

VLIV PŮVODU A TŘÍDĚNÍ SEMEN SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) NA KVALITU VYPĚSTOVANÝCH SEMENÁČKŮ

INFLUENCE OF ORIGIN AND SORTING SEEDS ON QUALITY OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) SEEDLINGS

JAN LEUGNER ✉ - ANTONÍN JURÁSEK - JARMILA MARTINCOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, CZ - 517 73 Opočno

✉ e-mail: leugner@vulhmop.cz

ABSTRACT

For the evaluation of impact of seed quality on the growth and variability of one- and two-year-old seedlings of Norway spruce, an experiment was established in spring 2011. Seven seedlots were separated using the LA-gravity separator to four size fractions according to specific weight and size of the seeds. The used seedlots were of the mountain origin (Jeseníky Mts., Krušné hory Mts., Jizerské hory Mts., Orlické hory Mts., and the Krkonoše Mts.), of the Krkonoše Mts. foothills origin, and from the orchard of mountain spruce population at the altitude of 310 m above sea level. Height and root-collar growths, above-ground parts and roots dry matter and other morphological traits were evaluated after the first and second vegetation season in plastic greenhouse. The results do not show any relationship between size and weight of the seeds on the one hand, and the morphological characteristics of the seedlings on the other. However, the influence of origin (altitude) of the seedlots was highly significant. The largest and the heaviest seedlings were grown from seeds of the orchard and the foothills origins. One- and two-year-old seedlings of the mountain population showed significantly higher ratio of roots to the above-ground parts of plants than seedlings from the lower altitudes, which indicates the greater distribution of assimilates to roots in spruce mountain populations.

Klíčová slova: semenáčky, smrk ztepilý, horské populace, morfologické parametry, třídění osiva

Key words: seedlings, Norway spruce, mountain population, morphological parameters, seed sorting

ÚVOD

Pro budoucí stabilitu lesních ekosystémů ve vyšších horských polohách je nezbytné dostatečné zastoupení jedinců, jejichž vlastnosti odpovídají klimaxové strategii růstu pro konkrétní lokality. Tito jedinci, jak potvrzují výsledky dlouhodobého výzkumu (JURÁSEK et al. 2009), s velkou pravděpodobností tvoří stabilní kostru porostů, která je dále doplněna ostatními složkami lokálních populací dřeviny s odlišnou strategií růstu. Horské populace smrku ztepilého tak můžeme zjednodušeně rozdělit na jedince s klimaxovou, přechodnou a pionýrskou strategií růstu. V současné době je v mladých smrkových porostech v horských oblastech pozorován velmi malý podíl jedinců s klimaxovou strategií růstu (stromy, které lze charakterizovat pomalejším růstem v juvenilní fázi). Příčinou je zřejmě nevhodné třídění semenáček a sazenic ve školcích v předcházejícím období, kdy pomaleji rostoucí semenáčky byly vyřazovány do výmětu. Záměrem současného výzkumného řešení je najít pěstební technologie, které by podíl jedinců s klimaxovou strategií růstu na uměle obnovovaných lokalitách výrazněji zvýšily.

Se stoupající nadmořskou výškou mateřských porostů klesá kvalita osiva (velikost, hmotnost, klíčivost, energie klíčení) (PIUSSI 1967; CABALA 1972; STIAVELLI, TOGNOTTI 1987; KOTRLA 1998). Velikost a hmotnost semen má vliv na růst a velikost semenáček minimálně v prvním roce po výsevu (ROHMEDEK 1972; MUHLE et al. 1985). Semena smrku ztepilého, pocházející z mateřských porostů rostoucích

ve vyšších nadmořských výškách a z nich vypěstované semenáčky se přitom vyznačují větší variabilitou v porovnání se semeny a semenáčky původem z nižších poloh (LEHOTSKÝ 1961; HOLZER et al. 1987; LANG 1989; KOTRLA 1998; CHMURA 2006). Třídění osiva může zvýšit uniformitu školkařské produkce, na druhé straně však znamená výrazný negativní zásah do genetického spektra pěstovaných populací (CAMPBELL, SORENSEN 1984; EL-KASSABY, THOMSON 1996). Zejména v případě horských populací smrku je nezbytné geneticky podmíněnou variabilitu velikosti semen a semenáček respektovat a pěstební technologii zaměřit na dopěstování celé genetické struktury dané populace.

Pro upřesnění poznatků o variabilitě osiva a růstu semenáček byl na jaře 2011 založen pokus s výsevem semen z 8. LVS z pěti pohoří, ze semenného sadu „krkonošského smrku“ a z 5. LVS z Podkrkonoší roztríděných do 4 velikostních frakcí podle velikosti a specifické hmotnosti. Cílem bylo zjistit vliv původu a třídění osiva smrku ztepilého na kvalitu a následný růst semenáček a posoudit, zda existuje vztah mezi kvalitativními znaky semen a z nich vypěstovaných semenáček využitelný pro zvýšení podílu jedinců s nižším výškovým přírůstkem s předpokládanou dobrou adaptací k extrémním horským podmínkám. První poznatky o vlivu původu osiva na kvalitu semen a dynamiku růstu semenáček v prvním roce byly již publikovány (LEUGNER et al. 2013). Předkládaný příspěvek přináší hodnocení morfologických znaků jednoletých a dvouletých semenáček pěstovaných v rámci těchto pokusů.

MATERIÁL A METODIKA

Pro hodnocení vlivu původu a třídění osiva bylo použito celkem 7 oddílů semen smrku ztepilého z různých pohoří České republiky, z podhůří Krkonoš a ze semenného sadu (tab. 1). V Semenářském závodě v Týništi nad Orlicí bylo osivo rozříděno přístrojem LA-K gravity separator (výrobce Westrup A/S) do 4 velikostních frakcí podle specifické hmotnosti a velikosti semen. Podrobné údaje o kvalitě osiva jsou uvedeny v publikaci LEUGNER et al. (2013).

