


**LESNICKÝ PRŮVODCE 2/2007**



**Specifika pěstování  
a využití materiálu  
smrku ztepilého  
*Picea abies* (L.) KARST.  
pro horské oblasti**

Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc.  
Ing. Jan Leugner  
RNDr. Jarmila Martincová

**Recenzované  
METODIKY PRO PRAXI**

**Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.  
Výzkumná stanice Opočno**



**Specifika pěstování a využití  
sadebního materiálu  
smrku ztepilého *Picea abies* (L.) KARST.  
pro horské oblasti**

Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc.  
Ing. Jan Leugner  
RNDr. Jarmila Martincová

Strnady 2007

## **Lesnický průvodce 2/2007**

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.  
Strnady 136, 252 02 Jíloviště  
<http://www.vulhm.cz>

Odpovědný redaktor: Mgr. E. Krupičková  
e-mail: [krupickova@vulhm.cz](mailto:krupickova@vulhm.cz)

Určeno pro služební potřebu

ISBN 978-80-86461-86-1  
ISSN 0862-7657

# **Specific breeding and use of Norway spruce *Picea abies* (L.) KARST. planting stock for mountain localities**

## ***Abstract***

The methodology is focused on cultivation of Norway spruce (*Picea abies* /L/ KARST.) planting stock used for artificial regeneration in mountain localities. In regard to different growth dynamics and higher variability of Norway spruce mountain populations' seedlings, the main attention is paid to specific demands on planting stock sorting, when it is necessary to cultivate the whole growth spectrum of seedlings. Natural environment of suitable forest nurseries where planting stock for mountain localities can be grown, and the possibilities of the use of individual planting stock types are defined.

**Key words:** breeding of Norway spruce planting stock, mountain localities

**Klíčová slova:** pěstování sadebního materiálu, smrk ztepilý, horské oblasti

Recenzenti: Doc. Ing. V. Hynek, CSc.  
Ing. J. Svoboda, M.Sc.

*Adresa autorů:*

Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., Ing. Jan Leugner, RNDr. Jarmila Martincová  
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Odborná východiska pro tvorbu metodiky .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Optimalizace standardů kvality sadebního materiálu smrku ztepilého pro 8. LVS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Specifické požadavky na pěstování sadebního materiálu smrku pro 8. LVS v lesních školkách .....	8
3.1.1 Poloha lesní školky .....	8
3.1.2 Pěstování semenáčků .....	9
3.1.3 Manipulace se semenáčky .....	10
3.1.4 Pěstování výsadbyschopného sadebního materiálu .....	10
3.2 Zásady pro manipulaci s výsadbyschopným sadebním materiálem smrku ztepilého z 8. LVS (od vyzvednutí ve školce po fázi výsadby do lesních porostů) .....	12
3.3 Zásady pro použití sadebního materiálu smrku ztepilého při umělé obnově lesa v 8. LVS .....	13
<b>4 Optimalizace standardů kvality sadebního materiálu smrku ztepilého pro 7. LVS .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Souhrn .....</b>	<b>16</b>
<b>Summary .....</b>	<b>17</b>
<b>Příloha</b>	
<b>Výchozí podklady pro zpracování metodiky .....</b>	<b>18</b>
Poznátky z naší a zahraniční literatury v problematice sadebního materiálu smrku ztepilého původem z horských poloh .....	18
Praktické poznátky z našich experimentů .....	20
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>24</b>



# 1 Úvod

Pokud mají při umělé obnově lesa v horských polohách vzniknout stabilní a zdravé lesní porosty plnící nejen produkční, ale hlavně i mimoprodukční funkce lesa, musí být použit mimořádně kvalitní sadební materiál. Přitom se nejedná pouze o morfologické parametry (standarty kvality), ale i fyziologickou a především genetickou kvalitu. Genetickou kvalitu reprodukčního materiálu lesních dřevin poměrně přesně vymezuje platná legislativa (vyhláška č. 139/2004 Sb., podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin). Výrazného pokroku bylo dosaženo i na úseku kvantifikace morfologických standardů kvality, které vymezuje technická norma ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. Neopomenutelné parametry morfologické kvality sadebního materiálu se staly součástí tzv. „obchodovatelných standardů“, určených platným zněním zákona (ZORM) č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem a jeho prováděcími předpisy (vyhláška č. 29/2004 Sb.). Touto legislativou jsou stanovena i obecná kritéria fyziologické kvality sadebního materiálu.

V souvislosti s vyššími nebo extrémnějšími horskými polohami se naskýtá otázka, do jaké míry jsou tato opatření na úseku kvality sadebního materiálu dostačující nebo kde je nutné je blíže specifikovat a doplnit. Často je například nastolována otázka, zda-li je nezbytné pro tyto extrémní polohy sadební materiál dlouhodoběji pěstovat v podobných stanovištních podmínkách (aklimatizační školky), do jaké míry ovlivní prostředí školek v nižších polohách ujímavost a růst sazenic po výsadbě na horské holiny, zda je nezbytné přistupovat specificky k třídění semenáčků z 8. lesního vegetačního stupně (dále LVS) a extrémnějších poloh 7. LVS. Tyto problémy jsou z hlediska stability horských lesních systémů velmi závažné a při jejich řešení převažují zájmy celospolečenské nad zájmy vlastníků lesa. Alarmujícím zjištěním v 90. letech minulého století byla například skutečnost, že v lesních školkách se k atypickému růstu semenáčků z nejvyšších poloh (8. LVS) prakticky nepřihlíželo; vzrůstem malí jedinci (tzv. pomaleji rostoucí) byli často vyřazováni do výmětu.

Specifickými problémy pěstování sadebního materiálu pro horské polohy se v rámci dlouhodoběji koncipovaného výzkumu zabýváme již po řadu let. Nejvíce vědeckých poznatků bylo soustředěno u smrku ztepilého, kde máme k dispozici experimenty zakládané v modelové horské oblasti od roku 1990. Za velmi závažný poznatek výzkumu považujeme, že se potvrzují hypotézy o nutnosti specifického přístupu k pěstování a výběru standardů smrku pro vyšší horské polohy, zejména pro 8. LVS. Jinak podle našeho názoru hrozí nebezpečí zužování genetického spektra výsadeb s předpokládanými dopady na stabilitu zakládaných lesních porostů.

Současná úroveň vědeckých poznatků z těchto pokusů již umožňuje formulovat určité praktické postupy, které by mohly výrazně zkvalitnit obnovu lesa



v horských polohách. Předpokládáme, že tato metodika by měla sloužit nejen pro vlastní praxi umělé obnovy lesa, ale především pro orgány státní správy. Principy zde uvedené by měly být využity zapracováním do legislativy (např. v rámci požadavků hospodářského plánování, plánů péče o chráněná území apod.).

V předkládané metodice jsou uvedeny nejen poznatky ve formě praktických návodů, ale pro přiblížení problémů i nejdůležitější poznatky z literatury a našich experimentů, o které se následná praktická doporučení opírají.

