

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of forestry research

SWAZEK 47

ČÍSLO 1/2002

Vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, ISSN 0322-9688.

Funkcí vedoucího redaktora pověřen ing. R. Klán. Předseda ediční rady RNDr. B. Lomský, CSc. Výkonný redaktor Mgr. E. Krupičková.

Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: VÚLHM Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav, tel. 2 5789 2222, 2 5792 3140, fax 2 5792 1444,

e-mail: krupickova@vulhm.cz., http://www.vulhm.cz

OBSAH – Content

HORST KRIEDEL

Liší se vývoj dubových kultur založených sadebním materiálem generativního původu a in vitro?

Does the development of plantings established by generative propagated planting stock

differ from plantings established by planting stock propagated in vitro? 1

JANA MALÁ – MILENA CVIKROVÁ – HELENA CVRČKOVÁ – PAVLA MÁCHOVÁ – JARMILA MARTINCOVÁ

Reprodukce ohrožených populací třešně ptačí (*Prunus avium*) in vitro

Reproduction of endangered *Prunus avium* populations in vitro 5

JAROSLAV HOLUŠA – JAN LIŠKA

Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku* (Česká republika)

Hypothesis of spruce forests decline and dying in Silesia (Czech Republic) 9

HANA UHLÍŘOVÁ – MIROSLAV MATUCHA – SANDOR T. FORCZEK

Účinky chloroctových kyselin na smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ KARST.)

Effects of chloroacetic acids on Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST) 16

VILÉM PODRÁZSKÝ – JIŘÍ REMEŠ

Dopad pěstování stanovištně nepůvodních dřevin na stav humusových forem v nivě Jalového potoka

– černokostelecká oblast

Effects of the allochthonous tree species cultivation on humus forms in the perimeter of the Jalový potok stream

– Kostelec nad Černými lesy region 21

ŠTEFAN KOHÁN

Pestovanie agáta bieleho (*Robinia pseudoacacia* L.) v podmienkach Medzibodrožia na východnom Slovensku

Breeding of *Robinia pseudoacacia* L. in the conditions of the Medzibodrožie in the eastern Slovakia 25

JAROSLAV RAMBOUSEK

Uznávání a evidence zdrojů reprodukčního materiálu

Approval and record keeping of reproductive material resources 30

JIŘÍ ŠINDELÁŘ

Lesní a porostní okraje z hlediska lesního hospodářství, ochrany přírody a krajiny

Forest and stand margins from the viewpoint of forest management, preservation of nature and landscape 34

JOZEF KONÔPKA – BOHDAN KONÔPKA

Vplyv hlavných druhov abiotických škodlivých činiteľov na lesné ekosystémy, výskum a prax

Influence of main kinds of abiotic harmful agents on forest ecosystems, research and practice 40

LESNICKÉ AKTUALITY – CURRENT FORESTRY 44

- Porovnání vzrůstu buku lesního (*Fagus sylvatica*) ve skupinách se stejně starými porosty smrku ztepilého v durynském Vogtlandu (SRN) a prokořenění půdy

Comparison of *Fagus sylvatica* growth in groups with the Norway spruce stands of the same age in Thuringian Vogtland (FRG) and soil rooting

- Odolnost listů mladých buků (*Fagus sylvatica* L.) k oxidativnímu stresu

Resistance of young *Fagus sylvatica* L. leaves to oxidative stress

- Pravděpodobnost výskytu nepravého zbarveného jádra ve dřevě buku lesního (*Fagus sylvatica* L.)

Probable occurrence of false heart in *Fagus sylvatica* L. wood

- Skupinová výsadba dubu

Group planting of oak

LIŠÍ SE VÝVOJ DUBOVÝCH KULTUR ZALOŽENÝCH SADEBNÍM MATERIÁLEM GENERATIVNÍHO PŮVODU A IN VITRO?

Does the development of plantings established by generative propagated planting stock differ from plantings established by planting stock propagated in vitro?

Abstract

Paper compares shoot growth and root development in plantings of *Quercus petraea* LIEBL. established by planting stock from common generative propagation (2+0) with seedlings propagated in vitro (0,5+0 and 1+0). Height growth and diameter increment of older seedlings (2+0 and 1+0) were comparable in six years after planting. Plantings established by younger seedlings (0,5+0) were significantly smaller. Analysis of roots thicker than 6 mm suggests some essential differences. In vitro propagated plants have no typical main roots, what caused considerably lower basal area of vertical roots. While in vitro plants had higher percentage of lateral roots, basal area of all roots was lower. Under adverse effects of some harmful factors (snow, wind) detected facts can negatively affect the quality of forest stands established by in vitro plants.

Úvod

Obnova dubových porostů se převážně realizuje umělým způsobem (Životní prostředí, zemědělství 2001), i když v rámci přírodně blízkého hospodaření se v současnosti začíná uplatňovat obnova přirozená. Tu však do značné míry limituje zejména dlouholetá perioda bohatých semenných let, zdravotní stav žaludů, množství zvěře, hlodavců a ptactva živících se žaludy, povětrnostní podmínky v zimním období a na jaře v době klíčení semen apod.

K výsadbě je hlavně používán sadební materiál generativního původu. V posledním období ho doplňují semenáčky vypěstované vegetativním způsobem z řízků a množené metodou in vitro. Metoda klonovaného množeního materiálu in vitro se provádí dvěma způsoby (JANDUROVÁ 1993):

- explantátovým množením dřevin, při kterém se vychází z in vitro propagací orgánových kultur, založeným na hormonálně indukované tvorbě adventivních nebo axilárních pupenů, které na médiu bez hormonů prorůstají v prýty. Ty lze po odříznutí zakořenit a dopěstovat tak celistvé jedince. Stimulaci axilárních pupenů je možné dosáhnout u mladých prýtů a hypokotylů, zatímco adventivní pupeny se vytvářejí na pletivech děložních lístků semenáčků;
- indukci tvorby embryogenního kalusu a dopěstování somatických embryí, která mohou být uchována v alginátu a použita k výsevu po určité době skladování jako „umělá semena“, popřípadě mohou být tato somatická embrya přímo pěstována ve výsadbyschopné jedince. Tímto nadějným způsobem lze zvýšit množství sadebního materiálu množeního metodou in vitro.

Dub je označován za dřevinu „typicky hlubokokořenennou“ zaujímající hloubku půdního prostoru především díky mohutně vyvinutému křovému kořenu. Pokud se vyskytovalo jiné zakořenění dubu, bylo považováno za atypické, vyvolané zejména nevhodnými lesnickými péstebními zásahy – zakládání porostů sadbou, pařezovým hospodářstvím apod. MAUER et al. (2001) však nezjistil žádné rozdíly v architektonice kořenových systémů dubů rostoucích v lužním lese, které by svědčily v neprospěch umělé obnovy sadbou. Podrobnější zhodnocení vývoje kořenů podal u nás v obsáhlé studii prof. JENÍK (1957) a v Německu v závislosti na výšce hladiny podzemní vody a statigrafii půdního profilu SEEGER (1930).

Přestože metody množení semenáčků in vitro jsou v lesnictví známy a ověřovány již delší dobu (WOLTER, SKOOG 1996, CHALUPA 1974 atd.), nedoznaly dosud významnějšího rozšíření. Zároveň chybí posouzení růstu nadzemní části a vývoje kořenových systémů mezi kulturami zakládanými těmito semenáčky a kulturami vysazenými klasickým materiálem generativního původu. Tomu by měl částečně přispět předložený příspěvek.

Metodika

Na jaře roku 1995 byla na bývalém LZ Opočno, polesí Mochov (dnes majetek pí. Strádalové) provedena výsadba dubu zimního (*Quercus petraea* LIEBL.) vypěstovaného metodou in vitro (Mippo, a. s., Dvůr Králové) a klasickou technologií z osiva (školký Řečany n. Labem) na plochu s celoplošnou přípravou půdy. Plocha byla založena na hlinité půdě, na bývalém poličku pro zvěř, v nadmořské výšce 250 m, v pásmu ohrožení porostů imisemi C, s průměrnou roční teplotou 7,5 °C a 650 mm srážek. Osivo pro získání sadebního materiálu pocházelo z přírodní lesní oblasti Polabí.

Sadební materiál tvořily mladé (0,5/0 a 1/0) semenáčky pěstované v polyetylenových sáčcích metodou in vitro a dvouleté (2/0) prostokořenné semenáčky generativního původu. Vzhledem k tomu, že mladší množené semenáčky nebyly v obalech dostatečně zakořeněné (došlo k rozpadu balu), byla výsadba provedena jako prostokořenná do šterbiny vytvořené sazečem. Starší semenáčky vypěstované metodou in vitro byly v zemině již dostatečně prokořeněné a po odstranění obalu byly ručně vysazeny do jamek připravených sekeromotykou. Výsadba klasických dvouletých prostokořenných semenáčků se uskutečnila sázecím strojem RZS–1.

Před výsadbou byly u jednotlivých druhů sadebního materiálu zjištěny růstové parametry a u půdy stanoveny základní charakteristiky. Po výsadbě byla plocha po dobu čtyř let pravidelně ožínána a u vysazených variant trvale sledovány výškový a tloušťkový růst a ztráty uhynutím. Po šestiletém pěstování byl analyzován vývoj kořenů silnějších než 5 mm nacházejících se v horizontálním a vertikálním směru ve vzdálenosti 10 cm od kořenových krčků. Výsledky šetření byly hodnoceny matematicko-statistickými metodami (Studentův t-test) a procenticky.

Výsledky

Půdní charakteristika na ploše s výsadbou testovaných semenáčků dubu zimního je zřejmá z tabulky 1. Z ní vyplývá plně nasycený sorpční půdní komplex, příznivá acidita, relativní dostatek všech sledovaných živin a humusu.

Výškový růst ověřovaného sadebního materiálu dubu zimního je na půdě celoplošně připravené dobrý. Největší výšky dosáhly v šesti letech prostokořenné semenáčky vypěstované ze žaludů (272 cm), jejichž dimenze již při výsadbě převyšovaly ostatní semenáčky (tab. 2). Starší a větší ze semenáčků pěstovaných metodou in vitro (1/0) vykazovaly nepodstatně menší výšku kultur (253 cm), a to bez statistické průkaznosti. Výsadbou malých (0,5/0) dubových semenáčků pěstovaných metodou in vitro nebylo dosaženo hodnot jako u obou výše uvedených druhů (208 cm).

Tab. 1.

Analýza půdního rozboru ze smíšeného vzorku 0 – 20 cm odebraného na ploše Mochov

Analysis of soil from the mixed sample 0 – 20 cm from the plot Mochov

Acidita půdy pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Nt	Humus
H ₂ O	KCl	mg.kg ⁻¹			%	%
6,2	5,6	146	62	2467	111	0,18
mírně kyselá	mírně kyselá	střední zásoba	střední zásoba	velmi dobrá zásoba	střední zásoba	středně humózní zemina

Stanovení sorpční půdní kapacity			
S	H	T	V
mval.100 g ⁻¹			%
20,2	1,5	21,7	93,1
		celková sorpční kapacita střední – vyšší	sorpční nasycenost - plně sorpčně nasycená zemina

Hodnoceno podle Lesprojekt 1983

Tloušťkový vývoj sledovaných variant zcela koresponduje s uvedenými výsledky výškového růstu kultur.

Při hodnocení ujmavosti testovaných druhů nebyly na ploše s dominantním výskytem ostružiny a třtiny prakticky zjištěny rozdíly (95 – 97 %), což překvapuje zejména při použití malých (9 cm vysokých) semenáčků pěstovaných metodou in vitro.

Analýza vývoje kořenových systémů silnějších než 5 mm ukázala na některé podstatné rozdíly (tab. 3); zatímco počet vertikálně rostoucích kořenů („kůlových“) se zpravidla významněji neliší (u klasických dvouletých semenáčků generativního původu 1 – 2 ks, u semenáčků množených metodou in vitro 0 – 2 ks, avšak bez absence

typických kůlových kořenů), byl u klasických semenáčků počet kořenů 1. řádu rostoucích v horizontálním směru vyšší (11 – 15 ks oproti 7 – 9 kusům u semenáčků vypěstovaných metodou in vitro).

Podstatným způsobem byla ovlivněna i tloušťka vertikálně rostoucích kořenů, respektive jejich kruhová plocha, která u klasických semenáčků vypěstovaných z osiva desetinásobně převýšila hodnotu naměřenou u semenáčků množených metodou in vitro (obr. 1). Plocha průměrného bočního kořene naopak nebyla výrazněji ovlivněna (od 0,385 cm² do 0,658 cm²), přestože se jednalo o stromky s diferencovanou tloušťkou kmínků. Odlišná stavba kořenových systémů se v juvenilním stadiu neprojevila na růstu a zdravotním stavu vysázených semenáčků. K ohrožení dubových kultur však může v budoucnu dojít v důsledku působení nepříznivých klimatických podmínek (sucho, vítr, sníh), přemnožení hmyzích a houbových škůdců, nepředvídaných krizových situací apod., případně synergickým působením negativních faktorů.

U sadebního materiálu vysázeného do hlinité zeminy rozdílnými technologiemi (jamky, sazeč, stroj) je evidován odlišný růst kořenových systémů; po výsadbě do jamek se horizontálně rostoucí kořeny podle očekávání téměř pravidelně rozrůstaly do svého okolí (zaujímaly polohu ve 3 až 4 kvadrantech). Obdobný vývoj však překvapuje po výsadbě semenáčků do šterbiny vytvořené sazečem. Při mechanizované výsadbě sázecími stroji RZS–I jsou kořeny zpravidla usměrňovány do souvislé šterbiny, v níž se potom i v nejbližších následujících letech vyvíjí hlavní masa kořenů (růst kořenů je zaznamenán v 1 až 4 kvadrantech). Uvedená konstatování však bude nutné prověřit na větších souborech měření a odlišných stanovištích, aby bylo možné provést jejich zobecnění.

Zajímavé výsledky o vývoji kořenových systémů poskytuje tab. 4. Z ní je zřejmé, že plocha vertikálně rostoucích kořenů přesahuje u šestiletých dubových kultur založených klasickými semenáčky kruhovou základnu kmínku v místě kořenových krčků (105 %), zatímco u semenáčků vypěstovaných metodou in vitro tvoří tento

Tab. 2.

Vývoj sadebního materiálu dubu zimního vysázeného před šesti lety na ploše Mochov

Development of *Q. petraea* LIEBL. planting stock planted on the plot Mochov six years ago

Sadební materiál, způsob výsadby	Výška při výsadbě	Tloušťka při výsadbě	Výška v jednotlivých letech po výsadbě (cm)						Tloušťka d _{1,3} 6. rok	Celkové ztráty za 6 let
	cm	mm	1.	2.	3.	4.	5.	6.	mm	%
in vitro 0,5/0 obal, sazeč – prostokoř.	9 a	2,5 a	14	34	69	117	163	208 a	10,4 a	4
in vitro 1/0 obal, jamky – obal.	17 b	4,5 b	27	62	103	155	205	253 b	15,2 b	5
generativní 2/0 pr. stroj – prostokoř.	30 c	5,1 b	42	69	118	175	222	272 b	18,1 b	3

Vysvětlivky: stejná písmena označují neprůkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

Tab. 3.

Vývoj kořenů silnějších než 5 mm u dubů vysázených před šesti lety na ploše Mochov

Development of roots thicker than 5 mm at oaks planted on the plot Mochov six years ago

Sadební materiál	Vertikální kořeny (kůlové)		Horizontální kořeny (boční)		
	počet	prům. plocha 1 kořene	počet	prům. plocha 1 kořene	růst v kvadrantech
	ks	cm ²	ks	cm ²	počet
in vitro 0,5/0 obal	0 – 2	1,086	8 – 9	0,385	3 – 4
in vitro 1/0 obal	0 – 2	0,983	7 – 9	0,563	3 – 4
generativní 2/0 prostokoř.	1 – 2	11,375	11 – 15	0,658	1 – 4

Tab. 4.

Analýza kořenů silnějších než 5 mm u šestiletých kultur založených rozdílným sadebním materiálem na ploše Mochov
 Analysis of roots thicker than 5 mm at six-year old cultures founded by different planting stock on the plot Mochov

Sadební materiál	Plocha kořeno- vého krčku	Plocha verti- kálních kořenů	Plocha horizon- tálních kořenů	Podíl plochy			Podíl plochy vertikálních kořenů	
				vertikál- ních kořenů	horizon- tálních kořenů	všech kořenů	k ploše horizon- tálních kořenů	k ploše všech kořenů
	cm²	cm²	cm²	%	%	%	%	%
in vitro 0,5/0 obal	3,449	1,086	3,272	31	95	126	33	25
in vitro 1/0 obal	5,491	0,983	4,507	18	82	100	22	18
generativní 2/0 prostokoř.	16,317	17,062	8,553	105	52	157	199	67

**Obr. 1.**

Kořenový systém dubu generativního a in vitro původu 6 let po výsadbě
 Root oak system of generative and in vitro origin 6 years after planting

podíl maximálně jednu třetinu (18 – 31 %). Plocha horizontálně rostoucích kořenů pak zaujímá u klasických semenáčků asi polovinu kruhové základny kmínku oproti 82 – 95 % u semenáčků množených metodou in vitro. Celková plocha všech kořenů silnějších než 5 mm je ale větší u klasických semenáčků.

Odlišné utváření kořenů u obou způsobů pěstování semenáčků vyniká zejména při porovnání podílů kruhové plochy vertikálních a horizontálních kořenů; u klasických semenáčků je plocha vertikálních kořenů dvakrát větší, zatímco u semenáčků množených metodou in vitro je minimálně o dvě třetiny menší.

Závěr

Na základě výsledků šetření růstu šestiletých dubových kultur založených v hlinité půdě klasickými dvouletými semenáčky generativního původu a semenáčky pěstovanými metodou in vitro lze uvést následující:

- výškový růst mezi morfologicky odpovídajícími variantami je srovnatelný. Výsadbou malých jedinců (do výšky 10 cm) pěstovaných metodou in vitro nelze v prvním věkovém stupni dosáhnout identických hodnot jako při použití semenáčků větších;
- tloušťkový růst koresponduje s růstem výškovým;
- ztráty uhynutím jsou u sledovaných kultur minimální a to nezávisle na druhu semenáčků použitých k výsadbě;
- počet vertikálně rostoucích kořenů silnějších než 5 mm se u sledovaných variant podstatněji neliší. Typické kulové kořeny však nebyly zaznamenány u semenáčků pěstovaných metodou in vitro. Tloušťky, respektive kruhové plochy vertikálních kořenů, u kultur založených klasickými semenáčky významně překročily hodnoty zjištěné u semenáčků pěstovaných metodou in vitro;
- kořenů rostoucích v horizontálním směru je více u klasických semenáčků. Jejich celková plocha vztažená ke kruhové základně kmínku je ale menší než u kultur založených semenáčky in vitro;

- kultury zakládané rozdílnými druhy semenáčků mají odlišný kořenový systém. Klasické semenáčky vykazaly dvojnásobně větší plochu vertikálních kořenů (kůlových, panohovitých) oproti kořenům horizontálním, zatímco u semenáčků pěstovaných metodou in vitro je plocha minimálně o dvě třetiny menší. Tato skutečnost se může v budoucnu při nepříznivém působení některých škodlivých faktorů projevit negativně na kvalitě porostu.

Literatura

- Hodnocení lesních půd. Pracovní postupy. Lesprojekt Brandýs n. L., 1983, 5 s.
- CHALUPA, V.: Control of root and shoot formation and production of trees from poplar callus. Biol. Plant, 16, 1974, s. 316 – 320.
- JANDUROVÁ, O.: Výzkum množení biologického materiálu in vitro – rámcová metodika. In: Tábor, I., Tomeš, M.: Využití introdukovaných lesních dřevin, získaných v rámci Mezinárodního introdukčního programu, pro obnovu lesa v imisních oblastech ČR. Projekt 2736/93 – 430. Ekoflóra, s. r. o., Čelákovice 1993, s. 27 – 29.
- JENÍK, J.: Kořenový systém dubu letního a zimního (*Quercus robur* L. et *Q. petraea* LIEBL.). (Rhizologická studie). Rozpravy Československé akademie věd, 67, 1957, č. 14, 85 s.
- Lesnictví a myslivost v roce 2000. Životní prostředí, zemědělství 2001, 38 s.
- MAUER, O., VAŇKOVÁ, K., OCHMAN, J.: K problematice přirozené obnovy dubu. Seminář – dub dřevina budoucnosti, Hradec Králové 9. 10. 2001, 41 s.
- SEEGER, M.: Erfahrungen über die Eiche in der Rheinebene bei Emmendingen. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 106, 1930, s. 201 – 219.
- WOLTER, K. E., SKOOG, F.: Nutritional requirements of *Fraxinus* callus cultures. Amer. J. Bot., 53, 1966, s. 263 – 269.

REPRODUKCE OHROŽENÝCH POPULACÍ TŘEŠNĚ PTAČÍ (*PRUNUS AVIUM*) IN VITRO

Reproduction of endangered *Prunus avium* populations in vitro

Abstract

The article presents standardization of cultivation processes for completing of plants by the in vitro method and evaluates growth and morphologic parameters of the in vitro cultivars on the outside plots with regard to the Czech standards for generative plants of forest tree species of similar growth. No developmental abnormalities of above-ground part and root system were observed for morphologically randomly chosen cultivars. The continuous results of field experiments document that micropropagated plants do not show growth retardation, and morphology of the above-ground part is comparable with generative plants. During acclimatization the content of lignin was determined like the marker of root system maturity, and there were found no differences in content of lignin in root tissues of micropropagated and generative plants.

Úvod

Třešeň ptačí je dřevina rozšířená po celé Evropě s výjimkou nejjižnějších částí. Vyskytuje se na písčito-hlinitých a hlinitých půdách bohatých na živiny v termofytiku a mezofytiku, ale zasahuje i do submontánního stupně, kde roste jen na chráněných místech. Je odolná vůči imisím a využívá se k rekultivacím. Třešeň poskytuje velice kvalitní dřevo a je jednou z lesních dřevin perspektivních pro zakládání lignikultur.

Předpokladem realizace šlechtitelského programu třešně ptačí je genetická inventarizace a záchrana elitních jedinců jako genových zdrojů. Pěstováním třešně ptačí se intenzivně zabývají ve Velké Británii, Německu a Francii v dlouhodobých šlechtitelských programech, v nichž se pro reprodukci jejich genových zdrojů používají již dlouho a úspěšně mikropřepagační technologie (CORNU, CHAIX 1981, HAMMATT, GRANT 1998, HAMMATT 1999, ESCALLETES, DOSBA 1993). V České republice byla metoda in vitro využita při reprodukci ohrožených a cenných populací třešně ptačí pro založení archivu explantátů. Byly vypracovány standardní postupy pro dopěstování kompletních rostlin a získán reprodukční materiál, který je využitelný pro další šlechtitelské záměry a reintrodukci (MALÁ et al. 1999).

Nakládání se sadebním materiálem vypěstovaným metodami in vitro v lesnické praxi podléhá legislativním opatřením platným pro jakýkoliv jiný vegetativně množený materiál. Zdrojový materiál pro mikropřepagaci je získáván kombinovanou hromadnou a individuální selekcí a musí splňovat požadavky na genetickou klasifikaci, uznávání a evidenci uznávaných zdrojů (viz § 29 lesního zákona 1995; § 2 – § 8 Vyhl. č. 82 MZe 1996). Stanoviště pro výsadbu musí odpovídat zásadám stanoveným pro rajonizaci reprodukčního materiálu lesních dřevin se zřetelem k přírodním lesním oblastem a vegetačním lesním stupňům a dále výsledkům šlechtitelského testování. Podíl mikropřepagovaného materiálu při zalesňování je stanoven platnými pravidly určujícími poměr vegetativního a generativního reprodukčního materiálu.

Cílem mikropřepagace lesních dřevin je vedle zajišťování materiálu pro reprodukci některých genových zdrojů, získání sazenic v rámci šlechtitelských programů a tvorba syntetických odrůd. V projektech zaměřených např. na záchranu cenné populace je využití vegetativně množeného sadebního materiálu podmíněno dodržením konkrétních podmínek (dostatečný počet klonů, podíl zastoupení vegetativního a generativního materiálu při výsadbě, apod.). Výpěstky in vitro musí současně splňovat kritéria kvality výsadbového materiálu. Z těchto důvodů byla v této studii (vedle standardizace kultivačních postupů při dopěstování kompletních rostlin) provedena evaluace růstových a morfologických parametrů výpěstků in vitro na venkovních plochách vzhledem ke standardům ČSN pro generativní sazenice dřevin s obdobným růstem.

Vysvětlivky:

MS – médium podle Murashige a Skooga; BAP-6 – benzy-laminopurin; IBA – α -indolylmásečná kyselina; NAA – β -naftylotová kyselina

Materiál a metoda

Rostlinný materiál a kultivační podmínky multiplikace

Pro dopěstování kompletních sazenic třešně ptačí byly použity kultury in vitro pěstované v explantátovém archivu VÚLHM. Výhony pro indukci rhizogeneze byly získány z vícevrcholových kultur vypěstovaných metodou organogeneze ze vzrostných vrcholů dormantních pupenů. Kultury byly pěstovány na multiplikačním médiu MS s koncentrací BAP 0,3 mg/l, IBA 0,1 mg/l a koncentrací glutaminu a kaseinového hydrolyzátu 200 mg/l. Intervaly mezi jednotlivými pasážemi byly 4 až 5 týdnů. Kultivace probíhala za konstantních kultivačních podmínek (teplota 20 °C, osvětlení o intenzitě 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 24 hodin).

Zakořeňování a aklimatizace

Adventivní výhony určené pro dopěstování kompletních rostlin byly zakořeňovány jednotlivě v agarovém médiu MS o čtvrtinové koncentraci makro- a mikroelementů, koncentrací sacharózy 10g a auxinu IBA 0,6 mg/l. Zakořeňování probíhalo za stejných kultivačních podmínek jako multiplikace. Pro zvýšení účinnosti zakořeňování probíhala první fáze zakořeňování (7 dní) ve tmě.

Rostliny s vyvinutým kořenovým systémem byly přesazeny do agropelitu a jedenkrát denně zalévány médiem MS ředěným 1 : 10 destilovanou vodou. Aklimatizace probíhala ve stejných kultivačních podmínkách. Po 14 dnech byly rostliny přesazeny do neesterilního rašelinového substrátu a po dopěstování kořenového systému (3 – 4 týdny) byly přeneseny do skleníku, kde se postupně adaptovaly na 70% relativní vzdušnou vlhkost. Pro dopěstování byly použity obaly SILVACO, Praha, ČR.

V průběhu aklimatizace byl stanovován obsah ligninu jako marker vyzrállosti kořenového systému. Lignin byl detegován kyselinou solnou s floriglucinolem a Mäuleovou reakcí (JOHANSEN 1940). Obsah ligninu v pletivech byl stanoven spektrofotometricky v extraktech vazbou na thioglykolovou kyselinu (BRUCE, WEST 1989).

Výsadba na venkovní plochy

Po aklimatizaci byly výpěstky vysazeny k dopěstování na venkovní záhony v experimentální lesní školce VÚLHM na Baních. Před výsadbou na demonstrační objekty byly srovnávány morfologické parametry s generativními sazenicemi odpovídajícími ČSN. Výpěstky in vitro

¹ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady

² Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, výzkumná stanice Opočno

³ Ústav experimentální botaniky AV ČR, Praha

třešně ptačí byly hodnoceny podle dřevin s podobným charakterem růstu (javor, jasan, jilm). Zpracováno bylo 20 ks náhodně vybraných výpěstků in vitro.

Po dopěstování na venkovních záhonech byly výpěstky in vitro vysázeny na demonstrační objekty v přírodní lesní oblasti 10 (Kluky, Městské lesy Písek) a 16 (lesní družstvo Polná, Českomoravská vrchovina). Objekty byly oploceny, označeny informační tabulí s popisem plochy a je na nich prováděna běžná údržba. V průběhu růstu výpěstků in vitro a generativních sazenic byly sledovány: přírůst, tloušťka kořenového krčku a mortalita. Pro zhodnocení výsledků byla využita metoda analýzy variance.

Výsledky a diskuse

Nejúspěšnější metodou, která se osvědčila pro klonové množení listnatých dřevin, je organogeneze, tj. indukce nejčastěji adventivních nebo axilárních výhonů na primárním explantátu. Tyto výhony (mikrořízky) jsou pak využity k indukci rhizogeneze, a následně jsou kompletní rostliny aklimatizovány a dopěstovány ve výsadbyšopné sazenice. Dodržení technologie dopěstování kompletní rostliny rozhoduje o morfologické kvalitě sadebního materiálu vypěstovaného in vitro. K indukci kořenového systému dochází v agarovém médiu. Ve srovnání s indukci rhizogeneze v jiných substrátech je tento postup výhodnější, protože se získá vyšší podíl úspěšně zakořeněných rostlinek (80 – 85 %) a ztráty explantátů jsou výrazně nižší (PINKER et al. 1995). Na zvýšení počtu zakořeněných rostlin o téměř 20 % se kladně podílí iniciace růstu kořenů ve tmě.

Efektivita použité metodiky byla ověřována stanovením obsahu ligninu a jeho depozice v buňkách kořenových pletiv u aklimatizovaných rostlin po jejich výsadbě do perlitu a rašelinového substrátu. Lignifikace je považována za spolehlivý znak odrážející stupeň maturity kořenů (FUKUDA, KOMAMINE 1980). V hypodermis kořene a v Caspariho proužku a endodermis kořene se mimo lignin ukládá také polymerní suberin zahrnující řadu fenolových lipofilních látek, který je součástí bariéry zabráňující apoplastickému transportu (SCHREIBER 1999). U některých rostlinných druhů se ve specializovaných kořenových pletivech vyvíjí ztlustění buněčných stěn (j-thickening), které zvyšuje mechanickou pevnost.

Biochemické analýzy umožnily určit nejen rozdíly v průběhu lignifikace kořenů, ale také odlišnosti kořenové architektury a sekundárních protektivních pletiv. Největší vzrůst tvorby ligninu a také nejvýraznější rozdíly celkového obsahu ligninu byly zjištěny během kultivace v perlitu. Po přesazení do směsi rašeliny a perlitu již tyto rozdíly nebyly signifikantní. Obsahy ligninu mezi mikropropago-

vanými výpěstky a sazenicemi vypěstovanými ze semen se nelišily. U kořenů třešně ptačí přesazené ex vitro bylo zjištěno nápadné ztlustění stěn (j-thickening) buněk kortikální vrstvy přiléhající k endodermis, které je dáno jejich silnou lignifikací. Je otázkou, zda vysoký obsah ligninu v kořenech třešně je charakteristický pro růst kořenového systému, nebo je způsoben faktory vnějšího prostředí.

Pro dopěstování kvalitního kořenového systému je třeba věnovat velkou pozornost výběru vhodného typu sadbovače. V naší studii se osvědčily sadbovače firmy SILVACO, Praha, ČR, které nemají dno, takže růst kořenů není omezen. Kónický tvar sadbovače umožňuje růst kosterních kořenů a podélné nálitky na jeho vnitřní stěně napomáhají správnému vývoji celého kořenového systému (obr. 1).

Morfologie vypěstovaných sazenic byla porovnána se sazenicemi odpovídajícími parametrům ČSN 48 2115 (graf 1). Výpěstky in vitro byly hodnoceny podle dřevin (javor, jasan, jilm), které mají podobný charakter růstu jako třešně ptačí. V morfolologii náhodně vybraných výpěstků nebyly pozorovány abnormality vývoje nadzemní části a kořenového systému (obr. 2, 3, tab. 1, 2.).

Výsledky polních pokusů prokazují, že mikropropagované rostliny nevykazují retardace růstu a morfologie nadzemní části je srovnatelná s generativními sazenicemi. U vyšlechtěných odrůd byla prokázána i vyšší produkce biomasy (CORNÜ, CHAIX 1981).

Na demonstračních objektech VÚLHM, Kluky a Polná byla provedena inventarizace a měření přírůstků a tloušťky kořenového krčku. Retardace růstu výpěstků in vitro, ani jejich zvýšená mortalita nebyla pozorována, s výjimkou demonstrační plochy Polná, kde byly výpěstky in vitro do značné míry poškozeny normikem rudým. Růstové charakteristiky (přírůst, tloušťka kořenového krčku) jsou uvedeny v tabulce 3a, b. Rozdíly mezi růstem vegetativních a generativních sazenic byly hodnoceny metodou analýzy variance.

Růst a vývoj sazenic je hodnocen od roku 1998 a bude průběžně sledován v dalších letech. Rozdíly v přírůstech u vysazených sazenic nelze zatím objektivně hodnotit, protože rychlost přírůstu u jednotlivých klonů může být rozdílná a změny růstu se projeví až po delší době. Ve tvaru a větvení nadzemní části se výpěstky in vitro a generativní sazenice nelišily (obr. 4).

Závěr

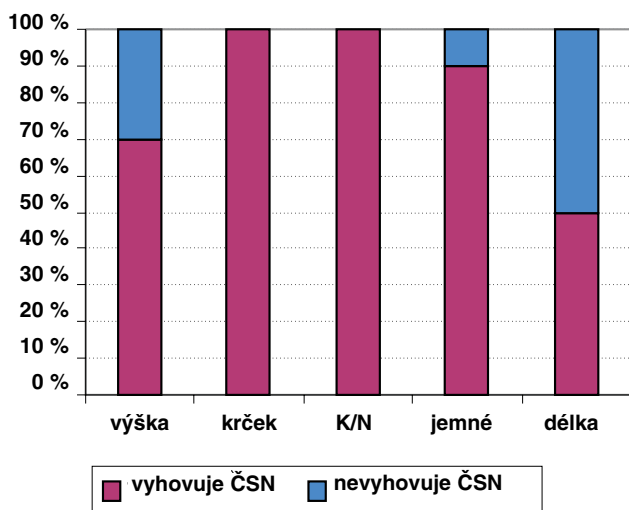
V této studii jsme prokázali, že v agarovém substrátu lze dosáhnout vyššího procenta zakořenění a snížení mortality, ale kořenový systém se už dále funkčně nevyvíjí. Kořeny rychle rostoucí třešně ptačí se plnohodnotně vyvíjejí až ve směsi perlitu a rašeliny. Potvrdili jsme dřívější závěry, že stupeň lignifikace kořenů rostlin lze považovat za doprovodnou známku funkční vyvinutosti kořenových pletiv. Pro lesnickou praxi je důležité zjištění, že nebyly nalezeny rozdíly v obsahu ligninu v kořenových pletivech mikropropagovaných sazenic a generativních sazenic.

Literatura

- BRUCE, R. J., WEST, C. A.: Elicitation of lignin biosynthesis and isoperoxidase activity by pectic fragments in suspension cultures of castor bean. *Plant Physiol.*, 91, 1984, s. 889 – 897
- CORNÜ, D., CHAIX, C.: Multiplication par culture in vitro de merisiers adultes (*Prunus avium*). In: Proc. IUFRO Sect. S2 01. 5th Int. Workshop „In Vitro“ Cultivation for Tree Species, Fontainebleau, France 1981, s. 71 – 79
- ESCALETES, V., DOSBA, F.: In vitro adventitious shoot regeneration from leaves of *Prunus* spp. *Plant Sci.*, 90, 1993, s. 201 – 209
- FUKUDA, A. H., KOMAMINE, A.: Establishment of an experimental system for the study of tracheary element differentiation from single cells isolated from the mesophyll of *Zinnia elegans*. *Plant Physiol.*, 65, 1980, s. 57 – 60

Graf 1.

