

POROVNÁNÍ RŮSTU MATEČNÝCH STROMŮ HORSKÝCH POPULACÍ SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) A JEJICH VEGETATIVNÍCH POTOMSTEV VYSAZENÝCH V RŮZNÝCH PODMÍNKÁCH

COMPARISON OF GROWTH OF ORTETS OF MOUNTAIN POPULATIONS WITH NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) AND THEIR VEGETATIVE PROGENIES IN DIFFERENT GROWTH CONDITIONS

JAN LEUGNER, ANTONÍN JURÁSEK, JARMILA MARTINOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Impact of environment onto growth of ortets and their vegetative progenies was assessed at open experimental plots founded in 1989 to 2001. Generative ortet mixture was founded by seeds from Norway spruce selected trees of relative good health condition in extreme climatic sites with high exhaust impact during the 1980s. Another selection was used during growth of ortet mixture in extreme mountain site. Morphological characteristics were measured in ortet mixture and clone plantations in 2006. Results show better growth of progenies from ortets with intensive growth and good health conditions. Detail assessment of half-sib progeny show strong impact of actual growth conditions in individual clone plantations.

Klíčová slova: smrk ztepilý, horské podmínky, matečnice, klonové výsadby

Key words: Norway spruce, mountain conditions, ortets, clone plantations

ÚVOD

Řízkování smrku ztepilého je využíváno v rámci programu záchranu genofondu geograficky původních druhů lesních dřevin v Krkonoších (SCHWARZ 1996, SCHWARZ, VAŠINA 1997). Také při nedostatku autochtonního osiva smrku je možné část produkce sazenic zajistit vegetativním způsobem, a to technologií řízkování (JURÁSEK et al. 1994). V souvislosti se záchranou genofondu byla v oblasti Krkonoš založena řada matečnic a klonových výsadeb smrku pocházejících z autochtonních nebo potenciálně stresolerantních stromů z této oblasti. Jejich podrobné sledování by mělo přinést poznatky o použitelnosti potenciálně stresolerantních směsí klonů smrku ztepilého při zalesňování extrémních horských holin a o možnosti uplatnění selekce při přípravě sadebního materiálu k obnově extrémních stanovišť. Základním předpokladem je hypotéza, že při působení celého komplexu stresových faktorů (krátká vegetační doba, mraz, zimní fyziologické „vysychání“, dlouho přetrvávající sněhová pokrývka, nepříznivé půdní podmínky), které byly dále zvýrazněny velkou imisní zátěží, došlo k vyselektování potenciálně stresolerantních jedinců.

Výzkumné plochy byly v minulých letech zakládány zejména z pohledu pěstebního výzkumu, tj. zajištění úspěšné umělé obnovy lesa v extrémních horských podmínkách a vytvoření stabilních lesních ekosystémů. Nejedná se tedy o klasický šlechtitelský program, který by umožnil využít standardní šlechtitelské způsoby zpracování dat. Podrobné statistické hodnocení databáze údajů získaných měřeními v matečnicích a klonových výsadbách v roce 2001 a 2002 ukázalo výraznou variabilitu zpracovávaných dat (JURÁSEK, MARTINOVÁ 2005). Domníváme se, že zvýšená adaptabilita k nepříznivým podmínkám se bude výrazněji projevovat se stoupajícím věkem stromů a délkou

doby jejich růstu na extrémních stanovištích. Postupným odezníváním šoku z přesazení a zmenšováním vlivu mikrostanoviště by se měly více projevovat případné rozdíly v adaptabilitě k extrémním podmínkám podmíněné geneticky. Vztah výškového růstu smrku k nadmořské výšce jejich původu uvádějí například MODRZYNSKI (1995) a KOTRLA (1998). Proto bylo hodnocení generativních matečnic a klonových výsadeb zopakováno po dalších 4 až 5 letech růstu.

Výzkumné řešení selekce realizované metodou řízkování je komplikováno přirozenou variabilitou genové základny. Pro získání objektivních výsledků je proto třeba pracovat v rámci jednotlivých klonů (SCHACHLER et al. 1987, SCHACHLER 1988).