Výsev do fóliového krytu se uskutečnil 23. 3. 2011 po předcházející předosevní přípravě (máčení po 24 hodin a následné osychání po 24 hodin při pokojové teplotě).

Pro detailní hodnocení růstu semenáčků bylo z každého oddílu a velikostní frakce odděleně vyseto po 100 semenech do řádků v 8 opakováních. Jednotlivé řádky (opakování od stejné varianty a frakce) byly rozmístěny v různých částech fóliového krytu pro omezení vlivu podmínek mikrostaniště. Celkový počet řádků byl 224 (7 oddílů × 4 frakce × 8 opakování). Zbytek semen byl vyset do proužků pro vypěstování sadebního materiálu pro další experimenty. Semenáčky byly pěstovány standardní školkařskou technologií – pěstování na výsevo-
vém substrátu, pod fólií ve vegetační době.

Po ukončení 1. vegetačního období byly vyzvednuty semenáčky ze 4 opakování z každého oddílu a frakce. Byly zjišťovány jejich základní morfologické znaky včetně hmotnostní analýzy.

Další semenáčky pro biometrické hodnocení (3 opakování z každého oddílu a frakce) byly vyzvednuty jako dvouleté v pozdním létě 2012, kdy se zároveň uskutečnilo školkování semenáčků určených pro dopěstování sadebního materiálu v provozní školce. Celkem bylo hodnoceno 6500 jednoletých a 1758 ks dvouletých semenáčků (minimálně 173 ks dvouletých semenáčků z každého oddílu osiva).

Data získaná při biometrickém hodnocení semenáčků byla zpracována ve statistickém programu QC Expert 3.1 pomocí dvoufaktorové analýzy variance. Použitím ANOVA byl hodnocen vliv faktorů (původ osiva, velikost semen) na variabilitu morfologických parametrů semenáčků.

Signifikantnost rozdílů středních hodnot (průměrů) jednotlivých variant je vyjádřena 95% intervaly spolehlivosti (confidence) vypočtenými v programu Excel a znázorněnými v grafech chybovými úsečkami. V programu Excel byly vytvořeny i histogramy výšek semenáčků v jednotlivých variantách.

VÝSLEDKY

Jednoleté semenáčky

Vliv původu a velikostních frakcí osiva na výšku nadzemních částí jednoletých semenáčků znázorňuje obr. 1. Nejvyšší semenáčky byly získány z osiva pocházejícího ze semenného sadu v nadmořské výšce

310 m n. m. (oddíl 4), kde jsou pěstovány smrky původem z Krkonoš. Druhé nejvyšší byly semenáčky z Podkrkonoší (5. LVS – oddíl 5). Naopak nejmenší semenáčky byly vypěstovány z oddílů osiva pocházejících z Krkonoš (oddíl 7) a Jeseníků (oddíl 1). Rozdíly mezi semenáčky těchto horských původů oproti semenáčkům pocházejících z osiva z 5. lesního vegetačního stupně (LVS) a semenného sadu jsou vysoce signifikantně průkazné.

Menší rozdíly byly pozorovány u tloušťky kořenových krčků (obr. 2). I v tomto případě byly největší parametry tloušťky krčků zjištěny u semenáčků vypěstovaných z osiva ze semenného sadu krkonošského smrku v nadmořské výšce 310 m. Nejnižší hodnoty tloušťky krčků byly zjištěny u semenáčků z osiva původem z oblasti Krkonoš.

Semenáčky vypěstované z osiva pocházejícího z porostů v nižších nadmořských výškách měly i největší hmotnost, a to jak nadzemních částí, tak kořenů. Semenáčky pocházející z osiva z 8. LVS byly vzrůstově menší, a tím i s menší hmotností. Nejmenší hmotnost měly semenáčky ze semen pocházejících z porostu v Krkonoších (1000 m n. m.).

Přestože semenáčky původem z nižších poloh měly větší hmotnost nejen nadzemních částí, ale i kořenových systémů v porovnání se semenáčky z osiva z horských lokalit, poměr sušiny kořenů k nadzemním částem byl u horských oddílů významně vyšší než u semenáčků z nižších poloh (obr. 3).

Z výsledků hodnocení variability velikosti a hmotnosti jednoletých semenáčků (ANOVA) je patrné, že faktor velikostních frakcí je slabý, většinou na hranici statistické průkaznosti. Naopak faktor vlivu původu osiva (rozdíly mezi semenáčky vypěstovanými z různých oddílů osiva) se projevuje mnohem výrazněji a je statisticky vysoce průkazný. Slabě průkazný je i faktor interakce mezi původem a velikostními frakcemi semen (tab. 2).

