

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

INFLUENCE OF ORIGIN AND SORTING OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) SEEDS ON THE SEED LOT QUALITY AND SEEDLING GROWTH DYNAMICS

JAN LEUGNER – ANTONÍN JURÁSEK – JARMILA MARTINCOVÁ

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

ABSTRACT

Spruce seeds of 7 seed lots from the Jeseníky Mts., Krušné hory (Ore Mts.), Jizerské hory (Jizera Mts.), Krkonoše (Giant Mts.), Orlické hory (Eagle Mts.), foothills and seed orchard were sorted by LA-K gravity separator into 4 size fractions according to specific weight and size. Seed quality, field germination and seedling growth rate were evaluated. There was no demonstrable relationship between seed weight and germination. Decline in the seed quality with increasing altitude of origin described in literature has not been proved. Pre-sowing treatment markedly accelerate germination of seedlings. Soil emergence was significantly influenced by both the seed origin and size fractions. The heaviest seeds with good germination and emergence rate were obtained from the seed orchard. The seed origin (altitude) highly affected the dynamics of seedling height growth. While a considerable proportion of seedlings originating from seed stands of mountain vegetation zone stopped height growth in June, seedlings from seeds from lower altitude and the seed orchard continued to grow very well. Impact of different timing of growth on the size of seedlings is the subject of our further research.

Klíčová slova: smrk ztepilý, třídění semen, původ osiva, nadmořská výška, kvalita semen, vzcházivost, dynamika růstu

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, seed sorting, seed origin, altitude, seed quality, soil emergence, seedling growth dynamics

ÚVOD

Pěstování kvalitního sadebního materiálu lesních dřevin pro specifické horské podmínky začíná již výběrem osiva. Samozřejmostí je používání osiva odpovídajícího původu, přičemž optimální je osivo pocházející ze zdrojů blízkých předpokládaným zalesňovaným lokalitám a vyznačující se žádoucí kvalitou. Během produkce sadebního materiálu příslušného dřevinného druhu je pak nutno věnovat zvláštní pozornost tomu, aby bylo zachováno celé genetické spektrum pěstované populace. Například GÖMÖRY (1992) popisuje u uměle založených porostů z autochtonního materiálu významné zúžení genetické různorodosti.

V porovnání s osivem smrku ztepilého pocházejícím z porostů v nižších nadmořských výškách se osivo smrku z 8. lesního vegetačního stupně (LVS) vyznačuje vyšší variabilitou hmotnosti (KOTRLA 1998) a nižší kvalitou. Podle údajů mnoha autorů kvalita osiva klesá se stoupající nadmořskou výškou výskytu mateřských porostů (PRUSSI 1967; CABALA 1972; STIAVELLI, TOGNOTTI 1987; KOTRLA 1998). Projevuje se to jak snížením klíčivosti, energie klíčení a hmotnosti plných semen, tak zvýšením podílu prázdných a poškozených semen.

Semenáčky vypěstované z osiva smrku pocházejícího z vyšších horských poloh mají větší variabilitu a odlišnou dynamiku růstu v porovnání se semenáčky původem z nižších poloh (LEHOTSKÝ 1961; HOLZER et al. 1987; LANG 1989; CHMURA 2006). Obdobné poznatky byly získány i v rámci našich předchozích pokusů (JURÁSEK et al. 2009).

Zejména při uplatňování technologií pěstování krytokořených semenáčků se z ekonomicko-provozních důvodů projevuje snaha používat tříděné osivo pro zvýšení výtěžnosti a uniformity produkce. Třídění

osiva však může znamenat výrazný negativní zásah do genetického spektra pěstovaných populací (CAMPBELL, SORESENSEN 1984; EL-KASSABY, THOMSON 1996). Proto je v tomto případě žádoucí a nezbytné geneticky podmíněnou růstovou variabilitu semenáčků a sazenic z horských oblastí respektovat a ve školce dopěstovat semenáčky všech diferencovaných velikostí.

Cílem následujícího příspěvku je zjistit vliv původu a třídění osiva na jeho kvalitu a následný růst semenáčků u oddílů smrku pocházejících z několika našich pohoří (8. LVS) a ze semenného sadu v porovnání s osivem získaným z nižší nadmořské výšky (5. LVS). Dalším cílem je zjistit, zda existuje vztah mezi velikostí semen a z nich vypěstovaných semenáčků, využitelný pro zvýšení podílu semenáčků smrku ztepilého menšího vzrůstu pomocí třídění osiva. U sadebního materiálu vypěstovaného z takových semenáčků byla zjištěna po výsadbě dobrá adaptace k extrémním horským podmínkám (JURÁSEK et al. 2009).

MATERIÁL A METODIKA

Na jaře 2011 byl založen pokus pro zjištění, zda semena smrku ztepilého pocházející z vyšších horských poloh vykazují odlišnou kvalitu než semena smrku pocházejících z nižších poloh, a jak se kvalita osiva projevuje na následném růst semenáčků. Bylo použito provozně získané osivo z uznaných porostů, skladované v Semenářském závodě v Týništi nad Orlicí. Vzorky osiva pocházely z 8. LVS z pěti pohoří, ze semenného sadu a z 5. LVS z Podkrkonoší. Osivo z Orlických hor pocházelo z horní hranice 7. LVS. Přehled použitých oddílů osiva je uveden v tab. 1.