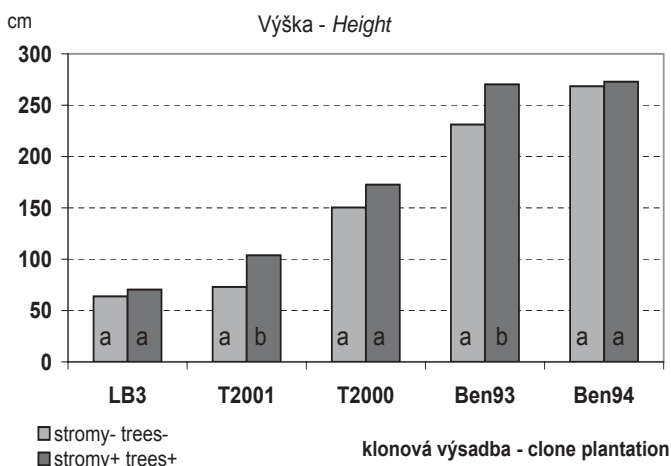
MATERIÁL A METODY

Pro sledování vlivu prostředí na růst matečných stromů a jejich vegetativních potomstev byla využita série výzkumných ploch založených v letech 1989 až 2001. V tomto příspěvku jsou uváděny výsledky z generativní matečnice (Lesní Bouda 1), která byla založena z generativně vypěstovaných sazenic z osiva vybraných jedinců smrku s relativně dobrým zdravotním stavem v extrémních klimatických podmínkách s vysokou intenzivní imisní zátěží v 80. letech minulého století. Již u těchto stromků pocházejících z osiva vitálních stromů vystavených stresovým podmínkám bylo možné předpokládat určitou míru odolnosti vůči stresům. Další selekce probíhala přirozeným výběrem během růstu této matečnice v extrémních horských podmínkách. Řízky z vitálních jedinců této výsadby (matečnice) byly postupně používány pro zakládání klonových výsadeb v různých klimatických podmínkách. Jejich přehled je uveden v tabulce 1. Pro posouzení vlivu přírodních podmínek byly klonové výsadby zakládány ve velmi širokém rozpětí přírodních podmínek.

Tab. 1.

Přehled počtu stromů v matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách založených řízkovanci pocházejícími z těchto stromů
Information about ortet mixture Lesní Bouda 1 and clone plantations established by cuttings originated from these ortets

| Plocha (označení)/Plot | Nadmořská výška/Altitude | Rok výsadby/Year of plantation | Materiál/Type of reproductive material | Počet klonů/Number of clones | Počet jedinců/Number of trees |
|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| Lesní Bouda 1 (LB1) | 1 080 | 1989 | generativní z vitálních stromů – výsev 1985 a 1986/generative from vital trees – planting in 1985 and 1986 | 489 | 489 |
| Lesní Bouda 3 (LB3) | 1 080 | 1996 | řízkovance z matečnice LB1 – odběr řízků 1992/cuttings from LB1 – sampling in 1992 | 59 | 381 |
| Benecko A (Ben93) | 750 | 1997 | řízkovance z matečnice LB1 – odběr řízků 1993/cuttings from LB1- sampling in 1993 | 162 | 613 |
| Benecko B (Ben94) | 750 | 1997 | řízkovance z matečnice LB1 – odběr řízků 1994/cuttings from LB1 – sampling in 1994 | 111 | 111 |
| Trutnov 2000 (T2000) | 480 | 2000 | řízkovance z matečnice LB1 – odběr řízků 1996/cuttings from LB1- sampling in 1996 | 133 | 891 |
| Trutnov 2001 (T2001) | 520 | 2001 | řízkovance z matečnice LB1 – odběr řízků 1997/cuttings from LB1- sampling in 1997 | 20 | 49 |



