

# LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 40, No. 12, 1994

## 75 let LESNICKÉ FAKULTY VŠZ v Praze

### OBSAH – CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| R o č e k J.: Výuka a vědecký výzkum na Lesnické fakultě VŠZ v Praze – Education and research at the Faculty of Forestry of the University of Agriculture in Prague . . . . .                                                                                                                             | 505 |
| C h a l u p a V.: Použití biotechnologických metod pro rozmnožování a záchranu jilmů ( <i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled., <i>Ulmus montana</i> Stok.) – Micropropagation and preservation of elms ( <i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled. and <i>Ulmus montana</i> Stok.) by biotechnological methods . . . . . | 507 |
| K o b l i h a J.: Hybridizace v rámci rodu <i>Abies</i> se zaměřením na získání hybridů generace F <sub>2</sub> – Hybridization within the <i>Abies</i> genus aimed at obtaining F <sub>2</sub> generation hybrids . . . . .                                                                              | 513 |
| N e u h ö f e r o v á P.: Kryokonzervace semen buku lesního, dubu zimního, jedle bělokoré, embryí a axilárních pupenů dubu zimního – Cryopreservation of seed of European beech, sessile oak, silver fir, embryos and axillary buds of sessile oak . . . . .                                              | 519 |
| V i e w e g h J.: Změny ve vegetaci některých přírodních rezervací Moravskoslezských Beskyd – Changes in vegetation in some national reservations in the Moravskoslezské Beskydy Mts. . . . .                                                                                                             | 523 |
| G l o m b V., S e q u e n s J., J u r a S.: Zkušenosti s měřením relativní vitality stromů elektrickou odporovou metodou – Experience of measuring relative vitality of trees by electrical resistance method. . . . .                                                                                    | 537 |
| S e q u e n s J.: Bonitní vějíř a trendy výškového růstu borovice – A pencil of height curves and trends of height growth in pine . . . . .                                                                                                                                                               | 550 |

# **LESNICTVÍ - FORESTRY**

## **Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal**

### **Redakční rada - Managing Editorial Board**

Prof. Ing. Vladimír Č h a l u p a , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří B a r t u n ě k , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Ing. Josef B ě l e , CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnady, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Č e c h , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic)

Ing. Ján I l a v s k ý , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef K o n ô p k a , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan K o u b a , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic)

Ing. Vladimír K r e ě m e r , CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav L o c h m a n , CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnady, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Š m e l k o , DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav V y s k o t , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

### **Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:**

Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á (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 obědku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á , 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 Č h l e b e ě k o v á , 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.

# VÝUKA A VĚDECKÝ VÝZKUM NA LESNICKÉ FAKULTĚ VŠZ V PRAZE

I. Roček

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

Před 75 lety vznikl z iniciativy profesorského sboru české techniky lesnický odbor na Českém vysokém učení technickém (ČVUT) v Praze. Slavnostní zahájení přednášek bylo stanoveno na 16. března 1919. To byl oficiální začátek samostatného českého lesnického vysokoškolského studia na nejstarším vysokém technickém učení ve střední Evropě. Počátky výuky lesnických nauk na pražském vysokém učení technickém jsou však daleko starší a jsou spojeny se jménem Křištofa Liebicha (1783 - 1874). Ten se souhlasem vídeňského Ministerstva veřejného vyučování zahájil vysokoškolské lesnické přednášky 15. listopadu 1848 a pak přednášel jako soukromý docent lesnické nauky na pražské technice po celých 18 let. Po něm přednášeli na pražské technice encyklopedii lesnictví známé osobnosti jako Antonín Bohutínský, dr. Karel Kořistka, dr. ing. Josef Sigmond a ing. Vojtěch Kaisler.

Struktura pražského vysokoškolského lesnického studia se začala vytvářet po vydání výnosu Ministerstva školství a osvěty ze dne 1. 9. 1920, kterým byla v rámci Českého vysokého učení technického zřízena Vysoká škola zemědělská a lesního inženýrství (VŠZLI). Na nově budovaném odboru lesního inženýrství zajišťovala výuku lesnických předmětů řada významných odborníků z lesnické praxe i zkušených pedagogů. K významným lesnickým odborníkům přednášejícím před rokem 1939 na lesnickém odboru VŠZLI patřili zejména prof. dr. ing. Josef Sigmond (pěstování lesů), prof. ing. Alois Nechleba (ochrana lesů), prof. dr. ing. Karel Matyáš (lesní těžba), prof. ing. Gabriel Jirsík (zařizování lesů), prof. dr. ing. Vilibald Ševčík (zařizování a oceňování lesů), prof. dr. ing. Vojtěch Kaisler (hrazení bystřin), prof. dr. ing. Antonín Pfeffer (ochrana lesů). Přednášky na lesnickém odboru VŠZLI trvaly až do roku 1939, kdy byly přerušeny německou okupací a uzavřením českých vysokých škol.

Po skončení druhé světové války byly přednášky obnoveny již 4. června 1945 jako pokračování letního semestru v roce 1939. V poválečném období patřili mezi významné pedagogy Lesnické fakulty např. prof. dr. ing. Pravdomil Svoboda, prof. dr. ing. Václav Korf, prof. dr. ing. Karel Matyáš, prof. dr. ing. Alois Mezera, prof. dr. ing. Václav Douša, prof. ing. Karel Zlatuška, prof. dr. ing. Rudolf Ille, prof. dr. ing. Antonín Pfeffer, prof. dr. ing. Karel Balabán, prof. dr. Jan Stejskal a další. Po roce 1945 došlo k několika organizačním změnám. V r. 1951 byla v rámci ČVUT zřízena samostatná Lesnická fakulta, která v jejím rámci existovala až do r. 1959. V tomto roce byla Lesnická fakulta převezena na Vysokou školu zemědělskou v Praze, která se vrátila do působnosti Ministerstva školství. Počínaje

rokem 1959/60 se pražská Lesnická fakulta začala na základě vládního nařízení postupně rušit; poslední posluchači fakultu absolvovali v letech 1963/64. V r. 1964 se Lesnická fakulta změnila na vědecko-pedagogické pracoviště, Vědecký lesnický ústav VŠZ se sídlem v Kostelci nad Černými lesy. V r. 1990 byla Lesnická fakulta obnovena na základě rozhodnutí akademického senátu VŠZ a první posluchači byli na fakultu přijati pro školní rok 1991/92. V současné době má pražská Lesnická fakulta tři studijní obory, a to obor lesního, krajinného a dřevařského inženýrství.

Při příležitosti 75. výročí založení Lesnické fakulty a po uplynutí téměř 150 let od počátku vysokoškolských lesnických přednášek je vhodné se zamyslet nad dosavadními výsledky vysokoškolské výuky lesnictví a položit si otázky, jak bychom mohli dále zdokonalit přípravu lesních inženýrů a adekvátně reagovat na probíhající změny a budoucí vývoj lesního hospodářství jak u nás, tak i v Evropě a ve světě. Z dosavadních výsledků vyplývá, že jak v současné době, tak i v budoucnu bude naše lesní hospodářství potřebovat inženýry s hlubokými znalostmi biologickými, technickými a ekonomickými, opírajícími se o solidní teoretické základy. Je ovšem třeba vzít v úvahu, že vzhledem k obrovskému rozvoji jednotlivých vědních oborů mizí všeobecně vzdělaní encyklopedisté, neboť je nemožné, aby jednotlivci v dnešní době dokonale obsáhli všechny rozsáhlé vědní obory, které lesnictví zahrnuje. Současné rostí i složitost pěstování vhodných lesních ekosystémů odpovídajících stanovištním podmínkám a vážně narušovaných škodlivými antropogenními vlivy.

Mnohostranný význam lesů a snaha po ekologické stabilitě a trvale udržitelném rozvoji jsou dnes obecně uznávány a budou nesporně patřit k základním cílům, o které bude usilovat hospodaření v našich lesích i v budoucnosti. Současně neztrácí na významu ani dřevní produkce lesních porostů, znamenající významný ekonomický přínos pro vlastnický lesů. Problémy hospodářského využívání lesů a jejich dřevní produkce a udržování mimoprodukčních funkcí lesů jsou doménou oboru lesního inženýrství, které bylo od počátku svého vzniku zaměřeno na péči o zvýšení produkce biomasy v dlouhém produkčním cyklu i na péči o mimoprodukční funkce lesů při tvorbě a ochraně přírodního prostředí. Z těchto základních cílů lesního hospodářství vychází i nutnost kombinace výuky biologických, technických a ekonomických věd na lesnických fakultách. Vysoká škola by měla připravovat takové typy lesních inženýrů, kteří budou schopni uplatňovat své znalosti z biologických, technických a ekonomických oborů jak při provozním řízení lesního hospodářství, tak budou schopni svou práci zaměřit i na dlouhodobé cíle lesního hospodářství.

Ve studijních programech pražské Lesnické fakulty, formulovaných v letech 1919 - 1920, byl kladen důraz na výuku technických předmětů podle vzorů lesnických programů na renomovaných lesnických vysokých školách ve Vídni a v Curychu. Porovnáme-li předválečné studijní programy (z let 1920 až 1939) s našimi současnými, jsou zřejmé některé rozdíly. Především se značně zvýšil počet předmětů, ovšem jejich hodinové rozsahy se většinou snížily. To platí zejména pro předměty základní, které navazují na středoškolské znalosti. V minulosti měly základní předměty proti dnešku větší rozsah - zejména např. základy vyšší matematiky ( $4/4 + 4/2$ ), botanika ( $4/2 + 4/4$ ), obecná chemie ( $4/0 + 4/2$  - čísla znamenají počet týdenních hodin přednášek/cvičení v zimním a letním semestru). V současné době rozsah matematiky činí pouze 78 % těchto hodin, botaniky 57 % a chemie 40 %. Stejný pokles lze pozorovat i u některých odborných lesnických předmětů (např. u geodézie, u inženýrských staveb lesnických aj.). Příčinou změny počtu vyučovacích hodin je především skutečnost, že některé souhrnné předměty jsou v současné době rozděleny na řadu menších. Tak např. předmět pěstování lesů s lesní estetikou (s původním rozsahem  $5/2 + 5/8$ ) je v současné době rozdělen na více předmětů: zakládání lesů, pěstování lesů, hospodaření v imisních oblastech, speciální a intenzivní kultura. Další příčinou nižšího počtu hodin přednášek u některých předmětů je zavedení nových, moderních předmětů, které se dříve nevyučovaly (např. informatika, marketing a další). S novými technickými pomůckami se zlepšuje i didaktické vybavení učeben a k výuce se používají moderní metody a techniky. Naše snahy jsou směřovány na použití efektivních učebních postupů, které umožní dále zvýšit úroveň vysokoškolského studia i při daném počtu vyučovacích hodin.

Pro zvýšení kvality výuky, rychlé vniknutí posluchačů do problematiky oboru a pro obohacení přednášek a cvičení o nejnovější vědecké poznatky mají velký význam výzkumné práce, prováděné na katedrách Lesnické fakulty. Posláním moderních vysokých škol není pouze výuka poznatků získaných na jiných pracovištích, ale k jejich hlavní náplni patří i aktivní vědecká činnost, rozvíjení příslušných vědních oborů a získávání nových vědeckých poznatků. Vědecká práce vysokoškolských učitelů je nezbytnou podmínkou pro jejich kvalitní pedagogickou činnost. Vědecké poznatky získané při výzkumných pracích mají velký význam nejen pro výuku a seznamování studentů s nejnovějšími vědeckými poznatky, ale jsou důležité i pro rozvíjení příslušného vědního oboru. Mnohé nové poznatky získané na Lesnické fakultě nalézají aplikace při řešení praktických provozních problémů, při zachráně a obnově lesů, při ochraně lesů, při zachráně genových zdrojů, při zachování produkčních a mimoprodukčních funkcí lesů a při zlepšování životního prostředí. Odborná veřejnost

se s výsledky vědeckých prací většinou seznamuje formou vědeckých sdělení publikovaných v národních i mezinárodních vědeckých časopisech. V mnoha západních vyspělých zemích jsou hlavní vědecké práce prováděny a nejvíce nových vědeckých poznatků je získáváno právě na univerzitách a jejich pracovištích. Úroveň vysokých škol a vysokoškolských pracovníků je v těchto zemích posuzována především podle počtu a kvality publikovaných vědeckých prací.

V současné době je vědecko-výzkumná činnost na pražské Lesnické fakultě financována hlavně z externích grantů, které pracovníci fakulty získali od grantových agentur, kam zaslali své návrhy na řešení výzkumných úkolů. Pražská Lesnická fakulta patří k úspěšným pracovištím, která získala větší počet grantů, umožňujících jejím pracovníkům intenzivní vědeckou činnost. Vědecká sdělení, uveřejněná v tomto čísle Lesnictví-Forestry pracovníky Lesnické fakulty, byla většinou vypracována s finanční podporou získanou zejména od Grantové agentury ČR, Ministerstva zemědělství ČR a Ministerstva životního prostředí ČR.

ROČEK, I. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *Education and research at the Faculty of Forestry of the University of Agriculture in Prague. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (12): 505-506.*

Lecturing in the Forestry Department of the University of Agricultural and Forest Engineering in Prague was opened 75 years ago and it continued until 1939, when all Czech universities and colleges were closed. After World War Two teaching was resumed in June 1945. Closing of the Prague Faculty of Forestry started in 1959/60 and the last graduates left the Faculty in the school year 1963/64. The Faculty of Forestry at the University of Agriculture was reopened in 1990.

An extensive importance of forests and call for sustainable development of forests are currently appreciated in general and belong to the basic targets of forest management. These targets imply the need to combine teaching of biological, technical and economic sciences at the Faculty of Forestry. In addition to classic subject-matter, tuition involves new, topical, modern subjects (informatics, marketing, etc.). Class equipment with teaching aids has been improved while modern teaching methods and techniques are applied. Important activities of the Faculty of Forestry involve research activities, acquisition of new scientific information and development of particular scientific branches. The Faculty has recently obtained a higher number of external grants which enable its workers to devote themselves to intensive research activities.

*Kontaktní adresa:*

Prof. ing. Ivan Roček, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

# POUŽITÍ BIOTECHNOLOGICKÝCH METOD PRO ROZMNOŽOVÁNÍ A ZÁCHRANU JILMŮ (*ULMUS CARPINIFOLIA* GLED., *ULMUS MONTANA* STOK.)

V. Chalupa

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

Malá odolnost jilmů ke grafioze způsobuje jejich hromadné odumírání. Domácí druhy jilmů patří v současné době k velmi ohroženým druhům. Při našich pracích jsme se zabývali vypracováním rychlých způsobů vegetativního množení jilmů *in vitro* a zároveň věnujeme pozornost možnostem využití nových biotechnologických metod přenosu cizích genů do genomu rostlinných buněk pro řešení problému zachrany těchto ohrožených druhů dřevin. Rychlého rozmnožování jilmů *in vitro* bylo dosaženo opakovanou indukci růstu prýtů z axilárních pupenů na nodálních segmentech pěstovaných na modifikovaném MS médiu. Z listových segmentů *Ulmus carpinifolia* pěstovaných na modifikovaném MS médiu obsahujícím thidiazuron ( $0,02$  až  $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ ) se podařilo regenerovat nové prýty. Vytváření adventivních kořenů u prýtů bylo stimulováno na modifikovaném WPM obsahujícím nízké koncentrace IBA ( $0,1$  až  $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Vytváření kořenů bylo dosaženo ve vysokém procentu rovněž u prýtů zakořeňovaných v nesterilním substrátu (směs rašeliny a agropertitu 1 : 1, v/v). Regenerované stromky jilmů byly po očištění vysazeny na venkovní pokusné plochy. Během zimního období nedošlo k poškození vypěstovaných stromků a na jaře všechny stromky vypěstované *in vitro* pokračovaly v růstu. U stromů jilmů vypěstovaných *in vitro* nebyly pozorovány žádné morfologické ani růstové abnormality. Jsou diskutovány možnosti použití metod inkorporace cizích genů do genomu jilmových buněk, které by kódovaly syntézu látek inhibujících růst houbových vláken *Ophiostoma ulmi*, nebo by zabráňovaly přenosu choroby kůrovci.

*in vitro* rozmnožování jilmů; grafioza jilmů; *Ulmus carpinifolia*; *Ulmus montana*

Jilmy patřily dříve k našim významným lesním stromům, ceněným zejména pro své vysoce kvalitní, pevné a trvanlivé, kruhovitě pórovité dřevo, které nalézalo široké uplatnění při výrobě dříví, v nábytkářském průmyslu i ve stavebnictví. Pro svůj dekorativní tvar bývaly jilmy i ozdobou parků a městské zeleně. V současné době jsme svědky rychlého mizení těchto druhů stromů z lesních porostů i z měst. Jak evropské, tak i americké druhy jilmů patří k velmi ohroženým, vymírajícím druhům dřevin. Příčinou je malá odolnost jilmů k tracheomykóznímu onemocnění označovanému jako grafioza nebo holandská nemoc jilmů (Dutch elm disease - DED). Při tomto houbovém onemocnění vláken hub ucívají cévy a jsou při něm do buněk vylučovány specifické toxiny (Takai, Richards,

1978; Nordin, Strobel, 1981). Nákazu přenášejí hlavně kůrovci z rodu *Scolytus* tím, že zanesou do svých chodbiček konidie houby *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf. [*Ceratocystis ulmi* (Buism.) Mor.]. Konidie vyklíčí v houbová vlákna, která prorůstají stěny chodbiček a vnikají do cév živého dřeva. Stromy mnohdy umírají velmi rychle během jedné vegetační doby, jestliže je nákaza zanesena přímo do kmene nebo do hlavních větví v blízkosti kmene. Při zanesení nákazy do tenkých okrajových větví houba proniká pozvolna z tenkých větví do silnějších a způsobuje pomalý průběh choroby, kdy stromy chřadnou a pozvolna odumírají několik let. Obrana proti chorobě spočívá v současné době hlavně v odstraňování napadených stromů a větví, ve kterých se kůrovci vyvíjejí. V posledních letech tracheomykózní onemocnění způsobují velké škody i u jiných druhů lesních stromů, zejména u dubů, a objevují se i u dalších listnatých stromů (u olší, lip, buků, jasanů, bříz aj.). V nedávné době byly tracheomykózní příznaky vadnutí a chřadnutí zjištěny i u smrku. Jedná se tedy o závažné onemocnění, kterému je třeba věnovat zvýšenou pozornost, a je třeba se snažit využít při boji o zachráně lesních stromů i nových biotechnologických metod.

K zachráně jilmů je nejprve zapotřebí vypracovat rychlé metody jejich vegetativního množení, pomocí kterých by bylo možné v krátké době rozmnožit genotypy vyznačující se větší odolností ke grafioze. Odolnější genotypy je možné získat jednak výběrem z přežívajících stromů jilmů, jednak existuje možnost snažit se vypěstovat odolnější hybridy pomocí sexuální hybridizace. Z dosavadních prací je známo, že zatímco americké i evropské druhy jilmů jsou málo odolné ke grafioze, některé asijské druhy (*Ulmus parvifolia* Jacq., *Ulmus pumila* L. aj.) jsou k této chorobě rezistentní. Konvenční hybridizační techniky jsou ovšem mnohdy obtížné a vyžadují delší časové období. Lze tedy považovat za účelné snažit se aplikovat některé biotechnologické metody pro úspěšné řešení této problematiky. V úvahu připadá zejména přenos cizí DNA do genomu buněk jilmů, aby byl buď inhibován vývin a růst houbových vláken, nebo aby bylo zabráněno přenosu choroby kůrovci.

Při našich pokusech jsme věnovali pozornost vypracování vhodných metod pro rychlé vegetativní množení našich hlavních druhů jilmů *in vitro* a zabýváme se rovněž možnostmi aplikovat metody genového inženýrství pro řešení tohoto problému.

## MATERIÁL A METODY

Pokusy byly prováděny s našimi dvěma hlavními druhy jilmů - jilmem habrolistým (*Ulmus carpinifolia* Gled.) a jilmem horským (*Ulmus montana* Stok.). Jako počáteční explantáty pro založení aseptických kultur byly použity explantáty odebrané ze semenáčků nebo z dospělých stromů. Při odběru ze semenáčků byly jako prvotní explantáty použity krátké nodální segmenty prýtů (délka 1 až 2 cm) nebo vrcholové špičky letorostů. Při rozmnožování dospělých stromů byly jako výchozí materiál použity explantáty z juvenilních částí stromů ať již z pařezových nebo kořenových výmladků, nebo z prýtů (vlků) získaných ze spodní části kmene. Při pokusech s regenerací rostlin z listových segmentů byly použity mladé listy odebrané ze semenáčků rostoucích ve sklenku. Listy byly po sterilizaci rozřezány na segmenty 5 až 10 mm široké. Bylo pracováno s 12 genotypy jilmu habrolistého a s devíti genotypy jilmu horského.

Primární explantáty byly před umístěním na živné médium povrchově sterilizovány. Nodální segmenty zbavené listů, dlouhé 1 až 2 cm, a listové segmenty byly sterilizovány buď v 0,1% roztoku chloridu rtuťnatého po dobu 15 až 40 minut, nebo v roztoku chlornanu sodného po dobu 15 až 20 minut. Po trojnásobném omytí ve sterilní destilované vodě byly explantáty umístěny na živné médium. Kultury byly pěstovány za kontrolovaných podmínek při teplotě 23 až 25 °C, při 16hodinové fotoperiodě, při zářivkovém osvětlení o intenzitě 60 až 80  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Různá živná média byla testována se zřetelem na stimulaci růstu kultur a dosažení vysokého koeficientu množení. Kultury byly pěstovány zejména na modifikovaném MS médiu (Murashige, Skoog, 1962) a na WPM (Lloyd, McCown, 1980). Živná média byla zpevněna buď Difco Bacto agarem (6 g.l<sup>-1</sup>), nebo Gelritem (3 g.l<sup>-1</sup>). Jako zdroj uhlíku byla používána sacharóza (20 nebo 30 g.l<sup>-1</sup>). Živná média byla sterilizována autoklavováním při teplotě 121 °C po dobu 20 minut. Tepelně labilní sloučeniny byly sterilizovány filtrací a přidány do živného média dodatečně. Kultury byly většinou pěstovány ve 100ml baňkách obsahujících 25 ml živného média. Pro každý pokus bylo použito 40 až 50 baňek a pokusy byly prováděny s dvojnásobným opakováním.

Z růstových hormonů ze skupiny cytokininů byl testován účinek kinetinu a 6-benzyladeninu (BA) v koncentracích 0,01 až 5,0 mg.l<sup>-1</sup> a thidiazuronu (TDZ) v koncentraci 0,01 až 0,5 mg.l<sup>-1</sup>. Ze skupiny auxinů byla používána kyselina indolylmáslná (IBA) a kyselina naftyloctová (NAA), které byly testovány v koncentracích 0,01 až 2,0 mg.l<sup>-1</sup>.

Zakořeňování prýtů bylo prováděno jednak v živných médiích zpevněných agarem nebo Gelritem, která obsahovala většinou exogenní auxin, jednak v nesterilních substrátech složených ze směsi rašeliny a agropertitu (1 : 1, v/v). Při zakořeňování prýtů v nesterilním

substrátu byly před zapíchnutím prýtů do substrátu jejich báze stimulovány pudrovým stimulatorem. Zakoreněné rostlinky byly pěstovány v nesterilním substrátu za vysoké vzdušné vlhkosti po dobu čtyř až šesti týdnů, poté byla vzdušná vlhkost postupně snižována na normální hodnoty.

## VÝSLEDKY

### ROZMNOŽOVÁNÍ PRÝTŮ Z AXILÁRNÍCH PUPENŮ

U jilmů bylo dosaženo rychlého množení prýtů *in vitro* opakovanou indukcí růstu prýtů z axilárních pupenů. Po umístění nodálních segmentů na živné médium axilární pupeny během dvou týdnů vyrašily a začaly se prodlužovat v prýty. Během dalších tří až čtyř týdnů prýty dosáhly délky 2 až 4 cm a vytvořilo se pět až deset listů spolu s axilárními pupeny. Po pěti až šesti týdnech pěstování byly prýty vyjmuty ze živného média a byly rozděleny na větší počet nodálních segmentů. Tyto nodální segmenty byly přesazeny na čerstvé živné médium, kde se celý cyklus opakoval.



1. Vytváření prýtů z axilárních pupenů nodálního segmentu *Ulmus carpinifolia* pěstovaného na MS médiu – Shoot formation from axillary buds of *Ulmus carpinifolia* nodal segment, cultured on MS medium

Růst prýtů z axilárních pupenů byl stimulován na různých živných médiích. Z testovaných živných médií byl dlouhivý růst prýtů vzniklých z axilárních pupenů stimulován zejména na modifikovaných MS médiích (normální koncentrace nebo poloviční koncentrace) a na WPM. Tato živná média byla nejčastěji používána pro množení prýtů. Na těchto médiích se během čtyř až pěti týdnů vytvořily prýty dlouhé 2 až 4 cm, i když živná média neobsahovala žádné exogenní fytohormony. Růst prýtů a počet vytvořených prýtů byl ovlivňován jak auxiny, tak i cytokininy (tab. I). Velmi nízké koncentrace auxinu (IBA) v živném médiu podporova-

I. Vliv růstových regulátorů na množení prýtů jilmů pěstovaných na modifikovaném MS médiu – The effect of growth regulators on shoot multiplication of elms, cultured on a modified MS medium

| Růstový regulátor <sup>1</sup> |      | <i>Ulmus carpinifolia</i>             |      | <i>Ulmus montana</i> |      |
|--------------------------------|------|---------------------------------------|------|----------------------|------|
|                                |      | Klon <sup>2</sup>                     |      | Klon <sup>2</sup>    |      |
| IBA                            | BA   | A                                     | B    | A                    | B    |
| (mg.l <sup>-1</sup> )          |      | Koeficient množení prýtů <sup>3</sup> |      |                      |      |
| -                              | -    | 3,7a                                  | 2,9a | 3,4a                 | 3,1a |
| 0,05                           | -    | 4,3b                                  | 3,2a | 3,6a                 | 3,5a |
| -                              | 0,02 | 4,4b                                  | 3,0a | 3,7a                 | 3,4a |
| -                              | 0,30 | 4,2b                                  | 2,8a | 3,5a                 | 3,4a |

<sup>1</sup>growth regulator, <sup>2</sup>clone, <sup>3</sup>rate of shoot multiplication

Údaje jsou průměry získané ze šesti pasáží. Údaje označené stejným písmenem nejsou významně odchylné na 5% hladině významnosti – The data are average values based on six subcultures. Values followed by the same letter are not significantly different at the 5% level

ly dlouhýv růst osy a stimulovaly rovněž vytváření adventivních kořenů. Explantáty jilmů velmi citlivě reagovaly na exogenní cytokininy v živném médiu. Z testovaných cytokininů projevovaly vysokou aktivitu zejména BA a TDZ. Velmi nízké koncentrace BA stimulovaly vytváření axilárních pupenů, vyšší koncentrace (0,2 až 0,5 mg.l<sup>-1</sup>) stimulovaly zejména vytváření kalusových pletiv. Se zvyšující se koncentrací BA (0,1 až 0,8 mg.l<sup>-1</sup>) v živném médiu byl délkový růst nově vytvářených prýtů brzděn, prýty byly kratší a na spodní části explantátu se vytvářelo kalusové pletivo. U některých klonů bylo u kalusového pletiva indukováno vytváření adventivních pupenů, ze kterých se postupně vyvinuly delší prýty. Stimulační vliv BA na vytváření prýtů z axilárních pupenů a na vytváření adventivních

pupenů a prýtů z kalusových pletiv byl značně genotypově závislý.

## VYTVÁŘENÍ PRÝTŮ Z LISTOVÝCH SEGMENTŮ

Při transformaci rostlinných buněk pomocí *Agrobacterium tumefaciens* se jako primární explantáty používají často listové disky, ze kterých jsou po kokultivaci regenerovány transgenetické rostliny. Předpokladem pro vytvoření transgenetických rostlin je možnost regenerovat z listových segmentů nové rostliny. Při našich pokusech s listovými segmenty *Ulmus carpinifolia* byly segmenty listů pěstovány na modifikovaném MS médiu obsahujícím různé koncentrace TDZ (0,02 až 0,5 mg.l<sup>-1</sup>). Z listových segmentů pěstovaných na modifikovaném MS médiu obsahujícím 0,02 až 0,2 mg.l<sup>-1</sup> TDZ byly během devíti týdnů regenerovány nové prýty. Průměrně bylo z listových segmentů regenerováno 2,3 prýty. Prýty byly regenerovány zejména ze segmentů, které obsahovaly žilnaté části listu. Rovněž vitalita rostlin a stáří listů ovlivňovaly jejich regenerační schopnosti. Po přemístění prýtů regenerovaných z listových segmentů na WPM obsahující IBA (0,1 mg.l<sup>-1</sup>) bylo dosaženo vytváření kořenů na bázi prýtů.

## VYTVÁŘENÍ ADVENTIVNÍCH KOŘENŮ U PRÝTŮ

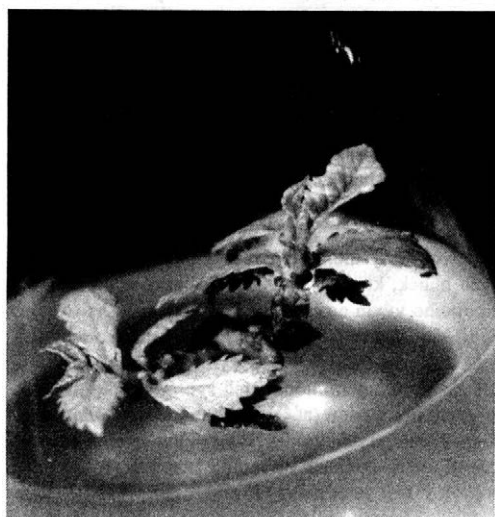
Vytváření kořenů u jilmových prýtů vypěstovaných z axilárních pupenů bylo stimulováno na modifikovaném médiu Wolter - Skoogově (1966) nebo na modifikovaném WPM. Vytváření adventivních kořenů u prýtů bylo stimulováno nízkými koncentracemi IBA nebo NAA (0,1 až 0,2 mg.l<sup>-1</sup>). Adventivní kořeny se začaly vytvářet na bázi prýtů obvykle za 10 až 14 dnů po přesazení prýtů do živného média. Frekvence vytváření kořenů byla značná, u velkého procenta prýtů se vytvořily kořeny (tab. II). U některých genotypů se vytvářely kořeny ve velkém procentu i na živných médiích, která neobsahovala exogenní auxiny (tab. II).

II. Vytváření kořenů u prýtů jilmů na různých médiích (na WPM o poloviční koncentraci, obsahující IBA, nebo v substrátu po stimulaci prýtů auxinem) – Rooting of elm shoots in different media (on WPM, half strength, containing IBA, or in potting mixture)

|                       | <i>Ulmus carpinifolia</i>              |     | <i>Ulmus montana</i> |     |
|-----------------------|----------------------------------------|-----|----------------------|-----|
|                       | Klon <sup>1</sup>                      |     | Klon <sup>1</sup>    |     |
| IBA                   | A                                      | B   | A                    | B   |
| (mg.l <sup>-1</sup> ) | Procento zakořenění prýtů <sup>2</sup> |     |                      |     |
| 0,0                   | 67a                                    | 46a | 42a                  | 58a |
| 0,1                   | 85b                                    | 81b | 78b                  | 82b |
| 0,2                   | 92c                                    | 89c | 87c                  | 91c |
| Substrát <sup>3</sup> | 84b                                    | 83b | 80b                  | 81b |

<sup>1</sup>clone, <sup>2</sup>rooting (%), <sup>3</sup>potting mixture (peat and perlite, 1 : 1, v/v)

Údaje jsou průměry získané ze čtyř experimentů. Údaje označené stejným písmenem nejsou významně odchylné na 5% hladině významnosti – The data are average values based on four experiments. Values followed by the same letter are not significantly different at the 5% level



2. Vytváření prýtů z listového segmentu *Ulmus carpinifolia* pěstovaného na modifikovaném MS médiu – Shoot regeneration from leaf segment of *Ulmus carpinifolia*, cultured on modified MS medium

Vytváření adventivních kořenů ve vysokém procentu bylo dosaženo u prýtlů vypěstovaných *in vitro* i v nesterilním substrátu, ve směsi rašeliny a agropelitu (1 : 1, v/v). Prýtlů byly před umístěním do substrátu ponořeny spodními konci do práškovitého stimulantu (účinná látka 0,06% NAA) a poté byly pěstovány za vysoké vzdušné vlhkosti v dostatečně provlhčeném substrátu. Adventivní kořeny se vytvořily během dvou až tří týdnů u vysokého procenta prýtlů (tab. II). Kořeny vytvořené v nesterilním substrátu byly morfologicky i funkčně dobře přizpůsobené pro další růst v substrátu nebo půdě. Zakořeněné prýtlů byly pěstovány v substrátu za vysoké vzdušné vlhkosti po pět až sedm týdnů, poté byla relativní vzdušná vlhkost postupně snižována na normální hodnoty.

#### RŮST STROMKŮ VYPĚSTOVANÝCH *IN VITRO*

Po očištění byly stromky vypěstované *in vitro* pěstovány jednak v růstových komorách za kontrolovaných optimálních vnějších podmínek, jednak ve venkovních podmínkách. Růst stromků pěstovaných za optimálních podmínek v růstových komorách probíhal velmi rychle a během dvouměsíčního pěstování dosáhla jejich výška 62 cm. Rozdíl v průběhu výškového růstu mezi stromky regenerovanými z téhož mateřského stromu byly malé. Rovněž stromky, které byly po očištění vysazeny na venkovní pokusné plochy a byly pěstovány za venkovních podmínek, pokračovaly v růstu a na konci vegetační doby dosáhly výšky 34 cm. Během zimního období nedošlo k poškození ani uhynutí vypěstovaných stromků a na jaře všechny stromky pokračovaly v růstu. U stromků jilmů pěstovaných *in vitro* nebyly pozorovány žádné morfologické ani růstové abnormality.

#### DISKUSE

Výsledky, které jsme získali v minulých letech při rozmnožování domácích druhů jilmů *in vitro* (Chalupa et al., 1975; Chalupa, 1979, 1983a,b, 1987), i výsledky získané v současné době ukazují, že množením jilmů *in vitro* je možné produkovat v relativně krátké době velký počet geneticky identických jedinců. Rychlého rozmnožování jilmů *in vitro* bylo rovněž dosaženo i u některých dalších evropských, amerických a asijských druhů jilmů (Durzan, Lopushanski, 1975; Karnosky, Mickler, 1986; Dorion et al., 1987; Bolyard et al., 1991; Corchete et al., 1993). Dosavadní výsledky naznačují, že rychlé klonové množení různých druhů a genotypů jilmů je prakticky proveditelné. Hlavní pozornost bude třeba nyní věnovat výběru, případně vytváření genotypů, které by byly odolné vůči grafioze.