Hodnocení jednotlivých znaků
Evaluation of particular features



- HAMMATT, T.: Delayed flowering and reduced branching in micropropagated mature wild cherry (*Prunus avium*, L.) compared with rooted cuttings and seedlings. *Plant Cell Rep.*, 18, 1999, s. 478 – 484
- HAMMATT, N., GRANT, N. J.: Shoot regeneration from leaves of *Prunus serotina* EHRH. (black cherry) and *P. avium* L. (wild cherry). *Plant Cell Reports*, 17, 1998, s. 526 – 530
- JOHANSEN, D. A.: *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc. 1940.
- MALÁ, J., CVRČKOVÁ, H., MÁCHOVÁ, P., ŠÍMA, P.: Využití mikropropagace při záchraně cenných populací ušlechtilých listnatých lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 44, 1999, s. 6 – 11
- MURASHIGE, T., SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15, 1962, s. 473 – 797
- PINKER, I., JESCH, H. H., KLAUSCH, A.: Rooting and acclimatization of in vitro propagated shoots of *Tilia cordata* „WEGA“. *Gartenbauwissenschaft*, 60, 1995, s. 253 – 258
- LLOYD, G., MCCOWN, B. H.: Commercially feasible micropropagation of mountain laurel *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. *Proc. Intern. Plant. Propag. Soc.*, 30, 1981, s. 421 – 427
- SCHREIBER, L., HARTMANN, K., SKRABS, M., ZEIER, J.: Apoplastic barriers in roots: chemical composition of endodermal and hypodermal cell walls. *J. Exp. Bot.*, 50, 1999, s. 1267 – 1280

Tab 1.

Základní morfologické charakteristiky sadebního materiálu třešně ptačí
Basic morphologic characteristics of *Prunus avium* planting stock material

Výška (cm)	Průměr krčku (mm)	Délka kůl. kořene (cm)	Objem kořenů k nadzem. částem	Podíl jemných kořenů (%)
48,0 ± 17,52	7,49 ± 1,247	20,4 ± 2,21	2,670 ± 1,357	35,63 ± 10,022

Poznámka: průměr = průměrná hodnota z 20 ks, sx = směrodatná odchylka výběru

Tab 2.

Růstové charakteristiky výpěstků třešně ptačí po výsadbě na venkovní záhony – lesní školka Baně
Growth characteristics of *Prunus avium* cultivars after the outside planting – forest nursery Baně

Rok	Počet	Mortalita	Průměrná výška	±SD	Průměrný přírůst	±SD	Tloušťka kořenového krčku cm	±SD
1999	ks	%	cm	cm	cm	cm		cm
30. 4.	163		18,21	6,76			0,43	0,15
26. 10.	162	0,61	33,18	22,08	14,97	9,54	0,86	0,48

Tab 3a.

Růstové charakteristiky třešně ptačí na demonstračních plochách, výpěstky in vitro – demonstrační objekt Kluky
Growth characteristics of *Prunus avium* on the demonstration plot, in vitro cultivars – demonstration plot Kluky

Rok	Počet ks vysázeno/ přežilo		Mortalita	Průměr. výška	±SD	Průměr. přírůst	±SD	Tloušťka kořen. krčku cm	±SD
			%	cm	cm	cm	cm		cm
1998	200	197	1,5	52,20	19,48			0,59	0,11
1999		183	7,1	125,37	48,17	71,52	39,26	1,13	0,47
2000		183	0	175,00	64,96	52,96	33,09	2,024	0,84
2001		183	0	226,99	85,01	101,76	52,48	3,74	0,65

Tab 3b.

Generativní sazenice – demonstrační objekt Kluky
Generative plants – demonstration plot Kluky

Rok	Počet ks vysázeno/ přežilo		Mortalita	Průměr. výška	±SD	Průměr. přírůst	±SD	Tloušťka kořen. krčku cm	±SD
			%	cm	cm	cm	cm		cm
1999	100	100	0	51,71	17,25			0,50	0,11
2000		98	2	102,74	30,96	52,05	21,57	1,15	0,47
2001		97	1	148,22	43,36	44,72	22,44	2,18	0,94

Tab. 3b.

Růstové charakteristiky třešně ptačí demonstračních plochách, výpěstky in vitro – demonstrační objekt Polná
Growth characteristics of *Prunus avium* on the demonstration plot, in vitro cultivars – demonstration plot Polná

Rok	Počet ks vysázeno/ přežilo		Mortalita %	Průměr. výška cm	±SD cm	Průměr. přírůstek cm	±SD cm	Tloušťka kořen. kůrky cm	±SD cm
1998	200	66	56,00	50,50	21,11			0,56	0,12
1999		69	21,59	124,79	39,64	62,44	34,94	1,15	0,34
2000		66	1,45	159,53	53,99	35,79	29,24	1,64	0,57
2001		66	0	216,00	77,63	56,47	36,11	3,27	0,35

Generativní sazenice – demonstrační objekt Polná

Generative plants – demonstration plot Polná

Rok	Počet ks vysázeno/ přežilo		Mortalita %	Průměr. výška cm	±SD cm	Průměr. přírůstek cm	±SD cm	Tloušťka kořen. kůrky cm	±SD cm
1999	100	92	6	47,5	14,5			0,47	0,13
2000		65	7,6	61,33	30,47	36,53	29,63	0,97	0,47
2001		61	4,7	134,96	64,06	53,61	43,29	1,56	0,45


Obr. 1.

Kořenový systém výpěstku in vitro třešně ptačí před výsadbou na venkovní záhony
Root system of in vitro cultivars of wild cherry before planting on the outside beds


Obr. 2, 3.

Kořenový systém a vývoj nadzemní části u výsadbového materiálu vypěstovaného metodou in vitro
Root system and development of underground part at planting material cultivated by in vitro method


Obr. 4.

Rostoucí výpěstky in vitro na venkovní ploše
Growing in vitro cultivars on the outside plot

HYPOTÉZA CHŘADNUTÍ A ODUMÍRÁNÍ SMRKOVÝCH POROSTŮ VE SLEZSKU* (ČESKÁ REPUBLIKA)

Hypothesis of spruce forests decline and dying in Silesia (Czech Republic)

Abstract

Declining and dead trees have occurred in thousands of hectares in the eastern part of the Czech Republic (agricultural area with forest coverage 9 – 40%, predominant tree species Norway spruce 30 – 70%) since 1997. In the spring of 2000, almost 20% of spruce did not bud. As a result of intensive logging of declining trees, tree feet are permanently damaged by logging machines. The stand density decreases and forest weeds spread. In accordance with the Manion's theory, the decline of spruce forest is probably a result of several predisposition (spruce is non-original there, soil acidity (4 pH), nutrient deficiency – low reserve of K and Mg and very low reserve of P and Ca, water deficit – periods of drought during last years, mechanical damage – by logging machines, chronic insect – tenthrinids infestation during last 50 years, pathogen damage – damaged by honey fungus) and immediate damage factors. The fitness of forest stands decreased by drought is further stressed by decreased water-supply as a result of broken roots by drying up of soil. Fungi infection is then obvious. Forest stands abundantly attacked by honey fungus are often consequently colonized by bark-beetles. *Pityogenes chalcographus* and *Pityophthorus pityographus* are the most abundant in the young forest stands while species of the genus *Ips* (*Ips duplicatus*, *Ips typographus*, *Ips amitinus*) together with *Pityogenes chalcographus* are predominant in mature forests. The whole area is probably a mosaic of places where various mortality factors are of key importance. Now we suppose that in the majority of area the main mortality factor is the attack by honey fungus. But the drought probably kills the trees in some places (or in some periods of year), because syroccum of honey fungus covers the stem base up to several meters without total decay. In spite of the intensive forest protection (enormous number of tree-traps and permanent elimination of dying trees), the abundance of bark-beetles has increased, but only control of *Ips typographus* is effective. In the future the danger of mass outbreak of bark-beetles is possible because of the high number of stressed trees.

Úvod

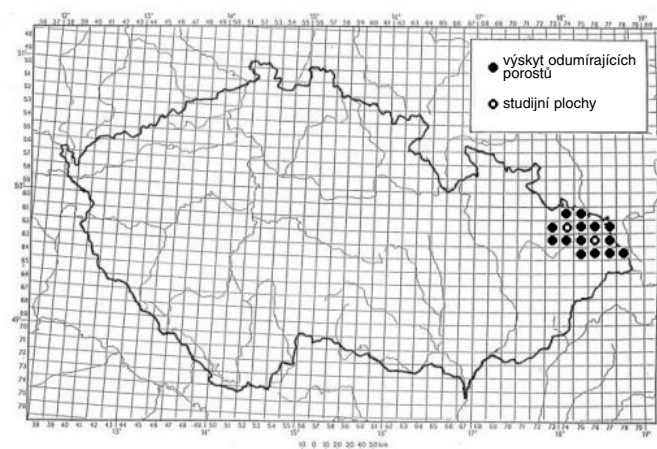
Odumírání (hynutí) lesů se počátkem 80. let počalo objevovat na velkých plochách Evropy (ale i Severní Ameriky). Termín „hynutí“ není přesně definován a zahrnuje symptomy defoliace dřevin, morfologické změny v korunách a velmi typické barevné změny jehličí i listů. Z mnoha vyslovených hypotéz jsou s danými skutečnostmi v částečném souladu jen některé. Především je to hypotéza, která za hlavní příčinu považuje půdní změny, kombinaci kyselé depozice a vlivu ozonu a nadměrnou depozici dusíku. Mezi nesporné skutečnosti patří dále to, že důvodem karencních jevů jsou poruchy výživy a příčinou je především nedostatek hořčíku, popř. vápníku a zinku ve výživě (MATERNA 1994).

V rámci celorepublikové evidence škodlivých činitelů bylo v roce 2000 v českých zemích zaznamenáno celkem na 15 071 ha takzvané žloutnutí smrkových porostů (SOUKUP, PEŠKOVÁ 2001). Intenzivní žloutnutí, spojené v posledních letech se zasycháním a odumíráním stromů v porostech nejmladších až po mýtní, probíhá v současnosti ve smrcinách v několika oblastech českého Slezska (v nejvíce postižených místech zde po zimě 2000/2001 téměř 20 % stromů ani nevyrašilo) (obr. 1). Protože jednotlivé chřadnoucí a odumírající stromy jsou rozptýleny plošně v porostech, intenzivní asanací chřadnoucích jedinců dochází k dalšímu mechanickému poškození porostů těžebními mechanismy. Zakmenění se snižuje, zatímco pokryvnost bušeně je stále větší. I přes intenzivní lesoochrannářská opatření početnost kůrovců na stojících stromech narůstá.

Rozloha takto postižených porostů již dosahuje několika tisíc hektarů na území Ostravské pánve, Podbeskydské pahorkatiny a Nízkého Jeseníku, kde je lesnatost 9 – 40 % a zastoupení smrku ztepilého 30 – 70 % (CULEK, 1996). Jedná se o území LČR LS Šenov, Opava, Vítkov, částečně také nižší polohy LS Frenštát pod Radhoštěm, Frýdek-Místek a Jablunkov a samozřejmě menší a drobné lesní majetky v této oblasti (např. Lesy města Ostravy, Frýdku-Místku apod.). Na nejvíce postižených lesních správách (tj. Opava a Šenov) bylo v souvislosti s tímto problémem asanováno v letech 1999 – 2001 již celkem přes 270 000 m³ dříví (nahodilá těžba – kůrovcová, ostatní hmyzová, lapáky a ostatní).

Obr. 1.

Výskyt odumírajících smrkových porostů
The distribution of declined spruce forests



Některé aspekty ekofyziologie smrku (upraveno a doplněno podle SCHMIDTA-VOGTA (1987), viz také KMEŤ (2001))

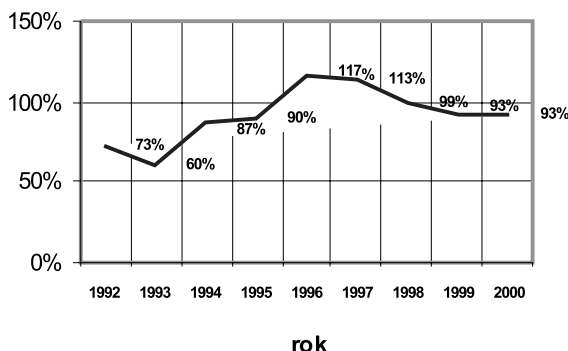
Nároky na teplotu: nízké. Narůstající teplota podporuje růst, ale jen tehdy, když je zabezpečeno dostatečné zásobování vodou. Jako dřevině kontinentálního klimatu vyhovuje smrku koncentrovaný přísun tepla v letním období. Jako spodní limit, při kterém dochází k ireverzibilnímu fyziologickému poškození jehlic, se uvádí hranice okolo – 38 °C až – 40 °C. Je známo, že jehličí smrku má při znečištění ovzduší sníženou schopnost odolávat zimním mrazům, což pravděpodobně souvisí s poškozením a změněnou permeabilitou

* Pod pojmem Slezsko se v této práci rozumí území bývalé země Slezské zrušené v roce 1928 (HANZA, FIŠER 1998).

Obr. 2.

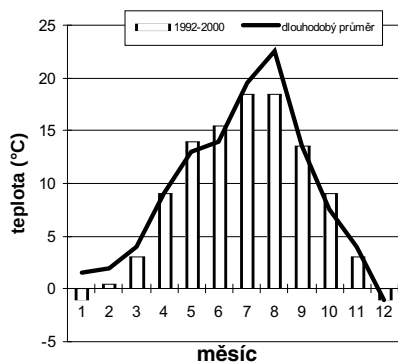
Roční úhrny srážek ve srovnání s dlouhodobým průměrem (meteorologická stanice Opava, na základě údajů ČHMÚ)

Total annual rainfall in comparison with the long term data

**Obr. 3.**

Průměrné měsíční teploty za roky 1992 – 2000 ve srovnání s dlouhodobým průměrem (meteorologická stanice Opava; na základě údajů ČHMÚ)

Mean annual temperatures in comparison with long term data



membrán. Vícekrát bylo pozorováno silné poškození mrazem v imisních oblastech po mimořádných zimách.

Nároky na vodu: střední, při ekonomickém využívání vody. V teplých oblastech je přísun vody limitujícím faktorem rozšíření. V evropských podmínkách je pro smrk všeobecně akceptovaný srážkový limit 300 mm za období květen až srpen (HANISCH, KILZ 1990). Je citlivý na periody sucha, nejcitlivější je v období růstu výhonů. Zimní vysychání (winter desiccation) u nás známé jako zimní sucho nebo fyziologické sucho, je všeobecně pokládáno za jeden z nejvýznamnějších faktorů, určujících hranice areálů jehličnanů na severní polokouli (KOZŁOWSKI et al. 1991). Smrk je ve srovnání s jinými boreálními jehličnany nejvíce disponován vůči zmíněnému typu poškození (CHRISTENSON et al. 1990).

Nároky na půdu: nízké nároky na zásobu živin, v klimatickém optimu je k půdě indiferentní. V hlavní zóně kořenů se za optimální považují hodnoty pH mezi 4,0 – 5,0. Má vysoké nároky na obsah půdní vody a provzdušnění půdy. I přes nízkou náročnost na živiny má pro smrk výživa důležité postavení predispozičního faktoru. Minerální deficity v lesích jsou obvykle spíše chronické než katastrofické, a proto je jejich účinek často méně zjevný (KOZŁOWSKI, PAL-LARDY 1997). Na prohloubení nedostatečné výživy smrku má, vedle vymývání iontů z jehlic následkem přímého poškození a půdně limitované zásoby živin, bezpochyby vliv i zvýšená toxicita půdního prostředí pro jemné kořínky a mykorhizu (HANISCH, KILZ 1990).

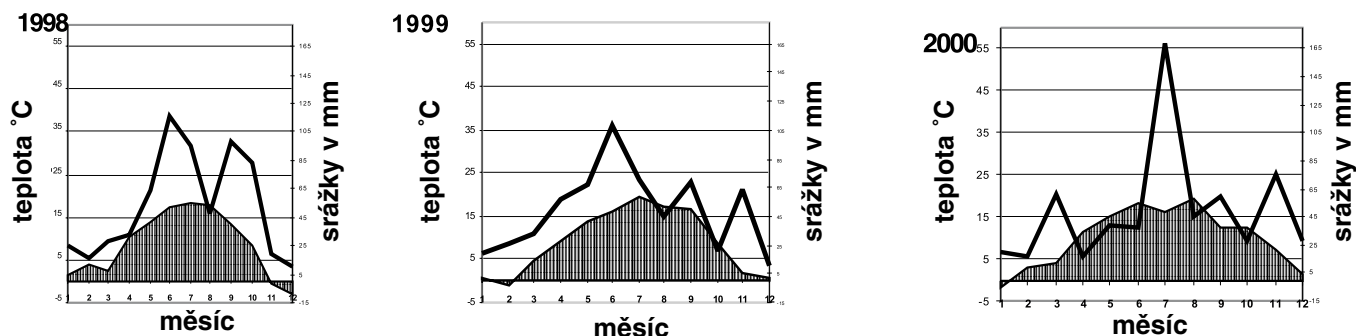
Syntéza chlorofylu může být přímo narušena nedostatkem železa, hořčíku a draslíku, přičemž také celkový metabolismus ovlivněný nedostatkem dusíku (méně než 700 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) může vést ke žloutnutí. Nástup snížení koncentrace chlorofylu je daný nedosáhnutím obsahu hořčíku 300 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, stejně jako draslíku (méně než 200 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$). Mnohé výsledky poukazují na to, že žloutnutí koreluje často více s obsahem draslíku (SENER, HOPKER 1989).

Stanoviště s nedostatkem K a Mg jsou jen předpokladem k vývinu žloutnutí, které skutečně nastane při poruše příjmu kořeny. Tato porucha se zvláště vyskytuje tehdy, když jsou kořeny poškozené houbovým onemocněním. Snížení příjmu živin kořenovým systémem je ale také dáno redukcí počtu nově vytvořených kořenových špiček a snížením až absencí mykorhizy (KMEŠ 2001).

Nezávisle na příčině žloutnutí vede ztráta chlorofylu k proporcionálnímu poklesu rychlosti fotosyntézy, takže se průběžně snižuje přítomnost organických látek, které jsou k dispozici pro přerozdělování a proto je růst kořenů také omezený a příjem živin v další vegetační sezoně je ztížen (KMEŠ 2001).

Navíc při záměně přírodních cyklů cykly hospodářského lesa byl určitý setrvalý stav nahrazen výraznými výkyvy a diskrepancemi mezi potřebou a nabídkou živin. Periodicky tak v období intenzivního nárůstu biomasy vzniká zvýšená potřeba a deficit živin, kromě chronických deficitů, např. dusík (PODRÁZSKÝ 2001).

Imisní stres: problematika vlivu imisí na lesní dřeviny je velmi složitá. Vliv imisí na smrk přehledně sumarizuje např. KELLER (ex SCHMIDT-VOGT 1989). Limity tolerance smrku vůči SO_2 jsou podle SLOVIKA (1996) při optimálních půdních podmínkách 27,3 – 62,6 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, na mělkých a kyselých půdách 22,0 – 37,4 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Za referenční hranici nástupu reálného poškození přitom považuje defoliaci 25 %. Dalším důležitým polutantem je troposférický ozon (O_3). Dlouhodobé průměrné koncentrace ozonu stoupají s nadmořskou výškou, kde se plyny stoupající z údolí střetávají s intenzivním UV zářením. Díky závislosti na slunečním záření vykazují fotooxidanty denní a sezonní fluktuační v široké škále koncentrací. Ozon snižuje fotosyntetickou aktivitu mnohem rychleji ve smrkových jehlicích vyrostlých v roce působení než v jednoletých (FÜHRER et al. ex PRIWITZER et al. 1997).

**Obr. 4 – 6.**

Teploty a srážky v letech 1998 – 2000 (meteorologická stanice Opava; na základě údajů ČHMÚ)

Temperatures and precipitation 1998 – 2000

Rozbor abiotických a biotických faktorů ovlivňujících stav smrkových porostů ve Slezsku

Klima a počasí v závěru tisíciletí

Průměrná roční teplota: 7 – 8 °C (CULEK 1996)

Celkový úhrn srážek: 800 – 1 000 mm (Ostravská pánev je nejvlhčí nížinnou oblastí na našem území – CULEK 1996)

Počasí: Období 90. let 20. století bylo výrazně suché a teplé, což platí i pro studovanou oblast. Většina průměrných měsíčních teplot ve srovnání s dlouhodobým průměrem byla vyšší (obr. 3), zatímco průměrné roční srážky byly často nižší (obr. 2).

Avšak i v letech, kdy celkový úhrn srážek není výrazně nižší ve srovnání s dlouhodobým průměrem, dochází během vegetační doby k přísuškům. V letech 1998 – 2000 se vyskytly přísušky v některé části vegetačního období, přičemž sucho v dubnu až červnu 2000 bylo značně výrazné (obr. 4 – 6).

Imisní zatížení

Zatížení SO₂ se v posledních letech snížilo. Roční koncentrace na žádné ze sledovaných stanic v republice nepřesahují hodnotu 20 µg · m⁻³. Limit, stanovený UN ECE jako imisní limit pro ochranu lesních ekosystémů, nebyl ani na jedné stanici překročen. Výjimečně přesáhnou tento limit maximální denní koncentrace (ŠRÁMEK, BALCAR 2001, HRUŠKA et al. 2001).

Stanovištní a půdní podmínky

Geomorfologie: ploché až členité pahorkatiny (Nízký Jeseník, Ostravská pánev, Podbeskydská pahorkatina) v nadmořské výšce 220 – 500 m (obr. 1) (DEMEK 1987)

Potencionální vegetace: převažují soubory lesních typů 3 – 4 H, O, 4 B (*Querceto-Fagetum* a *Fagetum*). Smrk je dnes často navíc pěstován na původně zemědělských plochách, zalesňovaných od první poloviny 19. století (HOLUŠA 2001)

Půdní typ: převažují pseudoglejové Luvizemě a pseudoglejové Kambezemě (HOLUŠA 1999a, b, 2001)

Půdní druh: hlinito-jílovité, které jsou na jaře zamokřené, ale naopak během léta vysychají a pukají

Půdní kyselost (H₂O): v horizontu Ah se pohybuje i pod 4 pH (tab. 1)

Obsah živin: v Ah horizontu se projevuje nedostatek některých živin (tab. 1), který jsou však stromy schopny kompenzovat, protože jejich obsah v jehličí je (kromě hořčíku) dostatečný (tab. 2). Zásoba dusíku v půdě je dostatečná, i když naopak na některých

místech je obsah v jehličí nízký. Především v humusu je obsah některých prvků vysoký (tab. 1), takže působí zátěž dřevinám. Tato situace však není neobvyklá, protože obsah živin v půdě, v jehličí i výše pH jsou plně srovnatelné s celou řadou jiných regionů ve Slezsku a na severní Moravě (HOLUŠA 1999a, b, 2001), kde se podobné příznaky odumírání nevyskytují

Fytopatogenní houby

V mladých smrkových porostech (kultury až tyčkoviny) se v celé oblasti objevují jednotlivě až skupinovitě odumírajícími smrky s typickými symptomy napadení václavkou (v pařezové části pod kůrou pláty bílého syrocia, smolení kmene, uhnílé kořeny). Stromy starých porostů v oblasti jsou většinou napadeny václavkou smrkovou (*Armillaria ostoyae* (ROMAGN.) HERINK, det. F. Soukup, VÚLHM Jíloviště-Strnady), o čemž svědčí mimo mimořádné úrody plodnic v září 2001 i združené báze, přítomnost rhizomorf a plátů bílého syrocia pod kůrou. V uhynulých stromech byly ojediněle zjištěny houby rodu *Ophiostoma*, ne však v množství, které by mohlo způsobit odumření stromů. Dále byly zjištěny některé saprofytní druhy rodů *Trichoderma*, *Penicillium* a rovněž hlenky***.

Podkorní hmyz

I přesto, že chřadnoucí stromy jsou z porostů permanentně odstraňovány, populační hustoty kůrovců se výrazně zvýšily ve srovnání s rokem 1999. Tehdy pouze malá část (10 – 30 % v mladých i starých porostech) byla kolonizována kůrovci. (Podobně jen malá část žlutnouchých stromů v Tatrách byla napadena podkorním hmyzem (TURČÁNI 2001)). V mladých smrkových porostech jsou nejhojnější *Pityogenes chalcographus* (LINNAEUS 1761) a *Pityophthorus pityographus* (RATZBURG 1837), ve starých porostech dominují druhy rodu *Ips* (*Ips duplicatus* (SAHLBERG 1836), *Ips typographus* (LINNAEUS 1758), *Ips amitinus* (EICHHOFF 1871) společně s *Pityogenes chalcographus*).

Zatímco napadení lapáků *Ips typographus* v roce 2000 v létě ve srovnání s jarem pokleslo, napadení starých stojících stromů bylo intenzivnější, a to i u dalších druhů (tab. 3). Při revizích během října 2001 bylo zjištěno silné napadení většiny asanovaných stromů, přičemž většina brouků prodělávala úživný žír nebo již byli vylétlí. Na některých místech bylo pozorováno i zakládání třetí generace. Těžební zbytky (vršky stromů, klest) po posledních asanačních těžbách ze září a října jsou rovněž velmi silně napadeny *Pityogenes chalcographus* i *Ips duplicatus*. Nárůst populačních hustot během roku sice patří mezi přirozené oscilace populace (ZUMR 1985), v oblastech s výskytem vhodných stresovaných stromů je však velice nebezpečný a alarmující.

Tab. 1.

Některé výsledky rozborů půd v okolí Pusté Polomi, okres Opava (zásoby živin v mg/kg; tučně – nízká až velmi nízká zásoba živin/pH; kurziva tučně – mírná až vysoká zátěž)**

Some results of soil analysis at the village of Pustá Polom (district of Opava) (nutrient reserve in mg/kg; bold face – low to very low nutrient reserve/pH; bold italics – weak to high stress)

Porost ¹⁾	Horizont ²⁾	pH (H ₂ O)	ph (KCl)	P	Al	Ca ₁	K	Mg	Ca ₂	Cd	Cu	Pb	S
905D2	FH	4,16	3,02	35	566,5	1710	305,2	179,1	2035	0,513	16,39	152,7	1678
	A	3,96	3,34	19	698,2	63,33	57,15	19,35	252,7	<0,3	8,956	40,40	270,9
909D4	FH	3,74	3,05	76	953,7	1154	250,2	104,6	1408	0,594	23,32	179,5	1393
	A	3,90	3,28	13	723,9	66,34	50,77	17,20	314,8	<0,3	12,01	53,11	284,8
916C1	FH	4,13	3,40	33	664,5	1045	350,0	131,2	1647	0,821	16,61	112,4	1015
	A	4,25	3,58	20	591,2	146,1	50,66	21,44	470,8	<0,3	11,29	48,70	315,1

1) sign of forest stands; 2) horizon

** Výsledky půdních rozborů odebraných na třech lokalitách v okolí Pusté Polomi dne 10. 2. 2001. Jedná se o směsné vzorky odebrané na každé lokalitě ze tří míst v porostu (drť + měl; A_h horizont) (laboratoř VÚLHM Jíloviště-Strnady, komentář Ing. Hana Uhlířová, CSc.). Zjišťování dostupného Al, Ca₍₁₎, Fe, K, Mg, Mn a Na výluhem 1 mol NH₄Cl; Al, As, Ca₍₂₎, Cd, Cu, Pb a S výluhem lučavky královské.

*** Výřezy odebrané z různých částí kmenů z lokality Pustá Polom byly založeny do vlhkých komor (det. ing. Vítězslava Pešková, VÚLHM Jíloviště-Strnady)

Tab. 2.

Některé výsledky analýzy dvou posledních ročníků jehličí z okolí Pusté Polomi, okres Opava (zásoby živin v mg/kg; tučně – nízká zásoba živin; kurzíva tučně – mírná až vysoká zátěž)**

Some results of needle analysis (two last years) at the village of Pustá Polom (district of Opava) (nutrient reserve in mg/kg; bold face – low to very low nutrient reserve/pH; bold italics – weak to high stress)

Porost ¹⁾	Ročník ²⁾	Sušina % ³⁾	Al	Cd	Mg	Mn	S	Zn	N _{kjet} (%)	Cl	F
905D2	2000	97,78	142,9	<0,1	735,5	839,8	1298	29,87	1,21	786	1,21
	1999	97,81	214,1	0,240	508,6	959,9	1482	30,70	1,21	515	2,52
909D4	2000	97,51	96,93	0,137	870,8	857,6	1064	14,48	1,38	604	2,03
	1999	97,68	131,5	0,117	639,1	895,6	926,8	11,38	1,05	542	1,68
916C1c	2000	97,14	218,3	0,334	911,8	2072	1384	58,11	1,19	272	1,68
	1999	97,47	319,3	0,397	772,9	2622	1740	82,84	1,05	236	3,33

1) sign of forest stands; 2) needle generation; 3) dry matter

Tab. 3.

Procento silného napadení starých porostů a lapáků kůrovci v roce 2001****

(x/y.. různý podíl napadení na studovaných lokalitách, tzn. Pustá Polom/Václavovický les)

Percentage of strong bark-beetle infestation of mature forests and tree traps in 2001

Druh ¹⁾	Metoda ²⁾	Lapáky ³⁾	Lapáky ³⁾	Nahodilá těžba ⁴⁾	Nahodilá těžba ⁴⁾	Nahodilá těžba ⁴⁾
	Období kontroly ⁵⁾	v	vii	v	vii	x
	Počet kmenů ⁶⁾	17	16	34	29	20
<i>Ips amitinus</i> (EICHHOFF 1871)		6	-	3	10	-
<i>Ips duplicatus</i> (C. R. SAHLBERG 1836)		-	-	29	70/0	45
<i>Ips typographus</i> (LINNAEUS 1758)		47	13	5	7	65
<i>Pityogenes chalcographus</i> (LINNAEUS 1761)		47	40	30	40/88	60

1) species; 2) method; 3) tree trap; 4) incidental felling; 5) check period; 6) number of surveyed stems

Další druhy lýkožroutů jako *Polygraphus poligraphus* (LINNAEUS 1758), *Hylurgops palliatus* (GYLLENHAL 1813) a *Dryocoetes autographus* (RATZEBURG 1837) se vyskytují jen ojediněle. Druh *Pityophthorus pityographus* rovněž často napadá větve, kterými jsou zakryty lapáky (nápadně bývají drtinky spadlé na kůru lapáku).

Fytogální hmyz

Korovnice a červci (Aphidoidea, Coccionea)

V celé oblasti se běžně a pravidelně vyskytují korovnice *Sacchiphantes abietis* (LINNAEUS 1758) a *Adelges laricis* VALLOT, 1836, lokálně a v některých letech velmi hojně (např. Václavovický les v letech 1997 – 1998) se objevuje i puklice smrková (*Physokermes piceae* SCHRANK, 1801). Žádný druh se však nevyskytuje v takovém množství, které by způsobilo oslabení porostů.

Pilatky (Symphyta: Tenthredinidae)

Permanentní přemnožení pilatky smrkové *Pristiphora abietina* (CHRIST 1791) na severní Moravě a ve Slezsku trvá již 50 let. Ke konci tisíciletí došlo především v mladých porostech k podstatnému snížení populačních hustot na Ostravsku v důsledku prováděných obranných zásahů. V této době však nezávisle na zásazích došlo k nárůstu počet-

nosti ve vyšších nadmořských výškách, tj. i v oblasti Nízkého Jeseníku (HOLUŠA, ŠVESTKA 2000, HOLUŠA, HOLUŠA 2002). Na severní Moravě a ve Slezsku bylo zjištěno rozsáhlé spektrum smrkových pilatek, přičemž v mladých porostech dominuje pilatka smrková (HOLUŠA 1999c, 2002, nové výsledky z okolí Pusté Polomi viz tab. 4).

Diskuse

V souladu s Manionovou teorií (MRKVA 1993) je odumírání smrkových porostů pravděpodobně důsledkem několika predispozičních faktorů***** (na obr. 7 zvyrazněny):

1. genom, tj. nepůvodnost porostů – smrk nebyl součástí původních geobiocenóz ve studované oblasti, navíc se převážně jedná o druhotně zalesněné zemědělské plochy (HOLUŠA 2001);
2. půdní kyselost – pohybuje se na hranici optimálních hodnot pro smrk (SHMIDT-VOGT 1987);
3. obsah živin – nedosahuje optimálních hodnot, i když v asimilačním aparátu ještě nebyl zjištěn výrazný nedostatek. Při nedostatku draslíku se snižuje odolnost rostlin proti mrazu, suchu i houbovým chorobám (MATERNA 1994a). Společně s vápníkem a hořčíkem ovlivňuje stav protoplazmy a tím i vodní provoz rostlin (MATERNA

**** Revize lapáků a stromů vytěžených v rámci nahodilé těžby byly provedeny na lokalitách Václavovický les (LS Šenov, 5 porostů) a Pustá Polom (LS Opava, 4 porosty) 31. 5.– 1. 6., 15. – 16. 7. a 3. – 4. 10. 2001. Na LS Šenov bylo šetření provedeno celkem v pěti porostech (Václavovický les – 409B2b, 409D2, 412 E7, les Bobčok – 423 G8, 423 F8, 424 C13), na LS Opava celkem ve čtyřech porostech (okolí Pusté Polomi – 902 G7, 905 B8, 906 D7, 907 B5, 907 B9). Na každé lokalitě byla hodnocena intenzita napadení lapáků, a to ve spodní, střední a vrchní části a podobným způsobem bylo hodnoceno napadení nahodilé těžby v okolí, případně byly ještě smýceny další stojící napadené stromy (det. J. Holuša, M. Knížek, J. Liška). V tabulce jsou sumarizována data tak, že jsou zahrnuty kmeny, kde byl alespoň na jedné části zaznamenán silný nálet, tj. více než 1 závrt na dm².

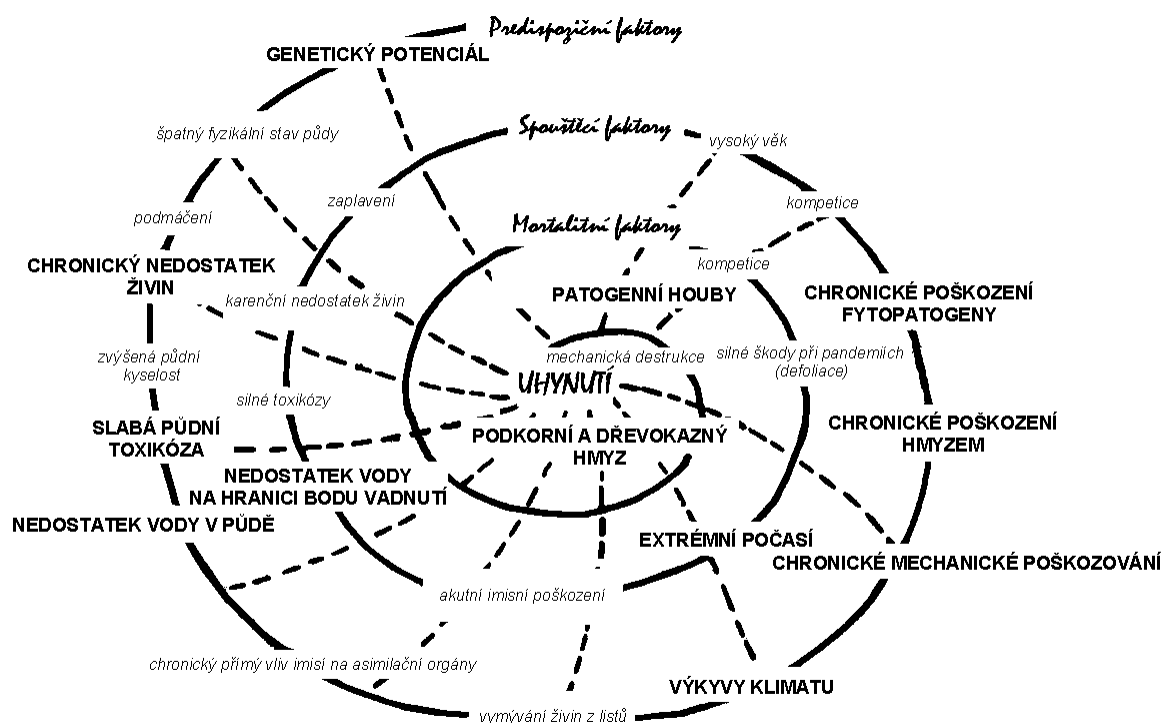
***** Zjištění konkrétního mortalitního faktoru i klíčových predispozičních faktorů by znamenalo shromáždit množství exaktních údajů především z fyziologického stavu dřevin v rámci komplexního ekosystémového studia. Proto je tento příspěvek nutno považovat pouze za hypotézu založenou na nepřímých důkazech, které ji však podporují. Podstatné ovšem je, že z provozního hlediska není důležité, který faktor je tím mortalitním na určitém místě, ale výsledný zdravotní stav porostů a řešení problému.

