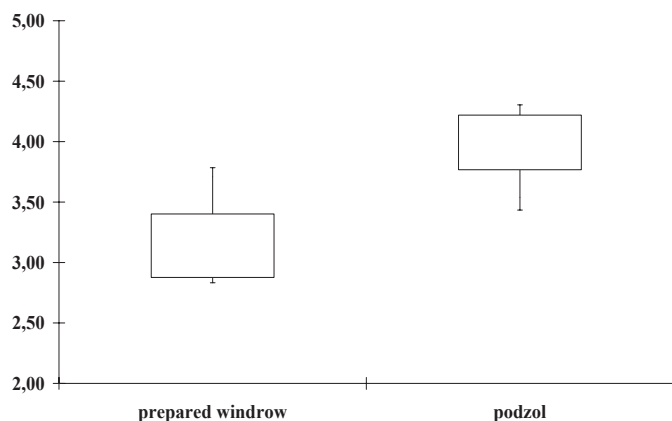
Statisticky významné rozdíly mezi profily podzolu a rozpracovaných valů byly detekovány pro pH, KVK, C_{ox}, N_t, C-HK, C-FK a HK/FK. Při hodnocení rozdílů v obsahu fosforu ve skarifikovaném půdním profilu a substrátu rozpracovaného valu se projevil vlivy porušené normality, proto jeho hodnoty byly posuzovány pomocí neparametrického testu.

Stav rozpracovaných valů na stanovištích krušnohorské náhorní plošiny byl vzhledem ke skarifikovanému půdnímu profilům specifický výrazně nižším pH (graf 5 a 6) a obsahem fosforu (graf 7). Naopak v substrátu rozpracovaných valů byly zjištěny výrazně vyšší hodnoty KVK, C-HK, C-FK, C_{ox}, N_t a HK/FK (graf 8 – 13). Analýza dat pomocí regresních modelů prokázala, že tento zjištěný stav půdních vlastností se vyznačuje lineárními vazbami (graf 14). Hodnoty KVK silně závislé na stavu pH byly zjištěny především v substrátech rozpracovaných valů (graf 15), zatímco jejich závislost na obsahu bazických kationtů byla zjištěna omezená jen na obsah Ca²⁺ (graf 16). V profilech skarifikovaných půd na náhorní plošině byla závislost KVK na hodnotách pH detekována pouze jako nevýznamná, zato byla detekována její významná závislost na obsahu výměnných bazických kationtů Ca²⁺ a Mg²⁺ (graf 17).

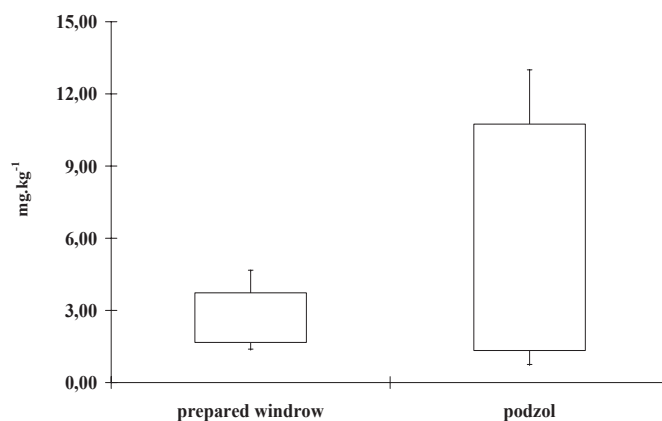
DISKUSE

Pedochemické vlastnosti substrátu rozpracovaných valů byly vzhledem ke skarifikovanému půdnímu profilům většinou zhodnoceny jako statisticky významně rozdílné. Interpretace pořízených výsledků jsou omezeny především diskrétní povahou dat z přirozeného půdního profilu a antropogenního substrátu valů. Vzhledem k vysoké heterogenitě půdního prostředí v horských podmínkách Krušných hor (VAVŘÍČEK, ŠIMKOVÁ 2004) nebyla jako třídící kritérium pro půdní vzorky uvažována hloubka konkrétní vrstvy nebo horizontu. Geneze podzolů se obecně projevuje značnou heterogenitou a variabilitou horizontů i jejich vlastností (HUNT 1972, JANSEN 2003), která bývá vysvětlována pomocí předpokladů deterministické neurčitelnosti (PHILIPS et al. 1996).

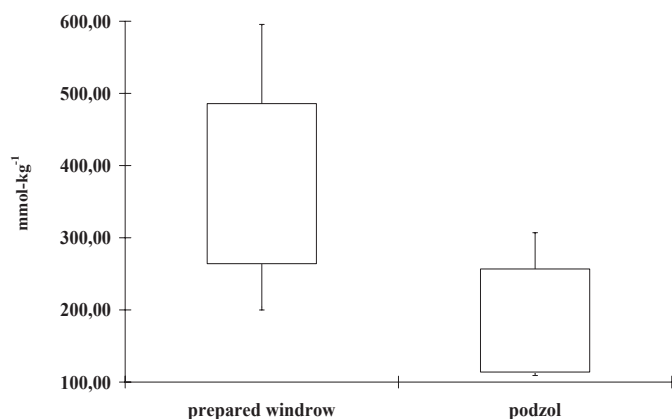
Půdní vzorky rozpracovaných valů byly srovnávány jednak podle odhadnutého zastoupení frakcí původních horizontů, jednak podle fyziologické dostupnosti a využitelnosti kořenovými systémy dřevin, na základě čehož je predikována jejich potenciální další geneze a analogie s půdními horizonty (VAVŘÍČEK et al. 2005). Při přípravě stanoviště před zalesněním došlo na území vybraných VÚ ke skarifikaci svrchních půdních horizontů. Na VÚ 2 byly takto odstraněny horizonty až na Bs, takže zde chybí i horizont Ep.

**Graf 6.**

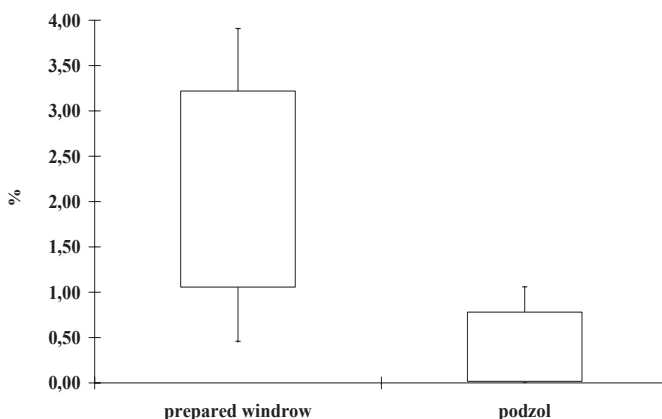
Statistické rozdíly v hodnotách pH/KCl
Statistical differences for pH/KCl

**Graf 7.**

Statistické rozdíly v hodnotách fosforu
Statistical differences for phosphorus

**Graf 8.**

Statistické rozdíly v hodnotách KVK
Statistical differences for CEC

**Graf 9.**

Statistické rozdíly v hodnotách C-HK
Statistical differences for C-HA

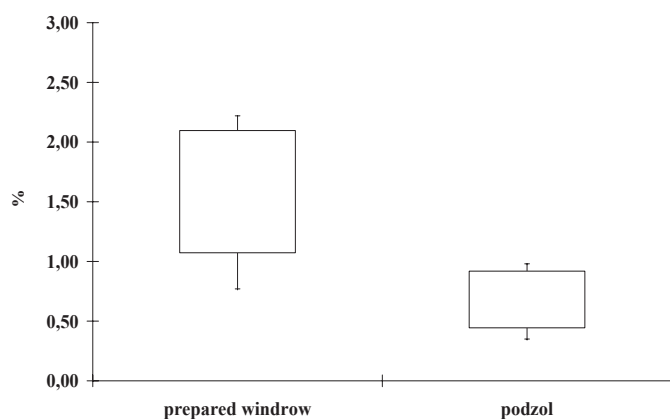
Na obnažené minerální půdě došlo ke genezi druhotného organo-minerálního horizontu Ap (tab. 3). Tento průběh geneze umožnil vytvořit půdní prostředí s kontinuální humifikací a tokem živin, které brání nekontrolovatelnému vyplavování produktů humifikace (cf. VAVŘÍČEK, ŠIMKOVÁ 2004).

Substrát rozpracovaných valů se vyznačuje zejména vyššími hodnotami KVK (průměrně 204,00 - 595,63 mmol.kg⁻¹), než jaké se vyskytují v profilu skarifikovaných půd (průměrně 111,33 - 307,00 mmol.kg⁻¹). Tento stav významně koreluje s obsahem fermentované a humifikované organické hmoty v substrátu (cf. VAVŘÍČEK 2003, VRANOVÁ, SAMEC 2005). Hodnoty KVK bývají zpravidla závislé na koncentracích výměnných H⁺, Ca²⁺ a Mg²⁺ v pedonu. To korelace s pH nepochybně. Průměrné hodnoty půdní reakce rozpracovaných valů byly zjištěny jako významně nižší (3,51 - 4,07 pro pH/H₂O; 2,92 - 3,71 pro pH/KCl) než pH podzolů na stejném stanovišti (4,31 - 5,14 pro pH/H₂O; 3,54 - 4,22 pro pH/KCl). Hodnoty C/N a obsahy výměnných bazických kationtů v posuzovaných vzorcích byly zjištěny jako analogické.

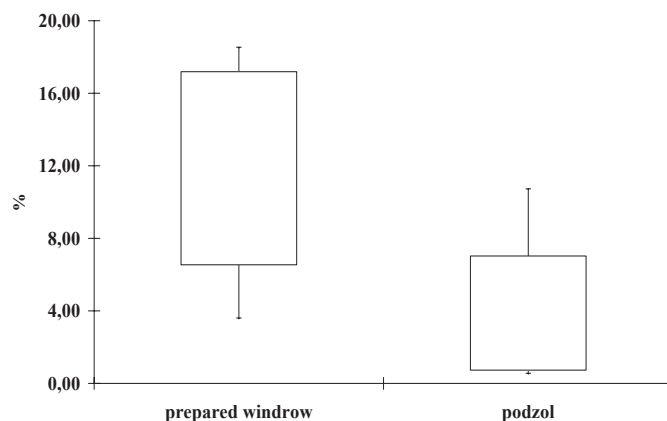
V prostředí valů se mohly bazické kationty stát v dostatečné míře součástí půdního roztoku i sorpčního komplexu teprve za předpokladu uskutečněné fermentace a částečné humifikace

zapravené organické hmoty. Jako znaky probíhající humifikace zapravené organické hmoty v někdejších valech lze považovat zvýšené hodnoty C-HK a C-FK. Protože se hodnoty výměnných bází vzájemně statisticky neliší a korespondují se stavem ve vybraných půdních profilech, mohou být považovány za optimalizované vzhledem k předpokládanému trofickému potenciálu stanovišť. Vyšší hodnoty C-HK, C-FK, C_{ox} i N_p, které odpovídají vyšším hodnotám KVK, mohou být považovány za faktory umožňující stimulaci sorpčních procesů a snazší dostupnost minerálních kationtů pro rostliny. Hodnoty C/N jsou ovšem stále při horní troficky únosné úrovni. Významně nižší poměr C/N nebyl zjištěn.

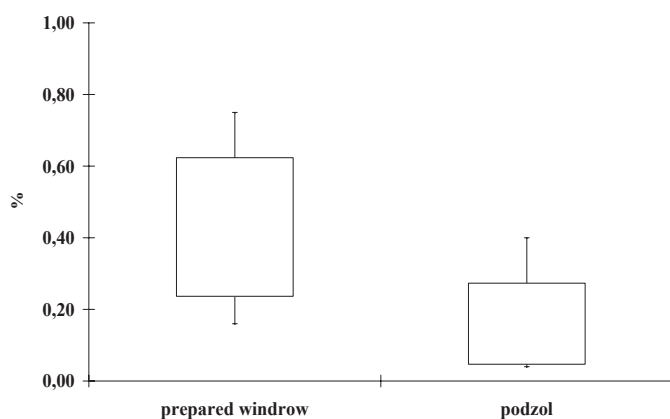
Obsah fosforu byl v rozpracovaných valech zjištěn v intervalu průměrných hodnot 1,39 - 4,67 mg.kg⁻¹. Tyto hodnoty korespondují s obsahem fosforu v horizontech Ap (1,33 - 3,33 mg.kg⁻¹) až Bs (2,50 - 3,17 mg.kg⁻¹). Teprve v podložních B/C-horizontech byly zjištěny jako výrazně vyšší (11,67 - 13,00 mg.kg⁻¹). I když Friedmanův test detekoval statisticky významně nižší úroveň obsahu přístupného fosforu v prostředí rozpracovaných valů, tento stav spíše koresponduje s předpoklady zvýšené mobility fosforu v horizontech Ap→Bs a s předpoklady absence mykorhiz na odlesněných plochách (TARAFDAR et al. 2001, HÝSEK, ŠARAPATKA 1998). V B/C-horizontu



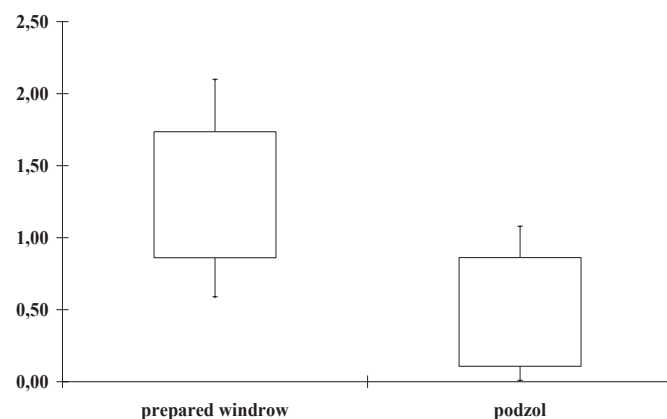
Graf 10.
Statistické rozdíly v hodnotách C-FK
Statistical differences for C-FA



Graf 11.
Statistické rozdíly v hodnotách C_{ox}
Statistical differences for C_{ox}



Graf 12.
Statistické rozdíly v hodnotách N_t
Statistical differences for N_t



Graf 13.
Statistické rozdíly v hodnotách HK/FA
Statistical differences for HA/FA

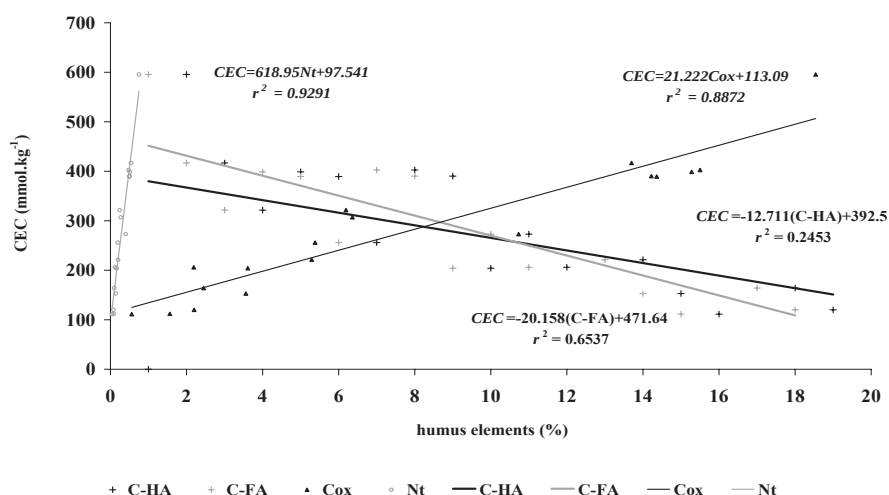
jsou koncentrace fosforu výsledkem především zvětrávacích procesů a jeho primárním zdrojem zde jsou zvětraliny půdotvorných hornin (SVOBODA 1960, 1961, ZAMARSKÝ et al. 1990).

Při dostatečně snížené imisní zátěži a kontinuálně probíhající fermentaci i humifikaci zapravené organické hmoty v substrátech rozpracovaných valů mohou na imisních holinách vznikat ekotopy schopné biologické meliorace. Náhradní lesní porosty následně mohou svým opadem sice poskytovat Ca²⁺, avšak nedokáží účinně stabilizovat toky fosforu, hořčíku ani draslíku (HRDLIČKA, KULA 2001). Predispozice náhradních porostů působením imisních sloučenin se projeví mnoha symptomy chřadnutí a zvýšenou sensitivitou dřevin na výskytu extrémně nízkých teplot a poklesy půdní vlhkosti. Tyto jevy se odrážejí ve změnách biochemické aktivity rhizosféry a vedou k narušení procesů humifikace (CHAPPELKA, FREER-SMITH 1995). Na stanovištích, kde sice při přípravě půdy před zalesněním byla prováděna celoplošná orba a došlo k částečnému zapravení organické hmoty, ale kde se náhradní lesní porosty mohly udržet až do růstového stadia tyčkovin, umožnil ekologický kryt porostů genezi různých subforem nadložního humusu, stabilizaci KVK a nárůst organického podílu ve svrchních půdních horizontech (BAJER et al. 2005,

MAUER et al. 2005, VRANOVÁ, SAMEC 2005). Proto kontinuální průběh humifikace je důležitým půdním procesem pro úspěšnou biologickou melioraci lesních stanovišť v imisních oblastech.

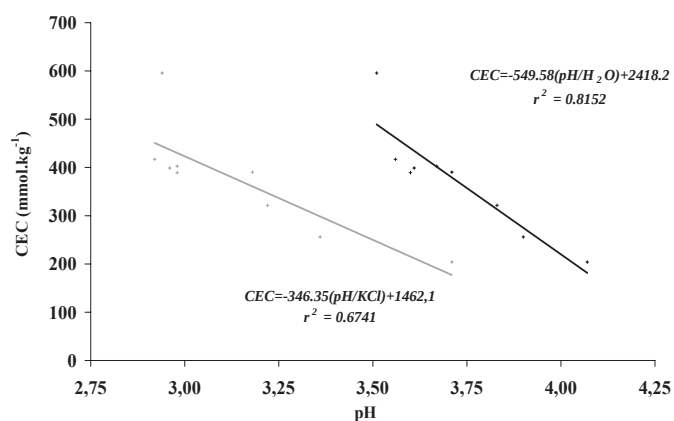
ZÁVĚR

V náhradních lesních porostech imisní oblasti severozápadních Krušných hor byly vybrány lokality rozpracovaných valů a jejich chemické a fyzikálně-chemické půdní vlastnosti srovnány s plochami, kde došlo ke skarifikaci svrchních půdních horizontů. Oba srovnávané subsystémy jsou v současnosti výsledkem půdotvorných procesů s různou dynamikou. Každý pro dřeviny poskytuje jiné růstové prostředí. Zapracování organické hmoty do těles valů umožnilo její uchování a podpořilo její fermentaci. Rozpracováním valů byly tyto produkty dekompozice a částečné humifikace zpřístupněny pro rostliny. Rozpracované valy mají vzhledem ke zbytkům přirozených půd na zkoumaných územích vyšší obsahy humusových látek a hodnoty KVK. Stav C/N a obsah fosforu ale naznačují, že procesy podzolizace jsou na rozpracovaných valech neodvratné.

**Graf 14.**

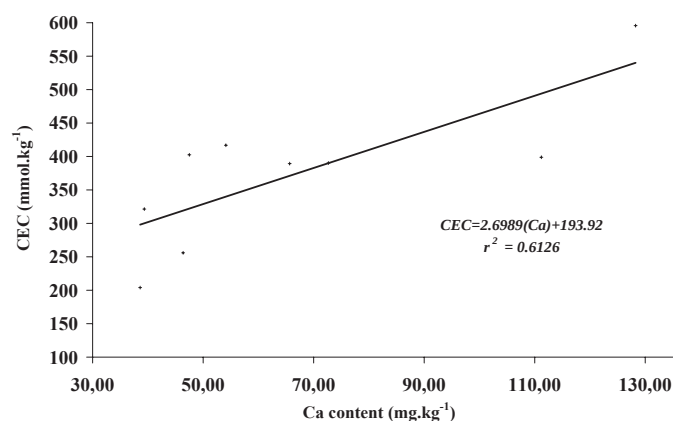
Regresní funkce pro KVK a parametry humusových sloučenin

Regression functions for CEC and parameters of humus substances

**Graf 15.**

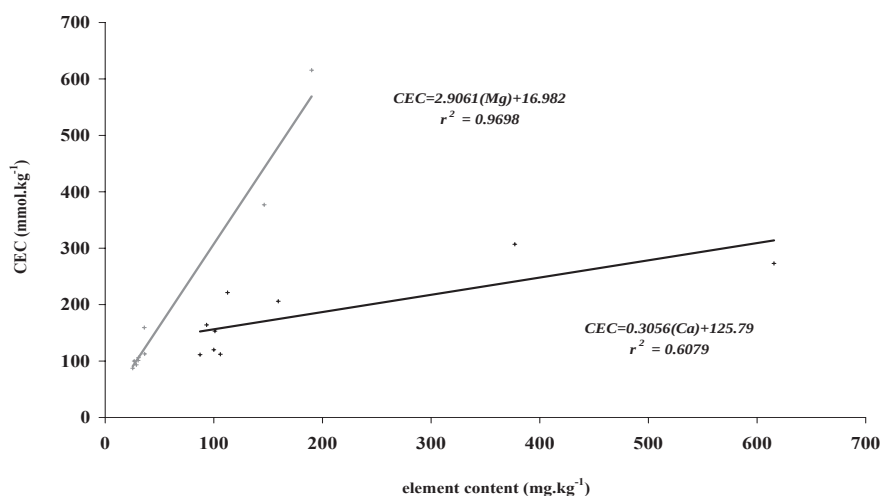
Regresní funkce pro KVK a pH na rozpracovaných valech

Regression functions for CEC and pH-values in the prepared windrows

**Graf 16.**

Regresní funkce pro KVK a obsah Ca na rozpracovaných valech

Regression functions for CEC and content of Ca in the prepared windrows

**Graf 17.**

Regresní funkce KVK a základních výměnnýchází ve skarifikovaných půdních profilech

Regression functions for CEC and basic exchange bases in scarified soils

Tab. 2.

Chemické charakteristiky ($\bar{x} \pm \sigma$) rozpracovaných valů: půdní reakce (pH), minerální živiny (P, Mg, Ca, K) (mg.kg^{-1}), KVK (mmol.kg^{-1}), C-sloučeniny a N_t (%)
 Chemical characteristics ($\bar{x} \pm \sigma$) of the prepared (graded) windrows: soil acidity (pH), mineral nutrients (P, Mg, Ca, K) (mg.kg^{-1}), CEC (mmol.kg^{-1}), C-substances and N_t (%)

RL	Strata	pH/H ₂ O	pH/KCl	P	Mg	Ca	K	KVK/CEC	Cox	Nt	C-HK	C-FK	HK/FK	C/N
Špičák	H/A	3,51±0,21	2,94±0,17	3,75±1,83	54,52±14,11	207,38±58,29	128,25±35,01	595,63±334,61	18,54±8,54	0,75±0,37	3,91±1,90	1,77±0,32	2,10±0,75	25,62±3,63
	A/H	3,56±0,13	2,92±0,14	4,67±3,61	67,67±18,29	371,67±139,95	54,11±11,96	416,80±59,16	13,70±4,78	0,54±0,16	2,77±0,88	1,76±0,34	1,56±0,37	25,15±3,09
	A/B (B)	3,83±0,22	3,22±0,27	1,99±1,49	37,67±10,14	170,92±54,27	39,36±7,43	321,42±81,69	6,19±1,98	0,24±0,06	0,99±0,38	1,12±0,38	0,96±0,57	25,48±4,20
Nádraží	H/A	3,61±0,06	2,96±0,08	1,80±0,76	61,20±16,71	278,60±106,35	111,20±9,34	398,83±47,67	15,28±4,37	0,51±0,21	1,99±0,83	2,22±1,37	1,11±0,60	31,21±5,88
	A/H	3,60±0,07	2,98±0,06	2,67±1,15	55,33±12,66	246,33±62,17	65,66±7,51	389,33±45,00	14,36±5,75	0,50±0,20	2,42±0,74	1,63±0,58	1,49±0,08	28,97±2,63
	A/B (B)	3,90±0,12	3,36±0,21	2,43±2,37	34,63±4,98	123,50±30,39	46,38±13,56	256,00±44,47	5,38±1,46	0,19±0,04	1,22±1,09	1,01±0,35	1,09±0,52	27,73±4,94
Suchdol	H/A	3,67±0,01	2,98±0,09	3,25±3,18	64,00±7,07	328,50±122,33	47,50±4,95	402,50±26,17	15,50±2,40	0,48±0,04	2,64±0,06	2,20±0,05	1,20±0,00	32,53±2,64
	A/H	3,71±0,09	3,18±0,25	2,33±1,54	85,00±58,39	361,00±253,83	72,67±29,75	390,20±27,55	14,22±2,33	0,50±0,10	2,84±0,84	1,78±0,28	1,58±0,29	28,67±3,08
	A/B (B)	4,07±0,08	3,71±0,11	1,39±0,56	40,60±8,05	159,20±74,39	38,60±9,18	204,00±31,69	3,61±1,26	0,16±0,05	0,46±0,27	0,77±0,31	0,59±0,27	22,49±3,85

Tab. 3.

Chemické charakteristiky ($\bar{x} \pm \sigma$) referenčních půdních profilů: půdní reakce (pH), minerální živiny (P, Mg, Ca, K) (mg.kg^{-1}), KVK (mmol.kg^{-1}), C-sloučeniny a N_t (%)
 Chemical characteristics ($\bar{x} \pm \sigma$) of the compared reference soil profiles: soil acidity (pH), mineral nutrients (P, Mg, Ca, K) (mg.kg^{-1}), CEC (mmol.kg^{-1}), C-substances and N_t (%)

RL	Horizon	pH/H ₂ O	pH/KCl	P	Mg	Ca	K	KVK/CEC	Cox	Nt	C-HK	C-FK	HK/FK	C/N
Špičák	Ap	5,14±1,43	4,22±1,69	1,50±1,32	190,00±60,51	615,53±229,19	67,00±38,69	273,00	10,73±3,53	0,40±0,29	1,06	0,98	1,08	38,13±28,09
	Ep	4,48	3,48	1,00	50,00	258,00	29,00	232,00	2,64	0,14	-	-	-	18,86
	Bs	4,72±0,38	4,05±0,13	2,50±1,80	36,00±5,19	159,33±24,01	20,67±5,51	206,00	2,19±0,78	0,12±0,01	0,01	0,76	0,01	18,84±4,43
	Bs(g)	4,73±0,08	4,16±0,03	5,67±1,26	28,33±4,04	107,00±25,52	16,33±0,58	140,00	1,56±0,53	0,09±0,02	0,02	0,72	0,03	17,09±2,78
	B/C	4,68±0,07	4,12±0,03	11,67±7,08	30,67±3,06	106,00±7,35	19,67±10,01	112,00	-	-	0,02	0,48	0,04	-
Nádraží	Ap	4,31±0,18	3,54±0,22	3,33±0,58	36,33±9,07	112,66±18,04	67,00±17,58	221,33±29,48	5,29±0,66	0,20±0,03	0,67	0,87	0,77	27,01±1,97
	Bs	4,48±0,14	3,94±0,34	3,17±1,26	30,33±2,08	101,00±6,08	40,67±22,30	153,00±9,54	3,56±1,97	0,14±0,06	0,55	0,85	0,65	24,34±5,04
	Bs(g)	4,51	4,17	6,00	21,00	83,00	21,00	126,00	1,47	0,08	-	-	-	18,38
	B/C	4,65±0,05	4,09±0,11	12,33±5,69	25,33±3,79	87,33±5,86	18,00±2,65	111,33±6,43	0,56	0,04	0,09	0,35	0,26	14,00
Suchdol	Ap	4,67±0,75	3,71±0,72	1,33±0,76	146,33±143,20	377,00±357,63	83,67±43,66	307,00±100,41	6,36±2,27	0,27±0,13	0,80±0,33	0,90±0,33	0,88±0,05	24,02±3,22
	Ep	4,30	3,56	1,00	45,00	109,00	35,00	204,00	4,48	0,16	0,21	0,59	0,36	28,00
	Bs	4,59±0,12	4,12±0,09	2,91±1,77	28,67±3,21	93,33±11,59	28,67±9,71	164,00±15,55	2,45±1,52	0,10±0,04	0,21±0,19	0,52±0,12	0,36±0,29	23,77±4,82
	B/C	4,58±0,05	4,15±0,04	13,00±3,61	26,67±3,79	100,00±14,93	23,33±1,53	120,00±2,83	2,20±1,75	0,08±0,06	0,18±0,23	0,42±0,26	0,31±0,37	27,04±1,07

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl díky podpoře výzkumného záměru MŠMT ČR pro LDF MZLU v Brně č. MSM 6215648902.

LITERATURA

- BAJER, A., HOUSKA, J., REJSEK, K., SAMEC, P., VRANOVÁ, V. Výzkum stanovištních poměrů v jednotlivých lesních oblastech ČR. In Kulhavý, J., Skoupý, A., Kantor, P., Simon, J. (eds.): Trvale udržitelné hospodaření v lesích a krajíně: od koncepce k realizaci. Brno: MZLU, 2005. s. 41-64.
- BRIDGES, K. S., JICKELLS, T. D., DAVIES, T. D., ZEMAN, Z., HUNOVÁ, I. Aerosol, precipitation and cloud water chemistry observations on the Czech Krušné hory plateau adjacent to a heavily industrialised valley. *Atmospheric Environment*, 2002, vol. 36, s. 353-360.
- CULEK, M. (ed.) Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma, 1996. 347 s.
- HRDLÍČKA, P., KULA, E. Macroelement content in leaves of birch. *Journal of Forest Science*, 2001, vol. 47, s. 97-104.
- HUNT, Ch. B. *Geology of Soils (Their Evolution, Classification, and Uses)*. San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1972. 344 s.
- HÝSEK, J., ŠARAPATKA, B. Relationship between phosphatase active bacteria and phosphatase activities in forest soils. *Biological Fertility of Soils*, 1998, vol. 26, s. 112-115.
- CHAPPELKA, A. H., FREER-SMITH, P. H. Predisposition of trees by air pollutants to low temperatures and moisture stress. *Environmental Pollution*, 1995, vol. 87, s. 105-117.
- JANSEN, B. The mobility of aluminium, iron and organic matter in acidic sandy soils. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 2003. 187 s.
- JIRGLE, J. Komplexní stanoviště k tzv. buldozerové (a bagrové) přípravě půdy v imisních oblastech. Závěrečná zpráva. Ústí nad Labem: VÚLHM, 1983. 76 s.
- MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., RYCHNOVSKÁ, A. Porosty náhradních dřevin a jejich kořenový systém. In Kulhavý, J., Skoupý, A., Kantor, P., Simon, J. (eds.): Trvale udržitelné hospodaření v lesích: od koncepce k realizaci. Brno: MZLU, 2005. s. 231-238.
- MEHLICH, A. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1978, vol. 9, s. 477-492.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J. Statistické zpracování experimentálních dat. Praha: Plus, 1994. 839 s.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z., BLÁŽKOVÁ, D., GRULICH, V., HUSOVÁ, M., CHYTRÝ, M., JENÍK, J., JIRÁSEK, J., KOLBEK, J., KROPÁČ, Z., LOŽEK, V., MORAVEC, J., PRACH, K., RYBNÍČEK, K., RYBNÍČKOVÁ, E., SÁDLO, J. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha: Academia, 1998. 450 s.
- PHILLIPS, J. D., PERRY, D., GARBEE, A. R., CAREY, K., STEIN, D., MORDE, M. B., SHEEHY, J. A. Deterministic uncertainty and complex pedogenesis in some Pleistocene dune soils. *Geoderma*, 1996, vol. 73, s. 147-164.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I. Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. - Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 2003, vol. 49, s. 141-147.
- PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I., MOSER, W. K. Ecological impact analysis of mechanised site preparation techniques. *Journal of Forest Science*, 2001, vol. 47, s. 146-149.
- SAMEC, P., URBAN, J., KISZA, L. Vybrané efekty biologické meliorace ve vztahu k půdním fyzikálním vlastnostem. In Neuhöferová, P. (ed.): Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Kostelec nad Černými lesy: ČZU, 2005, s. 67-76.
- SVOBODA, J. F. (ed.) *Naučný geologický slovník*. I. díl. Praha: ČSAV, 1960. 700 s.
- SVOBODA, J. F. (ed.) *Naučný geologický slovník*. II. díl. Praha: ČSAV, 1961. 827 s.
- ŠIMKOVÁ, P., VAVŘÍČEK, D. Změny geneze a fyzikálně chemických charakteristik diagnostických horizontů na základě antropogenních vlivů (Krušné hory – západ). In Novák, J., Slodičák, M. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2004. s. 45-60.
- TARAFDAR, J. C., YADAV, R. S., MEERA, S. C.: Comparative efficiency of acid phosphatase originated from plant and fungal sources. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*, 2001, vol. 164, s. 279-282.
- UGOLINI, F. C., SPALTENSTEIN, H. Pedosphere. In Butcher, S. S., Charlson, R. J., Orians, G. H., Wolfe, G. V. (eds.): *Global Biogeochemical Cycles*. San Diego: Academic Press, 1992. s. 123-153.
- VAVŘÍČEK, D. Současný stav na stanovištích s celoplošnou dozeřovou a bagrovou přípravou půdy z aspektu jejich revitalizace v 7. LVS Krušných hor. In Slodičák, M., Novák, J. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2003. s. 9-24.
- VAVŘÍČEK, D., ŠIMKOVÁ, P. Komparace skarifikovaných ploch mezi valy a přirozeným edatopem 7. LVS Krušných hor. In Novák, J., Slodičák, M. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2004. s. 29-44.
- VAVŘÍČEK, D., ŠIMKOVÁ, P., FORMÁNEK, P., SAMEC, P. Revitalizace půdního prostředí valů v 7. LVS Krušných hor s návrhem dalších opatření pro obnovu lesa. II. díl. Brno: MZLU, 2005. 188 s.
- VRANOVÁ, V., SAMEC, P. State of soil sorption complex in substitute stands under decreased air-pollution load in submontane conditions of the Podkrkonoší region. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2005. vol. 8, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume8/issue1/forestry/art-01.html>.
- WEBSTER, R. Statistics to support soil research and their presentation. *European Journal of Soil Science*, 2001, vol. 52, s. 331-340.
- ZAMARSKÝ, V., KUDÉLÁSKOVÁ, M., SLIVKA, V. Mineralogie a petrografie. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 1990. 313 s.
- ZAR, J. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Englewood Cliffs New Jersey: Prentice Hall Int., 1994. 584 s.
- ZBÍRAL, J. *Analýza půd I. Jednotné pracovní postupy*. Brno: ÚKZÚZ, 2002. 197 s.
- ZBÍRAL, J., HONSA, I., MALÝ, S. *Analýza půd III. Jednotné pracovní postupy*. Brno: ÚKZÚZ, 1997. 150 s.

SOIL CHEMICAL PROPERTIES OF PREPARED WINDROWS ON CLEAR-FELLED AREAS IN THE ORE MOUNTAINS PLATEAU POLLUTION ZONE

SUMMARY

The Ore Mts. (338 - 1,244 m a. s. l.; +5.5 to +2.7 °C, precipitation depth of 900 - 1,200 mm) are a region where in 1970 - 1977 air pollution caused a fast decrease of forest cover percentage (23.9 %). Temperature fluctuations during the winter 1978/1979 were the starting event for subsequent long-term forest decline and forest stand dieback on large areas in many European regions. The last extensive direct forest stand damage by SO₂ was observed in the Krušné hory Mts. on an area larger than 10,000 ha in 1996.

The forest dieback was followed by efforts aimed at forest restoration. The Ore Mts. Plateau provided ideal conditions for the application of forest site mechanized preparation. For the preparation of sites for forest regeneration soil scarification was done by diggers and bulldozers, soil horizons relatively unaffected by air pollution were denuded and the uniform relief of windrows was created. The environment of windrows enabled to make a fast progress of reforestation (and also repetitively) and to apply chemical amelioration. Mechanized devastation of the natural ecotope led to topsoil horizon degradation and risky humus losses. Changes in the substance fluxes resulting from chemical amelioration led to temporary progressive degradation of forest types.

On the selected plots we measured chemical and physically chemical soil properties for horizons of prepared (graded) windrows and scarified natural soil profiles (Haplic Podzol). Our results generally correspond with the theory about soil progressive degradation after windrow cultivation on these mountain localities. The statistical comparisons about soil properties of the graded windrows and scarified Podzols indicated that both units were results of different pedogenetic dynamics. Each observed soil body provides different growth conditions for forest tree species although site conditions seem still the same. The raking up of organic matter into windrow bodies provides its conservation and fermentation. After windrow grading the products of decomposition and partial humification were accessible for plants. Graded windrows have higher contents of humus substances as well as cation exchange capacity in contrast to fragments of natural soils. But C/N or phosphorus suggests that podzolization is inevitable in the graded windrows.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Doc. Dr. Ing. Dušan Vavříček, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 187; e-mail: dusvav@mendelu.cz

TVORBA POVRCHOVÉHO HUMUSU PŘI ZALESŇOVÁNÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PLOCH A PO BULDOZEROVÉ PŘÍPRAVĚ V KRUŠNÝCH HORÁCH

FORMATION OF THE SURFACE HUMUS AFTER REFORESTATION OF AGRICULTURAL LANDS AND AFTER BULLDOZER SITE PREPARATION IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

VILÉM PODRÁZSKÝ
FLD ČZU Praha

ABSTRACT

The presentation summarizes the results concerning the potential of surface humus restoration in stands originating on afforested agricultural lands or on reforested localities after bulldozer site preparation in the region of the Krušné hory Mts. Stands of three species in similar site conditions were compared: blue spruce, Norway spruce (afforested agricultural lands) and European larch (reforested bulldozed site). The effect of former use type was obvious on particular plots, i. e. of agricultural cultivation, fertilization and liming. The effects of particular tree species were so lowered to some extent. Despite this fact, the minor effects of blue spruce were documented on the soil formation, as well as the degrading effect of the larch and the fixing effect for nutrients in the stand of Norway spruce.

Klíčová slova: zemědělské půdy, degradované půdy, meliorace stanoviště, zalesňování, humusové formy

Key words: agricultural lands, degraded lands, site amelioration, reforestation, humus forms

ÚVOD

Tak jako v jiných regionech střední Evropy, i v oblasti Krušných hor docházelo v dávné i nedávné minulosti k zalesňování zemědělských půd. Po hustém středověkém osídlení, spojeném s intenzivní hornickou činností, se tak mnohé plochy opakovaně odlesňovaly a zalesňovaly, v období po poslední světové válce pak došlo k zalesnění rozsáhlých ploch polí a travních porostů. Dochází tak postupně k obnově lesního charakteru půd, včetně regenerace humusových forem. Během posledních desetiletí 20. století pak byla navíc v důsledku imisní kalamity v tomto horském masivu široce využívána tzv. buldozerová příprava půdy, spojená s odstraněním půdního svršku a chemickou úpravou obnažených horizontů vápněním a hnojením. V oblasti Krušných hor lze tuto plochu odhadnout (ÚHÚL 2007) na 4 760 ha, převážně v 7. LVS (PODRÁZSKÝ et al. 2006). Obnova lesních ekosystémů, které budou opět plnit požadované funkce lesa, bude i přes výrazný pokles imisního zatížení extrémně obtížná.

Rychlost tvorby typicky lesního prostředí lesních půd, ve vyšších polohách včetně obnovy životně významných vrstev nadložního humusu, není možné prozatím kvalifikovaně posoudit, neboť chybí údaje dokládající vývoj lesních ekosystémů v delším časovém období. V nižších polohách lze na základě dosavadních výsledků tuto rychlost odhadnout zhruba na polovinu obmýtí, resp. 50 – 100 let (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNIK 2002), ve vyšších nadmořských výškách alespoň 100 – 150 let (PODRÁZSKÝ 2006). Předkládaný příspěvek si proto klade za cíl kvantifikovat množství a stav nadložního humusu a posoudit možné změny humusové formy na stanovištích podobného typu v delším časovém období. Jako modelové plochy sloužily trvalé experimenty Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno v Krušných horách,

kde probíhá dlouhodobé šetření stavu lesních porostů, založených na plochách bez nadložního humusu. Jedná se o pastviny zalesněné smrkem ztepilým a smrkem pichlavým, ke kterým byla přiřazena plocha v podobných stanovištních podmínkách, připravená počátkem 90. let minulého století buldozerem pro obnovu lesa tehdy používanými postupy a zalesněná modřínem.

MATERIÁL A METODIKA

Plocha, nazvaná jako „Experiment Fláje II“, slouží pro výzkum růstu a vývoje nesmíšených náhradních porostů smrku pichlavého (NOVÁK, SLODIČÁK 2004). Pokusné aktivity byly zahájeny v roce 1996 ve vrcholové části Krušných hor, v porostu založeném v roce 1984. Porost leží na jižním svahu v nadmořské výšce 800 m a byl po typologické revizi zařazen do LT 8K1 - kyselá smrčina metlicová (*Piceetum acidophilum* – *Avenella flexuosa*). Na výzkumné sérii se od roku 1996 prováděla pravidelná měření dendrometrických charakteristik (výčetní tloušťka všech stromů, výška reprezentativního souboru stromů, klasifikoval se zdravotní stav podle olistění, periodicky se určovala stromová třída, posuzovala kvalita kmenů, zbarvení jehličí, evidovaly se vrcholové zlomy a další formy poškození např. mraz). Na přírůstech bočních větví byla registrována rovněž pokryvnost plochy porostů korunovou projekcí a podle šetření se předpokládalo úplné zakrytí půdy projekcemi korun v roce 2001 ve věku 17 let (SLODIČÁK et al. 2002). Experiment se skládá ze třech variant výchovy (každá o výměře 0,1 ha), přičemž pro účely této studie byla vybrána kontrolní nevychovaná varianta. Tato kontrolní plocha byla srovnávána se sousedním porostem smrku ztepilého, ve stejných podmínkách a vzniklého ve stejné době.

K těmto plochám byla přiřazena varianta na buldozerem připravené lokalitě u obce Svahová, v podobných stanovištních podmínkách, která byla počátkem r. 1991 obnovena. Půdní svršek byl shrnut až na horizont E, plocha byla osázena kulturou modřinu.

Vzorky buřeně a jednotlivých holorganických horizontů (L + F1, F2 + H) byly odebírány 8. 10. 2002 (věk porostu v té době byl 18 - SM, SMp, resp. 12 let - MD) pomocí železného rámečku 25 x 25 cm, ve 4 opakováních, analýzy byly prováděny individuálně. Vzorky z nejsvrchnějšího výrazněji zastoupeného minerálního horizontu (Ah) nebyly odebírány kvantitativně. Vzorky byly analyzovány v laboratoři firmy Tomáš se sídlem ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno.

Stanoveno bylo: obsah a množství sušiny (zásoba holorganických horizontů), obsah humusu a celkového dusíku metodou Springer-Klee, obsah spalitelných látek (LOI – losts on ignition), obsah celkového dusíku metodou Kjeldahla, půdní reakce aktivní i potenciální v 1 N KCl, stav výměnné acidity a jejích složek, výměnného hliníku a vodíku, stav sorpčního půdního komplexu podle Kappena (S – obsah báží, H – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu báze-mi), obsah přístupných živin ve výluhu 1% kyselinou citronovou a obsah celkových živin v holorganických vrstvách po mineralizaci směsí kyseliny sírové a selenu. Výsledky analýz byly zpracovány standardní jednofaktorovou analýzou variance na 95% stupni spolehlivosti. Statisticky významné rozdíly mezi hodnotami v obdobných horizontech u jednotlivých zkoumaných ploch jsou v tabulkách vyznačeny indexy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zásoba sušiny u kombinované vrstvy Buřen + L + F1 obou porostů smrku byla velice vyrovnaná (SM 26,860 t/ha, SMp 25,840 t/ha - tab. 1), z důvodů nízké zásoby a promísení jednotlivých složek nebylo možno jednotlivé vrstvy oddělit. Je nutno upozor-

nit, že v porostu smrku ztepilého byla holorganická vrstva tvořena výhradně opadem dřeviny, v porostu modřinu směsí opadu dřeviny a buřeně a v porostu smrku pichlavého takřka výhradně opadem buřeně. U porostu modřinu byla zásoba nejsvrchnější vrstvy humusové formy mnohem nižší (9,976 t/ha). Ve všech porostech se pohybovala na úrovni typické pro zásobu nadložní organické hmoty lesních ekosystémů vzniklých za podobných podmínek (PODRÁZSKÝ et al. 2003, PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002). Všechny porosty pak byly ještě zavětveny až k zemi a u smrků tak nelze dosud počítat s větší tvorbou opadu. V intenzivně rostoucích a produktivních smrčinách na bývalé zemědělské půdě v nižších polohách pak byla jinými autory doložena zásoba nadložního humusu, dosahující nezvyklých intenzit v relativně nízkém věku porostu: 39 let zásoba 90 – 100 t.ha⁻¹ (SLODIČÁK et al. 2005) a 66 let 124 – 132 t.ha⁻¹ (NOVÁK et al. 2007). Lze předpokládat, že lesnímu stanovišti na daných lokalitách by odpovídala zásoba nadložního humusu zhruba 150 – 200 t/ha (PODRÁZSKÝ et al. 2006).

