

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 40, No. 9, 1994

75 let LESNICKÉ A DŘEVAŘSKÉ FAKULTY VŠZ v Brně

OBSAH – CONTENTS

Mrkva R.: Korovnice kavkazská [<i>Adelges</i> (=Dreyfusia) <i>nordmannianae</i> Eckstein], obrana proti ní a její podíl na ústupu jedle – Silver fir woolly aphid [<i>Adelges</i> (=Dreyfusia) <i>nordmannianae</i> Eckstein], its control and its role in fir decline	361
Vavříček D., Betušová M.: Akumulace těžkých kovů (Zn, Pb, Cd, Cr) v jednotlivých složkách lesních ekosystémů na některých lokalitách Beskyd – Accumulation of heavy metals (Zn, Pb, Cd, Cr) in the components of forest ecosystems at some localities of the Beskids Mts.	371
Bednářová E.: Vliv imisí na povrch a morfologii jehlic smrku [<i>Picea abies</i> (L.) Karsten] – The effect of air pollutants on the surface and morphology of the needles in spruce [<i>Picea abies</i> (L.) Karsten].	377
Úradníček L.: Zhodnocení generativní reprodukce druhu <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don v oblasti Brna – Evaluation of generative reproduction of the species <i>Cryptomeria</i> <i>japonica</i> D. Don in the Brno area.	383
Horáček P.: Metodický příspěvek k analýze radiálního růstu kmene a modelování závislosti růstu na podmínkách prostředí – A methodical contribution to the analysis of stem radial growth and modelling of growth curve as depending upon the environmental conditions.	392
AKTUALITY	
Švancara F.: Vývoj použití dřeva ve výrobě nábytku	403
Ulrich R., Skoupý A.: 16. zasedání ISOITC.	405
Štykar J.: Sympozium k 90. výročí narození prof. Aloise Zlatníka.	406
RECENZE	
Simanov V.: Teoretické osnovy rasčeta parametrov dviženija i uluščenija ekspluatacionnyh svojstv kolesnyh lesotransportnyh sredstv	408

LESNICTVÍ - FORESTRY

Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal

Redakční rada - Managing Editorial Board

Prof. Ing. Vladimír Chalupeš, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří Bartůň, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Ing. Josef Běleš, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Ján Ilavský, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef Konôpka, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan Koubek, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír Krečmer, CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav Lochman, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Šmelko, DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskočil, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Chlebečková (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané obřádku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Informace o předplatném podává, objednávky přijímá a rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 2, Česká republika.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

Information on subscription available, subscription orders are accepted and the journal is distributed by the Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

KOROVNICE KAVKAZSKÁ [*ADELGES* (= *DREYFUSIA*) *NORMANNIANAE* ECKSTEIN], OBRANA PROTI NÍ A JEJÍ PODÍL NA ÚSTUPU JEDLE

R. Mrkva

Stále pokračující ústup jedle není působen jen jejich chřadnutím, ale zejména nedostatečnou reprodukcí. O to více je deprimující hynutí mladých jedlí ve stadiu mlazin a tyčovin v důsledku sání mšic z okruhu korovnice kavkazské (*Adelges nordmannianae* Eckst.). Cílem práce bylo využít novějších poznatků o bionomii a generačních poměrech mšic uvedeného okruhu a na základě praktických poznatků stanovit vhodný termín hubení, účinný preparát a efektivní způsob aplikace. Proti dosavadním návrhům (podzim, časné jaro) se doporučuje volit termín zásahu až po vyrašení jedle, v době, kdy vyrašené výhony měří 3 až 5 cm. Na mladých výhonech lze totiž dobře pozorovat a určit kritické množství zde se soustřeďujících progredientes, které představují hlavní a bezprostřední nebezpečí. Vzhledem ke značné rozvleklému vývoji a dlouhému časovému úseku, kdy se mohou vyskytovat pohyblivá, resp. voskovými vlákny nekrytá stadia neosistentes nebo neoprogredientes, byly účinné pouze pyrethroidy. Nebyl zjištěn prakticky žádný rozdíl mezi zkoušenými preparáty, které se doporučují v koncentraci 1 - 2 %, popř. 0,3 - 0,5 kg.ha⁻¹. Při ošetřování menších ploch a kotlíků se plně osvědčil Thermfog (IGEB), jehož úspěšné nasazení závisí na promyšleném postupu, který zaručuje dokonalé prostoupení vrstvy porostu aerosolovou mlhou. Přes velmi příznivé podmínky pro rozvoj mšic se po dobu dvou (tří) let nevyskytly žádné další škody na rašících výhonech.

korovnice kavkazská *Adelges nordmannianae*; *Adelges schneideri*; *Adelges merkeri*; hubení; termín hubení; účinné přípravky; způsoby aplikace

Zastoupení jedle v českých lesích neustále klesá. Pomineme-li období počátku tohoto století, kdy byla jedle pomístně zastoupena až 20 % (Málek, 1983), doznala také v posledních letech značného úbytku. V roce 1950 byla ještě např. zastoupena 2,8 %, zatímco v r. 1991 již pouze 1,0 % (ÚHÚL Brandýs nad Labem, 1991). Je proto oprávněná obava, že se tato krásná dřevina z našich lesů zcela vytratí.

Chřadnutí jedle, které bylo dlouhodobě pozorováno v celé Evropě a ke kterému se u nás obsáhle vyjadřovali např. Konšel (1933) nebo Málek (1983), se vysvětlovalo pomocí různých hypotéz, u nichž se zdůrazňovaly různé příčiny. Ty mohly mít sice lokální platnost, avšak byly často příliš jednostranné, než aby mohly univerzálněji vysvětlit důvody chřadnutí a hynutí jedle. Proto můžeme považovat za pokrok, bude-li se v budoucnu usilovat o ekosystémové hodnocení tohoto jevu s uplatněním konceptu nemoci a teorie stresu.

Snížení zastoupení jedle se obecně spojuje s chřadnutím. Protože se nepodařilo přičinily chřadnutí

jednoznačněji definovat, popřípadě některá zdůvodnění - jako např. to, že jedle „geneticky zestárla“ - byla zcela deprimující, lesnická praxe, a nejen ona, začala jedli ignorovat a ta se prakticky přestala pěstovat. Opakovalo se tak znovu téměř zcela to, co konstatuje již Konšel (1933) v závěru svého pojednání, když považuje lidskou činnost za jednu z hlavních příčin mizení jedle. Uvádí, že „choroba jedle není akutní, nýbrž vleklá, vlastně již stoletá, působící za extrémních okolností stanovištních (na mělkých nebo nevzdušných půdách a na vysychaných polohách) smrtící komplikace za období suchých, v oblastech zamořených kouřem a za velkého rozvoje hmyzu.“ Zcela aktuální je to, co říká dále: „Co člověk pokazil, má povinnost i napravit bez výmluvy, že choroba je projevem geologické přestárlosti nebo trvalých změn atmosférických.“

Je zásluhou Černého (1989), že znovu obrátil pozornost na problém jedle tím, že upozornil na její revitalizaci bez ohledu na to, jak vysvětluje příčinu tohoto jevu (Čapek, Leontovský, 1990). Při této příležitosti bychom si měli rovněž uvědomit, že ústup jedle byl v minulosti způsoben nejen chřadnutím, které vedlo zejména v některých obdobích ke zvýšenému hynutí, ale zvláště - a podle mého soudu rozhodující měrou - nedostatečnou obnovou.

Na podstatném snížení zastoupení jedle se nepochybně nejvíce podílí holosečné pasečné hospodaření s umělou obnovou, které vedlo k zásadnímu omezení přirozené obnovy jedle a při umělé obnově k naprosté preferenci smrku, který se jednak snáze množil, jednak nejlépe přežíval podmínky holé seče. To byla příčina, proč posledními místy, kde ještě jedle prosperovala (tzn. byla hojně zastoupená a dobře se vyvíjela), byly na počátku tohoto století selské lesy.

Možnosti přirozené obnovy, ale i úspěšnost případné ojedinělé prováděné umělé obnovy se navíc ještě v posledních desetiletích omezily díky škodám zvěří. Socialisticky provozovaná myslivost, tj. myslivost, která měla zajišťovat maximálně možné odstřely zvěře bez ohledu na vynaložené náklady a nevímající tedy škody na státním majetku, měla za následek mnohonásobné zvýšení stavů zvěře. Důsledkem toho bylo, až na malé výjimky, naprosté selhání přirozené obnovy ještě toho malého množství jedlí, které se v současné době v porostech vyskytuje. Jedle totiž celou dobu plodila, ale semenáče obvykle nepřežily déle než dva až tři roky. Proto je také jedle zastoupena podle věkových tříd zcela nerovnoměrně - zatímco např. ve čtvrté a páté třídě je zastoupeno 45 %, v první a druhé třídě již pouze 19 %.

O to závažnější a lítost vzbuzující jsou proto ztráty jedlí, které přes všechna úskalí dospěly do stadia mlazin a tyčovin a stávají se obětí napadení mšic z okruhu korovnice kavkazské (*Adelges nordmannianae* Eckst.). Považovali jsme proto za účelné a velmi aktuální vyřešit problém hubení tohoto škůdce a to také proto, že epizody sucha, které se ke konci osmdesátých let objevily, vytvářejí predispozici pro přemnožení všech škůdců, zvláště však hmyzu. Platí to pochopitelně také v případě korovnice (dále jen k.) kavkazské, o níž je známo, že se vždy neškodlivěji uplatnila zvláště na teplých, slunných a vysychavých lokalitách (Schwenke, 1972). Šlo zejména o to, stanovit vhodný termín zásahu, doporučit dostatečně účinný přípravek a nakonec i efektivní způsob aplikace.

DOSAVADNÍ POZNATKY O HUBENÍ KOROVNICE KAVKAZSKÉ

Jako vhodný termín zásahu se doporučuje časný podzim (druhá polovina září, počátek října - Hochmut, 1964; Kurier, 1981; Anonymus, 1993) nebo časné jaro, kdy ještě nezačaly hienosistens klást vajíčka (König, 1983; Eichhorn, 1958; Bogenschütz, 1984). Tento časný jarní termín, tj. do poloviny března, se doporučuje navíc také proto, že v této době nejsou údajně dosud aktivní přirození nepřátelé. Rovněž Schwenke (1972) doporučuje termíny zásahu v časném jaru, než mšice začnou klást vajíčka, a potom v pozdním létě nebo na podzim či v zimě, kdy už zase nedochází ke kladení vajíček. To vše zejména proto, že žádný z doporučených přípravků neměl ovicidní účinky. Pokud jde o přípravky, pak jejich výběr je u starších doporučení poplatný době, tj.

šlo o přípravky z okruhu chlorovaných uhlovodíků nebo organofosfátů a to buď systémově působících, nebo alespoň s penetračními účinky. Nověji se pak také doporučují pyrethroidy a specifický přípravek proti mšicím - Pirimor (Hochmut, 1964; Schwenke, 1972; Švestka et al., 1990).

K aplikaci byla užita jak běžná mechanizace pro aplikaci formou postřiků nebo úsporných postřiků, tak zejména teplý aerosol vyvíjený ručním pulsačním generátorem (Hochmut, 1964) nebo vrtulníky.

MATERIÁL A METODY

Sledování vývoje a pokusy s aplikací insekticidů byly prováděny na území Školního lesního podniku Křtiny VŠZ, na provenienčních plochách jedle, v mlazinách ve věku 15 až 20 let na polesích Řečkovice a Jedovnice. Dále se realizovaly na území LS Rájec nad Svitavou (LZ Rájec, polesí Dolní Lhota a Rájec n. Sv.). Zde se jedle nacházela v uměle založených a oplocených kotlicích ve stáří od 12 do 22 let. Dlouhodobý teplotní normál na lokalitách, kde se konaly pokusy, se pohybuje v rozmezí od 6,3 do 7,0 °C. O oteplení ve sledovaném období 1991 až 1993 si můžeme udělat představu z vývoje průměrných ročních teplot v Brně (vzdáleném asi 20 km), kde je dlouhodobý normál 8,7 °C. V r. 1991 činila průměrná teplota 8,7 °C, v r. 1992 10,2 °C a v r. 1993 to bylo 9,1 °C.

První pokusy s aplikací insekticidů začaly v r. 1990 nejprve formou pokusu malého rozsahu s aplikací pomocí ruční tlakové stříkačky. V r. 1991 a 1992 se zkoušela aplikace teplého aerosolu (Thermfog, Leco) a úsporný postřik (Stihl SG 17). Konkrétně šlo o následující pokusy:

Datum	Místo	Způsob aplikace	Insekticid	Koncentrace (dávka)
3. 6. 1990	D. Lhota 139 E	Ruční tlak. stříkačka (vodní emulze, postřik)	Pirimor DP	0,1 %
			Karate 5 EC	0,2 %
			Decis 5 EC	0,2 %
			Neramethrin 15 EK	0,2 %
13. 6. 1990	D. Lhota 139 A ₁ 138 C ₁ 133 B ₁ 139 A ₁	Leco HD (petropal, teplý aerosol)	Karate 5 EC	0,3 kg.ha ⁻¹
			Neramethrin 15 EK	0,3 kg.ha ⁻¹
			Decis 5 EC	0,3 kg.ha ⁻¹
12. 6. 1991	D. Lhota 139 E	Leco HD (petropal, teplý aerosol)	Decis 5 EC	0,3 kg.ha ⁻¹
			Vaztak 10 EC	0,3 kg.ha ⁻¹
		Thermfog (IGEBA) (petropal, teplý aerosol)	Karate 5 EC	0,3 kg.ha ⁻¹
			Neramethrin 15 EK	0,3 kg.ha ⁻¹
31. 5. 1991	Jedovnice 81 A2	Stihl SR 400 (vodní emulze, rosení)	Karate 5 EC	0,5 %
			Karate 5 EC	1,0 %
	Řečkovice	Stihl SG 17	Karate 5 EC	1,0 %
28. 5. 1992	Rájec nad Svitavou 249 D.2	Thermfog (IGEBA) (petropal, teplý aerosol)	Karate 5 EC	5 %
	251 C1	Thermfog (IGEBA) (petropal, teplý aerosol)	Karate 5 EC	2 %
	251 B1	Thermfog (IGEBA) (petropal, teplý aerosol)	Vaztak 10 EC	5 %
	250 B2	Thermfog (IGEBA) (petropal, teplý aerosol)	Vaztak 10 EC	2 %
	251 C1	kontrola		

Hodnocení účinnosti bylo provedeno vždy asi jeden měsíc po aplikaci a v zimním období. Příští rok se účinnost hodnotila opět v době rašení jedle a znovu v zimním období, popřípadě v následujícím roce opět v době rašení jedle. Při kontrolách byla z napadených stromů, u nichž byly na jehlicích a výhonech patrné staré příznaky sání, odebrána vždy část větve z horního přeslenu (popř. z druhého přeslenu odshora) a z kmene jemně seříznuta kůra v délce asi 5 cm s kolonií mšic. Vzorky byly mikroskopovány; zjišťovala se přítomnost a početnost vývojových forem škůdce.

VÝSLEDKY

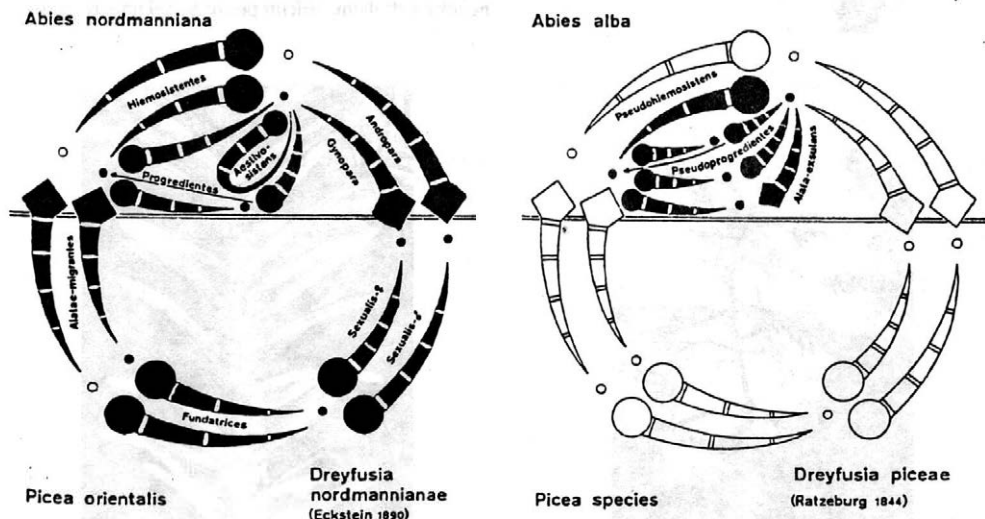
CHARAKTERISTIKA DRUHŮ MŠIC RODU ADELGES (= DREYFUSIA)

Mšice patří mezi členovce, jejichž vývojové cykly a bionomie vůbec jsou jedny z nejsložitějších. To se v plné míře týká také korovnic na jedli. Názor na tyto otázky se pochopitelně vyvíjel a není ani v současnosti ustálený. U nás se těmito mšicemi zabývali Pašek (1954), Pfeffer, Nováková (1960) a Hochmut (1964), ze zahraničních autorů Pschorn - Walcher (1960, 1964), Kotschy (1960), Merker (1962) a zejména Eichhorn (1961a,b, 1963, 1966, 1967a,b). Alespoň ve stručnosti a pro základní orientaci předkládáme poznatky, které prezentuje Schwenke (1972).

Úvodem lze říci, že se v Evropě v současné době nachází a na jedli škodí jednak autochtonní korovnice jedlová (*Adelges piceae* Ratzeburg), dále pak zavlečená k. kavkazská (*Adelges nordmannianae* Eckstein) a okruh dalších druhů (*A. schneideri* Börner, *A. prelli* Grossmann, *A. merkeri* Eichhorn), které jsou zřejmě odvozeny od tohoto introdukovaného druhu. Protože největší škody v mladých porostech působí k. kavkazská, uveďme si některé základní informace o její bionomii a škodlivosti.

Adelges nordmannianae je holocyklickým, heterogenetickým druhem, tzn., že v místě svého původního rozšíření, v širší oblasti Kavkazu, je jejím primárním hostitelem smrk orientální (*Picea orientalis*), sekundárním jedle kavkazská (*Abies nordmanniana*); u nás jedle bělokorá (*Abies alba*). Přestože se v našich podmínkách může vyvíjet pouze na jedli, vytváří v určité době formu, označenou jako alatae - remigrantes, která vyhledává smrk orientální. Úplný cyklus je patrný na obr. 1; u nás probíhá pouze jeho část (virginogenní anholocyklus = paracyklus). V případě holocyklu by na jedli přilétly koncem května až počátkem července mšice, zvané alatae - migrantes, které snesou 15 až 20 (řídce 40) vajíček. Vylíhlé larvy (hiemositens) sají u bázi pupenů a na osách mladých větví a zde přezimují v prvním, popřípadě ve druhém stadiu.

Po prvním oteplení v předjaří (během února, případně počátkem března) však vývoj znovu pokračuje a po



1. Formy generačního holocyklu korovnice kavkazské (*Adelges nordmannianae*) na obou hostitelských rostlinách a anholocyklu korovnice jedlové (*Adelges piceae*) na jedli. Černé značky představují současné skutečně se vyskytující formy, bílé představují zaniklé formy. Jednotlivé segmenty značek a jejich počet znázorňuje larvální stadia jednotlivých generací. Kulatá hlavička znamená neokřídlené imago, čtyřhranná okřídlené imago. Malé kroužky představují výskyt vajíček. Podle Edera (in Schwenke, 1972) - The forms of generation holocycle of the silver fir woolly aphid (*Adelges nordmannianae*) on both host plants and of anholocycle of the balsam woolly aphid (*Adelges piceae*) in fir. Solid marks indicate the present actually occurring forms, open marks the extinguished forms. The particular segments of the marks and their number show the larval stages of the different generations. The round head indicates a wingless imago, the tetragonal head a winged imago. Small circles represent egg occurrence. According to Eder (in Schwenke, 1972)

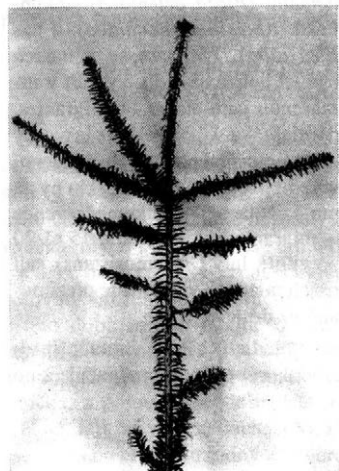
posledním svlékání koncem března se objevují dospělé neokřídlené samičky, bohatě produkující bílá vosková vlákna. Asi po týdnů začnou klást 100 až 500 žlutooranžových vajíček, což jim trvá nejméně dva měsíce. Koncem dubna a začátkem května se z vajíček začínou líhnout larvy s krátkými sosáky (progreidentes). Ty putují na rašící výhony vegetačních vrcholů, kde sají na mladém jehličí a osách, působí jejich kroucení, krnění (obr. 2) a při silném napadení dojde k uhynutí celého vrcholu (obr. 3). Část progreidentes se dále vyvíjí v alatae - remigrantes, které hynou. Část však dospěje a v červnu až začátkem července klade na spodní stranu jehličí 10 až 20 (30) vajíček, ze kterých se od poloviny července

a v srpnu líhnou výlučně hiemosistentes, popř. aestivosistentes, které rovněž brzy diapauzují.

Další část populace, která se líhne z vajíček během května, má přibývající podíl larev s dlouhými sosáky (hiemosistentes), které setrvávají zpravidla až do konce září v letní diapauze. Pak se hromadně svlékají a přecházejí zimní období převážně ve druhém, málokdy ve třetím larválním stadiu. Další vývoj nastává opět obvykle v únoru. Hiemosistentes a aestivosistentes se odlišují od progreidentes dlouhým sosákem a silnější sklerotinizací dorzálních plátů. Mezi oběma extrémy stojí intermediální individua, která mají středně dlouhý sosák a slabší sklerotinizaci. Tito jedinci se vyvíjejí ve stejném roce dále a následují progreidentes a podobně poškozují rašící a mladé výhony.

V našich podmínkách se tedy setkáváme s paracyklem na jedli, kde se kromě hiemosistentes vytvářejí generace progreidentes. Tento typ, nápadný a významný zejména velkou škodlivostí v mladých porostech, byl v minulosti označen jako *D. nordmannianae* ssp. *typica* (Pschorn - Walcher, 1960). Za typický se u něj označuje výskyt na tohoročních výhonech a jehličí ve vrcholech mladých jedlí, také však na starších větvích a pouze řídce na kmeni. Protože se objevuje pouze jedna generace progreidentes na jaře, dochází k nápadné tvorbě bohatých povlaků voskových vláken také jedině v této době. Z velmi početné snůšky vajíček vykladených hiemosistens se líhnou bezkřídlé progreidentes a sistentes.

Adelges schneideri je anholocyckickým, partenogenetickým druhem, žijícím pouze na sekundárním hosti-



2. Sání progreidentes na vyrašených výhonech má za následek krnění a kroucení jehličí (foto Říční) - Sap sucking by the progreidentes on new shoots results in needle dwarfing and rolling (photo by Říční)



3. Při silném napadení dochází k deformaci vrcholů a jejich rychlému usychání (foto Křístek) - Heavy infestation causes tip deformations and their rapid drying up (photo by Křístek)



4. Sistenty třetího stadia a zejména pak samičky jsou usazeny na spodní straně výhonů a jsou nápadně bohatou bílou vatou z voskových vláken (foto Křístek) - The sistentes of the 3rd instar, and particularly the females, are sticking to the lower side of the shoots and they are conspicuous by a dense coat of white waxy filaments (photo by Křístek)

teli - jedli kavkazské nebo jedli bělokoré. Její původ lze pravděpodobně odvodit od k. kavkazské, s níž se často záměňuje nebo se považuje za část cyklu; původně byla označena jako forma *D. nordmannianae* f. *schneideri* (P s c h o r n - W a l c h e r, 1960). Experimenty s přenosem kolonie mšic *D. schneideri* na mladé výhony však ukázaly, že přechod na holocyklus, jaký je znám u *D. nordmanniana*, není možný a jde tedy patrně o čistý druh.

Žije pouze na kůře kmenů a někdy také na kůře silných spodních větví, nikdy na mladých rašících výhonech. V únoru a březnu začíná vývoj pseudohiemosistens, které přezimovaly. Jako adultní kladou v dubnu asi 40 vajíček do vaty hojně vylučovaných voskových vláken.

Lhne se pouze nepatrný podíl progrediens, které navíc brzy uhynou. Z většiny vajec se líhnou pseudohiemosistens, které přezimují v prvním až třetím larválním stadiu. Pouze malá část pseudoaestivosistens v červenci až srpnu dospěje a pravděpodobně produkuje opět pseudohiemosistens. Pro tento druh je typické, že se vyskytuje pouze v porostech starých jedlí, popřípadě v hustých laťovinách na vlhkých stanovištích. Někdy byl také nalezen na prosvětlených okrajových stromech, ale na rozdíl od *D. piceae* se na podzim neobjeví nikdy čerstvá vosková vlákna, která by souvisela s výskytem druhé generace. Nejde tedy o škůdce, který by sám o sobě mohl jedli vážněji ohrozit.

Adelges prelli je holocyklickým, heterogenetickým druhem, podle morfologických znaků nemá údajně přímé příbuzenské spojení jak s *D. nordmannianae*, tak s *D. schneideri*, blíží se spíše *D. piceae* a *D. merkeri*. Primárním hostitelem je *Picea orientalis*, sekundárním *Abies nordmanniana*, v podmínkách střední Evropy jedle bělokorá. Vývoj na smrku orientálním probíhá pro tento rod obvyklým způsobem. Alatae - migrantes přelétají na jedli asi v červenci a zde kladou na jehličí mladých výhonů asi 80 vajíček, z nichž se líhnou hiemosistens. Napadeny jsou převážně staré jedle *Abies nordmanniana* v korunovém prostoru; přitom jsou přednostně postiženy fertlní výhony. Vývoj hiemosistens rychle pokračuje, takže většinou ještě do konce roku dospějí a podle klimatických podmínek začínou ještě v lednu snášet 400 až 450 vajíček. Jakmile to klimatické podmínky dovolí, líhnou se z vajíček dva typy larev:

1. Larvy s dlouhým sosákem, které zůstávají na kůře výhonů, zde sají a jako progrediens I. po třech svlékáních dospějí a počátkem května začínou klást vajíčka. Z těch se líhnou progrediens II., dospějí a snášejí vajíčka v červenci. Z nich mohou ještě ve stejném roce vzniknout progrediens III.

2. Larvy s krátkým sosákem, které sají na tohoročních vyrašených výhonech. Z nich se z malé části vyvíjejí neokřídlené progrediens, které kladou vajíčka a z nich vzniklé malé larvy typu hiemosistens se stěhují zpět na osy výhonů.

Druh je primárně rozšířen v přirozených areálech

hostitelských dřevin. Do Evropy byl zavlečen počátkem tohoto století a je patrně široce rozšířen. Na jedli *Abies nordmanniana* vytváří paracyklus s hiemosistens a několika generacemi progrediens, které se vyvíjejí v korunovém prostoru starých jedlí. Zde osidlují tohoroční výhony a zvláště výhony s květy, na nichž sání vyvolává nekrotické poškození pletiv kůry a parenchymu pupenů. V důsledku toho dochází k prosychání, popřípadě předčasnému opadu květů a k poruchám rašení pupenů; mladé vyrašené výhony mohou být krátké a znetvořené. Napadení jedle bělokoré a virulence tohoto škůdce na ní jsou nepatrné. Hiemosistens zde kladou vajíčka mnohem později, adultní mšice jsou podstatně menší a produkují méně vajíček.

Adelges piceae je anholocyklickým, partenogenetickým endemickým druhem, který žije na sekundárním hostiteli. V Evropě totiž není žádný recentní holocyklický a heterogenetický druh *Dreyfusie*, který by žil na smrku ztepilém a jedli bělokoré. Cyklus sestává z generací pseudohiemosistens, pseudoprogrediens I. a pseudoprogrediens II. V generaci pseudoprogrediens I. se nacházejí mezi jedinci neokřídlenými také jedinci okřídlení (pseudoprogrediens alatae), kteří však mohou napadat pouze jedle.

Pseudohiemosistens přezimují v naprosté většině jako mladé larvy prvního stadia v prasklinách borky kmene nebo starších větví. Další vývoj probíhá až na jaře a dospělci se objeví obvykle ve druhé polovině dubna, kdy kladou až 400 vajíček. Z nich se líhnou pseudoprogrediens I. Pseudoprogrediens apterae obsazují staré stromy, pseudoprogrediens alatae napadají stromy mladé. Přednostně jsou napadány starší husté porosty jedle na stanovištích se studeným a vlhkým mikroklimatem. Z později vykládaných vajíček pseudohiemosistens se líhnou larvy, které prodělávají diapauzu a pak se přidávají k neokřídleným jedincům, kteří dospívají nejdříve počátkem června a kladou pouze asi 12 vajíček. Z nich vzniklé aestivosistens (pseudoprogrediens II.) setrvávají až do září v diapauze a pak se vyvíjejí v neokřídlená imaga, z jejichž vajíček vznikají opět pseudohiemosistens. Nakonec všechno potomstvo pseudoprogrediens dospěje do konce října v samičky, které vykládou 20 až 40 vajíček, z nichž se ještě ve stejném roce líhnou pseudohiemosistens (obr. 1). Uvádí se, že vlivem silné zimy může dojít také u tohoto endemického druhu k prudkému snížení početnosti. U k. kavkazské je citlivost vůči nízkým teplotám známá a vzhledem k jejímu původu nepřekvapuje.

Adelges merkeri je pravděpodobně holocyklickým, heterogenetickým druhem, jehož výskyt na primárním hostiteli je znám pouze z jihozápadní oblasti Spolkové republiky Německo. Protože morfologicky je tento druh značně podobný *D. prelli* a *D. piceae* a protože je také mnoho nejasností kolem jednotlivých forem generačního cyklu, objevují se často snahy tento druh zpochybňovat. Z hlediska ochrany jedle nás zajímá zejména paracyklus na této dřevině. Zde přezimují hic-

mosistentes, které do března dospějí a kladou 20 až 220 vajíček. Vylhlé larvy, jak je to běžné u tohoto rodu, jsou dvojí: s krátkým sosákem (progređientes), které sají na jehličí, a s dlouhým sosákem, sající na kůře. Larvy na jehličí se vyvíjejí v převážné míře v okřídlené jedince, kteří se jako alatae - remigrantes vydají hledat primárního hostitele. Malá část ale zůstává, vyvíjí se dále v neokřídlené progređientes nebo (?) část přechází v hiemosistentes. Larvy na kůře - včetně těch, které se vylíhly z později nakladených vajíček - se z převážné části vyvinou v adultní progređiens, zakládající první generaci. Potomstvo se však nevyvíjí jednotně, část dospívá a počátkem června opět klade vajíčka (aestivoprogređiens), druhá část diapauzuje a spolu s malou částí původních hiemosistentes dospívá a klade vajíčka buď ještě do konce roku, nebo až zjara.

Potomstvo progređientes I. z června se zčásti ještě dále vyvíjí ve stejném roce (progređientes II.), zčásti přezimuje jako hiemosistentes prvního, druhého nebo třetího stadia. Potomstvo progređientes II. konečně rovněž přezimuje. Jaký je vztah těchto generací k primárnímu hostiteli, nebylo vyšetřeno. Dosud byl tento druh zjištěn v jižním Schwarzwald, Odenwald, v oblasti školek Oldenburgu, v Rakousku a v jižním Švédsku (S c h w e n k e, 1972) a dá se předpokládat, že se bude vyskytovat, podobně jako k. kavkazská a *D. prelli*, v jižní Evropě, v oblasti Kavkazu a v přední Asii. Uvádí se, že *D. merkeri* nemá vyhraněné ekologické nároky a že tedy má větší valenci; napadá např. jak semenáče, tak staré stromy. Pokud jde o generační poměry, tak se ukazuje největší podobnost s *A. prelli*. Jednotlivé generace se proti ní vyskytují poněkud později, ale časněji než u *A. nordmannianae*.

Napadení rašících výhonů není v případě *D. merkeri* tak intenzivní jako u k. kavkazské. Silnější krnění a deformace jehličí nastává obvykle až za dva roky, často však na bázi větvíček nalézáme ztlustliny. Na semenáčích, v oblasti terminálního pupenu, stačí často pouhé dvě mšice, aby spolu se svým potomstvem přivedly krnění a uhynutí. Na starších jedlích postupuje poškození pomaleji. Zatímco k. kavkazská je schopna přivodit uhynutí vrcholu nebo dokonce celého stromu za šest až osm týdnů, postupuje chřadnutí, způsobené *D. merkeri*, pomaleji a trvá dle i více let, než strom uhynie. Právě v důsledku dlouhodobého sání se na větvíčkách vytvářejí lahvicovitě zduřeniny, kůra je nekrozní a pokrytá bradavičnatými nerovnostmi. K omezení produkce semen v důsledku poškození květních pupenů, jak bylo pozorováno u *A. prelli*, nedochází.

GENERAČNÍ POMĚRY MŠIC NA ZKUSNÝCH PLOCHÁCH

Je třeba uvést, že otázkám druhové příslušnosti se na plochách, kde se objevily značné škody a kde se zkoušela obrana, zprvu nevěnovala zvláštní pozornost. V r. 1989 a 1990, kdy začala první šetření, bylo zřejmé, že jde o k. kavkazskou. Tak se alespoň usuzovalo v jarních, ale i dalších termínových pozorováních, kdy

se sledovala účinnost jednotlivých insekticidů a způsobů aplikace. Na všech sledovaných plochách byly nacházeny v zimním období hiemosistentes I. a II. stadia. K dokončení vývoje a kladení vajíček (15 až 50 kusů) docházelo v březnu a během dubna. Rašení výhonů nastalo ve všech třech letech ve druhé polovině května a v té době také začalo lhnoutí progređientes a sistenses. Během léta se vývoj nijak podrobně nesledoval, jisté je, že počátkem července byly ještě zjištěny jak na jehličí, tak na větvích a kmíncích nepříliš početné kladoucí samičky. Ty by bylo možné pokládat za progređientes a aestivosistentes. V září 1990 byly na větvíčkách přítomny již pouze larvy I. a II. stadia, na kmenech ještě ojediněle vajíčka a putující neosistentes.