Pro vytváření odolných genotypů jilmů bude vhodné použít nové metody genetických transformací, které umožňují vnést do genomu buněk jeden nebo několik cizích genů, přičemž ostatní genetické vlastnosti rostliny zůstávají zachovány. Tyto transformace umožňují

rychlé, specifické genetické změny, aniž by se změnila celková genetická konstituce rostliny. Současně používané technologie vnašení DNA do rostlinných buněk zahrnují použití infekčních nebo přímých metod (Ahuja, 1988; Vyskot, 1988; Chalupa, 1990). Značící úspěchy při vnašení cizí DNA do rostlinných buněk bylo dosaženo při použití bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Použití Ti-plazmidu *Agrobacterium tumefaciens* jako přirozeného vektoru pro přenos genetické informace otevřelo nové možnosti uplatnění metod genového inženýrství ve šlechtění rostlin. Za použití Ti-plazmidu *Agrobacterium tumefaciens* se podařila transformace buněk u hybridních topolů a regenerace rostlin z transformovaných buněk (Fillatti et al., 1987). Transgenní stromy hybridního topolu měly v genomu buněk inkorporován bakteriální gen umožňující odolnost k herbicidu glyfózátu. Při našich pracích s transformací buněk hybridní osiky (*Populus tremula* x *P. tremuloides*) se podařilo regenerovat z transformovaných buněk transgenní stromy hybridní osiky. U regenerovaných stromů hybridní osiky byla zjištěna stabilní integrace a funkční exprese cizí DNA v různých orgánech a pletivech transgenních rostlin (Nilsson et al., 1992).

Při použití *Agrobacterium tumefaciens* se podařilo vytvořit i transgenní rostliny rezistentní k některým hmyzím škůdcům. Pomocí agrobakteriálního plazmidového vektoru byly přeneseny a včleněny do rostlinných buněk geny izolované z *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Tyto transgenní rostliny mají v genomu buněk začleněny funkční mikrobiální geny. Transgenní rostliny rajčat a bavlníku regenerované z transformovaných buněk vykazovaly při laboratorních i polních zkouškách odolnost k různým druhům hmyzu (Fischhoff et al., 1987; Delannay et al., 1989; Perlak et al., 1990).

Těchto metod by bylo možné využít i při boji s grafiozou jilmů. Jak ukázaly pokusy Jassima et al. (1990), *Bacillus thuringiensis* byl patogenní pro larvy *Scolytus scolytus* a *S. multistriatus* a způsoboval jejich vysokou mortalitu. Vytvoření transgenních stromů jilmů, v jejichž buňkách by byly včleněny funkční mikrobiální geny izolované z *Bacillus thuringiensis*, by mohlo pomoci omezit šíření grafiozy kůrovci. Ještě efektivnější by mohla být inkorporace genů do jilmových buněk, které by kódovaly syntézu fungicidu, inhibujícího vývin a růst houbových vláken *Ophiostoma ulmi*. V tomto směru je znám např. antimykotický účinek bakterie *Pseudomonas syringae* (Lam et al., 1987). Izolace genů kódujících syntézu efektivního bakteriálního fungicidu (ať již z bakterie *Pseudomonas syringae* nebo jiných druhů), přenos genů a jejich exprese v rostlinných buňkách by mohla znamenat rozhodující pokrok v boji za záchranu jilmů.

V současné době se stále ve větší míře používá pro přenos genů do rostlinných buněk přímých metod, zejména vnašení cizí DNA pomocí mikroprojektilů, kterými jsou buňky ostřelovány (Klein et al., 1987).

Pomocí mikronábojů, na kterých je připevněna cizí DNA, jsou nukleové kyseliny vstřikovány do terčovských buněk. Cizí geny tímto způsobem vnesené do buněk jsou inkorporovány do genomu buněk a vytvářejí se transformované buňky a pletiva, ze kterých je možné regenerovat transgenické rostliny. Pomocí této metody, která se dále pracovně zdokonaluje, bylo již dosaženo vnesení cizích genů do buněk mnoha druhů rostlin včetně různých druhů lesních stromů a bylo docíleno jejich transformace i funkční exprese vnesených genů (McCown et al., 1991; Charest et al., 1993; Fisk, Dandekar, 1993; Schuerman, Dandekar, 1993; Kikkert, 1993; McCabe, Christou, 1993; Sautter, 1993). Izolované geny, které jsou inkorporovány do rostlinných buněk, umožňují větší odolnost transgenických rostlin k některým hmyzími škůdcům a chorobám i k vnějším stresům (teplotní extrémy, zasolení půdy, těžké kovy aj.). Lze očekávat, že po získání dalších poznatků o molekulárních a buněčných aspektech tracheomycózní choroby jilmů a po získání genů (případně po konstrukci syntetických genů), které by kódovaly syntézu fungicidů inhibujících růst houbových vláken *Ophiostoma ulmi*, bude možné vytvářet transgenické genotypy jilmů, které budou odolné k této závažné chorobě. Těmito způsoby by bylo možné omezit tracheomycózní onemocnění i u dalších druhů lesních stromů a bylo by vhodné použít těchto metod i k omezení dalších houbových onemocnění lesních stromů včetně houbových onemocnění smrku, která způsobují velké hospodářské ztráty.

## Literatura

- AHUJA, M. R.: Gene transfer in forest trees. In: HANOVER, J. W. - KEATHLEY, D. E. (eds): Genetic manipulation of woody plants. Plenum Press, New York 1988: 25-41.
- BOLYARD, M. G. - SRINIVASAN, C. - CHENG, J. - STICKLEN, M.: Shoot regeneration from leaf explants of American and Chinese elm. HortScience, 26, 1991: 1554-1555.
- CORCHETE, M. P. - DIEZ, J. J. - VALLE, T.: Micropropagation of *Ulmus pumila* L. from mature trees. Plant Cell Rep., 12, 1993: 534-536.
- DELANNAY, X. - LAVALLEE, B. J. - PROKSCH, R. K. - FUCHS, R. L. - SIMS, S. R. - GREENPLATE, J. T. - MARRONE, P. G. - DODSON, R. B. - AUGUSTINE, J. J. - LAYTON, J. G. - FISCHHOFF, D. A.: Field performance of transgenic tomato plants expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insect control protein. Bio/Technol., 7, 1989: 1265-1269.
- DORION, N. - DANTHU, P. - BIGOT, C.: Multiplication végétative *in vitro* de quelques espèces d'ormes. Ann. Sci. For., 44, 1987: 103-118.
- DURZAN, D. J. - LOPUSHANSKI, S. M.: Propagation of American elm via cell suspension cultures. Can. J. For. Res., 5, 1975: 273-277.
- FILLATTI, J. J. - SELLMER, J. - MCCOWN, B. - HAISSIG, B. - COMAI, L.: Agrobacterium mediated transformation and regeneration of *Populus*. Mol. Gen. Genet., 206, 1987: 192-199.
- FISCHHOFF, D. A. - BOWDISH, K. S. - PERLAK, F. J. - MARRONE, P. A. - MCCORMICK, S. M. - NIEDERMEYER, J. G. - DEAN, D. A. - KUSANO-KRETZMER, K. - MAYER, E. J. - ROCHESTER, D. E. - ROGERS, S. G. - FRALEY, R. T.: Insect tolerant transgenic tomato plants. Bio/Technol., 5, 1987: 807-813.
- FISK, H. J. - DANDEKAR, A. M.: The introduction and expression of transgenes in plants. Scientia Hort., 55, 1993: 5-36.
- CHALUPA, V.: *In vitro* propagation of some broad-leaved forest trees. Commun. Inst. For. Českoslov., 11, 1979: 157-170.
- CHALUPA, V.: Rychlé vegetativní množení některých listnatých lesních dřevin *in vitro*. Lesnictví, 29, 1983a: 309-320.
- CHALUPA, V.: Micropropagation of conifer and broadleaved forest trees. Commun. Inst. For. Českoslov., 13, 1983b: 7-39.
- CHALUPA, V.: European hardwoods. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J. (eds): Cell and Tissue Culture in Forestry, Vol. 3. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 1987: 224-246.
- CHALUPA, V.: Biotechnology in forest tree improvement: trees of the future. In: RODRIGUEZ, R. - SANCHEZ TAMES, R. - DURZAN, D. J. (eds): Plant aging. Basic and applied approaches. Plenum Press, New York - London, 1990: 311-318.
- CHALUPA, V. - DUJČKOVÁ, M. - KOHOUT, R.: Regenerace stromků z kalusových tkání některých listnatých lesních stromů. Lesnictví, 22, 1975: 1039-1054.
- CHAREST, P. J. - CALÉRO, N. - LACHANCE, D. - DATLA, R. S. - DUCHESNE, L. C. - TSANG, E. W. T.: Microprojectile-DNA delivery in conifer species: factors affecting assessment of transient gene expression using the  $\beta$ -glucuronidase reporter gene. Plant Cell Rep., 12, 1993: 189-193.
- JASSIM, H. K. - FOSTER, H. A. - FAIRHURST, C. P.: Biological control of Dutch elm disease: *Bacillus thuringiensis* as a potential control agent for *Scolytus scolytus* and *S. multistriatus*. J. Appl. Bacteriol., 69, 1990: 563-568.
- KARNOSKY, D. F. - MICKLER, A.: Elms (*Ulmus* spp.). In: BAJAJ, Y. P. S. (ed.): Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 1: Trees I. Berlin, Springer 1986: 326-340.
- KIKKERT, J. R.: The Biolistic PDS-1000/He device. Plant Cell, Tissue, Org. Cult., 33, 1993: 221-226.
- KLEIN, T. M. - WOLF, E. D. - WU, R. - SANFORD, J. C.: High-velocity microprojectiles for delivering nucleic acids into living cells. Nature, 327, 1987: 70-73.
- LAM, B. S. - STROBEL, G. A. - HARRISON, L. A. - LAM, S. T.: Transposon mutagenesis and tagging of fluorescent *Pseudomonas*: antimycotic production is necessary for control of Dutch elm disease. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 84, 1987: 6447-6451.
- LLOYD, G. - MCCOWN, B.: Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Comb. Proc. Intern. Plant Prop. Soc., 30, 1980: 421-427.
- MCCABE, D. - CHRISTOU, P.: Direct DNA transfer using electric discharge particle acceleration (ACCELL technology). Plant Cell, Tissue, Org. Cult., 33, 1993: 227-236.
- MCCOWN, B. H. - MCCABE, D. E. - RUSSEL, D. R. - ROBINSON, D. J. - BARTON, K. A. - RAFFA, K. F.: Stable transformation of *Populus* and incorporation of pest resistance by electric discharge particle acceleration. Plant Cell Rep., 9, 1991: 590-594.
- MÜRASHIGE, T. - SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962: 473-497.
- NILSSON, O. - ALDÉN, T. - SITBON, F. - LITTLE, C. H. A. - CHALUPA, V. - SANDBERG, G. - OLSSON, O.: Spatial pattern of cauliflower mosaic virus 35S promoter-luciferase expression in transgenic hybrid aspen trees monitored by enzymatic assay and non-destructive imaging. Transgenic Research, 1, 1992: 209-220.

NORDIN, J. H. - STROBEL, G. A.: Structural and immunochemical studies on the phytotoxic peptidohormone of *Ceratocystis ulmi*. Plant Physiol., 67, 1981: 1208-1213.

PERLAK, F. J. - DEATON, R. W. - ARMSTRONG, T. A. - FUCHS, R. L. - SIMS, S. R. - GREENPLATE, J. T. - FISCHHOFF, A. A.: Insect resistant cotton plants. Bio/Techn., 8, 1990: 939-943.

SAUTTER, CH.: Development of a microtargeting device for particle bombardment of plant meristems. Plant Cell, Tissue, Org. Cult., 33, 1993: 251-257.

SCHUERMAN, P. L. - DANDEKAR, A. M.: Transformation of temperate woody crops: progress and potentials. Scientia Hort., 55, 1993: 101-124.

TAKAI, S. - RICHARDS, W. C.: Cerato-ulmin, a wilting toxin of *Ceratocystis ulmi*: isolation and some properties of cerato-ulmin from the culture of *C. ulmi*. Phytopathol. Z., 91, 1978: 129-146.

VYSKOT, B.: Genetické manipulace s rostlinnou buňkou a její perspektivy ve šlechtění lesních dřevin. Lesnictví, 34, 1988: 675-694.

WOLTER, K. E. - SKOOG, F.: Nutritional requirements of *Fragaria callus* cultures. Amer. J. Bot., 53, 1966: 263-269.

Došlo 1. 7. 1994

CHALUPA, V. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *Micropropagation and preservation of elms (Ulmus carpinifolia Gled. and Ulmus montana Stok.) by biotechnological methods*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (12): 507-512.

Elms (*U. carpinifolia* and *U. montana*) are important European native tree species, valued for a fast growth and the fine, durable hardwood. At present, the elms almost disappeared from forests and urban areas, and are in a danger of extinction because of their susceptibility to Dutch elm disease, caused by the fungus *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf. The first step for the elm preservation is the selection of more resistant genotypes and the rapid clonal propagation of the selected trees. In future, the genetic engineering should be used to introduce foreign genes into genome of elm cells. It can be expected that using *Agrobacterium tumefaciens* or through the use of a particle acceleration method, it will be possible to introduce genes that might help to produce resistant genotypes of elms to Dutch elm dis-

ease. This paper describes techniques of *in vitro* propagation of *Ulmus carpinifolia* and *U. montana* by axillary bud culture method and by shoot regeneration from cultured leaf segments.

Shoot tips, nodal shoot segments, and leaf segments were used as initial explants. Explants were taken from seedlings and from mature trees. For propagation of selected mature trees, juvenile parts of a tree (root suckers, epicormic shoots) were used. Explants were cultured on a modified MS medium (Murashige, Skoog, 1962). Rapid clonal propagation has been achieved by axillary bud culture. Axillary buds of nodal segments or shoot tips placed on MS nutrient medium started to grow within one to two weeks and formed new long shoots within five to six weeks. Of the media tested, the high multiplication rate was obtained on modified MS medium containing very low concentration of cytokinin, or lacking growth regulators (Tab. I). Media containing higher cytokinin concentration produced abundant white callus at the base of cultures. Adventitious buds and shoots were initiated on leaf segments cultured on modified MS medium containing thidiazuron (0.02 to 0.2 mg.l<sup>-1</sup>). Shoot elongation from induced adventitious buds was stimulated after transfer on MS medium lacking growth regulators.

Microshoots excised from cultures were rooted either *in vitro* or *ex vitro*. Low salt media (WS, WPM) were used for *in vitro* rooting of microshoots. A low concentration of IBA (0.1 to 0.2 mg.l<sup>-1</sup>) stimulated root induction (Tab. II). High rooting percentages were also obtained by direct rooting of microshoots in potting mixture. After auxin treatment (0.06% NAA in powder), microshoots were inserted into peat-perlite mixture (1 : 1, v/v) and were maintained in humid atmosphere. Root system of *ex vitro* rooted microshoots was well developed and adapted for growth in soil. Micropropagated plants were planted in the field after hardening off. Planted trees continued their growth and a high field survival was achieved. Trees regenerated from the same tree showed uniformity in the leaf and crown shape.

*in vitro* elm propagation; Dutch elm disease; *Ulmus carpinifolia*; *Ulmus montana*

#### Kontaktní adresa:

Prof. ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

# HYBRIDIZACE V RÁMCI RODU *ABIES* SE ZAMĚŘENÍM NA ZÍSKÁNÍ HYBRIDŮ GENERACE F<sub>2</sub>

J. Kobliha

Vysoká škola zemědělská, Praha, Lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

V letech 1982 až 1992 byly uskutečněny hybridizační práce s využitím hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* v postavení matky i otce. V postavení matky byl hybrid křížen s *Abies alba*, *Abies pinsapo*, *Abies concolor* a *Abies homolepis*. Kromě toho na něm bylo uskutečněno rozsáhlé samoopylení. V postavení otce byl hybrid křížen s *Abies alba*, *Abies koreana*, *Abies pinsapo*, *Abies grandis* a *Abies lowiana*. Nejúspěšnější bylo křížení s *Abies alba*. Překvapivě špatných výsledků bylo dosaženo při křížení s *Abies pinsapo*. Materiál získaný a vypěstovaný z hybridizace těchto druhů se nachází na šlechtitelské stanici Lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Kostelci nad Černými lesy.

rod *Abies*; mezidruhová hybridizace; hybridy generace F<sub>2</sub>

Ověřenou cestou zvyšování všeobecné odolnosti a vitality jedle je hybridizace, a to především hybridizace mezidruhová, protože je známé, že hybridy v rámci rodu *Abies*, ať již ze spontánní, nebo umělé hybridizace se vyznačují heterozním efektem nejen v růstu, ale také ve zvýšené vitalitě proti rodičovským druhům. S tím je spojena i vyšší tolerance k měnícím se ekologickým podmínkám. Od jedlových hybridů lze v této souvislosti očekávat vyšší toleranci nejen k různým běžným stresujícím faktorům včetně imisní zátěže, ale i k případným důsledkům změn ekologických podmínek způsobených oteplováním klimatu.

Vzhledem k velké rychlosti procesu změn ekologických podmínek se nelze z populačně genetického hlediska spoléhat pouze na postupnou adaptaci populací domácích lesních dřevin. Při náhlých změnách trvá genetické přizpůsobení domácích populací na bázi selekčních a mutačních procesů minimálně deset generací (i mnohem více). V tomto případě mohou mít významnou úlohu: introdukce cizokrajných dřevin adaptovaných na srovnatelné podmínky a šlechtění využívající genofond domácích a introdukovaných dřevin, tj. především jejich mezidruhová hybridizace s následnou selekcí a reprodukci.

Již Rohmeder, Schönbach (1959) uváděli, že mezidruhové hybridy *Abies alba* Mill., *Abies nordmanniana* Spach., *Abies veitchii* Carr., *Abies concolor* Lindl. et Cord., *Abies procera* Rehd. rostly podstatně rychleji než hybridy vnitrodruhové. V bývalém Československu se hybridizací v rámci rodu *Abies* zabývali Kantor, Chira (1971) s použitím stromů *Abies alba* Mill., *Abies cephalonica* Loud., *Abies cilicica* Carr., *Abies nordmanniana* Spach., *Abies*

*pinsapo* Boiss., *Abies concolor* Lindl. et Cord., *Abies grandis* Lindl. pro mezidruhovou i vnitrodruhovou hybridizaci. Testováním těchto hybridů se zabýval Kobliha (1988). Vynikající výsledky vykazovala potomstva *Abies cephalonica* z vnitrodruhového křížení. Všechny hybridní kombinace s genetickým zastoupením *Abies alba*, vnitrodruhové i mezidruhové (*Abies alba* x *Abies cilicica*, *Abies alba* x *Abies nordmanniana*) předstihly kontrolu *Abies alba* z volného opylení. Kobliha, Pokorný (1990), Kobliha et al. (1991), Kobliha, Králík (1992) a Kobliha (1993) se zabývali metodami vegetativní reprodukce a *in vitro* reprodukce těchto hybridů.

Na Slovensku se hybridizací jedle zabývali Greguss (1984, 1986, 1988, 1992) a Kormuťák (1984, 1985, 1986, 1992). Greguss (1986) uskutečnil rozsáhlá křížení s využitím 11 druhů: *Abies alba*, *Abies cephalonica*, *Abies cilicica*, *Abies nordmanniana*, *Abies pinsapo*, *Abies numidica*, *Abies vilmosiana*, *Abies homolepis*, *Abies concolor*, *Abies grandis* a *Abies veitchii*. V jeho srovnávacích výsadbách výrazně zůstává jedle bělokora proti hybridům a současně narůstá diferenciací mezi hybridními potomstvy a potomstvy jednotlivých druhů z volného opylení. Kormuťák (1986) doporučuje pro pěstování v našich podmínkách především kombinace *Abies alba* x *Abies cephalonica*, *Abies cephalonica* x *Abies numidica*, *Abies nordmanniana* x *Abies alba*, *Abies pinsapo* x *Abies cephalonica*, *Abies pinsapo* x *Abies alba*, *Abies numidica* x *Abies nordmanniana*, *Abies numidica* x *Abies cephalonica*, *Abies concolor* x *Abies grandis*.

Všichni uvedení autoři pro hybridizaci doporučují především využití *Abies alba* a mediteránních druhů jedlí. Problematické mediteránních druhů jedle a jejich hybridizaci se intenzivně věnuje francouzský výzkum (Arbez et al., 1990). Francouzští vědci rovněž doporučují využití potomstev jedlí z autogamie vzhledem k jejich značné toleranci vůči inbreedingu. Mediteránní druhy jedlí, jejich hybridy i jejich hybridy s jedlí bělokora mohou být významným přínosem při řešení aktuálního problému hrozícího globálního oteplování.

## MATERIÁL A METODA

Kontrolované opylení probíhalo v letech 1982 až 1992. V letech 1982 až 1988 se realizovaly hybridizační práce na školce Lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně na Hádech, kde se nachází malá klo-

nová výsadba roubovanců různých druhů rodu *Abies*. Mezi nimi je šest roubovanců hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* z arboreta Kysihýbeľ u Banské Štiavnice. Tyto roubovance byly získány v šedesátých letech naroubováním na podnože *Abies alba*.

V uvedených letech se uskutečňovalo kontrolované samoopylení na roubovancích zmíněného hybridu, křížení tohoto hybridu s *Abies alba*, *Abies pinsapo*, *Abies concolor* a *Abies homolepis*. Křížena byla také naopak *Abies alba* (také roubovancem) s uvedeným hybridem. Podrobnosti uvádí tab. I.

Pyl vždy pocházel z roubovanců uvedených druhů nacházejících se v klonové výsadbě. Používal se zásadně čerstvý pyl skladovaný pouze několik dní. Jeho jakost byla kontrolována zaklícením v destilované vodě po dobu 48 hodin při teplotě 25 °C. Šišťice byly včas izolovány pergamenovými sáčky, posléze - v době jejich receptivity - dvakrát opylovány štětcem v třídenním intervalu a po zjevném uzavření květních šupin odizolovány. Šišky byly vždy včas před rozpadem posbírány, semena vylouštěna a odkvílena, na jaře stratifikována a vyseta. Ze semen byly vypěstovány sazenice. Většina z nich je dnes vysázena na pokusné ploše Šlechtitelské stanice Truba Lesnické fakulty VŠZ v Praze.

V roce 1992 bylo uskutečněno křížení v arboretu Lesnické fakulty VŠZ v Kostelci nad Černými lesy. Hybridizace byla provedena na jedincích *Abies grandis*, *Abies lowiana*, *Abies pinsapo* a *Abies koreana*. Byla uskutečněna křížení na *Abies koreana* s využitím pylu hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*. Šišťice na *Abies grandis* byly sprášené stejným pylem a pylem *Abies lowiana*, dále na *Abies lowiana* rovněž pylem tohoto hybridu a pylem *Abies grandis*. Šišťice na *Abies pinsapo* byly sprášené pylem hybridu.

Postup při sběru pylu, jeho kontrole, izolaci šišťic, vlastním opylením atd. byl uskutečněn stejně jako u citovaných prací. Ve Výzkumné stanici VÚLHM v Uherádkách Hradišti bylo rentgenováno 100 semen od každé kombinace stejně jako 100 kontrolních semen od každého druhu z volného opylení. Semena byla na podzim vyseta. O výsledcích informuje tab. II.

## VÝSLEDKY

Kombinace křížení, rok křížení, počet opylovaných šišťic, počet dozrálých šišek, počet vylouštěných semen, počet jednoletých semenáčků a v případě křížení v arboretu v Kostelci nad Černými lesy podíl plných semen podle rentgenogramů uvádějí tab. I a II.

V případě hybridizačních prací v klonové výsadbě na Hádech bylo nejvíce šišťic sprášeno vlastním pylem hybridu (154 kusů), přitom z nich dozrálo 140 šišek, vylouštěno bylo 30 134 semen a po výsevu se získalo 1762 semenáčků. To znamená, že v šišce bylo průměrně 215 semen. Ze semen se však získalo pouze 5,8 % jednoletých semenáčků.

Dále bylo sprášeno osm šišťic hybridu pylem *Abies alba*. Z těch dozrálo sedm šišek. Z nich bylo vylouštěno 1771 semen, tj. v průměru 253 semen na šišku. Po výsevu se získalo 372 jednoletých semenáčků, což je 21 %. Sprášena byla také jedna šišťice *Abies alba* pylem hybridu. Tato šišťice dozrála a bylo z ní vylouštěno 171 semen a po výsevu získáno 18 semenáčků, tj. 10,5 %.

Byly sprášeny dvě šišťice hybridu pylem *Abies pinsapo*, které obě dozrály. Bylo z nich vylouštěno 456 semen, tj. 228 semen na šišku. Po výsevu se však získalo pouze pět semenáčků, tj. 1 %.

Dále byly sprášeny čtyři šišťice hybridu pylem *Abies concolor*, z nichž dozrály pouze dvě. Z nich bylo vylouštěno 557 semen, tj. 278 semen na šišku, ale po výsevu se získaly pouze dva semenáčky, tj. 0,4 %. Šišťice hybridu opylená pylem *Abies homolepis* nedozrála.

Hybrid se tedy relativně lépe křížil s *Abies alba*. Získané rostliny byly počítány až ve stadiu semenáčků 1/0. Tyto počty tedy nevystihují množství vzešlých semen, protože během jednoho roku došlo k určitému úhynu klíčících rostlin a utvářejících se semenáčků.

Při křížení v roce 1992 v Kostelci nad Černými lesy bylo nejvíce šišťic sprášeno na *Abies koreana* pylem hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* (115 kusů). Z těchto šišťic však v šišky dozrálo pouze 32; bylo z nich vylouštěno 2910 semen, tj. v průměru 91 semen na šišku. Podle rentgenogramu bylo zjištěno 10 % plných semen. Ze 14 šišek *Abies koreana* z volného opylení bylo vylouštěno 1610 semen, tj. 115 semen na šišku. Podle rentgenogramu bylo zjištěno 23 % plných semen.

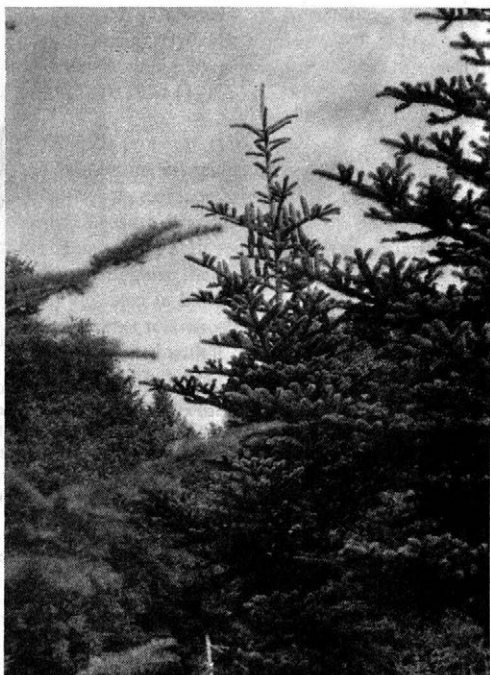
Ze šesti šišťic sprášených na *Abies grandis* pylem hybridu dozrálo všech šest šišek, ze kterých bylo vylouštěno 892 semen, tj. 149 semen na šišku. Na rentgenogramu byla pouze 2 % semen plných. Překvapivé ovšem je, že podobný výsledek mělo křížení s přibuznou *Abies lowiana*. Tímto pylem bylo sprášeno 20 šišťic, z nichž 12 vyzrálo v šišky. Z nich bylo vylouštěno 1350 semen, tj. 113 semen na šišku. Na rentgenogramu byla rovněž pouze 2 % semen plných. Z deseti šišťic *Abies grandis* z volného opylení bylo vylouštěno 1770 semen, tj. 177 semen na šišku. Na rentgenogramu bylo 12 % semen plných.

Při sprášení 18 šišťic na *Abies lowiana* pylem hybridu vyzrálo 14 šišek; z nich bylo vylouštěno 860 semen, tj. 61 semen na šišku. Na rentgenogramu byla všechna semena prázdná. Pyl *Abies grandis* byl použit na 25 šišťic *Abies lowiana*. Všechny dozrály a bylo z nich vylouštěno 1650 semen, tj. 66 semen na šišku. Na rentgenogramu byla pouze 2 % semen plných stejně jako při recipročním křížení. Ze 13 šišek z volného opylení bylo vylouštěno 715 semen, tj. 55 semen na šišku. Stejně jako u *Abies grandis* i zde bylo na rentgenogramu 12 % plných semen.

Při sprášení 15 šišťic na *Abies pinsapo* pylem hybridu všechny vyzrály v šišky, ze kterých bylo vylouštěno 1721 semen, tj. 115 semen na šišku. Na rentgenogramu



1. Šišky na roubovanci hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica* (1982) – Cones on the grafting of the hybrid *A. cilicica* x *A. cephalonica* (1982)



2. Šišky na roubovanci hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica* (1988) – Cones on the grafting of the hybrid *A. cilicica* x *A. cephalonica* (1988)



3. Tříletý semenáček z kombinace hybridu (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) x *A. concolor* – Three years old seedling from the combination hybrid (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) x *A. concolor*



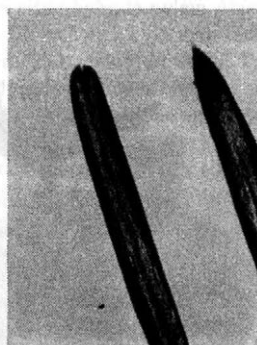
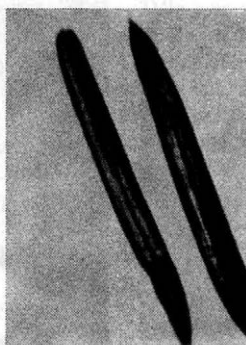
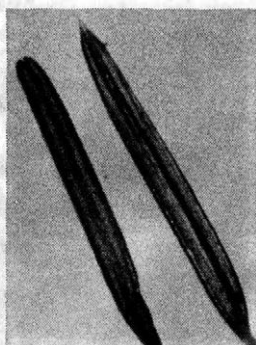
4. Šestiletý jedinec ze samoopylení hybridu (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) – Six years old individual from self pollination of the hybrid (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

však byla všechna semena prázdná. Z devíti šišek *Abies pinsapo* z volného opylení bylo vyluštěno 683 semen, tj. 76 semen na šišku. Rentgenogram ukázal v tomto případě 43 % plných semen.

Úspěšnější bylo křížení hybridu tedy pouze s *Abies koreana*. Ovšem jedinci *Abies grandis* a *Abies lowiana* ukazují při vzájemném křížení i při rozboru semen z volného opylení na jiné problémy než na pouhou ní-

kou křížitelnost s tímto hybridem. Překvapivá je špatná křížitelnost hybridu s *Abies pinsapo*.

Celkově lze říci, že hybrid se relativně lépe kříží s *Abies alba* v úloze matky i otce a s *Abies koreana* v postavení otce. Horší výsledky při křížení hybridu s americkými druhy (*Abies concolor*, *Abies grandis*,



5. Jehlice ze dvou odlišných jedinců původem ze samoopylení hybridu (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) - spodní záběr - Needles from two different individuals originated in selfing of the hybrid (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) - lower take

6. Jehlice ze dvou odlišných jedinců původem ze samoopylení hybridu (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) - horní záběr - Needles from two different individuals originated in selfing of the hybrid (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) - upper take

7. Detail zakončení jehlic dvou odlišných jedinců původem ze samoopylení hybridu (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) - Detail of the needle end of two different individuals originated in selfing of the hybrid (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

I. Výsledky hybridizace v rámci rodu *Abies* v klonové výsadbě na Hádech u Brna - Results of hybridization within the *Abies* genus in a clone plantation at Hády near Brno

| Kombinace křížení <sup>1</sup>  | Rok <sup>2</sup> | Počet šištice <sup>3</sup> | Počet šišek <sup>4</sup> | Počet semen <sup>5</sup> | Počet semenáčků 1/0 <sup>6</sup> |
|---------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Hybrid x hybrid                 | 1982             | 55                         | 49                       | 10 330                   | 670                              |
| Hybrid x hybrid                 | 1983             | 8                          | 7                        | 1 270                    | 112                              |
| Hybrid x hybrid                 | 1984             | 3                          | 2                        | 559                      | 126                              |
| Hybrid x hybrid                 | 1986             | 4                          | 4                        | 1 155                    | 30                               |
| Hybrid x hybrid                 | 1988             | 84                         | 78                       | 16 820                   | 824                              |
| Hybrid x <i>Abies alba</i>      | 1984             | 7                          | 6                        | 1 494                    | 338                              |
| Hybrid x <i>Abies alba</i>      | 1987             | 1                          | 1                        | 277                      | 34                               |
| <i>Abies alba</i> x hybrid      | 1984             | 1                          | 1                        | 171                      | 18                               |
| Hybrid x <i>Abies pinsapo</i>   | 1984             | 2                          | 2                        | 456                      | 5                                |
| Hybrid x <i>Abies concolor</i>  | 1986             | 4                          | 2                        | 557                      | 2                                |
| Hybrid x <i>Abies homolepis</i> | 1986             | 1                          | -                        | -                        | -                                |

<sup>1</sup>cross combination, <sup>2</sup>year, <sup>3</sup>number of female flowers, <sup>4</sup>number of cones, <sup>5</sup>number of seeds, <sup>6</sup>number of one-year old seedlings

Poznámka k tab. I, II - Note for Tabs. I, II: hybrid - *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*; hybrid x hybrid - samoopylení - self-pollination

II. Výsledky mezidruhové hybridizace v rámci rodu *Abies* v arboretu v Kostelci nad Černými lesy - Results of interspecific hybridization within the *Abies* genus in the arboretum at Kostelec nad Černými lesy

| Kombinace křížení <sup>1</sup>                 | Počet šištice <sup>2</sup> | Počet šišek <sup>3</sup> | Počet semen <sup>4</sup> | Podíl plných semen na rentgenovém snímku <sup>5</sup> (%) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>A. koreana</i> x hybrid                     | 115                        | 32                       | 2 910                    | 10                                                        |
| <i>A. koreana</i> x volné opylení <sup>6</sup> | -                          | 14                       | 1 610                    | 23                                                        |
| <i>A. grandis</i> x hybrid                     | 6                          | 6                        | 892                      | 2                                                         |
| <i>A. grandis</i> x <i>A. lowiana</i>          | 20                         | 12                       | 1 350                    | 2                                                         |
| <i>A. grandis</i> x volné opylení <sup>6</sup> | -                          | 10                       | 1 770                    | 12                                                        |
| <i>A. lowiana</i> x hybrid                     | 18                         | 14                       | 860                      | 0                                                         |
| <i>A. lowiana</i> x <i>A. grandis</i>          | 25                         | 25                       | 1 650                    | 2                                                         |
| <i>A. lowiana</i> x volné opylení <sup>6</sup> | -                          | 13                       | 715                      | 12                                                        |
| <i>A. pinsapo</i> x hybrid                     | 15                         | 15                       | 1 721                    | 0                                                         |
| <i>A. pinsapo</i> x volné opylení <sup>6</sup> | -                          | 9                        | 683                      | 43                                                        |

<sup>1</sup>cross combination, <sup>2</sup>number of female flowers, <sup>3</sup>number of cones, <sup>4</sup>number of seeds, <sup>5</sup>percentage of full seeds on X-ray photo, <sup>6</sup>open pollination

*Abies lowiana*) nepřekvapují po zkušenostech s křížením evropských a amerických druhů jedlí. Překvapují naopak špatné výsledky při křížení hybridu *Abies pinsapo* ať již v postavení matky, nebo otce.