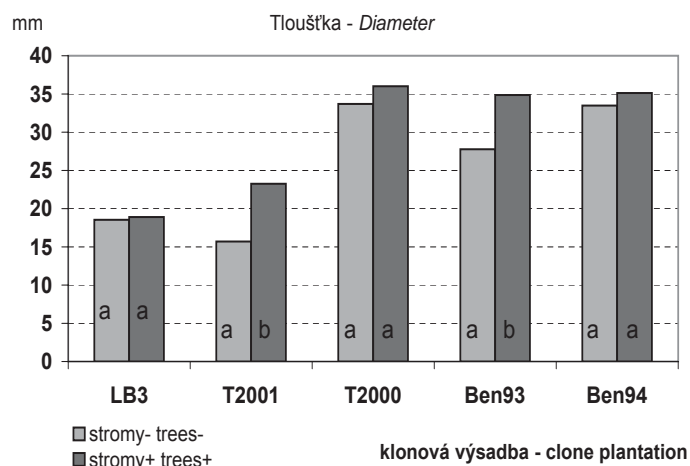
Obr. 1.

Výškový růst vegetativních potomstev nejvyšších stromů (stromy+) a nejmenších stromů (stromy-) z generativní matečnice Lesní Bouda 1. Údaje o lokalitách a věku klonových výsadb jsou uvedeny v tabulce 2. Rozdílná písmena v sousedních sloupcích znamenají statisticky průkazné rozdíly mezi potomstvy velkých a malých stromů.

Height growth of vegetative populations of tallest trees (trees+) and smallest trees (trees-) from generative ortet mixture Lesní Bouda 1. Information about conditions of clone plantations is in table 2. Different letters mean significant differences between variants at significance level 95%.

V současné době jsou z vytvořené rozsáhlé databáze údajů vybírány menší úseky, v nichž jsou hledány odpovědi na různé dílčí otázky. Jedním z takových příkladů je posouzení, do jaké míry se intenzivní růst matečných stromů v extrémních horských podmínkách zachovává i u vegetativních potomstev.

V tomto příspěvku jsme se zaměřili na hodnocení růstu matečných stromů v nepříznivých horských podmínkách v matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách založených řízkovanci pocházejícími z této matečnice v rozdílných klimatických podmínkách horských a podhorských poloh.