Tyto generační poměry ovlivnily úvahy o volbě termínu aplikace, který byl uplatněn v dalších letech. Během vyhodnocování pokusů v dalších letech byly ale zjištěny určité změny ve vývoji a předpokládáme, že byly způsobeny abnormálně teplým počasím v roce 1992. Počátkem listopadu 1992 a také koncem ledna 1993 byl totiž jak na větvíčkách, tak na kůře zjištěn masový výskyt hiemosistentes všech vývojových stadií a kladoucí samičky se dvěma až sedmi vajíčky a zároveň pohyblivé neosistentes. Rovněž v únoru 1994 byl zjištěn podobný stav s tou výjimkou, že nebyly nalezeny živé neosistentes. K rašení jedle došlo v r. 1993 již v polovině května a v té době byla pozorována jak na větvích, tak na kmenech převaha hiemosistentes II. a III. stadia a lhnoucích se neoprogređiens, putujících k rašícím vrcholům větví, kde se jejich podíl výrazně zvětšoval. Kromě toho byl přítomen menší podíl kladoucích samiček s vajíčky a samiček, které ještě nekladly.

Koncem května 1993 byly na tohoročních výhonech nejsilněji zastoupeny larvy se základy křidel (70 %) a částečně již okřídlené alatae - remigrantes (10 %), dále bezkřídle progređientes (20 %) a ojediněle progređientes začínající klást vajíčka. Na kmenech se nacházely nejběžnější přisedlé larvy, méně často samičky s vykladenými vajíčky (10 až 20 kusů) a zároveň lhnoucí se progređientes. Protože značná část pozorovaných přisedlých larev se ke konci června dále vyvíjela, považujeme je za larvy progređientes. Kromě toho byli v této době nalezeni ještě nehojní adultní jedinci, zčásti již kladoucí, a pohyblivé neoprogređiens.

Z toho vyplývá, že podle přítomnosti pozorovaných forem generačního cyklu by bylo možné považovat popisovanou populaci za *A. merkeri*. Protože však původním záměrem bylo pouze odzkoušet efektivitu způsobů hubení, nezabývali jsme se dosud blíže přesnou determinací a taxonomií. Nepochybně by však bylo nesmírně zajímavé využít např. také chromatografii (H o c h m u t, 1964) a pokusit se osvětlit vztah mezi *A. nordmannianae* a *A. merkeri*. Nechceme předbítat, ale lze vyslovit domněnku, že v důsledku toho, že se k. kavkazská u nás vyvíjí pouze v paracyklu, tzn., že její vývoj patrně není zpětně korigován cyklem na primárním hostiteli, dochází vlivem příznivých teplotních podmínek k posunům a ovlivnění generačních poměrů.

Takový případ nastal zřejmě během našeho pozorování v důsledku enormně teplého počasí. Naši domněnku, že *A. merkeri* je pouze ekologickou formou k. kavkazské, která se vyskytuje pouze v teplých oblastech nebo se objeví po předchozím teplém období, by však bylo třeba doložit podrobnějším šetřením.

VOLBA VHODNÉHO TERMÍNU A ZPŮSOBU HUBENÍ

Při stanovení racionální a ekologicky přijatelné obrany je třeba obecně vycházet ze znalosti bionomie škůdce a zároveň je nutné respektovat zásady integrované ochrany. Vzhledem k tomu, že bezprostřední ohrožení pochází od progrediens sajících na rašících výhonech, je účelné se zaměřit na toto období. Proti navrženému termínu hubení v podzimním období (Kurier, 1981; Hochmut, 1964; Anonymus, 1993) má ošetření na jaře tu nespornou výhodu, že ho provádíme pouze tehdy, je-li kritické ohrožení naprosto zřejmé. Je totiž známo, že mšice rodu *Adelges* jsou citlivé na nízké zimní teploty přesahující -20 °C. Rovněž vlhké studené počasí s opakujícími se teplotami pod bodem mrazu v předjaří patří ke klíčovým faktorům populační dynamiky těchto mšic (Merker et al., 1957). Dokonce ještě mrazíky v době rašení, jak jsme pozorovali v roce 1991, jsou schopny nejen poškodit jedli, ale také značně snížit denzitu mšic. Dalším důležitým kritickým momentem je koincidence mezi dobou rašení jedlí a líhnutím progredientes. Je-li líhnutí časnější a dojde-li k inkoincenci, začínají sice progredientes sáť také na starém jehličí, ale nevývějejí se a zvyšuje se jejich mortalita (Eichhorn, 1966). Také bohaté srážky mohou v době líhnutí představovat pro progredientes, které lezou na mladé výhony, značné problémy, protože musí překonávat adhezitu vody ulpělé na povrchu jehličí (Karafiat, Franz, 1956).

Jak je patrné, může během zimního i jarního období dojít k celé řadě kritických momentů, které mohou početnost škůdce podstatně snížit a proto by se často mohlo stát, že hubení na podzim bylo vlastně zbytečné. K tomu přistupuje ještě okolnost, že během zimy se diverzita forem populace (např. u *A. merkeri*) přece jen sníží a naopak v teplejším období po ošetření se urychlí vývoj. To se příznivě uplatní při hubení. Aplikujeme-li kontaktní působící insekticidy, musí být totiž jeho účinnost tak dlouhá, než se dolíhnou nejen všem na snesená vajíčka, ale navíc ještě i ta, která dodatečně vykládou samičky, bohatě pokrytá voskovými vlákny a tedy zcela uchráněná před insekticidem.

Připojíme-li ke všem těmto důvodům i pro naprosté laiky snadnou signalizaci napadení, je zřejmé, že jarní termín hubení musí mít naprostou přednost. Drobné černé progredientes, které se objeví jako miniaturní tečky na rašících jehličích, jsou dobře postřehnutelné. Jejich přítomnost na vyrašených výhonech, které dosáhnou v průměru asi 5 cm, je signálem pro zahájení aplikace insekticidů. V žádném případě však nelze otá-

let, protože invaze progredientes je opravdu rychlá a poškození výhonů se rychle zhoršuje.

Pokud jde o výběr insekticidu, pak je zřejmé, že musí mít co nejdelší perzistenci, aby mohl zahubit postupně dlouhou dobu se líhnoucí, pohyblivé a voskovými vlákny nechráněné larvy. Takové požadavky mohou splnit pouze pyrethroidy, v současné době nabízené v docela širokém sortimentu.

Pokud jde o způsob aplikace, pak s ohledem na potřebu mobility a nutnost ošetřit zejména menší plochy jsme volili nesenou malou mechanizaci, tj. rosič Stihl SR a tepelný aerosolový generátor Thermfog (IGEBA). Pro případ potřeby ošetřit větší porosty jsme zkusili také traktorem nesený zmlžovač Leco HD.

VÝSLEDKY POKUSŮ

Byla provedena celá řada pokusů (tab. I), při nichž se v podstatě pouze opakovaně, na různých místech, zkoušely stejné postupy. To proto, že klasické hodnocení účinnosti zásahu proti korovnici - podle víceméně jednorázového snížení početnosti - nelze uplatnit. Předkládané výsledky se proto opírají o dlouhodobá pozorování, zejména pak hodnocení v jarním období a srovnání s kontrolou. Zvláště porovnání s kontrolou pokládáme za důležité, protože ke snížení početnosti může dojít také z celé řady přirozených důvodů, které jsme uvedli. Ukázalo se však, že podmínky pro rozvoj korovnice byly ve sledovaném období naopak velmi příznivé, takže na žádné z kontrolních ploch k přirozenému snížení početnosti nedošlo.

Volba účinného insekticidu

Jak je z výběru insekticidů patrné, bylo naší snahou v první řadě uplatnit specifický aphidicid Pirimor. Tento insekticid se však ukázal jako málo účinný a proto jsme ho dále už netestovali. Také proto, že se od něj - s ohledem na bionomii škůdce - vlastně ani výraznější účinek nedá očekávat, protože není dostatečně perzistentní.

Vysoce perzistentní jsou naopak pyrethroidy. Ve zkouškách jsme sice začali relativně nízkými koncentracemi (postřik 0,2 %), ale později jsme dávku, s ohledem na výsledky pozorování a požadovanou dlouhodobou perzistenci, podstatně zvýšili (1 až 2 %). Při použití teplého aerosolu (s přihlédnutím na doporučenou dávku na hektar) dokonce na 5 %, popř. 0,5 kg.ha⁻¹. Odhlédneme-li od použitého způsobu aplikace, pak bylo zjištěno, že v podstatě i nejnižší užitá dávky byly dokonale účinné zejména na progredientes. I přes zvýšení koncentrace se však nepodařilo dosáhnout podstatně vyšší likvidace sistentes, které vždy v určité výši přežívaly. Ukázalo se však, že i tak byl účinek zásahu dobrý, zvláště pak proto, že v dalších letech nebyly pozorovány (nebo pouze v zanedbatelné míře) progredientes sající na rašících větvích (obr. 5). Stálo by za to se tímto problémem dále zabývat a ověřit, zda takový umělý zásah, jímž z populace vyloučíme progredientes a alatae remigrantes a tak vlastně upraví-

I. Výsledky provedených zkoušek účinnosti aplikace insekticidů. Hodnocení abundance jednotlivých forem i vajíček *D. nordmannianae* – The results of the tests of efficacy of insecticide applications. Assessment of the abundance of particular forms and eggs of *D. nordmannianae*: 0 - nenalezena – not determined, 1 - ojedinělý výskyt – single occurrence, 2 - četný výskyt – frequent occurrence, 3 - velmi hojný výskyt – very frequent occurrence, P - poškození tohoročních výhonů od progredientes – damage to this year's shoots by the progredientes

Aplikace ¹	Datum ošetření ²	Datum kontroly a abundance ³				
		28. 6. 1990	2. 7. 1990	5. 9. 1990	13. 6. 1991	
Ruční tlaková stříkačka - postřik	3. 6. 1990					
Pirimor 0,1 %		2	3	3	3 P	
Karate 5 EC 0,2 %		0	0	0 - 1	1	
Decis 5 EC 0,2 %		1	1	1	1	
Neramethrin 15 EK 0,2 %		0	1	1	1	
Leco HD, teplý aerosol	13. 6. 1990					
Karate 5 EC 0,3 kg.ha ⁻¹		1 - 2	1 - 3	1 - 3 P		
Neramethrin 15 EK 0,3 kg.ha ⁻¹		1 - 2	1 - 3	1 - 3 P		
Decis 5 EC 0,3 kg.ha ⁻¹		1	1 - 2	1 - 3 P		
Kontrola pro ošetření v r. 1990		3 P	3	3 P		
Leco HD, teplý aerosol	12. 6. 1991					
Decis 5 EC 0,5 kg.ha ⁻¹		2	1 - 2	1 - 2 P		
Vaztak 10 EC 0,5 kg.ha ⁻¹		1 - 2	1 - 2	1 - 3 P		
Thermfog, teplý aerosol	12. 6. 1991					
Karate 5 EC 0,5 kg.ha ⁻¹		1 - 2	1	1	1	0 - 1
Neramethrin 15 EK 0,5 kg.ha ⁻¹		1	0 - 1	1	1	0 - 1
Kontrola pro ošetření v r. 1991		3 P	3	3 P	3	3 P
Stihl SR 400 rosení	31. 5. 1991					
Karate 5 EC 0,5 %		1 - 2	0 - 2	0 - 2	1 - 3 P	
Karate 5 EC 1,0 %		1 - 2	0 - 1	0 - 1	1 - 3 P	
Karate 5 EC 1,0 % Řečkovice		0	0	0	0	
Kontrola		3 P	3 P	3	3 P	
Thermfog, teplý aerosol	28. 5. 1992					
Karate 5 EC 5 %		0 - 1	0	0		
Karate 5 EC 2 %		0 - 1	0 - 1	0		
Vaztak 10 EC 5 %		0 - 1	0 - 1	0		
Vaztak 10 EC 2 %		0 - 1	0 - 1	0		
Kontrola		3	3 P			

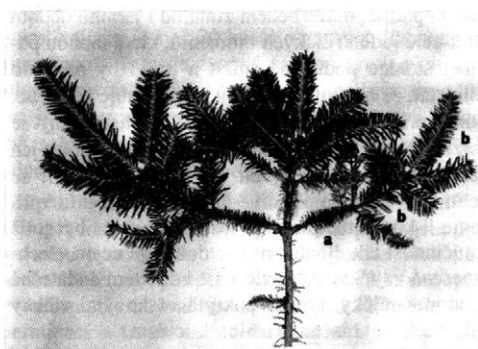
¹ application, ² date of application, ³ date of control and abundance

me a připodobníme generační cyklus tomu, který je znám u *A. schneideri*, není vlastně pravým důvodem nízké agresivity zbylé populace škůdce.

Mezi zkoušenými značkami pyrethroidů nebyly zjištěny žádné rozdíly v účinnosti. Proto by jediným kritériem pro výběr některého z nich mohlo být hledisko ekonomické.

Způsob aplikace

Jak se v pokusech ukázalo, rozhodující příčinou vysoké účinnosti je dobré ošetření všech stromů v porostu. Protože procházení mlazinou, resp. tyčevinou a orientace v ní je značně obtížná, můžeme právě v tom vidět důvod ne zcela úspěšného použití rosiče Stihl SR. Rovněž při použití přístrojů vyvíjejících teplý aerosol zásadně záleží na tom, jakým způsobem se použijí. Protože aerosolová mlha se pasivně nese porostem, je třeba s přístrojem postupovat tak, aby mímý vánek, který je podmínkou úspěšné aplikace, zanášel mlhu do porostu, postupoval jím, aniž by vlivem termiky rychle stoupal a opouštěl porostní vrstvu.



5. Na dokonalou a dlouhodobou účinnost ošetření lze usuzovat z revitalizace, patrné na větvích jedlí (foto Ř í ě n ý) – Perfect and long-range efficacy of treatment is indicated by revitalization visible on fir branches (photo by Ř í ě n ý)

a - napadené jehličky v době ošetření (r. 1991) - infested needles at the time of treatment (1991)

b - nepoškozené ročníčky 1992 a 1993 - intact needle generations 1992 and 1993

Příčinou špatných výsledků při použití traktorem neseného zmlžovače Leco HD byla právě skutečnost, že traktor nemohl pojíždět kolem kotlíků jedle tak, jak by s ohledem na směr větru bylo třeba. Pokud již mlha ke kotlíku směřovala, tak se stalo, že prostor nad ním, uprostřed dospělého porostu, vytvářel komín, který nasával mlhu a ta stoupala vzhůru. Jedle v kotlíku pak byla aerosolem zasažena zcela minimálně.

ZÁVĚR

Žádoucí zvýšení zastoupení jedle, které by bylo nesporným přínosem pro zvýšení ekologické stability lesů v místech, kde se kdysi přirozeně vyskytovala, není možné bez značného přispění lesního hospodáře. To je nutné také v případě, kdy jsou odrůstající mlaziny silně napadeny korovnicemi, které sáním poškozují vrcholy, popřípadě celé jedle tak silně, že začnou v porostu prosychat. Podle dlouhodobých poznatků jsou nejagresivnější z nich *Adelges nordmannianae* a *A. merkeri*, které nejvíce ohrožují porosty na stanovištích teplých a suchých. Naopak stanoviště s mikroklimatem vlhkým, mrazové kotlinky a husté zapojené porosty tyto druhy mjejí a vyskytují se zde naopak druhy *Adelges piceae* nebo *A. schneideri*, které však mladé jedle akutně nepoškozují.

V současné době jsme svědky již několik let trvající epizody sucha spojené s teplým počasím. Stres suchem podmiňuje jednak predispozici jedle - ale i ostatních dřevin - k napadení škůdci, jednak vytváří dobré podmínky pro přemnožení agresivních druhů korovnic. Vzniká nebezpečí, že ještě to malé množství jedlí, které se u nás (zejména na jihu Čech, popř. pomístně i na Moravě) nachází, bude napadeno a silně poškozeno. Považovali jsme proto za účelné seznámit lesníckou veřejnost poněkud podrobněji s novějšími poznatky o druzích korovnic, které mohou jedli ohrozit, a informovat o jejich velmi složitých generačních cyklech.

Pozorování na Školním lesním podniku Křtiny VŠZ v Brně a sousední Lesní správě Rájec nad Svratkou potvrzují, že škody způsobené *A. nordmannianae* jsou značné. Během pozorování v teplých letech 1992 a 1993 došlo patrně k ovlivnění výskytu jednotlivých forem generačního cyklu tohoto druhu, takže se stal velmi podobný tomu, který se uvádí v souvislosti s *A. merkeri*. Taxonomie ani bionomie nebyla dosud blíže prověřována, ale byla vyslovena domněnka, zda v případě *A. merkeri* nejde jen o paracyklus korovnice kavkazské na jedli, kdy je vývoj a výskyt forem ovlivněn a zrychlen vlivem teplého počasí, aniž by mohl být zpětně časově korigován vývojovým cyklem na primárním hostiteli, smrků orientálních.

Po zvážení všech poznatků o bionomii a generačním cyklu se navrhuje jarní termín hubení. Proti dosud doporučenému termínu podzimnímu nebo časně jarnímu je volen proto, že odpovídá trendu integrované obrany cíleně hubit tu agresivní formu, která působí největší škodu. Termín zásahu lze kromě toho úspěšně

signalizovat podle toho, zda se na vyrašených výhonech o délce 3 až 5 cm objeví hojněji malé černé progredientes. V pokusech se neosvědčil postřik specifickým aphidicidem Primor. Doporučují se perzistentní pyrethroidy v koncentraci 1 až 2 %, popřípadě v dávce 0,3 až 0,5 l.ha⁻¹. Zkoušené přípravky - Karate 5 EC, Neramethrin 15 EK, Decis 5 EC a Vaztak 10 EC - byly v podstatě stejně účinné. Velmi úspěšná byla aplikace teplého aerosolu pomocí přístroje Thermfog (IGEB), kdy je však třeba postupovat promyšleně tak, aby opravdu došlo k dokonalému zamlžení celé porostní vrstvy postižených jedlí. Tímto způsobem lze dosáhnout úplného vyhubení progredientes na mladých výhonech, kdežto výskyt sistenses sice značně potlačíme, ale většinou se s nimi lze i nadále v omezené míře setkat. Přesto nebyly v ošetřených porostech po dobu dvou až tří let pozorovány případy nového agresivního výskytu progredientes na rašících výhonech. Revitalizace jedlí byla velmi nápadná a stav mlazin se podstatně zlepšil.

Literatura

- ANONYMUS: Údaje SLHP ČR. ÚHÚL Brandýs nad Labem, 1991.
ANONYMUS: Seznam povolených přípravků na ochranu lesa. Ministerstvo zemědělství ČR, 1993.
BODENSCHÜTZ, H.: Pyrethroid-Neue Wirkstoffe zur erfolgreichen Bekämpfung von Tannentriebläusen. 1984: 151-156.
ČAPEK, M. - LEONTOVÝČ, R.: Skutečně skončilo hynutí jedle? Lesn. Práce, 69, 1990: 75-76.
ČERNÝ, A.: Současný zdravotní stav jedle bělokoré na území ČSSR. Lesn. Práce, 68, 1989: 402-407.
EICHHORN, O.: Zur Ausbreitung und Bekämpfung der schädlichen Weisstannelläuse. Allg. Forstz., 13, 1958: 307-311.
EICHHORN, O.: Zur Embryonalentwicklung der Adelgiden (Hemipt.). Anz. Schäd.-Kde, 34, 1961a: 20-26.
EICHHORN, O.: Zur postembryonale Entwicklung der *Dreyfusia* - Arten (Hemipt., Adelgidae). Anz. Schäd.-Kde, 34, 1961b: 39-42.
EICHHORN, O.: Zum Überwinterungsverhalten der Tannentriebläuse der Gattung *Dreyfusia* (Hemipt., Adelgidae). Z. angew. Ent., 51, 1963: 358-363.
EICHHORN, O.: Untersuchungen über die Progrediens: Sistens-Rate in der Gattung *Dreyfusia* (Hemipt., Adelgidae). Z. angew. Ent., 57, 1966: 310-320.
EICHHORN, O.: Experiments to break the summer diapause the sistens generation of *Adelges nusslii* (*Dreyfusia nordmannianae* Eckst.) by fertilisation and short day treatment. Z. angew. Ent., 59, 1967a: 269-271.
EICHHORN, O.: On methods of differentiating the species of the harmful white wooly aphids (genus *Dreyfusia* CB. = *Adelges* AN.) on fir forest protection. CIBC Delémont, Techn. Bull., 8, 1967b: 53-82.
HOCHMUT, R.: Problematika korovnice kavkazské (*Dreyfusia nordmannianae* Eckst.) v ČSSR a ochrana proti ní. Lesn. Čas., 10, 1964: 879-902.
KARAFIAT, H. - FRANZ, J.: Studium zur Populationsdynamik der Tannentannelläuse *Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (Ratz.) (Hemipt., Adelgidae). Zool. Jb., Abt. Syst., 84, 1956: 467-504.
KONŠEL, J.: Chřadnutí jedle. Dobové spisky čs. matice lesnické. Písek, Čs. matice lesnická, 1933.
KÖNIG, E.: Gegenwärtige Forstschuttsituation in Südwestdeutschland. Allg. Forstz., 38, 1983: 284-289.
KOTSCHY, K.: Untersuchungen über die Tannentriebläuse *Dreyfusia nusslii* CB. Cbl. ges. Forstwes., 77, 1960: 127-155.

KURIER, A.: Auftreten und Bekämpfung der Tannentrieblaus *Dreyfusia nüsslii* CB (Hemipt., Adelgidae) in Österreich 1947-1970. Z. angew. Ent., 67, 1981: 325-335.

MÁLEK, J.: Problematika ekologie jedle bělokoré a jejího odumírání. Studie ČSAV. Praha, Academia 1983.

MERKER, E.: Zur Biologie und Systematik der Mitteleuropäischen Tannenläuse. Allg. Forst- Jagdztg., 133, 1962: 149-159, 195-199.

MERKER, E. - EICHORN, O. - KLEIST, I. V.: Die vernichtende Wirkung von klimatischen Kälteeinbrüchen auf Tannenläuse der Gattung *Dreyfusia*. Z. angew. Ent., 41, 1957: 333-352.

MRKVA, R.: Hubení korovnice kavkazské na jedlích. Lesy, podn. noviny JmSL, 1992, č. 6.

MRKVA, R.: Tanne, bedeutende Baumart zur Erhöhung der ökologischen Stabilität und deren Schutz. Kolloquium Ökologisch orientierte Waldbau, Tharandt - Brno, Tech. Univ. Dresden, 1992.

PAŠEK, V.: Vošky našich lesných dřevin. Bratislava, SAV 1954.

PFEFFER, A. - NOVÁKOVÁ, E.: Beitrag zur Kenntnis der Tannensternens. Wiss. Z. Techn. Hochschule Dresden, 9, 1960: 527-535.

PSCHORN-WALCHER, H.: Der gegenwärtige Stand der Tannenlaus-Frage in forstlichen Sicht. Forstwiss. Cbl., 79, 1960: 120-139.

PSCHORN-WALCHER, H.: Comparison of some *Dreyfusia* (= *Adelges*) infestation in Eurasia and North America. CIBC Delémont, Techn. Bull., 4, 1964: 1-23.

SCHWENKE, W.: Die Forstschädlinge Europas. Hamburg u. Berlin, Verlag Paul Parey 1972.

ŠVESTKA, M. - HOCHMUT, R. - JANČAŘÍK, V.: Nové metody v ochraně lesa. Praha, SZN 1990.

Došlo 23. 3. 1994

MRKVA, R. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno): *Silver fir woolly aphid [Adelges (= Dreyfusia) nordmannianae Eckstein], its control and its role in fir decline*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (9): 361-370.

It is not possible to increase the fir percentage, which would be an undisputable contribution to an increase in the ecological stability of forests, at locations of its former natural occurrence without considerable efforts of foresters. This is also necessary in those cases in which the young growths are severely attacked by the silver fir woolly aphids which sucking the sap damage the tips or whole fir-trees so heavily that the stands start drying up in a mosaic pattern. In keeping with long-range observations the most aggressive are *Adelges nordmannianae* and *A. merkeri* which are most harmful at warm and arid locations. On the other hand, these species leave out locations with humid microclimate, frost hollows and dense closed stands; they are frequented by the species *Adelges piceae* or *A. schneideri*, but their injuries of young pines is not so acute.

Currently, we are witnesses of several year period of drought and warm weather. Drought stress determines the predisposition of fir (and other tree species) to pest attacks while good conditions for mass outbreak of ag-

gressive species of silver fir woolly aphids are created at the same time. A threat is imminent that the small quantity of fir trees which occur particularly in the south of Bohemia or at several locations in Moravia will be attacked by this pest and damaged.

Hence we believe it is necessary to inform the foresters and forest owners in greater detail about the recent knowledge of silver fir woolly aphid species which can damage the fir and about their very complicated generation cycles. The observations conducted in the Training Forest Enterprise of the University of Agriculture at Brno and in the area of the adjacent Forest Administration Rájec nad Svitavou confirm that the loss due to *A. nordmannianae* is large. In the course of observations in the warm years 1992 and 1993 the occurrence of the particular forms of the generation cycle of this species was likely to be influenced so that it became very similar to the cycle ascribed to *A. merkeri*. Neither taxonomy nor bionomy was investigated in greater detail, but a hypothesis has been formulated if in the case of *A. merkeri* we should not speak about the paracycle of the silver fir woolly aphid on the fir, when the development and occurrence of forms was influenced and accelerated by warm weather without feedback time correction by the developmental cycle on a primary host, oriental spruce.

A spring date of pest control has been proposed after all data on bionomy and generation cycle have been assessed. This date, in comparison with a fall of early-spring date, has been chosen as it is in line with the trend of integrated protection - to destroy that aggressive form intentionally which causes the greatest damage. Besides, it is possible to signal the date of the control measure successfully from more abundant appearance of the small black progredientes on new tips 3-5 cm in length.

Sprays with the specific aphicide Pirimor did not bring about good results in the trials. Persistent pyrethroids at a 1-2% concentration or at a dose 0.3-0.5 l per hectare are recommended. The tested preparations Karate 5 EC, Neramethrin 15 EK Decis 5 EC and Vaztak 10 EC had in fact the same efficacy. Applications of warm aerosol with the apparatus Thermfog (IGEBA) were very successful but they must be well planned to perfectly fog the whole growth of attacked fir-trees. The progredientes on young shoots can be completely destroyed in this way while the occurrence of the sistenses is largely suppressed but their limited occurrence may continue. No cases of the new aggressive occurrence of the progredientes on new tips were observed in the treated stands within 2-3 years. Fir revitalization was very conspicuous and the health of young growths improved very much.

silver fir woolly aphid; pest control; date of applications; effective chemicals; methods of application

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Radomír Mrkva, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

AKUMULACE TĚŽKÝCH KOVŮ (Zn, Pb, Cd, Cr) V JEDNOTLIVÝCH SLOŽKÁCH LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ NA NĚKTERÝCH LOKALITÁCH BESKYD

D. Vavříček, M. Betušová

Šetření v beskydském regionu bylo zaměřeno na posouzení dynamiky a akumulace vybraných těžkých kovů (Zn, Pb, Cd, Cr) v půdních horizontech a jejich podílu v různých extrakčních činidlech (2M HNO₃, Mehlich II a voda), jakož i vztahu k zjištěnému obsahu v biomase jehličí smrku na lokalitách s různou imisní zátěží (LS Písek, Třinec, Jablunkov). Ze sledování vyplynulo, že obsah Zn (v 2M HNO₃ a Mehlich II) a Pb (pouze Mehlich II) v půdě je v přímé korelaci k jeho obsahu v jehličí, ale obsah Cd v jehličí neprokázal žádnou závislost na formách v půdě. Souvislost zvýšené sorpce kovů s vyšším obsahem humusu v půdě byla prokázána jen u Pb. Obsahy a vztahy Cr byly nevýznamné.

lesní půdy; imisní oblast; těžké kovy; akumulace Zn; Cd; Pb; humus; jehličí; Beskydy

Významný podíl mezi cizorodými látkami vstupujícími do půdního prostředí představují těžké kovy. Jejich akumulace v přirozených ekosystémech má nepříznivé účinky na rostlinné i živočišné populace. Některé kovy však můžeme řadit mezi prvky mikrobiogenní (Cu, Zn, Ni, Fe, Co) a v optimálních dávkách mají stimulační účinky. Mezi cizorodé látky, které jsou toxické i v malých dávkách, řadíme Cd, Hg, Pb a Cr. Jejich koncentrace se v důsledku výrazné antropogenní činnosti neustále zvyšují.

V lesních ekosystémech jsou těžké kovy akumulovány zejména v povrchové vrstvě organominerálních horizontů (Mayer, Ulrich, 1980). Kontaminují nejen půdu, ale formou různých frakcí i další složky těchto ekosystémů. Výrazně ovlivňují i úroveň regionálního znečištění ovzduší.

Za antropogenní zdroje rizikových prvků považují Klepal, Fíndejsová (1988) emise ze zpracování železa a oceli, spalování fosilních paliv, kaly z čištění odpadních vod apod. Vrubel (1988) uvádí, že značný podíl tzv. antropogenních prvků, kam řadí i Zn, Pb a Cd, přechází do částic menších než 10 µm, které formou aerosolů ovlivňují celkovou kontaminaci ekosystémů. Jejich účinky se potom projevují na půdách, u nichž dochází ke zhoršení fyzikálních, chemických a biologických vlastností. Podle Beníka (1988) může dlouhodobé působení imisí obsahujících rizikové prvky ve vyšších koncentracích téměř úplně sterilizovat povrchové horizonty půdy. Vysoká toxicita rizikových prvků souvisí právě s jejich dlouhodobým setrváním v půdě. Jejich setrvání v ovzduší je přitom málokdy delší než několik dnů. Tak Pb setrvává v ovzduší sedm dnů, Cd 0,7 a Zn 0,4 dne. Tato skutečnost ovlivňuje do značné míry

i areál rozptýlu imisí od zdroje, i když přitom mají významnou úlohu klimatické podmínky a konfigurace terénu. Existují rozdílné názory pro stanovení nejvyšších přípustných hranic zatížení rizikovými prvky (Mocik, 1987). Bylo potvrzeno (Kolář et al., 1990; Richter, Dvořák, 1982), že jejich obsah v půdě, který - i když je nižší než limitní hodnota - nezaručuje, že biomasa vyprodukovaná na této půdě bude vždy obsahovat podlimitní hodnoty těchto prvků. Příjem rizikových prvků rostlinami je závislý na celé řadě půdních vlastností (Kabata-Pendias, Pendias, 1984; Richter, Dvořák, 1982; Bryndová, Smolík, 1988; Beneš, 1987, aj.), které rozhodují o mobilitě nebo imobilitě příslušného prvku v půdním prostředí.

Vliv těchto prvků na rostliny nezávisí pouze na jejich chemické formě, ale také na jejich koncentraci, na přítomnosti a koncentraci dalších prvků i na druhu dřeviny. Kabata-Pendias, Pendias (1984) uvádějí, že rostliny mohou hromadit cizorodé prvky v tkáních nebo na svém povrchu v důsledku velké schopnosti adaptace na změny chemických vlastností prostředí. Proto se rostliny považují za částečný rezervoár, přes který cizorodé prvky přecházejí z půdy a částečně i vody a vzduchu do živočišných organismů.

Imisemi Zn, Cd a Pb dlouhodobě zatížené oblasti s extrémně vysokou kontaminací půdy nelze bez předcházejícího rekultivačního zásahu zalesňovat (Sopper, 1989). Na takových lokalitách nedosahují porosty bez vytvoření nového substrátu optimální produktivity. Lukaszewski et al. (1988) prokázal vysoké korelace mezi obsahem těžkých kovů v půdě a v xylémových kruzích borovice lesní s následnou inhibicí růstu. Zvláště choulostivé na kontaminaci těžkými kovy jsou semenáčky jednotlivých lesních dřevin. Branievski (1983) zjistil na substrátech s 50% příměsí hutního prachu obsahujícího Zn, Pb a Cd 100% úhyn u všech sledovaných dřevin. Nejvíce tolerantní byly modřín opadavý, olše lepkavá a dub červený.

V beskydském regionu byla věnována pozornost především Zn, Cd, Pb a Cr, které jsou z technologické a energetického průmyslu hlavními polutanty dané oblasti.

METODIKA

Sledované plochy byly situovány do oblastí s různou zátěží cizorodými prvky (LS Písek, LS Jablunkov, LS Třinec). Pro sledování průběžné kontaminace půdy

byla na každé lokalitě odstraněna vrstva surového humusu a svrchní 7 cm organominerální vrstva sloužila po zhomogenizování k monitorování dynamiky kontaminace ve čtyřměsíčních intervalech. Na lokalitách s výrazně rozdílnou kontaminací (LS Písek, LS Třinec) byly stanoveny různě extrahovatelné frakce těžkých kovů (2M HNO₃, vodorozpustná, Mehlich II) a současně byla posouzena kontaminace biomasy.

Vztah obsahu těžkých kovů k obsahu humusu byl šetřen v oblasti předních hor Beskyd v předhřebenové části Lysé hory v regionu LS Ostravice.

Koncentrace těžkých kovů v půdě byla stanovena atomovou absorpční spektrometrií ve výluhu 2M HNO₃, ve vodním výluhu a výluhu podle Mehlich II. Hodnoty podle Mehlich II jsou dále komentovány jako tzv. pro rostlinu přijatelné těžké kovy. Obsah TK v jehličí pak ve výluhu popele 1M HCl, přičemž zpopelnění biomasy probíhalo při 450 °C 16 hodin.

Pro celkové posouzení byly z půdních vzorků jednotlivých lokalit stanoveny další fyzikálně-chemické charakteristiky (pH, přijatelné živiny, sorpční komplex, zrnitost atd.).

Půdní reakce aktivní a výměnná byla měřena na digitálním pH metru, z půdních výluhů v 1% kyselině citronové byly plamenovou fotometrií stanoveny makroelementy Ca a K, na AAS hořčík a spektrofotometricky fosfor. Celkový dusík byl po mineralizaci (H₂SO₄ + H₂O₂ + HgO) vzorků stanoven coulometricky. Humus v půdě byl zjištěn na základě upravené Tjuringovy metody.

CHARAKTERISTIKA PLOCH

Trvalá monitorovací plocha LS Písek (Jablunkov) je umístěna v horní části táhlého středního svahu (10°) pod hřebem Studenický, v nadmořské výšce 660 m, se SZ expozicí svahu orientovaného k měřenému zdroji kontaminace TŽ Třinec.