Tab. 4.

Dominance dospělých smrkových pilatek u Pusté Polomi v roce 2001*****
The dominance of spruce tenthredinids at the village of Pustá Polom in 2001

Druh ¹⁾	Autor a rok popisu ²⁾	Dominance (%)
<i>Pikonema montana</i>	(ZADDACH, 1883)	0,4
<i>Pikonema pallescens</i>	(HARTIG, 1837)	0,4
<i>Pikonema scutellata</i>	(HARTIG, 1837)	12,4
<i>Pristiphora abietina</i>	(CHRIST, 1791)	46,2
<i>Pristiphora decipiens</i>	(ENSLIN, 1916)	2,1
<i>Pristiphora gerula</i>	(KONOW, 1898)	2,2
<i>Pristiphora leucopodia</i>	(HARTIG, 1837)	11,8
<i>Pristiphora nigriceps</i>	(HARTIG, 1840)	0,4
<i>Pristiphora pseudodecipiens</i>	BENEŠ & KŘÍSTEK, 1976	1,8
<i>Pristiphora saxesenii</i>	(HARTIG, 1837)	11,1
<i>Sharliphora nigella</i>	(FÖRSTER, 1854)	7,2
Celkem (kusů) ³⁾		279

1) species; 2) author and year of description; 3) a total (specimens)

**Obr. 7.**

MANIONOVA (1981) spirála chřadnutí (MRKVA 1993)
Disease spiral

1994a, b). Nedostatek dusíku omezuje růst. Zvýšený obsah hliníku v půdě je pro rostliny toxický (KLIMO 1994), kadmium může přispívat ke tvorbě rakovin (MATERNA 1994a);

4. vodní deficit – vznikl v důsledku period sucha (základ již na počátku 90. let 20. století);

5. mechanické poškození – kořeny poškozeny v důsledku sesychání půd, v současnosti jsou stromy dále poškozovány těžebními mechanismy v důsledku permanentních asanačních těžeb;

6. chronické napadení hmyzem – permanentní žíry pilatek (HOLUŠA 1999c, 2002b) a sání korovnic;

7. chronické napadení fytopatogeny – ekosystémy oblasti jsou typickými stanovišti, na kterých václavka nachází optimální podmínky výskytu (MÁLEK 1967, 1973) a kde na oslabených a přestárlých dřevinách přechází k parazitismu (ČERNÝ 1989).

Smrkové porosty fyziologicky oslabené suchem jsou dále stresovány vysycháním půdy (v důsledku čehož dochází k přetrhávání kořenů), což je umocňováno působením silných jihozápadních větrů, které způsobují neustále naklánění stromů a další poškození kořenových soustav. Kořeny stromů jsou tak silně mechanicky poškozeny a predisponovány k infekci houbami. K aktivizaci václavky již

***** Odchyty do Malaiseho lapače instalovaného severně od Pusté Polomi na rozhraní smrkové mlaziny a kmenoviny v květnu až červnu 2001 (lgt. I. Kupka, det. J. Holuša).

Tab. 5.

Přehled doporučených cílových dřevinných skladeb (HOLUŠA 1999a, b, 2001). LO – lesní oblast (PLÍVA, ŽLÁBEK 1986), HS - hospodářský soubor (PLÍVA, ŽLÁBEK 1989), VLS - vegetační lesní stupeň, SLT - soubor lesních typů (PLÍVA 1984)

The survey of recommended target tree species composition

Dřeviny ¹⁾																
LO ²⁾	HS ³⁾	VLS (SLT) ⁴⁾	DB ⁵⁾	BK ⁶⁾	JD ⁷⁾	MD ⁸⁾	KL ⁹⁾	LP ¹⁰⁾	SM ¹¹⁾	DG ¹²⁾	HB ¹³⁾	TR ¹⁴⁾	BO ¹⁵⁾	JS ¹⁶⁾	JDO ¹⁷⁾	JL ¹⁸⁾
29	45	3	4-6	1-3	0-1	1-2	0-1	0-1	0-2	+	+					
32	45	3	2-6	1-3	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	+	+		+			
39	45	3	2-4	2-3	0-1	1	1	1	0-1	+	+		+			
29	45	4	+	1-5	0-2	1-2	0-1	0-1	2-6		+	+	+	+	+	
39	45	4	+	2-5	0-1	1	+	0-1	4-6	+						+
39	47	3-4	4-6		0-3	1	0-1	+	0-1	+						
32	47	3-4	4-6		0-3	1	0-1	+	0-1	+						
29	47	3-4	4-7	0-1	1-3	0-1	+		4-7	+				+	+	
29	47	3O	6	1	2	1										
29	47	3O	1-2	+		1-2				+			5-7			

1) tree species; 2) forest region; 3) management set of stands; 4) forest vegetation zone (set of forest types); 5) *Quercus* sp.; 6) *Fagus sylvatica* L.; 7) *Abies alba* MILL.; 8) *Larix decidua* MILL.; 9) *Acer pseudoplatanus* L.; 10) *Tilia* sp.; 11) *Picea abies* (L.) KARST.; 12) *Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO; 13) *Carpinus betulus* L.; 14) *Prunus avium* L.; 15) *Pinus silvestris* L.; 16) *Fraxinus excelsior* L.; 17) *Abies grandis* LINDL.; 18) *Ulmus* sp.

Tab. 6.

Podíl smrku na celkovém zalesnění v letech 1999 – 2001 (v %)
Percentage of spruce on reforestation in 1999 – 2001

Lesní správa	1999	2000	2001
Šenov	8	7	8
Opava	28	25	16

pravděpodobně došlo v první polovině 90. let. Kořenové systémy jsou pak působením václavky redukovány a narušený kořenový systém zhoršuje zásobování stromů (o čemž svědčí hojný výskyt hladových přírůstů u živých a zdánlivě zdravých stromů). Takto stresované stromy jsou často následně kolonizovány podkorním hmyzem.

Předpokládáme, že hlavním predispozičním faktorem je napadení václavkou a spouštěcím i mortalitním faktorem je vodní deficit způsobený nemožností poškozeného kořenového systému saturovat požadavky stromů. Na hynoucích stromech se zvyrazní symptomy napadení václavkou, protože syrociom václavky někdy pokrývá odumírající kmeny až do výše několika metrů, aniž by byla báze stromů prohníla. Zhoubné působení kombinace václavky a sucha je již známo ze starších smrčín, např. z východního Slovenska po r. 1947 i jinde. Podobný případ je zaznamenán rovněž roku 1911 ve Vestfálsku (PŘÍHODA 1959).

I přes intenzivní lesoochranná opatření (enormní množství lapáků a permanentní odstraňování chřadnoucích stromů) početnost kůrovců narůstá. Pouze obrana pomocí lapáků proti *Ips typographus* je částečně efektivní. Nebezpečí vypuknutí kůrovcové kalamity je velké vzhledem k množství dalších stresovaných stromů a jejich rozptýlení v porostech.

Pahorkatinná oblast 3. – 4. LVS s převládajícími soubory lesních typů oglejených (3O, 4O) a hlinitých (3H, 4H) je vzhledem k ovlivnění vodou a následnému přesychání nevhodná pro pěstování smrku, i když příslušné cílové hospodářské soubory připouštějí jako základní dřevinu smrk (Vyhláška č. 83/1996Sb. Ministerstva zemědělství z 19. dubna 1996). Odpovídajícím řešením je postupný převod na cílovou skladbu s hlavní dřevinou dubem (v cílovém hospodářském souboru 45 i s bukem), což alternativy těchto hospodářských souborů umožňují. Podle současných doporučení

v cílové dřevinné skladbě převažuje dub, jen na souborech lesních typů 4H i smrk (HOLUŠA 1999a, b, 2001, tab. 5).

V posledních letech podíl listnatých dřevin v zalesňování výrazně vzrostl, podíl smrku tvoří menšinu z celkového zalesnění (v revíru Pustá Polom LS Opava je využíván pouze smrk z přirozené obnovy). Stávající porosty je však nutno dopěstovat.

V lokalitách navazujících na nejvíce postiženou oblast, kde jsou smrkové porosty také napadeny václavkou, ale stavy kůrovců jsou doposud nízké, lze v případě, že je to možné, doporučit v mladých porostech snížit výchovné zásahy na minimum. Zabrání se tak hromadění vhodného materiálu pro rozvoj kůrovců, především *Pityogenes chalcographus*. Stresované porosty nebudou rovněž dále mechanicky poškozovány, čímž se sníží riziko dalšího napadení sekundárními houbovými parazity. Při obnově se doporučuje využívat pásů listnatých dřevin, aby se alespoň částečně zabránilo intenzivnímu rozvoji a rozšiřování václavky.

Obrana

Protože využití antagonistických hub v boji proti šíření václavky je stále ještě ve fázi výzkumu a ani perspektivně nelze očekávat jeho uplatnění na rozsáhlejších plochách (JANČAŘÍK, JANKOVSKÝ 1999), v celé oblasti je potřebné pokračovat v mimořádných lesoochranných opatřeních, a to především včas asanovat habituálně rozlišitelné chřadnouce a odumírající stromy a minimalizovat tak možnost rozvoje kůrovcové kalamity, v nezbytném rozsahu (podle aktuálního stavu) využívat lapáky ke snižování stavu *Ips typographus* (na ostatní druhy rodu *Ips* však nemají podstatnější vliv). Vzhledem k tomu, že jedním z dominantních druhů kůrovců je lýkožrout lesklý, doporučuje se v maximální možné míře asanace klestu v zimním období. Před předpokládaným jarním rojením je možno připravit z čerstvého klestu lapací hromady (cf. PAVLÍK, TURČÁNÍ 2000) a během roku se provádí v nejvyšším možném rozsahu štěpkování klestu. K obraně nedoporučujeme použití feromonových odparníků vzhledem k velkému množství atraktivních stromů.

Poděkování: Šetření byla prováděna v rámci pověření Ministerstva zemědělství ČR, číslo 6600 – Lesní ochranná služba.

Literatura

- CULEK, M. (ed.): Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma 1996. 348 s.
- ČERNÝ, A.: Parazitické dřevokazné houby. Praha, SZN 1989. 104 s.
- DEMEK, J. (ed.): Zeměpisný lexikon České socialistické republiky. Hory a nížiny. Praha, Academia 1987. 584 s.
- HANISCH, B., KILZ, E.: Waldschaden erkennen, Fichte und Kiefer. Stuttgart, Eugen Ulmer & Co. 1990. 334 s.
- HANZA, J., FIŠER, R.: Dějiny českých zemí II. od poloviny 18. století do vzniku České republiky. Praha, Fortuna 1998. 280 s.
- HOLUŠA J. (ed.): Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast 39. Podbeskydská pahorkatina. Textová část. Platnost 1999 – 2018. Frýdek-Místek, Ms. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 1999a. 187 s.
- HOLUŠA, J., (ed.): Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast 32. Slezská nížina. Textová část. Platnost 1999 – 2018. Frýdek-Místek, Ms. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 1999b. 158 s.
- HOLUŠA, J.: Bionomie pilatky smrkové (Hymenoptera: Tenthredinidae) na severní Moravě a ve Slezsku v letech 1998 – 1999. Zprávy lesnického výzkumu, 44, 1999c, s. 19 – 27
- HOLUŠA, J. (ed.): Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast 29. Nízký Jeseník. Textová část. Platnost 2001 – 2020. Frýdek-Místek, Ms. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 2001, 226 s.
- HOLUŠA, J.: Species composition of spruce tenthredinids (Hymenoptera: Tenthredinidae) in the eastern part of the Czech Republic. Biologia (Bratislava), 57, 2002a, s. 215 – 224
- HOLUŠA, J., HOLUŠA, O.: Monitoring of sawfly (Hymenoptera: Tenthredinidae) infestation on spruce. J. For. Sci., 48, 2002b, č. 5, s. 219 – 224
- HOLUŠA, J., ŠVESTKA, M.: Pilatka smrková na severovýchodní Moravě a ve Slezsku. Výsledky studia bionomie a zkušenosti z obranných zásahů v letech 1997 – 1999. Lesnická práce, 79, 2000, s. 270 – 272.
- HRUŠKA, J., CIENCIALA, E., MORAVČÍK, P., NAVRÁTIL, T., HOFMEISTER, J.: Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví – I. Lesnická práce, 80, 2001, s. 494 – 495.
- CHRISTENSON, L., FRICK, H., VON KUBIN, E.: Frost and winter desiccation as stress factors. Aquilo, Ser. Botanica, 29, 1990, s. 13 – 19.
- JANČAŘÍK, V., JANKOVSKÝ, L.: Václavka stále aktuální. Lesnická práce, 78, 1999, s. 414 – 417
- KMEŤ, J.: Fyziologické příčiny žltnutí smreka. In: Zúbrik M. (ed.): Aktuálně problémy v ochraně lesa 2001. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý sa konal 10. – 11. apríla 2001 v Banskej Štiavnici. Zvolen, Lesnický výskumný ústav 2001, s. 30 – 35
- KLIMO, E.: Dusík, s. 166 – 167. Hliník v půdě, s. 146 In: Kolektiv: Lesnický naučný slovník. 1. díl. A – O. Praha, Ministerstvo zemědělství 1994. 743 s.
- KOZŁOWSKI, T. T., KRAMER, P. J., PALLARDY, S. G.: The physiological ecology of woody plants. Academic Press 1991. 657 s.
- KOZŁOWSKI, T. T., PALLARDY, S. G.: Physiology of woody plants. Second edition. Academic Press 1997. 411 s.
- MÁLEK, J.: O ekologii václavky a červené hniloby a jejich rozšíření v lesních biocenózách. Lesnický časopis, 13, 1967, s. 545 – 562
- MÁLEK, J.: Ekologické optimum václavky a rozsah hniloby na smruku v lesních geobiocenózách. In: Symposium o václavce obecné – *Armillaria mellea* (VAHL ex Fr.) KUMM. Sborník referátů. Brno, LF VŠZ 1973, s. 67 – 80
- MANION, P. D.: Tree disease concepts. Englewood cliffs, Prentice Hall Inc. 1981.
- MATERNA, J.: Draslík, s. 142. Hořčík, s. 273. Kadmium, s. 350. In: Kolektiv: Lesnický naučný slovník. 1. díl. A – O. Praha, Ministerstvo zemědělství 1994a. 743 s.
- MATERNA, J.: Vápník, s. 525 – 526. In: Kolektiv: Lesnický naučný slovník. 2. díl. P – Ž. Praha, Ministerstvo zemědělství 1994a. 683 s.
- MRKVA, R.: Ochrana lesa: Ekologické pojetí a rozvoj. Lesnictví-Forestry, 39, 1993, s. 357 – 364
- PAVLÍK, Š., TURČÁNI, M.: Škodlivost lýkožrúta lesklého v súčasnosti a návrh opatrení na zníženie jeho početnosti. In: Varínsky J. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2000. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý sa konal 17. – 18. apríla 2000 v Banskej Štiavnici. Zvolen, Lesický výskumný ústav 2000, s. 97 – 101.
- PLÍVA, K.: Typologická klasifikace lesů ČR. Brandýs nad Labem, Lesprojekt 1984. 117 s.
- PLÍVA, K., ŽLÁBEK, I.: Přírodní lesní oblasti ČR. Praha, SZN 1986. 316 s.
- PLÍVA, K., ŽLÁBEK, I.: Provozní systémy v lesním plánování. Praha, SZN 1989. 208 s.
- PODRÁZSKÝ, V.: Žloutnutí smruku ztepilého v České republice – možné příčiny a řešení. In: Zúbrik, M. (ed.): Aktuálně problémy v ochraně lesa 2001. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý sa konal 10. – 11. apríla 2001 v Banskej Štiavnici. Zvolen, Lesnický výskumný ústav 2001, s. 30 – 35
- PRIWITZER, T., KMEŤ, J., STŘELCOVÁ, K.: Očakávané dosledky klimatických zmien na fyziologické procesy v lesných drevinách. 1. Fotosyntetická aktivita, rast, produkcia. Lesnícky časopis-Forestry Journal, 43, 1997, s. 239 – 249
- PŘÍHODA, A.: Lesnická fytopatologie. Praha, SZN 1959. 368 s.
- SENER, M., HOEPKER, K. A.: Einfluss der Mineralstoffernährung auf die neartige Erkrankung (akute Vergilbung) der Fichte im Rahmen biotischer Faktorenuntersuchungen. Ges. F. Strahlenforschung, 6, 1989, s. 61 – 74
- SHMIDT-VOGT, H.: Die Fichte. I. Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften. Hamburg und Berlin, Paul Parey 1987. 647 s.
- SLOVÍK, S.: Early needle senescence and thinning of the crown structure of *Picea abies* as induced by chronic SO₂ pollution. Global Change Biology, 2, 1996, s. 459 – 477
- SOUKUP, F., PEŠKOVÁ, V.: Houbové a další choroby. In: Kapitola, P., Knížek, M. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2000 a jejich očekávaný stav v roce 2001. Zprav. ochr. lesa, Suplementum, 2001, s. 45 – 54
- ŠRÁMEK, V., BALCAR, V.: Kvalita ovzduší. In: Uhlířová, H.: Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests 2001. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2001, s. 86 – 92
- TURČÁNI, M.: Podiel podkorneho hmyzu na hynutí smrekových porastov postihnutých žltnutím. In: Zúbrik, M. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2001. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý sa konal 10. – 11. apríla 2001 v Banskej Štiavnici. Zvolen, Lesnický výskumný ústav 2001, s. 56 – 60
- Vyhláška č. 83/1996Sb. Ministerstva zemědělství z 18. března 1996 o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.
- ZUMR, V.: Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu. Studie ČSAV 17. Praha, Academia 1985. 124 s.

ÚČINKY CHLOROCTOVÝCH KYSELIN NA SMRK ZTEPILÝ (*PICEA ABIES* /L./ KARST.)

Effects of chloroacetic acids on Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.)

Abstract

The article summarizes the results of several year research of the effect of chloroacetic acids from the air and soil on Norway spruce. Concentrated research of the TCA impact, representing chlorine secondary pollutants, was realized with the financial support of the Czech Grant Agency (GACR 522/99/1465 and 522/02/0874), and partly also with the project of the Ministry of Environment (VaV MZP 620/1/99). The presence of TCA in the forest environment supports discoloration and defoliation of spruce and affects negatively the growth. The effect depends on the time and the quality of the air and precipitation water, as TCA is degraded microbiologically in the soil comparatively soon. Only in conditions unsatisfactory for degrading (water-logged soil, dryness, high or low temperatures) TCA is taken by the roots and assimilation organs for a long time, first it is transported to the youngest needle year classes, later accumulates in older needles (mainly the third needle year class). Degrading in the needles was also confirmed, still it is not quite clear whether it is microbial or enzymatic degradation. Free chloride ion is released during the degradation, however, toxic in higher concentrations for most of the tree species.

Úvod

Ovlivnění zdravotního stavu smrků antropogenními faktory je v České republice dlouhodobě diskutovaný a řešený problém. K nejvýznamnějším z nich patřily v minulosti „kyselé“ imisní plyny a „kyselé deště“. Jako jejich hlavní komponenty se uplatňovaly a stále ještě uplatňují oxidy síry, dusíku, fluorovodík a chlorovodík. Emise těchto látek se v posledním desetiletí výrazně snížily a do popředí škodlivých látek v ovzduší vystoupily tzv. sekundární atmosférické polutanty (SAP), které vznikají atmosférickou fotooxidací. Patří mezi ně ozon a chloroctové kyseliny. Nejvýznamnější a také nejvíce studovanou chloroctovou kyselinou je fytotoxická kyselina trichloroctová (TCA), která vzniká atmosférickou fotooxidací rozpouštědel unikajících do ovzduší (FRANK 1984). Jedná se především o tria tetrachlorethen, a 1,1,1-trichlorethan (jeho výroba nyní v souladu s montrealským protokolem ustává). V atmosféře byly nalezeny i další halogenderiváty C_2 -uhlovodíků (nejen náhražky freonů, halothan) a produkty jejich fotooxidace (kyseliny halogenoctové jako monochlor-, dichlor-, bromchlor-, monofluor- a zejména trifluoroctová). Jejich monitoring, výzkum jejich vzniku, ekotoxikologických účinků i bilancování výskytu probíhá. TCA vzniká i při chloraci v úpravách vody a při spalování odpadů. Byla rovněž detekována v jehličí dřevin rostoucích v sousedství papírenského průmyslu, kde vzniká při bělení celulózy chlorovými sloučeninami (JUUTI et al. 1993, 1995). V životním prostředí je TCA považována za všudypřítomnou a je také označována jako indikátor SAP antropogenního původu. Byla nalezena ve vodách a srážkách (např. WEISSFLOG et al. 1999, Scott et al. 2000), v půdě (FRANK, FRANK 1986) a v jehličí smrků, borovic, jedlí a dalších dřevin (FRANK et al. 1992, 1994) i v České republice (MATUCHA, UHLÍŘOVÁ 1999) v koncentracích od několika jednotek až po 200 ppb (např. FRANK 1991).

Problémem vlivu kyseliny trichloroctové na lesní dřeviny jsme se na stránkách Zpráv lesnického výzkumu již jednou zabývali (UHLÍŘOVÁ et al. 1995). Od té doby výzkum existence TCA v lesních ekosystémech a jejích účinků na zdravotní stav smrků významně pokročil. Stalo se tak i v našich laboratořích, a to především s podporou GA ČR při řešení projektu 522/99/1465: „Sekundární atmosférické polutanty a poškození lesa: příjem, účinek a osud kyseliny trichloroctové ve smrku ztepilém (*Picea abies*)“ a následného projektu 522/02/0874: „Role chloroctových kyselin v životním prostředí: kyselina trichloroctová v systému smrk ztepilý/půda“. Dílčí výsledky přineslo i studium vlivu TCA při řešení projektu VaV MZP ČR 620/1/99: „Příčiny poškození lesních ekosystémů a prognóza jejich dalšího vývoje včetně návrhů následných opatření v oblastech pod dlouhodobou imisní zátěží“.

Ukazuje se, že přírodní pochody a osud chloroctových kyselin jsou složitější, než se předpokládalo, a jejich studium je determi-

nováno analytickými možnostmi, např. stanovením nanogramových množství halogenoctových kyselin ve vzorcích při jejich současné přítomnosti v atmosféře i hydrosféře, dlouhodobými odběry, prací v ultračistých laboratořích pro organickou analýzu a speciální instrumentací (MATUCHA, UHLÍŘOVÁ 2002).

Přehled výsledků

Fytotoxické účinky TCA

Fyzikálně-chemické vlastnosti TCA, zejména její vysoká rozpustnost ve vodě ji výrazně odlišují od chlorderivátů C_2 -uhlovodíků (TCIU - primárních polutantů). Podstatně se zvyšuje spektrum potenciálních účinků TCA na jednotlivé složky lesních ekosystémů. Na rozdíl od ostatních vysoce lipofilních TCIU se neakumuluje přednostně v listové kutikule, ale je přijímána snadnější cestou přímo z půdy přes kořeny s transpiračním proudem do asimilačních orgánů jak bylin (ASHTON, CRAFTS 1973), tak i dřevin (KRETZSCHMAR et al. 1994, UHLÍŘOVÁ et al. 1995, 1996).

Fytotoxické účinky TCA jsou známy dlouhou dobu. TCA se užívala jako herbicid pro hubení zejména trav, její používání bylo zakázáno teprve nedávno. Byla aplikována do půdy, protože její příjem kořeny je mnohem rychlejší než příjem listy. Ve vyšších koncentracích způsobuje inhibici růstu jak výhonů, tak i kořenů vyšších rostlin, listové chlorózy a nekrózy a redukuje tvorbu povrchových listových vosků (ASHTON, CRAFTS 1973, GULLVAG et al. 1996). ASHTON, CRAFTS (1973) se zmiňují, že ve velmi nízkých koncentracích ale může TCA růst kořenů stimulovat a citlivý je pouze růst výhonů vyšších rostlin. Pravidelná degradace u vyšších rostlin zahrnuje dechloraci s následnou dehydroxylací a vznikem kyseliny pyrohroznové, která je běžnou součástí rostlinných buněk, ta je poté běžně metabolizována. Při tomto procesu je do prostředí uvolňován chloridový iont, na který jsou mnohé dřeviny velmi citlivé (UHLÍŘOVÁ, ŠEBKOVÁ 2001).

FRANK (1991), PLÜMACHER et al. (1993) a NOROKORPI (1995) zjistili vyšší výskyt kyseliny trichloroctové v asimilačních orgánech chřadnoucích borových, smrkových i březových porostů rostoucích v oblastech, kde byl výskyt ostatních imisí zanedbatelný. Porovnáním údajů o zdravotním stavu stromů a koncentrací TCA v asimilačních orgánech se předpokládá, že obsahy kyseliny trichloroctové nad 100 ng/g reprezentují již významnou zátěž tímto SAP. Zvýšený výskyt TCA byl v roce 1997 a posléze i 1998 zjištěn i v Krušných horách (MATUCHA, UHLÍŘOVÁ 1999).

Pro studium příjmu, osudu a účinků TCA ve smrku ztepilém byl během již téměř osmiletého výzkumu použit radioizotop uhlíku ^{14}C , který je známý svojí vhodností pro výzkum příjmu, translokace i metabolismu xenobiotik (MATUCHA et al. 2001). Připravená [1,2-

^{14}C]TCA o maximální dosažitelné měrné radioaktivitě 3,7 GBq/mmol (BUBNER et al. 2001) se nejprve osvědčila při sledování příjmu TCA prýtem smrku ztepilého (UHLÍŘOVÁ et al. 1996, MATUCHA et al. 2001). Dalším studiem se potvrdila závislost příjmu na intenzitě transpiračního proudu, tj. i na stáří a poloze jehličí (přeslenu). Po sledování příjmu TCA z půdy kořeny smrku jsme se věnovali distribuci TCA ve smrku a bilancování TCA pomocí radioaktivity. Výsledky svědčily o preferování příjmu TCA kořeny. Při bilancování radioaktivity byly zjištěny podstatné ztráty, které byly přisuzovány úniku oxidu uhličitého do atmosféry, později byl $^{14}\text{CO}_2$ unikající do okolní atmosféry zjištěn (Forczek et al. 2001).

Při příjmu TCA z půdy kořeny dochází v růstové periodě k nejrychlejšímu příjmu především nejmladším jehličím (s nejintenzivnější transpirací). Distribuce radioaktivity po dvou týdnech od jednorázové aplikace ke kořenům smrku ztepilého je patrná z tab. 1 (podle MATUCHY et al. 2001). Teprve mnohem později, po několika měsících dochází k jistému vyrovnání koncentrací TCA v jednotlivých ročnících jehličí a dokonce k nárůstu ve starších ročnících.

Z údajů v tabulce je patrné, že značný podíl přidané radioaktivity v podobě $[1,2-^{14}\text{C}]\text{TCA}$ zůstává v půdě a rovněž vysoký podíl je uvolňován do okolního ovzduší v podobě $^{14}\text{C}-\text{CO}_2$ (zjišťováno v uzavřeném okruhu se sorpcí CO_2). Vysoké procento radioaktivity v půdě (tj. 77 % nenalezené aktivity) bylo vázáno na nerozloženou hrabanku a další organické zbytky. Takto vázaná radioaktivita je při koloběhu látky v systému půda-rostlina-ovzduší nepoužitelná a nebyla zpočátku ani měřena. FORCZEK se spolupracovníky (2001) zjistil, že do atmosféry neuniká žádná jiná forma obsahující uhlík než

CO_2 (kupř. CO , CH_4 , chloroform nebo volná TCA), část uhlíku z TCA je zkonsumována mikroorganismy (MATUCHA et al. 2002).

Dlouhodobý experiment se smrkovými sazenicemi, založený v roce 1997 a ukončený v roce 2001, ukázal vliv TCA na diskoloraci a defoliaci nejmladšího fyziologicky neaktivnějšího jehličí a následnou regeneraci ovlivněných sazenic. Sazenice pěstované v růstových komorách v kontejnerech objemu 0,7 l byly zalévány nepufrovaným roztokem TCA ($430 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) s různou intenzitou a kontrolní sazenice pouze čistou vodou. Po ukončení experimentu byly všechny sazenice vysázeny do záhonu a sledován jejich růst po další 4 roky. Délka výškových a bočních přírůstů v porovnání s neovlivněnými sazenicemi byla zpočátku v prvních dvou letech významně nižší, ale později se přírůsty téměř vyrovnaly (viz obr. 1). Celkový růst byl ale vzhledem ke ztrátě v prvním roce po ovlivnění významně potlačen.

Pokusy s SO_2 aplikovaným v uzavřených komorách na řízkovance smrku rostoucí v kontejnerech a předem zalévané do půdy roztokem TCA ve dvou odlišných koncentracích ukázaly zvýšení koncentrace chloridů v jednoletém (C) jehličí i ve dvouletém (C1) jehličí – viz obr. 2. Koncentrace síry u řízkovanců ovlivněných TCA poklesla v porovnání s variantou, kde TCA aplikována nebyla. Viditelné symptomy poškození (apikální chlorózy a později nekrózy) na C-jehličí bylo možné pozorovat na všech variantách ovlivněných SO_2 již po několika hodinách fumigace. Poškozené jehličí se stříbřitými chlorotickými skvrnami (typickými pro poškození SO_2) časem zhnědlo a postupně opadalo.

Monitoring obsahu TCA ve smrkovém jehličí současně se zjišťováním obsahu dalších zátěžových prvků v jehličí (S, F, Cl) pomohl najít vztah mezi dávkou a účinkem (obsahem TCA) v jehličí

Tab. 1.

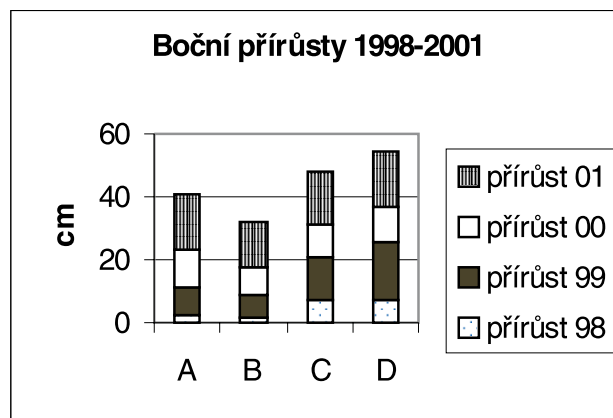
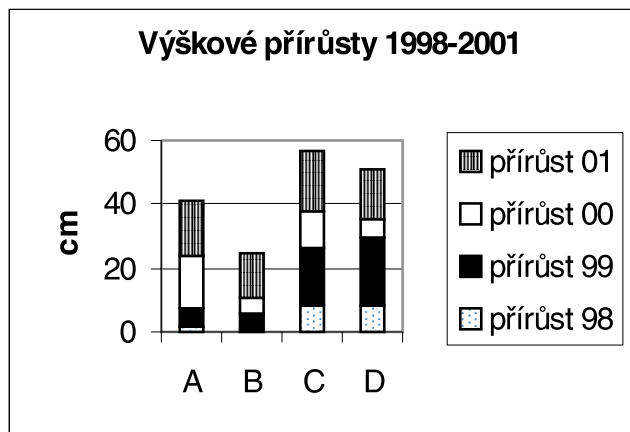
Rozdělení nalezené radioaktivity $[1,2-^{14}\text{C}]\text{TCA}$ mezi jednotlivé kompartmenty [v %]. Aplikováno 1 665 kBq $[1,2-^{14}\text{C}]\text{TCA}$ ke kořenům čtyřleté sazenice smrku ztepilého v květníku s 1,2 kg půdy; opět nalezeno 23 % přidané radioaktivity po dvoutýdenní kultivaci v obvyklém režimu. Distribution of discovered radioactivity $[1,2-^{14}\text{C}]\text{TCA}$ among the individual compartments (in %). Applied 1,665 kBq $[1,2-^{14}\text{C}]\text{TCA}$ to roots of 4-year old Norway spruce plant in flowerpot with 1.2 kg of soil; observed 23 % of added radioactivity after two weeks of cultivation in the usual regime.

Komp.	půda	ovzduší	smrk celkově			
% radio-aktivity	76,29	15,37	8,34			
			kmínek	prýty	jehličí	kořeny
			0,08	0,92	3,94	3,40

Obr. 1.

Ovlivnění přírůstů sazenic smrku zalévaných nepufrovaným roztokem TCA ($430 \text{ ng} \cdot \text{l}^{-1}$) – varianta A (celkem $51,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ půdy), varianta B (celkem $86,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ půdy), varianta C + D zalévány pouze čistou vodou

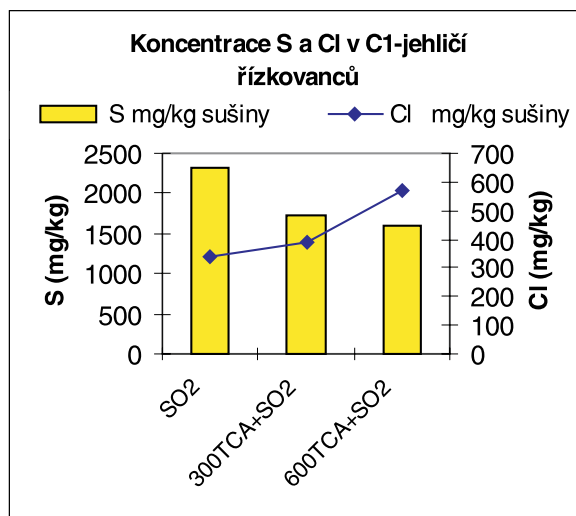
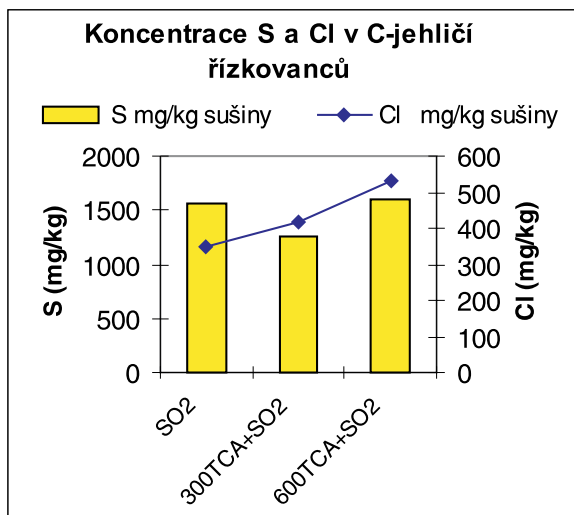
Growth of spruce plants treated by non-buffering solution TCA ($430 \text{ ng} \cdot \text{l}^{-1}$) – variant A (totally $51.6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of soil), variant B (totally $86.7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of soil), variant C + D watered only by pure water



Obr. 2.

