

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

SWAZEK 51

ČÍSLO 1/2006

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

Vedoucí redaktorka: Ing. J. Hlaváčková. Předseda ediční rady: RNDr. B. Lomský, CSc. Výkonná redaktorka: Mgr. E. Krupičková.

Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: VÚLHM Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav, tel. 257 892 222, 257 923 140,

fax 257 921 444, e-mail: krupickova@vulhm.cz, http://www.vulhm.cz

OBSAH – CONTENT

JIRÍ ŠINDELÁŘ – PETR NOVOTNÝ – JOSEF FRÝDL

Hodnocení provenienční výzkumné plochy č. 77 – Nové Hradky, Konratice s potomstvy jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.)
ve věku 27 let 1
Evaluation of provenance research plot no. 77 (Nové Hradky, Konratice) with silver fir (*Abies alba* MILL.) progenies at the age of 27 years

LUŽKA ČÍŽKOVÁ - VLADIMÍR ČÍŽEK - MARTIN SLOVÁČEK

Výsledky hodnocení růstu hybridní osiky v Krušných horách 11
Growth of hybrid aspens in the Ore Mountains

MARIE BENEDÍKOVÁ - VÁCLAV BURIÁNEK - JOLANA KYSELÁKOVÁ

Výsledky hodnocení druhové čistoty uznaných porostů dubu fenotypové třídy A 20
Evaluation results on species purity of certified oak stands for the seed material collection, phenotype class A

ANTONÍN JURÁSEK - JAN BARTOŠ – JARMILA MARTINCOVÁ

Mikroklima plastových chráničů sadebního materiálu 26
Microclimate of plastic treeshelters for planting stock

ONDŘEJ IVANEK

Výsledky izoenzymových analýz populací smrku ztepilého na plochách s různými stanovištními podmínkami 32
Results of isoenzyme analyses of Norway spruce populations on the plots with various site conditions

ONDŘEJ IVANEK – ZDENKA PROCHÁZKOVÁ

Identifikace roubovanců a klonů ve dvou semenných sadech modřinu opadavého (*Larix decidua* MILL.) 38
Grafts and clonal identification in two seed orchards of European larch (*Larix decidua* MILL.)

MILAN BÍBA - MILAN JAŘABÁČ - ZDENĚK VÍCHA

Poznatky z padesátiletého lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydských experimentálních povodích 44
Findings after the fifty-years long forest-hydrological research in two Beskidian experimental watersheds

VLADIMÍR ČERNOHOUS

Hodnocení dostupnosti půdní vláhy dřevinám na základě tenzometrických měření 57
Soil moisture availability for trees evaluated due to tensiometric investigations

DUŠAN KACÁLEK - VLADIMÍR ČERNOHOUS

Přirozená regenerace břehové vegetace Koutského potoka po povodni z července 1998 60
Natural regeneration of a small stream bank vegetation after a flood in July 1998

FRANTIŠEK SOUKUP

Poznámky k biologii vybraných dřevokazných hub rostoucích na dubech 65
Notes on biology of some wood-destroying fungi living on oaks

JOSEF SEQUENS – DANIEL ZAHRADNÍK

Změny plošného přírůstu smrku různých stromových tříd v oblasti Krušných hor v závislosti na srážkách a koncentracích SO₂ 68
Evaluation of basal area increment on the selected sample trees of the spruce in the district of Krušné hory Mts. in the dependence on precipitation and SO₂ concentration

RECENZIA

BERNADOVIČOVÁ, S.

HOFFMANN, J., CHVÁLOVÁ, K., PALÁTOVÁ, E.: Lesné semenárstvo na Slovensku. [Forest seed management in Slovakia.] Bratislava, Vydavateľstvo Perex K+K, s. r. o., pre vydavateľstvo Lesmedium, k. s., 2005. 193 s.. ISBN 80-85599-34-1. 72

LESNICKÉ AKTUALITY – CURRENT CONTENTS

- Vliv dusíku na rovnováhu bukových porostů, mikrobiální přeměna dusíku a čistý příjem anorganického dusíku mykorrhizními kořeny 73
Influence of nitrogen balance of European beech forests, microbial N transformation and net uptake of inorganic nitrogen by mycorrhizal roots
- Zcelaování ran po odvětvování buku a dubů v různých ročních obdobích 73
Response of beech and oaks to wounds made at different times of the year
- Hodnocení nadzemní biomasy smrku ztepilého 73
Evaluation of aboveground biomass of Norway spruce
- Vliv strukturálních změn lesních porostů v Černém lese na přizemní vegetaci 74
Response of ground vegetation to structural changes during forest conversion in the Black Forest
- Vztah měkkýšů a prostředí v bukových lesích 74
Habitat factors for land snails in European beech forests
- Bakterie na dřevu a plastické hmotě – hodnocení možnosti jejich přežívání v závislosti na dřevině a prostředí 74
Bacteria on wood and plastics – evaluation of their survival in dependence on wood species and environment
- Antioxidační vlastnosti borovicových komponent 74
Antioxidant properties of pine components

HODNOCENÍ PROVENIENČNÍ VÝZKUMNÉ PLOCHY Č. 77 – NOVÉ HRADY, KONRATICE S POTOMSTVY JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA* MILL.) VE VĚKU 27 LET

Evaluation of provenance research plot no. 77 (Nové Hradý, Konratice) with silver fir (*Abies alba* MILL.) progenies at the age of 27 years

Abstract

Paper contents evaluation of research plot no. 77 (Nové Hradý, Konratice) with silver fir, having been established in natural forest area no. 14 – Nové Hradý Mountains in locality of 640 m altitude. There is tested a group of 81 provenances from almost whole distribution area of silver fir. On the base of evaluation of height growth, DBH and volume production, conclusions concerning genetically conditioned forest value of tested provenances are formulated. Phytogeographical variability of tested partial populations has been examined according to European forests' regions and areas, refugee origin, ecotypes, natural forest areas and according to altitudinal vegetation zones. Especial attention has been paid to partial populations of "local" origin in consideration of planting locality. Five partial populations (certified forest stands) from the Czech Republic, which progenies approved themselves very well, come into account to be proposed for enlistment among category of verified (tested) units.

Klíčová slova: *Abies alba* MILL., provenienční výzkum, testování potomstev, selekce, rajonizace reprodukčního materiálu

Key words: *Abies alba* MILL., provenance research, progeny tests, selection, reproductive material zoning

Úvod a cíl

Příspěvek přináší vyhodnocení výzkumné provenienční plochy s jedlí bělokorou č. 77 – Nové Hradý, Konratice ve věku 27 let. S výměrou 3,24 ha jde o druhou největší plochu z dvacetičlenné série srovnávacích jedlových ploch založených v období 1973 až 1977 a zároveň o jednu z největších pokusných ploch VÚLHM Jíloviště-Strnady vůbec. V rámci projektu přípravy výsadby bylo získáno celkem 153 proveniencí jedle bělokoré z takřka celého jejího areálu a 72 proveniencí dalších 21 druhů a hybridů rodu *Abies* (ŠINDELÁŘ 1975). Podrobnější obecné informace byly v souvislosti s hodnocením jiných ploch s jedlí bělokorou obsahem našich minulých příspěvků ve Zprávách lesnického výzkumu (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, NOVOTNÝ 2005, ŠINDELÁŘ et al. 2005), na které na tomto místě odkazujeme a na druhý z nich zároveň volně navazujeme.

Cílem práce bylo zhodnotit fytogeografickou variabilitu sortimentu dílčích populací jedle bělokoré na základě regionů a oblastí evropských lesů podle RUBNERA et REINHOLDA (1953). Provenience z ČR byly zhodnoceny rovněž na základě historického původu populací (SAMEK 1967), ekotypů (SVOBODA 1953), přírodních lesních oblastí (PLO) a lesních vegetačních stupňů (LVS). Dále byla sledována proměnlivost hodnocených potomstev v závislosti na nadmořské výšce stanovišť mateřských (zdrojových) porostů reprodukčního materiálu. Pozornost byla věnována i charakteristikám potomstev „místního“ původu se zřetelem na místo výsadby. Cílem bylo rovněž formulovat na základě získaných výsledků případné náměty týkající se pěstování jedle bělokoré, především se zřetelem na rajonizaci reprodukčního materiálu.

Materiál a metodika

Výzkumná plocha č. 77 – Nové Hradý, Konratice byla založena v roce 1977 a zahrnuje celkem 81 proveniencí jedle bělokoré (tab. 1). V sortimentu je zastoupeno 44 proveniencí z České republiky, z toho je podstatná část (38) původem z PLO hercynsko-sudetských a pouze 6 dílčích populací z PLO karpatských. Další dílčí populace pocházejí ze Slovenska (8), Maďarska (1), Rakouska (3), Polska (6), SRN (5), Rumunska (4), Chorvatska (1), Francie (1), Bulharska (3) a Itálie (5). Z hlediska členění materiálu podle regionů a oblastí evropských lesů (RUBNER, REINHOLD 1953) je v sortimentu výsadby zastoupeno 5 regionů a 24 oblastí (tab. 2).

Čtyřleté školované sazenice pro výsadbu byly vypěstovány v Experimentální školce Baně (detašovaný objekt VÚLHM Jíloviště-Strnady). Výzkumná plocha byla založena na území nyníjší LS LČR Nové Hradý, revír 6 – Horní Stropnice, na bývalé nelesní půdě v nadmořské výšce 640 m n. m., tedy na horní hranici LVS 5 – jedlobukového, na stanovišti, klasifikovaném jako SLT 5I – uléhavá kyselá jedlová bučina, HS 53 – hospodářství na kyselých půdách středních a vyšších poloh. Výsadba se uskutečnila metodou dvojité mříže ve 4 opakováních na celkovém počtu 324 parcel o výměře 10 x 10 m ve sponu 2 x 1 m.

V roce 1999 se na ploše uskutečnilo měření výšek a výčetních tloušťek. Na základě uvedených veličin, které byly zhodnoceny obvyklými statistickými metodami (popisné charakteristiky, ANOVA, Duncanův test, korelace, lineární regrese), byly odvozeny z tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942) další dvě veličiny a to objem průměrného stromu a zásoba stromové biomasy na 1 ha. Na základě výsledků porovnání zastoupených dílčích populací byly některé provenience (jednotky uznané ke sklizni semenného materiálu) z ČR navrženy k zařazení do kategorie ověřených – testovaných zdrojů reprodukčního materiálu.

Výsledky

Zdravotní stav

V době provádění biometrických měření na výzkumné ploše nebyl zdravotní stav jedlí předmětem hodnocení, neboť stromy nevykazovaly známky poškození. V roce 2004 byla uskutečněna kontrola stavu plochy, při které byl zaznamenán zvýšený opad jehlic a charakteristické shluky bílých voskových vláken na kůře kmenů způsobené některým druhem korovnice (*Dreyfusia* sp.). Při dalším plánovaném měření bude míra napadení jednotlivých proveniencí těmito mšicemi zařazena mezi hodnocené znaky.

Počet rostoucích jedinců

Počet stromů, který se na ploše po jednom výchovném zásahu realizovaném v 15 letech zachoval, je v průměru ca 1 800 jedinců na 1 ha, což představuje plochu 5,55 m² na jedince a průměrný rozestup 2,4 m. V ojedinělých případech došlo specificky u proveniencí z nejnižnějších částí areálu (Itálie) k výrazné mortalitě, takže v současnosti jsou tyto provenience zastoupeny jen několika málo desítkami jedinců nebo pouze několika jednotlivými stromy.

Výška

Růst proveniencí jedle bělokoré je na výzkumné ploše uspokojivý, přestože jde o výsadbu na nelesní půdě, tedy bez zástínu, který bývá jinak u jedle obvyklý. Výškový růst v celkovém průměru převyšuje první bonitu podle tabulek SCHOBERA (1995), konstruovaných pro poměry SZ Německa. Tři nejrychleji rostoucí populace jsou 62 – Nové Hradky, Hojná Voda; 38 – Rychnov nad Kněžnou, Javornice a S₆ – Čierny Váh, Čierny Váh. Nejpomaleji rostou populace 104 – Sault, Francie; 211 – Nové Město na Moravě, Vojnův Městec a 228 – Vallombrosa, Vallombrosa, Itálie. Hodnoty průměrných výšek proveniencí kolísají v mezích 8,2 až 11,0 m (tab. 1). Tomuto intervalu odpovídá i proměnlivost pro celou plochu, reprezentovaná variačním koeficientem 0,19. Pokud jde o jednotlivé provenience, pohybují se variační koeficienty v mezích od 0,13 až po 0,39. Rozdíly mezi průměrnými výškami proveniencí jsou statisticky vysoce signifikantní, což platí i pro rozdíly mezi opakováními. Tento poslední jmenovaný výsledek naznačuje, že výzkumná plocha není z hlediska ekologických podmínek homogenní. Pokud jde o podíly variance, které připadají na jednotlivé faktory proměnlivosti, bylo možno konstatovat, že na faktor provenience připadá 45 % variance, na opakování 9 % a zbytek, tj. nekontrolované faktory a chyba pokusu představují 46 % proměnlivosti. Hodnota opakovatelnosti (heritability) $h^2 = 0,80$ dokládá dostatečnou metodickou spolehlivost pokusu. Na základě Duncanova mnohonásobného pořadového testu bylo možno provenience rozčlenit do čtyř homogenních skupin.

Výčetní tloušťka

Tloušťkový růst proveniencí na ploše je ve vztahu k věku a relativně značné hustotě porostu značný. Průměrná výčetní tloušťka 14,6 cm výrazně převyšuje údaje zmiňovaných růstových tabulek pro první bonitu a to i v průměrné hodnotě výčetní tloušťky hlavního porostu. Variabilita tloušťkového růstu mezi průměrnými hodnotami zastoupených proveniencí je značná a kolísá v mezích od 11,3 do 19,6 cm. Analýza variance prokázala, že rozdíly ve výčetních tloušťkách jsou vysoce signifikantní. Statisticky vysoce významná je i difference mezi opakováními. Podíl va-

riance připadající na faktor provenience je 37 %, na opakování 11 % a zbytek, tj. 52 %, připadá na nekontrolované faktory a chybu pokusu. Hodnota opakovatelnosti $h^2 = 0,74$ dokládá ještě dostatečnou spolehlivost pokusu. Na základě Duncanova testu lze konstatovat, že od podstatné části souboru proveniencí se v pozitivním smyslu odlišuje pět dílčích populací a to 230 – Arch. e Boscarella di Serra S. Bruno, Itálie; 148 – Schwarzwald, Gegenbach, Německo; S₆ – Čierny Váh, Čierny Váh, Slovensko; 62 – Nové Hradky, Hojná Voda a 228 – Vallombrosa, Vallombrosa, Itálie. Pokud jde o italské provenience, značný tloušťkový růst je podstatnou měrou podmíněn relativně malým počtem jedinců rostoucích na jednotce plochy. V záporném smyslu se od ostatních v souboru zastoupených jednotek odlišuje rovněž pět dílčích populací a to 104 – Sault, Francie; 211 – Nové Město na Moravě, Vojnův Městec; 93 – Wörschachwald, Steiermark, Rakousko; 95 – Gröblich, Steiermark, Rakousko a 209 – Nové Město na Moravě, Lísek.

Objem a zásoba

Průměrná hodnota objemu průměrného stromu pro soubor veškerých proveniencí na ploše je 0,125 m³ a kolísá v mezích od 0,060 do 0,230 m³. Z proveniencí z ČR jsou vysoce nadprůměrnými hodnotami typické tři dílčí populace a to 38 – Rychnov nad Kněžnou, Javornice; 62 – Nové Hradky, Hojná Voda a 102 – Velké Karlovice, Malé Karlovice. Průměrná velikost zásoby stromové biomasy obnáší pro celý soubor proveniencí 205 m³. ha⁻¹ a kolísá ve značných mezích od 100 do 375 m³. ha⁻¹. Výjimku představuje šest dílčích populací převážně z jižních částí areálu. Objem stromové biomasy na 1 ha je do značné míry závislý na počtu jedinců rostoucích na parcelách. V průměru jde o 68 jedinců, amplituda kolem tohoto průměru je 8 až 95 ks na ploše 0,04 ha (tj. 200 až 2 375 jedinců na 1 ha). Nejvyšší hektarové zásoby proveniencí z ČR vykazují 130 – Nasavrky, Podhůra (348 m³. ha⁻¹), 76 – Nýrsko, Suchý Kámen (309 m³. ha⁻¹), 42 – Lukov, Lukov (302 m³. ha⁻¹), 102 – Velké Karlovice, Malé Karlovice (296 m³. ha⁻¹), 43 – Vsetín, Hošťálková (293 m³. ha⁻¹), 59 – Velké Karlovice, Vranča (289 m³. ha⁻¹), 66 – Nýrsko, Liščí (286 m³. ha⁻¹) a 62 – Nové Hradky, Hojná Voda (277 m³. ha⁻¹). Objemy hroubí, ve srovnání



Foto 1.

Vyčnívající vrcholky jedlí při pohledu na výzkumnou plochu od severu (27. 7. 2004, P. Novotný)
Outstanding silver firs tops, view from north (July 27, 2004, P. Novotný)

se stromovým objemem asi o 30 % menší, jsou rovněž značné a výrazně překračují údaje růstových tabulek (SCHÖBER 1995) pro hlavní porost a mírně probírky.

Návrh ověřených proveniencí do kategorie testovaný zdroj reprodukčního materiálu

Výzkumná plocha nebyla založena za účelem ověřování vybraných dílčích populací jedle bělokoré a proto neobsahuje v sortimentu jednotek standardní populaci jako porovnávací kritérium. V souladu s platnými předpisy lze však použít jiných možných kritérií, zejména aritmetického průměru zkoumaných veličin a statisticky signifikantních rozdílů od těchto prvků. Na základě syntetického zhodnocení všech zkoumaných přímo měřených i odvozených veličin pro selekci proveniencí a jejich případné zařazení do zdrojů testovaných přichází v úvahu pět českých dílčích populací a to 62 – Nové Hradý, Hojná Voda; 102 – Velké Karlovice, Malé Karlovice; 38 – Rychnov nad Kněžnou, Javornice; 76 – Nýrsko, Suchý Kámen a 59 – Velké Karlovice, Vranča. Tyto jednotky se navrhuji jak pro případ, kdy uznané porosty, kde se sklizeň semenného materiálu uskutečnila, ještě existují, tak i pro případ, kdy již byly vytěženy a obnoveny. V druhém případě se jako se zdrojem materiálu pro další množení uvažuje s výsadbami na výzkumných plochách. Pokud jde o existující porosty, navrhuje se jejich využívání pro sklizeň osiva, případně pro založení reproduktivních výsad. V druhém případě se jedná o různé možné varianty vegetativního množení (semenné sady, klonové archivy, autovegetativní množení řízkováním, případně kulturami in vitro).

Proměnlivost na základě fytogeografického členění evropských lesů

S ohledem na početný soubor proveniencí z převážné části areálů jedle bělokoré je možno sledovat proměnlivost a tendence variability z hlediska fytogeografického členění evropských lesů na regiony, oblasti a podoblasti (RUBNER, REINHOLD 1953). Soubor s využitím všech sledovaných kritérií, tj. výškového růstu, výčetních tloušťek, objemů průměrných stromů a hektarových zásob stromové biomasy, naznačuje obecně v souladu s výsledky jednotlivých veličin nadprůměrný růst a produkci souborů proveniencí ze severních a slovenských Karpat. V sestupném pořadí následují soubory ze Středočeského regionu bukodubových lesů, specificky z podoblasti jihohercynské a sudetské. Nižší přírůsty a objemy biomasy vykazují s výjimkou provenience 130 – Nasavrky, Podhůra soubory jednotek z ostatních oblastí tohoto regionu. Za soubory uvedených jednotek zaostávají zřetelně v růstu a produkci dílčí populace z regionu 4 – Západoevropský region listnatých lesů, specificky provenience z Vogéz a z regionu 5 – Alpský region. Velmi nízkým přírůstovým výkonem a produkcí jsou charakteristické provenience z regionu 9 – Jihoevropský region tvrdých listnáčů a kaštanových lesů, s výjimkou provenience 230 (viz grafy 1 a 2).

Proměnlivost na základě historického původu, resp. ekotypů

Problematickou šíření lesních dřevin, včetně jedle bělokoré, do střední Evropy v poledové době se zabývala řada autorů. Disponibilní výsledky pro tuto dřevinu na území nynější ČR shrnul SAMEK (1967). Předpokládá, že dobu ledovou přežila jedle v refugiích na jižních okrajích Alp a v některých dalších oblastech (J a JZ Francie, refugia v dinárské oblasti a dále na jižních okrajích Karpat). Z hlediska šíření jedle na území nynější ČR rozlišuje dva imigrační proudy, a to proud alpský (na území ČR hercynský, včetně jeho derivátu sudetského) a dále proud karpatský. Při přežívání v refugiích s možnými rozdílnými ekologickými podmínkami a v průběhu migrace různým prostředím mohlo selekci podmíněnou prostředím docházet ke genetické diferenciaci populací jedle. SVOBODA (1953) rozlišuje pro území ČR tři ekotypy jedle bělokoré a charakterizuje je z hle-

diska jejich rozšíření. Jedle česká (šumavská) zaujímá Šumavu, Český les a na severní straně dosahuje až do oblasti Českomoravské vrchoviny. Jedle lužická zaujímá Lužické hory a její areál pokračuje přes Krkonoše, Orlické hory až do Jeseníků. Karpatský areál jedle bělokoré je na území ČR omezen na Moravskoslezské Beskydy, Hostýnsko-vsetínské vrchy, Javorníky a jazykovitě zasahuje až do Bílých Karpat. S ohledem na uvedenou skutečnost lze prakticky ztotožnit Svobodovo členění na ekotypy s proudy jedle bělokoré podle SAMKA.

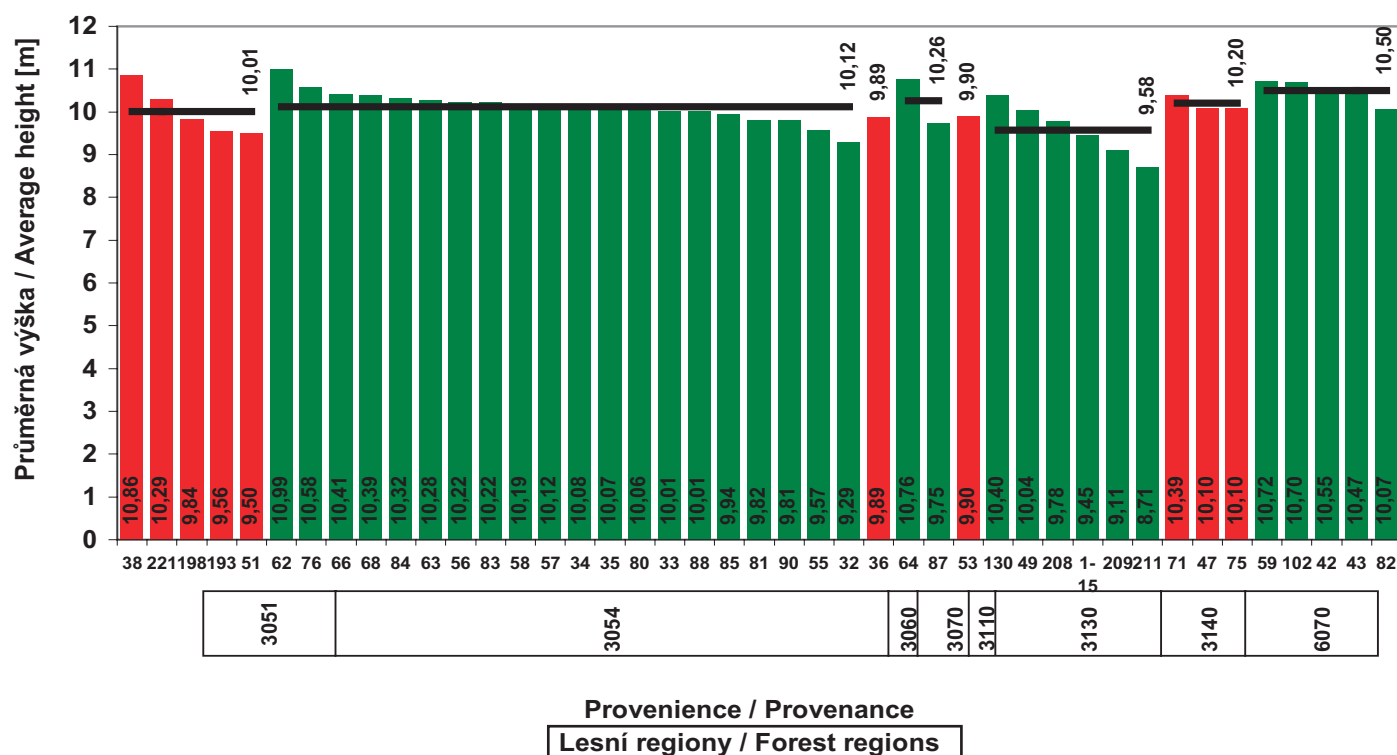
Proměnlivost v průměrných výškách, výčetních tloušťkách i objemech průměrných stromů, charakterizující jednotlivé soubory, je relativně malá a naznačuje tak srovnatelné hodnoty pro všechna tři seskupení. Velmi výrazná je však individuální proměnlivost mezi jednotlivými proveniencemi. Zvláště zřetelná je u objemu průměrného stromu. Pokud jde o zásobu stromové biomasy na 1 ha, jsou průměrné hodnoty pro hercynské a sudetské provenience vyrovnané. Srovnatelná hodnota pro původ z karpatských refugií, resp. karpatský ekotyp, je však proti zmíněným kategoriím zřetelně větší.

Potomstva místního původu

V lesním hospodářství je obecně tradován předpoklad, že místní, především autochtonní populace lesních dřevin jsou pro podmínky, v nichž rostou, charakteristické optimální, geneticky podmíněnou konstitucí. Tento předpoklad je i jedním ze základních principů využívání reprodukčního materiálu lesních dřevin. Podle současných právních předpisů se má prioritně využívat materiál místního původu, i když v širším smyslu, tj. v rámci PLO a LVS. Tento princip platí obecně, pokud se na základě výsledků výzkumu neprokáže vhodnost jiných dílčích populací inkriminované dřeviny pro dané podmínky. Z poměrně početného souboru jednotek z ČR je možno se zřetelem na lokalitu výsadby č. 77 – Nové Hradý, Konratice označit za „místní“ provenienci 62 – Nové Hradý, Hojná Voda. Podle teoretického předpokladu by tato provenience měla pro uvažovanou adaptaci na místní podmínky prostředí patřit nejen z hlediska zdravotního stavu a stability, ale i ve sledovaných biometrických ukazatelích k nejvýkonnějším a nejproduktivnějším. Tato předpokládaná skutečnost je v daném případě opravdu splněna. Provenience 62, resp. potomstvo této jednotky, je na výzkumné ploše v průměrném výškovém růstu ze všech zastoupených proveniencí nejvýkonnější s absolutně nejvyšší hodnotou 11,0 m. V porovnání s proveniencemi z ČR je tomu stejně i u výčetní tloušťky (16,0 cm) a objemu průměrného stromu (0,160 m³), zde zaujímá čelnou pozici spolu s proveniencemi 38 – Rychnov nad Kněžnou, Javornice a 102 – Velké Karlovice, Malé Karlovice. Pokud jde o zásobu stromové biomasy na plochu 1 ha, je provenience 62 – Nové Hradý, Hojná Voda předstihována několika dalšími proveniencemi a to se zřetelem na relativně menší počet stromů těchto potomstev na parcelách.

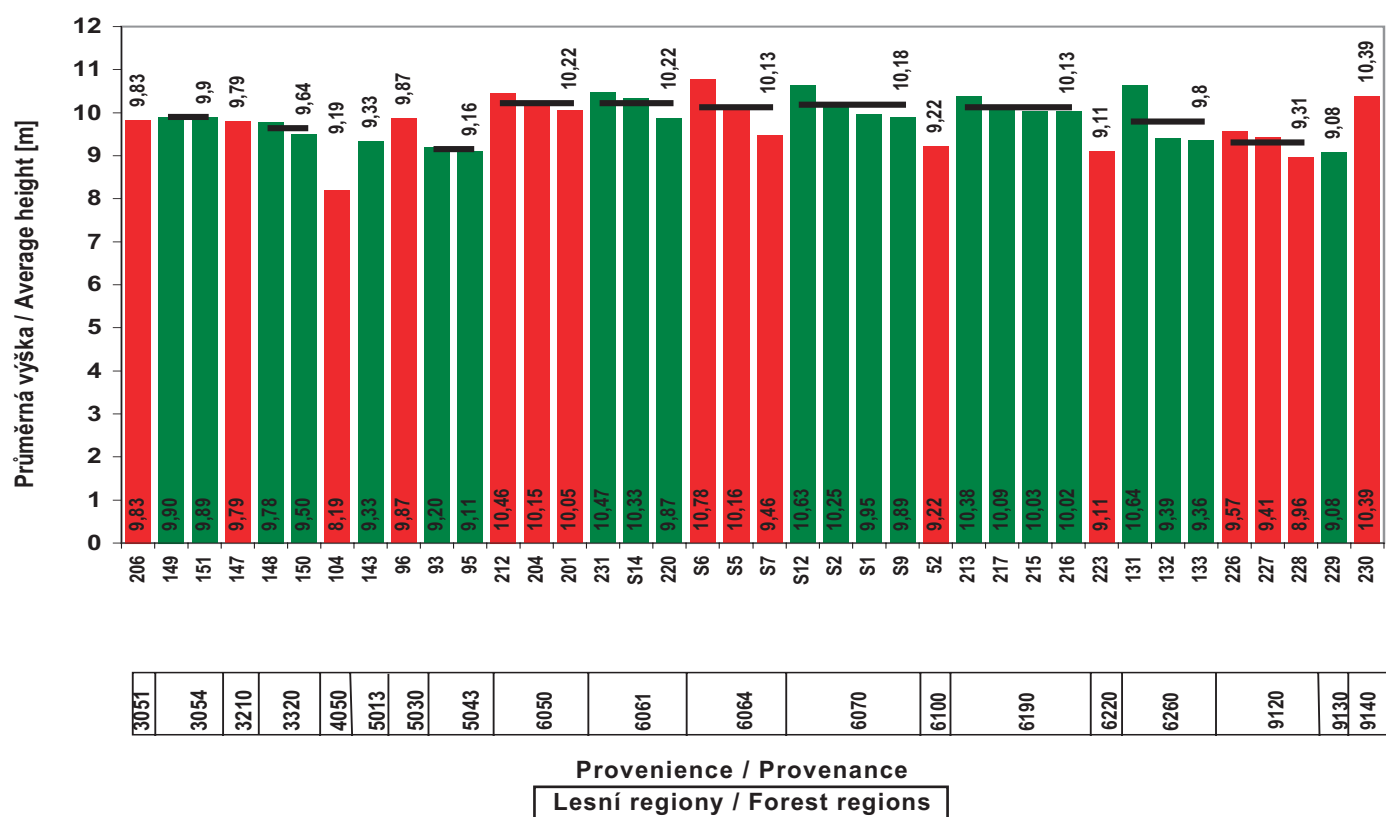
Proměnlivost na základě PLO

Mezi soubory dílčích populací, seskupených podle PLO (celkem 17) existují ve zkoumaných veličinách zřetelné rozdíly. Nejméně výrazné jsou u výškového a tloušťkového růstu, naopak velmi zřetelné u obou odvozených ukazatelů. Nejvyšší hodnotou, uvažujeme-li souhrnně výsledky všech čtyř ukazatelů, se vyznačuje místní provenience 62, která jako jediná reprezentuje PLO 14 – Novohradské hory. Vysoké hodnoty všech veličin vykazují i potomstva proveniencí z PLO 40 – Moravskoslezské Beskydy. Potvrzuje se, i když zatím jen se zřetelem na jedinou provenienci, která reprezentuje místní PLO, teoretický předpoklad optimálního růstu a produkce materiálu z této PLO, v rámci níž je založena pokusná plocha. Proměnlivost sledovaných ukazatelů podle PLO pro území ČR nenaznačuje jasně usměrněnou tendenci se zřetelem na fytogeografické charakteristiky území. Za příčinu nebo důvod této skutečnosti lze považovat



Graf 1.

Průměrné výšky pro provenience z ČR seřazené podle evropské lesní rajonizace
Average heights of Czech provenances lined up according to European forest zoning



Graf 2.

Průměrné výšky pro zahraniční provenience seřazené podle evropské lesní rajonizace
Average heights of foreign provenances lined up according to European forest zoning

relativně malou rozlohu a ekologickou proměnlivost území ČR. Soubory dílčích populací jedle bělokoré v rámci jednotlivých PLO jsou charakteristické relativně značnou proměnlivostí, zejména u objemu průměrného stromu a hektarové zásoby stromové biomasy.

Proměnlivost na základě LVS a nadmořské výšky mateřských porostů

Pro průměrné výšky vypočtené podle souborů jednotlivých LVS je charakteristická jen velmi malá proměnlivost. Amplituda je pouze od 10,0 m (LVS 4 a 5) do 10,1 m (průměrná hodnota pro dílčí populace zastoupené v LVS 2). K analogickým výsledkům jako u výškového růstu vedla analýza dílčích populací z hlediska tloušťkového růstu (amplituda od 14,3 cm pro LVS 5 do 15,0 cm pro LVS 2) a objemu průměrných stromů (0,120 m³, s výjimkou LVS 2, kde činí 0,130 m³). Usměrněný trend nižší produkce pokusného materiálu původem z vyšších LVS se projevil velmi zřetelně u průměrných zásob stromové biomasy na 1 ha. Zatímco průměrná veličina vypočtená pro soubor proveniencí LVS 2 je maximální (267 m³ · ha⁻¹), dochází směrem k vyšším LVS k výraznému poklesu až po LVS 5 a 6. Průměrné hodnoty těchto dvou posledně jmenovaných LVS jsou prakticky shodné (202, resp. 207 m³ · ha⁻¹).

U všech zkoumaných charakteristik se projevuje velmi výrazná variabilita mezi hodnotami jednotlivých dílčích populací v rámci LVS. Zvláště zřetelná je u objemu průměrného stromu a u hektarové zásoby stromové biomasy. Tato skutečnost a analogické výsledky u souborů sdružených podle PLO dokládají jednak značnou proměnlivost populací jedle bělokoré, jednak význam ověřování vybraných dílčích populací testy potomstev.

Zřetelné tendence poklesu sledovaných biometrických veličin, sdružených podle jednotlivých LVS, nebyly pozorovány ani v rámci vybraných PLO, reprezentovaných větším počtem dílčích populací. Tyto výsledky naznačují, že vliv ekologických podmínek stanovišť se ve zkoumaných ukazatelích projevuje jen částečně v interakci s genetickým složením jednotlivých proveniencí, resp. jejich potomstev. Podobně jako při obecné analýze všech potomstev z území ČR byla proměnlivost i mezi dílčími populacemi v rámci jednotlivých PLO a LVS značná.

Jako doplněk šetření o vlivu vegetační stupňovitosti na růst a produkci jedle bělokoré byla s využitím korelačního počtu zkoumána závislost jednotlivých charakteristik na nadmořské výšce stanovišť mateřských porostů. U všech čtyř sledovaných znaků byla zjištěna záporná znaménka korelačních koeficientů, což naznačuje tendence poklesu růstu a produkce v souvislosti se vzrůstem nadmořských výšek stanovišť mateřských porostů. Hodnoty korelačních koeficientů jsou však nízké, statisticky nevýznamné. Výjimku představuje zásoba stromové biomasy na 1 ha, kde je koeficient na úrovni pravděpodobnosti chyby $p = 0,10$ statisticky významný a blíží se hodnotě pro pravděpodobnost 5 %. Tato skutečnost dokládá pro jedli bělokorou oprávněnost respektování LVS v souvislosti s rajonizací reprodukčního materiálu.

Rajonizace reprodukčního materiálu

V současnosti jsou zásady rajonizace pro reprodukční materiál lesních dřevin, tedy i jedlí bělokorou, upraveny vyhláškou č. 139/2004 Sb., vydanou MZe ČR na základě zákona č. 149/2003 Sb. Pokud jde o přenos ve smyslu horizontálním, tj. mezi PLO, výsledky výzkumu na ploše č. 77 – Nové Hradky, Konratice, ale i na dalších plochách hodnocených přibližně ve stejném věku jako plocha č. 77, nejsou v rozporu s ustanoveními této vyhlášky. Předmětem diskuse mohou být ustanovení o možném vertikálním přenosu tak, jak je uvedeno v § 1 uvedené vyhlášky. Zdá se, že zásady obsažené v dnes zrušené vyhlášce č. 82/1996 Sb. byly bližší výsledkům zjištěným na pokusných plochách. Eventuální novelizaci dnes

platných ustanovení lze s využitím výsledků dalšího výzkumu pro bližší či vzdálenější budoucnost považovat za vhodnou.

Diskuse

První srovnávací plocha různých proveniencí jedle bělokoré v ČR byla založena v roce 1961 na lokalitě č. 211 – Jíloviště, Baně (VINŠ 1966). Na této ploše je zastoupena i dílčí populace 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov z PLO 40. V souladu s výsledky na ploše č. 77 vykazuje i na výsadbě č. 211 – Jíloviště, Baně hodnocené ve věku 44 (45) let nadprůměrný růst a produkci.

Pokud jde o sérii výzkumných ploch s jedlí bělokorou z let 1973 – 1977, nebyla pro přílišný rozsah potřebných prací nikdy vyhodnocena jako celek. Jednotlivé plochy nebo jejich menší či větší soubory byly až dosud hodnoceny ve věku 9 let (HYNEK 1983, 1985), dále ve věku 15 let (HYNEK 1987, 1988, 1989, 1991) a 16 let (KOHOUTOVÁ 1995, PODLENA 1995). V rámci těchto prací bylo zhodnoceno jen několik ploch, nikoli celý soubor. Další měření a hodnocení se uskutečnilo ve věku srovnatelném s plochou č. 77. Jde zejména o plochy č. 57 – Jíloviště, Cukrák (věk 28 let) (ŠINDELÁŘ 2001), č. 67 – Pelhřimov, Černovice (28 let) (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2000), č. 62 – Nýrsko, Dešenice (31 let), č. 70 – Litovel, Úsov-Veleboř (31 let) a č. 71 – Vítkov, Jánské Koupele (31 let) (ŠINDELÁŘ et al. 2005). V rámci prací se uskutečnilo šetření i na 4 plochách, kde jsou zastoupeny rovněž cizokrajné druhy a přirození hybridy rodu *Abies*. Na těchto plochách je však pro porovnání zastoupen i užší sortiment několika proveniencí jedle bělokoré. Jde o výzkumné plochy č. 58 – Jíloviště, Cukrák (hodnocena ve věku 23 let – MOCHÁN 1994) a 30 let (ŠINDELÁŘ, BERAN 2002, ŠINDELÁŘ et al. 2003) a dále č. 64, č. 65 a č. 66 – Lesy města Písku, Údraž 1, 2 a 3, které byly hodnoceny ve věku 30 let (ŠINDELÁŘ, BERAN 2004). S ohledem na tyto skutečnosti bylo v souvislosti s hodnocením plochy č. 77 možno konfrontovat některé výsledky z ostatních zmíněných výzkumných ploch. Srovnání je možno uskutečnit pouze orientačně s ohledem na to, že na výzkumných plochách není zastoupen stejný sortiment proveniencí z České republiky ani ze zahraničí. Šetření se omezilo na výpočty korelačních koeficientů mezi hodnotami zjištěnými na ploše č. 77 s největším počtem proveniencí a odpovídajícími hodnotami veličin proveniencí, které jsou vysazeny na ostatních plochách. Z výsledků hodnocení vyplývá, že vypočtené hodnoty korelačních koeficientů pro výškový růst a výčetní tloušťky jsou velmi proměnlivé, v některých případech kladné, jindy záporné, většinou však statisticky nevýznamné. Statisticky významné hodnoty bylo možno registrovat ve třech případech při porovnání ploch s relativně vysokým počtem zastoupených shodných proveniencí (dvojice 77/59, 77/62 a 77/67). Výsledky naznačují jednak značný vliv rozmanitých stanovištních podmínek na proměnlivost, jednak dokládají existenci interakce provenience a stanovištních podmínek jednotlivých ploch. Z této skutečnosti lze vyvodit, že ne všechny provenience reagují na různé podmínky prostředí stejně nebo obdobně. Určitou roli může hrát i předpokládaná geneticky podmíněná proměnlivost mezi vzorky potomstev proveniencí vysazených na jednotlivé plochy.

Některé provenience z ČR jsou zkoumány i v zahraničních výsadbách. Dvě výzkumné plochy s jedlí bělokorou byly založeny v roce 1970 na středním Slovensku (KORPEL', PAULE 1981). Kromě proveniencí ze slovenských Karpat a z Polska jsou zde zastoupeny i provenience z Českomoravské vrchoviny, Dražanské vrchoviny a z Hrubého Jeseníku. Podle výsledků hodnocení vykazují dílčí populace z hercynsko-sudetských PLO ve srovnání s karpatskými oblastmi jen průměrný až mírně podprůměrný růst.

Značnou pozornost vzbudily výsledky hodnocení výzkumných ploch založených v Dánsku (LARSEN 1981, 1986, LARSEN, MEKIC 1981). Na těchto

Tab. 1.
Základní charakteristika zastoupených jednotek
Basic characteristics of represented units

Provenience č./ Provenience no.	Provenience/Provenience	Země původu/ Country of origin	Nadm. výška/ Elevation [m n. m.]	Evropská lesní rajonizace/ European forest zoning	PLO/Forest nature region	LVS/ Forest vegetation zone	Ekotyp ^{2/} Ecotype	Historie šíření ^{1/} / History of distribution	Počet stromů/ Number of trees	Průměrná výška/ Average height [m]	Průměrná d _h / Average DBH [cm]	Objem prům. stromu/ Average tree volume [m ³]	Prům. str. zásoba ^{3/} / Average growing-stock [m ³ ha ⁻¹]
1-15	Kamenice nad Lipou - Losy	ČR/CR	780 - 820	3130	16	6	1	1	73	9,45	14,55	0,12	219
32	Nýrsko - Dešenice	ČR/CR	500	3054	12	3	1	1	76	9,29	13,56	0,11	200
33	VLS Horní Planá - Drhovice	ČR/CR	400	3054	10	3	1	1	84	10,01	13,94	0,11	237
34	VLS Horní Planá - Žehava	ČR/CR	820	3054	13	6	1	1	68	10,08	13,99	0,11	192
35	Petrohrad - Oráčov	ČR/CR	400	3054	9	3	1	1	73	10,07	14,55	0,13	237
36	Červené Poříčí - Kalíš	ČR/CR	500	3060	6	3	1	1	75	9,89	13,94	0,11	212
38	Rychnov nad Křežnou - Javornice	ČR/CR	400 - 500	3051	26	3	2	2	71	10,86	15,75	0,16	280
42	Lukov - Lukov	ČR/CR	450	6070	40	3	3	3	87	10,55	14,56	0,14	302
43	Vesetín - Hošťálková	ČR/CR	490 - 530	6070	40	4	3	3	90	10,47	14,67	0,13	293
47	Poznaň - Olšany	ČR/CR	400	3140	30	3	2	2	79	10,10	14,46	0,13	257
49	Příbyslav - Hanry	ČR/CR	580 - 590	3130	16	4	1	1	90	10,04	14,29	0,11	254
51	VLS Lipník nad Bečvou - Podhoří	ČR/CR	550 - 600	3051	39	5	3	3	72	9,50	13,64	0,11	203
52	Školní poleš Sopron	Maďarsko/Hungary	450	6100					57	9,22	13,83	0,11	150
53	Opocno - Bohuš	ČR/CR	385	3110	26	2	2	2	68	9,90	15,42	0,13	221
55	Kašperské Hory - Šusice - Klatovy	ČR/CR	500	3054	13	3	1	1	83	9,57	14,47	0,13	270
56	Kašperské Hory - Rejčejn - Lesenický potok	ČR/CR	680	3054	13	5	1	1	62	10,22	14,36	0,11	175
57	Kašperské Hory - Šusice - Sedlo	ČR/CR	500	3054	13	3	1	1	75	10,12	14,10	0,11	212
58	Vimperk - Javorník - Pohorsko	ČR/CR	680	3054	13	5	1	1	75	10,19	14,38	0,11	212
59	Velké Karlovice - Vranča	ČR/CR	590 - 680	6070	40	5	3	3	83	10,72	14,53	0,14	288
62	Nové Hradý - Hojná Voda	ČR/CR	800	3054	14	6	1	1	70	10,99	16,01	0,16	277
63	Český Krumlov - Chvalšín	ČR/CR	740 - 940	3054	12	6	1	1	79	10,28	14,49	0,13	257
64	Dobříš - Chouzavá	ČR/CR	410 - 420	3070	10	3	1	1	76	10,76	14,25	0,12	230
66	Nýrsko - Liščí	ČR/CR	600	3054	12	5	1	1	88	10,41	14,47	0,13	286
68	Vyšší Brod - Bláh	ČR/CR	680	3054	13	5	1	1	82	10,39	14,40	0,11	232
71	VLS Plunov - Ruprechtov	ČR/CR	450 - 510	3140	30	3	2	2	75	10,39	14,61	0,13	244
75	Ráje - Jeřáb - Černá Hora	ČR/CR	358	3140	30	2	2	2	82	10,10	13,91	0,11	232
76	Nýrsko - Suchý Kámen	ČR/CR	620	3054	12	5	1	1	89	10,58	15,09	0,14	309
80	Nové Hradý - Dolní Hvoz - Trhové Sviny	ČR/CR	550	3054	15	4	1	1	35	10,06	14,53	0,13	114
81	Vyšší Brod - Vítkov Kámen	ČR/CR	800 - 900	3054	13	6	1	1	59	9,82	13,38	0,10	143
82	Vízovice - Braňejov	ČR/CR	550	6070	38	4	3	3	79	10,07	15,15	0,13	257
83	Kašperské Hory - Rejčejn	ČR/CR	680	3054	13	5	1	1	60	10,22	14,35	0,11	170
84	Kašperské Hory - Bělý Potok	ČR/CR	760 - 800	3054	13	6	1	1	63	10,32	14,59	0,13	205
85	Kašperské Hory - Kašperské Hory	ČR/CR	800 - 960	3054	13	6	1	1	75	9,94	13,70	0,11	212
87	VLS Hotovice - Jince	ČR/CR	520 - 540	3070	7	4	1	1	76	9,75	13,93	0,11	215
88	VLS Hotovice - Mirošov	ČR/CR	620	3054	7	5	1	1	82	10,01	14,30	0,11	232
90	Prachovice - Věchál	ČR/CR	750 - 1020	3054	13	6	1	1	79	9,81	13,66	0,11	223
93	Wörschachwald - Steiermark	Rakousko/Austria	1100 - 1200	5043					78	9,20	12,56	0,09	176
95	Gröbming - Steiermark	Rakousko/Austria	850	5043					83	9,11	12,96	0,09	187
96	Thal - Wechselgebiet	Rakousko/Austria	550	5030					68	9,87	14,20	0,11	192
102	Velké Karlovice - Malé Karlovice	ČR/CR	600 - 700	6070	40	5	3	3	75	10,70	15,81	0,16	296

[illegible]

1) Podle RUBNERA a REINHOLDA (1953) / According to RUBNER et REINHOLD (1953); 2) Podle SVOBODY (1953); 3) Podle SAMKA (1967) / According to SAMEK (1967);

4) Hmoty stromová včetně větví - z objemových tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942) / Tree mass including branches - according to volume tables (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942)

Tab. 2.

Klíč číselných kódů lesních regionů, oblastí a podoblastí podle RUBNERA, REINHOLDA (1953)

Key of numeric codes of forest regions, forest areas and forest subareas according to RUBNER, REINHOLD (1953)

Středočeský region bukodubových lesů/Central Bohemian region with beech-oak forests	
3.05.1	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – sudetská podoblast/Hercynian-Sudeten area of mixed mountainous forest – Sudeten subarea
3.05.4	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – jihohercynská podoblast/Hercynian-Sudeten area of mixed mountainous forest – Southern Sudeten subarea
3.06.0	Plzeňská pánev/Plzeň basin
3.07.0	Středočeská pahorkatina/Central Bohemian Highland
3.11.0	České Polabí/Czech Elbe river area
3.13.0	Českomoravská vrchovina s jižním předhořím/Czech-Moravian Highland with southern foothills
3.14.0	Drahanská vrchovina se severním okrajem/Drahanská Highland with northern edge
3.21.0	Švábsko-franský Jura/Swabia-Frankish Jura
3.32.0	Černý les (Schwarzwald) s předhořím a Baar/Czech Forest (Schwarzwald) with foothills and Baar
Západoevropský region listnatých lesů/Western European region with deciduous forests	
4.05.0	Vogézy/Vosges
Alpský region/Alpine region	
5.01.3	Buko-jedlo-smrková oblast západních a severních Alp – podoblast severních okrajů Alp/Beech-fir-spruce area of western and northern Alps – subarea of western and northern edges of Alps
5.03.0	Východoalpská předhoří/Eastern Alpine Foothills
5.04.3	Vnitřní Alpy – východní podoblast/Alpine Interior – eastern subarea
Východoevropský a jihovýchodoevropský region dubobukových lesů/Eastern European and southeastern region with oak-beech forests	
6.05.0	Dubo-buko-jedlová oblast polského předhoří Karpat/Oak-beech-fir area of Polish Foothills of Carpathians
6.06.1	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – východní podoblast/Beech-fir-spruce area of northern Carpathians – eastern subarea
6.06.4	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – tatranská podoblast/Beech-fir-spruce area of northern Carpathians – Tatra's subarea
6.07.0	Slovenské Karpaty/Slovak Carpathians
6.10.0	Východorakouská-burgenlandská pahorkatina/Eastern Austrian-Burgenland Highland
6.19.0	Buko-jedlo-smrková oblast rumunských Karpat (včetně Biharského pohoří)/Beech-fir-spruce area of Romanian Carpathians (incl. Bihar Mts.)
6.22.0	Smíšený horský les dinárských Alp/Mixed mountainous forests of Dinaric Alps
6.26.0	Středobulharská pohoří/Central Bulgarian Mts.
Jihoevropský region tvrdých listnáčů a kaštanových lesů/Southern European region with hard deciduous and chestnut tree species	
9.12.0	Horský les severních Apenin/Mountainous forest of northern Apennines
9.13.0	Horský les středních Apenin/Mountainous forest of central Apennines
9.14.0	Horský les jižních Apenin/Mountainous forest of southern Apennines

Legenda ke kódu: 1. číslo = region (v originálu značen římskou číslicí); 2. číslo = oblast; 3. číslo = podoblast (v originálu značena malým písmenem)
 Legend code: 1st number = region (originally indicated by Roman digit); 2nd number = area; 3rd number = subarea (originally indicated by small letter)

výzkumných plochách jsou zastoupeny i 3 provenience z České republiky označené pouze obecně (Šumava, Sudety, Morava). V dánských podmínkách vykazují tyto provenience podprůměrný růst a naopak tam vynikají nadprůměrným růstem a produkcí některé provenience jihoitalské (kalábrijské). Vedle toho jsou charakteristické značnou, zřejmě geneticky podmíněnou variabilitou (HANSEN, LARSEN 2004). Na základě těchto skutečností byla formulována doporučení i pro výsadby v jiných oblastech, mimo jiné i pro lokality ovlivňované znečištěním ovzduší a dále i pro případ předpokládaných změn klimatu. Na výzkumných plochách v ČR i v SRN roste řada jihoitalských proveniencí, na hodnocené výzkumné ploše č. 77 jde o 5 jednotek. Předpoklady získané hodnocením na výzkumných plochách v Dánsku se však ani v ČR ani v SRN nepotvrdily.

Pokud jde o provenience z České republiky, vymykají se do určité míry obecným trendům růstu a produkce některé provenience z PLO 16 – Českomoravská vrchovina. Konkrétně jde o dílčí populace 207 až 211 ze Žďárských vrchů z obvodu bývalého lesního závodu Nové Město na Moravě, polesí Nové Město, Lisek, Cikháj a Vojnův Městeček. Na ploše č. 77 rostou tři z těchto proveniencí – 208, 209 a 211. Tyto dílčí populace přirůstají na rozdíl od dalších proveniencí z PLO 16 slabě

a mimoto vykazují i značnou mortalitu. Obdobné srovnatelné výsledky jako na výzkumné ploše č. 77 – Nové Hradky, Konratice bylo možno konstatovat i na jiných lokalitách, kde jsou některé z těchto dílčích populací vysazeny. Materiál z lokality Nové Město (celkem 5 jednotek) je zastoupen i na plochách založených v roce 1977 v Polsku. I na těchto výzkumných plochách je růst zmíněných proveniencí v časném věku zřetelně podprůměrný. Příčina těchto skutečností je nejasná. Prakticky by snad mohla přicházet v úvahu „inzuchtová“ deprese jako důsledek vzájemného příbuzenského křížení. Vyloučena nemusí být ani hypotéza, že se může jednat o kulturní populace, jež byly v minulosti dovezeny z jiného prostředí, např. z alpských oblastí. K objasnění příčin této skutečnosti by mohla přispět genetická studie, např. analýza izoenzymů nebo DNA, specificky porovnání s jinými vybranými dílčími populacemi z této oblasti.