Osivo vybraných oddílů bylo v únoru 2011 roztrženo v Semenářském závodě v Týništi nad Orlicí separačním přístrojem LA-K gravity separator (výrobce Westrup A/S) do 4 velikostních frakcí podle specifické hmotnosti a velikosti semen.

Přístroj je konstruován pro třídění (separaci) semen dle jejich šířky, délky, tloušťky a hmotnosti. Využívá malé rozdíly ve specifické hmotnosti semen a umožňuje tak oddělit těžká semena s potenciálně vysokou klíčovostí od lehkých a méně hodnotných semen (LABORATORY GRAVITY SEPARATOR - firemní údaje).

U hodnocených oddílů byl zjištěn podíl semen v jednotlivých frakcích. Podle ČSN 48 1211 byla stanovena hmotnost 1000 semen (absolutní hmotnost), kdy bylo zváženo vždy 8 x 100 semen a průměrný výsledek přepočítán na 1000 ks. V akreditované zkušební laboratoři Semenářská kontrola Kunovice pak byly stanoveny další základní kvalitativní charakteristiky (klíčovost plných semen, energie klíčení plných semen, podíl semen mrtvých, prázdných, napadených hmyzem a abnormálně vyklíčených) odděleně pro jednotlivé frakce.

Na jaře (23. 3. 2011) byl proveden výsev smrkového osiva do substrátu pod fóliovým krytem. Výsevu předcházela předosevní příprava, kdy byla semena namočena na 24 hodin do vody a následně ponechána po dobu 24 hodin na vzduchu při běžné laboratorní teplotě oschnout. Z každého oddílu a velikostní frakce bylo odděleně vyseto po 100 semenech do řádků v 8 opakováních pro detailní hodnocení vzcházení a růstu (přesné výsevy). Jednotlivé řádky (opakování od stejné varianty a frakce) byly rozmístěny v různých částech fóliového krytu pro omezení vlivu podmínek mikrostanoviště na vývoj semenáčků. Celkový počet řádků byl 224 (7 oddílů x 4 frakce x 8 opakování). Zbytek semen byl vyset do proužků ve 4 opakováních pro vypěstování sadebního materiálu pro další experimenty.

Ze vzorku 7 (Krkonose) byla část semen vyseta i na venkovní záhon. Výsev se uskutečnil 27. 4. 2011 po stejné předosevní přípravě jako u sje do fóliovníku. Semena byla vyseta po 100 ks od každé frakce v 8 opakováních a zbytek ve 2 opakováních do proužků. Bezprostředně po výsevu byly sje ve fóliovníku i na záhoně překryty sítěmi jako ochrana proti vzniku škod způsobených ptactvem. Během období vzcházení byly sje pravidelně chemicky ošetřovány proti houbovým chorobám.

Po vzejití semenáčků a opadání osemení bylo v 6. týdnu po datu výsevu provedeno hodnocení vzcházení. V každém řádku byly spočítány normálně vzešlé a abnormálně vyklíčené nebo poškozené semenáčky.

V červnu (9. 6. 2011) bylo provedeno hodnocení dynamiky výškové-
ho růstu semenáčků ve fóliovém krytu. Z každého oddílu a velikostní

frakce byl u 4 opakování přesných výsevů (po 100 ks semen) zjištěn početní podíl intenzivně rostoucích semenáčků a semenáčků s vytvořenými terminálními pupeny.

Data získaná při hodnocení kvality semen, vzcházení a růstu semenáčků byla zpracována ve statistickém programu QC Expert 3.1 pomocí dvoufaktorové analýzy variance. Signifikantnost rozdílů mezi variantami je vyjádřena intervaly spolehlivosti (confidence) vypočtenými v programu Excel a znázorněnými v příslušných grafech.

VÝSLEDKY

Podíl semen v jednotlivých velikostních frakcích

Podíl jednotlivých velikostních frakcí v různých oddílech osiva je uveden v tab. 2.

Při třídění separačním přístrojem LA-K gravity separator se nejvíce semen, více než polovina, dostávalo do frakce II, nejméně zastoupená byla frakce IV obsahující semena s nejnižší specifickou hmotností. Podíl osiva připadající na frakci IV se lišil podle původu osiva; pohyboval se v rozmezí 1,7 až 5,7%. Nejmenší podíl semen ve frakci IV byl pozorován u oddílu osiva ze semenného sadu.

Kvalita semen

V tab. 3 jsou uvedeny údaje o hmotnosti 1000 semen. Přesto, že semena byla tříděna podle velikosti a specifické hmotnosti, není mezi frakcemi I až III jednoznačný trend změny hmotnosti 1000 semen a rozdíly mezi zjištěnými hmotnostmi semen v těchto frakcích jsou malé. Pouze u semen frakce IV je hmotnost 1000 semen vždy nižší, u některých oddílů i velmi výrazně. Nejnižší zjištěnou hodnotou je hmotnost 1000 semen u frakce IV z osiva pocházejícího z Krkonose (vzorek 7).