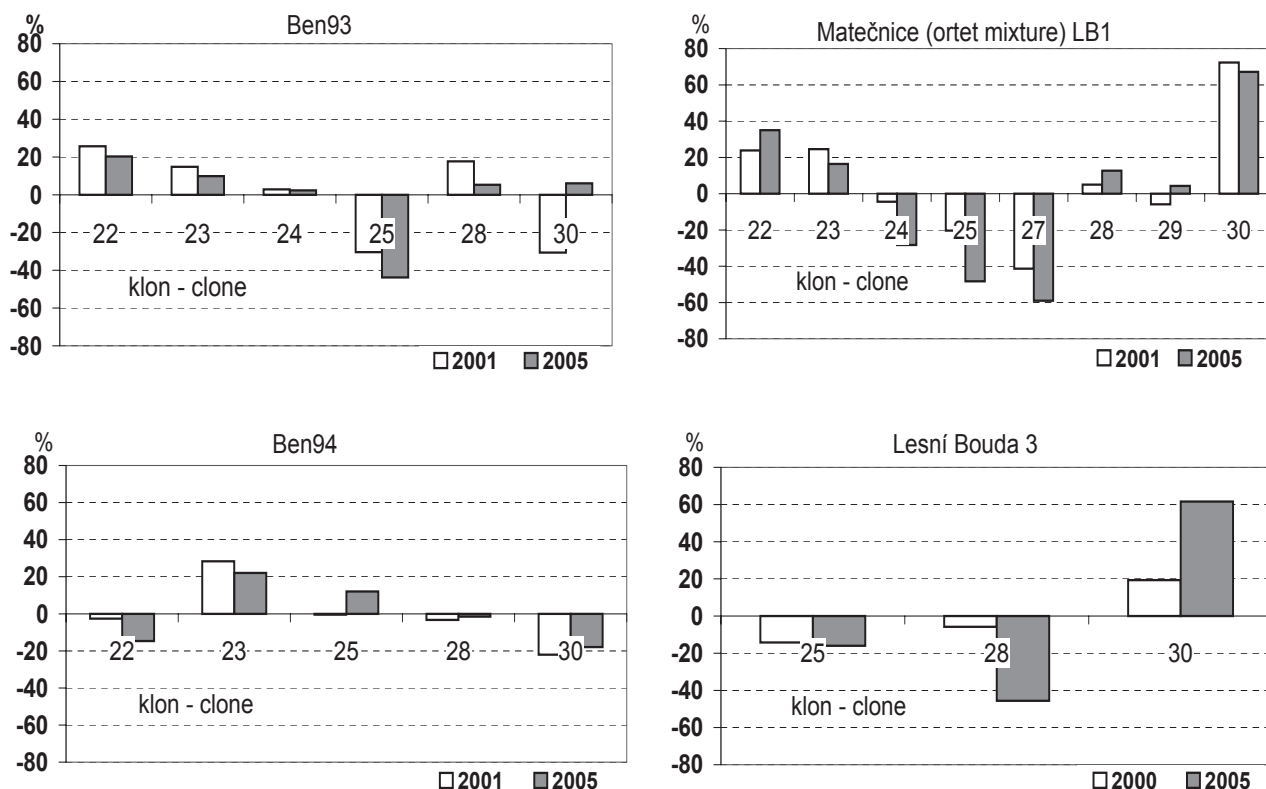


Obr. 2.

Tloušťkový růst vegetativních potomstev nejvyšších stromů (stromy+) a nejmenších stromů (stromy-) z generativní matečnice Lesní Bouda 1. Údaje o lokalitách a věku klonových výsadb jsou uvedeny v tabulce 2.

Rozdílná písmena v sousedních sloupcích znamenají statisticky průkazné rozdíly mezi potomstvy velkých a malých stromů. Tloušťka byla hodnocena jako průměr kořenového krčku, na Benecku jako $d_{1,3}$. Diameter growth of vegetative populations of tallest trees (trees+) and smallest trees (trees-) from generative ortet mixture Lesní Bouda 1. Information about conditions of clone plantations is in table 2. Different letters mean significant differences between variants at significance level 95%. Diameter was assessed as diameter root collar and at locality Benecko as $d_{1,3}$.

Na jaře 2006 před začátkem růstové aktivity bylo provedeno měření výškového a tloušťkového růstu vybraných polosesterských potomstev v generativní matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách založených řízkovanci pocházejícími z této matečnice (polosesterská potomstva jsou tvořena jedinci generativního původu vypěstovanými z osiva stromů s vyšší odolností vůči stresům a jejich vegetativně množenými potomky). Měřena byla celková výška stromů, poslední výškový přírůst a tloušťka kmínku. Vzhledem k rozdílnému věku a výškové diferenciaci výsadb byl tloušťkový přírůst v klonových výsadbách Lesní Bouda 3, Trutnov 2000 a Trutnov 2001 měřen



Obr. 3.

Výška nadzemních částí vybraných klonů znázorněná jako relativní hodnoty vzhledem k průměrům ze souborů uvedených klonů na jednotlivých lokalitách

Shoot height of clones as relative value owing to average of files of clones at different localities

jako průměr kořenového krčku těsně nad povrchem půdy, zatímco u velkých stromů v generativní matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách Benecko A a B byl měřen průměr kmínku $d_{1,3}$. Pro porovnání dynamiky růstu mezi jednotlivými lokalitami jsou pak používány relativní hodnoty vztahované k průměrnému růstu hodnocených souborů klonů.

Pro hodnocení rozdílů mezi potomstvy nadprůměrně a podprůměrně rostoucích stromů v matečnici Lesní Bouda 1 byli v této matečnici vybráni intenzivněji rostoucí, tj. nejvyšší jedinci (vyšší než 290 cm) s dobrým zdravotním stavem (10 % nejintenzivněji rostoucích klonů v matečnici LB1 s dostatečným počtem potomků v klonových výsadbách) a podprůměrně rostoucí jedinci (menší než 150 cm – 10 % nejhůře rostoucích klonů v matečnici LB1 s dostatečným počtem potomků v klonových výsadbách). V jednotlivých klonových výsadbách byl vyhodnocen a vzájemně porovnáván růst jejich potomstev.