### Poděkování

Děkuji prom. biol. Z. Procházkové, CSc., z Výzkumné stanice VÚLHM Uherské Hradiště za pomoc poskytnutou pořízením rentgenových snímků semen.

### Literatura

- ARBEZ, M. - FADY, B. - FERRANDES, P.: Variabilité et amélioration génétique des sapins méditerranéens - Cas du sapin de Céphalonie (*Abies cephalonica* Loud.). International workshop: Mediterranean firs - adaptation, selection and silviculture. Avignon, France, 11.-15. 6. 1990: 43-57.
- GREGUSS, L.: Program medzidruhovej hybridizácie jedlí a jeho realizácia. In: Zbor. ze sem. Hybridizácia a premenlivosť lesných drevín. Zvolen, 1984: 117-122.
- GREGUSS, L.: Šľachtiteľský program zvýšenia odolnosti jedle hybridizáciou. In: Zbor. ze 7. celost. sem.-šl. konf. Spišská Nová Ves, 1986: 34-41.
- GREGUSS, L.: Medzidruhová hybridizácia - náhrada za ustupujúcu jedlu bielu. Lesníctví, 34, 1988: 797-808.
- GREGUSS, L.: Hodnotenie začiatočného rastu medzidruhových jedlových hybridov na príklade trvalej výskumnej plochy Drieňová. Lesn. Čas. - Forestry Journal, 38, 1992: 223-238.
- KANTOR, J. - CHIRA, E.: On the possibility of crossing certain species of the genus *Abies*. Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 1971: 15-27.
- KOBLIHA, J.: Proměnlivost hybridních potomstev v rámci rodu *Abies*. Lesníctví, 34, 1988: 769-780.
- KOBLIHA, J. - POKORNÝ, P.: Výsledky autovegetativního množení různých hybridů v rámci rodu *Abies*. Lesníctví, 36, 1990: 617-624.
- KOBLIHA, J. - SNÁŠELOVÁ, V. - HAVEL, L.: Explantátové kultury - perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu *Abies*. Lesníctví, 37, 1991: 295-302.
- KOBLIHA, J. - KRÁLÍK, J.: Vliv růstové látky paclobutrazol na přežívání a zakořeňování řízků hybridní jedle. Lesníctví-Forestry, 38, 1992: 889-897.
- KOBLIHA, J.: Novošlechtění a reprodukce jedle. In: Jubil. konf. LVÚ Zvolen. Zvolen, 8.-10. 9. 1993, 1. sekce: 12-28.
- KORMUŤÁK, A.: Hybridizácia ako cesta šľachtienia lesných drevín. In: Zbor. ze sem. Hybridizácia a premenlivosť lesných drevín. Zvolen, 1984: 45-52.
- KORMUŤÁK, A.: Study on species hybridization within the genus *Abies*. Acta dendrobiol., 1985: 127.
- KORMUŤÁK, A.: Výškový rast vybraných druhov cudzokrajných jedlí a ich hybridov. In: Zbor. ze 7. celost. sem.-šl. konf. Spišská Nová Ves, 1986: 123-131.
- KORMUŤÁK, A.: Hybridizácia druhov *Abies concolor* (Gord. et Glend./Lindl.) a *Abies grandis* (Dougl./Lindl.) na Slovensku. Lesníctví-Forestry, 38, 1992: 759-769.
- ROHMEDER, M. - SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg - Berlin, P. Parey 1959: 207.

KOBLIHA, J. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): Hybridization within the *Abies* genus aimed at obtaining  $F_2$  generation hybrids. Lesníctví-Forestry, 40, 1994 (12): 513-518.

Hybridization, especially interspecific hybridization, is a verified way of increasing fir general resistance and viability because it is known that hybrids within the *Abies* genus from both spontaneous or artificial hybridization distinguish themselves by heterosis not only in growth but also in increased viability against parental species. Higher tolerance to changing ecological conditions is connected with it. It is possible to expect higher tolerance in fir hybrids in this relation not only to various obligatory stress factors including air pollution pressure but also to eventual consequences of changes in ecological conditions caused by climate warming.

It is not possible to rely only on gradual adaptation of inland forest tree populations from a population genetics viewpoint with respect to great rapidity of ecological conditions changes. Genetical adaptation of inland forest tree populations on the basis of selection and mutation processes lasts minimally ten or much more generations with sudden changes. Introduction of foreign trees adapted to similar conditions and tree breeding using the inland and foreign tree gene pool especially for their interspecific hybridization with consequent selection and propagation can play an important role in this case.

Controlled pollination was realized in the years 1982 to 1992. In 1982 to 1988 hybridization works were done in a nursery of the Forestry Faculty in Brno, Hády, where is a small clone plantation of graftings of various species from the *Abies* genus. Six graftings of the hybrid *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* from the arboretum Kysihýbeľ at Banská Štiavnica (Slovakia) are within this plantation. These graftings were obtained by grafting on *Abies alba* stocks in the sixties.

In the mentioned years control selfing was done on graftings of the mentioned hybrid and also crossing of this hybrid was performed with *Abies alba*, *Abies pinsapo*, *Abies concolor* and *Abies homolepis*. *Abies alba* (also grafting) was also crossed with this hybrid. Details are given in Tab. I.

Pollen was always taken from the graftings of the mentioned species which are in the clone plantation. Fresh pollen stored for a few days was only used. Its viability was controlled by germination in distilled water for 48 hours at a temperature 25 °C. Female flowers were isolated in time and then in the time of their receptivity they were pollinated twice in three day interval and after fir flowering their isolation was finished. Cones were always collected in time, seeds were extracted, in spring they were seeded after stratification. Stocks were cultivated from them. Most of them have been planted at a Tree Breeding Station of the Forestry Faculty in Prague recently.

Došlo 1. 7. 1994

In 1992 crossing were done in the arboretum of the Forestry Faculty in Prague at Kostelec nad Černými lesy. Female flowers were isolated on individuals of *Abies grandis*, *Abies lowiana*, *Abies pinsapo* and *Abies koreana*. *Abies koreana* was pollinated with pollen of the mentioned hybrid *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*. Female flowers of *Abies grandis* were pollinated with the same pollen and then with the pollen of *Abies lowiana*, then female flowers of *Abies lowiana* were also pollinated with the pollen of this hybrid and with the pollen of *Abies grandis*. Female flowers of *Abies pinsapo* were pollinated with the hybrid pollen. Methods of pollen collection, its control, isolation of female flowers, pollination, etc. were used the same as in case of earlier works. 100 seeds from every combination as well as 100 control seeds from every species from open pollination were X-rayed. Seeding was realized in autumn. Details are given in Tab. II.

Combination of crossings, years of crossings, number of pollinated female flowers, number of ripe cones, number of extracted seeds, number of one year old seedlings and percentage of full seeds by X-ray photos in the case of hybridization in the arboretum at Kostelec nad Černými lesy are given in Tabs I or II.

The majority of female flowers in the case of hybridization in the clone plantation at Hádý was pollinated with the own hybrid pollen as selfing (154 flowers). 140 of them ripened to produce cones, then 30,134 seeds were extracted from them and after seeding 1,762 seedlings were obtained. 5.8% one year old seedlings was obtained.

Then eight female flowers of hybrid were pollinated with *Abies alba* pollen. Seven of them ripened to produce cones. 1,771 seeds were extracted. After seeding 372 one year old seedlings were obtained. It is 21%. One female flower of *Abies alba* was pollinated with the pollen of hybrid. 171 seeds were obtained and after seeding 18 seedlings, it is 10.5%.

Two female flowers of hybrid were pollinated with the *Abies pinsapo* pollen and both ripened. 456 seeds were extracted. After seeding only five seedlings were obtained, it is 1%.

Then four female flowers of hybrid were pollinated with *Abies concolor*, only two of them ripened. 557 seeds were extracted, but only two seedlings, were obtained, that means 0.4%.

During hybridization in 1992 at Kostelec nad Černými lesy the majority female flowers was pollinated on *Abies koreana* by the hybrid *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* (115 flowers). Only 32 from them

ripened to produce cones. 2,910 seeds were extracted from them. X-ray photo showed 10% full seeds. 1,610 seeds were extracted from 14 open pollinated cones of *Abies koreana*. X-ray photo showed 23% full seeds.

All the six female flowers of *Abies grandis* pollinated by hybrid ripened to produce cones. 892 seeds were extracted from them. X-ray photo showed 2% full seeds. It is surprising that crossing *Abies grandis* x *Abies lowiana* had similar results. 20 female flowers of *Abies grandis* were pollinated by *Abies lowiana*. 12 of them ripened to cones. 1,350 seeds were extracted from them. X-ray photo showed also only 2% full seeds. 1,770 seeds were extracted from 10 open pollinated *Abies grandis* cones. X-ray photo showed 12% full seeds.

18 female flowers of *Abies lowiana* were pollinated by hybrid. 14 of them ripened to produce cones. 860 seeds were extracted from them. X-ray photo showed only empty seeds. Pollen of *Abies grandis* was used on 25 female flowers of *Abies lowiana*. All of them ripened to produce cones. 1,650 seeds were extracted from them. X-ray photo showed only 2% full seeds again as well as X-ray photo in reciprocal combination. 715 seeds were extracted from 13 open pollinated cones of *Abies lowiana*. X-ray photo showed also 12% full seeds as well as X-ray photo in *Abies grandis*.

15 female flowers of *Abies pinsapo* were pollinated by hybrid. All of them ripened to produce cones. 1,721 seeds were extracted from them. X-ray photo showed only empty seeds. 683 seeds were extracted from nine open pollinated cones of *Abies pinsapo*. X-ray photo showed 43% full seeds.

The crossing *Abies koreana* x hybrid was relatively more successful only, but individuals of *Abies grandis* and *Abies lowiana* show, by results of their crossing and by percentage of full seeds from open pollination, another problem than only low crossability with hybrid. Bad crossability of *Abies pinsapo* with hybrid is surprising.

It is possible to say that hybrid crosses are relatively better with *Abies alba* in the role of mother or father and with *Abies koreana* in the role of father. Worse results of hybridization of hybrid with American species (*Abies concolor*, *Abies grandis*, *Abies lowiana*) do not surprise, but bad results of hybridization of hybrid with *Abies pinsapo* in the role of mother and also father surprise.

*Abies* genus; interspecific hybridization; F<sub>2</sub> generation hybrids

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav K o b l i h a, CSc., Vysoká škola zemědělská, Praha, Lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

# KRYOKONZERVACE SEMEN BUKU LESNÍHO, DUBU ZIMNÍHO, JEDLE BĚLOKORÉ, EMBRYÍ A AXILÁRNÍCH PUPENŮ DUBU ZIMNÍHO

P. Neuhöferová

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

Práce seznamuje s dalšími výsledky skladování semen metodou kryokonzervace (uchovávání biologického materiálu v teplotách od  $-135^{\circ}\text{C}$  do  $-196^{\circ}\text{C}$ ). Výhodou této metody je možnost skladování na neomezeně dlouhou dobu, řádově i stovky let, při zachování původní kvality a jakosti skladovaného materiálu. Objektem zkoumání byla semena s krátkým životním cyklem (půl roku až tři roky) - semena jedle, bukvice a žaludy, dále embrya žaludů a axilární pupeny orgánových kultur dubu. Výsledky u jedle a bukvice potvrzují možnost skladování touto metodou. U žaludů, embryí a axilárních pupenů nebylo prozatím dosaženo uspokojivých výsledků.

dlouhodobé skladování; kryokonzervace; semena jedle, buku, dubu; embrya dubu; axilární pupeny dubu

**K**ryokonzervace je potenciálním řešením dlouhodobého skladování geneticky cenných partií osiva či jiného lesního rostlinného materiálu, které je žádoucí uchovat v původní kvalitě po dobu dlouhou řádově desítky až stovky let. Z tohoto důvodu byly začaty práce na nalezení vhodných postupů kryokonzervace pro semena našich hlavních dřevin i pro embrya a orgánové kultury lesních dřevin.

Výsledky kryokonzervace semen smrku a borovice byly již publikovány, v současné době je metoda pro tyto druhy rutinně i organizačně dopracována a komerčně využívána (skladování částí úrody smrku z roku 1992 z CHKO Jizerské hory).

Další zkoumání této metody přineslo pozitivní výsledky pro dlouhodobé skladování semen buku a jedle, která mají krátkou životaschopnost (půl roku až tři roky) a vyšší obsah vody (kolem 10 %).

## TEORETICKÝ ZÁKLAD METODY KRYOKONZERVACE

Z hlediska malé povědomosti odborné veřejnosti o této metodě nebude na závadu připomenout její teoretický základ. Zjednodušeně řečeno je metoda kryokonzervace založena na teorii, že rostlinné objekty s nízkým obsahem vody (5 až 8 %) mají vodu v nemrznoucím stavu, proto expozice extrémně nízkým teplotám ( $-135$  až  $-196^{\circ}\text{C}$ ) nemá za následek poškození mrznutím (Burke et al., 1976). Poškození mrazem se v rostlinných pletivech začíná vyskytovat při obsahu vody od 14 do 20 % (Robertson, 1972). Pro objekty s vyšším obsahem vody (teoreticky od 14 % a více, prakticky často už od 10 %), u nichž je způsob kryo-

konzervace obtížnější, je nutné najít individuální způsob zmrazování. Při zmrazování je důležité, aby se uvnitř buňky nevytvořil led a aby nedošlo při žádoucí tvorbě ledu v mezibuněčném prostoru k nežádoucí osmotické dehydraci buňky (tzv. „roztokový efekt“). Jak přítomnost ledu v buňce, tak osmotická dehydrace buňky totiž způsobuje ve většině případů letální poškození. Tomu lze předejít kombinací různých způsobů ošetření materiálu před zmrazením: je to otužování materiálu, syčení materiálu kryoprotektivními látkami, řízené mrznutí s malým teplotním spádem do  $-50^{\circ}\text{C}$ , během kterého je indukován růst drobných ledových krystalků v mezibuněčném prostoru.

Předností metody je značné prodloužení (řádově desítky až stovky let) životaschopnosti uchovávaného materiálu, což je způsobeno silnou redukcí projevu látkové výměny.

## MATERIÁL A METODA

### OBJEKT ZKOUMÁNÍ

Vzorky semen jedle byly odebrány ze skladu lesního osiva v Týništi nad Orlicí, z LZ Jeseník (lesní oblast - 27) z úrody z let 1988 a 1990.

Vzorky semen buku byly vzaty z úrody z r. 1990 ze ŠLP Kostelec nad Černými lesy (lesní oblast - 10).

Vzorky žaludů dubu zimního byly odebrány z LZ Opocno z úrody z r. 1990 (lesní oblast - 17).

### PŘÍPRAVA VZORKŮ NA KRYOKONZERVACI

Byl stanoven obsah vody v semenech sušením na konstantní váhu při  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  (u jedle při  $\pm 100^{\circ}\text{C}$ ). Dále byl stanoven obsah vody ve vyloupaných bukvicích, v dělohách a embryích žaludů.

Byl proveden kryokonzervační test u semen jedle a axilárních pupenů orgánových kultur dubu, diferenční teplotní analýza (DTA) u bukvice, žaludů a embryí žaludů.

### VLASTNÍ KRYOKONZERVACE

Na základě výsledku kryotestů byla u semen jedle i bukvice provedena kryokonzervace s rychlým teplotním spádem  $-200^{\circ}\text{C}$  za minutu, potom rychlé tání ( $120$  s ve vodě teplé  $45^{\circ}\text{C}$ ).

U žaludů, jejichž embryí i axilárních pupenů nebyla vlastní kryokonzervace provedena, protože výsledky

uskutečněných kryotestů a diferenčních teplotních analýz byly negativní.

## ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ PO KRYOKONZERVACI

Vzorky semen jedle a buku byly podrobeny zkoušce životaschopnosti podle norem ČSN 48 1211 *Zkoušky jakosti plodů a semen* barvením 1% roztokem 2,3,5-trifenylnitrotetrazoliumchloridu (tetrazolium).

Klíčivost žaludů se zjišťovala podle modifikované zkrácené zkoušky klíčivosti (Z a v a d i l, 1952). Ze žaludů se odstranilo osemení a přičně se odřezaly čtvrtiny žaludu s klíčkem. Ty se uložily na klíčidlo, kde byly udržovány při teplotě vody 24 °C a teplotě klíčeby 20 °C.

Životaschopnost extirpovaných embryí a axilárních pupenů dubu byla zjišťována růstem na živných médiích (MS, modifikované MS) v klimaboxu při světelné periodě 16 hodin s denní teplotou 20,4 °C a noční teplotou 18 °C.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### VÝSLEDKY U SEMEN JEDLE A BUKU

Vyhodnocením provedených pokusů s kryokonzervací v tekutém dusíku (-196 °C), v elektrické mraznici Queue (-135 °C) a konvenčním skladováním v polyetylenových sáčcích v lednici při teplotě +2 °C bylo dosaženo těchto výsledků.

#### I. Výsledky analýzy rozptylu — The results of analysis of variance

| Životaschopnost <sup>1</sup> | $F_{vyp}$                     | $F_{0,05}$ | Bartlettův test <sup>4</sup>      |                   |
|------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------|
|                              |                               |            | $\alpha^2_{vyp}$                  | $\alpha^2_{0,05}$ |
| Buk lesní <sup>2</sup>       | 0,392 < 5,14 <sub>(2,6)</sub> |            | 1,7138 < 5,99 <sub>(2;0,05)</sub> |                   |
| Jedle bělokora <sup>3</sup>  | 0,044 < 4,26 <sub>(2,9)</sub> |            | 1,1109 < 5,99 <sub>(2;0,05)</sub> |                   |

<sup>1</sup>seed vigor, <sup>2</sup>European beech, <sup>3</sup>silver fir, <sup>4</sup>Bartlett's test

Poznámka — Note:  $F_{0,05}$  - reprezentuje tabulkovou hodnotu  $F$ -rozdělení,  $\alpha^2_{0,05}$  - reprezentuje tabulkovou hodnotu Pearsonova rozdělení -  $F_{0,05}$  - indicates the tabular value of  $F$ -distribution,  $\alpha^2_{0,05}$  - indicates the tabular value of Pearson's distribution

U obou druhů dřevin je  $F_{vyp} < F_{0,05}$ . To znamená, že neexistuje žádný statisticky průkazný rozdíl mezi soubory, které prezentují jednotlivé způsoby skladování. Provedené způsoby skladování tedy žádným způsobem neovlivňují životaschopnost semen buku a jedle. Bartlettův test u obou druhů semen prokázal homogenitu rozptylů jednotlivých souborů, protože  $\alpha^2_{vyp} < \alpha^2_{0,05}$ , a tím potvrdil vyloučení náhodných chyb.

Vzhledem k tomu, že se při pokusu jednalo o semena s obsahem vody, který leží blízko hranice poškození rostlinných pletiv mrazem, nepředpokládaly se tyto jednoznačně pozitivní výsledky, a to především u bukovic, které se dosud nepodařilo úspěšně kryokonzervovat.

Na rozdíl od zkušeností z literatury s kryokonzervací semen buku lesního (A h u j a, 1986) bylo dosaženo úspěšného téměř 100% přežití bukovic, které bylo zjištěno TTC-barvením, je-li za 100 % považován výsle-

dek testu životnosti semen kontrolních vzorků (obr. 1). Tento úspěch pravděpodobně souvisí s respektováním doby vnitřního dozrání bukovic po sběru (dva až tři měsíce) a se snížením obsahu vody v semeni na 10 až 11 %. A h u j a (1986) ve své práci tyto skutečnosti neuvedl.

Semena jedle měla při zmrazování průměrný obsah vody 9,9 %, což koresponduje s poznatky uvedenými v literatuře, protože se podařilo úspěšně kryokonzervovat semena *Abies concolor* při vlhkosti 9,8 % a *Abies procera* Rehder při 10,1 % (S t a n w o o d et al., 1981). Při testu životaschopnosti semen bylo dosaženo také téměř 100% přežití semen, je-li za 100 % považován výsledek testu životnosti semen kontrolních vzorků (obr. 1).

Po dopracování rutinních a organizačních záležitostí lze metodu kryokonzervace doporučit pro dlouhodobé uchovávání cenných partií osiva těchto druhů.

## VÝSLEDKY POČÁTEČNÍCH PRACÍ NA KRYOKONZERVACI SEMEN, EMBRYÍ A AXILÁRNÍCH PUPENŮ ORGÁNOVÝCH KULTUR DUBU ZIMNÍHO

Úhyn žaludů i jejich embryí při kryokonzervaci se na základě znalostí z literatury o rekalcitrantních semelech předpokládá (např. S t a n w o o d, 1986; C h i n, 1988; P r i t c h a r d, 1991). Proto se pro tuto část práce stanovil takový cíl, který vyhovoval požadavku, aby se uskutečněné pokusy staly základem pro další propracovávání metodik kryokonzervace rodu *Quercus*. Prioritní bylo zjistit, při jakých teplotách dochází k nukleaci ledu v buňkách žaludů a jejich embryí, a zahájit práce na kryokonzervaci orgánových kultur dubu.

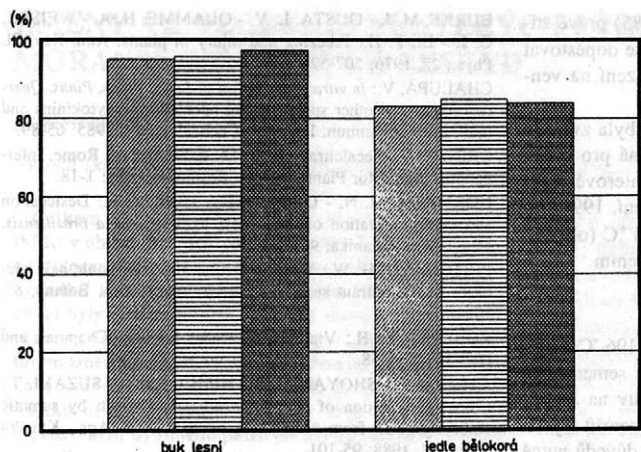
### Nukleace ledu v žaludech

Ke zjištění, při jaké teplotě dochází ke zmrznutí vody v buňkách, byla použita diferenční teplotní analýza (DTA). Při znalosti této teploty lze úpravou procesu mraznutí, tj. jeho rychlosti a prosycení semen kryoprotektivními látkami, do značné míry ovlivnit procento přežití.

Analýzou bylo zjištěno, že při průměrném obsahu vody v žaludech kolem 38 až 40 % dochází ke zmrznutí vody v pletivech asi v teplotě -12 °C, kdy bylo vždy signifikantně uvolněno latentní teplo, které vzniká při tvorbě ledových krystalů (obr. 2). Zmrznutí způsobilo letální poškození.

### Nukleace ledu v embryích

V literatuře pro kryokonzervaci rekalcitrantních semen (např. B a j a j, 1985; C h i n, 1988) se poukazuje na možnost dlouhodobého skladování těchto semen pomocí extirpovaných embryí, protože lépe snáší desikaci i extrémně nízké teploty. Příkladem by mohl být úspěch N o r m a t h a et al. (1986) s 20 až 69% přežitím kryokonzervace embryí rekalcitrantních semen *Hevea brasiliensis*. Extirpace embryí je významná také z hlediska použití kryoprotektiv, protože do vel-



1. Průměrné hodnoty životaschopnosti semen buku a jedle dosažené v jednotlivých variantách skladování – Average values of vigor of beech and fir seeds obtained in the variants of storage

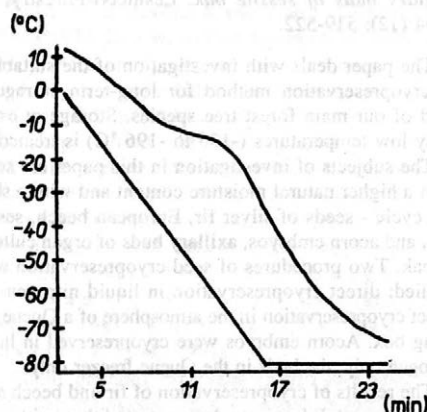
kých semen se kryoprotektiva velmi špatně infiltrují. Tedy čím menší je objem, tím lepší je prosycení.

Embrya dubu je velmi obtížné vyříznout bez poškození, protože jsou poměrně pevně držena dělohami. Z toho důvodu bylo použito extirpace embryí i s částmi děloh ve formě bloků 4 x 4 mm, což koresponduje se zkušenostmi z množení klonů *Quercus acutissima* Caruth somatickou embryogenezi z embryonálních klíčků (S a s a k i et al., 1988). Obsah vody v blocích embryí se pohyboval kolem 43 až 45 %. Diferenční teplotní

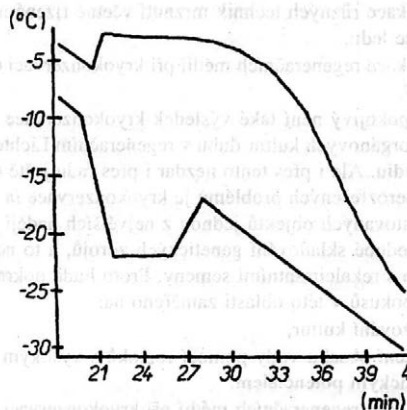
analýza proběhla s konstantním teplotním spádem  $-6^{\circ}\text{C}$  za minutu do  $-58^{\circ}\text{C}$ . Teplotní exotermie ukázaly, že ke zmrazení vody v pletivech došlo asi v  $-5^{\circ}\text{C}$ . Toto zmrazení bylo pro embrya letální.

#### Kryokonzervace pomocí axilárních pupenů

Kryokonzervace axilárních pupenů dubů byla zvolena proto, že v České republice byla zvládnuta technika



2. Diferenční teplotní analýza pro žaludy dubu zimního (obsah vody v semeni 38,7 %). Na horní křivce grafu je znázorněn proces zmrazování žaludů. Semena se byla schopna podchladiť až do teploty  $-12^{\circ}\text{C}$ , potom došlo k vytvoření ledových krystalů, což se významně projevilo uvolněním latentního tepla. Zmrazení vody v pletivech bylo pro semena letální. Spodní dvě křivky se překrývají a znázorňují průběh naprogramovaného teplotního spádu a teplotu v komoře přístroje – Differential temperature analysis for acorns of sessile oak (moisture content in seed 38.7%). The upper curve of the graph represents the process of acorn congealment. The seeds could be congealed to a temperature of  $-12^{\circ}\text{C}$ , then ice crystals were formed, which resulted in a significant release of latent heat. Water freezing in the tissues was lethal for seeds. The two lower curves are overlapping and they represent the pattern of programmed temperature drop and the temperature in the instrument chamber



3. Detail diferenční teplotní analýzy pro axilární pupeny *in vitro* pěstovaných orgánových kultur dubu zimního (vzorky byly prosyceny Lichterovým regeneračním médiem). Horní křivka ukazuje, že ke zmrazení vzorku došlo při teplotě  $-6^{\circ}\text{C}$ , kdy bylo uvolněno latentní teplo. Na rozdíl od jiných rostlinných objektů, které byly úspěšně zmrazovány v Lichterově regeneračním médiu, byly pupeny dubu letálně poškozeny. Spodní dvě křivky se překrývají a znázorňují průběh naprogramovaného teplotního spádu a teplotu v komoře přístroje – Detail of differential temperature analysis for axillary buds *in vitro* of the cultivated organ cultures of sessile oak (the samples were saturated with Lichter's regeneration medium). The upper curve represents that congealment of the sample occurred at a temperature of  $-6^{\circ}\text{C}$ , when latent heat was released. Unlike other plant specimens that were successfully congealed in Lichter's regeneration medium, damage to oak buds was lethal. The lower curves are overlapping and represent the pattern of programmed temperature drop and the temperature in the instrument chamber

množení dubů *in vitro* (Chalupa, 1985) právě stimulací růstu axilárních pupenů, z nichž lze dopěstovat celé rostliny, které jsou schopny po vysazení na venkovní plochy se normálně vyvíjet a růst.

Pro kryokonzervační test pupenů dubu byla zvolena úspěšně odzkoušená metodika vypracovaná pro uchovávání *in vitro* kultur řepky olejné v Lichterově regeneračním médiu (Skřáda, ústní sdělení, 1991).

Ke zmrazení média i vzorku došlo v  $-6^{\circ}\text{C}$  (obr. 3). Také tento pokus skončil letálním poškozením.

## ZÁVĚR

Kryokonzervace - tj. zmrazení na teplotu  $-196^{\circ}\text{C}$  a opětovné rozmrazení - semen jedle bělokore a semen buku lesního nemá žádný statisticky průkazný vliv na životaschopnost těchto semen. Kryokonzervaci lze využít zejména pro skladování osiva, které je z různých důvodů nutné uchovat v původní jakosti po dobu delší než deset let.

Při kryokonzervaci žaludů a jejich embryí nebylo prozatím dosaženo žádného úspěchu. Neúspěch potvrdil zkušenosti uvedené v literatuře a také nezbytnost aplikace různých způsobů předšetření kryokonzervovaných objektů. Proto je pokračování dalšího výzkumu kryokonzervace semen a embryí dubu navrženo takto:

- identifikace kritického obsahu vlhkosti,
- aplikace různých způsobů snížení obsahu vody,
- aplikace kryoprotektivních látek,
- aplikace různých technik mrznutí včetně řízené nukleace ledu,
- aplikace regeneračních médií při kryokonzervaci embryí.

Uspokojivý není také výsledek kryokonzervace pupenů orgánových kultur dubu v regeneračním Lichterově médiu. Ale i přes tento nezdár i přes řadu ještě dalších nerozřešených problémů je kryokonzervace *in vitro* pěstovaných objektů jednou z největších nadějí pro dlouhodobé skladování genetických zdrojů, a to nejen dřevin s recalcitrantními semeny. Proto bude pokračování pokusů v této oblasti zaměřeno na:

- otužování kultur,
- snížení obsahu vody pomocí roztoků s vysokým osmotickým potenciálem,
- aplikace regeneračních médií při kryokonzervaci,
- aplikace kryoprotektivních látek,
- aplikace technik mrznutí, vyvolávajících růst krystalů ledu v mezibuněčných prostorech.

## Literatura

- AHUJA, M. R.: Short note: Storage of forest tree germplasm in liquid nitrogen ( $-196^{\circ}\text{C}$ ). *Silvae Genet.*, 35, 1986: 249-251.  
 BAJAJ, Y. P. S.: Cryopreservation of embryos. In: KARTHA, K. K.: Cryopreservation of plant cells and organs. Boca Raton, Florida, CRC Press 1985: 228-242.

BURKE, M. J. - GUSTA, L. V. - QUAMME, H. A. - WEISER, C. J. - LI, P. H.: Freezing and injury in plants. *Ann. Rev. Pl. Phys.*, 27, 1976: 507-528.

CHALUPA, V.: *In vitro* propagation of *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Quercus*, *Fagus* and other species using adenine-type cytokinins and thidiazuron. *Commun. Inst. For. Českoslov.*, 14, 1985: 65-89.

CHIN, H. F.: Recalcitrant seeds. [A status report.] Rome, International Board for Plant Genetics Resources 1988: 1-18.

NORMATH, M. N. - CHIN, H. F. - HOR, Y. L.: Desiccation and cryopreservation of embryonic axes of *Hevea brasiliensis*. *Muell.-Arg. Pertanika*, 9, 1986: 299-303.

PRITCHARD, H. W.: Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. *Ann. Botany*, 67, 1991: 43-49.

ROBERTS, E. H.: Viability of seeds. London, Chapman and Hall 1972: 14-58.

SASAKI, Y. - SHOYAMA, Y. - NISHIOKA, I. - SUZAKI, T.: Clonal propagation of *Quercus acutissima* Carruth by somatic embryogenesis from embryonic axes. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 33, 1988: 95-101.

STANWOOD, P. C.: Preservation of recalcitrant seeds. *J. Seed Technol.*, 10, 1986: 140-141.

STANWOOD, P. C. - BASS, L. N.: Seed germplasm preservation using liquid nitrogen. *Seed Sci. Technol.*, 9, 1981: 423-425.

ZAVADIL, Z.: Praktická metoda stanovení životnosti žaludů biologickou cestou. *Lesn. Práce*, 31, 1952: 3-9.

Došlo 1. 7. 1994

NEUHÖFEROVÁ, P. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *Cryopreservation of seed of European beech, sessile oak, silver fir, embryos and axillary buds of sessile oak*. *Lesnictví-Forestry*, 40, 1994 (12): 519-522.

The paper deals with investigation of the suitability of cryopreservation method for long-term storage of seed of our main forest tree species. Storage at extremely low temperatures ( $-135$  to  $-196^{\circ}\text{C}$ ) is treated.

The subjects of investigation in this paper are seeds with a higher natural moisture content and with a short life cycle - seeds of silver fir, European beech, sessile oak, and acorn embryos, axillary buds of organ cultures of oak. Two procedures of seed cryopreservation were applied: direct cryopreservation in liquid nitrogen and direct cryopreservation in the atmosphere of a Queue freezing box. Acorn embryos were cryopreserved in liquid nitrogen only, the buds in the Queue freezer only.

The results of cryopreservation of fir and beech seed are very good. It has been demonstrated that neither the vigor nor the quality of cryopreserved seed is different from these characteristics of traditionally stored seed.