## **2 Odborná východiska pro tvorbu metodiky**

Jako východisko pro navržení optimálních způsobů pěstování sadebního materiálu pro vyšší horské polohy byly zpracovány poznatky z naší i zahraniční literatury a výsledky vlastních dlouhodoběji sledovaných experimentů. Přehled těchto výchozích poznatků a literárních pramenů je uveden v příloze.

## **3 Optimalizace standardů kvality sadebního materiálu smrku ztepilého pro 8. LVS**

Pěstování sadebního materiálu smrku pro smrkový lesní vegetační stupeň (8. LVS) má některé specifické požadavky v porovnání s pěstováním sadebního materiálu pro nižší polohy. Vyplývá to jednak ze skutečnosti, že sazenice jsou vysazovány do vyšších horských poloh s extrémnějšími podmínkami prostředí, jednak z geneticky podmíněného specifického charakteru růstu semenáčků vysokohorského klimatického ekotypu smrku (blíže viz kap. 2).

### **3.1 Specifické požadavky na pěstování sadebního materiálu smrku pro 8. LVS v lesních školkách**

#### **3.1.1 Poloha lesní školky**

- Výsev osiva a pěstování semenáčků pro školkování je třeba realizovat v lesních školkách, kde je reálné zajistit standardní mikroklimatické a půdní podmínky pro sje. Při dodržení tohoto požadavku není nadmořská výška školky limitující.
- Sazenice smrku z 8. LVS se po zaškolování semenáčků nebo jejich přesazení do pěstebních obalů dopěstovávají v lesních školkách v nadmořských výškách klimaticky odpovídajících minimálně 500 m n. m. Dlouhodobější pěstování v extrémních nadmořských výškách (nad 1 000 m) není z ekonomických, ale i biologických hledisek výhodné.
- Význam nadmořské výšky lesní školky narůstá v případě speciálního pěstování sadebního materiálu pro nejextrémnější lokality 8. LVS (mrazové polohy,

suťové nebo zamokřelé lokality), kde je optimum pěstování sadebního materiálu v nadmořských výškách 700 až 900 m n. m.

- Pro pěstování sadebního materiálu smrku pro podsadby jsou vhodné lesní školky klimaticky odpovídající minimálně nadmořské výšce 500 m n. m. Preferovány jsou vyšší nadmořské výšky (700 až 900 m n. m.), které umožňují snadnější a rychlejší srovnání fenofází mezi lesní školkou a místem výsadby.

Poznámka:

Striktní vymezení nadmořské výšky může být zavádějící vzhledem k odlišným podmínkám v různých horských oblastech. Obtížně lze např. porovnávat bezprostřední vliv nadmořské výšky v Beskydech, Jeseníkách, Krkonoších a Krušných horách. Obdobně může například školka v 400 m vzhledem k své expozici a mikroklimatu mít pro pěstování sadebního materiálu pro horské podmínky příznivější klimatické podmínky než výše položená školka. Vždy je proto potřeba mimo nadmořské výšky posuzovat i další kritéria, jako jsou například teplotní bilance stanoviště, délku vegetační doby, stanovištní podmínky apod.

### 3.1.2 Pěstování semenáčků

- Semenáčky pěstujeme jak v plnosíjích, tak v proužkových nebo řádkových síjích, na venkovních záhonech se substrátem nebo minerální půdou. Optimální pH půdy je 4,5 až 5,5.
- Optimální hustota semenáčků je v plnosíji 500 – 600 ks/m<sup>2</sup>, u proužkové nebo řádkové síje 60, maximálně 80 ks/bm proužku. Požadavek na relativně nižší hustotu výsevů, než je ve školkařské praxi obvyklé, je podmíněn potřebou vytvořit pro semenáčky dostatečný prostor k růstu nadzemních částí a kořenů a zajistit tak jejich vysokou kvalitu. Při vyšších výsevových dávkách dochází mimo jiné k dalšímu nepříznivému prohloubení geneticky podmíněné výškové diferenciace semenáčků.
- Výjimečně je možné realizovat síje a pěstovat semenáčky v prvním roce ve fóliovém krytu, nejlépe s využitím technologie krytokořenné sadby (výsevy do menších typů plastových sadbovačů, výběr biologicky vhodných obalů je popsán v kap. 3.1.4). Použití této intenzivní technologie není vhodné, pokud je sadební materiál určen pro nejextrémnější lokality 8. LVS (mrazové, suťové nebo zamokřelé lokality). V letním období musí být z fóliových krytů včas sundána fólie nebo se musí semenáčky přemístit na venkovní úložiště tak, aby došlo k řádné aklimatizaci a vyzrání letorostů. I v podmínkách fóliového krytu je u semenáčků nutné počítat s výraznou výškovou diferenciací, následně musí být technologicky zvládnuto další pěstování celého pěstovaného oddílu semenáčků. (viz kap. 3.1.3).
- Optimální obsah živin je třeba zajistit prostřednictvím hnojení půdy (substrátu) před výsevy na základě půdních analýz. Přihnojovat semenáčky fo-

liárně (mimokořenovou výživou ) se nedoporučuje. Obsah humusu v půdě by neměl poklesnout pod 3 %. Není vhodné používat hnojiva obsahující stimulatory růstu. Přípustná je pouze inokulace substrátu nebo minerální půdy mykorrhizními houbami.

- Rašelinné substráty používané pro výsevy a následné pěstování semenáčků by měly být před použitím proporcionálně vyhnojeny.
- Použití pesticidů by mělo být minimalizováno na nezbytný rozsah, a to pouze s využitím přípravků schválených pro lesní hospodářství. Přípustné je použití povolených přípravků na ochranu kořenů semenáčků proti oschnutí při vyzvedávání.

### **3.1.3 Manipulace se semenáčky**

- Specifickou vlastností semenáčků vysokohorského ekotypu smrku ztepilého (z 8. LVS) je geneticky podmíněná výšková diferenciace v rámci oddílu pěstovaného ve školce. Na základě vědecky ověřených poznatků nesmí být vzrůstově menší semenáčky vyřazeny z dalšího pěstování ve školce. Pokud je růstová diferenciace semenáčků tak výrazná, že neumožní současné mechanizované zaškolkování všech jedinců, je nutno menší semenáčky zaškolkovat odděleně (např. ručně nebo jiným mechanizovaným postupem), ale tak, aby dále fyzicky i evidenčně tvořily součást původního oddílu sadebního materiálu. Tím je vytvořen zásadní předpoklad pro dopěstování celého genetického spektra horských populací.
- Během manipulace se semenáčky od vyzvednutí po školkování nebo přesažení do obalů je nutné vyloučit fyziologické oslabení nebo poškození, které by mohlo následně způsobit další nežádoucí diferenciaci růstu nebo ztráty během dalšího pěstování ve školce.