Stav základních pedochemických charakteristik na sledovaných plochách je patrný z tabulky 2. Ve vrstvě nadložního humusu se hodnoty pH pohybují ve srovnání s jinými horskými oblastmi poměrně vysoko (PODRÁZSKÝ 2007, PODRÁZSKÝ et al. 2007), asi o 1 stupeň pH, což odpovídá charakteru ploch: zalesněné zemědělské půdy (Fláje) nebo buldozerové plochy (Svahová) s výrazným vlivem kultivace, hnojení a vápnění. Vliv jednotlivých dřevin je tak těmito procesy do určité míry stírán. Nejvyšší hodnoty pH tak jsou doloženy na lokalitě Svahová s předpokládaným masivním hnojením a vápněním, dále v porostu smrku pichlavého, který méně ovlivňuje půdu a převládá vliv přizemní vegetace a předchozí zemědělské kultivace a nejnižší pak v porostu smrku ztepilého, kde se již může projevit čerpání živin z půdy a jejich fixace v rostoucí biomase porostu.

Na podobné trendy ukazují i základní charakteristiky sorpčního komplexu podle Kappena. Obsah báží (hodnota S) byl nejvyšší v tenké vrstvě nadložního humusu v porostu MD na ploše Svahová, což opět odráží meliorační vlivy a vlivy buřeně. V povrchovém

Tab. 1.

Zásoba nadložního humusu na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Surface humus amount of particular subplots of the permanent research plot (PRP) Fláje II and Svahová

		Hmotnost sušiny nadložního humusu/ Amount of the surface humus DM(g/m ²)	Hmotnost sušiny nadložního humusu/ Amount of the surface humus DM(t/ha)
Fláje SM/Norway spruce	L + F1	1 053,4a	10,534
	F2 + H	1 632,6a	16,326
			Σ = 26,860
Fláje SMp/Blue spruce	Buřen + L + F1	1 296,4a	12,968
	F2 + H	1 287,2a	12,872
			Σ = 25,840
Svahová MD/Larch	Buřen + L + F1	482b	4,82
	F2+H	515,6b	5,156
			Σ = 9,976

Pozn: Statisticky významné rozdíly (hladina 95 %) jsou pro odpovídající si horizonty označeny různými indexy. Absence indexů nebo jejich shoda znamenají absenci statisticky významných rozdílů.

Note: Statistically significant differences are indicated by different indexes (95 % significance level) for particular horizons.

Tab. 2.

Základní pedochemické charakteristiky na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Basic pedochemical characteristics on particular subplots of the PRP Fláje II and Svahová

		pH/H ₂ O	pH/KCl	S (mval/100g)	T-S (mval/100g)	T (mval/100g)	V (%)	Hum S+K/ Total humus (%)	Spal. látky/ LOI (%)
Fláje SM/ Norway spruce	L+F1	4,55	3,72	24,2a	22,1a	46,3a	51,5a	62,4	86,80
	F2+H	4,30b	3,55a	29,2b	32,8ba	62,0a	47,1b	59,2b	69,40
	Ah	4,22	3,48	9,00	13,0	22,0	38,6	13,8a	22,80
Fláje SMp/ Blue spruce	Buřeň + L + F1	4,85	3,68	33,1b	24,5a	57,6b	57,6a	61,6	82,30
	F2 + H	4,70c	3,85b	25,9b	19,7b	45,6b	55,7b	47,2b	58,00
	Ah	4,10	3,65	5,70	13,7	19,4	29,4	13,8a	22,50
Svahová MD/ Larch	Buřeň + L + F1	5,80	5,00	72,4c	15,60b	88,00c	82,30b	60,50	73,30
	F2 + H	5,60a	4,70c	56,3a	11,90c	68,20a	82,60a	38,00a	44,30
	Ah	4,20	3,70	3,30	11,20	14,60	22,90	8,50b	15,40

Tab. 3.

Obsah humusu a celkového dusíku na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Humus and total nitrogen content on particular subplots of the PRP Fláje II and Svahová

		Dusík (Kjeldahl)/Total nitrogen (%)	Dusík (Springer-Klee)/Total carbon (%)
Fláje SM/Norway spruce	L + F1	1,74b	2,06b
	F2 + H	1,80b	2,40b
	Ah	0,51b	0,77b
Fláje SMp/Blue spruce	Buřeň + L + F1	2,19a	2,72a
	F2 + H	1,65b	2,16b
	Ah	0,57b	0,80b
Svahová MD/Larch	Buřeň + L + F1	1,62b	2,12b
	F2 + H	1,09a	1,20a
	Ah	0,24a	0,50a

horizontu opadu byl obsah bázi vyšší v porostu smrku pichlavého, ale hlouběji se již projevil jeho nízký retenční potenciál. Hydrolytická acidita (hodnota T-S) byla v minerálních horizontech poměrně vyrovnaná, nejnižší u modřínu. Ve vrstvě F2 + H byla hodnota vyšší v porostu smrku ztepilého, dokládá tak výrazný vliv na tzv. acidifikaci stanoviště. Díky zvýšenému obsahu bázi byly hodnoty kationtové výměnné acidity výrazně zvýšeny v porostu modřínu na lokalitě Svahová, totéž pak platí pro nasycení sorpčního komplexu bázemi. Vliv chemické meliorace je tak velmi patrný. Pokud jsou v jiných experimentech studovány vlivy smrku a modřínu na stejném stanovišti bez vlivu hnojení a vápnění, projevuje se degradační vliv modřínu mnohem silněji (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002, PODRÁZSKÝ 2006). Silnější vliv na stav půdního sorpčního komplexu se z obou druhů smrku projevoval silněji u smrku ztepilého, kde se projevovala intenzivnější fixace živin a hromadění nekromasy opadu. Obsah humusu a spalitelných látek byl srovnatelný v případě humusové formy pod oběma druhy smrku. Mod-

řínový porost vykazoval průkazně nižší obsahy organické hmoty v půdním svršku a přes vliv chemické meliorace tak byla biologická aktivita spojená s bioturbací na tomto stanovišti výrazně nižší v nejsvrchnější minerální vrstvě.

Obsah celkového dusíku byl stanovován několika metodami, které vykazovaly poměrně odlišné výsledky (tab. 3). Za standardní je považováno stanovení obsahu celkového dusíku podle metodiky Kjeldahla, stanovení podle metody Springer-Klee je spíše orientační. Trendy však byly podle obou metodik podobné. Ve vrstvě L + F1 a horizontu Ah byly nejvyšší obsahy doloženy v porostu smrku pichlavého, kde se příznivě projevil vliv přízemní vegetace. Humifikace však příznivěji probíhala v porostu smrku ztepilého a nejnižší obsahy byly prokázány v porostu modřínu, což je opakovaně dokládáno i na jiných stanovištích (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002, PODRÁZSKÝ, MOSER 2003).

Celková titrační acidita a její složky, výměnný hliník a vodík byly nejvyšší v holorganických vrstvách v porostu smrku pichlavého.

Tab. 4.

Výměnná acidita a její složky na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Exchangeable acidity and its compartments on particular subplots of the PRP Fláje II and Svahová

Fláje 2002		Výměnná titrační acidita/ Exchangeable acidity (mval/kg)	Výměnný H+/ Exchangeable H (mval/kg)	Výměnný Al3+/ Exchangeable Al (mval/kg)
Fláje SM/Norway spruce	L + F1	20,6	11,8	8,9
	F2 + H	25,8	10,9	15,0
	Ah	37,5a	1,7	35,8a
Fláje SMP/Blue spruce	Buřen + L + F1	41,2	18,1	21,1
	F2 + H	25,0	8,1	16,9
	Ah	56,0ab	1,2	54,8ab
Svahová MD/Larch	Buřen + L + F1	17,0	9,3	7,7
	F2 + H	20,0	5,5	14,5
	Ah	70,2b	1,1	69,2b

Tab. 5.

Obsah přístupných živin na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Plant available nutrients content on particular subplots of the PRP Fláje II and Svahová

Fláje 2002		P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	Fe ₂ O ₃ (mg/kg)
Fláje SM/Norway spruce	L + F1	618a	960a	1 0067	939a	348
	F2 + H	338a	427a	7334	1 087a	737a
	Ah	222a	134	1 983b	620	2 316a
Fláje SMP/Blue spruce	Buřen + L + F1	1 152b	3 534b	7 600	2 213b	428
	F2 + H	629b	780b	8 533	3 504c	1 143ab
	Ah	315b	166	734a	332	2 281a
Svahová MD/Larch	Buřen + L + F1	635a	1 547ab	17 067	5 173	712
	F2 + H	323a	693ab	13 333	4 587	2 476b
	Ah	163a	113	467a	175	6 826b

vého a v nejsvrchnějším minerálním horizontu v porostu modřínu na druhé lokalitě (tab. 4). Jednalo se především o podíl výměnného hliníku. Minimální příznivý vliv smrku pichlavého a modřínu tak byl opět prokázán, což bylo v případě SMP doloženo i v dalších pracích (MORAVČÍK, PODRÁZSKÝ 1993, PODRÁZSKÝ 1996, 1997).

Jednotlivé plochy se výrazně lišily v obsahu přístupných živin. Obsah přístupného fosforu byl v holorganických vrstvách maximální pod porostem smrku pichlavého, což odráží jeho minimální nároky na živiny z hlediska primární produkce (PODRÁZSKÝ 1996). Nejvyšší hodnoty zde byly prokázány i v případě přístupného draslíku, to pro změnu reflektuje vliv přizemní vegetace, především travní, s účinnou recyklací této živiny. Obsah vápníku a hořčíku byl pak výrazně zvýšen v porostu modřínu na ploše Svahová díky masivní melioraci vápněním. V minerální zemině byl naopak obsah všech těchto makroelementů nejníž právě zde – částečně vlivem modřínu a částečně určitě i díky jinému charakteru plochy: zemědělské kultivaci (pastvina) na ploše Fláje a „přirozené“ pedogenezi spočívající v podzolizaci na ploše Svahová. Vliv dřeviny a stanoviště se výrazně odrazil i v obsahu citrátového železa, obsah

byl výrazně vyšší pod modřínem a dále i pod smrkem pichlavým. Ten tak vykazuje menší půdoochrannou funkci ve srovnání s druhým druhem smrku.

Obsah celkového dusíku byl nejvyšší v porostu smrku pichlavého, nejnížší pak v porostu modřínu (tab. 6). Ten z hlediska cyklu této živiny vykazuje nejnížší účinnost, což může být podmíněno do jisté míry stanovištěm, ale v daném trendu se zcela jistě projevuje i vliv této dřeviny. Obsah celkového fosforu byl nejnížší v porostu smrku ztepilého, ten tuto živinu dosti účinně fixuje – nejvyšší obsah byl naopak v porostu smrku pichlavého s minimální produkcí biomasy. Podobný trend, ještě výraznější, byl doložen v případě obsahu celkového draslíku, zde se opět projevil vliv přizemní vegetace s vyššími nároky na tento makroelement. V obsahu vápníku a především hořčíku se opět projevil vliv vápnění na lokalitě Svahová a větší spotřeba, popřípadě vyplavení živin z půdy na lokalitě Fláje II.

Různé dřeviny na jednotlivých sledovaných plochách tak vykazovaly diferencovaný regenerační potenciál z hlediska obnovy lesních půd, ať se jednalo o zalesněné zemědělské půdy nebo o plochy

Tab. 6.

Obsah celkových živin na jednotlivých plochách TVP Fláje II a Svahová
Total nutrients content on particular sublots of the PRP Fláje II and Svahová

Fláje 2002		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Fláje SM/Norway spruce	L + F1	1,78	0,12a	0,14	0,96b	0,06a
	F2 + H	1,99b	0,13	0,2	0,06a	0,05a
	Ah					
Fláje SMp/Blue spruce	Buřň + L + F1	2,11b	0,18b	0,44	0,21a	0,27b
	F2 + H	1,99b	0,16	0,24	0,36a	0,35b
	Ah	-	-	-	-	-
Svahová MD/Larch	Buřň + L + F1	1,69a	0,15ab	0,34	0,74b	0,512c
	F2 + H	1,15a	0,16	0,46	0,78b	0,66c
	Ah	-	-	-	-	-

po buldozerové přípravě. Ve srovnatelných stanovištních podmínkách byly doloženy podobné výsledky (PODRÁZSKÝ et al. 2003), v příznivějších podmínkách pak byla dokumentována podstatně rychlejší obnova půdního prostředí, typického pro lesní ekosystémy (PODRÁZSKÝ, MOSER 2003). Do stavu, který odpovídá daným stanovištím, však ještě zdaleka humusové formy nedospěly – akumulace nadložního humusu s „přirozenou“ dynamikou organické hmoty a živin by měla dosáhnout v daných podmínkách asi 150 – 200 t/ha (ULBRICHOVÁ et al. 2004).

ZÁVĚR

Výsledky potvrdily jistý regenerační potenciál lesních stanovišť po předchozím zemědělském využívání i po hluboké devastaci a degradaci buldozerovou přípravou stanoviště. Během necelých dvou desetiletí od založení porostů tyto akumulovaly značná množství nadložního humusu, třebaže dosažení stavu umožňujícího cykly organické hmoty a živin odpovídající kontinuálně obnovovaným lesním porostům v podobných podmínkách je dosud vzdáleno. Vliv předešlého zemědělského využívání byl na stavu půd dosud patrný, obsahy živin a jejich pedochemické vlastnosti byly vyšší a příznivější ve srovnání se stanovišti zalesněnými po delší dobu. Také vliv chemické meliorace na plochách po buldozerové přípravě byl dosud detekovatelný. Ze srovnávaných dřevin se pravděpodobně projevila výrazná fixace živin v biomase porostu smrku ztepilého, dále minimální vliv na půdu u smrku pichlavého a degradační vliv modřínu v kontextu sledovaných dřevin a podmínek.

Poznámka:

Príspevek vznikl v rámci práce na projektu NAZV č. QG50105 „Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť“. Předběžné výsledky byly prezentovány na odborném semináři. Autor děkuje pracovníkům Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno za umožnění prací na jejich experimentech provozovaných v rámci výzkumného záměru MZE-0002070201 a svým kolegům na katedře za technickou pomoc.

LITERATURA

- MORAVČÍK, P., PODRÁZSKÝ, V. Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vliv na půdu. Zprávy lesn. výzkumu, 1993, roč. 38, č. 2, s. 4-9.
- NOVÁK, J., SLODIČÁK, M. Růstová reakce náhradních porostů smrku pichlavého (*Picea pungens* ENGELM.) na první výchovné zásahy. In Novák, Slodičák, M. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003. Sborník z celostátní konference. Teplice, 22. 4. 2004. Opočno: VÚLHM, 2004, s. 139-151.
- NOVÁK, J., KACÁLEK, D., PETR, T. Properties of humus and upper soil horizons under 66-year-old spruce stand on former agricultural land. In Saniga, M., Jaloviar, P., Kucbel, S. (eds.): Management of forests in changing environmental conditions. Zvolen: Technická univerzita, Lesnícka fakulta, Katedra pestovania lesa, 2007, s. 90-95.
- PODRÁZSKÝ, V. Silvicultural effects on soil organic matter: preliminary results. Lesnictví - Forestry, 1996, roč. 42, č. 5, s. 237-241.
- PODRÁZSKÝ, V. Smrk pichlavý v imisních oblastech. Lesnická práce, 1997, roč. 76, č. 11, s. 422-424.
- PODRÁZSKÝ, V. Effects of thinning on the formation of humus forms on the afforested agricultural lands. Scientia Agriculturae Bohemica, 2006, vol. 37, no. 4, s. 157-163.
- PODRÁZSKÝ, V. Stav lesních půd ve výškovém transektu na lokalitě Plechý – NP Šumava. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 2007, roč. 53, č. 4, s. 333-344.
- PODRÁZSKÝ, V., MOSER, W. K. Akumulace nadložního humusu na zalesněné zemědělské půdě v závislosti na porostní výchově. In Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů. Kostelec n. Č. lesy 20. – 21. 11. 2003. Praha: ČZU FLE, 2003, s. 3.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I. Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. – Czech Republic. Journal of Forest Science, 2003, vol. 49, no. 4, s. 141-147.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. Zprávy lesn. výzkumu, 2006, roč. 51, č. 4, s. 230-234.
- PODRÁZSKÝ, V., ŠTĚPÁNIK, R. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách - oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesn. výzkumu, 2002, roč. 47, č. 2, s. 53-56.

- PODRÁZSKÝ, V., VACEK, S., MIKESKA, M., BOČEK, M. Stav a vývoj půd v bilaterální biosférické rezervaci Krkonoše. *Opera Corcon-tica*, 2007, no. 44, s. 121-131.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., KACÁLEK, D. Pěstební zásahy v náhradních porostech smrku pichlavého (výsledky experimentu Fláje II za období 1996 - 2001). In Slodičák, M., Novák, J. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2001. Sborník z celostátní konference. Teplice, 14. 3. 2002. Jiloviště-Strnady: VÚLHM, 2002, s. 143-154.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., SKOVSGAARD, J. P. Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). *Forest Ecology and Management*, 2005, no. 209, s. 157-166.
- ULBRICHOVÁ, I., REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V. Hlavní náhradní listnaté dřeviny v Krušných horách a jejich půdotvorná a půdo-ochranná funkce. In Dřeviny a lesní půda. Biologická meliorace a její využití. Kostelec n. Č. l. 22. 3. 2000. ČZU: Kostelec n. Č. l., 2004, s. 124-129.
- ÚHÚL Šetření stavu porostů v Krušných horách. Studie zpracovaná pro MZe. Jablonec nad Nisou 2007, 35 s.

FORMATION OF THE SURFACE HUMUS AFTER REFORESTATION OF AGRICULTURAL LANDS AND AFTER BULLDOZER SITE PREPARATION IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

SUMMARY

There is considerable potential for afforestation of marginal agricultural lands throughout the whole Europe, including the Ore Mts. region, where large areas were reforested in the last centuries. In the same region, ca 4,760 ha (ÚHÚL 2007) were degraded by the bulldozer site preparation during the immission calamity. In the mountainous localities, the surface humus represents the crucial compartment of the soil environment, its formation and restoration represent the key factor of the natural nutrient cycling and energy fluxes. In the region of interest, the effects of Norway and blue spruce on the afforested agricultural land and the role of European larch on the bulldozed plot were studied and analysed, concerning the humus form layer restoration. In the first case, the experimental plot Fláje II was analysed, the forest stands of Norway and blue spruce were established in the year 1984 on the pasture. The measurements take place on the 0.1 ha control unthinned subplot, where the growth, development and healthy state of the stands are registered. Altitude is 800 m a. s. l., forest type is determined as *Piceetum acidophilum* - *Avenella flexuosa*. In the second case, the plantation of the European larch was established in fully comparable site conditions on the bulldozed plot near village Svahová in 1991. The humus layer and mineral horizons were bulldozed until the bleached E horizon.

The samples of the ground vegetation and particular holorganic horizons were taken quantitatively (L + F1, F2 + H) at the age of different species 18 years (Norway and blue spruce) and 12 years (European larch) respectively. Steel frame 25 x 25 cm was used for sampling in 4 replications at each subplot. Analyses were performed individually. It was determined: dry mass amount of holorganic horizons per sample, calculated later for 1 ha, content of total humus and nitrogen by the Springer-Klee method, LOI content, total nitrogen content by the Kjeldahl method, pH in water and 1 N KCl solution, exchangeable acidity ($A^{3+} + H^+$), soil adsorption complex characteristics by the Kap-pen method (S - bases content, H - hydrolytical acidity, T - cation exchange capacity, V - base saturation), plant available nutrients in the 1% citric acid solution and total nutrient content in holorganic layers after mineralization by the selenium and sulphuric acid. Results of analyses were evaluated using one-way analysis of variance at 95% significance level. Statistically significant results are marked with different indexes in the tables 1 to 6.

The forest stands showed considerable capacity for surface humus accumulation (26.86 and 25.84 t/ha for spruces, 9.98 t/ha for larch). In the blue spruce, the higher effect of the ground vegetation is visible, effect of the tree species being lower. The larch was the least effective in spite of the surface humus formation (table 1). The soil chemistry showed visibly the influences of the former land use (spruces) and bulldozing with connected liming and fertilization (larch). The pH, soil adsorption complex characteristics, nitrogen content and exchangeable acidity values were much more favourable comparing with "stable" forest soils in the region of interest (tables 2 to 4). In the past the land management was also affected by nutrient contents (tables 5, 6). Results confirmed certain regeneration capacity for reforested sites, the accumulation of surface organic matter being considerable during the first two decades. This amount is not yet comparable to natural state on the other side. The considerable fixation capacity of Norway spruce, low effect of the blue spruce and degradation effects of the European larch were documented by the results of the presented study.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 403; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

POTOMSTVA VYBRANÝCH DÍLČÍCH POPULACÍ JEDLE BĚLOKORÉ, MODŘINU OPADAVÉHO A BUKU LESNÍHO ZE SLOVENSKÉ REPUBLIKY NA SROVNÁVACÍCH VÝZKUMNÝCH PLOCHÁCH V ČR - MOŽNOSTI DOVOZU REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU (I. ČÁST - JEDLE BĚLOKORÁ)

PROGENIES OF SELECTED PARTIAL POPULATIONS OF SILVER FIR, EUROPEAN LARCH AND EUROPEAN BEECH FROM THE SLOVAK REPUBLIC ON THE COMPARATIVE RESEARCH PLOTS IN THE CZECH REPUBLIC - POTENTIALS OF IMPORTING OF REPRODUCTIVE MATERIAL (PART I - SILVER FIR)

JIŘÍ ŠINDELÁŘ¹⁾ - JOSEF FRÝDL¹⁾ - PETR NOVOTNÝ¹⁾ - JIŘÍ ČÁP^{1),2)}

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

²⁾Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin FLD ČZU Praha

ABSTRACT

Beside of Czech material, there are assessed progenies of main forest tree species from the Slovak Republic on some comparative plots in the Czech Republic. On the base of new evaluation of some research plots of Forestry and Game Management Research Institute with the silver fir, there are presented results of partial populations originated from the Slovak Republic. Height growth, DBH and qualitative characteristics of these forest tree species were assessed. There are considered potentials for importing of reproductive material of Slovak origin and, consequently, there are formulated some recommendations for using of reproductive material of silver fir from Slovakia in the Czech forest management.

Klíčová slova: jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.), Slovenská republika, Česká republika, provenienční výzkum, rajonizace reprodukčního materiálu, import, mezinárodní obchod

Key words: silver fir (*Abies alba* MILL.), Slovak Republic, Czech Republic, provenance research, reproductive material zoning, import, international market

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Přibližně v 50. letech minulého století se ve výzkumných ústavech Československé republiky započalo se sledováním proměnlivosti lesních dřevin s cílem zjišťovat informace především o populacích domácího původu. Vedle mezinárodních výzkumných ploch zakládaných v rámci projektů IUFRO (výzkumné plochy se smrkem ztepilým, modřinem opadavým, douglaskou tisolistou, jedlí obrovskou aj.) byly v ČR prostřednictvím dnešního Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., postupně zakládány další výzkumné plochy s dílčími populacemi borovice lesní, jedle bělokoré, modřinu opadavého, buku lesního, druhů rodu *Quercus*, smrku ztepilého aj. V sortimentu těchto výzkumných ploch zakládaných zpravidla v menších či větších sériích v různých oblastech ČR byly vedle převážné části materiálu z ČR zařazovány v různém počtu i dílčí populace ze Slovenska. Důvodem pro tento postup byl jednak cíl získat informace o proměnlivosti populací dřevin v rámci celého tehdejšího Československa, jednak i snaha získat poznatky o růstu vybraných slovenských proveniencí na území ČR pro případ dovozů reprodukčního materiálu ze Slovenska do ČR. Některé výzkumné plochy byly v ČR založeny v kooperaci a spolupráci se slovenským Lesnickým výzkumným ústavem ve Zvolenu, resp. dříve v Banské Štiavnici.

Vhodnost dovozu a využívání reprodukčního materiálu hospodářsky významných druhů lesních dřevin (SM, MD, BO, JD, BK) původem ze Slovenska v lesním hospodářství ČR vyhodnotil na základě výsledků ověřování růstu potomstev slovenských dílčích populací těchto dřevin na výzkumných ověřovacích plochách v České republice ŠINDELÁŘ (1998). Od té doby byla získána řada nových údajů o růstu stejného materiálu především u jedle bělokoré a buku lesního, částečně i modřinu opadavého. Souhrnná prezentace nových poznatků týkajících se jedle bělokoré je předmětem předkládaného příspěvku; v navazující druhé části pak budou uvedeny informace týkající se modřinu opadavého a buku lesního.

Vlastním cílem práce je v rámci hodnocení provenienčních a ověřovacích výzkumných ploch v ČR posoudit výškový a tloušťkový růst, příp. některé další charakteristiky zmíněných druhů lesních dřevin. Vzhledem k tomu, že všechny srovnávací plochy byly založeny v hercynsko-sudetské části ČR, jde vesměs o posouzení reakce dílčích populací původem z Karpat na obecné klimatické a další podmínky hercynsko-sudetského regionu. Vedle poznatků teoretické povahy, zejména adaptační schopnosti slovenských dílčích populací, bylo možno obecně posoudit možnosti a perspektivy importu reprodukčního materiálu posuzovaných lesních dřevin ze Slovenska do České republiky.

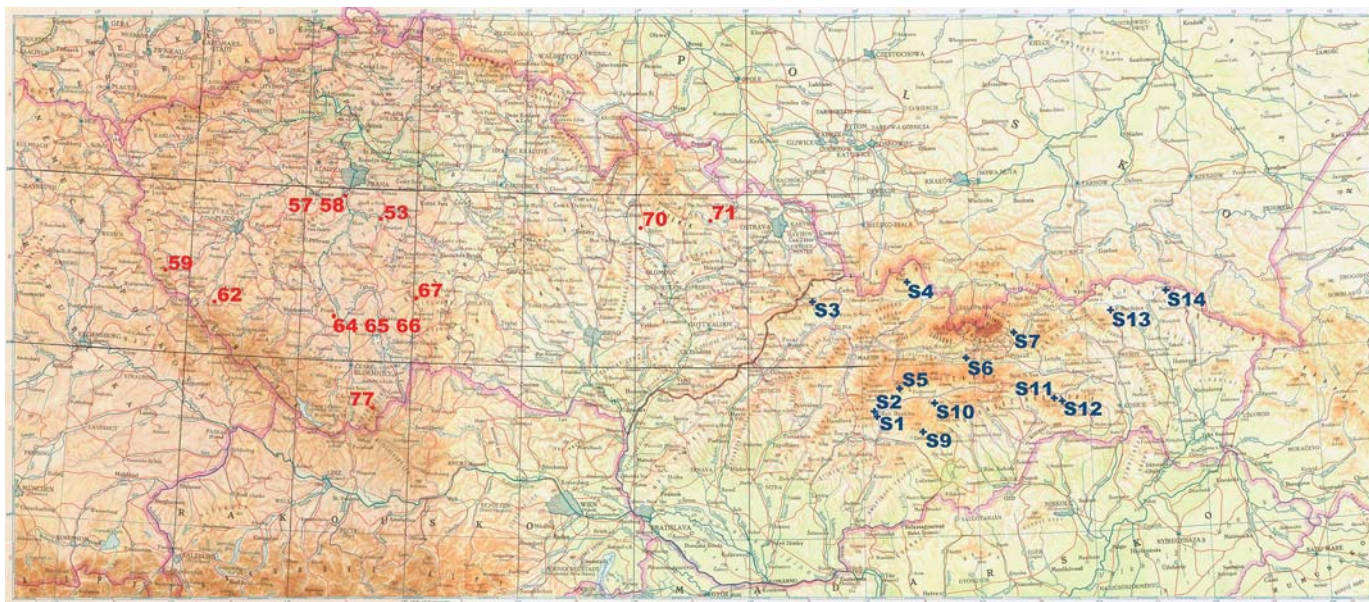
MATERIÁL A METODIKA

Počátkem 70. let 20. století byl v tehdejším VÚLHM Jíloviště-Strnady zahájen projekt zaměřený na výzkum proměnlivosti a šlechtění jedle pro potřeby lesního hospodářství ČR. V rámci tohoto projektu bylo v letech 1973 až 1977 založeno celkem 20 výzkumných ploch. Na 18 výsadbách byla soustředěna potomstva dílčích populací jedle bělokoré, přičemž na 5 z nich jsou zastoupeny též cizokrajné druhy, resp. kříženci rodu *Abies*, jedna plocha představuje výsadbu pouze cizokrajných jedlí, na zbývající plochu pak byla vysazena potomstva jednotlivých stromů jedle bělokoré převážně slovenského původu. Srovnatelnost výsledků byla zajištěna tím, že na výzkumných plochách byly vysazeny společné provenience (standarty). V sortimentu testovaného materiálu bylo zastoupeno celkem 153 proveniencí jedle bělokoré z celého areálu rozšíření této dřeviny, z toho 14 ze Slovenska.

Od minulého zveřejnění výsledků růstu potomstev slovenských dílčích populací jedle bělokoré v ČR (ŠINDELÁŘ 1998) byly nově hodnoceny plochy č. 57 - Lesy Jíloviště, Cukrák (HYNEK 2000, ŠINDELÁŘ 2001) ve věku 28 let, dále č. 59 - Trhanov, Pivoň (HYNEK 2000, KARBAN 2000), č. 64, 65, 66 - Lesy města Písku, Údraž 1, 2, 3 (ŠINDELÁŘ, BERAN 2002, 2004), č. 67 - Pelhřimov, Černovice (HYNEK 2000, ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2001, 2004, 2005), č. 77 - Nové Hradky, Konratice (ŠINDELÁŘ, NOVOTNÝ, FRÝDL 2005, 2006) ve věku 29 let, č. 58 - Lesy Jíloviště, Cukrák (ŠINDELÁŘ, BERAN 2002, ŠINDELÁŘ et al. 2006) ve věku 30 let, plochy č. 62 - Nýrsko, Dešenice, č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř, č. 71 - Vítkov, Jánské Koupele (ŠINDELÁŘ et al. 2005) ve věku 31 let a plocha č. 53 - Konopiště, Mrač (ČÁP et al. 2008) ve věku 35 let.

Charakteristika výzkumných ploch jedle bělokoré, na kterých jsou zastoupena potomstva hodnocených dílčích populací ze SR, je uvedena v tabulce 1, charakteristika jednotlivých slovenských proveniencí pak v tabulce 2. Lokalizace ploch i testovaných slovenských potomstev je znázorněna na obrázku 1.

Výzkumné plochy byly zakládány standardními postupy, obvyklými pro srovnávací výsadby. Vesměs šlo o metodu dvojité mříže nebo blokového uspořádání ve třech či čtyřech opakováních. Výsadby byly hodnoceny v různém věku (tab. 1), s využitím běžných statistických metod (analýza variance, Duncanův test). Se zřetelem na věk a vývojové stadium se hodnotily zpravidla výšky, výčetní tloušťky a objemová produkce. Za hlavní kritérium pro posuzování kvantitativních rozdílů mezi proveniencemi se obvykle považuje celková výška, která je předmětem hodnocení i v tomto příspěvku. Výčetní tloušťka je pro tento účel méně vhodná, neboť je silně závislá na počtu rostoucích jedinců na pokusných parcelách. Přesto jsou pro úplnost ve výsledkové části (tab. 3) pro všechny zkoumané provenience uvedeny i hodnoty jejich průměrné výčetní tloušťky a objemu průměrného stromu, který byl vypočítán z tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1938). Předmětem pozorování a hodnocení na některých plochách byly i další charakteristiky (zdravotní stav, poškození, tvárnost kmene). Způsob hodnocení závisí na povaze pokusu a charakteru jeho výsledků. Údaje jednotlivých slovenských proveniencí se porovnávají s průměrem celého pokusu, resp. s průměrnými hodnotami proveniencí z České republiky, které jsou na plochách zastoupeny.



Obr. 1.

Lokalizace výzkumných ploch (ČR) a testovaných slovenských proveniencí jedle (mapový podklad ŠVESTKA, KLÍMOVÁ 1989)
Localities of research plots (Czech Republic) and tested proveniences (Slovak Republic) of silver fir /map background ŠVESTKA, KLÍMOVÁ 1989)

Tab. 1.
Charakteristika výzkumných ploch se zastoupenými slovenskými proveniencemi
Characteristics of research plots with Slovak provenances representation

Výzkumná plocha č./ Research plot no.	Dřevina/ Tree species	Lokalita/Locality	Přírodní lesní oblast (PLO)/ Natural forest area	Nadmořská výška/ Altitude [m a.s.l.]	Soubor lesních typů (SLT)/ Forest type group	Sklon/ Slope [%]	Expozice/ Exposure	Průměrná roční teplota/Mean annual temper- ature [°C]	Průměrné roční srážky/ Mean annual precipitation [mm]	Porost/ Forest stand	Výměra výzkumné plochy/ Research plot area [ha]	Počet proveniencí/ Number of provenances
53	JD/SF	Konopiště, Mrač	10 - Středočeská pahorkatina	300	2S2	0	SZ	8,6	620	807 C3	0,54	15
57	JD/SF	Lesy Jíloviště, Cukrák	10 - Středočeská pahorkatina	360	3I1	< 10	SZ	8,5	480	37 H3	0,57	19
58	JD/SF	Lesy Jíloviště, Cukrák	10 - Středočeská pahorkatina	330	3I1	< 10	SZ	8,3	480	31 La	0,65	38
59	JD/SF	Trhanov, Pivoň	11 - Český les	670	5V2	10	JV	6,5	740	161 A3	1,96	49
62	JD/SF	Nýrsko, Dešenice	12 - Předhoří Šumavy a Novohradských hor	700	4S1, 4B1	10	V	7,0	700 - 800	305 B1	2,04	36
64	JD/SF	Lesy města Písku, U Nového (1)	10 - Středočeská pahorkatina	390	3F1	2	S	8,0	610	306 B1	0,39	13
65	JD/SF	Lesy města Písku, U Sosny (2)	10 - Středočeská pahorkatina	470	3S	2	S	8,0	610	9 B2	0,39	13
66	JD/SF	Lesy města Písku, Karvašiny (3)	10 - Středočeská pahorkatina	430	3S	5	S	8,0	610	46 C1	0,42	14
67	JD/SF	Pelhrimov, Černovice	16 - Českomoravská vrchovina	690-700	5H1	5	JV	6,0 - 7,0	650 - 700	356 F3,2	2,24	56
70	JD/SF	Litovel, Úsov-Veleboř	31 - Českomoravské mezihory	400-420	3K3	5	Z	8,0	600	665 B3b	1,00	25
71	JD/SF	Vitkov, Jánské Koupele	29 - Nizký Jeseník	450	4S1, 4B1	16	J	5,0 - 8,0	600 - 700	313 D3	1,44	36
77	JD/SF	Nové Hradky, Konratice	14 - Novohradské hory	640	5I1	20	V	6,8	820	628 D4	3,24	81

VÝSLEDKY

Potomstvo S_1 - Banská Bystrica, Badín (800 m n. m., LO 17A - Zvolenská kotlina) je vysazeno na celkem 8 výzkumných plochách, které byly od posledního vyhodnocení slovenských proveniencí (ŠINDELÁŘ 1998) nově změřeny (tab. 3). Jednotka S_1 převyšovala svým růstem průměr všech testovaných potomstev na plochách č. 57 - Lesy Jíloviště, Cukrák (360 m n. m., PLO 10), č. 62 - Nýrsko, Dešenice (700 m n. m., PLO 12), č. 67 - Pelhrimov, Černovice (690 - 700 m n. m., PLO 16), č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř (400 - 420 m n. m., PLO 31) a č. 71 - Vitkov, Jánské Koupele (450 m n. m., PLO 29). Horší růst tohoto potomstva ve srovnání s průměrem všech testovaných jednotek byl zaznamenán na lokalitách výzkumných ploch č. 53 - Konopiště, Mrač (300 m n. m., PLO 10) a č. 59 - Trhanov, Pivoň (670 m n. m., PLO 11); ve srovnání s průměrnou výškou zastoupených potomstev původem z ČR pak navíc na plochách č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř (400 - 420 m n. m., PLO 31) a č. 77 - Nové Hradky, Konratice (640 m n. m., PLO 14). Na poslední jmenované ploše byl pak průměr potomstva S_1 shodný s průměrem všech v pokusu zastoupených potomstev.

V rámci hodnocení výzkumné plochy č. 59 - Trhanov, Pivoň byly u potomstva S_1 zjišťovány další tři charakteristiky - tvárnost kmene, poškození sněhem, resp. mrazem a napadení korovnicí kavkazskou *Dreyfusia nordmanniana* (ECKST.). Zatímco u potomstva S_1 bylo zjištěno pouze 6 % netvárných jedinců, na celé ploše a u potomstev původem z ČR 15 %. Pokud jde o poškození sněhem a námrazou, i v tomto ukazateli bylo potomstvo S_1 s 9 % poškozených jedinců lepší než průměr celé plochy, resp. průměr proveniencí z ČR (10 %). Také korovnicí kavkazskou bylo potomstvo S_1 napadáno méně (2 % jedinců), než představoval průměr celé plochy (4 %) nebo proveniencí z ČR (5 %).

Potomstvo S_2 - Banská Bystrica, Radvaň (LO 17B - Zvolenská kotlina, 780 m n. m.) roste celkem na třech nově hodnocených plochách. Na ploše č. 77 - Nové Hradky, Konratice (640 m n. m., PLO 14) toto potomstvo s průměrnou výškou 10,3 m mírně přesahovalo jak průměr všech vysazených proveniencí, tak průměr proveniencí z ČR. Na zbývajících dvou plochách č. 53 - Konopiště, Mrač (300 m n. m., PLO 10) a č. 64 - Lesy města Písku, U Nového (Údraz 1) v PLO 10 (390 m n. m.) zaostávala tato provenience svým výškovým růstem za průměry výsadby i průměry potomstev z ČR.

U tohoto potomstva byly na ploše č. 64 hodnoceny rovněž zdravotní stav a tvárnost kmene. Asi 97 % jedinců této provenience bylo zdravých, jen zbývajících 2 - 3 % vykazovala známky chřadnutí. Česká potomstva 74 - Milevsko, Klučenice a 130 - Nasavrky, Podhůra měla v kategorii vitálních v podstatě 100 % jedinců, provenience 81 - Vyšší Brod, Vitkuv Kámen 66 %, zatímco 44 % jedinců spadalo do kategorie méně vitálních, avšak bez výraznějších projevů chřadnutí. 97 % kmenů potomstva S_2 bylo přímých, 3 % výrazně netvárných (příp. keřovitých či bez terminálu). Potomstvo 74 z ČR mělo přímých 98 % a výrazně netvárných 2 % kmenů, další české potomstvo 81 pak 77 % přímých, 16 % částečně netvárných (příp. dvojáků) a 7 % výrazně netvárných jedinců. Poslední české potomstvo 130 mělo ca 98 % jedinců přímých a 2 % výrazně netvárných.

Růst provenience S_3 - Makov, Vysoká nad Kysucou (LO 23 - Javorníky, 650 m n. m.) byl nově hodnocen pouze na výzkumné ploše č. 53 - Konopiště, Mrač (PLO 10, 300 m n. m.). Mírně přesáhl průměr všech vysazených potomstev (15,6 m) a shodoval se s růstem obou českých potomstev (15,8 m).

Tab. 2.

Charakteristika lokalit mateřských porostů sledovaných slovenských proveniencí
Characteristics of tested Slovak provenances' parent stands

Dřevina/ Tree species	Zastoupení dřevin na výzkumných plochách/ Species representation on research plots	Kód provenience/ Provenance code	Označení provenience (LS, lokalita)/ Provenance identification (forest district, locality)	Semenářská oblast/ Seed-collection zone*	Lesní oblast/ Forest area*	Nadmořská výška/ Altitude [m a.s.l.]
JD/SF	53, 57, 59, 62, 67, 70, 71, 77	S ₁	Banská Bystrica, Badín	3	17A	800
	53, 64, 77	S ₂	Banská Bystrica, Radvaň	3	17B	780
	53	S ₃	Makov, Vysoká nad Kysucou	2	23	650
	53	S ₄	Oravská Pohora, Námestovo	2	33A	760
	53, 67, 71, 77	S ₅	Liptovská osada, Korytnica - kúpele	4	46B	750
	53, 70, 77	S ₆	Malužiná, Čierny Váh	2	46G	850
	53, 67, 77	S ₇	TANAP, Kežmarské Žľaby	1	47A	900
	53, 59, 62, 67, 70, 71, 77	S ₉	Poľana, Snohy	4	37	630
	53	S ₁₀	Kráľ, Kráľ	4	38	600
	53	S ₁₁	Hrabľe, Nižné Hrabľe	4	28	530
	53, 77	S ₁₂	Hrabľe, Smolnícka Osada	4	28A	800
	53, 70	S ₁₃	Zborov, Kružľov	5	21A	580
	53, 57, 58, 65, 66, 67, 71, 77	S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	5	21A	480

*Výhláška MP SR č. 571/2006 Sb./Decree of MA SR no. 571/2006 Coll.

Rovněž provenience S₄ - Oravská Pohora, Námestovo (LO 33A - Stredné Beskydy, 760 m n. m.) byla nově hodnocena pouze na výzkumné ploše č. 53 - Konopiště, Mrač. S hodnotou 15,7 m mírně předstihovala průměr všech potomstev (15,6 m), za českými potomstvy (15,8 m) naopak mírně zaostávala.

Potomstvo S₅ - Liptovská Osada, Korytnica-kúpele (LO 46B - Nízke Tatry, Kozie chrbty, 750 m n. m.) roste celkem na 4 nově hodnocených plochách. Toto potomstvo převýšilo průměr všech testovaných proveniencí i průměr proveniencí pocházejících z ČR celkem na třech z těchto ploch (č. 53 - Konopiště, Mrač /300 m n. m., PLO 10/, č. 71 - Vítkov, Jánské Koupele /450 m n. m., PLO 29/, č. 77 - Nové Hradky, Konratice /640 m n. m., PLO 14/). Pouze na výzkumné ploše č. 67 - Pelhřimov, Černovice (690 - 700 m n. m., PLO 16) rostlo toto potomstvo shodně s průměrem všech vysazených proveniencí; provenience z ČR jeho průměr mírně předstihovaly.

Provenience S₆ - Malužiná, Čierny Váh (LO 46G - Nízke Tatry, Kozie chrbty, 850 m n. m.) byla nově hodnocena na třech výzkumných plochách. Na výsadbě č. 53 - Konopiště, Mrač nedosáhla s průměrnou výškou 15,4 m ani průměru celé výsadby (15,6 m), ani průměru českých potomstev (15,8 m). Na ploše č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř činila průměrná výška potomstva S₆ 11,5 m, zatímco průměr všech 25 potomstev 11,4 m a průměr českých potomstev 11,8 m. Na provenienční výsadbě č. 77 - Nové Hradky, Konratice předstihlo potomstvo S₆ s hodnotou průměrné výšky 10,8 m jak průměr celé výsadby (10,0 m), tak průměr českých potomstev (10,1 m).

Provenience S₇ - TANAP, Kežmarské Žľaby (LO 47A - Tatry, 900 m n. m.) je vysazena celkem na třech nově hodnocených plochách. Na plochách č. 53 - Konopiště, Mrač (300 m n. m., PLO 10) a č. 77 - Nové Hradky, Konratice (640 m n. m., PLO 14) zaostala

tato provenience jak za průměrem všech potomstev, tak i za průměrem českých proveniencí. Na výsadbě č. 67 - Pelhřimov, Černovice (PLO 16, 690 - 700 m n. m.) byla průměrná výška potomstva S₇ mírně nižší než průměr všech proveniencí, zatímco s průměrem potomstev z ČR se shodovala.

Potomstvo S₉ - Poľana, Snohy (LO 37 - Poľana, 630 m n. m.) je zastoupeno na sedmi nově hodnocených plochách. Vynikalo na ploše č. 62 - Nýrsko, Dešenice, a to jak nad průměrem všech potomstev, tak nad českými potomstvy. Identická situace nastala ještě na výzkumné ploše č. 71 - Vítkov, Jánské Koupele. Naopak horší růst ve srovnání s průměrem všech sledovaných potomstev i s průměrem potomstev, která pocházejí z ČR, byl zaznamenán na plochách č. 53 - Konopiště, Mrač, č. 59 - Trhanov, Pivoň, č. 67 - Pelhřimov, Černovice, č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř a č. 77 - Nové Hradky, Konratice.