Koncentrace síry a chloru v jednoletém (C) a dvouletém (C1) jehličí řízkovanců smrku předem zalévaných roztokem TCA (v celkové dávce 300 nebo 600 µg) a následně fumigovaných SO₂ (ca 1,5 mg/m³)

Concentrations of sulphur and chlorine in one-year (C) and two-year (C1) old spruce cuttings watered by TCA solution (total amount 300 or 600 µg) and followed SO₂ fumigation (ca 1.5 mg/m³)



a především defoliací smrků, kde se ukázal významný vztah mezi ztrátou jehličí a obsahem celkové síry i TCA. Prokazuje se tak polyfaktoriální charakter poškození jehličnatých dřevin (MATUCHA et al. 1999, COUFAL et al. 2002). Byl získán soubor dat z deseti stanovišť na pokusných smrkových plochách v Krušných horách: hodnoty defoliace, obsahu celkové síry, fluoru a chloru v prvních třech ročních jehličích, hodnoty jsou uvedeny v tab. 2. K vyhodnocení získaných dat, tj. posouzení role monitorovaných parametrů (jednotlivých stresorů), z našeho hlediska pak zejména role TCA, byla použita metoda vícenásobné lineární regrese (programy ADSTAT a NCSS97). Jako statisticky významné se potom ukázaly proměnné S_{tot} (součet koncentrací v 1. – 3. ročníku), TCA (pozitivní korelace $p < 0,001$) a Cl (negativní korelace $p < 0,05$).

Životnost kořenů

Vzhledem k přímé aplikaci TCA do půdy jsme od počátku předpokládali ovlivnění životnosti kořenů, zvláště jemných kořínků o průměru cca 2 mm. K ověřování jsme použili stejnou metodu, jakou se stanovuje životnost semen: barvení živých tkání v pufovaném roztoku triphenyltetrazolium chloridu a po extrakci barviva jeho kolorimetrické proměření. Výsledky byly vztaženy ke blanku připraveného ze zcela inaktivovaného vzorku.

Sazenice smrků byly vystaveny stejné dávce TCA, ale s různou aplikací. Třetina sazenic byla ošetřena celkovou dávkou najednou, ke třetině byla dávka aplikována postupně v deseti zálivkách a zbývající třetina byla zalévána pouze čistou vodou.

První měření se uskutečnilo dva týdny po jednorázové aplikaci TCA a bylo porovnáno s kontrolami, kde byla aplikována pouze voda, další následovalo tři týdny poté, kde byla porovnána jednorázová varianta s variantou postupné aplikace (při stejné celkové dávce) a ve třetím případě byla porovnána varianta postupné aplikace opět s kontrolou. Výsledky skutečně ukazují snížení životnosti kořenů po aplikaci TCA, přičemž jednorázová aplikace měla menší efekt než aplikace postupná. Zatímco se u jednorázové aplikace snížila životnost v prvním případě o necelých 31 % a v druhém případě o 36 %, tak u postupné aplikace se snížila o 60 % v obou termínech měření. Vždy se jedná o rozdíl mezi sazenicemi s aplikací TCA a kontrolní sazenicemi.

TCA v půdě

V poslední době se objevují práce, které poukazují na možnost tvorby TCA v půdě z huminových látek za přírodních podmínek (HOEKSTRA et al. 1995, 1999), kde by měla vznikat vedle chloroformu (HASELMAN 2000), a diskutuje se o podílu TCA přírodního původu (JORDAN, FRANK 1999).

Studium TCA v celém systému atmosféra-rostlina-půda naznačuje důležitou roli půdních mikroorganismů (FORCZEK et al. 2001, SCHRÖDER et al. 2002). Vliv vlhkosti na rychlost mikrobiální degradace v půdě je značný, jak nízká, tak i vysoká vlhkost biodegradaci TCA snižují (MATUCHA et al. 2002).

Po aplikaci TCA klesá výměnné pH (pH KCl) a stoupá koncentrace uvolněných Al³⁺ iontů za současného poklesu celkového Al a stoupá koncentrace chloridového iontů ve vodném výluhu půdy.

Závěry

- Příjem TCA smrkem se děje kořeny a k její akumulaci dochází nejprve v nejmladším jehličí, později ve starším (3. ročník). TCA je v půdě mikrobiálně degradována, což její příjem snižuje, navíc k pozvolné degradaci dochází i v jehličí.
- TCA způsobuje chlorózy a později nekrózy především nejmladšího jehličí, které po čase opadáva.
- Účinek TCA se po ztrátě jehličí projevuje zpomalením růstu, který je vyrovnán až po několika letech.
- Zálivka TCA v nádobových pokusech způsobila pokles výměnného pH (KCl), zvýšení koncentrace výměnného Al³⁺.
- Úměrně změnám v pH půdy a uvolňování Al³⁺ iontů klesala vitalita jemnějších kořenů.
- Multifaktoriální analýza prokázala významný vliv zvýšené koncentrace S, F a TCA v jehličí na defoliaci smrků, který byl potvrzen i experimentálně při současném účinku SO₂ a TCA.

Tab. 2.

Analýza smrkového jehličí na vybraných lokalitách Krušných hor
Analysis of spruce needles on the selected Krušné Mts. localities

Lokalita	Defoliace	Roč. jehličí	S [mg/kg]	F [mg/kg]	Cl [mg/g]	TCA [ng/g]
Cínovec	57,50	1	1218	2,71	0,306	89
		2	1525	8,17	0,219	127
		3	1619	10,30	0,292	76
Klínovec	49,75	1	1028	0,96	0,234	78
		2	1212	2,55	0,308	98
		3	1647	3,55	0,248	79
Fláje	46,32	1	1229	1,99	0,349	52
		2	1469	4,44	0,271	86
		3	1669	7,06	0,177	28
Klíný	52,78	1	1309	4,04	0,266	110
		2	1415	5,45	0,157	115
		3	1249	2,70	0,189	98
Sv. Šebestían	54,25	1	1157	1,60	0,297	28
		2	1305	5,24	0,203	45
		3	2022	3,76	0,233	42
Skel. vrch	57,50	1	1404	3,91	0,298	56
		2	1094	8,41	0,222	67
		3	2038	5,15	0,192	76
Přísečnice	55,25	1	1230	1,85	0,306	71
		2	1889	5,69	0,232	77
		3	1460	7,38	0,161	52
Přebuz	30,50	1	1112	1,44	0,296	66
		2	1230	2,67	0,205	67
		3	1295	2,20	0,265	46
Lazy	37,50	1	841	0,15	0,374	36
		2	1559	1,80	0,227	34
		3	1416	1,76	0,188	29
Studenec	39,00	1	1028	1,98	0,315	45
		2	1793	3,78	0,248	62
		3	1319	4,37	0,278	144

Literatura

- ASHTON, F. M., CRAFTS, A. S.: Mode of action of herbicides-aliphatics. New York–London–Sydney–Toronto, A Wiley-Interscience Publication 1973, s. 110 – 125
- BUBNER, M., FUKSOVÁ, K., MATUCHA, M., HEISE, K. H., BERNHARD, G.: Synthesis of [1,2 -¹⁴C] trichloroacetic acid. J. Labelled Cpd. Radiopharm., 44, 2001, s. 811 – 814
- COUFAL, D., MATUCHA, P., UHLÍŘOVÁ, H., LOMSKÝ, B., MATUCHA, M., FORCZEK, S. T.: GUHA analysis of coniferous forest damage: Effects of trichloroacetic acid, sulphur, fluorine and chlorine on needle loss of Norway spruce. Neural Network World 2002, připraveno do tisku.
- FORCZEK, S. T., MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., ALBRECHTOVÁ, J., FUKSOVÁ, K., SCHRÖDER, P.: Distribution and fate of trichloroacetic acid in Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) using ¹⁴C-labelling. In: Proceedings of the Seventh International Symposium on the Synthesis and Applications of Isotopes and Isotopically Labelled Compounds, June 18 – 22, 2000, Dresden, Germany, Poster B9-4, Symposium Abstracts, p. 265, and Proceedings „The Synthesis and Applications of Isotopes and Isotopically Labelled Compounds 2000“ (U. Pleiss and R. Voges, Eds.), J. Wiley, 2001, s. 610 – 614
- FORCZEK, S. T., MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., ALBRECHTOVÁ, J., FUKSOVÁ, K., SCHRÖDER, P.: Biodegradation of trichloroacetic acid in Norway spruce/soil-system. Biologia Plantarum, 44, 2001, s. 317 – 320
- FRANK, H.: Waldschäden durch Photooxidantien? Nachr. Chem. Tech. Lab., 32, 1984, s. 298 – 305
- FRANK, H.: Airborne chlorocarbons, photooxidants, and forest decline, Ambio, 20, 1991, č. 1, s. 13 – 18
- FRANK, H., FRANK, W.: Photoaktivierung luftgetragener Chlorkohlenwasserstoffe. Nachr. Chem. Tech. Lab., 34, 1986, č. 1, s. 15 – 20
- FRANK, H., SCHOLL, H., SUTINEN, S., NOROKORPI, Y.: Trichloroacetic acid in conifer needles in Finland. Ann. Bot. Fennici, 29, 1992, s. 263 – 267
- FRANK, H., SCHOLL, H., RENSCHEN, D., RETHER, B., LAOUEDJ, A., NOROKORPI, Y.: Haloacetic acids, phytotoxic secondary air pollutants. Environ. Sci. Pollut. Res., 1, 1994, s. 4 – 14
- GULLVAG, B. M., FRANK, H., NOROKORPI, Y.: Secondary air pollutants. Apistomatal wax erosion of Scots pine needles. Environ. Sci. Pollut. Res., 3, 1996, č. 3, s. 159 – 162

- HASELMAN, K. F., LATURNUS, F., SVENSMARK, B., GROEN, C.: Formation of chloroform in spruce forest soil-results from laboratory incubation studies. *Chemosphere*, 41, 2000, s. 1769 – 1774
- HOEKSTRA, E. J., DE LEER, E. W. B.: Organohalogens: the natural alternatives. *Chemistry in Britain*, 1995, s. 127 – 131
- HOEKSTRA, E. J., DE LEER, E. W. B., BRINKMAN, U. A. T.: Findings supporting the natural formation of trichloroacetic acid in soil. *Chemosphere*, 38, 1999, s. 2875 – 2993
- JORDAN, A., FRANK, H.: Exchange of comments on „The origins and occurrence of trichloroacetic acid“. *Atmospheric Environment*, 33, 1999, s. 4525 – 4527
- JUUTI, S., HIRVONEN, A., TARHANEN, J., HOLOPAINEN, J. K., RUUSKANEN, J.: Trichloroacetic acid in pine needles in the vicinity of kraft pulp mills. *Chemosphere*, 26, 1993, s. 1859 – 1868
- JUUTI, S., NOROKORPI, Y., RUUSKANEN, J.: Trichloroacetic acid (TCA) in pine needles caused by atmospheric emissions of kraft pulp mills. *Chemosphere*, 30, 1995, s. 439 – 448
- KRETZSCHMAR, M., BUBNER, M., MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H.: A comparison of analytical method for detection of [1, 2 ¹⁴C]trichloroacetic acid derived radioactivity in needles. *Annual Report 1993*. Dresden, FZR, Institute of Bioorganic and Radiopharmaceutical Chemistry, 1994, s. 130 – 134
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H.: Sekundární atmosférické polutanty a zdravotní stav lesa: cesta, příjem a osud kyseliny trichloroctové ve smrku ztepilém (*Picea abies*). In: *Sborník z konference Ovzduší '99*, Brno, 7. – 10. 2. 1999, s. 86 – 90
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., BUBNER, M.: Investigation of uptake, translocation and fate of trichloroacetic acid in Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) using ¹⁴C-labelling. *Chemosphere*, 44, 2001, s. 217 – 223
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., FUKSOVÁ, K., BUBNER, M.: Application of ¹⁴C-labelling in investigation of forest decline: uptake, translocation and fate of trichloroacetic acid in Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). In: *Abstracts of the Seventh International Symposium on the Synthesis and Applications of Isotopes and Isotopically Labelled Compounds*, June 18 – 22, 2000, Dresden, Germany, p. 256 and *Proceedings „The Synthesis and Applications of Isotopes and Isotopically Labelled Compounds 2000“* (U. Pleiss and R. Voges, Eds.), J. Wiley, 2001, s. 604 – 609
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., HÁJEK, P.: Polyfaktoriální charakter poškození smrku ztepilého v Krušných horách. *Zpráva pro ČEZ*, 1999, a. s., Praha a nepubl. výsledky
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H.: Těkavé chlorované uhlovodíky a úhyn lesa. *Biologické listy*, 67, 2002, č. 3, s. 164 – 176
- MATUCHA, M., UHLÍŘOVÁ, H., LOMSKÝ, B., FUKSOVÁ, K., FORCZEK, S. T., ALBRECHTOVÁ, J.: Těkavé chlorované uhlovodíky a zdravotní stav lesa: Účinek kyseliny trichloroctové na smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ KARST.). In: *Sborník z konference Ovzduší '99*, Brno, 7. – 10. 2. 1999, s. 182 – 188.
- MATUCHA, M., FORCZEK, S. T., GRYNDLER, M., UHLÍŘOVÁ, H., FUKSOVÁ, K., SCHÖDER, P.: Trichloroacetic acid in Norway spruce/soil-system. I. Biodegradation on soil. *Chemosphere*, 2002, přijato do tisku
- NOROKORPI, Y., FRANK, H.: Trichloroacetic acid as a phytotoxic air pollutant and the dose-response relationship for defoliation of Scots pine. *Sci. Total Environ.*, 160/161, 1995, s. 459 – 463
- PLÜMACHER, J., RENNER, I., SCHRÖDER, P.: Volatile chlorinated hydrocarbons and trichloroacetic acid in conifer needles In: *Volatile Organic Pollutants: Levels, Fate and Ecotoxicological Impacts*. Eds. P. Schröder, H. Frank. B. Retner. Frankfurt/M., Wissenschaftsverlag Dr. Winkberg Maran 1993, s. 37 – 51
- SCOTT, B., MACTAVISH, D., SPENCER, C., STRACHAN, W. M. J., MUIR, D. C. G.: Haloacetic acids in Canadian lake waters and precipitation. *Environ. Sci. Technol.*, 34, 2000, s. 4266 – 4272
- SCHRÖDER, P., MATUCHA, M., FORCZEK, S. T., UHLÍŘOVÁ, H., FUKSOVÁ, K., ALBRECHTOVÁ, J.: Uptake, translocation and fate of trichloroacetic acid in Norway spruce/soil system. A minireview. *Chemosphere*, 2002. Spec. Volume of the Proc. of the 2nd International conference „Naturally Produced Organohalogens“. Sept. 30 – October 3, 2001, University of Heidelberg, v tisku
- UHLÍŘOVÁ, H., PASUTHOVÁ, J., MATUCHA, M.: Znečištěné ovzduší a lesy. II. Chlorované uhlovodíky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 40, 1995, č. 3/4 s. 30 – 35
- UHLÍŘOVÁ, H., MATUCHA, M., KRETZSCHMAR, M., BUBNER, M.: Aufnahme und Verteilung von [¹⁴C] Trichloressigsäure in Trieben Norwegischer Fichte. *UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox.*, 8, 1996, č. 3, s. 138 – 142
- UHLÍŘOVÁ, H., ŠEBKOVÁ, V.: Znečištěné ovzduší a lesy. V. Chlor, chlorovodík a chloridy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 46, 2001, č. 1, s. 25 – 32
- WEISSFLOG, L., MANZ, M., POPP, P., ELANSKY, N., ASRABOV, A., PUTZ, E., SCHÜRMANN, G.: Airborne trichloroacetic acid and its deposition in the catchment area of the Caspian sea. *Environmental Pollution*, 104, 1999, s. 359 – 364

DOPAD PĚSTOVÁNÍ STANOVIŠTNĚ NEPŮVODNÍCH DŘEVIN NA STAV HUMUSOVÝCH FOREM V NIVĚ JALOVÉHO POTOKA – ČERNOKOSTELECKÁ OBLAST

Effects of the allochthonous tree species cultivation on humus forms in the perimeter of the Jalový potok stream – Kostelec nad Černými lesy region

Abstract

Development of forest soils is co-determined by the state of forest vegetation, representing one of the key factors of pedogenesis. Changes of tree species composition affect mostly the humus forms, i. e. the surface humus and related mineral humic horizon. Presented article documents the results of a study, dealing with the research of species change effects on the humus forms in the Jalový potok riparian zone and on their chemistry. Research confirmed the fundamental role of species composition in the surface humus formation, its chemistry dynamics, as well as its importance for the amount and cycles of nutrients.

Úvod

Druhová skladba lesních porostů ovlivňuje podstatnou měrou všechny ekologické procesy v lesním ekosystému. Mezi jinými má zásadní význam jako jeden ze základních pedogenetických faktorů na utváření a vývoj humusových forem jako nejsvrchnější a nejdynamičtější vrstvy lesních půd. Ty pak výrazně modifikují retenční potenciál lesních půd a lesních ekosystémů jako celku (GREEN et al. 1993, ŠÁLY 1978).

Změny druhové struktury lesních porostů jsou jedním z nejvýznamnějších důsledků lesnického hospodaření v oblasti střední Evropy. Kromě zvýšení produkční funkce lesních porostů jako sledovaného, zamýšleného efektu dochází přitom k modifikacím ostatních ekologických a environmentálních funkcí lesa. Cílem předkládaného příspěvku je proto kvantifikovat dopad změny druhové skladby lesních porostů na stav, tj. množství a chemismus nadložního humusu, na vlastnosti nejsvrchnějších minerálních půdních horizontů a shromáždit tak podklady pro další studium vlivů lesního hospodářství na dynamiku lesních porostů zájmové oblasti a na vývoj studovaného segmentu krajiny jako celku.

Metodika

Vliv jednotlivých dřevin na humusové formy byl studován ve čtyřech porostech, rostoucích na stejném stanovišti. Lze předpokládat, že druhové složení je hlavním a jednoznačně převládajícím faktorem, determinujícím stav svrchní vrstvy půdy. Sledované porosty tvoří výraznou ekosérii: porost s přirozeným složením (JS, JV aj. – smíšené listnáče), smrkový porost a porost vejmutovky, představující vliv systému pěstování monokultur domácích i introdukovaných jehličnatých dřevin a porost metasekvoje jako velice zajímavé exoty. Charakteristiky porostů jsou uvedeny v tabulce 1.

Vzorky nadložního humusu byly odebírány počátkem léta r. 2000 pomocí ocelového rámečku 25 x 25 cm ve čtyřech opakováních. Byly odebírány vzorky jednotlivých pedogenetických holorganických horizontů, včetně nejsvrchnější části minerální půdy: L, F, H a Ah horizonty. Minerální zemina nebyla odebírána kvantitativně. Pro relativně nízkou zásobu nadložního humusu a špatnou odlišitelnost jednotlivých horizontů byly zvlášť odebírány vzorky vrstev L + F1 jako jeden vzorek, F2 a H vrstvy představovaly potom vzorek druhý. Přímě v terénu byly vytvářeny směsné vzorky z odpovídajících si horizontů všech čtyř odběrů. Analýzy byly provedeny v laboratoři se sídlem ve VÚLHM-VS Opočno s využitím standardních metod. Stanoveno bylo: hmotnost jednotlivých vrstev nadložního humusu (sušina), obsah celkových živin (N, P, K, Ca, Mg), obsah přístupných živin ve výluhu 1% kyselinou citrónovou a základní pedochemické vlastnosti – pH, charakteristiky sorpčního komplexu podle Kappena, výměnná acidita a její složky, obsah celkového humusu a celkového dusíku metodou Kjeldahla. Jelikož byly připraveny již v terénu směsné vzorky, neby-

lo možné statistické vyhodnocení výsledků. Počet odběrů 4 je na spodní hranici reprezentativnosti odběrů (PODRÁZSKÝ 1993).

Výsledky a diskuse

Množství organické hmoty akumulované v jednotlivých porostních částech je dokumentováno v tabulce 2. Výsledky tak dokládají maximální nahromadění povrchového humusu v porostu smrku (45,07 t/ha), menší hodnoty v porostu vejmutovky (35,76 t/ha) a jen minimální množství v porostu metasekvoje (6,74 t/ha). V porostu smíšených listnáčů nebylo (před opadem letošních listů, tj. v době minima opadu na povrchu půdy, červen 2000) možno odebrat měřitelné množství nadložního humusu. To souhlasí s poznatky jiných autorů, kteří rovněž dokládají výrazně pomalejší rozklad jehličnatého opadu s nižším obsahem živin a vyšším obsahem látek bránících mineralizaci (ŠÁLY 1978). V porostech jehličnanů je možno determinovat humusovou formu jako mor, kdežto v porostech listnáčů a metasekvoje jako mul (GREEN et al. 1993). Ve srovnání s jinými experimenty nebyla srovnatelná doba odběru vzorků, standardní období je totiž podzim; pro relativní posouzení vlivu jednotlivých dřevin však je zvolená metodika odpovídající. Naopak v době maximální růstové a fyziologické aktivity lesních dřevin lze předpokládat i maximální vliv na půdní vlastnosti (PODRÁZSKÝ 1993).

Tabulka 3 uvádí výsledky stanovení hodnot obsahu celkových živin v holorganických vrstvách. V porostu metasekvoje byly ze sledovaných porostů nejvyšší obsahy celkového vápníku a draslíku (ve vrstvách L + F1), poněkud vyšší byl i obsah fosforu. Obsah dusíku byl vyšší ve srovnání s vejmutovkou, ale výrazně nižší ve srovnání se smrkem. V obsahu celkového hořčíku nebyly doloženy výraznější rozdíly. Obsahy celkových živin v odpovídajících horizontech porostů SM a VJ byly podobné s výjimkou obsahu dusíku ve svrchním sledovaném horizontu, kde byl obsah N u vejmutovky pronikavě nižší. Vysoký obsah této živiny ve formě celkového N v případě smrkového porostu, vyšší i než u porostu metasekvoje, byl způsoben pomalým rozkladem smrkového opadu a pomalým přechodem dusíku do pohyblivých forem.

Obsah celkového dusíku v porostu VJ pomalu rostl s hloubkou horizontu, u SM byl pozorován opačný trend. To indikuje maximum biologické aktivity v porostu SM v horizontech F1, v horizontech nadložního humusu VJ pak hlouběji ve vrstvách F2 (TIETEMA 1992, WESEMAEL 1992). Hodnoty obsahu celkového fosforu zůstávaly přibližně stejné v celém sledovaném profilu, hodnoty obsahu Ca a Mg klesaly a hodnoty obsahu celkového K rostly s rostoucí hloubkou horizontu.

Výsledky stanovení obsahu přístupných živin jsou shrnuty v tabulce 4. Prokázaly poměrně značné rozdíly v dynamice přístupných živin v jednotlivých porostech. Obecně lze říci, že v porostu metasekvoje a smíšených listnáčů se situace výrazně odlišovala od stavu v porostech obou jehličnanů. Obsah přístupného fosforu představoval určitou výjimku, byl nejvyšší v porostu metasekvoje,

Tab. 1.

Charakteristika studovaných porostů
Characteristics of studied stands

Porost - Stand	13L3	13L3	13L4	13L11
LS <i>Forest district</i>	ML Český Brod	ML Český Brod	ML Český Brod	ML Český Brod
LT <i>Forest type</i>	2L1	2L1	2L1	2L1
Nadm. výška Altitude	250	250	250	250
Druh <i>Species</i>	Metasekvoj <i>Dawn redwood</i>	Smíš. listnáče <i>Mixed hardwoods</i>	VJ <i>White pine</i>	SM <i>Norway spruce</i>
Věk (roky) <i>Age (years)</i>	34	40	40	90

Tab. 2.

Akumulace nadložního humusu ve studovaných porostech
Accumulation of surface humus in studied stands

Porost <i>Stand</i>	Metasekvoj <i>Dawn redwood</i>	VJ <i>White pine</i>	SM <i>Norway spruce</i>	Smíš. listnáče <i>Mixed hardwoods</i>
Horizont - Horizon				
L+F ₁	6.74	11.48	10.69	0
F ₂ +H	0	24.28	34.38	0
Celkem – Sum	6.74	35.76	45.07	0

Tab. 3.

Obsah celkových živin v holorganických horizontech
Total nutrient content in holorganic horizons

Porost - Stand	Horizont	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Metasekvoj <i>Dawn redwood</i>	L+F ₁	1.18	0.18	0.34	0.72	0.064
VJ <i>White pine</i>	L+F ₁	0.98	0.16	0.15	0.48	0.077
	F ₂ +H	1.11	0.16	0.30	0.12	0.034
SM <i>Norway spruce</i>	L+F ₁	1.51	0.14	0.14	0.45	0.060
	F ₂ +H	1.07	0.15	0.20	0.16	0.027

Tab. 4.

Přístupné živiny v půdách studovaných porostů
Plant available nutrients in soils of studied stands

Porost <i>Stand</i>	Horizont	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Metasekvoj <i>Dawn Redwood</i>	L+F ₁	367	1240	12000	1107
	Ah	217	113	2367	217
	B	204	55	2067	177
VJ <i>White pine</i>	L+F ₁	134	747	6067	1005
	F ₂ +H	175	357	4200	407
	Ah	163	118	1417	141
	B	141	97	1684	146
SM <i>Norway spruce</i>	L+F ₁	233	997	7933	674
	F ₂ +H	208	382	5084	369
	Ah	112	111	1120	148
	B	67	67	804	169
Smíš. por. <i>Mix. hard.</i>	Ah	115	100	2300	243
	B	92	100	1733	200

Tab. 5.

Pedochemické charakteristiky půd studovaných porostů – (a)

Pedochemical characteristics of soils in studied stands – (a)

Porost Stand	Horizont	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	S *	H *	T *	V (%)
Metasekvoj	L+F ₁	5.8	3.5	63.5	4.6	68.1	93.3
<i>Dawn</i>	Ah	5.6	3.2	20.6	2.8	23.4	88.2
<i>redwood</i>	B	5.9	4.0	18.9	1.9	20.8	90.6
VJ	L+F ₁	5.4	3.4	29.5	18.8	48.3	61.5
<i>White</i>	F ₂ +H	5.3	3.0	17.8	25.3	43.1	40.9
<i>pine</i>	Ah	5.4	3.0	13.0	5.2	18.1	71.5
	B	5.8	3.3	14.4	2.8	17.2	83.4
SM	L+F ₁	5.4	3.5	42.8	12.9	55.7	76.7
<i>Norway</i>	F ₂ +H	5.2	3.3	26.8	20.2	47.0	53.7
<i>spruce</i>	Ah	4.8	2.8	14.7	9.7	24.4	60.7
	B	5.1	2.9	12.5	7.4	19.9	62.6
Smíš. list.	Ah	5.8	3.3	18.7	3.8	22.5	83.1
<i>Mix. hardwood</i>	B	5.8	3.2	14.6	4.2	18.8	77.8

Tab. 5.

Pedochemické charakteristiky půd studovaných porostů – (b)

Pedochemical characteristics of soils in studied stands – (b))

Porost Stand	Horizont	Acidita _{ex} **	H _{ex} **	Al _{ex} **	Humus (%)	N (%)
Metasekvoj	L+F ₁	19.2	7.0	12.2	35.5	1.25
<i>Dawn</i>	Ah	8.8	3.6	5.2	4.7	0.23
<i>redwood</i>	B	10.4	3.1	7.3	2.9	0.17
VJ	L+F ₁	24.2	9.9	14.3	54.9	1.13
<i>White</i>	F ₂ +H	38.4	9.4	29.0	37.5	0.86
<i>pine</i>	Ah	41.5	3.1	38.3	5.4	0.22
	B	21.6	3.6	18.0	2.4	0.12
SM	L+F ₁	19.1	7.6	11.5	53.5	1.51
<i>Norway</i>	F ₂ +H	24.9	6.4	18.5	36.8	1.09
<i>spruce</i>	Ah	66.3	4.8	61.5	11.1	0.47
	B	83.1	3.6	79.5	4.3	0.23
Smíš. list.	Ah	22.5	3.6	19.0	5.9	0.33
<i>Mix. hard.</i>	B	31.3	3.1	28.2	3.7	0.23

Pozn.:

* – hodnoty charakteristik sorpčního komplexu jsou uváděny v mval/100 g jemnozeme

** – hodnoty charakteristik výměnné acidity v mval/kg jemnozeme

Notes:

* – adsorption complex characteristics in mval/100g of fine earth

** – exchangeable acidity components (aluminum, hydrogen and total acidity) in mval/kg of fine earth

nižší v porostech SM a VJ a nízký i v porostu smíšených listnáčů – zde výsledky indikují vysoký příjem této živiny ve vrcholícím vegetačním období. Podobná situace byla doložena i v případě obsahu přístupného draslíku, u Ca a Mg se však obě dvojice porostů (SM + VJ proti dvojici metasekvoj + smíš. porost) výrazně odlišovaly. Pouze v případě přístupného hořčíku byl nepříznivější stav potvrzen v porostu smíšeném, v ostatních případech byly nejvyšší obsahy

doloženy vždy v porostu metasekvoje. Tato dřevina tak vykazuje velmi intenzivní koloběh živin ve svých ekosystémech a zároveň velice příznivý vliv na stav svrchních vrstev lesních půd.

Další tabulka 5 pak uvádí výsledky stanovení základních pedochemických vlastností holorganických i minerálních půdních horizontů. Půdní reakce aktivní i potenciální byla nejvyšší v porostu metasekvoje, poněkud nižší v listnatém smíšeném porostu a nejnižší

v porostech jehličnanů, zvláště smrku. Vysoký rozdíl mezi pH stanoveném ve vodním výluhu a pH v KCl (až 2,5 stupně pH) je zapříčiněn dobou odběru, kdy je roční dynamika pH velice proměnlivá (PODRÁZSKÝ 1993).

Stejnou dynamiku zachoval i obsah výměnných bází stanovený metodou Kappena – nejpříznivější hodnoty v porostu metasekvoje, nižší ve smíšeném listnatém porostu a následuje pořadí VJ, SM. Opačné pořadí je pak doloženo pro hydrolytickou aciditu. Výměnná sorpční kapacita pro kationty byla ve všech porostech vyrovnána, pouze v minerálních horizontech porostu vejmutovky byla poněkud nižší. Procento nasycení sorpčního komplexu bázemi bylo obecně velice vysoké a ukazuje na poměrně příznivý půdní chemismus. Nejvyšší hodnoty jsou doloženy v porostu metasekvoje, vysoké v porostu smíšených listnáčů. V porostech jehličnanů dosahují hodnoty V nižší úrovně, v holorganických vrstvách je přitom nasycení vyšší v porostu smrku, v minerálních horizontech v porostu vejmutovky. To indikuje nižší kvalitu opadu VJ ve srovnání se SM, na druhé straně intenzivnější vliv SM na minerální, hlubší půdní horizonty.

V porostu metasekvoje byly nejnižší ukazatele výměnné acidity, ty byly opět výrazně zvýšeny v jehličnatých porostech. Rozdíly mezi porosty VJ a SM byly stejného charakteru jako v případě hodnoty V. Obsah humusu byl výrazně vyšší v holorganických horizontech jehličnatých porostů (prakticky stejné hodnoty), to je způsobeno mnohem rychlejší mineralizací a rozkladem opadu metasekvoje. V minerálních horizontech byl obsah humusu s výjimkou porostu smrku velmi podobný. Uvedený rozdíl může souviset s vyšším věkem smrkového porostu a delší dobou interakce organických a minerálních půdních vrstev.

Vysoká acidita humusu vejmutovky souvisí i s velmi nízkým obsahem dusíku. Ten byl výrazně vyšší v případě smrku a zejména metasekvoje. V minerálních horizontech byl opět nejvyšší obsah N doložen v porostu smrku, kde již lze předpokládat ustálenější poměry ve srovnání s mladšími porosty s vysokou tvorbou biomasy znamenající i intenzivní příjem živin. Vysoký obsah byl dokumentován i ve smíšeném listnatém porostu, ve zbývajících případech byly hodnoty podobné. V holorganických horizontech byl obsah celkového dusíku vyšší v porostu metasekvoje, extrémně nízký v porostu vejmutovky. Celkově dynamika půdního chemismu odpovídá poměrům zjištěným v jiných případech (TIETEMA 1992, WESEMAEL 1992).

Jednotlivé porosty lesních dřevin tak vykazovaly patrný vliv na stav lesních půd, humusových forem a tedy i na retenční potenciál těchto ekosystémových složek. V porostech jehličnatých dřevin lze již předpokládat degradaci stanoviště, na její dynamice se projevuje i stáří sledovaného porostu.

Závěr

Šetření potvrdilo klíčový význam druhového složení lesních porostů pro utváření a vývoj humusových forem a jejich charakteristik. V porostech s původním druhovým složením, v porostech vejmutovky a smrku a konečně v porostu metasekvoje byla srovnána zásoba nadložního humusu a její pedochemické charakteristiky, jakož i pedochemické vlastnosti minerálních půdních horizontů. Výsledky studie potvrdily poměrně značnou degradaci půdního chemismu v porostech jehličnatých dřevin ve srovnání s přirozenými porosty (porosty s přirozeným složením) a neutrální až mírně meliorační působení metasekvoje. Na druhé straně se v porostech jehličnanů vytvořila silná vrstva nadložního humusu se silnou retencí živin a vody. V dalším období je nutno kvantifikovat přímo retenci vody v jednotlivých složkách půdy a provést šetření pedofyzikálních vlastností lesních půd studovaných porostů.

Poznámka: Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MSM 414100008: Možnosti zvyšování ekologické stability, retence a akumulace vody v krajině.

Literatura

- GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K.: Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39, 1993, Monograph Nr. 29, Supplement k č. 1, 49 s.
- PODRÁZSKÝ, V.: Zhodnocení půdní reakce (pH) jako ukazatele stavu lesních půd z hlediska statistické analýzy. Závěrečná práce PGS, Praha, FF UK 1993. 43 s.
- ŠÁLY, R.: Pôda, základ lesnej produkcie. Bratislava, Príroda 1978. 235 s.
- TIETEMA, A.: Nitrogen cycling and soil acidification in forest ecosystems in the Netherlands. Thesis Universiteit van Amsterdam. Amsterdam, University of Amsterdam 1992. 140 s.
- WESEMAEL, B. VAN: Soil organic matter in mediterranean forests and its implications for nutrient cycling and weathering of acid, low-grade metamorphic rocks. Thesis Universiteit van Amsterdam. Amsterdam, University of Amsterdam 1992. 140 s.

PESTOVANIE AGÁTA BIELEHO (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) V PODMIENKACH MEDZIBODROŽIA NA VÝCHODNOM SLOVENSKU

Breeding of *Robinia pseudoacacia* L. in the conditions of the Medzibodrožie in the eastern Slovakia

Abstract

The article assesses height and volume growth as well as volume yield of *Robinia pseudoacacia* bred by intensive and traditional ways on the experimental plots of the Medzibodrožie area in the eastern Slovakia. Texture of the soil is that of light sandy soils with mildly acid or neutral reaction. Based on the results the assessment showed that height and volume growth increased with intensive breeding as well as volume yield when compared with traditional way of breeding. However, intensive breeding requires suitable soil treatment until stand closing and correct and punctual tending. Robinia stands play also an important role in the preservation and creation of environment.