Plocha je po kalamitní těžbě v porostu 243 C zalesněna smrkovou kulturou se sousedním mýtním porostem smrku. Pokryvnost půdního krytu je 100%, s převládající třtinou rákosovitou (*Calamagrostis arundinacea* L.) a místy maliníkem obecným (*Rubus idaeus*). Lesní typ na zkoumané ploše je zastoupen kyselou až živnou řadou kategorie středně bohaté svěží jedlobučiny šřavelové. Půdní typ na dané ploše tvoří kyselá kambizem pseudoglejová s humusovou formou moder. Vyznačuje se příznivou vlhkostí s oglejováním spodních vrstev v důsledku menší propustnosti spodních horizontů. Ve svrchní minerální vrstvě A_e horizontu je půda hlinitopísčité až písčitolinitá, s následným zvyšováním jílovité frakce až na 30 % v horizontu B_v v hloubce asi 25 cm, kde přechází do hlinitého půdního druhu. Ve všech vrstvách je zastoupen i vyšší podíl pískové frakce (asi 45 %), proto tyto půdy řadíme do písčitolinitohlinité zeminy.

Podle chemismu je to půda silně kyselá, ve svrchní minerální části středně humózní, s rychlým úbytkem

1. Chemická charakteristika půdy LS Písek – Chemical characteristics of soil in the Písek forest district

Horizont ¹	A _e	B _v	B _{vg}	C _{1g}
Hloubka ² (cm)	8 - 15	15 - 40	40 - 70	70 - 110
C (%)	2,89	0,66	0,38	0,32
Humus ³ (%)	4,99	1,13	0,66	0,56
pH-H ₂ O	4,04	4,18	4,34	4,39
pH-KCl	2,91	3,59	3,78	3,78
CaO (mg.kg ⁻¹)	132	68	52	48
MgO (mg.kg ⁻¹)	129	80	76	73
K ₂ O (mg.kg ⁻¹)	77	54	57	56
P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	24	28	12	8
S (mmol)	24,0	18,0	16,0	16,0
T (mmol)	243,6	125,6	117,5	117,5
V (%)	9,9	14,3	13,6	13,0
Ha (mmol)	219,6	107,6	101,5	101,5

¹horizon, ²depth, ³humus

humusu do spodních vrstev až na hladinu mírně humózních půd (tab. I). V hloubkách nad 50 cm je slabě humózní. Ve svrchních vrstvách asi 25 cm je slabě až středně zásobena přístupnými makroprvky s výrazným deficitem přijatelného fosforu.

Ve svrchních částech profilu se šterk vyskytuje pouze ojediněle, ve spodní části profilu se podíl hrubého skeletu zvyšuje. Prokořenění dosahuje asi 40 cm. Z hlediska fyziologické hloubky řadíme půdu do středně hluboké.

Monitorovací plocha LS Třinec (Kojkovice) je umístěna ve velmi mírném svahu se sklonem 4°, s JZ expozicí (220°) orientovanou ke zdroji znečištění, v nadmořské výšce 360 m.

Zalesněná plocha porostu 812 E ve stadiu odrůstající mlaziny se zastoupením dřevin sm 5, db 2, lp 2, bor 1, bř + jv + dš + bk+ je ve věku asi 15 let. Ve 100% pokryvnosti převládá třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* Ch.) (-5), pryskyřník kosmatý (*Ranunculus lanuginosus* L.) (-2), zběhovce plazivý (*Ajuga reptans* L.) (1) a kakost smrdutý (*Geranium robertianum* L.) (+). Lesní typ je zastoupen živnou řadou kategorie bohaté hlinité půdy dubové bučiny s bikou a ostřicí horskou. Půdní typ tvoří luvizem pseudoglejová s mulovou formou surového humusu, mramorovaným diagnostickým B_{tm} horizontem s výskytem manganově-ležících brokůků a s omezeným prokořeněním do 35 cm. Profil se vyznačuje příznivou vlhkostí s výraznějším oglejením B_{tm} horizontu od hloubky asi 40 cm. Ve svrchní minerální vrstvě řadíme půdu do kategorie písčitolinité, s hloubkou přecházející až do jílovitohlinité půdy.

Podle chemismu je to půda mírně kyselá, ve vrstvě eluviálního horizontu středně kyselá, v substrátu mírně alkalická (tab. II), ve svrchní části mírně humózní, s rychlým úbytkem humusu do spodních vrstev. Přístupnými bazickými makroelementy je ve svrchních vrstvách velmi dobře zásobena, s vysokým obsahem

Horizont ¹	Al	E _n	B _{im}	C _{1g}
Hloubka ² (cm)	4 - 16	16 - 35	35 - 80	80 - 130
Humus ³ (%)	3,10	0,60	0,28	0,25
pH-H ₂ O	6,50	5,70	6,50	8,10
pH-KCl	5,70	4,30	5,30	7,20
CaO (mg.kg ⁻¹)	24	1 154	1 764	3 630
MgO (mg.kg ⁻¹)	355	196	163	196
K ₂ O (mg.kg ⁻¹)	245	71	100	68
P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	48	32	18	52
S (mmol)	180	100	325	1 003
T (mmol)	211	136	360	1 006
V (%)	85,3	73,5	90,2	99,7
Ha (mmol)	31,0	36,0	35,0	3,0

For 1 - 3 see Tab. I

Mg, Ca i K. Fosfor je ve výrazném deficitu. V celém profilu je půda plně sorpčně nasycena (tab. II), ojediněle se vyskytuje drobný pískovcový štěr. Z hlediska fyziologické hloubky řadíme půdu do mělkých až středně hlubokých, geneticky je to půda hluboká.

Srovnávací plocha v areálu lesoparku léčebny *Jablunkov* se nachází v aluvii řeky Lomné. Půdní typ fluvizem pseudoglejová se vyznačuje příznivou vlhkostí, silně kyselou půdní reakcí, s vysokou zásobou přijatelného hořčíku, s výrazným deficitem přístupného fosforu a střední zásobou ostatních makroelementů. Kromě svrchního organominerálního horizontu A je celý profil sorpčně nasycen.

Pro vyhodnocení vztahu obsahu humusu k imobilizaci těžkých kovů v půdě byla vybrána lokalita se silně kyselou reakcí ve svrchní minerální vrstvě A_e horizontu. Půdní reakce zde dosahovala nízkých hodnot 3,8-3,9 pH/H₂O a 2,9-3,0 pH/KCl. Se stupněm sorpční nasycenosti (V %) s hodnotami 3 - 20 % řadíme půdu do kategorie silně nenasyčených. Mobilnost jednotlivých prvků může být zvyšována v dané oblasti Lysé hory i množstvím srážek (kolem 1100 mm). Obsah humusu se pohyboval v rámci variability šetřených půdních typů od 5,5 % do 13,4 %.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výchozí stav těžkých kovů v půdě na monitorovacích plochách LS Písek a LS Třinec je významně závislý na poloze a vzdálenosti od jednoho z největších zdrojů rizikových prvků šetřeného regionu - TŽ Třinec. Z vybraných prvků dosahují kadmium a olovo - prvky s vysokým ekologickým rizikem - v oblasti třineckých železáren až čtyřikrát vyšších hodnot než na vzdálenější ploše LS Písek (tab. III). Výrazně tak překračují v organominerální vrstvě A horizontů navrhované maximálně přípustné hodnoty (Cd 1,0 mg.kg⁻¹, Pb 70 mg.kg⁻¹ půdy ve vyluhu 2M HNO₃). Zinek a chrom se na všech lokalitách pohybuje pod horní hranici navrhovaných

Lokalita ¹	Půdní horizont ²	Hloubka vzorku ³ (cm)	mg.kg ⁻¹ (2M HNO ₃)			
			Zn	Pb	Cd	Cr
1	A _e	8-16	16,8	48,5	0,54	3,9
	E _n	31-40	7,4	4,5	0,18	1,4
	B _{mv}	48-58	7,0	4,7	0,10	1,8
2	A _e	10-13	14,9	70,1	0,26	3,5
	B _v	22-31	6,4	9,0	0,10	2,7
	B _{vg}	46-53	6,4	5,0	0,14	2,9
	C _{1g}	92-105	12,5	6,1	0,11	3,1
3	A _e	8-13	56,0	227,0	2,29	3,5
	E _n	20-30	8,1	14,1	0,23	2,6
	B _{mt}	48-58	9,2	11,2	0,12	3,2
	C _{1g}	90-110	14,0	9,0	0,09	4,3

¹locality, ²soil horizon, ³probe depth

1 - Jablunkov, fluvizem pseudoglejová, 400 m n.m. – Jablunkov, pseudogley Fluvisol, 400 m above sea level

2 - Písek, kyselá kambizem pseudoglejová, 660 m n.m. – Písek, pseudogley acidic Cambisol, 660 m above sea level

3 - Třinec, fluvizem pseudoglejová, 360 m n.m. – Třinec, pseudogley Fluvisol, 360 m above sea level

požadovaných hodnot (Zn 60 mg.kg⁻¹, Cr 20 mg.kg⁻¹). Akumulace TK v půdě je však dlouhodobý proces a proto jsou změny na monitorovacích plochách minimální. V dosavadním dvouletém sledování se významně neprojevovaly ani na ploše se zvýšeným původním znečištěním půdy.

Kontaminace biomas jednoletého asimilačního aparátu lesních ekosystémů je krátkodobá a může být vedle obsahu těžkých kovů v půdě ovlivněna i stavem znečištění atmosféry ve sledovaném období. Významný vliv na přijatelnost cizorodých prvků má fyzikálně-chemická charakteristika půdy a schopnost lesních porostů přijímat tyto elementy z atmosféry. Kadmium a rtuť jsou rostliny schopné přijímat až z 80 % nalezené hodnoty přímo z ovzduší (Cibulka, 1991). Podle některých literárních pramenů je např. podíl takto přijatelného olova jehličím nižší.

V půdách je rozpustnost olova nižší než kadmia a jeho imobilizaci významně umocňuje neutrální až mírně alkalická reakce a stupeň nasycení sorpčního komplexu.

Tato fakta byla prokázána i na sledovaných plochách zkoumané oblasti. Pro akumulaci v jehličí z půdy je v našem případě rozhodujícím faktorem tzv. přijatelná frakce olova. Na lokalitě se zvýšenou kontaminací biosféry (LS Třinec) byl zjištěn, i při podstatně vyšších celkových hodnotách olova extrahovatelného v 2M HNO₃, významně nižší obsah tzv. přijatelné frakce olova extrahovatelné směsí Mehlich II ve srovnání s plochou LS Písek (tab. IV). Tato závislost koreluje i s akumulací olova v jehličí na daných plochách. Stanoviště s vysokým obsahem olova extrahovatelného

IV. Srovnání frakcí těžkých kovů v mg.kg⁻¹ ve zhomogenizované svrchní minerální vrstvě půd na lokalitě Třinec (1) a Písek (2) – Comparison of the fractions of heavy metals in mg/kg in the homogenized upper mineral layer of soils at the localities Třinec (1) and Písek (2)

Lokalita ¹	Zn			Pb			Cd			Cr
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	34,8	0,25	6,9	169	st.	3,3	1,49	0,009	0,80	3,0
	37,8	st.	8,0	184	st.	3,2	1,60	0,007	0,97	3,0
	42,7	st.	8,3	192	st.	2,7	1,74	0,004	0,90	3,4
	38,9	st.	9,0	177	st.	2,8	1,56	0,001	0,92	2,9
	40,0	st.	8,2	183	st.	3,1	1,62	0,005	0,86	3,2
Průměr ²	38,8	0,05	8,1	181	st.	3,0	1,60	0,005	0,89	3,1
2	11,9	0,35	4,5	37	st.	6,3	0,096	0,004	0,035	3,1
	11,2	0,30	3,9	37	st.	7,0	0,094	0,005	0,040	3,1
	11,5	0,30	3,8	35	st.	6,1	0,088	0,005	0,039	3,3
	11,9	0,40	4,0	36	st.	5,9	0,092	0,007	0,039	3,1
	11,7	0,35	4,3	35	st.	6,2	0,090	0,006	0,037	3,3
Průměr ²	11,6	0,34	4,1	36	st.	6,3	0,092	0,005	0,038	3,2

¹locality, ²average

A - extrahováno v 2M HNO₃ – 2M HNO₃ extraction

B - vodní výluh (1:5) – water extraction (1:5)

C - výluh podle Mehlich II – extraction after Mehlich II

st. - stopové množství – trace amount

V. Průměrné hodnoty těžkých kovů v jehličí smrku – The average concentrations of heavy metals in spruce needles

Lokalita ¹	mg.kg ⁻¹			
	Zn	Pb	Cd	Cr
Třinec	111,0	2,5	0,17	1,2
Písek	47,6	6,2	0,75	1,4
Jablunkov	51,1	6,1	0,51	1,1

¹locality

2M HNO₃, ale s mírně kyselou až neutrální půdní reakcí, s vysokým stupněm sorpční nasycenosti a s vyšším obsahem přístupnýchází (tab. II) vykazovalo při nižším podílu tzv. přijatelného olova (tab. IV) i menší akumulaci Pb v asimilačním aparátu (tab. V). Z tohoto aspektu nebyla tedy rozhodující ani vodorozpustná frakce, ani obsah extrahovatelný v 2M HNO₃. Závěr vyplývající z tohoto šetření je nutné v příštím období upřesnit z větších analyzovaných souborů v dané oblasti.

Přijatelná forma kadmia v půdě byla - na rozdíl od olova - v kladné korelaci k obsahu Cd extrahovatelného 2M HNO₃ (tab. IV). Akumulace v jehličí (tab. V) však byla podstatně nižší na plochách s vyšší kontaminací půdy. Zjištěný stav může být způsoben i atmosférickým znečištěním v jablunkovském regionu a akumulace v jehličí přijímáním Cd přímo z ovzduší. Kontaminace jehličí Cd z prašného spadu se projevila také na srovnávací ploše lesoparku Jablunkov, kde byly zjištěny vyšší koncentrace tohoto prvku v ovzduší (41,9 µg.m⁻²/30 dnů proti hygienické hladině 37,5 µg).

Akumulace zinku v celém ekosystému je přímo závislá na celkové kontaminaci stanoviště. Vyšší obsah

VI. Obsah humusu a vybraných těžkých kovů ve svrchním minerálním horizontu A_e (8-17 cm), Lysá hora - 1993 – The content of humus and some heavy metals in the upper mineral horizon A_e (8 - 17 cm), Lysá hora - 1993

Číslo plochy ¹	Humus ² (%)	mg.kg ⁻¹ (2M HNO ₃)		
		Pb	Cd	Cr
1	9,7	52	0,19	6,8
	10,6	66	0,23	9,4
	9,9	43	0,13	4,6
	9,5	46	0,20	4,7
	7,3	56	0,25	4,9
Průměr ³	9,4	53	0,20	6,1
2	10,5	69	0,39	5,7
	9,8	70	0,25	4,0
	5,5	20	0,11	5,1
	10,0	76	0,21	4,5
	10,1	54	0,25	4,4
Průměr ³	9,2	58	0,24	4,7
3	10,3	55	0,17	5,3
	5,8	40	0,12	3,8
	8,0	55	0,10	5,5
	11,1	63	0,14	4,1
	13,4	84	0,19	4,2
Průměr ³	9,7	59	0,14	4,6

¹plot no., ²humus, ³average

Zn v půdě podmiňuje i vyšší obsah přijatelné frakce Mehlich II (tab. IV) a současně vede k vyššímu obsahu v jehličí smrku ztepilého (tab. V).

Chrom je v celém ekosystému na obou plochách hluboce pod hranici požadových hodnot (20 mg.kg⁻¹); současně je i jeho obsah v jehličí nízký a vyrovnaný na všech lokalitách.

Na lokalitě pod Lysou horou, kde z vybraných cizorodých prvků (Pb, Cd, Cr) žádný nepřekračoval hranice navrhované maximálně přípustné hodnoty, byla zjiště-

na významná kladná korelace (tab. VII) mezi celkovým obsahem organických látek v půdě stanovená z C_{ox} a obsahem extrahovatelného olova 2M HNO_3 (tab. VI). Podstatnou úlohu organických látek na fixaci olova popsalo již mnoho autorů hlavně u homogenizovaných orných půd zemědělského půdního fondu. Podobnou závislost jsme tedy zjistili i na našem specifickém stanovišti v lesním ekosystému vyšších poloh Beskyd. Pro potvrzení tohoto výstupu bude provedeno podrobnější šetření ve větších souborech.

VII. Korelační matice pro těžké kovy a humus ve vztahu k tab. VI – Correlation matrix for heavy metals and humus in relation to Tab. VI

	Humus ¹	Pb	Cr	Cd
Humus ¹	1,00000			
Pb	0,49693	1,00000		
Cr	0,10298	-0,59393	1,00000	
Cd	0,36293	0,30498	0,19217	1,00000

¹humus

kritická hodnota pro $P_{0,05}$ 0,44218 $N = 15$ – critical value for $P_{0,05}$ 0,44218 $N = 15$

Ostatní šetřené kovy nebyly na obsahu humusu v půdním A_e horizontu závislé a korelace nebyla prokázána. Neobjasněna zůstává na daném stanovišti pouze závislost v průkazné záporné korelaci mezi obsahem olova a chromem.

ZÁVĚR

Z dílčích výsledků, které jsme získali v letech 1992–1993 na lesních půdách, je možné konstatovat tyto závislosti:

Obsah zinku v půdě, a to jak v extraktu 2 M HNO_3 , tak ve výluhu Mehlich II, je v přímé korelaci k jeho obsahu v jehličí.

U olova koreluje jeho obsah v jehličí s obsahem tzv. přijatelné formy v půdě stanovené podle Mehlicha II. Její hodnota úzce souvisí s půdní reakcí a celkovým chemismem půdního prostředí.

Obsah kadmia v jehličí neprokázal žádnou závislost k formám kadmia v půdě. Z provedených šetření vyplývá, že je do značné míry ovlivňován hladinou tohoto prvku v ovzduší.

Obsah chromu byl ve všech složkách lesního ekosystému nízký, s nulovými hodnotami vodorozpustné a tzv. přijatelné frakce v půdě a bez výraznějšího projevu kontaminace jehličí.

Závěry dosažené v tomto experimentu nepotvrzují vztah vodorozpustné formy těžkých kovů k přijatelnosti pro lesní porosty.

Významná kladná korelace mezi zvýšenou sorpcí těžkých kovů a obsahem celkového humusu byla prokázána pouze u olova. Obsah kadmia a chromu nebyl v daném prostředí lesních půd závislý na obsahu humusu v půdním horizontu.

Pro vysvětlení některých závislostí týkajících se těžkých kovů v jehličí bude třeba sledovat jejich obsah v ovzduší a dořešit také jejich přijatelnost v lesních půdách. Určení podílu pro lesní dřeviny přijatelného cizorodého prvku z jeho celkového obsahu v půdě není dosud v literatuře uspokojivě objasněno.

Maximálně přípustné hodnoty obsahu rizikových prvků v zemědělské půdě jsou definovány hodnotami, při jejichž dosažení dochází k poškození půdy a k ohrožení dalších složek životního prostředí. Při určitém zohlednění obsahu humusu by do této klasifikace z hlediska zvýšeného ekologického rizika pro celou biosféru měly být zahrnuty i půdy lesních ekosystémů s výjimkou organických substrátů.

Literatura

- BENEŠ, S.: Současný stav distribuce těžkých kovů v půdách a zdroje jejich kontaminace. In: Sbor. Hygiena půd a poľnohospodárskej produkcie. Tále, 1987: 68–97.
- BENIAK, S.: Ochranné opatrenia na kontaminovaných pôdach. In: Sbor. Hygiena pôd a jej monitorovanie. Frýdek-Místek, 1988: 83–89.
- BRANIEWSKI, S.: Effect of dusts containing heavy metals on the development of forest tree seedlings. Sylwan, 127, 1983: 27–39.
- BRYNDOVÁ, V. – SMOLÍK, D.: Stav rizikových prvků v půdách Třinecku. In: Sbor. Hygiena půd a jej monitorovanie. Frýdek-Místek, 1988: 141–147.
- CIBULKA, J. et al.: Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře. Praha, Academia 1991: 432.
- KABATA-PENDIAS, A. – PENDIAS, H.: Trace elements in soils and plants. CRC Boca Raton, Florida, 1984: 315.
- KLEPAL, M. – FINDEJSOVÁ, M.: K hygienické problematice znečištění zemědělských půd těžkými kovy. In: Sbor. Hygiena půd a jej monitorovanie. Frýdek-Místek, 1988: 73–82.
- KOLÁŘ, L. – LEDVINA, R. – KUŽEL, S.: Možnosti imobilizace kadmia v půdě a detoxikace kadmíem zamořených půd. In: Sbor. Fyziologické aspekty výživy rostlin. Lísko u Benešova, 1990: 182–184.
- LUKASZEWSKI, Z. – SIWECKI, R. – OPYDO, J. – ZEMBRZUSKI, W.: The effect of industrial pollution on zinc, cadmium and copper concentration in the xylem rings of Scot's pine (*Pinus sylvestris* L.) and in the soil. Trees: Structure and Function, 1988: 1–6.
- MAYER, R. – ULRICH, B.: Anthropogenic influence on the nutrient balance of spruce forest ecosystems. In: Stability of Spruce Forest Ecosystems. Proc. of the Symp. Brno, October 29 – November 2, 1979. Brno, 1980: 339–404.
- MOCIK, S.: Vplyv pH a vápenatých iónov na uvoľňovanie kadmia z Cd-formy bentonitu. In: Zbor. Hygiena pôd. Račková dolina, 1987: 10–11.
- RICHTER, R. – DVOŘÁK, M.: Teoretické základy výživy rostlin. Brno, VŠZ 1982: 100.
- SOPPER, W. E.: Revegetation of a contaminated zinc smelter site. Landscape and Urban Planning, Pennsylvania, USA, 17, 1989: 241–250.
- VRUBEL, J.: Rizikové prvky v průmyslových imisích a jejich vstup do potravního řetězce. In: Sbor. Hygiena půd a jej monitorovanie. Frýdek-Místek, 1988: 120–128.

Došlo 23. 3. 1994

VAVŘÍČEK, D. - BETUŠOVÁ, M. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno): *Accumulation of heavy metals (Zn, Pb, Cd, Cr) in the components of forest ecosystems at some localities of the Beskids Mts.* Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (9): 371-376.

Extraneous matters, the toxicity of which is observable in natural ecosystems, derive their origin from antropogenic pollution. The concentrations and accumulation pattern of heavy metals (Zn, Pb, Cd, Cr) in the soils and biomass of the Beskids region are depending upon air pollutants emitted by the metallurgic and power industries and are influenced by many factors.

The plots with monitoring measurements of the content of heavy metals in the soil were situated in the areas with different pollution load and soil chemistry (Písek near Jablunkov, Třinec, Jablunkov). At a short-time exposure (two to three years) no significant increase in the extractible content (2M HNO₃) of some heavy metals was observed in the stripped surface mineral layers (without overburden raw humus) not even if their values in total annual depositions were slightly above the limit.

Accumulations of the extraneous elements in needle biomass in *Picea sylvestris* L. were largely different and depending upon the locality. Extractible fractions (2M HNO₃, Mehlich II agent and water-soluble) and their ratio in the soil were largely influenced by the characteristics of soil chemistry besides the total contamination.

The investigation has shown that zinc content in the needles is in direct correlation with the content in

2M HNO₃ soil extract and with so called „available form“ extracted with Mehlich II agent. The neutral soil reaction influenced only immobilization of the Zn water-soluble form, which did not participate in accumulation in the biomass as a result of the zero value at the locality.

Lead content in the needles is in marked correlation with so called available form in the soil (Mehlich II). Its mobility in the soil medium of forest ecosystem is depending particularly on soil reaction, degree of soil saturation and total base content. In the neutral soil with heavy Pb contamination lead content in the 2M HNO₃ extract (181 mg/kg) was five times higher while it was twice lower in so called available fraction (3 mg/kg) than in the soil with strongly acidic reaction and low sublimit lead contamination. Hence the higher lead accumulation was found in the needles on the soil with relatively low contamination but with strongly acidic reaction of the soil medium.

Chromium content was balanced and had sublimit values in the investigated components of forest ecosystems with neutral and strongly acidic soil reaction.

In the area of Lysá hora a significant positive correlation was demonstrated between the total content of organic matters in the soil with strongly acidic soil reaction and their functions and lead immobilization. The other heavy metals (Cd, Cr) did not depend on the total humus content in the soil Ae horizon.

forest soils; air-pollution area; heavy metals; Zn accumulation; humus; needles; Beskids Mts.

Kontaktní adresa:

Ing. Dušan Vavříček, Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že právě vyšel
Katalog videotéky Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

AGROVIDEO

Katalog je určen všem zájemcům o videopořady z oboru
zemědělství, lesnictví, ochrany životního prostředí a potravinářství.

Katalog obsahuje asi 300 titulů, které jsou rozděleny do 27 tematických okruhů, např. věda a výzkum, mechanizace a automatizace rostlinné a živočišné výroby, alternativní zemědělství, půdoznalství, šlechtění rostlin, zahradnictví, chov zvířat, plemenářství, včelařství, rybářství, lesnictví, myslivost, tvorba a ochrana životního prostředí, vodní hospodářství apod. Cena katalogu je 40 Kč.

Videokazety si mohou zájemci osobně půjčit nebo lze objednat zásilku poštou na adresu:
Agrovideo Ústřední zemědělské a lesnické knihovny, Slezská 7, 120 56 Praha 2 - Vinohrady.

Uživatelům služeb Agrovidea se může stát každý zájemce, který se seznámí s výpůjčním řádem a zaplatí roční registrační poplatek 30 Kč. Videokazety se půjčují zdarma. Při zasílání poštou je účtováno pouze poštovné.

Informace na tel. čísle: 257 541, l. 520 – dr. Bartošová (informace z databáze, rešerše na téma), 257 541, l. 304 – pí Hedvíková (výpůjční činnost), 259 096 – záznamník (mimo prac. dobu)

Objednávky katalogu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, oddělení odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2

VLIV IMISÍ NA POVRCH A MORFOLOGII JEHLIC SMRKU [*PICEA ABIES* (L.) KARSTEN]

E. Bednářová

Vosky na povrchu jehlic reagují na znečištění prostředí jako první, proto může studium jejich změn sloužit jako ukazatel nebezpečí poškození asimilačního aparátu imisemi - ještě dříve než dojde k vyvolání chronických fyziologických poruch, jejichž následkem je opad jehličí. Při porovnání mikrostruktury listových povrchů byly patrné nápadné rozdíly ve struktuře vosků kutikuly a průduchů, u poškozených a nepoškozených stromů již u jednoletého jehličí. Změny mezi poškozeným a nepoškozeným jehličím prokázala i biometrická studie. U poškozených smrků s proředěným asimilačním aparátem se zjistilo, že dochází ke zmenšení velikosti a hmotnosti jehlic o 10 až 25 %.

smrk ztepilý; morfologie jehlic; povrch listů; olistění; vosky; imise

Produkční aktivita smrkových ekosystémů závisí na rovnováze celého komplexu fyziologických procesů, které podmiňují tvorbu biomasy. Asimilační aparát je tou částí stromu, která primárně rozhoduje o nárůstu biomasy. Dochází-li k poškození asimilačního aparátu imisemi, nastávají nejdříve funkční poruchy a posléze i odchylky v morfologii listů (Huttunen, Ruonala, 1968). Všeobecně je známo, že morfologie listů do značné míry odráží v nich probíhající fyziologické procesy. V posledních letech jsou četné studie zaměřeny na sledování změn struktury povrchů jehlic a listů, zvláště jejich voskových povrchů, které reagují na znečištění ovzduší jako první a mohou sloužit jako indikační znak latentního poškození jehlic. K největší destrukci vosků dochází za působení kyselých dešťů a aerosolů (Grill, Glob, 1983).

Rostlinná kutikula s epikutikulárním voskem se jako vnější vrstva obvykle považuje za ochranu povrchu jehlic proti vysychání, znečištění a patogenům. Juniper, Cox (1973) ji nazývají první linií obrany rostliny. Je však i jako první poškožována imisemi.

K částečné degradaci voskových struktur na povrchu starších jehlic může docházet i vlivem nepříznivých klimatických vlivů; ta je však velmi zesílena přítomností imisní zátěže (Günthardt, Wanner, 1982). Zjištěné závislosti mezi degradovanou voskovou vrstvou a ztrátou jehlic dokazují předpoklad, že imise způsobují hynutí lesů cestou destrukce vosků na asimilačním aparátu (Sauter, Voss, 1986).

Ztráta asimilačních orgánů má za následek zmenšení fotosynteticky aktivní plochy tvorby asimilátů a tím ztrátu na produkci hmoty. Velikost olistění podmiňuje schopnost stromu přežít (Tesař, Temmlová, 1971).

MATERIÁL A METODY

Porovnávací studie mikrostruktur povrchu jehlic a základní biometrická studie asimilačního aparátu byla provedena na podzim roku 1987 u osmi vzorníků smrku *Picea abies* L. Karst. na lokalitě Bílý Kříž, vždy u dvojice v sousedství rostoucích stromů, které se výrazně lišily stupněm poškození asimilačního aparátu. Jako kontrola (nepoškozený porost) byly sledovány jehlice z oblasti nezatížené imisemi, výzkumná plocha Ústavu ekologie lesa Vysoké školy zemědělské Brno v Rájci.

Stupeň poškození korun byl odhadnut na základě okulárního posouzení proředění korun. Vždy jeden z dvojice vzorníků představoval relativně nepoškozený strom s proředěním koruny v odhadnutých mezích asi 10 %, druhý představoval silně poškozený strom s proředěním v rozmezí 50 až 60 %. Olistění stromů je vhodným kritériem pro posuzování aktuálního stavu stromů a předpovědi jejich dalšího vývoje (Tesař, Temmlová, 1973).

Vzorky jehličí byly u všech vzorníků odebrány z několika přeslenů od vrcholu po bázi koruny. Každý vzorek představoval průměr světových stran daného výškového pásma. Materiály pro porovnávací studii mikrostruktury povrchu jehlic byly odebrány ve všech případech z šestého přeslenu od vrcholu koruny. Po odebrání byly uloženy do fixačního roztoku a zpracovány na Scanning electron microscope TESLA BS 300 na pracovišti VŠZ Brno. U všech stromů byly analyzovány jednoleté jehlice (šest měsíců po vyrašení).

Na biometrickou studii byly odebrány vzorky jednoletého a dvouletého jehličí a zpracovány série vzorků jehlic (vždy po 20 kusech). Celkem bylo zpracováno 120 vzorků.

U jehlic byla měřena délka (L_n v mm), projekční plocha (A_p v mm²) pomocí planimetru s malou zornou plochou na bázi luxmetru PU 150 a hmotnost sušiny (M_d v mg) na analytických vahách Sartorius po vysušení vzorků do konstantní váhy při 80 °C. Z podílu plochy a délky jehlic byla vypočítána jejich šířka. Všechny uvedené parametry byly přepočítány na charakteristiku průměrné jehlice. Dále byly stanoveny měrné parametry jehličí, tj. plošná měrná hmotnost, hmotnost sušiny jehličí na jednotku jeho délky (Celníker, 1982). Získané biometrické charakteristiky byly statisticky zpracovány z hlediska velikosti a průkaznosti rozdílů zvolených souborů.

Popis stanoviště: lokalita Bílý Kříž patří k celku Moravskoslezské Beskydy, nachází se na území LZ Ostravice, v nadmořské výšce 935 m, na svahu o sklonu 12°. Lesní typ *Fagetum abietino piceosum*. Půdní

typ tvoří mírný arenický podzol, tvořící na dané ploše komplex s podzolem typickým. Základní fyzikální vlastnosti půdy jsou příznivé. Půdní reakce je velmi kyselá - pH H₂O do 21 cm je 3,6 až 3,8. Přístupné živiny jsou na daném stanovišti ve značném nedostatku a ve všech horizontech vykazují velmi slabou zásobu (Vavříček, 1990). Průměrná roční teplota je 4,6 °C, průměrné srážky dosahují 1140 mm za rok. Koncentrace SO₂ dosahovala v průměru 24,60 µg.m⁻³ za rok. Stáří porostu 60 let, bonitní třída 1, zakmenění 0,8. Střední výčetní tloušťka 26 cm, střední výška porostu 21 m. Smrk je zastoupen z 90 %, jedle i buk z 5 %.

Lokalita Rájec se nachází v geografickém celku Dražanské vrchoviny, na území LZ Rájec, v nadmořské výšce 620 m, na 6% svahu. Lesní typ *Fageto quercino abietinum*. Průměrná roční teplota 6,8 °C, průměrný roční úhrn srážek 640 mm. Jedná se o uměle založenou smrkovou monokulturu ve stáří 80 let. Zakmenění 1,1, zápoj 1,0, třetí bonitní třída. Střední výška porostu je 25 m, střední výčetní tloušťka 22 cm. Průměrná roční koncentrace byla naměřena 17 µg.m⁻³ SO₂.

VÝSLEDKY A DISKUSE

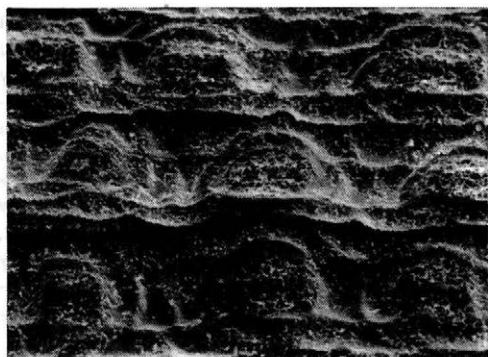
Kutikulární vosková vrstva, nacházející se na povrchu jehlic, je jako první poškozena imisemi. Podle Turunnena, Huttunena (1990) je eroze epikutikulární voskové vrstvy v okolí průduchů prvním charakteristickým rysem vlivu imisí na jehlice. Znečištěné ovzduší způsobuje erozi povrchů jehlic, začínající již několik týdnů po jejich vyrašení (Huttunen, 1985).