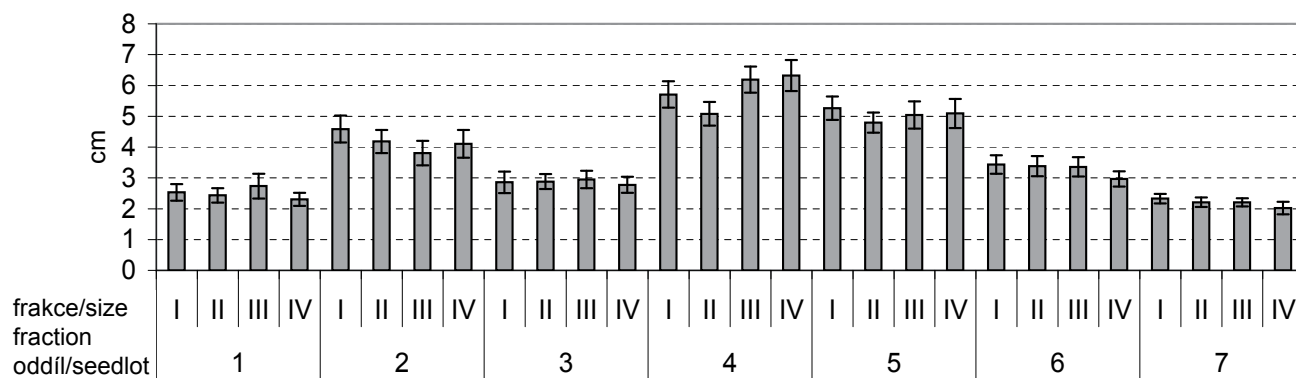
Dvouleté semenáčky

- Výsledky biometrických měření dvouletých semenáčků smrku různého původu jsou uvedeny v tab. 3, výsledky hmotnostní analýzy v tab. 4.
- Podobně jako při hodnocení po prvním roce růstu, i u dvouletých semenáčků bylo zjištěno, že největší růstové dimenze a hmotnost jednotlivých částí vykazují semenáčky vypěstované z osiva pocházejícího z nižších poloh. Ve druhém roce po výsevu velice dobře přirůstaly také semenáčky původem z Krušných a Orlických hor (oddíl 2 a 6), které v některých parametrech dokonce předstihly semenáčky původem z Podkrkonoší (oddíl 5) a ze semenného sadu (oddíl 4). Nejmenší zůstaly ve druhém roce růstu semenáčky z 8. LVS z Jeseníků (oddíl 1), z Jizerských hor (oddíl 3) a z Krkonoš (oddíl 7).

Tab. 1.

Základní údaje o původu použitého osiva
Basic data on the origin of seed

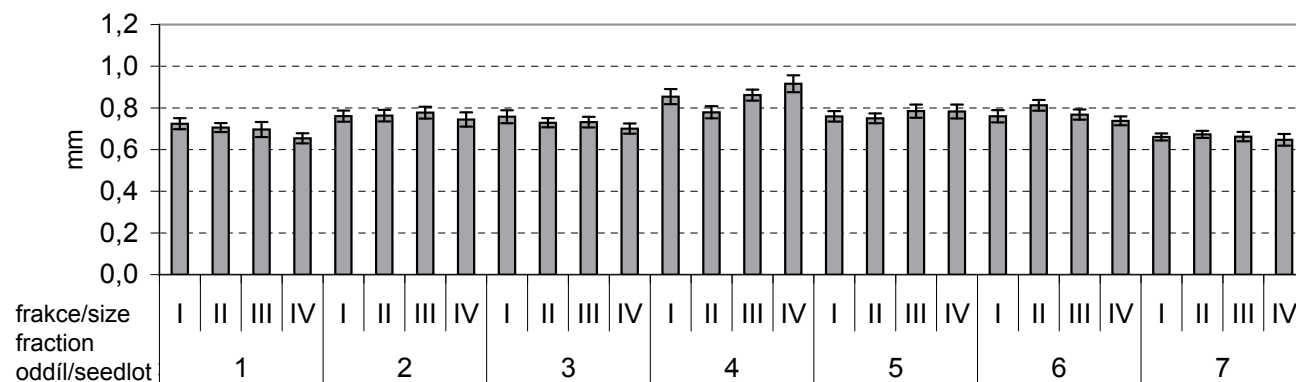
Oddíl/ Seedlot	Evidenční číslo uznané jednotky/ No. of certified source of reproductive material	LVS/Forest altitudinal zone	Nadmořská výška/ Altitude (m)	Rok zrání/ Year of ripening	Místo/ Locality	Přírodní lesní oblast původu/ Forest region of origin
1	CZ-2-2A-SM-1015-27-8-M	8	1160- 1180	2002	Loučná	Hrubý Jeseník
2	CZ-2-2B-SM-853-1-8-K	8	900-1020	2003	Horní Blatná	Krušné hory
3	CZ-2-2B-SM-837-21-8-L	8	830-910	2006	Frýdlant	Jizerské hory
4	CZ-3-3-SM-92-22-7-H	7 (origin of clones)	310	2008	Semenný sad Hroška/ Seed orchard	Krkonoše
5	CZ-2-2A-SM-771-23-5-H	5	650	2006	Dvůr Králové	Podkrkonoší
6	CZ-2-2A-SM-3131-25-7-H	7	980-1000	2006	Sedloňov	Orlické hory
7	CZ-2-2B-SM-1018-22-8-L	8	1000-1180	1995	Vrchlabí	Krkonoše

**Obr. 1.**

Vliv původu a velikostních frakcí osiva na výšku nadzemních částí jednoletých semenáčků smrku ztepilého (popis jednotlivých oddílů viz tab. 1); chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti

Fig. 1.

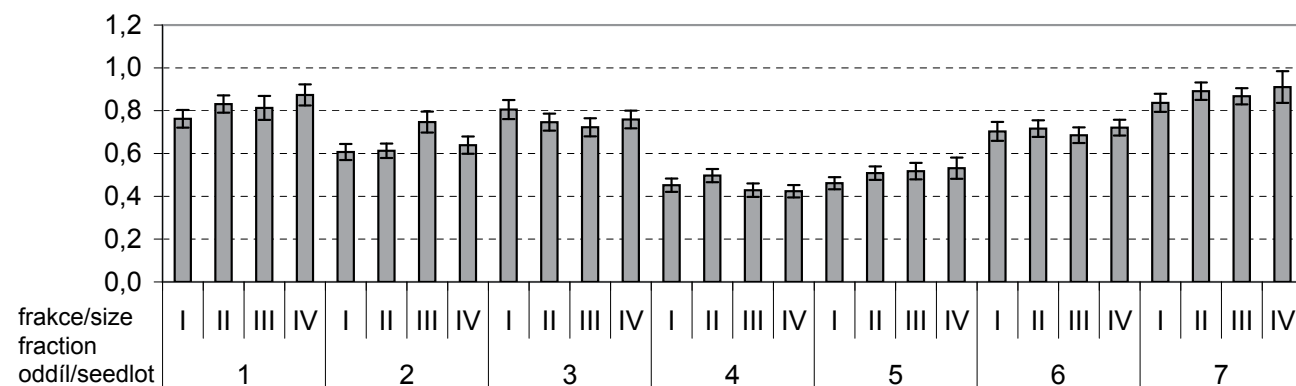
Influence of origin and size fractions of seeds on the height of the above ground parts of one-year old seedlings of Norway spruce (for description of seedlots see Tab. 1); error bars represent 95% confidence interval of mean