Úvod

Agát biely je v ekologických podmienkach Slovenska významnou rýchlorastúcou tvrdou listnatou drevinou. Jeho prirodzené rozšírenie je v USA, a to medzi 43 až 35 stupňom severnej šírky, najmä v oblasti pohoria Appalache, kde sa vyskytuje až do nadmorskej výšky 1 100 m. Pre jeho dobré vlastnosti sa tam už dávnejšie zakladali rozsiahle agátové výsadby, a to jednak na získanie drevnej suroviny, ako aj v boji proti erózií. V rokoch 1890 až 1945 sa iba v údolí Tennessee vysadilo nie menej ako 65 miliónov agáta. O význame agáta bieleho svedčí okrem iného aj tá skutočnosť, že napr. v roku 1941 sa na celom území USA založilo 5 600 ha agátového lesa. V súčasnosti je prakticky rozšírený vo všetkých štátoch USA, pričom sa úspešne aj používa ako pionierska drevina, najmä na viazanie viatych pieskov, na zalesnenie spustnutých a devastovaných pôd, ako aj na zakladanie účelových výsadiel (FOWELLS 1971).

Agát biely bol prvou cudzokrajnou drevinou, ktorú v roku 1601 doviezol Robin zo severnej Ameriky do Európy, konkrétne do Francúzska, na počesť ktorého potom dostal tento rod pomenovanie *Robinia*. Od tej doby sa rozšíril nielen v Európe, ale aj v mnohých krajinách sveta. Na začiatku ho používali najmä veľkostatkári pri zalesňovaní výmoľov a strží, suchých piesočnatých pôd a podobne. Problematika zakladania a výchovy agátových porastov sa už dávnejšie rieši vo viacerých európskych krajinách, najmä v Nemecku, vo Francúzsku, Bulharsku, Rumunsku, Španielsku, Českej republike a inde. V Nemecku sa úspešne využíva na zalesnenie devastovaných pozemkov po ťažbe rúd a hnedého uhlia, kde rozloha takýchto agátových porastov dosahuje 6 000 ha. Vo Francúzsku, kde výmera agátových porastov dosahuje okolo 100 000 ha, sa najviac vyskytuje v oblasti Paríža a Lyonu a pestuje sa najmä na získanie hrubých cenných sortimentov. V Bulharsku je najviac rozšírenou cudzokrajnou drevinou. Výmera agátových porastov tam predstavuje 2,3 % výmery všetkých lesov krajiny, kde sa agátové porasty zakladajú prevažne v hustejších sponoch na získanie väčšieho množstva prevažne tenších sortimentov pri skrátenej 15 – 20ročnej rubnej dobe. Naproti tomu v Rumunsku, kde celková výmera agátových porastov dosahuje 191 000 ha, sa aplikujú širšie začiatkové spony a uskutočňujú sa mierne kombinované prebierky. V Moldavsku, v južnej časti Ukrajiny a v severnom Kaukaze je v súčasnosti najrozšírenejšou drevinou. V Číne sa agát veľmi často používa pri zakladaní ochranných lesných pásov, ako aj pri pôdoochrannom zalesňovaní (FLEISCHMANN 1934, BLÜMKE 1950, SCHRÖCK 1953, KANTOR 1975, VYSKOT et al. 1978, KOHÁN 1983, KERESZTESI et al. 1984 a iní).

Problematike pestovania agátových porastov sa veľká pozornosť venuje už dávnejšie v Maďarsku, kde celková výmera agátových porastov je najväčšia v Európe a dosahuje 280 000 ha, čiže 18,27 % lesnej plochy. Pri riešení problematiky pestovania agáta bieleho pozoruhodné výsledky dosiahli aj v minulosti tak pracovníci lesníckej praxe, ako aj pracovníci lesníckej vedy a lesníckeho výskumu, ktorí vo svojich prácach podrobne rozoberajú otázky šľachtenia, ochrany, obnovy, zakladania, ako aj výchovy agátových porastov. Pri

tradičnom spôsobe pestovania aplikujú hustejšie spony napr. 2,0 x 1,0 m, kým pri intenzívnom pestovaní širšie spony v rozpätí od 2,5 x 2,0 m do 3,0 x 2,0 m. V tradične pestovaných agátových porastoch sa vykonávajú prevažne selektívne prebierkové zásahy, kým v intenzívnych kultúrach najmä schematické prebierky. V súčasnosti majú k dispozícii 10 uznaných a 11 perspektívnych klonov agáta bieleho, ktoré majú nielen produkčný, ale aj značný celospoločenský význam. Okrem toho sa mnohé klony vyznačujú aj vysokou produkciou medu a sú aj esteticky veľmi pôsobivé. Na základe dlhoročných skúseností zistili, že na zdravotný stav agátových porastov negatívne vplyvajú najmä neskoré mrazy (BABOS 1954, RÓTH 1955, BAKKAY 1956, TUSKÓ 1956, KERESZTESI et al. 1965, 1984, KAPUSI 1981, HALUPA 1981, ako aj iní).

Na území Slovenska sa v rámci bývalého Uhorska začal agát pestovať ako parkový strom a iba neskôr sa pristúpilo k jeho pestovaniu vo forme rozsiahlejších porastov. Prvé správy o dovezení agáta na Slovensku sa datujú z roku 1750, kedy bol vysadený okolo vojenskej pevnosti v Komárne. Začiatkom 19. storočia sa potom pristúpilo k pestovaniu agáta vo väčšom rozsahu, najmä na viazanie viatych pieskov, výmoľov a strží. V roku 1801 sa uvádza zalesňovanie agátom v okolí Banskej Bystrice a v roku 1831 aj v oblasti južného Gemera (ŠTASTNÝ 1970). Na základe dobrých výsledkov a praktických skúseností sa zistilo, že agát je veľmi vhodnou drevinou na pestovanie vo vtedajších urbárskych, ako aj súkromných lesoch. Problematika šľachtenia, zakladania a výchovy agáta bieleho sa na Slovensku riešila aj vo výskume (CIFRA 1979, CIFRA et al. 1981, KOHÁN 1986, 1990, 1991, 1993, 1998 a iní).

Uvedený stručný prehľad ukazuje, že výskum zakladania a výchovy a ich vplyvu na rast a objemovú produkciu agátových porastov je dôležitým predpokladom úspešného pestovania agáta aj u nás. Cieľom príspevku je hodnotiť niektoré výsledky pestovania agáta bieleho v podmienkach Medzibodrožia na východnom Slovensku.

Metodika a materiál

Výskum pestovania agátových porastov sa uskutočnil jednak v porastoch, ktoré boli pestované intenzívnym spôsobom, jednak v porastoch pestovaných tradičným spôsobom. Intenzívne porasty sa zakladali na celoplošne pripravených pôdach a v prvých troch rokoch sa v nich pestovala kukurica ako poľnohospodárska medziplodina. Pri tradičnom spôsobe pestovania sa porasty zakladali bez celoplošnej prípravy pôdy a v prvých troch rokoch sa v nich uskutočnilo individuálne ošetrovanie stromov okopávaním, ako aj vyžínanie buriny v medziriadkoch. Intenzívne porasty sú reprezentované výskumnými plochami Ilhov a Erös, kým tradičným spôsobom pestované porasty reprezentujú plochy Fejszész a Vilhány. V priebehu ďalšieho vývoja sa v intenzívnych porastoch uskutočnila jedná prečistka a dva schematicko-selektívne prebierkové zásahy. Pri tradičnom spôsobe pestovania sa vykonala jediná prečistka a tri selektívne prebierkové zásahy.

Tab. 1.

Prehľad základných údajov
Survey of basic data

Názov plochy	Ilhov	Erös	Fejszés	Vilhány
Spôsob pestovania	intenzívny	intenzívny	tradičný	tradičný
Povodie rieky	Latorica	Tisa	Latorica	Latorica
Počet stromov (pôvodný)	ks . ha ⁻¹	2 666	3 333	4 000
Spon (pôvodný)	m	2,5 x 1,5	2,0 x 1,5	2,5 x 1,0
Rastová plocha (pôvodná)				
na 1 strom	m ²	3,75	3,00	2,50

Tab. 2.

Prehľad stanovištných pomerov
Survey of site conditions

Názov plochy	Ilhov	Erös	Fejszés	Vilhány
Spôsob pestovania	intenzívny	intenzívny	tradičný	tradičný
Číslo HSLT	124	124	124	124
Názov slt	UFrc	UFrc	UFrc	UFrc
Číslo LT	951	952	954	954
Pôdny predstaviteľ	hnedá glejová pôda	hnedá glejová pôda	hnedá glejová pôda	hnedá glejová pôda
Pôdny druh	piesočnatá	piesočnatá	piesočnatá	piesočnatá
Reakcia pôdy	mierne kyslá	neutrálna	neutrálna	mierne kyslá

Údaje o spon, počte vysadených stromov ako aj o rastovej ploche pripadajúcej na jeden strom na sledovaných plochách sa uvádzajú v tabuľke 1.

Z nej vyplýva, že spon pri založení intenzívnych porastov bol 2,5 x 1,5 m s počtom stromov 2 666 kusov na jeden hektár, čomu zodpovedá rastová plocha 3,75 m² na jeden strom. V tých porastoch, ktoré boli založené tradičným spôsobom, sa aplikovali hustejšie spony, a to v rozpätí od 2,0 x 1,5 m do 2,5 x 1,0 m. Tým sponom zodpovedal počet 3 333 stromov, resp. 4 000 kusov na jeden hektár a rastová plocha 3,00 m², resp. 2,50 m² na jeden strom.

V rámci biotechnických meraní sa uskutočnilo meranie výšok (s presnosťou na 0,5 m) ako aj meranie hrúbok vo výške 1,3 m (s presnosťou na 0,5 cm). Pri spracovaní materiálu z meraní sa zisťovali hlavné taxačné veličiny, a to stredná výška, stredná hrúbka, kruhová základňa, zásoba, objem prebierok a celková objemová produkcia, ďalej priemerné prírastky ako aj objem stredného kmeňa a kruhová základňa stredného kmeňa. Pri objemovej produkcii sa uvádza objem hrubiny, ktorý sa vypočítal podľa objemových tabuliek HALAJA (1963).

Pre charakteristiku klimatických pomerov sa zistila priemerná teplota vzduchu, priemerný úhrn zrážok, počet letných dní, dĺžka slnečného svitu, snehová pokrývka a ročný výpar z pôdy. Teplota vzduchu a úhrn zrážok sa uvádzajú jednak v ročnom priemere, jednak vo vegetačnom období. Pre typologickú charakteristiku sa na jednotlivých plochách zisťoval hospodársky súbor lesných typov, skupina lesných typov ako aj lesný typ. Pre hodnotenie pôdnych pomerov sa zisťoval pôdny predstaviteľ, druh pôdy a reakcia pôdy. Charakteristika a hodnotenie ekologických pomerov umožní posúdiť ďalšie možnosti na úspešné pestovanie agáta bieleho v podmienkach Východoslovenskej nížiny, resp. aj v ostatných nížinných oblastiach Slovenska.

Ekologické pomery v oblasti sledovaných plôch

Sledované a hodnotené plochy Ilhov, Erös, Fejszés a Vilhány ležia v oblasti Medzibodrožia na nezaplavovaných alúviách Latorice a Tisy, v okrese Trebišov, na Východoslovenskej nížine. Geologicky

podstatnú časť územia tvoria alúviálne náplavy, ktoré boli pred vybudovaním ochranných hrádzí sústavne zaplavované. Majiteľom pozemkov je Rád Premonštrátov, opátstvo Jasov.

Klimaticky môžeme záujmovú oblasť charakterizovať ako teplú, mierne suchú, s chladnou zimou a dlhým slnečným žiarením. Dlhoročná priemerná teplota vzduchu zistená na meteorologickej stanici Somotor dosahuje 9,4 °C, kým vo vegetačnom období 16,5 °C. Vegetačné obdobie trvá približne 200 – 220 dní, kým priemerný počet letných dní je 67,2. Keďže slnečné žiarenie trvá ročne priemerne 1 916 hodín, záujmová oblasť má k dispozícii dostatočné množstvo slnečnej energie, a preto sú tam vhodné klimatické podmienky aj na pestovanie lesných drevín, ktoré sú náročné na teplo a na svetlo.

Priemerný úhrn ročných zrážok predstavuje 597 mm, z toho pripadá na vegetačné obdobie 362 mm. Letné zrážky sú však často búrkového pôvodu a takto ich vegetácia pomerne málo využíva. Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu je 64 %, vo vegetačnom období 53 %. Prevládajúcim je severný vietor, ktorý v ročnom priemere dosahuje 41 %. Ročný výpar z pôdy vo vegetačnom období môže dosiahnuť až 450 mm, kým atmosférické zrážky iba 362 mm. Aj táto skutočnosť potvrdzuje význam intenzívneho pestovania agáta bieleho v tejto oblasti.

Prehľad o typologických jednotkách a pôdnych pomeroch na sledovaných plochách poskytuje tabuľka 2. Z nej vyplýva, že tieto plochy patria do hospodárskeho súboru lesných typov (HSLT) č. 124, teda hrabových lužných jaseňín (tvrdých luhov). Tento hospodársky súbor lesných typov reprezentuje tu skupina lesných typov (slt) *Ulmeto-Fraxinetum carpineum* (UFrc). Lesným typom na sledovaných plochách Ilhov a Erös je žihlavová brestová jaseňina s hrabom (č. 952), kým na plochách Fejszés a Vilhány suchá brestová jaseňina s hrabom (č. 954).

Pôdnym predstaviteľom je na všetkých sledovaných plochách hnedá glejová pôda. Zrnitosťne je pôda vo všetkých prípadoch ľahká, piesočnatá, a je stredne humózná. Reakcia pôdy na plochách Ilhov a Vilhány je mierne kyslá, kým na plochách Fejszés a Erös neutrálna. Pôda sa všade vyznačuje pomerne nižším obsahom prístupných živín, najmä pokiaľ sa týka obsahu CaO, P₂O₅, a K₂O. Oproti pôvodnému stavu, ktorý sa zistil pred vodohospodárskou úpravou Východo-

Tab. 3.

Prehľad rastových údajov agáta bieleho

Survey of growth data of *Robinia pseudoacacia*

Názov plochy		Ilhov	Erös	Fejszés	Vilhány
Spôsob pestovania		intenzívny	intenzívny	tradičný	tradičný
Vek	r.	40	45	40	45
Počet stromov	ks.ha ⁻¹	434	417	494	452
Spon	m	4,8 x 4,8	4,9 x 4,9	4,5 x 4,5	4,7 x 4,7
Rastová plocha na 1 strom	m ²	23,05	24,05	20,25	22,10
Stredná výška	m	22,9	23,0	20,8	21,6
Priemerný prírastok výškový	m	0,6	0,5	0,5	0,5
Stredná hrúbka	cm	26,1	25,6	22,4	23,8
Priemerný prírastok hrúbkový	cm	0,7	0,6	0,5	0,5
Kruhovú základňa	m ² .ha ⁻¹	28,980	28,860	23,120	25,150
Priemerný prírastok na kruhovej základni	m ² .ha ⁻¹	0,725	0,640	0,578	0,559
Kruhovú základňa stredného kmeňa	m ²	0,067	0,069	0,047	0,056

Tab. 4.

Prehľad objemovej produkcie agáta bieleho

Survey of volume yield of *Robinia pseudoacacia*

Názov plochy		Ilhov	Erös	Fejszés	Vilhány
Spôsob pestovania		intenzívny	intenzívny	tradičný	tradičný
Vek	r.	40	45	40	45
Počet stromov	ks.ha ⁻¹	434	417	494	452
Spon	m	4,8 x 4,8	4,9 x 4,9	4,5 x 4,5	4,7 x 4,7
Rastová plocha na 1 strom	m ²	23,05	24,05	20,25	22,10
Zásoba	m ³ .ha ⁻¹	280,2	292,4	216,2	253,4
Objem prebierok	m ³ .ha ⁻¹	118,0	124,2	82,4	86,1
Celková objemová produkcia	m ³ .ha ⁻¹	398,2	416,6	318,6	339,5
Priemerný prírastok objemový	m ³ .ha ⁻¹	10,0	9,3	7,9	7,5
Objem stredného kmeňa	m ³	0,646	0,701	0,438	0,561

doslovenskej nížiny, predstavuje pokles hladiny podzemnej vody cca 50 cm. S ohľadom na túto skutočnosť môžeme konštatovať, že vodohospodárska úprava Východoslovenskej nížiny nemala v podstate negatívny vplyv na hladinu podzemnej vody v oblasti sledovaných plôch.

Uvedená stručná charakteristika a hodnotenie ekologických pomerov ukazuje, že sledované plochy verne reprezentujú suchšie stanovišťa v oblasti Východoslovenskej nížiny, ktoré sa vyznačujú ľahšou piesečnatou pôdou a vykazujú mierne kyslé až neutrálnu reakciu. Súčasne môžeme konštatovať, že tak po stránke klimatej, ako aj pôdnej sú na týchto stanovištiach vhodné podmienky na pestovanie agáta bieleho. Význam týchto stanovišť je v záujmovej oblasti značný najmä preto, lebo ich rozloha v dôsledku vodohospodárskych úprav a iných technických opatrení sa značne rozšírila. Výsledky hodnotenia bude možné takto aplikovať na pomerne rozsiahlom území v nížinných oblastiach Slovenska.

Hodnotenie dosiahnutých výsledkov

Prehľad o rastových údajoch a objemovej produkcii agáta bieleho na jednotlivých sledovaných plochách sa uvádza v príslušných tabuľkách. So zreteľom na rozdielny spôsob pestovania ako aj na odlišný vek porastov jednotlivé sledované plochy sa hodnotia osobitne. Výsledky hodnotenia platia pre konkrétny spôsob pestovania.

V tabuľke 3 uvádzame prehľad o zmene sponu, počtu stromov na jeden hektár ako aj o zmene rastovej plochy na jeden strom,

a to k danému veku, v ktorom sa uskutočnilo hodnotenie jednotlivých sledovaných plôch. Údaje o strednej výške, strednej hrúbke a kruhovej základni ako aj o priemerných prírastkoch sa uvádzajú tiež v tabuľke 3.

O zásobe, objeme prebierok a celkovej objemovej produkcii, o priemernom objemovom prírastku, ako aj o objeme stredného kmeňa informuje tabuľka 4.

Rast a objemová produkcia agáta bieleho na sledovanej ploche Ilhov, ktorá leží na nezaplavovaných alúviach Latorice, sa hodnotia vo veku 40 rokov. Na tejto ploche sa doteraz vykonala jedná prečistka a urobili sa dva schematicko-selektívne prebierkové zásahy, a to o intenzite 84 % z počtu stromov. Počet stromov sa takto znížil na 434 ks z pôvodného počtu stromov, priemerný spon sa zväčšil na 4,8 x 4,8 m, kým rastová plocha jedného stromu sa rozšírila na 23,05 m². Z výsledkov hodnotenia vyplýva, že agát biely tu dosiahol strednú výšku 22,9 m a priemerný výškový prírastok 0,6 m. Podobne priaznivé výsledky sme dostali aj z hodnotenia hrúbkového rastu. Stredná hrúbka dosiahla na tejto ploche 26,1 cm, kým priemerný ročný hrúbkový prírastok 0,7 cm. Na základe týchto výsledkov môžeme konštatovať, že agát biely práve na tejto ploche dosiahol najlepší výškový a hrúbkový rast v porovnaní s ostatnými plochami. Podobne aj najvyššie hodnoty kruhovej základne, ako aj najvyšší priemerný prírastok na nej vykazuje agát biely na tejto ploche, a to až 28,980 m², resp. 0,725 m² na jeden hektár. Kruhovú základňu stredného kmeňa so zreteľom na vek porastu bola vysoká, čiže 0,067 m². Uvedené výsledky zároveň potvrdzujú priaznivý vplyv intenzívneho pestovania agáta bieleho v daných stanovištných pod-

mienkach, tak na výškový a hrúbkový rast, ako aj na kruhovú základňu na jeden hektár. Z prehľadu objemovej produkcie, ktorý poskytuje tabuľka 4, je zrejmé, že táto plocha vykazuje zásobu 280,2 m³, objem prebierok 118,0 m³ a celkovú objemovú produkciu 398,2 m³ na jeden hektár, kým objem stredného kmeňa dosiahol 0,646 m³. Keďže aj priemerný ročný objemový prírastok bol najväčší na tejto ploche, čo vo veku 40 rokov dosiahol 10,0 m³ na jeden hektár, môžeme konštatovať, že intenzívny spôsob pestovania priaznivo vplýval aj na objemovú produkciu agáta bieleho v daných ekologických podmienkach.

Rast a objemová produkcia agáta bieleho na ploche Fejszés pri tradičnom spôsobe pestovania sa hodnotí vo veku 40 rokov. Pôvodný počet stromov vykonaním výchovných zásahov sa znížil na 494 ks na jeden hektár, priemerný spon sa zväčšil na 4,5 x 4,5 m, kým rastová plocha sa rozšírila na 20,25 m² na jeden strom. V porovnaní s predchádzajúcou hodnotenou plochou Ilhov, kde sa agát biely pestoval intenzívnym spôsobom, sa na tejto ploche dosiahli menej priaznivé rastové výsledky. V 40. roku sa tu dosiahla stredná výška 20,8 m, priemerný výškový prírastok 0,5 m, kým stredná hrúbka 22,4 cm a priemerný hrúbkový prírastok 0,5 cm. Podobne aj kruhová základňa bola na tejto ploche podstatne nižšia, a to 23,120 m² na jeden hektár a priemerný prírastok na nej 0,578 m³ na jeden hektár. Okrem rastových údajov vykazuje agát biely na tejto ploche aj nižšiu objemovú produkciu, keďže tu dosiahol zásobu 216,2 m³, objem prebierok 82,4 m³ a celkovú objemovú produkciu 318,6 m³, pričom priemerný objemový prírastok bol 7,9 m³ na 1 hektár a objem stredného kmeňa 0,438 m³. Dosiahnuté výsledky svedčia o tom, že pri tradičnom spôsobe pestovania dosahuje agát biely v podstate rovnakých stanovištných podmienkach slabší výškový a hrúbkový rast ako aj nižšiu objemovú produkciu než pri intenzívnom pestovaní.

Intenzívne technológie zakladania a pestovania agáta bieleho sa aplikovali aj na ploche Erös, ktorá leží na ľahkých piesočnatých pôdach. Pôvodný počet jedincov v dôsledku vykonania výchovných zásahov sa na tejto ploche redukoval na 417 ks na jeden hektár, kým priemerný spon sa zväčšil na 4,9 x 4,9 m, pričom rastová plocha sa rozšírila na 24,05 m² na jeden strom. Stredná výška v porovnaní s ostatnými sledovanými plochami bola tu najväčšia, ktorá v 45. roku dosiahla hodnotu 23,0 m, kým priemerný výškový prírastok 0,5 m. Podobne aj stredná hrúbka a priemerný hrúbkový prírastok dosiahli uspokojivé hodnoty, a to 25,6 cm, resp. 0,6 cm. Kruhová základňa bola v podstate rovnaká ako na ploche Ilhov (tiež s intenzívnym spôsobom pestovania) a to 28,860 m² na jeden hektár, avšak priemerný prírastok na kruhovej základni, vzhľadom na vyšší vek porastu v porovnaní s uvedenou plochou bol o niečo nižší a dosiahol hodnotu 0,640 m³ na jeden hektár. Napriek tomu kruhová základňa stredného kmeňa bola s hodnotou 0,069 m³ v porovnaní s ostatnými sledovanými plochami najvyššia. Zo sledovania a hodnotenia objemovej produkcie na tejto ploche jednoznačne vyplýva, že intenzívny spôsob pestovania priaznivo vplýval aj na objemovú produkciu agáta bieleho na tejto ploche. Dokazuje to aj výška zásoby, ako aj celkovej objemovej produkcie, hodnoty ktorých dosiahli 292,4 m³, resp. 416,6 m³ na jeden hektár, čo znamená maximálnu objemovú produkciu v porovnaní s ostatnými sledovanými plochami. Podobne aj objem stredného kmeňa bol najväčší, keďže dosiahol hodnotu 0,701 m³, kým priemerný objemový prírastok 9,3 m³ na jeden hektár. Dosiahnuté výsledky taktovo svedčia o priaznivom vplyve intenzívneho pestovania na rast a drevnú produkciu agáta bieleho.

Tradičný spôsob zakladania a pestovania agáta bieleho sa aplikoval na ploche Vilhány, kde sa rast a objemová produkcia hodnotia vo veku 45 rokov. Pôvodný počet jedincov sa vykonaním prečistky a prebierkových zásahov redukoval na 452 ks na jeden hektár, kým priemerný spon sa rozšíril na 4,7 x 4,7 m a rastová plocha na 22,10 m² na jeden strom. Výškový a hrúbkový rast v porovnaní s predošlou plochou Erös, kde sa agát pestoval intenzívnym spôsobom, boli na tejto ploche menšie, keďže stredná výška dosiahla

21,6 m, kým stredná hrúbka 23,8 cm, pričom priemerný výškový prírastok bol 0,5 m a priemerný hrúbkový prírastok 0,5 cm. Podobne aj kruhová základňa bola nižšia než na ploche Erös, a to 25,150 m² na jeden hektár, kým priemerný prírastok na kruhovej základni 0,559 m² na hektár a kruhová základňa stredného kmeňa 0,056 m². Zaznamenali sme na tejto ploche aj nižšiu objemovú produkciu, keďže zásoba dosiahla 253,4 m³, celková objemová produkcia 339,5 m³ na hektár, kým objem stredného kmeňa bol 0,561 m³. Pokiaľ sa týka priemerného objemového prírastku, môžeme konštatovať, že jeho hodnota v porovnaní s ostatnými sledovanými plochami bola najnižšia práve na tejto výskumnej ploche, a to 7,5 m³ na 1 hektár.

Výsledky hodnotenia rastu a objemovej produkcie na sledovaných plochách jednoznačne ukázali priaznivý vplyv intenzívneho spôsobu pestovania na rast a produkciu agáta bieleho v ekologických podmienkach Východoslovenskej nížiny. Aplikácia zásad intenzívneho spôsobu pestovania v tejto oblasti je odôvodnená aj z toho dôvodu, že v dôsledku vykonania vodo hospodárskych zásahov, ako aj iných technických opatrení, na mnohých lokalitách sa znížila hladina podzemnej vody, čím sa vytvárali podmienky na pestovanie agáta bieleho vo väčšom rozsahu.

Záver

Hodnotenie výškového a hrúbkového rastu, kruhovej základne, ako aj objemovej produkcie agáta bieleho pestovaného intenzívnym a tradičným spôsobom sa vykonalo na pokusných plochách Ilhov, Erös, Fejszés a Vilhány, v ekologických podmienkach Medzibodrožia na Východoslovenskej nížine. Typologicky patria tieto plochy do hospodárskeho súboru lesných typov (HSLT) hrabových lužných jasenín (tvrdých luhov). Zrnitosť sú charakterizované ľahkými piesočnatými pôdami. Reakcia pôdy na plochách Ilhov a Vilhány je mierne kyslá, kým na plochách Fejszés a Erös neutrálna.

Výsledky hodnotenia ukázali, že intenzívnym pestovaním agáta bieleho v porovnaní s tradičným spôsobom pestovania možno dosiahnuť zvýšenie výškového a hrúbkového rastu ako aj zvýšenie objemovej produkcie. Svedčí o tom aj tá skutočnosť, že pri intenzívnom pestovaní sa dosiahol priemerný ročný objemový prírastok 9,3 až 10,0 m³ na 1 hektár, čo v porovnaní s tradičným spôsobom pestovania znamená zvýšenie až o 2,1 m³ na 1 hektár. Intenzívnym pestovaním agáta bieleho bude možné skrátiť rubnú dobu na 35 – 40 rokov. Dôležité je však uskutočniť celoplošné ošetrovanie pôdy až do zapojenia porastu a správnymi výchovnými zásahmi vytvárať rubný spon v rozptätí 4,6 x 4,6 – 5,0 x 5,0 m.

Naše výsledky zároveň potvrdili, že agát biely je perspektívnu drevinu našich nížinných oblastí, ktoré boli v poslednom období ovplyvnené rozsiahlymi vodo hospodárskymi zásahmi a inými technickými opatreniami. Jeho pestovaním na rozsiahlejších plochách bude možné zvýšiť drevnú produkciu a súčasne zlepšiť aj celospoločenské funkcie lesov.

Literatúra

- BABOS, I.: Magyarország táji erdőművelésének alapjai. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1954. 161 s.
- BAKKAY, L.: Nevelővágások akácokban. Az Erdő, 5, 1956, č. 10, s. 405 – 416
- BLÜMKE, S.: Die Robinie in Deutschland. Forstw. – Holzw. 1950, č. 4, s. 231 – 232
- CIFRA, J.: K súčasnej problematike agáta na Slovensku. Včelár, 53, 1979, č. 5, s. 105
- CIFRA, J. et al.: Možnosti pestovania a využitia agáta na Slovensku. Zvolen, VÚLH 1988. 66 s.
- FLEISCHMANN, R.: Beiträge zur Robinienzüchtung. Züchtung, 1934, č. 4, s. 65 – 72

- FOWELLS, H.: Silvics of forest trees of the United States. US Department of Agriculture Forest Service, Washington, D. C., 1961
- HALAJ, J.: Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov. Bratislava, SVPL 1963. 327 s.
- HALUPA, L.: Erdőnevelési modellek. In: Alföldi akáctermesztési rendszer. Budapest-Szolnok, 1981, s. 67–72
- KAPUSI, I.: Akácosok sarjztatása. Az Erdő, 30, 1981, č. 12, s. 549 – 552
- KANTOR, J.: Zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin. Praha, SZN 1975. 526 s.
- KERESZTESI, B. et al.: Akáctermesztés Magyarországon. Budapest, Akadémiai Kiadó 1965. 665 s.
- KERESZTESI, B.: Az akác termesztése és hasznosítása. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1984. 170 s.
- KOHÁN, Š.: Cestovná správa zo študijnej cesty v Bulharskej ľudovej republike. Zvolen, VÚLH 1983. 25 s.
- KOHÁN, Š.: Význam agáta pri zakladaní porastov. Včelár, 60, 1986, č. 6, s. 124
- KOHÁN, Š.: Technológie obhospodarovania nížinných lesov vo Východoslovenskom kraji. Závěrečná správa. Zvolen, VÚLH 1990. 96 s.
- KOHÁN, Š.: Výsledky pestovania rýchlorastúcich listnatých drevín v meniacich sa hydrologických podmienkach nížinných lesov. Lesnícky časopis, 37, 1991, č. 4, s. 268 – 274
- KOHÁN, Š.: Obhospodarovanie intenzívnych porastov mäkkých listnatých drevín a agáta. Závěrečná správa. Zvolen, LVÚ 1993. 52 s.
- KOHÁN, Š.: Celospoločenský význam a funkcia agáta bieleho (*Robinia pseudoacacia* L.) v ekologických podmienkach nížinných oblastí Slovenska. Zprávy lesnického výzkumu, 43, 1998, č. 3/4, s. 28 – 31
- RÓTH, G.: Az akácfa helye a magyar erdőgazdaságban. Az Erdő, 4, 1955, č. 2, s. 48 – 52
- SCHRÖCK, O.: Beitrag zur Züchtung der Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) Züchter, 22, 1953, č. 9, s. 66 – 72
- ŠŤASTNÝ, T.: Šľachtenie agáta. Lesnícky časopis, 14, 1968, č. 3, s. 107 – 110
- TUŠKÓ, F.: Adatok az akácművelés elvi kérdéseire. In: Erdőmérnöki Főiskola Közleményei. Sopron, 1956, č. 2, s. 21 – 52
- VYSKOT, M. et al.: Pěstění lesů. Praha, SZN 1978. 448 s.

UZNÁVÁNÍ A EVIDENCE ZDROJŮ REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU

Approval and record keeping of reproductive material resources

Abstract

On the base of specification by the Ministry of Agriculture for 2001 in the field of approval and record keeping of reproductive material resources, central record keeping of approved resources of reproductive material was carried out. The article gives survey on number of certified stands, newly established seed stands, seed orchards, certified clonal archives, parent orchards, plus trees and gene bases to November 30, 2001.

Úvod

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady je Ministerstvem zemědělství pověřen trvalým výkonem činnosti v oblasti uznávání a evidence reprodukčních zdrojů v ČR. Na základě tohoto pověření je vedena ústřední evidence uznaných zdrojů reprodukčního materiálu a genových základů v útvaru reprodukčních zdrojů ve výzkumné stanici Uherské Hradiště. O stavu uznaných reprodukčních zdrojů v roce 2001 byla vypracována zpráva, která byla předložena MZe. Cílem tohoto článku je podat přehled hlavních údajů a některých závěrů vyplývajících z této zprávy. Pro lepší přehlednost jsou informace z ústřední evidence členěny podle jednotlivých druhů zdrojů.

Druhy zdrojů

Porosty uznané ke sklizni osiva

Porosty uznané ke sklizni osiva jsou nejrozšířenější a nejčastěji využívané zdroje osiva lesních dřevin pro obnovu lesa. Jejich celková výměra k 30. 11. 2001 činila 133 796,27 ha. Proti roku 2000 došlo ke snížení výměry o – 3 568,75 ha, to je o – 2,7 %. (– 10 248,42 ha, tj. – 7,5 %)*. Je stále patrný pokles výměr, avšak za rok 2001 činil přibližně pouze třetinu proti roku 2000. Kolísání výměr uznaných porostů v jednotlivých letech je jev přirozený. Způsobují ho vlivy nahodilé, např. časový průběh podávání uznávacích listů vlastníky, jejich schvalování orgány státní správy a v posledku přijetí do republikového registru. Na celkový trend určitého snižování výměr uznaných porostů v posledních letech však mají vliv okolnosti více méně systémové povahy. Mezi ně patří především dřívější předimenzování výměr uznaných porostů některých dřevin (zvláště smrku ztepilého) v některých regionech a v neposlední řadě zvýšené

využívání přirozené obnovy s dopadem na nižší potřebu uznaných zdrojů pro umělou obnovu lesa. Svůj vliv má i skutečnost, že při uznání porostu je třeba respektovat jeho minimální výměru, stanovenou v současné legislativě na 2 ha. Významnou skutečností, která ovlivňuje vlastníky lesa při rozhodování rozsahu porostu k uznání v poslední době, je otázka ochranných lhůt a omezení výše obnovních těžeb. Také drobní vlastníci lesů, kteří většinou sadební materiál pro svoji potřebu nakupují, projevují omezený zájem o uznávání. Trend snižování výměr lze tedy předpokládat i v budoucnu a jeho rozsah nelze v současné situaci odhadnout.

Základní informace o stavu porostů uznaných ke sklizni osiva v ČR podle ústřední evidence k 30. listopadu 2001 podává následující přehled.

Hospodářsky vysoce hodnotné uznané porosty kategorie A vykazovaly v roce 2001 výměru 15 506,33 ha, to je 11,6 % z výměry všech uznaných porostů. Jejich výměra se proti roku 2000 snížila o – 126,66 ha, tj. o – 0,8 % (– 748,45 ha, tj. o – 4,6 %). Je tedy stále patrný pokles výměr, avšak proti předchozímu roku je téměř šestinásobně menší. Přes tento pokles, který je v souladu s celkovým poklesem výměr, je současný podíl kategorie A na výměře všech uznaných porostů nejvyšší dosud dosažený, tj. 11,6 %, což je o 0,2 % více než v roce 2000 a o 0,3 % více než v roce 1999. Jak bude dále patrné v grafické části, nevymyká se rok 2001 dlouhodobému trendu zvyšování podílu porostů kategorie A.

Hospodářsky hodnotné uznané porosty kategorie B vykazovaly v roce 2001 výměru 118 289,94 ha, což představuje 88,4 % z celkové výměry uznaných porostů. Ve srovnání s rokem 2000 se jedná o snížení výměry o – 3 442,94 ha, tj. o – 2,9 % (– 9 499,97 ha, tj. – 7,2 %). Podíl kategorie B z celkové výměry uznaných porostů se proti roku 2000 snížil o 0,2 %. Přestože kategorie B představuje téměř 89 % výměry uznaných porostů, je pokles výměr patrný především zde. Z dlouhodobého pohledu relativní podíl kategorie B mírně klesá, což koresponduje s rostoucím podílem kategorie A na celkové výměře uznaných porostů.