Závěr

Poznatky z hodnocení plochy č. 77, ale i z dalších výsadeb pokusné série 1973 – 1977, dokládají uspokojivý růst a vitalitu dílčích populací jedle bělokoré ze Slovenska a předkarpatských oblastí Polska. Lze proto považovat za přípustné, aby v případech, kdy nastane děletrvajících nedostatek osiva z domácích zdrojů, byl výjimečně povolen dovoz osiva, případně i sazenic ze jmenovaných zdrojů. Tento postup by měl být ovšem vyloučen pro lesní objekty se specifickým režimem (národní parky, 1. zóny chráněných krajinných oblastí, maloplošná zvláště chráněná území, genové základny apod.).

Na základě výsledků výzkumu na ploše č. 77 přicházejí v úvahu jako návrhy pro zařazení do kategorie ověřených (testovaných) zdrojů reprodukčního materiálu jednotky 62 – Nové Hradky, Hojná Voda; 102 – Velké Karlovice, Malé Karlovice; 38 – Rychnov nad Kněžnou, Javornice; 76 – Nýrsko, Suchý Kámen; 59 – Velké Karlovice, Vranča, které vykazují nadprůměrné charakteristiky i na některých dalších výzkumných plochách, na nichž jsou vysazeny.

S ohledem na uvedené skutečnosti lze za jeden z prioritních úkolů lesnického výzkumu, hospodářské úpravy lesů a lesnické praxe považovat ověřování vybraných dílčích populací testy potomstev. Selektace zdrojů lesního osiva na základě výsledků testů a následné přednostní využívání lesního osiva ze zdrojů ověřených (testovaných) by mělo představovat významný příspěvek pro zvyšování produkce a stability lesních ekosystémů v ČR. Je proto žádoucí, aby se v ověřovacích programech, které probíhají v gesci VÚLHM Jíloviště-Strnady, nadále pokračovalo pokud možno v širším rozsahu.

Literatura

- GRUNDNER, SCHWAPPACH: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Berlin, P. Parey 1942. 126 s.
- HANSEN, J. K., LARSEN, J. B.: European silver fir (*Abies alba* MILL.) provenances from Calabria, southern Italy. Eur. Journ. For. Res., 123, 2004, p. 127-138.
- HYNEK, V.: Proměnlivost výšky proveniencí jedle bílé (*Abies alba* MILL.) ve věku 9 let na plochách založených na LZ Nýrsko, Kamenice nad Lipou a Vimperk. Práce VÚLHM, 63, 1983, s. 77-108.
- HYNEK, V.: Předběžné výsledky hodnocení genetické proměnlivosti jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.). Lesnictví, 31, 1985, č. 3, s. 33-46.
- HYNEK, V.: Provenienzfleichen der Weißtanne in der ČSR. In: 5. IUFRO – Tannensymposium. Sborník ze symposia, Zvolen 3. – 5. 9. 1987. Zvolen, VŠLD 1987, s. 101-112.
- HYNEK, V.: Zhodnocení mortality a výškového růstu proveniencí jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 15 let na ploše Domažlice. Lesnictví, 34, 1988, č. 5, s. 411-426.
- HYNEK, V.: Zhodnocení výškového růstu proveniencí a potomstev stromů z volného sprášení jedle bělokoré do věku 15 let na ploše Konopiště. Zprávy les. výzkumu, 34, 1989a, č. 2, s. 5-8.
- HYNEK, V.: Hodnocení provenienčních ploch s jedlí bělokorou na Šumavě. Práce VÚLHM, 74, 1989b, s. 387-398.
- HYNEK, V.: Výškový růst proveniencí jedle bělokoré na ploše v oblasti Českomoravské vrchoviny. Zprávy les. výzkumu, 34, 1989, č. 4, s. 19-23.
- HYNEK, V.: Evaluation of the provenance plots with silver fir (*Abies alba* MILL.) in Moravia. Comm. Inst. For. Czech., 17, 1991, p. 89-106.
- KOHOUTOVÁ, P.: Hodnocení provenienční pokusné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) na LS Litovel (Úsov). Diplomová práce. Brno, MZLU 1995. 66 s., přílohy.
- LARSEN, J. B.: Waldbauliche und ertragskundliche Erfahrungen mit verschiedenen Provenienzen der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) in Dänemark. Forstw. Cbl., 130, 1981, s. 265-287.
- LARSEN, J. B.: Die geographische Variation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.). Wachstumsentwicklung und Frostresistenz. Forstw. Cbl., 125, 1986, s. 396-426.
- LARSEN, J. B., MEKIC, F.: The geographic variation in European silver fir (*Abies alba* MILL.). Silvae Genetica, 40, 1981, no. 5/6, p. 188-189.
- MOCHÁN, M.: Hodnocení provenienční pokusné plochy s exotami rodu *Abies* na SPLO Jíloviště. Diplomová práce. Brno, VŠZ 1994. 52 s., přílohy.
- PODLENA, R.: Hodnocení provenienční pokusné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) na LS Vítkov (Kružberk). Diplomová práce. Brno, MZLU 1995. 41 s., přílohy.
- RUBNER, K., REINHOLD, F.: Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg, Berlin, P. Parey Verlag 1953. 288 s.
- SAMEK, V.: O šíření jedle bílé (*Abies alba* MILL.) v době poledové na území střední Evropy. Les. časopis, 13, 1967, č. 7, s. 459-672.
- SCHOBER, R.: Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforschung. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländer's Verlag, 1995. 166 s.
- SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I. Praha, SZN 1953. 411 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: Projekt a základní protokol série provenienčních výzkumných ploch s jedlí bílou *Abies alba* MILL. a některými ostatními druhy rodu *Abies*. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1975. 65 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J.: Jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.) v limitních ekologických podmínkách. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001. 28 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F.: Cizokrajné druhy jedlí (*Abies spec. div.*) ve věku 30 let v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2002. 37 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F.: Srovnání druhů rodu *Abies* v lesích města Písku. Lesnická práce, 83, 2004, č. 1, s. 19-21.
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: Příspěvek k řešení otázky introdukce některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v podmínkách PLO 10 – Středočeská pahorkatina z pohledu lesního hospodářství. In: Frýdl, J.: Záchrana a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin. Výroční zpráva za rok 2003. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2003. s. 28-37.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J.: Příspěvek k poznání proměnlivosti jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) se zvláštním zřetelem k podmínkám přírodní lesní oblasti č. 16 – Českomoravská vrchovina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2000. 52 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: Výsledky hodnocení nejstarší provenienční plochy VÚLHM Jíloviště-Strnady s jedlí bělokorou založené v roce 1961 na lokalitě Jíloviště, Baně (PLO 10). Zprávy les. výzkumu, 50, 2005, č. 1, s. 24-32.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., TOMEK, J., HERCÍK, L.: Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fyto geografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. Zprávy les. výzkumu, 50, 2005, č. 3, s. 179-190.
- VINŠ, B.: Příspěvek k poznání proměnlivosti jedle (*A. alba* MILL.). Rozpravy Čs. akademie věd, 1966, 76, s. 1-82.
- Vyhláška MZe ČR č. 82/1996 Sb., o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 39-54.

Vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 46, s. 1955-1963.

Zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). Sbírka zákonů Česká republika, 2003, č. 57, s. 3279-3294.

Recenzent: Prof. Ing. J. Kobliha, CSc.

Poznámka:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu QF4024 MZe NAZV „Aplikace šlechtitelských metod pro zachování a reprodukci genových zdrojů jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) a jiných druhů rodu *Abies* adaptovaných na podmínky ČR“.



Foto 2.

Hranice mezi opakováními – ze snímku je patrné, že plocha vyžaduje provedení výchovného zásahu (27. 7. 2004, P. Novotný)
Border between replications, from photo it is evident need to realize tending thinning (July 27, 2004, P. Novotný)

VÝSLEDKY HODNOCENÍ RŮSTU HYBRIDNÍ OSIKY V KRUŠNÝCH HORÁCH

Growth of hybrid aspens in the Ore Mountains

Abstract

Resistance of hybrid aspens to air pollution stress in mountain regions was observed in the Ore Mountains in Czech Republic. Growth characteristics in total of 20 *Populus tremula* × *P. tremula* and *P. tremula* × *P. tremuloides* progenies were measured as well. Stem volume of all trees was determined at the age of 23 years. From the wood-processing point of view breeding of *P. tremula* × *P. tremuloides* hybrids is more effective.

Klíčová slova: hybridní osika, topol osikovitý, *P. tremula* × *P. tremuloides*, produkce dřevní hmoty

Key words: hybrid aspen, *P. tremula* × *P. tremuloides*, wood production

Úvod

Záměr využití hybridní osiky v přírodních podmínkách České republiky byl založen na předpokladu vysoké adaptability domácího topolu osiky (*Populus tremula* L.) na nepříznivá stanoviště v imisních oblastech. Jako rychle rostoucí dřevina se osika stala předmětem zájmu lesnického výzkumu probíhajícího ve výzkumné stanici VÚLHM v Uherském Hradišti a na lesnické fakultě tehdejší VŠZ v Brně již před 30 lety. Byl vypracován šlechtitelský plán zaměřený na zvýšení produkční schopnosti domácí osiky intraspecifickou hybridizací a také interspecifickou hybridizací s topolem osikovitým (*Populus tremuloides* MICHAUX), významnou pionýrskou dřevinou Severní Ameriky. Výzkumný program byl zahájen v roce 1976, kdy byl proveden výběr rodičovských stromů. Šlechtitelským cílem bylo dosáhnout heterozního efektu v potomstvu a vytvořit soubor rodičovských párů s dobrou obecnou i specifickou kombinační schopností. Hybridní potomstva byla sledována na pokusných plochách v lokalitách jejich předpokládaného budoucího využití.

Na přelomu 70. a 80. let byla založena řada pokusných ploch v Krušných horách, kde byly ověřovány nejen růstové schopnosti hybridní osiky, ale současně její odolnost vůči imisní zátěži v horských oblastech. Většina ploch byla založena v hřebenových partiích v nadmořské výšce okolo 900 m. Takové stanoviště-klimatické podmínky, jak se později ukázalo, již nepříznivě ovlivňovaly růst a vývoj na pokusných plochách. Většina stromů byla postižena zlomy. Pokud byly plochy založeny na příliš mělkém půdním profilu, byl jejich vývoj poznamenán nízkým přírůstkem.

Jednou z ploch, které se od svého založení vyvíjely úspěšně, je plocha Špičák I, kde bylo v roce 2000 již možné vyhodnotit objemovou produkci dřeva a porovnat kvalitu vysazených hybridních potomstev.

Materiál a metody

Ověřovací plocha Špičák I o výměře 1,5 ha se nachází na LS Kláštepec n. Ohří, asi 1 km západně od levého břehu vodní nádrže Přísečnice na mírném svahu pod Velkým Špičákem. Původně byla plocha vedena jako zemědělská půda a byla využívána jako lesní školka. O klimatických podmínkách informují údaje nejbližší meteorologické stanice Kovářská, vzdálené 3,5 km jihozápadním směrem, která uvádí průměrnou roční teplotu 5 - 5,5 °C a průměrné roční srážky 486 - 976 mm (POSPÍŠIL 1990).

Výsadba plochy byla provedena v roce 1978 jednoletými sazenicemi, které byly vypěstovány z výsevu pod sklo. Vysazená potomstva pocházela jednak z křížení prováděného ve výzkumné stanici (dále jen VS UH) v Uherském Hradišti, jednak z křížení probíhajícího na pracovišti tehdejší VŠZ Brno v Sokolnicích. Původ 13 potomstev z VS UH je uveden v tabulce 1. Čtyři potomstva pocházela z kontrolovaného opylení *Populus tremula* × *P. tremuloides* (H 21, H 32, H 33 a H 84), 6 potomstev

z kontrolovaného opylení *Populus tremula* × *P. tremula* (N 2, N 3, H 61, H 65, H 66 a H 92) a 3 potomstva z volného opylení *Populus tremula* × wind (P 104, P 120 a P 207). Rodičovské stromy *Populus tremula* pocházely převážně z vyšších poloh Krušných hor a byly doplněny třemi pestíkovými jedinci ze Šumavy. Prašníkoví jedinci *Populus tremuloides* pocházeli z výzkumné stanice Maple v Kanadě, odkud byl zaslán materiál pro založení semenné plantáže VÚLHM.

Původ 7 potomstev VŠZ Brno byl obdobný. Rodičovské stromy *P. tremula* byly vybrány v Krušných horách v nadmořské výšce přibližně 600 m, pouze jeden pestíkový strom byl z okolí Brna (tab. 1). Všechna potomstva byla hodnocena souborně pod označením VSZ. Plánek rozmístění potomstev na ploše nebylo možné použít z důvodu nevyhovující stabilizace této části plochy, ale výborný růst potomstev bylo přesto vhodné vyhodnotit z důvodu porovnání s růstem potomstev VS Uherské Hradiště.

Plocha Špičák I byla založena ve 4 opakováních ve sponu 2 × 1 m, při probírce po 15 letech bylo dosaženo sponu 2 × 2 až 2 × 3 m. Měření výšky a výčetní tloušťky potomstev bylo prováděno před probírkou v roce 1992 a ve věku 23 let porostu v roce 2000. Data byla zpracována v programu STATISTICA 6.0 (Statsoft 2001). Hodnoty objemu kmene byly zjišťovány pomocí objemových tabulek (KRÜDENER, ORLOV 1954).

Výsledky

Na ověřovací ploše Špičák I byl sledován růst potomstev hybridní osiky z vnitrodruhového křížení *Populus tremula* × *P. tremula* a z mezidruhového křížení *Populus tremula* × *P. tremuloides*. Byly hodnoceny základní dendrometrické charakteristiky – výčetní průměr, výška a objem kmene, a to v 15 a 23 letech věku porostu. Průměrné hodnoty a základní statistika naměřených dat jsou uvedeny v tabulkách 2 – 4. V tabulce 3 nejsou uvedeny hodnoty směrodatné odchylky a variačního koeficientu pro výšky potomstev VSZ, protože pro část porostu bylo možné stanovit pouze střední porostní výšku.

V roce 1992 byla hodnocena všechna vysazená potomstva. Průměrné výčetní průměry potomstev z VS UH se pohybovaly mezi 7,38 – 14,0 cm, průměrné výšky mezi 6,65 – 11,89 m. Objemy kmene byly zjišťovány u jedinců, kteří měli být na ploše ponecháni po probírkovém zásahu.

Vzhledem k tomu, že potomstva VSZ byla hodnocena jako jeden soubor, byly stanoveny také průměrné hodnoty obou sledovaných veličin souboru VS UH. Z porovnání souborů vyplývá, že již v počáteční fázi růstu do 15 let věku porostu dosáhla potomstva VSZ výrazně lepších parametrů.

Významnost rozdílů byla posouzena statistickou analýzou (ANOVA, Scheffé post hoc test, $p = 0,05$). Významné rozdíly byly zjištěny (tab. 5 – 7) především v parametru „výška“, kde se odlišila skupina po-

Věk 15 let / 15 years	VS UH	VSZ
výčetní průměr/d.b.h. (cm)	9,080	13,700
výška/height (m)	8,520	12,820
objem kmene/stem volume (m ³)	0,046	0,102

tomstev s výškou menší než 8,18 m. Potomstva VSZ se významně lišila v parametru „výška“ od všech potomstev kromě H 92 a v parametru „výčetní průměr“ téměř od všech potomstev s výjimkou H 66 a H 84. Grafy 1 a 3 zobrazují rozložení průměrů a rozptylu hodnot v porovnání se zjištěným průměrem hodnoceného souboru dat, který je v grafech vyznačen červenou přímkou.

Na základě měření v roce 1992 byla provedena také analýza rozptylu mezi skupinou devíti potomstev *P. tremula* × *P. tremula* a skupinou čtyř potomstev *P. tremula* × *P. tremuloides*. Podle výsledku t-testu se skupiny významně odlišily v parametru „výčetní průměr“ (tab. 14). Praktický význam zjištěného rozdílu (výčetní průměr potomstev *P. tremula* × *P. tremula* byl o 9 % větší než hodnota průměru u potomstev *P. tremula* × *P. tremuloides*) a jeho vliv na objemovou produkci v mýtním věku bude možné vyhodnotit během dalšího sledování vývoje růstu potomstev.

V roce 2000 byla ze statistické analýzy vyřazena potomstva, u nichž počet jedinců klesl pod 10 stromů. Z tabulek 2 – 4 je zřejmé, že tito jedinci (H 32, H 84, H 92) dosahovali nadprůměrných hodnot ve sledovaných parametrech (okrajový apod. efekt byl vyloučen).

Soubor potomstev VS UH dosáhl opět horších výsledků než potomstva VSZ:

Věk 23 let / 23 years	VS UH	VSZ
výčetní průměr/d.b.h. (cm)	14,730	20,710
výška/height (m)	14,060	18,600
objem kmene/stem volume (m ³)	0,130	0,304

Rozdíly mezi potomstvy byly zjištěny pouze v parametru „výška“, v němž se výrazně odlišila potomstva H 33 a VSZ. Potomstva VSZ se významně lišila od všech ostatních potomstev jak ve výčetním průměru, tak v objemu kmene (tab. 8 – 11, Scheffé post hoc test). Grafy 2, 4 a 5 zobrazují rozložení průměrů a rozptylu hodnot v porovnání se zjištěným průměrem hodnoceného souboru dat, který je v grafech vyznačen.

Průměrné hodnoty dendrometrických charakteristik potomstev VS UH se pohybovaly u výčetních průměrů mezi 12,94 – 18,43 cm (VSZ: 20,71 cm), u výšek mezi 12,59 – 15,90 m (VSZ: 18,60 m) a u objemu kmene mezi 0,093 – 0,205 m³ (VSZ: 0,304 m³). Po vyřazení potomstev s n < 10 zůstává nejlépe rostoucím potomstvem P 207 (*P. tremula* × wind), které dosáhlo průměrného objemu kmene 0,168 m³ (graf 6). Nad průměrem pokusu se nachází také skupina potomstev N 2, N 3, H 33 a H 66, u nichž činil průměrný objem kmene 0,139 – 0,148 m³. Jedná se o potomstva *P. tremula* × *P. tremula* (N2, N3 a H 66) a jedno potomstvo *P. tremula* × *P. tremuloides* (H 33). Ostatní potomstva H 21 (*P. tremula* × *P. tremuloides*), H 61, H 65 P 104, P 120 (všechna z křížení *P. tremula* × *P. tremula*) dosáhla hodnot pod průměrem pokusu, a to 0,093 – 0,118 m³. Z praktického hlediska předpokládaného výnosu dřevní hmoty se jedná o malé rozdíly, významnější je však skutečnost, že v parametru objem kmene dosahovala potomstva VS UH maximálně polovičních průměrných hodnot objemu kmene zjištěného u potomstev VSZ. Rozdíly v dosažených výsledcích je možné vysvětlit mj. vlivem časné selekce sadebního materiálu, která byla provedena pouze v potomstvech VSZ (slabé sazenice byly vyřazeny).

Rozdíly mezi potomstvy VS UH v hodnotách výšky, výčetního průměru a objemu kmene jsou podle analýzy rozptylu ($p < 0,05$) statisticky významné (tab. 12). Potomstva byla srovnávána také jako dvě skupiny podle typu křížení (graf 7 a 8). Skupina potomstev *P. tremula* × *P. tremula* dosáhla většího výčetního průměru (9,49 cm) než skupina *P. tremula* × *P. tremuloides* (8,71 cm), ale menší výšky (8,72 m oproti 9,16 m). Při porovnání obou skupin podle průměrného objemu kmene s ohledem na počet jedinců ve skupinách bylo zjištěno, že průměrného objemu kmene vyššího než byl průměr pokusu (0,130 m³) dosáhla 4 potomstva *P. tremula* × *P. tremula* (0,139 – 0,168 m³), což představuje 62 % hodnocených jedinců dané hybridní kombinace a 1 potomstvo *P. tremula* × *P. tremuloides* (0,146 m³), což představuje 74 % hodnocených jedinců mezidruhových hybridů.

Podle okulárního hodnocení kvality fenotypu jedinců v potomstvech byla vždy posouzena jako výrazně kvalitnější všechna potomstva *P. tremula* × *P. tremuloides*. Tyto mezidruhové hybridy charakterizuje dlouhý přímý kmen bez silných postranních větví, zatímco vnitrodruhová křížení domácí osiky mají velký podíl jedinců s nízkou nasazenou, hustě zavěšenou korunou.

Diskuse

Hodnocení ověřovací plochy potomstev hybridní osiky přineslo několik poznatků o možnostech pěstování osiky v horských oblastech.

Potomstva z výzkumné stanice v Uherském Hradišti byla na plochu vysazena s cílem porovnat kvalitu jednotlivých křížení podle průměrného výsledku hodnocení všech jedinců, kteří byli vypěstováni z osiva z každé hybridní kombinace.

V potomstvech z VŠZ v Brně byla provedena časná selekce podle kvality sazenic a na plochu byli vysazeni nej kvalitnější jedinci. Tyto rozdílné výchozí podmínky se projeví jako jeden z faktorů ovlivňující další vývoj růstu potomstev. Pro zajištění kvality budoucího porostu je tedy z provozního hlediska prokazatelně vhodné provést selekci osikových sazenic před založením porostu.

Porovnání růstových vlastností potomstev podle typu křížení bylo provedeno se zřetelem k poměrně nízkému počtu jedinců v potomstvech *P. tremula* × *P. tremuloides* a k nízkému věku porostu. Zjištěné výsledky přesto naznačují, že potomstva *P. tremula* × *P. tremula* dosáhla na klimaticky extrémním stanovišti nižší kvality výnosu dřevní hmoty než potomstva *P. tremula* × *P. tremuloides*.

Obdobný výzkum zaměřený na šlechtění osiky se prováděl v Německu od roku 1951 v Institutu pro lesnickou genetiku a pěstování lesních dřevin v Grosshansdorfu. Mimo jiné byly porovnávány růstové vlastnosti a produkční schopnosti hybridních osik z křížení *P. tremula* × *P. tremula*, *P. tremuloides* × *P. tremuloides* a mezidruhových hybridů *P. tremuloides* × *P. tremula* a *P. tremula* × *P. tremuloides*. V publikovaných výsledcích (LIESEBACH et al. 1999) hodnocení pokusných ploch ve věku 10 let při sponu 2 × 0,9 m a 2 × 1,2 m se uvádí, že potomstva mezidruhových hybridů se vyznačovala velmi nízkou mortalitou (< 10 %) na všech stanovištích ve srovnání s potomstvy vnitrodruhovými (> 30 %) a jejich objemová produkce byla vždy vyšší než průměr pokusu. Nejvyšší produkce dosahovala nezávisle na typu stanoviště potomstva *P. tremula* × *P. tremuloides*, u nichž byly zjištěny také největší délky kmene pro průmyslové zpracování. Celkově dosahovaly hybridní osiky vyšších výnosů na nepříznivých stanovištích než jiné druhy topolů.

Tyto poznatky jsou srovnatelné s výsledky hodnocení hybridní osiky na ploše Špičák I.

Závěr

Na ověřovací ploše Špičák I v Krušných horách byl sledován vývoj porostu a růst potomstev hybridní osiky z křížení *P. tremula* × *P. tremula* a mezidruhových hybridů *P. tremula* × *P. tremuloides* do věku 23 let.

Sledované hodnoty průměrného objemu kmene vyššího než byl průměr pokusu (0,130 m³) dosáhla 4 potomstva *P. tremula* × *P. tremula*, což představuje 62 % hodnocených jedinců dané hybridní kombinace a 1 potomstvo *P. tremula* × *P. tremuloides*, což představuje 74 % hodnocených jedinců. Potomstva z interspecifické hybridizace vykazovala také vyšší fenotypovou kvalitu, která má rozhodující význam pro ekonomiku pěstování osiky. Dále byl souhrnně hodnocen porost skupiny potomstev *P. tremula* × *P. tremula* a *P. tremula* × *P. tremuloides*, který byl založen po provedení časné selekce v potomstvech. V této skupině bylo dosaženo významně vyšších hodnot průměrného objemu kmene (průměr pokusu byl 0,304 m³).

Z uvedených výsledků je zřejmé, že zvýšení výnosu při pěstování osiky lze dosáhnout jednak provedením časné selekce v generativně získaném potomstvu před založením porostu a dále pěstováním mezidruhových hybridů *P. tremula* × *P. tremuloides*.

Lesnické využití osiky na nepříznivých stanovištích v horských oblastech zatížených imisemi je efektivní, pokud je osika vysazována na stanoviště chráněná před větrem a námrazou, tj. mimo hřebenové partie. Na výzkumných plochách, které byly založeny v exponovanějších lokalitách Krušných hor, byly mladé porosty lámány větrem do té míry, že růst osiky nebylo možné hodnotit.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován s finančním přispěním výzkumného záměru MZe č. 0002070202 Šlechtění lesních dřevin a záchrana genových zdrojů cenných a ohrožených populací včetně využití biotechnologických postupů, metod molekulární biologie a poznatků lesního semenářství v lesním hospodářství.

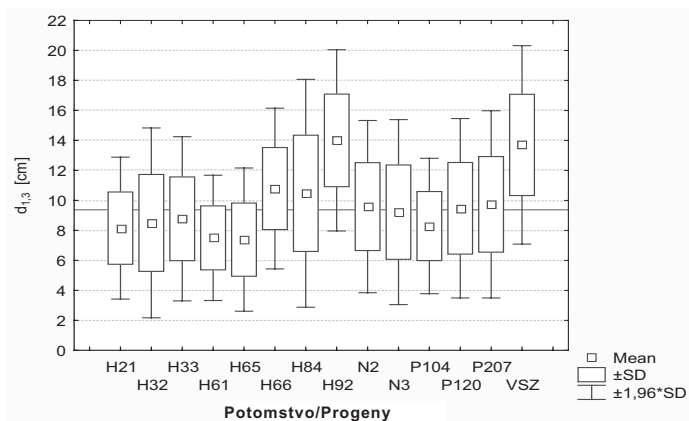
Literatura

- KRÜDENER, A., ORLOV, M. M.: Hmotové tabulky pro osiku. In: Vincent, G., Špalek, V.: Topoly, jejich pěstování a dřevní produkce. Praha: SZN 1954. 209 s.
- LIESEBACH, M., WÜHLISCH, G., MUHS, H. J.: Eignung der Baumart Aspe and Prüfung von Aspenhybriden für die Biomasseerzeugung in Kurzumtriebsplantagen. In: Modellvorhaben „Schnellwachsende Baumarten“. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH 1999. 476 s.
- POSPÍŠIL, J.: Využití osiky (vrb) v oblastech se zvýšeným zatížením imisemi. Závěrečná zpráva. Brno: VŠZ – LF 1990. 99 s.
- Statsoft, Inc: STATISTICA (data analysis software system), version 6, www.statsoft.com

Recenzent: Prof. Ing. J. Kobliha, CSc.

Tab. 1.
Původ rodičovských stromů
Origin of parental trees

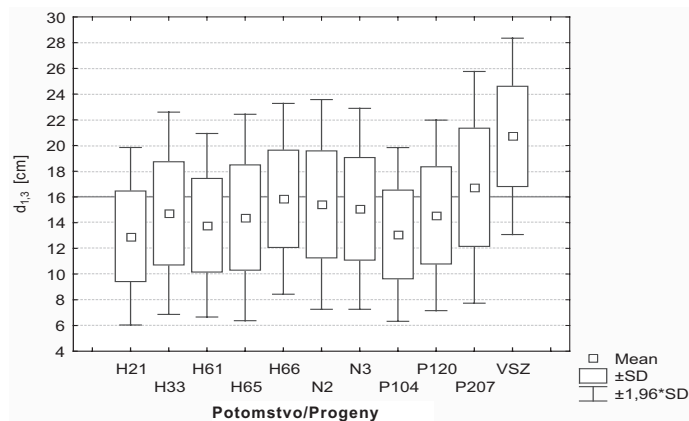
Potomstvo/ Progeny	Rodičovské stromy/Parental trees							
	Matka/Female		Původ/Origin	Otec/Male		Původ/Origin		
H 21	P. tremula	1	Šumava	P. tremuloides	78	Kanada, Maple		
H 32		207	Krušné hory		78			
H 33		207			188			
H 84		202			78			
N 2	P. tremula	33	Krušné hory-NDR	P. tremula	1	Krušné hory-NDR		
N 3		3			3			
H 61		1	Šumava		210	Krušné hory		
H 65		104			210			
H 66		207	210					
H 92		201	204					
P 104		P. tremula	104		Šumava	× wind		
P 120			120					
P 207	207		Krušné hory					
VSZ	P. tremula		1	Krušné hory	P. tremuloides	Kanada		
			3					
			4					
			5	Brno				
		1	Krušné hory	P. tremula	1	Krušné hory		
		3			3			
4	4							



Graf 1.

Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot výčetního průměru ($d_{1.3}$) potomstev osiky v roce 1992

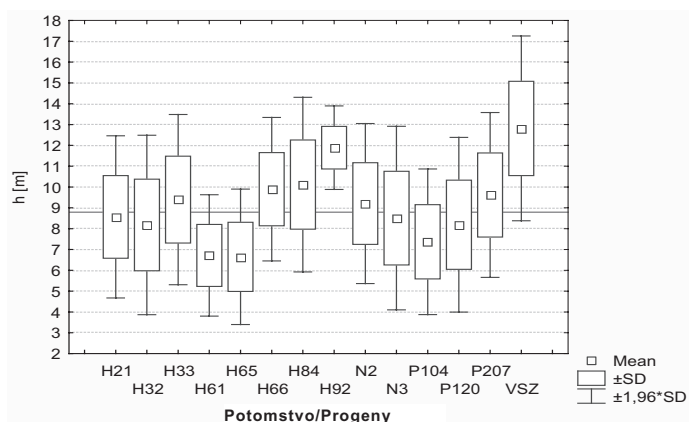
Range of variations, standard deviations and means for d.b.h. ($d_{1.3}$) of aspen progenies in 1992



Graf 2.

Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot výčetního průměru ($d_{1.3}$) potomstev osiky v roce 2000

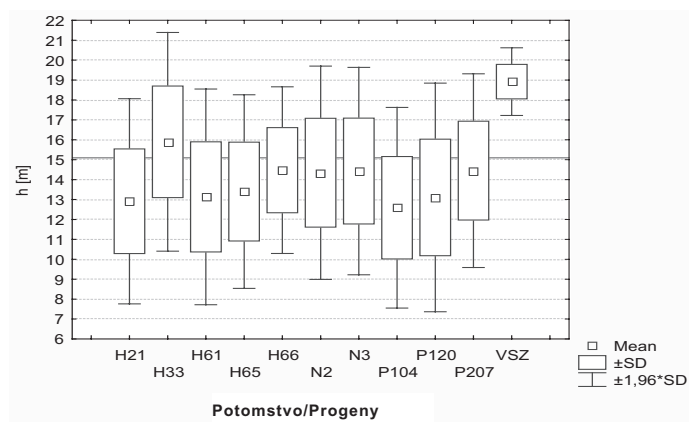
Range of variations, standard deviations and means for d.b.h. ($d_{1.3}$) of aspen progenies in 2000



Graf 3.

Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot výšky (h) potomstev osiky v roce 1992

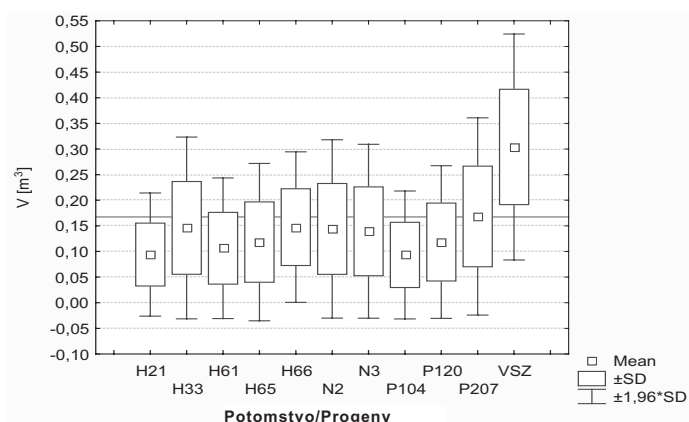
Range of variations, standard deviations and means for height (h) of aspen progenies in 1992



Graf 4.

Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot výšky (h) potomstev osiky v roce 2000

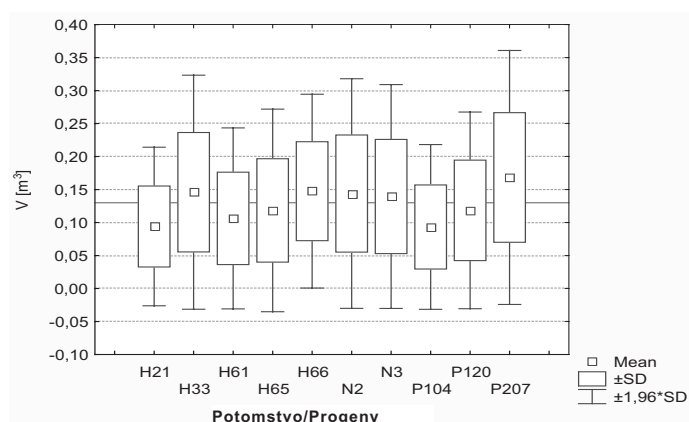
Range of variations, standard deviations and means for height (h) of aspen progenies in 2000



Graf 5.

Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot objemu kmene (V) potomstev osiky v roce 2000

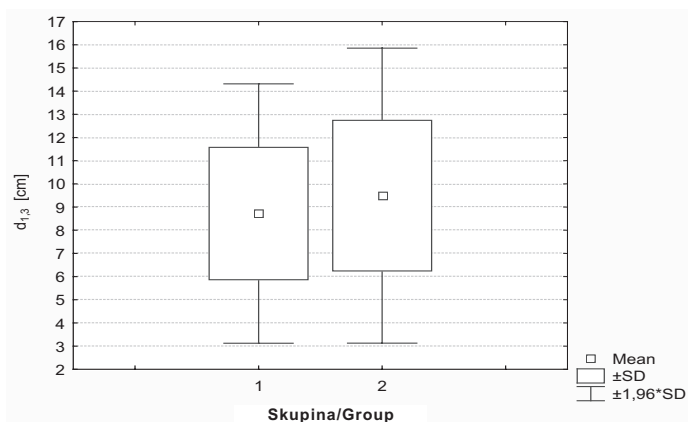
Range of variations, standard deviations and means for stem volume (V) of aspen progenies in 2000



Graf 6.

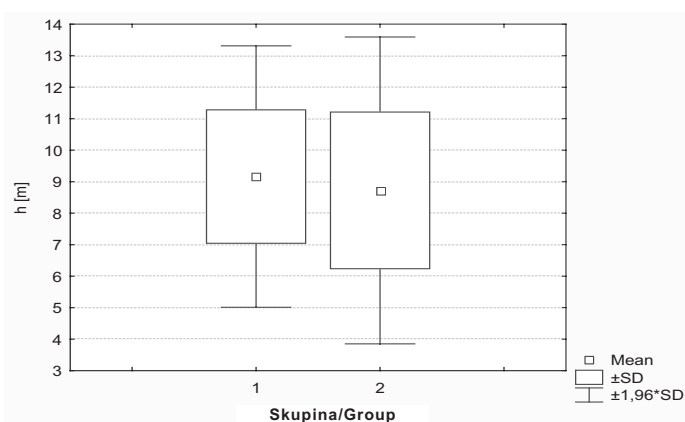
Rozložení rozptýlů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot objemu kmene (V) potomstev osiky VS UH v roce 2000

Range of variations, standard deviations and means for stem volume (V) of aspen progenies VS UH in 2000

**Graf 7.**

Rozložení rozptylů, směrodatných odchylek a průměrů hodnot výčetního průměru ($d_{1,3}$) potomstev osiky – porovnání podle typu křížení (1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula*) (1992)

Range of variations, standard deviations and means for d.b.h. ($d_{1,3}$) of aspen progenies – confrontation of 1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula* (1992)

**Graf 8.**

Rozložení rozptylů a průměrů hodnot výšky (h) potomstev osiky – porovnání podle typu křížení (1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula*) (1992)

Range of variations, standard deviations and means for height (h) of aspen progenies – confrontation of 1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula* (1992)

Tab. 2.

Průměrný výčetní průměr kmene ($d_{1,3}$) potomstev hybridní osiky
Average d.b.h. values of hybrid aspen progenies

Potomstvo/ Progeny	n ¹⁾		$d_{1,3}$ / d.b.h. (cm)		s_y ²⁾		Median		v_k ³⁾	
	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000
H 21*	60	35	8,15	12,94	2,39	3,47	8,00	12,00	29,33	26,75
H 32*	14	5	8,50	17,00	3,11	6,49	8,00	12,00	36,59	42,7
H 33*	141	99	8,77	14,73	2,78	3,99	9,00	15,00	31,70	27,09
H 84*	17	9	10,47	15,67	3,76	2,87	11,00	17,00	35,91	18,32
H 61	44	30	7,50	13,80	2,11	3,58	7,00	14,00	28,13	25,94
H 65	68	20	7,38	14,40	2,42	3,99	7,00	14,00	32,79	27,71
H 66	24	21	10,79	15,86	2,68	3,69	10,50	16,00	24,84	23,27
H 92	9	7	14,00	18,43	2,91	3,42	15,00	18,00	20,79	18,56
N 2	328	179	9,59	15,42	2,93	4,15	9,00	16,00	30,55	26,91
N 3	266	146	9,22	15,08	3,14	3,97	9,00	15,00	34,06	26,33
P 104	162	73	8,29	13,08	2,30	3,42	8,00	12,00	27,74	26,15
P 120	223	122	9,48	14,57	3,04	3,77	9,00	15,00	32,07	25,88
P 207	34	20	9,74	16,75	3,14	4,48	10,00	16,50	32,24	26,75
VSZ	93	202	13,70	20,71	3,36	3,89	14,00	21,00	24,53	18,78

¹⁾ Počet měřených stromů/Number of measured trees; ²⁾ směrodatná odchylka/standard deviation; ³⁾ variační koeficient/coefficient of variations

* potomstva křížení *P. tremula* x *P. tremuloides*/*P. tremula* x *P. tremuloides* progenies

Tab. 3.

Průměrná výška (h) potomstev hybridní osiky
Average height (h) values of hybrid aspen progenies

Potomstvo/ Progeny	n ¹⁾		h		s _x ²⁾		Median		v _k ³⁾	
	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000
H 21*	60	35	8,57	12,91	1,97	2,59	8,50	12,00	22,99	20,06
H 32*	14	5	8,18	14,25	2,12	2,93	7,50	12,00	25,92	22,20
H 33*	141	99	9,40	15,90	2,08	2,79	9,50	16,00	22,13	17,55
H 84*	17	9	10,12	13,89	2,08	1,85	10,50	14,00	20,55	13,32
H 61	44	30	6,72	13,13	1,47	2,72	6,50	13,50	21,88	20,72
H 65	68	20	6,65	13,40	1,65	2,42	6,50	13,00	24,81	18,06
H 66	24	21	9,90	14,48	1,72	2,08	10,00	14,00	17,37	14,36
H 92	9	7	11,89	15,86	0,97	1,25	12,00	16,00	8,16	7,88
N 2	328	179	9,21	14,35	1,96	2,72	9,50	14,00	21,28	18,95
N 3	266	146	8,51	14,43	2,25	2,65	8,50	14,00	26,44	18,36
P 104	162	73	7,37	12,59	1,78	2,55	7,00	12,00	24,15	20,25
P 120	223	122	8,19	13,11	2,14	2,92	8,50	13,00	24,15	22,27
P 207	34	20	9,62	14,45	1,99	2,42	9,75	15,00	20,69	16,75
VSZ	93	202	12,82	18,60	2,25	neued.	13,00	19,00	17,55	neued.

¹⁾ Počet měřených stromů/Number of measured trees; ²⁾ směrodatná odchylka/standard deviation; ³⁾ variační koeficient/coefficient of variations
* potomstva křížení *P. tremula* x *P. tremuloides*/*P. tremula* x *P. tremuloides* progenies

Tab. 4.

Průměrný objem kmene (V) potomstev hybridní osiky
Average stem volume (V) values of hybrid aspen progenies

Potomstvo/ Progeny	n ¹⁾		V (m ³)		s _x ²⁾		Median		v _k ³⁾	
	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000	1992	2000
H 21*	45	35	0,034	0,094	0,019	0,060	0,027	0,066	55,88	63,83
H 32*	7	5	0,051	0,151	0,031	0,135	0,036	0,066	60,78	89,40
H 33*	110	99	0,043	0,146	0,023	0,090	0,040	0,133	53,49	61,64
H 84*	15	9	0,060	0,134	0,035	0,056	0,061	0,139	58,33	41,79
H 61	13	30	0,034	0,106	0,014	0,069	0,032	0,086	41,18	65,09
H 65	27	20	0,032	0,118	0,014	0,076	0,030	0,092	43,75	64,41
H 66	22	21	0,054	0,148	0,025	0,073	0,048	0,152	46,30	49,32
H 92	9	7	0,092	0,205	0,037	0,077	0,110	0,170	40,22	37,56
N 2	261	179	0,047	0,144	0,027	0,088	0,040	0,133	57,45	61,11
N 3	173	146	0,050	0,139	0,027	0,086	0,048	0,118	54,00	61,87
P 104	77	73	0,038	0,093	0,019	0,063	0,032	0,072	50,00	67,74
P 120	148	122	0,047	0,118	0,024	0,076	0,046	0,099	51,06	64,41
P 207	30	20	0,048	0,168	0,028	0,096	0,042	0,156	58,33	57,14
VSZ	93	202	0,102	0,304	0,056	0,112	0,101	0,303	54,90	36,84

¹⁾ Počet měřených stromů/Number of measured trees; ²⁾ směrodatná odchylka/standard deviation; ³⁾ variační koeficient/coefficient of variations
* potomstva křížení *P. tremula* x *P. tremuloides*/*P. tremula* x *P. tremuloides* progenies

Tab. 5.

Analýza rozptylu hodnot dendrometrických dat potomstev osiky v roce 1992
Analysis of variance for mensurational characteristics of aspen progenies in 1992

	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
d _{1,3}	2794,752	13	214,9809	12387,27	1469	8,432450	25,49448	0,00
h	2724,646	13	209,5881	6070,84	1469	4,132637	50,71535	0,00

Tab. 6.

Posouzení rozdílů výčetních průměrů ($d_{1,3}$) potomstev osiky v roce 1992; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy ($p < 0,05$) jsou vyznačeny Scheffé post hoc test (ANOVA) for d.b.h. values of aspen progenies in 1992. Marked differences are significant ($p < 0,05$)

Potomstvo/ offspring	Průměr/ average	H65	H61	H21	P104	H32	H33	N3	P120	N2	P207	H84	H66	VSZ	H92
H65	7,382	-	1,000000	0,999579	0,981389	0,999903	0,650662	0,062496	0,012741	0,002256	0,316029	0,285482	0,028133	0,000000	0,000100
H61	7,500	1,000000	-	0,999983	0,999095	0,999984	0,928009	0,432050	0,200659	0,096545	0,580424	0,461474	0,097888	0,000000	0,000399
H21	8,150	0,999579	0,999983	-	1,000000	1,000000	0,999808	0,920079	0,705966	0,496208	0,927020	0,811909	0,361875	0,000000	0,002809
P104	8,290	0,981389	0,999095	1,000000	-	1,000000	0,999709	0,670631	0,271008	0,063651	0,903704	0,796547	0,277849	0,000000	0,001875
H32	8,500	0,999903	0,999984	1,000000	1,000000	-	1,000000	0,999999	0,999958	0,999840	0,999876	0,995143	0,961979	0,000228	0,105779
H33	8,773	0,650662	0,928009	0,999808	0,999709	1,000000	-	0,999642	0,973789	0,861042	0,97875	0,970656	0,700930	0,000000	0,011463
N3	9,218	0,062496	0,432050	0,920079	0,670631	0,999999	0,999642	-	0,999997	0,999435	0,999997	0,998002	0,927167	0,000000	0,035977
P120	9,475	0,012741	0,200659	0,705966	0,271008	0,999958	0,973789	0,999997	-	1,000000	1,000000	0,999850	0,985207	0,000000	0,074284
N2	9,585	0,002256	0,096545	0,496208	0,063651	0,999840	0,861042	0,999435	1,000000	-	1,000000	0,999956	0,992511	0,000000	0,090762
P207	9,735	0,316029	0,580424	0,927020	0,903704	0,999876	0,997875	0,999997	1,000000	1,000000	-	0,999999	0,999847	0,000015	0,287425
H84	10,471	0,285482	0,461474	0,811909	0,796547	0,995143	0,970656	0,998002	0,999850	0,999956	0,999999	-	1,000000	0,168302	0,795221
H66	10,792	0,028133	0,097888	0,361875	0,277849	0,961979	0,700930	0,927167	0,985207	0,992511	0,999847	1,000000	-	0,120977	0,843723
VSZ	13,699	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000228	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,168302	0,120977	-	1,000000
H92	14,000	0,000100	0,000399	0,002809	0,001875	0,105779	0,011463	0,035977	0,074284	0,090762	0,287425	0,795221	0,843723	1,000000	-

Tab. 7.

Posouzení rozdílů výšek (h) potomstev osiky v roce 1992; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy ($p < 0,05$) jsou vyznačeny Scheffé post hoc test (ANOVA) for height values of aspen progenies in 1992. Marked differences are significant ($p < 0,05$)

Potomstvo/ Offspring	Průměr/ average	H65	H61	P104	H32	P120	N3	H21	N2	H33	P207	H66	H84	H92	VSZ
H65	6,647	-	1,000000	0,943433	0,921613	0,005093	0,000022	0,008336	0,000000	0,000000	0,000007	0,000023	0,000182	0,000001	0,000000
H61	6,716	1,000000	-	0,994784	0,962234	0,116280	0,006244	0,073551	0,000000	0,000000	0,000222	0,000327	0,001176	0,000007	0,000000
P104	7,370	0,943433	0,994784	-	0,999745	0,296848	0,003061	0,298639	0,000000	0,000000	0,001173	0,002378	0,009233	0,000074	0,000000
H32	8,179	0,921613	0,962234	0,999745	-	1,000000	1,000000	1,000000	0,995777	0,983211	0,975640	0,933743	0,902425	0,149915	0,000000
P120	8,188	0,005093	0,116280	0,296848	1,000000	-	0,997940	0,999927	0,001645	0,004201	0,335208	0,291139	0,359112	0,007713	0,000000
N3	8,508	0,000022	0,003061	0,298639	1,000000	0,997940	-	1,000000	0,183027	0,172935	0,773239	0,671759	0,691706	0,031323	0,000000
H21	8,567	0,008336	0,298639	1,000000	1,000000	0,999927	1,000000	-	0,974130	0,900387	0,952771	0,883925	0,861394	0,076327	0,000000
N2	9,207	0,000000	0,000000	0,000000	0,995777	0,001645	0,183027	0,974130	-	0,999998	0,999985	0,999089	0,996874	0,293820	0,000000
H33	9,397	0,000000	0,000000	0,000000	0,995777	0,004201	0,172935	0,900387	0,999998	-	1,000000	0,999986	0,999825	0,471039	0,000000
P207	9,618	0,000007	0,000222	0,001173	0,975640	0,335208	0,773239	0,952771	0,999985	1,000000	-	1,000000	1,000000	0,781258	0,000000
H66	9,896	0,000023	0,000327	0,002378	0,933743	0,291139	0,671759	0,883925	0,999089	0,999986	1,000000	-	1,000000	0,934488	0,000198
H84	10,118	0,000182	0,001176	0,009233	0,902425	0,359112	0,691706	0,861394	0,996874	0,999825	1,000000	1,000000	-	0,984976	0,021574
H92	11,889	0,000001	0,000007	0,000074	0,149915	0,007713	0,031323	0,076327	0,293820	0,471039	0,781258	0,934488	0,984976	-	0,999905
VSZ	12,817	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000198	0,021574	0,999905	-

Tab. 8.

Analýza rozptylu hodnot dendrometrických dat potomstev osiky v roce 2000

Analysis of variance for mensurational characteristics of aspen progenies in 2000

	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
d_{1,3}	6239,943	10	623,9943	14420,02	936	15,40600	40,50332	0,00
h	4481,709	10	448,1709	5566,55	936	5,94716	75,35875	0,00
V	5,074	10	0,5074	7,51	936	0,00802	63,27348	0,00

Tab. 9.Posouzení rozdílů výčetních průměrů (d_{1,3}) potomstev osiky v roce 2000; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy (p < 0,05) jsou vyznačeny

Scheffé post hoc test (ANOVA) for d.b.h. values of aspen progenies in 2000. Marked differences are significant (p < 0,05)

Potomstvo/ Offspring	Průměr/ Average	H21	P104	H61	H65	P120	H33	N3	N2	H66	P207	VSZ
		12,943	13,082	13,800	14,400	14,566	14,727	15,075	15,419	15,857	16,750	20,713
H21	12,943	-	1,000000	0,999948	0,997871	0,912889	0,866462	0,596447	0,310685	0,702753	0,288490	0,000000
P104	13,082	1,000000	-	0,999964	0,997789	0,769093	0,688822	0,251813	0,050439	0,614111	0,188719	0,000000
H61	13,800	0,999948	0,999964	-	1,000000	0,999883	0,999455	0,988761	0,928585	0,970337	0,745768	0,000000
H65	14,400	0,997871	0,997789	1,000000	-	1,000000	1,000000	0,999992	0,999580	0,999172	0,963844	0,000001
P120	14,566	0,912889	0,769093	0,999883	1,000000	-	1,000000	0,999705	0,969154	0,996736	0,868093	0,000000
H33	14,727	0,866462	0,688822	0,999455	1,000000	1,000000	-	0,999995	0,996445	0,999109	0,926025	0,000000
N3	15,075	0,596447	0,251813	0,988761	0,999992	0,999705	0,999995	-	0,999982	0,999960	0,976033	0,000000
N2	15,419	0,310685	0,050439	0,928585	0,999580	0,969154	0,996445	0,999982	-	1,000000	0,995730	0,000000
H66	15,857	0,702753	0,614111	0,970337	0,999172	0,996736	0,999109	0,999960	1,000000	-	0,999991	0,001347
P207	16,750	0,288490	0,188719	0,745768	0,963844	0,868093	0,926025	0,976033	0,995730	0,999991	-	0,047869
VSZ	20,713	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,001347	0,047869	-

Tab. 10.

Posouzení rozdílů výšek (h) potomstev osiky v roce 2000; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy (p < 0,05) jsou vyznačeny

Scheffé post hoc test (ANOVA) for height values of aspen progenies in 2000. Marked differences are significant (p < 0,05)

Potomstvo/ Offspring	Průměr/ Average	P104	H21	P120	H61	H65	N2	N3	P207	H66	H33	VSZ
		12,589	12,914	13,107	13,133	13,400	14,346	14,432	14,450	14,476	15,899	18,921
P104	12,589	-	0,999997	0,995832	0,999772	0,997963	0,002948	0,002176	0,519220	0,462079	0,000000	0,000000
H21	12,914	0,999997	-	1,000000	1,000000	0,999993	0,433119	0,364512	0,887469	0,863547	0,000036	0,000000
P120	13,107	0,995832	1,000000	-	1,000000	1,000000	0,045000	0,034369	0,875833	0,843111	0,000000	0,000000
H61	13,133	0,999772	1,000000	1,000000	-	1,000000	0,783924	0,720184	0,966880	0,957760	0,001124	0,000000
H65	13,400	0,997963	0,999993	1,000000	1,000000	-	0,987325	0,977531	0,997306	0,996330	0,066277	0,000000
N2	14,346	0,002948	0,433119	0,045000	0,783924	0,987325	-	1,000000	1,000000	1,000000	0,004322	0,000000
N3	14,432	0,002176	0,364512	0,034369	0,720184	0,977531	1,000000	-	1,000000	1,000000	0,019659	0,000000
P207	14,450	0,519220	0,887469	0,875833	0,966880	0,997306	1,000000	1,000000	-	1,000000	0,825185	0,000000
H66	14,476	0,462079	0,863547	0,843111	0,957760	0,996330	1,000000	1,000000	1,000000	-	0,823276	0,000000
H33	15,899	0,000000	0,000036	0,000000	0,001124	0,066277	0,004322	0,019659	0,825185	0,823276	-	0,000000
VSZ	18,921	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	-

Tab. 11.