### **3.1.4 Pěstování výsadbyschopného sadebního materiálu**

- Vzhledem ke geneticky podmíněné výškové diferenciaci semenáčků smrku ztepilého původem z 8. LVS je účelné využití kombinací pěstování prostokořenného sadebního materiálu (PSM) a krytokořenného sadebního materiálu (KSM). Doporučené pěstební postupy a jejich kombinace jsou uvedeny v tabulce 1.
- Pro pěstování PSM je třeba zajistit optimální obsah živin v půdě záhonů na základě půdních analýz. Obdobně jako u semenáčků se nedoporučuje používat hnojiva obsahující stimulatory růstu.
- Pro pěstování KSM se k plnění pěstebních obalů používá proporcionálně vyhnojený rašelinný substrát. Acidita substrátu by se v možné míře měla

přiblížit aciditě půdního prostředí na zalesňovaných plochách. Přípustná je inokulace substrátu mykorrhizními houbami.

- Pro školkování se používají prostokořenné semenáčky ve věku dvou let (2+0). Pro letní školkování je možné vyzvedávat semenáčky již ve věku 1,5 roku. Semenáčky vypěstované jako krytokořenné ve fóliových krytech se přesazují do větších typů obalů jako jednoleté (fk1+0).
- Školkování semenáčků je možné realizovat jak v jarním, tak letním termínu, nezbytné je zajištění optimální závlahy. Letní školkování je nutno ukončit podle půdních a klimatických podmínek školky nejdéle do konce srpna.
- V lesních školkách se zrnitostně těžšími půdami je třeba školkované semenáčky zazimovat na ochranu proti vytahování mrazem (například rašelinou nebo jiným substrátem).
- Pokud je sadební materiál pěstován pro podsadby, musí poloha záhonů nebo technické vybavení školky umožnit částečné přistínění kulisou lesa nebo stínovkami minimálně v první polovině vegetačního období.
- Výsadbyschopnosti lze obvykle dosáhnout po zaškolkování během dalších dvou let pěstování na záhonech, ve výše položených školkách během 3 let. V posledním roce mohou být sazenice osázeny do obalů. Doporučené standardy morfologické kvality výsadbyschopného PSM a KSM jsou uvedeny v tabulce 1.
- Vzhledem k přirozené výškové diferenciaci sadebního materiálu smrku ztepilého původem z 8. LVS by výška nadzemní části neměla být rozhodujícím jakostním parametrem. Hlavním kritériem standardní kvality by u tohoto sadebního materiálu měla být tloušťka kořenového krčku a kvalita kořenové soustavy (poměr kořenů k nadzemní části a absence deformací kořenů).
- Důležitá je „vyváženost“ (proporcionalita) parametrů nadzemních částí sazenic. Poměr výšky a tloušťky krčku (obě hodnoty v centimetrech), tzv. statnost sazenic nebo také štíhlostní kvocient, by u tří a čtyřletých sazenic smrku ztepilého neměl být vyšší než 60. Pro extrémní stanoviště, zejména na horských svazích, doporučujeme poměr ještě nižší.
- Pro pěstování KSM smrku je možné doporučit jak prorůstavé, tak neprorůstavé typy obalů. Ve výběru velikostí a typů pěstebních obalů je bezpodmínečně nutné se řídit doporučením ČSN 48 2115, vhodnou pomůckou je „Katalog biologicky vhodných obalů“, který vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno (blíže viz přehled literatury – JURÁSEK et al. 2006).
- Osázení do obalů představuje i u sadebního materiálu z 8. LVS možnost určité stimulace růstu po výsadbě na holiny. Toho lze využít u sazenic dopěstovávaných z pomaleji rostoucích semenáčků osazovaných do obalů po 1,5 až

dvou letech po zaškolkování. Je prokázáno, že kombinací těchto způsobů lze dopěstovat do dimenzí potřebných pro výsadbu jak rychleji rostoucí (jako prostokořenné), tak i pomaleji rostoucí (jako krytokořenné) jedince. Možné kombinace pěstebních postupů u rychleji a pomaleji rostoucích jedinců pěstovaného souboru jsou zřejmé i z tabulky 1.

- Pokud ani kombinací pěstebních postupů nedocílíme souběžné výsadby-schopnosti celého růstového spektra pěstovaného oddílu sazenic, je třeba pomaleji rostoucí jedince ve školce pěstovat ještě další rok. Nezbytným opatřením ale je, aby tato část dopěstovávaného oddílu byla použita pro vylepšování výsadeb založených v předchozím roce sadebním materiálem ze stejného oddílu.

### **3.2 Zásady pro manipulaci s výsadby-schopným sadebním materiálem smrku ztepilého z 8. LVS (od vyzvednutí ve školce po fázi výsadby do lesních porostů)**

U sadebního materiálu určeného pro vyšší horské polohy má mimořádný význam udržení vysoké úrovně fyziologické kvality. I relativně nepatrná kumulace stresů, která se při výsadbě sadebního materiálu v nižších klimaticky a stanovištně příznivějších lokalitách nemusí negativně projevit, znamená pro výsadbu v horské poloze výrazné fyziologické oslabení. Proto je bezpodmínečně nutné dodržovat následující zásady:

- U sadebního materiálu určeného pro horské polohy je třeba v maximálně možné míře předcházet fyziologickému oslabení a stresům.
- Dlouhodobé skladování v klimatizovaných skladech (přes celé zimní období) není vhodné.
- Krátkodobě je možno skladovat v klimatizovaných skladech nebo sněžných jámách po dobu 3 – 5 týdnů. Podmínkou je vyzvedávání sadebního materiálu pro skladování ve stavu vegetačního klidu (před prvními známkami zvětšování pupenů). Jako relativně bezproblémové bylo ověřeno skladování sazenic v uzavřených obalech pod sněhem.
- Bezpodmínečně je nutno dodržovat všechny zásady správné manipulace, především ochranu před vysycháním, přehřátím nebo poškozením mrazem během přepravy z lesní školky na místo výsadby. Fyziologickému oslabení a poškození je možné účinně předcházet přepravou v uzavřených obalech (pytle, uzavřené přepravky) nebo alespoň s dokonale krytými kořeny (v přepravkách, pytlích, přebalech kořenů apod.). U KSM nesmí během přepravy oschnout prorůstavý obal a substrát v něm. Velmi citlivý na fyziologické poškození (oschnutí) je i KSM z neprorůstavých typů obalů, který se obvykle přepravuje jako „pluggy“ vyjmuté s pěstebních buněk.

- Pokud je sadební materiál pěstován v nižších nadmořských výškách, má klíčový význam jeho včasné přesunutí na lokality klimaticky co nejbližší odpovídající místům výsadby (sněžné jámy, úložiště KSM), aby se doba rašení přiblížila co nejvíce podmínkám stanoviště výsadby.