Průměrná hmotnost 1000 semen pro celý oddíl byla vypočítána z hmotnosti jednotlivých frakcí a jejich procentuálního zastoupení v oddílu. Nejnižší hmotnost 1000 semen byla zjištěna u osiva z Krkonose z nadmořské výšky nad 1000 m n. m., nejtěžší pak byla semena krkonoského smrku získaná ze semenného sadu v nadmořské výšce 310 m n. m. (vzorek 4). Překvapující je poměrně nízká hmotnost osiva z 5. LVS z Podkrkonosí (vzorek 5).

Zjištěná klíčovost plných semen smrku z jednotlivých oddílů je znázorněna na obr. 1. Energie klíčení, podíl prázdných a mrtvých semen a podíl semen abnormálně vyklíčených podle jednotlivých oddílů a velikostních frakcí je uveden v tab. 4.

Tab. 1.

Základní údaje o původu použitého osiva
Seed origin information

Oddíl/ Seed lot	Evidenční číslo uznané jednotky/ No. of certified source of reproductive material	LVS/ Vegetation zone	Nadmořská výška/ Altitude	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	LČR Loučná	Hrubý Jeseník
2	CZ-2-2B-SM-853-1-8-K	8	900-1020	2003	LČR Horní Blatná	Krušné hory
3	CZ-2-2B-SM-837-21-8-L	8	830-910	2006	LS Frýdlant	Jizerské hory
4	CZ-3-3-SM-92-22-7-H	7	310	2008	Semenný sad Hroška/ Seed orchard	Krkonose
5	CZ-2-2A-SM-771-23-5-H	5	650	2006	LS Dvůr Králové	Podkrkonosí
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	KRNAP Vrchlabí	Krkonose

Tab. 2.

Podíl velikostních frakcí v jednotlivých oddílech osiva po třídění přístrojem LA-K gravity separator
Share of seed size fractions in particular seed lots after sorting by LA-K gravity separator

Oddíl/Seed lot	Původ/Origin	Podíl frakce/Share of size fraction [%]			
		I	II	III	IV
1	Hrubý Jeseník	15,7	55,8	26,1	2,5
2	Krušné hory	14,0	53,1	28,9	4,0
3	Jizerské hory	14,8	56,9	26,1	2,2
4	Krkonoše – semenný sad	15,9	60,1	22,3	1,7
5	Podkrkonoší	15,1	56,6	26,2	2,2
6	Orlické hory	18,2	61,2	15,0	5,7
7	Krkonoše	12,3	51,0	32,2	4,5
Průměr/Average		15,13	56,38	25,25	3,24

Tab. 3.

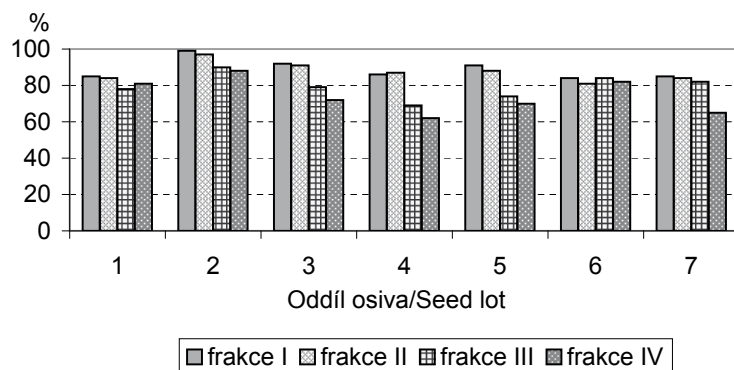
Hmotnost 1000 semen jednotlivých frakcí po třídění přístrojem LA-K gravity separator v jednotlivých oddílech osiva
Weight of 1,000 seeds of separate size fractions in particular seed lots after sorting by LA-K gravity separator

Oddíl/Seed lot	Původ/Origin	Hmotnost 1000 ks semen/Weight of 1,000 seeds [g]				oddíl/seed lot
		I	II	III	IV	
1	Hrubý Jeseník	7,99	8,30	8,25	7,75	8,22
2	Krušné hory	8,09	8,05	8,26	7,90	8,11
3	Jizerské hory	8,73	8,88	8,47	7,65	8,73
4	Krkonoše – semenný sad	9,27	9,56	9,36	8,46	9,45
5	Podkrkonoší	8,02	8,16	7,95	6,89	8,06
6	Orlické hory	8,48	8,55	8,55	8,37	8,51
7	Krkonoše	7,79	7,48	7,42	4,31	7,35
Průměr/Average		8,34	8,42	8,32	7,33	8,35

Tab. 4.

Kvalitativní ukazatele semen podle původu a velikostních frakcí
Qualitative characteristics of seeds according to their origin and size fractions