Posouzení rozdílů objemů kmene (V) potomstev osiky v roce 2000; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy ($p < 0,05$) jsou vyznačeny

Scheffé post hoc test (ANOVA) for stem volume values of aspen progenies in 2000. Marked differences are significant ($p < 0,05$)

Potomstvo/ Offspring	Průměr/ Average	P104 0,093	H21 0,094	H61 0,106	H65 0,118	P120 0,118	N3 0,139	N2 0,144	H33 0,146	H66 0,148	P207 0,168	VSZ 0,304
P104	0,093	-	1,000000	0,999996	0,999550	0,962997	0,229725	0,085323	0,151155	0,815937	0,356186	0,000000
H21	0,094	1,000000	-	0,999999	0,999868	0,996082	0,699966	0,522112	0,559869	0,910458	0,554036	0,000000
H61	0,106	0,999996	0,999999	-	1,000000	0,999996	0,969949	0,919048	0,920344	0,988919	0,834310	0,000000
H65	0,118	0,999550	0,999868	1,000000	-	1,000000	0,999845	0,999008	0,998629	0,999743	0,978306	0,000000
P120	0,118	0,962997	0,996082	0,999996	1,000000	-	0,961482	0,823944	0,879119	0,997079	0,866980	0,000000
N3	0,139	0,229725	0,699966	0,969949	0,999845	0,961482	-	1,000000	0,999999	1,000000	0,997417	0,000000
N2	0,144	0,085323	0,522112	0,919048	0,999008	0,823944	1,000000	-	1,000000	1,000000	0,999354	0,000000
H33	0,146	0,151155	0,559869	0,920344	0,998629	0,879119	0,999999	1,000000	-	1,000000	0,999792	0,000000
H66	0,148	0,815937	0,910458	0,988919	0,999743	0,997079	1,000000	1,000000	1,000000	-	0,999989	0,000000
P207	0,168	0,356186	0,554036	0,834310	0,978306	0,866980	0,997417	0,999354	0,999792	0,999989	-	0,000011
VSZ	0,304	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000011	-

Tab. 12.

Analýza rozptylu hodnot dendrometrických dat potomstev osiky VS UH v roce 2000

Analysis of variance for mensurational characteristics of aspen progenies VS UH in 2000

	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
$d_{1,3}$	552,0981	9	61,34423	11368,67	735	15,46758	3,96599	0,000059
h	725,5876	9	80,62085	5415,81	735	7,36845	10,94135	0,000000
V	0,2885	9	0,03206	4,96	735	0,00675	4,74656	0,000004

Tab. 13.

Posouzení rozdílů objemů kmene (V) potomstev osiky VS UH v roce 2000; Scheffé post hoc test (ANOVA), významné rozdíly mezi potomstvy ($p < 0,05$) jsou vyznačeny

Scheffé post hoc test (ANOVA) for stem volume values of aspen progenies VS UH in 2000. Marked differences are significant ($p < 0,05$)

Potomstvo/ Offspring	Průměr/ Average	P104 0,093	H21 0,094	H61 0,106	H65 0,118	P120 0,118	N3 0,139	N2 0,144	H33 0,146	H66 0,148	P207 0,168
P104	0,093		1,000000	0,999959	0,997384	0,891219	0,084025	0,020890	0,046240	0,626131	0,160496
H21	0,094	1,000000	-	0,999992	0,999102	0,983127	0,473522	0,290468	0,325157	0,781846	0,319664
H61	0,106	0,999959	0,999992	-	0,999998	0,999962	0,908031	0,798167	0,800673	0,959508	0,653654
H65	0,118	0,997384	0,999102	0,999998	-	1,000000	0,998967	0,994805	0,993129	0,998397	0,929466
P120	0,118	0,891219	0,983127	0,999962	1,000000	-	0,887656	0,637990	0,725908	0,986858	0,705535
N3	0,139	0,084025	0,473522	0,908031	0,998967	0,887656	-	0,999999	0,999991	1,000000	0,988171
N2	0,144	0,020890	0,290468	0,798167	0,994805	0,637990	0,999999	-	1,000000	1,000000	0,996415
H33	0,146	0,046240	0,325157	0,800673	0,993129	0,725908	0,999991	1,000000	-	1,000000	0,998666
H66	0,148	0,626131	0,781846	0,959508	0,998397	0,986858	1,000000	1,000000	1,000000	-	0,999900
P207	0,168	0,160496	0,319664	0,653654	0,929466	0,705535	0,988171	0,996415	0,998666	0,999900	-

Tab. 14.

Výsledky t-testu potomstev osiky – porovnání podle křížení (1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula*) (1992)

t-test for aspen progenies – confrontation of 1 – *Populus tremula* x *P. tremuloides*; 2 – *P. tremula* x *P. tremula* (1992)

	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	1	2				1	2	1	2	Variances	Variances
$d_{1,3}$	8,719828	9,491607	-3,38518	1481	0,000730	232	1251	2,854926	3,247480	1,293908	0,014485
h	9,161638	8,724221	2,51636	1481	0,011963	232	1251	2,117428	2,485535	1,377916	0,002485

VÝSLEDKY HODNOCENÍ DRUHOVÉ ČISTOTY UZNANÝCH POROSTŮ DUBU FENOTYPOVÉ TŘÍDY A

Evaluation results on species purity of certified oak stands for the seed material collection, phenotype class A

Abstract

The paper is focused on species purity evaluation of the oak stands, phenotype class A, certified for the seed material collection in the Czech Republic. Only 113 (52%) of the total 218 of the stands analysed, correspond to the demand of 99% species purity (category I). Thirty seven stands have an admixture of other species up to 10% (category II), 68 of the stands have comparatively high proportion of some other tree species – up to 50% (category III). More significant representation of hybrids was not proved (category IV). Based on the evaluation of species purity, silvicultural measures have been recommended, aimed at ensuring of the reproductive material of sessile and pedunculate oak, with respect to the valid legislation.

Klíčová slova: dub letní, dub zimní, druhové určení, uznaný semenný porost, druhová čistota, morfologický charakter listů, diskriminační analýza
Key words: pedunculate oak, sessile oak, species determination, certified seed stand, species purity, morphological characters of leaves, discrimination analysis

Úvod

V souvislosti s přípravou zákona č. 149/2003 Sb. stanovilo Ministerstvo zemědělství úkol přezkoumat druhové složení porostů dubu uznaných ke sběru semenného materiálu fenotypové třídy A. Tento úkol byl součástí projektu „Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu“, který byl řešen v letech 2001 – 2004 ve VS Uherské Hradiště ve spolupráci s útvarem biologie a šlechtění lesních dřevin VÚLHM Jiloviště–Strnady. Projekt se mimo jiné zabýval i různými metodami rozpoznávání obou hlavních druhů dubu a přezkoumáním druhové čistoty uznaných porostů.

Je obecně známá skutečnost, že uznané porosty dubu letního (*Quercus robur* L.) a zimního (*Q. petraea* (MATT) LIEBL.) v ČR nejsou v některých případech druhově čisté, protože správné botanické determinaci jednotlivých druhů, která může být komplikována výskytem kříženců, nebyla v minulosti věnována patřičná pozornost. Podle směrnice EU č. 1999/105/EC o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin ze dne 22. 12. 1999 je v příloze VII (část A) stanoveno, že do oběhu lze uvádět osivo s 99% druhovou čistotou. Před vstupem do EU a přijetím zákona č. 149/2003 Sb. se proto přistoupilo k ověření druhové čistoty porostů dubu uznaných pro sběr semenného materiálu, v první fázi porostů fenotypové třídy A.

Oba naše nejhojněji se vyskytující druhy dubu (dub letní, dub zimní) lze poměrně snadno rozlišit na základě morfologických znaků na listech, jestliže se jedná o čisté druhy. Dobrymi rozlišovacími znaky jsou délky listových řapíků a zejména délka stopek u žaludů. Složitější je určení dalších druhů popř. hybridních jedinců, které se však v uznaných porostech objevují většinou jen sporadicky. U nich jsou kromě morfologie listů důležitými určovacími znaky např. odění letorostů a listů a délka stopky číšek žaludů. Hlavní problém spočívá v tom, že v řadě porostů se v současné době vyskytuje směs obou hlavních druhů, možná je i přítomnost hybridů. Porosty (populace) nelze tedy často zařadit k jedinému druhu, což je předpokladem k uznání porostu pro sběr semenného materiálu. K tomuto tématu již byl publikován článek (BENEDÍKOVÁ, BERANOVÁ 2003).

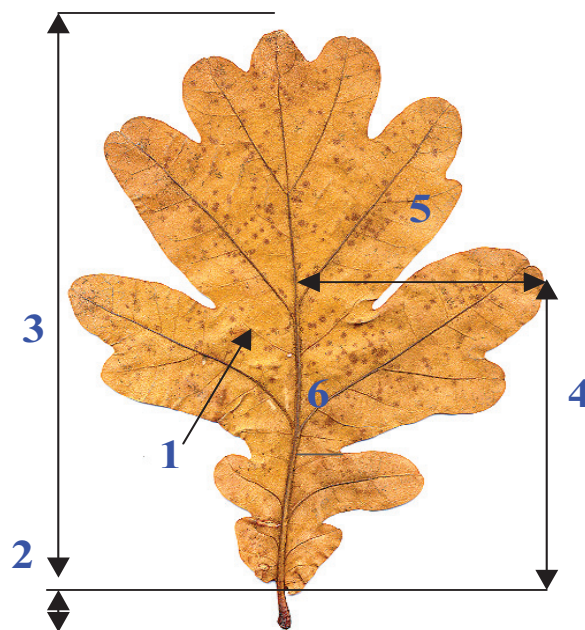
Materiál a metodika

Podobná problematika byla již řešena v Německu (ELSNER 1995, KLEINSMIT 1995, KLEINSMIT, KREMER, ROLLOF 1995, HERTEL et al. 2000). Proto byla navázána spolupráce s pracovištěm oddělení šlechtění lesních dřevin a lesních genových zdrojů Dolnosaského lesnického výzkumného

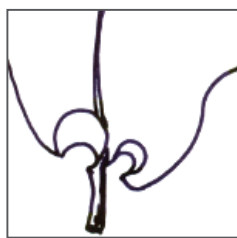
ústavu v Escherode (Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt). Z tohoto pracoviště byl získán speciální počítačový program na rozlišování dvou základních druhů *Q. robur* a *Q. petraea* pro určování druhové čistoty uznaných porostů dubu včetně ověřené metodiky (ŠVOLBA 2000).

V každém zkoumaném porostu byl prováděn sběr listů, popř. číšek se stopkami vždy ze třiceti stromů (reprezentativní vzorek porostu), které byly vybírány podle tvaru porostu buď po úhlopříčce nebo rovnoměrně po celém porostu. Pod každým stromem bylo sbíráno minimálně 10 nepoškozených listů, nejlépe suchých a 10 kusů číšek se stopkami, pokud byly k dispozici. Zařazení k příslušnému druhu bylo prováděno na základě sledování morfologických a biometrických znaků na listech, v některých případech i délky stopky číšek žaludů.

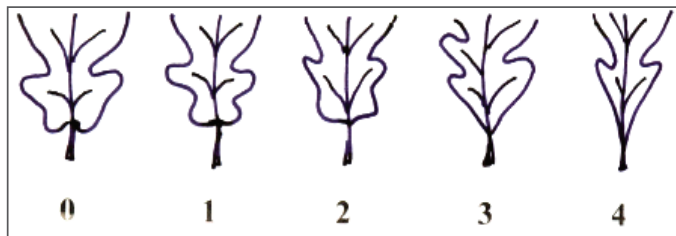
U každého listu byly hodnoceny následující znaky:



- 1) počet párů listových laloků (kromě terminálu)
- 2) počet listových zářezů
- 3) počet interkalárních žilek, které jdou nejméně do poloviny zářezu (1)
- 4) délka řapíku (2)
- 5) délka listové čepele (3)
- 6) vzdálenost od báze čepele k nejširšímu místu (4)
- 7) nejširší místo poloviny listu (5)
- 8) sousední (pod ním ležící) listový zářez až ke střední žilce (6).



- 9) zaouskování (lálůčky u řapíku):
 0 ... ouška velmi výrazná
 1 ... zřetelná
 2 ... poznatelná
 3 ... naznačená
 4 ... žádná

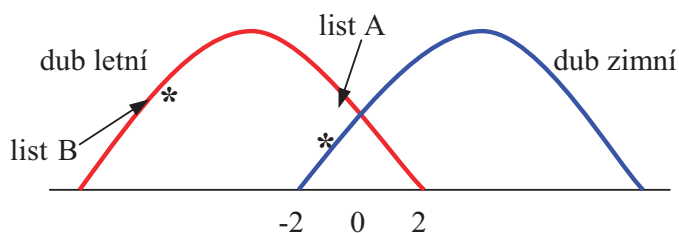


- 10) tvar báze listu:
 0 ... srdčitá
 1 ... málo zahnutá
 2 ... 90°
 3 ... cca 45°
 4 ... klínovitá

- 11) délka stopky čísek žaludů.

V rámci přezkoušení druhové čistoty uznaných porostů ke sklizni osiva dubu letního a dubu zimního kategorie A byl v letech 2001 až 2004 proveden sběr určovacího materiálu ve všech uznaných dubových porostech v ČR kategorie A. Nejvíce porostů bylo v přírodních lesních oblastech Polabí (LS Nymburk, LS Hořice, LS Rychnov nad Kněžnou, LS Opočno, Hradec Králové, LD Uhersko), Středočeská pahorkatina (LZ Dobříš), Západočeská pahorkatina (LS Plasy), Křivoklátsko (LS Křivoklát), Jihočeské pánve (LS Hluboká nad Vltavou, LS Třeboň, LS Nové Hradky, LS Jindřichův Hradec), Jihomoravské úvaly (NP Podyjí, LZ Židlochovice, LS Strážnice), Dražanská vrchovina (ŠLP Křtiny), Hornomoravský úval (LS Prostějov, LS Bystřice pod Hostýnem, LS Šternberk), Předhoří Českomoravské vrchoviny (LS Třebíč) a Bílé Karpaty (LS Luhačovice).

Vyhodnocení morfologických a biometrických znaků bylo prováděno diskriminační analýzou, která zobrazením v histogramu odděluje listy s charakterem převážně dubu letního (v histogramu nalevo od 0) od listů s charakterem převážně dubu zimního (v histogramu napravo od 0). Proměnlivost obou druhů je značně velká a jejich vlastností se částečně překrývají, jak ukazuje následující histogram.



Proto je možné, že list A, ačkoliv jej součet vlastností řadí nalevo od nuly k dubu letnímu, může přesto být listem dubu zimního. Potom u vypočteného poměru např. 98 % dub zimní a 2 % dub letní byla pro posouzení skutečného stavu nutná kontrola ostatních výsledných dat včetně konfrontace s optickým zhodnocením porostu při sběru vzorků, protože se může jednat o čistý porost dubu zimního.

Pokud je list nebo více listů zařazeno k B, jedná se o listy dubu letního, protože jsou mimo variabilitu dubu zimního. V tomto případě se jedná o směs druhů. Pokud je příměs větší než 10 %, nelze zajistit korekturu vytěžením stromů přimíšeného druhu.

Diskriminační analýza neudává při výskytu možných hybridů jejich podíl. Přesto je seskupení listů v histogramu kolem nulového bodu náznakem podílu hybridů. Při velkém smíšení obou druhů nebo hybridů se k ujasnění vypočítá clustrová (hloučková) analýza. Přitom se vypočte procentický podíl hybridů.

V příloze jsou zařazeny ukázky výsledků vyhodnocení druhového složení porostů. Na obr. 1 je čistý porost dubu letního, na obr. 2 čistý porost dubu zimního, na obr. 3 směs obou druhů bez podílu hybridů s příměsí druhého druhu do 10 % a na obr. 4 – 5 nad 10 %.

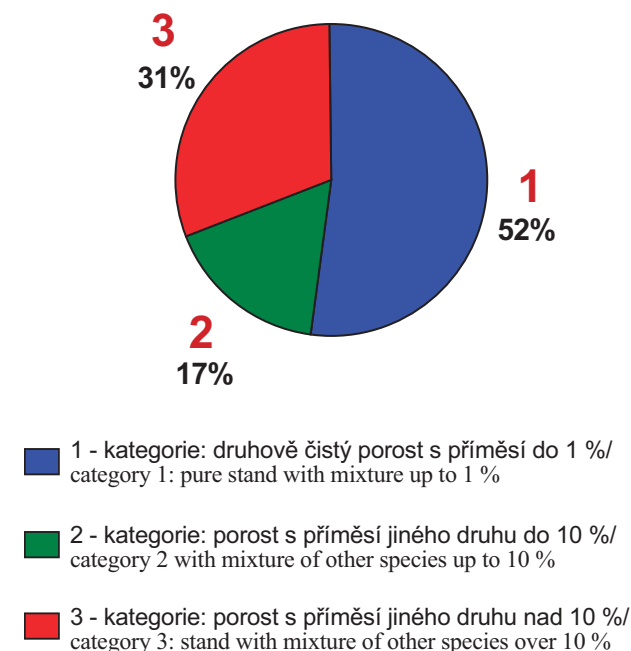
Po zpracování a vyhodnocení výsledků byly jednotlivé porosty podle jejich druhové čistoty zařazeny do pěti následujících kategorií:

1. druhově čistý porost s povolenou příměsí do 1 %
2. porost s příměsí jiného druhu do 10 %
3. porost s příměsí jiného druhu nad 10 %
4. porost s příměsí jiného druhu nad 10 % a s podílem hybridů
5. druhově čistý porost jiného druhu, než pro který byl uznán

Na základě takto získaných výsledků byla navržena opatření pro sběr reprodukčního materiálu v uznaných porostech podle jejich druhové čistoty a změny v rejstříku uznaných zdrojů.

Výsledky

Měření a hodnocení znaků na listech, popř. číškách shromážděných vzorků a zpracování výsledků diskriminační analýzou bylo provedeno celkem u 218 porostů. Bylo zjištěno jejich druhové složení a provedeno zařazení do kategorií podle druhové čistoty. Zastoupení jednotlivých kategorií v procentech znázorňuje graf 1.



Graf 1.

Procentické zastoupení uznaných porostů dubu fenotypové třídy A podle jednotlivých kategorií

Proportional representation of certified oak stands of phenotype class A according to categories

Tab. 1.

Počet a procentické zastoupení uznaných porostů dubu letního a zimního v jednotlivých kategoriích podle druhové čistoty
Number and proportional representation of certified stands with English and sessile oaks in particular categories according to species purity

Kategorie/ Category	dub letní/English oak		dub zimní/sessile oak		Celkem/Total	
	počet/number	% v kateg./in categ.	počet/number	% v kateg./in categ.	počet/number	% v kateg./in categ.
1	69	61,1	44	38,9	113	51,8
2	17	46,0	20	54,0	37	17,0
3	44	64,7	24	35,3	68	31,2

Tab. 2.

Přehled kategorií druhové čistoty uznaných porostů dubu fenotypové třídy A podle výsledků šetření v jednotlivých přírodních lesních oblastech (PLO)
Categories of species purity of certified stands with oak of phenotype class A according to results in particular natural forest areas

Přírodní lesní oblast/Natural forest area		Počet porostů/ Stands number	Kategorie zařazení porostu/Classification category of stand					
			1		2		3	
			dub letní/ English oak	dub zimní/ sessile oak	dub letní/ English oak	dub zimní/ sessile oak	dub letní/ English oak	dub zimní/ sessile oak
6	Západočeská pahorkatina	14	-	10	-	1	2	1
7	Brdská vrchovina	7	-	6	-	1	-	-
8	Křivoklátsko	23	-	13	-	6	1	3
9	Rakovnicko-kladenská pahorkatina	1	-	-	-	1	-	-
10	Středočeská pahorkatina	14	1	1	-	5	2	5
12	Předhoří Šumavy a Novohrad. hor	1	1	-	-	-	-	-
15	Jihočeské pánve	10	2	-	1	1	3	3
16	Českomoravská vrchovina	4	-	-	1	-	-	2
17	Polabí	81	27	-	13	1	33	7
26	Předhoří Orlických hor	2	-	2	-	-	-	-
28	Předhoří Hrubého Jeseníku	1	-	-	-	-	1	-
30	Drahanská vrchovina	5	-	2	-	2	-	1
33	Předhoří Českomorav. vrchoviny	11	-	6	1	1	2	1
34	Hornomoravský úval	16	16	-	-	-	-	-
35	Jihomoravské úvaly	22	21	-	1	-	-	-
36	Středomoravské Karpaty	2	-	1	-	1	-	-
38	Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	3	-	1	-	-	-	-
39	Podbeskydská pahorkatina	1	1	-	-	-	-	-

Celkový přehled uznaných porostů dubu fenotypové třídy A, zařazených do kategorií podle jejich počtu a procent, udává tabulka 1. Z 218 hodnocených porostů bylo 130 porostů s převládajícím dubem letním (59,6 %) a 88 porostů s převládajícím dubem zimním (40,4 %).

V tabulce 2 je uveden přehled výsledků zařazení uznaných porostů dubu fenotypové třídy A do kategorií 1 – 3 druhové čistoty podle jednotlivých přírodních lesních oblastí.

Porosty dubu letního splňující požadavek druhové čistoty najdeme v PLO 17, 34 a 35, přitom v moravských úvalech jsou s výjimkou všechny porosty v kategorii 1. V Polabí je v této kategorii pouze 33 %, v 2. kategorii 16 % a v 3. kategorii 41 % porostů. Porosty dubu zimního převážně kategorie 1 jsou v PLO 6, 7, 8 a 33.

Procentické zastoupení kategorií druhové čistoty uznaných porostů dubu v jednotlivých LVS je znázorněno v grafech 2 a 3.

V 1. LVS – dubový výrazně převládají druhově čisté porosty dubu letního kategorie 1 (82 % z celkem 71 porostů v 1. LVS). Ve 2. LVS – bukodubový je nejvíce porostů s převládajícím dubem letním v kategorii 3

(35 %), následují porosty dubu zimního kategorie 1 (24 %). Ve 3. LVS – dubobukový je 52 % uznaných druhově čistých porostů dubu zimního kategorie 1, vyskytují se však také čisté porosty dubu letního (7 %). Ve 4. LVS – bukový převládají u obou druhů smíšené porosty kategorie 3. Zajímavostí je výskyt čistého porostu dubu letního v 5. LVS – jedlobukový v nadmořské výšce 720 m.

Diskuse a závěr

Z analyzovaných 218 porostů splňuje požadavek 99 % druhové čistoty (kategorie 1) pouze 113 porostů, což je 52 %. Z toho 69 porostů je dub letní a 44 porostů dub zimní. Příměs do 10 % (kategorie 2) má 37 porostů, vysokou příměs druhého druhu dubu (kategorie 3), a to až 50 %, je tvořeno 68 porostů. Významnější zastoupení hybridů (kategorie 4) nebylo prokázáno. Kategorie 5 při hodnocení nebyla zjištěna. Podíl na tom má i skutečnost, že v dříve zpracovávaných LHP nebyl dub letní a zimní rozlišován.

Tab. 3.

Počty uznaných porostů fenotypové třídy A dubu letního a zimního podle kategorií druhové čistoty v jednotlivých lesních vegetačních stupních (LVS)

Number of certified stands of phenotype class A with English and sessile oaks according to species purity category according to forest vegetation zones (FVZ)

LVS/FVZ	Dub letní/English oak			Dub zimní/Sessile oak			Počet porostů v LVS/ Number of stands in FVZ	Zastoupení druhů dubu v %/ Representation of oak species in %	
	kategorie/category			kategorie/category				dub letní/English oak	dub zimní/sessile oak
	1	2	3	1	2	3			
1.	58	1	5	-	1	6	71	90	10
2.	7	13	27	19	7	5	78	60	40
3.	3	1	6	23	7	4	44	23	77
4.	-	1	6	1	5	6	19	37	63
5.	1	1	-	1	-	3	6	33	67

Ve třech německých spolkových zemích bylo stejným způsobem do konce roku 1999 vyhodnoceno, podle druhové čistoty zařazeno do kategorií a doporučena opatření pro další hospodaření u 1 416 dubových porostů, z toho 252 ze země Šlesvicko-Holštýnsko, 836 z Dolního Saska a 328 porostů z Porýní-Falc. Pokud porovnáme výsledky šetření u nás a z uvedených tří spolkových zemí v Německu, zjistíme, že požadavek na čistotu druhu u dubu letního splňuje u nás 61 % porostů, v Německu 66 %, u dubu zimního je to u nás 39 % a v Německu 64 % porostů. Kategorie 2 a 3 nebylo možné srovnávat, protože nastavená kritéria byla v Německu poněkud přísnější než u nás. Do třetí kategorie jsou tam zařazeny porosty s příměsí vyšší než 3 % (u nás 10 %). U 105 porostů (7 %) zjistili kromě obou druhů i větší podíl hybridů.

Ukazuje se, že požadavek druhové čistoty splňují nejčastěji větší souvislé lesní celky přirozeného charakteru a pravděpodobně i z větší části autochtonního původu. V porostech, které byly převážně založeny uměle, bývá vyšší pravděpodobnost výskytu směsi obou hlavních druhů. S výjimkou rozsáhlých lesních celků východně od Hradce Králové (bývalý LHC Vysoké Chvojno) se většinou jedná o méně souvislé, často soukromé lesy.

Obecně uváděný předpoklad, že v 1. a 2. LVS roste nejlépe dub letní, od 3. LVS dub zimní, se při našem šetření v porostech fenotypové třídy A nepotvrdil. U dubu letního platí pouze pro 1. LVS, zatímco už ve 2. LVS převládají druhově čisté porosty dubu zimního.

Pro jednotlivé kategorie porostů, určených na základě šetření druhové čistoty, jsou navržena péstební opatření, která by měla umožnit zajištění reprodukčního materiálu dubu letního a zimního při respektování požadavků zákona č. 149/2003 Sb.:

- u porostů kategorie 2 (příměs jiného druhu do 10 %) se navrhuje jednotlivé stromy identifikovat, označit, vyloučit ze sběru osiva a při probírce vytěžit;
- u porostů kategorie 3 (příměs nad 10 %) a kategorie 4 (příměs nad 10 %, případně s podílem hybridů) je navrženo jejich vyřazení z rejstříku zdrojů reprodukčního materiálu. V případě, že se jedná o perspektivní, vysoce kvalitní a stanovištně přizpůsobené porosty, budou vedeny ve zvláštní evidenci jako porosty se sníženými požadavky na druhovou čistotu dubu a bude navržen způsob jejich dalšího využívání (např. přirozená obnova).

Výsledky kontroly druhové čistoty uznaných porostů dubů byly zaslány na MZe, podniku LČR a dalším vlastníkům příslušných porostů. Návrh změn v rejstříku uznaných zdrojů vyplývá z tabulky 1 a byl dán na vědomí pracovišti VÚLHM ve VS Uherské Hradiště, oddělení uznávání

a evidence zdrojů reprodukčního materiálu. U porostů kategorie 3 je navrženo jejich vyřazení z rejstříku zdrojů reprodukčního materiálu. V tomto případě pro vlastníka vyplývá povinnost informovat příslušný krajský úřad a pověřenou osobu (VÚLHM Jíloviště) o zrušení zdroje.

Poděkování:

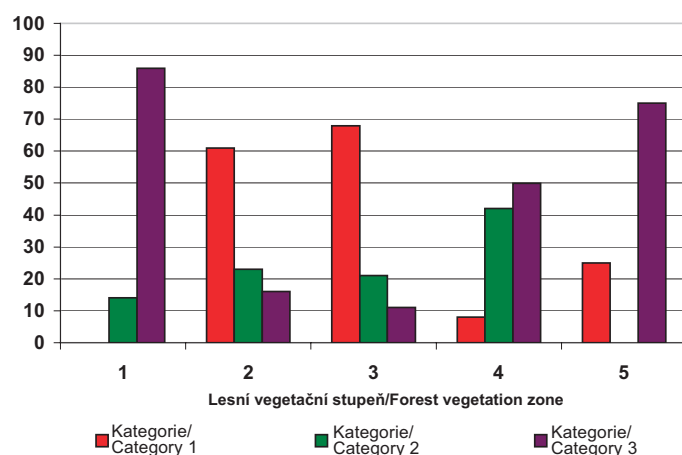
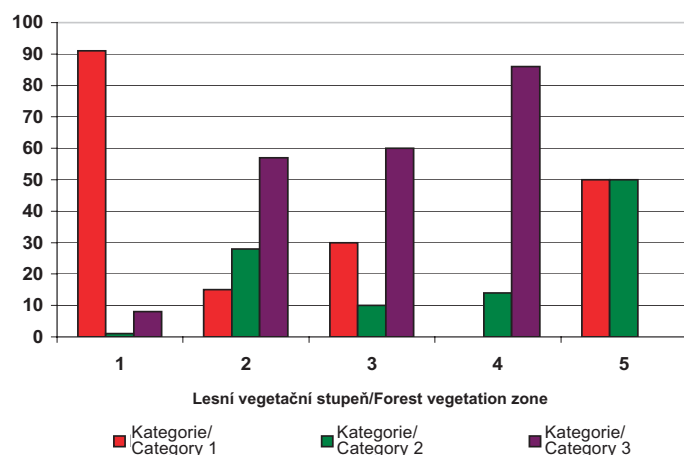
Autoři článku děkují za spolupráci Ing. Josefu Švolbovi a Lesnickému výzkumnému ústavu Dolního Saska v Escherode za poskytnutí počítačového programu a metodiky.

Tento článek je publikován s finanční podporou NAZV, v rámci výzkumného projektu č. QC 1420.

Literatura

- BENEDÍKOVÁ, M., BERANOVÁ, L.: Sběr osiva a problematika určování druhů dubu. Lesnická práce, 2003, 6, s. 16-17.
- ELSNER, G.: Morphological variability of oak stands (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) in northern Germany. NFV Abt. C Veröffentlichung, Nr. 14/1993, s. 228-232.
- HERTEL, H., DEGEN, B., FINKELEY, R., BONFILS, P., LANDOLT, R.: Unterscheidung von Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* [MATUSCHKA] LIEBL.) mit Hilfe von genetischen und morphologischen Merkmalen. Forest Genreserves – Forstliche Genreservate. Proceeding of the Forum „Genetik Wald Forstwirtschaft“ held at the Swiss Federal Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland, 7-9 October 1998. Forest Snow and Landscape Research, 75, 2000, č. 12, s. 169-183.
- KLEINSMIT, J., KREMER, A., ROLLOF, A.: Sind Stieleiche und Traubeneiche zwei getrennte Arten? AFZ, Der Wald, 26, 1995, s. 1453-1456.
- KLEINSMIT, J.: Vergleich morphologischer und genetischer Unterscheidungsmerkmale bei Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* [MATT.] LIEBL.). Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz, 1995, č. 34, s. 327-349.
- ŠVOLBA, J.: Zkušenosti s rozlišováním dubů v Dolním Sasku. In: Rozlišování dubů a možnosti udržení druhové čistoty v lesních porostech. Sborník ze semináře, Rožtoky u Křivokláta 12. 9. 2000, s. 39-48.
- Zákon č. 149/2003 Sb.: Zákon o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin).

Recenzent: Prof. Ing. J. Kobiha, CSc.

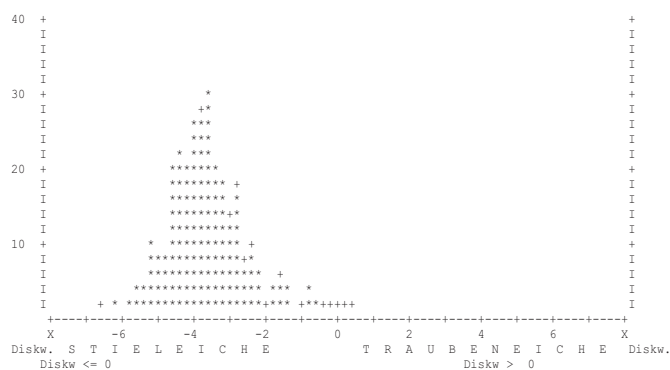


Graf 2. - 3.

Procentické zastoupení kategorií druhové čistoty uznaných porostů dubu fenotypové třídy A v jednotlivých LVS
Proportional representation of pure oak stands of phenotype class A in particular forest vegetation zones

Porost č./Stand no. 19

Forstamt: Strážnice

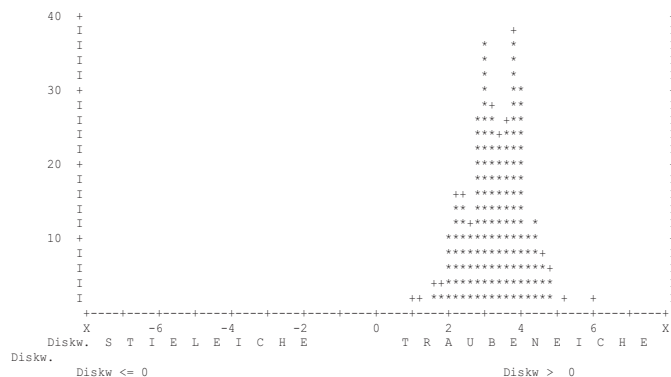


Obr. 1.

Čistý porost dubu letního – kategorie 1
Pure English oak stand – category 1

Porost č./Stand no. 1

Forstamt: Buchlovice

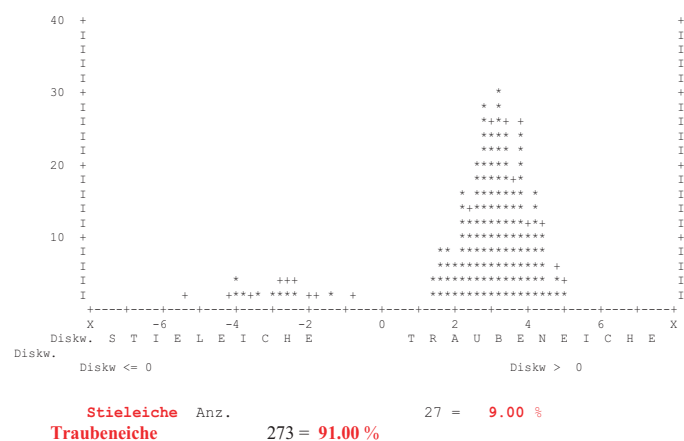


Obr. 2.

Čistý porost dubu zimního – kategorie 1
Pure sessile oak stand – category 1

Porost č./Stand no. 2

Forstamt: Křtiny

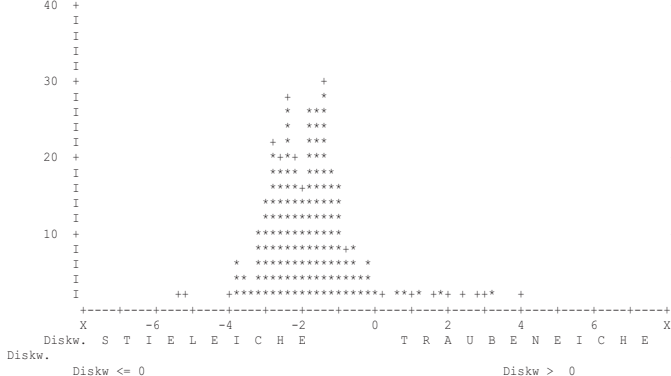


Obr. 3a.

Dub zimní, příměs dubu letního do 10 % - kategorie 2
Sessile oak, mixture of English oak up to 10 % - category 2

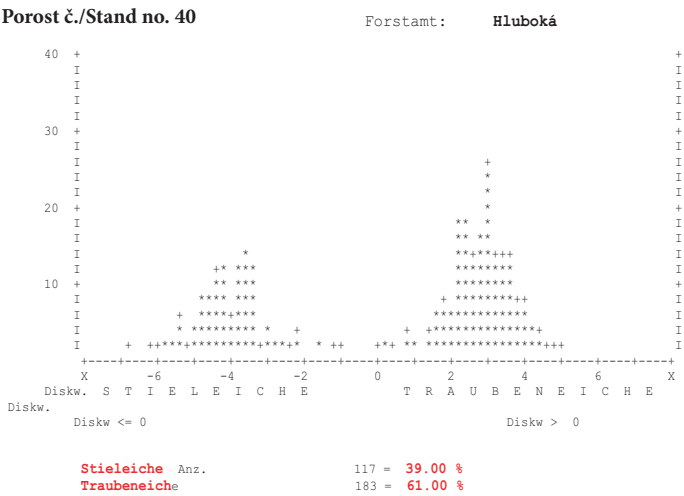
Porost č./Stand no. 164

Forstamt: LD Uhersko

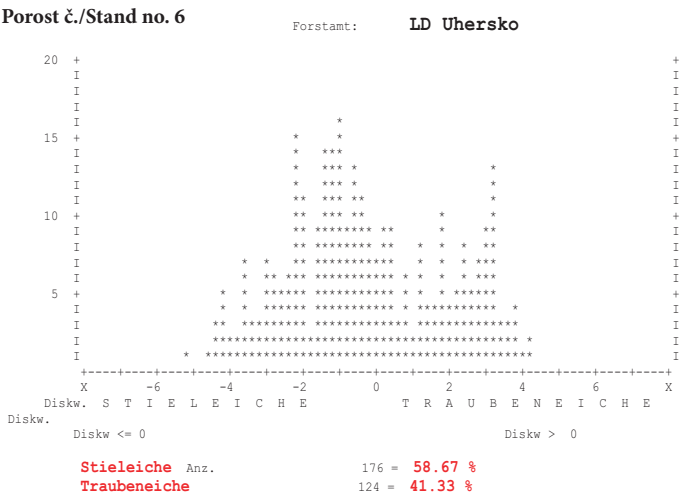


Obr. 3b.

Dub letní, příměs dubu zimního do 10 % - kategorie 2
English oak, mixture of sessile oak up to 10 % - category 2



Obr. 4.
Směs druhů, převládá dub letní, příměs dubu zimního nad 10 %
- kategorie 3
Species mixture, English oak prevails, mixture of sessile oak over 10 %
- category 3



Obr. 5.
Směs druhů, převládá dub zimní, příměs dubu letního nad 10 %
- kategorie 3
Species mixture, sessile oak prevails, mixture of English oak over 10 %
- category 3

MIKROKLIMA PLASTOVÝCH CHRÁNIČŮ SADEBNÍHO MATERIÁLU

Microclimate of plastic treeshelters for planting stock

Abstract

Plastic treeshelters are used in reforestation for protection of plants against deer browsing. The microclimate inside shelters affects tree growth. Temperature conditions were monitored inside of green polypropylene treeshelters both in summer and in winter. During day hours the temperatures inside shelters were of 8 °C warmer than ambient levels. The highest temperature occurred in the top part of shelters and decreased toward the bottom. On the other hand night temperatures were the warmest near the bottom of shelters and decreased toward the top. Consequently temperature in the top parts of shelters much more fluctuated in comparison to central and bottom parts and the most extremes occurred there. Holes in bottom parts of shelters influenced mostly the temperature in central parts of tubes. Night frosts and big changes between night and day temperatures could subject young shoots to more frequent incidents of frost and cause dieback in case they did not harden enough before winter.

Úvod

Využívání plastových chráničů při zalesňování listnatými dřevinami již získalo své místo v obnově lesa. Výhodou plastových tub je možnost ochrany jednotlivých sazenic rozptýlených po ploše před poškozováním zvěří. Snadnější je i péče o mladé kultury, protože sazenice v chráničích jsou dobře viditelné a je tak odstraněno nebezpečí jejich poškození při likvidaci buřeně. Další výhodou této technologie je stimulační vliv na výškový růst většiny druhů listnáčů. V některých podmínkách však může naopak docházet ke zhoršení růstu, jehož příčinou mimo jiné může být poškozování sazenic mrazem nebo v létě vysokou teplotou. Proto byla realizována šetření zaměřená na detailní sledování teplotních podmínek uvnitř chráničů v porovnání s okolním prostředím.

Rozbor problematiky

Růst sazenic uvnitř plastových chráničů je výrazně ovlivňován mikroklimatickými podmínkami. Klima v chráničích se podobá více skleníkovým podmínkám než venkovnímu prostředí (KJELGREN et al. 1997). Jedná se především o vyšší teplotu, vyšší vlhkost vzduchu a absenci proudění vzduchu uvnitř chráničů (POTTER 1988).

Prostředí uvnitř chráničů na jedné straně stimuluje výškový růst sazenic (BURGER et al. 1992, 1997, HIX et al. 1994, KJELGREN et al. 1997, PONDER 1996, SPELLMANN, RICHTER 1992, KERR, EVANS 1993, MACKOWIAK 1997, WARD 1997, WITTMER et al. 1997, JURÁSEK 2003) a částečně chrání sazenice proti přísuškům, na druhé straně extrémní výkyvy teplot mohou vést k přímému nebo nepřímému poškozování nadzemních částí (prodloužením období růstu na podzim, snížením odolnosti k mrazu, ovlivněním doby rašení).

Zvýšení teploty uvnitř chráničů za jasných dnů v porovnání s okolím je nejvýraznější v suchém klimatu. KJELGREN et al. (1997) pozorovali v odpoledních hodinách teplotní rozdíl až 18 °C. SHARPE et al. (1999) zjistil v hnědých chráničích teplotu vyšší o 8,2 °C a v bílých chráničích až o 11,7 °C vyšší než v okolním prostředí. Maximální teplota v chráničích přitom dosáhla až 49 °C. SWISTOCK et al. (1999) uvádí, že maximální denní teplota v hnědých plastových chráničích byla během vegetačního období trvale o 14 až 17 °C vyšší než teplota v blízké meteorologické budce. Maximální teplota v neperforovaném chrániči dosáhla až 52 °C.

Z uvedeného vyplývá, že teplota uvnitř chráničů může dosáhnout příliš vysoké hodnoty nepříznivé pro růst některých druhů dřevin. Tento názor prezentuje například KJELGREN et al. (1994) nebo SWISTOCK et al. (1999).



Obr. 1. Typ chrániče použitý pro hodnocení teplotních podmínek (neperforovaný)
Treeshelter where temperature conditions were monitored (unventilated)



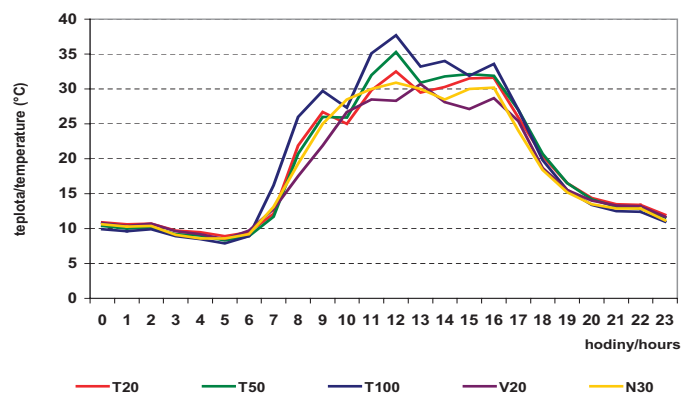
Obr. 2.
Chránič s větracími otvory
Ventilated treeshelter

V chladnějším klimatu nebo na částečně zastíněném stanovišti naopak zvýšení teploty v chráničích přispívá ke stimulačním účinkům na růst (JURÁSEK 2003).

Značnou roli vlhkostních podmínek na zvyšování teploty potvrzují údaje KJELGRENA a RUPPA (1997), kteří zjistili zvýšení teploty o 13 °C proti okolí v chráničích s nezavlažovanými javory a jasanu, zatímco v případě zavlažovaných sazenic byl teplotní rozdíl mezi chrániči a okolím pouze 5 °C. S vlhkostí souvisí i vyplnění chrániče listy pěstovaných rostlin. Byla pozorována značně nižší teplota v chráničích zaplněných aktivně transpirujícími listy než v tubách prázdných nebo obsahujících pouze malé sazenice dubu (POTTER 1988, SWISTOCK et al. 1999). Uvnitř chráničů existuje výrazný teplotní gradient s nejvyšší sumou teplot v horní části a jejím snižováním směrem k zemi (JURÁSEK 2003).

Také perforace ve spodních částech chráničů snížily maximální teploty za slunečního svitu. SWISTOCK et al. (1999) uvádí snížení denního maxima v perforovaných chráničích o ca 3 °C v porovnání s neperforovanými. JURÁSEK (2003) pozoroval o 20 až 30 % vyšší sumu teplot v dobře instalovaných chráničích (utěsnění spodní části) bez bočních perforací v porovnání s nesprávně instalovanými chrániči s mezerou mezi jejich spodní částí a půdou.

Specifické mikroklimatické podmínky uvnitř chráničů přispěly k poklesu odolnosti k mrazu u javoru a jasanu (KJELGREN, RUPP 1997), což se projevilo především poškozením nových výhonů. KJELGREN et al. (1997) popisuje u javoru a jasanu odumírání částí výhonů po zimě, kdy zjistil



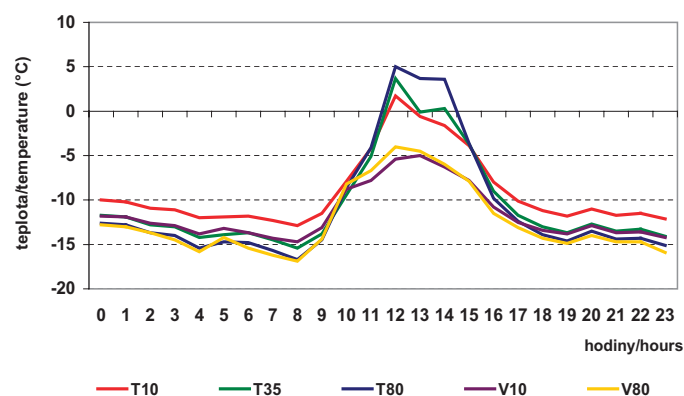
Obr. 3.

Porovnání denního průběhu teplot v různých výškách uvnitř chrániče a mimo něj za modelového horkého dne s radičním počasím (7. 9. 2004)

Comparison of the day course of temperatures in various parts (heights) inside treeshelters and outdoors in summer sunny day

Vysvětlivky: T20 – teplota uvnitř chrániče ve výšce 20 cm, T50 – v 50 cm, T100 – ve 100 cm, V20 – teplota mimo chránič ve výšce 20 cm, N30 – teplota v meteorologické stanici Noel ve výšce 30 cm nad zemí

Explanatory notes: T20 – temperature inside shelters in height 20 cm, T50 – in 50 cm, T100 – in 100 cm, V20 – outdoor temperature in height 20 cm, N30 – temperature measured in weather station in height 30 cm above ground



Obr. 4.

Porovnání denního průběhu teplot v různých výškách uvnitř chrániče a mimo něj za mrazivého dne bez sněhu (24. 12. 2003)

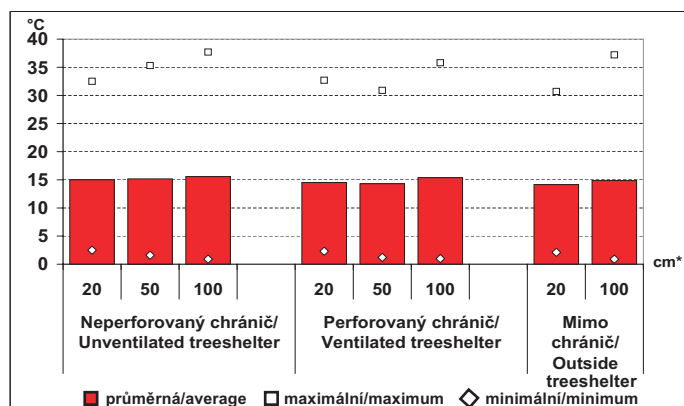
Comparison of the day course of temperatures in various parts (heights) inside treeshelters and outdoors in winter frosty day without snow cover

Vysvětlivky: T10 – teplota uvnitř chrániče ve výšce 10 cm, T35 – v 35 cm, T80 – v 80 cm, V10 – teplota mimo chránič ve výšce 10 cm, V80 v 80 cm

Explanatory notes: T10 – temperature inside shelters in height 10 cm, T35 – in 35 cm, T80 – in 80 cm, V10 – outdoor temperature in height 10 cm, V80 in 80 cm

denní kolísání teploty kůry stromků uvnitř chráničů až o 40 - 50 °C. Uvádí, že nepříznivé letní i zimní teploty uvnitř chráničů mohou snižovat vitalitu a spolupůsobit (interferovat) s odolností k mrazu u některých druhů dřevin pěstovaných v chráničích. Také STROBL a WAGNER (1996) uvádějí, že mikroklima uvnitř chráničů podporuje růst déle do podzimu a vede k větší citlivosti sazenic k poškození vrcholů podzimními mrazy. Výsledný pokles výškového růstu v jejich pokusech však byl více než překonán zvýšením růstu v následujícím roce. Poškození nedostatečně vyzrálých letorostů na větších holinách s celodenním osluněním u sazenic buku v chráničích popisuje i JURÁSEK (1998, 2003).

K poškozování sazenic mrazem přispívá i skutečnost, že chrániče neomezují pokles nočních teplot. Naopak uvnitř chráničů byly po-



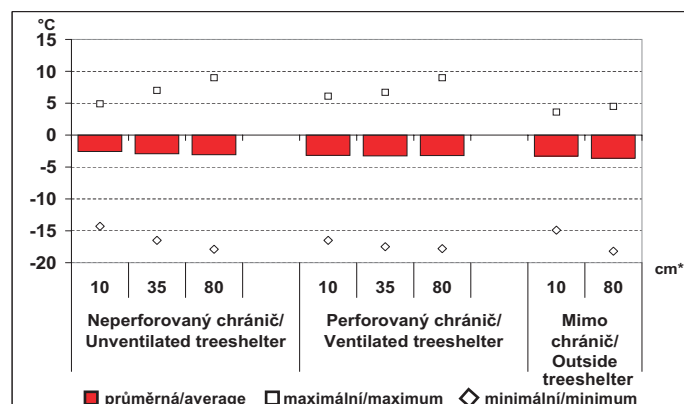
Obr. 5.

Minimální, průměrné a maximální teploty v perforovaných a neperforovaných chráničích a v okolním prostředí v období s radičním typem počasí (5. až 24. 9. 2004)

Minima, maxima and mean temperatures in ventilated and unventilated treeshelters and outdoors during sunny days (5 to 24 September 2004)

* výška umístění teplotních čidel od povrchu půdy

*height of temperature sensors above ground



Obr. 6.

Minimální, průměrné a maximální teploty v perforovaných a neperforovaných chráničích a v okolním prostředí v období se silnými mrazy bez sněhu (20. 12. 2003 až 10. 1. 2004)

Minima, maxima and mean temperatures in ventilated and unventilated treeshelters and outdoors during winter frosty days without snow cover (20 December 2003 to 10 January 2004)

* výška umístění teplotních čidel od povrchu půdy

*height of temperature sensors above ground

zorovány nižší minimální teploty než v jejich okolí, a to až o 4,5 °C (SWISTOCK et al. 1999). Za hlavní příčinu považují tito autoři hromadění přizemního chladného vzduchu v dole uzavřených chráničích. Perforace v dolních částech chráničů umožnily unikání chladného vzduchu do okolního prostředí a minimální teploty v perforovaných chráničích tak byly o více než 0,5 °C vyšší než v chráničích dole uzavřených. Růst sazenic, v tomto případě dubu červeného, nebyl vyvrtáním otvorů do spodních částí plastových tub ovlivněn. Naproti tomu KJELGREN et al. (1994) upozorňují, že otvory v chráničích nebo jejich špatné utěsnění k zemi zvyšují proudění vzduchu, které může vést až k vysychání a odumírání sazenic.

Pro další upřesnění a doplnění poznatků o teplotních poměrech v plastových chráničích jsme založili pokusy s detailním sledováním denního průběhu teplot v různých typech chráničů a v různých podmínkách. Jejich cílem je hlubší poznání mikroklimatických podmínek a jejich vlivu na vývoj sazenic buku lesního v různém prostředí.

Metodika

Teplotní podmínky byly sledovány v chráničích z vrstveného polypropylenu zelené barvy instalovaných v experimentální výsadbě buku lesního v objektu výzkumné stanice v Opočně (nezastíněné stanoviště, nadmořská výška 270 m n. m.). Pro hodnocení byly použity 120 cm vysoké tuby kruhového průřezu o průměru 11 cm (obr. 1). Perforované tuby (obr. 2) měly v dolní části 16 otvorů (ve 3 řadách). Bukové sazenice v době měření dosahovaly výšky chráničů. Kontrolní čidla pro sledování venkovní teploty byla umístěna u sazenic bez chráničů rostoucích na stejném záhoně.

Kontinuální měření teploty uvnitř chráničů a v jejich okolí bylo realizováno pomocí záznamníků teploty Logger firmy Comet. V každém chrániči byla umístěna 3 teplotní čidla v různých výškách. Teplota byla zaznamenávána v hodinových intervalech a byla porovnávána i s údaji z meteorologické stanice Noel vzdálené ca 50 m od sledovaných chráničů.