U potomstva S₉ byly na výzkumné ploše č. 59 hodnoceny i tvárnost kmene, poškození sněhem a námrazou a napadení korovnicí kavkazskou. Pouze 8 % jedinců této provenience bylo zařazeno do kategorie netvárných, zatímco v průměru všech proveniencí i proveniencí z ČR to bylo shodně 15 %. Korovnicí kavkazskou byla napadena 3 % jedinců potomstva S₉ (průměr všech proveniencí 4 %, průměr proveniencí z ČR 5 %).

Provenience S₁₀ - Kráľ, Kráľ (LO 38 - Veporské vrchy, Stolické vrchy, 600 m n. m.) a S₁₁ - Hrabľe, Nižné Hrabľe (LO 28, 530 m n. m.) jsou nově hodnoceny pouze na výsadbě č. 53 - Konopiště, Mrač. Obě potomstva předstihla průměr celé výsadby 15,6 m (S₁₀ 15,7 m, S₁₁ 16,2 m). Potomstvo S₁₀ pak mírně zaostalo za průměrem českých proveniencí, který činil 15,8 m.

Provenience S₁₂ - Hrabľe, Smolnícka Osada (LO 28A - Volovské vrchy, Čierna hora, 800 m n. m.) je zastoupena na dvou nově měřených plochách. Na ploše č. 53 - Konopiště, Mrač předstihla

s průměrnou výškou 15,8 m průměr výsadby (15,6 m). Průměr českých proveniencí se s průměrnou výškou slovenského potomstva shodoval. Na ploše č. 77 - Nové Hradky, Konratice potomstvo S_{12} s 10,6 m předstihovalo průměr všech proveniencí (10,0 m) i průměr potomstev dílčích populací z ČR (10,1 m).

Potomstvo S_{13} - Zborov, Kružlov (LO 21A - Nízké Beskydy, 580 m n. m.) roste na dvou nově hodnocených plochách. Na ploše č. 53 - Konopiště, Mrač byla jeho průměrná výška shodná s průměrem celé výsadby (15,6 m), průměrné výšky proveniencí z ČR (15,8 m) však nedosáhlo. Na ploše č. 70 - Litovel, Úsov-Veleboř byla situace analogická, tj. shoda s průměrem výsadby (11,4 m) a slabší růst ve srovnání s českými proveniencemi (11,8 m).

Potomstvo S_{14} - Gíraltovce, Vyšný Komárnik (LO 21A - Nízké Beskydy, 480 m n. m.) je zastoupeno na celkem 8 nově hodnocených plochách. Průměr všech sledovaných proveniencí i proveniencí pocházejících z ČR předstihlo toto potomstvo na výzkumných plochách č. 53 - Konopiště, Mrač, č. 57 - Lesy Jíloviště, Cukrák, č. 58 - Lesy Jíloviště, Cukrák, č. 65 - Lesy města Písku, U Sosny (Údraž 2), č. 66 - Lesy města Písku, Karvašiny (Údraž 3), č. 71 - Vítkov, Jánské Koupele a č. 77 - Nové Hradky, Konratice. Pouze na Českomoravské vrchovině (plocha č. 67 - Pelhřimov, Černovice) dosáhla průměrná výška potomstva S_{14} v 29 letech 8,3 m, přičemž průměr výsadby činil 8,1 m a průměr českých potomstev 8,3 m.

Na plochách č. 65 a č. 66 byly u tohoto potomstva navíc hodnoceny zdravotní stav a tvárnost kmene. Na ploše č. 65 bylo ca 98 % jedinců proveniencí S_{14} vitálních; z českých vysazených proveniencí měla 74 - Milevsko, Klučenice 100 % vitálních jedinců, 81 - Vyšší Brod, Vítkův Kámen pak ca 75 % vitálních a 25 % méně vitálních a 130 - Nasavrky, Podhůra ca 92 % vitálních, resp. 8 % méně vitálních jedinců. Na ploše č. 66 mělo potomstvo S_{14} ca 92 % vitálních a 8 % méně vitálních jedinců; u českého potomstva 74 bylo zjištěno ca 84 % vitálních, 5 % méně vitálních a 1 % chřadnoucích jedinců, u druhého zastoupeného českého potomstva 81 pak 79 % vitálních a 21 % méně vitálních stromů. Pokud jde o tvárnost kmene, byl přímý kmen potomstva S_{14} zjištěn u ca 97 % jedlů, zbytek představovali jedinci částečně netvární. 100 % jedinců potomstva 74 mělo přímý kmen, u potomstva 81 bylo přímých ca 86 %, částečně netvárných 10 % a výrazně netvárných 4 %. Na ploše č. 66 bylo u potomstva S_{14} přímých ca 93 % a částečně netvárných ca 7 % jedinců. Potomstvo 74 mělo 88 % přímých kmenů, 10 % částečně netvárných a 2 % výrazně netvárných, potomstvo 81 pak 81 % přímých, 9 % částečně netvárných a 10 % výrazně netvárných jedinců.

Přestože se rozdíly ve výškovém a tloušťkovém růstu (tab. 3) mezi jednotlivými potomstvy zdají být často minimální, jsou na většině výsadeb statisticky vysoce signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ (tab. 4). Na základě zjištěných výsledků lze tedy provést specifické posouzení vhodnosti případného dovozu reprodukčního materiálu jedle bělokoré ze Slovenska za účelem jeho pěstování v podmínkách ČR.

Jako jednoznačně nejlepší ze všech slovenských potomstev se ukázala proveniencí S_{14} - Gíraltovce, Vyšný Komárnik. Tato proveniencí přesáhla svou průměrnou výškou celkové průměry všech osmi hodnocených výzkumných ploch, na kterých se vyskytuje. Pokud jde o průměr potomstev z ČR, byla situace analogická, s výjimkou lokality č. 67 - Pelhřimov, Černovice, kde průměr českých potomstev „pouze“ vyrovnala. K dalším slovenským potomstvům, která se na lokalitách výsadeb osvědčila, lze řadit provenienci S_{11} - Hrable, Nižné Hrable, která však byla hodnocena pouze na ploše č. 53 - Konopiště, Mrač, dále S_5 - Liptovská osada, Korytnica-kúpe-

le, jež předčila oba srovnávací průměry na třech lokalitách ze čtyř. K pozitivně ověřeným lze řadit též potomstvo S_{12} - Hrable, Smolnícka Osada, které se osvědčilo na obou lokalitách své výsadby. Hůře se osvědčily proveniencí S_2 - Banská Bystrica, Radvaň a S_7 - TANAP, Kežmarské Žľaby (srovnávací průměry předčily pouze na jedné lokalitě ze tří), dále S_{13} - Zborov, Kružlov, která vyrovnala průměr obou výzkumných ploch, na kterých byla vysazena; za průměrem potomstev z ČR pak v obou případech zaostala. Konečně proveniencí S_9 - Poľana, Snohy zaostala za srovnávacími průměry na pěti lokalitách, na zbývajících dvou je naopak překonala.

Potomstva jedle ze SR, u nichž byly hodnoceny další znaky, nijak v těchto ukazatelích nezaostala za domácími proveniencemi. Vynikala v tvárnosti kmene a rovněž jejich zdravotní stav, resp. napadání korovnicí byly srovnatelné s potomstvy z ČR.

DISKUSE

Jak uvádí ŠINDELÁŘ (1998), byla mortalita slovenských potomstev ve věku ca 15 let ve srovnání se souborem potomstev z ČR většinou menší, jen ve dvou případech větší a v jednom shodná. Vzhledem k dnešnímu stáří výsadeb, kdy již byly realizovány výchovné zásahy, však nebylo možné ukazatel přežívání pro srovnání znovu posoudit. Pokud jde o výškový růst, přirůstaly slovenské proveniencí v 15 letech ve srovnání s českými potomstvy většinou intenzivněji. Pouze v pěti případech tomu bylo naopak. Výraznější převaha slovenských proveniencí ve výškovém růstu se projevovala na plochách ve větších nadmořských výškách. Z konkrétních slovenských potomstev vynikaly zejména proveniencí S_{13} - Zborov, Kružlov, S_{14} - Gíraltovce, Vyšný Komárnik a S_1 - Banská Bystrica, Baďín.

Také výsledky výzkumu ve vyšším věku výsadeb (ca 30 let) naznačily relativně vysokou hospodářskou hodnotu potomstev jedle bělokoré ze Slovenska, zejména z jeho východnějších oblastí. Z proveniencí, které byly nejlépe hodnoceny v mladším věku, bylo možno i po novém měření do této skupiny opět zařadit jednoznačně nejlepší potomstvo S_{14} - které se vyznačovalo univerzálně nadprůměrným růstem na všech lokalitách, kde je ověřováno. Potomstva S_{13} a S_1 ve vyšším věku již k nejlepším nepatřila, což však neznamená, že by rostla ve srovnání s domácím materiálem výrazně hůře. Ačkoliv nebyly rozdíly v průměrných výškách jednotlivých potomstev nijak závratné, přesto mezi nimi byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Slovenská potomstva na žádné ploše vesměs nikde neklesala hluboko pod průměr, spíše se pohybovala kolem něj či jej mírně převyšovala. Také v dalších hodnocených znacích slovenská potomstva za domácími proveniencemi nezaostávala, vynikala v tvárnosti kmene a rovněž zdravotní stav, resp. napadání korovnicí byly srovnatelné s potomstvy z ČR. Tvrzení o výraznější převaze slovenských proveniencí ve výškovém růstu na plochách ve větších nadmořských výškách se ve vyšším věku hodnocení nepotvrdilo.

Se zřetelem na prezentované pozitivní výsledky testování slovenských dílčích populací na srovnávacích plochách v ČR lze tedy, přestože pro jedli bělokorou existuje dostatečný počet a výměra porostů uznaných ke sklizni semenného materiálu, ve výjimečných případech uvažovat o dovozu reprodukčního materiálu ze Slovenské republiky. Tyto případy mohou představovat zejména déletrvající neúrody, příp. jiné nepříznivé okolnosti, kdy se projeví nedostatky reprodukčního materiálu. Použití reprodukčního materiálu však musí zohledňovat lesní vegetační stupňovitost.

Tab. 3.

Průměrné výšky, výčetní tloušťky a objemy průměrného stromu slovenských proveniencí jedle bělokoré (JD)
Average height growth, D.B.H. and volume production characteristics of silver fir (SF) Slovak provenances

Dřevina/ Tree species	Výzkum- ná plocha č./ Research plot no.	Kód proveni- ence/ Provenance code	Označení provenienc (LS, lokalita)/ Provenance identification (forest district, locality)	Průměrná výška/ Average height growth [m]	Průměrná d _{1,3} / Average DBH [cm]	Objem průměrného stromu/Mean tree volume [m ³]	Průměrná výška všech proveniencí jedle bělokoré na výzkumné ploše/ Average height growth of all silver fir (SF) provenances on research plot [m]	Průměrná výška všech proveniencí jedle bělokoré z ČR na výzkumné ploše/ Average height growth of all Czech silver fir provenances on research plot [m]	Věk hodnocení/ Age of evaluation [r.; yrs]
JD/SF	53	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	14,7	14,1	0,152	15,6	15,8	35
		S ₂	Banská Bystrica, Radvaň	15,3	14,5	0,166			
		S ₃	Makov, Vysoká nad Kysucou	15,8	15,4	0,191			
		S ₄	Oravská Pohora, Námestovo	15,7	15,1	0,183			
		S ₅	Liptovská osada, Korytnica - kúpele	16,1	16,1	0,213			
		S ₆	Malužiná, Čierny Váh	15,4	14,7	0,171			
		S ₇	TANAP, Kežmarské Žľaby	14,4	13,1	0,129			
		S ₈	Poľana, Snohy	15,2	13,7	0,147			
		S ₁₀	Kráľ, Kráľ	15,7	14,4	0,167			
		S ₁₁	Hrabľe, Nižné Hrabľe	16,2	15,8	0,206			
		S ₁₂	Hrabľe, Smolnícka Osada	15,8	14,6	0,172			
		S ₁₃	Zborov, Kružľov	15,6	14,8	0,175			
		S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	16,3	15,8	0,205			
JD/SF	57	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	5,4	6,9	0,019	4,9	5,0	28
		S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	5,4	6,2	0,015			
JD/SF	58	S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	8,7	10,4	0,057	6,9	8,4	30
JD/SF	59	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	7,2	10,7	0,053	7,3	7,5	29
		S ₉	Poľana, Snohy	6,7	9,3	0,039			
JD/SF	62	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	13,4	13,0	0,120	12,2	12,2	31
		S ₉	Poľana, Snohy	12,5	12,4	0,104			
JD/SF	64	S ₂	Banská Bystrica, Radvaň	6,2	7,1	0,021	6,6	6,4	29
JD/SF	65	S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	9,4	12,9	0,092	7,7	7,7	29
JD/SF	66	S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	7,8	10,6	0,055	6,9	6,6	29
JD/SF	67	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	8,9	12,7	0,085	8,1	8,3	29
		S ₅	Liptovská osada, Korytnica - kúpele	8,1	12,0	0,072			
		S ₇	TANAP, Kežmarské Žľaby	8,2	11,1	0,062			
		S ₉	Poľana, Snohy	7,3	10,3	0,050			
		S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	8,3	12,5	0,079			
JD/SF	70	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	11,6	12,5	0,100	11,4	11,8	31
		S ₆	Malužiná, Čierny Váh	11,5	11,9	0,091			
		S ₉	Poľana, Snohy	10,2	10,8	0,069			
		S ₁₃	Zborov, Kružľov	11,4	12,8	0,104			
JD/SF	71	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	12,2	12,0	0,095	11,8	11,8	31
		S ₅	Liptovská osada, Korytnica - kúpele	13,0	13,2	0,122			
		S ₉	Poľana, Snohy	13,6	13,8	0,137			
		S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	13,6	13,8	0,137			
JD/SF	77	S ₁	Banská Bystrica, Baďin	10,0	14,5	0,122	10,0	10,1	29
		S ₂	Banská Bystrica, Radvaň	10,3	15,4	0,140			
		S ₅	Liptovská osada, Korytnica - kúpele	10,2	15,0	0,132			
		S ₆	Malužiná, Čierny Váh	10,8	16,1	0,158			
		S ₇	TANAP, Kežmarské Žľaby	9,5	13,7	0,105			
		S ₉	Poľana, Snohy	9,9	15,1	0,131			
		S ₁₂	Hrabľe, Smolnícka Osada	10,6	15,6	0,146			
		S ₁₄	Giraltovce, Vyšný Komárnik	10,3	15,0	0,133			

Dovoz reprodukčního materiálu lesních dřevin do ČR je možný podle ustanovení § 25 zákona č. 149/2003 Sb. Jestliže jde o osivo, sazenice a další materiál k obnově lesů a zalesňování, který je vyprodukovaný v členském státě EU, lze jej dovést bez povolení pouze v případě, že jde o materiál identifikovaný, selektovaný, kvalifikovaný nebo testovaný a tyto skutečnosti jsou doloženy potvrzením o původu. Reprodukční materiál musí být vybaven průvodním listem nebo jiným dokumentem obsahujícím potvrzené údaje požadované zmíněným zákonem. Dovoz reprodukčního materiálu ze zemí mimo EU je možný pouze na základě povolení k dovozu, vydaného Ministerstvem zemědělství a podání příslušných celních dokladů. Ve zmíněném zákoně však není uvedeno, kde a za jakých okolností může být dovezený reprodukční materiál v našem lesním hospodářství využit. Tyto skutečnosti nejsou a nemohou být uváděny s ohledem na to, že až na výjimky nejsou k dispozici potřebné informace. Pokud jde o dovoz reprodukčního materiálu ze zemí EU, nemůže ani skutečnost, že budou splněny podmínky stanovené v § 25 odst. 3 zákona č. 149/2003 Sb. (materiál identifikovaný, selektovaný, kvalifikovaný nebo testovaný) a další předpoklady, zajistit vhodnost pro podmínky ČR, pokud tato skutečnost není experimentálně nebo na základě spolehlivých zkušeností dostatečně prokázána. Tento stav není v souladu s konkrétními a jednoznačnými ustanoveními o rajonizaci domácího reprodukčního materiálu (zákon č. 289/1995 Sb., vyhláška č. 139/2004 Sb.), kde se uvádí, že pokud nelze krýt potřebu reprodukčního materiálu v rámci dané přírodní lesní oblasti, lze provádět jeho přenos způsobem stanoveným v přílohách s přípustným vertikálním posunem. Přílohy řeší horizontální přenosy reprodukčního materiálu pouze mezi přírodními lesními oblastmi ČR, z čehož vyplývá, že použití materiálu ze zahraničí není možné. Jde o situaci vzájemné neprovázanosti podzákonného předpisu (vyhlášky k zákonu č. 289/1995 Sb), a zákona č. 149/2003 Sb., kterou je třeba řešit novelizací.

ZÁVĚR

Výsledky ověřování potomstev dílčích populací jedle bělokoré původem ze Slovenska ve věku ca 30 let naznačily jejich relativně vysokou hospodářskou hodnotu. Ačkoliv nebyly rozdíly v průměrných výškách jednotlivých potomstev výrazné, přesto je možné je charakterizovat jako statisticky významné. Hodnoty výšek slovenských

potomstev na žádné ploše neklesaly hluboko pod průměr, spíše se pohybovaly kolem něj či jej mírně převyšovaly. Jako nejlepší se ukázaly proveniencce S_{14} - Gíraltovce, Vyšný Komárnik, S_{11} - Hrable, Nižné Hrable, S_5 - Liptovská osada, Korytnica-kúpele a S_{12} - Hrable, Smolnícka Osada. Ani v dalších hodnocených značích slovenská potomstva za domácími nezaostávala, vynikala v tvárnosti kmene a i zdravotní stav a napadání korovnicí byly srovnatelné s potomstvy z ČR.

Pokud jde o používání osiva a sazenic jedle bělokoré v domácím lesním hospodářství, mělo by se i nadále postupovat podle zásady přednostního využívání reprodukčního materiálu místního původu. Lokální genové zdroje, které jsou výsledkem dlouhodobého působení přirozeného výběru, by se záměrně neměly zbytečně kontaminovat cizorodým materiálem. Osivo, příp. sazenice z dovozu by měly být používány jen zcela výjimečně, jsou-li k dispozici informace o vhodnosti jejich použití. Tato zásada by měla být platná pro dovoz ze zemí EU i mimo ni.

Se zřetelem na prezentované pozitivní výsledky testování slovenských proveniencí jedle bělokoré v podmínkách ČR je však možno o dovozu reprodukčního materiálu ze Slovenska v určitých výjimečných případech uvažovat, přestože i pro tuto dřevinu existuje dostatečný počet a výměra porostů, uznaných ke sklizni semenného materiálu. Tyto případy mohou představovat zejména děletrvající neúrody, příp. jiné nepříznivé okolnosti, kdy se projeví nedostatek reprodukčního materiálu domácího původu a obnovu, příp. zalesňování již nelze dále odkládat. Použití dovezeného materiálu v konkrétních podmínkách však musí vždy zohledňovat lesní vegetační stupňovitost a také legislativní omezení.

Vzhledem k tomu, že se pořadí ověřovaných proveniencí za období od minulého hodnocení dosud měnilo, bylo by žádoucí, pokud to stav výzkumných ploch bude i nadále umožňovat, po uplynutí časového intervalu ca 10 let měření zopakovat.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován s využitím výsledků řešení výzkumného záměru č. MZE0002070202 a projektu NAZV č. QF4024.

Tab. 4.

Statistická signifikance rozdílnosti výšek a $d_{1,3}$ mezi proveniencemi na základě analýzy variance
Statistical significance of height and DBH growth differences according to analysis of variance

	Výzkumná plocha č./Research plot no.											
	53	57	58	59	62	64	65	66	67	70	71	77
Výška/Height growth	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
$D_{1,3}$ /DBH	++	++	+	++	++	++	++	NS	++	++	++	++

++ Statistická signifikance $\alpha = 0,01$ /Statistical significance $\alpha = 0.01$; + Statistická signifikance $\alpha = 0,05$ /Statistical significance $\alpha = 0.05$; NS Statisticky nevýznamné/Non-statistical significance

LITERATURA

- ČÁP, J., NOVOTNÝ, P., ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. Zhodnocení vývoje růstu proveniencí a potomstev stromů z volného sprášení jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na ploše č. 53 – Konopiště, Mrač do věku 35 let. Zprávy les. výzkumu, 2008, roč. 53, č. 1, s. 73-83.
- GRUNDNER, F., SCHWAPPACH, A. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Berlin: Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen, 1938. s. 48-53.
- HYNEK, V. Etapa č. 3 – jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.). In Frýdl, J.: Šlechtění dřevin jehličnatých. Závěrečná zpráva za období 1997 - 2000. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2000. 22 s., přílohy.
- KARBAN, J. Hodnocení proměnlivosti růstu a fenologie rašení proveniencí jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na LS LČR Domažlice. Diplomová práce. Praha: LF ČZU, 2000. 66 s., přílohy.
- RUBNER, K., REINHOLD, F. Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg, Berlin: P. Parey Verlag, 1953. 288 s.
- ŠINDELÁŘ, J. K otázce dovozu osiva a sazenic některých druhů lesních dřevin ze Slovenské republiky. Lesnictví-Forestry, 1998, roč. 44, č. 8, s. 359-378.
- ŠINDELÁŘ, J. Jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.) v limitních ekologických podmínkách. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2001. 28 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F. Cizokrajné druhy jedlí (*Abies spec. div.*) ve věku 30 let v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2002. 36 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F. Srovnání druhů rodu *Abies* v lesích města Písku. Lesnická práce, 2004, roč. 83, č. 1, s. 19-21.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P. K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jíloviště - Cukrák ve věku 30 let. Zprávy les. výzkumu, 2006, roč. 51, č. 4, s. 235-242.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. Nové poznatky o jedli bělokoré. Lesnická práce, 2001, roč. 80, č. 5, s. 209-211.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. Některé výsledky výzkumu jedle bělokoré, závěry pro lesnickou praxi. TEI pro lesnickou praxi, 2004, č. 1, 6 s.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. Some experiences with silver fir (*Abies alba* MILL.) variability with regard to the conditions of the natural forest area 16 – Bohemian-Moravian highland. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 2005, vol. 21, s. 5-27.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., TOMEČ, J., HERCÍK, L. Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fytogeografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. Zprávy les. výzkumu, 2005, roč. 50, č. 3, s. 179-190.
- ŠINDELÁŘ, J., NOVOTNÝ, P., FRÝDL, J. Posouzení fytogeografické proměnlivosti a dalších charakteristik vybraných populací jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na základě hodnocení jejich potomstev. In Neuhöferová, P. (ed.): Jedle bělokorá – 2005. Sborník referátů, Srní 31. 10. - 1. 11. 2005, 218 s. Praha: ČZU FLE Katedra pěstování lesů a Správa NP a CHKO Šumava, 2005. s. 169-184.
- ŠINDELÁŘ, J., NOVOTNÝ, P., FRÝDL, J. Hodnocení provenienční výzkumné plochy č. 77 – Nové Hradky, Konratice s potomstvy jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 29 let. Zprávy les. výzkumu, 2006, roč. 51, č. 1, s. 1-10.
- VOKÁLEK, V. Školní zeměpisný atlas světa. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1961. 52 s. map, 29 s.
- Vyhledávkový zákon č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 46, s. 1955-1963.
- Vyhledávkový zákon č. 571/2006 Zb., o zdrojích reprodukčního materiálu lesních dřevin, jeho získávání, produkci a používání. Zbierka zákonov Slovenská republika, 2006, č. 241, s. 5030-5094.
- Zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnickými významnými druhy a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). Sbírka zákonů Česká republika, 2003, č. 57, s. 3279-3294.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 3-23.

PROGENIES OF SELECTED PARTIAL POPULATIONS OF SILVER FIR, EUROPEAN LARCH AND EUROPEAN BEECH FROM THE SLOVAK REPUBLIC ON THE COMPARATIVE RESEARCH PLOTS IN THE CZECH REPUBLIC - POTENTIALS OF IMPORTING OF REPRODUCTIVE MATERIAL (PART I - SILVER FIR)

SUMMARY

Results of Slovak provenances of silver fir partial populations testing at the age of ca 30 years have indicated their relatively high economical value. In spite of not very considerable differences among their average height characteristics, it is still possible to classify them as statistically significant. In any research plot, Slovak provenances' height growth values have not been found as considerably below average; these values were rather average, even slightly above average. As the best variants, there have been found provenances no. S₁₄ - Gíraltovec, Vyšný Komárnik, no. S₁₁ - Hrable, Nižné Hrable, no. S₅ - Liptovská osada, Korytnica-kúpele and no. S₁₂ - Hrable, Smolnícka Osada. Slovak provenances have been classified as above average both in stem form and health condition characteristics, including level of balsam woolly aphid damages, comparable with progenies from the Czech Republic.

As for silver fir reproductive material use in the Czech Republic forest management, it should be still applied according to principles of priority utilization of locally originated reproductive material. Local gene sources, which are characterized as result of long-term natural selection, should not be useless contaminated by heterogeneous reproductive material. Imported seed and seedlings should be used just exceptionally, with disposable information about their applicability to be used there. This principle should govern for reproductive material import both from EU and non-EU countries, as well.

However, with regards to positive results of silver fir Slovak provenances testing in the Czech Republic conditions, presented in this paper, this is possible to consider eventual import of silver fir reproductive material from Slovakia as acceptable, in case of long-term lack of this species reproductive material in Czech reproductive material sources, eventually from some other specific reasons, too. Nevertheless, utilization of such imported reproductive material has to take always into account forest vegetation graduation.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Josef Frýdl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 271; e-mail: frydl@vulhm.cz

VÝSLEDKY FENOTYPOVÉHO ŠETŘENÍ V POROSTECH DOMÁCÍCH DRUHŮ LÍPY (*TILIA* SPP.)

PHENOTYPIC EXAMINATION RESULTS FROM THE FOREST STANDS CONTAINING AUTOCHTHONOUS LIME SPECIES (*TILIA* SPP.)

PETR NOVOTNÝ¹⁾ - VÁCLAV BURIÁNEK¹⁾ - MARIE BENEDÍKOVÁ²⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady; ²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

There are presented results of realized phenotypic examination in the forest stands with small-leaved lime and large-leaved lime in this paper. Tree height, stem height without crown, stem and crown health state, stem transection, stem sinuosity, stem form, type of branching, ability to sprouting capacity, and thickness of main crown branches were assessed. For observed data, the basic statistic characteristics were accounted and obtained results were synthetically compared.

Klíčová slova: lípa srdčitá (*Tilia cordata* MILL.), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos* SCOP.), fenotypové šetření, hodnocení

Key words: small-leaved lime (*Tilia cordata* MILL.), large-leaved lime (*Tilia platyphyllos* SCOP.), phenotypic examination, evaluation

ÚVOD

V ČR jsou původní dva ekologicky podobné druhy lip, které donedávna nebyly v lesnické praxi důsledně rozlišovány. Celkově u nás zaujímají 1 % porostní plochy, přičemž většinou jsou jen dřevinami přimíšenými. Oběma druhům se nejlépe daří na hlubokých, čerstvě vlhkých, humózních, živinami bohatších, ale propustných a vzdušných půdách, často s větší příměsí skeletu. Nevývají jim suchá stanoviště s mělkými a chudými nebo příliš kyselými půdami. Nesnášejí silně ulehle, málo vzdušné a zamokřené půdy s trvale stagnující vysokou hladinou podzemní vody. Půdu dobře chrání a rychle tlejícím opadem zlepšují. Nesnášejí zasolení, nehodí se proto do měst a podél komunikací, kde se lépe uplatňují jiné druhy nebo kříženci. Patří mezi významné meliorační a půdoochranné dřeviny. Jako medonosné mají význam pro včelařství.

Lípa srdčitá (*Tilia cordata* MILL.) je hospodářsky významnější. Svým areálem zabírá téměř celou Evropu, s výjimkou nejsevernějších a nejnižnějších oblastí. Těžiště jejího rozšíření je v lužních lesích a v suťových a roklinových lesích nižších vegetačních stupňů, vzácně vystupuje i do horských poloh. Výškové maximum výskytu v ČR je 900 m n. m. (Novohradské hory, Žofínský prales).

Lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos* SCOP.) je rozšířena v západní, střední a jihovýchodní Evropě. Těžiště výskytu má především v pahorkatinách, kde je diagnostickým druhem suťových a roklinových lesů. Vystupuje často i do hor, zatímco v lužních lesích je pravděpodobně nepůvodní a je zde vysazována jen ojediněle. Výškové maximum jejího výskytu v ČR je 1 260 m n. m. (Hrubý Jeseník, Velká kotlina). Lípa velkolistá je poněkud náročnější na stanoviště, roste častěji na bazických podkladech. Je rovněž náročná na vyšší vzdušnou vlhkost, má nízkou toleranci k pozdním mrazům a je citlivá i k imisím, nedoporučuje se proto do lokalit se silně znečištěným ovzduším (např. centra měst). Je dřevinou polostinnou a poměrně špatně snáší mechanické poškození, po kterém obtížně regeneruje a je často napadána hnilobou (BURIÁNEK 2004).

Problematicke variability lip byla dosud věnována jen minimální pozornost. Variabilitou listů se zabývali BOINSKA et CHMIELEWSKA (1977) a CZEKALSKI et KACZMARCZYK (1978). Další informace poskytují polské monografické práce (STASZKIEWICZ 1970, BIAŁOBOK 1991). Rovněž v Německu byly publikovány některé poznatky, týkající se proměnlivosti morfologických znaků lípy (SCHELLER 1972, RAU et al. 1980 ex BIAŁOBOK 1991). Některé výzkumy morfologických znaků lípy srdčité ukázaly malou variabilitu mezi populacemi (PIGOTT 1991 ex BIAŁOBOK 1991), předpokládá se ale, že fragmentace a destrukce biotopů v některých částech Evropy by mohla vést k větší proměnlivosti. V posledních letech jsou ve specifických případech, např. při identifikaci klonů, úspěšně využívány isoenzymové analýzy (MAURER 1995, MAURER, TABEL 1995). Provenienční pokusy byly většinou založeny pouze s lípou srdčitou (např. v Bělorusku 4 provenience /SMIRNOVA 1967 ex BIAŁOBOK 1991/, nebo v Dánsku a Německu /NAMVAR, SPETHMANN 1986 ex BIAŁOBOK 1991/). Větší pozornost v evropském měřítku začala být lípám věnována se vznikem mezinárodního programu EUFORGEN v rámci pracovní skupiny tzv. ušlechtilých listnáčů (Noble hardwoods), později transformované do skupiny tzv. rozptýlených listnáčů (Scattered broadleaves). Např. hybridizací mezi lípou srdčitou a lípou velkolistou se zabývali WICKSELL et CHRISTENSEN (1998), přijata byla i dlouhodobá evropská strategie ochrany genových zdrojů lípy (JENSEN, CANGER 1999).

CÍL PRÁCE

Příspěvek vychází z realizovaného projektu NAZV č. QC 1420 „Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.)“ (BURIÁNEK, BENEDÍKOVÁ, MALÁ 2001, BURIÁNEK et al. 2002, 2003, 2004) a na něj navazujícího výzkumného záměru č. MZE 0002070202 „Šlechtění lesních dřevin a záchrana genových zdrojů

cenných a ohrožených populací, včetně využití biotechnologických postupů, metod molekulární biologie a poznatků lesního semenářství v lesním hospodářství. Jedním z řešených úkolů bylo i založení experimentálních provenienčních výsadeb s oběma druhy lip v ČR. Předpokládala se genetická diverzita dílčích populací těchto dřevin, která se měla spolu s faktory prostředí teoreticky projevit v jejich fenotypu a dále existence cenných dílčích populací uvedených dřevin, jejichž reprodukce by mohla být ohrožena. Cílem práce bylo získat taxační a stanovištní údaje jednotlivých lesních porostů tak, aby mohly sloužit pro další fáze výzkumu (založení výzkumných provenienčních ploch a jejich periodická hodnocení v budoucnu). Dalšími cíli bylo získání prvotních údajů o variabilitě lípy srdčité a lípy velkolisté na našem území, realizace biometrických měření, fenotypového šetření a následné zhodnocení proměnlivosti vybraných populací domácích druhů lípy, tj. statistické zpracování jejich kvalitativních a kvantitativních charakteristik a interpretace výsledků.

MATERIÁL A METODIKA

V letech 2002 a 2004 bylo provedeno měření a fenotypové hodnocení ve třinácti vybraných mateřských porostech s lípou, z nichž bylo sbíráno osivo na založení provenienčního experimentu. Většinou se jedná o různé porostní směsi s proměnlivým zastoupením lípy v rámci celého porostu od 13 až do 100 % (lokalita Knížecí les). Vždy byly vybírány části porostů s vyšším zastoupením lípy, než je v hospodářské knize udáváno za celý porost. Ve většině případů se jednalo o lípu srdčitou, pouze na lokalitách Pálava a Tlustec byla hodnocena lípa velkolistá. Šetření se uskutečnilo na lokalitách v přírodních lesních oblastech 5 - České středohoří, 8a - Křivoklátsko, 18 - Severočeská pískovcová plošina a Český ráj, 29 - Nízký Jeseník, 34 - Hornomoravský úval, 35 - Jihomoravské úvaly a 38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy. Nadmořská výška se pohybuje od 178 do 640 m n. m. Jsou zastoupeny různé stanovištní typy, celkem devět edafických kategorií, ve třech případech se jedná o lužní stanoviště.

Na základě osobních zkušeností řešitelského týmu, informací z pracovišť lesnického provozu, hospodářské úpravy lesů, ochrany přírody a krajiny, databáze spravované dříve VÚLHM, VS Uherské Hradiště (genové základny, porosty uznané ke sklizni semenného materiálu) a literárních údajů byl proveden výběr lokalit (porostů) se soustředěným výskytem lípy srdčité a lípy velkolisté vhodných k provedení biometrických měření, fenotypového hodnocení, případně ke sběru osiva. Lokalizace porostů je zachycena na mapě (obr. 1). Taxonomická determinace byla prováděna podle Květeny ČR (Koblížek 1992).

U obou druhů lip bylo hodnoceno více jedinců (reprezentativní vzorek porostu). Fenotypové šetření bylo provedeno většinou v porostech, ze kterých bylo sbíráno osivo na založení provenienčních ploch. Řada lokalit s autochtonním výskytem sledovaných dřevin je významná i z hlediska zachování genových zdrojů cenných lokálních populací. V některých případech byl v rámci programu zachrany genových zdrojů proveden sběr reprodukčního materiálu do genové banky explantátů ve Strnadlech.

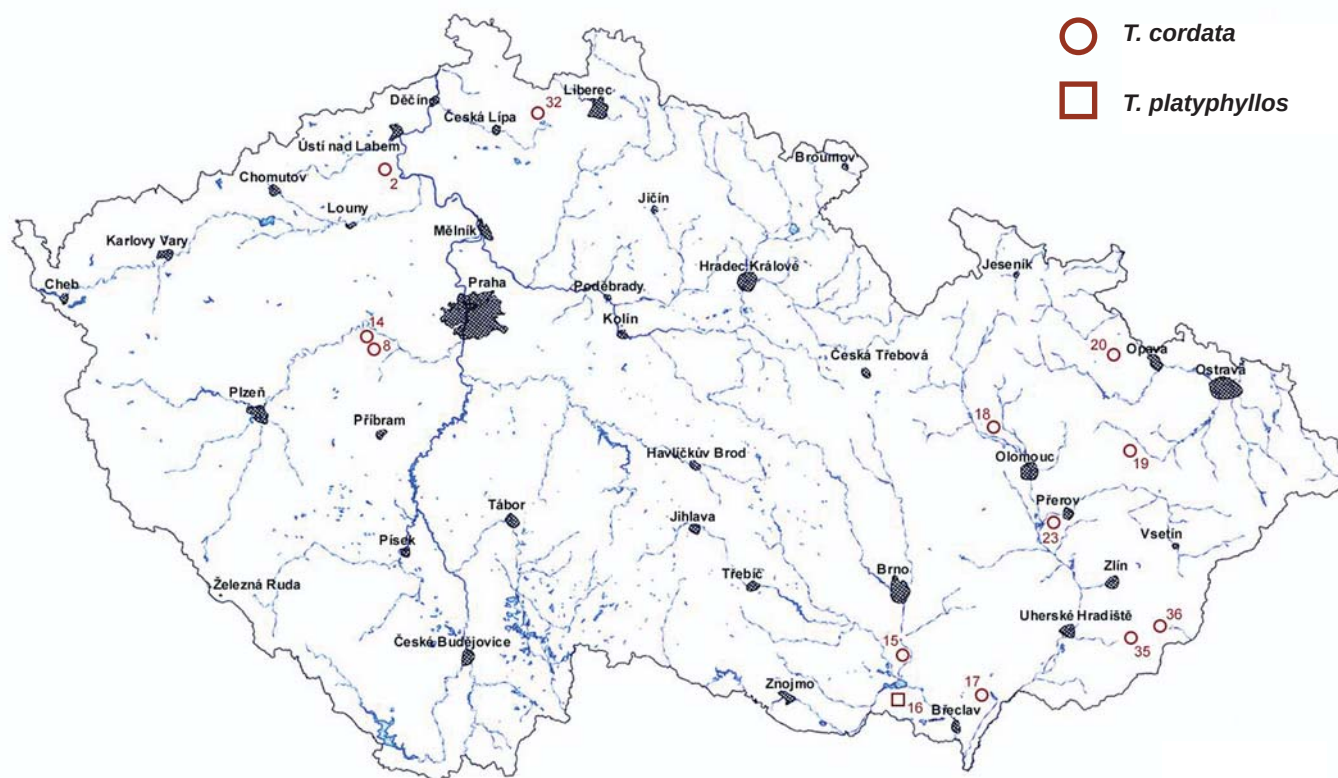
U vybraných populací bylo provedeno měření celkových výšek, výšek kmene (tj. od paty stromu po bázi koruny), výčetních tloušťek, hodnocení tvárnosti kmene, tvaru a velikosti koruny, typu větvení, síly hlavních větví, zdravotního stavu a dalších parametrů,

současně byly zjištěny i základní taxační a stanovištní charakteristiky zkoumaných porostů.

Výšky byly měřeny finským výškoměrem Suunto s přesností na 0,5 m, výčetní tloušťky taxační průměrkou. Dále byly sledovány průřez a točitost kmene, tvar a pravidelnost koruny. Klasifikovány byly rovněž stromová třída a zápoj. Hodnocení se provádělo podle následujících stupnic:

Tvárnost kmene:	1 – zcela rovný 2 – mírně zakřivený (prohnutý) 3 – zakřivený 4 – křivolaký
Průřez kmene:	1 – kruhový 2 – elipsoidní 3 – nepravidelný
Točitost kmene:	1 – netočitý 2 – točitý
Způsob větvení:	1 – průběžný kmen 2 – větvení v koruně (bez zřetelné průběžnosti či vidlice) 3 – vidličnaté
Síla hlavních větví:	1 – větve jemné (do 10 % $d_{1,3}$) 2 – větve střední (10 - 25 %) 3 – větve silné (nad 25 % $d_{1,3}$)
Pravidelnost koruny:	1 – koruna pravidelná 2 – koruna jednostranná 3 – koruna nepravidelná
Tvar koruny:	1 – kulovitá 2 – vejčitá 3 – válcovitá
Velikost koruny:	1 – koruna velká 2 – koruna střední 3 – koruna malá
Výmladnost kmene:	1 – bez výmladků 2 – ojedinelé výmladky 3 – hojné výmladky
Zdravotní stav kmene:	1 – zdravý 2 – boulovitost 3 – jiné vady přirozeného původu
Zdravotní stav koruny:	1 – zdravá 2 – slabě prosychající 3 – silně prosychající
Stromová třída:	1 – strom předrůstavý 2 – úrovňový 3 – podúrovňový 4 – potlačený
Zápoj:	1 – korunový dotyk z jedné strany 2 – ze dvou 3 – ze tří 4 – ze čtyř stran

Vzájemné kvalitativní srovnání stavu lesních porostů s výrazným zastoupením domácích druhů lip na základě realizovaných fenotypových šetření bylo provedeno posouzením těch znaků, které přes rozdílný věk jednotlivých porostů toto srovnání alespoň částečně umožňují (tab. 4). Pro komparaci byly využity vybrané kvalitativní znaky. Míra přítomnosti určité sledované vlastnosti je vyjádřena číslem třídy od 1 až do 4, přičemž z lesnického hlediska nejpriznivější je vždy fenotypová třída 1. Ve třídě 1, tj. u lesnický



Obr. 1.

Lokality porostů lípy, na kterých bylo uskutečněno fenotypové šetření
Lime stands localities, on which the phenotypic examination was realized

nejpříznivější klasifikace, je procentický podíl násoben koeficientem „0“, v každé další vyšší třídě pak koeficienty „1“ až „3“. Rozdílný počet stromů hodnocených v jednotlivých porostech je eliminován postupem klasifikace procentických podílů jednotlivých tříd daných znaků. Výsledkem hodnocení je sumární součet procentických podílů všech tříd daného znaku po vynásobení příslušnými koeficienty, ve druhé fázi pak i suma těchto součtů pro všechny použité fenotypové znaky. Lze tedy porosty vzájemně porovnávat jak na úrovni jednotlivých znaků, tak i celkově jako samostatné jednotky, přičemž čím nižší je hodnota každého součtu, tím je porost z hospodářského (ekonomického) hlediska díky svému fenotypovému projevu hodnotnější, viz též BURIÁNEK et al. (2004).

VÝSLEDKY

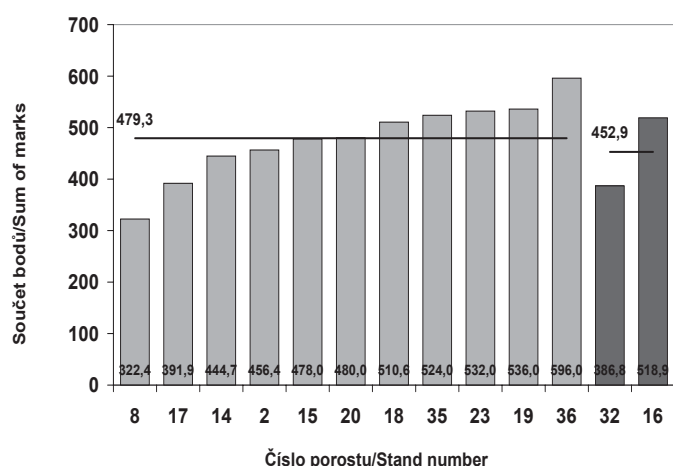
Pokud jde o kvantitativní ukazatele, nelze je u jednotlivých porostů blíže porovnávat, protože jejich věk je dosti odlišný a výrazně by vedle rozdílných stanovištních poměrů ovlivňoval hodnocení jednotlivých porostů (taxační charakteristika viz tab. 1). Pro orientaci jsou však hodnoty kvantitativních veličin uvedeny v tabulce 2, ze které vyplývá, že rozdíly mezi jednotlivými porosty jsou značné. U ostatních zjišťovaných ukazatelů, které mají kvalitativní povahu, již nehraje věk tak významnou roli, pokud nejsou součástí souboru

ru sledovaných porostů i jednotky v juvenilním stadiu vývoje, kdy morfologické (fenotypové) vlastnosti ještě podléhají výraznějším změnám.

Převážná většina jedinců lípy zastávala v porostech pozici úrovně, výjimku představovaly dva porosty lípy srdčité (17 - Strážnice, Dolní Bojanovice a 18 - Šternberk, Střeň), kde rostla většina lip v podúrovni (stromová třída 3).

Většina lip v porostech byla charakteristická korunovým dotykem ze všech stran, poněkud uvolněněji působily pouze porosty 8 - Krivoklát, Pustá Seč a 17 - Strážnice, Dolní Bojanovice. Porost na Krivoklátsku vykazoval 9,5 % plně zapojených lip, 14,3 % lip s korunovým dotykem pouze z jedné strany, 42,9 % ze dvou stran a 33,3 % ze tří stran. Porost 17 měl v plném zápoji 41,7 % lip, korunový dotyk z jedné strany (3,3 %), ze dvou stran (16,7 %) a ze tří stran (38,3 %).

Z hlediska tvárnosti kmene se nejlépe jevíly lípy v porostech 19 - Vítkov, Suchá Dora (72,0 % třída 1), 8 - Krivoklát, Pustá Seč (69,8 %) a 20 - Opava, Velké Heraltice (62,0 %). Mezi nejméně tvárné patřily porosty 2 - Litoměřice, Kletečná (3,8 % ve třídě 4 a 13,2 % ve třídě 3), dále 14 - Nižbor, Krušná Hora (18,5 % ve třídě 3), 36 - Luhačovice, Brumov (14,0 % ve třídě 3) a 23 - Prostějov, Troubky (rovněž 14,0 % ve třídě 3). Pokud jde o dva porosty lípy velkolisté, ve srovnání s porosty lípy srdčité nijak nevybočují do extrému.