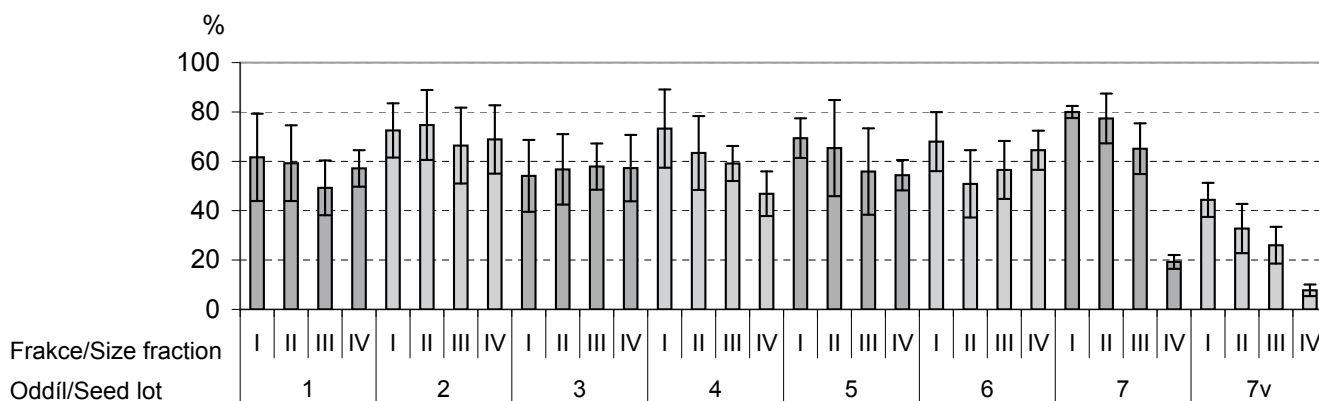
Oddíl/ Seed lot	Původ/Origin	Energie klíčení plných semen/ Germinative energy of full seeds [%]				Podíl prázdných semen/ Share of empty seeds [%]			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Hrubý Jeseník	15	23	9	10	0	0	0	4
2	Krušné hory	7	6	5	3	0	0	0	3
3	Jizerské hory	14	10	8	11	0	0	3	17
4	Krkonoše – semenný sad	6	23	16	7	0	1	0	6
5	Podkrkonoší	4	3	4	0	0	0	0	1
6	Orlické hory	2	2	3	1	0	0	0	0
7	Krkonoše	10	10	4	6	0	0	1	49
		Podíl mrtvých semen/ Dead seeds share [%]				Abnormálně vyklíčená/ Abnormally germinated seeds [%]			
1	Hrubý Jeseník	14	14	19	30	1	1	2	1
2	Krušné hory	1	2	6	8	0	1	1	0
3	Jizerské hory	8	9	13	9	0	0	0	1
4	Krkonoše – semenný sad	11	13	16	17	2	0	2	1
5	Podkrkonoší	8	11	21	24	0	0	0	0
6	Orlické hory	15	18	15	15	1	0	1	2
7	Krkonoše	15	16	18	18	0	0	0	0

**Obr. 1.**

Klíčivost podle původu a velikostních frakcí semen (popis oddílů osiva viz tab.1)

Fig. 1.

Germination percentage according to origin and size fractions (for detailed descriptions of seed lots see Tab. 1); frakce = size fraction

**Obr. 2.**

Vliv původu a frakce semen na vzházivost ve fóliovém krytu a na venkovním záhonu (popis oddílů je v tab. 1; 7 v = výsev oddílu 7 na venkovní záhon); svislé úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti

Fig. 2.

Influence of origin and size fractions on soil emergence of seeds in a greenhouse and on an open-air plot (for detailed descriptions of seed lots see Tab. 1; 7 v = sowing of seed lot 7 on open-air plot); vertical lines represent confidence interval on 5% level of significance

**Obr. 3.**

Rozdíly v dynamice výškového růstu semenáčků různého původu – vlevo oddíl 3 (Jizerské hory), vpravo oddíl 4 (semenný sad)

Fig. 3.

Differences in the dynamics of height growth of seedlings of different origin – on the left: seed lot 3 (Jizera Mts.); on the right: seed lot 4 (seed orchard)

Semena všech oddílů se vyznačovala relativně vysokou klíčovostí a nízkou energií klíčení. S výjimkou vzorku semen z Orlických hor byla laboratorní klíčovost nejvyšší v I. a II. velikostní frakci a nižší ve III. frakci. Nejnižší klíčovost byla pozorována u IV. velikostní frakce, kde byl i nejvyšší podíl prázdných a mrtvých semen. Také energie klíčení byla zpravidla nejnižší u semen IV. velikostní frakce. Nebyl zjištěn jednoznačný vztah mezi hmotností semen a jejich klíčovostí.

Vzcházivost semen

Předosevní příprava semen (viz Materiál a metodika) velmi příznivě ovlivnila rychlost vzcházení semenáčků. Bez ohledu na relativně nízkou energii klíčení semen bylo vzcházení homogenní a rychlé. Šest týdnů po výsevu, kdy byla hodnocena vzcházivost, již všechny vyklíčené semenáčky rostly a měly opadané osemi. Při hodnocení vzcházivosti byly počítány semenáčky v řádcích, kam bylo vyseto vždy 100 semen. Pro každou frakci ze všech oddílů osiva bylo hodnoceno 8 řádků (8 opakování), tedy celkem 224 řádků.

Zjištěné výsledky jsou uvedeny na obr. 2, jejich statistické hodnocení dvoufaktorovou analýzou variance v tab. 5.

Statistické hodnocení ukázalo významný vliv původu (oddílu) osiva i velikostních frakcí na vzcházivost semen. Významná byla i vzájemná interakce těchto dvou faktorů.