Gradient teplot uvnitř plastových chráničů v závislosti na výšce umístění čidla byl zjišťován dlouhodobě v průběhu vegetačního období i během zimy v letech 2003 a 2004. Pro demonstraci průběhů a gradientů teplot byly použity jednotlivé dny nebo kratší časové úseky s charakteristickými typy počasí (letní radiční počasí, zimní mrazy bez sněhové pokrývky).

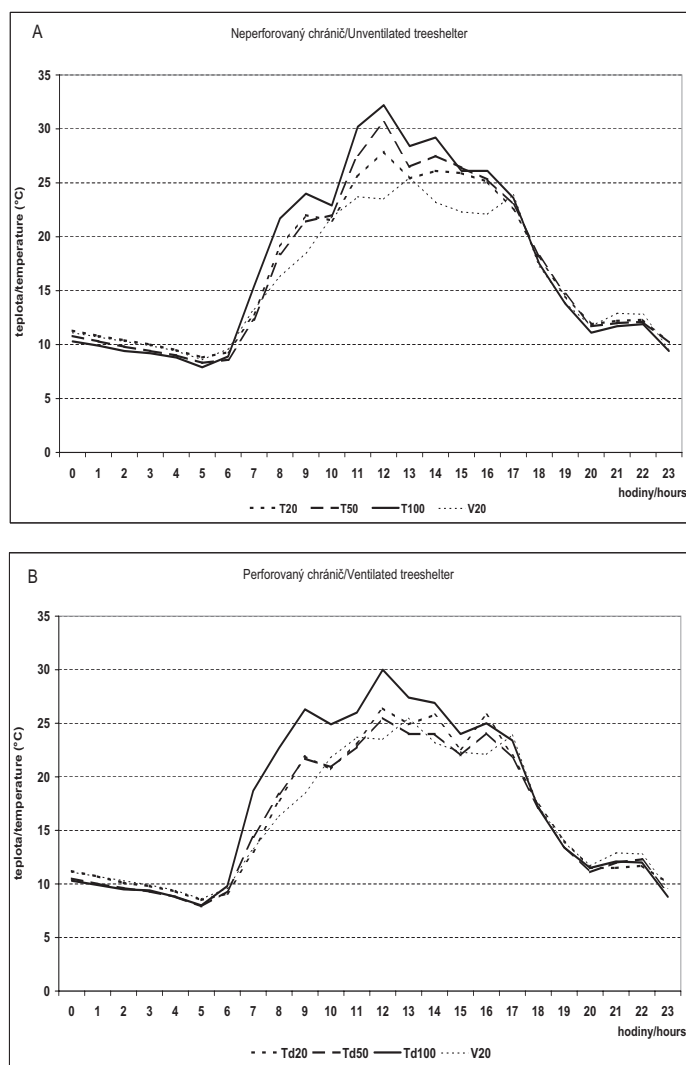
Výsledky

Průběh teplot za modelového horkého dne s radičním počasím je zobrazen na obr. 3. Znárodnuje denní změny teplot ve třech výškách uvnitř polypropylenového chrániče. Současně tam jsou uvedeny i teploty v těsném sousedství chrániče a v blízké meteorologické stanice Noel. Z obrázku je patrné zahřívání vzduchu uvnitř chrániče s výrazným gradientem, kdy nejvyšší denní teplota je pozorována v nejvyšší části, 20 cm pod horním okrajem chrániče. Ve střední části tuby je zahřívání menší a nejnižší denní teploty byly zjištěny ve spodní části chrániče, 20 cm nad povrchem půdy. Maximální teplota horní části nezastíněného chrániče za horkého dne dosahovala až o 8 °C vyšších hodnot než teplota vzduchu v okolí sousedních sazenic bez chráničů. Náhlý pokles teploty pozorovaný v dopoledních hodinách byl způsoben zastíněním prostoru chrániče opěrným kůlem.

Odlišný gradient teplot uvnitř neperforované polypropylenové tuby byl pozorován v nočních a časně ranních hodinách. Nejnižší minimální teplota byla zjištěna v horní části chrániče, nejvyšší v chrániči blízko povrchu půdy. Z uvedeného vyplývá, že teplota nejvíce kolísala blízko horního okraje chrániče, tam dochází k největším rozdílům mezi denní a noční teplotou. Nejmenší kolísání teplot bylo venku mimo chránič a ve spodních částech plastových chráničů.

Obdobný charakter denního průběhu a gradientu uvnitř chráničů byl pozorován i v zimním období. Porovnání průběhu teplot v jednotlivých částech chrániče a teploty mimo chránič za modelového zimního mrazivého dne bez sněhové pokrývky je znázorněno na obr. 4. Podobně jako v létě dochází i v zimě k nejsilnějšímu kolísání teploty v horní části chrániče, kde je v noci teplota nejnižší a během dne naopak nejvyšší ze všech sledovaných míst. Čím hlouběji bylo čidlo umístěno v chrániči, tím vyšší tam byla noční teplota a naopak docházelo k menšímu ohřívání za dne. Venkovní teplota se v noci příliš nelišila od teploty uvnitř chráničů, ale ve dne byla výrazně nižší.

V letním i zimním období byl tedy pozorován stejný gradient teplot uvnitř chráničů. V denních hodinách byla teplota nejvyšší v horní části chrániče a směrem dolů se snižovala. Rozdíly mezi ma-



Obr. 7

Porovnání průběhu teplot za zimního mrazivého dne bez sněhu (8. 9. 2004) v neperforovaném (A) a perforovaném (B) chrániči
Comparison of the day course of temperatures inside unventilated (A) and ventilated (B) treeshelters and outdoors in summer sunny day
Vysvětlivky: T20 – teplota uvnitř neperforovaného chrániče ve výšce 20 cm, T50 – v 50 cm, T100 – ve 100 cm, Td20 – teplota uvnitř perforovaného chrániče ve výšce 20 cm, Td50 – v 50 cm, Td100 – ve 100 cm, V20 – teplota mimo chránič ve výšce 20 cm

Explanatory notes: T20 – temperature inside unventilated shelters in height 20 cm, T50 – in 50 cm, T100 – in 100 cm, Td20 – temperature inside ventilated shelters in height 20 cm, Td50 – in 50 cm, Td100 – in 100 cm, V20 – outdoor temperature in height 20 cm

ximální teplotou v horních a dolních částech chráničů v zimě i v létě dosahovaly až 5 °C.

V nočních a ranních hodinách naproti tomu byla nejvyšší teplota ve spodní části chrániče, nižší byla ve střední části a nejnižší nahoře. Denní kolísání bylo tedy nejmenší ve spodní části chrániče, a to jak za zimních mrazů, tak v letním období. Za mrazivých nocí dosahovaly teplotní rozdíly mezi spodní a horní částí chrániče až 4 °C.

K diskutovaným otázkám patří možnost ovlivnění „skleníkového“ mikroklimatu v chráničích přítomností otvorů (nutných z technických důvodů například pro upevnění opěrných kůlů, vzniklých nedostatečným utěsněním k zemi nebo vytvořených záměrně). Proto byly porov-

návány teploty a jejich gradienty v klasických neperforovaných chráničích a v chráničích opatřených výrobcem ve spodní části 16 otvory.

Také toto hodnocení se uskutečnilo v experimentální bukové výsadbě v objektu výzkumné stanice v Opočně v zimním i v letním období. Pro znázornění vlivu perforace na průměrnou, maximální a minimální teplotu v chráničích byla z dlouhodobějších měření vybrána dvě 20denní období, jedno s letním, převážně radiačním počasím, druhé zimní s výraznými mrazovými teplotami bez sněhové pokrývky. Průměrné a extrémní teploty z těchto období jsou znázorněny na obr. 5 a 6. Z grafů je patrný stejný gradient teplot v neperforovaných chráničích, jaký byl popsán v předcházející části. Maximální teploty byly nejvyšší blíže hornímu okraji chrániče a směrem dolů se snižovaly. Naopak minimální teploty byly nejvyšší u povrchu půdy a snižovaly se směrem k hornímu okraji chrániče. Tyto gradienty jsou stejné v letním i zimním období. Překvapivě byl stejný gradient teplot pozorován i u čidel zavěšených na bukových sazenicích v těsném sousedství chráničů.

Perforace chráničů výrazněji neovlivnily teplotu v prostoru těsně nad zemí. Větší rozdíly nebyly patrné ani v horní části chráničů. Výraznější vliv proudění vzduchu umožněného perforacemi byl pozorován pouze ve střední části polypropylenových tub, kde v létě nedocházelo k takovému zahřívání jako v neperforovaných chráničích (obr. 5).

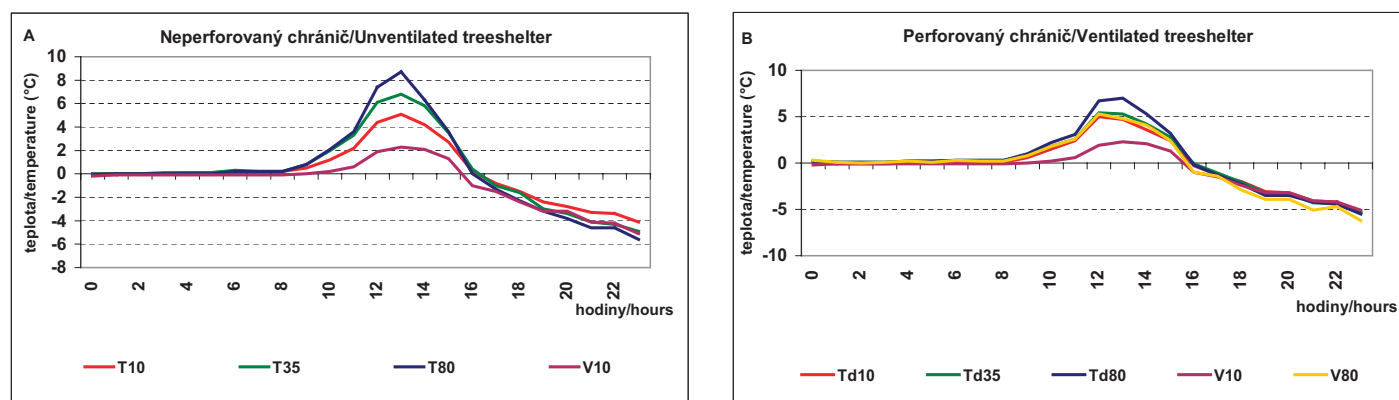
Detailní denní průběh teplot v perforovaných a neperforovaných chráničích zobrazuje obr. 7 z modelového letního dne s radiačním typem počasí a obr. 8 ze zimního dne s jasnou oblohou a nočním mrazem. Z těchto obrázků jsou opět patrné odlišné gradienty teplot uvnitř chráničů v denních a nočních hodinách, kdy ve dne je nejvyšší teplota v horní části chrániče, zatímco v noci je v této části teplota nejnižší. To se potom odráží na zjištěných maximálních a minimálních hodnotách (viz obr. 5 a 6). Perforace v dolní části chrániče vedly k menšímu zahřívání vzduchu především v horní a střední části tuby.

Diskuse

Teplotní rozdíly pozorované v různé výšce uvnitř plastových chráničů se shodují s dřívějšími poznatky JURÁSKA (2003), který zjistil obdobný gradient u sumy teplot hodnocené Pallmannovou sumační metodou. Podrobná měření denního průběhu teplot ukázala rozdíly především v denních hodinách za slunečního svitu. Zajímavým poznatkem je, že v nočních hodinách je teplotní gradient uvnitř chrániče opačný s nejnižší teplotou v horní části tuby. V nočních hodinách jsou však rozdíly mezi jednotlivými částmi chrániče menší a proto neovlivnily celkové sumy teplot měřené JURÁSKEM (2003).

Zvýšení teploty v chráničích proti okolnímu prostředí za slunečního počasí (o 8 °C) se shoduje s údaji, které uvádí SHARPE et al. (1999), nebylo však tak velké, jaké popisují KJELGREN et al. (1997) a SWISTOCK et al. (1999). Příčinou mohou být teplejší a sušší klimatické podmínky, ve kterých byla realizována jejich pozorování. Tomu odpovídají i nižší maximální teploty pozorované v našich pokusech. Zahřívání vzduchu v chráničích ovlivňuje také velikost sazenic (POTTER 1988, SWISTOCK et al. 1999) a dostatečná zálaha. U dobře zavlažovaných sazenic zjistili KJELGREN a RUPP (1997) zvýšení maximálních denních teplot v chráničích pouze o 5 °C v porovnání s okolním prostředím.

Perforace obalů vedly ke snížení teplot v denních hodinách. Shodují se s údaji o poklesu maximálních denních teplot, které uvádí SWISTOCK et al. (1999). Teploty v nočních hodinách byly naproti tomu perforacemi ovlivněny mnohem méně. Zejména za mrazivého počasí byly minimální teploty ve spodní a střední části perforovaných chráničů nižší než v neperforovaných tubách. Tyto výsledky nepodporují teorii SWISTOCKA et al. (1999) o tom, že z perforovaných chráničů může odtékat chladný



Obr. 8.

Porovnání průběhu teplot za jasného zimního dne bez sněhu (18. 12. 2003) v neperforovaném (A) a perforovaném (B) chrániči
Comparison of the day course of temperatures inside unventilated (A) and ventilated (B) treeshelters and outdoors in winter frosty day without snow cover

Vysvětlivky: T10 – teplota uvnitř neperforovaného chrániče ve výšce 10 cm, T35 – v 35 cm, T80 – v 80 cm, Td10 – teplota uvnitř perforovaného chrániče ve výšce 10 cm, Td35 – v 35 cm, Td80 – v 80 cm, V10 – teplota mimo chránič ve výšce 10 cm

Explanatory notes: T10 – temperature inside unventilated shelters in height 10 cm, T35 – in 35 cm, T80 – in 80 cm, Td10 – temperature inside ventilated shelters in height 10 cm, Td35 – in 35 cm, Td80 – in 80 cm, V10 – outdoors temperature in height 10 cm, V80 in 80 cm

vzduch otvory u dna do okolí, zatímco v neperforovaných chráničích je zadržován a vede tak k nižším minimálním teplotám v neperforovaných chráničích. Spíše se projevil vliv teplejší půdy v mrazových obdobích bez sněhu.

Závažným zjištěním je skutečnost, že v horních částech plastových chráničů je ve dne nejvyšší teplota a v noci naopak nejnižší. Nejmladší terminální výhony jsou tak vystaveny největším teplotním rozdílům i nejvýraznějším teplotním extrémům. Ukázalo se, že plastové chrániče výrazněji nechraňují rostliny před mrazy, naopak tyto poznatky přispívají k vysvětlení poměrně častého odumírání terminálních výhonů v chráničích a regenerace růstu ze spodních částí sazenic (STROBL, WAGNER 1996, KJELGREN et al. 1997, JURÁSEK 1998, 2003).

Významným problémem mikroklimatu je zejména u perforovaných chráničů vzdušná vlhkost, která je prouděním vzduchu snižována. K získání exaktních poznatků jsme pro tento účel založili další pokusy.

Závěry

- Uvnitř plastových chráničů bylo pozorováno výraznější kolísání denní teploty než v okolním prostředí. Příčinou bylo hlavně ohřívání chráničů sluncem za jasných a oblačných dnů.
- V rámci jednotlivých chráničů byla pozorována nejnižší noční teplota (minimální teplota) a nejvyšší denní teplota (maximální teplota) v horní části tuby, tam tedy docházelo i k největším rozdílům mezi denní a noční teplotou.
- Perforace v dolní části chrániče vedly ke snížení maximálních denních teplot především ve střední části tuby. Teploty v horní části i blízko povrchu půdy byly ovlivněny minimálně.
- Teplotu uvnitř chráničů ovlivňuje i umístění opěrných kůlů. Kůly v některé denní době mohou zastíňovat značnou část prostoru v chrániči a tím i snižovat ohřívání vzduchu v chráničích za slunných dnů (je to vidět na křivkách průběhu teplot za jasného dne jako určité přechodné snížení teploty).
- Nízké noční teploty a zejména výrazné rozdíly mezi nočními a denními teplotami v horní části chrániče mohou přispívat k poškození terminálních výhonů sazenic, pokud na podzim nedošlo k včasnému ukončení růstu a řádné lignifikaci letorostů.

Poděkování:

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením výzkumného záměru MZE 0002070201 Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí.

Literatura

- BURGER, D. W., FORISTER, G. W., GROSS, R.: Short and long-term effects of treeshelters on the root and stem growth of ornamental trees. *Journal of Arboriculture*, 23, 1997, č. 2, s. 49-56.
- BURGER, D. W., SVIHRA, P., HARRIS, W.: Treeshelter use in producing container-grown and landscape-grown trees. In: *International Plant Propagators' Society, Combined Proceedings*, volume 42, 1992, s. 221-224.
- HIX, D. M., MAC NEEL, C. A., TOWNSEND, E. C.: Treatments for enhancing early survival and growth of northern red oak seedlings. *Tree Planters' Notes*, 45, 1994, č. 4, s. 137-140.
- JURÁSEK, A.: Plastové chrániče sazenic. *Lesnická práce*, 77, 1998, č. 5, s. 177-178.
- JURÁSEK, A.: Ovlivnění růstu sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) použitím plastových chráničů při zalesňování. *Zprávy lesnického výzkumu*, 48, 2003, č. 1, s. 9-13.
- KERR, G., EVANS, H.: Beech in treeshelters. *Quarterly Journal of Forestry*, 87, 1993, č. 2, s. 107-115.
- KJELGREN, R., RUPP, L. A.: Establishment in treeshelters I: Shelters reduce growth, water use, and hardiness, but not drought avoidance. *HortScience*, 32, 1997, č. 7, s. 1281-1283.
- KJELGREN, R., CLEVELAND, B., FOUTCH, M.: Establishment of white oak seedlings with three post-plant handling methods on deep-tilled mine-soil during reclamation. *Journal of Environmental Horticulture*, 12, 1994, č. 2, s. 100-103.
- KJELGREN, R., MONTAGUE, D. T., RUPP, L. A.: Establishment in treeshelters II: Effect of shelter color on gas exchange and hardiness. *HortScience*, 32, 1997, č. 7, s. 1284-1287.
- MACKOWIAK, S.: Wzrost debu szypulkowego (*Quercus robur* L.) i jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w plastikowych oslonach indywidualnych. *Sylwan*, 66, 1997, s. 71-84.

- PONDER, F. Jr.: Tree shelter effects on stem and root biomass of planted hardwoods. In: Proceedings of the Tree Shelter Conference. June 20 - 22, 1995, Harrisburg, Pennsylvania. Ed. John C. Brissette. General Technical Report NE - 221, Randor (USA), Northeastern Forest Experiment Station 1996. s. 19-23.
- POTTER, M. J.: Treeshelters improve survival and increase early growth rates. *J. For.*, 86, 1988, s. 39-41.
- SHARPE, W. E., SWISTOCK, B. R., MECUM, K. A., DEMCHIK, M. C.: Greenhouse and field growth of northern red oak seedlings inside different types of treeshelters. *Journal of Arboriculture*, 25, 1999, č. 5, s. 249-257.
- SPELLMANN, H., RICHTER, A.: Versuche mit „Mini-Gewachshausen“ bei Eiche. *Forst und Holz*, 47, 1992, s. 179-180.
- STROBL, S., WAGNER, R. G.: Early results with translucent tree shelters in southern Ontario. In: Proceedings of the Tree Shelter Conference. June 20 - 22, 1995, Harrisburg, Pennsylvania. Ed. John C. Brissette. General Technical Report NE - 221, Randor (USA), Northeastern Forest Experiment Station 1996. s. 13-18.
- SWISTOCK, B. R., MECUM, K. A., SHARPE, W. E.: Summer temperatures inside ventilated and unventilated brown plastic treeshelters in Pennsylvania. *Northern Journal of Applied Forestry*, 16, č. 1, 1999, s. 7-10.
- WARD, J. S.: Influence of initial seedling size and browse protection on height growth: 5-year results. In: National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations 1996. General Technical Report PNW-GTR-389. Ed. T. D. Landis, D. B. South. Portland (Oregon), Pacific Northwest Research Station 1997. s. 127-134.
- WITMER, R. K., GERHOLD, H. D., ULRICH, E. R.: Tree shelters accelerate slow-growing species in nurseries. *Journal of Arboriculture*, 23, 1997, č. 1, s. 40-48.

Recenzováno

VÝSLEDKY ISOENZYMOVÝCH ANALÝZ POPULACÍ SMRKU ZTEPILÉHO NA PLOCHÁCH S RŮZNÝMI STANOVIŠTNÍMI PODMÍNKAMI

Results of isozyme analyses of Norway spruce populations on the plots with various site conditions

Abstract

Genetic differences among Norway spruce populations were investigated with using isozyme analysis for GDH, G-6-PDH, SDH-A and PGM-A loci, from 10 ICP Forests plots differing in stand factors. The highest genetic diversity and polymorphism was found for I140-Želivka and E190-Luisino údolí plots, the lowest for the H100-Slapy and C140-Kozákov plots. Further, the isozyme analysis results suggest that genetic diversity of Norway spruce populations is determined by genetic diversity of reproductive material used and by genotype selection which is partly influenced by the stand factors.

Úvod

Izoenzymová analýza je jednou z metod, kterou se dokumentuje genetická variabilita populací lesních dřevin na molekulární úrovni. Genetická variabilita populace dané dřeviny je výslednicí genotypové skladby porostu při jeho založení, působení stanovištních faktorů (klíma, imise, geologické, pedochemické poměry), které ovlivňují jak druhovou skladbu, tak i selekci různých genotypů v rámci druhu (PRUS-GŁOWACKI, GODZIK 1995, IVANEK 2001, 2002) a výchovnými, příp. obnovnými zásahy v porostu.

Metodika

Izoenzymovými analýzami bylo v této práci sledováno 10 polymorfních lokusů smrku ztepilého z 11 výzkumných ploch v 8 přírodních lesních oblastech (PLO) v České republice, které jsou zahrnuty v mezinárodním programu International Co-operation Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests):

- PLO 3 Karlovarská vrchovina: Q 511-Kolová a Q 521-Lazy
- PLO 10 Středočeská pahorkatina: I 140-Želivka, H 100-Slapy
- PLO 12 Předhůří Šumavy a Novohradských hor: O 101-Český Krumlov
- PLO 16 Českomoravská vrchovina: Q 551-Zhoř a Q 561-Nová Brtnice
- PLO 21 Jizerské hory a Ještěd: B130-Liberec
- PLO 23 Podkrkonoší: C 140-Kozákov
- PLO 25 Orlické hory: E 190-Luisino údolí
- PLO 15 Jihočeské pánve: N 120

Pro tyto plochy jsou shromážděna geologická, pedochemická, klimatická a fytoocenologická data (UHLÍŘOVÁ et al. 1999, LOMSKÝ et al. 2001). Hodnoty teplot a srážkových úhrnů byly získány podle údajů meteorologické sítě ČHMÚ a jsou převzaty ze zpráv IVANEK (2001b, 2002). Fytoocenologické údaje byly u nově hodnocených ploch aktualizovány na základě sledování z r. 2005.

Z ploch ICP Forests byly odebrány vzorky dormantních pupenů smrku ztepilého, které byly analyzovány po rozdělení jednorozměrnou horizontální elektroforézou na škrobovém gelu v tris-citrátovém pufracím systému (PASTEUR et al. 1988). Bylo sledováno 7 enzymatických systémů, které jsou uvedeny v tabulce 1.

Na základě různých pohyblivostí izoenzymů při elektroforéze byla sledována přítomnost odpovídajících alel. Byly vyhodnoceny alelické frekvence a heterozygotnost H_o pro polymorfní lokusy, které byly porovnány χ^2 -testem na hladině významnosti 0,05.

Výsledky a diskuse

Z celkového počtu 10 lokusů byl u populací smrku ztepilého na sledovaných plochách ICP Forests zjištěn a vyhodnocen polymorfismus lokusů GDH, G-6-PDH, SDH-A a PGM-A. Nejvyšší variabilitu vykazaly lokusy SDH-A, PGM-A a G-6-PDH, z nichž u prvních dvou byly také zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými plochami ICP Forests, vyjádřené pomocí heterozygotnosti (obr. 1) a alelických frekvencí (obr. 2 až 4). Hodnoty heterozygotnosti ukazují na velké rozdíly mezi jednotlivými plochami v genetické diverzitě u většiny polymorfních lokusů. Z porovnání hodnot heterozygotnosti vyplývá, že nejvyšší genetickou diverzitu vykazují populace smrku na plochách E190-Luisino údolí a I140-Želivka: ovšem pouze na plochách Q 551 a I140 vykazují polymorfismus všechny sledované lokusy s heterozygotností přesahující hodnotu 20 % u I140. Na několika plochách ICP Forests byly zjištěny vyšší hodnoty heterozygotnosti pouze u některých ze sledovaných lokusů. Jedná se o plochy Q551-Zhoř a N120 Třeboň (SDH-A), Q 511-Kolová (G-6-PDH) a Q561 Nová Brtnice (GDH). Na opačné straně série - bráno z hlediska genetické diverzity - jsou populace smrku na plochách H100-Slapy a C140-Kozákov s nulovou heterozygotností u všech enzymů. Nízkou genetickou diverzitu vykazují také populace smrku na plochách O 101-Český Krumlov a B130 - Liberec.

V následující části je provedeno srovnání ploch ICP Forests z hlediska stanovištních podmínek (UHLÍŘOVÁ et al. 1999, LOMSKÝ et al. 2001), přičemž jsou srovnány plochy s vysokou a nízkou genetickou diverzitou populací smrku ztepilého, vyjádřenou pomocí hodnot heterozygotnosti sledovaných polymorfních lokusů. V následujícím výčtu jsou nejprve charakterizovány plochy s nejvyšší genetickou diverzitou (E190 a I140), jež jsou následovány dalšími plochami v přibližném pořadí klesající diverzity, v závěru s dvěma plochami s nejnižší genetickou diverzitou sledovaných populací smrku ztepilého (H100 a C140).

E 190 - Luisino údolí

Heterozygotnost populace smrku je maximální u lokusu G-6-PDH (přítomnost 2 alel) a její hodnota klesá v pořadí lokusů G-6-PDH (17,9 %), SDH-A (16,7 %) a GDH (13,3 %). Porost odpovídá lesnímu typu 7P1 kyselé jedlové smrčině třtinové s přechodem k 7K3 kyselé bukové smrčině třtinové, potenciální přirozená vegetace klimaxová třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Picetum* s malou příměsí buku. Dnes převažuje smrk ztepilý, jedle zcela chybí, keřové patro nepatrné, poměrně dobře vyvinuto mechové patro. Porost byl založen v r. 1910, geologické podloží dvojslídlná rula, půdní typ podzol modální, zrašeliněný, průměrná teplota stanoviště 7,4 °C, srážkový úhrn 1 280 mm, nadmořská výška 825 m.

Tab. 1.

Sledované enzymatické systémy

Investigated enzymatic systems

Enzym/Enzyme	Zkratka/Abbr.	Počet sled. lokusů/Number of loci
Glutamátdehydrogenáza/Glutamate dehydrogenase	GDH	1
Glukózo-6-fosfátdehydrogenáza/Glucose-6-phosphate dehydrogenase	G-6-PDH	1
Šikimátdehydrogenáza/Shikimic acid dehydrogenase	SDH	2
Fosfoglukomutáza/Phosphoglucose mutase	PGM	1
Malátdehydrogenáza/Malate dehydrogenase	MDH	2
Fosfoenolpyruvátcarboxyláza/ Phosphoenolpyruvate carboxylase	PEPCA	1
Isocitrátdehydrogenáza/Isocitrate dehydrogenase	IDH	2

Porost byl v době založení součástí majetku velkostatku Solnice. HORÁK (1970) uvádí a v tabelární formě evidence nákupů dokládá, že na konci 19. stol. a v první dekádě století minulého velkostatek běžně nakupoval semeno neznámého nebo zahraničního původu (např. Jenewein, Innsbruck a firmy z Wiener Neustadtu). To podle autora bylo dáno zejména tím, že „V letech 1859 - 1863 byly v revíru Luisino údolí rozsáhlé těžby v nejlepších a nejsnáze přístupných porostech, což se pak projevilo polomy v r. 1868 a v dalších letech, kdy až do r. 1875 byly zpracovávány stále jen zlomy, vývraty a souše a dobýváno pařeží na rozsáhlých holinách. Vytěžené plochy z let 1859 - 1863 i po polomech zůstaly dlouho nezalesněny. Část semen, především smrku, se sbírala ve vlastních lesích. Od počátku 20. stol. se od sje začalo upouštět. Sadba byla pěstována v přechodných školkách, bylo jich ale málo a muselo se dokupovat ze školkařských závodů nebo jiných velkostatků.“

Uvedená zmínka ovšem spíše než o zájmovém porostu vypovídá o původu sje a sadby velkostatku Solnice jako takového (a vypovídá tedy nepřímě o původu reprodukčního materiálu použitého na ploše I140 - viz níže). Pro porost na ploše E190 je naopak podstatné, že nepatří mezi snadno dostupné porosty, neboť patří k nejvýše položeným (s výskytem smrku a jeřábu), které prakticky vylučují výše popsanou rozsáhlejší těžbu a nekoncepční obnovu. Jedná se pravděpodobně o původní porost, u kterého je možné předpokládat přirozenou obnovu.

I 140 – Želivka

Heterozygotnost měřené populace smrku ztepilého je maximální u lokusu SDH-A (přítomnost 3 alel) a její hodnota klesá v pořadí lokusů SDH-A (30,6 %), G-6-PDH (8,3 %), PGM-A (5,8 %) a GDH (2,0 %). Porost odpovídá lesnímu typu 3K1 kyselé dubové bučině metlicovité, potenciální přirozená vegetace acidofilní bučina, asociace *Luzulo-Fagetum*. Dnes smrková monokultura s převahou acidofilních druhů. V posledních letech vlivem prosvětlení a těžeb v blízkosti plochy stoupá počet druhů i celková pokryvnost bylinného patra. Porost byl založen r. 1902, geologické podloží pararula, půdní typ kambizem pseudoglejová podzolovaná moderová, průměrná teplota stanoviště 9,1 °C, srážkový úhrn 628,8 mm, nadmořská výška 440 m.

Ve sledovaném období převažuje sadba, přičemž poslední evidovaný záznam (z r. 1894) udává nákup velkého množství sazenic z velkostatku Solnice (Orlické hory) a smrkových semen z Wiener Neustadtu. Vzhledem k tomu, že na počátku století zde byla sje téměř neznámou věcí (HOŠEK 1964, HORÁK 1972), přicházejí tedy v úvahu zřejmě sazenice, jejichž původ ale není jednoznačně dán (viz E190). Jedná se pravděpodobně o nepůvodní porost (odpovídající vzdáleným lesním oblastem v oblasti Českého masivu nebo Alp).

Q 551 – Zhoř

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je maximální u lokusu SDH-A (18,9 %), u G-6-PDH činí 6,3 %, u GDH 2 % a u PGM-A 2,1 %. Porost odpovídá lesnímu typu 5O1 svěží bukové jedlině štávelové, potenciální přirozená vegetace květnatá jedlobučina podsvazu *Eu-Fagenion*. Buk a jedle dnes chybí, nahrazeny smrkovou monokulturou. Keřové patro nevytvořeno, bylinné patro s nízkou pokryvností. Porost byl založen v r. 1929, geologické podloží rula, půdní typ kambizem pseudoglejová moderová, průměrná teplota stanoviště 8,8 °C, srážkový úhrn 678 mm, nadmořská výška 580 m.

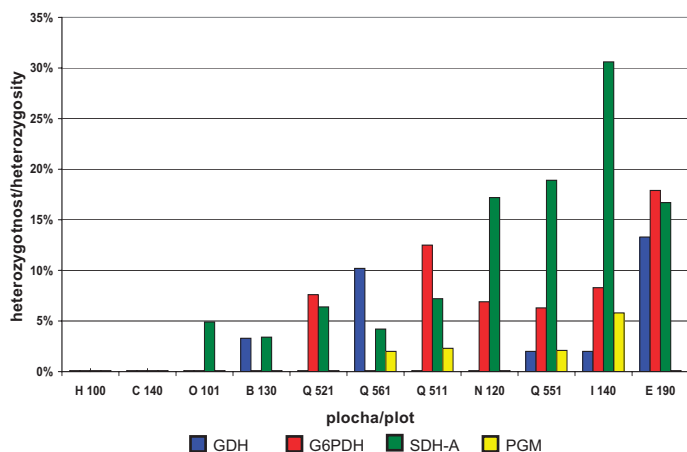
Porost spadal pod LHC Henčov. HORÁK (1987) uvádí, že ve 20. - 30. letech 20. století se zde provádělo pokusně umělé i přirozené zmlazení, přičemž „...ve 2. desetiletí 20. století, zejména pak po r. 1918 v souvislosti s novými státoprávními poměry, nastává omezení importu semen ze zahraničí, který po r. 1920 prakticky přestává, nakupuje se semeno u domácích obchodních firem (např. Pošumavská luština, České Budějovice, začíná se respektovat provenience a klást důraz na původ semen, zvláště u SM, MD, BO ve větší míře se opět sbírá vlastní semeno, především SM (Bystré, Křižanov, Nové Město, Jihlava, Jemnice) a také se začíná využívat přirozeného zmlazení, které ještě pocházelo převážně ze stromů vhodného místního původu“. Jedná se tedy o porost z hlediska přirozené druhové skladby nepůvodní, avšak založený pravděpodobně s využitím reprodukčního materiálu místního původu.

N 120 – Třeboň

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je maximální u lokusu SDH-A (17,2 %), u G-6-PDH činí 6,9 %, u PGM a GDH je rovna nule. Porost odpovídá lesnímu typu 5R3 kyselé rašelinné borové smrčíně bezkolencové, potenciální přirozená vegetace rašelinná smrčina svazu *Piceion excelsae* s malou příměsí břízy, na sušších místech s náznaky přechodu k acidofilní doubravě *Molinio arundinaceae-Quercetum*. Stromové patro je tvořeno smrkem, bylinné patro poměrně chudé, s převahou acidofilních druhů. V keřovém patru převládá smrk, mechové patro dobře vyvinuté. Porost byl založen v r. 1909, geologické podloží přechodová rašelina, půdní typ organozem saprická, průměrná teplota stanoviště 9,9 °C, srážkový úhrn 601,2 mm, nadmořská výška 435 m. Dokumentaci historického průzkumu se zatím nepodařilo dohledat.

Q 511 – Kolová

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je nejvyšší u lokusu G-6-PDH (12,5 %) a klesá dále v pořadí SDH-A (7,2 %), PGM (2,3 %) a GDH (0 %). Porost odpovídá lesnímu typu 4K1 kyselé bučině metlicovité, potenciální přirozená vegetace acidofilní bučina, asociace *Luzulo-Fagetum*. Buk dnes téměř chybí, nahrazen smrkem a modřínem. Bylinné

**Obr. 1.**

Heterozygotnost 4 lokusů u 11 populací smrku ztepilého na vybraných plochách ICP Forests

Heterozygosity of 4 loci at 11 Norway spruce populations on selected ICP Forests plots

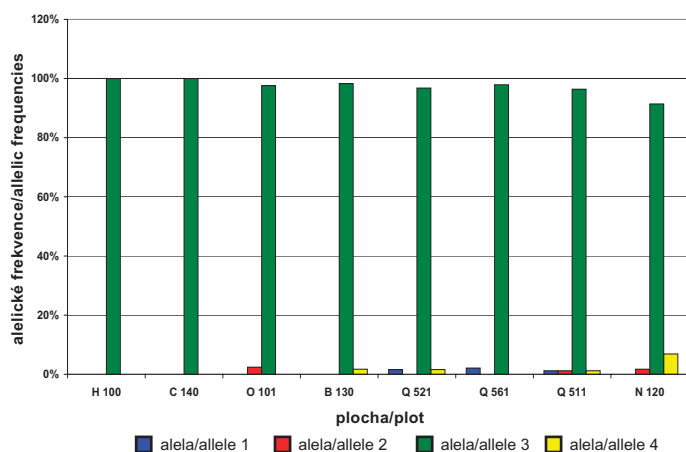
patro s převahou acidofilních druhů. Mechové patro i keřové patro velmi dobře vyvinuto. Porost byl založen v r. 1910, geologické podloží středně hrubozrnný biotitický granit, půdní typ kambizem psefitická, průměrná teplota stanoviště 9,0 °C, srážkový úhrn 621,3 mm, nadmořská výška 570 m.

Porost byl v době založení majetkem města Karlovy Vary. Zápisem z r. 1902 uvádí, že snahou majitele bylo „vytvořit z lesa přírodní park, ve kterém skupiny různých druhů dřevin vytvořily by malebné nestejnověkové skupiny přirozeného lesa, přičemž výnos by měl jen podřadný význam“. Jiné údaje o původu nejsou uvedeny, ovšem lesní kontrolor Vogel uvádí, že s přirozeným zmlazením jako obnovným prostředkem se nepočítá, neboť kouřové poruchy a odvodnění lesů znemožňují podmínky přirozeného zmlazení (MINISTR 1966). Již koncem 19. a začátkem 20. stol. zde totiž docházelo k rozsáhlým „kouřovým škodám“ na porostech v důsledku provozu místních skláren a porcelánek při použití sokolovského uhlí (WERNER 1902). Jedná se s největší pravděpodobností o porost nepůvodní, neznámého původu.

Q 561 - Nová Brtnice

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je nejvyšší u lokusu GDH (10,2 %) a dále klesá v pořadí SDH-A (4,2 %), PGM (2,0 %) a G-6-PDH (0 %). Porost odpovídá lesnímu typu 5K kyselé (jedlo)bučiny, potenciální přirozená vegetace acidofilní (jedlo)bučiny asociace *Luzulo-Fagetum*. Buk i jedle dnes chybí, byly nahrazeny smrkovou monokulturou. Keřové patro nevyvinuto, pokryvnost bylinného patra nepatrná. Dobře vytvořeno mechové patro. Porost byl založen v r. 1902, geologické podloží biotitická pararula, půdní typ kambizem oligotrofní podzolovaná moderová, průměrná teplota stanoviště 8,5 °C, srážkový úhrn 677,1 mm, nadmořská výška 640 m.

Porost náležel v době založení ke statku Římov. HORÁK (1987) zdůrazňuje, že „období zhruba 1870 - 1920 můžeme charakterizovat úbytkem sběru vlastního semene a vzrůstem dovozu lesních semen z ciziny, především z alpských (rakouských) zemí, ale i z Německa příp. i odjinud. Dáno především rozvojem železniční dopravy, dále upuštěním od sítě a přechodem k převážnému zalesňování sadbou atd. Na otázku provenience se tehdy ještě nehledělo Kriteřiem byla hlediska finanční a i klíčivost semene - často smícháno několik proveniencí. Daný velkostatek zřejmě patří mezi ty, kde pro neúplné, mezernaté nebo zcela chybějící podklady se nepodařilo zjistit přesná data, kdy došlo k upuštění od vlastního sběru

**Obr. 2.**

Polymorfismus lokusu SDH-A u 11 populací smrku ztepilého na vybraných plochách ICP Forests

Polymorphism of SDH-A locus at 11 Norway spruce populations on selected ICP Forests plots

a začalo se ve velké míře semeno nakupovat“ (HORÁK 1987). Jedná se s největší pravděpodobností o porost nepůvodní, neznámého původu.

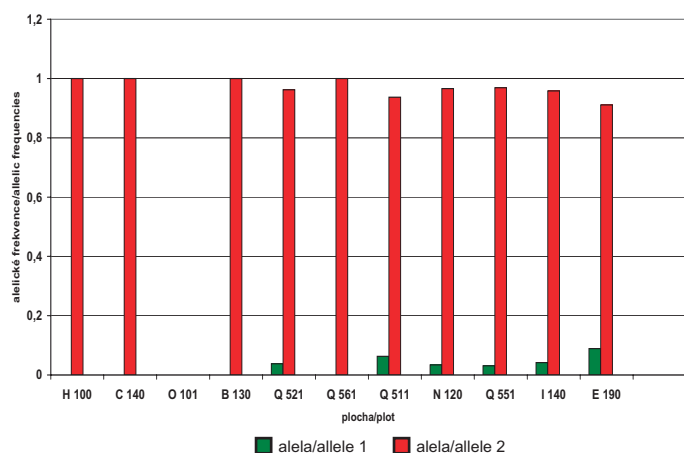
Q 521 – Lazy

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je nejvyšší u lokusu G-6-PDH (7,6 %) a SDH-A (6,4 %), u PGM a GDH je rovna nule. Porost odpovídá lesnímu typu 6K1 kyselé smrkové bučiny metlicovité, potenciální přirozená vegetace horská acidofilní smrková bučina asociace *Luzulo-Fagetum montanum* s přechodem ke smrčině. Keřové patro nepatrné, buk chybí, nahrazen smrkem. Porost byl založen v r. 1887, geologické podloží rula, půdní typ kambizem pseudoglejová moderová, průměrná teplota stanoviště 9,0 °C, srážkový úhrn 621,3 mm, nadmořská výška 875 m.

V době založení porostu tento spadl pod panství Kynžvart. Ze záznamů, odpovídajících posledním dvěma dekadám 19. století je uvedeno, že ačkoli „...přes velké polomy v lesích (z větší části SM, pozn.) bylo hospodařeno konzervativně, lesy chráněny, těžební zásahy přizpůsobeny lesní estetice, ponechávány byly staré stromy.... roční paseky se ihned zalesňují sazenicemi z vlastních školek...“ Tento způsob hospodaření zřejmě vycházel z dlouhodobé koncepce majitele Kladské, který zde uplatňoval přírodě blízké metody lesnictví. Kromě uvedených údajů (vycházejících z popisu nalezeného v kynžvartském zámku v r. 1930) veškeré archiválie, převzaté později ředitelstvím vojenských lesů v Kynžvartu, beze zbytku shořely koncem 50. let minulého století (MINISTR 1961). Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o porost z hlediska přirozené druhové skladby nepůvodní, avšak založený pravděpodobně s využitím reprodukčního materiálu místního původu.

O 101 - Český Krumlov

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je nenulová pouze u sledovaných lokusů SDH-A (4,9 %). Porost odpovídá lesnímu typu 5K1 kyselé jedlové bučiny metlicové, potenciální přirozená vegetace acidofilní buková bučina asociace *Luzulo-Fagetum*. V současné době stromové patro tvořeno smrkem ztepilým s příměsí borovice. Bylinné patro druhově velmi chudé s acidofilními druhy. Keřové patro zcela chybí, mechové patro dobře vyvinuto. Porost byl založen v r. 1910, geologické podloží granulitová rula, půdní typ kryptopodzol modální, průměrná teplota stanoviště 9,9 °C, srážkový úhrn 601,2 mm, nadmořská výška 806 m.



Obr. 3.

Polymorfismus lokusu G-6-PDH u 11 populací smrku ztepilého na vybraných plochách ICP Forests

Polymorphism of G-6PDH locus at 11 Norway spruce populations on selected ICP Forests plots

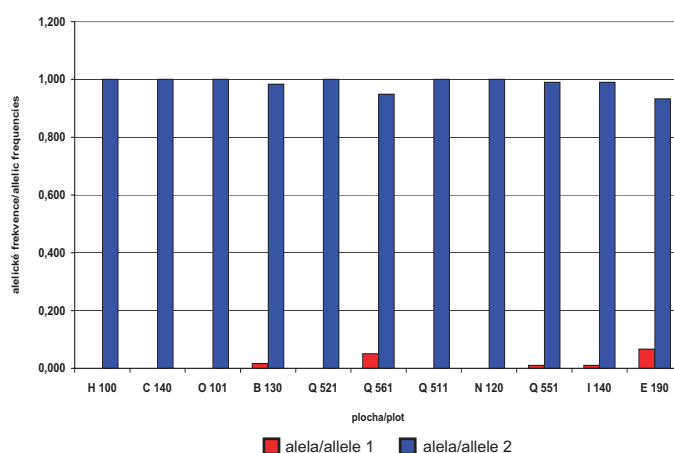
Porost byl v době založení součástí lesů velkostatku Český Krumlov. JELÍNEK (1975) uvádí, že dlouhodobě zde probíhal nákup od tuzemských i zahraničních semenářských firem i výkup od sběračů při těžbě. V případě vlastního sběru je skoro jisté, že šlo o osivo místní provenience z pokácených stromů. Protože však vlastní sběr nemohl pokrýt zvýšenou potřebu osiva, pro umělou obnovu se vykupovala semena od sousedních statků. Pro období let 1906 - 1909 je evidován sběr semene a výkup většího množství sazenic smrku u lesní správy Český Krumlov. Jedná se tedy o porost z hlediska přirozené druhové skladby nepůvodní, avšak založený pravděpodobně s využitím reprodukčního materiálu místního původu.

B 130 – Liberec

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je relativně velmi nízká (u lokusu SDH-A činí 3,4 %, u GDH 3,3 %) nebo je rovna nule (G-6-PDH a PGM). Porost odpovídá lesnímu typu 6K1 kyselé smrkové bučíně metlicové, potenciální přirozená vegetace acidofilní biková bučina asociace *Luzulo-Fagetum*. V současné době je stromové patro tvořeno smrkem, část plochy vytěžena v 90. letech. Keřové patro je málo vyvinuté, na odtěžené části dochází k jeho rozvoji s převahou smrku, břízy a jeřábu ptačích. Bylinné patro se vyznačuje vysokou pokryvností, s převahou acidofilních druhů, mechové patro je slabě vyvinuté. Porost byl založen v r. 1907, geologické podloží grafitický fylit s příměsí polygenetických hlín, půdní typ kryptopodzol modální, mělce umbrický, průměrná teplota stanoviště 5,8 °C, srážkový úhrn 1 104,7 mm, nadmořská výška 710 m. Dokumentaci historického průzkumu se zatím nepodařilo dohledat.

H 100 – Slapy

Heterozygotnost měřené populace smrku ztepilého je nulová u všech sledovaných lokusů. Porost odpovídá lesnímu typu 2H6 hlinité bukové doubravě šřavelové s přechodem k 2I1 uléhavé kyselé bukové doubravě s bikou chlupatou, potenciální přirozená vegetace acidofilní biková asociace *Luzulo albidae-Quercetum petraeae*. Dnes dub nahrazen ve stromovém patře smrkem s malou příměsí modřínu, slabě vyvinuté keřové patro s bezem červeným a břízou a druhově velmi bohaté bylinné patro, ale s nízkou pokryvností. Vysoká pokryvnost mechového patra. Porost byl založen v r. 1915, geologické podloží fylit se slabým sprašovým překryvem, půdní typ pseudoglej luvicový, eubazický, průměrná teplota stanoviště 10,2 °C, srážkový úhrn 502,2 mm, nadmořská výška 311 m.



Obr. 4.

Polymorfismus lokusu GDH u 11 populací smrku ztepilého na vybraných plochách ICP Forests

Polymorphism of GDH locus at 11 Norway spruce populations on selected ICP Forests plots

Porost spadal v době založení pod velkostatek Zbraslav. Původ lesních semen je uveden ve všeobecném souhrnu Zbraslavské a slapské lesy, ze kterého vyplývá, že se na Zbraslavsku v období počátku minulého století zalesňovalo sítí i sadbou. Dále je uvedeno, že se k zalesňování výsadbou používalo odrostlých sazenic, vypěstovaných většinou ve vlastních školkách. V systematickém přehledu nákupu osiva a sazenic je mezerou za období 1905 - 1938, nicméně v textu je uvedena pro nás důležitá zmínka, že v r. 1915 objednal velkostatek Zbraslav v Pošumavské lužtírně, České Budějovice semena běžných lesních dřevin (tj. smrku, borovice, modřínu atd.). Množství není známo, protože se zachoval pouze průvodní dopis bez účtu (NOVÁK 1967). Jedná se zřejmě o nepůvodní porost, v úvahu přichází jako oblast původu Šumava.

C 140 – Kozákov

Heterozygotnost populace smrku ztepilého je nulová u všech sledovaných lokusů. Porost odpovídá lesnímu typu 4S1 svěží bučíně šřavelové na přechodu kyselé a živné řady, potenciální přirozená vegetace květnatá bučina podsvazu *Eu-Fagenion* na přechodu k acidofilní bučíně. Dnes výrazně převažuje smrk ztepilý s vtroušeným modřínem. Po nedávném odtěžení části plochy bylo zredukováno keřové patro, zvýšila se pokryvnost druhově bohatého bylinného patra, kde se objevila řada nových druhů. Porost byl založen v r. 1907, geologické podloží bazanit s příměsí tufů a polygenetických hlín, půdní typ kambizem modální, rubifikovaná, mělce melanická, průměrná teplota stanoviště 6,9 °C, srážkový úhrn 726,6 mm, nadmořská výška 640 m. Porost spadal v době založení pod Velkostatek Hrubá Skála, způsob lesního hospodaření v dané oblasti byl v této době poznamenán mniškovými kalámitami v obdobích let 1896/99 a 1904/07, a to rozhodujícím způsobem. V důsledku naléhavé potřeby obnovy porostů zde probíhají ve velkém rozsahu nákupy semen a dokonce i sazenic ze zahraničí. Vedle několika domácích firem, dodávajících semena z oblasti Chebu a Turnova se zde výrazně uplatňuje firma Jenewein, Innsbruck (nákup sije v r. 1903) a firma Heins a Söhne, Wiener Neustadt (nákup sazenic v období let 1903 - 1907) (TOMAND 1964). Jedná se s největší pravděpodobností o nepůvodní porost, přičemž v úvahu přichází alpská oblast.

Shrnutí

Sledovaný přehled a porovnání měřených populací, resp. porostů smrku ztepilého naznačuje, že jejich genetická skladba a diverzita jsou rozhodujícím způsobem ovlivněny původem, resp. původností těchto porostů. Například charakteristiky plochy I140 jsou z hlediska lesního typu, nadmořské výšky a klimatických podmínek poměrně blízké charakteristikám ploch H100 a C140 (tab. 1), přesněji tvoří přechod mezi nimi a přesto patří populace smrku na ploše I140 k populacím s nejvyšší genetickou diverzitou (heterozygotností a počtem detekovaných alel), zatímco populace na plochách H100 a C140 patří k těm, jejichž genetická diverzita je nejnižší. Tyto výsledky ukazují především na velkou genetickou diferenciaci populací smrku, a to i v případě, že pocházejí z geografických oblastí se srovnatelnou nadmořskou výškou a klimatickými podmínkami. K podobným závěrům dochází např. LIESEBACH et al. (2001) a to přesto, že u porostů smrku lze navíc předpokládat horizontální i vertikální diferenciaci (LONGAUER et al. 2005). Zajímavý případ představuje plocha I140, kde je přirozená vegetace nahrazena převážně smrkovým porostem, který je výslovně charakterizován jako mononokultura. Genetická diverzita měřené populace smrku na této ploše je přesto neobvykle vysoká a je srovnatelná s populací smrku na ploše E190, kde současný porost (tj. se smrkem ztepilým jako hlavní dřevinou) do značné míry odpovídá potenciální přirozené vegetaci. Orientační porovnání dosažených výsledků s měřeními LONGAUERA et al. (2001) u smrkových populací pro lokusy SDH-A a GDH ukazuje následující: Hodnoty genetické diverzity srovnatelné s těmi, které byly zjištěny u populací na plochách ICP Forests s nejvyšším stupněm polymorfismu (u SDH-A a GDH), lze nalézt mezi populacemi z nejrůznějších typů porostů v SR, tj. takovými, které odpovídají porostům z umělé obnovy, přirozené obnovy i pralesům.

Z výše uvedených poznatků vyplývá, že genetická skladba a diverzita sledovaných populací je zřejmě v rozhodující míře dána původem, přesněji různorodostí reprodukčního materiálu při založení porostů a její vývoj je druhotně dán trvale probíhající selekcí genotypů, ovlivněnou stanovištními podmínkami.

Závěr

Izoenzymovými analýzami byly pro lokusy GDH, G-6-PDH, SDH-A a PGM-A zjištěny značné genetické rozdíly mezi populacemi smrku ztepilého z 10 ploch ICP Forests a 7 PLO, které se vzájemně liší stanovištními podmínkami, zejména průměrnou teplotou, srážkovým úhrnem, nadmořskou výškou, geologickým podložím, půdním typem, lesním typem a dále původností porostů. Nejvyšší stupeň polymorfismu a genetické diverzity populací smrku byl zjištěn na plochách I 140-Želivka a E190-Luisino údolí, nejnižší na plochách H100-Slapy a C140-Kozákov. Výsledky izoenzymových analýz naznačují, že genetická diverzita populací smrku na sledovaných plochách je dána primárně genetickou diverzitou reprodukčního materiálu použitého při založení porostu a sekundárně následnými změnami v důsledku diferencovaného vývoje porostu na každé z ploch, zejména genotypové selekce, jejíž průběh je ovlivněn stanovištními podmínkami, dané nadmořskou výškou, teplotou, srážkovým úhrnem apod.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu č. QD 1428 „Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí izoenzymových analýz“, financovaného MZe, za přispění spolupracovníků F. Berana, A. Cvrčka a J. Mannové.