Jehličnaté dřeviny (jednalo se celkem o 12 druhů dřevin) se v roce 2001 na výměře uznaných porostů podílely 110 287,47 ha, to před-

* Poznámka: Údaj kurzivou v závorce značí srovnání s vývojem v předchozím období, tj. stav roku 2000 proti roku 1999. Takto bude uváděn i v dalším textu.

	Výměra 2001 v ha	Podíl z celkové výměry v %	Rozdíl proti výměře roku 2000 v ha v %	
Celkem uznaných porostů	133 796,27	100	- 3 568,75	- 2,7
z toho:				
kategorie A	15 506,33	11,6	- 126,66	- 0,8
kategorie B	118 289,94	88,4	- 3 442,09	- 2,9
jehličnany	110 287,47	82,4	- 3 517,02	- 3,2
listnáče	23 508,80	17,6	- 51,73	- 0,2
smrk ztepilý	89 078,53	66,5	- 2 746,14	- 3,0
borovice lesní	14 936,00	11,2	- 720,84	- 4,8
modřín evropský	3 281,42	2,4	- 35,24	- 1,0
dub spec.	5 331,65	4,0	- 37,06	- 0,7
buk lesní	16 402,31	12,2	- 29,18	- 0,2

stavuje 82,4 % z celkové výměry uznaných porostů. Tento podíl jehličnanů odpovídá přibližně i jejich zastoupení v lesích v ČR. Pokles výměr v roce 2001 o – 3 517 ha je přibližně třetinový proti poklesu za rok 2000 a je otázkou především smrku. Podíl jehličnanů na uznaných porostech, činící 82,4 %, se proti roku 2000 snížil o – 0,4 % ve prospěch listnáčů, což je pozitivní již několik let trvající trend, znamenající rostoucí podíl listnatých dřevin.

Hlavní jehličnatá dřevina smrk dosáhla v roce 2001 výměry 89 078,53 ha, tj. 80,7 % z jehličnanů a 66,5 % z celkové výměry uznaných porostů. Za rok 2001 se proti roku 2000 snížila výměra o – 2 746,14 ha, tj. o – 3,0 % (– 9 295,33 ha, tj. o – 9,2%). Pokles výměry smrku v roce 2001 činí tedy pouze třetinu poklesu za rok 2000. Vzhledem k naprosto dominantnímu zastoupení smrku má jeho vývoj zásadní vliv na výměru jehličnanů, jak bylo poukázáno již v části pojednávající o celkové výměře uznaných porostů.

Fond uznaných porostů smrku je ve většině regionů dostatečný, v některých regionech dokonce stále předimenzovaný. Zde je možno očekávat další snižování výměr.

Borovice lesní, jako druhá lesnický nejvýznamnější jehličnatá dřevina, dosáhla v roce 2001 výměry 14 936,00 ha. Proti roku 2000 je to pokles o – 720,84 ha, tj. – 4,8 % (– 197,71 ha, tj. – 1,2 %). Pokles výměry uznaných porostů borovice se opakuje již po několik let. Za rok 2001 byl pokles výměr ve srovnání s poklesem za rok 2000 čtyřnásobný. Zastoupení borovice v uznaných porostech je o 6,3 % nižší než zastoupení borovice v lesích v ČR – viz dále. V některých regionech (např. Středočeská pahorkatina) je trvalý nedostatek kvalitních porostů borovice. Na druhou stranu však je významná část potřeby semene borovice kryta z produkce semenných sadů.

U modřínu opadavého činila v roce 2001 výměra uznaných porostů 3 281,42 ha. Podíl modřínu na celkové výměře uznaných porostů je již řadu let vyrovnaný a činí 2,4 %. Proti roku 2000 došlo k úbytku pouze o – 35,24 ha, tj. o – 1 % (– 283,83 ha, tj. – 7,9 %). Výměra uznaných porostů je postačující. Potřeba osiva modřínu je ovlivněna regulačními opatřeními orgánů ochrany přírody. Na produkci osiva modřínu se také významně podílí semenné sady této dřeviny.

Výměra uznaných porostů listnáčů v roce 2000 činila 23 508,80 ha, což představuje 17,6 %. Proti roku 2000 je to pokles pouze o – 51,73 ha, tj. o – 0,2 % (– 437,42 ha, tj. – 1,8 %). Podíl výměr uznaných porostů listnatých dřevin na celkové výměře uznaných porostů se však proti roku 2000 zvýšil o 0,4 % a dosáhl hodnoty 17,6 %. Dosáhl tak dosud nejvyšší hodnoty a je již pouze o 5 % nižší než podíl listnáčů v lesích ČR. Na poklesu výměr se podílí především duby a buk.

Buk lesní, jako hlavní listnatá dřevina, dosáhl v roce 2001 výměry 16 420,31 ha, což činí 12,2 % z celkové výměry uznaných porostů. V několika posledních letech měla výměra uznaných porostů buku nepřerušovanou stoupající tendenci. V roce 2001 došlo k nepatrnému poklesu, který činil – 28,19 ha a relativně pak – 0,2 % (+ 376,71 ha, tj. + 2,3 %). I tak je však podíl buku na výměře uznaných porostů dvojnásobkem podílu buku v lesích v ČR.

U dubů v roce 2001 činila výměra 5 331,65 ha, tj. podíl 4 %, 3,9% vývojový trend. Meziroční vývoj 2000 – 2001 byl – 37,06 ha, tj. – 0,7 % (– 860,64 ha, tj. – 13,8 %). Proti roku 2000 je vývoj výměr příznivější. Také podíl na celkové výměře uznaných porostů stoupl na 4 %. Hlavní druhy se na celkové výměře rodu *Quercus* spec. podílí takto: dub letní 84,7 % (rok 2000 bylo 83,7 %), dub letní slavonský 4,6 % (stejně jako v roce 2000) a dub zimní 9,8 % (rok 2000 bylo 11 %), ostatní druhy pak pouhých 0,9 %. V roce 2001 byl pouze u dubu zimního zaznamenán úbytek, který činil – 63,3 ha. U dubu letního byl v roce 2001 nárůst o 19,59 ha, ostatní druhy byly prakticky beze změny. Určování druhu (dub letní – dub zimní) při uznávání dubů je velmi specifická záležitost, zvláště s ohledem na jejich podíl v jednotlivých porostech. Porosty v tomto směru druhově čisté jsou spíše výjimkou zvláště na stanovištích, která nejsou vyhraněná vzhledem k nárokům obou zmíněných druhů. Této otázce bude nutno věnovat značnou pozornost.

Porovnání výměr uznaných porostů s výměrou lesa v České republice v letech 2000 a 2001 poskytuje následující obrázek. Uznané porosty nyní představují 5,1 % výměry všech lesů v ČR a 10,6 % z výměry porostů starších 60 let.

Tab. 1.

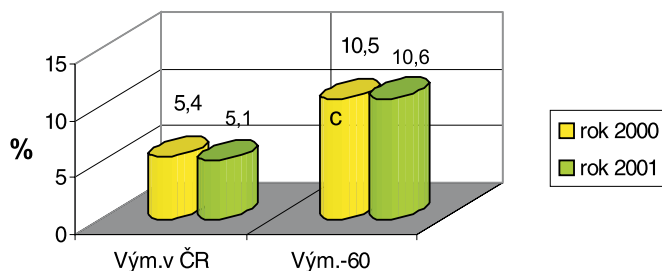
Rozbor případů, které se v roce 2001 nejvýznamněji podílely na vývoji výměr kategorie B u smrku
Analysis of cases that impacted most the development of category B area for spruce

Vlastník	Vývoj výměry kat. B (ha)	Poznámka
Nejvýznamnější případy snížení		
LČR LS Pelhřimov	- 2 438,11	rozsáhlé restituce + značná předimenzovanost v PLO č. 16, i tak zbývá ještě 2 035 ha uzn. porostů
LČR LS Plasy	- 229,57	restituce + předimenzovanost
LČR LS Klášterec n. Oh.	- 42,44	restituce + odumírání SM
LČR LS Tišnov LHC Rájec	- 842,00	restituce + předimenzovanost
LČR LS Znojmo	- 344,63	restituce + předimenzovanost
LČR LS Šternberk	- 361,12	restituce + předimenzovanost
LČR LS Opava	- 319,85	restituce, kůrovcová kalamita
Nejvýznamnější případy zvýšení		
Dvůr Lnáře, s. r. o.	+ 111,27	restituce
LČR LS Nasavrky	+ 138,26	mimořádná kvalita
Dobruška Jan	+ 113,22	restituce
Kolowrat Rychnov n. K	+ 498,84	restituce, mimořádná kvalita
Město Kutná Hora	+ 105,83	restituce
Parishovy lesy Žamberk	+ 379,42	restituce, mimořádná kvalita
Celkově za rok 2001 činí změny výměr:		
Celkem	- 2 578,02	
z toho		
LČR	- 4 268,95	
Ostatní	+ 1 690,93	

Gr. 1.

Podíl uznaných porostů na výměře lesa v ČR a na výměře lesa do 60 let v procentech

Share of certified stands on the forest area in CR and on the forest area up to 60 years in percentage



Porovnání podílu hlavních dřevin na celkové výměře lesa v České republice a podílu hlavních dřevin na celkové výměře uznaných porostů, podává následující výsledek:

- dřeviny, jejichž procentický podíl na výměře uznaných porostů je vyšší než procentický podíl těchto dřevin v dřevinné skladbě lesů v České republice

Dřevina	Procento dřeviny v lesích v ČR	Procento dřeviny v uznaných porostech	Rozdíl
SM	54,1	66,5	+ 12,4
BK	6	12,2	+ 6,2
JD	0,9	1,2	+ 0,3

- dřeviny, jejichž procentický podíl na výměře uznaných porostů je nižší než procentický podíl těchto dřevin v dřevinné skladbě lesů v České republice

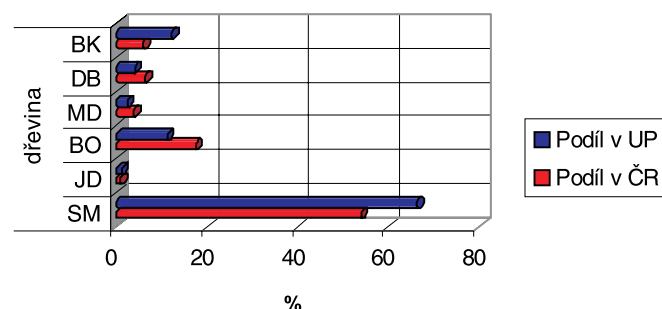
Dřevina	Procento dřeviny v lesích v ČR	Procento dřeviny v uznaných porostech	Rozdíl
BO	17,5	11,2	- 6,3
DB	6,4	4,0	- 2,4
MD	3,8	2,4	- 1,4

Podíl hlavních dřevin vyjádřený graficky pak vypadá takto:

Gr. 2.

Porovnání procentického podílu hlavních dřevin na výměře uznaných porostů a výměře lesa v ČR

Comparison of proportional share of principal forest tree species on the area of certified stands and on forest area in CR

**Založené semenné (udržovací) porosty**

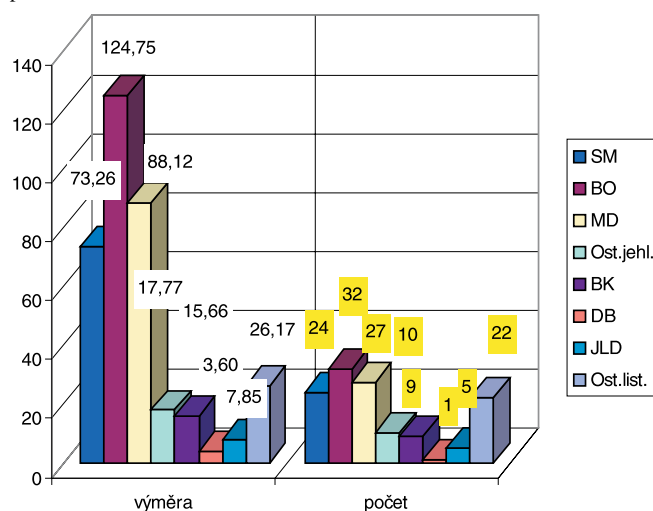
Celková výměra založených semenných porostů evidovaných v České republice k 30. 11. 2001 činí 3 553,46 ha. Největší část a to 2 560,55 ha (tj. 72,1 %) byla založena sadbou. Z přirozené obnovy pochází 987,78 ha (tj. 27,8 %). Vegetativním způsobem bylo založeno 5,13 ha (tj. 0,1 %). Jehličnany se podílí na celkové výměře 3 086,04 ha, tj. 86,9 %, listnáče pak výměrou 467,42 ha, tj. 13,1 %. Nově byl do evidence přijat jeden založený semenný porost. Jednalo se o blok porostů dř. smrku z přirozené obnovy u LČR LS Frýdek-Místek.

Proti stavu roku 2000 se celková výměra zvýšila o 45,74 ha. Kromě výše uvedeného bloku porostů z LČR LS Frýdek-Místek se jedná vesměs o zpřesnění výměr jednotlivých založených porostů, které se provádí při obnovách lesních hospodářských plánů. Založené semenné porosty ze sadby jsou prakticky jediné případy umělé obnovy lesa, kdy máme více méně spolehlivou informaci o původu založeného porostu. Navíc je tato informace obsažena v hospodářské knize. U porostů, které vykazují dobrý vzrůst a je možno zajistit jejich identifikaci v lese, doporučujeme vlastníkům, aby zajistili jejich evidenci i pro budoucnost. Proto u restituovaných porostů poskytujeme vlastníkům dokladový materiál z republikového registru založených semenných porostů. V současné době se zakládání ve větší míře neprovádí a to ani u LČR. Tuto funkci nyní plní genové základny.

Gr. 3.

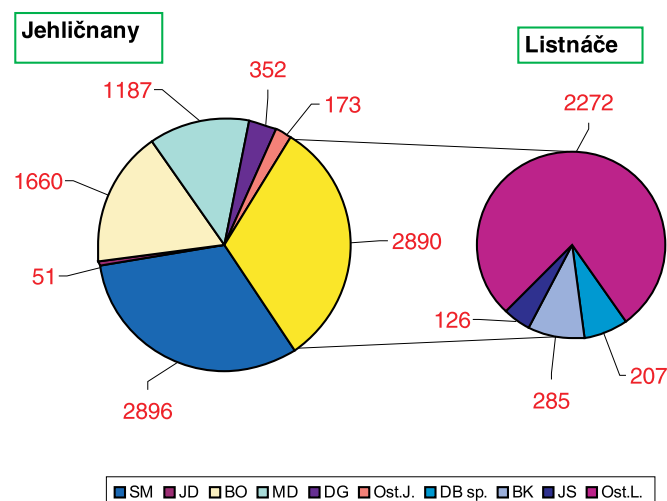
Výměra (ha) a počet (ks) semenných sadů hlavních dřevin

Area (ha) and number (pcs) of seed orchards of the principal forest tree species

**Gr. 4.**

Počet výběrových stromů hlavních dřevin

Number of plus trees of the principal forest tree species



Semenné sady

V ústřední evidenci je ke 30. 11. 2001 registrováno celkem 130 semenných sadů o celkové výměře 357,18 ha. Je v nich zastoupeno 9 jehličnatých a 15 listnatých dřevin. Jehličnany tvoří s výměrou 303,90 ha 5,08 % (305,60 ha, tj. 85,4 %) a listnáče s výměrou 53,28 ha pak 14,9 % (52,28 ha pak 14,6%) z celkové výměry sadů.

V průběhu roku 2001 se upřesňovaly výměry semenných sadů zejména při restitucích a nájmech sadů. Proti roku 2000 se:

- zmenšila výměra u dřevin:
 - modřinu opadavého o – 1,50 ha
 - borovice lesní o – 0,20 ha
 - buku lesního o – 1,50 ha
 - jilmu drsného o – 0,25 ha
 - javoru klenu o – 0,80 ha
- zvětšila výměra u dřevin:
 - jeřábu břeku o + 0,94 ha
 - jeřábu oskeruše o + 1,61 ha
 - třešně ptačí o + 1,00 ha

Celkem došlo v roce 2001 ke snížení celkové výměry sadů o – 0,70 ha, což činí pokles o – 0,19 %.

- Zastoupení jednotlivých dřevin, jejich podíl na celkové výměře a počet sadů jednotlivých dřevin v roce 2001 uvádí graf 3.

Jako zdroje reprodukčního materiálu lze využívat semenné sady až po jejich uznání. Sady se uznávají ve věku, kdy nastupuje plodnost většiny v sadu zastoupených klonů. Tento věk je u různých dřevin různý. Mezi dřeviny s časným nástupem plodnosti (5 – 6 let) patří borovice lesní a modřin evropský. Naopak pozdní plodnost se dostavuje například u smrku ztepilého. Z tohoto pohledu je v současné době 76 uznaných sadů, 11 sadů navržených k uznání (s neukončeným uznávacím řízením), 43 mladých sadů před nástupem plodnosti. Přehled uznaných semenných sadů spolu se stanovením oblasti použití reprodukčního materiálu byl předán MZe ČR k publikování ve Věstníku.

Klonové archivy

Klonové archivy jsou speciální objekty, sloužící zpravidla k záchraně genofondu ohrožených populací. Zřizují se nejčastěji na základě šlechtitelského programu. Uznané orgánem státní správy pak slouží jako zdroje reprodukčního materiálu speciálního poslání. V ČR jsou zatím pouze tři. Jsou v VÚLHM-VS Uherské Hradiště. Jedná se o klonové archivy rychlerostoucích dřevin s osikou, topolem černým a vrbami. Každý z nich má rozlohu 2,00 ha, celkem tedy 6,00 ha. Další klonový archiv byl v tomto roce založen u LČR LS Loučná. Jedná se o dřevinu jilm drsný, výměra 0,50 ha. Tento dosud není uznán. Celková výměra uznaných klonových archivů k 30. 11. 2001 v ČR je tedy 7,50 ha. Proti roku 2000 se počet, ani výměra klonových archivů nezměnila.

Matečnice

K 30. 11. 2001 je v ČR uznáno 11 matečnic o celkové výměře 4,30 ha. Jedná se o dvě matečnice krušnohorského smrku, založené u Městských lesů Plzeň, tři matečnice smrku z Orlických hor, (dvě založené u LČR LS Opočno, jedna u LČR LS Rychnov) a dvě matečnice krkonošského smrku u KRNA Pu LS Horní Maršov. U LČR LZ Židlochovice byly založeny dvě matečnice topolu šlechtěného (jedna z nich v tomto roce vyhnula a byla zrušena), jedna matečnice topolu černého a jedna pro dřevinu vrby. Počet, ani výměra matečnic se proti roku 2000 nezměnila.

Výběrové stromy

K 30. 11. 2001 je v databázi ústředního registru evidováno celkem 9 209 ks výběrových stromů. Z toho je 6 319 ks, tj. 68,62 % jehličnanů a 2 890 ks, tj. 31,38 % listnáčů. Celkem je registrováno 31 dřevin, z toho 9 jehličnatých a 22 listnatých. Část výběrových stromů byla z různých důvodů z databáze ústřední evidence vyřazena. Naopak další, na které jsme obdrželi potvrzené uznávací listy, byly do databáze nově zařazeny. Celkově se tak proti roku 2000 počet výběrových stromů zvýšil celkem o 295 ks, tj. o 3,2 %. Z toho bylo 22 ks jehličnanů a 273 ks listnáčů. Tím se podíl listnáčů na celkovém počtu výběrových stromů zvýšil z 29,36 % v roce 2000, na 31,38 % v roce 2001. Stav jehličnanů se zvýšil o 22 ks, tím se jejich zastoupení změnilo ze 70,64 % v roce 2000 na 68,62 % v roce 2001. Vývoj počtu výběrových stromů v roce 2001 podává graf 4.

Výběrové stromy se vybírají a využívají především pro zakládání semenných sadů. Proto v návaznosti na zakládání nových semenných sadů se doplňuje i sortiment výběrových stromů stejných dřevin. V souladu se skutečností, že v současné době se zakládají především semenné sady listnáčů nebo ohrožených populací lesních dřevin, byl největší nárůst zaznamenán u jilmu drsného + 71 ks. Dále pak následovaly: jeřáb břek 65 ks, borovice blatka 46 ks, lípa velkolistá 43 ks, javor klen 39 ks, třešně ptačí 34 ks, jeřáb oskeruše 31 ks, douglaska tisolistá 10 ks, borovice lesní, lípa malolistá a olše šedá po 6 ks, topol černý 3 ks.

Genové základny

K 30. 11. 2001 je v ústřední evidenci registrováno celkem 233 genových základen o celkové výměře 110 607,79 ha. Největší počet genových základen je v kraji Severomoravském (61), následují kraje: Jihočeský a Východočeský (37), Západočeský (31), Jihomoravský (28), Severočeský (26) a Středočeský (13). Poněkud jiné pořadí je, pokud se týká výměr genových základen. Zde je pořadí krajů následující: Jihočeský (23 410,16 ha), Severomoravský (20 600,92 ha), Východočeský (17 613,46 ha), Jihomoravský (17 008,27 ha), Západočeský (11 814,00 ha), Severočeský (12 510,33 ha) a Středočeský (7 650,65 ha).

Pokud se týká přírodních lesních oblastí, prvních deset míst zaujímají:

Pořadí	Číslo PLO	Název PLO	Výměra (ha)	Počet (ks)
1	16	Českomoravská vrchovina	9 319,75	24
2	13	Šumava	9 197,00	17
3	17	Polabí	6 545,66	9
4	40	Moravskoslezské Beskydy	5 994,66	16
5	8	Křivoklátsko a Český kras	5 951,24	6
6	21	Jizerské hory a Ještěd	5 472,53	7
7	22	Krkonoše	5 254,31	6
8	38	Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	4 972,66	5
9	36	Středomoravské Karpaty	4 400,70	3
10	1	Krušné hory	4 395,76	10

LESNÍ A POROSTNÍ OKRAJE Z HLEDISKA LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ, OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY

Forest and stand margins from the viewpoint of forest management, preservation of nature and landscape

Abstract

Exterior and interior forest margins and stands adjacent to these margins cover quite a large area of forest. For them systematic breeding care of special character, when compared with breeding demands of the other forest stands, is required regarding their localization, breeding and ecological properties. Their maintenance can distinctly affect security, health state and demanded functional level of forest ecosystems neighbouring the margins. Suitable care of forest and stand margins, support in their function of ecotones can represent one of the principal points of collaboration between forest management and preservation of nature and landscape. Importance of suitably composed forest margins for the entire forming and esthetical perception of landscape cannot be underestimated. Forest margins – specific parts of forest ecosystems – can also become the elements of ecological stability in the landscape.

Definice

Lesní a porostní okraje představují specifické součásti lesních ekosystémů. Jejich porostní a ekologické charakteristiky je nutno brát v úvahu při obhospodařování lesů, specificky v pěstování a ochraně. Okraje je třeba respektovat jak při výchově, tak i při obnově lesních porostů. Lesní a porostní okraje mají značný ekologický význam z hlediska lesního prostředí, bezpečnosti a zdravotního stavu lesních porostů. Jako hraniční zóny s jinými ekosystémy, resp. pozemky jinak využívanými, zejména zemědělsky, představují prvky, které spoluvytvářejí charakter krajiny a jsou významnými útvary z hlediska ochrany přírody.

Lesnický a obecně ekologický význam okrajů lesů je mj. podmíněn délkou ve vztahu k ploše lesů. Délka lesních okrajů v relaci k celkové ploše lesů je do značné míry podmíněna plošným uspořádáním lesů. Čím je lesní držba rozdrobenější, tj. skládá se z menších lesních komplexů, tím je délka lesních okrajů ve vztahu k ploše lesů větší. Pokud jde o vnitřní okraje lesů, jejich délka závisí na délce rozdělovacích linií v lesních porostech, založených na hustotě komunikací, vodotečí, na počtu, ploše a tvaru enkláv pozemků jiného charakteru. Délka porostních okrajů vyplývá ze způsobu hospodaření, zejména z toho, zda se jedná o velkoplošný či maloplošný způsob hospodaření, pak i ze způsobu a forem obnovy lesních porostů.

Obvykle se rozlišují lesní okraje vnější, tj. kontakty lesa s plochami nelesními, ať již přirozeného charakteru (rašelinště bez lesních porostů, skalní stepi, vodní plochy aj.), nebo charakteru umělého v důsledku odlesnění (pole, louky pastviny, neplodná půda) a dále lesní okraje vnitřní. V tomto případě jde o hraniční zóny lesních porostů navazující na průseky, lesní silnice a cesty, případně vodoteče protékající lesem a dále lesní enklávy (lesní louky aj.). Tyto okraje mají z hlediska lokalizace víceméně stálý charakter, i když je dynamický a mění se, nebo se může měnit v souvislosti se změnami lesních porostů se zřetelem na jejich výchovu, obnovu, případně v souvislosti se spontánními abiotickými a biotickými vlivy prostředí. Dočasný charakter, který se mění a místně případně zaniká, mají okraje mezi porosty, které jsou důsledkem odlišného složení sousedních lesních porostů, zejména věkového a druhového složení, případně i jiných charakteristik.

Problematické vnější a vnitřní okraje jsou ve srovnání s jejich významem lesnickým i obecně ekologickým (funkce v krajině a ochrana přírody) věnována v pěstování a hospodářské úpravě lesů poměrně malá pozornost. Tato skutečnost je patrná mj. z četných učebnic pěstování a ochrany lesů, kde se problematika lesních okrajů charakterizuje většinou jen parciálně v souvislosti s nebezpečím škodlivých větrů. V této souvislosti dochází k návrhům a praktické realizaci některých specifických typů porostních okrajů, které mají krytem před působením převládajících větrů chránit ohrožené porosty (odluky, rozluky, částečné závory).

Tato opatření představují praktické řešení případů, kdy mezi jednotlivými porosty nebo jejich komplexy, které jsou ohroženy, porostní okraje žádoucího zpevňujícího charakteru chybí.

Charakteristika okrajů

Vnější lesní okraj se vytváří jako přechodná zóna k otevřeným prostorům. Les může hraničit s terénem, kde z přírodních důvodů existovat nemůže, nebo se dotýká jinak využívaných ploch, které byly (specificky ve středoevropských podmínkách) kryté lesem. V těchto okrajích rostou zpravidla více méně hluboce zavěšené stromy prvního řádu, podle charakteru porostu pak vedle nebo pod těmito stromy stromy druhého řádu, dále keře a konečně bylinná a travní přízemní vegetace. Vnější okraje lesů jako hraniční útvary k jiným způsobům využívání půdy – většinou k zemědělským pozemkům, sídlištím – bývají někdy považovány za „přirozené“ přechody k lesu. Tento názor nelze považovat za správný (OTTO 1994). V souvislosti s dynamickým vývojem lesa sice představují soubor rostlinných organismů, horizontálně i vertikálně v prostoru členěných, avšak jsou útvarem zcela umělým. Jestliže by ustalo ostré členění různých způsobů využívání (pole, louka, pastvina, les), tak jak je to v našich podmínkách dobře známé zejména v pohraničních oblastech po skončení 2. světové války, pak by docházelo k tomu, že les se bude spontánně na nelesní půdy rozšiřovat a hraniční linie se budou stírat. Tímto způsobem se může vysokokmenný les v podmínkách střední Evropy, kde je les většinou základním přirozeným vegetačním útvarem, spontánně šířit a v souvislosti s tím vytvářet postupně další více méně strukturované lemy (okraje). Vnější okraje lesů, které jsou trvale na témže místě a mají chránit lesní porosty, jež za okrajem leží, jsou umělé útvary, které by měly být (někdy pracně a nákladně) udržovány.

V současné kulturní krajině se velmi často setkáváme se stejnořadými jehličnatými lesními porosty a jejich okraji, které bezprostředně bez jakéhokoli přechodu hraničí se zemědělsky využívanými plochami, zejména poli. Okraj v tomto případě vytvářejí řady stromů s jednostranně vyvinutými korunami, v některých případech lemované z hospodářských důvodů založenými a udržovanými cestami. Pak chybějí ostatní žádoucí prvky, které by měly být v lesním okraji zastoupeny. K dispozici není potřebný volný prostor. Toto (zvláště s ohledem na intenzitu využívání půdy) může vyhovovat ze zemědělských hledisek, avšak pro účely lesnické, především pak obecně ekologické (ochrana přírody a krajiny), jsou málo hodnotné. V těchto případech je žádoucí, aby se cílenými, periodicky opakovanými zásahy a dalšími případnými opatřeními (např. výsadby žádoucích druhů dřevin) postupně tyto nevyhovující lesní okraje převáděly ve strukturované, více méně „přírodě blízké“ formy (DIETSCHI 1992, ROLOFF, PIETZARKA 1993, ZUNDEL 1993 aj.).

Pokud jde o vnitřní lesní okraje, tj. lemy, kdy lesní porosty hraničí s průseky, komunikacemi, vodotečemi, případně jinými objekty, je charakter těchto okrajů zcela závislý na složení porostů, na šířce linií

(cest, průseků aj.) a způsobech hospodaření. V případech, kdy jsou liniové prvky úzké, mohou být porosty po obou stranách linií téměř zapojeny. Při širších cestách a průsecích mohou v okrajích převládat stromy s jednostranně vyvinutými, hlouběji zavěšenými korunami. Tyto případy jsou žádoucí zejména se zřetelem na zpevnění okrajů porostů proti větru. Stromy druhého řádu, keřové patro, případně bylinná a travní vegetace se při vnitřních okrajích lesních porostů vyskytují zpravidla pouze tehdy, když jsou lesní porosty založeny nebo rostou ve větším odstupu od cesty nebo průseku, event. v případech, jsou-li porosty tvořeny dřevinou, která propouští k půdě, zvláště ve vyšším věku, dostatek světla (např. borovice, některé listnáče), nebo jejichž zápoj je uvolněn. Charakter těchto porostních okrajů je proměnlivý v souvislosti se změnami, které jsou spojeny s odrůstáním porostů, se způsobem hospodaření (zásahy výchovného a obnovného charakteru), případně náhodnými vlivy. Tento dynamický charakter okrajů platí logicky i pro vzájemné kontakty jednotlivých lesních porostů.

Lesní a porostní okraje z hlediska ekologického a pěstebního

Okraje lesů v kulturní krajině, a to především okraje vnější, mají z lesnického hlediska značný ekologický význam. Jsou vystaveny řadě přírodních vlivů, současně však, jsou-li vhodně strukturovány, brání pronikání jejich účinků do nitra porostů. Působení větru se projevuje na okrajích nejen tím, že mohou vznikat polomy a vývraty, ale stříhové proudění vzduchu může vést k deformacím korun, ke vzniku jednostranných vlajkových forem, ke ztrátám asimilačních orgánů. Sluneční paprsky mohou vyvolávat přímým dopadem na kmeny stromů, které tvoří okrajové pláště lesů, zejména jde-li o druhy s jemnou borkou, poškození kambia, nekrózy kůry ve formě korní spály. V případech, kdy okraje lesů nejsou vhodně utvářeny, mohou sluneční paprsky pronikat do nitra porostů a nepříznivě ovlivňovat porostní klima. Pak dochází ke zvyšování teploty vzduchu, ke zvýšení evaporace a k zabuření půdy. Důsledkem těchto vlivů může být vysychání půdního povrchu, narušování procesů probíhajících ve svrchních půdních vrstvách, zejména pokud jde o tvorbu a rozklad humusu.

S ohledem na tyto skutečnosti mohou vhodné dostatečně široké, strukturované lesní okraje se zastoupením a uspořádáním vhodných druhů stromů prvního a druhého řádu, keřové vrstvy, bylinné a travní vegetace významně přispívat k vytváření vhodného porostního klimatu v porostech k okrajům přiléhajícím a mohou tak napomáhat žádoucímu fungování lesních ekosystémů.

Vhodně strukturované vnější vnitřní okraje v kulturní krajině mohou mít značný význam z hlediska preventivní ochrany lesů. Jde zejména (kromě větru) o možnou ochranu lesů před požáry (OTTO 1994, SPERBER 1990). Porostní okraje mohou mj. přispívat k ochraně půdy proti erozi a do určité míry mohou jako lesní pláště chránit porosty uvnitř lesa před pronikáním škodlivých látek z ovzduší. Pro ochranu lesů proti hmyzím škůdcům mohou mít lesní okraje význam i jako životní prostředí některých významných parazitů škodlivého hmyzu, který lesní porosty ohrožuje. Pozitivní funkce lesních okrajů (zvláště účinnost) je do značné míry ovlivněna šířkou, druhovým složením a prostorovým uspořádáním. I v případech, kdy není jejich utváření zcela ideální podle teoretických představ, mohou lesní okraje představovat významný prvek k podpoře žádoucích procesů, které v lesních ekosystémech probíhají.

Lesní okraje z hlediska tvorby, ochrany krajiny a přírody

V dynamickém vývoji a v souvislosti se spontánním rozšiřováním lesů ve středoevropských podmínkách na plochy, které kdysi bývaly lesem, představují vnější lesní okraje počáteční zóny sekundární sukcese. Prakticky jde o neustálé pokusy pronikat za hranice, které

člověk pro les stanovil. Již relativně malé uvolnění zápoje v okrajových lesních porostech – např. založení cesty nebo průseku – může vést ke zvýšení druhové diverzity organismů, ke vzniku složitějších struktur a to i v případech, kdy trasy komunikací jsou jen několik metrů široké. Četná pozorování dokládají, že lesní okraje (zvláště vnější) jsou charakteristické nápadným zvýšením floristické rozmanitosti. Stupeň diverzity je závislý na ekologických podmínkách, půdních, klimatických, mj. na expozici lesního okraje a na jeho druhovém a prostorovém složení. Vedle zvýšené druhové diverzity rostlin četné výzkumné práce prokázaly, že i fauna je v hraniční oblasti mezi lesem a nelesními pozemky mimořádně druhově bohatá. Tento jev je teoreticky vysvětlován tzv. okrajovým liniovým efektem. Spočívá v tom, že četné druhy živočichů i rostlin nacházejí potřebné životní podmínky pro svou existenci nejen v jednom vyhraněném prostředí, ale ve dvou, případně ve větším počtu ekotopů v místech na jejich rozhraní (OTTO 1994). Vhodné životní podmínky bývají ve větším počtu koncentrovány v přechodných zónách mezi růstovými biotopy. Tato skutečnost, která je spojována s energetickou náročností, která je právě v přechodných ekotopech nižší než ve vyhraněných životních prostředích, platí především pro organismy živočišné, do určité míry však i pro rostliny. Hraniční oblasti mezi různými biotopy, např. mezi lesem a polem, označované jako „ekotony“, jsou v krajině tím početnější, čím silněji je krajina rozložena v jednotky různého charakteru. Okrajový liniový efekt se zvyšuje a nahromadění jedinců a druhů rostlin a živočichů je vyšší.

V ekotonech dvou různých biotopů se mohou vyskytovat čtyři skupiny organismů, rostlin a živočichů s různými životními nároky (OTTO 1994). V první řadě jde o organismy z biotopu A (např. les) a biotopu B (např. pole nebo louka). Tyto organismy vyžadují sice specifické podmínky prostředí, avšak v okrajovém prostoru mohou ještě existovat. Další skupinu organismů představují ty druhy rostlin a živočichů, které nalézají optimální podmínky v okrajové linii mezi biotopy. V rámci vyhraněných jednotlivých ekotopů však nemohou existovat. Jde o tzv. ekotonové druhy. Jako čtvrtou skupinu uvádí Otto (1994) ty druhy organismů, které sice ve vyhraněných ekologických jednotkách existovat mohou, avšak optimální podmínky pro existenci nalézají v okrajové zóně ekotonu. S délkou okrajových zón (linií) mezi některými ekotopy se u některých druhů organismů zvyšuje i populační hustota na jednotku plochy celé oblasti. Jde např. o některé druhy ptáků, kteří osidlují okraje lesů a parkové oblasti hustěji než vnitřní porosty lesů nebo otevřené plochy (SCHWERDTFEGGER 1968, aj.).