### **3.3 Zásady pro použití sadebního materiálu smrku ztepilého při umělé obnově lesa v 8. LVS**

- Pro prostokořenný i krytokořenný sadební materiál smrku se zásadně používá technologie jamkové sadby, kořenové systémy musí být během výsadby chráněny před ztrátou vlhkosti a při vlastní výsadbě nesmí docházet k ohýbání a deformacím kořenů.
- Sadební materiál smrku je třeba vysazovat dostatečně hluboko (mírně „utopení“ kořenových krčků). Kořeny vyrůstající z adventivních základů potom mohou výrazně posílit růst a rozvoj kořenové soustavy stromku.
- Pro výsadbu na konkrétní lokalitě je nutné použít sazenice průřezově z celého růstového spektra sadebního materiálu, tj. sazenice vypěstované jak z rychleji, tak pomaleji rostoucích semenáčků. Sazenice z pomaleji rostoucích semenáčků je třeba umístit na zalesňované ploše rozptýleně. Podle poznatků výzkumu vytvoří s největší pravděpodobností tyto jedinci kostru klimaxového porostu.
- Pokud nemohou být v lesní školce pomaleji rostoucí jedinci vysazeni na obnovovanou plochu současně (nepodařilo se je ve školce současně dopěstovat s rychleji rostoucími sazenicemi), je třeba je použít k prosadbě nebo vylepšení výsadeb založených z dříve dopěstovaných „větších“ sazenic.
- Dodatečné vysazení pomaleji rostoucích jedinců odděleně v blízkosti výsadby dříve založené sazenicemi stejného původu (rychleji rostoucí část oddílu) sice vytvoří předpoklad pro zachování genetického spektra budoucích porostů (možnost sprášení při generativní reprodukci), ale nezajistí stabilitu zakládání porostu a jeho odolnost vůči extrémním klimatickým zvrátům.

## **4 Optimalizace standardů kvality sadebního materiálu smrku ztepilého pro 7. LVS**

V bukosmrkovém lesním vegetačním stupni (7. LVS) je smrk ztepilý zastoupen tzv. přechodným ekotypem, který je přechodem mezi klimatickým ekotypem vysokohorským (8. LVS) a ekotypem horským (5. – 6. LVS). Sadební materiál pěstovaný v lesních školkách z osiva ze 7. LVS již nevykazuje výraznější geneticky podmíněnou růstovou variabilitu. Přesto považujeme za žádoucí řídit se pokyny podrobně uvedenými pro pěstování a použití smrku ztepilého v 8. LVS s následujícími změnami a doplňky:

- Pro pěstování semenáčků i sazenic smrku ztepilého pro 7. LVS není nadmořská výška školky limitujícím faktorem. Sadební materiál je možné pěstovat ve všech školkách bez omezení nadmořskou výškou. Z hlediska synchronizace fenofází (především doby rašení) je pro extrémnější stanoviště 7. LVS (1 000 m n. m.) optimální pěstování v nadmořských výškách kolem 500 m n. m. a vyšších.
- Realizace sítí a pěstování semenáčků je mimo klasických sítí na venkovní záhony běžná i ve fóliových krytech nebo sklenících. Ke školkování je možno použít dvouleté nebo i jednoleté semenáčky.
- U semenáčků je možno používat foliární hnojení, přednost by ale mělo mít hnojení substrátu nebo minerální půdy před výsevem.
- Při pěstování semenáčků ve sklenících a fóliových krytech je nezbytné včasné otužení semenáčků před školkováním (úprava režimu výživy, závlahy, včasné sejmutí fólie, vyvezení semenáčků ze skleníků apod.).
- Třídění semenáčků před školkováním se již řídí běžnými školkařskými postupy, kdy jsou vytříděny semenáčky s nedostatečným vývojem nadzemní části a kořenů, poškozené škůdci apod. (vyřazování výmětu). Vzhledem k doporučené nižší hustotě semenáčků na záhonech by měl být ale podíl výmětu minimální.
- Při pěstování sazenic po zaškolkování je povoleno hnojení během vegetačního období; v posledním roce před vyzvedáváním je nutné omezit hnojení dusíkem. Základem pro optimální výživu je ale dostatečná zásoba živin v půdě upravená před školkováním na základě půdních analýz.
- Pro umělou obnovu lesa v 7. LVS je možno používat i krytokořenný sadební materiál smrku pěstovaný intenzivními technologiemi (plugy).
- Doporučené typy a morfologické charakteristiky prostokořenných a krytokořenných sazenic smrku ztepilého pro 7. LVS jsou uvedeny v tabulce 1.
- Sadební materiál pro 7. LVS je možné dlouhodobě skladovat i v klimatizovaném skladu. Takto skladovaný materiál však není doporučen pro extrémnější, zejména suchá stanoviště.

**Tab. 1.**

Doporučené typy a morfologické charakteristiky pěstování sadebního materiálu smrku ztepilého pro horské oblasti  
 Recommended types and morphological characteristics of Norway spruce planting stock for mountain localities

Dřevina	LVS	Věk a způsob pěstování <sup>1)</sup>	Výška (cm) <sup>4)</sup>			Minimální průměr krčku (mm) <sup>4)</sup>	Maximální štíhlostní kvocient <sup>2)</sup>	Minimální poměr K : N <sup>3)</sup>
			minimální	optimální	maximální			
SM	8. LVS rychle rostoucí	2+2; 1,5+2; 1,5+1,5+k0,5; 2+2+ k0,5; fk1+k1,5	25	30 - 35	50	5	60	1 : 2
	8. LVS pomalu rostoucí	2+2; 2+3; 1,5+2,5; 1,5+2,5+k0,5; 2+2+k0,5; fk1+k2	20	25 - 35	50	5	60	1 : 2
	7. LVS	2+2; 2+3; 1,5+2,5; 1+2; f1+2(3); 2+1+k1; 2+2+ k0,5	25	25 - 45	50	5	60	1 : 3
	7. LVS plugy	fk1+k1; fk0,5+k1,5; fk0,5+k2	20	25 - 35	40	4	70	1 : 2

Vysvětlivky:

- 1) označení podle ČSN 48 2115
- 2) štíhlostní kvocient počítaný = výška (cm)/průměr krčku (cm)
- 3) k : N = poměr objemu kořenu k objemu nadzemních částí
- 4) Doporučená minimální a maximální výška tvoří jen orientační rámec. Pro jednotlivé doporučené technologie jsou limitující výšková rozpětí podle věku a způsobu pěstování (maximálně povolený věk +1 rok pro 8. LVS) podle ČSN 482115. Obdobně je tomu i s uvedením hranice minimálního průměru krčků.

Pozn.: Pro kvalitu sadebního materiálu pro nižší LVS, než jsou uvedeny v tabulce, platí běžné standardy kvality uvedené v ČSN 482115 podle stanovištních podmínek uměle obnovované plochy.