**Graf 1.**

Součet bodových hodnocení porostů lípy srdčité a lípy velkolisté
Sum of marks of evaluated stands with small-leaved lime and large-leaved lime

S uspokojením lze konstatovat, že nadpoloviční většina jedinců lip všech porostů se vyznačovala kruhovým průřezem kmene (52,0 % u porostu 19 - Vítkov, Suchá Dora až po 77,8 % u porostu 8 - Křivoklát, Pustá Seč). Nepravidelný průřez se vyskytoval v rozmezí 0,0 až 16,0 % (shodně porosty 19 - Vítkov, Suchá Dora a 36 - Luhačovice, Brumov). Jak je patrné, porost 19 se v ukazateli průřez kmene vyznačoval značnou rozmanitostí, neboť měl zároveň nejvíce lip s kruhovým i nepravidelným průřezem. Elipsoidní průřez se vyskytoval v rozmezí ca 20 až 40 %.

Převážná většina stromů v lipových porostech nebyla točitých. Přesto však ze souboru sledovaných dílčích populací v negativním smyslu vybočují porosty 32 - Česká Lípa, Tlustec (LPV) a 35 - Luhačovice, Hluk, kdy u prvního byl zaznamenán podíl točitých lip 18,9 % (tedy téměř jedna pětina) a u druhého 12,0 %. Za zmínku stojí i porost 16 - Židlochovice, Pálava s podílem točitých stromů 8,1 %. Zjišťování tohoto ukazatele však není bezchybné, neboť vzhledem k přítomnosti poměrně silné borky není pochopitelně možné pouhým okulárním posouzením točitost vždy správně posoudit.

Z hlediska výmladnosti kmene se jako nejlepší jevil porost 2 - Litoměřice, Kletečná, ve kterém bylo zaznamenáno 69,8 % stromů s kmeny bez výmladků a 28,3 % kmenů s ojedinělými výmladky. Pouze na 1,9 % kmenů byly výmladky hojné. Největší podíly kmenů zcela bez výmladků měly dále porosty 8 - Křivoklát, Pustá Seč (42,9 %) a 20 - Opava, Velké Heraltice (42,0 %). Silnou výmladností s největším podílem kmenů ve 3. třídě se vyznačovaly porosty 36 - Luhačovice, Brumov (50,0 %) a 23 - Prostějov, Troubky (40,0 %).

Kmen většiny lip se při pozorování jevil jako zdravý (od 98,1 % u porostu 2 - Litoměřice, Kletečná po 74,0 % u porostu 36 - Luhačovice, Brumov). Největší zastoupení kmenů s boulovitostí měly porosty 23 - Prostějov, Troubky (18,0 %), 19 - Vítkov, Suchá Dora, 36 - Luhačovice, Brumov (shodně 8,0 %), 16 - Židlochovice, Pálava a 18 - Šternberk, Střeň (rovněž shodně 5,4 %). Nejvíce mechanicky poškozených kmenů bylo zaznamenáno u porostů 19 - Vítkov, Suchá Dora (24,0 %), 36 - Luhačovice, Brumov (18,0 %) a 20 - Opava, Velké Heraltice (14,0 %).

Podstatná část stromů vykazovala větvení v koruně (ca kolem 45 %). Největší podíl vidličnatých jedinců byl zaznamenán u porostů 23 - Prostějov, Troubky (48,0 %), 36 - Luhačovice, Brumov (46,0 %) a 18 - Šternberk, Střeň (40,5 %). Naopak nejvíce průběžných kmenů měly porosty 17 - Strážnice, Dolní Bojanovice (38,3 %), 32 - Česká Lípa, Tlustec (37,7 % - v tomto případě však jde o lípu velkolistou) a 8 - Křivoklát, Pustá Seč (31,7 %).

U všech sledovaných porostů byla koruna hodnocena jako středně velká (tj. odpovídající zjištěným ukazatelům celkové výšky a $d_{1,3}$). Velká koruna se často vyskytovala u ca 20 % jedinců, avšak u porostů 20 - Opava, Velké Heraltice, 36 - Luhačovice, Brumov a 23 - Prostějov, Troubky byly podíly velkých korun vyšší (34,0 až 44,0 %). Významnější podíl malých korun se objevil u porostu 18 - Šternberk, Střeň, kde podíl této klasifikační třídy činil 51,4 %, zatímco u ostatních porostů nabýval většinou hodnoty do 30, spíše však do 20 %.

Z hlediska tvaru koruny vykazovaly lípy většinou její vejčitý tvar (shodně všechny sledované porosty lípy srdčité i lípy velkolisté). Vyšší podíl jedinců s korunou válcovitou vykazovaly porosty 36 - Luhačovice, Brumov (34,0 %) a 8 - Křivoklát, Pustá Seč (30,2 %). Vyšší podíl jedinců s kulovitou korunou byl naopak zaznamenán u porostů 32 - Česká Lípa, Tlustec (LPV - 43,4 %) a 35 - Luhačovice, Hluk (40,0 %).

Lípy ve většině sledovaných porostů měly převážně pravidelné koruny. Například u porostu 8 - Křivoklát, Pustá Seč se jednalo o 100% zastoupení. Přesto však u některých porostů (19 - Vítkov, Suchá Dora, 23 - Prostějov, Troubky, 20 - Opava, Velké Heraltice a 36 - Luhačovice, Brumov) činil podíl pravidelných korun jen 26,0 - 34,0 %. Počtem nepravidelných korun pak logicky zřetelně vynikaly stejné porosty (19, 20 a 23).

Většina jedinců v porostech měla hlavní větev středně silně. Podílem jemných větví vynikaly porosty 36 - Luhačovice, Brumov (24,0 %), 23 - Prostějov, Troubky (22,0 %), 32 - Česká Lípa, Tlustec (20,8 %) a 19 - Vítkov, Suchá Dora (20,0 %). Největší podíl hrubých větví byl naopak zaznamenán u porostů 35 - Luhačovice, Hluk (52,0 %), 18 - Šternberk, Střeň (48,6 %) a porostu s lípou velkolistou 16 - Židlochovice, Pálava (46,0 %).

Nadpoloviční většina korun lip všech sledovaných dílčích populací byla zdravá, výjimku představoval porost 19 - Vítkov, Suchá Dora, kde podíl zdravých korun činil 46,0 %. U většiny porostů přesahoval podíl zdravých korun dokonce hodnotu 90,0 %. Více slabě prosychajících korun se vyskytovalo u porostů 19 - Vítkov, Suchá Dora (44,0 %), 36 - Luhačovice, Brumov (42,0 %) a 2 - Litoměřice, Kletečná (30,2 %). Nejvíce silně prosychajících korun vykázal při šetření porost 19 - Vítkov, Suchá Dora, kde jejich podíl činil 10,0 %.

Podle postupu uvedeného v metodice byly na základě fenotypového projevu ve znacích, majících určitý hospodářský význam jednotlivým porostům přiděleny srážkové body (tab. 3). Porosty lípy srdčité a lípy velkolisté byly pak podle dosaženého bodového výsledku (fenotypového projevu) sestupně uspořádány (graf 1), přičemž 11 porostů lípy srdčité a 2 porosty lípy velkolisté jsou v grafu barevně odlišeny. Průměrná hodnota bodového součtu pro porosty s lípou srdčitou představovala 479,3 bodu. Za nejlepší porosty s kvalitativního hlediska s hodnotou nižší než průměr je možno označit porosty 8 - Křivoklát, Pustá Seč (322,4 bodu), 17 - Strážnice, Dolní Bojanovice (391,9), 14 - Nižbor, Krušná Hora (444,7) a 2 - Litoměřice, Kletečná (456,4). Fenotypově nejhorší projev byl zaznamenán u vzorku dílčí populace 36 - Litoměřice, Brumov (596,0 bodu).

Dva porosty lípy velkolisté dosáhly průměrné hodnoty nižší než soubor porostů lípy srdčité. Při souborném hodnocení obou druhů lip by porost 32 - Česká Lípa, Tlustec zaujímal s 386,8 bodu dokonce druhé nejlepší pořadí, naopak porost 16 - Židlochovice, Pálava (518,9 bodu) patří k pěti celkově nejhorším.

DISKUSE

V první polovině 90. let 20. století byly sice získány dílčí informace o fenotypové proměnlivosti vybraných populací v ČR (BURIÁNEK 1990, 1992), avšak v té době nebyla založena žádná pokusná ověřovací plocha. Na Slovensku se lipou zabýval LABANC (1981, 1984), který studoval proměnlivost různých znaků ve vztahu k rozšíření jednotlivých morfologických typů. Některé poznatky o proměnlivosti lípy jako základu šlechtění uvádějí též FÉR et ŽDÁRSKÁ (1961).

BURIÁNEK (1990, 1992) hodnotil lipové porosty na 11 lokalitách v Čechách a na Moravě, přičemž sledoval výšku a výčetní tloušťku, z dalších znaků pak zápoj, stromovou třídu, tvárnost kmene, délku koruny, šířku koruny, tvar koruny, větvení v koruně, úhel větvení, tloušťku větví, průřez kmene, zdravotní stav a vliv stanoviště. Šlo tedy o některé charakteristiky, které jsou hodnoceny i v předkládané práci, navíc hodnocené podle víceméně identických stupnic. Na růst lípy mělo výrazný účinek zásobení lokalit vodou.

Podle SVOBODY (1955) by měl být růst lípy velkolisté rychlejší, přičemž by tento druh měl dosahovat větších rozměrů. Podle výsledků BURIÁNKY (1990) ve vyšších nadmořských výškách, kde se předpokládá výraznější zastoupení lípy velkolisté, skutečně dosahovaly stromy větších průměrných výšek a tloušťek. Autor dále na základě svých výsledků vyjadřuje podporu tvrzení LABANCE (1981, 1984) ex BURIÁNEK (1990), že se stoupající nadmořskou výškou roste i kvalita stromů.

U většiny stromů charakterizoval BURIÁNEK (1990, 1992) zápoj stupněm 3 - 4, převážná většina stromů byla úrovňových. Na některých tehdejších LZ (Milevsko, Zbiroh) byl zjištěn více než 60% podíl kmenů s tvárností 1 (spolu s kategorií tvárnosti 2 více než 85 % stromů). Nejnižší kvalitu kmene vykazaly porosty na území LZ Litovel a LZ Milevsko (25 %, resp. 34 % rovných kmenů). Koruny byly nejčastěji středně dlouhé a dlouhé, přičemž mezi jednotlivými porosty byly výrazné rozdíly. Šířka koruny byla nepřímo úměrná zakmenění a zápoji porostů. Ve všech porostech byla většina korun charakterizována jako kulovitá. Podíl průběžných kmenů se v porostech velmi lišil, nejvíce (45 - 59 %) jich bylo zjištěno na LZ Písek a LZ Milevsko. Také převládající úhel hlavních větví a tloušťka větví se na jednotlivých plochách lišily. Ve všech porostech výrazně převažovaly pravidelné kruhovitě průřezy kmenů, zdravotní stav většiny porostů byl dobrý.

Pro možnost porovnání byla publikovaná data BURIÁNKY (1990, 1992) vyhodnocena shodnou metodou, tj. kvalitativní charakteristiky lipových porostů byly podrobeny srážkovému bodování (tab. 4).

Vzhledem k tomu, že se lokality porostů, kterými se zabýval předchozí výzkum, nacházejí v jiných regionech, nelze provést žádné konkrétní srovnání. Jde v podstatě o navázání na tento výzkum, kdy byly stejnou metodikou zhodnoceny další porosty v ČR. Výjimku představují nověji hodnocené porosty 23 - Prostějov, Troubky a dříve hodnocené porosty 11 - Litovel, Troubky. Zatímco při novějším šetření byly používány většinou tříčlenné stupnice, při starším

hodnocení se použilo stupnic čtyřčlenných. Tato skutečnost srovnání komplikuje (tab. 3 a 4). Lze říci, že porosty byly ve sledovaných znacích dosti podobné, což nejvíce platí o zdravotním stavu korun (porost 23 měl zdravé koruny v 80 %, porost 11 v 84 %). Porost 23 pak předčil porost 11 v zastoupení tvárných kmenů třídy 1 (36 % : 25 %) a v zastoupení tenkých větví (22 % : 16 %). Porost 11 naopak vynikal v průběžnosti kmene (9 % : 2 % v třídě 1) a průřezu kmene (70 % : 64 % v třídě 1). Celkově skončil v předchozím hodnocení porost 11 na posledním místě (tab. 4), také porost 23 byl při novějším hodnocení podprůměrný (graf 1). Toto srovnání je však vzhledem k odlišným porostům v rámci obou hodnocení pouze informativní.

Teprve po budoucím doplnění výzkumu o nové porosty obou druhů lip, kdy by měly být pro možnost alespoň částečné orientační komparace do jejich výběru zahrnuty i oblasti, ve kterých již byly některé porosty hodnoceny, bude možné formulovat další závěry.

Pokud jde o hodnocení lipových porostů, které uskutečnil na Slovensku LABANC (1984), není ani zde možné ekvivalentní porovnání, neboť autor se zabýval pouze kvantitativními charakteristikami a tvárností kmene lípy srdčité a lípy velkolisté ve vztahu k charakteristikám vždy dvou sledovaných lokalit. Závěry, které ve své práci formuluje, se tak týkají spíše vlivu podkladu na produkci lipových porostů. Nově realizovaná měření a hodnocení hypotézu Labance o stoupající kvalitě lip s rostoucí nadmořskou výškou ani pro jeden zkoumaný druh zcela nepotvrzují.

ZÁVĚR

Vzhledem k omezeným finančním prostředkům a pracovním kapacitám, které bylo možno z výše uvedených projektů vyčlenit na aktivitu fenotypového šetření, nebylo posouzeno více porostů. Je zřejmé, že porosty k šetření by mohly být zvoleny lépe (reprezentativněji), zvláště pokud jde o poměr lokalit lípy srdčité a lípy velkolisté. Výběr lokalit byl však kromě zmíněných omezených financí a kapacit řešitelského týmu (dojezdová vzdálenost) závislý i na době získání informací o existenci porostů v průběhu řešení projektů. Přes zmíněné skutečnosti je však možné považovat dosažené výsledky za hodnotné vzhledem k jejich prvotnímu charakteru pro území ČR. Případné pozdější výzkumy morfologické proměnlivosti obou druhů lip na našem území budou mít možnost tyto výsledky komentovat v souvislosti s nově získanými informacemi.

Byly získány základní informace o fenotypové proměnlivosti obou druhů lip v ČR. Z některých populací byl proveden sběr plodů k vypěstování sadebního materiálu na založení provenienčních ploch. Byl sebrán reprodukční materiál vybraných klonů, který byl uložen do archivu explantátů a je k dispozici pro využití v lesnické praxi.

Poznámka:

Příspěvek vznikl na základě řešení výzkumného projektu NAZV č. QC 1420 a výzkumného záměru č. MZE 0002070202.

Tab. 1.

Taxační charakteristika porostů lípy k fenotypovému šetření

Lime forest stands mensurational characteristic for phenotypic examination

Číslo plochy/ Plot no.	Dřevina/ Wood species	LS/Forest district	Revír, lokalita/ District, locality	Č. porostu/ Stand no.	Dřevinná skladba/Wood species composition	LP/Lime [ks/ piece]	Věk/ Age	Zakmenění/ Stand density	HS/ Management set of stands	Bonita LP/ Lime yield class	SLT/ Forest type set	Nadm. výška/ Elevation (m n. m.)	LVS/Forest vegetation zone
2	LP	Litoměřice	Milešovka, Kletečná	255 B 4	JS 45, LP 35, BR 15, JV 5	53	39	10	245	26	3B2	470	3
8	LP	Křivoklát	Pustá Seč, Nižbor	417 E 3	LP 50, SM 25, DB 10, BK 10, HB 5	63	112	8	456	26	3B2	440	3
14	LP	Nižbor	Krušná Hora, Nižbor	405 A 4	DB 30, SM 25, LP 25, BO 15, HB 5	54	38	10	255	24	2B1	390	2
15	LP	Židlochovice	Židlochovice, Kniž. les	119 B 6b	LP 100	50	54	10	9847	28	1L2	178	1
16	LPV	Židlochovice	Mikulov, Pálava	444 C 7	LPV 72, HB 10, JS 9, KL 5, DBZ 4	37	61	10	3225	26	2D3	280	2
17	LP	Strážnice	D. Bojanovice	44 A 6	OR 75, LP 15, DB 10	60	56	10	245	32	2D5	260	2
18	LP	Šternberk	Střeň	782 C 6	JS 60, LP 20, OL 7, DB 5, KL 5, TP 2, BR 1	37	58	10	197	28	1L2	225	1
19	LP	Vitkov	Suchá Dora	913 D7	MD 70, LP 15, SM 10, KL 5	50	60	9	446	30	4A1	460	4
20	LP	Opava	Velké Heraltice	806 C 8	DB 30, LP 25, SM 20, KL 8, MD 6, BK 5, JS 4, HB 2	50	77	8	457	28	3B	350	3
23	LP	Prostějov	Troubky - bažantnice	325 B 7	LP 90, JS 10	50	65	7	197	22	1L3	198	1
32	LPV	Česká Lípa	Zelený vrch, Tlustec	236 A 11	BK 60, LPV 40	53	103	9	16	24	3J	430	3
35	LP	Luháčovice	Hluk	263 C 6	HB 60, LP 20, DB 10, OS 10	50	60	9	257	26	2H3	310	2
36	LP	Luháčovice	Brunov	504 D 14	BK 56, LP 13, KL 17, DB 11, JL 2, SM 1	50	135	9	446	28	4B4	640	4

Tab. 2.

Výsledky fenotypového šetření LP (1. část)

Results of lime (LP) phenotypic examination (1. part)

Č. plochy/Plot no.	2	8	14	15	16	17	18
LS/Forest district	Litoměřice	Křivoklát	Nižbor	Židlochovice	Židlochovice	Strážnice	Šternberk
Lokalita/Locality	Kletečná	Pustá Seč	Krušná Hora	Knižecí les	Pálava	D. Bojanovice	Střeň
Č. porostu/Stand no.	255 B 4	417 E 3	405 A 4	119 B 6b	444 C 7	44 A 6	782 C 6
Dřevina/Wood species	LP	LP	LP	LP	LPV	LP	LP
Výš. celk. (m)/Total height (m)	15,4	29,3	19,3	21,0	20,7	15,4	15,5
Výš. kmen. (m)/Stem height (m)	6,1	17,5	9,6	12,1	11,6	7,8	8,0
Výč. tloušťka (cm)/D.B.H. (cm)	15,5	33,4	18,8	26,0	21,4	18,4	17,8
Zdravotní stav kmene/Stem health state (%)	1	96,8	94,4	96,0	89,2	98,3	94,6
	2	3,2	3,7	4,0	5,4	1,7	5,4
	3	0,0	1,9	0,0	5,4	0,0	0,0

pokračování tab. 2. část I.

Průřez kmene/Stem transection (%)	1	60,4	77,8	66,7	54,0	64,9	70,0	54,1
	2	39,6	19,0	33,3	42,0	29,7	30,0	43,2
	3	0,0	3,2	0,0	4,0	5,4	0,0	2,7
Točitost kmene/Stem sinuosity (%)	1	98,1	95,2	96,3	100,0	91,9	95,0	97,3
	2	1,9	4,8	3,7	0,0	8,1	5,0	2,7
Zápoj/Canopy (%)	1	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0
	2	0,0	42,9	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0
	3	5,7	33,3	5,6	4,0	5,4	38,3	8,1
	4	94,3	9,5	94,4	96,0	94,6	41,7	91,9
Stromová třída/Tree class (%)	1	0,0	15,9	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	92,5	69,8	90,7	96,0	91,9	1,7	24,3
	3	7,5	11,1	3,7	4,0	8,1	98,3	75,7
	4	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tvárnost kmene/Stem form (%)	1	5,7	69,8	20,4	26,0	16,2	45,0	21,6
	2	77,4	28,6	61,1	64,0	83,8	50,0	67,6
	3	13,2	1,6	18,5	10,0	0,0	3,3	10,8
	4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
Způsob větvení/Type of branching (%)	1	15,1	31,7	25,9	22,0	18,9	38,3	29,7
	2	49,1	61,9	50,0	56,0	48,6	45,0	29,7
	3	35,8	6,3	24,1	22,0	32,4	16,7	40,5
Výmladnost kmene/Ability to sprouting capacity (%)	1	69,8	42,9	22,2	6,0	10,8	20,0	18,9
	2	28,3	39,7	72,2	82,0	70,3	63,3	62,2
	3	1,9	17,5	5,6	12,0	18,9	16,7	18,9
Velikost koruny/Crown dimension (%)	1	22,6	20,6	18,5	10,0	10,8	15,0	13,5
	2	62,3	74,6	63,0	62,0	70,3	58,3	35,1
	3	15,1	4,8	18,5	28,0	18,9	26,7	51,4
Tvar koruny/Crown form (%)	1	24,5	20,6	18,5	24,0	13,5	13,3	29,7
	2	71,7	49,2	64,8	68,0	64,9	78,3	70,3
	3	3,8	30,2	16,7	8,0	21,6	8,3	0,0
Pravidelnost koruny/Crown regularity (%)	1	90,6	100,0	94,4	92,0	81,1	86,7	91,9
	2	5,7	0,0	5,6	6,0	18,9	13,3	8,1
	3	3,8	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Síla hlavních větví/Thickness of main crown branches (%)	1	7,5	7,9	9,3	10,0	2,7	15,0	0,0
	2	66,0	77,8	63,0	56,0	51,4	71,7	51,4
	3	24,4	14,3	27,8	34,0	46,0	13,3	48,6
Zdravotní stav koruny/ Crown health state (%)	1	69,8	98,4	98,1	92,0	94,6	81,7	94,6
	2	30,2	1,6	1,9	6,0	5,4	16,7	5,4
	3	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,7	0,0

Tab. 2.

Výsledky fenotypového šetření LP (2. část)

Results of lime (LP) phenotypic examination (2. part)

Č. plochy/Plot no.		19	20	23	32	35	36
LS/Forest district		Vitkov	Opava	Prostějov	Č. Lípa	Luhačovice	Luhačovice
Lokalita/Locality		Suchá Dora	V. Heraltice	Troubky	Tlustec	Hluk	Brumov
Č. porostu/Stand no.		913 D 7	806 C 8	325 B 7	236 A 11	263 C 6	504 D 14
Dřevina/Wood species		LP	LP	LP	LPV	LP	LP
Výš. celk. (m)/Total height (m)		29,3	23,9	24,9	33,6	20,1	30,4
Výš. kmen. (m)/Stem height (m)		17,1	15,6	16,5	21,9	11,8	17,9
Výč. tloušťka (cm)/D.B.H. (cm)		39,6	36,8	35,3	31,3	26,4	56,8
Zdravotní stav kmene/Stem health status (%)	1	68,0	82,0	80,0	98,1	96,0	74,0
	2	8,0	4,0	18,0	1,9	0,0	8,0
	3	24,0	14,0	2,0	0,0	4,0	18,0
Průřez kmene/Stem transsection (%)	1	52,0	54,0	64,0	77,4	58,0	58,0
	2	32,0	32,0	36,0	20,8	28,0	26,0
	3	16,0	14,0	0,0	1,9	14,0	16,0
Točitost kmene/Stem sinuosity (%)	1	100,0	100,0	100,0	81,1	88,0	100,0
	2	0,0	0,0	0,0	18,9	12,0	0,0
Zápoj/Canopy (%)	1	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	4,0
	3	24,0	38,0	70,0	0,0	22,0	28,0
	4	76,0	60,0	20,0	100,0	78,0	68,0
Stromová třída/Tree class (%)	1	4,0	6,0	0,0	5,7	0,0	0,0
	2	92,0	88,0	92,0	84,9	86,0	88,0
	3	4,0	6,0	8,0	9,4	14,0	12,0
	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tvárnost kmene/Stem form (%)	1	72,0	62,0	38,0	17,0	2,0	56,0
	2	22,0	28,0	48,0	69,8	88,0	30,0
	3	6,0	10,0	14,0	13,2	10,0	14,0
	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Způsob větvení/Type of branching (%)	1	16,0	18,0	2,0	37,7	10,0	18,0
	2	44,0	54,0	50,0	49,1	62,0	36,0
	3	40,0	28,0	48,0	13,2	28,0	46,0
Výmladnost kmene/Ability to sprouting capacity (%)	1	38,0	42,0	12,0	32,1	34,0	8,0
	2	44,0	40,0	48,0	60,4	66,0	42,0
	3	18,0	18,0	40,0	7,5	0,0	50,0
Velikost koruny/Crown dimension (%)	1	28,0	44,0	34,0	5,7	8,0	42,0
	2	66,0	56,0	62,0	58,5	60,0	42,0
	3	6,0	0,0	4,0	35,8	32,0	16,0
Tvar koruny/Crown form (%)	1	16,0	22,0	26,0	43,4	40,0	12,0
	2	66,0	58,0	54,0	37,7	60,0	54,0
	3	18,0	20,0	20,0	18,9	0,0	34,0
Pravidelnost koruny/Crown regularity (%)	1	26,0	34,0	28,0	86,8	82,0	34,0
	2	34,0	34,0	34,0	11,3	16,0	50,0
	3	40,0	32,0	38,0	1,9	2,0	16,0
Síla hlavních větví/Thickness of main crown branches (%)	1	20,0	12,0	22,0	20,8	4,0	24,0
	2	46,0	50,0	60,0	66,0	44,0	40,0
	3	34,0	38,0	18,0	13,2	52,0	36,0
Zdravotní stav koruny/Crown health state (%)	1	46,0	74,0	74,0	98,1	92,0	52,0
	2	44,0	24,0	24,0	1,9	8,0	42,0
	3	10,0	2,0	2,0	0,0	0,0	6,0

Tab. 3.
Porovnání fenotypového šetření lípy
Comparison of lime phenotypic examination

Č. plochy/Plot no.	2	8	14	15	16	17	18	19	20	23	32	35	36
LS/Forest district	Litoměřice	Křivoklát	Nížbor	Židlochovice	Židlochovice	Strážnice	Šternberk	Vitkov	Opava	Prostějov	Česká Lípa	Luhacovice	Luhacovice
Lokalita/Locality	Kletčáň	Pustá Seč	Krušná Hora	Křížci les	Pálava	Dolní Bojanovice	Sítně	Suchá Dora	Velké Heraltice	Troubky	Tlustec	Hluk	Brumov
Dřevina/Wood species	LP	LP	LP	LP	LPV	LP	LP	LP	LP	LP	LPV	LP	LP
Zdravotní stav kmene/Stem health status (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	1,9	3,2	3,7	4,0	5,4	5,4	8,0	4,0	18,0	1,9	0,0	8,0
	3	0,0	0,0	3,8	0,0	10,8	0,0	48,0	28,0	4,0	0,0	8,0	36,0
Σ		1,9	3,2	7,5	4,0	16,2	5,4	56,0	32,0	22,0	1,9	8,0	44,0
Průřez kmene/Stem transection (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	39,6	19,0	33,3	42,0	29,7	43,2	32,0	32,0	36,0	20,8	28,0	26,0
	3	0,0	6,4	0,0	8,0	10,8	5,4	32,0	28,0	0,0	3,8	28,0	32,0
Σ		39,6	25,4	33,3	50,0	40,5	48,6	64,0	60,0	36,0	24,6	56,0	58,0
Točinnost kmene/Stem sinuosity (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	1,9	4,8	3,7	0,0	8,1	2,7	0,0	0,0	0,0	18,9	12,0	0,0
Σ		1,9	4,8	3,7	0,0	8,1	2,7	0,0	0,0	0,0	18,9	12,0	0,0
Tvárnost kmene/Stem form (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	77,4	28,6	61,1	64,0	83,8	67,6	22,0	28,0	48,0	69,8	88,0	30,0
	3	26,4	3,2	37,0	20,0	0,0	21,6	12,0	20,0	28,0	26,4	20,0	28,0
4		11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σ		115,2	31,8	98,1	84,0	83,8	89,2	34,0	48,0	76,0	96,2	108,0	58,0
Způsob větvení/Type of branching (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	49,1	61,9	50,0	56,0	48,6	29,7	44,0	54,0	50,0	49,1	62,0	36,0
	3	71,6	12,6	48,2	44,0	64,8	81,0	80,0	56,0	96,0	26,4	56,0	92,0
Σ		120,7	74,5	98,2	100,0	113,4	110,7	124,0	110,0	146,0	75,5	118,0	128,0
Výmladnost kmene/Ability to sprouting capacity (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	28,3	39,7	72,2	82,0	70,3	62,2	44,0	40,0	48,0	60,4	66,0	42,0
	3	3,8	35,0	11,2	24,0	37,8	37,8	36,0	36,0	80,0	15,0	0,0	100,0
Σ		32,1	74,7	83,4	106,0	108,1	100,0	80,0	76,0	128,0	75,4	66,0	142,0
Síla hlavních větví/Thickness of main crown branches (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	66,0	77,8	63,0	56,0	51,4	51,4	46,0	50,0	60,0	66,0	44,0	40,0
	3	48,8	28,6	55,6	68,0	92,0	97,2	68,0	76,0	36,0	26,4	104,0	72,0
Σ		114,8	106,4	118,6	124,0	143,4	148,6	114,0	126,0	96,0	92,4	148,0	112,0
Zdravotní stav koruny/Crown health state (body/marks)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	30,2	1,6	1,9	6,0	5,4	5,4	44,0	24,0	24,0	1,9	8,0	42,0
	3	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	20,0	4,0	4,0	0,0	0,0	12,0
Σ		30,2	1,6	1,9	10,0	5,4	5,4	64,0	28,0	28,0	1,9	8,0	54,0
Σ Σ		456,4	322,4	444,7	478,0	518,9	510,6	536,0	480,0	532,0	386,8	524,0	596,0

Tab. 4.
Porovnání fenotypového šetření lípy (BURIÁNEK 1992)
Comparison of lime phenotypic examination (BURIÁNEK 1992)

Č. plochy/Plot no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LS/Forest district	Konopiště	Zbiroh	Zbiroh	Zbiroh	Milevsko	Milevsko	Milevsko	Písek	Písek	Písek	Litovel
Lokalita/Locality	Šiberna	Vlastec	Vlastec	Vlastec	Čížová	Čížová	Čížová	Skočice	Sedlice	Sedlice	Troubky
Dřevina/Wood species	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
Průřez kmene/Stem transection (body/marks)											
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	12,0	36,0	32,0	19,0	24,0	24,0	11,0	33,0	26,0	29,0	25,0
3	16,0	18,0	28,0	18,0	20,0	16,0	12,0	10,0	18,0	2,0	10,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0
Σ	28,0	54,0	60,0	37,0	44,0	40,0	23,0	43,0	50,0	31,0	35,0
Tvárnost kmene/ Stem form (body/marks)											
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	29,0	26,0	38,0	22,0	40,0	26,0	40,0	32,0	36,0	42,0	41,0
3	28,0	20,0	16,0	30,0	50,0	16,0	30,0	28,0	30,0	22,0	46,0
4	0,0	0,0	15,0	0,0	3,0	0,0	9,0	12,0	6,0	3,0	33,0
Σ	57,0	46,0	69,0	52,0	93,0	42,0	79,0	72,0	72,0	67,0	120,0
Způsob větvení/Type of branching (body/marks)											
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	55,0	31,0	23,0	35,0	43,0	42,0	51,0	29,0	27,0	26,0	39,0
3	28,0	48,0	56,0	40,0	72,0	26,0	70,0	22,0	28,0	72,0	68,0
4	12,0	27,0	93,0	18,0	12,0	0,0	9,0	12,0	0,0	15,0	54,0
Σ	95,0	106,0	172,0	93,0	127,0	68,0	130,0	63,0	55,0	113,0	161,0
Síla hlavních větví/Thickness of main crown branches (body/marks)											
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	47,0	33,0	40,0	59,0	29,0	42,0	37,0	43,0	33,0	43,0	48,0
3	94,0	66,0	80,0	118,0	58,0	84,0	74,0	86,0	66,0	86,0	96,0
Σ	141,0	99,0	120,0	177,0	87,0	126,0	111,0	129,0	99,0	129,0	144,0
Zdravotní stav koruny/Crown health state (body/marks)											
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,0	0,0	5,0	11,0	3,0	5,0	4,0	1,0	0,0	4,0	16,0
3	0,0	0,0	0,0	22,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	4,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	6,0	0,0
Σ	2,0	0,0	5,0	33,0	8,0	7,0	9,0	1,0	0,0	14,0	16,0
Σ Σ	323,0	305,0	426,0	392,0	359,0	283,0	352,0	308,0	276,0	354,0	476,0

LITERATURA

- BIALOBOK, S. (ed.) *Lipy Tilia cordata* MILL. *Tilia platyphyllos* SCOP. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa: Poznań, 1991. 465 s.
- BOINSKA, U., CHMIELEWSKA, A. Charakterystyka biometryczna *Tilia cordata* MILL. i *Tilia platyphyllos* SCOP. oraz ich mieszan-ców w rezerwacie Ostrów k. Pszczółczyna w woj. bydgoskim. *Fragm. Flor. et Geobot.*, 1977, č. 1, s. 45-46.
- BURIÁNEK, V. Opatření k záchraně a reprodukci genofondu některých dalších dřevin listnatých. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 1990. 81 s.
- BURIÁNEK, V. Proměnlivost lípy ve vybraných porostech v Čechách a na Moravě. *Zprávy les. výzkumu*, 1992, roč. 37, č. 4, s. 31-36.
- BURIÁNEK, V. Lípa – *Tilia* L. In Uhlířová, H., Kapitola, P. et al.: Poškození lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004. s. 223.
- BURIÁNEK, V., BENEDÍKOVÁ, M., BERANOVÁ, L., MALÁ, J. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Výroční zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2002. 62 s., přílohy.
- BURIÁNEK, V., BENEDÍKOVÁ, M., BERANOVÁ, L., MALÁ, J. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Výroční zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2003. 56 s.
- BURIÁNEK, V., BENEDÍKOVÁ, M., BERANOVÁ, L., MALÁ, J. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2004. 148 s.
- BURIÁNEK, V., BENEDÍKOVÁ, M., MALÁ, J. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Výroční zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2001. 29 s., přílohy.
- CZEKALSKI, M., KACZMARCZYK, D. Leaf variability in *Tilia cordata* MILL. growing in Poznań. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Lesnych*, 1978, vol. 45, s. 33-41.
- FÉR, F., ŽDÁRSKÁ, D. Šlechtění lesních dřevin 2. Proměnlivost lesních dřevin jako základ šlechtění. *Lesnická práce*, 1961, roč. 40, č. 2, s. 64-69.
- JENSEN, J., CANGER, S. Lime (*Tilia* spp.). In Turok, J., Jensen, J., Palmberg-Lerche, Ch., Rusanen, M., Russel, K., de Vries, S., Lipman, E. (comps.): Noble Hardwoods Network. Report of the third meeting, 13 - 16 June 1998, Sagadi, Estonia. Rome: IPGRI, 1999.
- KOBLÍZEK, J. Tiliaceae JUSS. – lípovitě. In Hejný, S., Slavík, B. (eds.): Květena České republiky. 3. Praha: Academia, 1992. s. 276-282.
- LABANC, J. Preměnlivost lípy na Slovensku. Zborník referátov z XII. vedecké konferencie VÚLH vo Zvolene. Bratislava: 1981.
- LABANC, J. Rast *Tilia cordata* MILL. a *Tilia platyphyllos* SCOP. v rôznych ekologických podmienkach. *Lesnícky časopis*, 1984, roč. 30, č. 6, s. 475-492.
- MAURER, W.: Isoenzymatische und morphologische Untersuchungen zur Linde. In Maurer, W., Tabel, U.: Genetics and silviculture with special reference to native oak species. *Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland Pfalz*, 1995, vol. 34.
- MAURER, W., TABEL, U. A methodical study to improve the isoenzyme analysis for identification of clones of *Tilia*. *Silvae Genetica*, 1995, vol. 44, no. 5/6, s. 351-356.
- SCHELLER, H. Die Linden in Gärten und Parks des unteren Maingebietes. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, 1972, vol. 65, s. 7-42.
- STASZKIEWICZ, J. Lipa drobnolistna (*Tilia cordata* MILL.). *Monographie botanicae*, 1970, vol. 32, s. 159-171.
- WICKSELL, U., CHRISTENSEN, K. I. Hybridisation among *Tilia cordata* and *T. platyphyllos* (Tiliaceae) in Denmark. *Nord. J. Bot.* Copenhagen, 1998.

PHENOTYPIC EXAMINATION RESULTS FROM THE FOREST STANDS CONTAINING AUTOCHTHONOUS LIME SPECIES (*TILIA* SPP.)

SUMMARY

The paper presented, is based on results, which were obtained in frame of the projects, which were interested in autochthonous lime species in the Czech Republic. There was realized a phenotypic examination of 11 representative forest stands with small-leaved lime (*Tilia cordata* MILL.) and 2 forest stands with large-leaved lime (*Tilia platyphyllos* SCOP.), together with the preparation of provenance experiment (fig. 1). The main aim of realized examination was the evaluation of economically important traits (tab. 2, 3).

Every phenotypic trait was evaluated subsequently. The rate of evaluated trait was quantified by its sorting to relevant class, where lower number (1, 2, etc.) means in every case valuable class from economical point of view. Percentage share of trees in every class was multiplied by coefficient (class 1: coefficient = 0, class 2: coefficient = 1, etc.). So, a total sum of multiplied proportional shares of individual evaluated traits, reflects the phenotypic value of each lime stand. The lower sum of all traits together means economically valuable partial population (forest stand). It is possible to compare the quality of all evaluated forest stands, by comparing their grand totals for all economically important traits.

The best of all, from quantitative view of point, were forest stands of small-leaved lime no. 8 - Křivoklát, Pustá Seč, 17 - Strážnice, Dolní Bojanovice, 2 - Litoměřice, Kletečná and one stand of large-leaved lime no. 32 - Česká Lípa, Tlustec.

These results are only preliminary, because of a little number of evaluated both forest stands and individual lime trees. Despite it, there is possible think these results as valuable in view of absence of such information about lime forest stands from the Czech Republic area. Their importance will grow mainly by next research with analogous aim in future.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Petr Novotný, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 228; e-mail: pnovotny@vulhm.cz

SROVNÁNÍ AKUMULAČNÍCH SCHOPNOSTÍ HYBRIDNÍ OSIKY A JEŘÁBU PTAČÍHO

COMPARISON OF ACCUMULATION CAPABILITIES OF HYBRID ASPEN AND ROWAN

PAVLÍNA MÁCHOVÁ¹⁾ - JANA MALÁ¹⁾ - HELENA CVRČKOVÁ¹⁾ - JAROSLAV DOSTÁL²⁾ - TOMÁŠ VANĚK²⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady; ²⁾Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i.

ABSTRACT

Phytoremediation technology is effective, non-invasive method used for removing of environmental contamination. The work compares the capability of toxic heavy metals Cd and Pb uptake by roots and aboveground tissues of micropropagated plantlets from selected hybrid aspen and rowan tree growing in trial plots in emission areas in the Ore Mountains. The two tested clones of rowan tree and hybrid aspen can accumulate high concentrations of toxic metals Cd (800 - 1,500 mg.kg⁻¹) and Pb (5,000 - 13,000 mg.kg⁻¹) in roots, in addition hybrid aspen accumulated more than 100 mg.kg⁻¹ Cd in stem. Both clones are characterized by ability to grow well in the extreme site conditions.

Klíčová slova: fytoremediace, těžké kovy, hybridní osika, jeřáb ptačí, mikropropagace

Key words: phytoremediation, heavy metals, hybrid aspen, rowan tree, micropropagation

ÚVOD

V posledních letech se do popředí zájmu ve vyspělých průmyslových zemích dostává otázka možné obnovy půd kontaminovaných těžkými kovy (MCGRATH 1998, SALT et al. 1998, MARMIROLI et al. 2003). Velmi slibně, ekologicky šetrně a ekonomicky výhodně se jeví možnost využít rostliny s fytoremediační schopností (ARTHUR et al. 2005). Byly zpracovány studie, které dokazují schopnost některých rostlin odebírat, akumulovat případně transformovat, degradovat nebo detoxifikovat různá xenobiotika, jako jsou organické a anorganické sloučeniny nebo těžké kovy z půdy (LOMBI et al. 2001). Rostliny vhodné pro fytoremediační účely by se měly vyznačovat rychlým růstem, vysokou tolerancí až resistencí k biotoxinům a vysokou akumulací schopností zvláště v nadzemní části (GARBISU, ALCORTA 2001, LASSAT 2002). Cílem výzkumu v oblasti fytoremediace je také identifikace rostlinných druhů, které se označují jako hyperakumulátory a mají schopnost akumulovat ve svých pletivech velké množství xenobiotik (BROWN et al. 1994). Je možné předpokládat, že rostliny, které dlouhodobě přežívají v imisních oblastech, splňují výše popsané požadavky. Využití vysoce efektivních druhů rostlin pro detoxifikaci půd urychlí výzkum akumulací/detoxifikační kapacity rostlin, jejich rychlé množení za pomoci biotechnologických metod, ale i vyšlechtění rostlin se specifickou selektivitou na kontaminanty (BAKER et al. 2000).

Topol osika a hybridní topol osika patří mezi často využívané dřeviny pro biotechnologické postupy (JOACHIM 1991, DIX et al. 1997, MALÁ et al. 2006). Pro fytoremediační studii byly využity dvě navzájem srovnatelné modelové dřeviny - hybridní topol osika a jeřáb ptačí. Oba druhy rostou již desetiletí v nejvíce imisemi zasažených oblastech ČR, v Krušných horách a zároveň lze oba druhy úspěšně reprodukovat mikropropagačními technikami a je tedy možné je s úspěchem využít i pro genetické inženýrství (STETTLER et al. 1996, MALÁ et al. 2006).

V experimentech bylo provedeno srovnání schopnosti akumulace těžkých kovů v kořenech a nadzemní části mikropropagovaných rostlin perspektivních klonů hybridního topolu osiky a jeřábu ptačího rostoucích na výzkumných plochách v imisních oblastech Krušných hor.

MATERIÁL A METODY

Rostlinný materiál

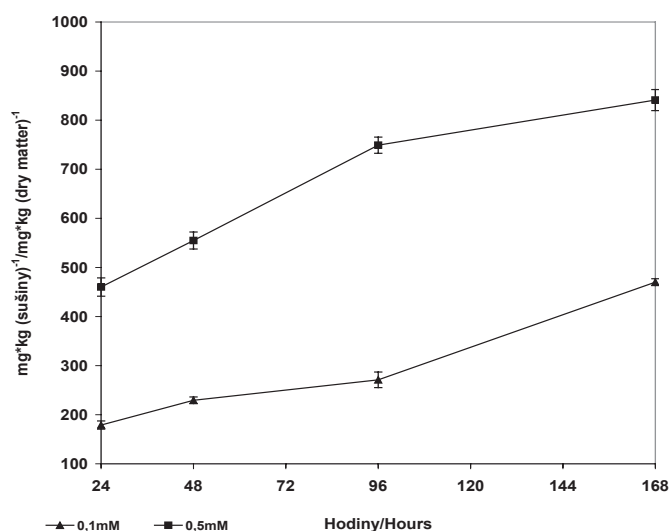
Na jaře 2004 byly odebrány dormantní pupeny z vybraných 24letých klonů hybridní osiky a jeřábu ptačího rostoucích na 4 provenienčních plochách v imisních oblastech Krušných hor. Nejúspěšnější mikropropagační metodou, která se osvědčila pro klonové množení zejména listnatých dřevin, je organogeneze. Touto metodou byly založeny primární kultury, které jsou dále udržovány v explantátové bance Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Pro studium adsorbce těžkých kovů byly použity klon č. 5 hybridního topolu osiky a klon č. 26 jeřábu ptačího.

Příprava výpěstků in vitro

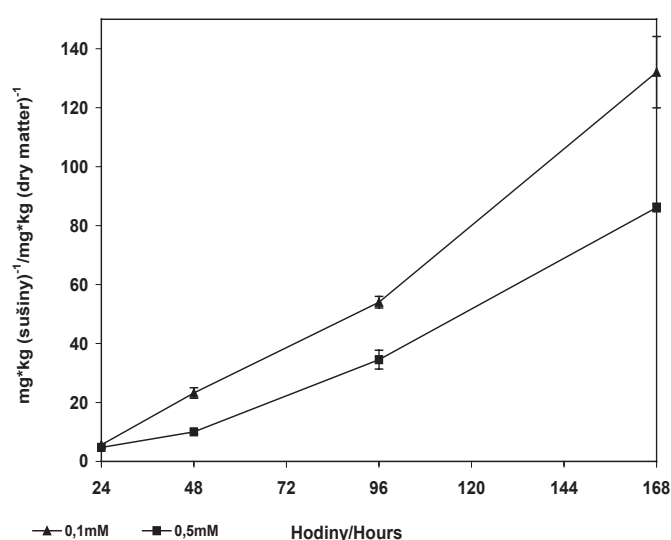
Multiplikované výhony z explantátových kultur byly zakořeňovány na 3x ředěném agarovém MS (MURASHIGE, SKOOG 1962) médiu doplněném o IBA (kyselina indolyl-3-máselná) 0,6 mg.l⁻¹. Kultury byly pěstovány při 24 °C, 16hodinové fotoperiodě a bílém fluorescenčním světle. Zakořeněné výpěstky byly pěstovány hydroponicky v 10% roztoku MS solí. Pro další pokusy byly použity rostliny dosahující v nadzemní části cca 25 cm a s kořeny o délce cca 30 cm.