Cryopreservation of acorns, their embryos and axillary and apical buds of oak organ cultures has failed for the time being.

long-term storage; cryopreservation; seed of fir, beech and oak; oak embryos; axillary buds of oak

Kontaktní adresa:

Ing. Pavla Neuhöferová, Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

# ZMĚNY VE VEGETACI NĚKTERÝCH PŘÍRODNÍCH REZERVACÍ MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYD

J. Viewegh

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

Celkem 22 ploch 12 státních přírodních rezervací (SPR) v oblasti Moravskoslezských Beskyd bylo opakovaně (fytoocenologicky) snímáno. Na podkladě získaných výsledků trojitého snímání stejných ploch v průběhu 20 let byly zjišťovány změny, které nastaly v lesích s přirozenou dřevinnou skladbou a tedy s „odstíněným“ faktorem změn stanovišť v důsledku přeměn porostů na smrkové monokultury. Ve všech SPR došlo ke značnému úbytku druhů bylinného patra. V SPR, na nichž došlo k prosvětlení bylinného patra již dříve, dochází následně k vyššímu rozkladu (již dříve) nahromaděného humusu. Ve SPR, kde v předcházejícím období k prosvětlení nedošlo, dochází k němu v posledním období. SPR Mionší a prales Bumbálka (dvě nejznámější) v současnosti procházejí „bukovým“ stadiem vývoje. (Taxonomická nomenklatura mechu je podle Neuhauslové, Kolbeka, 1982, vyšších rostlin podle Dostála, 1989.)

přírodní rezervace; vegetace; změny

Negativní změny, které nastaly v lesích Moravskoslezských Beskyd a viditelně vynikly po zimě r. 1978/1979, jsou vlastně již logickým vyústěním pyramidy všech antropogenních zásahů v celém regionu, prováděných v nesouladu s přirozenými podmínkami prostředí již téměř 200 let. Stručně je lze rozdělit do dvou skupin. První tvoří všechny zásahy, které vedly k přeměně přirozené dřevinné skladby na smrkové monokultury (Fránek, 1953; Jančík, 1956, 1957, 1958a,b,c). Do druhé patří vše, co souvisí s neúměrnou industrializací celé oblasti Ostravska a Karvinska (Förchtgott, 1971, 1987; Hadaš, 1990, 1991; Hadaš, Kasperidus, 1992; Konečný, 1987; Kofínek, 1973; Kus, 1980; Vavříček et al., 1991).

„Státní přírodní rezervace (SPR) jsou větší nebo menší území lidskými zásahy jen málo dotčené přírody. V rezervacích je chráněna celá geobiocenóza. Rezervace jsou určeny především k vědeckému využívání.“ (Friedl et al., 1991.) SPR v oblasti Moravskoslezských Beskyd představují „ostrůvky“ původních přirozených lesů a mohou tedy v současné době sloužit jako cenná stanoviště k posuzování změn, způsobených hlavně vzdušnými imisemi. Nedřevnatá vegetace stanoviště je odrazem stavu těchto ekosystémů.

## MATERIÁL A METODY

Ze 390 ploch oblasti Moravskoslezských Beskyd, které byly podkladem k posouzení změn bylinné vege-

tace ke stavu let 1984 až 1986 (Viewegh, 1987, 1991), bylo vybráno 22 ploch 12 SPR k zachycení průběhu těchto změn do r. 1993 v relativně přirozených lesních společenstvích (tab. I, sloupce 1 až 7). Na těchto 22 plochách byly v r. 1993 zpracovány fytoocenologické zápisy, takže pro posouzení průběhu změn bylinné vegetace byly k dispozici trojí zápisy z let: 1952 (jeden zápis), 1960 (jeden), 1964 (12), 1965 (čtyři), 1968 (jeden), 1972 (jeden) a 1973 (dva zápisy) - jako výchozí stav; 1984 (11 zápisů), 1985 (sedm) a 1986 (čtyři zápisy) - jako první opakování; 1993 (22 zápisů) - jako druhé opakování (tab. I, sloupec 3).

Pro každou plochu a každý zápis na ní byly vypočteny hodnoty indexů vztahu ke světlu, teplotě, vlhkosti, půdní reakci, půdnímu dusíku (Ellenberg, 1979) a hodnoty  $\alpha$ -diverzity způsobem, jak podrobně uvádí Viewegh (1987, 1991). Za zmíněné stanoviště ve vztahu ke světlu, teplotě, půdní vlhkosti, reakci a dusíku byla považována všechna, u nichž hodnota indexu příslušného (vztahového) faktoru byla vně intervalu (-0,5; +0,5) (podrobně Viewegh, 1987, 1991).

K ordinaci zápisů těchto SPR, na nichž byly alespoň tři plochy (celkem 3 x 3), byl použit program CANOCO (ter Braak, 1988).

K prezentaci pokryvnosti jednotlivých pater (ve smyslu Zlatníkové) byl použit program FYT (Braabec, 1989). Protože tento program neumožňuje použít Zlatníkovu třináctičlenou stupnici abundance a dominance (např. Křížová, 1983), bylo nutné zápisy převést do sedmičlené stupnice Braun-Blanquetovy, což není nijak obtížné a není zatíženo chybou.

## VÝSLEDKY

Výsledky, zahrnující rezervace: údolí Poledňany (plocha č. 1), Mazácký Grúnik (plocha č. 2), Pod Lysou (horou) (plochy č. 3, 4, 5 a 6), prales Bumbálka (plochy č. 7, 8 a 9), V Podolánkách (plochy č. 10 a 11), vrchol Smrku (plocha č. 12), Skalka (Ondřejník) (plocha č. 13), Noříč (plocha č. 14), Radhošť (plocha č. 15), Trojačka (plochy č. 16, 17 a 18), Trávný potok (plocha č. 19), prales Mionší (plochy 20, 21 a 22), jsou prezentovány v tab. I. Posloupnost opakovaných zápisů pak ještě plochy člení na A, B a C (tab. I).

Jako nejnapadnější změna se ukazuje (s nepatrnými výjimkami) snižování počtu druhů. Z původních průměrných 31 druhů na ploše se ve sledovaných rezervacích Moravskoslezských Beskyd snížil počet druhů na průměrných 19, což je 61 % původního stavu (tab. I, sloupec 14).

I. Základní a odvozené (datové) informace o plochách v rezervacích Moravskoslezských Beskyd (podrobně popsáno v textu) — Basic and computed (data) informations about Moravskoslezské Beskydy Mts. reservation plots (details in text)

| Jméno rezervace    | Číslo plochy | Rok zápisu (rok) | Expozice | Sklon (°) | Nadmořská výška (m) | Lesní typ <sup>7</sup> (Pliva, 1971) | Ellenbergova ekočísla <sup>8</sup> |                       |                       |                            |                           | α - diverzita | Počet druhů |
|--------------------|--------------|------------------|----------|-----------|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|-------------|
|                    |              |                  |          |           |                     |                                      | Světlo <sup>9</sup>                | Teplota <sup>10</sup> | Vlhkost <sup>11</sup> | Půdní reakce <sup>12</sup> | Půdní dusík <sup>13</sup> |               |             |
| 1                  | 2            | 3                | 4        | 5         | 6                   | 7                                    | 8                                  | 9                     | 10                    | 11                         | 12                        | 13            | 14          |
| Poledňana          | 1A           | 1964             | SW       | 25        | 610                 | 5A1                                  | 3,03                               | 4,93                  | 5,61                  | 5,92                       | 6,17                      | 4,8217        | 31          |
|                    | 1B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 2,55                               | 4,99                  | 5,51                  | 5,97                       | 6,14                      | 4,0207        | 23          |
|                    | 1C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 4,68                               | 5,41                  | 5,58                  | 5,60                       | 6,85                      | 3,6066        | 25          |
| Mazácký Grúnik     | 2A           | 1964             | NE       | 25        | 680                 | 5F2                                  | 3,88                               | 4,51                  | 5,30                  | 4,58                       | 6,30                      | 5,0662        | 48          |
|                    | 2B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 4,80                               | 4,63                  | 5,25                  | 4,03                       | 5,39                      | 2,1188        | 24          |
|                    | 2C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,73                               | 4,89                  | 5,06                  | 4,01                       | 5,17                      | 1,4490        | 20          |
| Lysá hora          | 3A           | 1964             | NWW      | 40        | 970                 | 5J3                                  | 3,62                               | 5,31                  | 5,59                  | 5,30                       | 6,31                      | 6,3244        | 41          |
|                    | 3B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 4,35                               | 4,91                  | 5,62                  | 4,24                       | 6,20                      | 3,5599        | 32          |
|                    | 3C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 4,70                               | 4,93                  | 5,70                  | 4,11                       | 5,92                      | 4,1398        | 27          |
| Lysá hora          | 4A           | 1964             | W        | 40        | 850                 | 6F1                                  | 4,61                               | 4,68                  | 5,34                  | 4,26                       | 5,88                      | 4,6485        | 46          |
|                    | 4B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 4,13                               | 4,12                  | 5,24                  | 4,20                       | 5,67                      | 2,8143        | 39          |
|                    | 4C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 3,67                               | 4,75                  | 5,43                  | 4,75                       | 6,04                      | 4,4259        | 29          |
| Lysá hora          | 5A           | 1964             | W        | 40        | 1 080               | 6N1                                  | 4,54                               | 4,89                  | 5,33                  | 3,68                       | 5,41                      | 2,4817        | 25          |
|                    | 5B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 5,33                               | 4,87                  | 5,24                  | 3,74                       | 5,28                      | 2,5258        | 19          |
|                    | 5C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,79                               | 4,64                  | 5,18                  | 3,91                       | 5,61                      | 2,8951        | 17          |
| Lysá hora          | 6A           | 1964             | SW       | 10        | 1 180               | 7Z3                                  | 4,25                               | 4,09                  | 5,68                  | 2,92                       | 4,84                      | 3,8759        | 17          |
|                    | 6B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 5,34                               | 4,63                  | 4,68                  | 3,78                       | 5,16                      | 2,5326        | 15          |
|                    | 6C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,48                               | 4,32                  | 5,26                  | 3,83                       | 5,30                      | 3,4096        | 14          |
| Bumbálka           | 7A           | 1964             | N        | 20        | 800                 | 5B2                                  | 3,64                               | 4,38                  | 5,43                  | 4,72                       | 6,20                      | 3,0859        | 34          |
|                    | 7B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 3,81                               | 3,85                  | 5,80                  | 4,68                       | 6,54                      | 3,2751        | 29          |
|                    | 7C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 3,99                               | 5,20                  | 5,59                  | 5,00                       | 6,88                      | 1,5889        | 18          |
| Bumbálka           | 8A           | 1964             | NNE      | 10        | 770                 | 5B1                                  | 2,72                               | 4,50                  | 5,58                  | 4,63                       | 6,10                      | 3,4513        | 41          |
|                    | 9B           | 1984             |          |           |                     |                                      | 2,55                               | 5,13                  | 5,77                  | 5,44                       | 6,25                      | 3,6957        | 32          |
|                    | 9C           | 1993             |          |           |                     |                                      | 3,61                               | 5,01                  | 5,49                  | 6,78                       | 6,42                      | 1,8991        | 17          |
| V Po-dolánkách     | 10A          | 1952             | SW       | 2         | 655                 | 7G3                                  | 4,74                               | 3,88                  | 6,90                  | 2,33                       | 3,37                      | 4,3147        | 25          |
|                    | 10B          | 1984             |          |           |                     |                                      | 4,91                               | 4,96                  | 6,66                  | 2,37                       | 3,40                      | 3,7743        | 21          |
|                    | 10C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,45                               | 3,15                  | 7,01                  | 2,01                       | 2,92                      | 2,8233        | 13          |
| V Po-dolánkách     | 11A          | 1964             | SW       | 2         | 655                 | 7G3                                  | 4,81                               | 3,58                  | 6,59                  | 2,30                       | 3,34                      | 3,9806        | 28          |
|                    | 11B          | 1984             |          |           |                     |                                      | 4,60                               | 3,58                  | 6,51                  | 2,45                       | 3,55                      | 4,1999        | 25          |
|                    | 11C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,47                               | 4,00                  | 6,77                  | 2,01                       | 3,23                      | 3,7009        | 13          |
| Smrk               | 12A          | 1964             | E        | 40        | 1 250               | 8Y0                                  | 4,96                               | 3,90                  | 5,79                  | 2,73                       | 3,94                      | 3,8054        | 27          |
|                    | 12B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 5,77                               | 5,02                  | 5,57                  | 3,42                       | 4,41                      | 3,3614        | 13          |
|                    | 12C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,92                               | 4,80                  | 5,16                  | 3,91                       | 4,90                      | 1,4930        | 12          |
| Skalka (Ondřejník) | 13A          | 1964             | SW       | 15        | 900                 | 5K3                                  | 5,57                               | 4,88                  | 5,96                  | 3,18                       | 4,43                      | 1,9412        | 17          |
|                    | 13B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 6,04                               | 4,39                  | 4,70                  | 2,37                       | 5,44                      | 1,6485        | 19          |
|                    | 13C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 6,23                               | 5,60                  | 5,05                  | 3,12                       | 6,54                      | 2,0162        | 17          |
| Nofčič             | 14A          | 1965             | E        | 15        | 1 000               | 6K1                                  | 5,13                               | 4,50                  | 5,76                  | 2,27                       | 3,44                      | 2,2116        | 13          |
|                    | 14B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 4,64                               | 4,17                  | 5,94                  | 2,62                       | 6,08                      | 2,3948        | 10          |
|                    | 14C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,02                               | 4,15                  | 5,84                  | 2,29                       | 3,56                      | 1,9954        | 11          |
| Radhošť            | 15A          | 1972             | NWW      | 30        | 800                 | 5A3                                  | 4,66                               | 5,01                  | 5,32                  | 5,10                       | 6,77                      | 3,0402        | 18          |
|                    | 15B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 4,57                               | 4,86                  | 5,69                  | 4,04                       | 6,47                      | 1,5845        | 17          |
|                    | 15C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 5,43                               | 4,94                  | 5,35                  | 3,89                       | 6,44                      | 2,1812        | 18          |
| Trojačka           | 16A          | 1973             | N        | 15        | 520                 | 5A3                                  | 2,76                               | 4,85                  | 5,36                  | 5,98                       | 5,86                      | 5,3421        | 33          |
|                    | 16B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 3,87                               | 5,16                  | 5,19                  | 6,77                       | 5,42                      | 2,4527        | 27          |
|                    | 16C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 3,64                               | 5,15                  | 5,41                  | 6,83                       | 6,32                      | 5,4682        | 22          |
| Trojačka           | 17A          | 1973             | N        | 12        | 510                 | 5D6                                  | 4,02                               | 4,41                  | 5,87                  | 6,44                       | 6,26                      | 4,9933        | 32          |
|                    | 17B          | 1985             |          |           |                     |                                      | 2,82                               | 5,01                  | 5,64                  | 6,74                       | 5,79                      | 3,4598        | 29          |
|                    | 17C          | 1993             |          |           |                     |                                      | 3,49                               | 4,96                  | 5,87                  | 6,54                       | 6,61                      | 6,5087        | 22          |

| Jméno rezervace <sup>1</sup> | Číslo plochy <sup>2</sup> | Rok zápisu (rok) <sup>3</sup> | Expozice <sup>4</sup> | Sklon <sup>5</sup> (°) | Nadmořská výška <sup>6</sup> (m) | Lesní typ <sup>7</sup> (Plíva, 1971) | Ellenbergova ekočísla <sup>8</sup> |                       |                       |                            |                           | α - diverzita <sup>14</sup> | Počet druhů <sup>15</sup> |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                              |                           |                               |                       |                        |                                  |                                      | Světlo <sup>9</sup>                | Teplota <sup>10</sup> | Vlhkost <sup>11</sup> | Půdní reakce <sup>12</sup> | Půdní dusík <sup>13</sup> |                             |                           |
| 1                            | 2                         | 3                             | 4                     | 5                      | 6                                | 7                                    | 8                                  | 9                     | 10                    | 11                         | 12                        | 13                          | 14                        |
| Trojačka                     | 18A                       | 1960                          | NW                    | 20                     | 530                              | 5B6                                  | 4,97                               | 4,93                  | 5,46                  | 6,01                       | 7,05                      | 3,9794                      | 53                        |
|                              | 18B                       | 1985                          |                       |                        |                                  |                                      | 2,57                               | 5,00                  | 5,23                  | 7,23                       | 5,60                      | 2,6049                      | 24                        |
|                              | 18C                       | 1993                          |                       |                        |                                  |                                      | 3,66                               | 5,02                  | 5,25                  | 7,06                       | 6,31                      | 4,5462                      | 23                        |
| Trávník potok                | 19A                       | 1968                          | NEE                   | 32                     | 960                              | 5B6                                  | 3,47                               | 4,89                  | 5,98                  | 6,03                       | 6,39                      | 5,8893                      | 27                        |
|                              | 19B                       | 1986                          |                       |                        |                                  |                                      | 4,01                               | 4,62                  | 5,57                  | 4,16                       | 5,69                      | 2,5751                      | 24                        |
|                              | 19C                       | 1993                          |                       |                        |                                  |                                      | 4,65                               | 4,25                  | 5,41                  | 4,20                       | 5,57                      | 2,3503                      | 20                        |
| Mionší                       | 20A                       | 1965                          | W                     | 20                     | 860                              | 5B1                                  | 4,26                               | 4,82                  | 5,62                  | 5,95                       | 6,74                      | 4,2023                      | 25                        |
|                              | 20B                       | 1986                          |                       |                        |                                  |                                      | 3,11                               | 4,45                  | 5,69                  | 4,77                       | 6,11                      | 3,7044                      | 28                        |
|                              | 20C                       | 1993                          |                       |                        |                                  |                                      | 4,60                               | 4,61                  | 5,51                  | 4,07                       | 6,06                      | 2,7452                      | 18                        |
| Mionší                       | 21A                       | 1965                          | E                     | 18                     | 860                              | 5B1                                  | 2,50                               | 4,83                  | 5,83                  | 5,39                       | 6,44                      | 3,9240                      | 28                        |
|                              | 21B                       | 1986                          |                       |                        |                                  |                                      | 3,24                               | 4,82                  | 5,59                  | 6,04                       | 5,86                      | 3,9267                      | 32                        |
|                              | 21C                       | 1993                          |                       |                        |                                  |                                      | 2,82                               | 4,93                  | 5,56                  | 6,00                       | 5,90                      | 3,0070                      | 19                        |
| Mionší                       | 22A                       | 1965                          | NNE                   | 37                     | 860                              | 5D8                                  | 3,76                               | 4,76                  | 5,79                  | 6,40                       | 6,57                      | 5,5634                      | 29                        |
|                              | 22B                       | 1986                          |                       |                        |                                  |                                      | 3,53                               | 4,61                  | 5,95                  | 5,41                       | 6,61                      | 5,8378                      | 31                        |
|                              | 22C                       | 1993                          |                       |                        |                                  |                                      | 3,40                               | 4,58                  | 6,14                  | 5,77                       | 6,69                      | 5,5355                      | 34                        |

<sup>1</sup> name of the reservation, <sup>2</sup> plot No., <sup>3</sup> relevé year (year), <sup>4</sup> exposure, <sup>5</sup> slope (°), <sup>6</sup> altitude (m), <sup>7</sup> forest type (see Plíva, 1971), <sup>8</sup> Ellenberg's ecovalues, <sup>9</sup> light, <sup>10</sup> temperature, <sup>11</sup> moisture, <sup>12</sup> reactivity, <sup>13</sup> soil nitrogen, <sup>14</sup> alphadiversity, <sup>15</sup> number of the species

Hrubé globální výsledky, které jsou vyjádřeny průměrnými hodnotami indexů Ellenbergových ekočísel všech zkoumaných 22 ploch (a mající tedy vypovídací informaci pouze o trendu), se většinou nepohybují mimo hranice intervalu, po jehož překročení jsou faktory považovány za změněné. Výjimkou je index vztahu ke světlu, který po velmi nepatrném nárůstu při prvním opakování zápisů (z 4,04 na 4,07) při druhém opakování (v r. 1993) stanovený interval překročil (4,69). Určitý slabý trend nárůstu - případně poklesu - vykazují indexy vztahu k teplotě (počáteční - 4,61; první opakování - 4,67; druhé opakování - 4,71), případně půdní reakce (počáteční - 4,62; opakování - 4,55; druhé opakování - 4,51). Je však opět nutné zdůraznit, že tyto výsledky zahrnují průměry 22 ploch, které leží na jedné straně u Hodslavic (JZ okraj horstva) a u Jablunkova (SV okraj) na straně druhé, v různých typech lesů.

#### SPR TROJAČKA

Rezervace Trojačka v JZ části Moravskoslezských Beskyd nedaleko obce Mořkov (a známějších Hodslavic) patří do současnosti k těm zajímavým. Dodnes je známá svým početným výskytem jilmů (*Ulmus scabra*). V této rezervaci jsou trvale umístěny tři plochy (tab. I). Z původních průměrných 39 druhů jich postupně ubylo přes průměrných 27 na pouhých 22, tj. na 56 %.

Změny ekologických (Ellenbergových) faktorů vztahů ke světlu, teplotě, vlhkosti, půdní reakci a dusíku se vyznačují oscilacemi v kladném i záporném směru. K největším patří změny ve světelném režimu a v ná-

vaznosti na ně i v půdním dusíku. Významný pokles světelného požitku - zastínění - od počátečních zápisů po první opakování (vně uvažovaného intervalu) z hodnoty 3,91 na 3,09 byl doprovázen významným nárůstem půdní kyselosti (změna Ellenbergových ekočísel z hodnoty 6,14 na 6,91 - opět vně uvažovaného intervalu) a poklesem nitrofilnosti stanovišť (Ellenbergova ekočísla ze 6,39 na 5,60). Nárůst světelného požitku (opět vně uvažovaného intervalu) za období mezi prvním a druhým opakováním (Ellenbergova ekočísla 3,09, resp. 3,60) je naopak doprovázen významným (vně intervalu) nárůstem nitrofilnosti stanovišť (Ellenbergova ekočísla 5,60, resp. 6,41) a slabým poklesem půdní acidity (Ellenbergova ekočísla 6,91, resp. 6,81). Změny teploty a vlhkosti, které se také projeví, nebyly vně uvažovaného intervalu (teplota: 4,73, 5,06 a 5,04; vlhkost 5,56, 5,35 a 5,51).

Z ordinace (obr. 1) můžeme usoudit, že plochy, původně odlišné, se po vzájemně blízké podobnosti ploch 16 a 17 v r. 1985 (označení B) si jsou všechny v r. 1993 (16C, 17C a 18C) relativně podobné. To by svědčelo o vyrovňování se vegetace v celé SPR. To by dost pochopitelně již vzhledem k tomu, že kolem této nepřehledné velké SPR (9,66 ha) je v současnosti velmi intenzivní těžba převážně smrkových monokultur. (Osa x pravděpodobně indikuje výskyt řídce se vyskytujících druhů.)

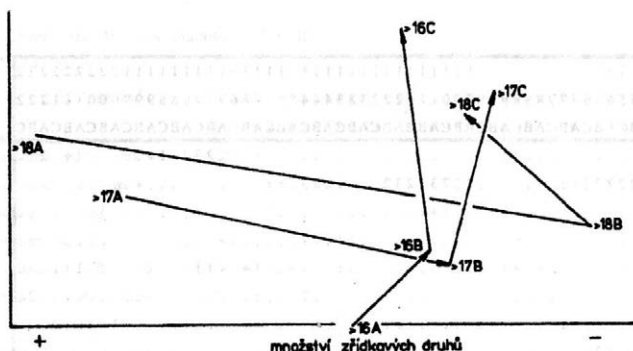
Podrobným pohledem na změny na jednotlivých plochách (č. 16, 17 a 18) této SPR (tab. I) zjistíme, že se z předcházejícího konstatování vymyká plocha č. 16 v (Ellenbergově) faktoru vztahu ke světlu. Zde nejdříve



| Číslo plochy <sup>1</sup>           | 1111222333444555666777888999000111222333444555666777888999000111222<br>ABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABCABC |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Tilia cordata</i>                | .....11..++++.....                                                                                                                              |
| <i>Ulmus scabra</i>                 | .....++..+                                                                                                                                      |
| <b>Bylinné patro<sup>3</sup></b>    |                                                                                                                                                 |
| <i>Agrostis capillaris</i>          | .....3.....+.....                                                                                                                               |
| <i>Avenella flexuosa</i>            | ...+.....11r21.....231222..222433.....+...r.....                                                                                                |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i>      | 1+r.....1r.....+..rr.....1..rr.....                                                                                                             |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i>    | ..+145123432445245..r..r.....r..rrr..245..+1+11+22.....+33+23.....                                                                              |
| <i>Calamagrostis villosa</i>        | .....231223121.....                                                                                                                             |
| <i>Carex nigra</i>                  | .....1.....                                                                                                                                     |
| <i>Carex pilulifera</i>             | .....r.....r.....                                                                                                                               |
| <i>Carex sylvatica</i>              | +..r.....rr1.....rr++..1+1.....r.....r.....                                                                                                     |
| <i>Deschampsia caespitosa</i>       | ...r.....1.....+r.....                                                                                                                          |
| <i>Festuca altissima</i>            | ...1.....1r.....1+r.....                                                                                                                        |
| <i>Festuca gigantea</i>             | +.....+r.....+..r.....1.....r..1.....                                                                                                           |
| <i>Hordelymus europaeus</i>         | .....11.....r1..r..++r.....++..111.....                                                                                                         |
| <i>Juncus effusus</i>               | .....1.....                                                                                                                                     |
| <i>Luzula luzulina</i>              | ...+.....rr.....                                                                                                                                |
| <i>Luzula luzuloides</i>            | ...+.....2111++.....                                                                                                                            |
| <i>Luzula sylvatica</i>             | .....+1111211+1+1.....1..+1..1+r.....121..rr.....                                                                                               |
| <i>Melica nutans</i>                | .....1.....                                                                                                                                     |
| <i>Milium effusum</i>               | ...+..+r.....+.....r..1r..++r1r.....                                                                                                            |
| <i>Poa chaixii</i>                  | .....1r.....1.....                                                                                                                              |
| <i>Poa nemoralis</i>                | .....+..r1+.....r.....r..+.....+.....                                                                                                           |
| <i>Vigna cinerea</i>                | 1+r.....r..rr.....                                                                                                                              |
| <i>Vigna echinata</i>               | .....1+..r+.....                                                                                                                                |
| <i>Vigna remota</i>                 | .....rr..r..2.....                                                                                                                              |
| <i>Aconitum variegatum</i>          | .....+.....                                                                                                                                     |
| <i>Actea spicata</i>                | ...+..+.....+rrr..r+.....                                                                                                                       |
| <i>Aegopodium podagraria</i>        | .....1r1+..+.....                                                                                                                               |
| <i>Ajuga reptans</i>                | +.....1..1+r21.....r.....1+.....rr.....                                                                                                         |
| <i>Alliaria petiolata</i>           | .....11..+..1.....                                                                                                                              |
| <i>Alsinulla media</i>              | ...+.....                                                                                                                                       |
| <i>Anthriscus nitida</i>            | .....1..1.....                                                                                                                                  |
| <i>Arctium lappa</i>                | .....+.....                                                                                                                                     |
| <i>Aruncus vulgaris</i>             | .....r.....                                                                                                                                     |
| <i>Asarum europaeum</i>             | .....2..122..22.....+.....                                                                                                                      |
| <i>Campanula trachelium</i>         | .....+.....                                                                                                                                     |
| <i>Cardamine flexuosa</i>           | ...+.....+.....3.....r1.....                                                                                                                    |
| <i>Chaerophyllum hirsutum</i>       | .....3.....+.....                                                                                                                               |
| <i>Chrysosplenium alternifolium</i> | +.....+.....+.....111.....                                                                                                                      |
| <i>Circaea alpina</i>               | 11.....++..r..r.....rr.....2..21..+21122.....                                                                                                   |
| <i>Circaea intermedia</i>           | ...r..1..1.....+..+..1.....                                                                                                                     |
| <i>Circaea lutetiana</i>            | ++r.....r.....+12++++r1.....+r..21.....                                                                                                         |
| <i>Crepis paludosa</i>              | .....+.....+.....                                                                                                                               |
| <i>Daphne mezereum</i>              | +.....                                                                                                                                          |
| <i>Doronicum austriacum</i>         | .....r.....                                                                                                                                     |
| <i>Epilobium alsinifolium</i>       | .....+r.....r.....                                                                                                                              |
| <i>Epilobium collinum</i>           | ..rr.....+.....r.....+.....                                                                                                                     |
| <i>Equisetum sylvaticum</i>         | .....2..2..+.....                                                                                                                               |
| <i>Fragaria vesca</i>               | ..r.....+.....+.....+.....+.....                                                                                                                |
| <i>Galeobdolon luteum</i>           | 2211+r11r..+2r.....1..111..221.....1..223213133211..3++32++.....                                                                                |

[illegible]





1. Vzájemná ordinace všech fytoecologických zápisů ze SPR Trojačka. Šipky ukazují směry posunů společenstev – Ordination of all relevés made in the reservation Trojačka. Arrows show society trends

došlo k významnému prosvětlení (vně uvažovaného intervalu) a potom k zastínění (ale ne vně intervalu). U této plochy mohou být tyto změny vyvolány zvýšeným nárůstem lípy (*Tilia cordata*) především ve IV. etáži (keře). Tab. II, která podrobně zachycuje pokryvnosti druhů na ploše 16, ukazuje pozvolný nárůst některých vlhkomilnějších a nitrofilnějších (ale převážně bučinných) druhů: *Circaea lutetiana*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Geranium robertianum*, *Petasites albus* a *Stellaria nemorum*. Plocha 17 vykazuje nárůst nitrofilních druhů: *Acer pseudoplatanus* (v V. etáži), *Galeobdolon luteum*, *Lunaria rediviva*, *Mercurialis perennis* a *Urtica dioica*, pokles vlhkomilnějšího *Impatiens noli tangere* a nárůst bučinných *Galium odoratum* a *Salvia glutinosa*. Pokles druhu *Sanícula europaea* a nárůst *Dryopteris filix mas* může asi souviset se změnami světelného režimu na plochách, ale může být i zachycením zcela přirozených druhových fluktuací. Plocha 18, na rozdíl od obou předcházejících, vykazuje nárůst bučinných druhů *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Salvia glutinosa* a pokles nitrofilních druhů *Geranium robertianum*, *Mercurialis perennis* a *Urtica dioica*. Tyto rozdílné změny v pokryvnosti a zastoupení druhů na těchto třech plochách pravděpodobně ještě souvisejí s expozicí ploch (tab. I), kdy hlavně změny v přístupu světla k bylinnému patru se mohou odlišně projevit na expozici severní a odlišně na expozici severozápadní (V i e w e g h, 1987, 1991).

#### SPR RADHOŠŤ

Tato SPR je reprezentována pouze jednou plochou 15 (tab. I). Tato buková plocha s javorem (*Fagus sylvatica* a *Acer pseudoplatanus*), která se po prvním opakování projevila význačným snížením acidity (Ellenbergova ekočíslo půdní kyselosti: prvotní 5,10, první opakování 4,04) (V i e w e g h, 1987, 1991), po druhém opakování vykázala významné prosvětlení (diference byla vně uvažovaného intervalu). Minimálně se ukázaly změny v počtu druhů (tab. I). Prosvětlování převážně bukového lesa se ukázalo v průběžném nárůstu druhu *Calamagrostis arundinacea* a posledním (mezi prvním a druhým opakováním) nárůstem druhů *Ru-*

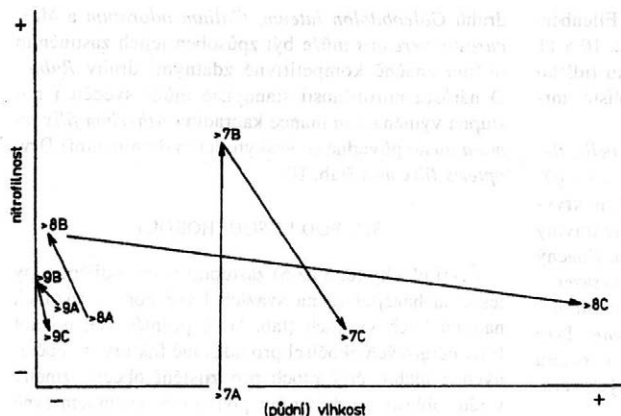
*bus hirtus* a *R. idaeus*. Kromě toho se nárůstem těchto druhů projevuje i jejich značná kompetiční schopnost úbytkem méně kompetičně zdatných druhů *Festuca altissima*, *F. gigantea*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Senecio ovatus*, *Athyrium filix femina* a *Dryopteris filix mas* (případně *Dryopteris dilatata* - tab. II).

#### SPR NOŘÍČÍ

Rezervace je opět reprezentována jednou plochou (č. 14). Typologicky jde o kyselou bučinu - 6K (P i f - v a, 1971) (tab. I). Podle malého počtu „kyselých“ bučinných druhů to lze jen potvrdit (tab. II). Značný postupný nárůst druhu *Vaccinium myrtillus* a pokles pokryvnosti *Oxalis acetosella* naznačuje prosvětlení stromového patra téměř 100% bučiny (ačkoliv Ellenberg neudává své ekočíslo pro druh *Vaccinium myrtillus*) a hromadění se kyselého humusu. Toto prosvětlení je již částečně signalizováno i nárůstem Ellenbergova „světelného“ ekočíslo (tab. I) v době od prvního ke druhému opakování.

#### SPR VRCHOL SMRKU

Plocha č. 12 zastupuje SPR na vrcholu druhé nejvyšší hory Moravskoslezských Beskyd - Smrku (tab. I). Tato SPR, zachycující snad přirozenou vrcholovou smrčinu (8Y, resp. *Sorbetto-Piceetum*), se již od doby prvního opakování uvádí jako poloha bez viditelného stromového patra se „stojícím odumřelým porostem *Picea abies*“ (tab. II) a nárůstem jeřábu (*Sorbus aucuparia*) v přizemní V. etáži. Zničení smrku pravděpodobně kyselými imisemi (V i e w e g h, 1987, 1991) mělo za následek postupný nárůst světlomilných druhů *Calamagrostis arundinacea*, *C. villosa* a *Rubus idaeus*. V dalším pak „zvítězil“ kompetičně velmi zdatný druh *Calamagrostis arundinacea*. Vzhledem k tak vysoké nadmořské výšce (tab. I) a množství srážek (V i e w e g h, 1987) zde dochází i k výraznějšímu rozšíření kompetičně zdatných mechů - např. *Polytrichum formosum* (tab. II). Počet druhů se pak z původních 27 snížil na současných 12 (pouhých 44 %), tedy méně než na polovinu. Všechny tyto změny jsou signalizovány i výsledky Ellenbergových ekočíslo (tab. I).



2. Vzájemné ordinace všech fytoecologických zápisů ze SPR prales Bumbálka. Šipky ukazují směry posunů společenstev – Ordination of all relevés made in the reservation Bumbálka virgin forest. Arrows show society trends

### SPR PRALES BUMBÁLKA

I když Friedl et al. (1991) uvádějí tuto SPR pod jménem Salajka, je více známa podle jména lokálně bližšího horského přechodu Bumbálka. Salajka je jméno starší usedlosti s hájovnou a dřívějšího polesí, kam SPR náležela.

Rezervace představuje původní jedlobukový les se smrkem a javorem. Typologické začlenění - 5B (P i f - v a, 1971) prozrazuje i dostatek živin. Navíc se nachází v tzv. místně nazývaných Zadních horách, které se vyznačují především velmi početnými prameništi.

Původní průměrný (ze tří ploch) počet 39 druhů v bylinném a mechovém patře v r. 1964 se za 29 let snížil na průměrných 20 (tab. I).