## 5 Souhrn

Vysokohorský klimatický ekotyp smrku ztepilého, který je původní ve smrkovém lesním vegetačním stupni (8. LVS), se mimo dalších specifíků vyznačuje vysokou růstovou diferenciací semenáčků pěstovaných v lesních školkách. Experimentálně bylo prokázáno, že sadební materiál vypěstovaný z menších, pomaleji rostoucích semenáčků vysokohorského ekotypu smrku ztepilého má po výsadbě do horských poloh velmi dobrou dynamiku růstu. Rovněž zdravotní stav a vitalita těchto jedinců je lepší než u stromků, které byly ve školce vypěstovány z rychleji rostoucích semenáčků. Stromky vypěstované z těchto menších semenáčků budou s největší pravděpodobností tvořit klimaxovou kostru dospělých smrkových porostů v 8. LVS. V předložené metodice jsou rozpracovány hlavní zásady pěstování a použití smrku pro umělou obnovu lesa v 8. LVS tak, aby bylo využito celé růstové spektrum sadebního materiálu vypěstovaného jak z rychleji, tak i pomaleji rostoucích semenáčků a sazenic. Nezbytné je zejména zabránit vyřazování menších semenáčků do výmětu, čímž by mohla být zásadním způsobem ohrožena stabilita a zdravotní stav nově zakládaných horských lesů. Popsány jsou i zásady pro manipulaci se sadebním materiálem horského smrku a podmínky kvalitní výsadby. Dále jsou upřesněny hlavní zásady pro pěstování a použití sadebního materiálu smrku v bukosmrkovém lesním vegetačním stupni (7. LVS). Tento sadební materiál již nevykazuje výraznější, geneticky podmíněnou růstovou diferenciaci při pěstování v lesních školkách. Ve většině případů se již dají použít běžné školkařské postupy. Doporučené typy a morfologické charakteristiky sadebního materiálu smrku ztepilého pro horské oblasti jsou uvedeny v tabulce 1.

Smrk pro vyšší horské polohy je vhodné pěstovat v lesních školkách klimaticky odpovídající minimálně 500 m n. m. Dlouhodobější pěstování v extrémních nadmořských výškách (nad 1 000 m) není z ekonomických, ale i biologických hledisek výhodné. Význam nadmořské výšky lesní školky narůstá v případě speciálního pěstování sadebního materiálu pro nejextrémnější lokality 8. LVS (mrazové polohy, suťové nebo zamokřelé lokality), kde je optimum pěstování sadebního materiálu v nadmořských výškách 700 až 900 m n. m.

V příloze metodiky jsou uvedeny i výchozí podklady pro její zpracování. Jsou to poznatky z naší a zahraniční literatury a hlavní výsledky autorů této metodiky publikované ve vědeckých a odborných publikacích.

### **Poděkování:**

Výsledky byly získány v rámci řešení výzkumného záměru „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ (MZE č. 0002070201).

# **Specific breeding and use of Norway spruce *Picea abies* (L.) KARST. planting stock for mountain localities**

## *Summary*

High growth differentiation of seedlings during their cultivation in nursery is typical for the high-elevation ecotype of Norway spruce (*Picea abies* /L/ KARST.) originated from spruce forest vegetation zone. Experiments proved that planting stock from slowly growing seedlings grew very well after outplanting to mountain localities. These individual trees are also of better health condition and vitality than the trees cultivated from fast growing seedlings.

Slow growing trees in nursery are likely to make the climax part of mature populations of mountain spruce forests. This methodology describes the main principles for cultivation and use of spruce planting stocks for artificial regeneration of mountain forests. Production of the general genetic spectrum of populations is necessary for successful regeneration (the whole growth spectrum of seedlings). For successful plantation of stable mountain forests it is necessary to avoid culling of smaller seedlings.

The main principles for cultivation of planting material for beech-spruce mountain forests are specifying as well. The common nursery methods are possible to use in the majority of sites. The planting stock no longer shows considerable genetically conditioned growth differentiation during its cultivation in nurseries.

The recommended types and morphological parameters of Norway spruce planting stock for mountain localities are shown in table 1. It is recommended that spruce planting stock for mountain localities is grown in nurseries situated in minimal altitude of 500 m. Long-term planting stock cultivation is not advantageous at an altitude of more than 1,000 m a. s. l. either from biological or economic view. The importance of forest nursery altitude increasingly rises when planting stock is specially bred for the most extreme mountain conditions, i. e. localities exposed to frost or waterlogging, and debris sites. The optimum altitude, where planting stock resistant to extreme mountain condition can be properly grown, is 700 - 900 m above sea level.

The appendix introduces primary data used for processing of the methodology. There are quoted Czech and foreign literature sources as well as authors' main scientific results published in scholarly journals and proceedings in the list.

## Příloha

### Výchozí podklady pro zpracování metodiky

#### Poznatky z naší a zahraniční literatury v problematice sadebního materiálu smrku ztepilého původem z horských poloh

Při zalesňování extrémních stanovišť imisních holin představuje používání vhodného sadebního materiálu jednu ze základních podmínek. Aby zalesňování bylo úspěšné, musí být výběr odpovídajících sazenic dobré fyziologické kvality doplněn komplexem dalších opatření od volby mikrostanoviště, přípravy půdy, vhodného způsobu výsadby, po následnou péči o kultury (HULTÉN 1989). Důležitou podmínkou je respektování klimatických ekotypů lesních dřevin. U smrku ztepilého vylíšuujeme 3 klimatické ekotypy: vysokohorský (8. LVS), horský (5. - 6. LVS) a chlumní ekotyp (1. - 4. LVS) s tím, že 7. LVS je přechodem mezi vysokohorským a horským ekotypem (HYNEK 1997).

Růst smrku ztepilého z vysokých horských poloh a jeho pěstování se vyznačuje některými odlišnostmi v porovnání se smrkem pocházejícím z nižších poloh. Horské populace smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) se v porovnání se smrkem z nižších poloh vyznačují jednak větší variabilitou osiva i semenáčků (KOTRLA 1998), jednak odlišnou intenzitou růstu (MAUER 1985, POPOV 1990, KOTRLA 1998, OLEXYN et al. 1998) a růstovým rytmem (LANG 1989, WESTIN et al. 1999, HANNERZ, WESTIN 2000, WESTIN et al. 2000b, MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002).

Smrk ztepilý z vysokých horských poloh podobně jako z území ležících na severu Evropy je charakterizován lepším přizpůsobením ke klimatickým podmínkám (ukončením prodlužovacího růstu při větší délce dne) než provenience pocházející z jižnějších částí nebo z nižších poloh (SCHULTZE 1998, HOLZER et al. 1987, MOLMANN et al. 2006). Z toho vyplývá kratší období prodlužovacího růstu s časnějším ukončením růstu výhonů (SKROPPA 1994). Tato růstová dynamika je geneticky fixovaná a semenáčky smrku si ji zachovávají i při pěstování ve zcela odlišných podmínkách (skleníků, růstová komora) minimálně v prvním roce růstu (HOLZER 1984, QUAMARUDIN et al. 1995), ale i v letech následujících (KANG et al. 1994). Rychlost rašení na jaře je naopak více ve vztahu k růstovým podmínkám.