Kultivace výpěstků in vitro v roztoku solí těžkých kovů

Výpěstky in vitro byly pěstovány v hydroponii v semistandardních podmínkách. Jako hydroponický roztok byl použit 10% roztok MS solí doplněný 0,1 mM nebo 0,5 mM Cd (CH₃COO)₂.3H₂O a Pb(CH₃COO)₂.3H₂O, pH 5,6 bylo upraveno pomocí 1,0 N KOH

**Graf 1a.**

Časový průběh akumulace Cd (mg.kg⁻¹) v kořenech hybridní osiky hydroponicky pěstované v 0,1 a 0,5 mM roztocích Cd(CH₃COO)₂.3H₂O
Time course of Cd accumulation (mg.kg⁻¹) in roots of hybrid aspen cultured in 0.1 and 0.5 mM of Cd(CH₃COO)₂.3H₂O solutions

**Graf 1b.**

Časový průběh akumulace Cd (mg.kg⁻¹) v nadzemní části hybridní osiky hydroponicky pěstované v 0,1 a 0,5 mM roztocích Cd(CH₃COO)₂.3H₂O
Time course of Cd accumulation (mg.kg⁻¹) in aboveground parts of hybrid aspen cultured in 0.1 and 0.5 mM of Cd(CH₃COO)₂.3H₂O solutions

(Sigma-Aldrich Co.). Od každého klonu bylo v intervalech 24, 48, 96 a 168 hod. postupně odebráno 6 rostlin, u nichž byl stanoven obsah těžkých kovů v rostlinných pletivech. Odběr byl proveden pro obě koncentrace u obou sledovaných těžkých kovů a současně byla pro rozbor odebrána i kontrola. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí t-testu (n = 6).

Stanovení obsahu těžkých kovů v rostlinách

Pro stanovení obsahu těžkých kovů byla zvolena metoda ICP-OES (Plasma Atomic Emission Spectroscopy - kvantitativní identifikace na základě charakteristického elektromagnetického záření emitovaného při deexcitaci vybuzených atomů, resp. iontů) používaná pro stanovení prvků v mineralizátech rostlinných materiálů.

Rostliny a kořeny byly před analýzou vícekrát promyty demineralizovanou vodou tak, aby se odstranila povrchově adhezní kontaminace těžkého kovu z roztoku a přilnuté částice perlitu. Vzorky byly následně rozdrceny na jemný prášek a cca 0,5 g rozdrcené hmoty bylo louhováno 20 minut ve skleněných digestačních nádobách ve 12ml směsi koncentrované HNO₃ a koncentrované H₂O₂ (5 : 1 v/v) (Lach-Ner Ltd., Czech Republic). Vlastní analýzy byly provedeny na přístroji VARIAN 725-ES Radial, s detektorem CCD, Echelleho polychromátorem a radiálně pozorovanou indukčně vázanou plazmou. Při analýze Pb byla hodnota vlnové délky spektrálních čar 220,353 nm, u analýzy Cd byla hodnota 228,802 nm.

VÝSLEDKY

Kvalitativní hodnocení výpěstků in vitro

Růstové a morfologické charakteristiky klonů hybridního topolu osiky a jeřábu ptačího rostoucích v hydroponických podmínkách s obsahem sledovaných těžkých kovů byly srovnatelné s kontrolními

rostlinami. V průběhu kultivace nebyly pozorovány žádné změny ani na nadzemní části rostlin ani na kořenovém systému.

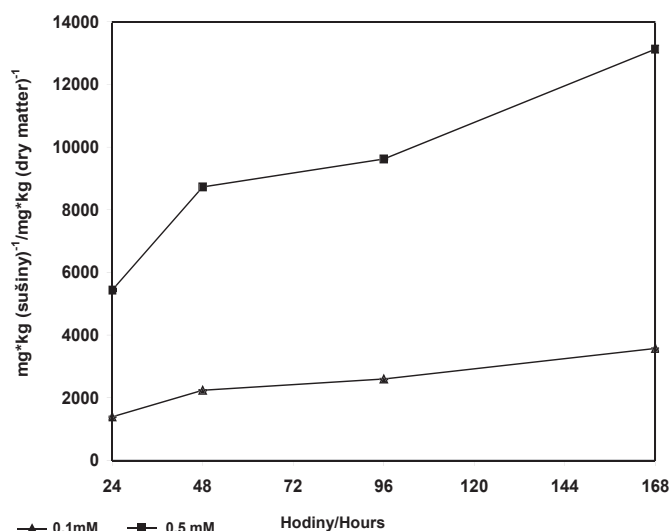
Kvantitativní stanovení obsahu těžkých kovů

- Koncentrace Cd v rostlinných pletivech hybridního topolu osiky

V kořenech i v nadzemní části hybridního topolu osiky se obsah Cd v závislosti na času zvyšoval téměř lineárně. V kořenech v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Cd cca 2,5krát, z výchozí koncentrace 173,9 mg.kg⁻¹ na 436,2 mg.kg⁻¹ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 1,7krát, z výchozí koncentrace 487,9 mg.kg⁻¹ na 826,3 mg.kg⁻¹ (graf 1a). V nadzemní části v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Cd cca 23krát, z výchozí koncentrace 5,4 mg.kg⁻¹ na 126,4 mg.kg⁻¹ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 19krát, z výchozí koncentrace 4,6 mg.kg⁻¹ na 86,2 mg.kg⁻¹ (graf 1b). Na základě statistického zhodnocení pomocí t-testu byly v kořenech i v nadzemní části pozorovány statisticky významné rozdíly mezi oběma sledovanými koncentracemi (P = 0,01), v případě kontrolních rostlin byl v obou částech obsah Cd stanoven pod hranici detekce.

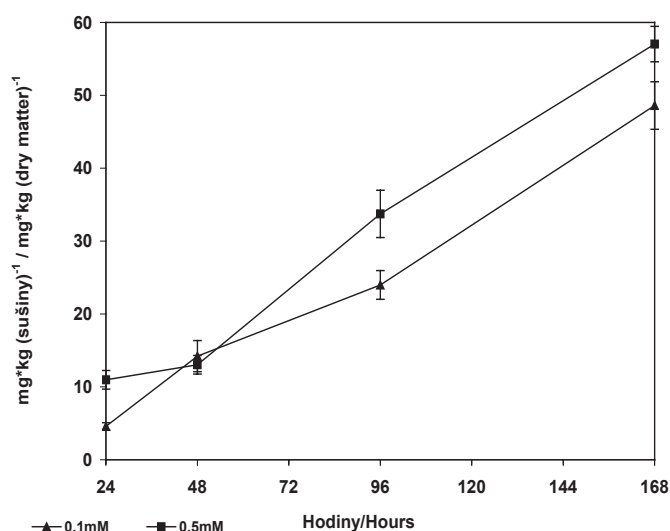
- Koncentrace Pb v rostlinných pletivech hybridního topolu osiky

Obsah Pb se v kořenech hybridního topolu osiky výrazně zvyšoval, v nadzemní části mělo zvýšení v sledovaném časovém intervalu lineární charakter. V pletivech kořenů v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Pb cca 2,6krát, z výchozí koncentrace 1376 mg.kg⁻¹ na 3568,9 mg.kg⁻¹ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 2,4krát, z výchozí koncentrace 5429,0 mg.kg⁻¹ na 13051,4 mg.kg⁻¹ (graf 2a). V nadzemní části v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Pb cca 10,8krát, z výchozí koncentrace 4,6 mg.kg⁻¹ na 49,8 mg.kg⁻¹ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 5,2krát, z výchozí koncentrace 10,9 mg.kg⁻¹ na 56,7 mg.kg⁻¹ (graf 2b).

**Graf 2a.**

Časový průběh akumulace Pb (mg.kg^{-1}) v kořenech hybridní osiky hydroponicky pěstované v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Pb accumulation (mg.kg^{-1}) in roots of aspen cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

**Graf 2b.**

Časový průběh akumulace Pb (mg.kg^{-1}) v nadzemní části hybridní osiky hydroponicky pěstované v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Pb accumulation (mg.kg^{-1}) in aboveground parts of aspen cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

Na základě vyhodnocení pomocí t-testu byly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi oběma sledovanými koncentracemi v obou sledovaných částech ($P = 0,01$), u kontrolních rostlin byl obsah Pb v kořenech i v nadzemní části pod hranici detekce.

- Koncentrace Cd v rostlinných pletivech jeřábu ptačího

V kořenech a v nadzemní části jeřábu ptačího se obsah Cd ve sledovaném časovém intervalu zvyšoval. V pletivech kořenů v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Cd cca 5,4krát, z výchozí koncentrace $83,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $449,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 3krát, z výchozí koncentrace $510,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $1514,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ (graf 3a). V nadzemní části v 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Cd cca 4,4krát, z výchozí koncentrace $0,41 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $1,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 4,8krát, z výchozí koncentrace $0,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $2,88 \text{ mg.kg}^{-1}$ (graf 3b). Na základě statistického zhodnocení byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi oběma sledovanými koncentracemi u kořenové i nadzemní části ($P = 0,01$), v případě kontrolních rostlin nebyl v kořenech ani v nadzemní části stanoven žádný obsah Cd.

- Koncentrace Pb v rostlinných pletivech jeřábu ptačího

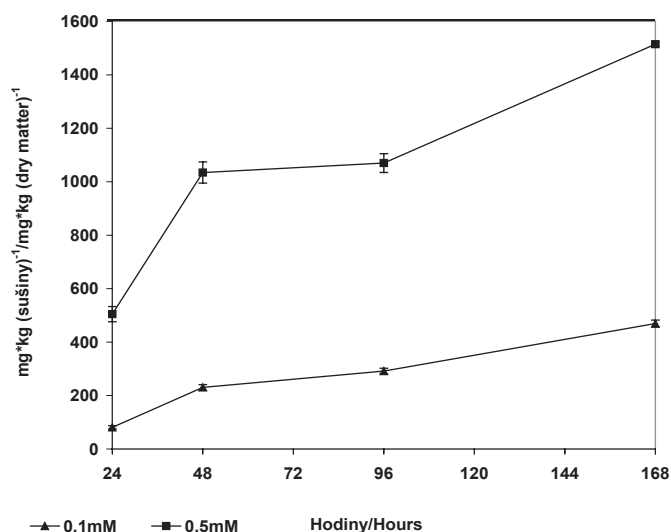
Obsah Pb se v kořenech jeřábu ptačího a při 0,1 mM koncentraci těžkého kovu zvyšoval lineárně. V 0,1 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení obsahu Pb cca 2,5krát, z výchozí koncentrace $249,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ na 625 mg.kg^{-1} a v případě 0,5 mM roztoku těžkého kovu došlo k navýšení cca 2,2krát, z výchozí koncentrace $2577,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $5728,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ (graf 4a). V nadzemní části v případě 0,1 mM roztoku těžkého kovu nebyl během prvních dvou odběrů detekován žádný obsah Pb, v dalších odběrech (96 hod. a 168 hod.) byl stanoven obsah Pb na $1,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ a $2,2 \text{ mg.kg}^{-1}$. Při použití 0,5 mM roztoku těžkého kovu byl obsah Pb v rostlinném pletivu v průměru $3,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ (graf 4b). Na základě statistického zhodno-

cení byly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi oběma sledovanými koncentracemi u obou sledovaných částí ($P = 0,01$), u kontrolních rostlin nebyl v kořenech i v nadzemní části stanoven žádný obsah Pb.

DISKUSE

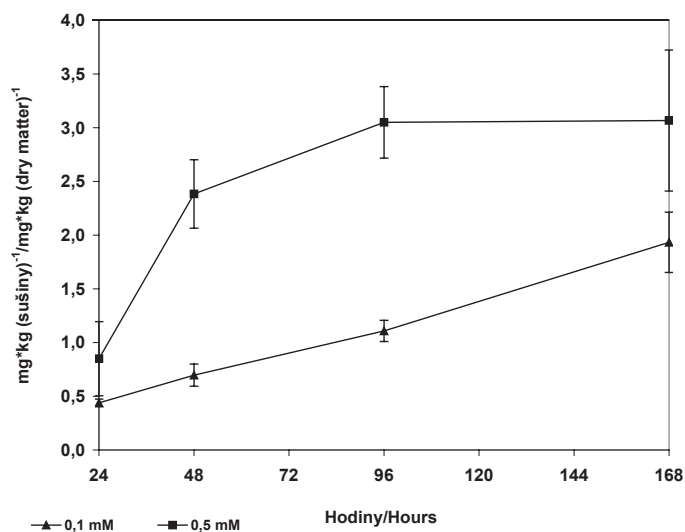
V současných průmyslově vyspělých zemích se do popředí zájmu ekologických aktivit dostává možnost využití rychle rostoucích lesních dřevin s vysokou schopností akumulace toxických sloučenin (LOMBI et al. 2001). Perspektivní se jeví především rostliny se selektivní schopností delší dobu akumulovat těžké kovy bez viditelného poškození či retardace růstu (RASKIN et al. 1997, LASAT 2002). V současnosti již byly stanoveny latentní akumulace těžkých kovů v pletivech pro 200 druhů rostlin (ZENK 1996, VACEK et al. 2006). Rychle rostoucí pionýrské dřeviny, jako jsou hybridní topol osika a jeřáb ptačí, by se mohly úspěšně využít pro odstraňování znečišťujících látek z prostředí včetně těžkých kovů z půd (DIX et al. 1997). Tyto druhy jsou vhodné i pro množení pomocí mikropřepagačních technik a mohly by být tedy i s výhodou využity pro fytořediační výsadby (MALÁ et al. 2006). Pro podobné účely popsali využití rodu *Salix* STOLTZ a GREGER (2002). FRENCH et al. (2006) na základě tříletých fytořediačních pokusů s rostlinami rodu *Salix*, *Populus* a *Alnus* popsali výrazné snížení obsahu méně mobilních prvků (Cd a Zn) v kontaminovaných půdách.

V prováděných pokusech se srovnávala fytořediační schopnost dvou druhů (hybridní topol osika a jeřáb ptačí) pro dva toxické těžké kovy (Cd a Pb). Vybrané klony obou druhů pocházely z vyselektovaných stromů rostoucích na imisemi ohrožených provenienčních plochách v Krušných horách (MALÁ et al. 2006). Rostliny byly

**Graf 3a.**

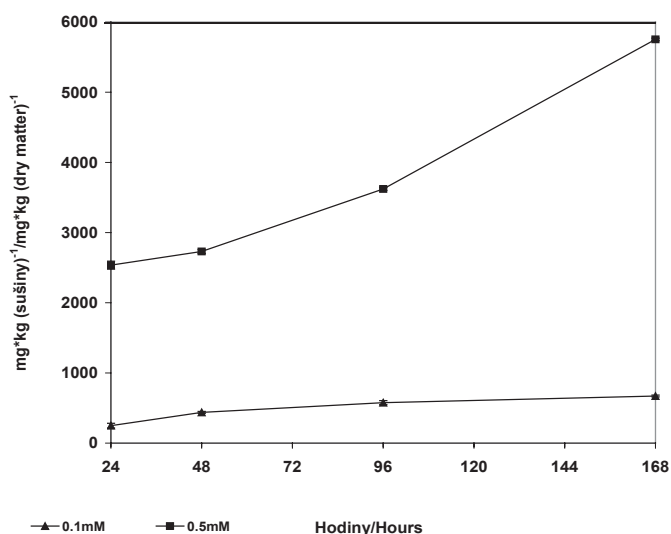
Časový průběh akumulace Cd ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v kořenech jeřábu ptačího hydroponicky pěstovaného v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Cd accumulation ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in roots of rowan tree cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

**Graf 3b.**

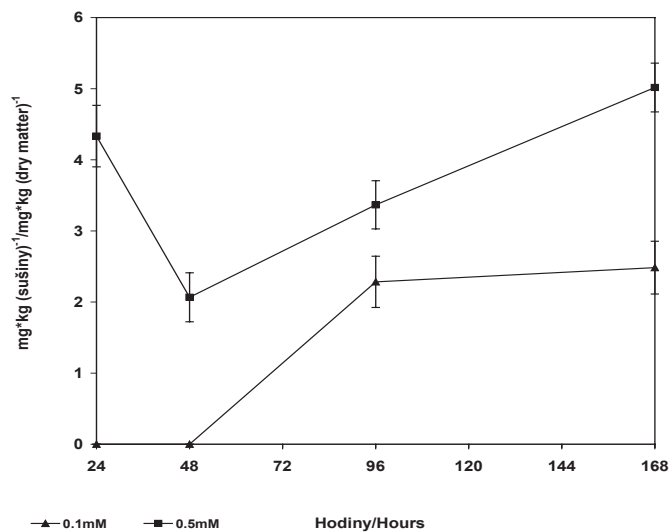
Časový průběh akumulace Cd ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v nadzemní části jeřábu ptačího hydroponicky pěstovaného v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Cd accumulation ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in aboveground parts of rowan tree cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

**Graf 4a.**

Časový průběh akumulace Pb ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v kořenech jeřábu ptačího hydroponicky pěstovaného v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Pb accumulation ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in roots of rowan tree cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

**Graf 4b.**

Časový průběh akumulace Pb ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v nadzemní části jeřábu ptačího hydroponicky pěstovaného v 0,1 a 0,5 mM roztocích $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Time course of Pb accumulation ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in aboveground parts of rowan tree cultured in 0.1 and 0.5 mM of $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions

namnoženy pomocí metody in vitro (organogeneze), aby byl odstraněn vliv genotypu a z důvodu odstranění vlivu edafonu byly pěstovány v semisterilních hydroponických podmínkách (MARSCHNER et al. 1996, WHITING et al. 2001). Použité koncentrace těžkých kovů a pH používaných hydroponických roztoků byly stanoveny na základě již dříve provedených pokusů, kde byly vyhodnoceny jako nejvhodnější z hlediska akumulční kapacity rostlin (KAHLE 1993, KALIŠOVÁ-ŠPIROCHOVÁ et al. 2003). Z výsledků experimentů vyplývá, že byly významné rozdíly jak v akumulaci, tak i translokaci těžkých kovů u sledovaných klonů lesních dřevin. Pb i Cd byly akumulovány především v pletivech kořenů a jejich koncentrace se lineárně zvyšovala v souvislosti s délkou experimentu. Hybridní topol osika ve srovnání s jeřábem ptačím vykazoval vyšší akumulční schopnost obou těžkých kovů. Pb se většinou akumulovalo v pletivech kořenů obou klonů, zatímco v nadzemní části lineárně vzrůstal obsah Cd (tab. 1, 2). Zjištěná rozdílná dynamika distribuce Cd a Pb v rostlinných pletivech hybridního topolu osiky a jeřábu ptačího byla popsána i u dvou klonů *Salix* (VANDECASTEELE et al. 2005). Převažující akumulace Pb v kořenech klonů hybridního topolu osiky a jeřábu ptačího by mohla být vysvětlena tvorbou málo rozpustných sloučenin v průběhu procesu detoxifikace kovů a jejich ukládání v buňkách (HALL 2002).

ZÁVĚR

Fytoremediace jako technologie pro odstraňování kontaminací z životního prostředí se vyznačuje efektivností a ekologickou šetrností. Oba testované klony hybridní osiky i jeřábu ptačího mohou v kořenech akumulovat vysoké koncentrace toxických kovů, Cd ($800 - 1\,500 \text{ mg.kg}^{-1}$) a Pb ($5\,000 - 13\,000 \text{ mg.kg}^{-1}$), klon hybridního topolu osiky akumuloval též v nadzemní části více než 100 mg.kg^{-1} Cd. Oba testované klony se vyznačovaly schopností velmi dobrého růstu v extrémních podmínkách na původních stanovištích. Popsaný experiment je možné využít jako vhodný modelový systém pro testování genotypů vyznačujících se tolerancí k těžkým kovům a vysokou schopností akumulace těžkých kovů.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci projektů MŠMT č. 2B06187 a OC118. a VZ 0002070202.

LITERATURA

- ARTHUR, E. L., RICE, P. J., ANDERSON, T. A., BALADI, S. M., HENDERSON, K. L. D., COATS, J. R. Phytoremediation – An overview. *Crit. Rev. Plant. Sci.*, 2005, vol. 24, s. 109-122.
- BAKER, A. J. M., MCGRATH, S. P., REEVES, R. D., SMITH, J. A. C. Metal hyperaccumulator plants: A review of the ecology and physiology of a biochemical resource for phytoremediation of metal-polluted soils. In Terry, N. and Banuelos, G. (eds.): *Phytoremediation of contaminated soil and water*. Boca Raton, FL: Lewis Publ., 2000, s. 85-107.
- BROWN, S. L., CHANEY, R. L., ANGLE, J. S., BAKER, A. J. M. Phytoremediation potential of *Thlaspi-Caerulescens* and bladder campion for zinc-contaminated and cadmium-contaminated soil. *J. Environ. Qual.*, 1994, vol. 23, s. 1151-1157.
- DIX, M. E., KLOPFENSTEIN, N. B., ZHANG, J. W., KIM, M. S. Potential use of *Populus* phytoremediation of environmental pollution in riparian zones. In Klopfenstein, N. B., Chun, Y. W., Kim, M. S., and Ahuja, M. R. (eds.): *Micropropagation, genetic engineering, and molecular biology of Populus*. Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station Fort Collins, CO., 1997, s. 206-212.
- KAHLE, H. Response of roots of trees to heavy metals. *Environ. Exp. Bot.*, 1993, vol. 33, s. 99-119.
- FRENCH, C. J., DICKINSON, N. M., PUTWAIN, P. D. Woody biomass phytoremediation of contaminated brownfield land. *Environ. Pollution*, 2006, vol. 141, s. 387-395.
- GARBISU, C., ALKORTA, I. Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Bioresour. Technol.*, 2001, vol. 77, s. 229-236.
- HALL, J. L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *J. Exp. Bot.*, 2002, vol. 53, s. 1-11.
- JOACHIM, H. F. Hybrid Aspen – schnellwüchsige, leistungsfähige und vielseitig einsetzbare Baumsorten. IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, 1991.
- KALIŠOVÁ-ŠPIROCHOVÁ, I., PUNČOCHÁŘOVÁ, J., KAFKA, Z., KUBAL, M., SOUDEK, P., VANĚK, T. Accumulation of heavy metals by in vitro cultures of plants. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2003, vol. 3, s. 69-276.
- LASAT, M. M. Phytoextraction of toxic metals: a review of biological mechanisms. *J. Environ. Qual.*, 2002, vol. 31, s. 109-120.
- LOMBI, E., ZHAO, F. J., DUNHAM, S. J., MCGRATH, S. P. Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils. *J. Environ. Quality*, 2001, vol. 30, s. 1919-1926.
- MARMIROLI, N., MAESTRI, A., TISSUT, M. Phytoremediation and phytotechnologies: basic data. In Vaněk, T. and Schwitzguébel, J.-P. (eds.): *Phytoremediation Inventory COST Action View..* UOCHAB, AVCR, 2003, s. 1-9.
- MARSCHNER, P., GODBOLD, D. L., JENTSCHKE, G. Dynamics of lead accumulation in mycorrhizal and non-mycorrhizal Norway spruce (*Picea abies* (L) KARST). *Plant Soil*, 1996, vol. 178, s. 239-245.
- MCGRATH, S. P. Phytoextraction for soil remediation.. In Brooks, R. R. (ed.): *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. CAB International, Wallingford, UK, 1998, s. 261-287.
- MALÁ, J., MÁCHOVÁ, P., CVRČKOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, L. Aspen micropropagation: use for phytoremediation of soils. *J. For. Sci.*, 2006, vol. 52, s. 101-107.

- MURASHIGE, T., SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 1962, vol. 15, s. 473-797.
- RASKIN, I., SMITH, R. D., SALT, D. E. Phytoremediation of metals: Using plants to remove pollutants from the environment. *Curr. Opin. Biotech.*, 1997, vol. 8, s. 221-226.
- SALT, D. E., SMITH, R. D., RASKIN, I. Phytoremediation. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 1998, vol. 49, s. 643-668.
- STETTLER, R. F., BRADSHAW, H. D., HEILMAN, P. E., HINCKLEY, T. M. *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Ottawa, Ontario, Canada, NRC Research Press, 1996.
- STOLTZ, E., GREGER, M. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings. *Environ. Exper. Bot.*, 2002, vol. 47, s. 271-280.
- VACEK, J., PETŘEK, J., HAVEL, L., ADAM, V., VÍTEČEK, J., BABULA, P., KIZEK, R. Simultaneous determination of eight biologically active thiol compounds using gradient elution liquid chromatography with coul-array detection. *J. Sep. Sci.*, 2006, vol. 29, s. 1166-1173.
- WANDECASTEELE, B., MEERS, E., VERVAEKE, P., DE VOS, B., QUATAERT, P., TACK, F. M. G. Growth and trace metal accumulation of two *Salix* clones on sediment - derived soil with increasing contamination levels. *Chemosphere*, 2005, vol. 58, s. 995-1002.
- WHITING, S. N., DE SOUZA, M. P., TERRY, N. Rhizosphere bacteria mobilize Zn for hyperaccumulation by *Thlaspi caerulescens*. *Environ. Sci. Technol.*, 2001, vol. 35, s. 3144-3150.
- ZENK, M. H. Heavy metal detoxification in higher plants - a review. *Gene*, 1996, vol. 179, s. 21-30.

COMPARISON OF ACCUMULATION CAPABILITIES OF HYBRID ASPEN AND ROWAN

SUMMARY

The restoration of soils contaminated by toxic heavy metals represents a major task of environmental policy of all industrial countries (MCGRATH 1998, SALT et al. 1998, MARMIROLI et al. 2003). The use of plants for phytoremediation purposes appears as a promising, environmentally friendly and cost-effective approach (ARTHUR et al. 2005). Aspen (*Populus tremula*) and especially hybrid aspen (*Populus tremula* × *P. tremuloides*) together with rowan tree (*Sorbus aucuparia*) represent mutually comparable model soil-cleaning trees for phytoremediation. The reasons for their choice for phytoremediation study are: both species survive for decennia in forest areas of the Ore Mountains, the most contaminated region of the Czech Republic, and both are amenable to tissue culturing, micropropagation techniques, and genetic engineering. Micropropagated plantlets derived from selected clones of the hybrid aspen (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*) and the rowan tree (*Sorbus aucuparia*) were used to determine the uptake of Cd and Pb. Samples of roots and aboveground parts from plantlets grown in aseptic conditions in hydroponic media supplemented by the heavy metal salts were taken at 24, 48, 96, and 168 hrs. The concentrations and distributions of the accumulated metals were determined using the ICP-OES method. Generally, amounts of accumulated Cd and Pb increased linearly and were higher in the roots than in aboveground parts of both clones at all intervals (Cd on average in hybrid aspen 800 mg.kg⁻¹, in rowan tree 15,000 mg.kg⁻¹; Pb on average in hybrid aspen 13,000 mg.kg⁻¹ and in rowan tree 5,000 mg.kg⁻¹). The hybrid aspen clone, however, accumulated in aboveground parts higher amounts of Cd (cca 100 mg.kg⁻¹) than Pb (cca 50 mg.kg⁻¹). The amounts of Pb and Cd were much lower in rowan tree clone (about 3 mg.kg⁻¹ of both metals). It could be concluded that hybrid aspen displayed high efficacy of uptake of Cd and Pb. It represents a prospective tree for phytoremediation of polluted soils. Described model system may serve as a valuable tool for initial testing of genotypes for high tolerance and accumulating of heavy metals.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Pavlína Máchová, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 268; e-mail: machova@vulhm.cz

MYKOLOGICKÉ POMĚRY NA ZALESNĚNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH

MYCOLOGICAL CONDITIONS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

FRANTIŠEK SOUKUP - VÍTĚZSLAVA PEŠKOVÁ - JAROSLAV LANDA

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

The mycological conditions on study plots established in forests growing on former agricultural farmlands were studied. In spruce stands younger than 10 years reduced and unstable spectrum of macromycetes was found. After approximately 50 years of forest growth the situation became stable and spectrum of macromycetes together with development of mycorrhizal status were similar to situation found in stands on forest soils. Here we also found slightly increased occurrence of saproparasitic species of fungi (e. g. *Heterobasidion annosum* and others).

Klíčová slova: ektotrofní stabilita lesa, druhové spektrum makromycetů, mykorhizy, bývalá zemědělská půda, zdravotní stav smrku

Key words: ectotrophic stability of forest, species spectrum of macromycetes, mycorrhizae, former farmland, health status of spruce

ÚVOD

Zalesňování půd nevhodných pro intenzivní zemědělské využití se v posledních letech dostává do popředí zájmu. Jedná se ostatně o jeden z nejvhodnějších způsobů jejich hospodářského využití. Odhady rozlohy vhodných lokalit pro zalesňování se pohybují od desítek do stovek hektarů (KACÁLEK, BARTOŠ 2005), přičemž jde především o zemědělské pozemky ležící v pahorkatině či podhorských oblastech.

Vzhledem k stoupajícím rozlohám nově zalesňovaných zemědělských půd se stává vysoce aktuálním i posuzování zdravotního stavu výsadby i vyhodnocení možných rizik jeho ovlivnění houbovými organismy, které bylo řešeno v projektu NAZV č. QG 50008 „Dynamika přeměny půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému“.

Houby se podílejí na rozkladu organických látek z opadu. V půdě se vyskytuje současně mnoho různých druhů houbových organismů, které tvoří charakteristická společenstva. Podstatná část hub je schopna vytvářet mykorhizy na kořenech lesních dřevin, které přispívají k resorpci minerálních látek. Mykorhizní symbióza je proto důležitým fenoménem při všech úvahách o výživě stromů.

Stabilita a funkčnost lesních ekosystémů je závislá na působení řady biotických a abiotických faktorů. Ukázalo se, že mnohé houby lze považovat za citlivé bioindikátory tzv. ektotrofní stability lesa, dané ektomykorhizním soužitím (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006 aj.) - lze stanovit stadia narušení ektotrofní stability lesa (ESL), spojená s určitými fázemi obohacování, resp. ochuzování houbových společenstev – mykocenóz (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, SOUKUP 1996). Rovněž výskyt, abundance i frekvence hub saprotrofních terestrických a lignikolních má výpovědní hodnotu o stavu ekosystému.

Několik autorů se v posledních desetiletích zabývalo mykologickými poměry na smrskem zalesněných zemědělských půdách ve středoevropské oblasti (Slovensko, Německo, Holandsko). Jsou to práce nejen z bývalých orných půd, ale i z bývalých luk (RICEK 1981).

Studovaly se zde houby buď výhradně mykorhizní (GÁPER, LIZOŇ 1995) či saprotrofní - převážně terestrické (MIHÁL 1998) nebo obojí (ARNOLDS et al. 2004).

V podhůří Orlických hor probíhalo zalesňování zemědělských půd ve třech historických etapách. V současné době se nabízí především studovat porosty 50leté a výsadby do 10 let, a to sledovat druhovou diverzitu a abundanci hub ze skupin mykorhizních, saprotrofních terestrických i lignikolních podle jejich fruktifikace, za současného sledování mykorhiz v parametrech hustota aktivních a neaktivních mykorhiz a získané údaje dávat do souvislosti s vizuálně hodnoceným zdravotním stavem porostů.

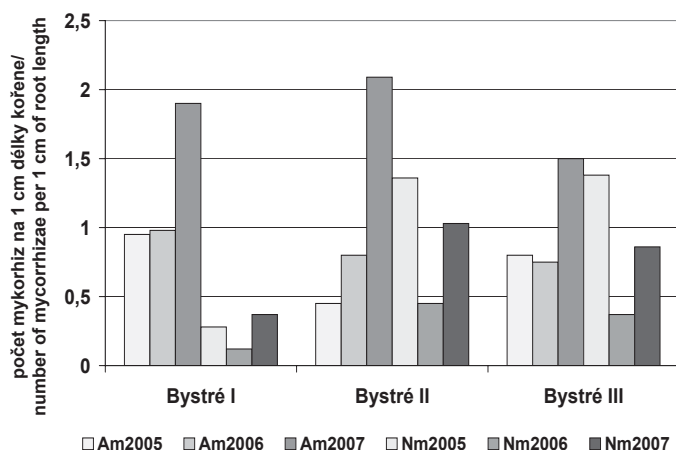
MATERIÁL A METODIKA

Výběr ploch

Pro výzkumné účely byly vybrány 4 lokality v podhůří Orlických hor, a sice Bystré, Uhřínov, Polom a Trčkov. Zatímco na lokalitě Bystré byly vytyčeny 3 plochy (I - v nedávné výsadbě 10 let, II - ve středním (50 let) a III - ve starším (80 let) věku porostu smrku na bývalé zemědělské půdě), na ostatních lokalitách byla vybrána vždy pouze jedna plocha s porostem středního věku. Srovnávací plochy na původně lesní půdě předmětem studia nebyly. Vybrané plochy jsou smrčiny s jen nepatrným zastoupením dalších druhů dřevin (tab. 1), velikost každé je 2 500 m².

Hodnocení výskytu hub

Během měsíců červen - listopad bylo 1x měsíčně zjišťováno druhové spektrum makromycetů podle nalezených plodnic, dále byla sledována jejich abundance a frekvence (přítomnost druhu na dílčích ploškách velikosti 100 m²). U zjištěných druhů makromycetů byla stanovena jejich trofická příslušnost (M - mykorhizní, SL - lignikolní saprotrofní případně saproparazitické, S - ostatní saprotrofní, zejména terikolní a humikolní, případně ojedinelé muscikolní, fungikolní či fimikolní).



Obr. 1.

Přehled průměrných hodnot hustoty aktivních a neaktivních mykorhiz (2005 - 2007)

Comparison of average values of mycorrhizal densities (2005 - 2007, active and non-active figures)

Druhové spektrum na plochách rostoucích makromycetů bylo zjišťováno po dobu 3 let. Během této doby se, za víceméně normálního průběhu počasí, podaří na základě nalezených plodnic zjistit až cca 90 % zde přítomných druhů hub, což je pro účely posouzení ESL postačující.

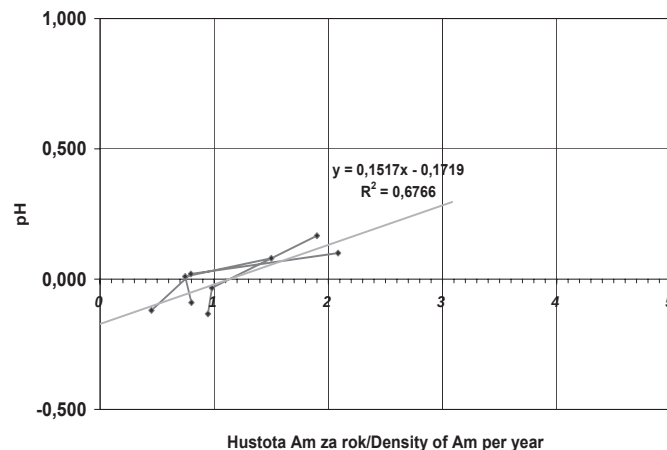
Dále byl učiněn předpoklad, že metodika posouzení ESL (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, SOUKUP 1996) bude již plně použitelná v porostech 50letých a starších.

- Latentní stupeň narušení ESL se vyznačuje poklesem procentuálního podílu ektomykorhizních makromycetů pod 40 %, zatímco podíl lignikolních makromycetů má tendenci překročit 30 % z celkového počtu zjištěných druhů. Je patrná inhibice fruktifikace mykorhizních druhů a naopak obohacování lignikolních mykocenóz spojené se stimulací fruktifikace dřevokazných hub.
- Akutní stupeň narušení ESL je charakterizován již konstantně nižším procentuálním podílem pod 40 % mykorhizních druhů hub, zatímco podíl dřevokazných druhů hub bývá zpravidla vyšší než 40 % z celkového počtu. Je zřetelné výrazné ochuzování ektomykorhizních mykocenóz a nárůst druhové diversity lignikolních mykocenóz a jejich zvýšená fruktifikace.
- Letální stupeň narušení ESL je posledním, již prakticky ireverzibilním stadiem, kdy procentuální podíl ektomykorhizních druhů hub je konstantně nižší než 20 % z celkového počtu makromycetů, zatímco podíl dřevokazných makromycetů bývá nadpoloviční.

Na výskyt druhů hub na studijních plochách mají vliv i příměsi jiných dřevin (např. modřín - Uhřínov, Bystré II a III, jedle - Bystré III, douglaska - Polom, bříza - Trčkov). K pojmenování hub byla použita nomenklatura vesměs podle Index Fungorum.

Odběry kořenů, extrakce a vyhodnocení mykorhiz

Pro účely studia mykorhizních poměrů byly v letech 2005 - 2007 na vybraných plochách Bystré I, II, III provedeny odběry vzorků v jarním období (od 17. 5. do 2. 6.) a podzimním období (od 25. 9. do 10. 10.). Odběry byly realizovány na přibližně stejném místě (nikoliv totožném) v přibližně stejné vzdálenosti od kmenů stromů



Obr. 2.

Vztah hustoty aktivních mykorhiz a pH

Relation between the density of active mycorrhizae and pH

zvolených v roce 2005. Z každé zkoumané plochy bylo odebráno kořenovou sondou 5 vzorků kořenů. Vzorky kořenů byly přechodně uloženy v chladničce a následně laboratorně zpracovány a vyhodnoceny.

Počty jednotlivých typů mykorhizních špiček byly určovány na kořenech do 1 mm pod binokulární lupou při čtyřicetinasobném zvětšení podle následujících diagnostických znaků: za typické jsou považovány špičky s vyvinutým houbovým pláštěm, Hartigovou sítí, s vysokým turgorem, postrádající kořenové vlášení, na povrchu hladké, světlejší barvy - tyto útvary jsou řazeny do jediné skupiny „aktivních mykorhiz“ (Am). Naproti tomu špičky, u nichž je patrná výrazná ztráta turgoru, na povrchu jsou svraskalé, chybí jim houbový plášť a Hartigova síť, jsou řazeny do skupiny „neaktivních mykorhiz“ (Nm). Z kořenů do průměru 1 mm bylo takto hodnoceno 20 kořenových segmentů o délce 5 cm.

Úroveň mykorhizních vztahů byla hodnocena s využitím dvou parametrů: hustota mykorhiz a jejich procentuální podíl. Hustota aktivních a neaktivních mykorhiz je počítána jako průměrná hodnota zjištěného počtu mykorhiz vztažená na 1 cm délky kořene. Procentuální podíl mykorhiz je kalkulován jako poměr aktivních a neaktivních mykorhiz.

Hodnocení defoliace stromů

Zdravotní stav lesních dřevin je vizuálně charakterizován především stupněm defoliace, která je definována jako relativní ztráta asimilačního aparátu v koruně stromu v porovnání se zdravým stromem, rostoucím ve stejných porostních a stanovištních podmínkách. Je to ztráta působená především nepříznivým působením abiotických faktorů. Defoliace koruny stromu je tedy nespecifickým symptomem poškození, které je zpravidla působené více faktory. Ty mohou působit samostatně nebo společně a přitom navíc vstupovat do vzájemných interakcí. Určit prioritu a podíl jednotlivých faktorů je velmi obtížné (FABIÁNEK et al. 2004).

Defoliace byla hodnocena pravidelně 1x ročně (v srpnu - září), vyjadřovala se procentuálně v intervalech po 5 %. Subjektivní ovlivnění hodnocení bylo minimalizováno tím, že každý strom posuzovali 3 hodnotitelé a použita byla průměrná hodnota.

Tab. 1.

Charakteristika výzkumných ploch
Study plot description

Plocha/Plot	s. š./n. l.	v. d./e. l.	Nadm. výška/Elevation	Stáří porostu/Stand age	Geologické podloží/Geological parent rock
Bystré I	50°19,7'	16°15,1'	510 m	10 let/years	metabazity, fylity/kambizem/metabazites, phyllites/Cambisols
Bystré II	50°19,7'	16°15,1'	510 m	50 let/years	metabazity/kambizem/metabazites/Cambisols
Bystré III	50°19,7'	16°15,1'	515 m	80 let/years	metabazity/kambizem/metabazites, Cambisols
Uhřínov	50°13,6'	16°19,9'	530 m	50 let/years	amfibolit, fylit/amphibole, phyllite
Polom	50°20,8'	16°18,1'	675 m	55 let/years	fylity, amfibolity/kambizem/phyllites, amphiboles/Cambisols
Trčkov	50°18,6'	16°25,4'	780 m	50 let/years	svor/kambizem/mica shist/Cambisols

VÝSLEDKY

Hodnocení výskytu hub na jednotlivých studovaných plochách

V letech 2005 – 2007 bylo zjištěno na všech šesti sledovaných smrkových plochách dohromady 138 druhů makromycetů (tab. 2). Druhů, které nejsou vázané na smrk, resp. nebyly nalezeny na smrkovém stanovišti, ale na/pod modřínů či břízami bylo jen 6, takže celkový počet na/pod smrky, se kterým je nadále výsledkově pracováno, je 132. Druhové zastoupení hub je podle ploch: Bystré I - 8, Bystré II - 46, Bystré III - 41, Uhřínov - 52, Polom - 50, Trčkov - 68 a podle trofismu: mykorhizní 50, saprotrófní terestrické 49, saprotrófní až saproparazitické lignikolní 33.

Bystré I

Pod smrky nerostly v roce 2005 ektomykorhizní houby žádné, v roce 2006 vyrostla *Laccaria proxima* a v roce 2007 začaly bohatě růst kromě *Laccaria proxima* ještě *Cortinarius anomalus* a *Hebeloma crustuliniforme*. Zjištěná diverzita hub celkem 8, z toho mykorhizních 3, saprotrófních terestrických 5, lignikolní žádné. ESL lesa nenarušená. Plocha s charakteristickým výskytem uvedených mykorhizních hub.

Bystré II

Zjištěná diverzita hub 46 druhů, z toho mykorhizní 23 (tj. 50 %), saprotrófní terestrické 11, lignikolní 12. ESL lesa nenarušená. Nejfrekvencovanější mykorhizní druhy *Lactarius rufus*, *Amanita muscaria*, *Russula aeruginea*, *Hygrophorus pustulatus* a saprotrófní *Hypholoma capnoides*. Vzácnější nálezy *Dermocybe cinnamomea*, *D. crocea*, *Cortinarius (Telamonia) sp.* Plocha s charakteristickým výskytem dvou druhů *Dermocybe* a *Cortinarius (Telamonia) sp.*, specifická je přítomnost *Russula aeruginea*.

Bystré III

Zjištěná diverzita hub celkem 41 druhů, nejnížší ze srovnávaných ploch, z toho mykorhizní 21 (tj. 51,2 %, nejvyšší procento zastoupení mykorhizních hub), saprotrófní terestrické 12, lignikolní 8. ESL nenarušená. Nejfrekvencovanější mykorhizní druhy *Xerocomus badius*, *Amanita rubescens*, *Russula ochroleuca*, *Lactarius tabidus* a saprotrófní *Setulipes androsaceus*. Vzácnější charakteristické nálezy *Russula azurea*, *R. badia*, *R. emetica*, *Amanita fulva*, *A. porphyria*. Specifický je bohatý výskyt *Xerocomus badius* a *Russula ochroleuca*, typický pro podhorské a horské přirozené kyselé smrčiny.

Uhřínov

Zjištěná diverzita hub celkem 52 druhů, z toho mykorhizní 13 druhů (tj. 25 %), saprotrófní terestrické 28, lignikolní 11. Mykologické poměry naznačují akutní stupeň narušení ESL. Nejfrekvencovanější mykorhizní druhy *Amanita rubescens*, *Xerocomus subtomentosus*, *Hygrophorus pustulatus* a saprotrófní *Tricholoma mopsis rutilans*, *Clitocybe lanzei*, *Mycena pura*. Vzácnější druh *Amanita regalis*. Plocha je charakterizovaná zejména vysokým výskytem saprotrófních terestrických druhů.

Polom

Zjištěná diverzita hub celkem 50 druhů, z toho mykorhizní 7 (tj. 14 %), nejméně ze srovnávaných ploch, saprotrófní terestrické 25 druhů – vysoký počet, lignikolní 18 – vysoký počet. Mykologické poměry naznačují téměř letální stupeň narušení ESL. Mykorhizní druhy jsou sporadicky frekvencovány, nejvíce *Paxillus involutus* a *Hygrophorus pustulatus*. Bohatě jsou frekvencovány saprotrófní druhy *Collybia dryophila*, *Clitocybe lanzei*, *Calocera viscosa* aj. Na ploše je také vysoký počet lignikolních druhů saprotrófních případně saproparazitických jako *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum*. Vzácnější či zajímavé nálezy *Entoloma venosum*, *Mycena cinerella*. Plocha byla navíc narušena vývraty a částečným odtěžením.