Zarážející je i postupné snižování průměrné  $\alpha$ -diverzity ze 4,1019 v r. 1964 přes 3,3272 v r. 1984 na 2,7414 v r. 1993 (tab. I). To by svědčilo o větších změnách v bylinném i mechovém patře této rezervace. Tato patra jsou však i odrazem stavu pater stromových, ale jejich změny se projevují s určitým zpožděním (G u d e r i a n, K u e p p e r s, 1980). Jak vyplývá ze zápisů stromových pater pro jednotlivé plochy (tab. II), ubývá v celé oblasti jehličnanů (*Abies alba* a *Picea abies*) a přibývá buku (*Fagus sylvatica*). Podle toho, že se tak děje hlavně v I. a II. etáži, lze se domnívat, že v rezervaci probíhá stadium rozpadu, kdy jsou přestárlé jehličnany na určitou dobu vystřídány vitálnějšími bukem, v jehož podrostu pak vzniká opět nové patro jehličnanů. Jde o přirozené stadium klimaxového lesa.

Ordinace všech tří reprezentujících ploch této rezervace (obr. 2) ukazuje jejich vzájemnou polohu na cenoklině (rezervace). Pro stadium rozpadu svědčí i prosvětlení, k němuž směřuje i posun všech ploch ve směru osy y. To je potvrzeno i průměrnými hodnotami Ellenbergových ekočísels pro faktor světlo, kdy v letech 1964 a 1984 je průměrná hodnota 3,15, ale v r. 1993 již 4,13, tedy změna je vně uvažovaného intervalu (+0,5; -0,5) a tedy významně vyšší. (Osa x na obr. 2 ukazuje na rozložení ploch po gradientu vlhkosti.)

Plochy č. 7 až 9 reprezentují SPR prales Bumbálka (tab. I a II). Za zmínku stojí pouze nárůsty vlhkosti na ploše 8 (tab. I). Podrobněji to ukazuje tab. II (plocha 8C) - prudký nárůst vlhkostních poměrů se dá odvodnit možnými půdními sesuvy s posunem prameniště; dokladem toho je značný nárůst vlhkomilných druhů včetně jejich pokryvnosti (*Vigna remota*, *Cardamine flexuosa*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Equisetum sylvaticum*, *Myosotis sylvatica*, *Petasites albus* a *Stellaria nemorum*). Snížení acidity hlavně na plochách 8 a 9 by mohlo souviset s větším výskytem bukového (listnatého) opadu. Výkyvy v indikačních hodnotách teploty (tab. I) spíše odrážejí teplotní podmínky začátků vegetační sezony zkombinované s rozpadem (vypadnutím, případně zlomením nebo vyvrácením, ale vždy odumřením) starého porostu.

### SPR V PODOLÁNKÁCH

Původní oglejená (podmáčená) smrčina (7G, resp. *Carici-Piceetum*) v nadmořské výšce 655 m (tab. I), zastoupená dvěma plochami (10 a 11), se nachází v širší kotlině, která je uzavřena těsným údolím odtékající Čeladenky. Malý sklon kotliny, množství nejružnějších pramenů a její uzavřenost určuje tuto polohu ke specifickým inverzním, mokřým a chladným společenstvům i při tak nízké nadmořské výšce.

Průměrný počet druhů bylinného a mechového patra se z původních 26 přes 23 v r. 1984 snížil na polovinu, tj. 13 v r. 1993 (tab. I).

Z průměrných hodnot Ellenbergových ekočísels můžeme usoudit, že ve SPR došlo za posledních devět let k významnému prosvětlení (hodnoty pro faktor světlo: 4,78, 4,76 a 5,46), což se dále projevilo slabším zakselením stanoviště (hodnoty pro faktor půdní reakce: 2,32, 2,41 a 2,01) a snížením rozkladu humusu (hodnoty pro faktor půdní dusík: 3,40, 3,47 a 3,07). Oboustranné významné výkyvy v teplotě (hodnoty pro faktor teplota: 3,73, 4,27 a 3,57) a vlhkosti (hodnoty pro faktor půdní vlhkost: 6,75, 6,31 a 6,89) jsou pravděpodobně odrazem vegetační sezony r. 1993 a snad i roku

předcházejícího. Velmi podobné trendy změn Ellenbergových ekočísels jsou i pro jednotlivé plochy č. 10 a 11 (tab. I). Prosvětlení může být také v důsledku řidšího jehličí nebo značně rychlé obměny zápoju v čisté smrčíně, rostoucí na rašeliništi.

Zajímavý je nárůst travovitých druhů *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa*, které na ploše 10 původně vůbec nebyly a na ploše 11 byly s nižší pokryvností (tab. II). Tyto druhy pak nahradily některé traviny mokřadní, např. *Vigna cinerea* a *V. echinata*. Značný počet mechů se také druhově snížil a byl nahrazen - zřejmě v daných podmínkách značně kompetičními - druhy *Sphagnum* spp. a *Polytrichum commune*. Tyto změny stanoviště pravděpodobně nevyhovují druhu *Vaccinium myrtillus* (zřejmě z důvodů rozdílných nároků na hloubku zakořeňování).

#### SPR MAZÁCKÝ GRÚNIK

Rezervace původní svahové jedlové bučiny - 5F (Příva, 1971) má k vrcholu svahu viditelně více poškozeny přítomné smrky. Plocha č. 2, která tuto rezervaci reprezentuje, se nachází v horní třetině, tedy již v místech s poškozeným smrkem. Tento stav se plně odráží v bylinném patře celkovým snížením počtu druhů (tab. I) a výrazným nárůstem původně druhu s nevýraznou pokryvností - *Calamagrostis arundinacea* (tab. II). Vztah plochy k ekologickým (Ellenbergovým) faktorům se pak plně odvíjí od tohoto druhu (tab. I):

- významné prosvětlení porostu,
- významná acidifikace podrostu,
- hromadění se nerozložené odumřelé hmoty.

#### SPR ÚDOLÍ POLEDNANY

Javorová bučina (kamenitá) - 5F (Příva, 1971), reprezentující tuto SPR, se nalézá na svahu odvráceném od převládajícího směru větru s emisemi a navíc je stíněna nejvyšší horou Moravskoslezských Beskyd - Lysou horou. To vše předurčuje tuto SPR k lepší zachovalosti.

Typologická plocha č. 1, která byla v r. 1964 v této SPR založena, nevykazovala za období 1964 až 1984 významné změny ekologických faktorů, vyjádřených Ellenbergovými ekočísly (tab. I). V období 1984 až 1993 však plocha zaznamenala značné prosvětlení a s tím velmi úzce spojenou zvýšenou nitrofilnost stanoviště (Viehwegh, 1990). Počet druhů, v období do I. opakování snížený o jednu třetinu, se v dalším období poněkud zvýšil na stav z r. 1993 - celkem 25 druhů (tab. I).

Pohledem na druhové složení a pokryvnosti (tab. II) se ukazuje, že indikovaná zvýšená nitrofilnost stanoviště byla způsobena především nárůstem druhů *Rubus hirtus* a *R. idaeus*, které se však na živných stanovištích vyskytují především po prosvětlení zápoje. Naopak druhy, které jsou citlivější na antropogenní zvýšenou nitrofilnost stanoviště, zde např. *Geranium robertianum* a *Urtica dioica*, na ploše ubýly (tab. II). Úbytek

druhů *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum* a *Mercurialis perennis* může být způsoben jejich zastíněním oběma značně kompetitivně zdatnými druhy *Rubus*. O nárůstu nitrofilnosti stanoviště může svědčit i postupná výměna dominance kapradiny *Athyrium filix femina* místo původně se vyskytující (a dominantní) *Dryopteris filix mas* (tab. II).

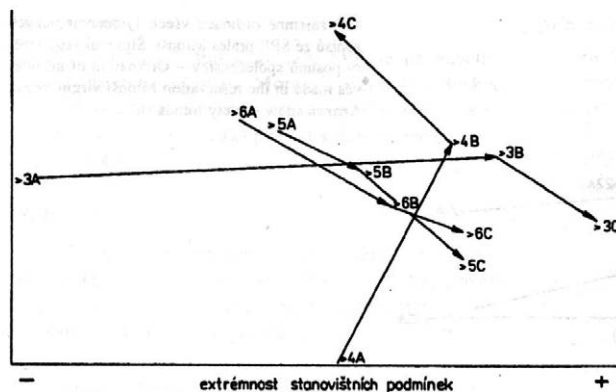
#### SPR POD LYSOU (HOROU)

Čtyři plochy (č. 3 až 6) zastupují velmi odlišné typy lesů, nacházející se na svazích Lysé hory v různých nadmořských výškách (tab. I). Z průměrných hodnot Ellenbergových ekočísels pro udávané faktory, vypočtených z těchto čtyř ploch pro zjištění obecné změny v této oblasti, se dá zmínit pouze o významném (vně uvažovaného intervalu) prosvětlení v období mezi roky 1964 až 1984 (hodnoty Ellenbergových ekočísels pro faktor světlo: 4,26, resp. 4,79). To by však plně podpořilo dřívější výsledky (Viehwegh, 1987, 1991; Viehwegh, Havránek, 1992), kde bylo konstatováno, že od nadmořských výšek kolem 900 m a výše byly všechny porosty Moravskoslezských Beskyd bez ohledu na expozici prosvětleny (na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ ).

Suťová javovina (vrcholová) - 5J (Příva, 1971) byla reprezentována plochou č. 3 (tab. I). Původních 41 druhů v r. 1964 se snížilo na 32 (78 %) v r. 1984 a stav z roku 1993 byl 27 druhů, což je o jednu třetinu nižší. Index prosvětlení, který v r. 1985 přesáhl hranice uvažovaného intervalu neměnnosti, v následném období devíti let vzrostl ještě o polovinu předcházející hodnoty (hodnoty Ellenbergových ekočísels pro faktor světlo: 3,62, 4,35 a 4,70). Prvotní prosvětlení vyvolalo slabší ochlazení a významnější zvýšení acidity stanoviště (tab. I). Následné (již menší) prosvětlení se teplotně téměř neprojevovalo a kyselost stanoviště se také zvýšila pouze málo (tab. I).

Pohledem do tab. II zjistíme, že snížení pokryvnosti buku (*Fagus sylvatica*) v hlavní stromové etáži mělo za následek zvýšené zmlazení kleny (*Acer pseudoplatanus*) a jeřábů obecných (*Sorbus aucuparia*), ale i nárůst světlomilných druhů *Rubus hirtus* a *R. idaeus*, zejména však *Calamagrostis arundinacea*.

Plocha č. 4 zastupuje svahovou smrkovou bučinu (živnou) - 6F (Příva, 1971); 46 druhů se snížilo na současných 29 (63 %) (tab. I). Z tab. II je vidět ústup smrku (*Picea abies*); porost se v hlavní stromové vrstvě stává čistou bučinou. Vzhledem k tomu, že jde o bučinu přestárlou (kolem 160 let - Viehwegh, 1987), dochází ke zmlazování kleny, ale značně i buku. Tento nárůst pokryvnosti buku v V. etáži v r. 1984 a „bučinných“ druhů *Galeobdolon luteum* a *Galium odoratum* v r. 1993 pak vykazuje „zastínění“ (tab. I) v hodnotách Ellenbergových ekočísels vztahu ke světlu (4,61, 4,13 a 3,67). Dále pak stojí za zmínku významný pokles acidity stanoviště v období 1984 až 1993 (tab. I) zřejmě v důsledku „melioračního“ působení odumřelé by-



3. Vzájemné ordinace všech fytocenologických zápisů ze SPR Lysá hora. Šipky ukazují směry posunů společenstev – Ordination of all relevés made in the reservation Lysá hora. Arrows show society trends

linné biomasy, která za toto období zvýšila svou pokrývnost (tab. II).

Plochy č. 5 a 6 se vyznačují tím, že na nich došlo k rozpojení porostu (terénní zápisy). První z nich je kamenitá smrková bučina (6N) a druhá zakrslá buková smrčina - 7Z (Příva, 1971). Plocha 5 se nachází na hřebenu jednoho z ramen Lysé hory a plocha 6 je již téměř u vrcholu. Obě jsou vystaveny extrémním podmínkám tzv. vrcholového efektu, zkombinovaného s působením imisí.

U obou ploch opět došlo ke snížení počtu druhů. Z průběhu hodnot Ellenbergových ekočísel pro jednotlivé faktory (tab. I) se dá usoudit, že změny, které nejdříve nastaly u plochy č. 6 (ve výšce 1180 m n. m.), postihly v pozdějším období plochu č. 5, položenou o něco níže. Podle toho, že změny, které postihly plochu č. 5, se staly za posledních devět let, a z předcházející úvahy o následnosti změn lze vyvodit závěr, že i změny, které nastaly ve dvacetiletém předcházejícím období, musely nastat až koncem tohoto období. Obě plochy tak shodně vykazují postupný značný nárůst světlomilné vegetace a především druhu *Calamagrostis arundinacea* (tab. II).

Ordinace všech ploch na této SPR dokumentuje obr. 3. Je z něj patrný nápadně shodný trend změn na plochách č. 5 a 6 a v posledním období (1984 až 1993) i plochy č. 3. Všechny tři plochy mají společný znak určité „extrémnosti“. Plocha č. 3 - *suťová (vrcholová) javořina*, č. 5 - *kamenitá smrková bučina* a č. 6 - *skeletová buková smrčina*. Naproti tomu výrazně odlišný trend změn vykazuje plocha č. 4 - *svahová jedlová bučina*.

#### SPR TRÁVNÝ POTOK

Plocha č. 19 reprezentuje bohatou jedlovou bučinu - 5B (Příva, 1971) této SPR. Počet druhů původně 27 v r. 1964 se přes 24 v r. 1985 snížil na 20 (74 %) v r. 1993. Jako u předcházející SPR (Pod Lysou) se i zde potvrzuje prosvětlení všech porostů nad 900 m n. m. Kromě toho se v období 1968 až 1986, tedy za 18 let, významně zvýšila acidita a hromadění nadlož-

ního humusu (rozdíly hodnot Ellenbergových ekočísel příslušného faktoru byly vně uvažovaného intervalu) (tab. I). Přestárlý porost (kolem 145 let) se začíná rozpojívat a současně více pokrývat druhem *Calamagrostis arundinacea* (tab. II).

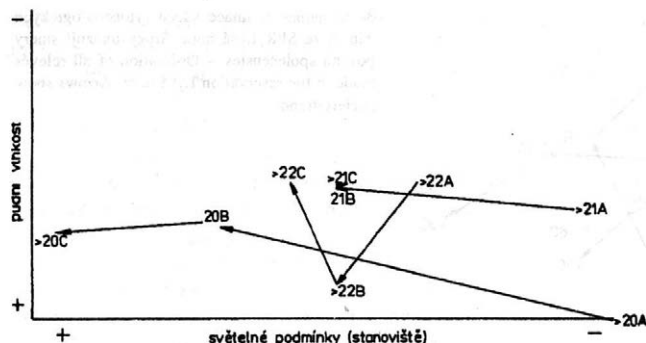
#### SPR PRALES MIONŠÍ

Rezervace vyhlášená v r. 1954 (nejstarší v Moravskoslezských Beskydách) s rozlohou 169,7 ha (Friedl et al., 1991) se nachází v oblasti tzv. Zadních hor (což je vlastně druhý hřeben směrem od Ostravy se svými východními svahy již do oblasti slovenských Kysuc) a je reprezentována plochami č. 20 až 22. Jejich vzájemné ordinace v průběhu let 1965, 1986 a 1993 můžeme vidět na obr. 4. Vyplývá z něj, že hlavním faktorem změn na plochách je postupné prosvětlování do bylinného a mechového patra (osa x). Druhým faktorem změn, již ne tak výrazným, je vlhkost (osa y).

Plocha č. 20, bohatá (živná) jedlová bučina - 5B (Příva, 1971), má hlavní porost kolem 150 let starý. Přes to, že je již v tzv. Zadních horách, je na návětrné straně převládajícího směru větru, jehož vzdušné masy jsou navíc značně znečištěny. Oba tyto faktory podmiňují rozpad hlavního porostu, takže v současnosti zde dochází k hynutí jehličnanů a k nástupu buku. V bylinném patře pak dochází k nárůstu druhů *Galium odoratum* a *Oxalis acetosella* (rok 1985 - plocha 20B, tab. II), které jsou považovány za stínomilné, a proto tab. I uvádí za období 1965 až 1986 pokles hodnot Ellenbergových ekočísel „světla“. V dalším období již druh *Calamagrostis arundinacea* využil živnosti půdy a jeho pokrývnost se silně zvýšila (tab. II). Tento druh se již udává jako světlomilný a tak je v následujícím období vykázáno i prosvětlení (tab. I).

Plocha č. 21, opět 5B, ovšem na větrném odvrácené straně, již přestárlé jedle „vyměnila“ za mladší buk (kolem 80 let) (tab. II). Jak je vidět z tab. I a obr. 4, prvotní prosvětlení se zastavilo a porost vykazuje znaky temnější bučiny.

Plocha 22, obohacená (hlinitá) jedlová bučina - 5D (Příva, 1971), dokonce různověká (Viehwegh,



4. Vzájemné ordinace všech fytoecologických zápisů ze SPR prales Mionší. Šipky ukazují směry posunů společenstev – Ordination of all relevés made in the reservation Mionší virgin forest. Arrows show society trends

1987), také již „vyměnila“ přestálé jedle. Terénní zářez, který je na lokalitě, podmiňuje změny vlhkosti (obr. 4) v závislosti na množství srážek ve vegetační sezoně (případně předcházející) při fytoecologickém snímkování. Indikované výkyvy ve světelných a půdně reakčních podmínkách (tab. I, obr. 4) jsou spíše jen odrazem postupného odumírání stromů tohoto různověkého porostu a fluktuací bylinných druhů na této ploše (tab. II).

#### SPR SKALKA (ONDŘEJNÍK)

Mimo hlavní pásmo Moravskoslezských Beskyd leží, oddělen Frenštátskou proláklínou, masiv Ondřejnfku s nejvyšším vrcholem Skalou (964 m n. m.). SPR Skalka, založená v r. 1977 o rozloze 11,08 ha (Friedl et al., 1991), zachycující kyselou jedlovou bučinu - 5K (Příva, 1971), je reprezentována plochou č. 13.

Plocha je druhově ne velmi bohatá a množství druhů se za období 1964 až 1993 příliš neměnilo (tab. I). Hlavní změnou, která za toto období nastala, bylo vymizení jedle a tak dnes stromové patro tvoří pouze buk. Z jiných stromových druhů jsou pak v V. etáži zastoupeny *Acer pseudoplatanus* a *Sorbus aucuparia* (tab. II). Kolem 150 let stará bučina, vystavená všem nepříznivým vlivům (vrcholový efekt a emise), je pravděpodobně rozpojována, takže k bylinnému patru proniká více světla (tab. I). Kromě toho se na této ploše projevuje i zvýšený rozklad humusu, což potvrzuje i dřívější závěry (Viehwegh, 1987). To indikuje narůstající pokryvnost druhu *Rubus idaeus* a klesající pokryvnost druhu *Luzula luzuloides* (tab. II).

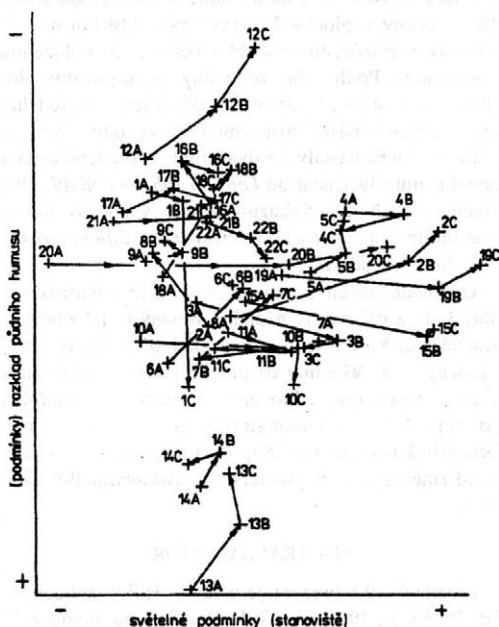
#### ZÁVĚR

Určující faktory, členící gradient všech ploch (mimo plochy 18C - extrémní vlhkost) jsou ukázány na obr. 5. Hlavním faktorem jsou světelné podmínky (osa x) a následujícím podmínky rozkladu půdního humusu (osa y). Podle směrů znázorněných šipkami je možné konstatovat, že převážná většina ploch ve všech SPR oblasti Moravskoslezských Beskyd má vyšší světelný požitek v bylinném (případně mechovém) patře, způsobený prořezáváním buď zápojí, nebo korun v hlavním stro-

movém patře. To má pak za následek ztížené podmínky rozkladu půdního humusu (a tedy jeho hromadění). Samozřejmě to neplatí pro všechny plochy, případně všechny SPR. Závěry pro jednotlivé SPR naznačují směry jejich dalšího vývoje.

#### SPR Trojačka

Rezervaci lze hodnotit jako dost zachovalou s náchylností na rozšíření antropogenních nitrofilních druhů. Do blízké budoucnosti však lze počítat s rozpadem hlavního stromového patra z důvodu jeho přestárlosti.



5. Vzájemné ordinace všech fytoecologických zápisů všech uváděných SPR v oblasti Moravskoslezských Beskyd. Šipky ukazují směry vývoje společenstev – Ordination of all relevés made in introduced SNR in the Moravskoslezské Beskydy Mts. Arrows show society development trends

## SPR Radhošť

Již vzhledem k tomu, že tato SPR je na návětrné straně předního hřebenu Moravskoslezských Beskyd, lze při současném stavu imisní zátěže (H a d a š, K a s p e r i d u s, 1992) počítat s dalším prosvětlováním porostu.

## SPR Nořič

Velké množství pravděpodobně kyselých horizontálních srážek v této nadmořské výšce, tj. 1000 m, povede k poškozování buku a případně k následnému většímu nárůstu acidofilnější vegetace.

## SPR vrchol Smrku

Lze říci, že SPR je v současnosti zničena a její obnova bude spojena s obnovou smrku, což vzhledem k vrcholovému efektu a působení imisí bude značně komplikované a může se stát, že oblast zůstane trvale nezalesněna. Nastalo by pak trvalé snížení horní hranice lesa.

## SPR prales Bumbálka

Tato SPR v současnosti prochází obdobím rozpadu starého porostu s nástupem „bukové“ periody.

## SPR V Podolánkách

Nabízí se dost odvážná hypotéza, zda v tomto ekosystému SPR, který je nejvíce odkázán na vodu, nepůsobí případně okyselení srážek na podporování více acidofilní vegetace.

## SPR Mazácký Grúnik

Dalo by se říci, že v současném stavu je rezervace zničena, ale neznamená to, že nenávratně. Reverzibilita tohoto stanoviště závisí na době trvání nepříznivých podmínek.

## SPR údolí Poledňany

Rezervace je zachovalá, ale při vysoké dominanci *Acer pseudoplatanus* ve stromovém patře, při současném věku stromového patra kolem 120 let (V i e w e g h, 1987), je na prahu rozpadu hlavního dřevinného patra. Tento stav je zřejmě již signalizován zvýšeným prosvětlením.

## SPR Pod Lysou (horou)

Pro celou oblast lze uvést, že všechny plochy na extrémních stanovištích (a se smrkem) mají trend ke zhroucení stromového patra. Naproti tomu plocha i se značným sklonem (tab. II), ale na hlubších půdách a s přirozenou dřevinnou skladbou odolává negativnímu antropogennímu vlivu imisí. Opět se dá předpovědět možnost trvalé holiny na tomto vrcholu a při vrcholových hřebenech ramen Lysé hory.

## SPR Travný potok

Celé SPR hrozí nebezpečí zabušení *Calamagrostis arundinacea*, která velmi komplikuje podmínky přirozené obnovy dřevin.

## SPR prales Mionší

Celá tato rezervace, stejně jako SPR prales Bumbálka, prochází stadiem rozpadu, který je běžným stadiem klimaxového lesa. V oblastech chráněných před škodlivinami, přinášenými hlavním směrem větru, se tento rozpad neprojevuje nějakými výraznými změnami v bylinném nebo mechovém patře. Naproti tomu na nechráněných, návětrných svazích je tento rozpad zřejmě zkomplikován silným nástupem kompetičně zdatného druhu *Calamagrostis arundinacea*. Podmínky, které vznikají negativním působením imisí, zřejmě vyhovují ekologickým nárokům tohoto druhu (podrobně F i a l a et al., 1993).

## SPR Skalka (Ondřejník)

SPR je ohrožena destrukcí stromového porostu buku (stáří a emise). Sukcese druhu *Rubus idaeus* a *R. hirtus* bude postupně, odčerpáváním dostupného dusíku v půdě, nahrazována sukcesí *Calamagrostis arundinacea* (V i e w e g h, 1992).

## Literatura

- BRABEC, E.: FYT. Editor fytocenologických tabulek. [Manuscript.] BÚ ČSAV, Průhonice u Prahy, 1989: 22.
- DOSTÁL, J.: Nová květena ČSSR 1, 2. Praha, Academia 1989: 1563.
- ELLENBERG, H.: Zeigerwerte der Gefüßpflanzen Mitteleuropas. 2. Auflage. Scr. Geobot., 9, 1979: 122.
- FIALA, K. - ZELENÁ, V. - JAKRLOVÁ, J. - TŮMA, I. - HOLUB, P. - ORÁČ, Z.: Bylinná vegetace imisních holin a zásoba živin v půdě jejich stanovišť. [Výroční zpráva úkolů.] Praha, Ministerstvo zemědělství ČR 1993.
- FÖRCHTGOTT, J.: Počasí a čistota ovzduší vzhledem k členitosti krajiny. Meteorol. Zpr., 24, 1971: 111-114.
- FÖRCHTGOTT, J.: Dálkový přenos koncentrovaných emisí na Ostravsku. Vesmír, 66, 1987: 153-156.
- FRÁNEK, Č.: Beskydy, zásobárna vody ostravského průmyslu. In: Vodohospodářský význam našich lesů na příkladu Beskyd. Lesn. Knih., Malá Ř., sv. 41. Praha, SZN 1953: 11-21.
- FRIEDL, K. - MARŠÁKOVÁ, M. - PETŘÍČKOVÁ, M. - POVOLNÝ, F. - RIVOLOVÁ, L. - VINŠ, A.: Chráněná území v České republice. Praha, Informatorium 1991: 275.
- GUDERIAN, R. - KUEPPERS, K.: Response of plant communities to air pollution. Gen. Tech. Rep. PSW-43, Pacific SW Forest and Range Exp. Stn., Berkeley, California, 1980: 187-199.
- HADAŠ, P.: Znečištění ovzduší v oblasti Moravskoslezských Beskyd - modelový odhad. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1990: 40, 13 příl.
- HADAŠ, P.: Řešení rozptylu emisí na územní celek lesního závodu Ostravice. Lesnictví, 37, 1991: 83-95.
- HADAŠ, P. - KASPERIDUS, H.: Ecosystem research of the Ostravice forest enterprise in the Beskydy Mountains: Abiotic conditions of forest sites and pollution. Angewandte geographische Informationstechnologie IV, GIS - Symposium 8. - 10. 7. 1992, Universität Salzburg.
- JANČÍK, A.: Porostní vývoj lesů panství hukvaldského. Lesnictví, 3, 1956: 193-232.

JANČÍK, A.: Vliv hospodářských zásahů na změny v druhové skladbě přirozených lesů Beskyd. Věd. práce Vězk. Úst. zem.-lesn. melior., ČSAZV I. Praha, SZN 1957: 305-322.

JANČÍK, A.: Odlesňování Těšínska v minulosti. Lesnictví, 4, 1958a: 915-932.

JANČÍK, A.: Lesy za doznívání kolonizace těšínských Zadních hor. Lesnictví, 4, 1958b: 1017-1036.

JANČÍK, A.: Lesy těšínské komory za nástupu režijního hutnictví. Lesnictví, 4, 1958c: 1109-1136.

KONEČNÝ, M.: Sledování kvality srážkových vod v Beskydech. Lesnictví, 33, 1987: 577-582.

KOŘÍNEK, M.: Vliv exhalací na lesy v Severomoravském kraji. In: Sbor. Otázky vlivu exhalací na lesní hospodářství v Severomoravském kraji. MLVH ČSR, Sml. Krnov, Dům techniky Ostrava, 1973: 31-41.

KRIŽOVÁ, E.: Fytocenologie a lesnická typologie. Zvolen, VŠL 1983: 123.

KUS, J.: Lesní hospodářství v Beskydech a poškození porostů průmyslovými imisemi. In: ŽENATÝ, P. (ed.): Lesní porosty a vodní hospodářství v Beskydech. Mater. 21. vodohosp. sem., Stát. věd. knih. Ostrava, 1980: 18-36.

NEUHÁUSOVÁ, Z. - KOLBEK, Z.: Seznam vyšších rostlin, mechu a lišejníků střední Evropy použitých v bance geobotanických dat Botanického ústavu ČSAV v Průhoncích. Průhonice u Prahy, 1982: 224.

PLÍVA, K.: Typologický systém ÚHÚL. Brandýs nad Labem, ÚHÚL 1971: 90.

ter BRAAK, C. J. F.: CANOCO a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Tech. Rep. LWA-88-02, GLW Wageningen, 1988: 95.

VAVRČEK, D. - BETUŠOVÁ, M. - HADAŠ, P.: Závislost depozice S-SO<sub>2</sub> ve srážkách na vybraných klimatických charakteristikách na lokalitách vyšších poloh Moravskoslezských Beskyd. Břilý Kříž 3. - 5. 12. 1990. Zpráva Projektu Beskydy, 4, 1991: 112-120.

VIEWEGH, J.: Změny ve struktuře bylinné vegetace vlivem antropogenního působení v různých lesních společenstvech Moravskoslezských Beskyd. [Kandidátská dizertační práce.] Brno, VŠZ 1987: 87, 6 map, 14 příl.

VIEWEGH, J.: Herb layer as an indicator of some changes in the forest environment of the Moravian-Silesian Beskids affected by air pollution. In: KLIMO, E. - ŠÁLY, R. (eds): Verification of hypotheses on the mechanisms of damage and possibilities of recovery of forest ecosystems. Int. workshop, Sept. 4 - 8, 1989. Brno, Univ. Agric. 1990: 303-308.

VIEWEGH, J.: Změny bylinné vegetace lesů imisemi ovlivňovaných Moravskoslezských Beskyd (gradientová analýza). Lesnictví, 37, 1991: 73-81.

VIEWEGH, J.: Sekundární sukcese bylinné vegetace na umělé zalesněné smrkové pasece. In: Ekologické důsledky obnovy smrkových porostů holosečným způsobem. Brno, VŠZ 1992: 34.

VIEWEGH, J. - HAVRÁNEK, T.: Vícerozměrné kontingenční tabulky: vhodná metoda pro analýzu vztahů mezi kvalitativními znaky. Lesnictví-Forestry, 38, 1992: 915-927.

Došlo 1. 7. 1994

VIEWEGH, J. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *Changes in vegetation in some national reservations in the Moravskoslezské Beskydy Mts.* Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (12): 523-536.

Changes in the natural forests have been investigated on 22 plots of 12 State National Reservations (SNR) in the Moravskoslezské Beskydy Mts. by three times repeated phytosociological relevés during the period of about 20 years. Principal components, dividing the gradient of all plots (with an exception of plot No. 18C - extreme humidity), are documented by Fig. 5. The light conditions of the plots are the main (signated x-axis) and the conditions for soil humus deposition are the subsequent (y-axis). Arrow direction documents the plot development trends. By this, it is possible to declare, that the majority of the plots in the SNR have been lightened to the herb (event. moss) layer. It could be caused by decreasing of the tree canopy or loosening of needles of presented coniferous species. This results to the worse conditions of the soil humus decomposition and so its accumulation. Of course, it is not possible to argue by it for all plots in every cases. Detail conclusions for individual SNR follows.

SNR Trojačka trends to increasing of (anthropogenic) nitrophilous species. Destroying of the tree layer could be waited here due to its very old age in the near future.

SNR Radhošť, Noříč, Trávný potok and Skalka will be more lightened due to pollution. Stands will be occupied by very strong competitive species (*Calamagrostis arundinacea*, resp. *Rubus idaeus* and *R. hirtus*). It makes big problems for the reforestation.

SNR Smrk, Mazácký Grúnik and Pod Lysou are quite destroyed. A permanent 'mountain' meadows menace there with a very poor coenoses formed by *Calamagrostis arundinacea* and *Rubus idaeus*.

SNR virgin forests Bumbálka (Salajka) and Mionšć are in the stage of 'beech' period.

SNR V Podolánkách: This very rare locality influenced by the stagnating water becomes more acidophilous (maybe) due to acid pollution.

SNR údolí Poledňany (Poledňana stream valley) is only without any pollution influence but its tree layer, formed by a high dominance of *Acer pseudoplatanus*, is too old.

national reservations; vegetation; changes

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Viewegh, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

# ZKUŠENOSTI S MĚŘENÍM RELATIVNÍ VITALITY STROMŮ ELEKTRICKOU ODPOROVOU METODOU

V. Glomb, J. Sequens, S. Jura

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

Jednou z možností zjišťování tzv. relativní vitality stromů je měření elektrické impedance v kambiální zóně stromů. Mezi zapíchnutými sondami napájenými stejnosměrným pulsním proudem se měří vliv obsahu vody a elektrolytů na relativní vitalitu stromů. Používali jsme přístroje Mervit, jehož výrobcem je firma Elsaco - Pečky (Česká republika). Relativní vitalita je v korelaci s výčetní tloušťkou a stupněm imisního poškození. Měření lze určit vliv a rozsah působení porostního pláště, provedení porostu, vliv pěstební zásahu na porost, vitalitu starých stromů, vliv vzdálenosti vodního zdroje. Výsledky ovlivňuje věk a s tím související růst stromů. Měření je relativní, ovlivněné průběhem vegetační periody a počasím (zejména srážkami).

relativní vitalita; smrky; buk; imisní poškození; Mervit

**M**ožnost objektivního zkoumání stavu stromů nám umožňují měřicí přístroje. Jedním z hlavních měřtek je vitalita. Jedná se o dynamickou schopnost růstu a reprodukce v mezích životní síly, přičemž životní síla je geneticky řízená schopnost přežít po zranění nebo infekci. Vitalita nemá žádnou měrnou jednotku, zjišťovat lze jen tzv. relativní vitalitu, a to podle různých měřtek.

Nedestruktivní způsob jejího měření zavedl v roce 1972 americký vědec A. L. Shigo o prostřednictvím dvoujehlové sondy napájené stejnosměrným pulsním proudem nízké amplitudy (0,5  $\mu$ A) a frekvencí 100 Hz. Pulsní proud obdélníkového průběhu je zvolen proto, že nežádoucí kapacity rozhraní mezi elektrodami a pletivou stromu jsou užitím pulsního proudu prakticky eliminovány (Skutt et al., 1972).

Na základě této metody byl vyvinut přístroj shigometr a v pozdějších letech vznikl obor shigometrie. Přístroj je možné nejen zjišťovat relativní vitalitu stromů, ale při jeho vybavení speciální sondou, ve vývrtu provedeném do kmene, i jeho napadení hnilobou. V současné době se v různých zemích vyrábí již několik modelů tohoto přístroje (Jura, 1988a,b). Všechny jsou založené na stejném principu - udávají relativní vitalitu stromů velikostí elektrického odporu pletiva v kambiální zóně v k $\Omega$ .