V našem případě byly zjištěny značné změny na mikrostrukturách povrchů jehlic již u jednoletého jehličí. Na obr. 1 (jehlice z lokality Rájec) je patrná nepoškozená kutikulární vosková vrstva. Vosky si uchovávají vláknitou strukturu. V oblasti s imisní zátěží

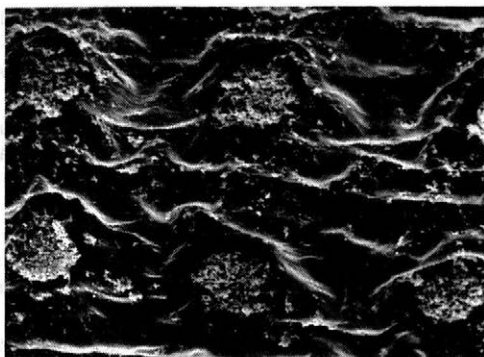
(Bílý Kříž) je tato vláknitá struktura porušena, i když celkově asimilační aparát tohoto stromu nejeví ještě téměř žádné známky poškození (obr. 2). Při porovnání kutikuly povrchu jehlic z Rájce s jehlicemi z oblasti Bílý Kříž (jehlice relativně nepoškozeného stromu) je patrný značný rozdíl. Vosková vlákna se již začínají slepovat dohromady a struktura je pozmeněna. Na obr. 3 je patrná situace u jehlic ze stromu poškozeného imisemi. Zde již došlo ke značné degradaci voskové vrstvy, kutikula je poškozena trhlinami. Vlivem imisí, jejichž podstatnou část tvoří celá řada kyselých či silně reaktivních látek, dochází ke změně chemické struktury a následuje destrukce voskové vrstvy. K tomuto závěru dospěli i Parameswaran et al. (1985), Grill et al. (1987, 1989) a Turunen, Huttunen (1990).

Při detailním záběru do průduchu (obr. 4a, 4b) je dobře patrná vláknitá struktura vosků v průduchu (lokalita Rájec). Na dalším snímku (obr. 5) je detailní záběr průduchu u relativně nepoškozeného jehličí z lokality Bílý Kříž; zde již proti kontrole došlo ke změně struktury. Destrukce voskové vrstvy probíhá poměrně rychle, nejdříve se vytvářejí dutiny mezi voskovými krystaly, což je způsobeno fúzí voskových vláken směrem do průduchů; v dalším období jsou stomata zanesena amorfním voskem. Z dalších snímků (obr. 6a, 6b) je patrný detailní záběr průduchu z poškozeného stromu, kdy již degradace vosků dostoupila do takové míry, že dochází k zanesení průduchů. Na tento jev upozorňuje ve své práci i Grill et al. (1989). Eroze epikutikulární vrstvy vosků, zanesení stomat amorfním voskem a znečištění kutikuly vedou k dalekosáhlým změnám ve vodním provozu, výměně plynů a odolnosti proti infekcím. Ucpání stomat vede ke snížení stomatární vodivosti a tím i příjmu CO₂ v období příznivém pro růst rostlin.

Turunen, Huttunen (1990) uvádějí, že kromě degradace voskové vrstvy je na povrchu



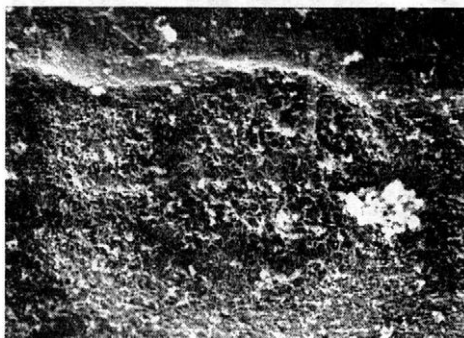
1. Povrch nepoškozené jehlice z lokality Rájec (zvětšeno 700x) – The surface of an intact needle from the Rájec locality (magnified 700x)



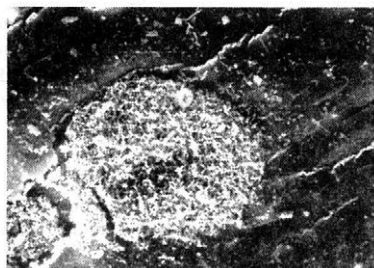
2. Povrch relativně nepoškozené jehlice z lokality Bílý Kříž (zvětšeno 700x) – The surface of a relatively intact needle from the Bílý Kříž locality (magnified 700x)



3. Povrch poškozené jehlice z lokality Bílý Kříž (zvětšeno 600x) – The surface of a damaged needle from the Bílý Kříž locality (magnified 600x)



4b. Detailní záběr na strukturu voskové vrstvy nepoškozené jehlice z lokality Rájec (zvětšeno 1300x) – A detail view of the structure of the wax layer of an intact needle from the Rájec locality (magnified 1,300)



4a. Nepoškozená jehlice z lokality Rájec - detailní záběr kutikuly s průduchem (zvětšeno 750x) – An intact needle from the Rájec locality - a detail view of the cuticle with the stoma (magnified 750x)



5. Detailní záběr na průduch a voskovou vrstvu u relativně nepoškozené jehlice z lokality Bílý Kříž (zvětšeno 750x) – A detail view of the stoma and wax layer in a relatively intact needle from the Bílý Kříž locality (magnified 750x)

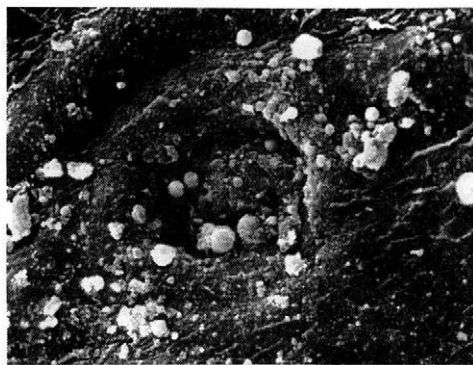
jehlic vystavených účinku kyselých dešťů také pozorovatelné zvýšené množství krystalů CaSO_4 . Tento jev byl prokázán i v našem případě (obr. 7).

Při hodnocení základních biometrických charakteristik se ukázalo, že pokud jde o rozdíly mezi oběma sledovanými ročníky (1986 a 1987), u relativně nepoškozených i poškozených stromů byly jednoleté jehlice poněkud větší, o několik procent delší a širší. Měly rovněž větší projekční plochu, ovšem nižší hmotnost. Měrné charakteristiky jehličí, plošná i délková hustota byly u posledního ročníku výrazně nižší. Rozdílná velikost jehličí ukazuje na různé růstové podmínky během obou let. U všech studovaných biometrických parametrů se projevil rozdíl mezi poškozenými a nepoškozenými stromy. Jehlice obou ročníků byly u poškozených stromů poněkud menší (u různých parametrů asi o 3 až 13 %), zejména s nižší hmotností sušiny (o 25 %). Tento údaj je v souladu se zjištěními T e s a ř e (1982), který udává, že hmotnost jehlic je poznamenána stupněm olistění koruny jako celku do té míry, že jehlice vytvořené při nižším olistění mají relativně nižší hmotnost. Tato skutečnost se projevila

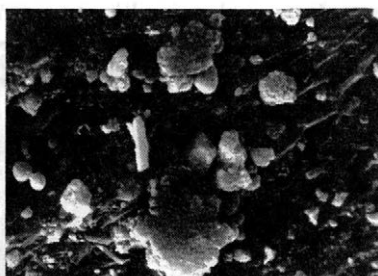


6a. Kutikula se záběrem průduchu u poškozené jehlice z oblasti Bílý Kříž (zvětšeno 750x) – The cuticle and the stoma of a damaged needle in the Bílý Kříž locality (magnified 750x)

v poklesu plošné hustoty o 11 až 16 % a délkové hustoty o 20 až 21 % (tab. I). Rozdíly mezi nepoškozenými a poškozenými stromy u obou ročníků byly větší než rozdíly mezi ročníky. To ukazuje na trvalý vliv nepříznivých podmínek prostředí, event. zvýšenou citlivost vůči poškození imisemi u části sledova-



6b. Detailní záběr průduchu poškozené jehlice z lokality Bílý Kříž (zvětšeno 1300x) – A detail view of the stoma of a damaged needle from the Bílý Kříž locality (magnified 1,300x)



7. Povrch poškozené jehlice z lokality Bílý Kříž. Detailní záběr na kutikulu (zvětšeno 1500x) – The surface of a damaged needle from the Bílý Kříž locality. A detail view of the cuticle (magnified 1,500x)

né populace smrku, která se projevovala v průběhu obou let.

Jednotlivý plně olistěný strom může vlivem SO_2 dospět až do úplné odlistěného stadia, které bezprostředně končí zánikem. Mezi oběma krajními hranicemi se strom nachází na různém stupni životaschopnosti, souvisejícím s fenotypovou odolností (Tesař, 1966). Z komplexní analýzy, kterou provedli Tesař, Temlová (1971), vyplývá, že 65% olistění korun lze považovat za kritické a signalizující počátek zániku stromu. Byla překročena hranice vnitřní

rovnováhy stromů, od které již spějí k zániku. Čas konečného zániku je však závislý na individuální vnitřní schopnosti přežít i na nahodilém působení dalších vnějších faktorů.

Vzhledem k tomu, že se v naší studii u poškozených stromů jednalo o 60% olistění, lze vyslovit domněnku, že tyto stromy jsou silně ohroženy. Jako měřítko rezistence je olistění jen jedním kritériem aproximací skutečné rezistence (Tesař, 1971).

ZÁVĚR

Porosty smrku *Picea abies* (L.) Karst. v oblasti Bílý Kříž jsou trvale pod středně silným stupněm imisí

I. Základní biometrické charakteristiky jehličí z poškozených a nepoškozených stromů, lokalita Bílý Kříž. Výsledky párového testu a testu rozdílu průměrů na hladině $P_{0,1}^{(x)}$, $P_{0,05}^{(x)}$, $P_{0,01}^{(x)}$, $P_{0,001}^{xxx}$ – Basic biometric characteristics of needles from damaged and undamaged trees, Bílý Kříž locality. The results of paired sample test and test of the difference in the means at the significance level $P_{0,1}^{(x)}$, $P_{0,05}^{(x)}$, $P_{0,01}^{(x)}$, $P_{0,001}^{xxx}$

Veličiny ¹	Průměrné hodnoty ²							
	nepoškozené stromy ³				poškozené stromy ⁴			
	1986		1987		1986		1987	
	$\bar{X}$	S_x	$\bar{X}$	S_x	$\bar{X}$	S_x	$\bar{X}$	S_x
Délka ⁵ (mm)	15,20	0,62	16,90	0,64	14,30	0,44	16,40	0,54
Šířka ⁶ (mm)	1,48	0,08	1,52	0,08	1,27	0,05	1,40	0,05
Plocha ⁷ (mm ²)	14,80	0,85	15,10	0,82	12,90	0,53	14,10	0,49
Hmotnost sušiny ⁸ (mg)	4,61	0,45	4,37	0,47	3,42	0,39	3,28	0,36
Plošná hustota ⁹ (g.m ⁻²)	295	16	274	18	263	23	230	20
Délková hustota ¹⁰ (g.m ⁻¹)	295	22	249	22	234	27	200	20
Rozdíly podle stupně poškození ¹¹								
Veličiny ¹	1987				1986			
	Δ	$\Delta \%N$	t	Průkaznost ¹²	Δ	$\Delta \%N$	t	Průkaznost ¹¹
Délka ⁵ (mm)	-0,50	-2,90	1,30	0	-0,90	-5,9	1,18	0
Šířka ⁶ (mm)	-0,12	-7,90	1,27	0	-0,21	-14,2	2,23	x
Plocha ⁷ (mm ²)	-1,00	-6,60	1,05	0	-1,90	-12,8	1,90	(x)
Hmotnost sušiny ⁸ (mg)	-1,09	-24,90	1,84	(x)	-1,19	-25,8	2,00	(x)
Plošná hustota ⁹ (g.m ⁻²)	-44	-16,1	1,64	0	-32	-10,8	1,18	0
Délková hustota ¹⁰ (g.m ⁻¹)	-49	-19,7	1,65	0	-61	-20,7	1,75	(x)

¹variables, ²average values, ³intact trees, ⁴damaged trees, ⁵length, ⁶width, ⁷area, ⁸dry weight, ⁹plane density, ¹⁰length density, ¹¹differences according to degree of damage, ¹²conclusive evidence

zátěže, ale v souvislosti s působením klimatických činitelů - vrcholový fenomén, silné proudění větru, nízké zimní teploty, vysoká vrstva sněhu - se zde vytváří dispozice k menší odolnosti proti působení oxidu síry a dusíku. Vzhledem k tomu, že vosky na povrchu jehlic reagují na změnu prostředí jako první, může studium těchto změn sloužit jako ukazatel nebezpečí poškození asimilačního aparátu imisemi ještě dřívě, než dojde k vyvolání chronických fyziologických poruch, které mají za následek opad jehličí postupně od nejstarších ročníků. Při porovnávání mikrostruktury listových povrchů byly patrné nápadné rozdíly ve struktuře vosků kutikuly a průduchů u poškozených a nepoškozených stromů již v prvním roce po vyrašení jehličí. Toto zjištění bylo podpořeno i základní biometrickou studií jehlic z poškozených a nepoškozených stromů.

Studie ukázala použitelnost těchto jednoduše měřitelných znaků pro rozlišení stupně poškození stromů v imisních oblastech. U poškozených smrků se zmenšeným asimilačním aparátem se zjistilo, že v důsledku předčasněho opadu jehličí dochází k výraznému zmenšení velikosti a hmotnosti jehlic o 10 až 25 %.

S ohledem na poměrně malý počet sledovaných stromů je nutné závěry o poškození smrků v dané oblasti chápat jako orientační. Studie ale ukazuje, že je vhodné použít uvedeného metodického postupu v širším měřítku s tím, že lze doporučit do biometrické studie zahrnutí většího počtu ročníků jehličí v celém korunovém profilu.

Vzhledem k tomu, že vosky na povrchu jehlic reagují na znečištěné prostředí jako první, může studium jejich změn sloužit jako ukazatel nebezpečí poškození asimilačního aparátu imisemi ještě dřívě, než dojde k vyvolání chronických fyziologických poruch, majících za následek opad jehličí. Při porovnání mikrostruktury listových povrchů byly patrné nápadné rozdíly ve struktuře vosků kutikuly a průduchů u poškozených a nepoškozených stromů už u jednoletého jehličí. Změny mezi poškozeným a nepoškozeným jehličím prokázala i biometrická studie. U poškozených smrků se zmenšeným asimilačním aparátem se zjistilo, že dochází ke zmenšení velikosti a hmotnosti jehlic o 10 až 25 %.

Literatura

- CELNIKER, J. L.: Uproščenýj metod opredelenija poverchnosti chvoi sosny i eli. Lesovedenije, 1982: 85-87.
 GRILL, D. - PFEIFHOFFER, H. - HALBWACHS, G. - WALTINGER, H.: Investigations on epicuticular waxes of differently damaged spruce needles. Eur. J. For. Path., 17, 1987: 246-255.
 GRILL, D. - GUTTENBERGER, H. - ZELLING, G. - BERMANDINGER, E.: Reaction of plant cells on air pollution. Phytion (Wien), 31, 1989: 272-292.
 GRILL, D. - GLOB, P.: Investigations of different dust depositions of the surface of coniferous needles and the effect on the needle wax. Aquilo, Ser. bot., 22, 1983: 255-261.

GÜNTARDT, M. - WANNER, H.: Veränderungen der Spaltöffnungen und der Wachsstruktur mit zunehmendem Nadelalter bei *Pinus cembra* (L.) und *Picea abies* (L.) Karsten an der Waldgrenze. Bot. Helvetica, 92, 1982: 47-60.

HUTTUNEN, S.: Effect of air pollution on surface and ultrastructure on needles and leaves. Symp. Asgawälte Probleme der Gohölzphysiologie, Tharandt 4 - 7 September 1985. Tech. Univ. Dresden, 1985: 38-46.

HUTTUNEN, S. - RUONALA, K.: Effects of urban air pollution on park trees. [Manuscript.] Dept. of Botany, Univ. of Oulu, 1986: 1-56.

JUNIPER, B. - COX, G.: The anatomy of leaf surface the first line of defence. Pestic. Sci., 4, 1973: 543-561.

PARAMESWARAN, N. - FINK, S. - LIESE, W.: Feinstrukturelle Untersuchungen an Nadeln geschädigter Tannen und Fichten aus Waldschadengebieten im Schwarzwald. Eur. J. For. Path., 15, 1985: 168-182.

SAUTER, J. - VOSS, J.: SEM - observations on the structural degradation of epistomatal waxes in *P. abies* (L.) Karst. and its possible role in the „Fichtensterben“. Eur. J. For. Path., 16, 1986: 408-423.

TESAŘ, V.: Počáteční působení kyslíčného sířičitého na smrkové porosty středního věku. Lesn. Čas., 12, 1966: 815-826.

TESAŘ, V. - TEMMLOVÁ, B.: Olistění stromu jako kritérium pro posuzování stavu smrkových porostů v imisním území. Lesnictví, 17, 1971: 1017-1032.

TESAŘ, V. - TEMMLOVÁ, B.: Vliv kyslíčného sířičitého v ovzduší na stavbu smrkových porostů. Lesnictví, 19, 1973: 355-367.

TESAŘ, V.: Hmotnost asimilačního ústrojí mladého smrku odlistěného působením imisí. Práce VÚLHM, 61, 1982: 77-92.

TURUNNEN, N. - HUTTUNEN, S.: A review of the response of epicuticular wax of conifer needles to air pollution. J. environ. Quality, 19, 1990: 35-45.

VAVŘÍČEK, D.: Recentní půdní procesy ve smrkových ekosystémech v podmínekách antropické zátěže. [Závěrečná zpráva.] ÚEL VŠZ Brno, 1990: 117.

Došlo 23. 3. 1994

BEDNÁŘOVÁ, E. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Institute of Forest Ecology, Brno): The effect of air pollutants on the surface and morphology of the needles in spruce [*Picea abies* (L.) Karsten]. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (9): 377-382.

When the assimilating organs are damaged by air pollutants, functional disorders appear first followed by abnormalities in the foliage morphology. The foliage morphology indicates the inherent processes to a large extent. The first reactions to air pollution can be seen on the foliage surface, particularly on the wax cover. These changes can be taken as a sign indicating the latent damage to the needles at the moment when no conspicuous thinning is visible in the crowns. The effects of acid rains and aerosols are very harmful to the wax cover on the needle surface causing wax destruction. Partial degradation of wax structures on the surface of older-age needles may be due to the unfavorable climatic conditions; but this phenomenon is enhanced by the presence of pollution load. The relationship de-

terminated between the degradation of wax layer and needle loss confirms an assumption that air pollution causes forest decay by means of wax destruction in the assimilating organs. The needle loss leads to a decrease in the photosynthetically active area of assimilate sink, and so to the loss of biomass production. The foliage size determines the survival of the tree.

In the present paper there is a description of the comparative study of the microstructures on the needle surface and basic biometric parameters of the assimilating organs. Samples from the area with the medium degree of pollutant load and without load (control) are assessed. Trees with 60% thinning of the crowns (damaged tree variant) and trees relatively intact (thinning to 10%) were analyzed. One-year needles from the sixth whorl from the top were sampled in all trees for microstructure investigations.

Erosion of the epicuticular wax layer around the stomata is the first typical sign of the effect of pollutants on the needles. Air pollutants cause erosion on the needle surface in several weeks after their appearance. The needles from the pollutant-free locality do not show any damage to the cuticular wax layer. The waxes

maintain their filamentous structure. In the needles relatively intact from the area with pollutant load this filamentous structure has already been impaired partly, even though the assimilating organs of these trees hardly show any damage. In the trees with the damaged assimilating organs considerable degradation of the wax layer can be seen, there are cracks in the cuticle. Destruction of the wax layer is relatively fast; first, gaps appear between the wax crystals which are due to the fusion of wax filaments, then the stomata are filled with wax. The damaged trees have the wax-choked stomata.

The basic biometrical characteristics showed the different needle size in the needle year-classes; this documents different growth conditions in both years. There were large differences between the damaged and undamaged trees in all the investigated biometrical parameters. The differences between the damaged and undamaged trees indicate the steady effect of the unfavorable environmental conditions or the higher sensitivity to pollutant damage.

Norway spruce; needle morphology; foliage surface; foliage; waxes; air pollutants

Kontaktní adresa:

Ing. Emilie Bednářová, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ekologie lesa, Lesnická 37, 613 00 Brno

Projekty Evropského lesnického ústavu (European Forest Institute - EFI)

Evropský lesnický ústav je nezávislá instituce pro mezinárodní vědecký výzkum v oblasti lesního hospodářství. Jeho sídlo je v Joensuu ve Finsku, kde je také moderní univerzita. V roce 1994 ústav dotuje finská vláda. Počítá se, že v dalších letech budou dotace z více než poloviny z jiných zdrojů. Mezinárodní rada ústavu předpokládá, že v něm bude během pěti let pracovat až 20 vědců z různých zemí Evropy.

V roce 1993 probíhal a byl ukončen projekt *Lesní zdroje v Evropě 1950 až 1990*. Cílem studie byla analýza lesních zdrojů, jejich využití a vývoj v uvedeném období. Porostní zásoba a přírůst jsou v evropských zemích stále ještě podhodnoceny. Na základě přírůstu měřeného v inventarizacích je možné dojít k závěru, že emise z průmyslu, dopravy a spotřeby nesnižují potenciál přírůstu. Naopak - deponovaný dusík a stoupající oxid uhličitý mohly dokonce potenciál zvýšit. To ovšem nevylučuje možnost, že pokračující depozice reziduí v půdě mohou snížit přírůst lesů v budoucnu.

Další téma je projekt nenarušených a polopřírodních lesů v Evropě. Projekt byl zahájen studiem literatury a stavu výzkumu na tomto úseku. Jeho cílem je vývoj koncepcí a nástrojů na zachycení rozmanitosti lesů se strukturou a vývojem nedotčených lesů jako základny, standardizace měřicích postupů použitých na pokusných plochách zaměřených na strukturu a biologickou rozmanitost, zjištění údajů o víceúčelovém pěstování lesů a jeho dalším vývoji v Evropě.

Projekt bilance uhlíku evropských lesů byl zahájen v květnu 1993 a má trvat dva a půl roku. Cílem tohoto výzkumu je stanovení úlohy evropských lesů v akumulaci uhlíku a úlohy lesních produktů v bilanci uhlíku. Metody výzkumu vyvinul pro finské podmínky prof. Kellomäki a použije se rozšířeně na evropské úrovni.

Projekt vývoje růstu evropských lesů bude probíhat až do roku 1995, kdy budou výsledky výzkumu zveřejněny na Světovém kongresu IUFRO v Tampere ve Finsku. Cílem projektu je poskytnout retrospektivní přehled vývoje růstu lesů v severní a střední Evropě, identifikace a kvantifikace účinků změn prostředí na vývoj růstu lesů, vývoj variant budoucích směrů růstu lesů.

Mezinárodní rada ústavu má zájem na rozšíření kontaktů mezi ústavem a co největším počtem vědeckých lesnických výzkumných ústavů Evropy. S ohledem na výzkumné pobyty vědců poskytuje ústav pozvaným vědcům i ubytování. - M. P a g a ě

ZHODNOCENÍ GENERATIVNÍ REPRODUKCE DRUHU *CRYPTOMERIA JAPONICA* D. DON V OBLASTI BRNA

L. Úradníček

Vzorky osiva kryptomerie japonské byly odebrány v období let 1988 až 1992 z deseti plodných exemplářů, rostoucích na území arboreta Křtiny, BZA VŠZ v Brně a lokalitě U buku na ŠLP ML Křtiny. Podle ČSN 48 1211 byla provedena u těchto vzorků zkouška jakosti plodů a semen, zejména stanovení čistoty osiva, sypanosti a klíčivosti semen. Získané základní semenářské charakteristiky domácího osiva byly porovnány s osivem z japonských výběrových stromů. Dosažené výsledky můžeme hodnotit pozitivně, vždyť sypanost semen čistých přes 10 % a zejména klíčivost semen čistých 30 % nám umožňuje zajištění generativní reprodukce z aklimatizovaných exemplářů, tedy získání klíčivého osiva pro potřeby praxe v České republice.

Cryptomeria japonica; plodnost; kvalita osiva; klíčivost

Jednou z nadějných dřevin pro využití v našich lesních porostech a také v sadovnictví se zdá být kryptomerie japonská (Benčáť, 1982; Souček, 1985; Truhlář, 1973; Úradníček, 1991).

Úspěch pěstování cizokrajných dřevin závisí na poznatcích z jejich biologie a ekologie. Proto je nutné zhodnotit zkušenosti z pěstování dřeviny v původním přirozeném prostředí v jiných zemích, ale především v našich domácích podmínkách.

VŠEOBECNÝ PŘEHLED

Poprvé o kryptomerii přinesl zprávu z Japonska roku 1692 Kaempfer (Dallimoor, Jackson, 1966).

Do Evropy byla první semena dovezena v r. 1842 Humem do Anglie, předpokládá se však, že semenáčky nebyly dopěstovány. Další semena dovezl Fortune opět do Anglie v r. 1844. Opětovný dovoz semene potom zprostředkoval Lobb v letech 1853 a 1854, velké množství pro anglické školky zabezpečil v r. 1879 Maries. Nejmenší stromy v Anglii mají výšku 36,5 m a obvod 430 cm, další pak výšku 35 a 27 m a průměr 147 a 186 cm (Mitchell et al., 1990). Na území Čech byla kryptomerie introdukována jako do jedné z prvních zemí v Evropě. Společně s Anglií je udávána z parku v Chudenicích již v r. 1842.

Další výsadby v zámeckých zahradách a parkových objektech podle Svobody (1976): 1879 Sychrov, 1884 Sychrov, 1859 Nové Hrady, 1863 Červený Hrádek, 1865 Hluboká nad Vltavou, 1888 Práhonice, 1892 Chudenic, 1910 Jezeří, 1912 Soudná, 1927 Práhonice, 1928 ŠLP Křtiny. Zmínky jsou i v dalších pracích (Hieke, 1984, 1985; Klika, 1953; Pilát, 1964; Pokorný, 1963; Roudná, 1985;

Chmelař, 1986). Ze Slovenska jsou vhodné informace v dílech autorů Benčáť (1982), Pagan, Randuška (1988).

Kryptomerie japonská je dřevina jednodomá. Kvete od konce ledna (Japonsko) do dubna (Evropa) asi pět až sedm dní. Samčí šištice jsou klasovitě sblížené na konci letorostu v počtu 17 až 30 šištice o rozměrech 5 až 7 x 3 mm. Každá šištice je složena z 10 až 20 tyčinek. Tyčinky jsou na větenu spirálně postavené, prašná pouzdra podélně pukají. Je známa variabilita zbarvení prašných šištic od žluté barvy po černou (Tsurumi et al., 1988). Produkce pylu je velmi intenzivní, 50letý porost má pylu průměrně 63 kg.ha⁻¹, maximálně až 430 kg.ha⁻¹, což je asi 6 x 6 x 10¹² pylových zrn (Kim et al., 1983). Pylová zrna nemají vzdušné vaky, přesto překonávají značné vzdálenosti - i přes 60 km (Igarashi, 1987).

Samčí šištice jsou složeny z 20 až 30 plodolistů, z nichž každý nese tři až pět vajíček. Plodolisty srůstají s podpůrnou šupinou a za plodu ji přechvávají volným krajem (crista) ze čtyř až pěti čárkovitě kopinatých špičatých cípů. Morfologicky se spíše jedná o několik plodolistů srstlých dohromady s volnými špičatými konci (Domina, 1938). Šištice jsou jednotlivé na koncích krátkých větviček, tvar mají kulovitý až soudečkovitý, velikost 4 až 5 mm. Základy obou druhů květů se objevují již na podzim předcházejícího roku v době dozrávání plodů.

Plody - šišky - dozrávají v průběhu července až září. Zprvu zelená barva se s dozráním mění na hnědou. Zralost semen je již dostačující, když začínají tmavnout podpůrné šupiny. Velikost kulovitých šišek je 1,5 až 2,5 cm. Po vypadání semen vytrvávají jeden až dva roky na stromě. Na dřevině o výčetní tloušťce 30 cm je průměrně 1000 až 3000 šišek (Mitisková, 1986). V naší literatuře je uváděno období plodnosti ve věku 40 let (Hieke, 1971; Kavka, 1969), jiní autoři uvádějí 15 až 20 let (Vidakovič, 1982) nebo dokonce pět let (Tucovič, Stilinovič, 1973); zde se jedná pravděpodobně o řízkovance. U řízkovanců je možná plodnost již v období dvou až tří let (Itō, Katsuta, 1986). U některých mladších jedinců se objevuje prorůstání šišek (proliferace). Výjimečně se na větvičce prorostlé šiškou vytvoří prašná šištice, někdy opakovaně. Prorostlé šišky bývají v průměru o 13,5 % delší a o 6,2 % širší než neprorostlé (Tucovič, Stilinovič, 1973). Tento jev se uvádí také u douglasky *Pseudotsuga menziesii* (Looney, Duffield, 1958).

Semeno má tmavě hnědou barvu, je trojhranné, mírně zploštělé, úzce křídlaté, o délce 4 až 8 mm, šířce 2 až 3 mm. Hmotnost 1000 semen je asi 4 g, 1 kg

obsahuje asi 150 000 až 300 000 semen. Průměrná klíčivost je 25 až 50 % (Walter, 1978), 30 % (Schopmeyer, 1974), výjimečně 90 %. Při vhodných podmínkách semena vyklíčí za pět až sedm dní (Mitisková, 1986), Walter uvádí 21 dní. Při podzimním výsevu klíčí v březnu až květnu.

Druh má své přirozené rozšíření na japonských ostrovech. Sahá od prefektury Aomori - 40° 12' severní šířky v severním Honshu přes Shikoku a Kyushu až po ostrov Yakushima na 30° 15' s. š. Velmi mnoho autorů uvádí rozšíření na jih pouze po ostrov Kyushu (Dallimoor, Jackson, 1966; Klika, 1953; Vidakovič, 1982).

Vývoj a kvalita lesních porostů exotů včetně kryptomerie u nás nejsou dostatečně zpracovány. Také otázka zakládání porostů a jejich další výchovy není ještě dořešena. K dispozici jsou základní poznatky z oblasti

ŠLP Křtiny VŠZ Brno (Mitisková, 1986; Souček, 1972, 1985; Truhlář, 1973, 1987; Úradník, 1991).

MATERIÁL A METODY

Základní semenářské charakteristiky byly zjišťovány na osivu, získaném ze stromů ze tří různých lokalit. Stromy s označením BK-4, BK-9 a BK-15 jsou z lokality U buku, další K-1, K-3 z arboreta Křtiny a BZ-2, BZ-3, BZ-9, BZ-11 a BZ-15 z arboreta VŠZ v Brně.

Podle ČSN 48 1211 byla provedena zkouška jakosti plodů a semen u vzorků domácí produkce. Při stanovení čistoty osiva se speciálně řešila otázka podílu nevyvinutých semen, stanovení sypanosti.

U každého z deseti vybraných stromů jsme na 50 kusech šišek v období let 1988 až 1991 zjišťovali: hmotnost čerstvé šišky, hmotnost suché šišky, výšku a šířku, počet šupin, počet semen celkový, počet semen čistých, semen plných, hmotnost semen celkovou, hmotnost semen čistých a semen plných, sypanost semen čistých, sypanost semen plných.

Dále byla stanovena klíčivost a energie klíčení semen v období let 1988 až 1991; sledovala se: energie klíčení (14. den), klíčivost semen čistých, klíčivost semen plných, počet semen prázdných.

Byla stanovena absolutní hmotnost semen u deseti vybraných stromů v období let 1988 až 1991.

U osiva z japonských výběrových stromů byla stanovena čistota, klíčivost semen čistých a absolutní hmotnost semen.

VÝSLEDKY A DISKUSE

STANOVENÍ ČISTOTY

U jednotlivých rozborových vzorků semen z vybraných stromů byly zjištěny následující charakteristiky:

A) Čistá semena - byla u jednotlivých vzorků v rozmezí 32,8 až 79,0 % z celkového počtu semen. Průměrné hodnoty počtů a hmotností jsou uvedeny v tab. IIIa až IIIc pod písmeny H a I podle jednotlivých let. Nejvyšší průměrný počet čistých semen byl v roce 1990 - asi 60 % z celkového množství semen.

B) Poškozená semena - nebyla zjištěna žádná semena poškozená hmyzem či houbami ani mechanicky.

C) Semena jiných druhů dřevin - vzhledem k pečlivému zpracování materiálu se mezi semeny neobjevila.

D) Semena plevelů - nebyla zjištěna.

E) Neškodné příměšiny, nečistoty - zařazujeme sem úločky šupin šišek, které tvořily 0 až 0,5 % celkové hmotnosti vzorků a dále nevyvinutá semena podle tab. I a II.

Počet nevyvinutých semen je velmi vysoký, v průměru 43 %. Ke vzorkům s nejvyšším počtem nevyvinutých semen patří K-1, BZ-2 a K-3, kde až na výjimku u K-3 v r. 1991 byl vždy ve vzorku minimálně 50% podíl nevyvinutých semen.