**Obr. 2.**

Vliv původu a velikostních frakcí osiva na průměr kořenového krčku jednoletých semenáčků smrku ztepilého (popis jednotlivých oddílů viz tab. 1); chybové úsečky znázorňují 95% interval spolehlivosti průměru

Fig. 2.

Influence of origin and size fractions of seeds on root collar diameter of one-year old seedlings of Norway spruce (for description of seedlots see Tab. 1); error bars represent 95% confidence interval of mean

**Obr. 3.**

Vliv původu a velikostních frakcí osiva na poměr sušiny kořenů k sušině nadzemních částí jednoletých semenáčků smrku ztepilého (popis jednotlivých oddílů viz tab. 1); chybové úsečky znázorňují 95% interval spolehlivosti průměru

Fig. 3.

Influence of origin and size fractions of seeds on the ratio of dry matter of roots/shoot parts of one-year old seedlings of Norway spruce (for description of seedlots see Tab. 1); error bars represent 95% confidence interval of mean

Podobně jako u jednoletých, i u dvouletých semenáčků byl poměr sušiny kořenů k nadzemním částem horských oddílů (1 – Jeseník, 3 – Jizerské hory, 7 – Krkonoše) signifikantně vyšší než u semenáčků pocházejících z nižších poloh (4 – semenný sad, 5 – Podkrkonoší, 6 – Orlické hory) (obr. 4). Svědčí to o distribuci většího množství asimilátů do kořenů na úkor nadzemních částí u horských populací smrku ztepilého.

Jedním z hlavních cílů popisovaného experimentu bylo zjistit, zda se v době školkování oddíly semenáčků různého původu liší četností zastoupení různě velkých jedinců (jedinců s různou intenzitou juvenilního růstu) a zda je možno toto zastoupení ovlivnit tříděním osiva. Semenáčky byly hodnoceny ve druhém roce po ukončení výškového přírůstu, v době, kdy byly zároveň vyzvedávány pro pozdně letní školkování. Rozdělení semenáčků podle výškových intervalů u osiva

původem z Jeseníku, Krkonoš, Podkrkonoší a ze semenného sadu je znázorněno na obr. 5.

Z grafů je patrné, že třídění osiva podle velikosti a specifické hmotnosti (frakce I až IV) nemělo výraznější vliv na výškový růst semenáčků v prvních dvou letech po výsevu. Obdobné výsledky byly získány i u dalších hodnocených oddílů osiva. Skutečnost, že třídění neovlivnilo velikost dvouletých semenáčků, potvrzují i výsledky statistického hodnocení analýzou variance (tab. 5).

Zcela zásadní je naproti tomu vliv původu (oddílů) osiva. Semenáčky vypěstované z osiva získaného v porostech rostoucích v nižší nadmořské výšce (4 – semenný sad, 5 – Podkrkonoší) měly největší četnost nejvyšších semenáčků, zatímco u horských oddílů smrku (1 – Jeseník, 7 – Krkonoše) bylo vysoké zastoupení pomalu rostoucích (menších) semenáčků (obr. 5).

Tab. 2.

Výsledky ANOVA pro morfologické znaky jednoletých semenáčků smrku ztepilého různého původu (7 oddílů) a různých velikostních frakcí osiva (4 frakce)
ANOVA table for the morphological traits of annual seedlings of Norway spruce of different origins (7 seedlots), and various size fractions of the seed (4 factions)

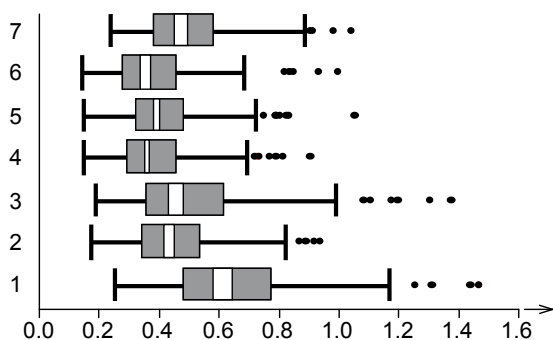
Znak/Feature	Zdroj variability/ Source of variability	F-kritérium exp./ F-ratio exp.	F – kritické/ F – critical	Závěr (hladina významnosti 5%)/ Result (significance level 5%)	p-hodnota/ p-value
Výška nadzemní části/ Height of shoots	oddíl/seedlot	208,057	2,100	významný/significant	0,000
	frakce/size fraction	2,293	2,606	nevýznamný/insignificant	0,076
	interakce/interaction	2,212	1,606	významný/significant	0,002
Průměr kořenového krčku/ Root collar diameter	oddíl/seedlot	67,452	2,100	významný/significant	0,000
	frakce/size fraction	1,493	2,606	nevýznamný/insignificant	0,210
	interakce/interaction	4,307	1,606	významný/significant	0,000
Poměr sušiny kořenů k nadzemní části/ Root/shoot dry weight ratio	oddíl/seedlot	202,337	2,100	významný/significant	0,000
	frakce/size fraction	2,828	2,606	významný/significant	0,037
	interakce/interaction	3,220	1,606	významný/significant	0,000

Tab. 3.