Měření elektrické impedance slouží k ocenění aktivity kambia. Snížení vitality stromů při přechodu k období klidu nebo při přítomnosti nepříznivých faktorů prostředí je doprovázeno zvětšením elektrického odporu rostlinných pletiv.

Při nástupu vegetačního období probíhá řada biochemických a biofyzikálních změn: zvětšuje se množství vody a obsah elektrolytů, mění se stavba bílkovin a struktura protoplazmy. To má za následek zmenšení elektrického odporu. Intenzita metabolismu a aktivita kambia souvisí se sezónními změnami fenologických fází stromu a koreluje s naměřenými hodnotami. Nižším naměřeným hodnotám tedy odpovídá vyšší relativní vitalita a naopak.

Významným faktorem při měření relativní vitality je teplota prostředí. Jak uvádí výrobce, neměla by teplota vzduchu klesnout pod 5 °C.

Protože jde v podstatě o měření elektrolytických odporů, je možné zavést úpravu údajů na +20 °C podle uvedeného vztahu:

v rozsahu  $T = 2,0$  až  $14,0$  °C

$$Z_{20} = Z_x \cdot 0,1 \text{ arc} \cdot \lg \cdot T_x$$

v rozsahu  $14,0$  až  $40,0$  °C

$$Z_{20} = Z_x \cdot (0,596 + 0,0202 \cdot T_x)$$

Je proto nezbytné při měření relativní vitality měřit i venkovní teplotu; to také lze přístrojem naší proveniencie - Mervitem (S e r e d a , M a c h a r á č e k , 1993).

Naším záměrem bylo získat poznatky o možnostech využití měření relativní vitality metodou elektrické impedance pro získání údajů o charakteristikách stromů a porostů využitelných v lesnictví. Měření jsme prováděli pro zjištění závislosti relativní vitality na vegetační periodě, vývoji počasí, stupni imisního zatížení, věku porostu, zakmenění, významu porostního pláště, vzdálenosti od vodního zdroje, významu různého způsobu provedení pěstební zásahu a na dalších faktorech.

## METODIKA

K měření relativní vitality stromů bylo použito přístroje Conditionetr AS - 1 (SRN) a později přístroje Mervit (výrobcem je firma Elsaco - Pečky, ČR). Skládá se ze dvou částí: dvoujehlové sondy a pouzdra s elektronickými obvody a displejem. Obě části jsou při měření propojeny kabelem, opatřeným na jednom konci konektorem. Rozlišovací schopnost je 1 k $\Omega$ . Přístroj Mervit je vybaven měřičem teploty. Oba přístroje jsou napájeny 9 V baterií. Postup při měření relativní vitality je jednoduchý. Sonda s hroty se v prsní výšce zatlačí do kambiální vrstvy kmene a na displeji se odečte hodnota relativní vitality stromu. Číslice na displeji se

dobře odečítají, protože jsou vysoké 13 mm. S ohledem na skutečnost, že rozdíly v měření na jednotlivých světových stranách jsou zanedbatelné (Jura et al., 1990), byla měření prováděna po roce 1989 u každého stromu pouze dvakrát, náhodně na protilehlých stranách kmene v prsní výšce (130 cm).

Výčetní tloušťka byla měřena křížově s přesností na 1 cm. Sociální postavení stromů v porostu, stromová třída, bylo hodnoceno podle stupnice K r a f t a (1884): 1 - stromy předrůstavé, 2 - úroňové, 3 - zčásti úroňové, 4a - podúroňové vzrůstavé, 4b - podúroňové částečně zastíněné, 5a - potlačené životaschopné, 5b - odumírající a odumělé. Zdravotní stav smrků se hodnotil podle stupnice Lesprojektu: I - mírně poškozený jedinec, úbytek jehlic je patrný pouze na přechodu horní a střední části koruny, II - středně poškozený jedinec, řídnutí koruny ve vrchní části je dobře patrné, III - silně poškozený jedinec, prořídla koruna, odumělé větve, IV - odumírající jedinec se zbytky jehlic, maximálně jeden až dva ročníky na nově vytvořených krátkých větévkách, V - souše.

Většinu pokusných ploch jsme založili v oblasti ŠLP Kostelec nad Černými lesy, pokud jsme sledovali vliv imisí, pak v západních Čechách, v oblasti LZ Františkovy Lázně a na severním okraji Jizerských hor, LZ Frýdlant. Zde jsme také provedli probírkový zásah v mladém smrkovém porostu, a to výběrem podúroňovým a úroňovým. Obdobné pokusné plochy jsme založili v oblasti imisemi nezatížené, na ŠLP Kostelec nad Černými lesy.

V případech, kdy jsme sledovali vliv průběhu vegetační doby, proměřovali jsme vždy soubor 30 stromů. V oblastech imisně zatížených jsme měli po 60 stromech. Uvedené probírkové plochy v mladých porostech byly provedeny na plochách 30 x 30 m. V ostatních případech byly pokusné plochy vytyčeny tak, aby obsahovaly více než 100 jedinců.

## VÝSLEDKY

V počátcích měření stromů v letech 1987 až 1989 jsme měli podle světových stran, u každého stromu čtyřikrát. V případech, kdy byla koruna rovnoměrná, nebyl mezi naměřenými hodnotami velký rozdíl. Když byla jednostranná, projevil se mezi naměřenými hodnotami rozdíl.

Relativní vitalita je závislá na průběhu vegetační periody a na výkyvech počasí. Proto v období tří let (od r. 1989 do r. 1991) byla prováděna periodická měření, a to v průběhu vegetačního období v intervalu dvou až tří týdnů, v období vegetačního klidu v intervalu širším. V prvních dvou letech to byla měření u smrku a borovice, v posledním roce také na buku a bříze. Měřili jsme vždy po 30 stromech. Po provedení většího počtu měření (až 13) byla na kmenech způsobena řada vpichů a s ohledem na objektivnost získaných údajů se proto ve stejném porostu vyznačil další soubor 30 stromů, na kterých se v měření pokračovalo.

Rozdíly při posledním měření na předcházejícím souboru a prvním měření na novém souboru stromů provedeném ve stejném termínu byly nepatrné - u smrku 0,8 kΩ (19. 6. 1991) a u borovice 0,3 kΩ (7. 6. 1991).

Stáří smrkového porostu bylo 61 let (1989 - pokusná plocha č. 9), 59 let (1990 až 1991 - pokusná plocha č. 33), borového porostu 65 let (1989 - pokusná plocha č. 15), 50 let (1990 až 1991 - pokusná plocha č. 34), bukového 44 let (pokusná plocha č. 35) a březového 21 let (pokusná plocha č. 36).

Získané údaje jsou interpretovány na obr. 1. Z důvodu vyšší objektivizace byly znázorněny pouze údaje získané u stromů úroňových (stromová třída 2 + 3). Variační koeficient se v těchto případech zmenšil o 15 až 53 % v porovnání s variačním koeficientem celého souboru. Z celkového průběhu grafů je u všech měřených dřevin zřejmý nárůst relativní vitality začátkem měsíce dubna a její výrazný pokles začátkem října. V průběhu vegetačního období se dostává maximum u smrku, břízy a buku ve druhé polovině července, u borovice dříve - koncem června.

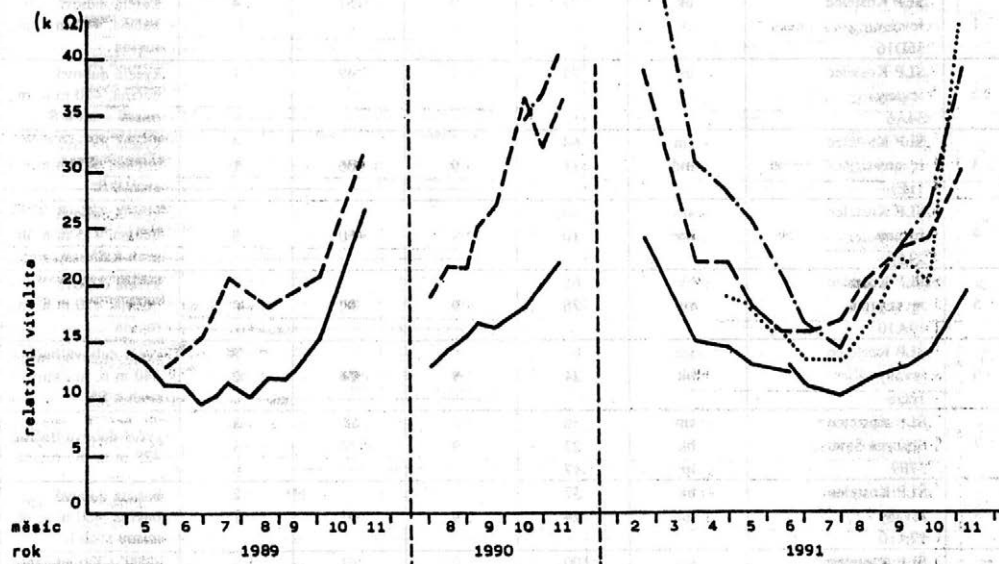
Vedle uvedeného průběhu, který závisí na fenologických fázích, se u získaných výsledků projevil vývoj klimatu až již při jednotlivých výkyvech, nebo v celoroční charakteristice.

V letech, kdy se periodická měření relativní vitality realizovala, byla teplota v porovnání s dlouhodobým průměrem mírně nadprůměrná a srážky měly výrazný deficit. Langův dešťový faktor byl v roce 1990 nižší o 44 %, v r. 1989 o 29 % a v r. 1991 o 11 % proti dlouhodobému průměru.

Jak je z grafů zřejmé, byla relativní vitalita měřena v různě dlouhém období, ale v každém ze tří let v měsících srpen až listopad. U smrku je průměrná hodnota relativní vitality v této periodě nejnižší v r. 1990 - 17,1 kΩ, v r. 1989 - 14,8 kΩ a v r. 1991, kdy bylo klima relativně nejpříznivější, 13,7 kΩ (jedná se o údaje ze souboru stromů úroňových). U borovice byl zjištěn přibližně stejný trend, relativní vitalita v r. 1990 pouze 27,4 kΩ, v r. 1989 - 22,5 kΩ a v r. 1991 - 23,1 kΩ. V porovnání se smrkem se v r. 1989 projevil u hlouběji kořenící borovice pravděpodobně srážkově příznivější předcházející rok.

Během vegetačního období se pokles nebo vzestup relativní vitality projevuje vždy s určitým zpožděním (zejména na srážkách). V r. 1989 se např. srážkový deficit v měsících květnu a červnu, kdy bylo naměřeno pouze 38 % dlouhodobého normálu, projevil u měřené borovice a smrku snížením relativní vitality v polovině července. Srážky v měsíci červenci, kdy napršel téměř dlouhodobý průměr, se projevil zvýšenou relativní vitalitou v měsíci srpnu.

Srážkový deficit v r. 1990 v měsících květen až říjen, kdy napršelo pouze 47 % dlouhodobého průměru, se projevil nejnižší relativní vitalitou v podzimním období ze tří sledovaných let. Výraznější pokles u boro-



1. Relativní vitalita stromů v průběhu měřeného období. Stromy úroveň, stupeň 2 + 3 (Kraft, 1884) – Relative vitality of trees during the period of measurements. Codominant trees, degree 2 + 3 (Kraft, 1884)

— smrk      --- borovice  
- · - · - buk      ..... bříza

více koncem října a v listopadu v porovnání se smrkem a bukem je pravděpodobně způsoben lokálním srážkovým deficitem.

V následujícím roce (1991) je průběh křivek znázorňujících vývoj relativní vitality v časovém sledu poměrně vyrovnaný. Mírný pokles zaznamenaný koncem měsíce dubna je pravděpodobně způsoben srážkovým deficitem v tomto měsíci, kdy napršelo pouze 41 % dlouhodobého průměru. Pokles srážek v září se u smrků a buku výrazněji neprojevil, více již u borovice a výrazně u břízy, která je pro svou vysokou transpiraci na nedostatek srážek citlivá. Mírný pokles se projevil také v měsíci srpnu.

Relativní vitalita stromů je závislá jak na krátkodobém, tak i dlouhodobém vývoji klimatu, zejména srážek. I když se u jednotlivých dřevin projevují rozdíly způsobené např. u smrků vysoko položenou kořenovou zónou a tedy i rychlejší reakcí na nedostatek srážek v porovnání s borovicí nebo vyšší citlivostí břízy, způsobenou pravděpodobně její vysokou transpirací, projevuje se u všech měřených dřevin vývoj klimatu obdobně – nárůstem nebo poklesem relativní vitality.

Zjistit možnost objektivního určování stupně poškození stromů způsobeného imisním spadem bylo dalším úkolem. Proto byl nejprve v létě r. 1989 proměřen zbytek smrkového porostu (pokusná plocha

č. 16), kde již třetina stromů odumřela (bylo proměřeno 135 jedinců). Výsledky ukázaly závislost relativní vitality na stupni poškození a příslušnosti stromu ke stromové třídě.

| Stromová třída | Stupeň poškození |      |         |
|----------------|------------------|------|---------|
|                | 0 - 1            | 2    | 3       |
| 1              | 8,4              | 9,0  | 9,0 kΩ  |
| 2              | 9,0              | 9,8  | 12,0 kΩ |
| 3              | 10,1             | 10,1 | 13,4 kΩ |
| 4a             | 10,6             | 12,7 | 12,4 kΩ |
| 4b             |                  | 14,0 | 16,0 kΩ |
| 5a             |                  | 15,0 |         |

Dále byl sledován vliv imisního poškození na okraji porostu s rozsáhlou imisní holinou a v jeho vnitřní části (pokusná plocha č. 22) – měřili jsme po 60 stromech v termínech 28. 5. 1990, 12. 6. 1991, 4. 6. 1992, 21. 10. 1992, 24. 6. 1993 a 3. 11. 1993. Stromy se stejnou mírou poškození měly v exponované zóně horší vitalitu než v jeho středu. Při stupni poškození 3 to bylo 16,2 kΩ a 14,5 kΩ (průměr ze všech měření). Míra poškození se také zvyšovala na okraji porostu – ze stupně 3 na stupeň 4 bylo postupně zařazeno osm, tři, šest, čtyři a jeden strom, ve vnitřní se naopak míra poškození snižovala, ze stupně 3 na 2 bylo postupně zařazeno jeden, tři, čtyři, devět a sedm stromů. (Při druhém mě-

## I. Charakteristiky pokusných ploch – Description of experimental plots

| Číslo <sup>1</sup> | Umístění <sup>2</sup>                     | Dřevina <sup>3</sup> | Zastoupení <sup>4</sup> | Zakmenění <sup>5</sup> | Věk <sup>6</sup> | Bonitní stupeň <sup>7</sup> | Charakteristika stanoviště <sup>8</sup>                    |
|--------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>36D16           | bk                   | 97                      | 9                      | 157              | 4                           | kyselá dubová<br>bučina, 440 m n. m.,<br>rovina            |
| 2                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>34A6            | bk                   | 95                      | 9                      | 49               | 1                           | kyselá dubová<br>bučina, 460 m n. m.,<br>mírný svah k S    |
| 3                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>11E11           | sm<br>md             | 64<br>31                | 9                      | 106              | 4<br>1                      | kyselá dubová<br>bučina, 445 m n. m.,<br>svah k S          |
| 4                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>27A6            | sm<br>bor            | 90<br>10                | 9                      | 50               | 3<br>3                      | kyselá dubová<br>bučina, 475 m n. m.,<br>svah k SV         |
| 5                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>17A10           | bk<br>sm             | 65<br>26                | 9                      | 92               | 3<br>4                      | kyselá dubová<br>bučina, 470 m n. m.,<br>rovina            |
| 6                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>12G8            | sm<br>bk             | 60<br>24                | 9                      | 74               | 3<br>2                      | svěží dubová bučina,<br>440 m n. m., mírný<br>svah k SV    |
| 7                  | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>37F9  | sm<br>bk<br>lp       | 36<br>23<br>17          | 9                      | 86               | 3<br>3<br>3                 | svěží dubová bučina,<br>420 m n. m., rovina                |
| 8                  | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>17A10           | bk<br>md             | 57<br>24                | 9                      | 92               | 2<br>1                      | bohatá dubová<br>bučina, 460 m n. m.,<br>mírný svah k V    |
| 9                  | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>17A7  | sm                   | 100                     | 9                      | 61               | 2                           | svěží dubová bučina,<br>360 m n. m.,<br>svah k J           |
| 10                 | ŠLP Kostelec<br>Krymlov<br>20C6           | sm                   | 100                     | 7<br>10                | 56               | 5                           | kyselá dubová<br>bučina, 370 m n. m.,<br>rovina            |
| 11                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>47E10 | sm                   | 100                     | 10                     | 89               | 3                           | svěží dubová<br>jedlina, 340 m n. m.,<br>rovina            |
| 12                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>3H5   | sm                   | 100                     | 10                     | 45               | 3                           | kyselá dubová<br>bučina, 380 m n. m.,<br>rovina            |
| 13                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>12G7  | jd<br>db<br>bor      | 40<br>20<br>30          | 8                      | 66               | 2<br>3<br>1                 | jedlová bučina, 400<br>m n. m., rovina                     |
| 14                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>13J8  | jd<br>sm             | 20<br>80                | 10                     | 78               | 2<br>3                      | svěží dubová bučina,<br>400 m n. m., mírný<br>svah k SZ    |
| 15                 | ŠLP Kostelec<br>Kostelec<br>23L9          | bor                  | 100                     | 9                      | 65               | 6                           | kyselý bor, 400 m n.<br>m., mírný svah k JZ                |
| 16                 | LZ Frýdlant<br>Bílý Potok<br>118C3        | sm                   | 100                     | 8                      | 68               | 8                           | podmáčená chudá<br>smrčina, 870 m n.<br>m., mírný svah k Z |
| 17                 | LZ Františkovy Lázně<br>Cheb<br>310C4     | sm                   | 100                     | 10                     | 59               | 3                           | kyselá jedlová<br>bučina, 485 m n. m.,<br>mírný svah       |
| 18                 | LZ Františkovy Lázně<br>Smrčiny<br>159C5  | sm                   | 100                     | 9                      | 70               | 5                           | kyselá jedlová<br>bučina, 665 m n. m.,<br>rovina           |
| 19                 | LZ Františkovy Lázně<br>Skalná<br>54B1    | sm                   | 100                     | 9                      | 48               | 4                           | chudá jedlová<br>bučina, 520 m n. m.,<br>svah k JV         |
| 20                 | LZ Františkovy Lázně<br>Skalná<br>18D3    | sm                   | 100                     | 9                      | 58               | 4                           | chudá jedlová<br>bučina, 645 m n. m.,<br>rovina            |

| Číslo <sup>1</sup> | Umístění <sup>2</sup>                      | Dřevina <sup>3</sup> | Zastoupení <sup>4</sup> | Zakmenění <sup>5</sup> | Věk <sup>6</sup> | Bonitní stupeň | Charakteristika stanoviště <sup>7</sup>                       |
|--------------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|
| 21                 | LZ Františkovy Lázně<br>Skalná<br>77F6     | sm                   | 100                     | 9                      | 53               | 5              | chudá jedlová<br>bučina, 645 m n. m.,<br>rovina               |
| 22                 | LZ Frýdlant<br>Nové Město<br>139A8         | sm                   | 100                     | 9                      | 64               | 5              | kyselá jedlová<br>bučina, 535 m n. m.,<br>svah k SZ           |
| 23                 | LZ Frýdlant<br>Nové Město<br>127C2         | sm                   | 100                     | 10                     | 26               | 5              | podmáčená smrková<br>jedlina, 520 m n. m.,<br>mírný svah k SV |
| 24                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>17C3   | sm                   | 100                     | 10                     | 28               | 1              | bohatá dubová<br>bučina, 400 m n. m.,<br>mírný svah k Z       |
| 25                 | LZ Pelhřimov<br>Utěchovice<br>571H1        | sm                   | 100                     | 9                      | 65               | 3              | kyselá bučina, 520<br>m n. m., rovina                         |
| 26                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>1D11   | sm                   | 100                     | 9                      | 100              | 3              | hlinitá dubová<br>bučina, 340 m n. m.,<br>rovina              |
| 27                 | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>4A11             | sm                   | 100                     | 9                      | 108              | 4              | kyselá jedlová<br>doubava, 420 m n.<br>m., rovina             |
| 28                 | ŠLP Kostelec<br>Krymlov<br>67C9            | sm                   | 100                     | 10                     | 84               | 4              | kyselá dubová<br>jedlina, 400 m n. m.,<br>rovina              |
| 29                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>19D7   | sm                   | 100                     | 7<br>10                | 65               | 3              | svěží dubová bučina,<br>380 m n. m., rovina                   |
| 30                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>28A6   | sm                   | 100                     | 10                     | 49               | 2              | svěží buková<br>doubava, 345 až<br>375 m n. m., svah k<br>JZ  |
| 31                 | ŠLP Kostelec<br>Krymlov<br>52E10           | db                   | 20                      | 8                      | 140              | 6              | potoční luh, 260 m<br>n. m., mírný svah k<br>SZ               |
| 32                 | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>17A15            | bk                   | 100                     | 8                      | 189              | 4              | kyselá bučina, 460<br>m n. m., mírný svah<br>k SV             |
| 33                 | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>43C7             | sm                   | 100                     | 10                     | 59               | 1              | kyselá jedlová<br>doubava, 420 m n.<br>m., rovina             |
| 34                 | ŠLP Kostelec<br>Krymlov<br>45C5            | bor                  | 100                     | 10                     | 50               | 1              | kyselá buková<br>doubava, 360 m n.<br>m., rovina              |
| 35                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>27F5   | bk                   | 100                     | 9                      | 44               | 3              | kyselá dubová<br>bučina, 400 m n. m.,<br>svah k SV            |
| 36                 | ŠLP Kostelec<br>Jevany<br>13A3             | bř                   | 100                     | 8                      | 21               | 2              | kyselá dubová<br>bučina, 420 m n. m.,<br>rovina               |
| 37                 | LZ Frýdlant<br>Oldřichov<br>41E3           | bk                   | 100                     | 9                      | 21               | 4              | kamenitá jedlová<br>bučina, 490 m n. m.,<br>svah k SZ         |
| 38                 | ŠLP Kostelec<br>Stříbrná Skalice<br>26B6   | sm                   | 100                     | 10                     | 53               | 2              | svěží dubová bučina,<br>420 m n. m., mírný<br>svah k V        |
| 39                 | LZ Ledec nad Sázavou<br>Světlá nad Sázavou | sm                   | 84                      | 9                      | 62               | 2              | svěží jedlová bučina,<br>480 m n. m., rovina                  |
| 40                 | LZ Ledec nad Sázavou<br>Černák<br>607A6    | sm                   | 100                     | 9                      | 68               | 3              | kyselá jedlová<br>bučina, 590 m n. m.,<br>rovina              |

<sup>1</sup>number, <sup>2</sup>location, <sup>3</sup>tree species, <sup>4</sup>percentage, <sup>5</sup>stocking, <sup>6</sup>age, <sup>7</sup>grade of locality class, <sup>8</sup>site description

II. Relativní vitalita na pokusných plochách ve smrkových porostech – Relative vitality on experimental plots in spruce stands

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |     |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II. | III. | IV.  | V.   | VI.  | VII. | VIII. | IX.  | X.   | XI.  |
| 12                                | 15. 5. 1989                   | 40-50                         |                                                     |     |      |      | 11,1 |      |      |       |      |      |      |
| 19                                | 20. 5. 1992                   |                               |                                                     |     |      |      | 12,3 |      |      |       |      |      |      |
| 19                                | 21. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 12,2 |      |       |      |      |      |
| 19                                | 1. 7. 1988                    |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 11,7 |       |      |      |      |
| 19                                | 15. 7. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 12,3 |       |      |      |      |
| 4                                 | 24. 7. 1987                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 9,0  |       |      |      |      |
| 30                                | 12. 9. 1990                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       | 19,2 |      |      |
| 19                                | 17. 10. 1989                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 20,8 |      |
| 19                                | 18. 10. 1988                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 15,7 |      |
| 19                                | 29. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 22,9 |      |
| 19                                | 8. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      |      | 22,3 |
| 17                                | 20. 5. 1992                   | 50-60                         |                                                     |     |      |      | 11,2 |      |      |       |      |      |      |
| 20                                | 20. 5. 1992                   |                               |                                                     |     |      |      | 11,5 |      |      |       |      |      |      |
| 21                                | 20. 5. 1992                   |                               |                                                     |     |      |      | 10,5 |      |      |       |      |      |      |
| 25                                | 31. 5. 1990                   |                               |                                                     |     |      |      | 14,0 |      |      |       |      |      |      |
| 17                                | 21. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 10,2 |      |       |      |      |      |
| 20                                | 21. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 10,3 |      |       |      |      |      |
| 21                                | 21. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 10,4 |      |       |      |      |      |
| 17                                | 1. 7. 1988                    |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 9,4  |       |      |      |      |
| 20                                | 1. 7. 1988                    |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 10,0 |       |      |      |      |
| 21                                | 1. 7. 1988                    |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 10,0 |       |      |      |      |
| 17                                | 15. 7. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 9,7  |       |      |      |      |
| 20                                | 15. 7. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 11,5 |       |      |      |      |
| 21                                | 15. 7. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      | 9,3  |       |      |      |      |
| 10                                | 23. 8. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      | 10,7  |      |      |      |
| 10                                | 5. 9. 1989                    |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       | 12,4 |      |      |
| 17                                | 17. 10. 1989                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 14,8 |      |
| 20                                | 17. 10. 1989                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 17,7 |      |
| 21                                | 17. 10. 1989                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 16,0 |      |
| 17                                | 18. 10. 1988                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 12,7 |      |
| 20                                | 18. 10. 1988                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 14,9 |      |
| 21                                | 18. 10. 1988                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 14,6 |      |
| 17                                | 29. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 18,5 |      |
| 20                                | 29. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 20,0 |      |
| 21                                | 29. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      | 17,9 |      |
| 17                                | 8. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      |      | 15,6 |
| 20                                | 8. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      |      | 19,4 |
| 21                                | 8. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      |      | 15,7 |
| 38                                | 29. 11. 1990                  |                               |                                                     |     |      |      |      |      |      |       |      |      | 23,1 |
| 9                                 | 20. 4. 1990                   | 60-70                         |                                                     |     |      | 17,0 |      |      |      |       |      |      |      |
| 9                                 | 2. 5. 1989                    |                               |                                                     |     |      |      | 14,6 |      |      |       |      |      |      |
| 9                                 | 15. 5. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      | 13,5 |      |      |       |      |      |      |
| 18                                | 20. 5. 1992                   |                               |                                                     |     |      |      | 11,2 |      |      |       |      |      |      |
| 22                                | 28. 5. 1990                   |                               |                                                     |     |      |      | 13,2 |      |      |       |      |      |      |
| 9                                 | 30. 5. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      | 11,8 |      |      |       |      |      |      |
| 40                                | 31. 5. 1990                   |                               |                                                     |     |      |      | 13,7 |      |      |       |      |      |      |
| 22                                | 4. 6. 1992                    |                               |                                                     |     |      |      | 10,4 |      |      |       |      |      |      |
| 22                                | 12. 6. 1991                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 12,6 |      |       |      |      |      |
| 9                                 | 13. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 11,3 |      |       |      |      |      |
| 39                                | 17. 6. 1988                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 12,5 |      |       |      |      |      |
| 18                                | 21. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |      |      | 9,3  |      |       |      |      |      |

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |     |      |     |      |      |      |       |      |      |      |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II. | III. | IV. | V.   | VI.  | VII. | VIII. | IX.  | X.   | XI.  |
| 22                                | 24. 6. 1993                   |                               |                                                     |     |      |     |      | 11,1 |      |       |      |      |      |
| 9                                 | 28. 6. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      | 9,8  |      |       |      |      |      |
| 18                                | 1. 7. 1988                    |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 9,8  |       |      |      |      |
| 9                                 | 10. 7. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 10,1 |       |      |      |      |
| 18                                | 15. 7. 1993                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 10,4 |       |      |      |      |
| 9                                 | 21. 7. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 11,4 |       |      |      |      |
| 9                                 | 8. 8. 1989                    |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 10,2  |      |      |      |
| 29                                | 9. 8. 1990                    |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 22,4  |      |      |      |
| 9                                 | 22. 8. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 11,6  |      |      |      |
| 9                                 | 5. 9. 1989                    |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 11,7 |      |      |
| 9                                 | 11. 9. 1990                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 20,1 |      |      |
| 9                                 | 12. 9. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 12,4 |      |      |
| 39                                | 15. 9. 1987                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 12,6 |      |      |
| 39                                | 20. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 13,4 |      |      |
| 9                                 | 2. 10. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 15,3 |      |
| 18                                | 17. 10. 1989                  |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 17,0 |      |
| 18                                | 18. 10. 1988                  |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 14,3 |      |
| 22                                | 21. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 15,4 |      |
| 18                                | 29. 10. 1992                  |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 17,9 |      |
| 22                                | 3. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      |      | 21,4 |
| 18                                | 8. 11. 1993                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 18,7 |      |
| 9                                 | 10. 11. 1989                  |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       |      | 26,1 |      |
| 6                                 | 9. 7. 1987                    | 70-80                         |                                                     |     |      |     |      |      | 10,9 |       |      |      |      |
| 6                                 | 22. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 12,2 |      |      |
| 7                                 | 13. 1. 1989                   | 80-90                         | 20,8                                                |     |      |     |      |      |      |       |      |      |      |
| 7                                 | 31. 3. 1994                   |                               |                                                     |     | 14,3 |     |      |      |      |       |      |      |      |
| 7                                 | 2. 5. 1989                    |                               |                                                     |     |      |     | 13,7 |      |      |       |      |      |      |
| 11                                | 15. 5. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     | 12,3 |      |      |       |      |      |      |
| 7                                 | 23. 7. 1987                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 10,6 |       |      |      |      |
| 28                                | 8. 8. 1990                    |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 17,2  |      |      |      |
| 11                                | 23. 8. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 11,9  |      |      |      |
| 7                                 | 21. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 12,9 |      |      |
| 5                                 | 27. 7. 1987                   | 90-100                        |                                                     |     |      |     |      |      | 12,6 |       |      |      |      |
| 26                                | 31. 7. 1990                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      | 17,8 |       |      |      |      |
| 3                                 | 6. 7. 1987                    | 100-110                       |                                                     |     |      |     |      |      | 12,9 |       |      |      |      |
| 27                                | 16. 8. 1990                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      | 19,3  |      |      |      |
| 3                                 | 21. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |      |      |      |       | 13,4 |      |      |

<sup>1</sup>experimental plot no., <sup>2</sup>date of measuring, <sup>3</sup>stand age, <sup>4</sup>month of measurement

ření byly dva stromy zařazeny do vyššího stupně poškození.)

Vliv imisní zátěže byl dále sledován na pěti pokusných plochách (pokusné plochy č. 17 až 21) v oblasti bývalého LZ Františkovy Lázně v západních Čechách. Byly vybrány smrkové porosty středního stáří s různou imisní zátěží - 40 až 60  $\mu\text{g SO}_2$  na  $\text{m}^3$ , ve kterých bylo vždy proměřeno po 60 stromech v termínech 30. 6. 1988, 17. 10. 1988, 21. 6. 1989, 17. 10. 1989, 20. 5. 1992, 29. 10. 1992, 15. 7. 1993 a 8. 11. 1993.

Tato imisní zátěž ani její dlouhodobý průměr nebyl pro poškození porostů významný, neprojevil se významně ani v poškození porostů, ani v naměřené relativní vitalitě. Zvýšená zátěž působila naopak poněkud stimulačně - 60  $\mu\text{g SO}_2$  - 12,8 k $\Omega$ , 50  $\mu\text{g SO}_2$  - 13,7 k $\Omega$  a 40  $\mu\text{g}$  - 14,9 k $\Omega$  (průměr měření ze všech termínů). Tento trend bylo možné sledovat i při jednotlivých měřeních.

Kladli jsme si otázku, zda je možné měřením relativní vitality buď upřesnit, nebo potvrdit vliv stanoviště

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II.  | III. | IV.  | V.   | VI.  | VII. | VIII. | IX.  | X.   | XI.  |      |
| 35                                | 26. 2. 1991                   | 40-50                         |                                                     | 54,0 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 3. 4. 1991                    |                               |                                                     |      |      | 31,4 |      |      |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 30. 4. 1991                   |                               |                                                     |      |      | 28,9 |      |      |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 8. 5. 1990                    |                               |                                                     |      |      |      | 26,8 |      |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 21. 5. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      | 26,1 |      |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 19. 6. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      | 20,9 |      |       |      |      |      |      |
| 35                                | 1. 7. 1991                    |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      | 18,2  |      |      |      |      |
| 35                                | 30. 7. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      | 15,6  |      |      |      |      |
| 2                                 | 11. 8. 1987                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       | 28,8 |      |      |      |
| 35                                | 20. 8. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       | 20,4 |      |      |      |
| 35                                | 19. 9. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      | 25,5 |      |      |
| 35                                | 8. 10. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      |      | 27,8 |      |
| 35                                | 17. 10. 1990                  |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      |      | 35,6 |      |
| 35                                | 31. 10. 1990                  |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      |      | 37,4 |      |
| 35                                | 5. 11. 1991                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      | 39,7 |
| 35                                | 14. 11. 1990                  |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      |      | 39,5 |      |
| 6                                 | 9. 7. 1987                    | 70-80                         |                                                     |      |      |      |      |      |      | 20,3  |      |      |      |      |
| 6                                 | 22. 9. 1988                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      | 24,2 |      |      |
| 7                                 | 13. 1. 1989                   | 80-90                         | 50,3                                                |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
| 7                                 | 31. 3. 1994                   |                               |                                                     |      | 26,7 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
| 7                                 | 2. 5. 1989                    |                               |                                                     |      |      |      | 25,7 |      |      |       |      |      |      |      |
| 7                                 | 23. 7. 1987                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      | 18,5  |      |      |      |      |
| 7                                 | 21. 9. 1988                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      | 27,6 |      |      |
| 5                                 | 27. 7. 1987                   | 90-100                        |                                                     |      |      |      |      |      |      | 27,9  |      |      |      |      |
| 8                                 | 22. 9. 1988                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      | 26,9 |      |      |
| 1                                 | 8. 5. 1990                    | 157                           |                                                     |      |      |      | 14,6 |      |      |       |      |      |      |      |
| 1                                 | 19. 7. 1990                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      | 11,3  |      |      |      |      |
| 1                                 | 31. 7. 1987                   |                               |                                                     |      |      |      |      |      |      | 11,2  |      |      |      |      |
| 32                                | 31. 5. 1990                   | 189                           |                                                     |      |      |      | 8,3  |      |      |       |      |      |      |      |

For 1-4 see Tab. II

porostu na jeho stav. Proto byla dne 12. září 1990 vytvořena pokusná plocha č. 30 - ve svahu od potůčku pruh široký 10 m a v segmentech 20 m dlouhých proměřeny všechny stromy. Sklon byl 20°, 21°, 19° a 12°. Počet stromů: 31, 34, 39 a 42. Relativní vitalita se se vzdáleností od vodního zdroje a s narůstající výškou svahu postupně snižovala, průměr v jednotlivých částech byl 19,2, 21,4, 21,5 a 22,2 kΩ. Známé vztahy lze tedy touto metodou upřesnit.