Někteří autoři přinášejí údaje o tom, že výška smrkových semenáčků klesá se stoupající nadmořskou výškou původu (MODRZYŃSKI 1995). Uvádí se, že pokles růstových parametrů populací pocházejících z vyšších nadmořských výšek (kromě kratšího růstového období) může být výsledkem vyšší respirace a nižší intenzity asimilace a že v procesu adaptace k nepříznivějším podmínkám pro-

středí vyšších nadmořských výšek získávají populace smrku zvýšenou odolnost na úkor růstu. Nižší intenzitu růstu horských populací smrku v souvislosti s jejich zvýšenou adaptací k nepříznivým horským podmínkám popisuje například OLEXYN et al. (1998). K uvedené hypotéze přispívají i údaje o tom, že populace smrku pocházející z vyšších nadmořských výšek nebo ze severnějších oblastí vykazovaly vyšší odolnost jak k mrazu (SIMPSON 1994, HAWKINS, SHEWAN 2000, WESTIN et al. 2000a), tak k suchu (MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002) než semenáčky z nižších poloh nebo jižnějšího původu. HOLUBČÍK (1976) nepozoroval vztah původu a výšky u jednoletých semenáčků smrku, u dvou až pětiletých sazenic zjistil vysoce průkaznou lineární regresi. S rostoucí nadmořskou výškou a zeměpisnou šířkou původu se průměrná výška sazenic snižovala. Jsou známy formy s pomalým a rychlým začátečním vývojem a s rozdílným obdobím kulminace. Naproti tomu ŠIMIÁK (1991) vztah mezi výškou semenáčků a sazenic smrku ztepilého a nadmořskou výškou jejich původu nepotvrdil.

V horských oblastech mohou mít jednotlivé provenience velkou genetickou variabilitu. Projevuje se zvýšenou variabilitou růstu ve školce (KOTRLA 1998), ale i rozdílnou velikostí semenáčků ze stejné nadmořské výšky pěstovaných v konstantních podmínkách v růstové komoře (LANG 1989). Příčinou může být opylování větrem unášeným pylem v širokém rozmezí nadmořských výšek, protože smrk v různých výškách kvete v přibližně stejné době. Následkem toho mohou být vysokohorské provenience opyleny pylem ze středních nadmořských výšek a naopak (HOLZER 1984). Protože semenáčky pocházející výlučně z opylení vysokohorských jedinců jsou obecně menší, vyřazení malých semenáčků při velikostním třídění může mít nepříznivý dopad na genetickou heterogenitu a jsou tak odstraňovány především genotypy nejlépe přizpůsobené pro drsné podmínky extrémních mikrostanovišť.

Řízením fenotypových změn ovlivňovaných prostředím může být sazenice adaptována ke stresům při výsadbě a k hlavním podmínkám prostředí na zalesňovaném stanovišti BURDETT (1990). Odolnost sazenic k zimnímu vysychání na nepříznivých horských stanovištích závisí na letních růstových podmínkách. Ovlivňována je zejména síla voskové vrstvy na povrchu jehlic a její propustnost pro vodu (HADLEY, SMITH 1990). Proto je důležité sledovat na horských holinách růst sazenic vypěstovaných jak v níže položených školkách, tak zejména předpěstovaných ve fóliových krytech nebo ve sklenicích s řízenými podmínkami. Z tohoto důvodu se stala dalším velmi diskutovaným problémem v souvislosti se zalesňováním horských oblastí potřeba pěstování (dopěstování) sadebního materiálu ve vyšších polohách v tak zvaných aklimatizačních školkách. Význam tohoto způsobu spočívá v synchronizaci fenologických fází sazenic s podmínkami na zalesňovaném stanovišti a ve zkrácení a zjednodušení manipulace před výsadbou, což může mít v extrémních podmínkách značný význam. Na druhé

straně je toto pěstování spojeno s výrazným snížením růstu a případně s potřebou prodloužit dobu pěstování.

BEHM a RUETZ (1983) uvádějí, že pro vysokohorské oblasti byly zpočátku sazenice získávány v malých vysokohorských školkách v blízkosti zalesňovaných ploch. Výhodou byla šetrnější manipulace, snadná dosažitelnost sazenic podle potřeby, vhodný fyziologický vývoj vzhledem k ročnímu cyklu odpovídal okolním podmínkám. Ukázalo se však, že výtěžnost sazenic z vysoko položených školek je neuspokojivá. Jsou zde vyšší pěstební náklady a výrazně pomalejší růst. Proto jsou v Bavorsku od začátku 60. let minulého století vysokohorské školky rušeny. K podobným závěrům došel již i LOKVENC (1963) v pokusech zabývajících se zalesňováním horských poloh klečí.

ŠIMIÁK (1991) na základě rozsáhlého pokusu ve školkách doporučuje pěstování všech výškových proveniencí smrku i ve školkách v nižších polohách. Uvádí, že ve školkách v nadmořské výšce 190 až 850 m n. m. je možno pěstovat všechny výškové provenience od dolní hranice rozšíření smrku po nadmořskou výšku 1 000 až 1 100 m n. m., a to na venkovních záhonech i ve fóliových krytech. Podmínkou je dostatečná aklimatizace, kterou je možno zajistit zlepšením fotosyntézy a zpomalením růstu, při kterém se zvýší obsah zásobních látek a urychlí se dřevnatění sazenic. (Poznámka: Tyto údaje vycházejí pouze z pokusů ve školkách, bez ověření následného růstu po výsadbě).

Růstový rytmus přizpůsobený vysoké nadmořské výšce nebo zeměpisné šířce nemusí být zachován, jestliže jsou populace přeneseny do odlišných podmínek, kde jsou pěstovány až do fruktifikace. Potomstva těchto populací částečně přebírají vlastnosti typické pro podmínky, ve kterých proběhla fruktifikace a zrání semen. Jedná se především o problém semenných sadů, které jsou zakládány v příznivějších klimatických podmínkách pro podporu produkce semen (KOHMAN, JOHNSEN 1994, KOTRLA 1998, SKROPPA 1994, SKROPPA, KOHMANN 1997).

## Praktické poznatky z našich experimentů

- Při pěstování prostokořenných školkovaných sazenic smrku ve školkách v nadmořské výšce od 260 do 700 m n. m. nebyly zaznamenány průkazné rozdíly v jejich morfologické kvalitě a výrazněji nebyl ovlivněn ani průběh jejich růstové aktivity a odolnosti k mrazu. Naopak pěstování smrkových sazenic ve vyšší nadmořské výšce (1 000 m) mělo za následek významné snížení jejich růstu. Během zimních období zde byly sazenice značně poškozovány houbovou infekcí *Herpotrichia nigra* HARTIG). Ve věku čtyř let (2+2 – po dvou letech pěstování v aklimatizační školce) nedosáhla většina těchto sazenic, na rozdíl od sazenic z ostatních sledovaných školek, velikosti potřebné pro výsadbu na holiny. Zde je třeba podotknout, že naše experimenty probíhaly v modelové horské oblasti Krkonoš, klimatické podmínky v jiných

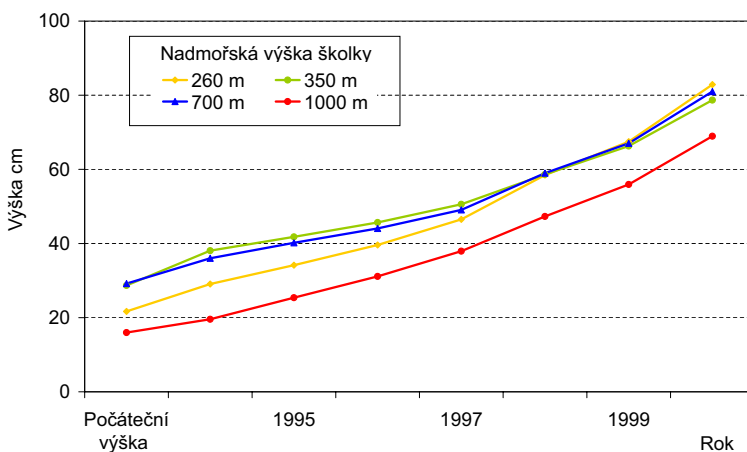
pohořích (např. v Jeseníkách a Beskydech) se mohou do určité míry lišit. Stanovení vhodné nadmořské výšky by mělo tyto rozdíly respektovat.