Literatura

- BURIÁNEK, V.: Přehled základních charakteristik a vyhodnocení dat. In: Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice, Ročenka programu ICP Forests 2001. Jíloviště-Strnady: VÚLHM 2001, s. 19-68
- HORÁK, K.: Elaborát historie lesů pro oblast Českomoravská vysočina – východní část. Brandýs n. L., pobočka Hradec Králové, Žďár n. Sáz.: Lesprojekt 1987
- HORÁK, K.: Historický průzkum lesů LZ Rychnov nad Kněžnou – LHC Prameny Kněžny, Rychnov a Kostelec. Brandýs n. Lab., pobočka Hradec Králové, Žďár n. Sáz.: ÚHÚL 1970
- HORÁK, K.: Historie lesů (speciální úkoly) LHC Ledec n. S. + Želivka II, Brandýs n. L., pobočka Hradec Králové: ÚHÚL 1972
- HOŠEK, E.: Historický průzkum lesů LHC Ledec n. Sáz. I. ÚHÚL Zvolen, pobočka Žďár nad Sáz., Olomouc, 1964
- IVANEK, O.: Genetic study of Norway spruce from the northern part of Czech Republic with isoenzyme analyses. Comm. Inst. For. Boh./Práce VÚLHM, 2000, s. 15-23
- IVANEK, O.: Isoenzymové analýzy smrku ztepilého na plochách ICP Forests v PLO Karlovarská vrchovina. In: Slodičák, M., Novák, J. (eds): Results of Forestry Research in the Ore Mts. in 2001, s. 155-160
- IVANEK, O.: Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí izoenzymových analýz. VZ NAZV č. QD 1428. Jíloviště-Strnady: VÚLHM 2001
- IVANEK, O.: Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí izoenzymových analýz. VZ NAZV č. QD 1428. Jíloviště-Strnady: VÚLHM 2002
- JELÍNEK, J.: Historie lesů (Speciální úkoly – III. cyklus (301/hist.) LZ Český Krumlov, LHC Klet' a Krumlov. Brandýs n. L., pobočka Č. Budějovice: ÚHÚL 1975
- LIESEBACH, M., KONIG, A. O., UJVÁRI-JÁRMAY, E.: Provenance-environment interactions of Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) on German and Hungarian test sites. In: Muller-
- LOMSKÝ, B.: Listové analýzy. In: Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests, Uhlířová H. (ed.) Jíloviště-Strnady: VÚLHM 2001, s. 69-74
- LONGAUER, R., GÖMÖRY, D., PAULE, L., KARNOSKY, D. F., MAŇKOVSKÁ B., MÜLLER-STARCK, G., PERCY, K., SZARO, R.: Selection effects of air pollution of Norway spruce, European silver fir and European beech. Environmental Pollution, 115, 2001, č. 3, s. 405-411
- LONGAUER, R., GÖMÖRY, D., KRAJMEROVÁ, PACALAJ, M., SCHMIDTOVÁ, J.: Vyhodnotenie poznatkov o genetickej variabilite relevantných pre racionizáciu genofondu lesných dřevin. In: Aktuálne problémy lesného školárstva a semenárstva 2005. Zborník referátov z mezinárodného seminára konaného 2. – 3. 3. 2005 v Liptovskom Hrádku, s. 85-96
- MINISTR, J.: Historický průzkum lesů jednotlivých hospodářských celků: Kynžvart I a II. ÚHÚL ve Zvolení, pobočka Plzeň, 1961
- MINISTR, J.: Historický průzkum lesů LHC Karlovy Vary. ÚHÚL Zvolen, pobočka Plzeň, prac. K. Vary, 1966
- NOVÁK, A.: Historický průzkum lesů: Lesní závod Zbraslav, LHC Štěchovice. Praha: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů ve Zvolenu, pobočka Ďáblice, 1967
- PASTEUR, N., PASTEUR, G., BONHOMME, F., CATALAN, J., BRITTON-DAVIDIAN, J.: Practical Isozyme Genetics - Ellis Horwood series in gene technology. New York: Wiley & Sons 1988
- PRUS-GLOWACKI, W., GODZIK, S.: Genetic structure of *Picea abies* tolerant and sensitive to industrial pollution. Silvae Genetica, 44, 1995, s. 62-65

- STARCK, G., SCHUBERT, R. (eds.): Genetic response of forest systems to changing environmental conditions. London: Kluwer Academic Publishers 2001, s. 353-363
- TOMAND, M.: Historický průzkum lesa – LHC Turnov, LZ Lomnice nad Popelkou. ÚHÚL Zvolen, pobočka Jablonec n. Nisou, LZ Lomnice n. P., 1964
- UHLÍŘOVÁ, H.: Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice, Ročenka programu ICP Forests. Jíloviště-Strnady: VÚLHM 1999. 92 s.
- WERNER, F.: Festschrift zur 74. Versammlung deutscher Naturforscher. K.Vary, 1902

Recenzováno

IDENTIFIKACE ROUBOVANCŮ A KLONŮ VE DVOU SEMENNÝCH SADECH MODŘÍNU OPADAVÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.)

Grafts and clonal identification in two seed orchards of European larch (*Larix decidua* MILL.)

Abstract

Isozyme analysis of 32 clones of European larch in two seed orchards indicated 6 polymorphic isozyme loci PGI-A, G-6-PDH, SDH-B, PGM-A, LAP-B and 6-PGDH-B. In the Pabožek seed orchard 5% of false recorded grafts were found in comparison with 10 clones being probably genetically uniform. Using isozyme analysis of parent trees of 19 clones from forest district Šternberk, 5 individual clones and 3 groups of clones were distinguished. Comparison of these parent trees and grafts (from Mladeč seed orchard) for 2 polymorphic loci showed that most of parent trees of European larch coincides with the grafts.

Klíčová slova: modřín opadavý, *Larix decidua*, klony, izoenzymy, semenné sady, genetika

Key words: European larch, *Larix decidua*, clones, isozymes, seed orchards, genetics

Úvod

Semenné sady jsou účelovými výsadbami potomstev klonů (zakládáných zpravidla z roubovanců výběrových stromů) jako výsledek individuální selekce jedinců (stromů) a určitého šlechtitelského záměru. Výsadba roubovanců je provedena na základě projektu v pravidelném sponu a v takovém rozmístění, aby docházelo k dobrému vzájemnému opylení jedinců. Plochy sadů se vybírají tak, aby byla zachována dostatečná izolační vzdálenost od stromů a porostů téhož druhu.

Hlavním posláním semenných sadů je poskytovat v době fruktifikace hojnou a snadno přístupnou úrodu geneticky hodnotného osiva. Semenné sady jsou uznávány jako zdroje reprodukčního materiálu v kategorii kvalifikovaný, popř. testovaný (na základě provedených testů potomstev). U potomstev vypěstovaných z osiva semenných sadů se předpokládá heterózní efekt (vyšší objemový růst i kvalitativní vlastnosti, odolnost apod.). Další význam semenných sadů je v uchování cenných genotypů rodičovských stromů.

Se zakládáním semenných sadů se v České republice započalo v první polovině 50. let minulého století a jako první to byly právě semenné sady modřínu opadavého, které byly v tomto období založeny. Jednalo se o sad v Horní Lhotě (LZ Vizovice, založen v roce 1955 na ploše 0,5 ha a v roce 1958 na ploše 1 ha), dále na polesí Dálov (LZ Šternberk, 1958 – 1 ha), na polesí Černák (tehdejší LZ Světlá nad Sázavou, 1959 – 1 ha), na polesí Bělídlo (LZ Janovice u Rýmařova, 1960 – 1,6 ha) a v polesí Kralice (LZ Náměšť nad Oslavou, 1960 – 1 ha) (VINCENT 1962). Začátkem roku 2005 bylo v ČR 24 uznaných semenných sadů modřínu o celkové rozloze 77,45 ha. V těchto sadech první generace je celkem 1 776 klonů (některé klony jsou zastoupeny ve více sadech) s více než 20 800 roubovanci. Nejstarší v současnosti stále uznaný sad byl založen v roce 1960, nejmladší sad v roce 1990 (viz též Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos, 1988).

Semenné sady představují syntetické populace, resp. soubory klonů, jejichž původ je v některých případech dosti rozmanitý. V rámci jednoho sadu byly v minulosti dosti často soustředěny klony různého původu, mnohdy též z různých lesních oblastí a různých lesních vegetačních stupňů. Semenné sady druhé generace měly být zakládány s využitím ověřených klonů ve druhé polovině 90. let a později (ŠINDELÁŘ, VAŠÍČEK, SKALICKÝ 1989). Záměrem bylo zařadit nejhodnotnější sady do kategorie elitních semenných sadů na základě porovnání potomstev vypěstovaných z osiva jednotlivých semenných sadů s vhodně zvolenými porovnávacími populacemi uznaných porostů (ŠINDELÁŘ 1991). V současné době nemá

me v ČR žádný semenný sad 2. generace, jsou však založeny výsadby zaměřené na testování potomstev a to i u modřínu opadavého (FRÝDL 1995). Cílem je zařadit příslušné semenné sady do zdroje reprodukčního materiálu kategorie testovaný.

Podíl osiva ze semenných sadů při umělé obnově je stále diskutován v souvislosti s obavami ze zužování genetické variability a různé země volí odlišný přístup. V ČR se počítalo s tím, že semenné sady modřínu budou krýt jen jednu čtvrtinu potřeby osiva této dřeviny a převážná část sklizeného osiva bude pocházet z porostů uznaných ke sklizení osiva. Je to podobný přístup jako v Německu, kde by podíl sadebního materiálu vypěstovaného ze semenných sadů neměl přesáhnout 1/3 celkové roční potřeby. Naopak ve skandinávských zemích nebo v Kanadě je u některých dřevin sadební materiál pěstován výhradně ze šlechtěného osiva získaného ze semenných sadů a to bez obav, že dojde ke snížení genetické variability. Například v roce 2005 se v provincii Quebec v Kanadě počítá s produkcí 80 % sadebního materiálu (135 milionů) z osiva ze semenných sadů (COLAS, BETTEZ 2004).

Vzhledem k tomu, že u nás chyběly exaktní podklady o genetické a fyziologické variabilitě osiva ze semenných sadů borovice lesní a modřínu opadavého, byl v roce 2000 zahájen výzkumný projekt NAZV č. QD 0174, financovaný MZe (Program II, téma H) Lesy a myslivost). Součástí tohoto projektu bylo také ověření pravosti (identity) klonů (roubovanců), s jejichž osivem se dále pracovalo, pomocí genových markerů (izoenzymů). Ze sadů uznaných pro sběr osiva byly vybrány sady Mladeč a Pabožek, které se z hlediska i budoucí využitelnosti jeví jako perspektivní.

Semenný sad Mladeč (číslo uznané jednotky CZ-3-3-MD-85-28-4-M) je svou rozlohou (11,04 ha) největší semenný sad modřínu u nás, zastoupením klonů se jedná výhradně o potomstva autochtonní populace sudetského modřínu a je v majetku Lesů ČR, s. p. Byl založen v roce 1983, uznan v roce 1999. Při založení obsahoval 2 304 roubovanců 119 klonů původního jesenického modřínu z PLO 28 a 29, po vylepšení je zde 121 klonů a 2 310 roubovanců.

Semenný sad Pabožek (číslo uznané jednotky CZ-3-3-MD-53-28-3-S) byl založen v roce 1976, uznaný je od roku 1993 a obsahuje 48 klonů (281 roubovanců) jesenického modřínu z PLO 27, 28, 29 a 31. Plocha má 1,13 ha a je v soukromém vlastnictví.

Tento příspěvek shrnuje výsledky genetické inventarizace pomocí izoenzymových analýz u vybraných roubovanců z výše uvedených semenných sadů modřínu v rámci projektu NAZV č. QD 0174. Autoři přitom vycházejí z obecných metodických přístupů používaných při identifikaci lesních dřevin pomocí izoenzymových analýz v zahraničí

Tab. 1.

Genotypy (alelické páry) roubovanců modřínu opadavého ze semenného sadu Pabožek

Genotypes (allelic pairs) of European larch grafted plants (ramets) from seed orchard Pabožek

Roubovanec/ Ramet	PGI A	G6PD	SDH A	SDH B	AAT A	AAT C	PGM A	LAP B	6PGDH B	Roubovanec/ Ramet	PGI A	G6PD	SDH A	SDH B	AAT A	AAT C	PGM A	LAP B	6PGDH B
188-11C	22	22	22	11	22	11	13	22	11	151-3M	22	22	22	22	22	11	13	22	12
188-12I	22	22	22	11	22	11	13	22	11	151-3O	22	22	22	22	22	11	13	22	12
188-17M	22	22	22	11	22	11	13	22	11	151-6G	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-1L	22	22	22	12	22	11	23	22	12	151-7B	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-2F	22	22	22	12	22	11	23	22	12	151-10Q	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-5B	22	22	22	12	22	11	23	22	12	151-11E	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-5I	22	22	22	12	22	11	23	22	12	151-11J	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-10K	22	22	22	12	22	11	23	22	12	151-15O	22	22	22	22	22	11	13	22	12
189-13N	22	22	22	12	22	11	23	22	12	157-14G	22	22	22	12	22	11	23	22	11
246-1K	22	22	22	11	22	11	22	22	22	157-16Q	22	22	22	12	22	11	23	22	11
246-4E	22	22	22	11	22	11	22	22	22	157-21O	22	22	22	12	22	11	23	22	11
246-8H	22	22	22	11	22	11	22	22	22	159-4T	12	12	22	11	22	11	22	22	11
246-13G	22	22	22	11	22	11	22	22	22	159-12M	12	12	22	11	22	11	22	22	11
108-3P	22	22	22		22	11	23	22	11	163-1E	22	22	22	22	22	11	13	22	11
108-6L	12	11	22	11	22	11	23	22	11	163-7J	22	22	22	22	22	11	13	22	11
108-7D	22	22	22	11	22	11	23	22	11	163-9B	22	22	22	22	22	11	13	22	11
108-12K	22	22	22	11	22	11	23	22	11	163-10F	22	22	22	22	22	11	13	22	11
108-22M	22	22	22	11	22	11	23	22	11	163-16P	22	22	22	22	22	11	13	22	11
124-2I	12	22	22	23	22	11	22	22	11	166-2E	22	22	22	11	22	11	23	22	12
124-7C	12	22	22	23	22	11	22	22	11	166-4K	22	22	22	11	22	11	23	22	12
124-14N	12	22	22	23	22	11	22	22	11	166-4R	22	22	22	11	22	11	23	22	12
124-21L	22	22	22	23	22	11	22	22	11	166-7G	22	22	22	11	22	11	23	22	12
145-5H	22	12	22	23	22	11	22	22	11	166-7N	22	22	22	11	22	11	23	22	12
145-6O	22	12	22	23	22	11	22	22	11	166-11I	22	22	22	11	22	11	23	22	12
145-8D	22	12	22	23	22	11	22	22	11	166-14M	22	22	22	11	22	11	23	22	12
145-11K	22	12	22	23	22	11	22	22	11	166-15I	22	22	22	11	22	11	23	22	12
145-14E	22	12	22	23	22	11	22	22	11	185-1B	22	22	22	13	22	11	22	22	12
145-18P	22	12	22	23	22	11	22	22	11	185-2L	22	22	22	13	22	11	22	22	22
148-1G	22	22	22	22	22	11	22	22	11	185-10C	22	22	22	13	22	11	22	22	22
148-9D	22	22	22	22	22	11	22	22	11	185-11L	22	22	22	13	22	11	22	22	22
148-12L	22	22	22	22	22	11	22	22	11	185-17K	22	22	22	13	22	11	22	22	22

(BERGMANN, HATTEMER 1995, CHELIAK, PITEL 1984, HERTEL, 1997) a v ČR (IVANEK 2002, 2003a, b, 2005).

Materiál a metodika

Odběr a zpracování vzorků

V období vegetačního klidu (v březnu 2003 a v březnu až dubnu 2004) byly z vybraných roubovanců odebrány vzorky větví modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) s dormantními pupeny. Vybrání byli roubovanci, kteří v daných letech plodili a ze kterých byly posbírány šišky pro souběžné studium kvality osiva roubovanců a klonů. Větve byly uskladněny v plastických sáčcích při -20 °C do doby zpracování. Odběr provedl Ing. František Beran, CSc., od roku 2004 pověřený vzorkovatel Laboratoře analýzy izoenzymů, akreditované ČIA od 28. 2. 2005 jako zkušební laboratoř č. 1175.3.

V roce 2003 byly tímto způsobem odebrány vzorky pupenů z 62 roubovanců (13 klonů) v semenném sadu Pabožek, přičemž byly vzájemně porovnávány roubovanci sledovaných klonů. Následující rok

2004 bylo provedeno srovnání roubovanců ze sadu Mladeč s původními výběrovými (rodičovskými) stromy. Byly získány, zpracovány a vyhodnoceny vzorky pupenů z 19 rodičovských stromů z LS Šternberk a 19 klonů (roubovanců) ze semenného sadu Mladeč, které odpovídaly příslušným rodičovským stromům.

Izoenzymové analýzy

Vzorky odebraných pupenů (1 - 2 vzrostné vrcholy) byly podrobeny extrakci enzymů homogenizací 5 - 10 mg rostlinné tkáně s 40 - 60 ml extrakčního pufru. Izoenzymy byly děleny jednorozměrnou horizontální elektroforézou na škrobovém gelu při 3 °C s použitím Tris-citrátového pufracího systému. Izoenzymové analýzy byly provedeny pro fosfoglucoizomerázu (PGI), glukózo-6-fosfátdehydrogenázu (G-6-PDH), šikimátdehydrogenázu (SDH), aspartátaminotransferázu syn. glutamátaloacetáttransferázu (AAT syn. GOT), 6-fosfoglukonátdehydrogenázu (6-PGDH), malátdehydrogenázu (MDH), fosfoglukomutázu (PGM) a leucinaminopeptidázu (LAP). Bylo použito modifikovaných postupů izoenzymové extrakce, elektroforézy a barvicích postupů podle

PASTEURA et al. (1988). Primárním experimentálním výstupem jsou zymogramy enzymatických systémů, které představují záznam izoenzymů rozdělených podle jejich vzájemně odlišné pohyblivosti v elektrickém poli při elektroforéze.

Zymogramy byly vyhodnoceny z hlediska identifikace jednotlivých klonů na základě shody či rozdílu mezi zastoupením jednotlivých genetických variant enzymů, resp. lokusů (alel). Zjištěné genotypy jsou znamenány číselnými kombinacemi alel, které jsou označeny v pořadí vzrůstající pohyblivosti v elektrickém poli čísly (0), 1, 2, 3 jako alelické páry např. 12, 22, 23, atd. Výběr sledovaných enzymatických systémů a lokusů vycházel z prací KRZAKOWÉ et al. (2002), GÖMÖRYHO a PAULEHO (1992), KAMENSKÉHO et al. (2002) a LARIONOVÉ a YAKHNEVY (2002), přiřazení pokusů bylo převzato z práce KONNERT (2004) Počet izoenzymových lokusů byl dán tím, že se jedná o první úvodní studii izoenzymových analýz modřínu opadavého v semenných sadech ČR (IVANEK 2002, 2003a). Počet měřitelných, tj. vyhodnotitelných lokusů, byl dán aktivitou enzymů v odebraných vzorcích rostlinných pletiv a v některých případech se lišil mezi rodičovskými stromy a roubovanci.

Výsledky

Celkem bylo vyhodnoceno 58 % klonů (21 % roubovanců) modřínu opadavého ze sadu Pabožek a 61 % klonů (4 % roubovanců) ze sadu Mladeč.

Pro semenný sad Pabožek byly (jako spolehlivě měřitelné) vyhodnoceny lokusy PGI-A, G-6-PDH, SDH-A, SDH-B, AAT-A, C; PGM-A, LAP-B a 6-PGDH-B. Výsledky měření jsou pro jednotlivé klony a roubovance uvedeny v tabulce 1 a ukazují polymorfismus lokusů PGI-A, 6-PGDH-B, SDH-B a PGM-A, zatímco u SDH-A, AAT-A, AAT-C a LAP-B nasvědčují monomorfismu. V tabulce 2 je uvedeno zastoupení jednotlivých genotypů a dále počet alel na lokus, alelické frekvence a heterozygotnost pro každý ze sledovaných lokusů. Tyto údaje odpovídají v případě výše uvedených polymorfních lokusů heterozygotnosti 0,097 u lokusu PGI-A, zastoupením 2 genotypů a 0,129 u lokusu G-6PDH, zastoupením 3 genotypů, které v obou případech vykazují 2 alely/lokus. U PGM-A a 6-PGDH-B, které jsou zastoupeny 3 genotypy a 3 (PGM-A), resp. 2 alelami/lokus (6-PGDH-B), byla zjištěna heterozygotnost 0,645 (PGM-A) a 0,371 (6-PGDH-B). Vysoký stupeň polymorfismu a heterozygotnosti byly dále pozorovány u lokusu SDH-B (0,390), zastoupením 5 genotypů a 3 alelami/lokus.

Z výsledků uvedených v tabulce 1 dále vyplývá, že většina klonů modřínu opadavého je geneticky jednotná, tj. roubovanci odpovídají ve většině případů danému klonu. Z celkového počtu hodnocených 13 klonů (62 roubovanců) bylo 10 klonů (odpovídajících 59 roubovancům) shledáno geneticky jednotnými (pro 13 lokusů) a ve zbývajících případech se genetická odlišnost jedinců projevila vždy jen u jednoho jedince z klonu, tj. celkem pouze ve 3 případech z 62 roubovanců (klony, resp. roubovanci 108-6L, 124-21L, 185-1B).

Pro rodičovské stromy odpovídající roubovancům ze semenného sadu Mladeč byly vyhodnoceny tytéž lokusy jako pro sad Pabožek, přičemž byl zjištěn polymorfismus lokusů PGI-A, G-6-PDH, SDH-B, PGM-A a LAP-B, zatímco u SDH-A, AAT-A, AAT-C a 6-PGDH-B byl zjištěn monomorfismus. U roubovanců byly z polymorfních lokusů spolehlivě vyhodnotitelné pouze dva, tj. G-6-PDH a SDH-B.

Podobně jako v semenném sadu Pabožek byl zjištěn nejvyšší stupeň polymorfismu u lokusů PGM-A a SDH-B, tj. 3 alely/lokus. (Další kvantitativní genetické charakteristiky nebyly vyhodnoceny vzhledem k omezenému počtu sledovaných jedinců.) Pokud se týká zastoupení jednotlivých genotypů u rodičovských stromů, bylo z celkem 19 klonů zjištěno 5 klonů

geneticky rozdílných, tj. s jedním a více vzájemně odlišnými genotypy. Jednalo se o klony 156, 159, 162, 884, 18-4 a dále 3 skupiny klonů, které nelze (při použitím počtu měřených izoenzymů) dále rozlišit, tj. skupinu klonů 108, 109, 876, 879, 914, 916, dále skupinu 163, 874, 893 a konečně skupinu 889, 897, 904, 905, 911 (tab. 3). Srovnáním rodičovských stromů a roubovanců v tomto semenném sadu bylo při daném počtu polymorfních lokusů zjištěno, že velká většina testovaných klonů (roubovanců) odpovídá rodičovským stromům, tj. u většiny testovaných klonů nebyly v tomto směru zjištěny genetické rozdíly (tab. 3). Z celkového počtu 19 klonů byla tato shoda konstatována u 14 klonů, přičemž ve zbývajících případech se genetická odlišnost jedinců projevila v 5 případech u lokusu SDH-B, v 1 případě u lokusu G-6-PDH, celkem u 5 klonů (162, 163, 874, 897 a 916).

Diskuse

Pokud se se semennými sady pracuje v rámci šlechtitelských programů, je velmi žádoucí až nezbytné provést ověření genetické identity používaného rostlinného materiálu. Pro identifikaci tohoto materiálu je zapotřebí zjistit, zda (1) každý jedinec má genotyp odpovídající jeho deklarované identitě a zda (2) je jeho genotyp shodný s genotypem ostatních jedinců, příslušejících k danému klonu. Aby byli dva jedinci (roubovanci) považováni za ramety jednoho klonu, musí být jejich genotypy identické, což přísně vzato by vyžadovalo znalost kompletního genotypu. CHELIAK a PITEL (1984) uvádějí, že ani kompletní shoda dvou jedinců ve všech genových lokusech nemůže úplně zaručit, že patří ke stejnému klonu. Statisticky lze pouze kvantifikovat pravděpodobnost, že „oba dva jedinci s 95% pravděpodobností přísluší ke stejnému klonu“. Naopak, pokud se dva jedinci (roubovanci) neshodují v jednom jediném lokusu, lze s jistotou vyloučit jejich příslušnost ke stejnému klonu.

Genotypy, resp. alelické páry hodnocených izoenzymových lokusů u námi vybraných klonů jsou uvedeny v tabulkách 1 až 3. Některé klony jsou reprezentovány stejnými genetickými variantami (tj. izoenzymy) v rámci celého měřeného souboru, u jiných byly mezi jednotlivými klony zjištěny rozdíly. V rámci sledovaných klonů analýzy prokázaly ve většině případů genetickou uniformitu (Pabožek), podobně jako ukázaly ve většině případů shodu mezi roubovanci a rodičovskými stromy (Mladeč).

Genetické charakteristiky, shrnuté pro semenný sad Pabožek v tab. 2, ukazují, že polymorfní lokusy, tj. PGI-A, G-6-PDH, SDH-B, 6-PGDH-B a PGM-A lze zde rozdělit na lokusy s nízkou heterozygotností (v rozmezí hodnot 0,1 - 0,15) a nízkou genetickou diverzitou (PGI-A a G-6-PDH) a dále na lokusy s vysokou heterozygotností (0,35 - 0,40) a vysokou genetickou diverzitou (SDH-B, 6-PGDH-B a PGM-A), přičemž posledně jmenovaný lokus vykazuje také nejvyšší hodnotu heterozygotnosti. Je však třeba zmínit, že tyto výsledky jsou vztaženy pouze k souboru roubovanců, reprezentujících část (21 %) semenného sadu. Z výsledků srovnání roubovanců semenného sadu Pabožek dále vyplývá, že u 5 % z nich byly v rámci jednotlivých klonů zjištěny rozdíly. Tento podíl chybě evidovaných roubovanců je podstatně nižší než v případě semenných sadů modřínu opadavého, studovaných (podobně jako u roubovanců borovice lesní a smrku ztepilého) KAMENSKÝM et al. (2002). Ten zjistil hodnocením 14 izoenzymových lokusů (včetně námi sledovaných PGI-A, G-6-PDH, SDH-B, AAT-A, AAT-C; LAP-B, 6-PGDH-B) 27 % chybě evidovaných roubovanců modřínu opadavého. Přestože tato hodnota může být ovlivněna tím, že v semenném sadu Pabožek byl vyhodnocen nižší počet lokusů (tj. 9, z toho 7 polymorfních), podíl chybě evidovaných roubovanců v tomto sadu lze v uvedené souvislosti považovat za nízký.

U rodičovských stromů z LS Šternberk, odpovídajících roubovancům v semenném sadu Mladeč byl zjištěn u lokusů PGI-A, G-6-PDH, SDH-B a PGM-A polymorfismus shodně se sadem Pabožek a navíc byl zjištěn u LAP-B. U části rodičovských stromů z LS Šternberk se dále podařilo jednoznačně geneticky rozlišit jednotlivé klonů (celkem 5), v ostatních případech bylo možné rozlišit pouze skupiny klonů (celkem 3 skupiny čítající 3 - 6 klonů), což je dáno zatím omezeným počtem sledovaných lokusů. Genetické rozdíly zjištěné srovnáním těchto rodičovských stromů s odpovídajícími roubovanci sadu Mladeč odpovídají 26 % klonů. U roubovanců se však z celkového počtu 6 měřitelných lokusů (oproti 9 lokusům u výběrových stromů) ukázaly jako polymorfní pouze 2 lokusy. Vzhledem k tomu je tedy třeba uvedený výsledek pro sad Mladeč považovat za orientační.

Vysvětlení genetických rozdílů mezi roubovanci téhož klonu, resp. mezi rodičovskými stromy a roubovanci ve sledovaných semenných sadech modřínu opadavého přesahuje rámec předkládané molekulárně genetické studie, neboť její příčiny mohou souviset již se samotným způsobem zakládání sadů a jejich udržování. Tyto faktory jsou zřejmě daleko pravděpodobnější než faktory, které by byly způsobeny změnami na molekulárně-genetické úrovni. Pokud se týká genetické variability sledovaných enzymů, polymorfismus lokusů enzymatických systémů G-6-PDH, SDH, 6-PGDH (zjištěný v sadu Pabožek) a LAP (zjištěný v LS Šternberk) popisují např. GÖMÖRY a PAULE (1992) při sledování genetické struktury semenných sadů. Význam enzymatického systému SDH, u jehož lokusu SDH-B je vysoký stupeň polymorfismu v případě všech měřených souborů modřínu opadavého, potvrzují např. hybridizační studie semenných sadů této dřeviny, využívající nejčastěji tohoto systému (HACKER, BERGMANN 1991, TRÖBER, HAASEMANN 2000).

Závěr

V rámci hodnocení identity klonů u 2 semenných sadů modřínu opadavého pomocí izoenzymových analýz byl vyhodnocením 9 izoenzymových lokusů zjištěn polymorfismus u 6 z nich, tj. u PGI-A, G-6-PDH, SDH-B, PGM-A, LAP-B a 6-PGDH-B. V semenném sadu Pabožek bylo zjištěno 5 % chybně evidovaných roubovanců z vybraných 13 klonů, přičemž 10 klonů lze považovat pravděpodobně za geneticky uniformní. Při sledování rodičovských stromů 19 klonů z LS Šternberk bylo rozlišeno 5 samostatných klonů a 3 skupiny s počtem 3 - 6 klonů. Srovnáním těchto rodičovských stromů a roubovanců v semenném sadu Mladeč bylo orientačně zjištěno (pro 2 polymorfní lokusy), že větší část testovaných klonů (roubovanců) modřínu opadavého geneticky odpovídá rodičovským stromům. Zjištěné rozdíly, jejichž příčiny mohou částečně souviset i se samotným zakládáním sadů, budou předmětem dalšího a rozsáhlejšího výzkumu.

Genetická inventarizace v semenných sadech modřínu opadavého, provedená v rámci řešení projektu NAZV č. QD 0174, je prvním počinem tohoto druhu v ČR. Provedení obdobného šetření u všech perspektivních semenných sadů – rozšířeného případně z hlediska výběru izoenzymových systémů – je velmi potřebné, aby nedošlo ke zpochybnění uznání sadů jako zdrojů osiva. Využití metod genových markerů v této oblasti představuje objektivní nezávislý postup, kterým je možné ověřit administrativními způsoby vedenou evidenci. Je to žádoucí i vzhledem k tomu, že časové období mezi počátkem, tj. odběrem roubovů a začátkem fruktifikace založeného sadu je 10 let i více.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu QD č. 0174 „Fyziologická a genetická kvalita semen modřínu opadavého a borovice lesní ze semenných sadů“, který byl financován MZe (Program II, téma H) Lesy a myslivost), za přispění spolupracovníků Ing. Františka Běraňy a Jiřiny Mannové.

Tab. 2.

Četnosti alel, genotypů a heterozygotnost roubovanců modřínu opadavého ze semenného sadu Pabožek
Allelic and genotype frequencies and heterozygosity of European larch grafted plants (ramets) from seed orchard Pabožek

Lokus/ Locus	Genotypy/ Genotypes	Četnost/Frequency		Heterozygotnost/ Heterozygosity	Alely/ Alleles	Četnost/Frequency	
		absolutní/ absolute	relativní/relative			absolutní/ absolute	relativní/ relative
PGI-A	12	6	0,097	0,097	1	6	0,048
	22	56	0,903		2	118	0,952
G-6PDH	11	1	0,016	0,129	1	10	0,081
	12	8	0,129		2	114	0,919
	22	53	0,855				
SDH-A	22	62	1,000	0,000	2	124	1,000
SDH-B	11	21	0,344	0,390	1	56	0,459
	12	9	0,147		2	51	0,418
	13	5	0,082		3	15	0,123
	22	16	0,262				
	23	10	0,164				
AAT-A	22	62	1,000	0,000	1	124	1,000
AAT-C	11	62	1,000	0,000	1	124	1,000
PGM-A	13	16	0,258	0,645	1	16	0,129
	13	22	0,355		2	68	0,548
	23	24	0,387		3	40	0,322
LAP-B	33	62	1,000	0,000	2	124	1,000
6-PGDH-B	11	31	0,500	0,371	1	85	0,685
	12	23	0,371		2	39	0,315
	22	8	0,129				

Literatura

- BERGMANN, F., HATTEMER, H. H.: Isozyme loci and their allelic variation in *Pinus sylvestris* L. and *Pinus cembra* L. *Silvae Genetica*, 44, 1995, s. 286-289.
- COLAS, F., BETTEZ, M.: The biggest problems or information needs with respect to tree seed for the province of Québec. *News Bulletin*, 40, 2004, s. 3-4.
- FRÝDL, J.: Založení a hodnocení testovacích výsadeb k ověření osiva produkovaného v semenných sadech modřínu. (Establishment and evaluation of testing plantings for verification of European larch seed orchards progeny). *Zprávy lesn. výzkumu*, 40, 1995, č. 3/4, s. 14 – 19.
- CHELIAK, W. M., PITEL, J. A.: Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. *Petawawa National Forestry Inst., Can. Forestry Service, Agriculture Canada*, 1984
- GÖMÖRY, D., PAULE, L.: Inferences on mating system and genetic composition of a seed orchard crop in the European larch (*Larix decidua* MILL.). *J. Genetics and Breeding*, 46, 1992, č. 4, s. 309-313
- HACKER, M., BERGMANN, F.: The proportion of hybrids in seed from a seed orchard composed of two larch species (*L. europaea* and *L. leptolepis*). *Annales des Sciences Forestieres*, 48, 1991, č. 6, s. 631-640
- HERTEL, H.: Biochemisch-genetische Untersuchungen bei Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg*, Hamburg, 1997
- IVANEK, O.: Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí isoenzymových analýz. *DZ NAZV QD 1428. VÚLHM* 2002.
- IVANEK, O.: Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí isoenzymových analýz. *DZ NAZV QD 1428. VÚLHM* 2003a.
- IVANEK, O.: Isoenzyme analysis of Norway spruce in the Ore Mts. *Comm. Inst. For. Boh.*, 20, 2003b, s. 95-99.
- IVANEK, O.: Klonové výsadby smrku ztepilého. - Isoenzymové analýzy vybraných klonů I. *Zprávy les. výzk.*, 50, 2005, č. 1, s. 58-60
- KAMENSKÝ, M., LONGAUER, R., TUČEKOVÁ A., ŠTEFANČÍK I., JANKOVIČ, J., BEDNÁROVÁ, D., FOFFOVÁ, E., GAJDOŠ, A., IŠTŇA, J., PACALAJ, M., PAVLENDA, P., SARVAŠ, M., SUŠKOVÁ, M., ŠEBEŇ, V.: Pestovanie horských lesov na princípe trvalo udržateľného rozvoja. *ZZ ČVTP 2730-02, Zvolen* 2002.
- KONNERT, M. (2004): Isoenzymuntersuchungen bei Lärche (*Larix decidua*). *Bayerisches Amt für forstliche Saat - und Pflanzenzucht (ASP). Teisendorf* 2004.
- KRZAKOWA, M., MATRAS, J., SLIWINSKA, E.: Genetic variations of European larch (*Larix decidua* MILL.) provenances in Poland with special reference to *L. decidua* MILL., subsp. *Sudetica* (DOMIN) SVOBODA and *L. decidua* MILL. subsp. *Polonica* (RACIB.) DOMIN. *Larix 2002, IUFRO, Int. Symp. France*, 16. - 21. 9. 2002
- LARIONOVA, A., YAKHNEVA, N. V.: Genetic polymorphism of *Larix sibirica* and *Larix gmelini* in the Middle Siberia. *Larix 2002. IUFRO, Int. Symp. France*, 16. - 21. 9. 2002
- PASTEUR, N., PASTEUR, G., BONHOMME, F., CATALAN, J., BRITTON-DAVIDIAN, J.: Practical Isozyme Genetics – Ellis Horwood series in gene technology. *New York, Wiley & Sons* 1988
- Směrnice pro zakládání semenných porostů a semenných plantáží. *Praha, MLVH* 1971. 37 s.
- Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. 1988. 22 s.
- ŠINDELÁŘ, J., VAŠÍČEK, J., SKALICKÝ, V.: Produkce osiva v semenných sadech borovice lesní a modřínu opadavého v České socialistické republice. *Lesnická práce*, 68, 1989, č. 5, s. 207-215.
- ŠINDELÁŘ, J.: Koncepce dalšího šlechtění borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) pro potřeby ČR. *Práce VÚLHM*, 76. 1991, s. 7-46.
- ŠINDELÁŘ, J.: Výhledová studie geneticky vhodného osiva a sadby s ohledem na disponibilní zdroje. (Studie). *Jíloviště-Strnady, VÚLHM* 1996. 86 s.
- TRÖBER, UTE; HAASEMANN, W.: Pollination effects in a larch hybrid seed orchard. *Forest Genetics*, 7, 2000, č. 1, s. 77-82.
- VINCENT, G.: Výběr a šlechtění v lesním hospodářství. *Praha, SZN* 1962. 223 s.

Recenzent: Ing. A. Jurásek, CSc.

Tab. 3.

Genotypy (alelické páry) rodičovských stromů z LS Šternberk (VS) a roubovanců odpovídajících klonů (KL) ze semenného sadu Mladeč
 Genotypes (allelic pairs) of parent trees-clones (VS) and grafted plants (ramets) (KL) of European larch from seed orchard Mladeč

Číslo rodičovského stromu (RS) a klonu (KL)*/ Number of parent tree (RS) and clone (KL)*	PGI A	G6PD	SDH A	SDH B	AAT A	AAT C	PGM A	LAP B	6PGDH B
108 RS	22	22	22	13	22	11	13	22	22
108 KL		22	22	13	22	11			22
109 RS	22	22	22	13	22	11	13	22	22
109 KL		22	22	13	22	11			22
156 RS	12	12	22	22	22	11	13	22	22
156 KL		12	22	22	22	11			22
159 RS	12	12	22	11	22	11	13	12	22
159 KL		12	22	11	22	11			22
162 RS	22	22	22	12	22	11	13	22	22
162 KL		22	22	11	22	11			22
163 RS	22	22	22	22	22	11	13	22	22
163 KL		22	22	13	22	11			22
874 RS	22	22	22	22	22	11	13	22	22
874 KL		22	22	13	22	11			22
876 RS	22	22	22		22	11	13	22	22
876 KL		22	22	13	22	11			22
879 RS	22	22	22		22	11	13	22	22
879 KL		22	22	22	22	11			22
884 RS	12	12	22	11	22	11	13	22	22
884 KL		12	22	11	22	11			22
889 RS	22	22	22	11	22	11	13	22	22
889 KL		22	22	11	22	11			22
893 RS	22	22	22	22	22	11	13	22	22
893 KL		22	22	22	22	11			22
897 RS	22	22	22	11	22	11	13	22	22
897 KL		22	22	22	22	11			22
904 RS	22	22	22	11	22	11	13	22	22
904 KL		22	22	11	22	11			22
905 RS	22	22	22	11	22	11	13	22	22
905 KL		22	22	11	22	11			22
911 RS	22	22	22	11	22	11	13	22	22
911 KL		22	22	11	22	11			22
914 RS	22	22	22	13	22	11	13	22	22
914 KL		22	22	13	22	11			22
916 RS	22	22	22	13	22	11	13	22	22
916 KL		23	22	23	22	11			22
18-4 RS	22	22	22	11	22	11	23	22	22
18-4 KL		22	22	11	22	11			22

* KL –klon v semenném sadu/clone in a seed orchard

POZNATKY Z PADESÁTILETÉHO LESNICKO-HYDROLOGICKÉHO VÝZKUMU V BESKYDSKÝCH EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍCH

Findings after the fifty-years long forest-hydrological research in two Beskidian experimental watersheds

Abstract

Data after fifty years long climatic-hydrological measurements, since November 1953 in two experimental watersheds Červík (CE) and Malá Ráztoka (MR) in the Beskydy Mts. (CZ), have formed good basis for analysing research relationships among elements of water balance and verifying of new forest-hydrological models for environmental management of forests used. We have found that the annual sums of precipitations fluctuate naturally about $\pm 30\%$ on an average and were not significantly influenced by forest renewal process during the time period with huge air pollutions. This experiment shows that the relationships between precipitations and outflows in small, fully forested, mountain watersheds depend more on natural elements than on methods of forest management. We need to evaluate separately data in the yearly cold and warm time periods because of climatic influences upon water balance. Evaluation of outflow waves (floods), of snow melting and dry periods with very low outflows is important too. It is shown that the influence of forests upon very high or low outflows was naturally limited. We have to measure outflow waves digitally now. Forest soils are very important elements in the hydrological regime of watersheds with the infiltration and retention qualities. Favourable hydrological effects of forests are the bases for supporting of suitable management instructions with low impact harvesting technologies. Site required woods defend better before dangerous damages of outflow waves caused by harmful biotic and abiotic factors without inputs of non-efficient labour and high funds.

Úvod

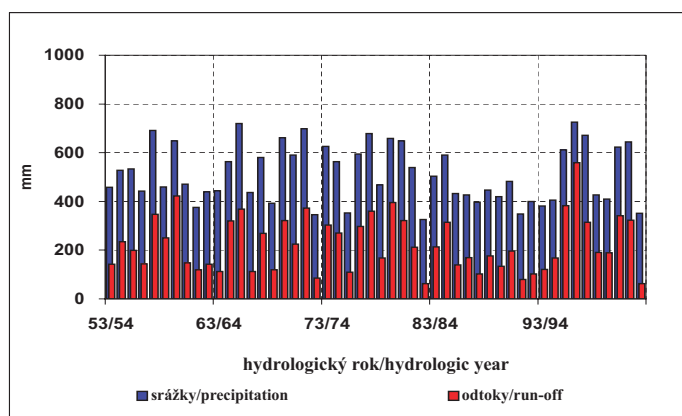
Měření, vyhodnocování a modelování srážkově-odtokových vztahů v lesnatých prameništích horských toků mají v mnoha zemích dlouhou, až i stoletou tradici. Nové poznatky a zkušenosti z lesnické hydrologie jsou uveřejňovány v přednáškách i publikacích. V dílčích závěrech se poněkud liší, což plyne ze složitosti průběhů a nároků měření vodní bilance v rozdílných přírodních podmínkách.

V listopadu 1928 byla VÁLKEM v dřívějším Československu započata lesnicko-hydrologická měření v malých srovnávaných povodích Kýchová a Zděchov v Javorníkách. Některé poznatky z naměřených a vyhodnocených dat byly citovány v zahraničí. Po jeho 30letém působení byl tento výzkum ukončen. Počátkem 50. let v minulém století byl vysloven záměr podporovat vodní účinky lesů lesnicko-vodohospodářskými opatřeními ke společenskému prospěchu. To si vyžádalo prokázat rozdíly v odtocích vody experimentálním měřením s kalibrací prvků vodní bilance z nedotčených, a následně zrychlenými porostními obnovami s úpravou dřevinné skladby změněných povodí. Novými objekty se stala zásluhou MAŘANA a ZELENÉHO experimentální povodí Červík (CE – 1,85 km²)

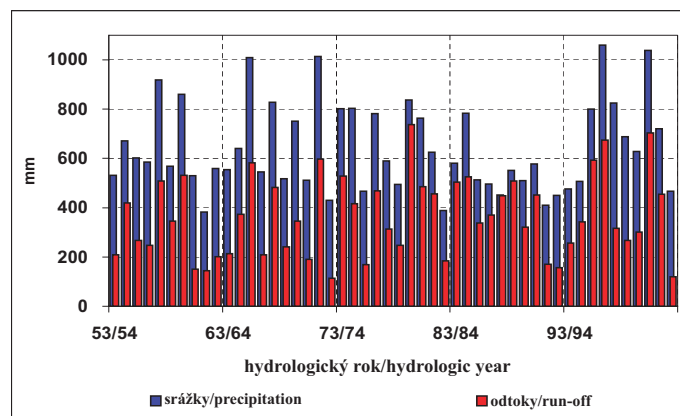
a Malá Ráztoka (MR – 2,076 km²) v Moravskoslezských Beskydách. Tento výzkum, zahájený 1. listopadu 1954, nyní s padesátiletou řadou dat, trvá a délkou měření převyšuje mnohé světové experimenty. Základní poznatky z 45letých řad naměřených dat byly uveřejněny (BÍBA et al. 2001), ale je potřebné jejich stále doplňování novými, posuzování a uplatňování.

Představa o příznivém působení lesů na malý vodní koloběh, koncipovaná v průběhu 19. století, si žádala prokázat správnost daty naměřenými v malých povodích i v odlišných zeměpisných a klimatických podmínkách. Tento úkol byl časově a fyzicky náročný. Hodnoty, změny a vztahy prvků vodní bilance v lesnatých povodích nelze všude snadno popsat, modelovat a předpovídat, jak se mění v dynamice ekosystému. Některá data i vztahy se v krátkém čase téměř nezmění, ale jiné výrazně. Proto je třeba rozhodnout, které prvky podrobněji sledovat a měřit. Vhodný výběr měřených parametrů a porozumění ekologickým vazbám v ekosystému má klíčový význam pro vypovídací schopnost celého experimentu.

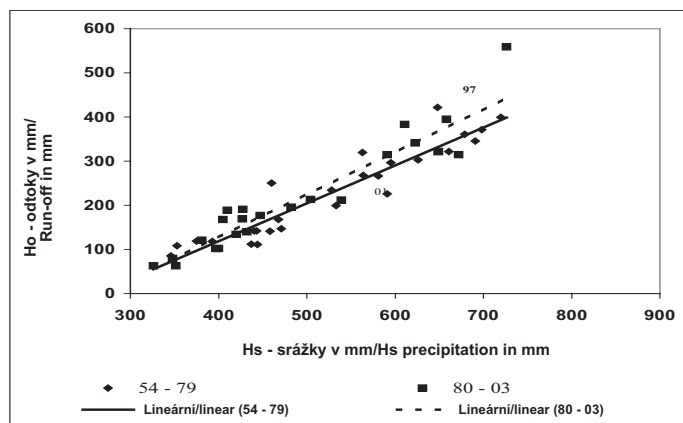
Poznatky z beskydských měření informují o nejdůležitějších vztazích v průběhu trvání experimentu. Měření by mělo dále pokračovat



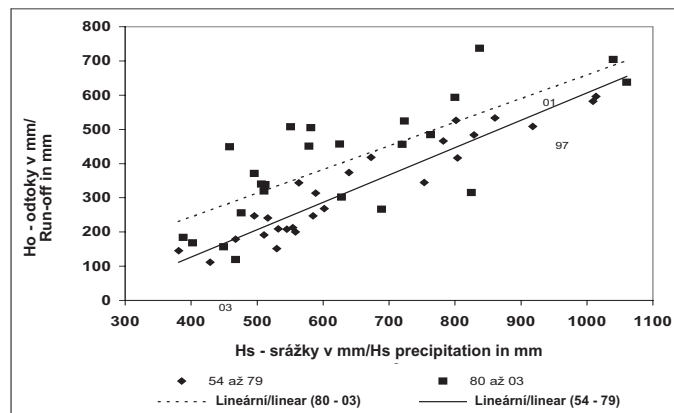
Obr. 1.
Červík – výšky srážek a odtoků v teplých obdobích let 1954 až 2003
Červík - precipitation and water run-off in the warm periods of 1954 to 2003



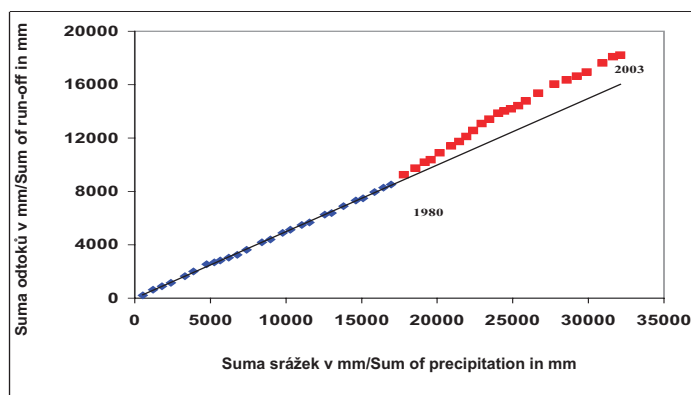
Obr. 2.
Malá Ráztoka - výšky srážek a odtoků v teplých obdobích let 1954 až 2003
Malá Ráztoka – precipitation and water run-off in the warm period of 1954 to 2003



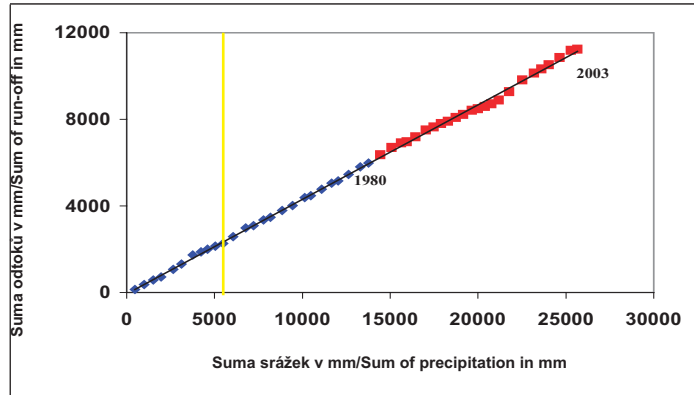
Obr. 3.
Červík – závislost odtoků Ho na srážkách Hs v teplých obdobích let 1954 až 1979 a let 1980 až 2003
Červík – dependency of run-off Ho on precipitation Hs in the warm periods of 1954 to 1979 and 1980 to 2003



Obr. 4.
Malá Ráztoka – závislost odtoků Ho na srážkách Hs v teplých obdobích let 1954 až 1979 a let 1980 až 2003
Malá Ráztoka – dependency of run-off Ho on precipitation Hs in the warm periods of 1954 to 1979 and 1980 to 2003



Obr. 5.
Malá Ráztoka – dvojitá součtová čára (DSC) srážek a odtoků – teplá období let 1954 až 2003
Malá Ráztoka – double sum line of precipitation and run-off – warm periods of 1954 to 2003



Obr. 6.
Červík – dvojitá součtová čára (DSC) srážek a odtoků – teplá období let 1954 – 2003
Červík – double sum line of precipitation and run-off – warm periods of 1954 - 2003

a data je vhodné hlouběji analyzovat. V průběhu tohoto dlouhodobého výzkumu byl postupně upravován jeho cíl podle aktuálních důrazů v celém lesním hospodářství od cíleného ovlivňování lesního prostředí přes sledování vlivu imisní kalamity až po monitorování důsledků klimatických změn a měnících se imisně ekologických podmínek na lesní ekosystém.

Informace o výsledcích obdobných lesnisko-hydrologických výzkumů jsou ve světě velmi obsáhlé (MENDEL 1999). Měnily se motivy a potřeby lesního hospodářství podle vývoje lesnické politiky. Je třeba podrobněji analyzovat, které prvky, jejich změny a vztahy jsou ve srážkově-odtokovém procesu v lesním prostředí nejdůležitější (HEGG et al. 2004). Na jejich základě jsou nyní preferována lesnická opatření, která nenarušují v lesích stav prostředí.

Předložený příspěvek uvádí přehled poznatků z beskydských experimentálních povodí CE a MR a doplňuje již dříve uveřejněné informace (BÍBA et al. 2001) o nové výsledky z výzkumu za poslední období.

Experimentální povodí Červík a Malá Ráztoka; obnovy porostů, digitální měření

Hlavní charakteristiky z malých povodí CE a MR jsou sestaveny v tabulce 1. Pro podrobnější geografické informace tu odkazujeme na příspěvek (BÍBA et al. 2001), a případně i na lesní hospodářský plán. Zásoby, těžby a těžební etáty dříví v m³ hroubí s kůrou jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. Lesní hospodářský plán je v obou povodích CE a MR právě obnovován; upřesní zásoby dříví a nové těžební etáty. Z ročních úhmů těžeb je patrné, že porostní obnovy byly více motivovány od poloviny 60. do konce 70. let cílem experimentálního výzkumu, ale potom byly těžby téměř zastaveny po výrazném poškozování porostů imisemi na návětném svahu a hřebenu v povodí MR. V povodí CE nebylo poškození až tak kritické, ale i tam byla zrychlená porostní obnova téměř skončena a omezována jen na nejnútnejší hospodářské zásahy. Cíl experimentálního výzkumu tam nebyl narušen, protože již provedená porostní obnova byla tak velká, že odtoky z povodí měly být jejími důsledky měřitelně ovlivněny.