Trčkov

Plocha sousedí s přírodní rezervací. Zjištěná diverzita hub celkem 68 druhů je nejvyšší ze sledovaných ploch, z toho mykorhizních 33 druhů (tj. 48,5 %), saprotrófních terestrických 14, lignikolních 21. ESL nenarušená. Nejfrekvencovanější mykorhizní druhy *Russula ochroleuca*, *Paxillus involutus*, *Hygrophorus pustulatus*, *Amanita rubescens*, *Lactarius rufus* a saprotrófní *Hypholoma capnoides*, *Setulipes androsaceus*. Ze vzácnějších či zajímavějších druhů: *Amanita umbrinolutes*, *Cortinarius glaucopus*, *Inocybe napipes*, *Nyctalis asterospora*, *Psathyrella cotonea*, *Russula favrei*, *Russula emeticicolor* aj. Plocha je charakterizovaná bohatým druhovým spektrem, zejména mykorhizních druhů kyselých horských smrčín.

Celkové hodnocení

Druhově nejbohatší (68) se jeví právě plocha Trčkov, zároveň patří i k plochám s vysokým zastoupením jak mykorhizních druhů (48,5 %), tak druhů lignikolních (30,9 %). Z hlediska zastoupení mykorhizních hub je velmi příznivá i situace na plochách Bystré (I, II – 50 %, III – 51,2 %), naopak nepříznivá na plochách Uhřínov a Polom, kde z 52, resp. 50 druhů zjištěných makromycetů bylo pouze 13, resp. 7 druhů mykorhizních.

Tab. 2.

Přehled makromycetů nalezených v letech 2005 - 2007

List of macromycetes found on plots in years 2005 - 2007

Taxon	Trofismus/Trophicity	Bystré I	Bystré II	Bystré III	Uhřínov	Polom	Trčkov	Počet ploch/Number of plots
<i>Amanita fulva</i>	M			1/1				1
<i>Amanita muscaria</i>	M		21/6			2/1	18/3	3
<i>Amanita pantherina</i>	M		4/1	1/1			1/1	3
<i>Amanita porphyria</i>	M			4/2				1
<i>Amanita regalis</i>	M				3/1			1
<i>Amanita rubescens</i>	M		25/5	17/7	12/7	5/2	9/4	5
<i>Amanita spissa</i>	M		2/2	2/2			2/2	3
<i>Amanita umbrinolutea</i>	M						15/3	1
<i>Amanita vaginata</i>	M		2/2		1/1		1/1	3
<i>Antrodia serialis</i>	SL		30/1				20/1	2
<i>Bjerkandera adusta</i>	SL		10/1	20/1		30/1	15/1	4
<i>Boletus edulis</i>	M						2/2	1
<i>Calocera cornea</i>	SL					50/1		1
<i>Calocera viscosa</i>	SL		8/5	5/3	9/4	8/6	32/7	5
<i>Clavulina cristata</i>	S		6/1	4/1				2
<i>Clitocybe cerussata</i>	S				2/1			1
<i>Clitocybe fragrans</i>	S				6/1			1
<i>Clitocybe incilis</i>	S	5/1						1
<i>Clitocybe langei</i>	S				47/6	105/4	34/3	3
<i>Clitocybe metachroa</i>	S			4/1				1
<i>Clitocybe vibecina</i>	S				1/1		5/1	2
<i>Clitopilus prunulus</i>	M						11/3	1
<i>Collybia asema</i>	S		16/4	12/3	13/5	36/3	6/1	5
<i>Collybia butyracea</i>	S		7/3	2/2	5/2	1/1	2/1	5
<i>Collybia dryophila</i>	S	4/1			11/2	148/8	10/1	4
<i>Collybia maculata</i>	S			1/1				1
<i>Collybia peronata</i>	S					60/2		1
<i>Conocybe</i> sp.	S				1/1	1/1		2
<i>Coprinus</i> cf. <i>ephemerus</i> Lx	S	2/1						1
<i>Coprinus micaceus</i>	SL					60/1		1
<i>Cortinarius</i> (PHLEGM.) <i>glaucopus</i>	M						4/1	1
<i>Cortinarius</i> (SERIC.) <i>anomalus</i>	M	8/3						1
<i>Cortinarius</i> (SERIC.) sp.	M						4/1	1
<i>Cortinarius</i> (TELAM.) cf. <i>castaneus</i>	M		1/1				9/3	2
<i>Cortinarius</i> (TELAM.) sp.	M		2/1				3/1	2
<i>Cystoderma amianthinum</i>	S					10/1	11/2	2
<i>Dacrymyces stillatus</i>	SL		170/2	50/1	101/2	10/1	10/1	5
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	M		7/1					1
<i>Dermocybe crocea</i>	M		17/4				5/1	2
<i>Entoloma venosum</i>	M					4/1		1
<i>Fomitopsis pinicola</i>	SL				1/1	11/3	13/4	3
<i>Galerina badipes</i>	SL					3/1		1
<i>Galerina</i> sp. (v detritu)	S				1/1		4/1	2
<i>Gomphidius maculatus</i> Lx	M	5/2						1
<i>Gymnopilus sapineus</i>	SL				16/2	1/1	2/1	3
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	M	8/4						1
<i>Heterobasidion annosum</i>	SL		1/1		1/1	1/1		3
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	S		4/2		3/1	3/2	4/1	4
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>	M						6/3	1

<i>Hygrophorus pustulatus</i>		M		36/5		24/4	14/2	25/4	4
<i>Hypholoma capnoides</i>		SL		112/8		15/1	10/2	180/7	4
<i>Hypholoma fasciculare</i>		SL						3/1	1
<i>Hypholoma marginatum</i>		SL						4/1	1
<i>Hypholoma sublateritium</i>		SL				10/1			1
<i>Chalciporus piperatus</i>		M						2/2	1
<i>Inocybe napipes</i>		M						28/2	1
<i>Laccaria amethystina</i>		M		2/1					1
<i>Laccaria laccata</i> s.l.	(Be)	M	(4/2)	2/1	4/1			4/2	4
<i>Laccaria proxima</i>		M	3/1						1
<i>Lactarius mitissimus</i>		M		12/2		1/1		2/1	3
<i>Lactarius necator</i>		M			1/1			21/3	2
<i>Lactarius rufus</i>		M		63/8	13/3			9/4	3
<i>Lactarius tabidus</i>		M		80/3	30/3			36/3	3
<i>Lachnellula abietis</i>		SL					40/1		1
<i>Leccinum piceinum</i>		M						1/1	1
<i>Leccinum scabrum</i>	Be	M	4/2						1
<i>Lepista gilva</i>		S				10/2	4/1		2
<i>Lepista inversa</i>		S				30/3	3/1	1/1	3
<i>Lepista nebularis</i>		S			3/1				1
<i>Lycoperdon foetidum</i>		S		3/2	2/1	4/1			3
<i>Lycoperdon molle</i>		S				42/3			1
<i>Lycoperdon perlatum</i>		S				22/4			1
<i>Macrolepiota procera</i>		S					3/1		1
<i>Macrolepiota rhacodes</i>		S				16/4	11/2		2
<i>Marasmius graminum</i>		S	1/1						1
<i>Microcollybia cirrhata</i>		S						24/3	1
<i>Mycena cf. alcalina</i>		S					1/1		1
<i>Mycena capillaripes</i>		S					6/1		1
<i>Mycena cinerella</i>		S					3/1		1
<i>Mycena citrinomarginata</i>		S	1/1						1
<i>Mycena epipterygia</i>		S		14/2	12/1	1/1	30/1		4
<i>Mycena filipes</i>		S		8/2		3/1	10/1		3
<i>Mycena galericulata</i>		SL					16/2	24/4	2
<i>Mycena galopus</i>		S		20/5	2/1	50/4	2/1	20/3	5
<i>Mycena chlorinella</i>		S				1/1			1
<i>Mycena polygramma</i>		SL						1/1	1
<i>Mycena pura</i>		S		7/4		37/5	6/1		3
<i>Mycena sanguinolenta</i>		S				1/1	40/1	1/1	3
<i>Mycena</i> sp.	(Lx)	S	(1/1)	1/1					2
<i>Mycena speirea</i>		SL						1/1	1
<i>Mycena stylobates</i>		S				2/1			1
<i>Nectria cinnabaria</i>		SL		60/1			100/1		2
<i>Nyctalis asterophora</i>		S						20/1	1
<i>Panaeolina foeniseicii</i>		S				1/1			1
<i>Panellus stipticus</i>		SL			20/1				1
<i>Paxillus involutus</i>		M		7/3	2/2		9/4	38/5	4
<i>Phallus impudicus</i>		S		9/4	7/3				2
<i>Pholiota lenta</i>		SL						2/1	1
<i>Pholiota squarrosa</i>		SL						1/1	1
<i>Piptoporus betulinus</i>	Be	SL						1/1	1
<i>Pluteus cervinus</i>		SL			1/1		3/1		2
<i>Psathyrella cotonea</i>		SL						4/1	1

pokračování tab. 2.

<i>Psathyrella gracilis</i>		S				10/1			1
<i>Psathyrella piluliformis</i>		SL					13/1		1
<i>Psilocybe crobula</i>		S				1/1	20/1		2
<i>Rickenella fibula</i>		S			10/1				1
<i>Rickenella swartzii</i>		S	4/2						1
<i>Russula aeruginea</i>		M		19/6		3/2		8/2	3
<i>Russula azurea</i>		M			1/1				1
<i>Russula badia</i>		M			2/1				1
<i>Russula cyanoxantha</i>		M			4/1				1
<i>Russula emetica</i>		M			2/1				1
<i>Russula emeticicolor</i>		M					1/1		1
<i>Russula favrei</i>		M					1/1		1
<i>Russula fragilis</i>		M			1/1				1
<i>Russula integra</i>		M		1/1		3/1		2/1	3
<i>Russula ochroleuca</i>		M		14/4	12/6	9/2	1/1	43/1	5
<i>Russula puellaris</i>		M			1/1	5/1		10/2	3
<i>Setulipes androsaceus</i>		S			107/6	205/2		170/7	3
<i>Stereum hirsutum</i>		SL						10/1	1
<i>Stereum sanguinolentum</i>		SL		20/1	24/2	15/1	20/1		4
<i>Strobilurus esculentus</i>		S					7/1		1
<i>Stropharia aeruginosa</i>		S				5/2	1/1		2
<i>Suillus grevillei</i>	Lx	M	12/4	22/4	1/1	10/2			4
<i>Thelephora palmata</i>		M		4/1					1
<i>Thelephora terrestris</i>		M		50/1	13/2	15/1			3
<i>Trametes hirsuta</i>		SL		5/1					1
<i>Trichaptum abietinum</i>		SL						100/2	1
<i>Tricholoma psammopus</i>	Lx	M	6/2			2/1			2
<i>Tricholomopsis rutilans</i>		SL		3/1	2/1	14/7	6/3	6/1	5
<i>Tylopilus felleus</i>		M						1/1	1
<i>Tyromyces caesius</i>		SL		11/4	2/1	2/2	10/1	30/3	5
<i>Tyromyces stipticus</i>		SL		1/1		5/2	11/3	1/1	4
<i>Xerocomus badius</i>		M		7/3	32/12	3/2	4/1	4/2	5
<i>Xerocomus chrysenteron</i>		M		9/3	3/1	8/3		1/1	4
<i>Xerocomus subtomentosus</i>		M			2/2	9/5			2
<i>Xylaria hypoxylon</i>		SL					8/1		1

Pozn.: (Lx) za jménem taxonu = houba vázaná na modřín, (Be) za jménem taxonu = houba vázaná na břízu, trofismus: (M) = mykorrhizní, (SL) = lignikolní saprotrfí případně saproparazitické, (S) = ostatní saprotrfí, výskyt hub na plochách: abundance/frekvence Note: (Lx) behind taxon's name = fungus bound to larch, (Be) behind taxon's name = fungus bound to birch, trophicity: (M) = mycorrhizal, (SL) = lignicole saprotrophic or saproparasitic, (S) = the other saprotrophic, occurrence of fungi on plots: abundance/frequency

Tab. 3.

Základní meteorologická data ze stanice Deštné v Orlických horách (2005 – 2007)

Basic meteorological data from the observatory Deštné in the Orlické hory (2005 – 2007)

2005			2006			2007		
měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)	měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)	měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)
1	-2,3	197,5	1	-6,7	43,3	1	1,2	169,8
2	-5	95,7	2	-5,5	96,6	2	0,9	88,6
3	-1,5	54,8	3	-2,3	89,1	3	3,5	55,2
4	7,2	37,6	4	5,7	96	4	8,2	7,5
5	10,7	184,3	5	10,7	153,2	5	12,8	64,6
6	13,9	67,8	6	14,9	64,8	6	16,3	91,4
7	16,1	167,6	7	19,8	17,8	7	15,8	158,9
8	14,2	93	8	13,3	343,8	8	15,9	62,4
9	13,1	69	9	13,6	41,9	9	9,2	139,3
10	8	12,5	10	8,7	71,4	10	5,4	34,5
11	0,5	55,4	11	4,1	165,8	11	-0,2	139,3
12	-2,8	163,5	12	1,1	65,2	12	-2,7	66
průměr ⁴	6,01		průměr ⁴	6,45		průměr ⁴	7,19	
suma/sum		1198,7	suma/sum		1248,9	suma/sum		1077,5

¹month, ²temperature, ³precipitation; ⁴average

Z mykorrhizních hub na plochách nejčastěji fruktifikovaly *Russula ochroleuca*, *Amanita rubescens* a *Xerocomus badius* (na 5 plochách), na 4 plochách byly zjištěny *Hygrophorus pustulatus*, *Laccaria laccata*, *Paxillus involutus* a *Xerocomus chrysenteron*.

Z druhů saprotrfických a lignikolních byly nejčastěji sbírány *Calocera viscosa*, *Collybia asema* a *C. butyracea*, *Dacrymyces stillatus*, *Mycena galopus*, *Tricholomopsis rutilans* a *Tyromyces caesioides* (na 5 plochách), na 4 plochách fruktifikovaly *Hypholoma capnoides*, *Bjerkandera adusta*, *Stereum sanguinolentum* a *Tyromyces stypticus*.

Plodnice kořenovníku vrstevnatého *Heterobasidion annosum* - významného houbového škůdce jehličnanů pěstovaných na bývalých zemědělských půdách, byly nalezeny na plochách Bystré II, Uhřínov, Polom, ale i v nejbližším okolí ploch ostatních.

Vyhodnocení mykorrhiz

Vzorky kořenů a mykorrhiz ze studijních ploch na lokalitě Bystré odebrané v letech 2005 - 2007 byly laboratorně zpracovány podle výše zmiňované metodiky. Z následné analýzy vyplývají některé následující výsledky.

V grafu 1 je uvedeno srovnání roční průměrné hodnoty hustoty aktivních a neaktivních mykorrhiz.

Na ploše Bystré I byla zaznamenána nejvyšší hustota Am na podzim r. 2007 2,41 cm⁻¹ a nejnižší na podzim r. 2006 0,81 cm⁻¹. Hustota Nm byla nejnižší na podzim r. 2006 0,11 cm⁻¹ a nejvyšší na podzim r. 2007 0,57 cm⁻¹. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře 2006 a 2007 89 % a nejnižší na podzim 2005 77 %.

Na ploše Bystré II byly zjištěny nejvyšší hustoty Am rovněž na podzim r. 2007 2,19 cm⁻¹ a nejnižší na jaře r. 2005 0,30 cm⁻¹. Nejnižší hustota Nm byla na jaře r. 2006 0,44 cm⁻¹ a nejvyšší na jaře r. 2005 2,05 cm⁻¹. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře r. 2007 76 % a nejnižší na jaře r. 2005 13 %.

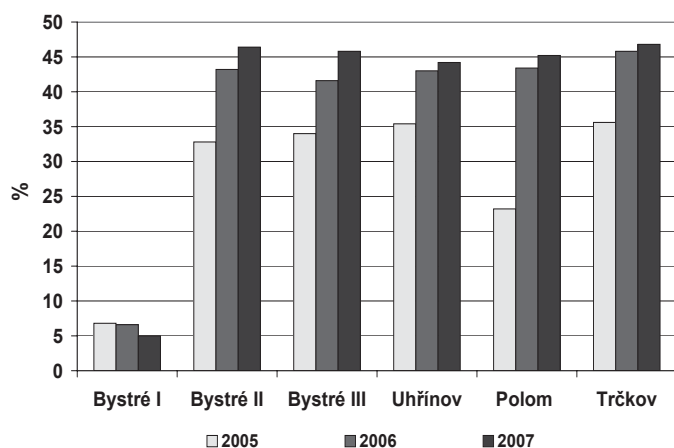
Na ploše Bystré III byla nejvyšší hustota Am zaznamenána rovněž na podzim r. 2007 1,71 cm⁻¹ a nejnižší na podzim r. 2006 0,42 cm⁻¹, nejnižší hustota Nm také na jaře r. 2006 0,31 cm⁻¹ a nejvyšší na podzim r. 2005 1,68 cm⁻¹. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře 2006 74 % a nejnižší na podzim 2005 30 %.

Na všech plochách bylo ve sledovaném období 2005 - 2007 zaznamenáno mírné zlepšování pH, což se projevilo pozitivně zvyšováním počtu aktivních mykorrhiz vzhledem k tomu, že i poměrně velmi malé změny pH ovlivňují jejich množství. Základní úroveň pH se u jednotlivých ploch poněkud lišily, takže jsme pro lepší srovnání transformovali u všech tří ploch na stejnou úroveň jako odchylky od průměrných hodnot pH (graf 2). Srovnání dalších sledovaných hodnot (teplota letní a zimní, srážky letní a zimní, defoliace, sušina kořenů aj.) však nevyznívá jednoznačně, což může být zčásti způsobeno rozdílným stářím porostů (Bystré I - mladší porosty, Bystré II - střední věk, Bystré III - starší porosty), případně také vlivem extrémního průběhu počasí (jaro r. 2006 bylo srážkově nadnormální, r. 2007 teplotně nadnormální a srážkově nejslabší - tab. 3), čímž pak může být celé tříleté sledovací období krátké k zobecnění výsledku této sledované krátkodobější dynamiky.

Hodnocení defoliace stromů

Defoliace stromů se na studijních plochách během doby tříletého šetření až na jednu výjimku zvyšovala (viz graf 3).

Průměrné hodnoty defoliace v r. 2007 zaznamenaly mírné zhoršení oproti r. 2006 a pohybovaly se kolem 45 % (Uhřínov: 44,2 % - Trčkov: 46,8 %), přičemž nejvýraznější zhoršení bylo zaznamenáno na ploše Bystré III (o 4,2 %), nejmenší na ploše Trčkov (o 1,0 %). Zvýšený propad jehliček v r. 2007 lze přisuzovat především výraznému srážkovému deficitu od září 2006 do května 2007.



Obr. 3.

Porovnání defoliace smrku na plochách (2005 – 2007)
Comparison of spruce defoliation figures (2005 - 2007)

Podstatně příznivěji se situace vyvíjela na výzkumné ploše Bystré I, kde se zdravotní stav smrku stabilizoval a kulturu lze považovat za zajištěnou (průměrná defoliace zde dokonce poklesla z 6,8 % v r. 2005 na 5,0 % v r. 2007).

DISKUSE

Studované smrkové porosty zalesněných zemědělských půd lze pro lepší porozumění mykologickým poměrům sledovat a setřítit zejména podle stáří porostů, pH půdních vzorků, nadmořské výšky, případně homogenity porostu, protože tyto skutečnosti mají největší vliv na výskyt hub na stanovišti.

Podle stáří porostů u plochy Bystré I (10 let) je sukcese hub stále ještě v raném stadiu, zatímco ostatní porosty padesátileté a starší (Bystré II, Trčkov a Uhřínov 50 let, Polom 55 let, Bystré III 80 let) již mají mykofloru ustálenějších stadií středního nebo pozdního. Zatímco některé druhy náležející ranému stadiu mizejí nebo již dávno zmizely, celkově ještě i v padesátiletém porostu může druhů přibývat.

Pro tyto starší porosty vcelku platí úvodní metodické poznámky pro ektotrofní stabilitu lesa (ESL), zatímco u porostů do věku 10 let nelze ještě poměr počtu ektomykorhizních druhů hub vůči ostatním dobře vymezit a využít, protože se poměrně rychle mění a celkový počet druhů je nízký. Při zalesnění zemědělské půdy je výchozí složení mykoflory luk a ornice zcela odlišné a například ektomykorhizní houby zde prakticky vůbec nejsou. Tato skupina hub sem proniká zcela nově.

Nadmořské výšky sledovaných lokalit se pohybují mezi 510 až 780 m n. m. (510 - 515 m Bystré, 530 m Uhřínov, 675 m Polom a 780 m Trčkov) a tento rozdíl by neměl mít na výskyt druhů hub podstatnější vliv.

Rozptyl hodnot pH cca od 3,4 do 4,9 (kyselé až slabě kyselé) není tak velký, aby výrazněji ovlivňoval druhovou skladbu fruktifikujících hub (Uhřínov - 3,4; Bystré III - 3,9; Polom - 4,0; Trčkov - 4,1; Bystré II - 4,2; nepatrně vyšší u Bystré I - 4,9). Podložními horninami jsou vesměs fylity, amfibolity, případně metabazity (Bystré I), jen u Trčkova jsou to svory.

Na výskyt druhů hub na plochách mají vliv i příměsi jiných dřevin, jako např. modřinu, břízy, či douglasky. Hub vázaných na tyto přimíšené dřeviny bylo nalezeno pouze 6 druhů.

Mykologické poměry v desetiletém porostu Bystré I

Více druhů rodů *Laccaria*, *Hebeloma*, *Cortinarius* a *Inocybe* a také např. *Lactarius detterimus* je známo jako ektomykorhizní druhy raného sukcesního stadia. U porostů do stáří cca 10 let bylo GÁPEREM a LIZONĚM (1995) zjištěno takových druhů s abundantnějším výskytem celkem 9: *Cortinarius* sp., *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata*, *Lactarius detterimus*, *Chalciporus piperatus*, *Amanita muscaria*, *Inocybe lacera*, *Hebeloma perpallidum*, *Hebeloma sinapizans* a ARNOLDSE et al. (2004) čtyři: *Hebeloma mesophaeum*, *Laccaria laccata* s. l., *Laccaria proxima*, *Cortinarius flexipes* ss. KÜHN.

Houby, které fruktifikovaly na stanovišti Bystré I pod smrky abundantně zejména v 10. roce věku, dobře odpovídají výsledkům zjištěným GÁPEREM a LIZONĚM (1995), kde právě 8. rokem byly výrazně nejabundantnějšími dvě houby: *Cortinarius* sp. a *Hebeloma crustuliniforme*, přičemž rok předchozí i následující byl počtem plodnic slabší. *Laccaria laccata* přitom měla největší abundanci ve druhém roce stáří porostu. Obdobně podle ARNOLDSE et al. (2004) byly 10. rokem nejabundantnější *Hebeloma mesophaeum*, *Laccaria laccata*, *Laccaria proxima* a *Cortinarius flexipes* ss. KÜHN. Jde až o neuvěřitelnou shodu jak v načasování optim výskytu plodnic, tak v jejich druhovém počtu a téměř i shodné druhové skladbě. To vše svědčí jak o opakovatelnosti obdobných jevů, tak o normálním průběhu vývoje symbiomy smrku s ektomykorhizními houbami na ploše Bystré I.

Na jiném stanovišti pak ARNOLDS et al. (2004) uvádí až 22 takových druhů, ale ty jsou v porostech již šestnáctiletých, kde může být již přechod k střednímu sukcesnímu stadiu (a také uvádí, že toto stanoviště mělo mnohem vyšší obsah dusíku a jiných živin v půdě).

Mykologické poměry v porostech různého stáří

Lze je přiblížit vyhodnocením zastoupení druhů hub jednotlivých trofických skupin - v našem případě výsledky z porostů o stáří 10, 50, 55 a 80 let. Podle literárních údajů (GÁPER, LIZONĚ 1995, ARNOLDS et al. 2004) lze doplnit o některá data o porostech mezi desátým a třicátým rokem věku, pokud se týče výskytu a sukcese hub z trofických skupin mykorhizních a saprotrofních terestrických. Zatímco v raných sukcesních stadiích je k dispozici více literárních údajů, naše data pozorování porostů nad 50 let na bývalé zemědělské půdě rozšiřují výsledky směrem k pozdějším stadiím starších porostů. Konkrétním zjištěním je narůstající počet mykorhizních hub na plochách se stárnutím porostu: do 10 let je to cca 10 druhů, do 30 let cca 20 druhů, v 50 - 80 letech cca 30 druhů. Současně lze zjistit i větší rozptyl těchto hodnot podle stavu a podmínek plochy. Jestliže mezi výsledky 30 a pak 50 - 80 let se jeví zřetelný růst, zdá se, že nad 50 let může docházet již k jistému nasycení nárůstové tendence křivky.

ZÁVĚR

Během tříletého studia mykologických poměrů smrkových ploch na nelesních půdách Orlického podhůří byl zjištěn výskyt celkem 132 druhů hub na šesti plochách a stav aktivity mykorhiz na všech třech plochách lokality Bystré. Přínosné jsou výsledky

z období středního a staršího věku porostů, zatím v literatuře neprezentované oproti častěji publikovaným studiím raných stadií sukcesí hub na nelesních půdách. Prokazují, že počet symbiotických (mykorhizních) druhů hub dále s věkem porostů ještě mírně narůstá na dvacet, třicet a více na ploše, zatímco méně početné druhy raných stadií mizí. Padesátileté a starší plochy nelesních půd se zde jeví (svými mykologickými poměry - podle výskytu hub) jako dobře se s věkem přizpůsobující a nabývající podob kvalitou či vzezřením stejnověkových porostů na půdách lesních. Poněkud nižší zde zjištěné abundance u hub přičítáme častěji se vyskytujícím méně příznivým povětrnostním podmínkám.

Právě podle zjištěné rozdílnosti ve výskytu symbiotických druhů hub na jednotlivých plochách hodnotíme ESL ploch místně rozdílně, nejlépe na Trčkově, nejhůře na Polomi. Stav většiny ploch je jen mírně nepříznivě ovlivněn působením saproparazitických druhů hub (*Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis pinicola* ...). Velmi dobrý stav, srovnatelný s údaji literárními, byl zjištěn u desetileté výsadby Bystré I.

Tříletá délka pozorování výskytu hub byla minimální pro zjištění většiny zde se vyskytujících hub, jejichž fruktifikace byla značně ovlivňována meziročně, ale i během jedné sezony zejména výskytem suchých a teplých období, případně nepravidelným rozložením srážek a teplot.

Sledování mykologických poměrů pomocí aktivity mykorhiz, výhodné ve své poněkud nižší bezprostřední závislosti na průběhu počasí, naznačuje vcelku dobré současné poměry lokality Bystré jak u obou ploch se staršími porosty, tak plochy mladé, a vypovídá též o krátkodobějších změnách či tendencích. Tyto se jeví kladné, zejména v korelaci se zjištěným mírným nárůstem pH půdy. Rovněž fruktifikace hub byla v lokalitě Bystré v roce 2007 nejvyšší, i když zde je potřeba takový výsledek hodnotit opatrně vzhledem ke sledované nízké fruktifikaci hub předchozích let 2005, 2006 působené suchými obdobími na této lokalitě.

Poznámka:

Stav výsadby i vyhodnocení možných rizik jeho ovlivnění houbovými organismy byl řešen v rámci projektu NAZV č. QG 50008 „Dynamika přeměny půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému“.

LITERATURA

- ARNOLDS, E., DOUWES, R., SOMHORST, I. Mycological adventures in young spruce plantations on former agricultural soils. *Coolia*, 2004, vol. 47, no. 2, s. 56-64.
- FABIÁNEK, P. et al. Monitoring stavu lesa v České republice 1984 - 2003. Praha: MZ ČR, Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2004. s. 20-35.
- FELLNER, R., PEŠKOVÁ, V. Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can. J. Bot.*, 1995, vol. 73, Suppl. 1, s. 1310-1315.
- GÁPER, J., LIZOŇ, P. Sporocarp succession of mycorrhizal fungi in the Norway spruce plantations in formerly agricultural land. In Baluska, F. et al. (eds.): *Structure and function of roots*. The Netherlands. Kluwer Academic Publisher, 1995, s. 349-352.
- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- KACÁLEK, D., BARTOŠ, J. Růstová prosperita kultur lesních dřevin na zalesněné zemědělské půdě. In Neuhöferová, P. (ed): *Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor*, Kostelec nad Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha: KPL FLE ČZU, Opočno: VS, 2006, s. 209-213.
- MIHÁL, I. Production of fruiting bodies of saprophytic fungi in spruce monocultures planted on former arable land. *Ekológia*, 1998, vol. 17, no. 2, s. 152-161.
- PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F. Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. *Review. Zprávy lesn. výzkumu*, 2006, roč. 51, č. 4, s. 61-68.
- RICEK, E. W. Die Pilzgesellschaften heranwachsender Fichtenbestände auf ehemaligen Wiesenflächen. *Z. Mykol.*, 1981, vol. 47, s. 123-148.
- SOUKUP, F. Lignikolní makromycety doubrav středních Čech a jejich lesnický význam. *Lesnictví - Forestry*, 1996, roč. 42, č. 11, s. 489-499.

MYCOLOGICAL CONDITIONS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

SUMMARY

During three years of mycological study of forest stands on non-forest soils (former farmlands) we found 132 species of fungi on six study plots (Bystré I, II, III, Uhřínov, Polom and Trčkov) situated in the foothills of the Orlické hory mountains. Mycorrhizal conditions were studied on three plots in Bystré. Our results contribute to improve the knowledge about long-term evolution of macro-mycetes associations and mycorrhizal changes. While similar published studies mostly describe only younger stadium of fungi succession on non-forest soils, our results fill the gap for medium and older age groups. Stands ≥ 50 year old appear similar to stands on natural forest soils regarding the mycorrhizal conditions (presence of macromycetes species). During this period a succession of fungi associations reached very similar qualitative composition like in forests of same age on natural forest soils.

Differences in occurrence of symbiotic fungi that are strongly related with ectotrophic stability of local forests were found (indicating best conditions in Trčkov, and worse in Polom). Most study plots are only moderately negatively influenced by presence of saproparasitic species (*Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis pinicola* ...). A very good health status, comparable with published results, was found in young stand Bysté I study plot (a plot with spruces 10 years old).

Mycological conditions reflected in mycorrhizal activity indicate very suitable growth circumstances in Bystré plots (in both old and young stands) in general showing also some short-time changes and trends. In correlation with a moderate increase of a soil pH these small changes were positive, which is in fact supported also by the highest levels of fructifications in Bystré stands in 2007. However, all these results should be considered carefully as dry years occurred in 2005 and 2006, resulting in short fungi fructification.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

RNDr. František Soukup, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 287; e-mail: soukup@vulhm.cz

KONTROLNÍ METODY PRO STANOVENÍ POŠKOZENÍ PŮDY A STOJÍCÍCH STROMŮ TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍMI TECHNOLOGIEMI

CONTROL METHODS FOR DEFINING SOIL AND TREES DAMAGE BY LOGGING AND HAULING TECHNOLOGIES

RADEK JIROUŠEK - RADOMÍR KLVAČ - STANISLAV LIŠKA
LDF MZLU, Brno

ABSTRACT

Within the framework of sustainable forestry supported by the PEFC and FSC certification systems felling and skidding operations are to be carried out by environment-friendly methods. There is no uniform method in the European Union for the quantification of damages to forest stands after logging operations. Individually existing control methods used at the present time are based on different methodologies. The damage to forest stands can be reduced by a properly used highly mechanized technology. The upper limit of damage to standing trees achievable is 6% of trees at maximum. The upper limit of damage to soil can be derived from the root system growth space of Norway spruce (*Picea abies* L.) and is represented by a rut depth of 10 cm.

Klíčová slova: poškození porostu, vysoce mechanizovaná technologie, kontrolní metody
Key words: forest stand damage, fully mechanized technology, control methods

PROBLEMATIKA

Trvale udržitelné hospodaření je jednou z nejvýznamnějších priorit současného lesního hospodářství, plně podporované certifikačními systémy PEFC a FSC. V souvislosti s otázkou trvale udržitelného hospodaření je nutné zamyslet se nad přístupem k lesnímu ekosystému jako takovému, zejména v hospodářských lesích. Tento přístup se samozřejmě týká i těžby a dopravy dříví. Je zřejmé, že vlivem nasazení těžebně dopravní technologie dochází v lesních ekosystémech vždy k určitému poškození těchto ekosystémů jako důsledek interakce stroje a stojících stromů, potažmo půdního povrchu.

Těžebně dopravní technologie nelze posuzovat pouze z hlediska dosahovaných směnových výkonností, produktivity práce, energetické náročnosti, vynaložených nákladů atd., ale také z hlediska škod, způsobených na stávajícím porostu. Cílem vhodně zvolené těžebně dopravní technologie by tedy měla být snaha o minimalizaci škod.

Ochranu před vznikem škod můžeme rozdělit na aktivní a na pasivní. Aktivní ochranu je možné chápat jako komplex technických, výrobních, technologických a organizačních opatření, která slouží ke snížení vzniku škod na lesních ekosystémech. Ochrana pasivní se snaží škodám zamezit pouhým omezováním či zakazováním výrobních postupů apod. (SIMANOV 2001 in MICHÁLEK 2002).

Použití vysoce mechanizovaných těžebních technologií při správně dodržení technologického postupu snižuje poškození lesních ekosystémů v porovnání s klasickými technologiemi. ULRICH et al. (1999) uvádí hodnoty míry poškození stojících stromů pro harvesterovou technologii (2%) a pro kmenovou těžební technologii při výchovných těžebních zásazích (viz tab. 1). RYANEN (1992) prezentuje obdobné hodnoty. Přesto, že někteří autoři uvádějí hodnoty poškození stávajícího porostu vyšší, např. DVOŘÁK (2004) in ULRICH, DVOŘÁK (2004) až 6,14 %, lze tyto vysoce mechanizo-

vané technologie při dodržení správně navrženého technologického procesu označit za šetrné vůči lesním ekosystémům.

V mnoha evropských zemích je podíl zpracovávané dřevní suroviny vysoce mechanizovanou technologií oproti motomanuální technologii mnohem vyšší než v ČR, např. Švédsko (cca 98 %), Irsko (95 %) a Finsko (cca 91 %) (KARJALAINEN et al. 2001).

Vzhledem k rostoucí ceně pracovní síly a snižujícího se zájmu o práci v lesnickém sektoru se drobně navyšuje v ČR i objem těžebních prací zajišťovaných harvesterovou technologií. Přesto nedosahuje v ČR zdaleka takový objem jako v obou skandinávských zemích a Irsku. V roce 2005 dosahoval objem takto zpracovaného dříví 1,712 mil. m³ z celkového objemu těžby, což představuje 11 % z celkového objemu 15,51 mil. m³ těžného dříví (Anon. 2005).

V rámci lesnické praxe EU neexistuje žádná jednotná norma hodnocení stavu lesních porostů po provedení těžebního zásahu. Pro stanovení míry poškození porostu a půdy pojezdem stroje se používá několik metod, jejichž pracnost, praktická použitelnost, přesnost a rychlost je různá. Cílem práce je analyzovat metody používané pro hodnocení poškození půdy či porostu těžebně dopravními technologiemi a navrhnout ty metody, které jsou pro určení míry poškození půdy a porostu nejvhodnější.

METODIKA

Metoda „německá“

Tato metoda se používá pro kontrolu kvality provedení těžebního zásahu v SRN (Spolková republika Německo). Metodika spočívá ve vytyčení kruhové zkusné plochy o poloměru 12,6 m (0,05 ha). Na této ploše se zjišťuje poškození půdy podle hloubky kolejí a registrují se i poškození stojících stromů. V praxi bývá

pro zjednodušení a urychlení kontroly vytyčení kruhové plochy nahrazeno vytyčením čtverce o rozměrech 20 x 20 m (0,04 ha).

Rozmístění a rozestup zkusných ploch nejsou stanoveny, plochy jsou v porostu vytyčovány subjektivně. Jejich minimální počet je závislý na ploše porostu podle tabulky 5. Zkusné plochy se umísťují tak, aby jejich středy ležely vždy ve středu linky, nejméně však 13 m od porostního okraje. Zkusná plocha tak protíná přibližovací linku ve 4 měříškových bodech. (Informační sešit č. 28, Umweltschonender Maschinensatz, Niedersachsen, SRN 1992). V těchto bodech je pak měřena hloubka vyjetých kolejí a na celé ploše zkusné plochy jsou registrována poškození stojících stromů v plošných rozmezích do 10 cm², do 100 cm² nad 100 cm² a počet stromů nepoškozených.

Metoda Mc Mahona

Metoda slouží k stanovení míry poškození půdy. Koncepce metody spočívá v okulárním odhadu porušení půdy na měříškových bodech. Body leží na vytyčených liniích, kolmých na přibližovací linky. Rozestup linií je závislý na ploše porostu a vypočte se ze vzta-

$$R = \frac{L}{n} * 10000 \quad (1)$$

kde:

R	-	rozestup linií (m)
P	-	plocha porostu (ha)
n	-	počet měříškových bodů

Jednotlivým bodům je podle rozsahu poškození přiřazen číselný kód. Body jsou na transektech umístěny ve vzdálenosti 1 m. Body leží vždy ve středu plošek o průměru 0,3 m (707 cm²). Počet bodů je ovlivněn požadovanou přesností (resp. maximální chybou v procentech), viz tabulka 2.

Metoda Mc Mahona modifikovaná (výzkumná studie 9925 o zjišťování mechanických poškození stojících stromů, Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU v Brně)

Pro potřebu zjištění využitelnosti metody Mc Mahona i pro potřebu stanovení míry poškození stojících stromů byla metoda podle Mc Mahona modifikována. Modifikace spočívá v rozšíření o 4 číselné kódy, týkající se popisu poškození stojících stromů (tab. 3). Tyto kódy charakterizují mechanické poškození vzniklé interakcí stroje či nákladu a stojícího stromu. Pokud se na jednom stromě vyskytuje více poškození, registruje se každé jednotlivě a zvlášť. Tato poškození jsou registrována na stromech, vyskytujících se v pruhu o šířce 1 m od vyhodnocovací vytyčené linie.

Metoda „finská“

Tato metoda je velice podobná metodě „německé“. Na přibližovacích linkách se vytyčují obdélníkové zkusné plochy o rozměrech 10 x 24 m (0,024 ha). Každá jednotlivá zkusná plocha je nadále rozdělena do osmi dílčích ploch o rozměrech 3 x 10 m. Na zkusné ploše se měří hloubka kolejí na lince a v rámci jednotlivých dílčích ploch se provádí i evidence poškozených stromů. Rozestup zkusných ploch se řídí podle velikosti porostu (tab. 4). Zaznamenávají se pouze hloubky kolejí přesahující 10 cm. Při vyhodnocení kvality práce je počet hloubek kolejí přesahujících 10 cm násoben rozestupem měříškových bodů a tato vypočítaná délka kolejí je vztažena na celkovou dráhu kolejí (100 %). Za kvalitně zpracované pracoviště se považuje takové, u kterého hloubka kolejí přesahující 10 cm nepřesáhla 5 % celkové délky přibližovacích linek.

Metoda „švédská“

Jedná se o metodu kruhových zkusných ploch, reprezentativně rozmístěných v daném porostu, autorů BJÖRHEDENA a FRÖDINGA (1986). Doporučené rozestupy a počty ploch se zvyšují s velikostí porostu. Samotné vytyčení ploch v porostu se provádí krokovým způsobem ve zvoleném směru z výchozího bodu (zpravidla je jím bod na okraji porostu). První plocha se umístí vždy do rohu porostu a to ve vzdálenosti rovnající se polovině odstupové vzdálenosti. Následuje rozmístění dalších ploch. Zkusné plochy mimo porostů s vysokým zakmeněním jsou o velikosti 100 m², jedná se tedy o kruhové plochy o poloměru 5,64 m. V porostech s vysokým zakmeněním se plocha zkusných ploch redukuje na plochu 50 m², což odpovídá poloměru 3,99 m. Na zkusné ploše se provádí inventarizace poškození ve stejných kategoriích jako u ostatních metod. Zjišťování poškození půdního povrchu se provádí na přibližovacích linkách v intervalu 10 m.

VÝSLEDKY

Matematicko-statistické porovnání kontrolních metod

Metoda „německá“

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Budeme-li tedy předpokládat normální rozdělení statistických souborů zjišťovaných a měřených hodnot, intervalový odhad střední hodnoty určující chybu je dán vzorcem

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha/2}^* \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (2)$$

kde

$t_{\alpha/2}^*$	kritická hodnota Studentova t-rozdělení $\alpha/2$ hladiny významnosti pro $n-1$ stupňů volnosti. Při jednostranném intervalu spolehlivosti se užívá kvantit t_{α} . (DRÁPELA, 2002)
s^2	rozptyl souboru hodnot

Z matematického výrazu

$$t_{\alpha/2}^* \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}},$$

podle kterého se vypočítá chyba, vychází vzorec pro stanovení potřebného rozsahu souboru ve tvaru

$$n = t_{\alpha/2}^2 \cdot \frac{s^2}{\Delta^2} \quad (3)$$

kde

$t_{\alpha/2}^*$	kvantil Studentova t-rozdělení pro $n-1$ stupňů volnosti a $\alpha/2$ hladinu významnosti
s^2	rozptyl souboru hodnot
Δ^2	je požadovaná velikost chyby

Na 1 ha porostní těžebné plochy se vyznačují maximálně 3 zkusné plochy. Při dosažení 5% chyby je tedy pro $n = 3$ odpovídající rozptyl $s^2 = 2,7$ %. Tato hodnota rozptylu odpovídá variačnímu rozpětí $R \% = 9,9$ % střední hodnoty. Znamená to tedy, že maximální a minimální naměřené hodnoty se mohou lišit pouze o 9,9 % střední hodnoty.

Metoda finská

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Budeme-li tedy předpokládat normální rozdělení statistických souborů zjišťovaných a měřených hodnot, intervalový odhad střední hodnoty určující chybu je dán opět vzorcem (2), shodným jako u metody německé. Ke stanovení přesnosti této metody se používají stejné matematické výrazy jako u metody německé (3).

Metoda švédská

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Proto se používají stejné matematické výrazy jako u metod německé a finské. Z tabulky počtu ploch (tab. 5) lze vyčíst, že na 1 ha porostní těžené plochy se u švédské metody vyznačuje 25 zkusných ploch. Pak tedy pro $n = 25$ je pro dosažení požadované 5% chyby odpovídající rozptyl $s^2 = 9,82 \%$. Tato hodnota rozptylu odpovídá variačnímu rozpětí $R \% = 14,3 \%$ střední hodnoty. Znamená to tedy, že maximální a minimální naměřené hodnoty se mohou lišit pouze o 14,3 % střední hodnoty.

Metoda podle Mc Mahona

Veličinami poškození jsou jednotlivé kódy poškození půdy a stojících stromů, tedy relativní četnosti kvalitativních znaků s hodnotami veličin 1 – 0 (ano – ne). Jedná se tedy o veličiny charakteru pravděpodobnosti s binomickým rozdělením a parametrem střední hodnoty $\mu = p$.

Směrodatná odchylka se vypočte podle vztahu

$$\sigma = \frac{p \cdot (1-p)}{n} \quad (4)$$

kde:

p je pravděpodobnost výskytu jevu (kódu poškození)
 n je celkový počet výsledků pokusů.

Přesnost výsledku určuje interval spolehlivosti pro relativní četnost p , který má odhadní vzorec

$$P = p \pm z_{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \quad (5)$$

podle polohy hodnot p a n ,

kde:

p je pravděpodobnost výskytu jevu (kódu poškození)
 n je celkový počet výsledků pokusů.

Pro dostatečně velká n a p , ležící v intervalu 30 – 70 %, symbol P označuje odhadnutý interval spolehlivosti a značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α . Potřebný rozsah měření pak vypočítáme podle vztahu

$$n = p \cdot (1-p) \cdot \frac{z_{\alpha}^2}{\Delta^2} \quad (6)$$

kde:

Δ je uvažovaná chyba
 z_{α} značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α .
 p odhadnutý interval spolehlivosti

Pro dostatečně velká n a p , ležící v intervalu pod 30 % a nad 70 %, je nutno použít nejprve Fischerovu transformaci. Odhad $\varphi_p = 2 \cdot \arcsin \sqrt{p}$ intervalu spolehlivosti pro transformovanou veličinu φ_p lze stanovit jako

$$\varphi_p = \varphi_p \pm \frac{z_{\alpha}}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

kde:

z_{α} značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α
 φ_p odhad intervalu spolehlivosti pro transformovanou veličinu
 n počet výsledků pokusů

Z tohoto výrazu vypočítaný potřebný rozsah měření se zjistí rovněž z výrazu

$$n = p \cdot (1-p) \cdot \frac{z_{\alpha}^2}{\Delta^2} \quad (8)$$

kde:

z_{α} značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α
 n počet výsledků pokusů
 p odhadnutý interval spolehlivosti

Požadované počty měření při pravděpodobnosti dosažení požadované přesnosti 95 %, tj. $z_{\alpha} = 1,96 (= 2)$ jsou uvedeny v tabulce 2.