Horizontální členění kulturní krajiny, tj. střídání lesů, polí, luk, pastvin, neobdělávaných nebo neplodných ploch představuje z hlediska zájmu ochrany přírody a krajiny ekologickou výhodu. Čím je členění intenzivnější, tím více se zvyšuje diverzita zejména živočichů a do značné míry i jejich vitalita. S ohledem na tyto skutečnosti nejsou správné představy, že ve vzdálenější minulosti, kdy krajina nebyla tak rozčleněna zejména zabíráním stále většího počtu a výměr ploch pro zemědělské využívání na úkor lesa, byla druhová pestrost a početnost živočichů v krajině (do určité míry i rostlin) větší, než je tomu dnes. Okraje lesů jako ekotony, přechodné zóny mezi lesem a jinými ekosystémy nebo plochami jinak hospodářsky využívanými mají z uvedených důvodů (především se zřetelem na biologickou diverzitu), význam z hlediska tvorby krajiny a ochrany přírody, a jsou proto předmětem specifických zájmů. Stupeň jejich účinnosti jako ekotonů je závislý na ekologických podmínkách lokalit, na druhovém složení a na vertikálním a horizontálním utváření.

Z lesnického hlediska, ale i v zájmu ochrany přírody a krajiny je proto žádoucí, aby složení a výstavba lesních okrajů byla vhodná, „přírodě blízká“. Základ by měly představovat vhodné domácí původní dřeviny stromovitého růstu prvního i druhého řádu, vhodné keřové patro, širší či užší keřová zóna, doplněná patrem bylinné a travní vegetace. Význam lesních okrajů se v některých případech stupňuje tím, že v těchto útvarech nalézají existenční podmínky i některé vzácné nebo chráněné druhy rostlin i živočichů.

Lesní a porostní okraje – ochrana proti bořivému větru

Některé zkušenosti z větrných kalamit (MITSCHERLICH 1968), např. z katastrof, které se udály v šedesátých a pozdějších letech ve Spolkové republice Německo, prokazují, že lesní a porostní okraje náporu větru odolávaly, ale docházelo ke zhroucení lesních porostů za těmito okraji. Příčina je vysvětlována tím, že stromy jsou většinou v porostních a lesních okrajích, zejména na rozhraní mezi lesem a pozemky jiného charakteru, hluboce zavětveny, a proto představují pro vítr těžko proniknutelnou překážku. K tomu dochází zejména tehdy, jestliže jsou vlivem větru větve stromů do sebe stlačovány. Tento jev, který byl pozorován zejména v porostních okrajích tvořených smrkem, je označován jako žaluziový efekt (GEIGER 1961) a je charakteristický tím, že jen malý podíl vzduchových mas, které jsou v pohybu, proniká do porostu. Důsledkem této situace je zpomalení rychlosti pohybu vzduchu před porostním okrajem, zvedání vzdušných mas, jejich přepadání přes porostní nebo lesní okraje vysokou rychlostí a nápor na stromy za porostním okrajem. Tento proces má nepravidelný, někdy pulzující ráz a může vést k výrazným, často katastrofálním škodám ve formě vývrátů, někdy i polomů.

Aby se těmto škodlivým vlivům zabránilo, navrhuje se (MITSCHERLICH 1968), aby lesní a porostní okraje především na lokalitách, resp. na hranicích, exponovaných vůči škodlivým větrům, měly specifické utváření. Z hlediska ochrany před bořivým větrem je žádoucí, aby lesní i porostní okraj představoval „propustnou“ překážku. Okraj má nápor větru sice do určité míry zadržet, má však umožnit částečné pronikání vzdušných mas do nitra lesních porostů. Tím se rychlost a rozsah přepadání vzdušných mas přes porostní okraje omezí.

S ohledem na tyto skutečnosti nejsou účinné a žádoucí jednořadé nebo velice úzké okraje lesů a porostů, tvořené jen hluboce zavětvenými stromy. Okraj by měl být poměrně široký, dostatečně členitý, se zastoupením keřového patra. Neměl by však být, zejména v porostu pod korunami stromů, příliš těsný a měl by umožňovat částečné pronikání větru do porostu. Pouze v přízemních vrstvách by měl být lesní a porostní okraj utěsněn tak, aby pohyb vzduchu byl co nejvíce omezen. Členitý lesní a porostní okraj by měl být dostatečně široký (např. v šířce průměrné výšky porostu). Porosty by měly být v tomto pásu již od mládí silně protříděny, aby stromy byly dostatečně stabilní (hlouběji zavětvené koruny, nízké hodnoty tvarového koeficientu kmene). Naproti tomu stromy tvořící vnější linii lesních nebo porostních okrajů by neměly být zavětveny příliš hluboce. Podle potřeby se doporučuje dokonce i vyvětvení (MITSCHERLICH 1968). Je žádoucí, aby před lesním, případně i porostním okrajem a pod pásem stromů okraj tvořících rostlo keřové patro a vhodná přízemní vegetace, aby se omezily možné nepříznivé vlivy prostředí na porostní klima a půdu.

Pokud jde o druhy dřevin, které mají tvořit lesní, případně porostní okraje, jsou rozhodující místní stanovištní poměry, dále obecné vlastnosti, zejména však kořenové systémy dřevin. V podmínkách, kde je to s ohledem na stanovištní podmínky možné, jsou vhodné dřeviny hluboko kořenicí, např. duby, jinak lze podle podmínek použít při vlastním založení a pěstební péči prakticky všechny hospodářsky významné druhy dřevin. Na řadě stanovišť je pro tvorbu lesních a porostních okrajů méně vhodný smrk (mělké zakořenění, časté napadení kořenových systémů a bázi kmene hnilobami) a buk. Všeobecně je vhodné dát v podmínkách, kde je to možné, přednost listnatým dřevinám před smrkem. Listnáče se kromě toho, že některé z nich hluboce koření, projevují v době vegetačního klidu jako překážka, která je do značné míry pro proudící masy vzduchu propustná, a může proto být účinná i při prudkých bouřích.

Podobné utváření by měly mít i vnitřní okraje lesů, tj. hraniční zóny lesních porostů přiléhajících k lesním komunikacím, průsekům, vodotečím aj. Totéž se týká i hranic mezi jednotlivými porosty probíhajících ve směrech a expozičních ohrožených nebezpečnými větry. Podobnou funkční druhovou skladbu a prostorovou výstavbu

by měla mít rovněž dodatečná prostorová opatření, která mají následně, až delší dobu po vzniku či založení, zpevnit porosty před škodlivým větrem (odluky, rozluky, závory). K zajištění funkčnosti a účinnosti těchto pěstebně ochranných prvků je třeba nejen vhodného založení (volba dřeviny, vhodné spony při výsadbě aj.), ale i vhodná následná pěstební péče.

Řadové (alejové) výsadby v lesích

Specifický případ lesních okrajů představují řadové – alejové výsadby podél lesních cest nebo průseků. Tyto řadové výsadby alternativních dřevin ve srovnání se dřevinou nebo dřevinami porost tvořícími mohou oživit zejména jednotvárnost nesmíšených jehličnatých (zejména smrkových a borových) porostů na větších plochách (MILLAHN 1995). Význam těchto alejových výsadeb, které byly zejména v minulosti v některých oblastech dosti obvyklé, je především estetický. Návštěvník lesa, který sleduje lesní porosty z cest nebo průseků, má dojem smíšeného, esteticky působivého lesa, i když se prakticky jedná o porosty nesmíšené. Vedle estetické působivosti mohou řadové výsadby podél lesních komunikací a rozdělovacích linií částečně plnit i jiné funkce, např. určité, i když jen podmíněně zpevňování porostních okrajů proti větru v případech, jsou-li v řadových výsadbách zastoupeny vhodné dřeviny s hlubokými kořenovými systémy a s vhodným utvářením korun. Ke zvýšení ekologické účinnosti (mj. i k ochraně proti větru) mohou účinněji přispívat výsadby nikoli jen v jedné, nýbrž v několika řadách, zejména jsou-li doplněny keřovým patrem, které se buď spontánně dostavilo, nebo bylo založeno uměle. Pro řadové výsadby podél komunikací a rozdělovací sítě, v případě, že je rozhodnuto o jejich založení, se hodí většina druhů lesních dřevin. Značné ekologické působnosti, částečně i ekologických účinků lze dosáhnout výsadbou dubů, modřínů, douglasek, ale i bříz. Plodonosné dřeviny, zejména duby včetně dubu červeného, buk, kaštan jedlý aj., mohou být vítané mj. se zřetelem na výživu zvěře (SPAHL, VOLK 1990). Zejména v oborách a dalších objektech s intenzivním chovem zvěře i některé druhy rodu *Sorbus*, jablono lesní, hrušň planá aj. mohou být vítané jak z hlediska produkce potravy pro zvěř, tak i z důvodů estetických. Při zakládání alejových výsadeb podél komunikací a rozdělovací sítě v lesích je třeba se vyvarovat často pozorované chyby – vysazování těsně k okraji cest nebo průseků. Aby stromy v řadových nebo pásových výsadbách mohly uspokojivě růst, potřebují dostatek prostoru, a to i směrem dovnitř porostů. Výsadby je vhodné mj. uskutečňovat i v relativně značných rozstupech, aby mohlo dojít ke vzniku dostatečně vyvinutých korun.

Řadové nebo pásové alejové výsadby představují umělé útvary, které nemusí být vždy považovány za vhodné z hlediska ekologicky orientovaného nebo přírodě blízkého hospodářství. V posledních desetiletích se výsadby tohoto rázu v rámci obnovy lesních porostů zakládaly spíše jen výjimečně. Jejich funkce může být využitelná zejména v objektech, kde je třeba zdůraznit estetickou působivost lesních porostů, tedy především v parkových, příměstských a lázeňských lesích, dále pak v oborách, případně i v bažantnicích. Rozhodnutí o jejich založení je věcí lesního hospodáře v dohodě s pracovníky hospodářské úpravy lesů, kteří zpracovávají lesní hospodářský plán či osnovu.

Zakládání lesních a porostních okrajů, pěstební péče

Založení nových porostních okrajů je možné zpravidla jen ve spojení s obnovou lesních porostů nebo zakládáním nových lesních kultur. Po těžbách v okrajových zónách lesů, ať již úmyslných nebo kalamitních, existuje možnost v rámci obnovy lesních porostů nebo zalesňování položit základy pro vznik a žádoucí vývoj přírodě blízkých lesních okrajů. V našich podmínkách se při plánování a realizaci obnovních a zalesňovacích prací s tímto opatřením často nepočítá a tak je mnohdy vhodná příležitost pro žádoucí řešení ztracena.

Lesní okraje jsou charakteristické lineárním průběhem, ale pro lemy, které by mohly být účinné jak v zájmu lesního hospodářství, tak i jako ekotony, je třeba určitě šířky, resp. hloubky. Hloubka více méně přírodě blízkého lesního okraje by měla být nejméně 10 m (SPAHL, VOLK 1990, SPERBER 1990). Čím je stanoviště chudší, zejména sušší, tím by měl být okrajový přechodný pás mezi lesem a ostatními pozemky širší, a to až do hloubky několika desítek metrů. Rozšíření cestou žádoucích úprav porostní skladby jsou možná od kraje do určité hloubky lesních porostů. Je vhodné, aby pro zakládání okraje mezi lesem a zemědělsky využívanými pozemky byl, a to na zemědělsky využívané ploše, ponechán 2 až 5 metrů široký pás pro bylinnou vegetaci (DIETSCHI 1992). Pokud jde o volbu dřevin pro zakládání výsad, které mají tvořit lesní okraje, jsou rozhodující výsledky stanovištního průzkumu a zvolené cílové skladby lesních porostů. V případech, kdy tomu nebrání ekologické podmínky a cíle lesního hospodářství, je žádoucí pro výsadby v porostních okrajích volit dřeviny, které jsou s ohledem na způsob zakořenění dostatečně stabilní, nejsou příliš ohroženy nebezpečím hnilob kořenových systémů a bázi kmene, mají relativně řídké koruny, propouštějící dostatek světla, tak aby ve spodních patrech porostů byla možná existence druhů dřevin keřovitěho růstu a bylinné vegetace. Pásy v porostních okrajích by měly být podle podmínek zakládány jako vhodné druhově smíšené. Výsadby by se měly uskutečňovat v relativně řídkém sponu, aby byl umožněn žádoucí rozvoj kořenových systémů dřevin a jejich korun. Řidší výsadba by měla navíc vytvářet, zvláště ve vhodných podmínkách, prostor pro dodatečné nálety pionýrských dřevin, které mohou z hlediska složení a funkce představovat obohacení okrajových zón lesů. Vedle dřevin hospodářsky významných, které by měly v okrajích tvořit základní porostní kostru, je účelné podle podmínek v porostních okrajích, případně v nevelké hloubce od okraje, zakládat skupinovité nebo v hloučcích výsadby především ekologicky žádoucích druhů dřevin, jako jsou např. některé druhy rodu *Sorbus*, třešň ptačí, hrušeň planá, jablono lesní aj. Ve vnějších lesních lemech okrajů je žádoucí keřové patro, které by mělo podle stanovištních podmínek a druhového složení zasahovat i do spodní etáže pod stromovým patrem. V některých případech lze (podle místních podmínek a na základě zkušeností) počítat s tím, že porost keřů během určité delší doby vznikne spontánně. Jindy je třeba pro jeho vznik vytvořit základ hloučkovými nebo skupinovými výsadbami, z nichž by pak v průběhu dalšího vývoje bylo možné spontánní šíření do okolí. K tomuto účelu by měly být využity druhy dřevin keřovitěho růstu, které jsou autochtonní a podle místních podmínek mohou tvořit vhodné složky ekosystémů na dané lokalitě. Tyto druhy keřovitěho růstu, jejichž dosti obsáhlý výčet a charakteristika by měly být předmětem samostatného specifického příspěvku, by se měly v určitém rozsahu pěstovat v lesních školkách, aby byly podle potřeby k dispozici nejen pro specifické výsadby mimo les, ale i pro zakládání a úpravy lesních okrajů. Pro tvorbu lesních, případně i porostních okrajů jsou z ekologického hlediska méně vhodné cizokrajné druhy dřevin, z nichž některé jsou velmi expanzivní a mohou domácí původní druhy rostlin a jejich společenstva potlačovat (např. trnovník akát, střemcha pozdní, kustovnice aj.).

Jednou z možných cest, jak dospět k vytvoření žádoucích okrajů lesů, je jejich spontánní vznik a vývoj. Nevýhodou tohoto postupu je často velmi dlouhá doba, která je potřebná k tomu, než se okraj samovolně vytvoří, dále skutečnost, že takto vzniklé okraje často vyhovují (zejména jako ekotony) jen částečně. Výhodou tohoto postupu je ovšem to, že realizace je spojena s minimálními náklady. Předpokladem pro možné řešení tímto postupem je však dostatečné místo pro lesní dřeviny, takový stav vegetačního krytu, který by umožňoval spontánní nálety a šíření dřevin stromovitěho i keřovitěho růstu a konečně ochrana podle podmínek před poškození zvěří a člověkem.

Vnější i vnitřní okraje lesů ovšem prakticky všude existují a až na výjimky není nutné je v převážné většině zcela nově vytvářet. Jejich druhové složení, šířka, horizontální i vertikální členění je podle

podmínek rozmanité, počínaje téměř svislými stěnami nesmíšených lesních porostů, tvořících hraniční lem až po širší okraje se zastoupením většího počtu dřevin, keřů a rostlin bylinného patra. V těchto případech přicházejí v úvahu, pokud utváření lesních okrajů nevyhovuje požadavkům, jen jejich úpravy vhodnými biotechnickými zásahy (SAUL 1987). Možná opatření jsou ovšem závislá v první řadě na celkovém charakteru ploch, na ekologických podmínkách lokality, složení a věku porostu, který okraj tvoří a k němu přiléhá. V případech, kdy se jedná o lesní dřeviny takového složení nebo věku, že není nebezpečí jejich ohrožení bořivým větrem, je možné a vhodné postupně uvolňování okrajových částí porostů, např. do hloubky 15 – 30 m (DIETSCHI 1992). Dále přichází v úvahu podpora přimíšených dřevin, zejména slunných a keřového patra v celé okrajové zóně, pokud se ve větší či menší míře vyskytuje. Kde tomu nebrání nebezpečí bořivého větru, doporučuje se, vedle podpory vertikální diferenciace porostů zvlnění průběhu lesního okraje vytvářením klínovitých nebo nepravidelných zářezů do lesního pláště (SPERBER 1990). Na těchto místech by mělo být především dostatek prostoru pro vegetaci keřového a bylinného patra a prostředí pro organismy se specifickými nároky (ekoton).

V případech, kdy se jedná o lesní okraje, které jsou ohroženy bořivým větrem, jsou možnosti přetváření nebo dotváření okrajových útvarů omezeny. Jde zejména o okraje, které jsou tvořeny nesmíšenými porosty a stromy smrku. V těchto případech je zpravidla nutné přistoupit k řešení až v souvislosti s obnovou těchto lesních porostů. Je třeba opětovně zdůraznit, že okraje ohrožené nebezpečným bořivým větrem včetně porostů, které v nitru lesa k těmto okrajům přiléhají, mají být více méně prostupné. Jde o prostor mezi horní výškovou hranicí keřového patra a dolním okrajem korun vrstvy stromů prvního řádu (MITSCHERLICH 1968).

Podobně jako vnější lesní okraje nebo okraje navazující na enklávy by měly být utvářeny i okraje lesních porostů navazující na rozdělovací a cestní síť v lesích. Jejich šířka může být poměrně malá, principy propustnosti okrajů na lokalitách exponovaných proti bořivému větru by měly být respektovány tak jako v lesních okrajích. Porostní okraje podél cest a průseků jsou zpravidla přerušovány v souvislosti s vyústováním manipulačních (soustředovacích linií), založených v porostech, na komunikace. Pro přechodné skladování vytěženého dříví je třeba vymezit vhodná místa a vyvarovat se toho, aby se jeho skladování realizovalo stále na jiných místech či více méně v porostních okrajích podél celé komunikace (SPERBER 1990).

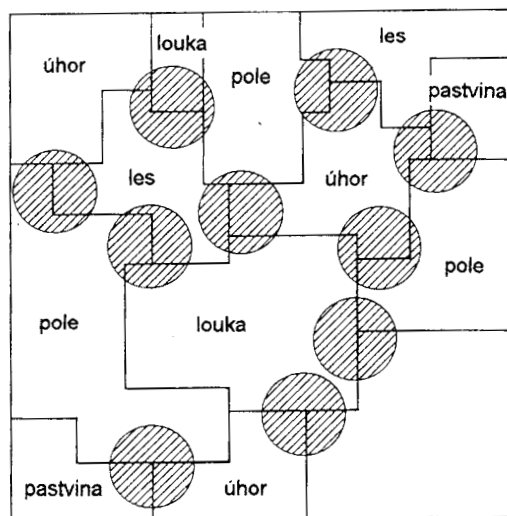
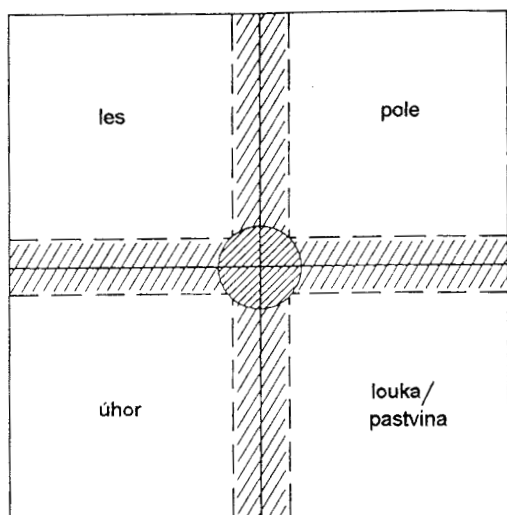
Okraje lesních porostů navazující na menší vodoteče (potoky) v lesích často prakticky chybějí s ohledem na to, že stromy často rostou až těsně při březích a korunami přesahují až nad hladinu. Jde-li o jehličnany, zejména smrky a douglasku, bývají vodoteče trvale celoročně zastíněny a často dochází opadem jehličí k výraznému zkyselení vody. Je proto žádoucí, aby i porostní okraje navazující na vodoteče byly vhodně utvářeny především užšími či širšími pásy vhodných listnatých dřevin včetně druhů keřovitěho růstu

Závěr

Vnější a vnitřní okraje lesů a zejména porosty k těmto okrajům přiléhající představují nemalý podíl celkové výměry lesů. S ohledem na lokalizaci pěstebně ochrannářské a ekologické vlastnosti vyžadují soustavou pěstební péči, která má – ve srovnání s pěstebními potřebami ostatních lesních porostů – specifický charakter. Jejich vhodné udržování může výrazně ovlivnit bezpečnost, zdravotní stav a žádoucí funkční úroveň lesních ekosystémů k okrajům přiléhajících. Vhodná péče o lesní a porostní okraje, podpora jejich fungování jako ekotonů může představovat jeden z významných styčných bodů žádoucí spolupráce mezi lesním hospodářstvím a ochranou přírody a krajiny. Nelze podceňovat význam vhodně složených okrajů lesů pro celkové utváření a estetickou působivost krajiny. Okraje lesů – specifické složky lesních ekosystémů – mohou dále vhodně působit jako prvky ekologické stability v krajině.

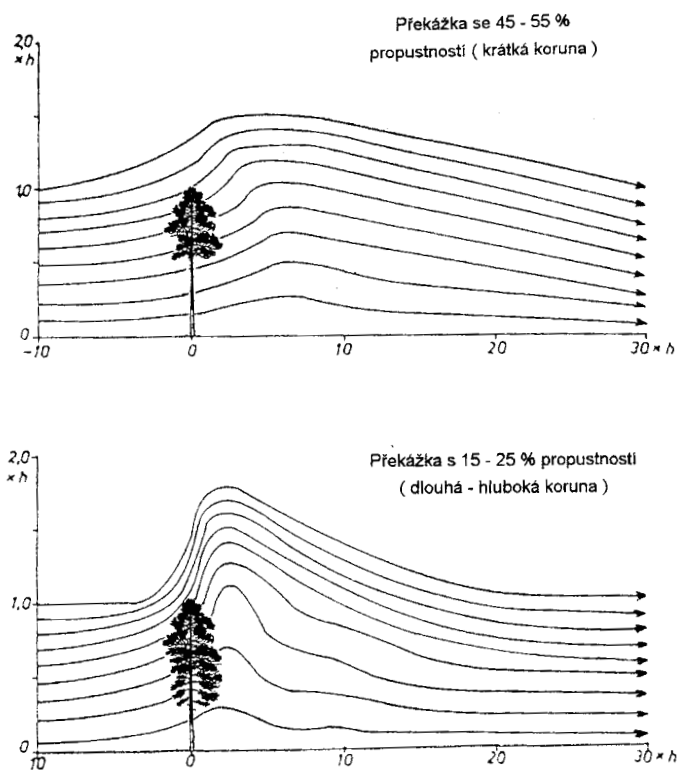
Literatura

- DIETSCHI, T.: Der Waldrand als ökologische Ausgleichfläche. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 143, 1992, s. 542 – 547
- GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, Verlag Viewegh 1961. 286 s.
- MILLAHN, G.: Baumreihen und Alleen verschönern Waldinnenränder. Forst und Holz, 50, 1995, s. 352 – 353
- MITSCHERLICH, G.: Zur Frage der Sturmsicherung der Bestände. Allg. Forst Zeitschrift, 46/47, 1968, sep. 3 s.
- OTTO, H. J.: Walkdökologie. Stuttgart, Verlag E. Ulmer 1994. 391 s.
- ROLOFF, A., PIETZARKA, U.: Dynamische Waldrandgestaltung. Allg. Forst Zeitschrift, 49, 1993, s. 1132
- SAUL, J.: K záchraně teplomilných lesních leů. Veronica, 1, 1987, s. 55
- SCHWERTFÄGER, F.: Ökologie der Tiere. Hamburg, Berlin, Paul Parey 1968. 468 s.
- SPAHL, H., VOLK, G.: Waldränder. Allg. Forst Zeitschrift 47, 1990, č. 6/7, s. 164 – 165
- SPERBER, H.: Gestaltung von Waldränder. Allg. Forst Zeitschrift, 48, 1990, s. 958 – 960
- ZUNDEL, H.: Waldränder – Gestalten und Pflegen. AID Merkblatt, 1010, 1992, s. 1 – 31



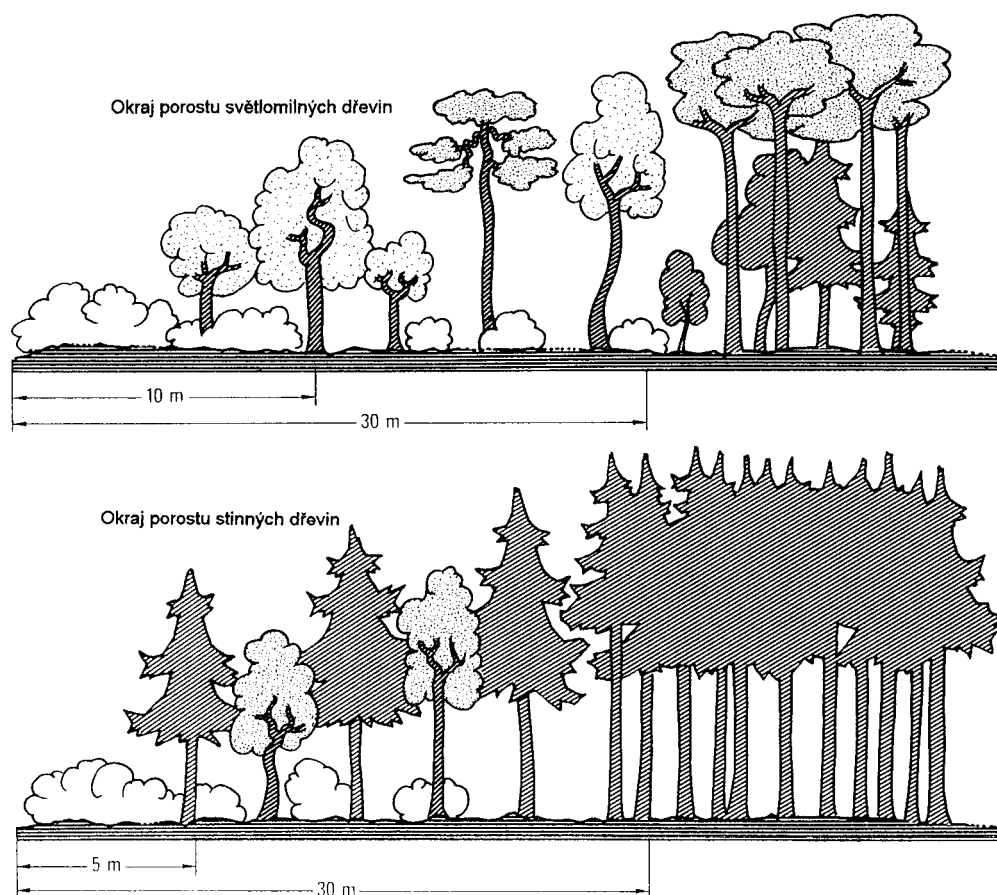
Obr. 1.

Okrajový liniový efekt v kulturní krajině (podle OTTO 1994, upraveno)
Marginal line effect in cultural landscape (according to OTTO 1994, adapted)



Obr. 2.

Linie proudění vzduchu při překážce (lesní okraj) se střední a malou propustností (podle MITSCHERLICH 1968, upraveno)
Line of air circulation constrained (forest margin) by mean and small permeability (according to MITSCHERLICH 1968, adapted)



Obr. 3.

Formy vnějších okrajů: a) okraj ze dřevin převážně slunných, b) okraj ze dřevin převážně stinných (podle OTTO 1994)

Forms of external margins: a) margin from woody mainly sunny species, b) margin from woody mainly shade species (according to OTTO 1994)

VPLYV HLAVNÝCH DRUHOV ABIOTICKÝCH ŠKODLIVÝCH ČINITEĽOV NA LESNÉ EKOSYSTÉMY, VÝSKUM A PRAX

Influence of main kinds of abiotic harmful agents on forest ecosystems, research and practice

Abstract

The paper deals with damage to forests in Slovakia and other countries caused by abiotic harmful agents. Wind is the most serious harmful agent in the Slovak forests (1.15 mil. m³ of salvage cutting a year). Preview of research results concerning damage to forests caused by abiotic agents is done. Necessary measures in forest practice to mitigate damage are outlined.

Úvod

Abiotické škodlivé činitele pôsobia na lesné ekosystémy mechanicky (napr. vietor) alebo fyziologicky (sucho). Na Slovensku význam tejto skupiny škodlivých činiteľov v ostatných štyroch desaťročiach narastá a výrazne sa podieľajú na náhodných ťažbách. Nárast náhodných ťažieb z titulu abiotických škodlivých činiteľov súvisí okrem iného aj s meniacimi sa klimatickými podmienkami, ktoré zapríčiňuje antropogénna činnosť. Príspevok analyzuje poškodzovanie lesov abiotickými činiteľmi na Slovensku, ale aj v zahraničí. Zhŕňajú sa vedecké poznatky o tejto skupine škodlivých činiteľov a formulujú sa hlavné problémy, ktoré by mala veda a prax postupne riešiť.

Situácia na Slovensku

Lesné porasty na Slovensku najviac poškodzujú abiotické činitele (tab. 1). Objem spracovaného dreva v dôsledku ich pôsobenia v poslednom desaťročí 20. storočia bol 15 333 tis. m³.

Z celkového objemu náhodnej ťažby (26 280 tis. m³) to predstavuje 58,3 %. Jednotlivé škodlivé činitele sa na celkovej náhodnej ťažbe podieľali takto: vietor 45,6 %, sneh 5,2 %, námraza 1,1 %, sucho 5,4 %, požiare 0,9 % a iné 0,1 % (*do roku 1994 sa ako iné evidovali mráz a záplavy a od roku 1995 neznáme príčiny hynutia abiotického charakteru).

So zreteľom na to, že aj v minulosti najviac lesné porasty poškodoval vietor, najväčšia pozornosť výskumu sa venovala vetrovým polomom. Riešila sa taktiež problematika poškodzovania snehom a námrazou. Doterajšie výsledky výskumu vplyvu mechanicky pôsobiace abiotických činiteľov (vetra, snehu a námrazy) na lesné porasty v SR možno zhrnúť takto:

Tab. 1.

Objem spracovaného dreva v m³ v dôsledku pôsobenia hlavných druhov abiotických škodlivých činiteľov za roky 1991 - 2000
The wood volume in m³ processed due to damage of main kinds of abiotic harmful agents in the years 1991 - 2000

Rok	Škodlivý činiteľ						spolu
	vietor	sneh	námraza	sucho	požiare	iné*	
1991	849 416	124 355	9 633	122 723	9 003	290	1 115 420
1992	826 932	105 872	12 491	102 587	44 451	1 091	1 093 424
1993	666 491	70 061	6 259	162 495	119 156	16	1 024 478
1994	793 908	510 885	969	178 608	1 285	4 461	1 490 116
1995	822 899	239 558	21 376	256 647	17 252	136 347	1 494 079
1996	1 122 026	125 590	117 843	242 439	10 810	100 808	1 719 516
1997	1 815 592	51 245	64 857	124 641	7 394	109 892	2 173 621
1998	954 270	30 538	29 161	120 841	6 357	114 520	1 255 687
1999	1 472 253	43 456	6 611	70 032	6 656	45 594	1 644 602
2000	2 143 483	74 807	6 413	44 671	20 736	32 396	2 322 506
Spolu	11 467 270	1 376 367	275 613	1 425 684	243 100	545 415	15 333 449

Prameň: Štatistické hlásenia L 116

vplyv abiotických činiteľov na celkové ohrozenie lesných porastov v modelovom území Nízkyh Tatier. Ďalej sa rieši vplyv podzemnej a nadzemnej biomasy stromov na statickú stabilitu lesných porastov. Založili sa výskumné plochy na dlhodobé sledovanie rastu a vývoja koreňových sústav v závislosti od prírodných pomerov a stupňa zaťaženia imisiami (KONÔPKA J., KONÔPKA B.).

Doterajšie výsledky výskumu vyústili do praktických záverov na ochranu lesných porastov, ktoré prevzala hospodársko-úpravnícka prax do svojich pracovných postupov v rámci zariaďovania lesov, ako aj samotná lesná prevádzka do vlastného obhospodarovania lesov (Dočasné rámcové smernice pre ťažbovo-obnovné postupy, 1973; Pokyny na obhospodarovanie ihličnatých porastov poškodených snehovou kalamitou v decembri 1976, 1978; Pracovné postupy HÚL, 1981; Dočasná príručka pre prieskum ekológie lesa, 1992). Posledne sú to Pracovné postupy HÚL, 1995 (modely hospodárenia).

Účinnosť opatrení je však nedostatočná, pretože objem náhodných ťažieb zapríčinených týmito škodlivými činiteľmi naďalej stúpa. Zvlášť výrazné je to v porovnaní s predchádzajúcimi desaťročiami, keď objem náhodných ťažieb spôsobených všetkými abiotickými činiteľmi bol v rokoch 1971 – 1980 približne 10 241 tis. m³ a v rokoch 1981 – 1990 približne 12 808 tis. m³, čiže priemerne ročne 1 152 tis. m³. Výrazne rastúcu tendenciu majú v ostatných troch desaťročiach vetrové škody na lesných porastoch (obr. 1).

Príčiny treba hľadať jednak v nedostatočnej realizácii navrhovaných preventívnych pestovno-ochranných opatrení, ako aj v zmenených podmienkach v porovnaní s predchádzajúcimi desaťročiami. Podľa všetkého veľký objem vetrových polomov súvisí najmä s vývojom klímy a častým výskytom nepriaznivých meteorologických javov. Znečistené ovzdušie postupne rozrušuje ozónovú vrstvu, čo vyvoláva dynamické pohyby cyklónov v hornej vrstve atmosféry. Vplyvom zmien všeobecne cirkulujúcej atmosféry sa zvyšuje výskyt a intenzita víchríc. Vetrové polomy začínajú vznikať aj v oblastiach, kde sa v minulosti nevyskytovali (napr. vetrová kalamita v listnatých porastoch z júna roku 1999). Narastá objem vetrových polomov v letnom období (napr. vetrové polomy na Horehroní z júla 1996). Zaznamenáva sa veľké poškodenie listnatých porastov námrazou (Malé Karpaty v zime 1995/1996), resp. ľadovicou (južná časť Javoria, Štiavnické a Krupinské vrchy v januári 2001). Veľká snehová kalamita bola na Horehroní v zime 1993/1994.

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že poznatky o príčinách a podmienkach poškodzovania lesných porastov mechanicky pôsobiacimi činiteľmi najmä v dôsledku uvedených klimatických a meteorologických zmien nie sú dostatočné. Taktiež treba prehodnotiť účinnosť doteraz realizovaných pestovno-ochranných opatrení, najmä vo vzťahu k adaptácii lesných porastov na predpokladané klimatické a meteorologické zmeny.