Metodikou ani novými přístroji nebyla v průběhu výzkumu změněna klimatická měření. Výjimkou byl počátek digitálních měření v roce 1999,

Tab. 1.

Charakteristiky experimentálních povodí Červík a Malá Ráztoka
 Characteristics of the experimental basins Červík and Malá Ráztoka

Východní zeměpisná délka Gr./East longitude	18° 23'	18° 15'
Severní zeměpisná šířka/North latitude	49° 27'	49° 30'
Rozloha v km ² /Area in km ²	1,85	2,076
Nadmořská výška od m/Elevation a. s. l. from	640	602
do m/ to m	960	1 084
Průměrná nadmořská výška/Average altitude (m)	800	840
Prům. plošná sklonitost podle HERBSTA/Average sloping according to HERBST (%)	30	50
Převládající expozice toku/Prevailing exposition of stream	severových./NE	severozáp./NW.
Tok bystřiny v délce/Stream length (m)	1 945	2 000
Pramen bystřiny v nadm. výšce/Water source at altitude (m)	900	962
Průměrný spád bystřiny/Average water gradient of stream (%)	13,9	22,8
Lesnatost povodí/Basin forestation (%)	100	100
Geologický podklad/Mother rock	godulský pískovec/ godulic sandstone istebňanské břidlice/ Mica shist-Istebnany type	godulský pískovec/ godulic sandstone
Mechanický půdní typ/Soil type	písčité jílov. hlin. zeminy/ sand-clay clay-soil	hlinité písky/ soilsand
Zastoupení dřevin podle plochy/Tree species representation according to plot (%)		
smrk/spruce	74,7	56,4
jedle/fir	0,3	0
buk/beech	24,6	35,8
ostatní listnáče/other broadleaves	0,4	7,8
Zastoupení dřevin podle hmoty/Tree species representation in volume (%)		
smrk/spruce	93,8	35,8
jedle/fir	0,5	0,2
buk/beech	5,6	59,1
ostatní listnáče/other broadleaves	0,1	4,9
Průměrný věk/Average age	47	51
Zásoba na 1 ha v m ³ /Timber supply per 1 ha in m ³	233	160
Průměrná roční teplota/Average annual temperature (°C)	6,2	6,9
Průměrné roční srážky/Average annual precipitation (mm)	1 122,4	1 238,4

jehož účelem nebylo nahradit původní přístroje, ale doplnit je se zárukou podrobnějších záznamů dat. To je nejdůležitějším činem v čase intenzivních lijáků pro podrobnější záznamy průběhů a kulminací průtokových vln. Podrobněji tu popisujeme digitální přístroje zavedené do výzkumných měření v CE a MR:

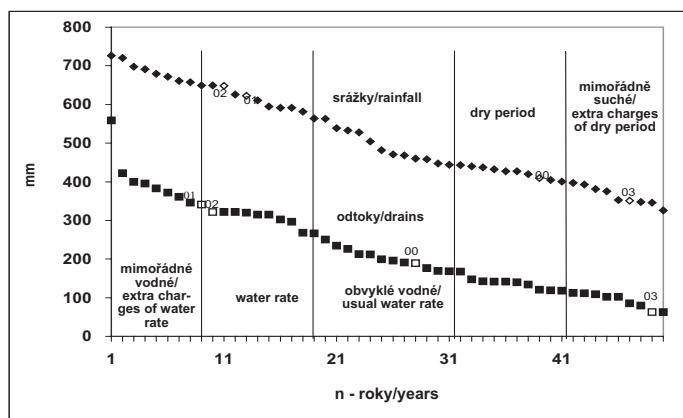
Základem monitorovací stanice MS16 je šestnáctikanálová registrační jednotka M4016 s akumulátorovým napájením. Registrační jednotka umožňuje připojení všech běžných měřicích čidel se standardním, proudovým, frekvenčním, nebo pulzním výstupem. K jedné registrační jednotce lze tedy připojit větší počet ultrazvukových a elektrochemických sond s číslicovým výstupem změřených dat. Komunikace s jednotkou probíhá prostřednictvím komunikačního a vyhodnocovacího programu MOST, respektive novějšího MOST 32. Tyto programy umožňují stahování dat do paměti notebooku, nastavení parametrů měření a ukládání dat a rovněž další práci s těmito daty díky možnosti tabulkových i grafických výstupů.

Pro měření výšky hladiny v otevřených měrných žlabech slouží inteligentní ultrazvukové sondy US 3000. Mikroprocesor v sondě vypočítává z časového intervalu mezi odeslaným ultrazvukovým impulzem a jeho přijatým odrazem zjišťovanou vzdálenost, kterou dále koriguje podle teploty vzduchu. Základní rozlišovací schopnost sondy je 1 mm.

Teplota vzduchu je měřena odporovým platinovým teploměrem Pt 100 s proudovým převodníkem v hlavici. Pro měření absolutní vzduš-

né vlhkosti je použit kapacitní snímač spolu s proudovým výstupem. Teploměr a čidlo absolutní vlhkosti jsou chráněny radiačním krytem a jsou umístěny na stožáru ve výšce 2 m od země. Teplota vody je rovněž měřena platinovým teploměrem Pt 100. Celek je vodotěsně zalit silikonovou hmotou, takže je možno toto čidlo umístit celé do vody.

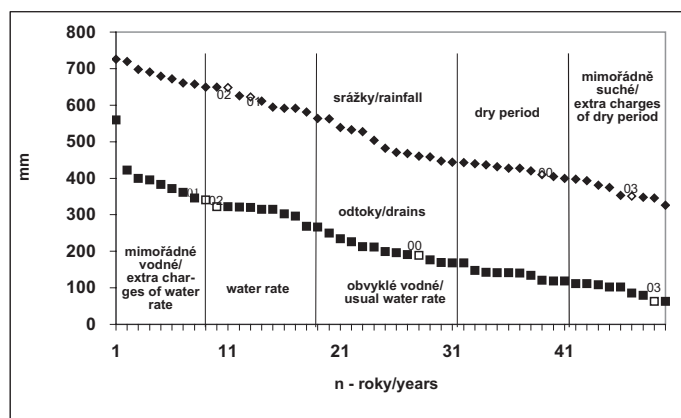
K měření množství a intenzity srážek slouží číselkové srážkoměry typu SR02 se zachytnou plochou 200 cm². Srážkoměr se připojuje k pulznímu vstupu registrační jednotky, která pak na jednom ze svých kanálů registruje množství spadlých srážek vždy za časové období dané nastaveným intervalem archivace jednotky. Principem funkce srážkoměru je využití mechanismu děleného překlápěcího člunku pro získání elektrických pulzů a to v závislosti na množství srážek. Déšť dopadá otvorem s přesně určenou plochou do nálevky, výtokem vtéká do horní poloviny děleného nakloněného člunku. Když se horní polovina naplní určitým nastavitelným množstvím srážek, člunek se překlápí. Tím současně vyteče voda z této poloviny člunku a pod výtok nálevky se umístí jeho druhá polovina. Tento proces probíhá po celou dobu trvání deště. Magnet zatmelený do těla člunku při každém překlapaní sepně kontakt, zalitý v držáku člunku. Spínání kontaktu v závislosti na průtoku definovaného objemu srážek vytváří možnost registrace počtu překlapaní, tedy pulzů, a tím i množství srážek.



Obr. 7.

Červík – hodnocení vodnosti teplých období let 1954 až 2003 podle srážek a odtoků

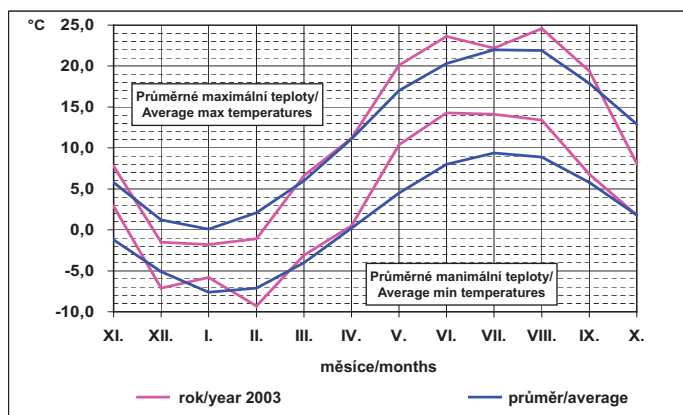
Červík – evaluation of water content in the warm periods of 1954 to 2003 according to the precipitation and run-off



Obr. 8.

Malá Ráztoka – hodnocení vodnosti teplých období let 1954 až 2003 podle srážek a odtoků

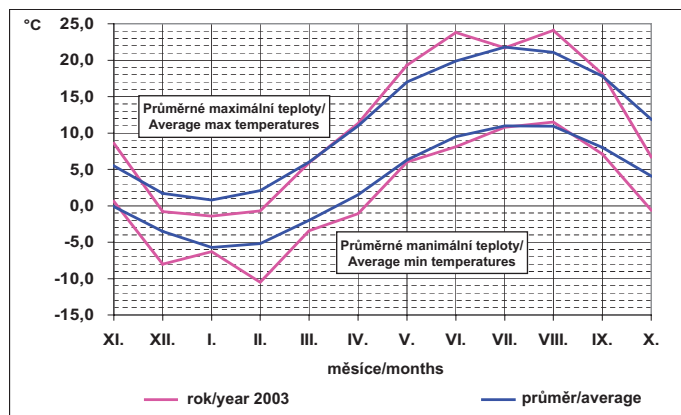
Malá Ráztoka – evaluation of water content in the warm periods of 1954 to 2003 according to the precipitation and run-off



Obr. 9.

Červík – průměrné měsíční minimální a maximální teploty. Rok 2003 je porovnán s dlouhodobým průměrem (z časové řady let 1954 až 2003)

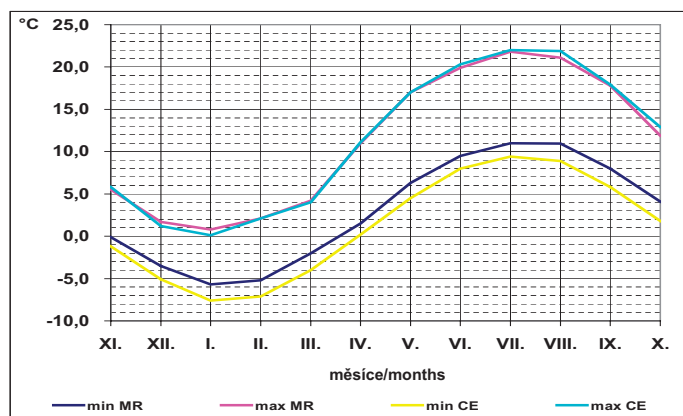
Červík – average month minimal and maximal temperatures. Year 2003 is compared to the long-term average (time series of 1954 – 2003)



Obr. 10.

Malá Ráztoka - průměrné měsíční minimální a maximální teploty. Rok 2003 je porovnán s dlouhodobým průměrem (z časové řady let 1954 až 2003)

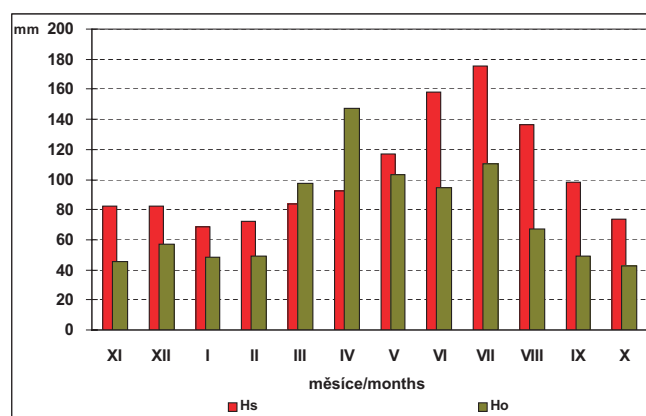
Malá Ráztoka – average month minimal and maximal temperatures. Year 2003 is compared to the long-term average (time series of 1954 – 2003)



Obr. 11.

Srovnání dlouhodobých měsíčních průměrů minimálních a maximálních teplot v povodích Červík a Malá Ráztoka

Comparing of the long-term monthly averages of minimal and maximal temperatures in the basins of Červík and Malá Ráztoka



Obr. 12.

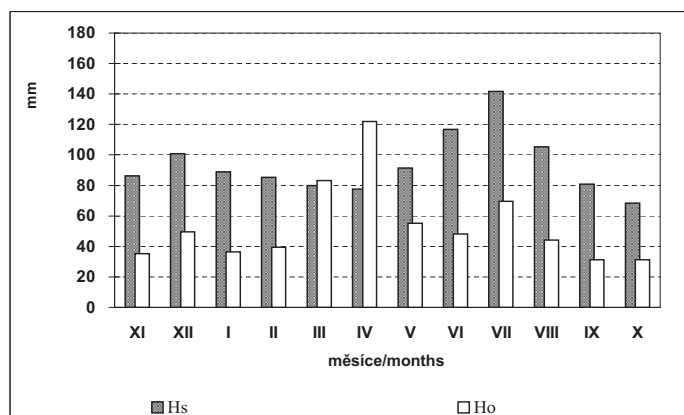
Malá Ráztoka – průměrné měsíční úhrny srážek a odtoků v letech 1954 až 2003

Malá Ráztoka – average total month precipitation and run-off in 1954 to 2003

Tab. 2.Červík - zásoby, těžby a těžební etáty v m³ hroubí s kůrou

Červík - timber supply, logging, allowable cut, gross with bark

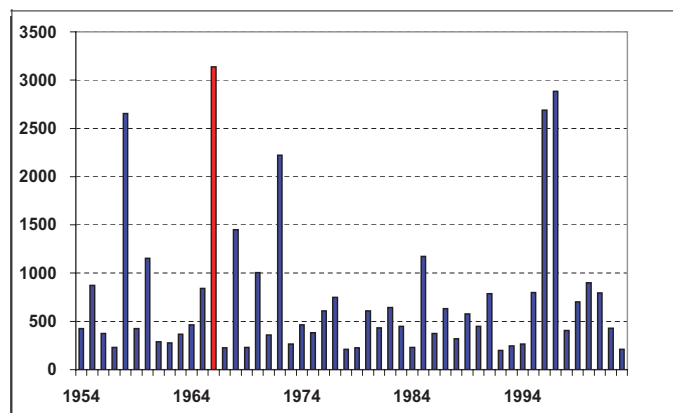
	Jehličnany/Coniferous	Listnáče/Broadleaves	Celkem/Total	Zásoba/Supply (%)
Zásoba k 1. 1. 1960/Timber supply to Jan. 1, 1960	77 777	823	78 600	100
Těžby v roce/Logging in 1961	3 774	6	3 780	
1962	97	1	98	
1963	806	0	806	
1964	416	0	416	
1965	1 372	2	1 374	
Celkem/Total	6 465	9	6 474	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1966/to Jan. 1, 1966	77 320	702	78 022	99
Těžební etát/Allowable cut 1966 - 1975	31 697	101	31 798	
Těžby v roce/Logging in 1966	5 412	0	5 412	
1967	1 003	0	1 003	
1968	3 449	0	3 449	
1969	3 576	0	3 576	
1970	3 421	0	3 421	
1971	3 377	8	3 385	
1972	3 817	46	3 863	
1973	2 149	0	2 149	
1974	1 449	9	1 458	
1975	4 346	13	4 359	
Celkem/Total	31 999	76	32 075	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1976/to Jan. 1, 1976	67 534	941	68 475	87
Těžební etát/Allowable cut 1976 -1985	36 520	275	36 795	
Těžby v roce/Logging in 1976	2 131	4	2 135	85
1977	3 328	0	3 328	81
1978	4 596	0	4 596	76
1979	6 980	0	6 980	69
1980	5 052	0	5 052	64
1981	3 182	62	3 244	61
1982	289	0	289	60
1983	297	0	297	60
1984	506	0	506	59
Celkem/Total	26 361	66	26 427	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1985/to Jan. 1, 1985	43 698	2 647	46 345	59
Těžební etát/Allowable cut 1985 - 1994	8 925	335	9 260	
Těžby v roce/Logging in 1985	2 133	0	2 133	
1986	1 313	0	1 313	
1987	271	0	271	
1988	418	0	418	
1989	1 085	0	1 085	
1990	824	0	824	
1991	462	2	464	
1992	414	4	418	
1993	536	0	536	
1994	258	1	259	
Celkem/Total	7 714	7	7 721	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1994/to Jan. 1, 1994	43 024	3 039	46 063	59
Těžební etát/Allowable cut 1995 - 2004	9 047	546	9 593	
Těžby v roce/Logging in 1995	1 102	195	1 306	
1996	3 226	50	3 266	
1997	1 864	12	1 888	
1998	585	1	599	
1999	1 238	5	1 243	
2000	703	4	707	
2001	651	0	651	
2002	301	0	301	
2003	540	0	540	



Obr. 13.

Červík – průměrné měsíční úhrny srážek a odtoků v letech 1954 až 2003

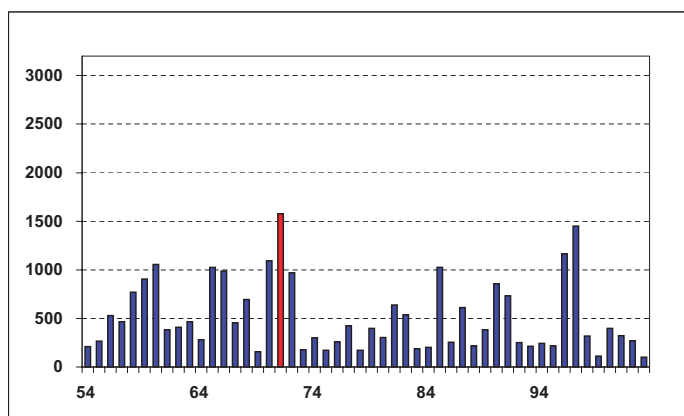
Červík – average total month precipitation and run-off in 1954 to 2003



Obr. 14.

Malá Ráztoka – kulminační průtoky v $\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$

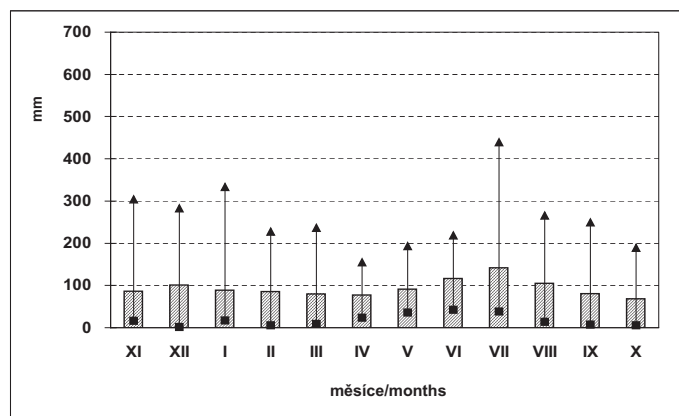
Malá Ráztoka – culmination flows in $\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$



Obr. 15.

Červík – kulminační průtoky v $\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$

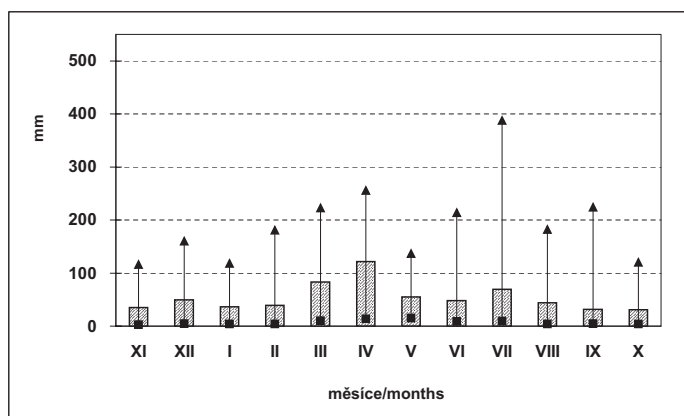
Červík – culmination flows in $\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$



Obr. 16.

Červík – průměrné, minimální a maximální měsíční srážky v letech 1954 – 2003

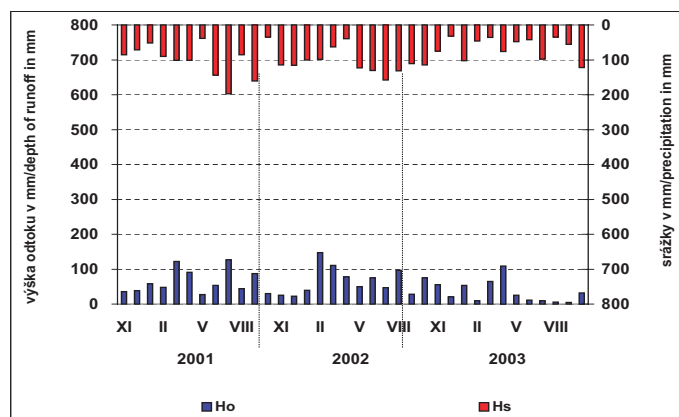
Červík – average, minimal and maximal monthly precipitations in 1954 – 2003



Obr. 17.

Červík – průměrné, minimální a maximální měsíční odtoky v letech 1954 – 2003

Červík – average, minimal and maximal monthly run-off in 1954 – 2003



Obr. 18.

Červík – chod měsíčních srážek a odtoků v hydrickém roce 2001 – 2003

Červík – Development of monthly precipitation and run-off in 2001 – 2003

Komentář ke grafickému hodnocení naměřených dat

Na obr. 1 a 2 jsou obsaženy úhrny srážek a odtoků v teplých obdobích (červen až říjen) let 1954 až 2003 v obou malých povodích. Jde o obecnější klimatickou informaci, z níž je patrná rozkolísanost úhrnů srážek, daná přírodními vlivy. Jejich číselný přehled byl sestaven do tabulek 4 a 5. Tzv. Přední hory s povodím MR jsou více vystavené NW proudění tlakových útvarů. Mají asi o 10 % větší srážkové úhrny než Zadní hory s nižšími vrcholy, v nichž je povodí CE. Hodnoty jednotlivých dešťů se však mohou velmi lišit. Např. 1. 8. 1971 pokryla povodí CE silná, ale krátká bouřka s intenzitou lijáku vrcholícího hodnotou 2 mm/min následovaná strmou povodňovou vlnou, která byla v letech měření v tomto povodí nejvyšší. V povodí MR, které je přímo vzdáleno jen 10 km, takový liják nebyl. V obou povodích byly deště vydatné a odtokové objemy bohaté po regionálním dešti na počátku července 1997, ale kulminace odtoků tam nejvyšší nebyly. V MR odtékalo víc vody v letech 1980, 1996, 2000 a 2001, což bylo důsledkem vodní bilance pravděpodobně ovlivněné aktuálním stavem lesa i jinými příčinami.

Na obr. 3 a 4 jsou uvedeny závislosti odtoků na srážkách v teplých obdobích roků výzkumu rozdělených na dvě období. Naznačují mírné zvýšení odtoků vody, více v MR než v CE, patrně jako důsledek zrychlených porostních obnov v závěru 70. let, v MR ještě s důsledky působení imisí a zejména poškození bukových porostů mrazem po teplotním šoku v zimě 1979.

Obr. 5 a 6 vyjadřují vztah srážek a odtoků vody dvojitou součtovou čarou, která je těsná. V CE neprokazuje změnu vztahu po ukončení kalibrace povodí. V MR se v roce 1980 změnilo odtoky vody, ale jejich příčina nebyla jednoznačná.

Soubor úhrnů v obou povodích byl na obr. 7 a 8 rozdělen do pěti oddílů podle měřítek vodnosti v hodnocených letech prokazující přírodní rozkolísanost dat.

Obr. 9 a 10 obsahují průběhy měsíčních průměrných, minimálních a maximálních teplot v obou povodích. Rok 2003 je porovnán s průměrnými hodnotami z let 1954 – 2003. Je patrné, že průměrné letní teploty byly nad průměrem a léto bylo sušší.

Obr. 11 je srovnáním dlouhodobých měsíčních průměrů minimálních a maximálních teplot v obou povodích. Průběh byl určen meteorologickými příčinami bez výrazných rozdílů.

Obr. 12 a 13 zobrazují průměrné měsíční úhrny srážek a odtoků v letech výzkumu. V březnu a dubnu se do nich promítá tání sněhu, v ostatních měsících jsou určovány vývojem počasí.

V obr. 14 a 15 jsou roční kulminace odtoků v obou povodích. V CE byl největší odtok po bouřce 1. 8. 1971, dále v září 1996 a v červenci 1997, hodnoty však jsou vyrovnanější a téměř poloviční ve srovnání s MR. Tam byla povodňová vlna v roce 1958, největší v červenci 1966, a následně v letech 1972, 1996 a 1997. V jiných letech již byly vlny menší a bystřiny méně škodící. Pro podrobnější data odkazujeme na Bíbu et al. (2001).

Obr. 16 uvádí chod měsíčních srážek průměrných, maximálních a minimálních za celé období měření pro povodí Červík.

Obr. 17 uvádí chod měsíčních odtoků průměrných, maximálních a minimálních za celé období měření pro povodí Červík.

Obr. 18 znázorňuje chod měsíčních srážek a odtoků na povodí Červík za hydrologické roky 1999 až 2003.

V obr. 19, 20, 21 je chod průměrných, maximálních a minimálních srážek a odtoků za celé období měření a chod měsíčních srážek a odtoků v hydrologických letech 1999 až 2003, vše pro povodí Malá Ráztoka

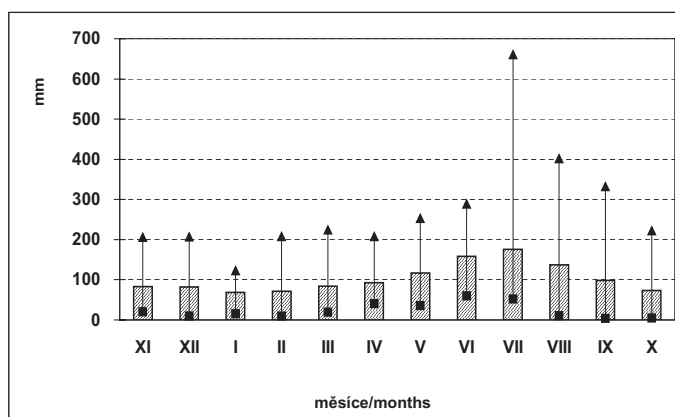
Obr. 22 a 23 vyjadřuje úhrny srážek a odtoků v MR. Jejich hodnoty se měnily v průběhu 80. let, v nichž odtékalo víc vody, ale příčiny zatím nebyly jednoznačně stanoveny. V roce 1999 tam byly srážky i odtoky nižší, jejich předcházející zvýšení se neprojevovalo.

S obr. 24 souvisí, že v CE byly porostní obnovy intenzivnější do roku 1980, ale potom už byly menší; v MR (obr. 25) více probíhaly až do závěru 80. let.

Na všech přiložených obrázcích byla vynesena data za měsíční nebo delší časová údobí a tento soubor tvoří jen základní přehled výsledků z experimentu. Dokonalejší technika měření a hodnocení dat s využitím moderních metod umožňuje provádět podrobnější rozbor dat z krátkých až velmi krátkých údobí. A právě tímto směrem se bude vyvíjet další pokračování experimentu.

Náměty z dlouhodobého lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydech

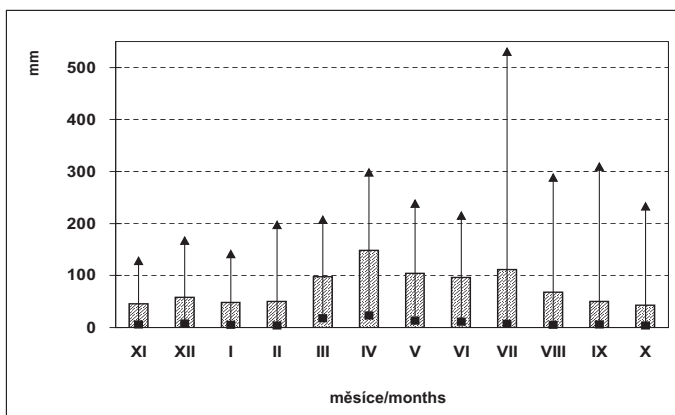
Netradičně dlouho trvající experimentální výzkum v malých beskydských povodích přispívá k objasnění hodnot a vztahů důležitých prvků ve srážkově-odtokovém procesu lesního prostředí. Naměřená data ukazují složitost procesu probíhajícího v otevřených a málo předpověditelných intervalech. Vzhledem k tomu nemohou být ani podněty ke změnám vždy jednoznačně určeny. Dlouhé časové řady měření jsou nutné pro zaznamenávání jevů opakujících se po delších obdobích, např. povodní, ale též i vztahů k obmýtí lesa. Ovlivňování povodí lid-



Obr. 19.

Malá Ráztoka – průměrné, minimální a maximální měsíční srážky v letech 1954 – 2003

Malá Ráztoka – average, minimal and maximal monthly precipitation in 1954 - 2003



Obr. 20.

Malá Ráztoka – průměrné, minimální a maximální měsíční odtoky v letech 1954 – 2003

Malá Ráztoka – average, minimal and maximal monthly run-off in 1954 – 2003

skými činnostmi většího plošného (např. znečišťování ovzduší) nebo jen místního (osidlování, turistika) rozsahu vyžadují dlouhé časové řady dat jako základ pro statistická vyhodnocení rozdílů a změn prvků prostředí.

Vodní balance v lesích je hydrologicky podrobněji analyzovaným, složitým přírodním jevem. Počíná měřeními jednotlivých dešťů i počtů dnů mezi nimi, intercepce, evapotranspirace, průsaků vody půdou až do podloží, odtoků z povodí za různých klimatických situací, ve čtyřech ročních čtvrtletích, a v odlišujících se přírodních změnách prostředí. Měření intenzit a úhrnů dešťů jsou prováděna bodově dešťoměry a ombrografy s malou zachytanou plochou, porovnáváme-li ji s plochou povodí. Jsou klimaticky reprezentativními, sotva však poskytují dost přesná data pro výpočty vodní balance, což zvětšuje rozkolísanost srážkových dat, která je největší za intenzivních a vydatných dešťů. Je nutné uvažovat i rozdílné působení hydrometeorů na balance v lesním prostředí. Část vody vsakuje při silných deštích do lesní půdy, její menší část odtéká po povrchu z ploch ztuhnutých nebo zpevněných. Množství vsaků do lesní půdy je v přírodě limitováno. Proto se tam může plošně vyskytnout povrchový odtok, kterým se voda postupně soustřeďuje do rýh a toků, v nichž nabývá erozní sílu. Tento typ odtoku vody představuje nejvýše asi 15 až 20 % z celkového množství a trvá velmi krátce. Větší podíl v povodňových vlnách tvoří rychlý podpovrchový odtok, jehož vznik a průběh závisí na nasycenosti povodí, vydatnosti a trvání deště, propustnosti a hloubce půd, sklonech svahů a tendenci soustřeďovat odtékající vodu. V průběhu dlouhého deště jsou viditelné silné vodní výrony na svahových úpatích, které však po jeho skončení záhy zanikají. O retenční kapacitě půd svědčí data naměřená v beskydském výzkumu: intenzity přívalových dešťů tam za celou dobu měření jen výjimečně překročily 2 mm/min, což je kolem 33 m³ vody za 1 sekundu na 1 km² plochy povodí. Nejvyšší specifický odtok byl v MR $q = 3,144 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$. To svědčí o pohotovostní retenci vody v lesní půdě v povodí, která v době experimentu kolísala kolem 50 mm. V průběhu teplého ročního období (v rámci toho výzkumu od června do října každý rok) vždy ubývala vodní zásoba v půdě evapotranspirací a odtokem z povodí. Odtoková doba mezi nejintenzivnějším lijákem a kulminací průtoku v měrných žlebech byla po silných deštích 20 až 40 minut, a to ovlivňovalo intenzitu eroze v bystřinném korytě. Voda ve vzestupné části odtokových vln bývala hodně zakalená plaveninami. Pohyb hrubých splavenin je v této horské oblasti v čase i množstvím méně výrazný. Kromě okamžitých stavů vlhkosti je nutné obsah půdní vody a výši odtoků měřit po celý rok. Zvýší se pravidelně v březnu i dubnu táním sněhu, ale odtok v horách nebyl v letech výzkumu náhlý ani výrazný, nevznikla tam z něj povodeň. V teplém ročním období závisí zásoba vody v půdě na srážkách a evapotranspiraci. Ta postupně klesá, nejmenší bývá na podzim a v zimě.

Po velmi náhlých a vydatných deštích se v Beskydech vyskytly povodně lišící se podle polohy povodí. Nebezpečnými jsou kulminace přesahující $q > 1\,000 \text{ l/s.km}^2$, kterých bylo v letech 1954 až 2003 v MR 9 a v CE jen 7. Bližší data o nich byla uveřejněna (Bíba et al. 2001). Doplňujeme jen, že v letech 1998 až 2003 se v obou výzkumných povodích škodlivé povodně nevyskytly.

Důležitým jevem povodní je pohyb splávlí z odplavených stromů, větvi nebo jejich částí, bylin, případně i jiných předmětů unášených na vodní hladině. Škodí ucpáním vtoků do propustí, průtočných prostorů pod mosty, případně i zachycením splávlí překážkami toku v bystřinných korytech. Jde sice o užitečnou přírodní očistu od nežádoucích hmot, ale místy je hladina vzduta do té míry, že tok vyběží a poškozuje sousedící pozemky. Jsou známy možnosti ochrany před splávlím, např. zachycením retenčními přehrázkami, jichž nevelký počet na bystřinách v Beskydech dosud existuje, nebo ocelovými sítěmi, které tam dosud nebyly použity.

Účelné je hodnotit malé až minimální průtoky vody v suchých ročních údobích. Měření ukázala, že se opakují častěji než průtokové vlny, ale mimo jarní měsíce s táním sněhu, nepravidelně podle teplot vzduchu. Trvají zpravidla jen několik dnů a jejich hodnoty neklesají vždy až na minima. V zimě trvají někdy i dva měsíce. Minima odtoků v Beskydech v průběhu 50letých měření klesla až na $q_{\min} < 0,5 \text{ l/s.km}^2$. To ohrožovalo nejen vodní biosystém, ale též i vodárenské odběry pro části obcí v podhůří a průtoky pro provoz malých vodních elektráren v CHKO Beskydy. Vzhledem k tomu byla zdůvodněna potřeba zásob vody ve velkých vodárenských nádržích Šance a Morávka.

Minimální odtoky ze zkoumaných povodí závisí nejvíce na puklinové vodě z podloží. Příznivější bývají vodní stavy v povodí MR na godulském pískovci než v CE s převládajícími jílovci a jílovitými břidlicemi. S hydrologickým režimem Beskyd souvisí změny chemického složení vody; porostními obnovami ani dočasným znečišťováním ovzduší nebylo průkazně složení vody nepříznivě příliš ovlivněno.

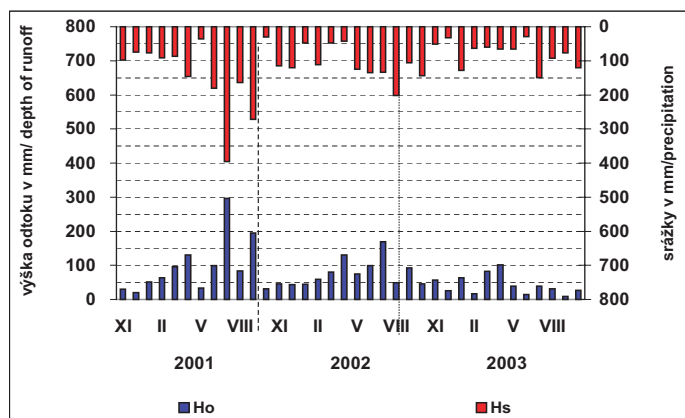
Závěr

Zkušenosti s povodňovými situacemi ukazují, že při překročení maximální nasycenosti prostředí pokračujících srážkách není les schopen zabránit vzniku katastrofálních povodní, což nám potvrzuje například situace z roku 1997. Z dlouhodobého hlediska je však třeba hodnotit les jako ekosystém, který dobře chrání krajinné prostředí před povodňovými škodami a který má schopnost tlumit vnější náhlé podněty, ale jen po určitou mez. Má také protierozní účinky, které je však třeba posuzovat se zohledněním orografických poměrů, podle stavu vegetace celého povodí a faktorů, které stav vegetace narušují (např. nešetná porostní obnova). Z možností lesního hospodářství přispět k účinnější protipovodňové ochraně můžeme uvést tyto:

- používat jen takové hospodářské způsoby a technologie, které zachovávají příznivé hydrické účinky lesů
- z obnovních postupů volit přednostně ty, jež zajistí stálou ochranu půdního povrchu
- zamezit zhoršení infiltračních schopností půdy a tvorbě erozních rýh jako primární sítě soustředěného odtoku a již existující rýhy sanovat
- obnovovat porosty v stanovištně vhodné dřevinné skladbě, která zajišťuje vysokou stabilitu a trvalost lesního ekosystému
- při výchově podporovat zejména rezistenci porostů proti poškození abiotickými a biotickými činiteli (smísení dřevin, zpevňující porostní prvky), aby nedošlo k jejich rozvrácení a tak k narušení jejich pozitivního vlivu na hydrologický režim
- z hlediska zpřístupnění porostů dbát o správné vedení cest a technologických linií a zajistit bezpečné odvádění kumulované srážkové vody z těchto podélných objektů

I přes tuto péči se však nemůžeme zcela vyhnout nebezpečí povodňových situací a tak je také důležité zajistit podmínky pro co možná nejbezpečnější odvedení povodňové vlny. Pro oblast lesního hospodářství z toho vyplývá:

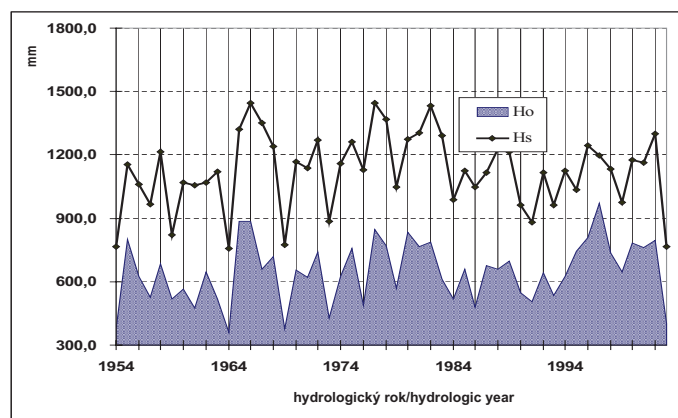
- péče o zajištění propustnosti všech propustí a mostů a jejich správného dimenzování
- přiměřenými, přírodě blízkými opatřeními hrazení bystřin v co největší míře chránit vodní toky před bystřinnou erozí, která pak ve svých důsledcích zvyšuje škodlivost průtokové vlny v údolních partiích toků
- při obnově břehových porostů se vyhnout dřevinám stanovištně nevhodným a nahradit je dřevinami, které svým kořenovým systémem zpevňují břehy a dokáží více odolávat účinkům kulminací průtoků



Obr. 21.

Malá Ráztoka – chod měsíčních srážek a odtoků v hydrickém roce 2001 – 2003

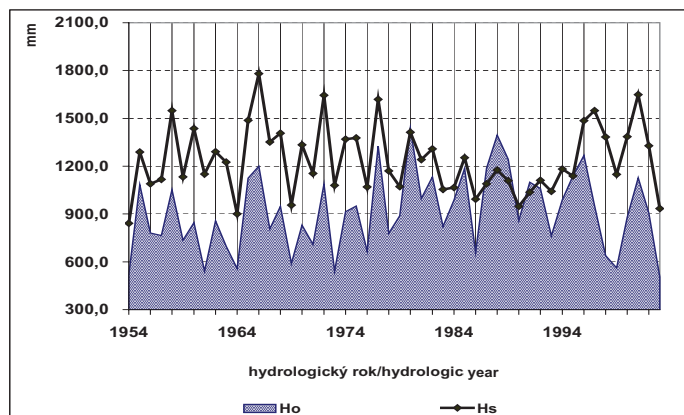
Malá Ráztoka – Development of monthly precipitations and run-off in hydrologic years of 2001 - 2003



Obr. 22.

Červík – roční chod srážek a odtoků

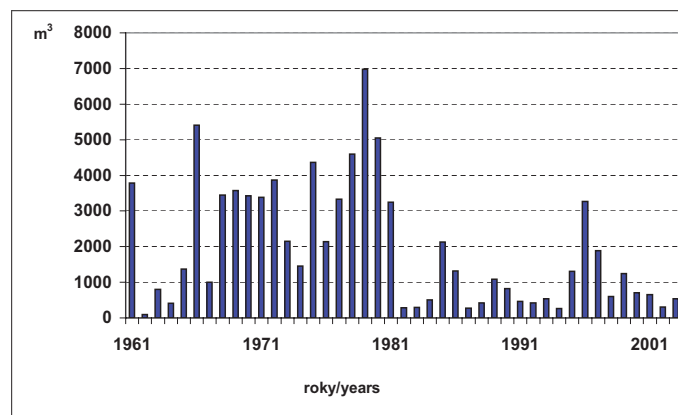
Červík – annual development of precipitation and run-off



Obr. 23.

Malá Ráztoka – roční chod srážek a odtoků

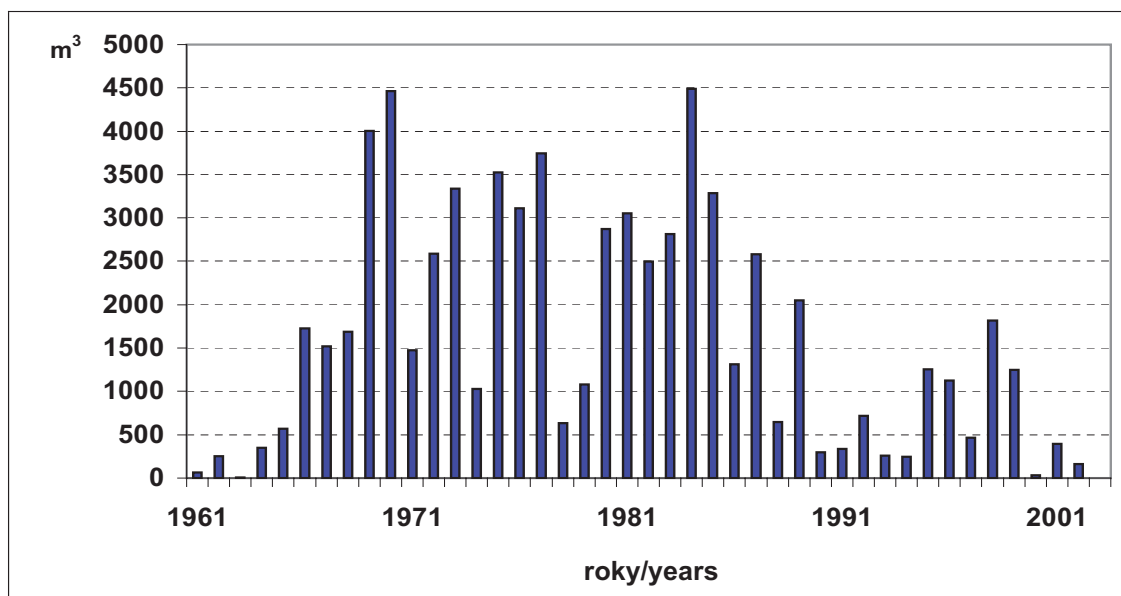
Malá Ráztoka – annual development of precipitation and run-off



Obr. 24.

Červík – těžby dřeva v m³

Červík – annual logging in m³



Obr. 25.

Malá Ráztoka – těžby dřeva v m³

Malá Ráztoka – annual logging in m³

Je také důležité, aby územní orgány dbaly na vymezení a ochranu ohrožených pásem podél břehů toků a udržovaly nezbytnou průtočnost profilu pro odvedení povodňových vln s co nejmenšími škodami. Tato pásma je potřeba zohlednit také při územním plánování, aby případné nové investice nebyly vystaveny riziku povodňových škod. V technologicky vyspělých zemích vedou racionální úvahy k poznání hranice, kde lidská činnost nemůže efektivně regulovat přírodní procesy. Jejich respektování je pak nejen ochranou před neefektivním vynakládáním prostředků, ale je možno říci i jednou z podmínek trvale udržitelného rozvoje společnosti.

Poděkování:

Mnohaletý výzkum si vyžádal pracovní úsilí, které přesáhlo možnost uplatnění jedné generace vědeckých pracovníků na tomto výzkumném úkolu. Na jeho plnění se velmi úspěšně podíleli Ing. Václav Zelený, CSc., v letech 1952 - 1980 a Ing. Alois Chlebek v letech 1971 – 2001. Náleží jim uznání za svědomitě splněný podíl prací na dlouhodobé výzkumné činnosti.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu QF 3013 „Vývoj hydrického působení lesů malých horských povodí“ v rámci programu výzkumu a vývoje MZe ČR.

Literatura

- BĚLSKÝ, J., JAŘABÁČ, M., JIŘÍK, J.: Experience after the hundred year long torrent control in the Czech Republic. In: Int. Congr. INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim, Matsumoto, Japan, Congr. Publ. Vol. 1, 2001, s. 411-417. ISSN 1347-7382
- BĚLSKÝ, J., BÍBA, M., VANČURA, K.: National Report Czech Republic In: Proc. of the 23rd International Meeting of the WP on Mountain Watershed Management. Envir. Doc. No. 165. Berne 2003. 202 s.
- BĚLSKÝ, J., JAŘABÁČ, M.: Experience from the torrent control in the Czech Republic between 1884 - 2003. In: Int. Symp. INTERPRAEVENT 2004. Riva-Trient, Bd. 3, 2004, s. 13-18. ISBN 3-901164-06-05
- BÍBA, M.: Forestry hydrological research in the Forestry and Game Management Research. Institute. Vod. hosp., 50, 2000, s. 4
- BÍBA, M.: Long-term observation of relationship between forest ecosystems and hydrological regime. Res. Nat. Rep. No. 7701. Jíloviště-Strnady 2000, 7 s.
- BÍBA, M. et al.: Vliv hospodaření v lesích na tvorbu odtoku a kvalitu vody v zalesněných povodích v kontextu komplexní protipovodňové ochrany krajiny. Závěrečná zpráva projektu EP 9090. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001.
- BÍBA, M., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M., JIŘÍK, J.: Les a voda – 45 let trvání vodohospodářského výzkumu v Beskydech. Zpr. lesn. výzk., 46, 2001, s. 231-238. ISSN 0322-9688
- BÍBA, M., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M., JIŘÍK, J.: Lesnicko-hydrologický výzkum v Beskydech v roce 2001. Zprav. Beskydy 15. Brno, MZLU 2002, s. 25-30
- BÍBA, M., JAŘABÁČ, M.: Lesnicko-hydrologický výzkum v Beskydech na závěr roku 2002. Zprav. Beskydy 16. Brno, MZLU 2003, s. 9-16
- CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M.: 40 let lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydech 1953 - 1993. Lesn. průvodce, 1995, č. 2, 29 s. ISBN 0862-7657
- HEGG, Ch. et al.: Lothar und Wildbäche. Schlussbericht. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL 2004. 79 s.
- CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M., WINKLER, I.: Minimální odtoky vody z beskydských lesnatých povodí. Zprav. Beskydy 13. Brno, MZLU 2000, s. 43-46, ISBN 80-7157-437-6
- CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M.: Catastrophic flooding in the Czech Republic since 5 July 1997. IAHS Publ., 271, 2002, s. 19-23
- MENDEL, H. G.: Elemente des Wasserkreislaufs. Eine kommentierte Bibliographie zur Abflussbildung. Berlin, Analytica 2000. 244 s. ISBN 3-929342-54-5

Recenzováno

Tab. 3.Malá Ráztoka - zásoby, těžby a těžební etáty v m³ hroubí s kůrou

Malá Ráztoka - timber supply, logging, allowable cut, gross with bark

	Jehličnany/Coniferous	Listnáče/Broadleaves	Celkem/Total	Zásoba/Supply %
Zásoba k 1. 1. 1960/Timber supply to Jan. 1, 1960	16 661	44 831	61 492	100
Těžby v roce 1961/Logging in 1961	24	43	67	
1962	182	68	250	
1963	7	0	7	
1964	91	258	349	
1965	187	379	566	
Celkem/Total	491	748	1239	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1966/to Jan. 1, 1966	17 253	42 896	60 149	98
Těžební etát 1966 - 1975/Allowable cut 1966 - 1975	516	18 835	23 351	
Těžby v roce 1966/Logging in 1966	509	1 219	1 728	
1967	224	1 298	1 522	
1968	489	1 200	1 689	
1969	749	3 255	4 004	
1970	1 106	3 355	4 461	
1971	337	1 139	1 476	
1972	1 391	1 195	2 586	
1973	197	3 139	3 336	
1974	299	729	1 028	
1975	620	2 906	3 526	
Celkem/Total	5 921	19 435	25 356	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1976/to Jan. 1, 1976	18 714	32 213	50 927	83
Těžební etát 1976 - 1985/Allowable cut 1976 - 1985	6 870	24 118	30 988	
Těžby v roce 1976/Logging in 1976	855	2 254	3 109	79
1977	286	3 458	3 744	74
1978	205	430	635	73
1979	865	216	1 081	72
1980	1 803	1 066	2 869	68
1981	965	2 085	3 050	64
1982	708	1 789	2 497	61
1983	101	2 712	2 813	58
Celkem/Total	5 788	14 010	19 798	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1984/to Jan. 1, 1984	12 883	22 889	35 775	58
Těžební etát 1984 - 1993/Allowable cut 1984 - 1993	4 193	16 358	20 551	52
Těžby v roce 1984/Logging in 1984	775	3 711	4 486	48
1985	880	2 405	3 285	46
1986	248	1 066	1 314	43
1987	439	2 142	2 581	42
1988	314	335	649	38
1989	494	2 677	3 171	38
1990	204	92	296	38
1991	91	248	339	37
1992	211	510	721	37
1993	112	145	257	
Celkem/Total	3768	13 331	17 099	
Zásoba podle inventarizace/Timber supply according to inventory				
k 1. 1. 1994/to Jan. 1, 1994	10 770	12 128	22 898	37
Těžební etát 1994 - 2003/Allowable cut 1994 - 2003	4 096	7 587	11 683	
Těžby v roce 1994/Logging in 1994	233	16	249	
1995	173	1 085	1 258	
1996	471	653	1 124	
1997	34	430	464	
1998	801	1 019	1 820	
1999	107	1 143	1 250	
2000	29	1	30	
2001	150	241	391	
2002	154	7	161	
2003	0	0	0	
Celkem/Total	2152	4595	6747	

Tab. 4.

Červík - vodní bilance - celoroční

Červík - perennial water balance sheet

N	Rok/Year (XI-X)	Hs mm	Ho mm	H _z mm	q l/s.km ²	f Ho/Hs
1	1954	765,4	375,6	389,8	11,9	0,49
2	1955	1156,1	797,9	358,2	25,3	0,69
3	1956	1061,4	622,9	438,5	19,8	0,59
4	1957	968,5	527,5	441,0	16,7	0,54
5	1958	1215,3	684,5	530,8	21,7	0,56
6	1959	820,1	518,6	301,5	16,4	0,63
7	1960	1069,7	565,7	504,0	17,9	0,53
8	1961	1057,0	476,3	580,7	15,1	0,45
9	1962	1071,0	645,1	425,9	20,5	0,60
10	1963	1119,5	517,6	601,9	16,4	0,46
11	1964	756,4	361,0	395,4	11,4	0,48
12	1965	1319,9	885,0	434,9	28,1	0,67
13	1966	1443,8	885,4	558,4	28,1	0,61
14	1967	1349,4	658,1	691,3	20,9	0,49
15	1968	1238,1	717,3	520,8	22,7	0,58
16	1969	774,8	378,2	396,6	12,0	0,49
17	1970	1167,1	656,3	510,8	20,8	0,56
18	1971	1137,3	619,0	518,3	19,6	0,54
19	1972	1269,2	741,5	527,7	23,5	0,58
20	1973	886,1	429,6	456,5	13,6	0,48
21	1974	1157,1	625,3	531,8	19,8	0,54
22	1975	1263,4	757,4	506,0	24,0	0,60
23	1976	1127,0	486,6	640,4	15,4	0,43
24	1977	1447,1	845,0	602,1	26,8	0,58
25	1978	1367,1	769,4	597,7	24,4	0,56
26	1979	1048,2	569,2	479,0	18,0	0,54
27	1980	1274,7	834,0	440,7	26,4	0,65
28	1981	1302,9	767,6	535,3	24,3	0,59
29	1982	1433,6	786,5	647,1	24,9	0,55
30	1983	1292,3	612,9	679,4	19,4	0,47
31	1984	988,5	517,3	471,2	16,4	0,52
32	1985	1124,1	658,3	465,8	20,9	0,59
33	1986	1047,5	480,8	566,7	15,2	0,46
34	1987	1118,1	674,5	443,6	21,4	0,60
35	1988	1225,6	660,7	564,9	21,0	0,54
36	1989	1216,2	696,1	520,1	22,1	0,57
37	1990	962,5	549,5	413,0	17,4	0,57
38	1991	881,1	503,1	378,0	16,0	0,57
39	1992	1114,5	641,9	472,6	20,4	0,58
40	1993	964,0	533,4	430,6	16,9	0,55
41	1994	1123,6	625,8	497,8	19,8	0,56
42	1995	1036,6	745,5	291,1	23,6	0,72
43	1996	1244,1	808,4	435,7	25,6	0,65
44	1997	1198,0	971,8	226,2	30,8	0,81
45	1998	1134,0	737,9	396,3	23,4	0,65
46	1999	977,0	646,9	330,1	20,5	0,66
47	2000	1174,0	782,8	391,2	24,8	0,67
48	2001	1163,7	761,0	402,7	24,1	0,65
49	2002	1299,2	795,0	504,2	25,2	0,61
50	2003	766,4	400,6	365,8	12,7	0,52
Průměry/Averages						
1 - 13	54-66	1063,4	604,9	458,5	19,2	0,56
14 - 26	67-79	1171,7	634,8	536,8	20,1	0,54
27 - 50	80-03	1127,6	674,7	452,9	21,4	0,60
1 - 50	54-03	1122,4	646,2	476,2	20,5	0,57

Tab. 5.