DISKUSE A ZÁVĚR

Použitá metoda by měla vždy odpovídat cíli zkoumání míry poškození a případně být použitelná pro stanovení výše náhrady za tato poškození. Je zřejmé, že metoda Mc Mahon analyzuje poškození porostů komplexně, s původním zaměřením především na poškození půdy, riziko vzniku erozí apod. S doplněnými kódy popisujícími poškození stojících stromů se z této metody stal všestranný nástroj, umožňující stanovit příčinu a rozsah poškození půdy i stávajícího porostu. Vzhledem k vysokému počtu měřičských bodů, zaručujících požadovanou přesnost, a obtížnému vyznačování měřičských transektů v mladších porostech a porostech s vysokým zakmeněním je metoda Mc Mahon vhodná spíše pro účely velmi přesného stanovení poškození pro znalecké posudky sloužící k určení výše náhrady za poškození lesního majetku a pro vědecké účely. K praktickému pružnému používání jsou vhodnější vzhledem k menší časové náročnosti a dostačující přesnosti metody ostatní.

Pojetím zkoumaných veličin poškození porostů se liší Mc Mahon od finské, švédské i německé metody. Míra přesnosti u metody Mc Mahon je přímo závislá na počtu měřičských bodů. Přesnost německé, finské a švédské metody je závislá na skutečném rozptylu naměřených hodnot poškození. Potřebný počet ploch určuje rozptyl hodnot pro požadovanou přesnost. S větším počtem změřených zkusných ploch lze předpokládat přesnější výsledek. Obecně lze konstatovat, že mezi výsledky, dosaženými těmito metodami, není statisticky významný rozdíl.

Rozdíly v naměřené míře poškození jednotlivých porostů, naměřených jednotlivými metodami lze přičíst jednak odlišným přírodním podmínkám v porostech i lidskému faktoru. Ten ovlivňuje kvalitu provedené práce operátorů strojů a subjektivní rozmístění ploch u německé, finské i švédské metody.

Lze tedy konstatovat, že pro provozní praktické potřeby jsou z hlediska přesnosti vhodné díky nevýznamným rozdílům všechny jmenované metody. Proto by v rozhodovacím procesu měl být kladen důraz na časovou náročnost metod a tedy i na nižší náklady na kontrolu pracoviště. Z těchto důvodů jsou vhodnější metody německá, švédská nebo finská.

Vhodným nasazením harvesterových technologií lze docílit nižších škod na stojících stromech. ULRICH (1999) uvádí 2 %, RYYANEN (1992) uvádí hodnoty mezi 0,9 - 1,5 %, DVOŘÁK (2004) maximálně poškození 6% stojících stromů.

Za kritickou hodnotu poškození půdy lze i v tuzemských podmínkách považovat hloubku kolejí 10 cm tak, jak tuto hranici popisuje finská metoda zjišťování porušení půdy. Tato hranice poškození vychází z biologických a růstových vlastností smrku ztepilého jako nejvíce zastoupené dřeviny v ČR. ULRICH (2006) uvádí, že kořenový prostor pod středoevropskými smrkovými

porosty je jen několik cm vysoký (8 - 20 cm). Z tohoto důvodu by vyšší tolerovaná hloubka kolejí vedla nutně k poškození kořenového systému. Lze vycházet i z přehledu poškození uvedeného v tabulce 6. Kromě poškození půdy jsou zde uvedeny i jednotlivé typy poškození stromů.

Tato dílčí zjištění vedou k možnosti stanovení mezní hranice přípustných škod na půdním povrchu. Autoři se domnívají, že mezní hranici při používání harvesterových technologií pro těžbu a přibližování dříví by měla být stanovena hloubka kolejí 10 cm na maximálně 10 % celkové přibližovací vzdálenosti.

Poděkování:

Tato práce byla vypracována s přispěním výzkumného záměru LDF MZLU v Brně č. MSM 6215648902 „Les a dřevo, ...“ a projektu NAZV č. QH71159 Ministerstva zemědělství ČR „Model multikriteriálního hodnocení šetrných přibližovacích technologií“.

Tab. 1.

Rozsah škod při použití různých těžebních technologií a jejich variant
Damages when various harvesting technologies are used with their variants

Sortimentní metoda (harvesterová technologie)/ Assortment technology (harvesting)	Kmenová technologie (kácení - ŘMP, vyklizování - kůň, přibližování - UKT)/ Stem technology (felling, skidding by horse, by UKT)	Kmenová technologie (kácení - ŘMP, vyklizování - kůň, přibližování - SLKT)/ Stem technology (felling, skidding by horse, by SLKT)
2,02 %	7,28 %	22,12 %

Pozn.: ŘMP – řetězová motorová pila; UKT – univerzální kolový traktor; SLKT – speciální lesní kolový traktor/ Note: ŘMP - chain power saw; UKT – farm tractor; SLKT - skidder

Tab. 2.

Potřebný počet měřičských bodů pro požadovanou přesnost měření (MC MAHON 1995)
Number of measurement points needed for measurement accuracy (MC MAHON 1995)

Chyba v %/ Error in %	Počet měřičských bodů/ Number of measurement points
1	10 000
2	2 500
3	1 111
4	400

Tab. 3.

Číselné kódy, popisující poškození stromů (ULRICH et al. 2001)
Numeral codes describing trees damage (ULRICH et al. 2001)

Kód/Code 12	Drobné poškození stromu o ploše do 10 cm ² / Tiny tree damage on plot up to 10 cm ²
Kód/Code 13	Poškození stromu o ploše do 100 cm ² /Tree damage on plot up to 100 cm ²
Kód/Code 13+	Poškození stromu o ploše nad 100 cm ² /Tree damage on plot over 100 cm ²
Kód/Code 14	Stromy nepoškozené/ Undamaged trees

Tab. 4.

Plocha a rozestup zkusných ploch podle velikosti porostu u finské metody
Area and spacing of experimental plots according to stand size for the Finnish method

Plocha porostu/Stand area	Rozestup zkusných ploch na lince/ Spacing of experimental plots on trail (m)	Přibližná celková plocha zkusných ploch/ Approximate total area of experimental plots
do/up to 1,5 ha	30	1/3 nebo 1/4 z porostní plochy/1/3 or 1/4 from stand area
nad/over 1,5 ha	40	1/4 nebo 1/5 z porostní plochy/1/4 or 1/5 from stand area

Tab. 5.

Počet zkusných ploch u kontrolních metod v závislosti na velikosti porostu
Number of experimental plots for control method in dependence on stand size

Velikost porostu/ Stand size (ha)	Počet zkusných ploch/Number of experimental plots		
	Německá metoda/German method	Finská metoda/Finnish method	Švédská metoda/Swedish method
1	2	6	25
2	4	8	25
3	5	10	30
4	6	12	30
5	7	13	35
6	8	15	35
7	8	16	35
8	9	18	35
9	10	19	35
10	10	20	35

Tab. 6.

Poškození půdního povrchu a stromů provozem těžební techniky. Kritéria pro posuzování:

Damage of soil surface and trees by logging. Criteria for assessment:

Třída poškození/Damage class	Kód/ Code	Typ poškození/ Damage type	Popis/Description
Poškození půdy/Damage of soil:			
Půda bez viditelného poškození, maximální zatížení půdy - 50 kPa/ Soil without visible damage, maximal load 50 kPa	1	humus nenarušen/ humus undisturbed	humus v ploše nenarušen, zmlazení neporušeno, příp. jen rýhy po vyklizová- ní kmenů. Klest roztroušen v minimální vrstvě/humus on plot undisturbed, regeneration undisturbed or only furrows after stem skidding. Brush spread in minimal layer
Slabé poškození vlečením nákladu/ Slight damage by dragging of load	2	humus částečně narušen/ humus partly disturbed	a) humus změněn pomístně ve svém uložení a skladbě, svrchní půda zčásti obnažena po pohybu kmenů z porostu, rýhy zřetelně viditelné/humus changed locally in its storage and composition, topsoil partly denuded after stem remo- ving from the stands, furrows markedly visible; b) humus a svrchní půda či pod- rostní části rostlin (borůvka a pod.) jsou promíchány na větší ploše (cca 50 %), půdní struktura velmi málo změněna/humus and topsoil or plant layer (bilberry etc.) are mixed on the larger area (ca 50%), soil structure changed very little
Hloubková poškození způsobená pojezdem/ Depth damage caused by mechaniza- tion passage	3	humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány/ humus and topsoil are mixed	humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány, půdní struktura nezměněna/ humus and topsoil are mixed, soil structure unchanged
	4	slabé poškození do hloubky 5 cm/ slight damage up to depth of 5 cm	poškození ve stopách kol a to jak humusu, tak i půdy stlačením, změna struktury půdy patrná, rýhy po pohybu kmenů při vytahování lanem, hromadění vody v kolejích, vytváření okrajových valů půdy s humusem na okrajích kolejí/damage in wheel trails both of humus and soil by pressure, change in soil structure evident, furrows after stem removal by rigging, water accumulation in trails, creation of marginal soil mounds with humus on margins of trails
	5	silné poškození půdy koleje do hloubky 15 cm v převážné délce/heavy damage of soil up to depth of 15 cm	
	6	hloubka/depth 15 - 30 cm	
	7	hloubka nad / depth over 30 cm	značná deformace půdy v kolejích, humus již neexistuje, navrstvení zeminy do okolí linek, nestejná hloubka kolejí, nebezpečí zapadnutí traktoru, častá přítomnost vody v kolejích, nutnost vyhledání nové linky či oprava grade- rem nebo navršeným klestem/distinct soil deformation in trails, humus does not exist any more, soil piling into surrounding of lines, variable depth of trails, danger for tractor to sink, frequent presence of water in trails, necessi- ty to search for new lines or repair by grader or by brush piling
Navrstvení klestu/Brush piling	8	navrstvení minerální půdy a podloží/piling of mineral soil and subsoil	navrstvení na povrchu lesní půdy, vrstvy nejsou zpevněny/ piling on the surface of forest soil, layers are not reinforced
	9	tloušťka vrstvy/layer thickness 10 - 30 cm	lesní půdu není možno spatřit, překážky sazenicím a výsadbě/ forest soil is not seen, barrier for plants and plantings
Porosty neprůjezdné, nepřístupné// Non-passable stands, not available	10	tloušťka vrstvy nad/layer thickness over 30 cm	
	11	skály, pařezy, kameny, zamokřelá místa/rocks, stumps, stones, water-logged places	pomístné balvany a pařezy (0,2 - 0,5 m ³), půdy částečně rozbahnělé, jen za mrazu průjezdné, strže, prohlubně hlubší jak 1 m, pomístně navětralé skály, sklony svahů 30 % do 45 %, neproduktivní prostory, zamokřelé půdy, půdy na svazích nad 45 %, výskyt souvislých skal, ochranné porosty/partially boulders and stumps (0,2 - 0,5 m ³), soils partially boggy, passable only in time of frost, ravines, abysses deeper than 1 m, locally weathered rocks, slope gradients 30 to 40 %, non-productive space, water-logged soils, soils on slopes over 45 %, occurrence of continuous rocks, protective stands
Poškození stromů/Damage of trees:			
Drobná poškození o ploše do 10 cm ² / Tiny damage on plot up to 10 cm ²	12	odřeni nebo odloupení kůry v daném rozsahu/rubbing or peeling of bark in defined size	zřetelné mechanické poškození, např. odřeni a odloupení kůry na kořeno- vých náběžích nebo kmeni stromu/distinct mechanical damage, for instance by rubbing and peeling of bark on buttresses or tree stem
Větší poškození o ploše nad 10 cm ² / Larger damage on plot over 10 cm ²	13	odřeni nebo odloupení kůry v daném rozsahu/rubbing or peeling of bark in defined size	výšku poškození stromu nad terénem musí být uveden zlomkem/ height of tree damage over terrain must be defined by a fraction
	13+	výrazné poškození nad 100 cm ² /marked damage over 100 cm ²	
Strom bez poškození/ Tree without damage	14		na kořenových náběžích ani na kmeni stromu nejsou vizuálně zjištěna mechanic- ká poškození/no mechanical damage is visible either on buttresses or on stem

LITERATURA

- Anonymus Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2006. 135 s. ISBN 80-7804-550-3.
- BJÖRHEDEN, R., FRÖDING, A. A new routine for checking the biological quality of thinning in practice. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, 1986, Research Notes 48. 14 s.
- DRÁPELA, K. Statistické metody I. (pro obory lesního, dřevařského a krajinného inženýrství), Brno: Ústav hospodářské úpravy lesů LDF MZLU, 2002, 160 s. ISBN 80-7157-416-3
- KARJALAINEN, T., ZIMMER, B., BERG, S., WELLING, J., SCHWAIGER, H., FINÉR, L., CORTIJO, P. Energy, carbon and other material flows in the Life Cycle Assessment of forestry and forest products. Achievements of the Working Group 1 of the COST Action E9. European Forest Institute, Finland, 2001, 68 s. ISBN 952-9844-92-1, ISSN 1455-6936.
- MC MAHON, S. A survey method for assessing site disturbance. New Zealand Logging Industry Research Organisation. Project Report 54. Rotorua. 1995, 16 s.
- MICHÁLEK, T. Rozbor škod na lesních porostech způsobených těžební činností a posouzení metod pro jejich zhodnocení. Diplomová práce. Brno: Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU, 2002. 49 s.
- RYYANEN, S. Agricultural tractor and harvester in thinning of pine stands. Tyotehoseuran-Metsätiedote, 1992, no. 3, 6 s., 8 ref.
- SIMANOV, V. Těžba a soustředování dříví (přednášky – osnova). Brno: Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU, 2002.
- ULRICH, R., DVOŘÁK, J. Harvestorové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD. Krátkodobý seminář pro řídící pracovníky Praha: ČZÚ, 2004. ISBN 80-213-1154-1
- ULRICH, R., NERUDA, J., VALENTA, J., CHYBA, M., INGERLOVA, J. Kontrolní metody po probírkách provedených harvestorovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi. Vyjádření škod na půdě a porostu. Studie. Brno: MZLU, 2001.
- ULRICH, R., NERUDA, J., VOJÁČEK, A., INGERLOVÁ, J. Zjišťování škod ve smrkových probírkových porostech po harvestorech a vyvážecích traktorech. Studie. Brno: MZLU, 1999.

CONTROL METHODS FOR DEFINING SOIL AND TREES DAMAGE BY LOGGING AND HAULING TECHNOLOGIES

SUMMARY

It is obvious that McMahon's method analyses the damage to stands in a complex manner with the original focus primarily on soil disturbance, risk of erosions etc. The supplemented codes characterizing damage to standing trees have turned this method into a versatile tool that also enables to determine the cause and extent of soil disturbance and damage to the existing stand. With regard to high number of points of measurement guaranteeing the required accuracy and difficult marking of measuring transects in younger stands and stands with high degree of stocking, the McMahon's method is more suitable for purposes of a very accurate determination of damage for expert opinions laying down the amount of compensation for the damage to forest property and for scientific application. The other methods, such as the German, Finnish or Swedish, are more appropriate for practical and flexible use due to their smaller time intensity and sufficient accuracy.

The McMahon's method varies from the Finnish, Swedish and German methods also in the interpretation of the examined variables. The rate of accuracy is directly proportional to the number of points of measurement. The accuracy of the German, Finnish and Swedish methods depends on the actual dispersion of the measured values of damage. The necessary number of plots defines the dispersion of values for the required accuracy. The higher the number of measured sample plots, the more accurate result can be assumed.

If machinery is used in water-logged sites, it is absolutely necessary to conform to the current moisture conditions in the soil and thus also to the soil bearing capacity.

Lower damage to standing trees can be achieved by means of an appropriate employment of harvester technologies. ULRICH (1999) and RYYANEN (1992) appraise the preventable damage to standing trees at 2 % and between 0.9 % and 1.5 %, respectively.

The rut depth of 10 cm, as defined by the Finnish method for soil disturbance determination, can be regarded as a critical value of soil disturbance also in the context of the Czech Republic. This limit of disturbance is based on the biological and growth characteristics of Norway spruce which is the most frequently represented tree species in the CR. ULRICH (2006) remarks that the root space under spruce stands in central Europe is only few centimetres high (8 - 20 cm).

This is the reason why higher tolerated rut depth would necessarily lead to damages on the root system. The overview of damage specified in table 6 can also serve as a basis for the critical value determination. Apart from soil disturbance, also individual types of damage to trees are listed.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Radomír Klvač, Ph.D., Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a dřevařská univerzita, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 528; e-mail: klvac@mendelu.cz

ROZBOR NÁHODNÝCH ŤAŽIEB DREVA NA SLOVENSKU PODĽA ŠKODLIVÝCH ČINITEĽOV A LESNÝCH VEGETAČNÝCH STUPŇOV

SALVAGE CUTS ANALYSIS IN SLOVAKIA WITH REGARD TO HARMFUL AGENTS AND ALTITUDINAL VEGETATION ZONES

JOZEF KONÔPKA - BOHDAN KONÔPKA - CHRISTO NIKOLOV
NLC LVÚ Zvolen

ABSTRACT

Recently, considerable increase of salvage cuts has been recorded in Slovakia. Therefore, we have performed analysis of the salvage cuts based on forestry management records in the years 2002 - 2006. The analysis was made with regard to harmful agents (wind, snow, ice, drought, bark beetles, fungi, air pollution, and others), and also according to altitudinal vegetation zones. Results show that the most important harmful agent was wind, followed by bark beetles and fungi. The largest volume of salvage cuts was found in the 5th then in the 6th and 4th altitudinal vegetation zone. As for the wood volume per forest stand hectare base, the order was the 6th, 5th, and 7th altitudinal vegetation zones. Thus, the harmful agents endanger the forest stands mainly in the mountain areas, prevailing for spruces. The results can be used for taking preventive and protective measures with respect to importance of the particular harmful agents under specific conditions of the altitudinal vegetation zones.

Kľúčové slová: lesná hospodárska evidencie, náhodná ťažba, podkôrny hmyz, lesný vegetačný stupeň, vietor
Key words: altitudinal vegetation zone, bark beetles, forestry management records, salvage cut, wind

PROBLEMATIKA A CIEĽ PRÁCE

Zvláštnosťou lesov na Slovensku je to, že v porovnaní so susednými štátmi sú na relatívne malej ploche veľmi pestré prírodné podmienky a rozličné typy lesov, od nížinných po vysokohorské. Pritom sa zachovala široká škála pôvodných drevín a lesných spoločenstiev. V zastúpení drevín sa dlhodobo presadzuje požiadavka rôznorodosti lesných porastov. Podľa Súhrnnej informácie o stave lesov SR (SLHP, PIL) pre rok 2007 (MORAVČÍK et al. 2007) ihličnaté porasty zaberajú približne 31 %, listnaté 50 % a zmiešané porasty 19 %. Podľa Národnej inventarizácie a monitoringu lesov SR 2005 - 2007 (ŠMELKO et al. 2008), kde sa posudzovala prirodzenosť lesov, takmer 5 % lesných ekosystémov možno hodnotiť ako prírodné, t.j. tvorené pôvodnými drevinami bez viditeľných znakov ľudskej činnosti, 60 % lesov je prirodzených, 20 % prevažne prirodzených a 15 % zmenených a premenených (ide prevažne o smrekové a borovicové monokultúry).

Z uvedených dôvodov sa na území Slovenska v minulosti nevyskytovali tak veľké kalamity, napríklad hmyzie, ako v okolitých štátoch, kde došlo k zmene drevinového zloženia najmä v prospech „ekonomických“ drevín (smrek, borovica). Situácia sa však v ostatných desaťročiach postupne mení. Podstatne sa zvýšil rozsah poškodzovania lesných porastov v dôsledku mechanického pôsobenia abiotických škodlivých činiteľov. Čoraz častejšie epizódy sucha a extrémnych teplôt fyziologicky oslabujú dreviny. Rozvrátené a oslabené lesné porasty sekundárne napádajú škodcovia, najčastejšie podkôrny hmyz. Prevládajúcim javom v súčasnosti je, že lesné porasty, najmä smrečiny hromadne hynú v dôsledku synergického pôsobenia komplexu škodlivých činiteľov. Zhoršovanie stavu lesov

a zvýšená frekvencia reťazových porúch v lesných ekosystémoch sa hypoteticky dáva do súvisu s klimatickou zmenou a jej sprievodnými javmi (KONÔPKA, B. 2007).

Aj keď nie je cieľom tejto práce analyzovať príčiny tejto nepriaznivej situácie, predsa aspoň stručne uvedieme, že z hľadiska lesného hospodárstva ich možno rozdeliť do dvoch skupín: objektívne a subjektívne. Objektívne vyplývajú zo zmenených existenčných podmienok lesných ekosystémov, najmä v dôsledku klimatickej zmeny. Ide jednak o oslabenie lesných ekosystémov, či zníženie ich odolnosti, ako aj o zvýšenie agresivity škodlivých činiteľov. Poukazujú na to mnohé práce zahraničných i domácich autorov (uvádzajú sa v už citovanej práci KONÔPKA, B. 2007). Taktiež prognóza ohrozenia lesných porastov škodlivými činiteľmi do budúcnosti je veľmi nepriaznivá. Lesné hospodárstvo na Slovensku nemohlo a ani nemôže túto situáciu podstatnejšie ovplyvniť či zmeniť. Ide o celosvetový, globálny problém ľudstva. Príčiny subjektívneho charakteru súvisia s konkrétnou lesníckou činnosťou, teda s tým či sa dostatočne reaguje na novú situáciu, ktorá vznikla v dôsledku klimatickej zmeny. Tu teda ide o oblasť, do ktorej možno aktívne vstúpiť a nepriaznivý vývoj do určitej miery zmeniť, resp. zmierniť.

Zabezpečenie ochrany lesných porastov proti pôsobeniu škodlivých činiteľov je za tejto situácie najzávažnejšia úloha lesníctva na Slovensku. Aby bolo možné túto problematiku riešiť, dôležité je vedieť, ktoré škodlivé činitele a v akých konkrétnych prírodných podmienkach najviac poškodzujú lesné porasty. Ide o objasnenie vzťahu vlastností abiotického prostredia a lesných porastov k poškodzovaniu škodlivými činiteľmi.

Problematikou interakcií medzi abiotickým prostredím, lesnými ekosystémami a škodlivými činiteľmi sa zaoberali viacerí autori. V prvom rade to bol prof. Stolina, ktorý už v 50. rokoch minulého storočia použil ZLATNÍKOVE typologické jednotky na identifikáciu ekologických podmienok pre aktivitu, resp. pasivitu disturbančných faktorov (STOLINA 1957, 1959 a ďalšie). Využitelnosť typologických jednotiek na tento účel potvrdil dlhoročným rozsiahlym výskumom. Išlo napríklad o viazanosť dendrofágnych druhov hmyzu na lesné dreviny a o ich funkciu v disturbančnom procese lesných ekosystémov (napr. STOLINA 1959), alebo poškodzovanie lesných porastov zverou v závislosti na ich drevinovom zložení podľa typologických jednotiek (NOVÁKOVÁ, STOLINA 1961). Vzťahom vlastností prostredia, charakterizovanými typologickými jednotkami a ohrozením lesných porastov zverou sa zaoberal PAULENKA (1987). Ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi v nadväznosti na typologické jednotky riešil KONÔPKA, J. (1975), KONÔPKA, J. et al. (2008) a ďalší.

Cieľom práce je v nadväznosti na prírodné podmienky, konkrétne lesné vegetačné stupne, kvantifikovať závažnosť pôsobenia, či poškodzovania lesných porastov jednotlivými škodlivými činiteľmi. Malo by to slúžiť ako jeden z podkladov pre vypracovanie diferencovaných návrhov na realizáciu ochranných a obranných opatrení.

MATERIÁL A METODIKA

Riešenie problematiky vychádzalo z podkladov lesnej hospodárskej evidencie, ktorú vedie Národné lesnícke centrum, Ústav lesných zdrojov a informatiky Zvolen. Ako časový úsek sa zvolilo obdobie ostatných piatich rokov, t.j. 2002 - 2006. Použili sa všetky jednotky priestorového rozdelenia lesa (JPRL) na území SR, pokiaľ boli k dispozícii relevantné informácie o objeme náhodných ťažieb a ich štruktúre. Treba uviesť, že do rozboru nebolo možné zobrať celkovú náhodnú ťažbu za päťročné obdobie (základný súbor), ale len tú, kde boli k dispozícii relevantné údaje. Celková náhodná ťažba za uvedené päťročné obdobie bola 18 619 tis. m³ a do rozboru sa zoberalo len 13 732 tis. m³, čiže 74 %. Preto, aby sa uvádzali úplne údaje o náhodnej ťažbe, zistené objemy sa prenasobili koeficientom 1,356 (t.j. 18 619 : 13 732). Ročný priemer sa vypočítal predelením piatimi. JPRL sa roztriedili podľa lesných vegetačných stupňov a škodlivých činiteľov. Údaje o náhodnej ťažbe a jej štruktúre sa zosumarizovali podľa lesných vegetačných stupňov. Štruktúra náhodnej ťažby sa vyhodnotila podľa týchto škodlivých činiteľov: vietor, sneh, námraza, sucho, podkôrny a drevokazný hmyz (ďalej podkôrny hmyz), huby, imisie a iné (ostatný hmyz, požiare, krádeže a pod.).

Treba uviesť, že do rozboru nebolo možné zahrnúť dlhšie časové obdobie (pred rokom 2002), pretože z podkladov lesnej hospodárskej evidencie sa nedali získať relevantné informácie o príčinách náhodných ťažieb podľa JPRL.

Priemerná ročná náhodná ťažba sa vyhodnotila v kombinácii: príčina vzniku (škodlivý činiteľ) - lokalizácia výskytu následkov pôsobenia (lesný vegetačný stupeň). Analýza databáz, finálne matematické a grafické spracovanie sa vykonalo pomocou programu Microsoft Excel. Grafické vyobrazenie rozšírenia lesných vegetačných stupňov a výskytu škodlivých činiteľov na území Slovenska sa vykonalo prostredníctvom programu ArcGIS 9.2.

Lesné vegetačné stupne, ktoré charakterizujú klimatické pomery (v závislosti na nadmorskej výške), zaberajú 97,64 % porastovej pôdy lesov Slovenska. Ich výmera podľa VLADOVIČA (2002) je takáto: 1. (t.j. dubový) - 84 070 ha, 2. (bukovo-dubový) - 267 717 ha, 3. (dubovo-bukový) - 438 110 ha, 4. (bukový) - 384 358 ha, 5. (jedľovo-bukový) - 390 567 ha, 6. (smrekovo-bukovo-jedľový) - 176 031 ha, 7. (smrekový) - 39 876 ha. Spolu tvoria rozlohu 1 780 729 ha. Až na náhodne, hydrologicky podmienené súbory, ktoré predstavujú 2,36 % (43 571 ha), sa do hodnotenia nezahrnuli.

V ďalšom uvedieme druhovú drevinovú štruktúru lesných porastov podľa lesných vegetačných stupňov s osobitným zreteľom na vzťah drevín k ekologickým podmienkam, či predpokladanej klimatickej zmene (Kolektív 2008).

V 1. (dubovom) lesnom vegetačnom stupni sa nachádza pomerne málo lesov. Z drevín iba borovica vytvára porasty s rozlohou nad 10 tis. ha a dub nad 20 tis. ha. Plocha žiadnej z ostatných drevín nepresahuje 900 ha. Buk je tu na okraji svojho rozšírenia na ploche 861 ha. Pre smrek, jedľu a smrekovec nie sú tu vhodné ekologické podmienky. Ide o výmeru okolo 300 ha, na ktorej treba čo najskôr nahradiť tieto dreviny dubom a borovicou.

V 2. (bukovo-dubovom) lesnom vegetačnom stupni je buk taktiež na okraji svojho areálu. Pokrýva 31 tis. ha. Nepriaznivé ekologické podmienky sú tu taktiež pre smrek, jedľu a smrekovec (vyskytujú sa na ploche 5 tis. ha). Tieto dreviny treba nahradiť dubom a borovicou. Najväčšie zastúpenie má dub (117 tis. ha), buk (31 tis. ha) a potom borovica (13 tis. ha).

V 3. (dubovo-bukovom) lesnom vegetačnom stupni sú suboptimálne podmienky pre dreviny smrek (13 tis. ha) a jedľu (5 tis. ha), ktoré sa tu nachádzajú na okraji svojho výskytu. Smrekovec sa vyskytuje na ploche 1,6 tis. ha a borovica na 25,6 tis. ha. Najväčšie zastúpenie má buk - 207 tis. ha a potom dub s 91 tis. ha.

V 4. (bukovom) lesnom vegetačnom stupni sú vhodné podmienky pre pestovanie buka. Táto drevina tu má vysoké zastúpenie - 200,5 tis. ha. Ďalšie poradie zastúpenia drevín je takéto: smrek 60 tis. ha, borovica 24 tis. ha, dub 23 tis. ha, jedľa 20 tis. ha a smrekovec 3 tis. ha. Problémovými drevinami sú smrek a jedľa, preto treba redukovat' ich zastúpenie.

V 5. (jedľovo-bukovom) lesnom vegetačnom stupni sú vhodné ekologické podmienky pre drevinu buk, kde sa počíta s jej rozšírením najmä na úkor smreka. Bukové porasty sa tu vyskytujú na výmere takmer 100 tis. ha. Najväčšie zastúpenie má však smrek - takmer 194 tis. ha. Ďalšie poradie zastúpenia jednotlivých drevín je takéto: jedľa 37 tis. ha, smrekovec 17 tis. ha, borovica 11 tis. ha a dub necelých 3 tis. ha. Treba tu rátať so znížením zastúpenia smreka, pritom je vhodné nahrádzať ho najmä bukom a jedľou.

V 6. (smrekovo-bukovo-jedľovom) lesnom vegetačnom stupni sú vhodné ekologické podmienky pre dreviny smrek, buk a jedľa. Najväčšie zastúpenie má smrek 114 tis. ha, potom buk 27 tis. ha, jedľa a smrekovec po 9 tis. ha. Borovica sa tu vyskytuje len na ploche 0,5 tis. ha. Ráta sa s tým, že ekologické podmienky v budúcnosti budú vyhovovať viac buku a jedli ako smreku.

V 7. (smrekovom) lesnom vegetačnom stupni sa existujúce podmienky pre buk, smrek, jedľu, smrekovec nezhoršia, skôr sa počíta s ich zlepšením. V súčasnosti má tu najväčšie zastúpenie smrek - 20 tis. ha. Zastúpenie buka je necelých 1 tis. ha. Ešte menšie zastúpenie má jedľa smrekovec a borovica.

Tab. 1.

Priemerný ročný objem náhodnej ťažby dreva (tis. m³) na Slovensku za roky 2002 - 2006 podľa škodlivých činiteľov a lesných vegetačných stupňov

Mean annual volume of salvage cuts of wood (thousand m³) in Slovakia in the years 2002 - 2006 with regard to harmful agents and altitudinal vegetation zones

¹ Škodlivý činiteľ	² Lesný vegetačný stupeň							¹¹ Spolu
	1	2	3	4	5	6	7	
³ Vietor	5,995	36,494	146,941	255,562	966,697	750,170	71,532	2 233,391
⁴ Sneh	0,211	3,478	9,125	28,560	56,140	43,947	2,047	143,509
⁵ Námraza	0,310	3,692	7,899	5,130	3,416	0,049	0,000	20,496
⁶ Sucho	24,595	18,862	16,309	9,246	15,474	5,307	0,125	89,918
⁷ Podkôrny hmyz	0,860	13,084	53,252	134,571	326,592	112,449	4,034	644,842
⁸ Huby	1,858	17,107	4,982	4,702	196,166	33,823	0,259	258,897
⁹ Imisie	0,478	1,360	6,588	21,346	135,186	33,945	1,435	200,337
¹⁰ Iné	5,837	11,614	17,158	19,614	53,930	22,851	1,754	132,758
¹¹ Spolu	40,144	105,691	262,254	478,731	1 753,601	1 002,541	81,185	3 724,148

Explanatory notes: ¹harmful agent, ²altitudinal vegetation zone, ³wind, ⁴snow, ⁵ice, ⁶drought, ⁷bark beetles, ⁸fungi, ⁹air pollution, ¹⁰others, ¹¹together

VÝSLEDKY

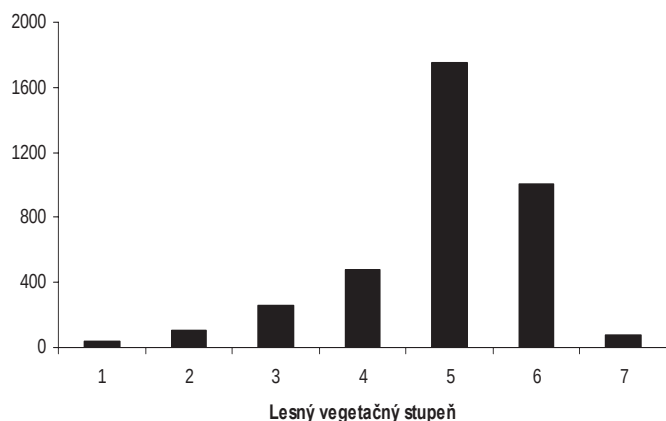
Priemerná ročná náhodná ťažba na Slovensku za roky 2002 - 2006 podľa lesných vegetačných stupňov a škodlivých činiteľov v absolútnych hodnotách (tis. m³) sa uvádza v tabuľke 1.

Na obrázku 1a sa zobrazil priemerný ročný objem (za roky 2002 - 2006) náhodných ťažieb v dôsledku pôsobenia všetkých škodlivých činiteľov spolu podľa lesných vegetačných stupňov. Maximálny objem (1 754 tis. m³) sa zistil v 5. lesnom vegetačnom stupni, potom v 6. (1 003 tis. m³), najmenší bol v 1. lesnom vegetačnom stupni (40 tis. m³).

Na obrázku 1b sa zobrazil priemerný ročný objem (za roky 2002 - 2006) náhodných ťažieb podľa škodlivých činiteľov. Najviac

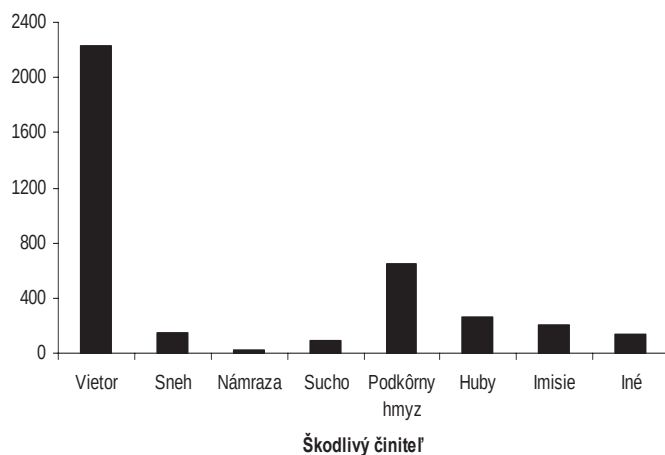
náhodnej ťažby pripadá na vietor (2 233 tis. m³), potom podkôrny hmyz (645 tis. m³) a huby (259 tis. m³). Najmenší objem spôsobila námraza (20 tis. m³).

Relatívny podiel náhodnej ťažby v lesných vegetačných stupňoch pripadajúci na jednotlivé škodlivé činitele, ako aj spolu za všetky lesné vegetačné stupne sa uvádza v tabuľke 2. Vyplýva z nej, že na Slovensku za uvedené päťročné obdobie pripadalo najviac náhodnej ťažby na vietor, t.j. 60 %. Abiotické činitele spolu (vrátane sucha) sa na náhodnej ťažbe podieľali 67 %. Na druhom mieste bol podkôrny hmyz (17 %). Ďalšie poradie je: huby, imisie, iné škodlivé činitele. Štruktúra náhodnej ťažby sa veľmi mení podľa lesných vegetačných stupňov. V 1. lesnom vegetačnom stupni sa jednoznačne najviac náhodnej ťažby realizovalo v dôsledku sucha (61 %).

**Obr. 1a.**

Priemerný ročný objem náhodných ťažieb dreva (tis.m³) v dôsledku pôsobenia všetkých škodlivých činiteľov podľa lesných vegetačných stupňov

Mean annual volume of salvage cuts of wood (thousand m³) due to all harmful agents together with regard to altitudinal vegetation zones

**Obr. 1b.**

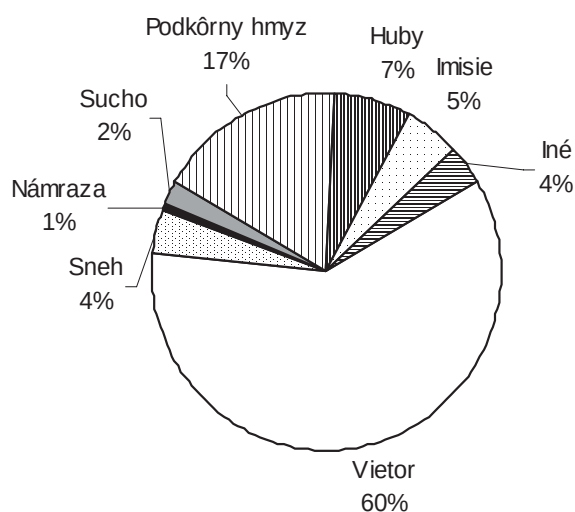
Priemerný ročný objem náhodných ťažieb dreva (tis.m³) podľa škodlivých činiteľov

Mean annual volume of salvage cuts of wood (thousand m³) with regard to harmful agents (wind, snow, ice, drought, bark beetles, fungi, air pollution, others)

Na druhom mieste boli vietor a iné škodlivé činitele (po 15 %), potom huby (5 %). Iná situácia bola v 2. lesnom vegetačnom stupni. Tu sa už na prvé miesto dostal vietor (35 %), sucho bolo na druhom mieste (18 %), výrazne stúpol podiel náhodnej ťažby v dôsledku húb (18 %) a podkôrneho hmyzu (12 %), znížil sa podiel iných škodlivých činiteľov (11 %). V 3. lesnom vegetačnom stupni sa jednoznačne dostal na prvé miesto vietor (56 %), po ňom nasledoval podkôrny hmyz (20 %). Ďalej nasledovali iné škodlivé činitele (7 %) a sucho (6 %). Obdobná situácia bola v 4. lesnom vegetačnom stupni: vietor (53 %), podkôrny hmyz (28 %, t.j. výrazné zvýšenie),

potom sneh (6 %), imisie a iné škodlivé činitele (po 4 %). V 5. lesnom vegetačnom stupni sa poradie škodlivých činiteľov na prvom a druhom mieste nezmenilo (vietor 55 %, podkôrny hmyz 19 %, tzn. podstatné zníženie jeho podielu), nasledovali huby (11 %) a imisie (8 %). Také isté poradie na prvom a druhom mieste sa zachovalo aj v 6. a 7. lesnom vegetačnom stupni (vietor 75 %, resp. 88 %, podkôrny hmyz 11 %, resp. 65 %). Na treťom mieste bol v obidvoch lesných vegetačných stupňoch sneh (4 %, resp. 3 %).

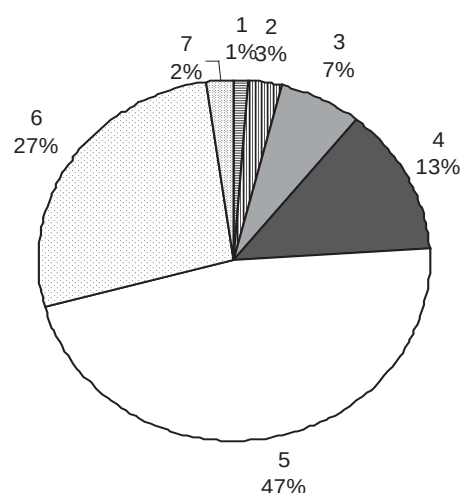
Percentuálny podiel jednotlivých škodlivých činiteľov na celkovej náhodnej ťažbe počas rokov 2002 – 2006 sa zobrazil na obrázku 2.



Obr. 2.

Percentuálny podiel náhodnej ťažby dreva pripadajúci na jednotlivé škodlivé činitele

Percentile share of salvage cuts of wood according to the particular harmful agents (wind 60%, snow 4%, ice 1%, drought 2%, bark beetles 17%, fungi 7%, air pollution 5%, others 4%)



Obr. 3.

Percentuálny podiel náhodnej ťažby pripadajúci na jednotlivé lesné vegetačné stupne

Percentile share of the salvage cuts according to altitudinal vegetation zones

Tab. 2.

Štruktúra náhodnej ťažby dreva na Slovensku za roky 2002 - 2006 podľa lesných vegetačných stupňov a škodlivých činiteľov (% vertikálne)
Salvage cuts structure in Slovakia in the years of 2002 - 2006 with regard to altitudinal vegetation zones and harmful agents (in % vertically)

¹ Škodlivý činiteľ	² Lesný vegetačný stupeň							¹¹ Spolu
	1	2	3	4	5	6	7	
³ Vietor	14,93	34,53	56,03	53,38	55,13	74,83	88,11	59,97
⁴ Sneh	0,52	3,29	3,48	5,97	3,2	4,38	2,52	3,85
⁵ Námraza	0,77	3,49	3,01	1,07	0,19	0	0	0,55
⁶ Sucho	61,27	17,85	6,22	1,93	0,88	0,53	0,15	2,41
⁷ Podkôrny hmyz	2,14	12,38	20,31	28,11	18,62	11,22	4,97	17,32
⁸ Huby	4,63	16,19	1,90	0,98	11,19	3,37	0,32	6,95
⁹ Imisie	1,19	1,29	2,51	4,46	7,71	3,39	1,77	5,38
¹⁰ Iné	14,54	10,99	6,54	4,10	3,08	2,28	2,16	3,56

Explanatory notes: ¹harmful agent, ²altitudinal vegetation zone, ³wind, ⁴snow, ⁵ice, ⁶drought, ⁷bark beetles, ⁸fungi, ⁹air pollution, ¹⁰others, ¹¹together

Tab. 3.

Štruktúra náhodnej ťažby dreva na Slovensku za roky 2002 - 2006 podľa škodlivých činiteľov a lesných vegetačných stupňov (% horizontálne)

Structure of salvage cuts of wood in Slovakia for the years 2002 - 2006 with regard to harmful agents and altitudinal vegetation zones (in % horizontally)

¹ Škodlivý činiteľ	² Lesný vegetačný stupeň						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
³ Vietor	0,27	1,63	6,58	11,44	43,28	33,59	3,2
⁴ Sneh	0,15	2,42	6,36	19,9	39,12	30,62	1,43
⁵ Námraza	1,51	18,01	38,54	25,03	16,66	0,24	0
⁶ Sucho	27,35	20,98	18,14	10,28	17,21	5,9	0,14
⁷ Podkôrny hmyz	0,13	2,03	8,26	20,87	50,65	17,44	0,63
⁸ Huby	0,72	6,61	1,92	1,82	75,77	13,06	0,1
⁹ Imisie	0,24	0,68	3,29	10,65	67,48	16,94	0,72
¹⁰ Iné	4,4	8,75	12,92	14,77	40,62	17,21	1,32
¹¹ Spolu	1,08	2,84	7,04	12,85	47,09	26,92	2,18

Explanatory notes: ¹harmful agent, ²altitudinal vegetation zone, ³wind, ⁴snow, ⁵ice, ⁶drought, ⁷bark beetles, ⁸fungi, ⁹air pollution, ¹⁰others, ¹¹together

Tab. 4.