Porostní plášť je významným faktorem nejen z hlediska ochrany porostu, ale také z hlediska jeho vnitřního klimatu a produkce. Proto byl vytyčen směrem do porostu pás široký 20 m a ve čtvercích po 20 m proměřeny dne 31. 7. 1990 všechny stromy (pokusná plocha č. 26). Okrajové stromy porostu u louky byly hluboce zavětvené. Průměry měření z daných ploch byly 16,6, 17,8 a 17,8 kΩ. Můžeme říci, že dříve než po 20 m od okraje byly růstové podmínky v porostu stabilizované.

Rozšíření cesty, nutnost odkácení části porostu dalo možnost získat údaje z porostu bez jeho pláště (pokus-

ná plocha č. 27). Postupovalo se stejným způsobem. Po provedení měření dne 16. 8. 1990 byly získány údaje 21,8, 22,8 a 19,3 kΩ. Vnější vliv se tedy projevil do 40 m od okraje. Poněkud příznivější údaj z první plochy je ovlivněn okrajovými stromy (změřeno sedm stromů), které měly relativní vitalitu 19,3 kΩ.

Byla položena otázka vlivu dálnice na lesní porost a proto jsme měřili dne 31. 5. 1990 nedaleko Pelhřimova (pokusná plocha č. 40) u dálnice Praha - Brno v porostu s okrajem vzdáleným 15 m od jejího okraje stejným způsobem jako v uvedených dvou případech. Dálnice byla uvedena do provozu v říjnu r. 1982, porost byl při její výstavbě odkácený, bez porostního pláště. Výsledky - 11,7, 12,5 a 13,7 kΩ - ukazují, že v daném případě nebyl vliv dálničního provozu negativní. U 11 okrajových stromů byl získán průměr 9,5 kΩ. Při prohlídce nebyly na stromech shledány příznaky jejich poškození.

Dne 8. 8. 1990 (pokusná plocha č. 28) jsme zjišťovali vliv průseků (šířka 4 m) na relativní vitalitu stromů.

## IV. Relativní vitalita jedle na pokusných plochách s jejím zastoupením – Relative vitality of fir on experimental plots with its presence

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |     |      |     |     |     |      |       |      |      |     |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|------|------|-----|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II. | III. | IV. | V.  | VI. | VII. | VIII. | IX.  | X.   | XI. |
| 13                                | 30. 5. 1989                   | 66                            |                                                     |     |      |     | 9,1 |     |      |       |      |      |     |
| 13                                | 10. 7. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |     |     | 9,6  |       |      |      |     |
| 13                                | 22. 8. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |     |     |      | 12,1  |      |      |     |
| 13                                | 12. 9. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |     |     |      |       | 12,9 |      |     |
| 13                                | 2. 10. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |     |     |      |       |      | 15,6 |     |
| 14                                | 10. 7. 1989                   | 78                            |                                                     |     |      |     |     |     | 9,8  |       |      |      |     |
| 14                                | 2. 10. 1989                   |                               |                                                     |     |      |     |     |     |      |       |      | 16,1 |     |

For 1-4 see Tab. II

## V. Relativní vitalita lípy na pokusné ploše s jejím zastoupením – Relative vitality of linden on experimental plots with its presence

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |     |      |     |      |     |      |       |     |    |     |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-------|-----|----|-----|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II. | III. | IV. | V.   | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. |
| 7                                 | 13. 1. 1989                   | 86                            | 16,4                                                |     |      |     |      |     |      |       |     |    |     |
| 7                                 | 31. 3. 1994                   |                               |                                                     |     | 10,4 |     |      |     |      |       |     |    |     |
| 7                                 | 2. 5. 1989                    |                               |                                                     |     |      |     | 10,2 |     |      |       |     |    |     |
| 7                                 | 23. 7. 1987                   |                               |                                                     |     |      |     |      |     | 7,6  |       |     |    |     |
| 7                                 | 21. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |      |     |      |       | 9,8 |    |     |

For 1-4 see Tab. II

## VI. Relativní vitalita modřínu na pokusných plochách s jeho zastoupením – Relative vitality of larch on experimental plots with its presence

| Pokusná<br>plocha č. <sup>1</sup> | Termín<br>měření <sup>2</sup> | Stáří<br>porostu <sup>3</sup> | Měsíc, ve kterém byla měření prováděna <sup>4</sup> |     |      |     |    |     |      |       |      |    |     |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|-----|----|-----|------|-------|------|----|-----|
|                                   |                               |                               | I.                                                  | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX.  | X. | XI. |
| 8                                 | 22. 9. 1988                   | 92                            |                                                     |     |      |     |    |     |      |       | 18,3 |    |     |
| 3                                 | 6. 7. 1987                    | 106                           |                                                     |     |      |     |    |     | 11,0 |       |      |    |     |
| 3                                 | 21. 9. 1988                   |                               |                                                     |     |      |     |    |     |      |       | 11,6 |    |     |

For 1-4 see Tab. II

Měřila se část porostu mezi dvěma průseky. U obou byly proměřeny okrajové stromy, dále v pruzích širokých 5 m a 10 m, 10 m a 10 m vždy po 30 stromech. Relativní vitalita u okrajových stromů byla 13,4 kΩ (11 stromů) a 12,9 kΩ (sedm stromů). U zbývajících 19 stromů v prvním pruhu to bylo 17,7 kΩ. V následujících pruzích to byly hodnoty 17,4 a 17,2 a v posledním pruhu u zbývajících 23 stromů 17,8 kΩ. Jsou tedy ovlivněny pouze stromy okrajové. Vliv průseků se neprojevuje ani do hloubky 5 m.

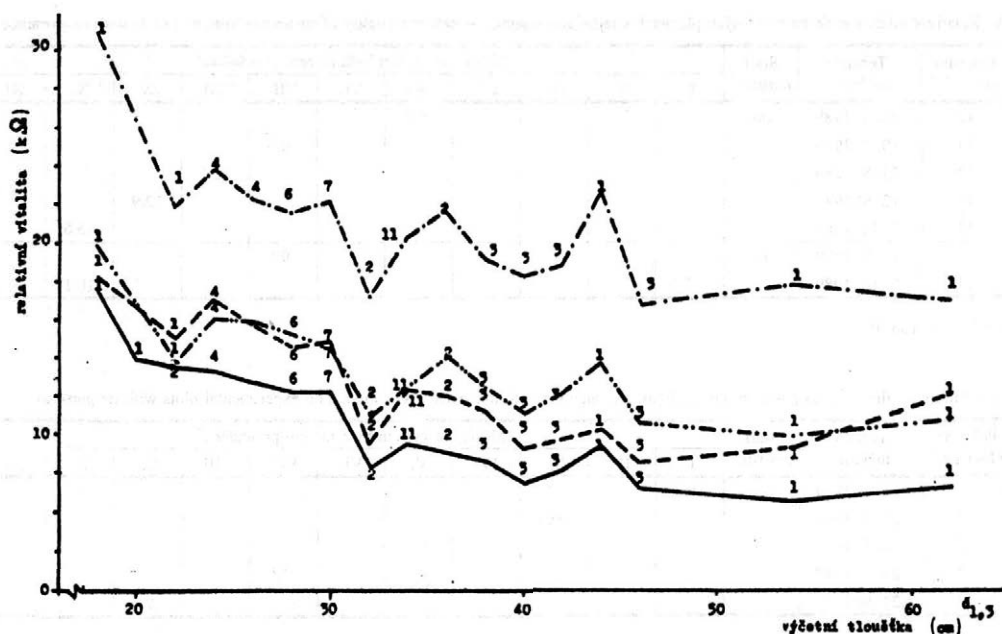
Vliv různého zakmenění byl sledován u pokusných ploch č. 29 a č. 10. U první plochy bylo naměřeno dne 12. 9. 1990 (po 30 stromech) při zakmenění 10 22,4 kΩ a při zakmenění 7 18,7 kΩ. Rozdíl 3,7 kΩ odpovídá zvýšeným požitkům u stromů v řídce části porostu. U druhé pokusné plochy nebyly rozdíly výrazné - 12,4 a 12,3 kΩ (měřili jsme 5. 9. 1989). Jednalo se však o porost z období předcházející zimy a stromy dosud na zvýšený světelný a vlhkostní požitek nezařagovaly.

Při výběru porostů jsme také řešili problém, zda je možné tímto měřením relativní vitality identifikovat význam věku porostu. Dne 15. 5. 1989 byly např. sou-

časné proměřeny pokusné plochy č. 12 (45 let), č. 9 (61 let) a č. 11 (89 let). Dosažené výsledky jsou 11,1, 13,5 a 12,3 kΩ.

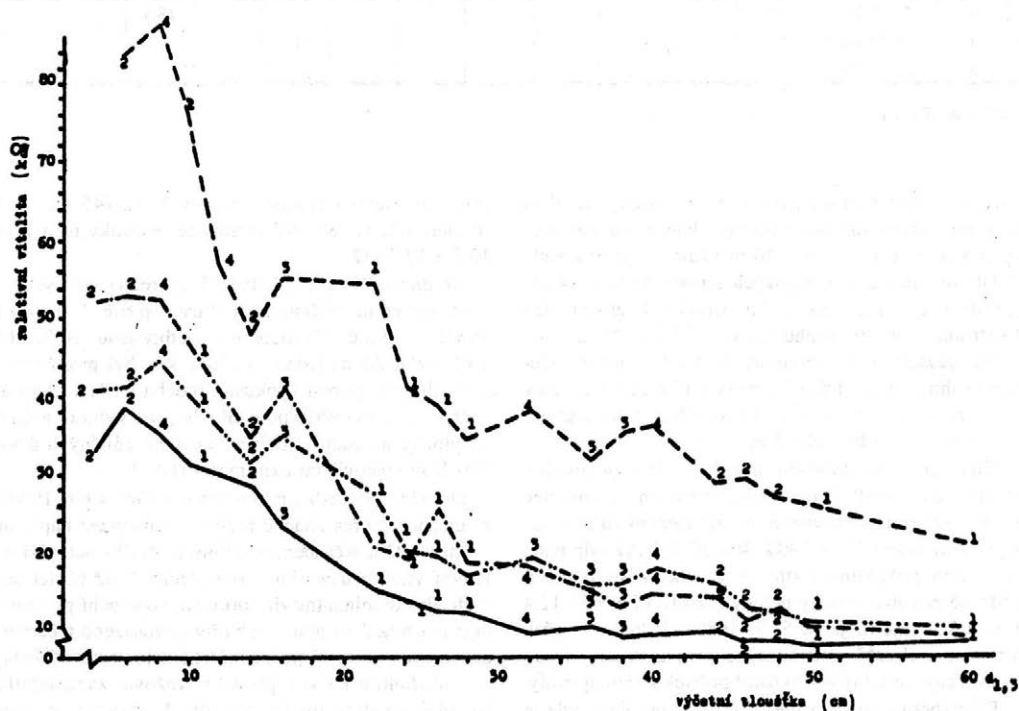
Ve dnech 22. a 23. 8. 1989 jsme realizovali se stejným záměrem měření na pokusné ploše č. 10 (věk 56 let), č. 9 a č. 11; měřené výsledky jsou: 10,7, 11,6 a 11,9 kΩ. Až na jednu výjimku, kdy byl proměřován starý dubový porost (pokusná plocha č. 31), který se nacházel na stanovišti potoční luh, jsme vybírali pokusné plochy na stanovištích ne výrazně odlišných a vyhýbali se stanovištím extrémním (tab. I).

Dosažené výsledky přehledně uvádíme v tab. II, která ukazuje - přes značné rozdíly, způsobené např. suchem v létě a v časném podzimu r. 1990 - nejvyšší relativní vitalitu u smrků v porostech 50 až 60 let starých. Pro dominantní vliv průběhu vegetační periody - nejlepších hodnot je u všech dřevin dosaženo v červenci - a pro omezený počet měření nelze tyto výsledky s přihlédnutím na vliv počasí považovat za absolutní, lze však uvedené trendy potvrdit. V červenci je např. u porostů starých 40 až 50 let průměr 11,0 kΩ, u porostů starých 80 až 90 let 10,6 kΩ, ve dvou porostech

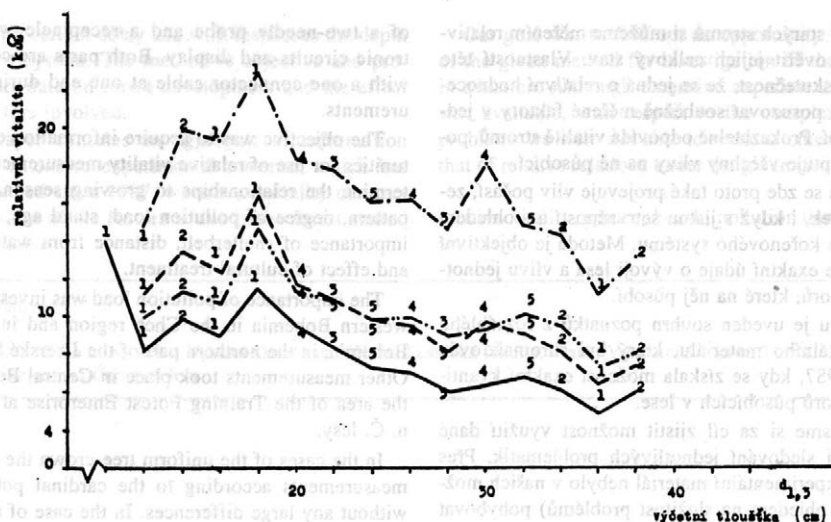


2. Průběhy relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce při různém časovém datování měření u smrku (pokusná plocha č. 7) – The patterns of relative vitality as depending upon breast-height diameter with various dating of measurements in spruce (experimental plot no. 7)

— 23. 7. 1987      - - - 13. 1. 1989  
 - · - 21. 9. 1988      · · · 31. 3. 1994



3. Průběhy relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce při různém časovém datování měření u buku (pokusná plocha č. 7) – The patterns of relative vitality as depending upon breast-height diameter with various dating of measurements in beech (experimental plot no. 7)



4. Průběhy relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce při různém časovém datování měření u lípy (pokusná plocha č. 7) – The patterns of relative vitality as depending upon breast-height diameter with various dating of measurements in linden (experimental plot no. 7)

— 23. 7. 1987      - - - 13. 1. 1989  
 --- 21. 9. 1988      - · - · 31. 3. 1994

starých 90 až 100 let jsou dosažené průměrné hodnoty 12,6 a 17,8 kΩ, v porostech nad 100 let to je 12,9 kΩ.

V probírkách v oblasti imisně zatížené (pokusná plocha č. 23) a nezatížené (plocha č. 24) se v Jizerských horách projevila vyšší relativní vitality u zásahu úrovně než podúrovně (pětiletý průměr 13,7 a 14,6 kΩ). V oblasti Školního lesního podniku nebyly tyto rozdíly výrazné - 15,4 a 15,0 kΩ.

Možnost změřit silné duby ve Svojskovicé bažantnici (pokusná plocha č. 31), která je rezervací, byla lákavá. Jedná se o potoční luh. Nejsilnější strom (chráněný státem) má  $d_{1,3}$  172 cm a je ve velmi dobrém zdravotním stavu. Relativní vitality je lepší než u ostatních stromů - 7,7 kΩ. U stromů nad 100 cm  $d_{1,3}$  (čtyři) je 9,3 kΩ, u stromů slabších (28 kusů) je 11,7 kΩ. Při interpretaci těchto výsledků je nutné přihlídnout k výjimčnosti daného stanoviště.

Průběh relativní vitality smíšeného porostu (oblast Stříbrná Skalice) pokusné plochy č. 7 - sm, bk a lp ve stáří 86 let (věk prvního proměření plochy) je v závislosti na tloušťce znázorněn na obr. 2 až 4. Porost byl v průběhu osmi let (1987 až 1994) proměřen celkem čtyřikrát, a to v různých vegetačních obdobích. Údaje pro jednotlivé dřeviny zachovávají podobný průběh. Rozdíly jsou pouze ve výši naměřených hodnot v závislosti na vegetační době. Nejvyšší hodnoty relativní vitality byly naměřeny v červenci a nejnižší v lednu. Skutečnost, že během poměrně dlouhého období zůstává zachován podobný průběh naměřených hodnot, svědčí o značné objektivnosti měření relativní vitality uvedeným přístrojem.

## ZÁVĚRY

V případech, kdy byla koruna stromů rovnoměrná, byly výsledky měření podle světových stran bez výrazných rozdílů. V případě její jednostrannosti byly mezi měřeními rozdíly. Periodická měření prováděná u smrku, buku, borovice a břízy ukázala rozhodující význam vegetační periody a významné ovlivnění výsledků počasím (zejména srážkami). Maximum relativní vitality bylo zjištěno u smrku, buku a břízy ve druhé polovině července, u borovice dříve, koncem měsíce června.

Relativní vitality je v korelaci k výčetní tloušťce. Při měření v různých obdobích se toto relativní uspořádání, i když na jiné hladině, zachovává. Každá z měřených dřevin má jinou hladinu získaného numerického hodnocení relativní vitality. Stupeň imisního poškození se při měřeních projevil výrazně.

V případech, kdy byly u stejně poškozených stromů zjištěny horší hodnoty relativní vitality, jejich následný vývoj byl odlišný, stupeň poškození se zvyšoval. Rozdíl v imisní zátěži 40 až 60  $\mu\text{g CO}_2$  na  $\text{m}^3$  se ve vývoji porostů výrazně neprojevil. Měření lze určit vliv vzdálenosti stromů od vodního zdroje, význam porostního pláště, vzdálenost jeho vlivu, vliv průseku v porostu na sousedící stromy.

Měření potvrzujeme vliv věku porostu na jeho růst. Porosty středního věku s nejvyšším běžným přírůstkem mají také nejvyšší relativní vitality. Probírkový zásah provedený úrovněním zásahem se projevil v oblasti imisně zatížené zlepšením relativní vitality v porovnání se zásahem podúrovně.

U velmi starých stromů si můžeme měřením relativní vitality ověřit jejich celkový stav. Vlastností této metody je skutečnost, že se jedná o relativní hodnocení, kdy lze posuzovat souběžně měřené faktory v jednom období. Prokazatelně odpovídá vitalitě stromů, porostů, akceptuje všechny vlivy na ně působící.

Výrazně se zde proto také projevuje vliv počasí, zejména srážek, i když s jistotou setrvačností a s ohledem na hloubku kořenového systému. Metoda je objektivní a poskytuje exaktní údaje o vývoji lesa a vlivu jednotlivých faktorů, které na něj působí.

V článku je uveden souhrn poznatků z rozsáhlého experimentálního materiálu, který byl shromažďován od roku 1987, kdy se získala možnost exaktní kvantifikace faktorů působících v lese.

Kladli jsme si za cíl zjistit možnost využití dané metody při sledování jednotlivých problematik. Přes rozsáhlý experimentální materiál nebylo v našich možnostech (s ohledem na složitost problémů) pohybovat se v jiné rovině než v relativních vztazích za daných podmínek.

## Literatura

JURA, S.: Conditioner AS-1, přístroj na zjišťování relativní vitality a hniloby živých stojících stromů. Lesn. Práce, 67, 1988a: 421-423.

JURA, S.: Elektronické měřicí přístroje pro lesní hospodářství. [Monografie.] Praha, MON Praha-Suchbát 1988b: 111-115.

JURA, S. - SEQUENS, J. - GLOMB, V.: Některé výsledky a zkušenosti s měřením vitality stromů elektrickou odporovou metodou. Lesnictví, 36, 1990: 663-673.

SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M.: Jak se vyhnout úskalí při hodnocení fyziologické kvality sazenic. Lesn. Práce, 72, 1993: 81-82.

SKUTT, H. R. et al.: Detection of discolored and decayed wood in living trees using a pulsed electric current. Can. J. For. Res., 1972: 54-56.

Došlo 1. 7. 1994

GLOMB, V. - SEQUENS, J. - JURA, S. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *Experience of measuring relative vitality of trees by electrical resistance method*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (12): 537-549.

Electronic measuring devices facilitate to objectively investigate the condition of trees and stands. In 1972 the American scientist Shigo introduced measuring so called relative vitality, determination of electrical resistance between two probes inserted into the cambial layer of the tree and feeding with direct pulsating current. Water and electrolyte amount are related to the growth and health condition of the tree.

Mervit instruments (manufactured by the Elsaco-Pečky company, CR) were used. The instrument consists

of a two-needle probe and a receptacle with electronic circuits and display. Both parts are connected with a one-connector cable at one end during measurements.

The objective was to acquire information on opportunities for use of relative vitality measurements to determine the relationships to growing season, weather pattern, degree of pollution load, stand age, stocking, importance of shelterbelt, distance from water source and effect of cultural treatment.

The importance of pollution load was investigated in western Bohemia in the Cheb region and in northern Bohemia, in the northern part of the Jizerské hory Mts. Other measurements took place in Central Bohemia in the area of the Training Forest Enterprise at Kostelec n. Č. lesy.

In the cases of the uniform tree-crown the results of measurements according to the cardinal points were without any large differences. In the case of one-sided tree-crown, there were differences in the results of measurements. Periodical measurements in spruce, beech, pine and birch revealed a decisive role of the growing season and a significant effect of weather conditions, particularly of precipitation, on the results. Maximum relative vitality was determined in spruce, beech and birch in the second half of July, but sooner in pine, in late June.

Relative vitality correlates with breast-height diameter. Measurements in particular seasons maintain this relative arrangement, even though at another level. Each of the measured tree species has a different level of the numerical evaluation of relative vitality. The degree of pollution load was very important during measurements.

In the case of the worse values of relative vitality determined in the trees showing equal damage their subsequent development was different, the rate of damage increased.

The impact of the difference of pollution load 40 to 60  $\mu\text{g SO}_2$  per  $\text{m}^3$  stand development was not large. The measurements can determine the effect of tree distance from a water source, importance of shelterbelt, distance of its effect, effect to ride in the stand on the adjacent trees.

The measurements confirm the effect of stand age on its growth. Medium-age stands with the highest current increment also have the highest relative vitality. In the area with air-pollution, crown thinning improved relative vitality in comparison with low thinning.

Measurements of relative vitality is very old trees can help check their total condition. This method involves a quality that it uses relative evaluation in which parallelly measured factors of one season can be assessed. In demonstrably corresponds to the vitality of trees, stands, it accepts all effect involved.

Hence the effect of weather conditions, particularly of precipitation, is perceptibly manifest here, even

though with certain delay and with respect to the depth of the root system. The method is objective and provides exact data on forest development and the effect of the factors involved.

This paper contains an aggregate of information from the extensive experimental material, which has been collected since 1987, when a possibility of exact quantification of the factors active in the forest started to be available.

Our goal was to find out an opportunity for the use of the given method for investigation of the problems in question. Although extensive experimental material was available, with respect to the complexity of the problems we were not able to work at other level than that of relative relations under the given circumstances.

relative vitality; spruce; beech; pollution damage; Mervit

**Kontaktní adresa:**

Ing. Vladimír G l o m b , CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, Praha, Výzkumná stanice Truba,  
281 63 Kostelec nad Černými lesy



## 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  
◆

# BONITNÍ VĚJÍŘ A TRENDY VÝŠKOVÉHO RŮSTU BOROVICE

J. Sequens

Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

V článku je provedeno grafické porovnání bonitního výškového vějíře RT ČSSR 1980 borovice a růstových výškových modelů této dřeviny (Černý, Pařez, 1992) s úsekovými vývojovými grafikami výšek z opakovaných měření trvalých výzkumných ploch a dále s výškovými analýzami borovice, které autor pro tyto účely proměřil. Pro srovnání bylo provedeno také grafické porovnání průběhu bonitních výškových vějířů růstových tabulek některých okolních států. Z grafického porovnání s naznačenými výškovými růstovými trendy vycházejí příznivěji růstové modely výšky borovice (Černý, Pařez, 1992).

borovice; bonitní výškový vějíř; růstové modely výšky; výšková analýza kmenů; vývojové úsekové výškové křivky; trendy výškového růstu

V posledních desetiletích byly u přírůstu evropských dřevin zaznamenávány výrazné odlišnosti v trendu jejich růstového vývoje. Při měření na zkusných plochách to zaznamenala řada autorů - např. Schmidt (1969), Řehák (1980), Pretzsch (1985) a Sequens (1985), na základě vyhodnocení banky dat v Lesprojektu pak Malík, Žlábek (1989 in Koubal, 1990). Protože se tak při registraci skutečného přírůstu v čase nepotvrzuje dřívější předpoklad, že les roste stále stejně, doporučují někteří autoři zabývat se přírůstem nejen jako funkcí věku porostu, ale i jako funkcí porostu v daném časovém okamžiku a uvažovat proto přírůst jako funkci věku porostu a letopočtu (Koubal, 1990). V měnících se růstových podmínkách by se metodické postupy měly více zaměřovat na zjišťování procesů aktuálně v lese probíhajících. Řada uvedených studií v tomto směru ukázala, že současné modely růstu lesa se liší od dřívějších pozorování pokud jde o takové parametry jako je např. výška. Příčiny tohoto jevu zůstávají zatím stále na úrovni hypotéz a dosavadními výsledky výzkumu se tento problém zatím nepodařilo komplexně objasnit.

V článku jsou využity výsledky šetření výškového růstu borovice, které se realizovaly v souvislosti s ověřováním bonitního výškového vějíře RT ČSSR 1980. K tomuto účelu bylo provedeno grafické porovnání bonitních vějířů tehdy platných RT Schwaappachových (borovice 1896) a několika dostupných růstových tabulek borovice okolních států s bonitním vějířem RT ČSSR 1980 borovice. V současné době se v praxi hospodářské úpravy lesů používají Taxační tabulky (ÚHÚL - VÚLHM, 1990) a byla zpracována první verze růstových modelů výšky hlavních dřevin a tedy i borovice (Černý, Pařez, 1992). O výškové

růstové křivky z obou těchto pramenů bylo grafické porovnání rozšířeno. Růstové křivky bonitního vějíře RT ČSSR 1980 a jednotlivých růstových modelů byly dále graficky porovnány jednak vzájemně, jednak s výškovými analýzami kmenů borovice a s úsekovými vývojovými křivkami opakovaných měření výšek na TVP borovice.

Odvozením výškového bonitního vějíře borovice pro růstové tabulky ČSSR se zabýval Řehák (1975, 1980). Důležitý poznatek, který vyplynul při zpracování rozsáhlého empirického materiálu, byl ten, že se u studovaných vztahů mezi porostními veličinami neprojevovaly žádné výrazné rozdíly v závislosti na klimaticko-vegetačním odstupňování. Určitým překvapením bylo dále zjištění, že u borovice, která byla vždy pokládána za dřevinu velmi variabilní, citlivě reagující na změny růstových podmínek, byly bezčasové závislosti porostních veličin při rozdělení empirických údajů do tří ekologicky odlišných skupin (kyselá, oglejená a živná) téměř stejné, a to především u veličin středních, a necharakterizovaly podle autora výrazně odlišný vývoj vzhledem k růstovým podmínkám. Z toho vyplynul důležitý poznatek, že pro borovici lze tvořit růstové tabulky na podkladě jednotného výškového bonitního vějíře.

Při sestavování první generace RT ČSSR (Řehák, 1975) byl zvolen metodický postup, který se později prokázal jako chybný. Byla tu podstatě použita Baurova proužková metoda v graficko-početním tvaru. Při vyhodnocení bodového pole středních výšek v závislosti na věku byla považována za řídicí křivku vyrovnaná průměrná výšková křivka, která procházela jeho středem. Předpoklad, že tato průměrná řídicí křivka (a kolem ní vytvořené obalové křivky) charakterizuje průměrný výškový vývoj porostu dané dřeviny, se ukázal jako nesprávný. Neobjektivnost tohoto postupu spočívala v tom, že měla-li být tato křivka považována za vývojovou výškovou růstovou křivku, muselo by zastoupení pokusných ploch zachovávat homogenost zastoupení empirického materiálu, tj. reprezentativního rozdělení pokusných ploch ve věkových a výškových stupních. Skutečné rozdělení četností ploch se však od takového předpokládaného rozdělení liší, a to i při souborech s velkým množstvím ploch.

V nejmladších věkových stupních jsou zastoupeny více lepší bonity (v tomto věku jsou zde již porosty tak vyspělé, že v nich zakladatelé bez obtíží umísťují výzkumné plochy), ve vyšším věku však jsou údaje nejlepších bonit méně zastoupeny, protože zde jsou porosty tohoto typu často již v osmdesátých letech rozpraco-

vány k obnově. Přebytek údajů porostů lepších bonit v mladých porostech usměrnil průběh střední výškové křivky k počátečnímu strmému stoupání a naopak převaha zastoupení údajů ploch z horších bonit ve vyšším věku měla za následek zploštění této křivky (Ř e h á k , 1980) (obr. 1). Tato průměrná křivka nemůže být proto pokládána za vývojovou průměrnou výškovou křivku, jak ostatně ukázalo již porovnání s trendem úsekových vývojových křivek získaných pospojováním postupných hodnot středních výšek z opakovaných měření na výzkumných plochách. Tyto vývojové úsekové výškové křivky vykazovaly totiž značně odlišný trend než výškové křivky bonitního věří prvního vydání RT ČSSR (1975).

Podobně je tomu i u inventarizační výškové křivky (IL 1970), která je vyjádřena průměrnými výškami ve věkových stupních (obr. 9). Někteří autoři ji pokládají za spolehlivě měřtkou k ověření vývoje výšky v růstových tabulkách. Je však spíše vyjádřením statického stavu a nemůže proto představovat dynamiku vývoje výškového růstu ani být pokládána za růstový model výšky. Byla by to obdoba metodické chyby, která byla zjištěna v souvislosti s tvorbou bonitního věří prvního vydání RT ČSSR (Ř e h á k , 1975). Opět je tu patrná rozdílnost v průběhu při grafickém porovnání s úsekovými vývojovými křivkami (obr. 9).

Na základě zkušenosti s tvorbou bonitního věří prvního vydání RT ČSSR (1975) byla při odvozování bonitního věří druhého vydání RT ČSSR (Ř e h á k , 1980) změněna metoda jeho konstrukce tak, aby svazek výškových vývojových křivek (bonitní věří) lépe sledoval výškový vývojový trend. Autor vycházel z graficko-početného vyšetření základních křivek (střední a obou obalových). Při zvoleném postupu byly zkusmo upravené hodnoty středních výšek rozložených podél horního obvodu bodového pole vymezeného úsekovými vývojovými výškovými křivkami získanými z opakovaných měření na borových výzkumných plochách vyrovnány K o r f o v o u růstovou křivkou (1973). Byla tak získána horní obalová křivka odpovídající přibližně AVB 32. Podobně byla stanovena i dolní obalová křivka, která charakterizuje přibližně AVB 12. Konečně byla takto stanovena střední vývojová křivka, procházející středem a sledující průběh příslušných úsekových vývojových výškových křivek. Tato křivka směřovala ve 100 letech přibližně do výšky 22 m. Hledané hodnoty byly několikerým opakováním uvedeného graficko-početného postupu zpřesňovány. Na základě údajů pro uvedené tři základní křivky byl konstruován výškový bonitní věří druhého vydání RT ČSSR (Ř e h á k , 1980).

Protože ani první, ani druhé vydání RT ČSSR nebylo z řady důvodů přijato praxí hospodářské úpravy lesů v českých zemích, bylo v roce 1987 rozhodnuto vypracovat třetí vydání RT. Za tím účelem vytvořená komise se však postupně sjednotila na názoru, že zpracování dalšího vydání RT neodpovídá současným potřebám HÚL a za vhodnější považovala využít k tomuto účelu

růstových modelů (Č e r n ý , P a ř e z , 1992). Na rozdíl od klasických růstových tabulek konstruovaných výhradně pro plně zakmeněné porosty je podle autorů růstový model schopen popsat vývoj obecného porostu s různým zakmeněním. První použitelná verze růstových modelů všech hlavních dřevin a tedy i borovice byla zpracována v r. 1992 (Č e r n ý , P a ř e z , 1992).

## METODICKÝ POSTUP PŘI GRAFICKÉM OVĚŘOVÁNÍ RŮSTOVÝCH VÝŠKOVÝCH KŘIVEK BOROVICE

Výškový růst je jednou ze základních biologických vlastností dřeviny. Závisí hlavně na druhu dřeviny a jakosti stanoviště. Při tvorbě růstových tabulek byla vždy důležitým předpokladem jednotnost výškového růstu porostu, která představuje stejnou polohu a tvar výškových růstových křivek po celý život porostu. Tvar výškové křivky je charakterizován hlavně strmostí jejího stoupání v různých obdobích života porostu. Jednotnost se při grafickém znázornění projevuje celkově paralelním průběhem výškových křivek.

K ověření výškových bonitních křivek se skutečným výškovým růstem dřevin jsou vhodné kmenové analýzy. Udávají výškovou křivku konkrétních stromů, která platí po celé období života tohoto stromu. Závažná je otázka volby kmene pro tuto kmenovou analýzu. Méně vhodný je střední objemový kmen, protože během svého života mohl měnit své biosociologické postavení a zpravidla vždy nebyl středním kmenem a tak nemůže dobře reprezentovat růst po delší dobu do minulosti. Většina autorů proto doporučuje pro výškové analýzy horní kmene. Ale ani analýzy těchto kmenů nejsou vždy shodné se skutečnými výškami výzkumných ploch během celého období trvání života porostu.

Pro účely grafického porovnání vývojových výškových křivek věří borovice našich růstových tabulek RT ČSSR prvního a druhého vydání (Ř e h á k , 1975, 1980) s bonitními věří některých růstových tabulek okolních států byly použity údaje pro střední výšku. Jednalo se o tyto tabulky:

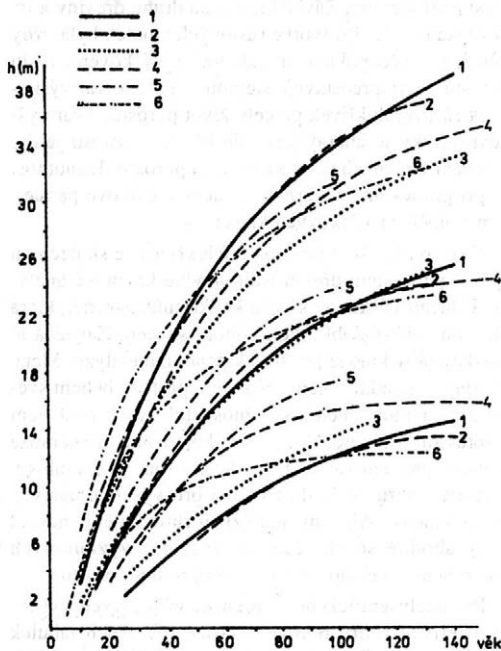
- Růstové tabulky S c h w a p p a c h o v y pro borovici (1896),
- Růstové tabulky bývalé NDR (Kiefern-Ertragstafeln) 1975, autoři L e m b c k e , K n a p p , D i t t m a r ,
- Růstové tabulky rakouské (Hilfstafeln für die Forsteinrichtung) 1975, autor M a r s c h a l l ,
- Růstové tabulky anglické (Forest Management Tables) 1971, autoři H a m i l t o n , C h r i s t i e ,
- Taxační tabulky ÚHÚL - Brandýs nad Labem 1990.