Malá Ráztoka - vodní bilance - celoroční

Malá Ráztoka - perennial water balance sheet

N	Rok/Year (XI-X)	Hs mm Hs	Ho mm Ho	H _z mm	q l/s.km ²	f Ho/Hs
1	1954	841,9	519,2	322,7	16,5	0,62
2	1955	1287,8	1083,8	204,0	34,4	0,84
3	1956	1089,2	780,9	308,3	24,8	0,72
4	1957	1117,5	764,8	352,7	24,3	0,68
5	1958	1548,7	1051,4	497,3	33,3	0,68
6	1959	1132,5	735,2	397,3	23,3	0,65
7	1960	1437,1	844,9	592,2	26,8	0,59
8	1961	1151,5	543,0	608,5	17,2	0,47
9	1962	1291,0	857,9	433,1	27,2	0,66
10	1963	1224,8	698,7	526,1	22,2	0,57
11	1964	901,1	557,6	343,5	17,7	0,62
12	1965	1486,6	1125,8	360,8	35,7	0,76
13	1966	1780,8	1200,6	580,2	38,1	0,67
14	1967	1350,9	805,2	545,7	25,5	0,60
15	1968	1407,0	947,3	459,7	30,0	0,67
16	1969	956,7	590,4	366,3	18,7	0,62
17	1970	1333,8	829,6	504,2	26,3	0,62
18	1971	1154,3	708,7	445,6	22,5	0,61
19	1972	1645,8	1088,1	557,7	34,5	0,66
20	1973	1079,1	541,6	537,5	17,2	0,50
21	1974	1369,5	915,2	454,3	29,0	0,67
22	1975	1376,6	950,5	426,1	30,1	0,69
23	1976	1069,9	666,6	403,3	21,1	0,62
24	1977	1619,1	1326,3	292,8	42,1	0,82
25	1978	1169,7	779,2	390,5	24,7	0,67
26	1979	1071,7	889,6	182,1	28,2	0,83
27	1980	1413,3	1438,2	-24,9	45,6	1,02
28	1981	1240,7	997,7	243,0	31,6	0,80
29	1982	1308,4	1133,7	174,7	35,9	0,87
30	1983	1054,9	822,3	232,6	26,1	0,78
31	1984	1066,2	987,5	78,7	31,3	0,93
32	1985	1253,6	1185,4	68,2	37,6	0,95
33	1986	993,7	658,9	334,8	20,9	0,66
34	1987	1089,4	1187,3	-97,9	37,6	1,09
35	1988	1175,5	1395,6	-220,1	44,3	1,19
36	1989	1109,6	1243,7	-134,1	39,4	1,12
37	1990	948,0	858,5	89,5	27,2	0,91
38	1991	1036,2	1099,2	-63,0	34,9	1,06
39	1992	1112,1	1060,4	51,7	33,6	0,95
40	1993	1042,6	762,5	280,1	24,2	0,73
41	1994	1182,0	988,8	193,2	31,4	0,84
42	1995	1139,7	1139,4	0,3	36,1	1,00
43	1996	1485,1	1266,2	218,9	40,0	0,85
44	1997	1547,8	952,7	613,1	30,2	0,61
45	1998	1382,4	638,0	744,4	20,2	0,46
46	1999	1148,3	561,8	586,5	17,8	0,49
47	2000	1385,2	879,2	506,0	28,0	0,64
48	2001	1649,2	1127,9	521,3	35,7	0,68
49	2002	1327,4	906,7	420,7	28,7	0,68
50	2003	934,6	504,9	429,7	16,0	0,54
Průměry/Averages						
1 - 13	54-66	1253,1	828,0	425,1	26,3	0,66
14 - 26	67-79	1277,2	849,1	428,1	26,9	0,66
27 - 50	80-03	1209,4	991,5	218,6	31,4	0,83
1 - 50	54-03	1238,4	912,0	326,8	28,9	0,74

HODNOCENÍ DOSTUPNOSTI PŮDNÍ VLÁHY DŘEVINÁM NA ZÁKLADĚ TENZOMETRICKÝCH MĚŘENÍ

Soil moisture availability for trees evaluated due to tensiometric investigations

Abstract

The article is dealing with both the summer drought period and soil moisture availability during these periods. An investigation was carried out within watershed called "U Dvou louček" situated in the Orlické hory Mts. The precipitation and soil moisture pressure measurements were interpreted. If the drought period lasts for more than 14 days, the soil moisture decreases whilst soil suction pressure reaches value of decreased moisture availability (70 kPa; pF 2,8; water tensiometer Locus); especially in depth 30 to 45 cm. But this process does not appear within entire investigated plot; only in particular points. The decrease mentioned above during May and June influences negatively shallow-rooting spruce thickets; especially plantations newly planted. Trees situated in parts of watershed with deep ground water cannot reach it up to utilize it for growing. Thus the individuals depend mainly on precipitation supply. A capillarity action does not reach a root layer.

Klíčová slova: lesní povodí, období beze srážek, sací tlak půdy, tenzometry, dostupnost půdní vody dřevinám

Key words: forest watershed, drought period, soil suction pressure, tensiometers, soil moisture availability

Úvod

Pravidelně se opakující období beze srážek nebo s velmi malou srážkou během vegetačního období mohou být příčinou oslabení a zhoršeného zdravotního stavu lesních kultur. Zvláště smrkové kultury vzhledem k jejich povrchovému kořenovému systému mohou být suchem oslabeny a poškozeny. Z našich měření vyplývá, že suché periody se objevují pravidelně na přelomu května a června a od srpna do října (ČERNOHOUS 2000). V ostatních měsících vegetačního období se vyskytují v menší míře nebo v rocích se sušším průběhem celého léta. Na základě tenzometrických měření sacího tlaku půd jsme se pokusili vyhodnotit dostupnost půdní vláhy dřevinám v těchto obdobích. Experiment byl proveden na povodí U Dvou louček v Orlických horách.

Popis povodí

Experimentální povodí U Dvou louček bylo založeno k řešení problematiky odvodnění zamokřeného lesního povodí umístěného na horském svahu (ČERNOHOUS 1996). Poloha povodí je určena zeměpisnými souřadnicemi 16° 30' 56" východní délky a 50° 13' 16" severní šířky v katastru obce Říčky, na pozemcích Správy Kolowratských lesů. Nadmořská výška povodí je 880 m až 950 m, průměrná výška podle hypsografické křivky 922 m n. m. Povodí má délku rozvodnice 2 290 m a délku údolnice 530 m. Rozloha povodí činí 32,6 ha. Povodí vykazuje proměnlivý sklon, v dolní části 7,5°, ve střední 8,5° a v horní 4,3°. Průměrný sklon vypočtený z průběhu vrstevnic je 6,4°. Údolnice má sklon 5,4°. Jihozápadní expozice povodí přechází v okrajových částech v jihovýchodní a západní. Vodoteč odvodňující povodí je tvořena dvěma rameny o délce 340 m a 300 m. Čtvrtina rozlohy povodí je ovlivněna vysokou hladinou spodní vody (protékající voda a prameniště). Plocha vzrostlého buk-smrkového porostu (průměrný věk 80 let) činí 5,7 ha (17,5 % plochy). Zbývající plocha povodí je imisní holoseč s různověkou smrkovou kulturou o maximálním stáří patnácti let. Odvodňovací opatření, sledující obnovení funkčnosti existující odvodňovací sítě a podchycení odtoku z prameniště a bezodtokových míst, se uskutečnilo na ploše větší než 2 ha. Délka odvodňovacích příkopů přitom dosáhla ca 500 m.

Metodika

K získávání vstupních dat se na povodí měří srážky osmi staničními srážkoměry a dvěma ombrografy napojenými na automatickou meteo-

stanici NOEL. Zjišťovány jsou i další charakteristiky půdně ovzdušné sféry. Průtok ve vodoteči byl sledován plovákovým limnigrafem Metra, od léta 1996 ho zaznamenává manometrický limnigraf fy NOEL s automatickým sběrem dat. Sací tlak půdy je měřen celkem 168 vodními tenzometry Locus v hloubkách od 0,3 do 0,6 m na dvou vlhkostně odlišných mikroplochách o velikosti 10 x 10 m (36 měrných míst ve čtvercovém sponu 2 m). První mikroplocha se nachází v části povodí neovlivněné vysokou hladinou podzemní vody (nazýváme ji „suchá“ nebo neovlivněná) a druhá je umístěna v přechodové oblasti mezi částí povodí ovlivněné vysokou hladinou podzemní vody a částí neovlivněnou (nazýváme ji „mokrá nebo ovlivněná“). Na jedné ploše je v čtvercovém rozestupu 2 m 36 tenzometrů v -30 cm, v -45 cm je také 36 tenzometrů a 12 tenzometrů je na úhlopříčkách v -60 cm. Tenzometry měří v rozsahu 0 až 100 kPa (1 kPa = 9,869 cm vodního sloupce = 0,994 pF). Hydrolimity pak jsou stanoveny takto: Plná vodní kapacita 0 až 10 kPa; Polní vodní kapacita 10 až 20 kPa; Bod snížené dostupnosti 70 až 100 kPa (Locus 1992). Bod snížené dostupnosti, v literatuře uváděný také jako lentokapilární bod, je pro naše sledování rozhodující, protože je rozmezím mezi dynamicky přístupnou a nepřístupnou vodou pro vegetaci (DRBAL 1986). Týdenní tenzometrická měření získaná během vegetačního období 1993 až 2005 byla rozdělena podle hloubek a zprůměrována pro snazší zjištění průběhu sacího tlaku půdy v čase. Vlhkost půdy je sledována vlhkoměrem Virrib s automatickým záznamem dat v šestihodinovém intervalu.

Pro vyhodnocení vlivu sucha jsme vybrali suchá období delší devíti dnů nebo s maximálním úhrnem srážek do 5 mm. Srážkové úhrny do 5 mm jsou v období sucha zanedbatelné, protože smáčí jen povrch vegetace, dochází k jejich okamžitému výparu a ke kořenovému systému se nedostávají. Výskyt a počty suchých dnů v jednotlivých letech 1992 až 2005 ukazuje tabulka 1.

Výsledky

Největší sumární délka suchých period se ve sledovaných letech vyskytla v roce 1994 a 2000, kdy celkový počet suchých dnů dosáhl 109 a 98. V suchých periodách vane vítr převážně ze severního nebo severovýchodního směru, přičemž rychlost větru se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 9,0 m.s⁻¹, ale nejčastěji okolo hodnoty 2 m.s⁻¹. Tomu odpovídá i průběh počasí, kdy je slunečno a proudí k nám teplý kontinentální vzduch z východní Evropy. Naopak západní větry převážně přinášejí vlhký oceánský vzduch ze západní Evropy, který je příčinou oblačnosti a vypadávání srážek.

Tab. 1.

Období beze srážky nebo se srážkami do úhrnu 5 mm

Drought period; maximal precipitation 5 mm

Rok/ Year	Období/ Period	Počet dní/ Number of days	Celkem/ Total	SVP 5.-10. měsíc/ SVP months 5 – 10	CSP 5. - 10. měsíc/ CSP months 5 – 10
1992	12.5.-4.6.; 9.6.-2.7.; 16.7.-30.7.; 2.8.-13.8.; 16.9.-4.10.	24+24+15+12+19	94	504,1	504,1
1993	11.5.-21.5.; 11.8.-22.8.	11+12	23	550,6	562,6
1994	20.5.-30.5.; 7.6.-16.6.; 19.6.-6.7.; 20.7.-8.8.; 13.8.-24.8.; 16.9.-30.9. 12.10.-24.10.	11+10+18+20+22+15+13	109	521,6	521,6
1995	24.7.-7.8.; 3.10.-29.10.	15+27	42	698,6	703,3
1996	29.5.-12.6.; 13.7.-23.7.; 15.8.-24.8.; 7.10.- 16.10.	14+11+10+10	45	686,0	705,5
1997	1.6.-13.6.; 21.6.-29.6.; 3.8.-28.8.; 20.9.-1.10.	13+9+26+12	60	820,7	987,5
1998	1.5.-17.5.; 24.5.-10.6.; 18.9.-29.9.	17+17+12	46	951,0	1038,3
1999	21.7.-9.8.; 3.9.-20.9.	20+18	38	484,3	544,1
2000	20.4.-17.5.; 24.6.-3.7.; 7.8.-16.8.; 23.8.-2.9.; 8.9.-20.9.; 22.9.-2.10. 11.10.-25.10.	28+10+10+11+13+11+15	98	485,2	497,5
2001	6.5.-17.5.; 5.8.-26.8.; 6.10.-18.10.	13+22+13	48	874,4	896,3
2002	6.5. - 25.5.	20	20	704,0	810,9
2003	22.5.-12.6.; 6.6.-17.6.; 3.8.-14.8.; 17.10.-3.11.	22+12+12+18	64	498,1	498,3
2004	1.5.-15.5.; 17.5.-28.5.; 24.6.-3.7.; 2.7.-12.7.; 31.8.-12.9.	15+12+10+11+13	61	534,6	574,1
2005	12.5.-24.5.; 24.8.-15.9.; 17.9.-27.9.; 1.10.- 22.10.; 27.10.-10.11.	13+23+11+22+15	84	639,3	639,3

SVP - srážky volné plochy/open area precipitation, CSP - celková srážka na povodí/entire watershed precipitation

Když se v suchých periodách vyskytne jihozápadní až západní vítr, způsobuje průchod stoupavých teplých proudů reliéfem povodí (vějířovitě povodí jihozápadního sklonu). Vlhkost půdy a hladina podzemní vody v takovýchto obdobích vykazuje klesající tendenci a naopak se zvětšuje sací tlak půdy. To je zcela v souladu s úbytkem vláhy v půdě vlivem zvýšené transpirace a výparu. Velikost poklesu závisí na počáteční zásobě vody v půdě z předchozích období a na délce bezsrážkové periody. Vlhkost půdy v části povodí neovlivněné vodou v hloubce 30 cm klesala až k hodnotě 20 % objemových, přitom se obvykle pohybuje v rozmezí 27 až 30 % a více. V období zamokření půdního profilu se objemová vlhkost půdy pohybuje od 30 do 50 % obj. Pokles obsahu půdní vody dokládá i vzrůstající sací tlak půdy v hloubce 30 a 45 cm. Na „suché“ ploše v bezsrážkovém období dochází po 14 a více dnech k poklesu půdní vlhkosti a k zvýšení sacího tlaku až na bod snížené dostupnosti (70 kPa), zvláště v hloubce 30 a 45 cm. K tomuto stavu však nedochází celoplošně, ale jen bodově. Při pravidelných týdenních srážkách se sací tlak pohybuje v rozmezí 10 až 30 kPa (10 až 20 kPa je polní kapacita půdy). Na „mokré“ ploše (plocha umístěna v přechodové části povodí mezi zamokřením a částí neovlivněnou vodou) je průběh sacích tlaků obdobný, ale nedosahuje tak vysokých hodnot. Normální rozpětí činí 5 (respektive 0) až 20 kPa, za dlouho trvajících přísušků dochází i zde ke zvýšení sacího tlaku k bodu snížené dostupnosti. Hodnoty sacího tlaku v roce 1994 a 2003 dokumentují tabulky 2 a 3. Rok 1994 reprezentuje rok s velkým počtem bezsrážkových period a rok 2003 roky s nízkým letním srážkovým úhrnem, ale s rovnoměrně rozloženými drobnými srážkami. Pokles sacího tlaku k bodu snížené dostupnosti v měsíci květnu a červnu je pro smrkové kultury s povrchovým kořenovým systémem velmi nepříznivý, zvláště pak pro kultury nově vysazené. V částech povodí, kde

není hladina podzemní vody nebo je velmi zaklesnutá, jsou dřeviny odkázány na zásoby vody v půdě ze srážek, protože kapilární vztlínání je nedostačující nebo nedosahuje do kořenové zóny. Toto konstatování na podkladě hydropedologického šetření v povodí U Dvou louček dokládá i ŠVIHLA (2005): „Pro konkrétní půdní profil humusového podzolu na pararule bylo prokázáno dostatečné zásobení kořenové vrstvy lesních porostů při hloubce hladiny podzemní vody 1,1 m a výšce vztlínání 80 až 90 cm. Při větších hloubkách hladiny podzemní vody než 1,2 až 1,3 m je lesní vegetace na tomto typu lesních půd odkázána na zásobení vodou převážně jen ovzdušnými srážkami“. U starších a hlouběji kořenících dřevin je předpoklad škod suchem menší.

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že pokles vlhkosti půdy může vést k nedostatku vody pro odrůstající kultury a tím i k jejich poškození (špatné ujímání a růst, úhyn). Zvláště pro čerstvé výsadby je v květnu a červnu úbytek vláhy až k bodu snížené dostupnosti velmi nepříznivý. Mladé kultury nemají dostatečně vyvinutý kořenový systém a nemohou pro vláhu dosáhnout do nižších vrstev půdního profilu. To dokládá nutné vylepšování vysazených kultur vyjádřené v procentech plochy vysázené předešlý rok na polesí Říčky a Luisino údolí. I když příčiny nutného vylepšování vysazených kultur jsou různé (přísušek, myšovití, hmyzí škůdci, turistika apod.), lze vysledovat vliv suchých period na úhyn, zvláště v roce 1994 (obr. 1). Z evidence sice nebylo možné určit přesné zastoupení jednotlivých příčin úhynu, ale podle sdělení pracovníků provozu byl určující jarní přísušek.

Tab. 2.

Sací tlak půdy na ploše neovlivněné podzemní vodou a na ploše částečně ovlivněné podzemní vodou v roce 1994
Soil suction pressure on the area without influence of groundwater and on the area with influence of groundwater in 1994

Hloubka/Depth	Hodnota/Value (kPa)	Neovlivněná plocha/Non-influenced area		Ovlivněná plocha/Influenced area	
		Průměrná/Average	Absolutní/Absolute	Průměrná/Average	Absolutní/Absolute
30 cm	maximum/minimum	74,92,9	91,70,4	31,52,7	88,70,00
45 cm	maximum/minimum	68,13,2	91,31,0	22,52,5	63,60,00
60 cm	maximum/minimum	40,63,9	69,50,3	10,72,9	23,20,00

70 kPa = bod snížené dostupnosti/point of decreased availability, 10 až 20 kPa = polní kapacita půdy/field water capacity of soil

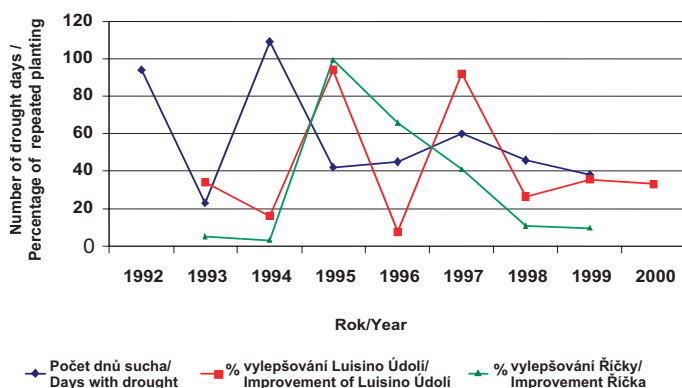
Tab. 3.

Sací tlak půdy na ploše neovlivněné podzemní vodou a na ploše částečně ovlivněné podzemní vodou v roce 2003
Soil suction pressure on the area without influence of groundwater and on the area with influence of groundwater in 2003

Hloubka/Depth	Hodnota/Value (kPa)	Neovlivněná plocha/Non-influenced area		Ovlivněná plocha/Influenced area	
		Průměrná/Average	Absolutní/Absolute	Průměrná/Average	Absolutní/Absolute
30 cm	maximum/minimum	25,43,7	86,50,4	14,14,3	26,00,8
45 cm	maximum/minimum	19,61,3	88,20,3	12,83,0	27,80,5
60 cm	maximum/minimum	17,54,0	32,31,3	10,93,4	37,80,7

70 kPa = bod snížené dostupnosti/point of decreased availability, 10 až 20 kPa = polní kapacita půdy/field water capacity of soil

Dále jsou bezsrážková období nebezpečná v kombinaci s vysokou atmosférickou depozicí dusíkatých látek, která byla v poslední době na Orlických horách a zvláště U Dvou louček zaznamenána. Nadbytek dusíku, který vyvolává tvorbu nadměrně velkých pletivových buněk, a nedostatek vody mohou zapříčinit zdravotní oslabení až poškození smrkových jedinců. Toto může být další příčinou celkového oslabení a špatného zdravotního stavu smrkových kultur, který se v posledních letech na Orlických horách vyskytuje. Naopak v místech pramenných vývěrů, okolí vodotečí a v místech soustřeďování a zadržování povrchové vody mohou vlivem neudržování a rozbití hydrografické sítě nastat problémy s vysokou hladinou podzemní vody, a tím i s obnovou porostů. V takových případech je nutné provést šetrný hydromeliorační zásah podle stavu konkrétní lokality, často cílený jen k rekonstrukci a údržbě již dříve přírodou a našimi předky vytvořené vodopisné sítě.

**Obr. 1.**

Vylepšování na polesí Luisino údolí a Říčky v % plochy zalesněné v předchozím roce

Fillings of blanks in the forest districts Luisino údolí and Říčky in the percentage of area reforested in the previous year

Literatura

- DRBAL, J.: Geologie a půdoznalství. [Geology and soil sciences.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1986. 175 s.
- ČERNOHOUS, V.: Hladina podzemní vody a půdní vláh v zamokřeném povodí po imisních těžbách. [Relations of precipitation water table, and soil moisture in a mountainous waterlogging watershed after immission logging.] Zprávy lesnického výzkumu, 41, 1996, č. 2, s. 5-8.
- ČERNOHOUS, V.: Suché periody v Orlických horách během vegetačního období a jejich potenciální vliv na ujmavost, odrůstání a zdravotní stav smrkových kultur. [The drought periods in the Orlické hory Mountains during growing season and their potential impact on roting, growth and health condition of young spruce plantation.] In: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opočno, 31. 8. - 1. 9. 2000. Ed. M. Slodičák. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 2000, s. 25-29. ISBN 80-902615-9-0
- LOCUS, s. r. o., České Budějovice: Universální digitální měřič včetně podtlakové sondy s vodním tenzometrem – popis a obsluha výrobku. [Universal digital gauger including vacuum probe and water tensiometer – description of product and operating instructions.] 1992, 3 volné listy
- ŠVIHLA, V., ŠACH, F., ČERNOHOUS, V.: Příspěvek k řešení problému vzliňování podzemní vody na povodí U Dvou louček v Orlických horách. [Contribution to solving problem of capillary rise of groundwater on the catchment U Dvou louček in the Orlické hory Mts.] Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005, č. 1, s. 53-57.

Poznámka:

Výsledky prezentované v příspěvku vznikly v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070201: Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí a s finančním příspěvem NAZV, projektu IG57016 Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha.

Recenzováno

PŘIROZENÁ REGENERACE BŘEHOVÉ VEGETACE KOUTSKÉHO POTOKA PO POVODNI Z ČERVENCE 1998

Natural regeneration of a small stream bank vegetation after a flood in July 1998

Abstract

In 1998 during the night from 22nd to 23rd of July, an extremely strong storm hit a large area of the Orlické hory Mts., including adjacent foothills. The storm brought very intensive precipitation (204 mm precipitation per approximately 25 hours was recorded at a climatic station Deštné). Consequently some of streams and rivers (mainly within Zlatý potok stream and Bělá river basins) had been unusually flooded. The Koutský potok stream is the right-side affluent of the Bělá river. Even though the watershed of the stream is quite small (surface area about 5.5 km²), the intensive precipitation caused such a big flooding, that the flushing water with big amount of drifted stones and boulders caused catastrophic erosion of banks along the stream. Thus the vegetation covering the banks had been destroyed as well. However the natural regeneration of some herbs and trees has already started. Nowadays, seven years after the flood, the significant signs of the bank vegetation (dominated by *Petasites hybridus*) restoration have been confirmed. Considering the tree species prosperity, the alder has been growing the most successfully than the other trees (birch, willow and Norway spruce) recorded. The reason is, that the alder is able to overgrow both moist and poor sites, because of presence of root nodules containing air-nitrogen fixating symbiotic actinomycetes. On the other hand, up to the present time less-growing sycamore maple demands higher content of humus in soils, therefore these initial conditions have been still limiting its growth.

Klíčová slova: povodně, břehové porosty, přirozená obnova, klima, Orlické hory

Keywords: flood, bank vegetation, natural regeneration, climate, Orlické hory Mts., NE Bohemia

Materiál a metodika

Koutský potok pramení u dnes již zaniklé osady Kout na svazích gabrodioritového hřbetu u Deštného v Orlických horách a teče ca 3,5 km přes lesní komplex Tulešov (odtud starší místní název toku Tulešovka) a dále údolím pod Mnichovou na jih k Antoniinu údolí, kde se v ústí Šlitrova dolu vlévá zprava do řeky Bělé. Území, kterým protéká, náleží do geografického celku Sedloňovská vrchovina s nejvyšší kótou na vrcholu hřbetu, kde potok pramení (Špičák – 833 m n. m.). Zhruba 85 % plochy povodí zájmového toku je pokryto lesem.

Klimaticky náleží povodí převážně do mírně teplé oblasti, okrsku mírně teplého, velmi vlhkého, vrchovinového (QUITT 1971). Z klimatických měření ČHMÚ, prováděných v období 1961 – 2000 na stanici Deštné (635 m n. m.), která je pro zájmové povodí Koutského potoka reprezentativní, vyplývají hodnoty průměrného ročního úhrnu srážek 1 188 mm při průměrné teplotě vzduchu 5,5 °C. V případě průměrných ročních teplot můžeme ve sledovaném období konstatovat trend jejich nárůstu během sledovaného období. Průměrně nejchladnější byl rok 1962 (3,1 °C) a nejteplejší rok 2000 (7,4 °C). Průměry ročních srážek výše zmíněného období ukazují, že dlouhodobě je srážkově nejbohatším měsícem červenec (137,1 mm) a nejchudším duben (76,1 mm). Průměrně nejteplejšími měsíci jsou potom červenec (17,7 °C) a srpen (14,4 °C), zatímco nejchladnější je leden (-4,1 °C).

Z geologického hlediska je povodí Koutského potoka budováno převážně pozdně proterozoickými metamorfovanými horninami, jako fylity a amfibolity, místy s vložkami kvarcitů (OPLETAL, DOMEČKA 1983). V korytě toku se nachází také transportem zaoblené kusy gabrodioritu, který buduje část geologického podloží pramené oblasti pod Špičákem.

Půdy v povodí náleží převážně k okruhu kambizemí, na prudších kamenitých a balvanitých svazích přecházejících až k rankerům. Přímou na výchozech hornin jsou zastoupeny iniciální půdy z okruhu litozemí. V místech trvalého zamokření na prameništích se vyskytují gleje a v úzké údolní nivě Koutského potoka mají půdy charakter fluvizemí. Právě tyto půdní profily byly v širokém pásu okolo toku destruovány povodní

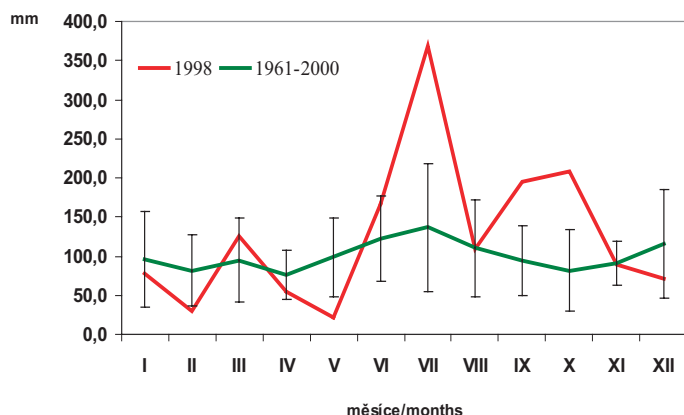
a na mnoha místech úplně zmizely. Voda odnesla veškeré sedimenty a obnažila vlastní geologické podloží toku.

Biometrická měření mlazin a orientační fytoocenologické snímkování regenerující břehové vegetace v okolí lokality „U Rybníčka“ byla provedena v červnu 2004 a srpnu 2005. Počty jedinců dřevin a pokryvnost bylin byly hodnoceny na celkem na pěti snímcích s dílčí výměrou 4 m².

Vliv povodně na vegetační poměry

Původní porosty dřevin doprovázející vodní tok před povodní (smrk, olše, klen, jasan, vrba jíva, osika a líska) měly bohatý bylinný podrost, v němž dominovaly především devětsily (*Petasites* sp.) doprovázené pestrou škálou dalších vysokých bylin. Břehová společenstva Koutského potoka vykazovala značné rozdíly sezonních aspektů. Časný jarní aspekt byl charakteristický četným výskytem květních lodyh devětsilů místy doprovázených druhy jako *Leucosium vernum* a *Chrysosplenium alternifolium*. Později se na vodou ovlivněných lokalitách místy vyskytoval také *Caltha palustris* a naopak na nezamokřených svazích *Primula elatior*. Dominantní devětsily byly však určující složkou bylinné fytoceózy především ve vrcholném letním aspektu, kdy značná část bylin rostla v krytu jejich velkých listů a pouze některé druhy (*Cirsium oleraceum*, *Angelica sylvestris*, *Senecio fuchsii*) je předrůstaly. Na místech s rozvolněným zápojem stromového patra a také tam, kde potok tekla přes trvale odlesněné lokality, byly zapojené porosty devětsilových listů natolik vitální, že prakticky zastíňovaly hladinu toku v celé jeho šířce (v průměru 1,5 až 2 m).

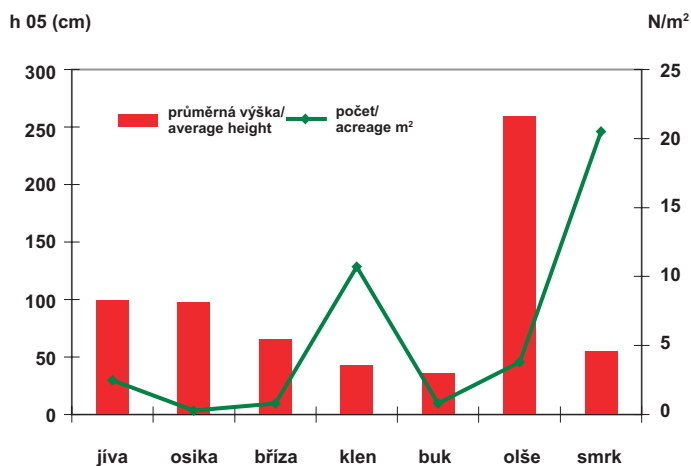
V noci ze 22. na 23. července 1998 byla část Orlických hor a přilehlého podhůří zasažena letní bouří, která přinesla mimořádně dlouho trvající intenzivní srážky. Mohutná bouřková činnost začala vznikat na vrcholu frontální vlny, která zpočátku jen velmi zvolna postupovala k severovýchodu. V důsledku toho se intenzivní bouřková činnost projevila dlouho na stejném území, jak jednotlivé kumulonimby postupovaly pravidelně po stejné dráze (HANCÁROVÁ et al. 1999). Nejvíce srážek bylo naměřeno v Deštném v Orlických horách, kde v časovém úseku od 17.10 hod (22. 7.) do 06.30 hod (23. 7.) napršelo 204 mm.



Obr. 1.

Měsíční úhrny srážek z klimatologické stanice (635 m n. m.) v Deštném v Orlických horách. Šedá čára představuje měsíční úhrny roku 1998, zatímco černá čára představuje průměry měsíčních úhrnů za období 1961 – 2000. Svislé úsečky značí směrodatnou odchylku hodnot měsíčních úhrnů za sledované období. Úhrny z roku 1998 ukazují výjimečnou situaci výskytu bohatých srážek současně v září i říjnu (zdroj: ČHMÚ). Také úhrn z července zahrnující i povodňovou srážku dosahuje neobvykle vysoké hodnoty. Podobné srážky (okolo 350 mm) se ve sledovaném období vyskytly pouze v letech 1980, 1997 a 1998 (source: Czech Hydrometeorological Institute).

Month sums of precipitation from climatological station (635 m a. s. l.) situated at Deštné in the Orlické hory Mts. The grey line represents the sums of 1998, whilst the black one represents averages of particular month sums in period 1961 – 2000. Vertical abscissas across the black line represent a standard deviation of month sums during 40 years period recorded. The rich sums of precipitation from both September and October 1998 show relatively unusual situation. Even the sum in July 1998, including storm precipitation mentioned above, is quite unusual. Similar value of precipitation month sum (350 mm) had been reached only three times in years 1980, 1997 and of course 1998 (source: Czech Hydrometeorological Institute).



Obr. 2.

Průměrné výšky dřevin (sloupce) v porovnání s průměrnými počty jedinců na metr čtvereční (černá linie)

Mean tree species heights (columns – Y axis) in comparison with mean numbers of individuals per square meter (black line – secondary Y axis). X axis - tree species: sallow (jívka); aspen (osika); birch (bříza); sycamore maple (klen); beech (buk); alder (olše); spruce (smrč)

V důsledku toho došlo k mohutnému rozvodnění mnoha toků v povodích Zlatého potoka a Bělé, kde průtoky několikanásobně převýšily normální stav a rychle proudící voda erodovala značnou část přilehlých břehů. Místy došlo v důsledku podemletí spodní části svahu i k lokálním sesuvům půd. Průtok vody v okolí zájmového profilu „U Rybníčka“ byl komplikován zbytky zemní hráze, tvořící dříve retenční nádrž pro umělý náhon k bývalé Šlitrově pile. Zbytky hráze byly sice v roce 1998 již nefunkční, ale zapříčinily nahromadění tokem unášených stromů. Takto vytvořená překážka pak zadržovala po určitou dobu vodu, dokud nedošlo k jejímu protržení.

Po opadnutí vody byla příbřežní niva v šíři ca 10 m tvořena prakticky pouze množstvím sedimentovaného materiálu, erodovaného a transportovaného z vyšších poloh (obr. 3). Ještě během léta 1998 byly na spodní čtvrtině toku provedeny sanační práce, které vedly k vytvoření koryta s lichoběžníkovým příčným profilem. Jelikož na několika místech došlo během povodně k posunu osy toku a vytvoření nového koryta, byla tato nová situace zachována i ve výše zmíněném technickém opatření. V takových případech nebylo staré koryto již obnovováno. Největší balvany a kameny byly nahnuty do stran pod povrch svahů opraveného koryta pokrytých vrstvou jemného štěrku z náplavu. Jiná opatření, jako opevnění nebo úprava sklonu nivelety dna stupni, nebyla provedena. Úprava neměla dlouhého trvání vzhledem k poměrně značným úhrnům srážek, které nastaly v září a říjnu téhož roku (obr. 1). V jejich důsledku došlo znovu k výskytu vyšších průtoků a tím k úplnému splavení nejjemnějšího štěrkového materiálu v upraveném lichoběžníkovém profilu koryta toku. Nedošlo již sice ke vzniku břehových nátrží, ale proudící voda způsobila opětovné zahlobení dna potoka místy až na vlastní geologické podloží toku.

Vzniklé svahy pokryté různě velkými balvany a kameny promíslenými s jemnějším skeletem byly ještě téhož roku na podzim uměle osázeny listnatými odrostky javoru kleny, částečně také jasanu ztepilého a vrb. Přestože celková mortalita těchto výsadeb nepřekročila 20 %, nebyla výsadba silného sadebního materiálu příliš úspěšná, neboť u více než poloviny klenových odrostků došlo postupně k zaschnutí vrcholu a tito jedinci nyní regenerují odspodu. Zcela jiná je situace v případě jedinců dřevin pocházejících ze spontánního náletu. Již v prvním roce existence nových nárostů zaujala přední místo v dosažené výšce olše, následovaná vrbami a tehdy ještě stagnujícím smrkem, který navíc vykazoval značný podíl chlorózu (více než 80 % jedinců) v důsledku nedostatečné výživy. Javor klen téměř nepřirůstal.

Po sedmi letech provedená šetření svědčí o mnohonásobně větší průměrné výšce olše (259 cm) oproti ostatním zastoupeným dřevinám (obr. 2). Stejně tak průměrné tloušťky kořenových krčků byly v případě olše významně větší (2,6 cm) než u smrku (0,65 cm) a kleny (0,75 cm). Velmi dobrá prosperita olše lepkavé spočívá především v její schopnosti osidlovat při dostatku vlhkosti i poměrně extrémní stanoviště. Důvodem je přítomnost nitrofilních aktinomycet (*Frankia* sp.) v kořenových hlízkách olší, které poutají vzdušný dusík a tím zlepšují výživu. Tyto aktinomycety jsou podle všeho obecně přítomné ve všech půdách s výjimkou kyselých rašelin (MÖLLEROVÁ 2004). V případě smrku již došlo k výraznému zlepšení barvy asimilačního aparátu a zhruba 70 % jedinců vykazuje uspokojivý výškový přírůst. Co se týká javoru, také již dochází k výraznému zlepšení výškového růstu. Příčinu předchozí stagnace spatřujeme v dobře známých nárocích této dřeviny na obsah humusu v půdě, což je konkrétně limitující faktor na stále značně obnažených kamenitých březích potoka. Pokud jde o spontánní nástup původní vegetace, lze také konstatovat, že značná část druhů zde nalezená během floristického průzkumu skutečného rok před povodní Prof. Emilem Hadačem†, se opět masově šíří podél celého toku. Výsledky těchto flo-

Tab. 1.

Přehledová fytoocenologická tabulka zachycující poměry na pěti snímcích regenerujících břehových porostů Koutského potoka (Tulešovky) v bezprostředním okolí profilu „U Rybníčka“

Phytocenological conditions within the regenerating stream bank vegetation recorded on five fields along the Koutský potok (Tulešovka) stream

Tulešovka 20. 6. 2004	snímek 1	snímek 2	snímek 3	snímek 4	snímek 5
zapsal Kacálek	nezapojeno	olšina	nezapojeno	nezapojeno	nezapojeno
vertikální vzdálenost spodní části snímku od současné nivelety koryta ¹	1,5 m nad poto- kem	40 cm nad potokem	20 cm nad potokem	20 cm nad potokem	1,5 m nad poto- kem
<i>Taxon</i>					
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	+2			1
<i>Aegopodium podagraria</i>		+			
<i>Alnus glutinosa</i>	1	+5			
<i>Angelica sylvestris</i>				+	
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	1			
<i>Betula verrucosa</i>	1	+			1
<i>Bellis perennis</i>		+			
<i>Campanula</i> sp.					+
<i>Carex</i> sp.		+			
<i>Cirsium oleraceum</i>			-2		
<i>Deschamsia caespitosa</i>			1		
<i>Epilobium montanum</i>	1		1		+
<i>Filipendula ulmaria</i>					1
<i>Galium</i> sp.				1	
<i>Geranium robertianum</i>		+	+2		
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>		+			
<i>Chamaenerion angustifolia</i>	-2	+3			
<i>Chrysanthemum</i> sp.					+
<i>Impatiens noli-tangere</i>		-2	-2	+3	
<i>Impatiens parviflora</i>			1		
<i>Lupinus polyphyllus</i>					+3
<i>Myosotis palustris</i>		+	1	1	
<i>Artemisia vulgaris</i>				1	
<i>Petasites albus</i>		+			
<i>Petasites hybridus</i>		1	-4	+5	
<i>Picea abies</i>	-3	+2			-3
<i>Poa</i> sp.			+		
<i>Populus tremula</i>					1
<i>Ranunculus acre</i>				+	
<i>Rubus fruticosus</i>	1				
<i>Rubus idaeus</i>	+	+			
<i>Rumex</i> sp.			1		
<i>Salix caprea</i>					1
<i>Scrophularia nodosa</i>				+	
<i>Senecio fuchsii</i>	1	1	+		+
<i>Stachys sylvatica</i>		+	-2	-2	
<i>Stellaria</i> sp.		1			
<i>Urtica dioica</i>			+	1	
<i>Veronica</i> sp.			+		

Symbols used: snímek 1, 2...5 – particular phytocenological fields; nezapojeno – without canopy; olšina – alder thicket; ¹ – vertical distance of the lowest part of field from the ground of streambed

ristických šetření prováděných za asistence V. a D. Kacálkových (KučERA 2004) nebyly ovšem publikovány. Přesná lokalizace odpovídá snímku č. 2 v tabulce 1. Popisovaná společenstva s dominantními devětsily byla tehdy hodnocena jako velmi zachovalá s poměrně značnou diverzitou převážně bylinných druhů a antropogenně pouze málo ovlivněná (HADAČ 1997 – ústní sdělení). Přirozeným obnovením vegetačního krytu po povodni ovšem došlo k výraznému posunu druhového spektra v tom smyslu, že dříve dominující devětsily jsou v současnosti potlačeny a lokalita zmíněného floristického šetření je nyní pokryta téměř plně zapojenou olšovou mlazinou. V krytu olší dosud přežívají smrky i kleny, které stejně jako olše nalétly na tuto lokalitu ihned po povodni.

Druhá skladba bylinného patra doznala velkých změn poté, co byl změněn profil nivy okolo vodního toku. Došlo k výraznému zahloubení dna a tak partie břehů, které byly dříve jen několik málo desítek centimetrů nad hladinou, se ocitly zcela mimo kontakt s novým tokem (výškový rozdíl až 2 m). Došlo tak k radikální změně hydrických poměrů půdního profilu a s tím spojené změně v druhovém spektru vegetace. To znamená, že na mnoha místech došlo především k radikálnímu ústupu devětsilů, které jsou striktně vázány na vodu ovlivněná stanoviště. Kromě zmíněného snímku č. 2 je vegetační kryt břehů většinou ještě řídký a nezapojený. Devětsily se šíří prakticky pouze na proudící vodou bezprostředně ovlivněných místech. Podél toku se místy na kamenitých svazích spontánně šíří již dříve antropogenně zavlečené *Lupinus polyphyllus* a *Digitalis purpurea*. Oba tyto neofyty ovšem nejsou tak agresivní, aby potlačovaly původní druhy. Naopak samy časem mizí. Proto předpokládáme, že tomu tak bude i v případě regenerujících břehových porostů.

Závěr

Celkově lze konstatovat, že dřevinná i bylinná vegetace typická pro břehy Koutského potoka (Tulešovky) i přes katastrofální rozvrat v důsledku povodně z roku 1998, po sedmi letech velmi dobře regeneruje. Odrostky dřevin (klen, jasan, vrby) uměle vysazené podél toku dosud

neprosperovaly a na březích vznikl nálet dřevin a bylinné vegetace z přirozené obnovy. Profil vodního toku byl sice po povodni technicky asanován, ovšem vlivem vysokých srážkových úhrnů v září a říjnu téhož roku došlo ke splavení většiny jemnozrnného materiálu. Nálet dřevinné a bylinné vegetace tak vznikl v podmínkách substrátu složeného z kamenů, balvanů a malého podílu štěrku. Tyto podmínky byly pro obnovu břehových porostů velmi extrémní a to především během léta, kdy přímé sluneční záření silně zahřívá kameny na povrchu, čímž vznikají teplotní výkyvy ovlivňující vegetaci. Přesto dochází k úspěšné obnově vegetačního pokryvu nových břehů a to především spontánním náletem dřevinné i bylinné složky vegetace. Na mnoha místech ovlivněných vyšší hladinou proudící vody dochází k zapojování nových společenstev s dominantními *Petasites hybridus* a také dřeviny úspěšně osidlují břehy kolem toku. Růstově nejúspěšnější je olše lepkavá. Nejpočetnější jsou smrk a javor klen. Klen začal v průběhu letošního roku natolik přirůstat, že průměrná výška měřených vzorníků byla vyšší než u již dříve dobře rostoucího smrku. Mnohonásobný růst olše je autory příspěvku připisován přítomnosti vzdušný dusík poutajících symbiotických aktinomycet, které dávají olším výhodu z hlediska výživy. Javor klen se naopak v podmínkách na humus chudého substrátu musí stále potýkat s nedostatkem organických látek, což je pro něj ekologicky limitujícím prvkem.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v souladu s řešením dlouhodobého výzkumného záměru MZE 0002070201.



Obr. 3.

Situace ze srpna 1998. Část koryta Koutského potoka bezprostředně po povodni pod profilem „U Rybníčka“ (foto: V. Kacálek)
 Damaged streambed near described profile called “U Rybníčka”. The picture shows situation from August 1998 immediately after the flood (photo by V. Kacálek)

Literatura

- HANČÁROVÁ, E. et al.: Meteorologické zprávy/Meteorological Bulletin, 52, 1999, č. 1. s. 1-12.
- KUČERA, J.: Profesor Emil Hadač v Orlických horách. In: Orchis – zpravodaj botanické sekce. 23, č. 1. Botanická sekce, Natura Dobré. Dobré 2004. s. 8-11.
- MÖLLEROVÁ, J.: Olše jako meliorační dřevina (přehled). In: Dřeviny a lesní půda. Biologická meliorace a její využití. Sborník z konference konané 22. 3. 2004 v Kostelci nad Černými lesy. Praha, ČZU, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra pěstování lesů 2004, s. 31-34.
- NĚMEČEK, J. et al.: Taxonomický klasifikační systém půd. Praha, ČZU Praha s VÚMOP 2001. 79 s.
- OPLETAL, M., DOMEČKA, K. (eds.): Synoptic geological map of the Orlické hory Mts. Měř. 1 : 100 000. Praha, Ústřední ústav geologický 1983.
- Povodně v roce 1998. In: Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky – stav k 31. 12. 1998. Odbor vodohospodářské politiky MZe ve spolupráci s odborem ochrany vod MŽP. Praha, MZe a Lesnická práce 1999, s. 64-66.
- ROČEK, Z. et al.: Příroda Orlických hor a Podorlicka. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1977. 660 s., příl.

Recenzenti:

Prof. Ing. V. Tlapák, CSc.

Ing. M. Bíba, CSc.



Obr. 4.

Stejná část koryta Koutského potoka v září 2005 (foto: D. Kacálek)

The same streambed picture taken in September 2005 (photo by D. Kacálek)

POZNÁMKY K BIOLOGII VYBRANÝCH DŘEVOKAZNÝCH HUB ROSTOUCÍCH NA DUBECH

Notes on biology of some wood-destroying fungi living on oaks

Abstract

New data have been received on the biology of the selected species of wood-destroying fungi living on oaks, namely the polypore *Daedalea quercina* and representatives of the genus *Stereum* and *Armillaria*. The studied area was mostly in the central Bohemia but also the oak stands in other regions of the Czech Republic were involved. The importance of these fungi for health condition of oak stands is evaluated, and possibilities of the using the received knowledge in forest protection are discussed. The study was based on the research project NAZV no. QD 0332.

Úvod

Problematika negativního vlivu abiotických i biotických činitelů na dubové porosty je v Evropě stále vysoce aktuální (OSZAKO, DELATOUR 2000, RAGAZZI, DELLAVALLE 2000, VILLEMANT, SOUSA 2002). Hlavní pozornost je stále zaměřena především na predispoziční vliv abiotických faktorů a návazné působení fytopatogenních organismů ze skupiny hub (např. THOMAS et al. 2002).

V rámci řešení projektu NAZV č. QD 0332 jsme se zaměřili na studium biologie, hospodářského významu a možností obrany u vybraných skupin dřevokazných hub, u nichž lze v posledních desetiletích vypořádat vzrůstající význam (SOUKUP 1996). Jako zástupce chorošovitých hub byla k studiu zvolena outkovka dubová (*Daedalea quercina*), z kornatcovitých hub na dubu rostoucí pevníky z rodu *Stereum* a z lupenatých hub václavky z rodu *Armillaria*.

Materiál a metody

Biologie vybraných hub byla studována běžnými terénními a laboratorními metodami s cílem přednostně posoudit dobu a podmínky fruktifikace a sporulace a následně infekce (viz NUSS 1975, SOUKUP 1988). Pro zjišťování sporulace byla z praktických důvodů upřednostněna metoda sběru plodnic a mikroskopického vyšetření přítomnosti a zralosti spor (tato šetření probíhala především na vybraných dubových plochách Dřevíč 1 + 2 a Postoloprty). Na těchto plochách byla prováděna i doprovodná další šetření (např. zjišťování průběhu teploty, vzdušné a půdní vlhkosti), která byla pro účely studia biologie vybraných hub využívána.

Výsledky a diskuse

Outkovka dubová (*Daedalea quercina*)

Tato houba patří mezi choroše, jejichž význam v našich doubravách v posledních desetiletích zcela evidentně narůstá (viz např. SOUKUP 1996). Je to druh, který byl dříve znám především jako saprofyt, vyrůstající téměř výlučně na dubových pařezích. V současné době již není vzácností nalézt plodnice tohoto choroše na živých dubech. Nejčastěji to bývá ve výmladkových doubravách – na řezné pařezové ploše či na bázi kmenu, v kmenovinách pak na řezné ploše po odstranění dvojáku či v místech poranění.

Na základě terénních šetření nelze tvrdit, že by outkovka dubová výrazněji preferovala některý z našich domácích druhů dubů. Je však nápadné její poměrně časté parazitické vystupování na introdukovaném dubu červeném (*Quercus rubra*).

V letech 2002 – 2003 jsme se zaměřili na sledování sporulace tohoto houbového patogena našich doubrav. Byl zvolen pravidelný (2x do měsíce) sběr plodnic k mikroskopickému vyšetření na dvou trvalých plo-

chách, kde tato outkovka momentálně vytvářela četné víceleté (vytrvalé) plodnice (na ploše Dřevíč 2 a především na ploše Postoloprty, kde patřila podle výskytu plodnic k nejhojněji se vyskytujícím makromycetům vůbec). Příležitostně sběry byly prováděny i na jiných lokalitách.

Výsledky těchto šetření ukázaly, že k sporulaci docházelo pouze na jaře (v březnu až na začátku dubna r. 2002, začátkem dubna r. 2003). Sporulace byla jednorázová, sporulovaly pouze dobře vyvinuté zdravé živé plodnice. Svým charakterem připomínala sporulaci choroše troudatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*), avšak nebyla zdaleka tak nápadná a docházelo k ní o cca 4 – 6 týdnů dříve. Impulz k tvorbě a následnému uvolnění zralých výtrusů dává zcela evidentně po zimě první nástup vícedenního teplého počasí (charakterizovaného především maximálními teplotami nad 15 °C).

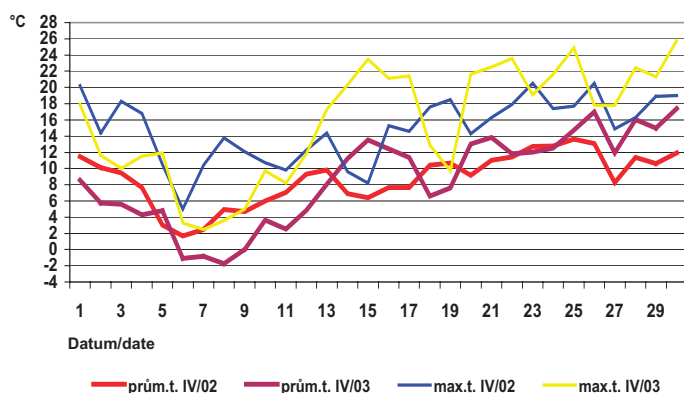
Po vysporulování dochází prakticky bezprostředně k atrofii basidií a k novému přirůstání plodnice a po celý zbytek roku nelze v plodnicích basidiospory nalézt, což jsme měli možnost potvrdit i sběry plodnic této outkovky na jiných lokalitách (především v středních a severních Čechách).