I. Počty nevyvinutých semen a jejich podíl z celkového počtu semen v letech 1988 - 1991 - The numbers of undeveloped seeds and their percentage out of the total seed number in 1988 - 1991

Strom č.	1988		1989		1990		1991	
	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)
BK-4	19,2	42,3	15,2	34,9	11,7	25,4	10,9	23,0
K-9	21,0	42,6	22,9	48,6	9,3	21,0	14,6	31,5
BK-15	16,2	28,5	23,8	38,3	16,5	28,4	17,0	26,9
K-1	27,1	67,2	22,9	50,5	27,7	56,2	26,5	57,2
K-3	16,8	41,7	25,6	54,8	23,2	53,3	19,8	47,3
BZ-2	27,4	53,6	26,4	51,9	29,0	50,6	37,3	61,8
BZ-3	23,9	49,6	21,4	50,0	21,8	47,3	24,2	53,4
BZ-9	15,9	33,6	16,5	33,6	23,4	43,2	21,7	39,5
BZ-11	21,5	44,4	23,9	51,2	21,9	48,4	24,4	49,9
BZ-15	12,2	26,3	21,5	46,9	12,6	29,2	20,6	44,5

I tree

Vysvětlivky k tabulkám - Explanatory notes to the tables:

A - průměrná hmotnost čerstvé šišky (g) - average weight of fresh cone in grams

B - průměrná hmotnost šišky (podle ČSN 48 1211) (g) - average cone weight (pursuant to ČSN 48 1211) in grams

C - průměrná výška šišky (mm) - average height of cone in millimeters

D - průměrná šířka šišky (mm) - average width of cone in millimeters

E - průměrný počet šupin (ks) - average number of scales

F - průměrný počet semen celkový (ks) - total average number of seeds

G - průměrná hmotnost semen (g) - average seed weight in grams

H - průměrný počet semen čistých (ks) - average number of pure seeds

I - průměrný počet semen plných (ks) - average number of plump seeds

J - průměrná hmotnost semen čistých (g) - average weight of pure seeds in grams

K - průměrná hmotnost semen plných (g) - average weight of plump seeds in grams

L - průměrná sypanost semen čistých (%) - average yield of pure seeds in per cent

M - průměrná sypanost semen plných (%) - average yield of plump seeds in per cent

II. Hmotnost nevyvinutých semen a jejich podíl z celkové hmotnosti semen v letech 1988 - 1991 - The weight of undeveloped seeds and their percentage out of the total seed weight in 1988 - 1991

Strom č.	1988		1989		1990		1991	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
BK-4	0,043	30,5	0,029	20,9	0,021	13,2	0,018	13,3
BK-9	0,038	27,7	0,027	21,4	0,030	20,4	0,016	11,6
BK-15	0,026	15,4	0,029	17,0	0,026	14,6	0,027	14,5
K-1	0,019	28,4	0,038	35,8	0,036	37,1	0,038	36,9
K-3	0,026	29,5	0,054	43,2	0,069	50,7	0,052	40,9
BZ-2	0,043	35,2	0,036	29,0	0,021	15,9	0,062	50,4
BZ-3	0,030	29,1	0,020	21,7	0,024	23,3	0,057	52,8
BZ-9	0,037	26,6	0,028	16,8	0,025	18,9	0,035	22,4
BZ-11	0,020	18,5	0,046	37,1	0,040	34,2	0,041	34,2
BZ-15	0,022	15,6	0,042	34,7	0,038	27,3	0,040	31,7

Nevyvinutá semena tvoří značnou část vzorků v rozmezí 11,6 % (BK-15) až 52,8 % (BZ-3) v r. 1991, v jednotlivých letech průměrně asi 27 %.

Provedenými rozbory byl zjištěn velký počet nevyvinutých semen. Při srovnání se semeny z japonských výběrových stromů (tab. VI) byl u japonských vzorků podstatně menší. Pravděpodobně je tento rozdíl způsoben velkými výkyvy teplot v době kvetení a těsně po ní, často jsou teploty pod -5 °C. Otázkou dalšího šetření zůstává kvalita pylu. Významná je skutečnost, že u osiva domácí produkce nebylo zjištěno napadení hmyzem (u japonského osiva v průměru 0,85 %, max. 2,33 %) ani houbami.

STANOVENÍ SYPAVOSTI

Důležitým předpokladem pro získání kvalitního osiva jsou dostatečně vyvinuté plody (šišky). V tab. IIIa až IIIc jsou uvedeny průměrné hodnoty, dosažené ve sledovaném období.

V r. 1988 se průměrná hmotnost šišky pohybovala v rozmezí od 0,356 g (K-1) až po 0,927 g (BK-15). Je zajímavé, že průměrná šiška z jedince BZ-3, která je svými rozměry (výška je 12,82 mm a šířka je 13,61 mm) nejmenší, není také nejlehčí. Nejmožnější šišky měl strom BK-15 (výška 16,58 mm, šířka 18,79 mm). U něj byl také v šíškách nejvyšší průměrný počet šupin - 23,3 kusů a hmotnost semen - 0,169 g. I hmotnost semen čistých - 0,143 g a semen plných - 0,121 g je u tohoto stromu nejvyšší. Sypravost semen čistých je pouze průměrná, v sypravosti semen plných zaujímá třetí místo. Nejvyšších hodnot sypravosti dosahuje strom BZ-9: 19,31 % semena čistá, 15,68 % semena plná. Nejnižší sypravost semen čistých i plných měl strom BK-9 (12,18 % a 8,24 %). Sypravost semen čistých je vždy vyšší než 10 %.

V r. 1989 byla průměrná hmotnost šišek vyšší než v roce 1988, nejvyšší u stromu K-3 (1,031 g) a nejnižší opět u K-1 (0,502 g). Rozměrově nejmenší šiška odpovídá i nejmenší hmotností. Počet šupin převyšuje 21 kusů. Nejvyšší počet semen měl strom BK-15, také

hmotnost semen byla nejvyšší (0,171 g), dále i hmotnost semen čistých (0,142 g). Vyšší hmotnost semen plných měl však BZ-9 (0,129 g) proti 0,113 g u BK-15. Sypravost semen čistých (23,21 %) i semen plných (21,54 %) u stromu BZ-9 byla téměř o 100 % převyšující průměr. U K-3 klesá sypravost semen čistých až na 6,89 %, u ostatních je opět nad 10 %.

V r. 1990 patří ke stromům, jejichž průměrná hmotnost šišky převyšuje 1 g, BK-15 a K-3. Nejmenší hmotnost šišky měl tentokrát BZ-3. Průměrná výška a šířka šišek se od r. 1989 nijak podstatně neliší. Nejvyšší průměrný počet semen (58 kusů) a průměrná hmotnost semen (0,178 g) byla opět u BK-15. Tak jako v r. 1989 měly i v r. 1990 nejvyšší sypravost semen čistých (16,26 %) i semen plných (12,01 %) plody BZ-9. Kromě K-3 (5,75 %) měli ostatní jedinci sypravost semen čistých přes 10 %.

V r. 1991 měly nejvyšší průměrnou hmotnost šišek stromy K-3 (1,128 g) a BK-15 (1,046 g). Rozměry šišek byly největší u K-3 (výška 17,54 mm, šířka 20,08 mm). Celkový počet semen a hmotnost semen byla nejvyšší u BK-15 (63,2 ks a 0,186 g). Také počet semen čistých, jejich hmotnost a počet semen plných včetně hmotnosti byla nejvyšší opět u BK-15. Nejvyšší sypravost semen čistých měl však BK-4 (15,81 %), sypravost semen plných opět BK-15 (11,47 %). Hodnota sypravosti semen čistých klesla u tří stromů pod 10 %, nejnižší na 6,65 % u K-3.

Celkové průměrná velikost šišek kolísá u výšky od 12,82 do 17,54 mm, u šířky od 13,6 do 20,08 mm. Převažující poměr výšky k šířce je 1:1,1, ale u stromů BZ-9 a BZ-11 je opačný, tj. 1,1:1. Běžně se udává tvar šišky kulovitý o průměru 1,5-2,5 cm (M i t i s k o v á, 1986). Podle velikosti patří plody k podprůměrným až průměrným. U 5 až 20 % šišek se objevuje prorůstání šišky (proliferace) - zejména u mladých stromů z BZA Brno. Vyskytly se však pouze případy mediálně-vegetativního prorůstání (T u c o v i č, S t i l i n o v i č, 1973). Průměrný počet šupin v šišce je vždy vyšší než 21, maximálně až 23,3 kusů. Tím je potvrzen původ osiva - jedná se o druh kryptomerie japonská.

Sypravost semen čistých se pohybuje okolo 12 %, sypravost semen plných okolo 7 %. Ve čtyřletém období dosahovaly nejlepších výsledků stromy BZ-9, BK-15, BK-4 a BZ-15, nejhorších K-3.

Grafické srovnání průměrných hodnot dosažených jednotlivými stromy ve sledovaném období je znázorněno na obr. 1 až 4 a 6.

STANOVENÍ KLÍČIVOSTI A ENERGIE KLÍČENÍ

Klíčivost semen je rozhodujícím faktorem pro zachování daného druhu, předpokladem další reprodukce a možnosti hospodářského využití dřeviny.

Energie klíčení je velice nízká - od 1,00 % do 6,50 %. Nejvyšší klíčivost semen čistých měl strom BK-15 (42,00 %), nejnižší K-3 (6,25 %). BK-15 měl také nejvyšší klíčivost semen plných - 94,38 %. Vysoká

IIIa. Šišky 1988 - průměrné hodnoty - 1988 cones - average values

Strom č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BK-4	1,635	0,724	15,06	17,02	22,3	45,4	0,141	26,2	20,1	0,098	0,081	13,54	11,19
BK-9	1,426	0,813	15,09	15,93	22,0	49,3	0,137	28,3	18,2	0,099	0,067	12,18	8,24
BK-15	1,739	0,927	16,58	18,79	23,3	56,9	0,169	40,7	32,4	0,143	0,121	15,43	13,05
K-1	0,896	0,356	13,74	14,21	21,1	43,5	0,067	16,4	9,2	0,048	0,031	13,48	8,71
K-3	1,592	0,422	13,70	16,94	22,5	40,3	0,088	23,5	13,7	0,062	0,040	14,69	9,48
BZ-2	1,543	0,636	14,86	16,19	22,8	51,1	0,122	23,7	15,7	0,079	0,061	12,45	9,59
BZ-3	1,076	0,402	12,82	13,61	22,1	48,2	0,103	24,3	16,3	0,073	0,053	18,16	13,18
BZ-9	1,741	0,523	15,11	14,39	21,1	47,3	0,139	31,4	23,8	0,102	0,082	19,31	15,68
BZ-11	1,649	0,594	15,38	15,09	22,4	48,4	0,108	26,9	16,4	0,088	0,056	14,81	9,42
BZ-15	1,537	0,711	15,56	16,47	21,4	46,3	0,141	34,1	18,7	0,119	0,078	16,74	10,97

IIIb. Šišky 1989 - průměrné hodnoty - 1989 cones - average values

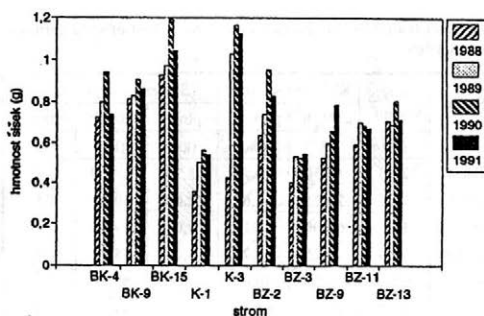
Strom č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BK-4	1,724	0,800	14,87	17,51	22,4	43,6	0,139	28,4	14,5	0,110	0,069	13,75	8,63
BK-9	1,892	0,829	14,97	15,64	21,6	47,1	0,126	24,2	19,8	0,099	0,084	11,94	10,13
BK-15	2,077	0,973	16,14	18,63	23,0	62,1	0,171	38,3	25,7	0,142	0,113	14,59	11,61
K-1	0,950	0,502	13,92	14,39	21,3	45,3	0,106	22,4	11,6	0,068	0,039	13,54	7,76
K-3	2,326	1,031	17,46	19,69	22,6	46,7	0,125	21,1	10,7	0,071	0,049	6,89	4,75
BZ-2	1,830	0,740	15,36	16,47	21,4	50,9	0,124	24,5	16,9	0,088	0,067	11,89	9,05
BZ-3	1,389	0,531	15,14	14,93	21,3	42,8	0,092	21,4	11,8	0,072	0,045	13,56	8,47
BZ-9	1,830	0,599	16,96	16,44	21,8	49,1	0,167	32,6	28,8	0,139	0,129	23,21	21,54
BZ-11	1,845	0,702	15,64	15,14	22,0	46,7	0,124	22,8	13,5	0,078	0,058	11,25	8,26
BZ-15	1,650	0,688	15,23	16,32	21,7	45,8	0,121	24,3	17,6	0,079	0,065	11,48	9,45

IIIc. Šišky 1990 - průměrné hodnoty - 1990 cones - average values

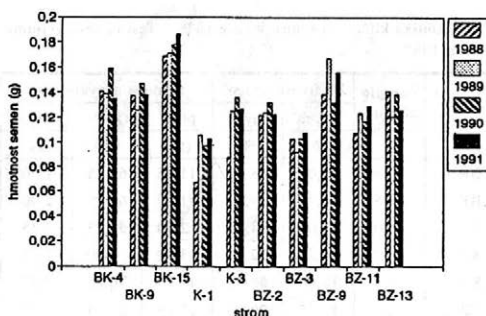
Strom č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BK-4	1,738	0,942	15,46	16,98	22,2	46,1	0,159	34,4	24,9	0,138	0,107	14,65	11,36
BK-9	1,756	0,907	15,27	15,88	21,2	44,2	0,147	34,9	19,1	0,117	0,089	12,90	9,81
BK-15	2,013	1,188	17,12	19,11	23,1	58,0	0,178	41,5	28,9	0,152	0,123	12,79	10,35
K-1	1,196	0,562	14,22	14,88	21,6	49,3	0,097	21,6	12,1	0,061	0,039	10,85	6,94
K-3	2,108	1,165	17,03	19,98	22,3	43,5	0,136	20,3	14,2	0,067	0,048	5,75	4,30
BZ-2	1,483	0,954	16,00	16,11	22,6	57,3	0,132	28,3	13,8	0,111	0,056	11,53	5,87
BZ-3	1,431	0,526	15,38	14,82	21,8	46,1	0,103	24,3	10,8	0,079	0,039	15,02	7,41
BZ-9	1,036	0,658	15,01	14,48	21,5	54,2	0,132	30,8	18,8	0,107	0,079	16,26	12,01
BZ-11	0,892	0,681	15,37	14,23	22,2	45,3	0,117	23,4	11,3	0,077	0,038	11,31	5,58
BZ-15	1,624	0,807	15,91	16,66	21,8	43,2	0,139	30,6	21,3	0,101	0,081	12,52	10,04

IIId. Šišky 1991 - průměrné hodnoty - 1991 cones - average values

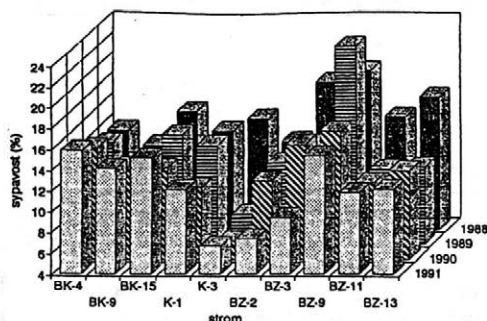
Strom č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BK-4	1,417	0,740	15,11	16,42	22,2	47,4	0,135	36,5	24,3	0,117	0,084	15,81	11,35
BK-9	1,623	0,863	15,09	16,01	21,3	46,3	0,138	31,7	23,5	0,122	0,108	14,14	12,51
BK-15	2,043	1,046	17,09	19,00	23,3	63,2	0,186	46,2	31,6	0,159	0,120	15,20	11,47
K-1	1,328	0,537	14,23	14,79	21,4	46,3	0,103	19,8	13,3	0,065	0,048	12,10	8,94
K-3	2,714	1,128	17,54	20,08	21,9	41,9	0,127	22,1	7,2	0,075	0,030	6,65	2,66
BZ-2	1,941	0,829	15,59	17,12	22,8	60,4	0,123	23,1	9,3	0,061	0,036	7,36	4,34
BZ-3	1,296	0,544	15,68	14,47	21,4	45,3	0,108	21,1	8,2	0,051	0,023	9,38	4,23
BZ-9	1,728	0,787	16,69	16,22	21,3	55,0	0,156	33,3	19,9	0,121	0,079	15,37	10,04
BZ-11	1,775	0,673	19,99	16,74	21,7	48,9	0,120	24,5	12,1	0,079	0,043	11,73	6,39
BZ-15	1,862	0,713	15,34	16,39	22,0	46,3	0,126	25,7	16,3	0,086	0,063	12,06	8,83



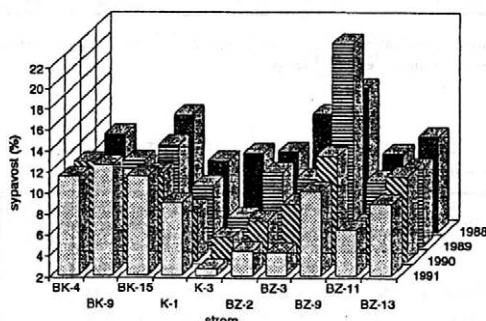
1. Průměrná hmotnost šišek – Average weight of cones



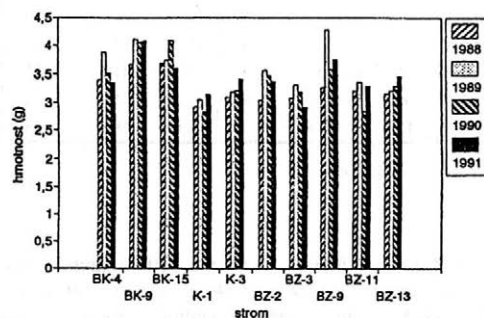
2. Průměrná hmotnost semen – Average weight of seeds



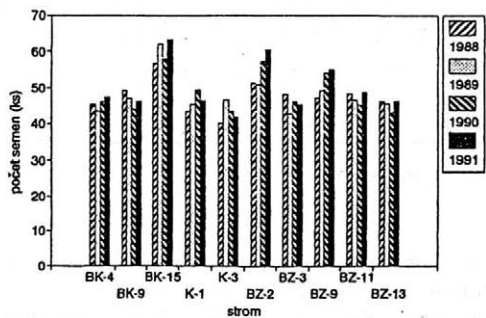
3. Syrovost semen čistých – Yield of pure seeds



4. Syrovost semen plných – Yield of plump seeds



5. Absolutní hmotnost 1000 semen – Absolute weight of 1,000 seeds



6. Průměrný počet semen v šišce – Average seed number per cone

ký je podíl prázdných semen, vždy více než 50 %, u K-1 76,25 % a u K-3 dokonce 79,0 %. Dost nízký je počet semen shnilých - maximálně do 3 %.

V r. 1989 byla energie klíčení ještě nižší než v r. 1988, dosahovala maxima 4,0 % u BZ-9. Klíčivost semen čistých byla opět nejvyšší u stromu BK-15 (61,00 %), nejnižší u K-1 (8,25 %). Nejvyšší klíčivost semen plných byla u BZ-9 (92,13 %) a u BK-4 (90,73 %). Vysoký byl podíl prázdných semen - u nejlepšího osiva BK-15 (29,75 %), u nejhoršího K-1 (83,50 %). Shnilých semen bylo opět velmi málo.

V r. 1990 byla energie klíčení na úrovni r. 1989, maximálně 4,5 % u stromu BK-4. Klíčivost semen čistých byla nejvyšší opět u BK-15 (47,25 %), přibližují se mu BZ-9 (43,00 %) a BK-4 (41,00 %). Nejnižší byla u K-1 (15,25 %). Klíčivost semen plných byla nejvyšší u K-1 (93,85 %) těsně před BK-15 (93,10 %). Tradičně byl vysoký počet prázdných semen, kromě BK-15 (48,25 %) u ostatních nad 50 %. Shnilá semena maximálně do hodnoty 3,25 % u BZ-15.

V r. 1991 byla energie klíčení podstatně vyšší než v letech předešlých (o 100 % a více), nejvyšší u BZ-9

IVa. Zkouška klíčivosti semen v roce 1988 – Test of seed germination in 1988

Strom ¹ č.	Energie klíčení ² (%)	Klíčivost semen ³		Semena nevyklíčená ⁴		
		čistých ⁵ (%)	plných ⁶ (%)	plná ⁶ (ks)	prázdná ⁷ (ks)	shnilá ⁸ (ks)
BK-4	4,25	24,00	68,09	11,25	63,25	1,50
BK-9	3,75	16,75	59,29	11,50	69,75	2,00
BK-15	4,00	42,00	94,38	2,50	53,25	2,25
K-1	1,00	6,25	32,47	13,00	79,00	1,75
K-3	2,25	13,00	55,91	10,25	76,25	0,50
BZ-2	3,25	11,25	29,22	27,25	59,75	1,75
BZ-3	2,00	20,50	56,94	15,50	61,50	2,50
BZ-9	6,50	31,25	73,53	11,25	56,00	3,00
BZ-11	4,00	18,75	61,98	11,50	68,25	1,50
BZ-15	3,50	26,00	81,98	5,75	67,25	1,00

¹tree, ²germination power, ³seed germination, ⁴nongerminated seeds, ⁵pure, ⁶plump, ⁷empty, ⁸decayed

IVb. Zkouška klíčivosti semen v roce 1989 – Test of seed germination in 1989

Strom ¹ č.	Energie klíčení ² (%)	Klíčivost semen ³		Semena nevyklíčená ⁴		
		čistých ⁵ (%)	plných ⁶ (%)	plná ⁶ (ks)	prázdná ⁷ (ks)	shnilá ⁸ (ks)
BK-4	2,00	46,50	90,73	3,75	48,00	1,75
BK-9	1,25	26,25	68,62	12,00	60,25	1,50
BK-15	1,00	61,00	87,14	9,00	29,75	0,25
K-1	0,00	8,25	71,74	3,25	85,75	2,75
K-3	0,00	12,50	80,64	3,00	83,50	1,00
BZ-2	1,25	22,25	64,49	12,25	64,25	1,25
BZ-3	0,75	29,00	59,79	19,50	51,00	0,50
BZ-9	4,00	49,75	92,13	4,25	44,50	1,50
BZ-11	2,25	31,50	83,44	6,25	60,25	2,00
BZ-15	2,00	29,00	77,33	8,5	61,25	1,25

For 1 - 8 see Tab. IVa

IVc. Zkouška klíčivosti semen v roce 1990 – Test of seed germination in 1990

Strom ¹ č.	Energie klíčení ² (%)	Klíčivost semen ³		Semena nevyklíčená ⁴		
		čistých ⁵ (%)	plných ⁶ (%)	plná ⁶ (ks)	prázdná ⁷ (ks)	shnilá ⁸ (ks)
BK-4	4,50	41,00	87,70	5,75	51,00	2,25
BK-9	3,75	32,25	92,14	2,75	63,25	1,75
BK-15	6,00	47,25	93,10	3,50	48,25	1,00
K-1	1,25	15,25	93,85	1,00	81,75	2,00
K-3	3,25	16,75	89,33	2,00	79,50	1,75
BZ-2	4,00	26,50	74,13	9,25	64,00	0,25
BZ-3	3,75	16,50	58,41	11,75	71,25	0,50
BZ-9	3,75	43,00	90,53	4,50	51,50	1,00
BZ-11	2,50	17,25	59,48	11,75	69,25	1,75
BZ-15	3,25	23,50	78,33	6,5	66,75	3,25

For 1 - 8 see Tab. IVa

IVd. Zkouška klíčivosti semen v roce 1991 – Test of seed germination in 1991

Strom ¹ č.	Energie klíčení ² (%)	Klíčivost semen ³		Semena nevyklíčená ⁴		
		čistých ⁵ (%)	plných ⁶ (%)	plná ⁶ (ks)	prázdná ⁷ (ks)	shnilá ⁸ (ks)
BK-4	9,75	31,75	72,57	12,00	54,25	2,00
BK-9	7,00	39,50	98,75	0,50	58,75	1,25
BK-15	6,25	51,75	98,57	0,75	46,75	0,75
K-1	6,75	14,25	66,28	7,25	78,25	0,25
K-3	5,00	27,75	93,28	2,00	69,50	0,75
BZ-2	4,00	18,25	48,67	19,25	61,25	1,25
BZ-3	7,50	24,50	61,63	15,25	58,00	2,25
BZ-9	15,75	54,00	91,91	4,75	41,00	0,25
BZ-11	8,50	19,25	71,96	7,50	71,75	1,50
BZ-15	12,75	32,00	80,00	8,00	58,25	1,75

For 1 - 8 see Tab. IVa

(15,75 %), průměrně kolem 7 %. Klíčivost semen čistých byla nejvyšší u stromu BZ-9 (54,00 %), těsně následoval BK-15 (51,75 %). Nejvyšší klíčivost semen plných měl BK-9 (98,75 %). Podíl prázdných semen byl kromě BZ-9 (41,0 %) a BK-15 (46,75 %) vždy vyšší než 50 %. Shnilá semena do maximální hodnoty 2,25 % u BZ-3.

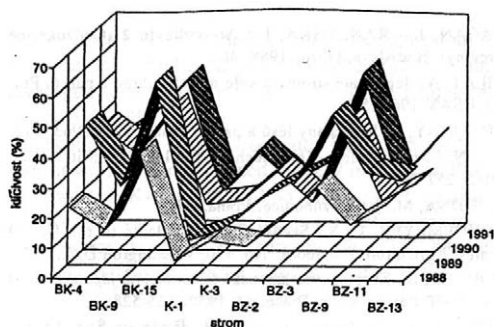
Celkově lze jako nej kvalitnější osivo hodnotit semena ze stromů BK-15, BZ-9 a BZ-15. Nejhorší osivo bylo ze stromů K-1 a K-3. Životnost semen byla určována řezem - tab. IVa až IVd - počet semen nevyklíčených plných. Nejvyšší počet byl zjištěn v roce 1988 u BZ-2 (27,25 %). Jinak se hodnoty pohybují od 1 do 20 %.

Stanovená průměrná klíčivost semen čistých u domácího osiva byla 30 %. Ve srovnání s údaji S o u č k a (1985) - 19,3 % byla o 30 % vyšší, ovšem při porovnání s osivem z Japonska (39,8 %) je o 25 %

nižší. Také proti údajům R a f n a (1915), který udává klíčivost osiva z Dánska 73 %, z Japonska 49 % a z Itálie 40 %, je nižší. Pravděpodobně je to způsobeno kontinentálnější klimatem - nízkými teplotami v zimním období, kdy kryptomerie kvete.

Semena začala klíčit až devátý den, většinou ještě později. Maximální klíčivost byla mezi 21. a 28. dnem. Rozhodně nelze potvrdit údaje M i t i s k o v é (1986), že kryptomerie klíčí pátý až sedmý den. Výsledky odpovídají spíše údajům W a l t e r a (1978). V případě začlenění kryptomerie do ČSN navrhuji pro stanovení energie klíčení termín 15. den a pro klíčivost 42. den. Není však zcela vyloučeno, že posun počátku klíčení semen mohlo způsobit nedokonalé skladování osiva.

Grafické znázornění klíčivosti semen čistých i plných je na obr. 7 a 8.



7. Klíčivost semen čistých – Germination of pure seeds

STANOVENÍ ABSOLUTNÍ HMOTNOSTI SEMEN

Absolutní hmotnost semen kolísá mezi 3 až 4 g. Nejvyšší hodnota byla zjištěna v roce 1989 u stromu BZ-9 (4,29 g), nejnižší u K-1 v r. 1990 (2,83 g). V letech 1989 až 1991 vykazovalo nejvyšší hodnoty absolutní hmotnosti s průměrem přes 4 g osivo ze stromu BK-9. Průměrná absolutní hmotnost byla ve sledova-

V. Absolutní hmotnost semen – Absolute seed weight

Strom ¹ č.	1988	1989	1990	1991	Průměr ²
BK-4	3,41	3,88	3,52	3,35	3,54
BK-9	3,67	4,11	4,06	4,08	3,97
BK-15	3,69	3,75	4,09	3,61	3,79
K-1	2,92	3,05	2,83	3,14	2,99
K-3	3,09	3,19	3,21	3,42	3,23
BZ-2	3,03	3,56	3,47	3,37	3,36
BZ-3	3,08	3,31	3,19	2,91	3,12
BZ-9	3,26	4,29	3,58	3,76	3,72
BZ-11	3,21	3,36	2,85	3,29	3,18
BZ-15	3,16	3,21	3,29	3,46	3,28

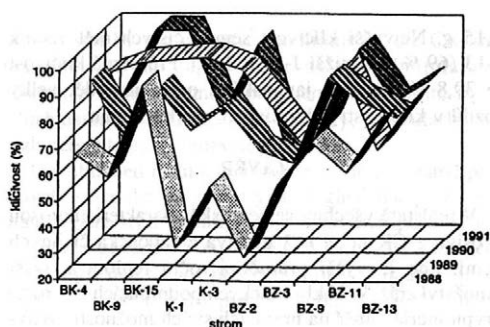
¹tree, ²average

ném období 3,42 g, což odpovídá počtu semen v 1 kg asi 292 000. Při srovnání s průměrnou absolutní hmotností semen z Japonska tato byla o 15 % vyšší. Také RAFN (1915) udává absolutní hmotnost semen 4 g. Grafické vyjádření absolutní hmotnosti semen obsahuje obr. 5.

OSIVO Z JAPONSKA

V r. 1990 se podařilo získat vzorek semen z japonských výběrových stromů.

Podíl čistých semen je poměrně vysoký, průměr je 82,86 % hmotnosti vzorků. Semena poškozená hmyzem tvoří 0,85 % . V tab. je zvláště rozlišena skupina nevyvinutých semen (součást nečistot ve vzorku). Tato semena mají průměrně podíl 6,21 % na hmotnosti vzorků.



8. Klíčivost semen plných – Germination of plump seeds

VI. Čistota osiva 1990 (v procentech hmotnosti vzorku) – 1990 seed purity (in per cent of sample weight)

Strom ¹ č.	Semena čistá ²	Semena mechanicky poškozená ³	Semena poškozená hmyzem ⁴	Semena nevyvinutá ⁵	Nečistoty ⁶
JK-1	68,96	11,28	1,53	5,88	12,35
JN-1	81,05	0,67	0,61	15,17	2,50
J-2	70,70	20,94	0,31	6,17	1,88
J-3	76,72	14,37	0,46	5,91	2,54
J-6	82,73	10,01	0,10	5,42	1,74
J-7	90,91	0,57	2,33	4,43	1,76
J-11	94,97	0,80	0,00	3,11	1,12
J-13	79,84	12,95	1,59	4,80	0,82
J-17	89,65	0,50	1,42	6,92	1,51
J-24	93,07	1,74	0,14	3,40	1,65
x	82,86	7,38	0,85	6,12	2,78

¹tree, ²pure seeds, ³mechanically damaged seeds, ⁴seeds damaged by insects, ⁵undeveloped seeds, ⁶impurities

VII. Absolutní hmotnost semen a klíčivost čistých semen – Absolute seed weight and germination of pure seeds

Strom ¹ č.	Absolutní hmotnost ² (g)	Klíčivost ³ (%)
JK-1	5,43	28
JN-1	4,46	36
J-2	5,35	67
J-3	3,56	24
J-6	3,45	32
J-7	3,79	58
J-11	4,40	27
J-13	3,67	69
J-17	3,70	23
J-24	3,68	34
r	4,15	39,8

¹tree, ²absolute weight, ³germination

Maximální absolutní hmotnost semen je u vzorku JK-1 (5,43 g), minimální u vzorku J-6 (3,45 g). Průměrná absolutní hmotnost semen všech vzorků je

4,15 g. Nejvyšší klíčivost semen čistých měl vzorek J-13 (69 %), nejnižší J-17 (23 %). Průměrná klíčivost je 39,8 %. Také u japonského osiva je vidět velký rozdíl v klíčivosti jednotlivých vzorků semen.

ZÁVĚR

V podstatě všechny semenářské charakteristiky jsou u osiva z ČR horší než u osiva z Japonska či jiných zemí, kde je vyšší průměrná roční teplota a vyšší množství srážek. V klimatických podmínkách ČR roste kryptomerie téměř na hranicích svých možností, ovlivněna především nedostatkem srážek a nízkými zimními teplotami; tím je zřejmě ovlivněna i kvalita osiva.

Přesto však můžeme dosažené výsledky hodnotit pozitivně, vždyť sypanost semen čistých přes 10 % a zejména klíčivost semen čistých 30% nám umožňuje zajištění generativní reprodukce z aklimatizovaných exemplářů, tedy získání klíčivého osiva pro potřeby praxe v České republice.

Literatura

- BENČAĚ, F.: Atlas rozšíření cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Bratislava, Veda 1982.
- DALLIMOR, W. - JACKSON, A. B.: Handbook of Coniferae and Ginkgoaceae, revised by HARRISSON S.G. London, Arnold 1966: 729.
- DOMIN, K.: Gymnospermae - Soustavný přehled žijících i vyhynulých rostlin nahosemenných. Praha, ČAVU 1938: 379.
- HIEKE, K.: Praktická dendrologie 1. Praha, SZN 1971.
- HIEKE, K.: České zámecké parky a jejich dřeviny. Praha, SZN 1984.
- HIEKE, K.: Moravské zámecké parky a jejich dřeviny. Praha, SZN 1985.
- CHMELÁŘ, J.: Arboretum Lesnické fakulty VŠZ v Brně. Brno, 1971.
- CHMELÁŘ, J.: Dendrologie s ekologií lesních dřevin 1 - Jehličnany. Praha, SPN 1986.
- IGARASHI, Y.: Pollen incidence and wind transport in central Hokkaido. Research Bull. of the Coll. Experiment. Forests Hokkaido Univ., 44, 1987: 477-506.
- ITOO, S. - KATSUTA, M.: Seed productivity in the miniature seed orchards of *Cryptomeria japonica* D. Don. Jour. Jap. For. Soc., 68, 1986: 284-288.
- KAVKA, B.: Zhodnocení hlavních druhů jehličnatých dřevin z hlediska jejich využití v zahradnické a krajinářské architektuře. Acta Pruhoniciana, 1969.
- KIM, J. W. et al.: Studies on the distribution, suitable sites in Korea and planting methods of *Cryptomeria japonica* D. Don, *Chamaecyparis obtusa* Endl. Research rep. Forest Res. Instit. Korea, 30, 1983: 41-88.
- KLIKA, J. - NOVÁK, F. - ŠIMAN, K. - KAVKA, B.: Jehličnaté. Praha, ČSAV 1953.
- LOONEY, W. - DUFFIELD, J.: Proliferated cones of Douglas fir. Forest Serv., 2, 1958.
- MITCHELL, A. F. - HALLET, V. E. - WHITE, J. E. J.: Champion trees in the British Isles. Forestry Commission Field, Book 10, London, 1990.
- MITISKOVÁ, I.: Zhodnocení růstu kryptomerie japonské (*Cryptomeria japonica* Don) na příkladu v podmínkách ŠLP VŠZ Křtiny. [Diplomová práce.] LF VŠZ Brno, 1986.

PAGAN, J. - RANDUŠKA, D.: Atlas dřevin 2 (Cudzokrajné dřeviny). Bratislava, Obzor 1988: 406.

PILÁT, A.: Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků. Praha, ČSAV 1964: 508.

POKORNÝ, J.: Jehličnany lesů a parků. Praha, SZN 1963: 312.

RAFN, J.: Forstsamen - Untersuchung für 1914/15. Mitt. DDG, 1915: 257-260.

ROUDNÁ, M.: Park Průhonice. Praha, 1985.

SCHOPMEYER, C. S.: Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook, No. 450, Washington D.C., 1974.