U vzorků z Podkrkonoší a Krkonoš včetně semenného sadu (vzorky 4, 5 a 7) je patrný stejný trend s vysokou vzcházivostí frakcí I a II s následným poklesem u frakce III a nejnižší vzcházivosti frakce IV. Tento trend odpovídá zjištěné laboratorní klíčovosti uvedených vzorků. Také u vzorku z Krušných hor (vzorek 2) vzcházivost odpovídá trendu laboratorní klíčovosti. Nevyrovnaná vzcházivost bez jasného trendu byla pozorována u osiva z Jeseníku (vzorek 1), Jizerských a Orlických hor (vzorek 3 a 6).

Při porovnání vzcházivosti krkonošského osiva (vzorek 7) po výsevu do fóliového krytu a na venkovní záhon je patrný stejný trend vzcházivosti mezi velikostními frakcemi (pokles vzcházivosti od I. do IV. frakce). Venkovní vzcházivost je přitom vlivem méně příznivých růstových podmínek výrazně nižší než ve fóliovém krytu.

Dynamika výškového růstu semenáčků

Protože mezi jednotlivými oddíly osiva byly na první pohled patrné rozdíly v charakteru výškového růstu (obr. 3), bylo 9. 6. 2011 prove-

deno orientační hodnocení četnosti výskytu intenzivně rostoucích semenáčků. Ostatní semenáčky v té době již zpravidla ukončily výškový růst a vytvářely terminální pupeny. Výsledky jsou znázorněny na obr. 4, statistické hodnocení analýzou variance je uvedeno v tab. 6.

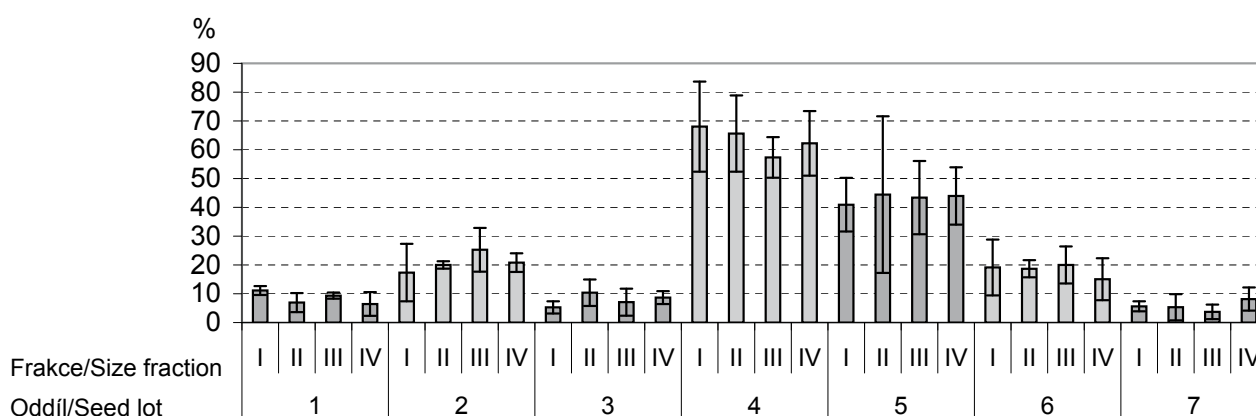
Výsledky ukázaly významný vliv původu osiva na dynamiku výškového růstu semenáčků. Největší četnost výskytu semenáčků s intenzivním výškovým růstem byla pozorována u vzorků ze semenného sadu (vzorek 4) a u vzorku 5 z Podkrkonoší (5. LVS). Odpovídá to údajům o přispůsobení růstové dynamiky semenáčků růstovým podmínkám vývoje a zrání semen. Naopak vliv faktoru velikosti semen (frakce) a také interakce mezi oběma faktory byly při hodnocení dynamiky růstu zcela nevýznamné.

Předpokládá se, že časné ukončení růstu semenáčků se výrazně projeví na jejich celkové velikosti. Vliv původu a velikostních frakcí osiva na velikost a morfologickou kvalitu smrkových semenáčků na konci 1. a 2. vegetačního období je předmětem dalšího šetření.

DISKUSE

Hmotnost 1000 semen je považována za významný ukazatel kvality osiva (SINKO 1974), zejména v případech, kdy nízká hmotnost signalizuje nedokonalý vývoj a vysoký podíl prázdných semen (CABALA 1972). Uváděn je i vztah ke klíčovosti (ANDERSSON 1965; LESTANDER 1985), ale i k následnému růstu semenáčků a k jejich velikosti v prvních letech po výsevu (MUHLE et al. 1985).

S výjimkou osiva ze semenného sadu byla průměrná hmotnost ze všech hodnocených oddílů nižší než 8,8 g, což je standardní hodnota udávaná ČSN 48 1211. Námí zjištěná hmotnost 1000 semen odpovídá hodnotám uváděným pro osivo získané z porostů ve vyšší nadmořské výšce. Podle běžně uváděných údajů klesá hmotnost semen se stoupající nadmořskou výškou mateřského porostu (LEHOTSKY 1961; PIUSSI 1967; CABALA 1972; STIAVELLI, TOGNOTTI 1987; KOTRLA 1998). Například LEHOTSKY (1961) při hodnocení osiva z různých lokalit na Slovensku zjistil hmotnost 1000 semen od 8,65 g u porostu v nadmořské výšce 640 m po 7,21 g u porostu v nadmořské výšce 1400 m. Uvádí, že tyto údaje jsou podobné hodnotám, jež zjistil VINCENT (1931), který udává hmotnost 1000 semen u smrku z nadmořské výšky 700 m 8,81 g, z nadmořské výšky 1100 m 7,73 g a z výšky 1300 m 7,59 g.