Rozdíly mezi potomstvy s různou dynamikou růstu, tj. intenzivně a pomalu přirůstajícími matečných stromů, byly statisticky hodnoceny pomocí t-testu. Pro statistické výpočty byl použit program Microsoft Excel.

Další aspekt, na který jsme se zaměřili, bylo detailní sledování růstu lépe i hůře rostoucích klonů z vybraného polosesterského potomstva vysazených v různých podmínkách. K tomuto účelu jsme využili údaje o růstu jednotlivých klonů polosesterského potomstva stromu č. 2 z Malé Kotelní jámy (mkj2) v generativní matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách popsanych v tabulce 1. Toto potomstvo bylo vybráno vzhledem k jeho nadprůměrné vitalitě růstu v generativní matečnici.

V návaznosti na poznatky o růstu jednotlivých klonů (vegetativního potomstva jednoho matečného stromu) získaných v roce 2001 bylo provedeno opakované hodnocení tohoto potomstva v roce 2006. Cílem je zjistit, jak ovlivnily různé stanovištní podmínky růst jednotlivých klonů. Výsledky jsou vyjádřeny procentem z průměrných hodnot výšky nadzemních částí potomstva v daných kulturách. Hodnocení bylo provedeno samostatně pro každou klonovou výsadbu a byli hodnoceni všichni jedinci pocházející z polosesterského potomstva Malá Kotelní jáma 2.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní údaje o růstu smrkových výsadeb na jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v tabulce 2. Z těchto naměřených hodnot jsou zřejmé výrazné rozdíly v růstu na jednotlivých lokalitách v závislosti na nadmořské výšce a klimatických podmínkách. Nejvyšší přírůsty byly zaznamenány na lokalitách Benecko. V kulturách, kde byla tloušťka měřena jako $d_{1,3}$, nemohly být do tohoto měření zahrnuty menší stromy, kde bylo možné měřit pouze tloušťku krčků. Proto se v tabulce vyskytují odlišné počty jedinců u měření výšky nadzemní části a tloušťky krčků nebo kmínků.

V generativní matečnici Lesní Bouda 1 (nadmořská výška 1 080 m n. m., věk 17 let) byly vybrány jednak dynamicky přirůstající stromy (vyšší než 290 cm - označení „stromy+“) a dále jedinci s nízkou dynamikou růstu (menší než 150 cm – označení „stromy-“). Porovnání výškového a tloušťkového růstu jejich potomstev v klonových výsadbách v různých stanovištních podmínkách je znázorněno na obrázcích 1 a 2.

Tab. 2.

Průměrné hodnoty základních dendrometrických znaků v matečnici a klonových výsadbách smrku ztepilého v různých podmínkách
The basic mensurational characteristics in ortets and clone plantations of Norway spruce in different conditions

| Výzkumná plocha/Research plot | | LB1 | LB3 | Ben93 | Ben94 | T2000 | T2001 |
|---|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Výška/Height (cm) | průměr/average | 199,1 | 66,0 | 251,6 | 260,1 | 155,7 | 84,8 |
| | směrodatná odchylka/s.d. | 75,656 | 21,965 | 67,522 | 64,637 | 45,149 | 34,820 |
| | počet/number | 205 | 179 | 281 | 252 | 234 | 49 |
| Výškový přírůst/ Height increment 2005 (cm) | průměr/average | 14,9 | 5,1 | 51,8 | 59,0 | 45,4 | 23,9 |
| | směrodatná odchylka/s.d. | 7,178 | 4,437 | 19,115 | 17,665 | 15,628 | 10,930 |
| | počet/number | 205 | 179 | 281 | 252 | 234 | 49 |
| Tloušťka/ Diameter (mm) | průměr/average | 26,8* | 17,6 | 31,8* | 33,3* | 33,3 | 20,3 |
| | směrodatná odchylka/s.d. | 16,034 | 6,650 | 11,428 | 11,316 | 10,316 | 6,996 |
| | počet/number | 162 | 179 | 272 | 251 | 234 | 49 |