Biometrická analýza dvouletých semenáčků smrku ztepilého (popis jednotlivých oddílů viz tab. 1)
Biometric analysis of two-year old seedlings of Norway spruce (for description of seedlots see Tab. 1)

Oddíl ¹		Výška nadzemní části ²	Výškový přírůst ³	Průměr kořenového krčku ⁴	Počet větví 1. řádu ⁵	Celková délka větví 1. řádu ⁶	Délka nejdelší větve ⁷	Podíl semenáčků s větvemi 2. řádu ⁸	Průměrná délka jehlice ⁹
		cm	cm	mm	ks	cm	cm	%	mm
1	Průměr ⁹	6,9	4,8	1,61	1,6	4,2	1,9	1,1	13,6
	Sx	5,279	3,766	0,767	2,321	9,340	2,661		
2	Průměr ⁹	15,9	11,3	2,23	4,8	15,0	4,9	5,3	16,5
	Sx	8,388	5,719	0,879	4,915	17,564	3,597		
3	Průměr ⁹	11,4	9,2	1,98	3,9	11,3	3,9	3,1	15,6
	Sx	7,813	5,560	0,894	5,055	19,550	3,381		
4	Průměr ⁹	19,7	13,8	2,21	6,3	18,1	5,1	4,7	18,0
	Sx	10,044	6,979	0,959	5,957	20,766	3,843		
5	Průměr ⁹	18,1	12,6	2,16	5,4	16,4	5,0	4,1	18,4
	Sx	9,314	6,330	0,935	5,410	19,977	3,863		
6	Průměr ⁹	19,1	13,9	2,53	8,0	28,8	6,2	12,6	17,8
	Sx	12,049	8,360	1,272	7,908	34,597	4,760		
7	Průměr ⁹	12,8	10,2	2,05	4,6	13,6	4,3	12,1	16,2
	Sx	8,991	6,493	0,967	5,616	21,112	4,091		

¹Seedlot; ²Height of above ground part; ³Height increment; ⁴Diameter of root collar; ⁵Total length of the 1st order branches; ⁶Length of the longest branch; ⁷Ratio of seedlings with 2nd order branches; ⁸Average length of needle; ⁹Mean

**Obr. 4.**

Vliv původu a velikostních frakcí osiva na poměr sušiny kořenů k sušiny nadzemních částí dvouletých semenáčků smrku ztepilého (bílý obdélník znázorňuje 95% interval spolehlivosti mediánu, šedý obdélník 25–75% kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hranby“ dat, bod může představovat „odlehlost hodnotu“)

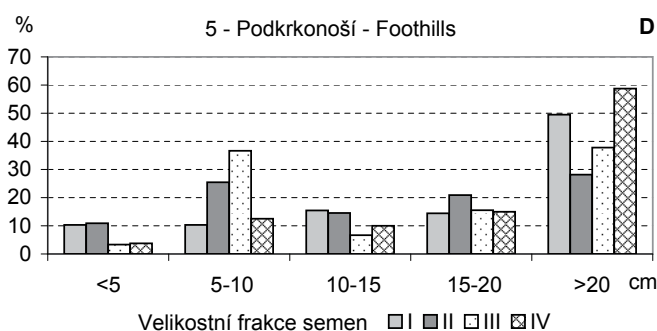
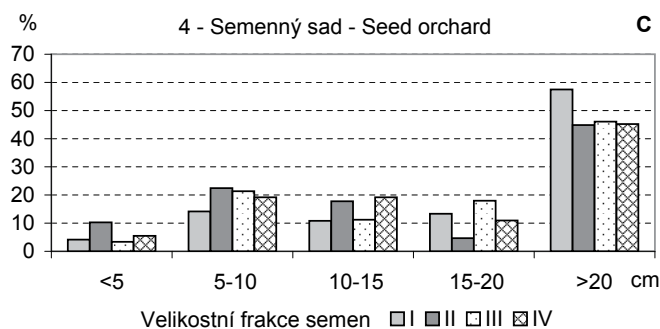
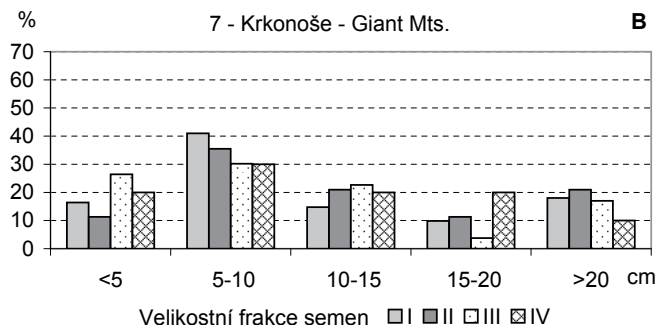
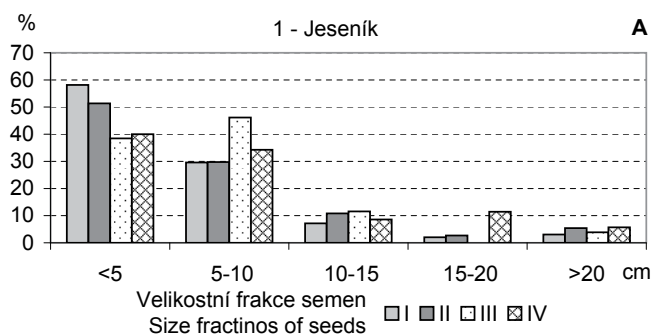
Fig. 4.