Obr. 4.

Podíl semenáčků s intenzivním výškovým růstem v červnu 2011 v závislosti na velikostní frakci a původu semen (popis oddílů je uveden v tab. 1); svislé úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti

Fig. 4.

Share of seedlings with intensive height growth in June 2011, depending on the size fraction and origin of seeds (for detailed descriptions of seed lots see Tab. 1); vertical lines represent confidence interval on 5% level of significance

Naše měření nepotvrdila jednoznačně trend poklesu absolutní hmotnosti osiva se stoupající nadmořskou výškou původu osiva. Jednou z příčin může být i to, že pro pokusy bylo použito skladované osivo z různých let sklizně. Ovlivnění kvality semen rokem zrání uvádí například KORCZYK (2000) nebo KURM a KRVISTE (2004). S nadmořskou výškou porostů souvisí i klimatické podmínky v roce zrání semen. U semen sklizených v chladnějším roce byla pozorována i vyšší odolnost semenáčků k mrazu než u semenáčků ze semen stejného původu ze sklizně v teplejším roce (DAEHLEN et al. 1995).

V našem pokusu nebyl potvrzen ani pokles klíčivosti a energie klíčení se stoupající nadmořskou výškou původu semen. Může to být ovlivněno i skutečností, že byla hodnocena semena z různých pohoří. Jednoznačný vztah mezi nadmořskou výškou a klíčivostí a energií klíčení popisuje například CABALA (1972). Při hodnocení semen z porostů rostoucích v Nízkých Tatrách v nadmořské výšce 680 až 1500 m n. m. zjistil, že průměrné snížení klíčivosti plných semen na každých 100 m výšky bylo o 2,26%. Uvádí rovněž, že procento vzházivosti se snižovalo průměrně o 4,38% u semen z porostů ležících o 100 m výše. Nižší vzházivost u smrku pocházejícího z 8. LVS v porovnání s osivem pocházejícím z nižší nadmořské výšky se projevila i při našem hodnocení. Výjimkou bylo velmi dobře vzházející osivo z Krkonoš, kde u I. a II. velikostní frakce vzešlo pod fóliovým krytem více než 75% vysetých semen.

Nejvýrazněji se vliv původu osiva projevil na dynamice růstu semenáčků. Je známo, že semenáčky pocházející ze severnějších oblastí nebo z vyšších nadmořských výšek ukončují výškový růst a vytvářejí terminální pupeny dříve než semenáčky pocházející z jižnějších oblastí nebo nižší nadmořské výšky (LEHOTSKY 1961; HOLZER et al. 1987; SKROPPA 1994; KOHMANN 1996; SCHULTZE 1998; CHMURA 2006). Tento charakter růstu je podmíněn geneticky a semenáčky si jej zachovávají i při pěstování v jiných růstových podmínkách (skleník, růstová komora) minimálně v prvním roce po výsevu (HOLZER 1984; HOLZER et al. 1987; LANG 1989; QAMARUDDIN et al. 1995), ale i v letech následujících (KANG et al. 1994). Nižší intenzita růstu horských populací

smrku je dávana do souvislosti s jejich zvýšenou adaptací k nepříznivým horským podmínkám (OLEKSYN et al. 1998).

Odlíšná situace je popisována v případě, kdy jsou semena horských populací smrku získávána v příznivých podmínkách semenných sadů. Potomstva těchto populací částečně přebírají vlastnosti typické pro podmínky, ve kterých proběhla tvorba a zrání semen (KOHMAN, JOHNSEN 1994; KOTRLA 1998; SKROPPA 1994; SKROPPA, KOHMANN 1997). Těmto údajům odpovídají i výsledky hodnocení růstové dynamiky v našem pokuse. Největší podíl semenáčků s aktivním výškovým růstem byl v létě 2011 pozorován u osiva krkonošského smrku získaného ze semenného sadu v nadmořské výšce 310 m n. m., dále pak u semenáčků z osiva pocházejícího z 5. LVS, zatímco většina semenáčků původem ze 7. a 8. LVS v té době již výškový růst ukončila a vytvořila terminální pupeny.

Třídění osiva je technologií umožňující získání kvalitnějších semen a následně i semenáčků. Například u semen smrku a borovice umožnilo třídění podle jejich hmotnosti a velikosti získat frakce s vyšší klíčivostí a energií klíčení (LESTANDER 1985). ROHMEDER (1972) uvádí, že velká semena v porovnání s malými poskytují v prvním roce života rostliny s větší výškou, vyšší absolutní hmotností a lepší odolností ke všem škodlivým faktorům působícím na ně v mládí. Tříděním osiva pro školkařství na velká a malá semena může být dosaženo, že velká semena poskytují již po 3 letech výsadbyschopné školované sazenice, malá semena pak až po 4 letech. Ovlivnění kvality semenáčků je však pouze krátkodobé. MUHLE et al. (1985) zjistili, že třídění mělo jednoznačný vliv na klíčivost semen a na velikost semenáčků v 1. roce. Ve 2. roce však již vliv hmotnosti semen na velikost semenáčků nebyl pozorován. Podle našich výsledků měla nejvyšší klíčivost u většiny sledovaných oddílů semena I. a II. velikostní frakce. U III. frakce klíčivost klesala a výrazně nejnižší byla u nejméně kvalitních semen IV. velikostní frakce. Byl zjištěn významný vztah mezi velikostními frakcemi a vzházivostí, semena ze IV. velikostní frakce se však jevila jako kvalitativně nejhorší pouze u některých oddílů.