*) Měřen průměr kmínku ve výšce 1,3 m, u ostatních průměr kořenového krčku těsně nad povrchem půdy/Measured stem average in height of 1.3 m, for the others average of root collar measured just above the soil surface

Z výsledků uvedených na obrázcích 1 a 2 vyplývá, že potomstva matečných stromů s intenzivním růstem a dobrým zdravotním stavem (stromy+) lépe rostla ve všech klonových výsadbách. Rozdíly byly statisticky průkazné prozatím ve dvou případech. Tyto poznatky potvrzují předpoklad, že selekce klonů pro extrémní podmínky může být prováděna přirozeným výběrem v matečnicích založených v extrémním prostředí podobném místu určení (SCHACHLER et al. 1986). Posouzení tohoto trendu bude předmětem výzkumu i v dalších letech.

Výsledky podrobného sledování růstu uvnitř polosesterské populace stromu z Malé Kotelní jámy (mkj2) v generativní matečnici Lesní Bouda 1 a v klonových výsadbách jsou uvedeny na obrázku 3. Z těchto údajů jsou patrné výrazné rozdíly růstu některých klonů na různých lokalitách, což potvrzuje značný vliv konkrétních růstových podmínek v jednotlivých klonových výsadbách. Zejména v extrémních podmínkách výsadeb na lokalitě Lesní Bouda (LB1 a LB3) se ukázal výborný růst klonu č. 30, který naopak na příznivější lokalitě Benecko vykazoval růst podprůměrný. Tento fakt potvrzuje hypotézu, že zvýšená odolnost vůči stresům může znamenat snížení intenzity růstu, a to zejména na lokalitách s nižším vlivem stresových faktorů. Významnou interakci klon x stanoviště u smrku ztepilého popisuje například Isik (ISIK et al. 1995). Podobné závěry uvádějí i KARLSSON a HÖGBERG (1998) a KARLSSON (2000) s tím, že interakce výškového růstu klonů se stanovištěm se může měnit s věkem klonové výsadby.

Uvědomujeme si, že intenzivní růst v prvních letech nemusí znamenat i lepší adaptabilitu k extrémním horským podmínkám, v řadě případů tomu může být naopak. Proto předpokládáme v dalších letech porovnávání různých morfologických a fyziologických parametrů.

ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že matečnice a klonové výsadby byly v minulých letech zakládány zejména z pohledu pěstebního výzkumu, tj. zajištění úspěšné umělé obnovy lesa v extrémních horských podmínkách a vytvoření stabilních lesních ekosystémů, nejedná se o klasický

šlechtitelský program, který by umožnil využít standardní šlechtitelské způsoby zpracování dat. Poznatky ale mohou mít velký význam pro obnovu lesa v extrémních horských polohách. Dílčí poznatky, které jsme prozatím získali, ukazují na vyšší dynamiku růstu prakticky všech klonových výsadeb v různých klimatických podmínkách, pokud byly řízky odebrány z vitálních matečných stromků rostoucích v extrémních horských podmínkách. I když vyšší dynamika růstu nebyla ve všech případech statisticky průkazná, jedná se o velmi zajímavá zjištění potvrzující hypotézu, že selekce klonů pro extrémní klimatické podmínky může být prováděna přirozeným výběrem v matečnicích založených v extrémním horském prostředí (SCHACHLER et al. 1986).

Při podrobném sledování růstu uvnitř vybraného polosesterského potomstva (mkj2) se výrazně projevuje vliv konkrétních růstových podmínek v jednotlivých klonových výsadbách. Proto je relativní růst klonů uvnitř polosesterského potomstva na různých lokalitách odlišný. Rozdíly v relativním růstu podporují hypotézu, že odolnost vůči stresům může znamenat snížení intenzity růstu na lokalitách s nižším vlivem stresových faktorů. Vzájemná interakce růstu klonů a stanovištních podmínek se v průběhu času může měnit a proto bude sledování klonových výsadeb pokračovat i v následujících letech.

Vzhledem k tomu, že intenzivní růst v prvních letech nemusí znamenat dlouhodobou adaptabilitu k extrémním horským podmínkám, předpokládáme v dalších letech porovnávání dalších morfologických a fyziologických parametrů (olistění, případné růstové anomálie, fluorescence chlorofylu apod.) ve výsadbách na různých exponovaných stanovištích.