SOUČEK, B.: Kryptomerie japonská (*Cryptomeria japonica* Don) jako lesní dřevina. Lesn. Práce, 51, 1972: 525-528.

SOUČEK, B.: Pěstování cizokrajných dřevin na ŠLP Křtiny. Křtiny, 1985.

SVOBODA, A. M.: Introdukce okrasných jehličnatých dřevin. Praha, Academia 1976: 122.

TRUHLÁŘ, J. et al.: Soupis cizokrajných dřevin v oblasti ŠLP Křtiny. VŠZ Brno, 1973.

TRUHLÁŘ, J. et al.: Soupis cizokrajných dřevin v oblasti ŠLP Křtiny. Křtiny - VŠZ Brno, 1987.

TSURUMI, K. - OHBA, K. - MURAI, M.: Possible incomplete dominant inheritance of male strobili color in sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don). Jour. Jap. For. Soc., 70, 1988: 39-41.

TUCOVIČ, A. - STILINOVIČ, S.: Proliferacija šišarica kryptomeriji (*Cryptomeria japonica* Don.). Glasnik prirodnačkog muzeja Beograd, Serija B, knjiga 28, 1973: 81-89.

ÚRADNÍČEK, L.: Ocenka introdukcií vida *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don v učebnom leschoze Kržtiny. Folia dendrol., 18, Bratislava, SAV 1991: 147-151.

VIDAKOVIČ, M.: Četinjače, morfologija i varijabilnost. Zagreb, JAZU 1982.

WALTER, V.: Rozmnožování okrasných stromů a keřů. Praha, SZN 1978.

ČSN 48 1211: Zkoušky jakosti plodů a semen. Praha, 1972.

ČSN 48 1211: Jakost plodů a semen lesních dřevin. Praha, 1972.

Došlo 23. 3. 1994

ÚRADNÍČEK, L. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno): *Evaluation of generative reproduction of the species Cryptomeria japonica D. Don in the Brno area.* Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (9): 383-391.

Seed samples of Japan cedar were evaluated in the years 1988-1992. Seed was taken from the fertile specimens growing in the area of Křtiny arboretum (K-1, K-3), on plots of the University of Agriculture at Brno (BZ-2 to BZ-15) and at the U buku locality (BK-4 to BK-9).

Pursuant to the standard ČSN 48 1211, quality of fruits and seeds in these samples was tested, aimed mainly at determination of seed purity, seed yield and seed germination. The obtained basic seed characteristics of inland seed were compared with seed from Japanese plus-trees.

It is interesting that no seeds damaged by insects or fungi were found in the course of observations; there was no mechanical injury either. The high number of undeveloped seeds was conspicuous, 43% on average.

The samples K-1, BZ-2 and K-3 have the highest number of undeveloped seeds, in which the portion of undeveloped seeds was minimally 50% in the sample except K-3 in 1991.

Absolute seed weight fluctuates from 3 to 4 g, the highest value was determined in BZ-9 in 1989 (4.29 g), the lowest in K-1 in 1990 (2.83 g). The average absolute weight was 3.42 g in the period of observation, which corresponds to the seed number 292,000 per 1 kg. The best-quality seed was obtained from the trees BK-15, BZ-9, BZ-15 and BK-9. The lowest-quality seed was from the trees K-1 and K-3.

In general, all seed characteristics of the CR seed are worse than in the seed from Japan. The growth condi-

tions given by the climatic conditions of the CR are marginal for the Japan cedar as the precipitation amount is deficient and winter temperatures are low, which naturally influences seed quality, particularly the high percentage of undeveloped seeds.

The obtained results may however be evaluated positively since the pure seed yield higher than 10% and mainly pure seed germination higher than 30% allow to secure generative reproduction from acclimatized specimens, that means production of germinating seed for the needs of forestry practice in the Czech Republic.

Cryptomeria japonica; fertility; seed quality; germination

Kontaktní adresa:

Ing. Luboš Úradníček, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno



ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ FINANČNÍ LEASING
- ☐ ZPROSTŘEDKOVATELSKOU OBCHODNÍ ČINNOST
- ☐ PORADENSTVÍ V OBLASTI PODNIKÁNÍ, FINANCOVÁNÍ A ORGANIZACE

◆
ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2

tel.: 258 342 fax: 207 229
◆

METODICKÝ PŘÍSPĚVEK K ANALÝZE RADIÁLNÍHO RŮSTU KMENE A MODELOVÁNÍ ZÁVISLOSTI RŮSTU NA PODMÍNKÁCH PROSTŘEDÍ

P. Horáček

Práce je zaměřena na metodiku osvětlování vlivu vnějších faktorů prostředí na délku trvání a rychlost tvorby dřeva u smrku [*Picea abies* (L.) Karst.], vyjádřené radiálním růstem kmene. K radiálnímu růstu kmene je přístupováno jako ke kvantifikaci rychlosti buněčného dělení a rychlosti buněčného růstu. Metodicky je k simulování struktury letokruhu a procesu radiálního růstu kmene přístupováno na dvou úrovních - buněčné a orgánové, které určují i dva rozdílné typy modelů - empirický a mechanistický. Empirický model je založen na korelačních závislostech parametrů radiálního růstu na orgánové úrovni a charakteristik prostředí bez požadavku na pochopení odezvy systému na jeho strukturální úrovni. Mechanistický model je založen na pochopení chování systému na základě znalosti odezvy systému na podmínky prostředí na úrovni strukturálních komponent. Modely jsou popsány matematicky a předpokládáné kauzální závislosti se objevují ve stavových rovnicích určujících chování systému. Modelový přístup vychází ze současných znalostí mechanismů kontroly růstových procesů podmínkami prostředí a obecných postupů používaných v kvantitativní analýze růstu a dendrochronologii.

smrk; radiální růst; abiotické faktory; dendrochronologie; kvantitativní analýza růstu; růstový model; empirický model; mechanistický model; tvorba dřeva

Faktory prostředí, které limitují fyziologické a růstové procesy stromů, se trvale ukládají ve struktuře vytvářené biomasy, a stromy stavbou svých letokruhů stav prostředí doslova monitorují (Fritts, 1976; Schweingruber, 1983). Ve stavbě letokruhů tedy můžeme objevit zachycené klimatické změny (Fritts, 1976; Hughes et al., 1982; Brubaker, Cook, 1983; Briffa et al., 1990), změny ekologických podmínek v porostu (Fritts, Swetnam, 1989), geomorfologické změny prostředí včetně zeměřesení (Jacoby et al., 1988) a erupční aktivity (LaMarche, Hirschboeck, 1984; Yamaguchi, 1986; Scuderi, 1990), možný efekt zvýšené koncentrace CO_2 v ovzduší (Kienast, Luxmoore, 1988) a mnoho jiných vlivů způsobujících roční a sezonní kolísání parametrů růstu. Tuto variabilitu ve struktuře letokruhů, které kvantifikují radiální růst kmene, již delší dobu studuje dendrochronologie, dendroklimatologie a dendroekologie (Fritts, 1976; Schweingruber, 1983). Získaná data jsou analyzována moderními statistickými technikami (Cook, Kairiukstis, 1990) a používána pro rekonstrukci klimatu v minulosti (Fritts et al.,

1990; Brubaker, Cook, 1983; Graumlich, 1991) a hodnocení odezvy struktury letokruhů na klimatické změny (Fritts et al., 1991).

Tato práce je zaměřena na metodiku osvětlování vlivu vnějších faktorů prostředí na délku trvání a rychlost tvorby dřeva u smrku [*Picea abies* (L.) Karst.], která je vyjádřena radiálním růstem kmene. Účelem práce je nastínit způsoby, jak kvantifikovat faktory ovlivňující tvorbu dřeva během celé ontogeneze jedince. Data pocházející z trvalé výzkumné plochy (Rájec-Jestřebí, Dražanská vrchovina, 49° 29' s. z. š., 16° 43' v. z. d.) a jsou doplněna vlastními dendrochronologickými měřeními na téže ploše a ploše paralelní (Bílý Kříž, Moravskoslezské Beskydy, 49° 30' s. z. š., 18° 32' v. z. d.). Vyhodnocovaná data z výzkumné plochy v Rájci-Jestřebí zachycují časovou řadu měření z let 1981 až 1989 a zahrnují měření radiálního růstu kmene a klimatické a vlhkostní charakteristiky získané přímo na ploše. Anatomická měření radiálního růstu (histometrická analýza) nashromáždil Matovič (1985, 1990), klimatická data pořídili Žídek (1985), Mrkva (1985) a Pivec (1990), vodní režim stanoviště hodnotil Prax (1985) a Černý (osobní sdělení) a evapotranspiraci porostu měřil Pivec (1990).

Radiální růst byl měřen ve 14denních intervalech během vegetační sezony (V. - X.), použité klimatické charakteristiky a evapotranspirace byly měřeny v denních intervalech a vodní režim stanoviště byl měřen v týdenních intervalech. Pro umožnění vzájemného porovnávání různých veličin byly denní hodnoty klimatických charakteristik vyrovnány statistickými metodami s cílem zvýraznit dlouhodobější trend.

Dendrochronologická měření radiálního růstu zahrnují časové řady šířek letokruhů v Rájci za období let 1927 až 1989 a na Bílém Kříži za období 1887 až 1989.

VÝBĚR VZORNÍKŮ A ODBĚR VZORKŮ PRO HISTOMETRICKOU ANALÝZU

VÝBĚR STROMOVÝCH VZORNÍKŮ

Všechny stromy na pokusné ploše se nacházely ve stadiu dospělosti, a to ve střední části dospělosti, která je charakterizována postupným snižováním až stagnací výškového a tloušťkového růstu.

Z důvodu podchycení značné variability v tvorbě dřeva u jednotlivých stromů a po obvodu kmene v různých letech byl veškerý počet stromů na ploše

rozdělen do tří tloušťkových tříd o stejném počtu stromů. Každá z těchto tloušťkových tříd zároveň reprezentovala skupinu stromů se stejným sociálním postavením v porostu - podúroveň, úroveň a nadúroveň. Z každé tloušťkové třídy pak byly každoročně vybrány tři vzorníky jako průměrné stromy třídy na základě vypočteného průměrného kmene třídy. Celkem tedy bylo vždy vybráno z celé plochy devět vzorníků. Pro zmenšení vlivu přirozené variability byl odběr plánován s cílem zabezpečit stejné podmínky v jednotlivých letech.

ODBĚR, ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA VZORKŮ

Vzorky pro sledování radiálního růstu (aktivity kambia a diferenciace elementů xylému) byly odebírány modifikovaným raznicovým přístrojem. Odběry vzorků byly prováděny ve výšce 1,30 m a organizovány tak, aby byly odebírány rovnoměrně po celém obvodu stromu a byly od sebe vzdáleny více než 1 cm (Wodzicki, Zajaczkowski, 1970). V každé tloušťkové třídě byl odběr na vzorcích prováděn tak, že u druhého a třetího vzorníku bylo místo počátku odběru posunuto o jednu třetinu obvodu kmene předešlého vzorníku ve směru hodinových ručiček. Tento způsob odběru měl do určité míry odstranit event. nepravidelnost v tvorbě dřeva po obvodu kmene, resp. omezit vliv excentrické tvorby dřeva na měřené hodnoty. Odběr vzorků byl na ploše prováděn v pravidelných 14denních intervalech v průběhu vegetačního období (V. - X.). Po odběru byly vzorky ukládány do fixační směsi FAA (formaldehyd - kyselina octová - etanol) na dobu 24 hodin. Pro kontrolu přesnosti měření byl v letech 1986 až 1989 současně na stejných vzorcích měřen radiální růst páskovým dendrometrem, kterým se měřil obvodový růst. Výsledky z obou typů měření (mikroskopického a dendrometru) vykazovaly stejný průběh radiálního růstu.

Radiální růst byl sledován na mikroskopických preparátech zhotovených z odebraných vzorků ve 14denních intervalech běžným postupem (Němec, 1962; Wodzicki, 1971). Na každém preparátu bylo provedeno pět měření v pěti paralelních liniích. Sledovány byly následující charakteristiky: průměrná šířka kambialní zóny, počet tracheid ve vrstvě radiálně se rozšiřujícího, sekundárně tloustnoucího a zralého xylému, průměrná šířka těchto vrstev a růst lýka. Součet počtu tracheid v jednotlivých fázích buněčného růstu pak dával celkový počet vytvořených tracheid; součtem šířek těchto vrstev byl vypočten celkový radiální růst. Fáze embryonálního růstu nebyla hodnocena, protože v kambialní zóně nebyly odlišovány kambialní iniciály a mateřské buňky dřeva. Tracheidy byly sledovány tedy až poté, co se objevily v zóně diferenciální vně kambialní zóny.

Měření v časových intervalech byla vyhodnocena jako aritmetické průměry pro jednotlivé stromy a tloušťkové (sociální) třídy.

DENDROCHRONOLOGICKÁ ANALÝZA

VÝBĚR VZORNÍKŮ A ODBĚR VZORKŮ

Na každé ploše (v Rájci i Bílém Kříži) bylo vybráno 15 úrovních nebo nadúrovních stromů smruku zepilého v sociologicky homogenní skupině. Z každého stromu bylo Presslerovým nebožezem v 1,30 m odebráno po dvou vývrtech ve směru vertikály po svahu. Při pokojové teplotě (vlhkost dřeva 8 %) bylo provedeno měření šířek letokruhů. Šířky letokruhů byly měřeny na Eklundově letokruhovém analyzátoru s přesností na 0,01 mm. Do průměrné časové řady šířek letokruhů na každé lokalitě bylo zahrnuto všech 15 stromů, tj. 30 vývrťů. Variabilita tohoto parametru mezi stromy na stanovišti se pohybovala kolem 30 %. Vlastní měření bylo provedeno podle metodik vypracovaných Vinšcem (1961), Polanschützem (1971), Frittssem (1976) a Schweingruberem (1983). Získaná data byla verifikována cross-datingem (Stokes, Smiley, 1968) a standardizována negativní exponenciální funkcí (Warren, 1980; Bräker, 1981). Další detaily je možné nalézt v pracích Eckstein, Krause (1989), Cook et al. (1987), Cook, Kairiukstis (1990).

HODNOCENÍ RADIÁLNÍHO RŮSTU

Pro jakékoliv posuzování determinace a ovlivňování růstového rytmu dřevin vycházíme z následujících předpokladů (Hari, 1972; Robertson, 1968):

- roční růstový rytmus je kvantitativní a v tomto pojetí představuje stav vývoje růstu. Je to numerická hodnota proměnné v čase $f(x(t))$;
- roční růstový rytmus je kumulativní, a v tomto pojetí představuje kvalitativní vyjádření stavu vývoje. Toto vyjádření v sobě zahrnuje hodnoty jiné proměnné, jde o derivaci funkce stavu vývoje, $f'(x(t))$;
- růst a vývoj jsou v každém okamžiku regulovány převládajícími a limitujícími stanovištními faktory.

Na základě předcházejících předpokladů můžeme formulovat modelový postup, který nám osvětlí determinaci a regulaci ročního růstového rytmu.

Studované objekty a procesy s vnitřní strukturovaností na řadě hierarchických úrovní se vyznačují značnou složitostí a proto je k jejich studiu použit systémový přístup. Pro tento přístup je charakteristické, že volbou prvků systému je určena i hloubka i podrobnost, s jakou se bude daná problematika studovat (Pazourek, 1992).

Dynamika ročního radiálního růstu a vlastní měřistematická aktivita kambia jsou nejčastěji analyzovány na sigmoidní křivce (Wilson, 1964; Matouš, 1985, 1990; Janouš, 1990). Rozlišovací úroveň podle typu biologického objektu se pohybuje buď na úrovni orgánu (xylogeneze), nebo buňky (embryonální fáze růstu). Při sestavování systému je potřeba oddělit zkoumané jevy od jevů nesledovaných, tj. oddělit systém od jeho okolí. Vstupní veličiny cha-

rakterizují vnější prostředí (klimatické charakteristiky), výstupní veličiny popisují projevy růstu (radiálního růstu). Stav tohoto systému pak charakterizuje intenzita mitotické aktivity kambia a rychlost jednotlivých fází růstu. K radiálnímu růstu kmene je přístupováno jako ke kvantifikaci rychlosti buněčného dělení a rychlosti buněčného růstu. Metodicky je možné přistupovat k simulování struktury letokruhu a procesu radiálního růstu kmene ze dvou pohledů, které určují i dva rozdílné typy modelů - empirický a mechanistický (Thornley, 1976). Empirický model je založen na korelačních závislostech parametrů radiálního růstu na organové úrovni (šířka letokruhu, počet buněk letokruhu v radiální linii, hustota dřeva) a charakteristik prostředí (např. měsíčních klimatických hodnot) bez požadavku na pochopení odezvy systému na jeho strukturální úrovni. Druhý typ modelového přístupu je založen na pochopení chování systému na základě znalosti odezvy na úrovni strukturálních komponent. Model je popsán matematicky a předpokládá kauzální závislosti se objevují ve stavových rovnicích popisujících chování systému. Mechanistický model vychází z denních hodnot klimatických dat jako limitujících a modelujících faktorů ovlivňujících radiální růst dřevin (Fritts et al., 1991); tento typ modelu je testován srovnáváním odhadnutých hodnot s hodnotami měřenými.

KVANTITATIVNÍ ANALÝZA RADIÁLNÍHO RŮSTU

Kvantitativní analýza růstu umožňuje sledovat vytváření biomasy rostliny v průběhu času a tak zjišťovat, jak se na jejich růstu projevují vnější a vnitřní faktory (Evans, 1972; Slavíková, 1986). Analýza může být prováděna na rozličných úrovních, přesto je možné odlišit vlastní procesy a vlastnosti, které je charakterizují. V případě rostlinného procesu - růstu - můžeme za průvodní vlastnosti považovat vnitřní strukturu, vnější tvar, velikost objektu, počet strukturálních jednotek a mnohé další. V případě radiálního růstu je tento charakterizován 1. celkovou šířkou a hustotou letokruhu a 2. počtem a velikostí jednotlivých strukturálních jednotek, buněk. Tyto vlastnosti růstu považujeme za druhově dané a jejich variabilita závisí na faktorech prostředí, které limitují biologické procesy, což se následně projevuje v pozmeněné struktuře letokruhu.

POUŽITÍ ASYMPTOTICKÝCH FUNKCÍ

Jednotlivé buňky, orgány i celé rostliny podléhají zákonitosti Sachsovy velké periody růstu (VPR), kdy je rychlost růstu nejdříve pomalá, potom se zrychluje a nakonec opět zpomalí. Průběh VPR závisí na vnějších podmínkách a zasahují-li faktory prostředí do růstových procesů výrazněji, růstová křivka nemusí být jen jednovrcholová. Integrací VPR dostáváme sigmoidní růstovou křivku. Integrace je obsažena v popisu všech biologických jevů. Je jakousi přirozenou pamětí

poslední předcházející situace systému, na niž následující bezprostředně navazuje a vytváří tak charakteristickou tendenci ke spojitosti změn v čase (Pazourek, 1992). Výsledná hodnota závisle proměnné díky akumulaci asimilátů postupně narůstá, ale v důsledku omezené roční periody růstu se blíží asymptotické hodnotě, která představuje možnou kapacitu závislou na podmínkách prostředí. Těto definici vyhovují asymptotické funkce.

Všem běžně používaným asymptotickým funkcím integrovaným podle času je společný obecný tvar (Hunt, 1982):

$$Y = \alpha + \beta \gamma^T \quad (1)$$

kde: Y - závisle proměnná,
 γ - exponenciální závislost,
 α a β - koeficienty funkce,
 T - kvantifikátor času.

V růstové analýze se nejčastěji používají následující funkce (Hunt, 1982):

- monomolekulární: $Y = a + abe^{-cT}$ (2)

$$Y = a(1 - be^{-cT}) \quad (3)$$

- logistická: $\frac{1}{Y} = \frac{1}{a} + \frac{b}{a} e^{-cT}$ (4)

$$Y = a/(1 + be^{-cT}) \quad (5)$$

- Gompertzova: $\log_e Y = \log_e a + be^{-cT}$ (6)

$$Y = ae^{-be^{-cT}} \quad (7)$$

- Richardsova: $Y^{1-d} = a^{1-d} + be^{-cT}$ (8)

$$Y = a(1 \pm e^{(b-cT)})^{-\frac{1}{d}} \quad (9)$$

kde: Y - závisle proměnná,
 a, b, c, d - parametry funkce,
 T - nezávisle proměnná představující čas.

Matematické zápisy funkcí (3), (5), (7) a (9) jsou úpravami obecnějších zápisů funkcí (2), (4), (6) a (8) vycházejících ze základní rovnice asymptotické funkce (1).

Monomolekulární funkce (3) je nejjednodušší asymptotickou funkcí a její průběh se podobá funkci logaritmické. Funkce nemá inflexní bod, což omezuje použití jen na speciální případy (růst orgánu).

Logistická funkce (5), někdy nazývaná autokatalytickou funkcí (Hunt, 1982), je jednou z nejrozšířenějších funkcí používaných v ekologii pro modelování změn v počtu jedinců uvnitř populace (Solomon, 1976). Ekologická interpretace koeficientů vedla k definici rozdílných bionomických strategií organismů, r- a K-strategií. Koeficient c představuje počáteční rychlost růstu a vyjadřuje r-strategii, koeficient a představuje nosnou kapacitu prostředí a vyjadřuje K-strategii. Koeficient b charakterizuje relativní rychlost růstu (RGR). Použití této funkce v růstové analýze rostlin však omezuje fakt, že inflexní bod funkce je umístěn symetricky. Funkce tedy nezohledňuje rozdílné rychlosti během růstového procesu vyjádřené rozdílnou strmostí křivky růstové rychlosti před dosažením maxima a po něm.

Gompertzova funkce (7) je naopak funkcí asymetrickou a umístění inflekčního bodu T_I v čase závisí na koeficientech b a c (Hunt, 1982):

$$T_I = \frac{\log_e b}{c} \quad (10)$$

Vzhledem k tomu, že většina růstových procesů je charakterizována maximální rychlostí růstu v intervalu $<t/3; t/2>$ (Richards, 1969), použití nesymetrické funkce je vhodnější.

Richardsova funkce (9) má na rozdíl od předešlých tří funkcí parametry čtyři. Ty umožňují pružné přizpůsobování jak inflekčního bodu, tak i strmosti funkce. Porovnáním průběhů a chování jednotlivých funkcí (14 - 20) byla pro analýzu sigmoidního průběhu roční růstové křivky vybrána funkce Gompertzova (7), která je funkcí asymetrickou a vzhledem k funkci Richardsově i jednodušší.

Relativní růstová rychlost (RGR), se kterou jsme se setkali při interpretaci koeficientů asymptotických funkcí, představuje nárůst závislé stavové proměnné za určitý časový interval vztahovaný ke konečné hodnotě, a v dalším textu ji budeme značit jako μ

$$\mu = \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} \quad (11)$$

Střední (průměrná) hodnota relativní rychlosti růstu $\bar{\mu}$ pro konečný časový interval $<t_1; t_2>$, např. pro celé vegetační období, je dána vztahem

$$\bar{\mu} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad (12)$$

Tento vztah má obecnou platnost a nezávisí ani na konkrétním průběhu růstové křivky, ani na změnách skutečné velikosti hodnoty RGR v čase mezi t_1 a t_2 (Evans, 1972; Slavíková, 1986).

Pochopení chování systému směřuje k matematickému vyjádření určitých podstatných vlastností biologického objektu. K tomu je třeba definovat systém jako soubor matematicky vyjádřených funkcí mezi vhodně zvolenými veličinami, které toto chování charakterizují. Pro takové systémy formulované pomocí matematicky vyjádřených funkcí se vžil označení matematické modely.

ZPOŽDĚNÍ BIOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ V ČASE

Při hodnocení odezvy růstu na změny ekologických podmínek, které reprezentují často více proměnných (teplota, půdní vlhkost, radice, délka dne aj.), jsou statistické závislosti používané při vícenásobných regresích platné pouze za ustálených podmínek:

$$y(t) = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \quad (13)$$

kde: $y(t)$ - růstová odezva v čase t ,
 $x_1, x_2, \dots, x_n$ - hodnoty faktorů prostředí.

Tímto způsobem lze hodnotit změny, které nevykazují žádný trend; jde o změny s periodou kratší než je perioda hodnoceného procesu. Biologické systémy

však reagují na podněty z prostředí s určitým časovým zpožděním, které vyjadřuje časová konstanta zpoždění T_d . Zpoždění vzniká jako nevyhnutelný důsledek transportu určité informace na konečnou vzdálenost konečnou rychlostí. Pro vstupní proměnnou x a výstupní proměnnou y je funkce zpoždění dána jako přiřazení časově posunutých hodnot. U spojitých systémů vzhledem k času platí (Pazourek, 1992):

$$y(t) = x(t - T_d) \quad (14)$$

kde: $y(t)$ - růstová reakce v čase t ,
 x - faktor prostředí,
 T_d - časová konstanta zpoždění.

Zpoždění v čase způsobuje, že původní signál je filtrován, a to tím více, čím je zpoždění odezvy větší. Toto filtrování kolísajících parametrů prostředí představuje jakousi „paměť systému“, která funguje na principu odstraňování nadbytečného šumu sledovaného signálu. V časové konstantě zpoždění je dále integrován efekt všech procesů a dějů, které se spolupodílejí na zachycení, vedení a zprostředkování signálu. Velikost konstanty závisí na druhu biologického procesu, na strukturální složitosti systému a úrovni procesu, který je odezvou na podnět.

Rozpoznání doby biologické odezvy na změny vlivů prostředí je jedním z důležitých úkolů při hodnocení dynamiky jakéhokoliv procesu.

FILTROVÁNÍ ČASOVÝCH ŘAD

Chceme-li potlačit nebo odstranit nežádoucí kolísání a proměnlivost hodnot časové řady a zvýraznit převládající trend, přistupujeme k digitálnímu filtrování. Jednou z možností zachycení trendu je použití jednoduchých klouzavých průměrů o stejné váze nebo aplikujeme klouzavé průměry s různými vahami. Délka váženého průměru a hodnota vah závisí na frekvenci kolísání proměnné, které chceme odstranit. Skutečné přiřazené hodnoty vah se nazývají filtrem a umožňují nám odlišit krátkodobé a dlouhodobé kolísání hodnot. Použijeme-li tzv. nízkofrekvenční filtr, dosáhneme potlačení krátkodobých oscilací a naopak zvýraznění dlouhodobého trendu. Používané filtry jsou většinou symetrické, maximální váha je přisuzována střední hodnotě délky váženého průměru. Směrem od této střední hodnoty se váha symetricky mění. Součet všech vah dané vážené délky se musí rovnat jedné.

Filtrované hodnoty jsou násobeny odpovídajícími vahami filtru a výsledný trend je vyjádřen rovnicí (Mitchell et al., 1966):

$$\bar{X}_t = \sum_{i=-n}^{i=+n} w_i x_{t+i} \quad (15)$$

kde: $\bar{X}_t$ - hodnota trendu odpovídající t -té filtrované hodnotě časové řady,
 w_i - váha, kterou je hodnota časové řady v různém posunutí násobena.

Interpretace použití filtru je následující. Vzhledem ke zřejmé periodicitě a autokorelaci hodnot většiny faktorů prostředí je jejich každá hodnota x_t v daném čase ovlivněna n hodnotami téže proměnné z předcházejícího období a tato hodnota x_t také následně ovlivňuje n hodnot do budoucnosti. Nestačí proto používat pouze nevážené klouzavé průměry pro vyjádření trendu veličiny, ale je třeba vzájemné autokorelační závislosti vyjádřit. Volbou vah potom můžeme určit, kterou složku proměnlivosti veličiny budeme sledovat.

Touto metodou byl filtrován průběh klimatických a hydrických charakteristik prostředí za účelem získání převládajícího, dlouhodobějšího trendu a odstranění nežádoucích krátkodobých oscilací. S ohledem na 14denní intervaly odběrů materiálu pro růstovou analýzu a možnost srovnání poměrně ustáleného růstového procesu s faktory prostředí byl k vyjádření trendu těchto faktorů použit 21denní a 31denní vážený klouzavý průměr.

INTERPOLACE HODNOT SPLINY

Analýzovaná data radiálního růstu představují projev spojitého procesu. Aby bylo možné dynamiku růstového procesu vůbec měřit, byl zvolen určitý interval měření, který umožňoval zachytit změny růstu. Ve sledovaném období 1981 až 1989 byl interval odběrů zvolen po 14 dnech. S výjimkou počátečního období bouřlivého dynamického růstu (asi 30 dní) byl tento interval odběrů shledán dostatečně podrobný a bylo přistoupeno k interpolaci denních hodnot v mezidobí pomocí tzv. splinů (Hunt, 1982). Podstata metody interpolace spliny spočívá v proložení měřených bodů křivkou, jejíž funkci neznáme a od které očekáváme, že těmito body bude procházet a celý její průběh bude vyhlazen. Spliny mají mnohem větší flexibilitu než ostatní regrese (Max, Burkhardt, 1976). Podmínkou použití této metody je, aby interpolovaná data skutečně reprezentovala vyrovnávaný trend sledovaného procesu. Výsledná křivka těmito body nejen prochází, ale na četnosti a hodnotách bodů závisí její výsledné chování. V případě konstantního relativně malého intervalu je možné spliny vyjadřovat i poměrně dlouhé a komplikované trendy.

Většina splinových regresí vychází z polynomů vyšších řádů, v našem případě byly použity spliny kubické (Dvořák et al., 1992). Vlastní interpolace je potom deklarována jako

$$\text{Spline}(x(i = i_{\text{Min}} \text{ TO } i_{\text{Max}}), y(), y1_{\text{Min}}, y1_{\text{Max}}, y2()) \quad (16)$$

kde: $x()$, $y()$ - souřadnice bodů, kterými provádíme interpolaci,
 i_{Min} a i_{Max} - určují, které body bereme při interpolaci do úvahy,
 $y1_{\text{Min}}$ a $y1_{\text{Max}}$ - určují požadované hodnoty první derivace v bodech $x(i_{\text{Min}})$ a $x(i_{\text{Max}})$,
 $y2()$ - po ukončení procedury obsahuje druhé derivace v interpolovaných bodech.

Místo hodnot $y1_{\text{Min}}$ a $y1_{\text{Max}}$ byla použita reálná konstanta charakterizující přirozené spliny. Hodnota druhé derivace procedury (16) v daných okrajových bodech potom byla rovna 0.

SIMULACE RŮSTOVÝCH PARAMETRŮ

Změny prostředí se zobrazují ve stavbě a růstu dřevin rozličnými způsoby. Kromě zřetelných projevů v ovlivnění fyziologických procesů můžeme určit také skrytý efekt, který je uchovávan ve struktuře, šířce a hustotě letokruhu. Tato data nám umožňují kvantifikovat působení vnějších faktorů na růstové procesy. Vedle spoléhání se na statistické hodnocení sledovaných závislostí je ale potřebná adekvátní interpretace výsledků z fyziologického hlediska.

Tradiční přístup (Kreutzer et al., 1983) užítí radiálního růstu dřevin je založen na srovnávání letokruhových sérií ze dvou rozdílných stanovišť. Předpokládá se, že možné rozdíly mezi těmito dvěma chronologiemi jsou způsobeny rozdílnou úrovní ovlivňování růstových procesů. Tyto problémy podrobně studoval Kairiukstis et al. (1987), který došel k závěru, že odezva stromu na jakýkoliv faktor prostředí závisí na iniciálním stadiu stromu a na intenzitě změn těchto faktorů. Popisuje tři fáze růstových změn:
 1. fáze stresové reakce, která může být bezprostředně měřena biochemickými změnami a změnami potenciálu buněčných membrán,
 2. fáze potlačení (snížení) růstu, která trvá až jedno vegetační období a pro určení může být použita morfologická analýza k určení růstových změn,
 3. fáze adaptace trvající jeden rok nebo několik let.

Anatomická struktura letokruhů obsahuje množství ekologických informací vztahujících se k růstu dřevin a s rozvojem nových metod a technického vybavení se intenzivně zkoumá (Polge, 1966; Fritts, 1976; Schweingruber, 1983; Vaganov et al., 1985; Cook, Kairiukstis, 1990). Stále přesnější interpretace těchto informací umožňují na základě modelů popsat vztahy mezi strukturou dřeva a podmínkami prostředí, a to zvláště klimatu (Fritts et al., 1990; Fritts, 1990; Fritts et al., 1991; Fritts et al., 1992). Cílem těchto modelů je (1) definování a popsání vztahu mezi kinetickými parametry sezonního radiálního růstu a strukturou letokruhu, (2) odhad ekologických faktorů prostředí ovlivňujících tvorbu dřeva a (3) hodnocení určujících růstových podmínek na základě histometrických dat. Vzhledem k tomu, že variabilita letokruhových parametrů mezi jednotlivými roky značně převyšuje variabilitu během roku, můžeme změny struktury letokruhu používat ke zjišťování zvláštností sezonního radiálního růstu v letech lišících se růstovými podmínkami.

Radiální růst je výsledkem vzájemného působení četných podmínek (faktorů), jejichž účinek sledujeme často odděleně a nezávisle na jiných podmínkách

(Němec, 1962). Okolní prostředí působí na růst vlivy klimatickými, edafickými a biotickými. Komplex těchto faktorů působí každoročně na ontogenezi jedince, organismus se danému prostředí přizpůsobuje, což mu umožňuje vývoj a žádoucí trvání života.

ANALÝZA OVLIVNĚNÍ MECHANISMU SEKUNDÁRNÍHO RŮSTU A DIFERENCIACE XYLÉMOVÝCH DERIVÁTŮ PODMÍNKAMI PROSTŘEDÍ

Buňka jednou vydělená z kambiaální zóny radiálně roste (plošně i objemově), dosahuje svého výsledného radiálního rozměru, který se dále nemění. Podle období vegetační sezony, ve kterém probíhá následná fáze diferenciace, se jednotlivé buňky (tracheidy) liší tloušťkou buněčné stěny a rozměrem lumenu.