Z lesopěstebního hlediska lze na základě zjištěné doby sporulace této outkovky doporučit vyvarovat se v předjaří a časném jaře v ohrožených porostech těžebních zásahů a tak snížit riziko možné infekce na minimum.

Pevníky (*Stereum* spp.)

Pevníky jsou skupina hub, jejichž fytopatologický význam v lesním hospodářství obecně vzrůstá. Na dubech jich vyrůstá u nás celá řada – z lesnického hlediska lze pro tuto dřevinu označit jako nejvýznamnější pevník chlupatý (*Stereum hirsutum*), pevník svraskalý (*Stereum rugosum*) a pevník dubový (*Stereum gaussapatum*). Na našich hlavních dubových plochách jsme našli ještě další dva zástupce rodu *Stereum*, a sice *Stereum subtomentosum* a *Stereum rameale* (na plochách Dřevíč a Třebotov).

Tři prvně jmenované druhy pevníků působí bílou hnilobu napadeného dřeva. Druhovému spektru jejich hostitelských dřevin je (s výjimkou pevníku dubového) značně široké – lze je nalézt prakticky téměř na všech u nás rostoucích listnatých dřevinách. V doubravách se s nimi setkáváme nejčastěji na již odumřelém dřevě (větších pařezích, ale i na vytěženém, k odvozu připraveném dřevní hmotě, jejímž poměrně rychlým znehodnocením působí největší škody). Stále častěji se však setkáváme i s jejich parazitickým vystupováním, a to především u pevníku svraskalého (i když častěji na jiných druhích listnáčů), ale i pevníku chlupatého a dubového. V naprosté většině případů se chovají jako ranoví paraziti. Jako specifický případ ranového parazitismu těchto hub lze označit prorůstání mycelia z napadených pařezů do výmladků v těchto typech lesa. U pevníku chlupatého nelze opominout zmínit ani jeho specifické parazitické vystupování na žaludech (především při jejich nevhodném skladování).

**Graf 1.**

Průběh denních teplot na plochách Postoloprty a Dřevíč
Daily temperatures on plots Postoloprty and Dřevíč

V r. 2002 jsme přistoupili k zjišťování sporulace pevníku chlupatého (*Stereum hirsutum*) – zástupce tohoto rodu na sledovaných lokalitách s dubem nejčastějšího a zároveň i neškodlivějšího. (Velmi často osídluje poranění na bázích kmenů dubů či jejich kořenových náběžích způsobená těžbou a především pak následným přibližováním vytěžené dřevní hmoty.) K šetření byly využity plodnice nasbírané na nejrozličnějších lokalitách (nejvíce pak z ploch Dřevíč 1 + 2), rostoucí na živých hostitelských dřevinách i na zbytcích po těžbě (větve, metrové dříví, pařezy). Celkem bylo takto vyšetřeno 89 plodnic sbíraných od 15. 2. do 10. 11. 2002 a 70 plodnic sbíraných od 15. 2. do 15. 11. 2003. Plodné, sporulace potenciálně schopné plodnice byly sbírány pouze na jaře (v době od 21. 3. do 16. 6. 2002 a 15. 4. do 15. 6. 2003) a méně často i na podzim (1. 10. do 10. 11. 2002, v r. 2003 nedošlo díky suchu – viz grafické znázornění průběhu vlhkosti na plochách Dřevíč – k nárůstu nových plodnic). U jarních sběrů byla přítomnost spor výrazně četnější.

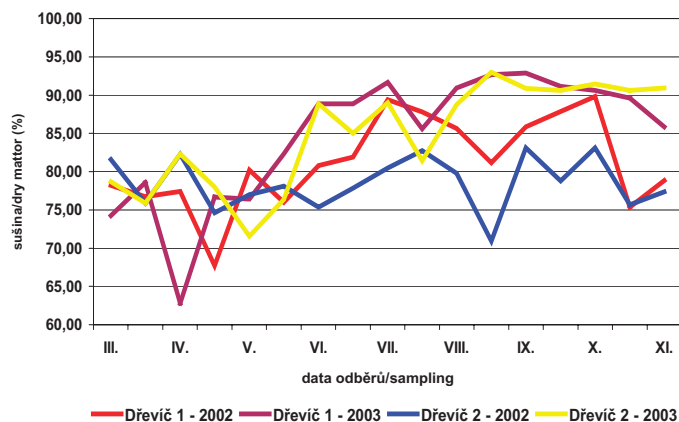
V r. 2003 jsme přistoupili i k zjišťování sporulace pevníku dubového (*Stereum gaussapatum*) – celkem jsme vyšetřili 76 plodnic. Fertili plodnice jsme na jaře r. 2003 našli v tomtéž časovém období jako u pevníku chlupatého. Ani u tohoto druhu nedošlo v tomto roce na sledovaných plochách k růstu nových plodnic a tak nemohla být posuzována jeho eventuální podzimní sporulace.

Na základě našich víceletých šetření se nedomníváme, že by pevníky výrazně více ohrožovaly určitý druh dubu. Lze však tvrdit, že daleko více jsou ohroženy výmladkové lesy (pařeziny) než klasické kmenoviny, kde je riziko vzniku ran – vstupních bran infekce – přece jen nižší. Nebezpečí infekce rovněž výrazně snižuje důsledné provádění pěstební a těžební činnosti v zimním období.

Václavky (*Armillaria* spp.)

Václavky patří mezi přehlížené, avšak velmi významné kořenové patogeny našich dubů. Naše čtyřletá sledování (2000 – 2003) potvrzují, že na řadě lokalit patří mezi nejčastější příčiny odumření oslabených dubů. Ostatně i na všech pěti v průběhu čtyřletého období řešení projektu odumřelých dubech na hlavních plochách byly na kořenech nalezeny rhizomorfy a hniloba působená václavkou.

Přítomnost václavky na kořenovém systému dubu však nezřídka dlouho uniká pozornosti, protože mycelium ani na již odumřelých dubech nevytváří vždy pod kůrou nápadné bílé blanité podhoubí (syroccium), a i pokud je vytvořeno, obvykle zůstává pod zemí. Přítomnost václavky

**Graf 2.**

Porovnání průběhu půdní vlhkosti na plochách Dřevíč 1 + 2 v letech 2002 a 2003
Comparison of soil moisture on plots Dřevíč 1 + 2 in 2002 and 2003

v porostech dubu nám proto spolehlivěji potvrdí nález typického černohnědého provazcovitého mycelia (rhizomorf) v půdě kolem báze kmenu a kořenových náběžů dubů.

Fruktifikace václavek v dubových porostech nebývá ani zdaleka tak častá a mohutná jako např. ve smrčinách. Během námi sledovaného čtyřletého období zaplodila václavka vsutku masivně pouze v r. 2001 (po výrazném přísušku r. 2000), kdy na řadě lokalit došlo k mohutné tvorbě plodnic. Fruktifikace ukázala, že dominantním druhem byla na většině navštívených lokalit v doubravách nejen středních poloh, ale v Čechách místně i v lužních lesích václavka smrková (*Armillaria ostoyae*). Pouze v některých nížinných polohách byla doprovázena václavkou obecnou (*Armillaria mellea* s. str.). Na hlavních trvalých dubových plochách nebyla václavka příliš často nalézána houbou, nicméně ve všech případech nálezů plodnic (na plochách Dřevíč 1 + 2 i Březka 1) tyto náležely druhu václavka hlízovitá (*Armillaria gallica*).

Naše pozorování rovněž potvrdila známou skutečnost, že václavky se prakticky téměř nevyskytují v přirozených doubravách na vápencích (Český kras) – naopak se výrazným způsobem negativně projevují v porostech dubu letního (*Quercus robur*) na nevhodných (vysychavých) stanovištích. Po mimořádném přísušku v r. 2003 lze očekávat potvrzení další známé skutečnosti, a sice všeobecnou aktivizaci václavek a značný nárůst škod jimi působených.

Závěr

U zástupců tří skupin houbových organismů byl posuzován jejich vliv na zdravotní stav dubů. Byl potvrzen vzrůstající význam některých dřevokazných hub pro duby a jejich patrný přechod k častějšímu parazitickému vystupování v současné době (některé pevníky, outkovka dubová) i daleko důležitější role václavek při odumírání dubů po výrazných přísuších a na nevhodných stanovištích.

Onemocnění dubů s tracheomykózními příznaky není v současné době v ČR v dubových porostech aktuálním problémem. Nová jsou zjištění doby sporulace (a tím i možností následné infekce) na dubech rostoucích pevníků chlupatého a dubového a outkovky dubové. Tato zjištění mohou být (po ověření v dalších letech a na dalších lokalitách) zohledněna při plánování a uskutečňování lesopěstebních zásahů.



Foto 1.

Outkovka dubová (*Daedalea quercina*) na bázi kmenu dubu (LS Nižbor, lokalita Karlštejn)

Daedalea quercina on stem base of oak (forest administration Nižbor, locality Karlštejn)

Literatura

- NUSS, I.: Zur Ökologie der Porlinge. *Bibliotheca Mycologica*, 45, 1975, s. 1-258
- OSZAKO, T., DELATOUR, C. (eds.): Recent advances on oak health in Europe. Warsaw, Forest Research Institute 2000. 281 s.
- RAGAZZI, A., DELLAVALLE, I.: Decline of oak species in Italy – problems and perspectives. Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali 2000. 257 s.
- SOUKUP, F.: Příspěvek k poznání sporulace některých chorošů. I. *Česká mykologie*, 42, 1988, č. 1, s. 1-11
- SOUKUP, F.: Lignikolní makromycety doubrav středních Čech a jejich lesnický význam. *Lesnictví – Forestry*, 42, 1996, č. 11, s. 489-499
- THOMAS, F., BLANK, R., HARTMANN, G.: Abiotic and biotic factors and their interaction as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32, 2002, č. 4/5, s. 277-307
- VILLEMANT, C., SOUSA, E. (eds.): Integrated protection in oak forests. In: Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group, October 1 - 4, 2001, Lisbonne, - *Bulletin OILB/SROP*, 25, 2002, č. 5, 162 s.

Recenzováno



Foto 2.

Václavka hlízovitá (*Armillaria gallica*) na pařezu dubu (VÚLHM Strnady, obora Březka)

Armillaria gallica on oak stump (FGMRI Strnady, game reserve Březka)

ZMĚNY PLOŠNÉHO PŘÍRŮSTU SMRKU RŮZNÝCH STROMOVÝCH TŘÍD V OBLASTI KRUŠNÝCH HOR V ZÁVISLOSTI NA SRAŽKÁCH A KONCENTRACÍCH SO₂

Evaluation of basal area increment on the selected sample trees of the spruce in the district of Krušné hory Mts. in the dependence on precipitation and SO₂ concentration

Abstract

The aim of this work was to evaluate the basal area increment in the even-aged spruce stand at age of 142 years (The Forest Management Plan 2002) and the comparison of this increment with climatic factors. The analysis was executed on sample trees (167 individuals) situated at protected zones of research areas named C1, C2, C3, C4, C5 and C6 in Krušné hory Mts., forest district Horní Blatná. Selected sample trees were categorized according to Konšel's classification into tree classes. Two bores of diameter (total number 334) were taken from each sample tree. The growth of given mensurational coefficients is dependent on the tree species, age, site and climatic conditions and on the tree class. After the evaluation of the annual diameter increment in time period 1971 – 2003, it was possible to calculate the annual increment of basal area at breast height. These data were compared with mean annual SO₂ concentration and annual precipitation. This comparison indicates evident dependence.

Klíčová slova: Krušné hory, imisní zátěže, průměrná roční koncentrace SO₂ v ovzduší, průměrný měsíční úhrn srážek, smrk, stromové klasifikace, tloušťkové vývrtky ve výčetní výši, tloušťkový a plošný přírůst ve výčetní výši, synchronizace (datování) naměřených hodnot

Keywords: Krušné hory Mts., air pollution damage, average annual air concentration of SO₂, mean monthly precipitation, spruce, tree classification, increment of diameter at breast height, increment of basal area at breast height, synchronization (cross-dating) of measured values

Úvod

Škody průmyslovým znečištěním ovzduší se staly v 70. letech minulého století v některých oblastech Evropy limitujícím faktorem pro existenci jehličnatých lesů. Emise SO₂ byly proto také primárním činitelem, který způsobil rozpad lesních ekosystémů ve vrcholových částech Krušných hor. V posledních letech dochází k významnému snížení imisí v ovzduší v celé České republice, což se pozitivně projevuje i na stavu asimilačního aparátu lesních dřevin (ŠLODIČÁK, NOVÁK 2002). Cílem práce bylo sledování změn přírůstu výčetní kruhové plochy stromů v závislosti na změnách klimatických faktorů, zejména naměřených koncentrací SO₂ a množství srážek.

Materiál a metody

V roce 2002 byl zadán diplomní úkol na vyhodnocení tloušťkového přírůstu smrkového porostu v oblasti Krušných hor (ZETTL 2004). Tloušťkové vývrtky byly odebrány na vybraných stromových vzornících v ochranném pásmu trvalých výzkumných ploch v porostu 14C₁₄ revíru Rolava, lesní správa Horní Blatná. Jedná se o smrkový porost starý 142 let o výměře 11,20 ha (LHP 2002), který se nachází na náhorní plošině v západní části Krušných hor v nadmořské výšce 910 - 925 m n. m.

V tomto porostu bylo v roce 2001 založeno celkem 6 kruhových výzkumných ploch (0,10 ha) za účelem sledování stavu defoliace dospělých smrkových porostů. Pro analýzu tloušťkového přírůstu byly vybrány stromy, které se nacházejí v ochranném pásmu jednotlivých výzkumných ploch a které reprezentují tloušťkové rozpětí na dané výzkumné ploše. Požadavkem bylo vybrat vždy dva vzorníky v jednom tloušťkovém stupni. U stromových vzorníků byla změřena výčetní tloušťka a výška. Každému stromu bylo také přiděleno číslo, které ho zařazuje do příslušného tloušťkového stupně. Vzorníky podle svého sociálního postavení byly dále zařazeny podle Konšelovy klasifikace do stromových tříd. Celkem tak bylo vybráno 167 stromových vzorníků.

Odběr vývrtů byl proveden v září 2003 a to metodou dvou vývrtů proti sobě ve výšce 1,3 m (ve směru Z-V). Při tomto postupu je uváděná střední chyba ± 15 % (ŠMELKO 2000). Počet odebraných tloušťkových vývrtů činil 334 kusů.

Každý vývrt byl po své fixaci do dřevěné podložky a zbrusušení naskenován a proměřen pomocí programu Letokruhy (ZAHRADNÍK 2003). Počínaje posledním nejmladším letokruhem byla tak změřena kolmá vzdálenost mezi jednotlivými letokruhy (s přesností 0,1 mm). V zájmovém území byla k dispozici také informace o imisních zátěžích, konkrétně o koncentraci SO₂, která se zde měří již od roku 1972, a měsíční úhrny srážek.

Tab. 1.

Zařazení vzorníků z jednotlivých výzkumných ploch do stromových tříd
Categorization of sample trees on individual sample plots into tree classes

	Str. třída/Tree class	1	2a	2b	3	4	5	Celkem/Total
Plocha/Sample plot	C1	6	12	3	4	4	1	30
	C2	8	10	6			1	25
	C3	8	11	5	4	2		30
	C4	3	8	5	6	1	1	24
	C5	6	11	5	5	2	1	30
	C6	5	12	3	3	4	1	28
	Celkem/Total	36	64	27	22	13	5	167

Tab. 2.

Celkový počet vývrtů podle výzkumných ploch
Total number of stem bores according to sample plots

Plocha/Sample plot	Počet vývrtů/Number of bores
C1	60
C2	50
C3	60
C4	48
C5	60
C6	56
Celkem/Total	334

U všech stromových vzorníků byla pro každý rok spočítána velikost výčetní kruhové základny $g_{1,3}$ (m²) podle vzorce:

$$g_{1,3} = \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2. \quad (1)$$

Běžné přírůsty výčetní kruhové plochy byly poté spočítány jako rozdíly ploch kruhových základen v časech t a $t + 1$:

$$\Delta g_{1,3}(t) = g_{1,3}(t+1) - g_{1,3}(t). \quad (2)$$

Z této časové řady byla odstraněna trendová složka. Pro každou stromovou třídu byly velikosti výčetních kruhových ploch vyrovnány Korfovou růstovou funkcí. Z vyrovnaných dat byly poté podle vzorce (2) vypočteny přírůsty $\Delta g'_{1,3}$. Lze předpokládat, že hodnoty $\Delta g_{1,3}(t)$ reprezentují dlouhodobý trend přírůstu výčetních kruhových ploch v jednotlivých letech a stromových třídách. Podíl $i(t) = \Delta g_{1,3}(t) / \Delta g'_{1,3}(t)$ poté představuje reakci stromů na momentální růstové podmínky. Míra závislosti $i(t)$ na dostupných klimatických faktorech byla vyhodnocena pomocí koeficientů parciální korelace.

Průběh ročního běžného přírůstu plošného byl sledován spolu se změnami koncentrací SO₂ v dané oblasti za období 1972 – 2003. Údaje o imisních zátěžích, které zachycují sledovanou oblast, jsou ze stanice Přebuz č. 1033, měřicí síť Červený trojúhelník, která je vzdálená od porostu 14C₁₄ zhruba 1 800 m, a byly poskytnuty ČHMÚ Ústí nad Labem. Hodnoty ročních průměrných koncentrací SO₂ jsou udávány v µg/m³.

Průměrné měsíční úhrny srážek pocházejí v letech 1970 – 1979 z měřicí stanice Nejdek a v letech 1980 – 2004 ze stanice Přebuz.

Výsledky

Za sledovanou dobu posledních 33 let života porostu je možné pozorovat rozdílný průběh ročního plošného přírůstu. V jednotlivých stromových třídách jsou patrné podobné růstové reakce. Proto byly v konečném

grafickém vyjádření pro posouzení změn plošného přírůstu v daném smrkovém porostu v závislosti na kalendářním věku a klimatických faktorech údaje z jednotlivých výzkumných ploch podle stromových klasifikací zprůměrnovány.

Z grafického vyjádření je patrná závislost mezi průběhy relativního přírůstu a vývojem klimatických faktorů. Tato závislost byla ověřena výpočtem koeficientů parciální korelace a otestováním hypotéz o jejich nulovosti (viz tab. 5).

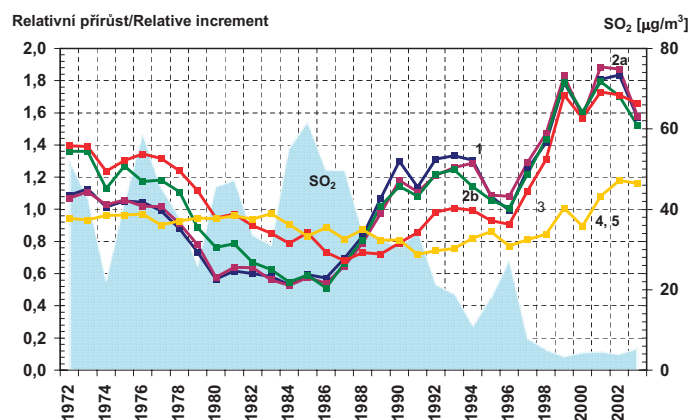
Podle očekávání se projevila poměrně silná závislost mezi koncentrací SO₂ a přírůstem stromů. Všechny parciální korelační koeficienty jsou záporné, přičemž u stromových tříd 1, 2a, 2b a 3 se hypotézy o nulovosti korelačních koeficientů zamítají na hladině významnosti menší než 1.10⁻⁶. U stromových tříd 4 a 5 se závislost neprokázala. Vztah mezi přírůstem a ročním úhrnem srážek je poněkud slabší a projevuje se zde rovněž negativní korelace. Stejně jako v případě koncentrace SO₂ se i zde zamítá nulovost korelačních koeficientů u stromových tříd 1, 2a, 2b a 3 (vždy na hladině významnosti menší než 0,001) a nezamítá u tříd 4 a 5. Skutečnost, že úhrn srážek a přírůst jsou korelovány negativně, se může jevit jako překvapivá. Vysvětlení spočívá pravděpodobně v tom, že srážky samy o sobě nejsou v daných podmínkách (horská poloha) pro růst limitující veličinou. Jsou však zřejmě korelovány s nějakou jinou veličinou, jež v našem modelu nevystupuje, která je zde však pro růst významnější. Pokud by tato hypotetická veličina byla se srážkami korelována pozitivně, měla by na přírůst vliv negativní. Naopak, pokud by byla se srážkami korelována negativně, měla by pozitivní vliv na přírůst. Jako příklad druhé zmíněné varianty přichází v úvahu zejména teplota. Bohužel měření teplot na dané lokalitě není k dispozici.

Z grafického vyjádření je patrné, že nejcitlivěji reagují vzorníky ve stromových třídách 1, 2a a 2b. Tito jedinci vykazují v počátku sledovaného období jistou stagnaci plošného přírůstu, a to od roku 1972 až přibližně do roku 1977. Od tohoto roku je dále patrný pokles přírůstu, který trvá až do roku 1987, kdy množství SO₂ v ovzduší začíná již výrazněji klesat (v roce 1985 je koncentrace SO₂ 61,515 µg/m³ a v roce 1987 49,653 µg/m³). Počínaje rokem 1987 až do roku 1990 zaznamenáváme výraznější nárůst plošného přírůstu. Dále nastává určitá stagnace, která je provázena již menšími poklesy, které mohou být zapříčiněny jinými klimatickými faktory. Ovšem v letech 1995 – 1996 dochází k náhlému nárůstu koncentrací SO₂. Na tuto skutečnost stromy ve stromové třídě 1 reagují výrazným poklesem. Tento jev byl zřejmě umocněn klimatickými podmínkami, které nastaly během zimy 1995 - 1996. Tato zima byla specifická dlouhým průběhem a ve vyšších polohách četnými námrazami, které způsobily mechanické poškození stromů, zejména vrcholové zlomy. I přes výrazný pokles emisí siry byla zřejmě hlavní příčinou vysoká koncentrace SO₂ v ovzduší a umocnění jejího působení na Krušné hory dlouhodobě převládajícími jihovýchodními větry. Tato situace s krátkým přerušením během února trvala celou zimu (LOMSKÝ et al. 1996). Po překonání tohoto stresového období se ukazuje zvýšení plošného přírůstu, které může být pouze krátkodobou reakcí na zlepšené podmínky, protože

Tab. 3.

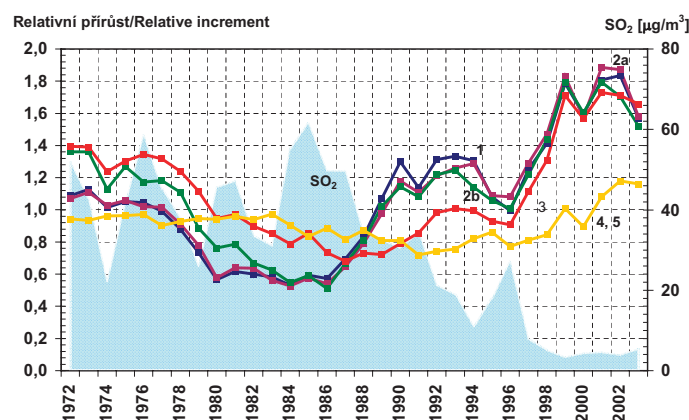
Koncentrace SO₂ (µg/m³) v kalendářních letech
Concentration of SO₂ (µg/m³) in calendar years

Rok/Year	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
µg/m ³	51,8	42,8	22,19	41,57	58,76	45,21	38,00	25,95	45,59	47,21	33,70
Rok/Year	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
µg/m ³	31,09	55,33	61,52	49,75	49,65	34,25	32,61	30,48	34,50	21,38	18,84
Rok/Year	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
µg/m ³	11,08	18,00	27,03	8,10	5,10	3,31	4,30	4,54	3,87	5,38	



Obr. 1.

Průběh relativního plošného přírůstu stanoveného ze všech vzorníků podle stromových tříd spolu s ročními koncentracemi SO₂. Development of relative basal area increment according to tree class together with annual SO₂ concentration



Obr. 2.

Průběh relativního plošného přírůstu stanoveného ze všech vzorníků podle stromových tříd spolu s průměrnými měsíčními srážkami. Development of relative basal area increment according to tree class together with mean monthly precipitation

Tab. 4.

Průměrné měsíční úhrny srážek (mm) v kalendářních letech
Mean monthly precipitation (mm) in calendar years

Rok/Year	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
mm	43,2	58,5	78,4	52,7	61,3	72,6	67,1	69,4	89,6	99,7	64,3
Rok/Year	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
mm	82,9	77,1	61,1	86,2	94,6	101,4	83,4	86,1	81,3	81,9	77,5
Rok/Year	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
mm	84,2	107,6	82,8	81,8	118,5	87,4	98,3	111,7	110,5	71,8	

od roku 2002 je již u stromových vzorníků ve stromové třídě 1 zaznamenán určitý pokles přírůstu.

Poněkud odlišný vývoj ročního plošného přírůstu je ve stromové třídě 3. Je zde patrná určitá opožděnost v reakci na stresový faktor. Zatímco u předchozích stromových tříd, které zaujímají nadúroveň a úroveň, je reakce na stresový faktor prakticky okamžitá, u stromové třídy, která do úrovně zasahuje jen z části, je odezva zpožděná, ale dosahuje podobných změn jako u předchozích stromových tříd, ale na nižší celkové úrovni.

Ve stromových třídách 4 a 5, které byly pro malý počet vzorníků sloučeny, je situace v porovnání se všemi ostatními třídami do jisté míry odlišná. Znatelná je určitá opožděnost v reakci na zvýšené koncentrace SO₂. Pokles plošného přírůstu se zde projevuje již od počátku sledovaného období. Výkyvy, které se zde jinak za tuto dobu projevují, mohou být způsobeny vlivem jiných stresových faktorů vyplývajících z vitality sledovaných stromových vzorníků. Rámcově je možné pozorovat pokles plošného přírůstu až do konce pozorovaného období.

Z grafického zobrazení je patrné, že jedinci ve vyšších stromových třídách snáze podléhají vlivům na ně bezprostředně působícím.

V roce 1999 se v západním Krušnohoří v oblasti Horní Blatné a Kraslic projevilo rozsáhlé žloutnutí porostů spojené s deficitem bazických prvků - zejména hořčíku a vápníku v jehličí a lesních půdách. Na jaře 2000 již na řadě lokalit docházelo kromě barevných změn k usychání a odumírání starších porostů jehličí. Zhoršování zdravotního stavu překročilo hranice, kdy mohou stromy přirozeně regenerovat a kdy hrozí riziko poředřování, na některých místech až rozvratu porostů. Tento fakt byl patrný i při analýze ročního plošného přírůstu. V grafech můžeme pozorovat od roku 2000 náhlý pokles plošného přírůstu.

V roce 2000 – 2001 bylo provedeno letecké vápnění lesních porostů na ploše 10 070 ha, kdy byl použit vápenný dolomit s minimálním obsahem MgO 17,4 % a zrnitostní frakcí do 2 mm (Zpráva MZe 2002). Přibližně od tohoto roku je vidět určitá stagnace u plošného přírůstu. U posledního roku pozorování (2003) je pak zaznamenáno jeho opětovné snížení, které může být spojeno s charakteristickými klimatickými podmínkami, jež se během tohoto roku projeví, tj. extrémně nízký úhrn srážek.

Výsledky průběhu ročního plošného přírůstu za sledované období (1972 – 2003) se projevují u jednotlivých stromových tříd ve všech zkoumaných OP TVP podobně. Nejcitlivěji reagují stromy vyskytující se v nadúrovni a úrovni porostu. Na ně mohou škodliví činitelé působit jako na první. Jejich odezva na vliv vnějších činitelů je výraznější. Jedinci, kteří jsou v podúrovni nebo do úrovně zasahují jen částečně, nejsou tolik vystavováni tomuto vlivu. Částečnou ochranu jim poskytují stromy nad nimi. Ovšem ani tito jedinci nejsou ochráněni před těmito škodlivými vlivy. Navíc na ně působí jiné stresové faktory, např. nedostatek světla, omezení v prostoru a to jak pod povrchem, tak i nad ním.

Závěry

Při rozdělení stromových jedinců do stromových tříd byla prokázána poměrně silná závislost mezi koncentrací SO₂ a přírůstem stromů. Vztah mezi přírůstem a ročním úhrnem srážek se ukazuje být poněkud méně výrazný. Vysvětlení je možno hledat v tom, že srážky samy o sobě nejsou v daných podmínkách (horská poloha) pro růst limitující veličinou.

Z grafického vyjádření je patrné, že nejcitlivěji reagují vzorníky ve stromových třídách 1, 2a a 2b. Stromoví jedinci tohoto zařazení vyka-

zují v počátku sledovaného období jistou stagnaci plošného přírůstu až přibližně do roku 1977. Dále je pak patrný pokles přírůstu až do roku 1987, kdy množství SO₂ v ovzduší začíná již výrazněji klesat. Počínaje rokem 1987 až do roku 1990 zaznamenáváme nárůst plošného přírůstu a později se projevuje jeho určitá stagnace. V letech 1995 – 1996 dochází k náhlému nárůstu koncentrací SO₂. Na tuto skutečnost stromy reagují již výrazným poklesem. Tento jev byl zřejmě umocněn klimatickými podmínkami, které nastaly během zimy 1995 - 1996. Po překonání tohoto stresového období se ukazuje zvýšení plošného přírůstu, které může být pouze krátkodobou reakcí na zlepšené podmínky, protože od roku 2002 je již u stromových vzorků ve stromové třídě 1 zaznamenán určitý pokles přírůstu.

Poněkud odlišný vývoj ročního plošného přírůstu je ve stromové třídě 3. Je zde patrná určitá opožděnost v reakci na stresový faktor. Jedinci této stromové třídy zaznamenávají obdobné změny úrovně plošného přírůstu, ale na nižší celkové úrovni.

Ve stromových třídách 4 a 5, které byly pro malý počet vzorků sloučeny, je situace v porovnání s předešlými výsledky odlišná. Znatelná je zde opožděnost v reakci na zvýšené koncentrace SO₂. Výkyvy, které se zde jinak za tuto dobu projevují, mohou být způsobeny vlivem jiných stresových faktorů vyplývajících z vitality sledovaných stromových vzorků.

Z grafického zobrazení je tedy patrné, že jedinci ve vyšších stromových třídách snáze podléhají vlivům na ně bezprostředně působícím.

Výsledky průběhu ročního plošného přírůstu za sledované období (1972 – 2003) se projevují u jednotlivých stromových tříd podobně. Nejcitlivěji reagují stromy, na které mohou škodliví činitelé působit jako na první (v nadúrovni a úrovni porostu). Proto jejich odezva na vliv vnějších činitelů je výraznější. Jedinci, kteří jsou v podúrovni nebo do úrovně zasahují jen částečně, nejsou tolik vystavováni tomuto vlivu. Částečnou ochranu jim poskytují stromy nad nimi. Ovšem ani tyto jedinci nejsou zcela chráněni před těmito škodlivými vlivy. Navíc na ně působí jiné stresové faktory, např. nedostatek světla, omezení v prostoru.

Literatura

- KUBELKA, L. et al.: Obnova lesa v imisemi poškozené oblasti severovýchodního Krušnohoří. Praha, MZe 1995. 133 s.
- LOMSKÝ, B., HYNEK, V., PASUTHOVÁ, J. et al.: Poškození lesních porostů v Krušných horách po zimě 1995/1996. Lesnická práce, 9, 1996, s. 325-327.
- Oblastní plán rozvoje lesů, L. O. 01, Krušné hory. Plzeň, ÚHÚL 1998.
- ŠLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002. VÚLHM 2003. 180 s.
- ŠEBÍK, L., POLÁK, L.: Nauka o produkci dřeva. Bratislava, Příroda 1990. 322 s.
- ŠMELKO, Š.: Dendrometria. Zvolen, LF TU 2000. 399 s.
- Všeobecná část LHP 2002 - 2011, LHC Nejedek.
- ZETTL, P. J.: Analýza tloušťkového přírůstu smrku na výzkumných plochách v porostu 14C v oblasti Krušných hor – revír Rolava. Diplomní práce FLE CZU, 2004. 65 s.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, stav k 31. 12. 2001. Praha, Ministerstvo zemědělství 2002.

Recenzent: Doc. Ing. I. Kupka, CSc.

Tab. 5.

Korelační koeficienty mezi relativním přírůstem a klimatickými faktory
Coefficients of correlation between relative increment and climatic factors

Stromová třída/ Tree class	Klimatický faktor/ Climatic factor	Korelační koeficient/ Correlation coefficient	Hladina významnosti/ Significance level
1	SO ₂	-0,531	0,000000
	srážky/precipitation	-0,108	0,000243
2a	SO ₂	-0,430	0,000000
	srážky/precipitation	-0,081	0,000250
2b	SO ₂	-0,446	0,000000
	srážky/precipitation	-0,160	0,000002
3	SO ₂	-0,253	0,000000
	srážky/precipitation	-0,131	0,000514
4, 5	SO ₂	-0,067	0,106523
	srážky/precipitation	0,009	0,821989

Recenzia

HOFFMANN, J., CHVÁLOVÁ, K., PALÁTOVÁ, E.: Lesné semenárstvo na Slovensku. [Forest seed management in Slovakia.] Bratislava, Vydavateľstvo Perex K+K, s. r. o., pre vydavateľstvo Lesmedium, k. s., 2005. 193 s., ISBN 80-85599-34-1.

Publikácia Lesné semenárstvo na Slovensku, ktorá vyšla koncom roku 2005 vo vydavateľstve Perex K+K, s. r. o. (pre vydavateľstvo Lesmedium, k. s. Bratislava), je určená lesníkom, odborným lesným hospodárom, držiteľom osvedčení o odbornej spôsobilosti na činnosti s reprodukčným materiálom lesných drevín, ako aj študentom a všetkým záujemcom o problematiku lesného semenárstva.

Problematike lesného reprodukčného materiálu venovali pozornosť v rámci pestovania lesov už predchádzajúce generácie lesníkov. Počiatky rozvoja lesného semenárstva z pohľadu jeho historického vývoja možno hľadať na začiatku 19. storočia pri zakladaní smrekových a borovicových monokultúr, kedy sa začala presadzovať požiadavka čo najvyšších kvantitatívnych výnosov z lesnej pôdy. Ďalšia etapa rozvoja lesného semenárstva sa vyznačovala výraznou zmenou súvisiacou s požiadavkou používania semien lesných drevín určitých biologických vlastností (klíčivosť, čistota) a zároveň aj známeho pôvodu, teda vhodnej proveniencie. Tretia etapa predstavuje obdobie docenenia lesného semenárstva v súvislosti s novými trendami pestovania lesov, lesné semenárstvo zakladá na vedeckých výsledkoch v oblasti výskumu vlastností semien lesných drevín. Generácii odborníkov na lesný reprodukčný materiál, škôlkárov a pestovateľov sa podarilo zužitkovať dlhodobé skúsenosti z tejto oblasti do vybudovania systému pozitívne hodnoteného aj na medzinárodnej úrovni.

Knižná publikácia Lesné semenárstvo na Slovensku je završením úsilia kolektívu odborníkov, ktorí sa významnou mierou prispeli k dosiahnutiu vysokej úrovne v oblasti lesného semenárstva a lesného reprodukčného materiálu na Slovensku.

Publikácia je rozdelená do troch častí: všeobecné základy lesného semenárstva a technológie spracovávania semien lesných drevín; špeciálne semenárstvo jednotlivých druhov drevín; hlavné literárne zdroje, prehľad odborných termínov a registre názvov lesných drevín.

V prvej časti sú stručne uvedené základy biológie semien lesných drevín, z poznania ktorej sa vyvinuli technológie spracovávania semennej suroviny, skladovania osiva lesných drevín a jeho predsejbovej prípravy, s ktorými je možné oboznámiť sa v jednotlivých blokoch tak, ako po sebe nasledujú v technologických postupoch spracovávania semien.

Druhá časť knihy je venovaná semenárstvu stromových druhov lesných drevín, ktoré je pre komplexnosť a prevádzkové požiadavky doplnené o dvanásť najčastejšie sa vyskytujúcich krovitých druhov drevín. Odhad očakávanej úrody, na ktorom je založené plánovanie jednotlivých prác a potrebných finančných prostriedkov, vychádza z intenzity kvitnutia a jeho nerušeného priebehu. Pri každej drevine je preto uvedený aj popis kvetu, ako biologického základu plodu a semena, ďalej je uvedený popis plodu, popis semena, jeho biologicko-technické parametre a skúška klíčivosti alebo životnosti semena.

Pre účely prevádzky je uvedený spôsob skladovania a predsejbovej prípravy osiva. V závere je pri každej drevine uvedený popis semenáčka od klíčnych listov po listy pravé. Všetky štádiá reprodukčného materiálu (kvet – plod – semeno a jeho skúška – semenáček) sú pre uľahčenie identifikácie zdokumentované farebnými fotografiami.

V závere druhej časti je v tabuľkovej forme spracovaný prehľad základných údajov o plodivosti a osive vybraných lesných drevín štruktúrovaný na domáce a introdukované, ihličnaté a listnaté dreviny.

Tretia časť umožňuje oboznámiť sa s prehľadom odborných semenárskych termínov, poznanie ktorých je nevyhnutné pre pochopenie jednotlivých častí publikácie. Vyhľadávanie drevín v celej práci uľahčuje register slovenských, českých a latinských názvov drevín.

Množstvo cenného materiálu a informácií spracovaných v novej knižnej publikácii predstavuje nemalý prínos pre oblasť semenárstva a lesného hospodárstva vôbec, zostáva len publikácii zaželieť, aby sa stala zdrojom poznatkov a vedomostí súčasnej generácie ako aj budúcich generácií v záujme rozvoja lesného semenárstva na Slovensku.

Ing. Slávka Bernadovičová, PhD.

Vliv dusíku na rovnováhu bukových porostů, mikrobiální přeměna dusíku a čistý příjem anorganického dusíku mykorrhizními kořeny

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) je nejdůležitější dřevinou přírodní vegetace střední Evropy, ale díky lesním praktikám posledních desetiletí byly preferovány smrkové porosty. Je proto jedním z hlavních cílů zvrátit tento vývoj a podporovat přirozenou obnovu buku. Běžnou metodou, která vede ke zlepšení růstu a vývoje buků, je probírka zapojených porostů, která sebou přináší menší stínění a vyšší radiální růst, změnu mikroklimatu pokryvného humusu, jejímž výsledkem je zvýšená půdní teplota, vyšší podkorunové srážky a lepší vodní bilance.

Pěstování bukových porostů může být v budoucnosti ovlivněno předpokládaným zvyšováním teplot a vyšší frekvencí letních such. Kromě přímých škod napáchaných suchem může být narušen příjem pedosférického dusíku. Tento problém byl zkoumán na výzkumných plochách jižního Německa (100 km jiho-jihozápadně od Stuttgartu), kde bylo pozorováno vzájemné působení místního klimatu a pěstebních zásahů na přístupnost anorganického dusíku v půdě, měřena kapacita příjmu čistého dusíku a amonia půdními mikroorganismy.

Výzkumné plochy leží v nadmořské výšce 740 – 760 m n. m., průměrné místní teploty v letech 1961 – 1990 byly okolo 6,6 °C, během vegetačního období (květen – říjen) 11,5 °C. Průměrné roční srážky jsou 856 mm s měsíčním maximem v červnu a červenci, během vegetačního období 410 mm. Výzkumné plochy jsou umístěny na protilehlých stranách údolí, jedna je obrácena k severovýchodu, druhá k jihovýchodu. Na obou svazích buk lesní převažuje, průměrný věk stromů je 70 – 80 let. Na obou výzkumných plochách i na kontrolní ploše byla provedena probírka v březnu 1991.

Sběr vzorků a jejich hodnocení bylo uskutečněno na začátku vegetační doby v dubnu, v polovině léta (červenec) a na konci vegetační doby (září/říjen) v roce 2000. Byla určována schopnost příjmu dusíku a amonia, měřeny jemné kořeny a mykorrhiza, celková amonifikace, nitrifikace a denitrifikace, určována čistá amonifikační a nitrifikační rychlost, pozorována mikrobiální transformace dusíku.

Na základě vyhodnocení pokusu lze konstatovat, že teplé a suché klima snižuje přístupnost anorganického dusíku hlavně v porostních mezích, příjem nitrátu je ovlivňován místními povětrnostními podmínkami; zásobu anorganického dusíku lze obnovit probírkou pouze v chladných a vlhkých klimatických podmínkách. Buk je citlivý na nedostatek vody, což je způsobeno narušeným příjmem dusíku. Nezdá se však, že je to způsobeno omezením mikrobiálního zásobování anorganického dusíku nebo změněným poměrem mezi půdními bakteriemi a kořeny, ale spíše je to následek fyziologických zábran. Redukce radiálního růstu dospělých buků z teplé a suché jihozápadní strany může být částečně vysvětlena sníženou schopností stromů přijímat dusík z půdy.

Eur. J. Forest Res., 124, 2005, č. 2, s. 95 – 111

Kp

Zacelování ran po odvětvování buku a dubů v různých ročních obdobích

Péče o stromy, především odvětvování, se doposud většinou provádělo v období vegetačního klidu, což vystavuje lýko, vaskulární kambialní vrstvu a vnější bělové dřevo vnějším drsným klimatickým podmínkám. Takto poškozený strom se snadno stane obětí infekce zanesené do rány patogeny.

Pokusy, jejichž cílem bylo odhalit reakci stromů na odvětvování, byly prováděny v Hamburku na buku (*Fagus sylvatica* L.) rostoucím v par-

cích, dubu letním (*Quercus robur* L.) rostoucím podél silnic a dubu červeném (*Quercus rubra* L.) nacházejícím se v parcích a na hřbitově. Všechny stromy (20 buků, 10 dubů letních, 8 dubů červených) byly dobře vyvinuté úrovně stromy ve věku 80 až 100 let. Kmeny byly navrtány na začátku října, prosince, února a dubna. Vrtý měly průměr 1,8 cm a hloubku 10 cm, rychlost zacelování byla hodnocena po uplynutí jedné vegetační sezony v listopadu. Dva stromy od každého sledovaného druhu byly poraženy, poraněná část stromu byla oddělena a hodnocen ústup kambia, rozsah ztráty barvy a rozklad dřeva. Byly odebrány třísky z bělového dřeva, vysušeny a louhovány, byl stanoven fenolový koncentrační index pro určení reakce bělového dřeva.

Pokusy ukázaly, že rychlost zacelování poranění skutečně závisí na ročním období. Poranění se zacelovala nejpomaleji v únoru a prosinci, nejlépe v dubnu. Jakmile se poranění zahojí a do rány nemá přístup vzduch, dřevu škodící patogeny jsou z větší části potlačeny. Rychlost zacelení rány závisí také na rychlosti růstu kmene. Fenolový index je po jednom vegetačním období vyšší u dubů, což znamená, že u buku je rychlost infekční nákazy nižší. Obranné látky se aktivují pomaleji při nižších teplotách, poranění kmene během zimy je doprovázeno rozsáhlou ztrátou barvy. Jelikož pokusy prokázaly, že roční období ovlivňuje rychlost zacelování poranění, nemělo by ošetřování stromů, např. odvětvování, být prováděno v době vegetačního klidu.

Eur. J. Forest Res., 124, 2005, č. 2, s. 113 – 117

Kp

Hodnocení nadzemní biomasy smrku ztepilého

Biomasa smrku ztepilého, dominantní evropské dřeviny, se měří různými alometrickými metodami. Nejjednodušší metodou je výpočet nadzemní biomasy z objemu kmene pomocí expanzního faktoru biomasy. Tato metoda však nemusí být přesná a může být nedostatečná pro kalkulaci obsahu dusíku.

Pokus, jehož cílem bylo zhodnotit podíl větví a jehličí na celkové nadzemní biomase smrku ztepilého (*Picea abies* KARST.) a porovnat poměr mezi objemem kmene, větví a jehličí na stanovištích s rozdílnou půdní úrodností, byl proveden v Rakousku (Dobrowa, provincie Carinthia). Pokusná plocha leží v rovině v nadmořské výšce 460 m na stanovišti, které je charakteristické častými teplotními zvraty, průměrná teplota v lednu je -4,6 °C, celoroční průměrná teplota je 6,2 °C, průměrné roční srážky 1 000 mm. V roce 1967 byl 60 let starý borovicový porost vylepšen meliorací a po probírkách doplněn smrkem ztepilým.

V roce 2001 byly změřeny výšky a výčetní tloušťky všech stromů kromě přerostlých borovic a byl vypočítán porostní objem pomocí alometrické funkce. Poté byly vybrány stromy pro další měření ve třech fázích: a) bylo vybráno 12 stromů z různých tloušťkových tříd; b) byly vybrány větve pro zjištění jejich čerstvé váhy; c) z pokusných větví byly vybrány vzorky pro laboratorní analýzu. Výsledky hodnocení jsou zachyceny v 7 tabulkách a 3 grafech.

Eur. J. Forest Res., 124, 2005, č. 2, s. 125 – 131

Kp

Vliv strukturálních změn lesních porostů v Černém lese na přízemní vegetaci

Budoucí nutná přeměna evropských lesů na přírodě blízké porosty představuje celoplošnou transformaci stejnověkých jehličnatých porostů na nestejnověké smíšené lesy. Existuje mnoho studií zabývajících se stro-

movou strukturou, ale je třeba také analyzovat vztah mezi lesním porostem a přízemní vegetací.

Pro výzkum těchto změn byly vybrány 4 lesní plochy ležící v oblasti jižního Černého lesa v jihozápadním Německu, kde byly stejnověkové smrkové porosty (*Picea abies* L. H. KARST.) přeměňovány na smíšené porosty zahrnující kromě smrku jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) a buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). Během této transformace porostu byly sledovány změny přízemní vegetace a hlavní činitelé, které ovlivňují strukturu vegetace.

Výzkumné plochy se rozkládají v nadmořské výšce od 830 m do 1 060 m, průměrné roční teploty jsou mezi 5 °C a 7 °C, průměrné roční srážky 1 500 mm až 2 100 mm. V každé ze 4 lesních ploch byly vybrány 4 porosty, na kterých bylo zaznamenáno umístění stromů, výčetní tloušťka, výška, tvar koruny, mechový, bylinný a keřový pokryv, vrstva jehličnaté a listnaté hrabanky. Ze získaných údajů byly vypracovány statistické analýzy hodnotící složení přízemní vegetace a vztah mezi přízemní vegetací a strukturálními proměnnými. Přízemní vegetace byla zatříděna do 4 fytosociologických vegetačních typů. Bylo zkoumáno 26 strukturálních proměnných, ale pouze 9 z nich je významných.

Zpracované analýzy ukázaly, že poměr jehličnaté a listnaté hrabanky je určujícím faktorem vegetačního gradientu. Dalším důležitým faktorem je množství světla pronikajícího k lesní půdě. Ve srovnání s antropogenními vlivy, jako je hnojení, vápnění a imise, jsou účinky přízemní vegetace na porost malé. Přízemní vegetace reaguje na změnu porostní struktury, změny v květeně jsou způsobeny změnou typu hrabanky, tedy porostu. Každá přeměna lesního porostu je spojena s určitou skladbou vegetačního pokryvu.

Eur. J. Forest Res., 124, 2005, č. 3, s. 221 – 231

Kp

Vztah měkkýšů a prostředí v bukových lesích

V severním Bavorsku byly prováděny analýzy vztahu měkkýšů a prostředí, konkrétně vliv prostředí na hustotu výskytu měkkýšů a jejich druhovou různorodost. Plocha výzkumu o rozloze 10 000 ha se nacházela v severním Steigerwaldu, která je převážně pokryta bukem (*Fagus sylvatica*). Průměrné denní teploty jsou od 7 °C do 8 °C, průměrné roční srážky od 700 mm do 800 mm. Stromy jsou jedny z nejstarších v Německu, některé jsou až 350 let staré. Část plochy byla intenzivně obhospodařovaná během posledních 80 let, takže je zde nedostatek soušek. V posledních 25 letech byly vyčleněny dva sektory jako lesní rezervace, kde se postupně vytvářel hrubý dřevní odpad. Procento jehličnatých dřevin je od 0 do 25 %, dub se vyskytuje od 0 do 40 %. V současné době bylo zaregistrováno 122 druhů měkkýšů.

Pro výzkum bylo náhodně vybráno 37 ploch různého věku, změřena výčetní tloušťka všech živých stromů, zaznamenán objem hrubého dřevního odpadu, bylinný pokryv byl udán v procentech. Hrabanka, humus a vrchní vrstva zeminy byly sbírány do polyetylenových sáčků, materiál byl proséván a počítány ulity. Na plochách bylo nalezeno 26 druhů měkkýšů. Jejich druhová bohatost a počet závisí na bylinné vrstvě, věku porostu, výčetní tloušťce a objemu mrtvého dřeva. Nebyla potvrzena domněnka, že se tyto měkkýši objevují ve větším počtu tam, kde je vyšší vlhkost. Větší druhová pestrost byla pozorována mezi jednotlivci nalezenými pod ležícím hničícím dřevem a pod pařezy. Výzkum prokázal, že mrtvé dřevo je velmi důležité pro druhovou rozmanitost měkkýšů a jejich výskyt.

Eur. J. Forest Res., 124, 2005, č. 3, s. 233 – 242

Kp

Bakterie na dřevu a plastické hmotě – hodnocení možnosti jejich přežívání v závislosti na dřevině a prostředí

Dřevo jako přírodní materiál, používané po staletí k výrobě různých výrobků, bylo od roku 1960 odsunováno do pozadí na základě studií, které poukazyvaly na jeho nevyhovující hygienické vlastnosti ve srovnání s plastickými hmotami. Přes velký počet výzkumných studií konečné výsledky nebyly jednoznačné.

Dva výzkumné ústavy v Braunschweigu v severním Německu testovaly dřevo borovice (*Pinus sylvestris* L.), modřínu (*Larix decidua* MILL.), topolu (*Populus nigra* L.), klenu (*Acer pseudoplatanus* L.), buku (*Fagus sylvatica* L.) a dubu (*Quercus robur* L.). Pokácené stromy o výčetní tloušťce 15 až 25 cm byly podélně rozřezány na dvoucentimetrová prkna, prkna byla sušena na vzduchu po dobu 6 až 12 měsíců, a posléze přeměněna na piliny. Před zahájením pokusů byly piliny vysušovány a dezinfikovány alespoň po dobu 12 hod při teplotě 103 °C. Srovnávací materiál, polyetylenové třísky, byl vystaven dvouhodinovému UV záření. Potom byly inokulovány bakterie *Escherichia coli* a *Enterococcus faecium*.

Byla sledována závislost přežití bakterií na okolní teplotě a na vlhkosti, na druhu dřeviny a vlastnostech dřeva. Výsledkem pokusu bylo zjištění, že dřevo bylo v minulosti neprávem považováno za nehygienické. Na základě provedených pokusů se ukázalo, že některé dřeviny (borovice, dub) mají lepší antibakteriální vlastnosti ve srovnání s plastickými hmotami. Další výzkum se bude zabývat využitím dřeva, např. vhodným výběrem dřevin pro kuchyňské nářadí, přepravu potravin nebo zvířat.

Holzforschung, 59, 2000, č. 1, s. 72 – 81

Kp

Antioxidační vlastnosti borovicových komponent

Existuje mnoho rostlin, jejichž plody, tedy jejich požitelné části, mají antioxidační účinky. Také nepožitelné části rostlin, dřevo, šišky, jehličí, vykazují antioxidační vlastnosti. Vyrůstající zájem o tyto vlastnosti je spojen s možností uplatnění v lékařství jako součást preventivních prostředků proti kardiovaskulárním chorobám a rakovině. Antioxidanty mohou být též velmi užitečné v potravinářském průmyslu, protože zpomalují oxysličování lipidů a tak zlepšují nutriční hodnotu a kvalitu potravin.

Pokusy v této oblasti byly prováděny v USA (Brainerd, MN, Madison, WI, Sarasota, FL) se vzorky šišek, jehličí, kůry a dřeva z různých druhů jehličnanů různého věku. Sebrané vzorky byly před analýzou zmrazeny, postupně byly omývány destilovanou vodou, potom vysoušeny a dehydratovány. Na vzorcích byla prováděna celková analýza na obsah fenolu a byly zjišťovány antioxidační vlastnosti jednotlivých vzorků.

Pokusy ukázaly, že juvenilní borovicové šišky borovice hustokvěté a bankovky obsahují relativně nejvyšší podíl fenolů a antioxidačních látek, následuje jehličí, mladé šišky, kůra, staré šišky, dřevo. Je zřejmé, že šišky by se mohly stát snadným zdrojem antioxidantů v lékařství, které lze získávat nedestruktivní metodou - sběrem a extrakcí.

Holzforschung, 59, 2000, č. 2, s. 156 – 162

Kp