Objem náhodnej ťažby dreva (m³) prepočítaný na hektár porastovej plochy a rok na Slovensku za roky 2002 – 2006 podľa škodlivých činiteľov a lesných vegetačných stupňov

Volume of salvage cuts of wood (m³) calculated on a forest stand hectare base and year in Slovakia during 2002 - 2006 with regard to harmful agents and altitudinal vegetation zones

¹ Škodlivý činiteľ	² Lesný vegetačný stupeň							¹¹ Priemer
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
³ Vietor	0,072	0,137	0,335	0,664	2,475	4,262	1,794	1,254
⁴ Sneh	0,003	0,014	0,020	0,075	0,144	0,250	0,052	0,080
⁵ Námraza	0,004	0,014	0,018	0,014	0,008	0,000	0,000	0,011
⁶ Sucho	0,293	0,071	0,037	0,024	0,039	0,030	0,003	0,050
⁷ Podkôrny hmyz	0,011	0,049	0,122	0,350	0,837	0,639	0,102	0,362
⁸ Huby	0,022	0,064	0,011	0,012	0,502	0,193	0,007	0,145
⁹ Imisie	0,005	0,005	0,015	0,056	0,346	0,193	0,037	0,113
¹⁰ Iné	0,069	0,043	0,039	0,052	0,138	0,130	0,043	0,075
¹¹ Priemer	0,477	0,395	0,598	1,246	4,490	5,695	2,035	2,091

Explanatory notes: ¹harmful agent, ²altitudinal vegetation zone, ³wind, ⁴snow, ⁵ice, ⁶drought, ⁷bark beetles, ⁸fungi, ⁹air pollution, ¹⁰others, ¹¹average

Vysvetlivky: - priemerná hektárová náhodná ťažba za 1 rok: veľká, t.j. 0,31 m³ na hektár a rok a viac; stredná, t.j. 0,11 - 0,30 m³ na hektár a rok; nízka, t.j. 0,10 m³ na hektár a rok a menej

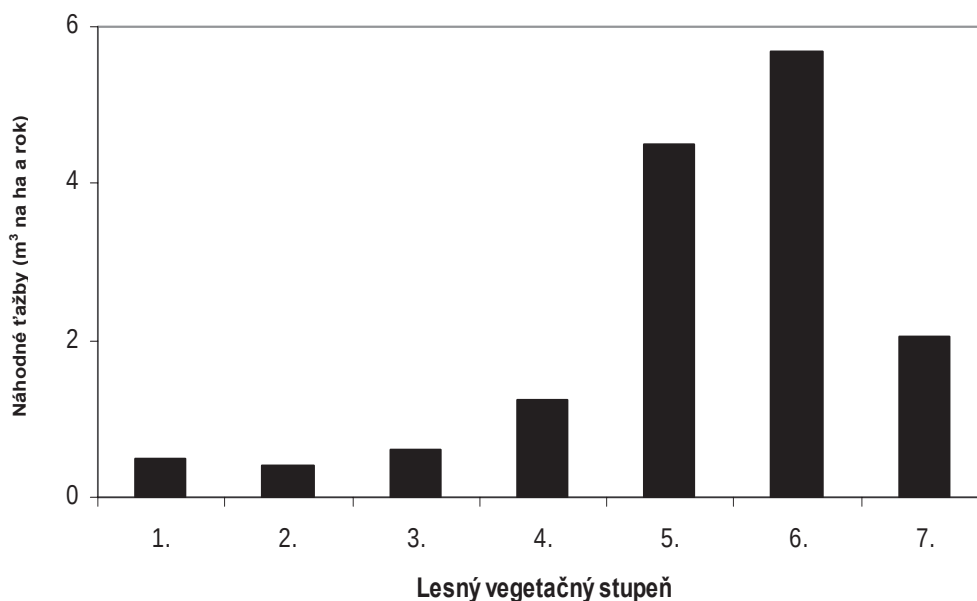
V ďalšom sa zistil podiel náhodnej ťažby v jednotlivých lesných vegetačných stupňoch na celkovej náhodnej ťažbe, resp. ako sa na nej podieľajú lesné vegetačné stupne podľa jednotlivých škodlivých činiteľov. Kým v tabuľke 2 sa hodnoty náhodných ťažieb vyjadrili v percentách vertikálne, v tabuľke 3 sa takéto percentuálne vyjadrenie vykonalo horizontálne.

Okrem toho sa ešte percentuálny podiel jednotlivých lesných vegetačných stupňov na celkovej náhodnej ťažbe spôsobenej všetkými škodlivými činiteľmi počas rokov 2002 – 2006 zobrazil na obrázku 3.

Z celkovej náhodnej ťažby sa najviac náhodnej ťažby realizovalo v 5. lesnom vegetačnom stupni (47 %). Ďalšie poradie je 6. (27 %), 4. (13 %) a 3. (7 %). Najmenší objem je v 1. (1 %), potom v 7. (2 %) a v 2. (3 %). Také isté je poradie lesných vegetačných stupňov pri vetre a približne aj pri snehu. Inak je tomu pri námraze, najviac v 3., potom 4., 2. a v 5., a pri suchu, najviac v 1. a potom postupne klesá smerom k vyššie ležiacim lesným vegetačným stupňom (s výnimkou 4. a 5., kde je to opačne). Pri podkôrnom hmyze je poradie lesných vegetačných stupňov takéto: najviac v 5., potom 4., 6., a 3. Na huby najviac pripadalo v 5. (až 76 %),

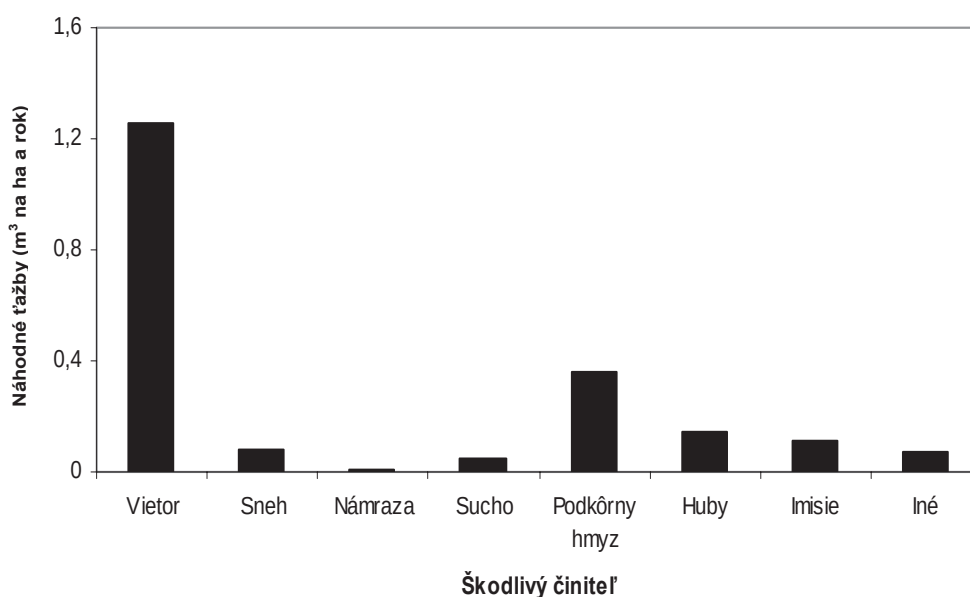
potom v 6. a 2. Pri imisiách najviac náhodnej ťažby bolo v 5., potom 6. a 4. Obdobne aj pri iných škodlivých činiteľoch najviac náhodnej ťažby sa realizovalo v 5., potom 6., v 4. a ďalej postupne klesalo smerom k nižšie ležiacim lesným vegetačným stupňom. Najmenej bolo v 7. lesnom vegetačnom stupni. Ako z uvedenej analýzy vidieť, najviac náhodnej ťažby bolo v 5. lesnom vegetačnom stupni. Tak je tomu pri všetkých škodlivých činiteľoch s výnimkou námrazy (najviac v 3. lesnom vegetačnom stupni) a sucha (najviac v 1.).

Ak sa porovnajú percentá náhodnej ťažby v tabuľke 2 s tabuľkou 3, vidieť značné rozdiely. Je to pochopiteľné, lebo ide o rozdielne ukazovatele. V prvej tabuľke dávame odpoveď na otázku, ako sa jednotlivé škodlivé činitele podieľajú na náhodnej ťažbe v tom ktorom lesnom vegetačnom stupni. V druhej tabuľke dávame odpoveď na otázku, aký podiel náhodnej ťažby pripadá na konkrétny lesný vegetačný stupeň, a to jednak z celkovej náhodnej ťažby, ako aj pripadajúcej na určitého škodlivého činiteľa.



Obr. 4a.

Priemerná ročná náhodná ťažba na hektár porastovej plochy lesa podľa lesných vegetačných stupňov
Mean annual salvage cuts per hectare of forest with regard to altitudinal vegetation zones



Obr. 4b.

Priemerná ročná náhodná ťažba na hektár porastovej plochy lesa podľa škodlivých činiteľov
Mean annual salvage cuts per forest stand hectare according to the harmful agents (wind, snow, ice, drought, bark beetles, fungi, air pollution, others)

Lesné vegetačné stupne nemajú však rovnakú výmeru (porastovú plochu). Rôzne výmery majú veľký vplyv na objem náhodnej ťažby (ak je výmera veľká, aj náhodnej ťažby je viac a opačne). Preto, ak chceme relevantne odpovedať na otázku, akou intenzitou ohrozujú jednotlivé škodlivé činitele lesné porasty v lesných vegetačných stupňoch, resp. ako sú ohrozené lesné vegetačné stupne jednotlivými škodlivými činiteľmi, musí sa zohľadniť táto skutočnosť. Možno to dosiahnuť tým, že sa prepočítajú náhodné ťažby na ha porastovej plochy a na jeden rok. Výsledky sa uvádzajú v tabuľke 4.

Na hektár porastovej plochy a rok v uvedenom období pripadalo 2,09 m³ náhodnej ťažby. Poradie škodlivých činiteľov podľa objemu náhodnej ťažby pripadajúcej na hektár porastovej plochy a rok spolu vo všetkých lesných vegetačných stupňoch bolo takéto: vietor (1,25 m³), podkôrny hmyz (0,36 m³), huby (0,15 m³), imisie (0,11 m³), sneh (0,08 m³), iné (0,08 m³), sucho (0,05 m³), námraza (0,01 m³). Výsledky sa zobrazili na obrázku 4a. Poradie lesných vegetačných stupňov podľa objemu náhodnej ťažby (všetky škodlivé činitele spolu) pripadajúcej na hektár porastovej plochy bolo takéto: 6. (5,70 m³), 5. (4,49 m³), 7. (2,04 m³), 4. (1,25 m³), 3. (0,60 m³), 1. (0,48 m³), 2. (0,40 m³). Výsledky sa zobrazili na obrázku 4b.

V jednotlivých lesných vegetačných stupňoch bolo poradie škodlivých činiteľov podľa objemu náhodnej ťažby pripadajúceho na ha a rok porastovej plochy (uvádzajú sa tri škodlivé činitele s najvyšším objemom):

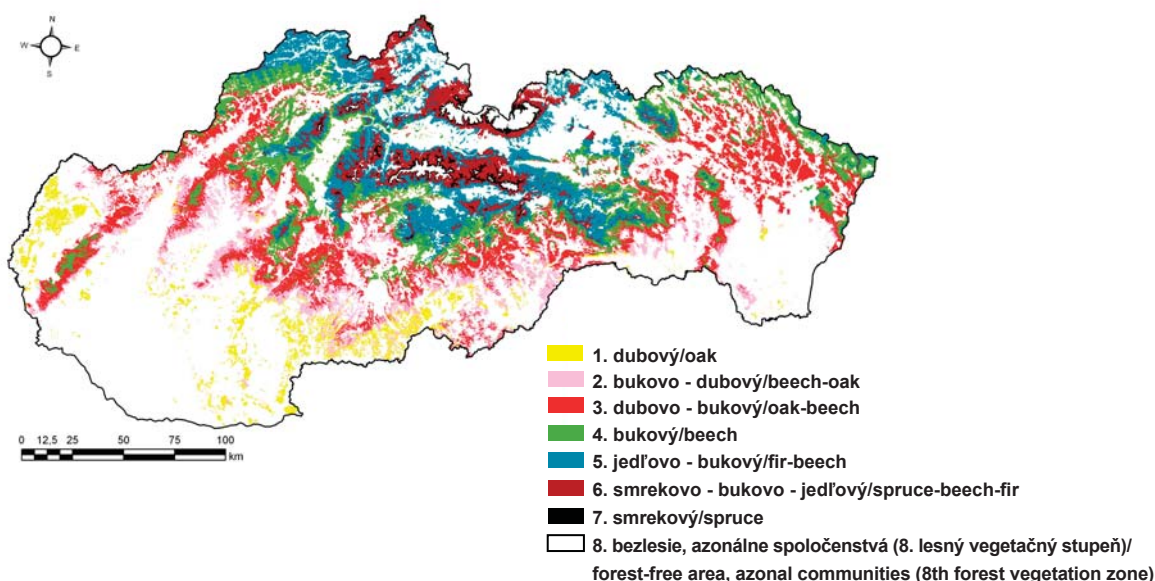
- 1. lesný vegetačný stupeň: sucho, vietor, iné škodlivé činitele
- 2. lesný vegetačný stupeň: vietor, sucho, huby
- 3. lesný vegetačný stupeň: vietor, podkôrny hmyz, iné škodlivé činitele
- 4. lesný vegetačný stupeň: vietor, podkôrny hmyz, sneh
- 5. lesný vegetačný stupeň: vietor, podkôrny hmyz, huby
- 6. lesný vegetačný stupeň: vietor, podkôrny hmyz, sneh
- 7. lesný vegetačný stupeň: vietor, podkôrny hmyz, sneh

Poradie lesných vegetačných stupňov podľa objemu náhodnej ťažby na ha a rok pri jednotlivých škodlivých činiteľoch bolo takéto (uvádzajú tri lesné vegetačné stupne s najvyšším objemom):

- vietor: 6., 5., 7.
- sneh: 6., 5., 4.
- námraza: 3., 2., 4.
- sucho: 1., 2., 3.
- podkôrny hmyz: 5., 6., 4.
- huby: 5., 6., 2.
- imisie: 5., 6., 4.
- iné: 5., 6., 1.

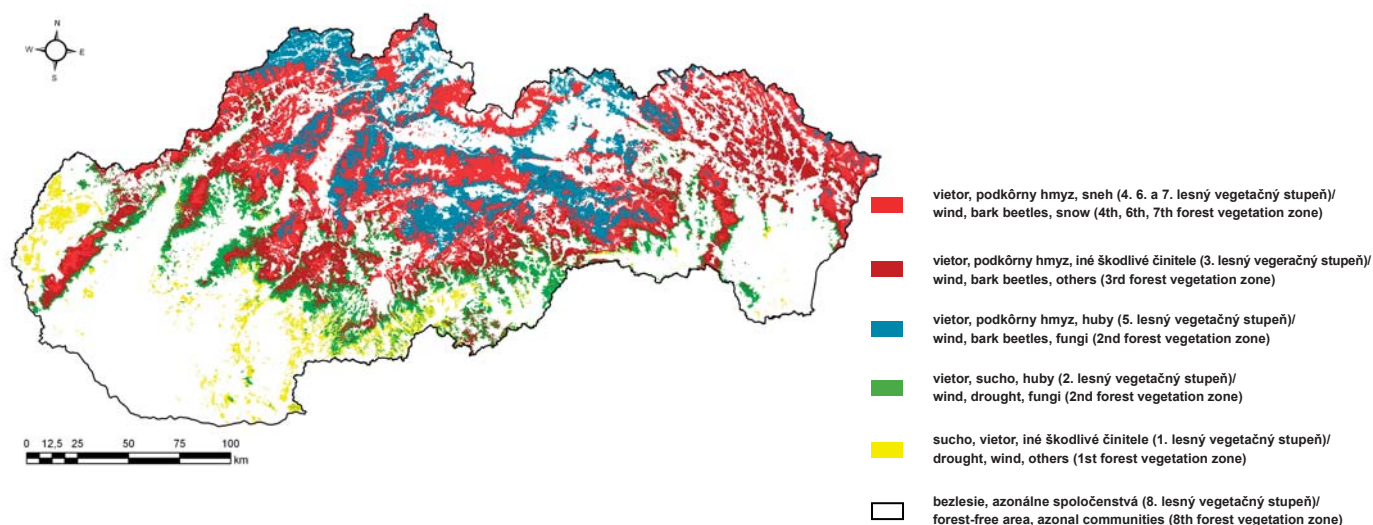
Tabuľka 4 taktiež synteticky zobrazuje ohrozenie lesných porastov, čiže dáva odpoveď na otázku, aký objem náhodnej ťažby na hektár a rok spôsobil určitý škodlivý činiteľ v príslušnom lesnom vegetačnom stupni. Názorne to vidieť, keď sa napríklad v uvedenej tabuľke označia najväčšie objemy náhodnej ťažby pripadajúce na hektár porastovej plochy a rok (0,31 m³ a viac), stredné objemy (0,11 - 0,30 m³) a najmenšie objemy (0,10 m³ a menej). Potom najväčšie ohrozenie lesných porastov zo všetkých škodlivých činiteľov je vetrom v 4. až 7., podkôrnym hmyzom v 4. až 6., hubami a imisiami v 5. lesnom vegetačnom stupni. Stredné ohrozenie lesných porastov vetrom je v 3., snehom v 5. a 6., podkôrnym hmyzom v 3., imisiami v 6. a inými škodlivými činiteľmi v 5. a 6. lesnom vegetačnom stupni. Samozrejme hranice medzi jednotlivými stupňami možno zvoliť aj inak.

Nakoniec ešte uvedieme lokalizáciu lesných vegetačných stupňov na Slovensku (obr. 5) a lokalizáciu ohrozenia lesných porastov v jednotlivých lesných vegetačných stupňoch v poradí podľa závažnosti škodlivých činiteľov (najzávažnejší, v poradí na druhom mieste, na treťom mieste) (obr. 6). Z uvedeného vyplýva, že 34 % (600 tis. ha) z celkovej výmery porastovej pôdy lesov na Slovensku ohrozuje vietor, podkôrny hmyz, sneh (4. 6. 7. lesný vegetačný stupeň), 25 % (438 tis. ha) vietor, podkôrny hmyz, iné škodlivé činitele



Obr. 5.

Lokalizácia lesných vegetačných stupňov na Slovensku
 Localization of altitudinal vegetation zones in Slovakia



Obr. 6.

Lokalizácia ohrozenia lesných porastov v jednotlivých lesných vegetačných stupňoch v poradí podľa závažnosti škodlivých činiteľov (na prvom mieste sa uvádza najzávažnejší, potom umiestnený na druhom a na treťom mieste)

Localization of threatened forest stands in particular altitudinal vegetation zones according to importance of harmful agents (the most important are presented in the first place, followed on the second and third places)

(3. lesný vegetačný stupeň), 22 % (391 tis. ha) viator, podkôrný hmyz, huby (5. lesný vegetačný stupeň), 15 % (268 tis. m³) viator, sucho, huby (2. lesný vegetačný stupeň), 4 % (84 tis. ha) sucho, viator, iné škodlivé činitele (1. lesný vegetačný stupeň).

DISKUSIA A ZÁVER

Z uvedeného rozboru vidieť, že lesné porasty na Slovensku najviac ohrozuje viator. Vo všetkých lesných vegetačných stupňoch okrem 1. je tento škodlivý činiteľ na prvom mieste. Počnúc 3. lesným vegetačným stupňom až po 7. je na druhom mieste podkôrný hmyz. Na treťom mieste boli huby. Tu sú však medzi jednotlivými lesnými vegetačnými stupňami pomerne veľké rozdiely. Nasledujú imisie, ktoré sa v piatich lesných vegetačných stupňoch umiestnili na štvrtom mieste. V poradí ako ďalší škodlivý činiteľ je sneh, ktorý bol v troch lesných vegetačných stupňoch na treťom mieste. Iné škodlivé činitele sa v štyroch lesných vegetačných stupňoch umiestnili na piatom mieste. V dôsledku sucha vznikajú náhodné ťažby v najnižšie ležiacich lesných vegetačných stupňoch (najviac v 1.). Námraza ohrozuje lesné porasty od 2. po 5. lesný vegetačný stupeň.

Variačné rozpätie náhodnej ťažby prepočítanej na hektár a rok podľa jednotlivých škodlivých činiteľov je od 0,011 (námraza) po 1,254 m³ (viator). Podľa lesných vegetačných stupňov je však oveľa väčšie, a to od 0,477 (1.) po 5,695 m³ (6.). Veľký objem náhodnej ťažby pripadá taktiež na 4. lesný vegetačný stupeň (4,490 m³), ale aj na 7. (2,035 m³).

Poradie lesných vegetačných stupňov podľa objemu náhodnej ťažby (všetky škodlivé činitele spolu) pripadajúcej na hektár porastovej plochy bolo takéto: 6. (5,70 m³), 5. (4,49 m³), 7. (2,04 m³),

4. (1,25 m³), 3. (0,60 m³), 1. (0,48 m³), 2. (0,39 m³). Ako sme uviedli v kapitole Materiál a metodika v 6., 5. a 7. lesnom vegetačnom stupni (kde sú najväčšie náhodné ťažby), jednoznačne prevláda smrek. Možno teda urobiť záver, že škodlivé činitele najviac ohrozujú lesné porasty v horských oblastiach, kde majú najväčšie zastúpenie smrečiny.

Kvôli úplnosti ešte uvedieme prehľad škodlivých činiteľov, ktoré najviac poškodili lesy na Slovensku v priebehu analyzovaných rokov 2002 - 2006. Z celkovej realizovanej náhodnej ťažby za uvedené päťročné obdobie, t.j. 18 619 tis. m³, na rok 2002 pripadalo 2 158 tis. m³. Z toho najviac zapríčinili mechanicky pôsobiace abiotické činitele (1 212 tis. m³). Išlo najmä o vetrové polomy (1 116 tis. m³). Bol to dôsledok víchrice, ktorá sa prehnala na Slovensku 27. a 28. októbra 2002 (Spiš, Podtatranská kotlina, Horehronie). V roku 2003 sa realizovala náhodná ťažba v objeme 2 746 tis. m³. Na abiotické činitele pripadalo 1 644 tis. m³, z čoho zapríčinil viator 1 607 tis. m³. V roku 2004 bol objem náhodnej ťažby 2 916 tis. m³. Prevahu mali biotické činitele, keď v dôsledku podkôrneho a drevokazného hmyzu sa spracovalo 858 tis. m³ a fytopatogenných organizmov 304 tis. m³ drevnej suroviny. V roku 2005 bol objem realizovanej náhodnej ťažby najväčší v celej histórii lesného hospodárstva na Slovensku, a to 6 533 tis. m³. Bol to najmä dôsledok veľkej vetrovej kalamity z 19. novembra roku 2004. Celkový objem týchto polomov sa odhadol na viac ako 5 mil. m³, z čoho na lesy na území TANAPu pripadalo viac ako 2 mil. m³. V dôsledku uvedenej víchrice objem realizovanej náhodnej ťažby v tomto roku na Slovensku predstavoval 5 177 tis. m³. Objem realizovanej náhodnej ťažby v dôsledku napadnutia podkôrnym hmyzom bol v tomto roku 875 tis. m³. Z celkového objemu v roku 2006 realizovanej náhodnej ťažby 4 266 tis. m³ pripadalo na viator 1 684 tis. m³. Išlo najmä o poškodenie víchricou fragmentovaných lesných porastov

z roku 2004. Veľký objem náhodnej ťažby (460 tis. m³) bol v dôsledku snehových polomov zo zimného obdobia 2005 - 2006. Išlo najmä o Oravu, Kysúce a Horehronie. Došlo taktiež k ďalšiemu premnoženiu podkôrneho hmyzu, keď objem náhodnej ťažby z tohto dôvodu predstavoval 1 180 tis. m³.

Treba poznamenať, že takto spracovaný rozbor má aj niektoré nedostatky. V prvom rade ide o to, že lesná hospodárska evidencia nie je dokonalá. Sú v nej nepresnosti, resp. nie sú vyplnené všetky požadované údaje. Ďalej, nejde o celý základný súbor, ale iba jeho časť, aj keď pomerne veľkú (približne 74 %). Časový úsek, t.j. päť rokov, je pomerne krátky pre zovšeobecnenie poznatkov. Avšak čím sa išlo ďalej do minulosti, tým bola presnosť podkladov menšia. Nakoniec treba uviesť, že nie každé poškodenie lesných porastov sa premieta do náhodnej ťažby. Preto uvedené informácie by bolo treba doplniť o ďalšie škodlivé činitele a ich následky. Ide napr. o stratu na prírastku v dôsledku defoliácie stromov spôsobenej listožravým hmyzom, alebo inými vplyvmi. Podobná situácia je pri poškodzovaní lesných porastov zverou. Ďalší problém sa týka mladých lesných porastov, ktorých poškodenie sa namiesto objemovej bázy vyjadruje plochou.

Ako sme uviedli v prvej kapitole, z hľadiska ochrany lesov dôležité je vedieť, aký je vzťah vlastností konkrétnych lesných porastov k poškodzovaniu škodlivými činiteľmi. Táto problematika nebola predmetom riešenia. Preto sa ňou, aj keď je veľmi dôležitá, v tomto príspevku nezaobráame. To si vyžaduje ďalšie, samostatné riešenie.

Napriek uvedeným nedostatkom sa nazdávame, že tu spracované informácie možno využiť najmä ako jeden z podkladov na diferenciáciu ochranných a obranných opatrení podľa závažnosti konkrétnych škodlivých činiteľov v špecifických podmienkach lesných vegetačných stupňov. Týmto rozborom sa získal aj celkový obraz o náhodných ťažbách na Slovensku podľa lesných vegetačných stupňov (nadmorskej výšky) ako aj o ich príčinách, či činiteľoch, v dôsledku ktorých sa realizovali. Dosiahnuté výsledky možno taktiež využiť pri ďalšom riešení problematiky, najmä vo výskume ochrany lesných porastov proti škodlivým činiteľom.

LITERATÚRA

- Kolektív Návrh stratégie adaptačných a mitigačných opatrení z hľadiska dopadov klimatických zmien na lesné ekosystémy Slovenska. Realizačný výstup. Zvolen: NLC LVÚ 2008. 28 s.
- KONÔPKA, B. Potenciálne riziká vplyvu klimatickej zmeny na les; hypotézy, výskum a perspektívy. Lesnícky časopis - Forestry Journal, 2007, roč. 53, č. 3, s. 201-213.
- KONÔPKA, J. Posúdenie odolnosti lesných porastov proti vetru pomocou základných taxačných veličín a skupín lesných typov. Bratislava: Príroda, 1975. 112 s.
- KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., NIKOLOV, CH. Snehové polomy v lesných porastoch na Slovensku. Lesnícka štúdia. 2008. 59, 65 s.
- MORAVČÍK, M. et al. Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike 2006. Zelená správa. Bratislava: MP SR, NLC-LVÚ, 2007. 144 s.
- NOVÁKOVÁ, E., STOLINA, M. Loupaní jelení zvěří v středoslovenských horských lesích. In Sborník Lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze. 1961, Sv. 4, s. 269-295.
- PAULENKA, J. Podmienky prostredia ako indikátory potencionalneho ohrozenia mladých lesných porastov. Lesnictví, 1987. roč. 33, č. 11, s. 1039-1054.
- STOLINA, M. Premnoženie obaľovača jedľového v stredoslovenskej oblasti vo vzťahu k skupinám lesných typov. Les, 1957, č. 2, s. 41-43.
- STOLINA, M. Vzťah hmyzu k rastlinným spoločenstvám v typologických jednotkách. Čas. čs. spol. entomolog., 1959, roč. 56, č. 3, s. 213-220.
- ŠMELKO, Š. et al. Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2005 – 2006. Zvolen: NLC, 2008. 15 s.
- VLADOVIČ, J. In Lesné spoločenstva a druhové drevinové zloženie lesov Slovenska. Zvolen: LVÚ, 2002. s. 50-58.

SALVAGE CUTS ANALYSIS IN SLOVAKIA WITH REGARD TO HARMFUL AGENTS AND ALTITUDINAL VEGETATION ZONES

SUMMARY

The paper quantifies importance of harmful agents (specifically wind, snow, ice, drought, bark beetles, wood-destroying insect, fungi, air pollution, others) in the Slovak forests with regard to natural conditions expressed by altitudinal vegetation zones (i. e. the 1st oak, 2nd beech-oak, 3rd oak-beech, 4th beech, 5th fir-beech, 6th spruce-beech-fir, 7th spruce). The data were based on salvage cuts with regard to harmful agents based on forest stand level during the years of 2002 – 2006 that originated from the forestry management records. The total salvage cut of timber during the five years was 18,619 thousand m³ (yearly 3,724 thousand m³). Analyses of the databases have been performed by the Microsoft Excel software. Distribution of altitudinal vegetation zones and occurrence of harmful agents with the Slovak territory were graphically processed in the program ArcGIS 9.2.

The mean annual salvage cuts of timber (in thousand m³) in Slovakia during the years 2002 - 2006 regarding the harmful agents and altitudinal vegetation zones are shown in table 1. The mean annual salvage cuts due to all harmful agents together with respect to the altitudinal vegetation zones are presented in figure 1a. The mean annual salvage cuts with regard to the harmful agents are shown in figure 1b. Structure of salvage cuts in Slovakia during the years 2002 - 2006 according to altitudinal vegetation zones and harmful agents (in %) is in table 2 and figure 2, structure of salvage cuts after harmful agents and altitudinal vegetation zones (in %) in table 3 and figure 3.

Table 4 presents volume of salvage cuts (m³) expressed on hectare of forest stand per year after harmful agents and altitudinal vegetation zones during 2002 - 2006. Mean annual salvage cuts per hectare of forest stand according to altitudinal vegetation zones are in figure 4a. In addition, mean annual salvage cuts per hectare of forest stand broken into the particular harmful agents are described in figure 4b.

Localization of altitudinal vegetation zones in Slovakia is seen in figure 5, and localization of threatened forest stands in particular altitudinal vegetation zones according to the first three harmful agents (the most important, the second and third places) is shown in figure 6.

The analysis showed that forest stands were endangered mainly by wind. This phenomenon was clear in all altitudinal vegetation zones except the 1st (oak). Starting with the 3rd up to the 7th altitudinal vegetation zone, bark beetles are the second important agent, the third most important were fungal diseases. Here considerable differences among the altitudinal vegetation zones appeared. Then, air pollution occurred on the fourth place in five different altitudinal vegetation zones, followed by snow, which was in three altitudinal vegetation zones on the third place. The other harmful agents were on the 5th place in four altitudinal vegetation zones. Drought occurred as an important harmful agent in the lowest altitudes, and it was even the most serious factor in the 1st altitudinal vegetation zone. Ice endangered forest stands from the 2nd to 5th altitudinal vegetation zone.

Based on the succession of the first three harmful agents (the most important, on the second and third places) 34% from the total area of forest soil in Slovakia are endangered by wind, bark beetles, snow (4th, 6th, 7th altitudinal vegetation zone), 25% by wind, bark beetles, other harmful agents (3rd altitudinal vegetation zone), 22% by wind, bark beetles, fungi (5th altitudinal vegetation zone), 15% by wind, drought, fungi (2nd altitudinal vegetation zone), 4% drought, wind, other harmful agents (1st altitudinal vegetation zone).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Doc. Ing. Jozef Konôpka, CSc., Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovenská republika
tel.: 045/531 43 23; e-mail: jkonopka@nlcsk.org

ČASOVÉ VARIACE A ÚČINNOST INDEXU LISTOVÉ PLOCHY V MLADÝCH HORSKÝCH POROSTECH SMRKU ZTEPILÉHO

Index listové plochy je číslo představující množství jehličí nebo listů v zápoji. Změny tohoto indexu byly sledovány ve dvou mladých porostech smrku ztepilého různé hustoty. Výzkum probíhal v průběhu osmi let (1998 – 2005) a byl zaměřen na dynamiku a produkci nadzemní biomasy v obou typech smrkových porostů a porovnání těchto parametrů, na dobu olistění a na dopad probírek.

Všechna měření se uskutečnila ve stejnověkém porostu smrku ztepilého (*Picea abies* [L.] KARST.) nacházejícího se v Moravskoslezských Beskydech. Tato oblast je charakteristická průměrnými ročními teplotami pouze 5 °C a srážkami 1 100 – 1 400 mm ročně. Průměrná vegetační doba je 190 dní.

Na ploše 6,15 ha byly vytyčeny dvě pokusné plochy, na kterých se nacházely porosty s rozdílnou hustotou stromů. Rozloha každé pokusné plochy byla 50 m x 50 m, na ploše byly v roce 1981 vysazeny do řad 4leté semenáčky. V letech 2001 a 2004 byly uskutečněny probírky. V letech 1998 až 2005 byl ve vegetační době index listové plochy monitorován v 10 až 30denních intervalech. Do hodnocení byly též zahrnuty hustota zápoje, doba olistění a objem nadzemní biomasy. Výsledné údaje byly zpracovávány programem ANOVA a Scheffeho testem.

Bylo zjištěno, že index listové plochy má typický sezonní průběh - rychlý růst na začátku vegetační doby a pozvolný pokles po dosažení jeho vrcholu. V Beskydech je index listové plochy přirozeně limitován v zimním období v důsledku poškození vlhkým sněhem a mrazem. Na index listové plochy působí pozitivně teploty během května až července, naopak negativní vliv měl zásah člověka – probírky. Lze tedy konstatovat, že index listové plochy je ovlivňován především dvěma faktory: klimatem (extrémy) a lesním hospodářstvím (probírkami).

Eur. J. For. Res., 2008, vol. 127, no. 5, s. 359-367.

Kp

FUNGICIDNÍ ÚČINEK KORNÍCH VÝTAŽKŮ Z NĚKTERÝCH EVROPSKÝCH DŘEVIN

Kůra stromů představuje mocný mechanismus obrany proti vnějším škodlivým činitelům, přesto existuje poměrně málo studií, které by se zabývaly její funkcí podrobněji. Takový výzkum, zaměřený na hodnocení účinku kůry na výskyt různých druhů poškození (hnědá hniloba, bílá hniloba, rakovina a modráň dřeva), probíhal v západní části Norska v listopadu a prosinci roku 2000.

Veškerý rostlinný materiál pro studium funkcí kůry stromů byl získán v arboretu Rogaland z přibližně 10letých stromů. Vzorky kůry odebrané z kmenů stromů byly rozemlety a extrahovány. V počáteční fázi byla testována reakce vzorku na *Heterobasidion annosum* a *H. parviformum*. V dalších pokusech se testovaly reakce hub, způsobujících hnědou a bílou hnilobu, rakovinu a modráň dřeva, na korní extrakty devíti dřevin (3 zástupci dřevin jehličnatých: *Larix decidua* MILL., *Picea abies* (L.) H. KARST., *Pinus sylvestris* L., a 6 dřevin listnatých: *Acer platanoides* L., *Betula pubescens* EHRH., *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL., *Sorbus aucuparia* L., *Salix caprea* L.).

Výsledky pokusu ukázaly, že obranný mechanismus kůry je natolik účinný proti vnějším vlivům, že je schopný ochránit strom před poškozením. Neporušenou kůru nelze považovat za vstupní bránu infekce.

Poškození stromu vzniká narušením kůry různými jinými činiteli, jako jsou hmyz, mráz a další faktory. Listnaté stromy byly v tomto pokusu méně odolné proti rakovině a modráni dřeva než jehličnany. Růst hub způsobujících hnilobu byl korními výtažky mnohem více inhibován než růst hub způsobujících modráň dřeva. Nejnížší obranný mechanismus byl prokázán pro rakovinnotvorné houby.

Nejúčinnějšími v tomto pokusu byly korní extrakty z javoru mléčného (*Acer platanoides*), které omezovaly rychlost růstu všech testovaných hub, zatímco korní extrakty z břízy pýřité (*Betula pubescens*) byly na opačné straně spektra.

Eur. J. For. Res., 2008, vol. 127, no. 5, s. 387-393.

Kp

MINISEMENÁČKY SMRKU ZTEPILÉHO JSOU MÉNĚ NAPADÁNY KLIKOROHEM BOROVÝM NEŽ SEMENÁČKY NORMÁLNÍHO VZRŮSTU. JE PŘÍČINOU CHEMISMUS ROSTLIN?

Bylo prokázáno, že klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.) je hlavní příčinou poškození dřevin při znovuzalesňování. Již v 80. letech minulého století bylo pozorováno, že semenáčky pěstované ve skleníku pouhých 6 týdnů, jsou životaschopnější. První pokusy s minisemenáčky borovice lesní a později smrku ztepilého probíhaly jak ve Finsku, tak ve Švédsku. Výsledky byly překvapivé, obě dřeviny nebyly napadeny klikorohem borovým. Naproti tomu semenáčky normálního vzrůstu byly poškozeny velmi těžce.

Příčiny menšího poškození minisemenáček byly zkoumány švédskými vědeckými týmy. Jejich studie se zaměřila na srovnání růstu minisemenáček a semenáček normálního vzrůstu borovice a smrku a mírou jejich poškození klikorohem borovým a na zkoumání chemismu rostlin v obou typech semenáček jako možné příčiny rozdílné reakce semenáček různého vzrůstu na poškození hmyzem.

Smrkové semenáčky byly získány z místního semenného sadu a minisemenáčky byly vypěstovány ve skleníku. Pro výsadbu byly použity dva typy minisemenáček, jedny byly vysázeny po 10 týdnech pěstování ve skleníku a druhé byly vysázeny po 7 týdnech na venkovní záhon a ve skleníku rostly pouze 3 týdny. Jednoleté obalené semenáčky byly shodné proveniencí jako minisemenáčky.

Oba typy semenáček byly vysazeny na začátku června 2000 na holoseč vzniklou v zimě 1998/99. Celkově bylo vysazeno 300 semenáček, jejich přežití a výškový růst byl evidován každý podzim v průběhu 3 let, tj. v letech 2001, 2002 a 2003. V letech 2001 a 2002 byly příčiny úhynu hodnoceny vizuálně, byla provedena statistická analýza výskytu klikoroha borového a chemická analýza (plynová chromatografie, hmotnostní spektrometrie).

Výhodnocené výsledky ukázaly velké rozdíly v poškození klikorohem borovým. Zatímco v roce 2001 a 2002 bylo poškozeno velmi málo minisemenáček, poškození normálních semenáček bylo 33 % v roce 2001 a 22 % v roce 2002. Mortalita normálních semenáček byla 25 %, minisemenáček obou typů 16 a 20 %. Klikoroh borový byl jedinou příčinou úhynu normálních semenáček, zatímco příčinou mortality minisemenáček bylo sucho nebo jiné faktory. Mortalita v důsledku napadení klikorohem borovým byla vyšší u minisemenáček, po 2 letech ze 6 minisemenáček zbyl jeden, zatímco z 55 napadených normálních semenáček přežilo 32.

Studie ukázala, že minisemenáčky borovice i smrku dobře rostou, jsou však citlivé na sucho krátce po výsadbě, proto potřebují zvýšenou

pěči. Potvrdilo se též, že minisemenáčky jsou méně napadány klikorohem borovým. Chemická analýza potvrdila, že složení volativních emisí se liší u obou typech semenáček smrku a tento rozdíl může být příčinou, proč minisemenáčky nejsou napadány klikorohem borovým. Vzhledem k tomu, že umělé zalesňování je všeobecný problém, jehož neúspěch zvyšuje náklady na výsadbu, měla by tato hypotéza být dále zkoumána.

Scand. J. For. Res., 2008, vol. 23, no. 4, s. 299-306.

Kp

ZMĚNY VEGETACE VYBRANÝCH LESNÍCH POROSTŮ V POLSKÝCH KARPATECH

Diverzita přírodních druhů je normálním jevem, začala však být během 20. století velmi citelně omezována lidskou činností. Chemické zplodiny vznikající při průmyslové i zemědělské činnosti znečistily jak vzduch, tak vodu i půdu. Rozsáhlé lesní oblasti východní a střední Evropy byly těmito emisemi zasaženy, ovlivnily jejich vývoj a jejich přirozenou schopnost diverzity.

Karpaty, které patří k nejkrásnějším horským oblastem Evropy a jsou domovem pro mnohé endemické druhy, byly eplatovány již v předcházejících stoletích, nicméně teprve ve 20. století vysoké depozice síry, dusíku a těžkých plynů měly za následek prudký úhyn karpatských lesů.

V roce 1996 a 1997 byly v Karpatech nastartovány mezinárodní projekty zabývající se hodnocením ozonu a jeho dopadu na lesní porosty (Evaluation of ozone air pollution and its phytotoxic potential in the Carpathian forests) a vztahem zdravotního stavu lesních porostů ovlivněných emisemi k biodiverzitě (Effects of forest health on biodiversity with emphasis on air pollution in the Carpathian Mountains). V roce 2005 navázal na tento výzkum další mezinárodní projekt, který sledoval vývoj biodiverzity (Biodiversity re-assessment and evaluation of trends in 26 forest sites in Carpathians).

Karpaty se rozkládají na území pěti evropských států (Rumunsko, Slovensko, Ukrajina, Česko, Polsko). Polské Karpaty zaujímají 14,8 % celkové rozlohy, tj. 19 600 km². Podnebí, půdní podmínky, vegetační porost i lidská činnost jsou v jednotlivých částech pohoří různé. Také vegetace polských Karpat je diferencována podle nadmořské výšky; v celkové rozloze polských Karpat převažuje buk, který je zastoupen 25,3 %, následují jedle (25 %), smrk (21,7 %) a borovice (17 %).

Výzkum probíhal na 6 výzkumných plochách, nacházejících se v nadmořské výšce 520 až 1 100 m. V rámci zmíněných projektů byl porovnáván výskyt jednotlivých druhů dřevin v letech 1996/97 a v roce 2005. Byly vyznačeny stromy, u kterých byla změřena jejich výška a výčetní tloušťka. Změny v porostech v průběhu let (1998 - 2005) byly porovnávány pouze na základě fytoecologického materiálu, který zahrnoval 60 záznamů, tzn. 5 záznamů z každé ze 6 výzkumných ploch v roce 1998 a 2005.

Z pozorování vyplynulo, že porosty jsou nejpoškozenější v západní části Karpat, nejméně poškozené porosty jsou pak v jižní části tohoto pohoří. Přímoou příčinou narušení lesních porostů je způsob lesního hospodaření, nepřímo jsou porosty negativně ovlivněny průmyslovou výrobou, která je producentem plyných a prachových emisí. Během posledních 20 let se snížily sirné a dusíkaté emise, ale naopak zvýšily se koncentrace ozonu. Procento poškozených porostů odpovídá v současné době vyšší výskytu ozonu, tedy míra poškození klesá od západu k jihu.

Karpatské lesy jsou nejen negativně ovlivněny dlouhotrvajícími emisemi, ale jejich stabilita je také narušena výsadbou dřevin nevhod-

ných pro tuto oblast, což je příčinou výskytu polomů a gradace hmyzu. V poškozených porostech se mění se rostlinná skladba, která je mnohem bohatší než v lesích, které nejsou poškozovány.

Ekológia, 2008, vol. 27, no. 3, s. 300-315.

Kp

BUDOUCNOST LESNICTVÍ JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNY

V posledních letech jsou nejen sociální a environmentální podmínky základní příčinou změn v organizaci lesnického výzkumu, ale i vztah společnosti k lesnictví jako vědní disciplíně se mění. Jelikož zatím nejsou lesnické obory schopny úplné adaptace na nové poměry a často lpí na tradičních modelech činnosti, bylo celé jedno číslo německého časopisu Allgemeine Forst und Jagdzeitung věnováno lesnictví, jejímu postavení v moderní měnící se společnosti a možnostem vývoje tohoto oboru v budoucnosti.

Na úvod autoři prvního článku rozřídili problémy do tzv. 7 tezí a 3 otázek, které jsou podkladem pro další diskusi o oprávněnosti existence vědních disciplín v lesnictví, jejich společenského ocenění a fungování, a hledají výchozí body pro nové reformy.

Následující teze a otázky, které jsou stručně formulovány v úvodním příspěvku, byly autory dalších článků doplňovány, případně opo-

novávány:
Teze 1: Podmínky pro existenci vědních disciplín se zcela změnily, věda, výzkum a vývoj jsou sice preferovány v rámci Evropské unie, je však sporné, zda tzv. akademické vědní obory z toho budou profitovat.

Teze 2: Vědní disciplíny budou stále více určovány politickými požadavky, budou ekonomicky závislé na ocenění společnosti.

Teze 3: Věda bude stále více podrobována kontrole společnosti a bude se muset aktivně prezentovat.

Teze 4: Krize v samotném lesnictví se bude přenášet také na lesnické vědní disciplíny, lesnictví se musí vymanit z orientace pouze na svůj obor.

Teze 5: V posledních 20 letech se změnila struktura lesnického školství, lesnické obory se objevují i na jiných příbuzných univerzitách, někdy jsou však některé lesnické obory rušeny.

Teze 6: Zástupci lesnického výzkumu se zřídka zúčastňují veřejných diskusí týkajících se např. klimatu, biodiverzity, energetické politiky a nedostávají se do podvědomí veřejnosti.

Teze 7: Pragmatismus vládnoucí v současné době v lesnických oborech brání tomu, aby se rozvinuly smysluplné a užitečné debaty na téma nutnosti změny role vědních disciplín, a tedy i lesnických, v nově se utvářející společnosti.

Otázka 1: Je existence lesnictví jako vědní disciplíny oprávněná?

Otázka 2: Jaké místo by mělo lesnictví, v případě kladné odpovědi na předcházející otázku, zaujmát v budoucnosti ve společnosti?

Otázka 3: Jaká má být struktura a postupy budoucího lesnictví?

Většina článků v časopise pochází od autorů z univerzit, kteří reagují na jednotlivé teze, analyzují je a zamýšlejí se nad budoucím postavením a směrech vývoje v lesnictví.

Allg. Forst u. Jagdztg., 2008, vol. 179, no. 8, s. 133 - 172.

Kp