- Negativní vliv pěstování sadebního materiálu smrku v extrémně položených tzv. aklimatizačních školkách (kolem 1 000 m n. m.) byl pozorován ještě 7 let po výsadbě (obr. 1). Naopak jako optimální se jevílo pěstování v nadmořské výšce 500 až 700 m n. m. Sazenice z této nadmořské výšky jsou svou morfolo­gickou i fyziologickou kvalitou srovnatelné se sazenicemi vypěstovanými v nižších polohách, jsou však fenologicky lépe načasovány vzhledem k podmínkám na horské holině.
- Z porovnání růstu sadebního materiálu různých velikostních kategorií vyplynulo, že přestože sazenice pěstované z nejmenších semenáčků byly ve věku 4 let statisticky průkazně menší než sazenice vypěstované ze standardních semenáčků, měly poměrně vysoký relativní přírůst, byly statné (síla krčku odpovídala požadavkům pro výsadbu) a výškou téměř splňovaly doporučené hodnoty pro výsadbu do horských poloh. Pokud je takový sadební materiál pěstován ještě o jeden rok déle, dosáhne takové velikosti, aby byl použitelný i pro extrémní stanoviště nebo pro vylepšování dříve založených kultur (sadebním materiálem vypěstovaným ze standardních semenáčků). Ukázka růstu sadebního materiálu pěstovaného z různých velikostních kategorií semenáčků je na obrázku 2.

### Obr. 1.

Výškový růst sadebního materiálu pěstovaného ve školkách v různé nadmořské výšce po výsadbě na extrémní horskou lokalitu (výsadba na jaře 1994)

Height growth of planting stock bred in nurseries in different elevation after planting on extreme mountain locality (planting in spring 1994)



**Obr. 2.**

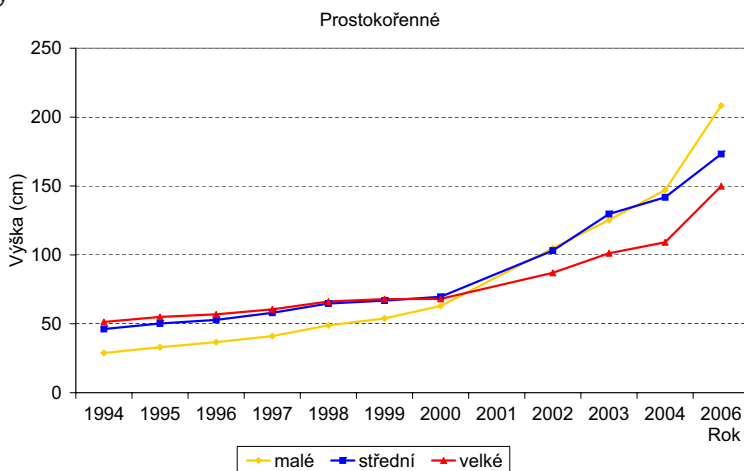
Růst sadebního materiálu smrku pro 8. LVS z různých velikostních kategorií semenáčků  
Growth of spruce planting stock for the 8th forest vegetation zone of various size categories of seedlings



**Obr. 3.**

Výškový růst různých velikostních kategorií sadebního materiálu po výsadbě na extrémní horskou lokalitu  
Height growth of various size categories of planting stock after planting on extreme mountain locality

Height growth of various size categories of planting stock after planting on extreme mountain locality



- Důležitým poznatkem je, že sazenice smrku z 8. LVS, které ve školce rostou pomaleji a při běžném způsobu třídění jsou před školkováním vyřazovány, rostly po dopěstování a výsadbě na holinu velmi dobře a postupně snižovaly počáteční výškové rozdíly proti ve školce rychleji rostoucím sazenicím (obr. 3). Výrazně lepší byl jejich zdravotní stav charakterizovaný olistěním a četností výskytu barevných anomálií (změn) jehličí. Jedinci smrku z 8. LVS, pocházející z pomalu rostoucích semenáčků, lépe odolávají poškození biotickými a abiotickými vlivy. Naopak stromky vypěstované z rychleji rostoucích semenáčků jsou na extrémní horské lokalitě v podstatně větší míře poškozovány námrazou a sněhem (obr. 4). Z uvedeného vyplývá, že vyřazování pomaleji rostoucích sazenic ve školkách znamená nebezpečí ochuzování genetického spektra o jedince dobře přizpůsobené extrémním podmínkám horských lokalit.

#### **Obr. 4.**

Jedinci smrku z 8. LVS vypěstovaní z rychle rostoucích semenáčků jsou častěji poškozováni sněhem a námrazou

Spruce individuals from the 8th forest vegetation zone bred from fast growing seedlings are more frequently damaged by snow and rime





## Použitá literatura

- BEHM, A., RUETZ, W. F.: Forstpflanzen für höhere Lagen. Allg. Forstzeitschrift, 1989, vol. 44, no. 22/23, s. 579-584.
- BURDETT, A. N.: Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. Canad. J. For. Res., 1990, vol. 20, s. 415-427.
- HADLEY, J. L., SMITH, W. K.: Influence of leaf surface wax and leaf area to water content ratio on cuticular transpiration in western conifers, U.S.A. Canad. J. For. Res., 1990, vol. 20, s. 1306-1311.
- HANNERZ, M., WESTIN, J.: Growth cessation and autumn-frost hardiness in one-year-old *Picea abies* progenies from seed orchards and natural stands. Scand. J. For. Res., 2000, vol. 15, no. 3, s. 309-317.
- HAWKINS, C. D. B., SHEWAN, K. B.: Frost hardiness, height, and dormancy of 15 short-day, nursery-treated interior spruce seed lots. Can. J. For. Res., 2000, vol. 30, no. 7, s. 1096-1105.
- HOLUBČÍK, M.: Vplyv proveniencie na vývoj sadencov smreka obyčajného. Vedecké práce Výskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene, 1976, roč. 23, s. 173-203.
- HOLZER, K.: Die Bedeutung der Genetik für den Hochlagenwaldbau. In Establishment and tending of subalpine forest. Proc. 3rd. IUFRO Workshop P.1.07-00, 1984, s. 225-232.
- HOLZER, K., SCHULTZE, U., PELIKANOS, V., MÜLLER, F.: Stand und Problematik der Fichten - Stecklingsvermehrung. Österreich. Forstztg, 1987, vol. 98, no. 5, s. 12-13.
- HULTÉN, H.: Current levels of planting stock uniformity and grading - a Scandinavian view. In Forestry, 62, 1989, Suppl. Producing uniform conifer planting stock, s. 1-12.
- HYNEK, V.: Preservation of „upland ecotype„ of Norway spruce in the Czech Republic. In IUFRO Norway Spruce Symposium. ABSTRACTS. IUFRO Working Party S.02.11 Norway Spruce Provenance and Breeding. Stará Lesná, Slovakia, August 31- September 7, 1997. s. 38.
- KANG, H., EKBERG, I., ERIKSSON, G., UNUNGER, J.: Second and third growth period responses of *Picea abies* families to first growth period photoperiodic, light intensity and temperature treatments. Silva Fennica, 1994, vol. 28, s. 215-232.
- KOHMANN, K., JOHNSEN, O.: The timing of bud set in seedlings of *Picea abies* from seed crops of a cool versus a warm spring and summer. Silvae Genetica, 1994, vol. 43, s. 329-333.