Influence of origin and size fractions of seeds on the ratio of dry-mass root/shoot ratio of the two-year old seedlings of Norway spruce (white rectangle represents 95 % confidence interval of median, grey rectangle is a 25–75% quantile, the black stripes are non-outlier range, the point may represent „outlier“)

Tab. 4.

Hmotnostní analýza dvouletých semenáčků smrku ztepilého (popis jednotlivých oddílů viz tab. 1)
Weight analysis of the two-year-old seedlings of Norway spruce (for description of seedlots see Tab. 1)

Oddíl/ Seedlot	Suchá hmotnost/Dry-mass weight			Poměr sušiny kořenů k nad- zemním částem (K/N)/Dry-mass root/shoot ratio	
	kmínku a vět- vi/stem and branches	jehličí/ needles	kořenů/ roots		
	g	g	g		
1	Průměr	0,139	0,188	0,160	0,658
	Sx	0,2546	0,2902	0,1988	0,2331
2	Průměr	0,410	0,449	0,317	0,452
	Sx	0,4334	0,4189	0,2543	0,1488
3	Průměr	0,312	0,358	0,261	0,504
	Sx	0,4826	0,5015	0,2857	0,2042
4	Průměr	0,520	0,547	0,344	0,386
	Sx	0,5581	0,5352	0,3297	0,1251
5	Průměr	0,485	0,528	0,354	0,407
	Sx	0,5206	0,5203	0,3079	0,1328
6	Průměr	0,746	0,790	0,450	0,384
	Sx	0,8816	0,9212	0,4526	0,1484
7	Průměr	0,368	0,422	0,310	0,497
	Sx	0,5254	0,5145	0,3331	0,1559

**Obr. 5.**

Rozdělení četností výšek dvouletých semenáčků smrku ztepilého v souvislosti s nadmořskou výškou původu osiva. A – Jeseník (ca 1170 m n. m.), B – Krkonoše (ca 1100 m n. m.), C – semenný sad krkonošského smrku (310 m n. m.), D – Podkrkonoší (650 m n. m.)

Fig. 5.

Frequency distributions of heights of two-year old Norway spruce seedlings considering the altitude of seeds origin. A – the Jeseníky Mts. (ca 1170 m), B – the Krkonoše Mts. (ca 1100 m), C – seed orchard of the Krkonoše Mts. population (310 m), D – foothills (650 m)

Tab. 5.

Výsledky ANOVA pro morfologické znaky dvouletých semenáčků smrku ztepilého různého původu (7 oddílů) a různých velikostních frakcí osiva (4 frakce)

ANOVA table for the morphological characters of two-year-old seedlings of Norway spruce of different origins (7 seedlots), and various size fractions of the seed (4 fractions)

Znak/Feature	Zdroj variability/ Source of variability	F-kritérium exp./ F- experiment	F – kritické/ F – critical	Závěr (hladina významnosti 5%)/ Result (significance level 5%)	p-hodnota/ p-value
Výška nadzemní části/ Height of shoots	oddíl/seedlot	36,261	2,105	významný significant	0,000
	frakce/size fraction	1,463	2,612	nevýznamný insignificant	0,223
	interakce/interaction	1,294	1,612	nevýznamný insignificant	0,182
Průměr kořenového krčku/ Root collar diameter	oddíl/seedlot	12,498	2,105	významný significant	0,000
	frakce/size fraction	0,987	2,612	nevýznamný insignificant	0,398
	interakce/interaction	2,392	1,612	významný significant	0,0009

Výsledky dvoufaktorové analýzy variance ukázaly, že na velikost dvouletých semenáčků měl výrazný vliv především původ osiva. Vliv třídění osiva (velikostní frakce) byl statisticky nevýznamný, stejně jako interakce obou faktorů. Uvedené poznatky naznačují, že třídění semen nemůže sloužit jako prostředek pro zvýšení podílu semenáčků s pomalejším juvenilním růstem a s předpokládanou dobrou adaptací k nepříznivým podmínkám, které jsou žádoucí pro zalesňování extrémních horských lokalit. Stěžejní je původ osiva, který výrazně ovlivňuje všechny morfologické znaky semenáčků.

DISKUSE

Analýzy jedno- a dvouletých semenáčků smrku ztepilého vypěstovaných z osiva tříděného podle velikosti a specifické hmotnosti přístrojem LA-K gravity separator (LEUGNER et al. 2013) neprokázaly vliv velikostních frakcí semen na růst semenáčků v prvním a druhém roce po výsevu. Poznatky různých autorů o vlivu velikosti semen na následný růst semenáčků jsou rozdílné. ROHMEDEK (1972) uvádí, že z velkých semen vyrostou v prvních letech rostliny s větší délkou, vyšší hmotností a lepší odolností ke všem škodlivým faktorům působícím v mládí než semena malá. U smrku a borovice velikostní náskok podle tohoto autora přetrvává během 3 až 4 let věku. Naproti tomu MUHLE et al. (1985) pozoroval vliv velikosti semen na velikost semenáčků smrku ztepilého pouze v prvním roce po výsevu, u dvouletých semenáčků tento vliv již prokázán nebyl. CHAISURISRI et al. (1994) u smrku sítiky nezjistil vliv velikosti semen na následnou velikost ani u osmiměsíčních semenáčků.