Průběhy vývojových výškových křivek bonitních věří středních výšek vybraných růstových tabulek borovice jsou uvedeny pro nejvyšší, nejnižší a střední bonity. Dále bylo provedeno vzájemné porovnání vývojových výškových křivek RT S c h w a p p a c h o v ý c h (borovi-

ce, 1896), RT ČSSR (1980) a bonitního vějří Taxačních tabulek (1990).

Růstové výškové modely (Černý, Pařez, 1992) byly odvozeny z údajů horní výšky z borových PVP a TVP. Proto byly k jejich grafickému porovnání s bonitním vějřem RT ČSSR 1980 použity horní výšky těchto tabulek.

Bonitní vějř horních výšek RT ČSSR 1980 pro borovici a růstové modelové výšky borovice (1992) byly graficky porovnány jednak s vývojovými úsekovými grafikony horních výšek z opakovaných měření na borových TVP, jednak s údaji výškových analýz kmenů horních výšek borovice.



1. Vývojové výškové křivky bonitních vějřů některých růstových tabulek borovice našich a okolních států: RT ČSSR 1980 (1), RT DDR 1975 (2), RT Schwappach, 1896 (3), RT Marshall, 1975 (4), RT Hamilton, Christie, 1971 (5), RT ČSSR 1975 (6) – Developmental height curves of pencils of height curves in some growth tables of pine in this country and in neighboring countries: GT ČSSR 1980 (1), GT GDR 1975 (2), GT Schwappach, 1896 (3), GT Marshall, 1975 (4), GT Hamilton, Christie, 1971 (5), GT ČSSR 1975 (6)

Borové trvalé výzkumné plochy tvořilo 23 ploch založených ing. J. Pařezem. Plochy měly věkové rozpětí 25 až 46 let a byly založeny v různých oblastech České republiky na stanovištních kategoriích K, I, S, O, P. Každá plocha měla výchozí a čtyři opakovaná měření. Plochy náležejí k lepším a nejlepším bonitám AVB 24 a 32. Dále se jednalo o pět trvalých výzkumných ploch v Kosteletci nad Černými lesy, založených ve věkovém rozpětí 53 až 72 let na souborech lesních typů

2M, OM. Každá plocha měla výchozí a čtyři opakovaná měření. Plochy náležejí ke středním bonitám AVB 18, 20 a 25.

Celkový rozsah použitých výškových analýz činí 27 vzorníků borovice. Při jejich výběru bylo snahou zachytit několik růstově rozdílných oblastí a zároveň jejich výškové odstupňování v bonitním vějří. Porosty pro výběr vzorníků se nacházely ve věkovém rozpětí od 90 do 133 let. Typologicky patří do souboru lesních typů 2M, OM, 2K, OO a OQ. K analýzám bylo v každém porostu vybráno pět až šest vzorníků patřících převážně k horním kmenům.

Průběhy výškových růstových křivek z kmenových analýz z jednotlivých oblastí byly vždy graficky porovnány s vyhovujícím růstovým modelem.

Souhrnně byly zobrazeny vybrané výškové růstové křivky bonitního vějří RT ČSSR 1980 spolu s úsekovými výškovými grafikony a výškovými analýzami průměrných vzorníků.

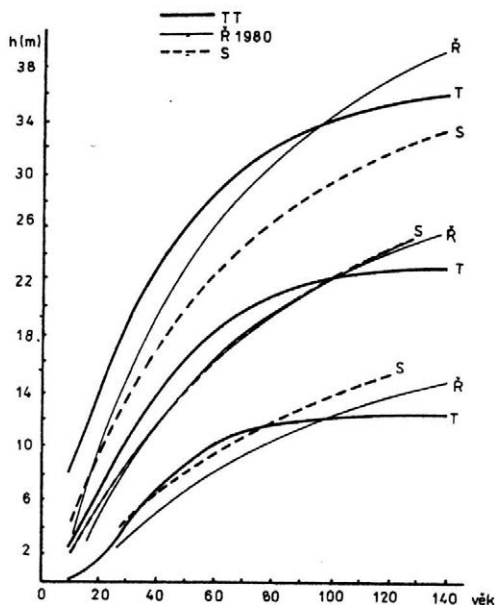
V závěru bylo provedeno obdobné grafické porovnání vybraných výškových modelů spolu s úsekovými výškovými grafikony a s výškovými analýzami průměrných vzorníků.

## VÝSLEDKY

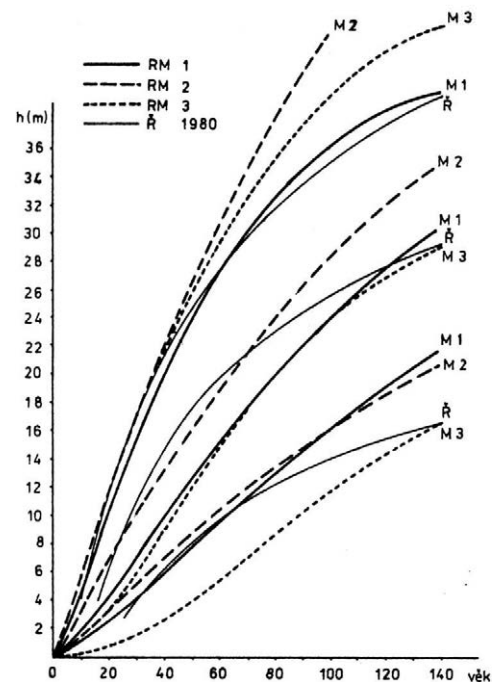
Výškové křivky bonitních vějřů vymezují nejvyšší a nejnižší bonitní křivkou přibližně bodové rozptylové pole výškových údajů tabulek. Z tohoto pohledu při vzájemném porovnání (obr. 1) zaujímá největší rozsah bonitní vějř RT ČSSR (Řehák, 1980) a téměř shodný mají tabulky bývalé NDR (1975). Nižší rozsah bonitního vějří je u tabulek rakouských (1975) a Schwappachových (1896) a nejmenší u tabulek anglických (1971). Výrazně se od ostatních tabulek průběhem svého bonitního vějří liší první vydání tabulek ČSSR (Řehák, 1975), a to zvláště větší strmostí stoupání v mladším věku a naopak v pozdějším věku výrazně rychlejší poklesem, což je důsledek metodického postupu jeho odvození. Nejvyšší strmosti dosahuje druhé vydání tabulek ČSSR (Řehák, 1980) spolu s tabulkami bývalé NDR (1975). Střední AVB 22 tabulek ČSSR (Řehák, 1980) probíhá celkově ve shodě s III. bonitou tabulek Schwappachových (1896).

Vzájemné porovnání bonitních vějřů RT Schwappachových (1896) a Taxačních tabulek ÚHÚL (1990) používaných v současné taxační praxi s bonitním vějřem růstových tabulek ČSSR (Řehák, 1980) je na obr. 2. Z grafického porovnání je patrná vyšší strmost průběhu výškových vývojových křivek v mladším věku a naopak větší pokles bonit ve vyšším věku bonitního vějří Taxačních tabulek ÚHÚL (1990) proti růstovým tabulkám Schwappachovým (1896) a Řehákovým (1980).

Porovnáváme-li průběh bonitního vějří růstových tabulek ČSSR (Řehák, 1980) s růstovými modely výšek 1, 2, 3 (Černý, Pařez, 1992) vzájemně



2. Porovnání průběhu a rozsahu bonitních vějířů RT Schwappachových - borovice, 1896 (S), RT ČSSR Řehák, 1980 (Ř) a Taxačních tabulek ÚHÚL, 1990 (TT) – Comparison of the pattern and range of pencils of growth curves in GT Schwappach - for pine, 1896 (S), GT ČSSR Řehák, 1980 (Ř) and Mensural tables ÚHÚL, 1990 (TT)



3. Porovnání průběhu a rozsahu bonitních vějířů RT ČSSR Řehák, 1980 (Ř) a Růstových modelů borovice Černý, Pařez, 1992 (RM 1, 2, 3) – Comparison of the pattern and range of pencils of height curves in GT ČSSR Řehák, 1980 (Ř) and Growth models of pine Černý, Pařez, 1992 (RM 1, 2, 3)

mezi sebou (obr. 3), vyznačují se růstové modely proti druhému vydání RT ČSSR (1980) větší strmostí ve vyšším věku, která se zvětšuje s klesající bonitou.

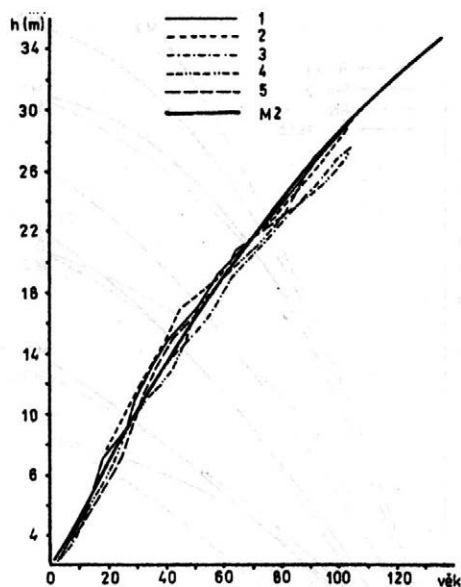
Výškové analýzy vzorníků horních kmenů borovice jsou v grafickém znázornění obsaženy na obr. 4 až 8. Analyzované soubory vzorníků se na lepších a středních bonitách vyznačují malým rozptylem údajů. Výškové analýzy jednotlivých vzorníků tak vytvářejí poměrně úzký svazek růstových výškových křivek (obr. 4 až 7). Ze zobrazení je však zároveň patrné, že jednotlivé vzorníky si v celém průběhu výškového růstu nezachovávají své výškové postavení vůči sobě. Překvapivá je poměrně značná strmost výškových křivek na středních a horších bonitách.

Rozdílný od ostatních souborů je počáteční vývoj výškových růstových křivek do 30 let na obr. 6 (TVP Oleška), vykazující v mládí poměrně malé stoupání; naopak v pozdějším věku se tento soubor vzorníků vyznačuje největší strmostí výškové růstové křivky. Mohlo by se tu jednat o odlišný způsob založení a výchovy porostu v nejmladším období.

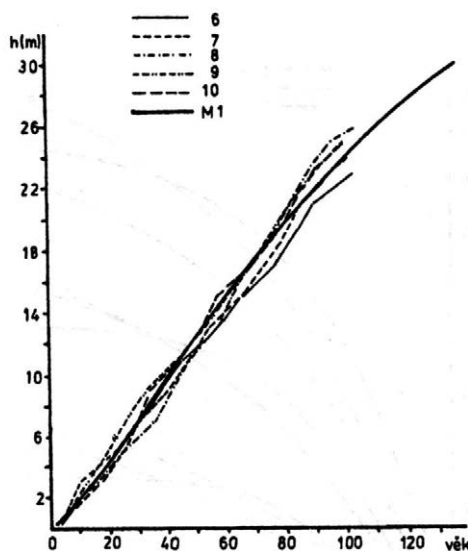
Značně diferencovaný již u jednotlivých vzorníků v rámci jednoho souboru je výškový růst na nejnižších bonitách (oblast Manětína) na chudých kaolinových

píscích (obr. 8). Projevují se zde i mikrorozdíly ve vlastnostech stanoviště; k lepšímu zdůvodnění těchto rozdílů by bylo třeba znát historii založení a výchovy porostů. V rámci zobrazení skutečného průběhu výškových růstových křivek souboru analýz z horních kmenů je zároveň vždy zakreslen růstový výškový model 1, 2 nebo 3 (Černý, Pařez, 1992), který nejlépe vyhovuje danému průběhu výškových křivek (obr. 4 až 8).

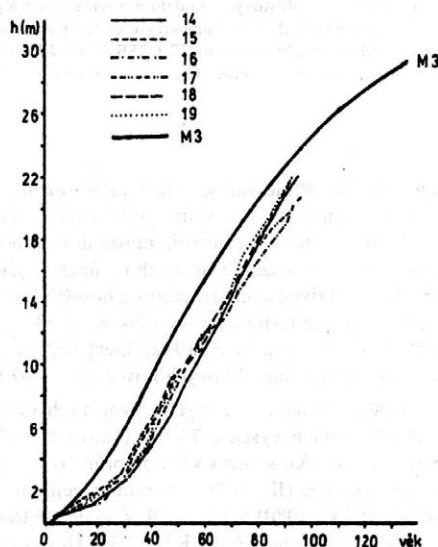
Souhrnné porovnání úsekových vývojových výškových křivek horních výšek z TVP, výškových analýz průměrných vzorníků spolu s křivkou průměrných výšek z inventarizace (IL 1970) s bonitním vějířem RT ČSSR (Řehák, 1980) je na obr. 9. Z výsledné transformace do bonitního vějíře RT ČSSR (Řehák, 1980) je patrné, že trvalé výzkumné plochy reprezentující střední až nejlepší bonity, výškové analýzy pak střední až nejhorší bonity. Zajímavá je relativní paralelnost jejich průběhu. Z grafického zobrazení je patrné, že úsekové vývojové výškové křivky z TVP a výškové růstové křivky z analýz protínají bonitní výškové křivky RT ČSSR (Řehák, 1980) a jsou tedy strmější. Tato strmost vůči bonitním křivkám se s klesající bonitou stupňuje. Střední bonitní výšková křivka se svým průběhem stále spíše než naznačeným výškovým



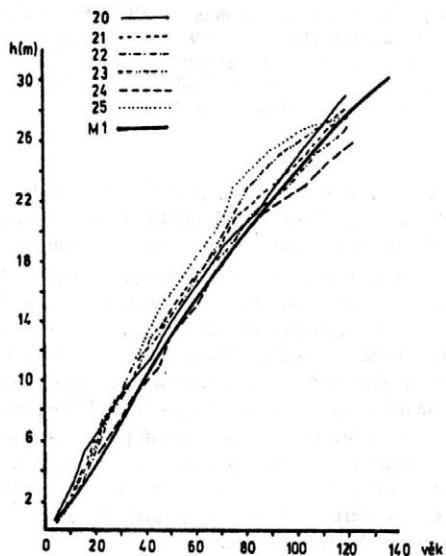
4. Výškové analýzy vzorníků borovice (Kostelec nad Černými lesy, Doubravčice) v porovnání s průběhem růstového výškového modelu (M 2) – Height analyses of pine sample trees (Kostelec nad Černými lesy, Doubravčice) in comparison with the pattern of growth model of height (M 2)



5. Výškové analýzy vzorníků borovice (Kostelec n. Č. l., Brník) v porovnání s průběhem výškového růstového modelu (M 1) – Height analyses of pine sample trees (Kostelec n. Č. l., Brník) in comparison with the pattern of growth model of height (M 1)



6. Výškové analýzy vzorníků borovice (Kostelec n. Č. l., Oleška) v porovnání s průběhem výškového růstového modelu (M 3) – Height analyses of pine sample trees (Kostelec n. Č. l., Oleška) in comparison with the pattern of growth model of height (M 3)

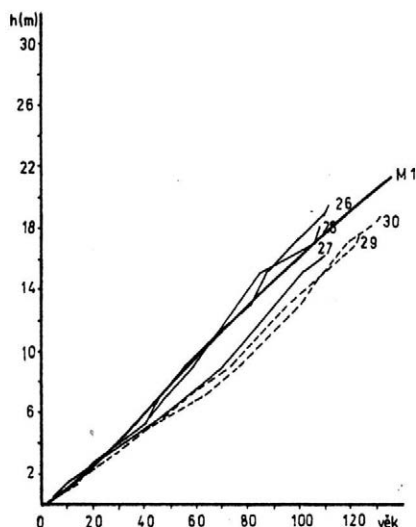


7. Výškové analýzy vzorníků borovice (Třeboň) v porovnání s průběhem výškového růstového modelu (M 1) – Height analyses of pine sample trees (Třeboň) in comparison with the pattern of growth model of height (M 1)

růstovým trendům přibližuje střední inventarizační křivce IL 1970 (obr. 9).

V závěru (obr. 10) je provedeno obdobné souhrnné grafické porovnání úsekových vývojových výškových

křivek z TVP, výškových analýz průměrných vzorníků s růstovým modelem výšek borovice č. 1 (Černý, Pařez, 1992). Z průběhu zobrazení je patrná poměrně dobrá vzájemná shoda růstových modelů výšek M 1



8. Výškové analýzy vzorků borovice (Manětín) v porovnání s průběhem výškového růstového modelu (M1) – Height analyses of pine sample trees (Manětín) in comparison with the pattern of growth model of height (M1)

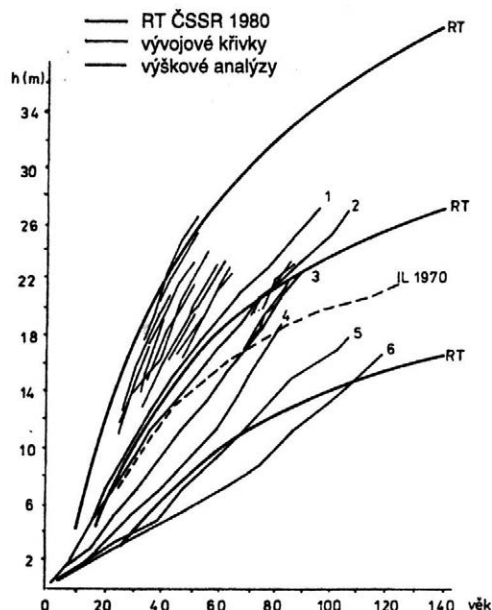
se strmostí jednotlivých výškových křivek s výjimkou TVP Oleška, kde mají výškové analýzy od ostatních souborů výrazně odlišný růst, a nejhorších bonit představených výškovými analýzami z oblasti Manětína.

## ZÁVĚR

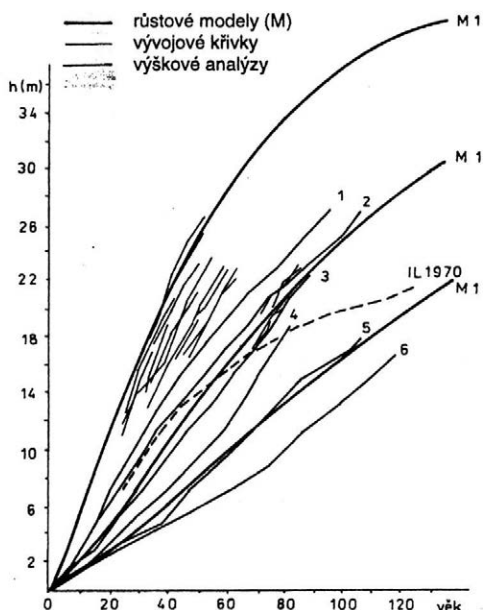
Tvorba výškového bonitního věří je jednou ze základních otázek konstrukce růstových tabulek. Ucelené údaje o výškovém růstu borovice z našich růstových poměrů odvodil v souvislosti s konstrukcí RT ČSSR této dřeviny Ř e h á k (1975, 1980).

Při vlastním metodickém postupu odvození bonitního věří druhého vydání těchto tabulek vycházel z úrovně tehdejších poznatků. Při vzájemném grafickém porovnání bonitních věří v článku uvedených růstových tabulek prokazuje bonitní věří druhého vydání RT ČSSR 1980 vyšší strmost a největší rozsah.

Výškové růstové křivky borovice získané z výškových analýz horních kmenů této dřeviny z různých růstových oblastí spolu s úsekovými vývojovými výškovými křivkami vzniklými pospojováním jednotlivých



9. Výsledné porovnání úsekových vývojových grafikonů z opakovaného měření horních výšek TVP, výškových analýz průměrných vzorků [Doubravčice (1), Třeboň (2), Brník (3), Oleška (4), Manětín (5) vzorků 26, 28, Manětín (6) vzorků 29, 30] a křivky průměrných výšek inventarizace lesů 1970 s bonitním věřím RT ČSSR 1980 – Resultant comparison of path developmental diagrams from repeated measurements of upper heights on PRP, height analyses of average sample trees [Doubravčice (1), Třeboň (2), Brník (3), Oleška (4), Manětín (5) sample trees 26, 28, Manětín (6) sample trees 29, 30] and the curves of mean heights of forest inventory in 1970 with the pencil of height curves in GT ČSSR 1980



10. Výsledné grafické porovnání úsekových vývojových výškových grafikonů z opakovaných měření horních výšek na TVP a růstových výškových křivek z výškových kmenových analýz průměrných vzorků [Doubravčice (1), Třeboň (2), Brník (3), Oleška (4), Manětín (5) vzorků 26, 28, Manětín (6) vzorků 29, 30] a růstových modelů výšek (M1) – Resultant graphical comparison of path developmental height diagrams from repeated measurements of upper heights on PRP and growth curves of heights from height stem analyses of average sample trees [Doubravčice (1), Třeboň (2), Brník (3), Oleška (4), Manětín (5) sample trees 26, 28, Manětín (6) sample trees 29, 30] and growth models of heights (M1)

výškových údajů z opakovaných měření na TVP se vyznačují poměrně značným stupněm paralelního průběhu a představují tak určitý trend výškového růstu.

Porovnáme-li s tímto empirickým materiálem klasický bonitní vějíř, v druhém vydání RT ČSSR (1980) naznačují vývojové výškové křivky tohoto bonitního vějíře protínáním uvedených výškových růstových trendů ještě stále rozdílnou strmost průběhu. Provedeme-li toto grafické porovnání uvedených výškových růstových trendů s vývojovými křivkami výšek získaných z růstových modelů výšek (Černý, Pařez, 1992), dostáváme odlišný výsledek. Grafické porovnání vyznívá příznivěji ve víceméně vzájemném paralelním průběhu. Je to výsledek objektivnějšího vyhodnocení směrového pole výškových údajů získaného z opakovaných měření rozsáhlého empirického materiálu, kdy růstové modely výšek jsou sestaveny za pomoci výpočetní techniky novým konstrukčním způsobem.

### Literatura

- ČERNÝ, M. - PAŘEZ, J.: Růstové modely hlavních dřevin České republiky (zpracovaná první verze RM hlavních dřevin). Pyrus 1992: 46.
- HAMILTON, G. Y. - CHRISTIE, J. M.: Forest management tables (Metric). London, 1971.
- KORF, V.: Vymezení výškového růstového oboru pro smrkové růstové tabulky. Lesnictví, 19, 1973: 855-868.
- KOUBA, J.: Poznámky k vývoji lesů a změnám jejich růstového prostředí. Sbor. Lesy a lesní hospodářství ve třetím tisíciletí. Praha, ČSVTS 1990.
- LEMBCKE, G. - KNAPP, E. - DITTMAR, O.: DDR Kiefern-Ertragstafel. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, 1975.
- PRETZSCH, H.: Wachstum Merkmale, Süddeutsche Kiefernbestände in den letzten 25 Jahren. Forstl. Fachungsberichte, München, 1985.
- ŘEHÁK, J.: Bezčasové vztahy mezi porostními veličinami. In: Zbor. ref. z ved. symp. Metodika vyhotovenia rastových tabuliek. Zvolen, VÚLH 1974: 49-56.
- ŘEHÁK, J.: Návrh růstových tabulek pro borovici. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1975.
- ŘEHÁK, J.: Rozbor růstových procesů stejnověkých porostů borovice. [Závěrečná zpráva.] VÚLH Kostelec nad Černými lesy, 1980.
- SEQUENS, J.: Ověření bonitního vějíře borových RT ČSSR 1980 na podkladě rozboru výškového růstu této dřeviny. [Závěrečná zpráva.] ÚAEE Kostelec nad Černými lesy, 1985.
- SCHMIDT, A.: Der Verlauf des Höhenwachstums von Kiefern auf einigen Standorten der Oberpfalz. Forstwiss. Cbl., 88, 1969: 33-40.
- SCHWAPPACH, A.: Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. Prag, 1943.
- Taxační tabulky ÚHÚL - Brandýs nad Labem, VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1990: 27.

SEQUENS, J. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Praha): *A pencil of height curves and trends of height growth in pine*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (12): 550-556.

Creation of a pencil of height curves is one of the principal issues of growth table construction. Řehák (1975, 1980) deduced complex data on height growth and developmental height curves of this species for pine in the local conditions as part of the 1st and 2nd edition of GT of the CSSR. Graphical comparison of the pencil of height curves in these tables (Řehák, 1980) with the pencils of height curves in Schwappach's growth tables (pine 1896) and of some other neighboring countries has shown the larger range of the terminal pencil of pine height curves in the GT CSSR, and greater kurtosis of curves in higher height classes. The kurtosis of the height curves of the given pencil of height curves was however still insufficient (Sequens, 1980) when the author graphically compared the upper parts of pine stems with the height analyses of sample trees conducted in different regions of the Czech Republic, and with the pattern of path developmental height curves from repeated mensurations on permanent research plots of this species. The applied data on empirical material have confirmed the finding cited in technical literature in the last decades that the trends of height growth are different from previous observations as for the parameter such as height, particularly by greater kurtosis of the curves.

Forest management specialists did not approve the growth tables of CSSR pine constructed in the eighties nor the growth tables of other tree species (Řehák, 1980), and the commission nominated for the purpose of preparing IIIrd edition of GT CR finally agreed on an opinion that its members were not going to create growth tables with a traditional pencil of curves but they would apply the construction of general growth models (GM) for these purposes. This procedure enables to use efficiently, by means of computers and mathematical models, the results of directional fields of height from the empirical data of monitoring plots investigated. The first applicable version of these growth models (GM) of pine height (Černý, Pařez, 1992) is based, in the authors' opinion, on such a deeper analysis of height development. Better goodness of fit, particularly for medium and better height classes, was obtained by another graphical comparison of these growth models with the previously mentioned analyses of pine stems and path developmental height curves from PRP.

pine; pencil of height curves; growth models of height; height analysis of stem; path developmental height curves; trends of height growth

Došlo 1. 7. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Josef Sequens, CSc., Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát

## RAKOUSKÝ PLÁN ROZVOJE LESA

Podle současného lesního zákona jsou v Rakousku stanoveny tři lesnické územní plány, a sice plán pásem ohrožení, odborný lesní hospodářský plán a plán rozvoje lesa. Plán pásem ohrožení je zpracováván lesotechnickou službou hrazený bystřin a lavin a slouží ke stanovení stupně ohrožení území a sídlišť živelními jevy (laviny, mury, velké vody, svahové sesuvy). Odborný lesní hospodářský plán je v kompetenci majitele lesa a plán rozvoje lesa zohledňuje veřejné zájmy na lesích. Zahrnuje popis a výhledové plánování lesních poměrů pro celou oblast Rakouska, stanoví hlavní funkce lesů a tvoří důležitý podklad pro lesopolitická rozhodnutí.

Za účelem zhotovení plánu rozvoje lesa byl celý komplex rakouských lesů rozdělen na 87 plánovacích oblastí, které převážně odpovídají politickým okresům. Pro každou plánovací oblast jsou vytvářeny dílčí plány, které se skládají z textové a mapové části. Výkonnými plánovacími orgány jsou okresní a zemské lesní úřady. Ukončené dílčí plány prověřuje a schvaluje spolkové ministerstvo zemědělství a lesního hospodářství. Plán rozvoje lesa má desetiletou platnost. Po uplynutí této doby musí být revidován a znovu schvalován.

Jádrum rozvojového plánu jsou tzv. funkční plochy, které se vymezují na podkladě hlavních funkcí lesů. Nejmenší velikost evidované funkční plochy činí 10 ha. Rozeznávají se následující hlavní funkce: produkční, ochranné, veřejného zájmu a rekreační. Tyto funkce jsou definovány v lesním zákoně.

Produkční funkce je hospodářsky trvalá produkce surového dříví pěstebními metodami.

Ochranná funkce je působení lesa, které chrání zvláště před elementárním nebezpečím (např. laviny, mury, padání kamení). K tomu se počítá také udržování půdy proti erozním jevům jako je odplavování půdy a větrná eroze, tvorba štěrkových nánosů a svahových sesuvů. Ochranné funkce všeobecně připadají v úvahu také u horní hranice a stepní hranice lesa.

Pod funkcí veřejného zájmu se rozumí působení lesa na životní prostředí, tj. především jeho vyrovnávací účinky na klima a hospodaření s vodou, jeho vliv na čištění a obnovu ovzduší a vody i na snižování hluku.

Rekreační funkcí se rozumí působení lesa jako prostoru pro rekreaci člověka, přičemž je toto působení zvláště významné v blízkosti oblastí se soustředěným průmyslem a obyvatelstvem.

Na každé funkční ploše jsou tři mimoprodukční funkce oceňovány hodnotovými čísly od 1 do 3. Ta funkce, která obdrží hodnotové číslo 3, je funkcí hlavní. Jestliže toto nejvyšší ohodnocení obdrží více mimoprodukčních funkcí, bylo rozhodnuto, že nejvyšší prioritu bude mít funkce ochranná před funkcí veřejného zájmu a funkcí rekreační.

Produkční funkce (tj. hospodářská funkce) není oceňována žádným hodnotovým číslem, ale bylo stanoveno, že všude tam, kde žádná ze tří mimoprodukčních funkcí neobdrží nejvyšší ocenění (tj. číslo 3), představuje produkční funkce automaticky funkci hlavní s tím, že se současně zaručí trvale přiměřené hospodaření ve smyslu lesního zákona k zajištění žádoucích účinků lesa.

První dílčí rozvojový plán byl dokončen a schválen v roce 1980, poslední v roce 1990. Ze zhodnocení rozvojového plánu vyplynulo, že u 64,5 % funkčních ploch byly vytypovány produkční funkce jako funkce hlavní, u 30,7 % to byla funkce ochranná, u 3,6 % funkce veřejného zájmu a u 1,2 % funkce rekreační.

Dále se ukázalo, že asi polovina ploch s ochrannou funkcí vyžaduje naléhavě opatření ke zlepšení této funkce, zatímco u produkční funkce je to asi jen jedna čtvrtina.

Plán rozvoje lesa tvoří podklad pro výkon lesního práva a má odpovídající velkou úlohu při podpoře a realizaci odborných dobrozdánů. Přesto, že není závazný ze zákona, jeho praktické použití jako rozhodovací pomůcky při výkonu lesního práva, při tvorbě hlavních aspektů těžby a lesopoličických aktivit (jako je např. nástin zlepšení ochranného lesa) mu propůjčují de facto řídící a usměrňovací působení.

Mnohonásobné požadavky k využití ploch krajiny společností budou stále větší, intenzivnější a rozsáhlejší. Protože rozvojový plán lesa a lesnické územní plánování samo představují posouzení krajiny jako přírodního prostoru, mohou přispět svými objektivními informacemi k vyřešení nebo k zabránění existujících konfliktů, vznikajících svévolným zájmovým plánováním obecného územního plánu (např. v zájmu myslivosti, lesní pastvy, turistiky, osídlování, sportu apod.).

Síla plánu rozvoje lesa spočívá v jeho přírodně územní informační hodnotě, která dává pro lesnické i mimolesnické plánování rozhodující podněty k ekologicky únosnému využití krajiny, zejména lesa.

Plán rozvoje má ve své vypovídací dimenzi nejen váhu z hlediska lesnické politiky, ale také z hlediska politiky životního prostředí a tím i centrální politiky společnosti. Jako souhrnný znalecký posudek lesních funkčních ploch dokumentuje rozsáhlé poslání lesnictví ve veřejném zájmu i v zájmu vlastníků lesa, když lesy krajiny začleňuje do socioekonomické situace s respektováním přírodních poměrů.

(Podle referátu dipl. ing. dr. W. K u d j e l k y na konferenci IUFRO 1992 k otázkám plánování v lesním hospodářství, konané v Praze, zpracoval M. N o v o t n ý.)

**Jobidon, R.: Nitrate fertilization stimulates emergence of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) under forest canopy (Hnojení dusičnany podněcuje vzejtí maliníku pod korunovým zápojem)**

Fertilizer Research, 1993, s. 91-94 - 1 obr., 1 tab., lit. 16

Hnojení dusíkem ve formě dusičnanu podnítilo klíčení spícího semene maliníku, které bylo uloženo v nadložním humusu padesátiletých jehličnatých porostů ve východní části kanadského Quebecu. V kanadských podmínkách maliník způsobuje pomalý růst jehličnatých semenáčků a jehličnany může potlačovat po mnoho let. Byl zjištěn významný lineární účinek mezi dávkami dusičnanu a počty maliníkových semenáčků po dvě za sebou následující vegetační období. Ukazuje se, že hnojení ovlivňovalo vzejtí maliníku po dvou letech více než po prvním roce. Těžební operace a příprava půdy zvyšují nitrifikaci a také částečně podporují vzejtí maliníku. Je proto pochopitelné, že se diskutuje o potenciálním účinku dusičnanu na dormanci semen maliníku, zvláště v souvislosti s těžebními zásahy. Na základě komplexních znalostí by se měla předepisovat technika jak těžby, tak příprava stanoviště. Studie se realizovala v zapojených porostech. Semena maliníku mají poločas rozpadu 100 let. Na mechanicky narušených stanovištích semena klíčí již během tří let. - 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 1995, No. 1, uveřejní tyto příspěvky:**

Kantor P.: Vodní režim bukového porostu před jeho obnovou holou sečí a po ní – Water relations in a beech stand before and after its regeneration by clear felling

Hromas J.: Koroptev v českých zemích dříve a nyní – The partridge in the Czech Lands before and now

Šmelko Š.: Možnosti uplatnenia dvojfázového výberového postupu pre zobjektívnenie odhadu poškodenia korún stromov v procese monitorovania stavu lesa – A possibility of utilization of the two-phase sampling design for objectivization of an estimate of the crown damage of trees in the process of monitoring of the forest status

Hanák K.: K některým netradičním možnostem zpevňování lesních odvozních cest – Some nontraditional methods of forest hauling road pavement

Skoupý A., Šťastný H., Zach J.: Způsob měření čerpatelnosti olejů určených k mazání řetězů motorových pil za nízkých teplot – A method of measuring pumpability of oils used for power saw chain lubrication at low temperatures

Grunda B.: Objemová hmotnost půdy v půdní mikrobiologii – Bulk density of soil in soil microbiology

### **REFERÁT**

Trzesniowski A.: Prospects for the use of multifunctional machines in mountain forests

---

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