Anatomické parametry slouží k detailnější charakteristice růstových procesů během vegetační sezony, a pro stanovení faktorů určujících růstovou rychlost v různých částech vegetačního období (Vaganov, 1990). Potenciální růstová rychlost je limitována faktory prostředí a v okamžiku nedostatku kteréhokoliv z nich je redukována prodloužením cyklu buněčného dělení, což vede ke snížení potenciální celkové produkce buněk ve sledovaném období. Pro stanovení mechanismu ovlivnění radiálního růstu je potřebné nejdříve stanovit následující kritéria:

- určit růstovou fázi ovlivňující výsledný rozměr buňky,
- určit růstovou fázi ovlivňující výslednou šířku a strukturu letokruhu,
- časově zařadit fáze růstu a jejich souslednost,
- odhalit mechanismus působení limitujících faktorů prostředí na rozhodující fázi růstu,
- stanovit optimální podmínky pro rozhodující fázi růstu a vývoje.

Současné růstové modely na úrovni stromu a porostu jako JABOWA (Botkin et al., 1972), SPRUCE (Bossel, 1986), FICHTENWALD (Lenz, Schall, 1989), TREEDYN (Bossel, Schäfer, 1989), SPRUCOM (Krieger et al., 1990), TREEGROW (Schäfer et al., 1992) nemohou simulovat skutečný růst stromu (tvar a strukturu), protože nevycházejí z růstu a aktivity meristematických pletiv a nezabývají se počtem a stavbou produkovaných buněk, které jsou základními elementy zajišťujícími mechanickou a vodivou funkci kmene. Tyto modely neumožňují využít bohaté informace o stavu prostředí a fyziologických podmínkách růstu, obsažené ve struktuře vytvořeného dřeva (Fritts et al., 1993). Modely většinou pracují s dlouhými časovými intervaly a zevšeobecnují algoritmy založené na kumulativních charakteristikách jako jsou sumy teplot a indexy sucha. Tyto dlouhodobé hodnoty jsou používány jako primární limitující faktory růstu (Schäfer et al., 1991). Růstové analýzy však mnohokrát prokázaly, že růstové procesy ovlivňuje kolísání klimatických režimů v denních, maximálně měsíčních intervalech

(Fritts, 1976; Kramer, Kozłowski, 1979; Cook, Kairiukstis, 1990; Horáček, 1992). Proto se v poslední době vynakládá značné úsilí na vytváření takových modelů, které by byly schopny simulovat strukturu letokruhu ve vztahu k limitujícím faktorům prostředí (Fritts, 1990; Fritts et al., 1991, 1992; Shashkin et al. v tisku).

MODELOVÁNÍ VZTAHU MEZI STRUKTUROU LETOKRUHU A EKOLOGICKÝMI FAKTORY

Anatomická stavba letokruhu je displejem, na kterém můžeme pozorovat výsledné působení ekologických podmínek. Struktura letokruhu je výsledkem komplexu faktorů působících na stanovišti a je kvantitativním a kvalitativním vyjádřením těchto převládajících stanovištních podmínek. Potenciální možnosti organismu nejsou stále konstantní, ale v důsledku stárnutí (senescence) se postupně snižují. U struktury letokruhu je tento proces nejzřetelnější u postupného snižování šířek letokruhů, které je nejen funkcí věku, ale i aktuálním vyjádřením trvalých produkčních podmínek růstu na stanovišti. Přímé působení prostředí na růst dřevin je obtížně kvantifikovatelné, proto se často spokojujeme pouze s hodnocením vlastností prostředí; působení ekologických faktorů je potom vyjádřeno vegetační stupňovitostí a ekologickými řadami.

Model je formálním vyjádřením vztahů mezi biologickým systémem a jeho okolím; může být vyjádřen slovním popisem, diagramem nebo matematickým zápisem. Nejčastěji používáme formálního matematického zápisu, k jehož výhodám bezesporu patří (Jeffers, 1988):

- matematický zápis je abstraktní a precizní,
- matematický zápis předává informace logickou cestou,
- matematický zápis je exaktní a jednoznačný.

Matematické modely používané v této práci simulují závislost stavby letokruhu na ekologických podmínkách prostředí jsou založeny:

- na studiu fyziologických principů růstu zahrnujících růst radiální, publikované v mnoha pracích (Phillipson et al., 1971; Kozłowski, 1971; Fritts, 1976; Kramer, Kozłowski, 1979; Kozłowski et al., 1991; Salisbury, Ross, 1991),
- na publikovaných datech a modelových postupech simulujících rychlost radiálního růstu a produkci buněk během vegetační sezony (Wilson, 1964; Wodzicki, 1971; Vaganov, 1987; Zahner, Grier, 1989; Fritts, 1990; Fritts et al., 1991; Fritts et al., 1993),
- na výsledcích z převzatých měření sezonního radiálního růstu smrku v Rájci a na Bílém Kříži.

V práci používáme dvou typů modelu, empirického a mechanického, které mohou vystupovat nezávisle nebo se mohou vzájemně doplňovat a tak verifikovat výsledky dosažené za použití každého z nich samostatně.

Deterministické metody odhadu růstového trendu

Deterministické metody a modely jsou založeny na popisu jevu či procesu jako souboru kauzálních dějů. K popisu je potřebná znalost dílčích procesů vedoucích k výsledným sledovaným jevům, kde je každý z dějů jednoznačně určen výchozím stavem a danými podmínkami vnitřního a vnějšího prostředí. Takové metody nám umožňují formulovat představy o mechanismech fungování jak dílčích, tak i výsledných procesů.

Ke zkoumání průběhu radiálního růstu a jeho změn během ontogeneze stromu je často používána dendrochronologická analýza. Jedním z úkolů analýzy je nalezení a následné odstranění věkového trendu časové série letokruhových parametrů. Věkový trend je možné vyjádřit matematicky definovanou funkcí, která popisuje průběh hodnot letokruhových parametrů v závislosti na věku stromu. Odstraněním věkového trendu získáme stacionární časovou řadu, která je předpokladem pro aplikaci regresních postupů studujících vliv faktorů prostředí na oscilaci hodnot.

Stanovením obecně platného trendu radiálního růstu s věkem u smrku jsme se zabývali v předcházejícím období (Horáček et al., 1993). Stanovení obecnějšího trendu předpokládá opatrný výběr stanovišť, která svými limitujícími podmínkami mohou růst různě modifikovat. Na příkladu poloprovozních výzkumných ploch z převážné části ČR situovaných ve 4. (bukovém), 5. (jedlobukovém) a 6. (smrkobukovém) vegetačním stupni byla na trojických řadách oligotrofní a mezotrofní vytypována jako nejvhodnější pro vyrovnání věkového trendu u smrku růstová funkce Hagershofferova (Warren, 1980):

$$y(t) = at^b e^{-ct} \quad (17)$$

kde: $y(t)$ - hodnota šířky letokruhu ve věku t ,

a, b, c - koeficienty funkce popisující trojnost stanoviště a rychlost senescence,

t - věk stromu.

Přestože tato funkce není příliš často používána v dendrochronologii, našla uplatnění při odhadu věkového trendu v lesnictví (Cook, Kairiukstis, 1990; Zach, Drápel, 1991). Funkce je vhodná pro větší měrou nenarušené porosty a je všeobecnou růstovou funkcí zachycující jak možný nárůst hodnot radiálního růstu v mladém věku (Assmann, 1968), tak i následné exponenciální snižování růstu. Funkce vyjadřuje růstový trend závislý na věku a na využívání potenciální kapacity stanoviště strategií růstu K-strategů; ke konkrétním odchylkám hodnot kolem trendu dochází v důsledku změn faktorů prostředí. Faktory podlejší se na konkrétním průběhu radiálního růstu kmene během ontogeneze jedince mohou být vyjádřeny následujícím vztahem (Cook et al., 1987):

$$w_t = A_t + C_t + D_t + E_t \quad (18)$$

kde: w_t - měřená šířka letokruhu,

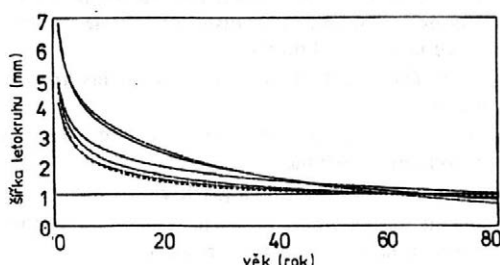
A_t - růstový trend závislý na věku,

C_t - charakterizuje ovlivnění růstu klimatickými signály jak s velkou, tak i malou frekvencí,

D_t - náhodné změny lokálních podmínek růstu,

E_t - náhodné výkyvy specifické a individuální pro každého jedince.

Průměrné růstové křivky charakterizují trend radiálního růstu na jednotlivých lesních typech s pravděpodobností 90 až 95 %. Na plochách zařazených do stejného vegetačního stupně a souboru lesních typů vykazuje radiální tloušťkový růst u smrku identický průběh. Za podobných podmínek stanoviště dochází k podobné růstové odezvě, tvar růstové křivky je tedy pravděpodobně dán stanovištními podmínkami (Horáček et al., 1993). Všechny růstové křivky na různých stanovištích mají společný znak - po rozdílně výrazném exponenciálním poklesu hodnot v prvních desetiletích růstu dochází ke zpomalení až stabilizaci růstového procesu. Ve stadiu dospělosti (ve věku 40 - 50 let) se věkový trend radiálního růstu přibližuje asymptotické hodnotě dané ročním přírůstkem kolem 1 mm.rok⁻¹ (obr. 1).



1. Věkový trend radiálního růstu na lokalitách 4-6. VS - The age trend of radial growth at localities 4-6 VS

Na základě těchto poznatků byla použita pro standardizaci časových řad šířek letokruhů z lokalit Rájec a Bílý Kříž Hagershofferova růstová funkce.

Empirický model

Empirické modely jsou založeny na statistickém hodnocení empiricky odvozených závislostí mezi časovými řadami letokruhových parametrů a měsíčních klimatických charakteristik. Podstatou statistického hodnocení je vícenásobná lineární regrese a korelace, která byla s úspěchem použita při modelování vztahu letokruhových parametrů (šířka letokruhu, maximální a minimální hustota letokruhu) a klimatických charakteristik (Fritts, 1976; Fritts, Xiangding, 1986):

$$\hat{y}_i = \sum_{k=0}^K X_{i,k} \beta_k + a + \varepsilon_i \quad (19)$$

kde: $\hat{y}_i$ - odhad hodnoty parametru letokruhu,
 x_i, k - statistická proměnná reprezentující měsíční klimatické charakteristiky v roce i ,
 β_k - regresní koeficient,
 a - konstanta,
 ε_i - reziduum po regresním odhadu (Hughes et al., 1992; Cook et al., 1987).

Vícenásobné regresní modely umožňují přezkoušet značné množství proměnných a vybrat z nich ty, které se nejvýznamněji podílejí na kolísání hodnot závisle proměnné. Podmínkou při řešení je stacionarita časové řady, které je dosaženo odstraněním věkového trendu. Věkový trend je vyjadřován matematicky definovanou funkcí, která popisuje průběh letokruhové křivky v závislosti na věku. Nejčastěji používanými jsou funkce exponenciální. Standardizace je potom dána přepočtem měřené hodnoty na hodnotu indexovanou podle vztahu (Fritts, 1976):

$$I_t = \frac{y_t}{\bar{y}_t} \quad (20)$$

kde: I_t - indexovaná hodnota,
 y_t - měřená hodnota,
 $\bar{y}_t$ - hodnota odpovídající věkovému trendu.

Na statistických odhadech růstu jsou založeny dendrochronologické a dendroklimatologické postupy, které se běžně používají (Fritts, 1976; Hughes et al., 1982; Schweingruber, 1983; Cook, Kairiukstis, 1990). Výhodou těchto postupů je skutečnost, že tímto způsobem můžeme poměrně přesně odhadnout růstovou reakci na klimatické faktory, aniž bychom znali fyziologické procesy spojené s růstovou odezvou. Důsledkem naopak je, že nejsme schopni postihnout růstové změny na buněčné úrovni, ale hodnotíme sumarizované projevy vyjádřené např. celkovou šířkou, počtem buněk nebo hustotou letokruhu (model PRECON - Fritts et al., 1991).

Náš přístup k empirickému modelování spočívá v použití přesně definovaného a popsaného růstového trendu, který není pouze funkcí věku, ale také stanovištních podmínek. Standardizaci tedy provádíme růstovými funkcemi stanovenými pro typologicky definované stanovištní podmínky. Každému vegetačnímu stupni a ekologické řadě odpovídá růstová funkce (17) s konstantními koeficienty, které charakterizují věkový trend v daných podmínkách (Horáček et al., 1993). Hodnota ročního radiálního růstu (šířka letokruhu) představuje kvalitativní a kvantitativní vyjádření stavu vývoje během růstového období a je během tohoto období regulována limitujícími faktory prostředím. Naším cílem je vyjádřit roční přírůstek jako funkci fyziologických proměnných, které kvantifikují ovlivňování růstu a vývoje.

Z funkcí používaných v růstové analýze byla jako nejvhodnější pro charakteristiku radiálního růstu vybrána funkce Gompertzova (7). Odvození této funkce a vyjádření ročního přírůstu jako funkční závislosti na

průměrné relativní rychlosti růstu a senescence uvádíme v rovnicích (21) až (28):

Vycházíme ze dvou základních stavových diferenciálních rovnic vyjadřujících závislost radiálního růstu (W) a relativní růstové rychlosti (μ) na čase

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \mu W(t) \quad (21)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} = -S \mu(t) \quad (22)$$

kde: W - radiální růst,
 μ - relativní růstová rychlost (RGR),
 t - čas od počátku mitotické aktivity kambia,
 S - parametr popisující postupné snižování RGR.

Řešením diferenciální rovnice (22) dostaneme

$$\mu = \mu_0 e^{-St} \quad (23)$$

kde: μ_0 - relativní rychlost růstu v čase $t = 0$.

Dosažením rovnice (23) do rovnice (21) dostaneme obecný zápis Gompertzovy rovnice

$$\frac{1}{W} \frac{\partial W}{\partial t} = \mu_0 e^{-St} \quad (24)$$

V rovnici (24) naznačíme integraci, kde W_0 je počáteční hodnota růstu v čase $t = 0$ a dostaneme

$$\int_{W_0}^W \frac{\partial W}{W} = \int_0^t \mu_0 e^{-St} dt \quad (25)$$

a provedením naznačené integrace dostáváme exponenciální rovnici

$$W = W_0 \int_0^t \mu(r) e^{-Sr} dr \quad (26)$$

Považujeme-li μ v intervalu $\langle t_n; t_{n+1} \rangle$, tj. pro jeden den, za konstantní, můžeme rovnici (26) psát ve tvaru

$$W = W_0 e^{\frac{\mu}{S} (1 - e^{-St})} \quad (27)$$

Řešením diferenciálních rovnic jsme dostali analytickou funkci, která vyjadřuje závislost stavové proměnné na čase. Chování rovnice (27) pak závisí na hodnotách parametrů μ (RGR) a S . Pro celé vegetační období, na jehož konci se stavová proměnná W (růst) blíží ke své asymptotě W_k , je konečná hodnota růstu dána rovnicí

$$W_k = W_0 e^{\frac{\mu}{S}} \quad (28)$$

kde: W_0 - počáteční hodnota růstu v čase $t = 0$,
 μ - průměrná relativní rychlost růstu,
 S - průměrná rychlost stárnutí.

Průměrná relativní rychlost růstu a průměrná rychlost stárnutí jsou jediné dvě proměnné, které musíme vícenásobnými regresními modely statisticky odhadovat, považujeme-li počáteční hodnotu růstu v čase $t = 0$ za konstantní. Cílem odhadů je především určení rozhodujících klimatických faktorů ovlivňujících průměrnou relativní rychlost růstu a průměrnou rychlost senescence během vegetační sezony. Můžeme tedy psát

$$\bar{\mu}_t = \sum_{k=0}^K x_{t,k} \beta_k \quad (29)$$

$$\bar{s}_t = \sum_{k=0}^K x_{t,k} \beta_k \quad (30)$$

Rovnice (17) a (28) popisují jednak změnu průměrného růstového potenciálu s věkem, která je vyjádřena věkovým trendem ročního radiálního růstu, jednak roční kolísání konkrétních hodnot kolem tohoto trendu. Výslednou syntézu obou rovnic představující předpokládanou hodnotu ročního radiálního růstu provedeme vynásobením obou rovnic. Konečný empirický model ročního radiálního růstu s věkem má potom tvar

$$\hat{y}_t = a t^b e^{\left(-c t + \frac{\bar{\mu}_{t,t}}{\bar{s}_{t,t}}\right)} \quad (31)$$

- kde: $\hat{y}_t$ - odhadnutá hodnota radiálního růstu ve věku t ,
 a, b, c - koeficienty popisující vliv stanoviště,
 t - věk stromu,
 $\mu_{t,t}$ - průměrná relativní rychlost růstu v roce i ve věku t ,
 $s_{t,t}$ - průměrná rychlost senescence v roce i ve věku t .

Mechanistický model

Chceme-li pochopit odezvu jakéhokoliv biologického systému na úrovni mechanismu působení, používáme modelů mechanistických. Takové modely jsou konstruovány se zaměřením na strukturu systému. Systém je rozčleněn na jednotlivé stavební a funkční jednotky, v našem případě se o jedná o buňky, a chování celého systému se snažíme pochopit na chování těchto jednotek (Thornley, 1976). Konstrukci modelu musí předcházet stanovení mezních podmínek, které představují základ modelu. Vlastní model je popsán formálními matematickými zápisy, které vyjadřují rovnice platné za uváděných podmínek a předpokladů. Po řešení rovnic je model testován srovnáváním očekávaných vypočtených a skutečně měřených hodnot závisle proměnné.

Prvními takovými modely simulujícími radiální růst kmene u jehličnanů byly modely Wilsona (1964), Wilsona, Howarda (1968) a Stewense (1975). Simulování strukturálních parametrů těchto modelů vycházelo z rychlosti dělení kambiálních iniciál a zahrnovalo počet vydělených buněk a jejich velikost.

Vaganov et al. (1981, 1985) vyvinul biofyzikální model produkce elementů xylému založený na kinetice dělení mateřských buněk dřeva. Rozměr zralých diferencovaných derivátů je modelován jako funkce relativní rychlosti růstu mateřských buněk dřeva v kambiální zóně. Tyto strukturální procesy Vaganov dával do vztahu s působením faktorů prostředí. Model představoval simulování efektu klimatu na velikost tracheid po radiální linii v rámci letokruhu, kde každá tracheida byla charakterizována svou relativní pozicí od hranice letokruhu předcházejícího roku.

V dalším období tyto modely rozšiřovaly a modifikovaly především týmy Frittsa a Vaganova (Vaganov, 1990; Fritts, 1990; Fritts et al., 1991; Shashkin et al., v tisku). Cílem jejich modelů je vyjádření schematických diagramů modelových závislostí srážek a teploty vzduchu na rostlinné procesy ovlivňující strukturu letokruhu (Fritts, 1976) matematickými rovnicemi. V posledních verzích těchto modelů jsou limitující faktory prostředí zastoupeny režimy světla, teploty a vody, jak je tomu například v modelu TRACH (Fritts et al., 1991).

Závislost relativní rychlosti růstu na teplotě $V_t(T)$ je simulována polynome 3. řádu (Kramer, Kozlowski, 1979), stejného tvaru je i závislost na dostupné vodě v půdě $V_t(W)$ (Kramer, Kozlowski, 1979). Režim světla $V_t(L)$ je charakterizován délkou dne. Za limitující minimální hodnotu průměrné denní teploty vzduchu projevující se ve strukturální odezvě je považováno 5 °C. Za minimální délku světelného dne podmiňující potenciální fotosyntézu a fenologické chování stromu se bere 13 hodin. Pro každý den vegetační sezony se potom modelově vypočítává růstová odezva V_t na tyto tři faktory prostředí. Výsledné působení faktorů prostředí se promítá buď do vzájemného zesilování účinků každého z nich,

$$V_t = V_t(T)V_t(W)V_t(L) \quad (32)$$

nebo je odezva v růstu a struktuře systému závislá pouze na limitujícím faktoru

$$V_t = V_t(L) \min \{V_t(T), V_t(W)\} \quad (33)$$

Denní klimatická data jsou tímto modelem TRACH (Fritts et al., 1991) transformována do odhadu velikosti buněk, tloušťky buněčné stěny a hustoty dřeva na radiální linii letokruhu. Počet buněk a jejich relativní pozice vychází z empirického modelu PRECON (Fritts et al., 1991).

Naším cílem při formulaci mechanistického modelu bylo simulovat absolutní rychlost růstu vyjádřenou buď rychlostí radiálního růstu, nebo počtem diferencovaných elementů té fáze růstu, která zohledňuje meristematickou aktivitu kambia. Optimálním parametrem by bylo simulování počtu buněk v embryonální fázi růstu, která probíhá v kambiální zóně. Vzhledem k tomu, že počet buněk v kambiální zóně je během vegetačního období poměrně stabilní (Matovič, 1990), považujeme za růstovou fázi radiálního rozšiřování. Počet buněk v této fázi růstu vyjadřuje v každém okamžiku množství akumulované energie a materiálu a charakterizuje tak rychlost radiálního růstu.

Naší velkou výhodou proti předcházejícím modelům je výsledek metodického přístupu, který nám umožňuje zařadit každou z buněk v čase. To nám umožňuje kvantifikovat nejen působení faktorů prostředí na strukturální změny v letokruhu, ale stanovit i možné zpoždění dopadu těchto faktorů.

Při formulaci modelového působení kritických faktorů prostředí na radiální růst vycházíme z modelu limitního působení faktorů. Z možných ekologických faktorů jsme hodnotili průměrnou denní teplotu vzduchu v lese ve 2 m (T) a zásobu vody v půdě ve fyziologické vrstvě 0 - 40 cm (W). Fotoperiodická délka dne, režim světla (L), pro nás představuje informační konstantu, která je nezbytným faktorem pro uplatnění vlivu teploty a zásoby vody. Formální zápis modelu limitujícího působení faktorů má tvar

$$G_t = G_t(L) \min \{G_t(T_t - T_d), G_t(W_t - T_d)\} \quad (34)$$

$t \in I$

- kde: G_t - výsledný dopad na růst,
 $G_t(L)$ - reakce na světlo,
 $G_t(T_t - T_d)$ - reakce na teplotu se zpožděním o časovou konstantu,
 $G_t(W_t - T_d)$ - reakce na zásobu půdní vody se zpožděním o časovou konstantu,
 t - denní měření z intervalu I představujícího růstové období.

Limitující působení buď nízké teploty, nebo nedostatku zásoby půdní vody za předpokladu dostatečně dlouhé délky dne můžeme vyjádřit binárním koeficientem a , jehož hodnota rovná jedné nebo nule je určena minimální hodnotou růstové odezvy na jeden z faktorů (36, 37)

$$G_t = aG_t(T_t - T_d) + (1 - a)G_t(W_t - T_d) \quad (35)$$

$$G_t \geq 13 \text{ hod}$$

$$a = 0 \Leftrightarrow G_t(T_t - T_d) \leq G_t(W_t - T_d) \quad (36)$$

$$a = 1 \Leftrightarrow G_t(T_t - T_d) \geq G_t(W_t - T_d) \quad (37)$$

Konkrétní závislost rychlosti růstu na teplotě a zásobě půdní vody modelově vyjadřují rovnice vycházející z předpokládané nelineární závislosti vyjádřené polynomy 3. řádu (Kramer, Kozłowski, 1979).

$$G_t = a + bT(t - T_d) + cT(t - T_d)^2 + dT(t - T_d)^3 \quad (38)$$

$$G_t = a + bW(t - T_d) + cW(t - T_d)^2 + dW(t - T_d)^3 \quad (39)$$

- kde: G_t - dopad změny faktoru na strukturu letokruhu ve dne t ,
 a, b, c, d - koeficienty polynomu,
 $T(t)$ - průměrná denní teplota vzduchu,
 $W(t)$ - interpolovaná denní zásoba vody v půdě.

ZÁVĚR

Empirické a mechanistické modely reprezentují počáteční úsilí zaměřené na osvětlení vlivu vnějších faktorů prostředí na mechanismus tvorby dřeva. Modely představují ve srovnání s mnohem složitějšími a komplikovanějšími modely všech růstových procesů na úrovni stromu zjednodušený přístup. Přesto se na základě výsledků dosažených našimi postupy domníváme, že předkládané modely zahrnují základní procesy

ovlivňující strukturu letokruhu. Modelový přístup vychází ze současných znalostí mechanismů kontroly růstových procesů podmínkami prostředí a obecných postupů používaných v růstové analýze a dendrochronologii.

Výhodou empirického modelu je, že nevyžaduje předcházející znalost vztahů mezi růstem a prostředím; parametry modelu jsou statisticky odhadovány. Model je v zásadě použitelný pro jakoukoliv dřevinu a stanoviště, pokud známe dostatečně dlouhé časové řady letokruhových chronologií a klimatických dat. Výsledkem tohoto přístupu je definování a charakterizování těchto faktorů prostředí, které jsou důležité pro růst a stávají se během vývoje jedince faktory limitujícími. Konstrukcí modelu je umožněno pochopení závislosti mezi strukturou dřeva a průběhem klimatických změn.

Mechanistický model používá matematické rovnice popisující závislost radiálního růstu na prostředí, které je charakterizováno průběhem denních hodnot limitujících faktorů. Po ověření správnosti modelu může být výsledný limitující efekt vybraných faktorů hodnocen a simulován. Modelový přístup navíc umožňuje testovat hypotézy extrémního působení prostředí na růst a vývoj stromu.

Práce byla zčásti podporována grantem č. 503/93/0804, poskytnutým Grantovou agenturou ČR pracovišti autora.

(Citovaná literatura je k dispozici u autora.)

Došlo 23. 3. 1994

HORÁČEK, P. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno): *A methodical contribution to the analysis of stem radial growth and modelling of growth curve as depending upon the environmental conditions*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (9): 392-402.

The objective of the paper is to outline the methods of quantification of factors influencing wood production during the whole ontogenesis of the tree. The paper is focused on the methodology of clarifying the effect of external environmental factors on the duration and rate of wood production in spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] which is given by the radial growth of the stem. Radial growth of stem is conceived as quantification of the rate of cell division and rate of cell growth.

Methodically, there are two approaches to simulation of the annual ring structure and process of stem radial growth which also determine two different types of models - empiric and mechanistic. Empiric model is based on the correlations of the parameters of radial growth with the organ characteristics (annual ring width, cell number of annual ring in the radial line, wood density) and the environmental characteristics (eg. monthly climatic values) without any requirement to understand the system response at its structural level. Empiric model is based on statistical processing of the

empirically determined relationships between the time series of annual-ring parameters and monthly climatic characteristics. Multiple linear regression and the correlation which was successfully used for modelling the relation of annual-ring parameters are used for statistical processing. The presented empiric model is a synthesis of the change in the average growth potential with age which is expressed by the age trend of the annual radial growth, and annual variation of the actual values round this trend.

The second type of model approach consists in understanding the behavior of the system from the knowledge of the response at the level of structural components. The model is described mathematically and the expected causal relations come into the equations of state depicting the system behavior. The mechanistic model employs daily values of the climatic data as limiting and modelling factors influencing the radial growth of tree species, and this type of model is tested by a comparison of the estimated values with the recorded values.

Our goal at the moment of formulating the mechanistic model was to simulate the absolute rate of growth expressed either by the rate of radial growth or by the number of differentiated elements of that growth phase

which takes into account the cambium meristematic activity. The cell number at this stage of growth shows the amount of accumulated energy and material at any moment characterizing the rate of radial growth in this way. The effects of the environmental factors on the structural changes in the annual ring are assessed not only in time but also it is possible to determine the potential delay of the impact of these factors.

Empiric and mechanistic models represent the initial effort to clarify the effect of the external environmental factors on the mechanism of wood production. The models are a simplified approach in comparison with much more complex and complicated models of all growth processes at the level of the tree. In spite of this fact we believe on the basis of the results from our procedures that the presented models involve basic processes influencing the annual ring structure. The model approach is derived from the present knowledge of the mechanisms of the control of growth processes by the environmental conditions and of the general procedures used in the growth analysis and dendrochronology.

Norway spruce; radial growth; abiotic factors; dendrochronology; quantitative growth analysis; growth model; empiric model; mechanistic model; wood production

Kontaktní adresa:

Ing. Petr Horáček, Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, fytoecologie a dendrologie, Lesnická 37, 613 00 Brno

Neumann, M.: Forest damage assessments in Austria (Odhady škod v lesích Rakouska)

Environmental Monitoring and Assessment, 1993, s. 183-188, 8 lit.

Inventarizace lesů se v Rakousku provádějí od r. 1961. Jejich hlavním cílem bylo zajištění spolehlivých údajů o lesní ploše, porostní zásobě a přírůstu. Kromě těchto parametrů byly hodnoceny různé typy škod, zvláště mechanické poškození kmenů, dále okus a škody způsobené abiotickými faktory. Hynutí lesů v bývalém západním Německu a v jiných zemích vedlo k zahájení programu odběru asimilačních orgánů a pozemní hodnocení olistění po roce 1983. Šlo o získání dat obsahu sily a obsahu hlavních živin v listech. V období 1984 až 1988 probíhala inventarizace v souřadnicové síti 4 x 4 km. Na nejméně 2200 plochách se hodnotilo olistění podle pětibodové stupnice, od žádného olistění až po uhynulé koruny. Byl zjištěn signifikantní vztah mezi věkem stromu a olistěním. Starší smrky vykazovaly větší ztrátu olistění než smrky mladší. Zdá se, že stav korun smrků ovlivňují také některé stanovištní parametry. Tam, kde byly podmínky pro růst příznivé, defoliace tak nepostupovala. Smrkové výsadby v oblastech níže než 600 m n. m. na sušších stanovištích, které jsou marginální nebo jsou mimo oblast původního rozšíření, vykazovaly horší stav. Oxidem siřičitým jsou v Rakousku nejvíce postiženy nížiny. Rozsah inventarizace stavu lesů byl na základě rozhodnutí v r. 1987 snížen. Od r. 1988 funguje *Monitorovací systém lesních škod* (Waldschaden-Beobachtungssystem). Do projektu jsou zahrnuty periodická analýza půdy a hodnocení vegetace na 514 plochách, odběr vzorků jehličí a listů a analýza každý rok na 279 plochách se třemi stromy na každé ploše za pomoci trhačů, integrované měření znečištění ovzduší v blízkosti trvalých ploch monitoringu, fytopatologický výzkum tam, kde jsou výrazné příznaky defoliace, hodnocení stavu korun na trvalých plochách, letecké snímkování vybraných ploch, které mají zvláštní lesnický význam (bude se opakovat každý pátý rok), přírůstové studie na poražených stromech, výzkum historie porostů pro zjištění antropogenních vlivů. Hlavní prvky projektu byly zahájeny v roce 1990. Po shromáždění dat bude práce soustředěna na kontrolu spolehlivosti a konzistence dat. - M. P a g a č

VÝVOJ POUŽITÍ DŘEVA VE VÝROBĚ NÁBYTKU

Současný nábytek se ve vyspělých zemích Evropy a Severní Ameriky (SRN, Švédsko, Finsko, Itálie, USA) vyznačuje několika charakteristikami, které jsou určující pro použití konstrukčních a krycích materiálů a jejich strukturu. V první řadě je to nábytek s dlouhou životností a s dobrým designem, který odpovídá současnému a budoucímu stylu a zásadám bydlení - tj. maximální použití přírodních materiálů, které se podléhají na vytvoření vhodného prostředí interiéru. Nábytek má působit decentně, má mít jasné, lehké a jednoduché tvary a vysokou kvalitu, spojenou se splněním ergonomických a ekologických požadavků.

Dalším významným trendem je zvýšený důraz na individualismus v řešení interiéru a tím i nábytku. Rovněž obecnou charakteristikou je prudký nárůst výroby nábytku recyklovatelného, který opět podporuje použití snadno recyklovatelných materiálů, tj. mj. materiálů přírodních (dřevo jako materiál konstrukční a krycí, kůže, přírodní pletiva, vlna, bavlna atd.).

V neposlední řadě musí konstrukce nábytku, tj. použité materiály a jejich zpracování, odpovídat současně rozvíjenému trendu, který realizuje nosnou myšlenku, že dřevozpracující průmysl nezpůsobuje zánik lesa, ale les „rozvíjí“ tak, aby se zachovaly nebo dokonce zlepšily všechny jeho funkce, především ochrana životního prostředí.

Všechny tyto hlavní směry vývoje se významně projevují v použití a struktuře hlavních konstrukčních materiálů a nábytkových krytin. Následující analýza se týká rozvoje použití těchto materiálů v zemích s vyspělou výrobou nábytku, což lze označit jako směrný rozvojový trend, a současné situace v nábytkářském průmyslu České republiky. Poradenská firma Jaakko Pöyry Consulting Ltd zpracovala analýzu vývoje spotřeby konstrukčních desek v Evropě (25 zemí západní a východní Evropy v časovém období 1982 až 1992). Ve výrobě nábytku dosahuje podíl masivního dřeva 20 až 25 % s předpokladem dalšího nárůstu. Zastoupení dřevin je velmi variabilní, ale přesto lze nalézt dva prvky, které lze zveřejnit - použití domácích (evropských) dřevin a rozšíření druhového sortimentu. Charakteristické je zastoupení jednotlivých dřevin v SRN v roce 1992: třešeň - 13 %, olše - 13 %, smrk, borovice - 13 %, dub - 12 % a jasan 11 %.

Při použití se velmi často objevují zdánlivě okrajové druhy dřevin (oskeruše, třešeň ptačí, střemcha, tis aj.). Tyto trendy potvrdily i použité materiály na mezinárodním veletrhu nábytku v Kolíně nad Rýnem v letošním roce.

U dřevotřískových desek dochází z důvodů zvýšeného použití masivního dřeva a konkurence středně tvrdých dřevotřískových desek k poklesu užití. Tento vývoj bude platit i v příštím období. Homogenní dře-

voťiskové desky se prakticky vytrátily z nabízeného sortimentu. Několik let bojují o své místo tzv. OSB desky, ale bez nějakého podstatného nárůstu, pokud se týká objemu výroby.

Obliba a použití středně tvrdých dřevotřískových desek (MDF) vzrůstá. Tyto desky totiž vyhovují současným trendům v designu nábytku. MDF desky jsou velmi vhodné v případě nábytku s plastickým ztvárněním plochy (dveře), s bohatým tvarovým řešením profilů bočních ploch, s dílci s nepravidelnou obrysovou linií a s plošnými ohyby.

Dřevotřískové desky tvrdé vykazují prudký pokles použití. Výraznými konkurenty jsou desky překližované a tenké středně tvrdé dřevotřískové desky. Tvrdé dřevotřískové desky vyráběné mokrou cestou mají nepříznivé ekologické důsledky. Obecně se předpokládá zastavení jejich výroby. Desky překližované mají díky použití rostlého dřeva ve výrobě nábytku stabilizované postavení. V souhrnu vývojové tendence u základních konstrukčních materiálů znázorňuje obr. 1.