Morfologické parametry jedno- i dvouletých smrkových semenáčků v našem pokusu byly jednoznačně ovlivněny lokalitou původu osiva. Výrazný byl vliv nadmořské výšky mateřských porostů, kdy semenáčky pocházející z osiva porostů rostoucích v 8. LVS byly významně menší než semenáčky z osiva porostů rostoucích v nižší nadmořské výšce (5. LVS, semenný sad). Koresponduje to s obdobnými poznatky řady autorů o tom, že výška nadzemní části smrkových semenáčků klesá se stoupající nadmořskou výškou původu (MODRZYŃSKI 1995; KOTRLA 1998). Za jednu z příčin je považována skutečnost, že v procesu adaptace k nepříznivějším podmínkám horského prostředí získávají populace smrku vyšší odolnost na úkor růstu (MODRZYŃSKI 1995; OLEXYN et al. 1998). Menší výška semenáčků smrku horského původu souvisí i s distribucí většího podílu asimilátů do kořenů na úkor nadzemních částí (OLEXYN et al. 1998), a tím i s lépe vyvinutými kořenovými systémy u semenáčků horských populací (LEHOTSKÝ 1961) a vyšším poměrem kořenů k nadzemním částem (MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002). Tento vliv nadmořské výšky původu osiva na poměr hmotnosti kořenů k nadzemním částem byl pozorován a prokázán i v našem pokusu.

Významný vliv na dosaženou velikost semenáčků má i odlišná růstová dynamika, kdy semenáčky z vysokých nadmořských výšek (podobně

jako semenáčky původem ze severnějších oblastí) ukončují výškový růst mnohem dříve než semenáčky vypěstované z osiva pocházejícího z porostů z nižších nadmořských výšek (HOLZER 1984; HOLZER et al. 1987; SKROPPA 1994; KANG et al. 1994; QAMARUDDIN et al. 1995; SCHULTZE 1998). Výrazně odlišná dynamika výškového růstu semenáčků v závislosti na původu osiva byla pozorována i v našem experimentu, kdy semenáčky z osiva pocházejícího z vysokých nadmořských výšek (8. LVS) ukončovaly výškový růst již v červnu, zatímco semenáčky z nižších poloh rostly až do konce léta (LEUGNER et al. 2013).

Zajímavé výsledky byly získány u semenáčků vypěstovaných z osiva ze semenného sadu založeného v nadmořské výšce 310 m smrky původem z Krkonoš. Jak dynamika růstu, tak dosažená velikost jedno- a dvouletých semenáčků odpovídají semenáčkům původem z nízké nadmořské výšky (dlouhé období výškového růstu, výrazně vyšší velikost i hmotnost semenáčků). Tyto výsledky podporují teorii o tom, že potomstva horských populací smrku vypěstovaná z osiva ze semenných sadů částečně přebírají vlastnosti typické pro podmínky, ve kterých proběhla tvorba a zrání semen (JOHNSEN, ØSTRENG 1994; KOHMAN, JOHNSEN 1994; SKROPPA 1994; SKROPPA, KOHMANN 1997; KOTRLA 1998).

ZÁVĚR

V popsáných experimentech nebyla prokázána závislost mezi velikostí a hmotností osiva na jedné straně a morfologickými znaky z nich vypěstovaných jednoletých a dvouletých semenáčků na straně druhé. Velmi výrazně byl naopak růst semenáčků ovlivněn původem (nadmořskou výškou) použitých oddílů osiva.

Třídění semen se tedy nejeví jako perspektivní cesta pro získání většího podílu pomaleji rostoucích semenáčků nejlépe adaptovaných k horským podmínkám.

Výrazný vliv původu osiva na kvalitu semen, dynamiku růstu a velikost a hmotnost jednoletých a dvouletých semenáčků na druhé straně zdůrazňuje nutnost používání výhradně geneticky odpovídajícího osiva pro zalesňování horských oblastí. Důležitým poznatkem je také, že semenáčky z osiva horského původu získané ze semenného sadu v podhůří se chovaly jako populace pocházející z podhůří. Získané poznatky budou doplněny a upřesněny v rámci hodnocení dalšího růstu semenáčků po školkování na venkovní záhony a následně i po výsadbě na horské lokality.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci projektu č. QI112A170 „Možnosti cíleného pěstování a využití geneticky hodnotných částí populací sadebního materiálu smrku ztepilého s klimaxovou strategií růstu pro horské oblasti“.