- KOTRLA, P.: Uchování a reprodukce genofondu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. Disertační práce. Brno: MZLU, 1998. 139 s.
- LANG, H.-P.: Risks arising from the reduction of the genetic variability of some Alpine Norway spruce provenances by size grading. *Forestry Supplement*, 1989, vol. 62, s. 49 -52.
- LOKVENC, T.: Hodnocení pokusů se zalesňováním subalpínské oblasti Krkonoš. *Zprávy VÚLHM*, 1963, roč. 9, č. 1, s. 23.
- MODRZYŃSKI, J.: Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) progenies indicates small role of introduced populations in the Karonosze mountains. *Silvae Genetica*, 1995, vol. 44, č. 2/3, s. 70-75.
- MODRZYŃSKI, J., ERIKSSON, G.: Response of *Picea abies* populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress. *Forest Ecology and Management*, 2002, vol. 165, s. 105-116.
- MOLMANN, J. A., JUNTTITA, O., JOHNSEN, O., OLSEN, J. E.: Light quality requirements in latitudinal populations of Norway spruce. *Acta Horticulturae*, 2006, no. 711, s. 385-389.
- OLEKSYN, J., MODRZYŃSKI, J., TJOELKER, M. G., ZYTKOWIAK, R., REICH, P. B., KAROLEWSKI, P.: Growth physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. *Functional Ecology*, 1998, vol. 12, s. 573-590.
- QAMARUDDIN, M., EKBERG, I., DORMLING, I., NORELL, L., CLAPHAM, D., ERIKSSON, G.: Early effects of long nights on budset, bud dormancy and abscisic acid content in two populations of *Picea abies*. *Forest Genetics*, 1995, vol. 2, no. 4, s. 207-216.
- SCHULTZE, U.: Untersuchung der Anpassbarkeit von Fichtensämlingen an die Seehöhe. Klimakamertestung der Fichtebeerntungen der Reifejahre 1991 und 1992. Wien: Forstliche Bundesversuchsanstalt, 1998. 38 s.
- SKROPPA, T.: Growth rhythm and hardiness of *Picea abies* progenies of high altitude parents from seed produced at low elevations. *Silvae Genetica*, 1994, vol. 43, no. 2/3, s. 95-100.
- SKROPPA, T., KOHMANN, K.: Adaptation to local conditions after one generation in Norway spruce. *Forest Genetics*, 1997, vol. 4, no. 3, s. 171-177.
- ŠIMIÁK, M.: Porovnanie rastu semenáčikov smreka obyčajného roznych proveniencií pri pestovaní rozdielnymi technológiami. Vedecké práce Výskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene, 1991, č. 40, s. 41-60.

- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Apical mitotic activity and growth in clones of Norway spruce in relation to cold hardiness. Can. J. For. Res., 1999, vol. 29, s. 40-46.
- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Phenotypic differences between natural and selected populations of *Picea abies*. I. Frost hardiness. Scand. J. For. Res., 2000a, vol. 15, no. 5, s. 489-499.
- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Phenotypic differences between natural and selected populations of *Picea abies*. II. Apical mitotic activity and growth related parameters. Scand. J. For. Res., 2000b, vol. 15, no. 5, s. 500-509.
- Vyhláška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin.
- Vyhláška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních prostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.
- Zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin).

## Seznam dosud publikovaných prací k uvedené problematice

- ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. Praha: Český normalizační institut, 1998. 17 s.
- ČSN 48 2115 Změna 1 Sadební materiál lesních dřevin. Praha: Český normalizační institut, 2002. 15 s.
- JURÁSEK, A.: Pěstování sadebního materiálu pro zalesňování v horských polohách. In Současné otázky pěstování horských lesů. Sborník z 3. česko-slovenského vědeckého symposia ... Opočno, 13. – 14. 9. 2001. Ed. M. Slodičák, J. Novák. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2001. s. 61-63. ISBN 80-86461-13-0
- JURÁSEK, A., LEUGNER, J., MARTINCOVÁ, J.: Specific requirements of Norway spruce planting stock for mountain regions. In Restoration of forest ecosystems of the Jizerské hory Mts. Proceedings of extended summaries. Kostelec nad Černými lesy, 26. September, 2005. Ed. P. Neuhöferová. Praha: Czech University of Agriculture Prague; Jíloviště-Strnady: Forestry and Game Management Research Institute – Research Station Opočno 2005, s. 15-18. ISBN 80-213-1379-X (CUA Prague); ISBN 80-86461-57-2 (FGMRI Jíloviště-Strnady)

- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Problematika aklimatizace a specifického růstu sadebního materiálu horského smrku. In Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sborník příspěvků z mezinárodní konference ... Opočno, 15. - 17. 4. 1996. Ed. S. Vacek. Opočno, VÚLHM-VS 1996, s. 133-141.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Vliv nadmořské výšky školky na kvalitu sadebního materiálu horského smrku. Práce VÚLHM, vol. 81, 1996, s. 93-104.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Vliv místa školky, způsobů pěstování a třídění na růst sazenic horského smrku po výsadbě na holiny. In Opera Corcontica, 37, Vol. 2. Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník příspěvků z mezinárodní konference ... Svoboda nad Úpou, 19. - 21. 9. 2000. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2001. s. 608-615.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Specifika pěstování sadebního materiálu smrku ztepilého původem z horských poloh. Zprávy lesnického výzkumu, 2005, roč. 50, č. 1, s. 18-23.
- LEUGNER, J., MARTINCOVÁ, J.: Vyhodnocení dynamiky a variability růstu sadebního materiálu smrku ztepilého pro horské oblasti. In Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století. Sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14. - 16. 9. 2004. Ed. J. Peňáz a J. Martínek. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. s. 35 - 42. Text je dostupný též na přiloženém CD-ROM.