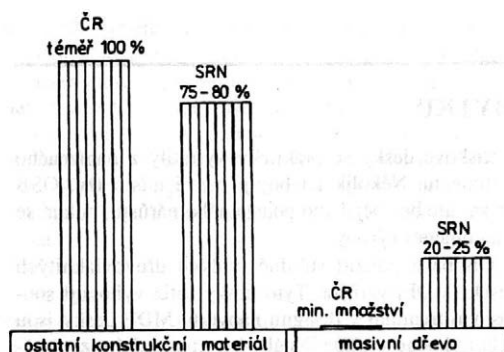
Situace v ČR sice v zásadě odpovídá vývojovým směrům, ale přesto jsou strukturální změny daleko mírnější. Nárůst použití masivního dřeva na konstrukci je velmi malý. Středně tvrdé dřevotřískové desky jsou v obdobné situaci, kdy sice dochází k jejich užití, ale v naprosto zanedbatelném objemu. OSB se v ČR nepoužívají vůbec. Největší disproporce při srovnání se ukazují v rozsahu použití masivního dřeva (obr. 2).

Další významnou oblastí použitého rostlého dřeva ve výrobě nábytku jsou nábytkové krytiny. Za posledních deset let je patrný nárůst použití přírodních materiálů - dýh - a pokles umělých krytin a pigmentového dokončení mokrou cestou. Dochází opět, podobně jako u konstrukčních prvků, k rozšíření palety dřevin. Rozhodující význam získávají dřeviny mírného pásma (evropské). U dýh z tropických dřevin dochází

DŘEVOTŘÍSKOVÉ DESKY	↘
OSB DESKY	↗
STŘEDNÍ TVRDÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY	↗
TVRDÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY	↓
PŘEKLIŽOVANÉ DESKY	→
MASIVNÍ DŘEVO	↑

- ↑ - prudký nárůst ↓ - prudký pokles
↗ - mírný nárůst ↘ - mírný pokles
→ - stabilizovaný stav

1. Vývojové tendence základních konstrukčních materiálů pro výrobu nábytku



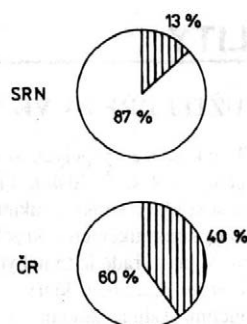
2. Podíl masivního dřeva a ostatních konstrukčních materiálů při výrobě nábytku v SRN a ČR (stav v r. 1992)

k prudkému poklesu využití (mahagon, teak, palisandr aj.). Dub ztratil své výsadní postavení, i když stále patří mezi dřeviny s větším rozsahem použití (tab. I).

Významným charakteristickým rysem je nárůst dýh na úkor krytin a mokřích způsobů povrchové úpravy, stav v ČR je odlišný v porovnání se světovým vývojem výrazně nižším zastoupením přírodních krytin - dýh (obr. 3) a nesrovnatelně menší pestrostí druhového zastoupení. Na objemu použitých dýh se podílí tradiční

I. Vývojové tendence v nábytkových krytinách v SRN v období 1975 až 1991 - zastoupení v procentech

Dřevina - materiál	1975	1980	1985	1989	1990	1991
Dub	45	52	44	30	31	19
Ořech	26	15	10	7	7	17
Mahagon	13	13	12	1	2	1
Třešeň	-	3	6	16	16	24
Jasan	-	-	3	8	8	2
Buk	-	-	-	3	-	-
Smrk/borovice	-	-	-	12	16	17
Ostatní dřeviny	11	11	5	1	1	9
Rostlé dřevo	93	96	80	78	81	87
Jiný materiál	7	4	20	22	19	13



3. Zastoupení přírodních a syntetických krytin ve výrobě nábytku v SRN a ČR (stav v r. 1992). Uvedená data jsou výsledkem analýzy z výstavy nábytku na BVV 1993

□ přírodní krytina - dýha
 ■ syntetické krytiny, mokré způsoby povrchových úprav

úzká skupina tuzemských nebo exotických dřevin (mahagon, buk, dub, borovice, jasan).

Vývojové trendy v oblasti použití rostlého dřeva a konstrukčních materiálů na bázi dřeva ve výrobě nábytku, které bude v ČR nutné respektovat, budou tyto:

- dojde ke zvýšenému podílu užití masivního dřeva na konstrukční prvky nábytku. Nárůst se projeví hlavně u domácích dřevin (olše, třešeň, buk, borovice, smrk, ostatní ovocné dřeviny),
- použití dřevotřískových desek bude mít mírně klesající tendenci, dojde k dalšímu snížení obsahu volného formaldehydu na asi $0,06 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- zvýší se podíl použití středně tvrdých dřevovláknitých desek převážně na tvarované části nábytku,
- dojde k výraznému snížení použití tvrdých dřevovláknitých desek vyrobených mokřím způsobem,
- podíl použití překližovaných desek se bude udržovat na stejné úrovni,
- dojde ke zvýšení podílů přírodních krytin a k rozšíření palety používaných dřevin; přitom se změní ve prospěch domácích dřevin poměr mezi dřevinami exotickými a domácími.

Ing. František Švancara,
 Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

16. ZASEDÁNÍ ISO/TC

Ve dnech 12. až 15. 10. 1993 probíhalo v Benátkách 16. zasedání stálé mezinárodní komise pro normalizaci ISO/TC 23/SC 17. Členem komise s hlasem rozhodujícím je i Česká republika. Stanoviska a připomínky našich institucí k normotvornému procesu přednesla tříčlenná delegace, v níž byli dva pracovníci Ústavu lesnické a dřevařské mechanizace Lesnické a dřevařské fakulty VŠZ v Brně a jeden odborník ze Státní zkušebny zemědělských a lesnických strojů v Brně.

Na zasedání bylo projednáno celkem 15 návrhů na revizi norem ISO. Některé z norem byly vyřazeny. Uvádíme nejdůležitější projednávané body na jednání komise:

1. Zpráva sekretariátu, Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 393, zpráva o stavu ISO/DIS 6532, ISO/DIS 6533, ISO/DIS 8380, ISO/DIS 9467, ISO/DIS 11682, ISO/DIS 9287 a ISO/DIS 10884.
2. Zpráva o činnosti CEN, výborů CEN/TC 144 a CEN/TC 144/WG včetně dalších výborů CEN zpracovávajících normy řady A a B, které mají vliv na CEN/TC 144, Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 394; dále stav prEN 608 a prEN 31 806 (ISO/DIS 11608).
3. Nové symboly a obrazové informace (vedoucí projektu p. Sadler), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 375, N 380, N 384 (ISO/TC 23/SC 17 N 143 a N 143 Add 1) a N 384 Add 1.
4. Přenosné motorové pily - Minimální požadavky na jakost mazacích olejů na řetězy. Projekt 17.32 (vedoucí projektu p. Hille), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 383, N 383 Add 1 a N 383 Add 2.
5. Zádové a tyčové vyvrtávací pily - Bezpečnostní požadavky a zkoušení. Projekt 17.32 (vedoucí projektu p. Welstead), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 390, N 391, N 392, N 397 (obdržené připomínky).
6. ISO/CD 11 681, Přenosné řetězové pily - Bezpečnostní požadavky a zkoušení. Projekt 17.33 (vedoucí projektu p. Bortfeld), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 386 (založeno na modifikované prEN 608), N 386 Add 1 (obdržené připomínky), N 386 Add 2 (vývojová zpráva CEN).
7. ISO/CD 11 805 - Řetězové pily pro sadařské práce - Bezpečnostní požadavky a zkoušení. Projekt 17.29 (vedoucí projektu p. Bortfeld), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 387 (založeno na novém návrhu na ISO/CD 11 681), N 387 Add 1 (obdržené připomínky).
8. Revize ISO 7918:1985, Přenosné křovinořezy - Kryt řezného kotouče - Rozměry. Projekt 17.17 (vedoucí projektu p. Ericsson), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 379, N 379 Add 1.
9. ISO/DIS 11 806 - Křovinořezy a travní sekačky - Bezpečnostní požadavky a zkoušení. Projekt 17.30 (vedoucí projektu p. Ericsson). Přezkoumání vý-

sledků hlasování a kroky, které mají být přijaty. Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 395.

10. ISO/WD 11 806 - 2, Křovinořezy a sekačky na trávu poháněné zádovým agregátem - Bezpečnostní požadavky a zkoušení. Projekt 17.30.2 (vedoucí projektu p. Ericsson), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 396.
11. Návrh nového pracovního bodu - Přenosné řetězové pily - Aktivací zkouška bezdotykově spouštěné brzdy řetězu. Projekt 17 (vedoucí projektu p. Ericsson), Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 347 Add 1, N 374, N 374 Add 1, N 388, N 388 Add 1.
12. Návrh na revizi ISO 7293:1983, Přenosné řetězové pily - Výkon motoru a spotřeba paliva. Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 367, N 367 Add 1 a N 389.
13. Návrh na revizi ISO 7182:1984 - Akustika - Měření vzhledem přenášeného hluku emitovaného motorovými pilami na místě operátora. Dok. ISO/TC 23/SC 17 N 368, N 368 Add 1, Organizace práce a koordinace s ISO/TC 43.

Dále byl stanoven plán práce na mezidobí a program příštího zasedání.

Připomínky z naší strany se týkaly především návrhů norem obsažených v materiálech N 383 Add 1 a 2, stanovujících požadavky na jakost mazacích olejů pro řetězy motorových pil. Naše stanovisko bylo podloženo výsledky testů 23 olejů, z nichž 19 bylo rostlinného původu. Zahmuto bylo i porovnání s výsledky provozních zkoušek čtyř olejů.

V diskusi k mazacím schopnostem olejů M. Bortfeld (SRN) uvedl výsledky získané na zařízení Brugger, které bylo navrženo pro testování mazacích schopností olejů ve zmíněných návrzích. Konstatoval, že testy na tomto zařízení dosud probíhají a jsou v souladu s provozními zkušenostmi. Zařízení je založeno na fyzikálních podmínkách pohybu řetězu na liště a tím se liší od jiných obdobných testů, např. čtyřkuličkového, nebo metody TIMKEN. V souladu s našimi zkušenostmi potvrdil, že obě uvedené metody nejsou vhodné, i když na nich některé normalizační skupiny trvají (např. Polsko). D. Ericsson (Švédsko) upozornil na problémy související s testováním olejů přímo na řezných částech motorových pil, které vyplynuly ze zkušeností státní zkušebny v Umeå. Uvedené zkoušky jsou poměrně drahé a nebylo dosaženo potřebné opakovatelnosti výsledků zkoušek. Je to dáno zejména tím, že není možné zaručit srovnatelnou tvrdost materiálů použitých při výrobě řetězů a lišt. Chemické vlivy řezaného dříví na mazací olej do této zkoušky zahrnout nelze, i když jsou podle výsledků některých výzkumů značné a některé delegace tuto nutnost zdůrazňují. Metoda, která by to umožňovala, dosud nebyla vytvořena.

Testování oleje námi navrženou metodou je sice dražší a jde o práci v hlučném a znečištěném prostředí, která vyžaduje dodržování přísných hygienických pravidel, ale díky srovnávacímu způsobu testů s použitím

etalonu (srovnávacího oleje), řetězu a listů jedné výrobní série a s průběžnou statistickou kontrolou výsledků je opakovatelnost dobrá. Všechny výsledky byly ověřovány testem shody na úrovni 95 %. Pokud by průběhy opotřebení dvou řezných částí při použití stejného oleje vykazovaly na uvedenou úroveň statisticky významný rozdíl nebo pokud by se absolutní hodnoty opotřebení lišily o více než 10 %, bylo by měření zopakováno na další řezné části.

Na základě těchto argumentů byl vysloven požadavek na porovnání našich výsledků s výsledky metody Brugger. U. Betten (SRN) nabídl potřebné kontakty s tím, že výsledky budou porovnány v rámci společných měření v průběhu roku 1994 v SRN za účasti našich odborníků.

Naše delegace rovněž podrobně objasnila důvody návrhu na změnu metody posuzování použitelnosti olejů za nízkých teplot. Předsedající A. Hille (USA) uvedl, že tento návrh je obdobný jako dřívě navrhovaný postup. Komise ISO pak pověřila Ústav lesnické a dřevařské mechanizace VŠZ v Brně, aby provedl porovnání návrhu metody ČR s metodou obsaženou v návrhu mezinárodní normy, a to na základě srovnání výsledků obou metod.

Uvedené nabídky spolupráce byly po dalších upřesněních přijaty.

Naše delegace se dále orientovala i na bezpečnost použití vyvětřovacích pil, zejména na bezpečnost proti úrazům vysokým napětím, kde zdůraznila nutnost koordinace bezpečnostních zásad s existujícími normami CEN. U pil pro sadařské práce některé delegace (Itálie, USA) vyslovily požadavek, aby tyto pily mohly být tzv. jednoruční a pracovník měl druhou ruku uvolněnou pro přidržování větví. S tím vyslovila naše delegace nesouhlas a podpořila tak stanovisko SRN, Švédska a některých dalších (zejména evropských) zemí.

Další vstupy se týkaly spíše upřesnění některých pojmů a byly na místě vyřešeny. Konání příštího zasedání normotvorné skupiny ISO/TC 23/SC 17 bylo stanoveno na měsíc říjen 1994 v Pekingu.

Se závěry jednání v Benátkách byl seznámen Úřad pro měření a normalizaci v Praze, který naši delegaci vyslal a oficiálně ji pověřil zastupováním ČR a projednáním všech otázek.

Doc. ing. Radomír Ulrich, CSc.,
ing. Alois Skoupý, CSc.,

Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

SYMPOZIUM K 90. VÝROČÍ NAROZENÍ PROF. ALOISE ZLATNÍKA

Dne 4. 2. 1993 se konalo v Ústavu lesnické botaniky, dendrologie a typologie sympozium k 90. výročí narození prof. Aloise Zlatníka pod názvem *Geobiocenologický výzkum lesů, výsledky a aplikace poznatků*.

V úvodní části vzpomněli doc. Vorel a doc. Horák na osobnost prof. Zlatníka a jeho odbornou práci. K detailnějšímu poznání přispěly také vzpomínky a úvahy v příspěvcích dr. Raušera a prof. Rychnovské. Dále byly předneseny referáty, které můžeme rozdělit do dvou částí.

V první části referující bezprostředně navazovali na výzkumy prof. Zlatníka. Ing. Vološčuk referoval o práci týmu pracovníků Tatranského národního parku, kteří po téměř 60 letech obnovili Zlatníkovy typologické plochy na Zakarpatské Ukrajině. Kompletní výsledky těchto opakovaných sledování uveřejní sborník TANAP. Ing. Truhlář ze Školního lesního podniku Křtiny seznámil s prvními typologickými mapami ŠLP Křtiny, které prof. Zlatník vypracoval v letech 1933 až 1938, a ing. Vrška z Českého ústavu ochrany přírody s návrhy na vyhlášení přírodních rezervací v oblasti jihozápadní Moravy, které prof. Zlatník sestavil v letech 1940 až 1946.

Ve druhé části sympozia prezentovali své poznatky ostatní referující na základě různých vědních oborů, zkoumajících geobiocenózy jako jednotku jednoty přírody. Živočišné složky geobiocenózy se týkaly příspěvky prof. Povolného, dr. Znojila a dr. Šustka; abiotické složky referát doc. Ambrose, rostlinné složky příspěv-

ky prof. Křiža, doc. Křižové, ing. Horáčka, dr. Šlezingerové a dr. Gandelové, doc. Kobližka a doc. Vorla. Oblasti vegetační stupňovitosti se týkal příspěvek ing. Lazebníčka, ekosystémové klasifikace referát ing. Vieghega, otázky pojetí geobiocény pojednal dr. Stránský a dr. Kučery. Z hlediska geografického byla geobiocenologická problematika pojata v referátech dr. Vašátka, ing. Bučka, ing. Laciny a ing. Kopecké. Stránkou metodickou se zabývali ing. Macků a ing. Štykar. O možnostech využití geobiocenologických poznatků v jiných oborech referovali dr. Culek, ing. Míchal a ing. Lazebníček.

Účastníci sympozia v diskusi zdůraznili správnost a důležitost teoretického a metodického zpracování otázek geobiocenologie, které realizoval prof. Zlatník, zejména teorie typu geobiocény (typizovaného jako typ ekologických trvalých podmínek) jako souboru geobiocenózy přírodní a všech od ní vývojově pocházejících a do různého stupně změněných geobiocenóz a geobiocenooidů včetně vývojových stadií (Zlatník, 1973). Poukázali i na Zlatníkovu pojetí geobiocenózy jako jednotky jednoty živé a neživé přírody na topické úrovni.

Byly naznačeny směry dalšího vývoje geobiocenologie a otázky, na které by měl budoucí rozvoj tohoto vědního oboru odpovídat.

Geobiocenologické poznatky jsou základem, na kterém by se měly rozvíjet a v praxi uplatňovat další lesnické obory, protože geobiocenologický přístup umož-

ňuje poznáním respektovat přírodní zákonitosti v jejich celistvosti. To je cesta k naplnění všech zájmů, které člověk na les v současné době klade.

V Ústavu lesnické botaniky, dendrologie a typologie je pro zájemce k dispozici sborník ze symposia, který obsahuje tyto referáty: J. V o r e l: K 90. výročí narození prof. RNDr. ing. Aloise Zlatníka, DrSc., učitele na lesnické fakultě v Brně; J. H o r á k: Vzpomínky na pobyt ve Vědecké laboratoři geobiocenologie a typologie lesa; J. R a u š e r: Prof. RNDr. ing. Alois Zlatník, DrSc., a geografie; M. R y c h n o v s k á: Význam díla profesora Zlatníka pro rozvoj dnešní ekologie; I. V o l o š č u k: Opakovaný geobiocenologický výzkum pralesov na výskumných plochách profesora Zlatníka; J. T r u h l á ř: První Zlatníkovy typologické mapy; T. V r š k a: Příspěvek k osudu návrhů prof. Zlatníka na vyhlášení rezervací v zemi Moravskoslezské z let 1940-1946 se zaměřením na oblast jihozápadní Moravy; M. K r i ž o: Fytologické poznatky a ich uplatnění při studiu lesních ekosystémů a krajiny; E. K r i ž o v á: Ekologická profilace základních fytocenóz a vývojových stádií vybraných lesných typův bučin; Z. A m b r o s: Výpočet meteorologických prvků, půdních parametrů a vodní bilance lesních ekosystémů na PC; D. P o v o l n ý, V. Z n o j i l: Taxocenózy masařek (*Diptera, Sarcophagidae*) jako bioindikátory vegetačních stupňů v teorii A. Zlatníka; Z. Š u s t e k: Využití Zlatníkovy geobiocenologické klasifikace při studiu rozšíření bystruškovitých (*Coleoptera, Carabidae*); Z. B a u e r:

Živočiškové a jejich životní projevy v geobiocenózách; J. L a z e b n í č e k: Vegetační stupňovitost na příkladu LHC Sučany (Kriv. Malá Fatra); J. V a š á t k o: Využití biogeografické mapy při konstrukci mapy historického vývoje kultivace krajiny; A. B u č e k, J. L a c i n a: Principy vymezování biogeografických regionů jako prostorových rámců pro navrhování územních systémů ekologické stability; K. S t r á n s k ý, P. K u č e r a: Geobiocén a homeorhéza: soulad nebo protimluv; M. C u l e k: Některé problémy užití stg při tvorbě ÚSES krajiny; J. M a c k ů: Současná náplň šetření typologie lesů při vyhotovení LHP; I. M í c h a l: Vztah lesního hospodářství a ochrany přírody; P. H o r á č e k, J. Š l e z i n g e r o v á, L. G a n d e l o v á: Příspěvek k hodnocení produkčního potenciálu stanoviště letokruhovou analýzou; J. V i e w e g h: Biogeoklimatická ekosystémová klasifikace; J. K o b l í ž e k: Problematika bioindikace a možnosti využití rostlinných indikátorů; A. B u č e k, V. K o p e c k á: Geobiocenologické podklady v informačním systému o území; J. Š t y k a r: Využití výpočetní techniky v geobiocenologii; J. V o r e l: Taxonomická, fyto geografická a ekologická problematika dřevin v lesních a lesostepních ekosystémech; J. L a z e b n í č e k: Ochrana přírody ve vojenských lesích České a Slovenské republiky.

Ing. Jan Š t y k a r,

Lesnická a dřevařská fakulta VŠZ, Brno, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zaslali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

TEORETICKÉ OSNOVY RASČOTA PARAMETROV DVIŽENIJA I ULUČŠENIJA EKSPLOATACIONNYCH SVOJSTV KOLESNYCH LESOTRANSPORTNYCH SREDSTV

Nestor Ivanovič Bibljuk

Lvivskij lisotechničeskij institut imeni akad. P. S. Pogrebnjaka, Lviv, 1993 (428 s.)

Autorem díla, které je doktorskou dizertační prací, je docent katedry mechanizace lesní těžby, lesního hospodářství a dopravy na Lesnické fakultě Lvovské univerzity N. I. Bibljuk. Práce, členěná na úvod a pět kapitol, se na 428 stranách, v 94 grafech a 35 tabulkách zabývá využíváním matematického modelování při zlepšování konstrukce a provozních vlastností lesní techniky na kolových podvozcích.

V úvodu autor, který se uvedenou oblastí zabývá již 26 let, analyzuje do této doby používané metody výzkumu užívané při studiu procesů pohybu prostředků pro transport dříví a dochází k závěru, že dosud řešené výzkumy se zabývaly vždy jen jednotlivými jevy, ale neřešily problém celostně, tzn. jako systém: transportní dráha - operátor prostředku - konstrukční uzly prostředku - náklad dříví. Proto si jako cíl práce stanovuje definování systému jako multifunkčního celostního objektu; analýzu a syntézu jeho struktury a funkcí; vypracování metodiky studia jednotlivých prvků systému a jejich vzájemného ovlivňování v systému; verifikaci návrhu parametrů systému.

První kapitola je věnována problematice matematického modelování vlivu povrchu dopravní dráhy (podélný a příčný profil dráhy, únosnost povrchu a nerovnosti) na chování kolových vozidel včetně jejich řiditelnosti a směrové stability.

Ve druhé kapitole je matematicky charakterizováno kmenové dříví jako objekt transportu včetně vyčíslení jeho modulů pružnosti a pevnosti v ohybu a krutu.

Ve třetí kapitole jsou rozpracovány matematické modely chování svazku (nákladu) surových kmenů, a to jak vlečených v úvazku při soustředěném traktořem, tak naložených zcela nebo jen zčásti na transportní prostředek (vyvážecí soupravu, resp. odvozní soupravu).

Ve čtvrté kapitole autor definuje matematický model a metody výpočtu parametrů pohybu kolového transportního zařízení jako celostního systému. V rámci tohoto systému jsou definovány i matematické modely různých podsystémů, např.: motor - převody - pneumatiky; geometrické a mechanické parametry transportní dráhy - kmitání konstrukčních uzlů stroje - výkyvy nákladu kmenů aj.

Pátou kapitolu autor věnoval výzkumu technologických (provozních) vlastností a navrhování technických parametrů prostředků pro dopravu dříví. V této části práce již zevšeobecňuje své poznatky a formuluje technické požadavky na jednotlivé skupiny kolových transportních prostředků: pro přibližovací traktory (detailněji ještě podle druhů těžby a průměrné přibližovací vzdálenosti), pro vyvážecí soupravy (podle dopravovaného sortimentu, užitečné hmotnosti soupravy a únosnosti terénu) a pro nákladní automobily, resp. odvozní soupravy (podle přepravovaných sortimentů a druhů vozovky). Jsou uvedeny i požadavky na umístění hydraulických manipulátorů na nákladních autech a vyvážecích soupravách, na polohu košíků speciálních lesních kolových traktorů ve vztahu vzdálenosti jejich umístění od zadní osy traktoru atd.

V závěru práce autor shrnul výsledky, ke kterým dospěl, a vyčíslil i ekonomické přínosy dosažené aplikováním získaných poznatků v konstrukci lesní techniky.

Vzhledem k tomu, že v lesním hospodářství České republiky naprosto převládá používání kolové techniky, jejíž efektivnost závisí na technických parametrech a technologických vlastnostech, je možné konstatovat, že se autor zabýval tematikou, která je velice aktuální i u nás. Přínosný je zejména jeho systémový přístup k řešení problému. Z pohledu ochrany lesních ekosystémů je velmi zajímavá ta část práce, která se zabývá definováním tahových a rychlostních poměrů, plynulosti jízdy, řiditelností a směrovou stabilitou transportních prostředků v provozních podmínkách. Nezbytná experimentální měření se realizovala pomocí unikátních přístrojů, které autor navrhl. Pro příslušné výpočty autor navrhl i vlastní programy.

Práce je koncipována metodicky čistě, se znalostí současného stupně teoretického poznání; výsledky jsou použitelné jak při dalším rozvoji teorie, tak praxe. Pro detailnější orientaci je připojen i přehled literatury, který obsahuje 369 citací.

Doc. ing. Vladimír S i m a n o v, CSc.,
Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta,
Ústav těžby a dopravy dříví, Brno

SEMINÁŘ MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ

Dne 3. 2. 1994 uspořádal Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie Lesnické a dřevařské fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně v rámci oslav 75. výročí založení VŠZ seminář na téma *Mapování biotopů*. Jeho cílem byla výměna zkušeností o koncepci, metodice a stavu prací při mapování biotopů.

Mapování biotopů se v dnešní podobě vyvinulo z původně ochranného mapování biotopů ohrožených druhů rostlin a živočichů před 20 lety ve Spolkové republice Německo na katedře krajinné ekologie TU v Mnichově. Dnes se biotop v rámci mapování biotopů chápe vždy jako jednotný krajinný element s určitým životním společenstvem na určitém stanovišti (Broggi, Grabherr, 1991). Z definice vyplývá, že se biotopy mapují podle vizuálně nejvýraznější složky ovlivňující biotop - rostlinného společenstva (fytocenózy), resp. biocenózy. Mapování biotopů se dnes provádí v celé řadě evropských zemí (SRN, Rakousko, Švýcarsko, Lichtenštejnsko, Belgie, Anglie, Slovensko aj.) a všeobecně se jím rozumí systematické vylišování ekologicky významných součástí krajiny a vytvoření informační databáze o takových ekologicky cenných biotopech, jejichž ochrana je předpokladem pro zachování biodiverzity a udržitelnosti ekologické stability krajiny.

Úkolem mapování biotopů je přispět k trvale udržitelnému rozvoji lidské společnosti poznáním stavu biotické složky krajiny v její rozmanitosti a poznáním podmínek pro její zachování. Z tohoto hlediska má mapování biotopů velmi široké uplatnění. Jedná se v podstatě o databanku biotopů určité oblasti, tedy informační systém, kterého lze využít v řídící a rozhodovací sféře na různých úrovních, v územním plánování, v ochraně přírody, ve vědě a výzkumu a v neposlední řadě mohou informace využívat různé biotické organizace a veřejnost (Ružička et al., 1992, pozmeněno). Pro podmínky v ČR je nejdůležitějším úkolem mapování biotopů vymezení území, vyžadujících zvýšenou péči a ochranu, tvořících kostru ekologické stability krajiny, jako podkladu pro zpracování ÚSES.

Semináře se zúčastnilo přes 100 odborníků, např. zástupci VaMP ČÚOP v Brně a SMS v Hradci Králové jako tvůrci metodik mapování biotopů a krajiny, M. Ružička a L. Halada jako spoluautoři příručky a katalogu *Biotypy Slovenska*, jihomoravských SCHKO, OŽP některých OÚ, typologů ÚHÚL, přírodovědeckých fakult z Brna, Prahy a Olomouce, lesnických fakult z Prahy a Zvolena, VÚLHM, ČÚOP, ČÚP, OOP MŽP a v neposlední řadě zaměstnanci Lesnické a dřevařské fakulty v Brně, ÚLBDaT a doktorandi pořádaného ústavu. Jako již tradičně na semináře pořádané Ústavem lesnické botaniky, dendrologie a typologie přijela řada účastníků ze Slovenské republiky, což svědčí o dobrém jménu, které ústav na Slovensku má.

Na semináři odeznělo 20 referátů, které byly rozděleny do tří bloků. Prvnímu bloku předsedala E. Křížová a týkal se mapování biotopů především z metodického hlediska. Úvodní referáty přednesli Z. Ambros a A. Buček s J. Lacinou, kteří se snažili objasnit terminologii vztahující se k mapování biotopů a úroveň mapování biotopů. Dalšími referujícími byli autoři metodik M. Ružička a L. Halada o mapování biotopů na Slovensku, R. Řepka a H. Vondrušková o mapování krajiny a biotopů v České republice.

Druhému bloku předsedal M. Ružička a odezněly v něm především zajímavé referáty o využití mapování biotopů a o již provedeném mapování biotopů v konkrétních územích. J. Šeda pojednal o mapování biotopů v osídlených prostorech na příkladu Bma, E. Nováková o historickém vývoji krajiny a mapování biotopů, V. Petříček a K. Ujházy přednesli příspěvky o mapování biotopů a ÚSES, O. Konříšová o mapování biotopů Žiarskej kotliny, E. Křížová o mapování biotopů v biosférické rezervaci Poľana a J. Guth o inventarizaci biotopů Voralberg - Český les. V posledním bloku, kterému předsedal J. Koblížek, odezněly referáty na téma mapování biotopů v lesích, které se v praxi často vědomě opomíjí, protože se považuje za nejobtížnější. P. Maděra referoval o současném stavu mapování biotopů v lesích ve světě i v ČR a o cílech a významu mapování lesních biotopů. J. Macků se ve svém příspěvku zabýval přístupem k mapování biotopů na lesním půdním fondu a využitím databáze ÚHÚL při mapování biotopů. J. Fišera předložil výsledky své práce jako tvůrce části týkající se výsledků týkající se poznání současného stavu a návrhu managementu lesních porostů NP Podyjí. Seminář uzavřel I. Míchal příspěvkem o koncepčních a legislativních souvislostech mapování biotopů.

Na závěr proběhla diskuse, vedená A. Bučkem, v níž vystoupila řada účastníků. Ze semináře bude vydán sborník, který bude obsahovat přednesené příspěvky i některé další, které došly písemně. Sborník bude k dispozici v Ústavu lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF VŠZ v Brně.

Značný zájem o seminář svědčí o tom, že se mapování biotopů stalo v ČR velmi aktuální. Je správné, že se pořadatelům akce podařilo tento fakt vystihnout a že uspořádaný seminář přispěl ke sjednocení názorů, které jsou v ČR zatím velmi různé, a k vyšší informovanosti o tematice mezi širší přírodovědnou veřejností.

Literatura

BROGGI, M. F. - GRABHERR, G.: Biotope in Vorarlberg. Vorarlberger Landschaftsfond, Dornbirn, 1991: 224.
RUŽIČKA, M. et al.: Biotypy Slovenska. Nitra, ÚKE SAV 1992: 147.

Ing. Petr Maděra,

Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, Brno

Polle, A. - Glavac, V.: Seasonal changes in the axial distribution of peroxidase activity in the xylem sap of beech (*Fagus sylvatica* L.) trees (Sezonní změny v axiálním rozmištnění aktivity peroxidázy v xylémové šťávě buku *Fagus sylvatica* L.)

Tree Physiology, 1993, s. 409-413, 3 obr., lit. 12

Hlavní funkcí xylémového fluida je dodávání minerálů a vody do nadzemních částí rostliny. Kromě anorganických živin obsahují apoplastický fluida (xylémová šťáva, fluidum gutace) organické sloučeniny jako jsou cukry, thiey a proteiny. Data o proteinech v xylémové šťávě stromů jsou velmi sporá. Z kmenů dospělých stromů se vzhledem k technickým potížím xylémové šťávy zkoumaly jen vzácně. Protože jeden z autorů - Glavac - vypracoval metodu, která umožňuje extrakci xylémové šťávy ze segmentů dospělých stromů v různých obdobích a podrobně ji popsal se spolupracovníky v publikacích od roku 1989, je tato metoda použita k určení peroxidázy. Aktivita peroxidázy byla analyzována z různých výšek kmenů až do výšky 14 m. Xylémové šťávy obsahovaly dva hlavní isozymy peroxidázy s acidními izoelektrickými body 4,1 a 4,6. Střední aktivita peroxidázy byla nízká na jaře při vývoji nových listů a vysoká v létě a v zimě. V chladném období klesala aktivita peroxidázy od báze kmene k vršku. Během vegetačního období nebyly pozorovány významné gradienty. Apoplastické peroxidázy se zdají být zapojeny do obranné funkce jako je uzavření poraněného pletiva nebo ochrana proti patogenům. - M. P a g a č

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Od letošního roku vyřizuje veškeré služby spojené s distribucí časopisu Lesnictví-Forestry vydavatel - Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

LESNICTVÍ - FORESTRY 1994, No. 10, uveřejní tyto příspěvky:

K m e f, J., S a n i g a M.: Použitie biochemických metód na stanovenie vitality jedle bielej (*Abies alba* Mill.) v zmenených ekologických podmienkach – The use of biochemical methods for determination of fir (*Abies alba* Mill.) vitality under changed ecological conditions

C h r o u s t L.: Vliv hustoty a výchovných sečí na intercepci kapalných srážek v borových porostech – The effect of density and improvement cuttings on liquid precipitation interception in pine stands

Š i n d e l á ř J., V a n č u r a K.: Slovenské proveniencie smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] na výzkumných plochách v České republice – Slovak provenances of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] on research plots in the Czech Republic

S l o d i č á k M., S o u č e k J.: Vliv podúrovňových a úrovňových výchovných zásahů na vývoj smíšených porostů břízy a smrku pichlavého v Krušných horách – The effect of thinnings from above and from below on development of mixed forest stands of birch and blue spruce in the Krušné hory Mts.

M e c k o J., P e t r á š R., N o c i a r V.: Konštrukcia objemových tabuliek topoľových klonov Robusta a I-214 – Construction of volume tables of poplar clones Robusta and I-214

RECENZE

P r u d i č Z.: Zielstärken-Nutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41, fax: 02/25 70 90 ● Sazba: Studio DOMINO - Ing. Jakub Černý, Pražská 108, 266 01 Beroun, tel.: 0311/240 15 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1994

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2