LITERATURA

- CABALA L. 1972. Kvalita semena *Picea excelsa* Link. z oblasti Nízkyh Tatier a Slovenského rudohoria. Vedecké práce Výskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene, 16: 161–189.
- CAMPBELL R.K., SORENSEN F.C. 1984. Genetic implications of nursery practices. In: Duryea, M.L., Landis T.D. (eds): Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings. The Hague, Martinu Nijhoff: 183–191.
- EL-KASSABY Y. A., THOMSON A. J. 1996. Parental rank changes associated with seed biology and nursery practices in Douglas-fir. Forest Science, 42: 228–235.
- HOLZER K. 1984. Die Bedeutung der Genetik für den Hochlagenwaldbau. In: Establishment and tending of subalpine forest. Proceedings of the 3rd international workshop, IUFRO Project Group P.1.07-00. September 3–5, 1984, Riederalp Switzerland. Birnensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen: 225–232.
- HOLZER K., SCHULTZE U., PELIKANOS V., MÜLLER F. 1987. Stand und Problematik der Fichten – Stecklingsvermehrung. Österreichische Forstzeitung, 98: 12–13.
- CHAISURISRI K., EDWARDS D. G. W., EL-KASSABY Y. A. 1994. Effects of seed size on seedling attributes in Sitka spruce. New Forests, 8 (1): 81–87.
- CHMURA D. J. 2006. Phenology differs among Norway spruce populations in relation to local variation in altitude of maternal stands in the Beskydy Mountains. New Forests, 32: 21–31.
- JOHNSEN O., OSTRENG G. 1994. Effects of plus tree selection and seed orchard environment on progenies of *Picea abies*. Canadian Journal of Forest Research, 24 (1): 32–38.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2009. Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in mountain conditions. Journal of Forest Science, 55: 112–118.
- KANG H., EKBERG I., ERIKSSON G., UNUNGER J. 1994. Second and third growth period responses of *Picea abies* families to first growth period photoperiodic, light intensity and temperature treatments. Silva Fennica, 28: 215–232.
- KOHMANN K., JOHNSEN O. 1994. The timing of bud set in seedlings of *Picea abies* from seed crops of a cool versus a warm spring and summer. Silvae Genetica, 43: 329–333.
- KOTRLA P. 1998. Uchování a reprodukce genofondu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Kralickém Sněžníku. Disertační práce. Brno, MZLU: 139 s.
- LANG H.-P. 1989. Risks arising from the reduction of genetic variability of some Alpine Norway spruce provenances by size grading. Forestry (Oxford), 62 (Suppl.): 49–52.
- LEHOTSKÝ L. 1961. Vplyv nadmorskej výšky na kvalitu semena smreka obyčajného (*Picea excelsa* Link), borovice sosny (*Pinus silvestris* L.) a vývoj sadenic borovice sosny v horských polohách. Lesnícky časopis, 7: 28–46.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2013. Vliv původu a třídění semen smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) na kvalitu osiva a dynamiku růstu semenáčků. Zprávy lesnického výzkumu, 58 (2): 167–175.
- MODRZYŃSKI J. 1995. Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) progenies indicates small role of introduced populations in the Karkonosze mountains. Silvae Genetica, 44: 70–75.
- MODRZYŃSKI J., ERIKSSON G. 2002. Response of *Picea abies* populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress. Forest Ecology and Management, 165: 105–116.
- MUHLE O., SPETHMANN W., KLEINSCHMIT J. 1985. Einfluss von Korngröße und Schwere der Samen auf Keimverhalten und Wachstum bei Douglasie, Fichte und Kiefer. Forst- und Holzwirt, 40: 335–338.
- OLEKSYN J., MODRZYŃSKI J., TJOELKER M. G., ŻYTKOWIAK R., REICH P. B., KAROLEWSKI P. 1998. Growth and physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. Functional Ecology, 12: 573–590.
- PRUSSI P. 1967. Characteristics of Norway spruce seed collected at different elevations. In: XIV. IUFRO Kongress. Proceedings. München, 1967, 09. 04–09. Pt. IV, Section 23. München, DVFFA, Sekretariat für den IUFRO-Kongress: 510–515.
- QAMARUDDIN M., EKBERG I., DORMLING I., NORELL L., CLAPHAM D., ERIKSSON G. 1995. Early effects of long nights on budset, bud dormancy and abscisic acid content in two populations of *Picea abies*. Forest Genetics, 2: 207–216.
- ROHMEDEE E. 1972. Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Hamburg, Parey: 273 s.
- SCHULTZE U. 1998. Untersuchung der Angepasstheit von Fichtensämlingen an die Seehöhe. Klimakammertestung der Fichtebeerntungen der Reifejahre 1991 und 1992. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: 39 s.
- SKROPPA T. 1994. Growth rhythm and hardiness of *Picea abies* progenies of high altitude parents from seed produced at low elevations. Silvae Genetica, 43: 95–100.
- SKROPPA T., KOHMANN K. 1997. Adaptation to local conditions after one generation in Norway spruce. Forest Genetics, 4: 171–177.
- STIAVELLI S., TOGNOTTI E. 1987. Osservazioni sulla produzione di seme di picea in relazione al fenomeno del deperimento delle foreste. Monti e Boschi, 38: 49–54.

INFLUENCE OF ORIGIN AND SORTING SEEDS ON QUALITY OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) SEEDLINGS

SUMMARY

To evaluate an impact of seed quality on the growth and variability of the 1- and 2-year-old seedlings of Norway spruce, an experiment was established in spring 2011. Totally 7 seedlots were separated using the LA-gravity separator to 4 size fractions according to specific weight and size of the seeds. Five seedlots were collected in mountain locations (Jeseníky Mts., Krušné hory Mts., Orlické hory Mts., Jizerské hory Mts., and Krkonoše Mts.). One seedlot was of the Krkonoše Mts. foothills origin and one was collected in the orchard of mountain spruce population at the altitude of 310 m above sea level (Tab. 1). Height and root-collar growth performance, shoot and root dry mass, and other morphological traits were evaluated after the first and second vegetation season in plastic greenhouse. The influence of size fractions of seeds on the 1-year-old seedling morphology was weak (Table 2). In the second year, no effect of the seed size on the seedling size and weight was observed (Tab. 3, 4).

On the other hand, the effect of location (altitude) of the seedlots origin was found to be highly significant. The highest and the heaviest one-year-old seedlings were grown from seeds originating in the lower location (the foothills of the Krkonoše Mts.), and from seed orchard of mountain populations situated in lowland (Fig. 1, 2). The origin of the seedlots affected also the morphological traits of the 2-year-old seedlings (Tab. 3), when the biggest and the heaviest seedlings were from the lower location as well (Tab. 4, 5).

When assessing the frequency of seedlings in each seedlot section divided into intervals of height, it was found that the populations of seedlings originating from higher elevations have higher proportion of small (slow-growing) seedlings, while the majority of the seedlings from seed orchard and from the foothills were found in the class 20+ cm (Fig. 5). The 1- and 2-year-old spruce seedlings of mountain origin had clearly higher root/shoot ratio, compared with seedlings grown from seeds of the lower sites as for dry mass (Fig. 3, 4). It indicates the greater distribution of assimilates to roots at the expense of the above ground parts of Norway spruce mountain populations.

From our study it can be concluded:

- Seed sorting according to size does not seem to be a promising way for getting a larger share of the slowly-growing seedlings, which are considered the best adapted to mountain conditions.
- A significant influence of origin on the quality of seed, growth rate, size, and weight of 1- and 2-year-old seedlings enhances, however, the need to use genetically appropriate seed for reforestation in mountain areas. The results confirm the necessity to maintain all growth types of seedlings when planting new spruce forests in mountains.