Tab. 5.

Vliv původu a frakce semen na vzházivost ve fóliovém krytu podle ANOVA
Influence of origin and size fractions on soil emergence of seeds in greenhouse – evaluated using ANOVA

Zdroj variability/ Source of variability	Suma čtverců/ Sum of squares	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-value	P P-value	Závěr/Result
Oddíl/Seed lot	4 756	6	792,7	2,855	0,0109	Významný/Significant
Frakce/Size fraction	7 963	3	2 654,2	9,561	6,45E-06	Významný/Significant
Interakce/Interaction	17 947	18	997,0	3,592	4,30E-06	Významný/Significant
Rezidua/Residual	53 579	193	277,6			
Celkem/Total	84 360	220	383,5			

Tab. 6.

Vliv původu a frakce semen na dynamiku výškového růstu ve fóliovém krytu podle ANOVA
Influence of origin and size fractions on seedling growth dynamics in a greenhouse – evaluated using ANOVA

Zdroj variability/ Source of variability	Suma čtverců/ Sum of squares	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-value	P P-value	Závěr/Result
Oddíl/Seed lot	43 644	6	7 274,0	109,163	1,08E-36	Významný/Significant
Frakce/Size fraction	12	3	3,9	0,059	0,981	Nevýznamný/Insignificant
Interakce/Interaction	601	18	33,4	0,501	0,951	Nevýznamný/Insignificant
Rezidua/Residual	5 397	81	66,6			
Celkem/Total	49 910	108	462,1			

Velikostní třídění tedy může pomoci získat osivo s poněkud vyšší klíčivostí, zároveň však může znamenat výrazný negativní zásah do genetického spektra sadebního materiálu (CAMPBELL, SORENSEN 1984; EL-KASSABY, THOMSON 1996). Toto riziko je zvláště výrazné u semen smrku pocházejících z porostů rostoucích ve vysoké nadmořské výšce, která se vyznačují vyšší variabilitou v porovnání se semeny smrků rostoucích v nižších polohách (KOTRLA 1998) a kde jsou kladeny vysoké nároky především na genetickou kvalitu a schopnost adaptace smrků k extrémním horským podmínkám.

ZÁVĚR

Osivo 7 oddílů pocházejících z Jeseníků, Krušných, Jizerských a Orlických hor, Krkonoš, Podkrkonoší a semenného sadu bylo rozříděno separačním přístrojem LA-K gravity separator do 4 velikostních frakcí podle specifické hmotnosti a velikosti semen (největší semena ve frakci I, nejmenší ve frakci IV). Hodnocení kvality semen, vzcházejivosti a dynamiky růstu semenáčků přineslo následující poznatky:

- Při třídění připadlo nejvíce semen do velikostní frakce II, dále do frakce III, frakce I a nejméně bylo nejmenších semen ve frakci IV.
- Rozdíly v hmotnosti 1000 semen mezi frakcemi I až III byly malé, semena frakce IV byla výrazně lehčí.
- Nebyl zjištěn průkazný vztah mezi absolutní hmotností a klíčivostí semen.
- Nepotvrdil se pokles kvality semen se stoupající nadmořskou výškou jejich původu.
- Předosevní příprava máčením osiva pozitivně ovlivnila rychlost vzcházení semenáčků.
- Vzcházejivost byla významně ovlivněna jak původem osiva, tak velikostními frakcemi. Zejména u vzorků z Podkrkonoší a Krkonoš včetně semenného sadu (vzorky 4, 5 a 7) byla pozorována nejvyšší vzcházejivost u frakcí I a II s následným poklesem u frakce III a nižší vzcházejivost byla zjištěna u velikostní frakce IV.
- Nejtěžší semena s velmi dobrou klíčivostí a vzcházejivostí byla získána ze semenného sadu.
- Původ osiva (nadmořská výška) velmi výrazně ovlivnil dynamiku výškového růstu. Zatímco značná část semenáčků z oddílů osiva pocházejících z 8. LVS ukončila výškový růst již v červnu, semenáčky pocházející z osiva z 5. LVS a ze semenného sadu ještě intenzivně rostly. To se zřejmě projeví i na celkové velikosti vypěstovaných semenáčků. Hodnocení velikosti semenáčků po 1. a 2. vegetačním období je předmětem dalšího výzkumu.

V experimentech nebyla prokázána závislost mezi velikostí a absolutní hmotností osiva na jedné straně a dynamikou růstu semenáčků z nich vypěstovaných na straně druhé. Třídění osiva se tedy nejeví jako perspektivní cesta pro získání většího podílu pomaleji rostoucích semenáčků nejlépe adaptovaných k horským podmínkám. Tento předpoklad bude upřesněn v rámci dalšího sledování růstu semenáčků jednotlivých pokusných variant.