Situácia v zahraničí

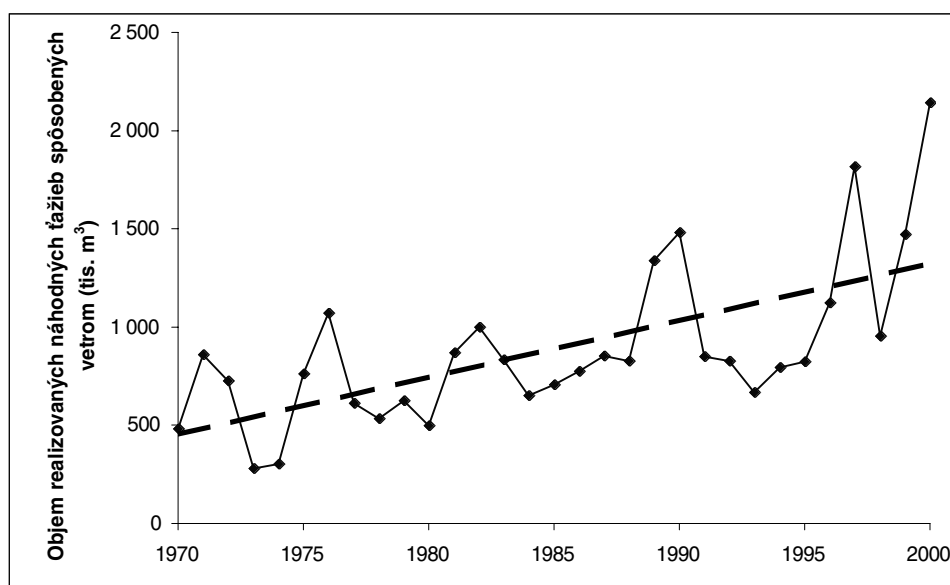
Vplyvu abiotických škodlivých činiteľov na lesné porasty sa venuje veľká pozornosť taktiež v zahraničí. Z prehľadu vetrových a snehových polomov v zahraničí do roku 1970 (KODRÍK, KONÔPKA J. 1971) vyplynulo, že sa tieto v minulosti vyskytovali nielen u nás a v Európe, ale aj v iných svetadieloch, napr. v Amerike a v Ázii. Možno spomenúť napr. víchricu v Nemecku z roku 1967, ktorá spôsobila približne 10 mil. m³ polomov. V roku 1968 vznikli ďalšie vetrové kalamity v Badensku-Württenbergu a v severnej časti Čierneho lesa. V Rakúsku v roku 1966 spôsobil vietor počas niekoľkých hodín 1,3 mil. m³ polomov. V Rumunsku sa vyskytli veľké vetrové polomy v rokoch 1960 – 1961 na obidvoch stranách Karpatského oblúka. Podobná situácia tu vznikla aj v rokoch 1964 – 1966. V roku 1990 vzniklo v Nemecku 65 mil. m³ vetrových polomov (t. j. 200 % priemernej ročnej ťažby), vo Švajčiarsku 5 mil. m³ (110 %) a v Čechách 8,4 mil. m³ (70 %). Mimoriadne rozsiahla víchrica sa v Európe vyskytla v období vianoc 1999. Išlo o cyklón z Atlantického oceánu, ktorý v Nemecku nazývajú Lothar. Víchrica sa prehnala cez Francúzsko, južné Nemecko, Švajčiarsko, juhozápadné Čechy, Rakúsko a zaznamenala sa až na Ukrajine. Táto víchrica vo Francúzsku poškodila 140 mil. m³, v Nemecku 23 mil. m³ a vo Švajčiarsku 12,5 mil. m³ dreva. Obrovské škody spôsobil hurikán Hugo v Južnej Karolíne (USA) v roku 1989, keď vyvrátil alebo polámal 70 mil. m³ porastov.

So zreteľom na veľké škody, ktoré v dôsledku polomov vznikali, sa problematike venovala nielen lesná prevádzka, ale aj výskumné inštitúcie. Súhrnne možno povedať, že sa výskumné práce zameriavali najmä na štúdium vlastností mechanicky pôsobiacich škodlivých činiteľov (vetra, snehu, námrazy) vo vzťahu k podmienkam prostredia. Na základe toho sa potom vymedzovali ohrozené lokality, na ktorých bolo možné zamerať sa na pestovno-ochranné opatrenia na zvýšenie

Obr. 1.

Vývoj objemu realizovaných náhodných ťažieb spôsobených vetrom na Slovensku v rokoch 1970 – 2000

The development of salvage cutting volume (thousands m³) caused by wind in Slovakia in the years 1970 – 2000



odolnosti lesných porastov. Ďalej sa skúmala vlastná dispozícia lesných porastov, ktorá sa odvodzovala najmä zo štruktúry lesných porastov (drevinové zloženie, priestorová výstavba, zdravotný stav), ktorá je v daných podmienkach výsledkom rastových a vývojových procesov ovplyvňovaných hospodárskymi zásahmi. Zaujímavé sú napr. výsledky výskumu z Nemecka, ktoré pozostávali jednak z terénnych meraní, ako aj zo sledovaní zákonitostí prúdenia vzduchu v aerodynamickom tuneli (HÜTTE 1964, 1967). Pokiaľ ide o účinnosť preventívnych opatrení, došlo sa k záveru, že tieto nemôžu zabezpečiť úplnú ochranu proti vetrom o veľkých rýchlostiach. Hlavná úloha je tu vo vytváraní odolných porastov proti vetru, ktorý nepresahuje extrémne rýchlosti. Pritom preventívne opatrenia spočívajú najmä vo veľkých sponoch, intenzívnych prebierkach, ochranných (spevňovacích) pásoch, zvyšovaní podielu odolných drevín, atď. V tomto smere sú významné výsledky, ku ktorým sa došlo napr. v Českej republike (CHROUST 1968, PAŘEZ 1972, VICENA 1964, SLODIČÁK, NOVÁK 2001 a ďalší).

Závažnosť vplyvu abiotických škodlivých činiteľov na lesné ekosystémy potvrdili aj dve IUFRO konferencie, ktoré sa venovali tejto problematike. V roku 1993 sa v Edinburgu (Škótsko) konala konferencia s názvom „Wind and Wind-Related Damage to Trees“ (Vietor a vetrom spôsobené škody na drevinách). Na túto nadviazala v roku 1998 konferencia „Wind and Other Abiotic Risks to Forests“ (Vietor a ďalšie abiotické riziká v lese), ktorá sa konala v Joensuu (Fínsko). Z oboch konferencií vyšli súborné publikácie (COUTTS, GRACE 1995, PELTOLA et al. 2000). Zaujímavé sú aj dve knižné publikácie ROTTMANNA (1986, 1989), ktorý zhrnul poznatky o negatívnom vplyve vetra a snehu na lesné spoločenstvá. V ČR sa v ostatnom období pozornosť výskumu sústredila na modelovanie pôsobenia vetra v spodnej časti medznej vrstvy ovzdušia, na mechanické chovanie lesných porastov s výhľadom možností predpovede tohto chovania (LEKEŠ, DANDUL 1998). Novým problémom, ktorý tu vznikol a venuje sa mu lesnícky výskum, je poškodenie brezových porastov námrazou v Krušných horách (KULA, KAWULOK 1998). Ide o lesné porasty, ktoré sa v ČR založili v imisných oblastiach ako náhradné.

V zahraničí sa venuje veľká pozornosť výskumu koreňových sústav lesných drevín. Výskumom vplyvu vetra na rast koreňov sa zaoberal napr. STOKES et al. (1995), odolnosťou koreňov proti vyvráteniu stromov vetrom ARMSTRONG et al. (1976). KARIZUMI (1979) zhodnotil architektúru a hrúbkovú štruktúru hlavných drevín v Japonsku. Podiel podzemnej a nadzemnej biomasy ako indikátora statickej stability drevín použil NICOLL et al. (1995). Experimentálne sa sila vetra a jej vplyv na lesné porasty simulovali na modeloch vo vzduchových tuneloch, pomocou fahu navijáka, resp. pomocou počítačového modelovania. Podľa ROTTMANNA (1989) dôležitou súčasťou sledovania statickej stability koreňov je aj výskyt hnilob, ktoré významne zvyšujú náchylnosť drevín na poškodenie vetrom. Mimoriadne závažnou a doteraz len málo riešenou problematikou je vplyv imisí na vývoj a kondíciu koreňov a následné zmeny statickej stability drevín.

Tenké frakcie koreňovej sústavy spolu s asimilačnými orgánmi najcitlivejšie reagujú na vplyv fyziologicky pôsobiacich škodlivých činiteľov. Zistilo sa, že korenky drevín spoľahlivo indikujú zakysľovanie pôdy a pôsobenie toxických ťažkých kovov, ako aj zmeny vo vodnom a živinovom režime pôdy (napr. PERSSON et al. 1995). Podobne citlivo reagujú aj na teplotné extrémny. Na výskum tenkých korenkov sa najčastejšie používali metódy pôdnych vývrtov a vrastavých valcov. Určitou nevýhodou týchto dvoch „klasických“ metód je ich prácnosť a časová náročnosť. Nové metódy (napr. minirhizotrón a rhizotrón) si zase vyžadujú drahú prístrojovú techniku (HENDRICK, PREGISTER 1992). Z uvedených dôvodov sa sledovaniu tenkých korenkov na Slovensku venovala malá pozornosť, aj keď ide o dôležitú súčasť komplexného výskumu vitality a odolnosti drevín a nemožno sa jej naďalej vyhýbať.

Identifikáciu vplyvu fyziologického pôsobenia abiotických škodlivých činiteľov vrátane imisí na lesné ekosystémy taktiež

umožňuje napr. metóda „stôp po ihličí“. Zakladá sa na zisťovaní počtu stôp, ktoré sú tvorené vyživovacím kanálikom spájajúcim drevnú časť kmeňa a ihličie (JALKANEN 1995). Podľa týchto stôp možno zistiť počet ročníkov ihlič a hustotu oihličenia retrospektívne pre jednotlivé roky, čo indikuje stresové javy (KONÔPKA B. et al. 2000). Metóda sa úspešne použila pre rôzne druhy borovice.

Úlohy výskumu a praxe

Prax

Hlavným dlhodobým zámerom lesného hospodárstva (LH) na Slovensku je zabezpečiť trvalý rozvoj lesných spoločenstiev, tzn. optimálne využívanie a rozvoj ich produkčných a verejnoprospešných funkcií. Aby lesy mohli tieto funkcie plniť, musí sa predovšetkým zachovať ich existencia ako nositeľov takýchto úžitkov. Pritom existuje viacero rizík, ktoré môžu tento zámer narušovať. Jedným z hlavných nebezpečenstiev je zhoršovanie ekologických podmienok, najmä problémy imisného zaťaženia a globálnych zmien klímy. Tieto faktory budú spôsobovať čoraz intenzívnejšie mechanické (hlavne nárast frekvencie extrémnych víchríc) a fyziologické (napr. zhoršovanie vodnej bilancie v pôde) ohrozenie lesných drevín a ich spoločenstiev. Predpokladá sa výrazné znížovanie relatívnej vlhkosti vzduchu, rast potenciálnej evapotranspirácie, pokles pôdnej vlhkosti, častejší výskyt extrémov počasia, odchýlky od prirodzeného priebehu ročných zrážok, pokles počtu dní so snehovou pokrývkou atď. Takže je zjavné, že abiotické škodlivé činitele budú mať stále väčší podiel na vzniku náhodných ťažieb. LH musí prijať opatrenia na zníženie takýchto negatívnych vplyvov. Kardinálnou otázkou je postupná úprava drevinového zloženia a výstavby lesných porastov na zlepšenie ich ekologickej (a v rámci toho aj statickej) stability. Meniace sa ekologické podmienky majú a aj budú mať najnegatívnejšie vplyvy na smrekové monokultúry rastúce mimo areálu jeho prirodzeného výskytu, čiže v suboptime. Tieto sa budú musieť prebudovávať na odolnejšie zmiešané alebo listnaté lesné porasty ako prvé. V ďalšom bude potrebné prikrčiť k prebudovaniu smrečín, ktoré dosiaľ rástli na vhodných (pôvodných) stanovištiach, ale v dôsledku klimatických pomerov sa ich existenčné podmienky zhoršujú (optimálne podmienky smreka sa posunú smerom k vyšším nadmorským výškam, kde sú chladnejšie a vlhšie rastové podmienky). Aj tu pôjde v prvom rade o zvýšenie zastúpenia ekologicky vhodných a spevňovacích drevín, ďalej o úpravu výstavby týchto porastov, najmä väčšiu hrúbkovú a výškovú diferenciáciu. Pozornosť bude však treba venovať aj smrečinám, ktoré síce aj v budúcnosti budú z hľadiska prírodných pomerov v optime, ale nemajú primeranú porastovú výstavbu alebo sú v štádiu rozpadu a nedochádza k ich spontánnej prirodzenej obnove.

K výraznej zmene v obhospodarovaní lesov na Slovensku malo dôjsť po novele zákona č. 100/1977 Zb. (zákon č. 183/1993 Z. z.), kde sa jednoznačne ako prevažujúci hospodársky spôsob určil podrastový (výrazná zmena oproti predošlému obdobiu, kedy prevládali holorubné formy). Prevažná časť súčasných porastov, myslí sa pritom hlavne na smrečiny, ktoré existovali v rámci holorubných foriem, sú pomerne málo staticky stabilné. Z uvedeného je zjavné, že pri obnove porastov sa začína aplikovať podrastový hospodársky spôsob. Žiaľ tento postup v štádiu obnovy smrekových porastov, pokiaľ sú labilné, často vedie k ich rozvráteniu vetrom. Realizácia takýchto ťažbovo-obnovných postupov je možná len v dostatočne odolných porastoch. Preto obnovné rube sa musia prispôbiť stupňu ohrozenia lesných porastov vetrom, snehom a námrazou. V takýchto porastoch treba pristúpiť čím skôr k realizácii pestovno-ochranných opatrení, aby bolo možné v blízkej budúcnosti v rámci ich obnovy bezpečne prejsť od holorubného hospodárskeho spôsobu k podrastovému.

Aj listnatým porastom, najmä bukovým a dubovým, treba venovať väčšiu pozornosť ako doposiaľ. Zvýšený rozsah poškodení abiotickými činiteľmi nie je len dôsledok nárastu ich pôsobenia (súvisia-

cich s globálnymi zmenami atmosféry), ale aj zníženia celkovej stability lesných porastov týchto drevín. V bukových porastoch sa pozoruje narastajúci výskyt hnilob, najmä koreňových systémov, čo ich oslabuje fyziologicky, ale aj staticky. Stabilita dubín bude pravdepodobne aj naďalej klesať v dôsledku klimatických výkyvov, ktoré stimulujú šírenie tracheomýkóz a rôznych škodcov. Ako pri smrečinách, tak aj v bučinách a dubinách treba pristúpiť k postupnej úprave drevinového zloženia a porastovej výstavby, pričom sa uprednostnia staticky stabilnejšie a ekologicky menej náročné dreviny.

Cieľavedomé zmeny drevinového zloženia a výstavby lesných porastov s cieľom zvýšiť ich odolnosť proti prebiehajúcim klimatickým zmenám (ak ich chápeme ako negatívne pôsobiace na fyziologický stav drevín) majú veľmi obdobné princípy, ktoré sa presadzujú aj s ohľadom na mechanicky pôsobiace abiotické činitele. Takže možno zladíť zásady posilňovania fyziologickej odolnosti a statickej stability lesných porastov. Vo výskume bude treba zapojiť odborníkov na problematiku fyziologicky a mechanicky pôsobiacich činiteľov a vypracovať spoločnú stratégiu ochrany lesa proti klimatickým zmenám atmosféry. Na takúto stratégiu by mala nadväzovať problematika tlmenia sekundárnych škodcov v lesných porastoch.

V praxi treba pokračovať v realizácii už navrhnutých nápravných opatrení, hlavne v horských lesoch (6. a 7. lesný vegetačný stupeň). Najkritickejšia situácia je v rozpadávajúcich sa horských smrečinách (prestárle alebo škodlivými činiteľmi zničené porasty), v ktorých nedochádza k prirodzenej obnove. Tu treba dbať o zabezpečenie umelej obnovy, a to aj za cenu nákladných melioračných opatrení, napr. hnojenie, vápnenie, prípravné dreviny a pod.

V dostatočnom predstihu treba posilňovať statickú stabilitu smrečín, v ktorých sa uvažuje pri obnove s prechodom od holorubného hospodárskeho spôsobu k podrastovému. Tu sa využijú doteraz známe pestovno-ochranné postupy, akými sú napr. podporovanie najstabilnejších zložiek porastov, dôsledné odstraňovanie nestabilných a poškodených stromov, starostlivosť o porastové okraje, logické naplánovanie obnovy v rámci lesných komplexov s ohľadom na nebezpečné smery vetra atď. Zásady „klasických“ pestovno-ochranných opatrení na posilnenie statickej stability lesných porastov možno najst nápríklad v Smerniciach na ochranu lesov (KONÔPKA J. et al. 1980).

Výskum

Meniace sa ekologické podmienky, hlavne klimatické zmeny, zapríčínajú častejší výskyt negatívne pôsobiacich činiteľov a zvyšovanie dispoziecie lesných porastov k poškodeniu. Tento problém je o to závažnejší, že s takto výraznými a rýchlymi ekologickými zmenami nie sú v lesníckej praxi a výskume žiadne skúsenosti. Preto je veľmi zložitá predpovedať ďalší vývoj produkčnosti a zdravotného stavu lesných ekosystémov. Vo výskume ochrany lesov sa hlavná pozornosť musí sústrediť na fyziologicky a mechanicky pôsobiace abiotické činitele.

V rámci tejto problematiky sa treba venovať hlavne:

1. prehodeniu nebezpečných smerov vetra, pásiem výskytu ťažkého snehu a námrazy, ako aj následnému vypracovaniu prognózy ohrozenia lesných oblastí vetrom, snehom a námrazou. Problematika sa bude týkať všetkých rastových fáz porastov. Pri ohrození vetrom pôjde hlavne o rastové fázy dospievajúce a dospelé porasty, ako aj o fázu obnovy lesa (materský porast). Pri ohrození snehom pôjde hlavne o mladiny, žrdkoviny a žrdoviny.
2. klasifikácii ohrozenia lesných oblastí fyziologicky pôsobiacimi škodlivými činiteľmi, hlavne teplotnými extrémami a suchom. Problematika sa bude týkať všetkých rastových fáz porastu, avšak hlavná pozornosť sa sústredí na obnovu lesa (materský porast a zabezpečený nový porast).
3. detailnejšiemu výskumu koreňových systémov drevín s ohľadom na ich fyziologickú kondíciu a odolnosť voči vyvráteniu. Výskum sa zameria na všetky rastové fázy porastu, avšak hlavná pozornosť

pri hodnotení fyziologickej kondície koreňov sa sústredí na obnovu lesa (materský porast a zabezpečený nový porast). Pri hodnotení odolnosti koreňov voči vyvráteniu sa záujem sústredí na dospievajúce a dospelé porasty.

4. definovaniu hlavných indikátorov pre dlhodobejšie retrospektívne zhodnotenie rastových podmienok a zdravotného stavu drevín. Pozornosť výskumu sa sústredí na rastovú fázu dospievajúce a dospelé porasty.
5. zisťovaniu medzidruhových a vnútrodrohových rozdielov drevín s ohľadom na odolnosť proti fyziologicky a mechanicky pôsobiacim škodlivým činiteľom. Problematika sa bude týkať všetkých rastových fáz porastu.
6. vypracovaniu dlhobovej stratégie ochrany lesov proti mechanicky a fyziologicky pôsobiacim škodlivým činiteľom (s hlavným zreteľom na zmenu hospodárskeho spôsobu a na globálne klimatické zmeny). Výskum by sa mal sústrediť na všetky rastové fázy porastu.

Záver

Objem škôd spôsobený abiotickými činiteľmi v ostatných troch desaťročiach podstatne narastal. Je to spojené s prebiehajúcimi klimatickými zmenami atmosféry a ich sprievodnými javmi (častejší výskyt víchríc, prietrží mračen, suchých periód, padania mokrého snehu a pod.). Druhým dôvodom tohto nárastu je zníženie celkovej ekologickej stability lesov. Ide hlavne o ich preriedovanie, fragmentáciu a fyziologické oslabenie. Preto treba problematike venovať zvýšenú pozornosť v lesníckej praxi a výskume.

Literatúra

- ARMSTRONG, W., BOOTH, T. C., PRIESTLEY, P., READ, D. J.: The relationship, between soil aeration, stability and growth of Sitka spruce on upland peaty gleys. *Journal of Applied Ecology*, 13, 1976, s. 585–591.
- COUTTS, M. P., GRACE, J.: Wind and trees. Cambridge, Cambridge Academic Press 1995. 485 s.
- HENDRICK, R. L., PREGISTER, K. S.: The dynamics of fine root length, and nitrogen content in two northern hardwood ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*, 23, 1992, s. 2507 – 2520.
- HÜTTE, P.: Untersuchungen über den Einfluss des Geländerelevs auf Richtung, Geschwindigkeit und Struktur des Sturmes im Hinblick auf die Sturmgefährdung der Fichte. München, Mann 1964. 172 s.
- HÜTTE, P.: Die standortlichen Voraussetzungen der Sturmschäden. *Forstl. Cbl.*, 86, 1967, s. 276 – 295.
- CHROUST, L.: Význam silných prořezávek pro zvýšení odolnosti smrkových porostů proti škodám sněhem. *Lesnícky časopis*, 1968, 14, s. 933 – 960.
- JALKANEN, R.: Needle trace method (NTM) for retrospective needle retention studies on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Acta Universitatis Ouluensis*, 264, 1995, 84 s.
- KARIZUMI, N.: Illustrations of tree roots. Tokio, Seibundo Shinkosha Publishing 1979. 1121 s.
- Kol. autorov: Dočasné rámcové smernice pre ťažbovo-obnovné postupy. Bratislava, MLVH SSR 1973. 86 s.
- Kol. autorov: Pokyny na obhospodarovanie ihličnatých porastov poškodených snehovou kalamitou v decembri 1976. Bratislava, MLVH SSR 1978. 28 s.
- Kol. autorov: Pracovné postupy HÚL. Bratislava, MLVH SSR 1981. 91 s.
- Kol. autorov: Dočasná príručka pre prieskum ekológie lesa. EKO. Zvolen, Lesoprojekt 1992. 186 s.
- Kol. autorov: Pracovné postupy HÚL. Zvolen, Lesoprojekt 1995. 121 s. + prílohy.

- KODRÍK, J., KONÔPKA, J.: Mechanické pôsobenie vetra a snehu na lesné porasty. Zvolen, VÚLH 1971. 83 s.
- KONÔPKA, B.: Analysis of damage caused by wind, snow and ice in the forests of Slovakia. Forestry – Lesnictví, 43, 1997, č. 7, s. 296 – 304.
- KONÔPKA, B., TSUKAHARA, H., JALKANEN, R.: A comparison of needle retention on Japanese black pine and Japanese red pine. Journal of Forest Research, 5, 2000, č. 3, s. 175 – 180.
- KONÔPKA, J.: Ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi. Lesnícky časopis, 45, 1999, č. 1, s. 51 – 72.
- KONÔPKA, J. et al.: Smernice na ochranu lesov v SSR. Bratislava, Príroda 1980. 260 s.
- KULA, E., KAWULOK, T.: Poškození porostů břízy námrazou v oblasti Lesní správy Sněžník. Lesnictví-Forestry, 44, 1998, č. 11, s. 506 – 515.
- LEKEŠ, V., DANDUL, I.: Využití Klasifikace rizika polomů (WIN-DARC) pro snížení škod větrem v lesních porostech. Olomouc, Helpforest 1998. 14 s.
- NICOLL, B. C. et al.: Wind stability factors in tree selection: distribution of biomass within root systems of Sitka spruce clones. In: Wind and Trees. Cambridge, Cambridge Academic Press 1995, s. 276 – 292.
- PAŘEZ, J.: Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem v porostech pokusných probírkových ploch v období 1959 – 1968. Lesnictví, 18, 1972, s. 143 – 154.
- PELTOLA, H. et al.: Wind and other abiotic risks to forests. Special issue of Forest Ecology and Management, 135, 2000, č. 1 – 3, 364 s.
- PERSSON, H. et al.: Root distribution in a Norway spruce (*Picea abies* L. KARST.) stand subjected to drought and ammonium-sulphate application. Plant and Soil, 168–169, 1995, s. 161 – 165.
- ROTTMANN, M.: Schneebruchschäden in Nadelholzbeständen. Drensfeld, J. D. Sauerländers Verlag 1986. 159 s.
- ROTTMANN, M.: Wind- und Sturmschäden. Drensfeld, J. D. Sauerländers Verlag 1989. 128 s.
- ŠLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Statická stabilita a zdravotní stav různě vychovávaných smrkových porostů v pásnu ohrožení imisemi B v Jizerských horách. In: Současné otázky pěstování horských lesů. Opočno, VÚLHM 2001, s. 317 – 332.
- STOKES, A., FITTER, A. H., COUTTS, M. P.: Responses of young trees to wind: effects on root growth. In: Wind and Trees. Cambridge, Cambridge Academic Press 1995, s. 264 – 275.
- VICENA, I.: Ochrana proti polomům. Praha, SZN 1964. 178 s.
- VICENA, I., PAŘEZ, J., KONÔPKA, J.: Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZN 1979. 244 s.



Foto 2.
Vetrové polomy v bukových porostoch na lesnom závode Trenčín v roku 1999
The wind-breakages in the beech stands on the Trenčín Forest Enterprise in the year 1999



Foto 1.
Smrekové porasty rozvrátené vetrom na lesnom závode Čierny Balog (1996)
The spruce stands destroyed by the wind on the Čierny Balog Forest Enterprise (1996)



Foto 3.
Ľadovicou poškodené listnaté porasty v roku 2001 na lesnom závode Krupina
The broadleaf stands damaged by the rime on the Krupina Forest Enterprise

Porovnání vzrůstu buku lesního (*Fagus sylvatica*) ve skupinách se stejně starými porosty smrku ztepilého v durynském Vogtlandu (SRN) a prokořenění půdy

V letech kolem 1938 byly v řadě revírů durynského Vogtlandu zakládány bukové skupiny uvnitř velkých komplexů jehličnanů, především smrku. V současnosti bylo možno na základě výzkumu posoudit, jaký je vzrůst buků a jaký mají vliv na půdní poměry ve srovnání se smrkem, a to po šedesáti letech od založení. Šetření se uskutečnilo na plochách volených náhodným výběrem. Na místech výzkumu byly vykopány půdní sondy, odebrány vzorky humusu a půdy, posouzeno prokořenění a diverzita druhů dešťovek v půdě. Kromě toho se provedlo celoplošné zjištění stavu porostu.

Z výsledků vyplývá, že na ploše je jednotný půdní substrát a to šterkovitý jíl z kulmských břidlic a drob s překryvem spraše. Na půdě se vyvinula pseudoglejová hnědozem, půda pod buky vykazuje menší zhutnění než pod smrky. V nadložním humusu pod bukem byla zjištěna vyšší hodnota pH, nižší poměr C/N a lepší zásobení vápníkem a magnesiem. Kromě vyšší hodnoty pH nebyly v minerální půdě pod porovnávanými dřevinami zjištěny žádné signifikantní rozdíly.

Buk prokořeňuje půdu mezi pařezy na ploše relativně hluboko (do 0,9 m hloubky) a hustota kořenů je větší, než je tomu u smrku. U této dřeviny pronikají kořeny pouze do hloubky 0,7 m. V půdě pod buky byla ve srovnání se smrkem zjištěna vyšší početnost druhů i jedinců dešťovek (*Lumbricidae*). Skupiny buku byly v době šetření 59 let staré, okolní smrkový porost pak 48 let. Průměrné výšky byly značné - pro buk 28 m (II. bonita), pro smrk 31 m (1,8 bonita). Porosty mají být nadále sledovány a pro tento účel mají být založeny trvalé plochy.

Forstw. Centralblatt, 120, 2001, s. 139 – 153

Ši

Odolnost listů mladých buků (*Fagus sylvatica* L.) k oxidativnímu stresu

Cílem výzkumu, který se realizoval v botanickém ústavu univerzity v Göttingen (SRN), bylo zjistit, zda rezistence bukových listů k oxidativnímu stresu je podmíněna vlastnostmi půdy, hnojením dusíkem, zvýšeným obsahem CO₂ v ovzduší, popřípadě přítomností listového škůdce stromovnice bukové (*Phyllaphis fagi*). K tomuto účelu byly sazenice buku po 4 roky pěstovány v růstové komoře s normálním a zvýšeným obsahem CO₂ v ovzduší. Navíc byl půdní substrát pravidelně hnojen dvěma různě vysokými dávkami dusíkatého hnojiva. Na sazenicích byl v závěru pokusu pozorován a registrován výskyt stromovnice bukové (*Phyllaphis fagi*) na listech.

Zvýšený podíl napadení škůdcem byl pozorován na variantách, které rostly na vápnatém substrátu, nebo na půdě, která byla dodatečně hnojena velkými dávkami dusíku. Pozorování rostlin na půdě se značným obsahem Ca a na kyselém substrátu se orientovalo na obsah pigmentů v listech, obsah sušiny a na hmotnost listů přepočtenou na jednotku plochy výsadby. Bylo zjištěno, že ani druh půdy, ani normální či zvýšený obsah CO₂ v ovzduší neměl vliv na sledované charakteristiky.

Oxidativní stres byl na stromcích indukován pomocí paraquaru, tj. herbicidu, který při světle vede k tvorbě kyslíkových radikálů. Za těchto stresových podmínek byly listy buků, které rostly na vápnem bohatším substrátu, zřetelně delší, déle si udržely integritu membrán a tím byly proti stresu relativně více chráněny než buky, které rostly na kyselém substrátu. Všechny ostatní charakteristiky se u zkoumaných variant lišily jen zcela nevýznamně.

Jako celkový závěr lze konstatovat, že buky, které rostou na vápnem bohatších půdách, jsou proto k oxidativnímu stresu odolnější než srovnatelné varianty na půdách kyselých.

Forstw. Centralblatt, 120, 2001, s. 1 – 7

Ši

Pravděpodobnost výskytu nepravého zbarveného jádra ve dřevě buku lesního (*Fagus sylvatica* L.)

Práce se zabývá problémem, na kterých faktorech závisí pravděpodobnost výskytu nepravého zbarveného jádra u buku na příčných řezných plochách kmene. Charakteristika nepravého jádra je zjišťována v souvislosti s řadou proměnných ze 195 pokácených buků.

Pravděpodobnost výskytu nepravého jádra a jeho charakteristiky se dají vysvětlit výčetní tloušťkou kmene, dále výškou stromu a průměrným tloušťkovým přírůstem. Z pěstební hlediska má značný význam zjištění, že stromy s vysokým průměrným tloušťkovým přírůstem při stejných dalších vlastnostech se značně menší pravděpodobností jsou charakteristické nepravým zbarveným jádrem a to i velmi malého rozměru. Se zřetelem na tyto skutečnosti se dají odvodit určité zásady pro pěstování lesů. Pěstební technika by se měla orientovat na to, aby dosáhla určitých žádoucích, z hlediska použití vhodných výčetních tloušťek buků v době co nejkratší. S touto zásadou je spojen cíl dosahovat zejména v souvislosti s výchovou relativně značných tloušťkových přírůstů.

Významným faktorem v souvislosti se vznikem nepravého zbarveného jádra u buku jsou poměry stanovištní.

Dalším faktorem, který ovlivňuje vznik a rozměry nepravého jádra u buku, jsou narušení na kmeni, která mohou působit jako přístupy pro spory parazitických hub. Jde zejména o velké jizvy po opadlých větvích, pahýly odumřelých větví, zaschlé větve, poškození kůry např. při těžbě a soustřeďování dříví aj. Ve srovnání se dříve zmíněnými možnými příčinami vzniku nepravého jádra u buku je však vliv posledně jmenovaných faktorů, tj. narušení na kmeni, relativně omezený.

Forstw. Cbl., 120, 2001, s. 154 – 172

Ši

Skupinová výsadba dubu

Pro průmyslovou spolkovou zemi Severní Porýní-Vestfálsko, podobně jako pro některé další spolkové země, jako je Dolní Sasko, Sasko, Braniborsko, je zvyšování podílu plochy lesů novým zalesňováním významným lesnicko-politickým úkolem. Podobný značný národohospodářský význam má i přeměna nesmíšených porostů jehličnatých na porosty smíšené s přiměřeným podílem dřevin listnatých. Specifický význam má buk lesní a dub zimní a letní.

Zalesňování, obnova a přeměna lesních porostů by měla být efektivní za použití relativně málo nákladných způsobů. V souvislosti s těmito cíli byla navržena specificky pro duby tzv. metoda skupinového zalesnění, resp. výsadby. Základní myšlenka, která vedla k tomuto návrhu, vychází z představy dopěstovat na plochách do doby mytní zralosti porosty se žádoucím počtem hospodářsky hodnotných stromů na jednotku plochy. Co největší podíl těchto stromů má poskytovat při manipulaci cenné sortimenty. Vysazované skupiny dubu jsou pěstovány na ploše na těch místech, kde mají být v mytním porostu kvalitativně hodnotní jedinci. V této souvislosti se má docílit nejen stejnoměrného rozmístění stromů v porostu, současně však, ve srovnání s výsadbou řadovou, dokonalejší využití disponibilního růstového prostoru.

Při skupinovém vysazování se sází 19, 21 nebo 27 sazenic dubu do kruhové nebo čtvercové skupiny. Rozstup středů skupin má být v souladu se žádoucím počtem stromů v porostu v mýtním věku. Jestliže se zvažuje 100 cílových stromů na 1 ha, má být rozstup středů skupin 10 m. Spon, resp. rozstup sazenic ve skupinách, je čtvercový a vzdálenost sazenic 1 m. podle velikosti skupin zůstává 50 až 70 % plochy neosázeno. Tato plocha se buď nezalesňuje a ponechává přirozené sukcesi pionýrských dřevin, nebo se plocha může intenzivně využívat, třeba pro výsadbu dalších dřevin, např. specificky třeshně ptačí. Jako další varianta přichází v úvahu obsázení skupiny vhodnými dřevinami, např. lípou, bukem, nebo habrem. Navržený způsob zalesnění nebo obnovy porostů má být spojen s dosažením žádoucí druhové diverzity v porostech. Ve srovnání s obvyklou řadovou výsadbou s ca 8 000 sazenicemi/ha se počet sazenic redukuje na 1 900 až 2 700 dubů a při obsázení dalšími dřevinami, na dalších 1 200 až 1 600 sazenic pomocných dřevin.

Naznačený postup zakládání kultur má vést především k významným finančním úsporám. Má se dále dosáhnout vhodného růstu, zejména čištění od suchých větví s ohledem na zajištěnou žádoucí vnitrodruhovou konkurenci. Postup má zajistit dopěstování tvárných, cílových jedinců dubů a žádoucí stabilitu porostů. Pozitivně nutno dále hodnotit předpokládané vhodné využití disponibilního prostoru pro růst, především v pokročilejších fázích vývoje porostu. Přínos po stránce ekonomické má dále představovat úspora nákladů na pěstební péči, která se má koncentrovat na založené skupiny dubů. Z hlediska ekologického lze pozitivně posuzovat i přirozenou sukcesi pionýrských dřevin na částech plochy, které nejsou osázeny.

Předpokládané pozitivní efekty tohoto způsobu zalesňování jsou doloženy na příkladu dvou ploch, založených na nelesní půdě. V těchto případech byly skupiny dubu obsázeny jednořadově sazenicemi buku. Plochy byly k ochraně před zvěří oploceny. Výsadby dubu ve věku 10 let vykazují žádoucí růst, dobrou tvárnost kmene. Kultury lze považovat za zajištěné.

Allg. Forst Zeitschrift, 56, 2000, č. 5, s. 223 – 224

Ši