Poděkování:

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením projektu NAZV č. 1G58021 „Možnosti použití směsi klonů smrku ztepilého se zvýšenou odolností vůči stresům na antropogenně narušených stanovištích horských poloh“.

LITERATURA

- ISIK, K., KLEINSCHMIT, J., SVOLBA, J. Survival, growth trends and genetic gains in 17-year-old *Picea abies* clones at seven test sites. *Silvae Genetica*, 1995, vol. 44, s. 116-128.
- JURÁSEK, A., HYNEK, V., NOVOTNÝ, P. Záchrana genofondu a lesní školkařství. In Stav horských lesů Sudet v České republice. Opočno: VÚLHM-VS, 1994, s. 5-24.
- JURÁSEK, A., MARTINČOVÁ, J. Vliv původu a podmínek prostředí na růst klonů smrku ztepilého po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2005, roč. 50, č. 2, s. 69-75.
- KARLSSON, BO. Clone testing and genotype x environment interaction in *Picea abies*. Doctoral thesis. In *Acta universitatis agriculturae sueciae*. Silvestria 162. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2000. 47 s.
- KARLSSON, BO., HÖGBERG, K. A. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone test of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). *Forest Genetics*, 1998, vol. 5, s. 21-30.
- 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.
- MODRZYNSKI, J. Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) progenies indicates small role of introduced populations in the Karkonosze Mountains. *Silvae Genetica*, 1995, vol. 44, no. 2/3, s. 70-75.
- SCHACHLER, G. Aufbau sowie erste Ergebnisse zur Entwicklung und Nutzung eines Stecklings-Mutterquartiers mit Fichtenklonen verminderter Anfälligkeit gegenüber SO₂. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 1988, vol. 22, no. 2, s. 55-61.
- SCHACHLER, G., KOHLSTOCK, N., MATSCHKE, J. A., WEISER, F. Autovegetative Vermehrung von Alternativbaumarten für SO₂-Schadgebiete. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 1987, vol. 21, no. 1, s. 1-6.
- SCHACHLER, G., MATSCHKE, J., KOHLSTOCK, N., WEISS, M., BRAUN, H. Zum Stand der autovegetativen Vermehrung in der DDR. *Sozialis. Forstwirtschaft.*, 1986, vol. 36, s. 215-218.
- SCHWARZ, O. Záchrana genofondu krkonošského 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. 125-132.
- SCHWARZ, O., VAŠINA, V. Záchrana genofondu geograficky původních druhů lesních dřevin v Krkonoších. *Pracovní materiál Správy KRNP* 1997. 12 s.

COMPARISON OF GROWTH OF ORTETS OF MOUNTAIN POPULATIONS WITH NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) AND THEIR VEGETATIVE PROGENIES IN DIFFERENT GROWTH CONDITIONS

SUMMARY

In the connection with delivery of Norway spruces gene pool from the Krkonoše Mts. ortet mixtures and clone plantations were founded by reproductive material from autochthonous trees with higher resistance to stresses. Impact of natural conditions onto growth of ortets and their vegetative progenies has been assessed at research plots founded in 1989 - 2001. Generative ortet mixtures were founded by seeds from trees of relatively good vitality during period with high air pollution in the 1980s in extreme mountain conditions. Natural selection in extreme mountain conditions during growth of ortets has meant the second selection.

For assessment of differences between progenies with exceptionally vigorous and subnormal growing trees there were selected intensively growth trees (higher than 290 cm – “trees+”) with good health condition and subnormal growth trees (“trees-”) in ortet mixture Lesní Bouda 1. Their progenies were balanced in clone plantations. The result shows better growth of progenies of + trees in every clone plantations (in two plantations the results were statistically significant).

Another aspect of observation is detailed growth assessment of better and worse growing clones from half-sib progeny in different natural conditions. Detailed assessment of half-sib progeny shows strong impact of actual growth conditions in individual clone plantations.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391-2; leugner@vulhmop.cz