Poděkování:

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

LITERATURA

- ANDERSSON E. 1965. Cone and seed studies in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Stockholm, Skogshögskolan: 214 s. Studia forestalia Suecica, nr. 23.
- CABALA L. 1972. Kvalita semena *Picea excelsa* Link. z oblasti Nízkých 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, Martinus Nijhoff: 183–191.
- ČSN 48 1211. 2006. Lesní semenářství. Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut.
- DAEHLEN A. G., JOHNSEN O., KOHMANN K. 1995. Autumn frost hardiness in young seedlings of Norway spruce from Norwegian provenances and seed orchards. Ås, Norsk Inst. For Skogforskning: 24 s. Rapport fra Skogforsk, 1.
- 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.
- GÖMÖRY D. 1992. Effect of stand origin on genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) populations. Forest Ecology and Management, 54: 215–223.
- 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.
- CHMURA D. J. 2006. Phenology differs among Norway spruce populations in relation to local variation in altitude of maternal stands in the Beskid Mountains. New Forests, 32: 21–31.
- 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.
- KOHMANN K. 1996. Night length reactions of Norway spruce plants of different provenance and seed orchards. Ås, Skogforsk: 20 s. Rapport fra Skogforsk, 15/96.
- KORCZYK A. F. 2000. Kwitnienie, obradzenie i jakość nasion sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst) w puszczy Białowieskiej. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A, Nr 1 (892/894): 45–73.
- 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.

- KURM M., KIVISTE A. 2004. The effect of fertilization on Norway spruce (*Picea abies* L.) cone and seed crops in Pauska Seed Orchard, Estonia. *Baltic Forestry*, 10: 19–30.
- LABORATORY GRAVITY SEPARATOR. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://westrup.com/FileRepository/Files/lak-GB-XX.pdf>
- LANG H.-P. 1989. Risks arising from the reduction of genetic variability of some alpine Norway spruce provenances by size grading. *Forestry*, 62 (Supplement): 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.
- LESTANDER T. 1985. Grading conifer seeds. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, 1: 25–33.
- 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.
- PIUSSI 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.
- ROHMEDER 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.
- SINKO M. 1974. The importance of some seed-testing variables for seedling yield in Norway spruce. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, 72: 301–313.
- 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.
- VINCENT G. 1931. *Rozbory šišek jehličnanů a jejich semen*. Praha, Ministerstvo zemědělství Republiky československé: 171 s.

INFLUENCE OF ORIGIN AND SORTING OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) SEEDS ON THE SEED LOT QUALITY AND SEEDLING GROWTH DYNAMICS**SUMMARY**

Seeds of 7 seed lots from the Czech mountains (Jeseníky Mts., Ore Mts. Jizera Mts., Giant Mts., Eagle Mts.), foothills and seed orchard were sorted by LA-K gravity separator into 4 size fractions according to specific weight and size. The aim was to determine the effect of seed origin and sorting on their quality and subsequent growth of seedlings of mountain spruce.

Proportion of seeds per each size fraction is given in Tab. 2. Seed quality (weight of 1,000 seeds, germination capacity, germination energy, proportion of dead, empty and abnormally germinated seeds) was separately identified for each size fraction. The results are shown in Tab. 3, 4 and Fig. 1.

One hundred seeds from each origin and size fraction (treatment) were sown in separate rows for detailed evaluation of germination and growth. Each treatment was repeated 8 times. The individual rows (repetition of the same origin and size fraction) were placed in different parts of the greenhouse to reduce the impact of microhabitats conditions on the development of seedlings. In the 6th week after sowing the soil emergence was assessed (Tab. 5, Fig. 2).

In June 2011, dynamics of height growth of seedlings was evaluated. The proportion of intensively growing seedlings is shown in Fig. 3 and 4, statistical evaluation in Tab. 6. Other seedlings usually completed height growth and formed terminal buds at that time.

Evaluation yielded the following findings:

- During sorting the most seeds fell into the size fraction II, followed by fraction III, fraction I, and the lowest was share of the smallest seed in fraction IV.
- Differences in the weight of 1,000 seeds between fractions I to III were small; seed fraction IV was significantly lighter.
- There was no demonstrable relationship between weight and germination capacity of seeds.
- Decline in the quality of seeds with increasing altitude of origin was not confirmed.
- Soil emergence was significantly influenced by both the seed origin and size fractions. In particular, in samples from the foothills and the Giant Mountains including seed orchard (samples 4, 5 and 7) the highest soil emergence was observed in size fractions I and II, with a subsequent decrease in fraction III and the lowest emergence was found in the size fraction IV.
- The heaviest seeds with good germination and soil emergence rate were obtained from the seed orchard.
- The seed origin (altitude) highly affected the dynamics of seedling height growth. While a considerable proportion of seedlings originating from mountain spruce seed stands stopped height growth in June, seedlings originated from lower altitude and from the seed orchard continued to grow very well. This will probably affect the overall size of grown seedlings. Evaluating the size of seedlings after the 1st and 2nd growing season is the subject of further research.

Our experiments do not prove relationship between the size and weight of seeds and the growth rate of seedlings. Therefore, sorting of seeds do not appear as a promising way for obtaining a larger share of slower growing seedlings best adapted to mountain conditions. Seedling growth monitoring related to experimental treatments will be the subject of our further research.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: +420 494 668 391; e-mail: leugner@vulhmop.cz