

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV PĚSTĚNÍ A ZAKLÁDÁNÍ LESŮ

VLIV PROVENIENCE NA RŮST SEMENÁČKŮ DOUGLASKY TISOLISTÉ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

MICHAL JURAČKA

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv provenience na růst semenáčků douglasky tisolisté, zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:..... podpis studenta:

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval prof. Ing. Oldřichu Mauerovi, DrSc., za vedení práce. Dále bych rád poděkovat všem, kteří mi pomáhali při měření semenáčků v laboratoři a také všem, kteří mi poskytli informace potřebné ke zpracování této práce.

Abstrakt

Michal Juračka

Vliv provenience na růst semenáčků douglasky tisolisté

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv rozdílné provenience na růst douglasky tisolisté v nekryté minerální půdě. Bylo testováno 14 proveniencí z Kanady a 2 z České republiky. Sledovány byly tříleté prostokořenné semenáčky v lesní školce Cetkovice. Z každé provenience bylo hodnoceno 100 semenáčů. V práci je i srovnání s jednoletými a dvouletými semenáčky, které byly měřeny v roce 2011 a 2012. Jsou zde také uvedeny základní charakteristiky lesní školky Cetkovice, ve které byl sadební materiál pěstován. Jako nejlepší z tříletých semenáčků byla vyhodnocena provenience SHAWATUM C var. *menziesii*, naopak jako nejhorší byla vyhodnocena provenience HOSPITAL CR var. *glauca*.

Klíčová slova:

Douglaska tisolistá, provenience, semenáček

Abstract

The effect of provenance on the growth of seedlings of Douglas fir

The aim of the study was to evaluate the effect of different provenance on the growth of Douglas fir on uncovered mineral soil. There were tested 14 provenances from Canada and 2 from Czech Republic. There were monitoring bare-root seedlings in forest nursery Cetkovice. There were evaluated 100 seedlings from each provenance. In this study is also comparison with one-year and two-year seedlings which were measured in 2011 and 2012. In this study are mentioned basic characteristics about forest nursery Cetkovice where was cultivated of planting stock. The provenance SHAWATUM C var. *menziesii* was assessed to be the best of three-year seedlings, on the other hand the worst was the provenance HOSPITAL CR var. *glauca*.

Key words: Douglas fir, provenance, seedling

1. Obsah

2.	Úvod.....	1
3.	Cíl práce	2
4.	Literární rozbor problematiky.....	3
4.1.	Douglaska obecně	3
4.2.	Douglaska tisolistá v České republice.....	5
4.3.	Douglaska v legislativě České republiky	5
4.4.	Morfologie douglasky	6
4.5.	Ekologické a stanovištní nároky douglasky	7
4.6.	Škodliví činitelé	8
4.6.1.	Biotičtí škodliví činitelé	8
4.6.2.	Abiotičtí škodliví činitelé	10
4.7.	Vliv douglasky na půdu	11
4.8.	Smíšené porosty s douglaskou tisolistou.....	11
4.9.	Semenářství a školkařství	12
4.10.	Provenienční výzkum douglasky	13
5.	Metody a použité materiál	15
5.1.	Popis lesní školky.....	15
5.2.	Základní charakteristika proveniencí	15
5.3.	Předosevní příprava a výsev.....	16
4.4.	Měřené parametry	17
4.5.	Použité statistické metody	18
6.	Výsledky	19
6.1.	Délka nadzemní části	19
6.2.	Tloušťka kořenového krčku	20
6.3.	Délka a typ kořenového systému	22
6.4.	Barva a délka jehlic	26
6.5.	Délka a počet větví.....	28
6.6.	Poškození biotickými a abiotickými činiteli	29
6.7.	Počet pupenů	29
6.8.	Hmotnost sušiny nadzemní části a kořenového systému	31
6.9.	Počet semenáčků na záhonu.....	32
6.10.	Celkové zhodnocení výsledků.....	34
7.	Diskuze.....	38
8.	Závěr	39

9.	Summary	40
10.	Seznam literatury	41

2. Úvod

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) je nejdůležitější introdukovaná dřevina pro lesní hospodářství České republiky, především pro vynikající růstové vlastnosti a všestranně upotřebitelné dřevo. V objemové produkci ve sto letech předstihuje borovici a buk téměř o 100 % a smrk o více než 30 %. Její předstih před smrkem se ještě zvyšuje tím, že je odolnější k červené hnilobě. Douglaska má však také některé výhodné pěstební vlastnosti – má velkou regenerační schopnost, na půdách hnědozemního typu udržuje příznivou formu humusu, s výjimkou oglejených půd má vyšší odolnost proti vývrátům a také snáší lépe sušší oblasti než smrk. Dlouhodobým výzkumem byla formulována kritéria, která by měla dřeviny introdukované do naší republiky splňovat: produkční schopnost, odolnost k abiotickým faktorům, škůdcům a chorobám, možné šíření chorob, předpokládanou citlivost ke změnám klimatu, vhodnost pro porostní směsi a schopnost přirozené obnovy. Douglaska tisolistá vyhovuje všem výše uvedeným požadavkům (Cafourek, 2014).

Stále jsou však v ČR problémy, které vyžadují řešení nebo objasnění. Například dořešení dalšího pěstování douglasky v České republice, dořešení problematiky reprodukčního materiálu, zakládání vhodných porostních směsí s douglaskou, s tím souvisí mj. způsob tvorby smíšených porostů v systémech přírodě blízkého pěstování lesů. Dále pak vhodné způsoby výchovy douglasky, mj. se zřetelem na docílení tvorby kvalitní dřevní suroviny, zejména tzv. cenných sortimentů. Opatření k udržení, reprodukci a využití současných disponibilních zdrojů reprodukčního materiálu douglasky, mj. i cestou přirozené obnovy (Šindelář, 2003).

Provenienční výzkum je základem k zjištění, které z proveniencí je vhodné úspěšně pěstovat v České republice. Mělo by se tak předcházet ztrátám jedinců již v raném věku. Proto je důležité, začít s provenienčním výzkumem již v lesních školkách. Tato bakalářská práce vznikla se záměrem zjistit, která ze sledovaných proveniencí ze zámoří a České republiky bude nejlépe a bez poškození odrůstat v nekryté minerální půdě. Cílem tohoto výzkumu by mělo být snížení nebo zabránění ztrátám, které mohou být následkem použití osiva nevhodné provenience.

3. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, jaký vliv má užitá provenience na růst tříletých semenáčků douglasky tisolisté vypěstované v nekryté minerální půdě. Vliv proveniencí vyhodnotit a vyvodit závěry. Výsledky byly konfrontovány s měřením jednoletých a dvouletých semenáčků těchto proveniencí.

4. Literární rozbor problematiky

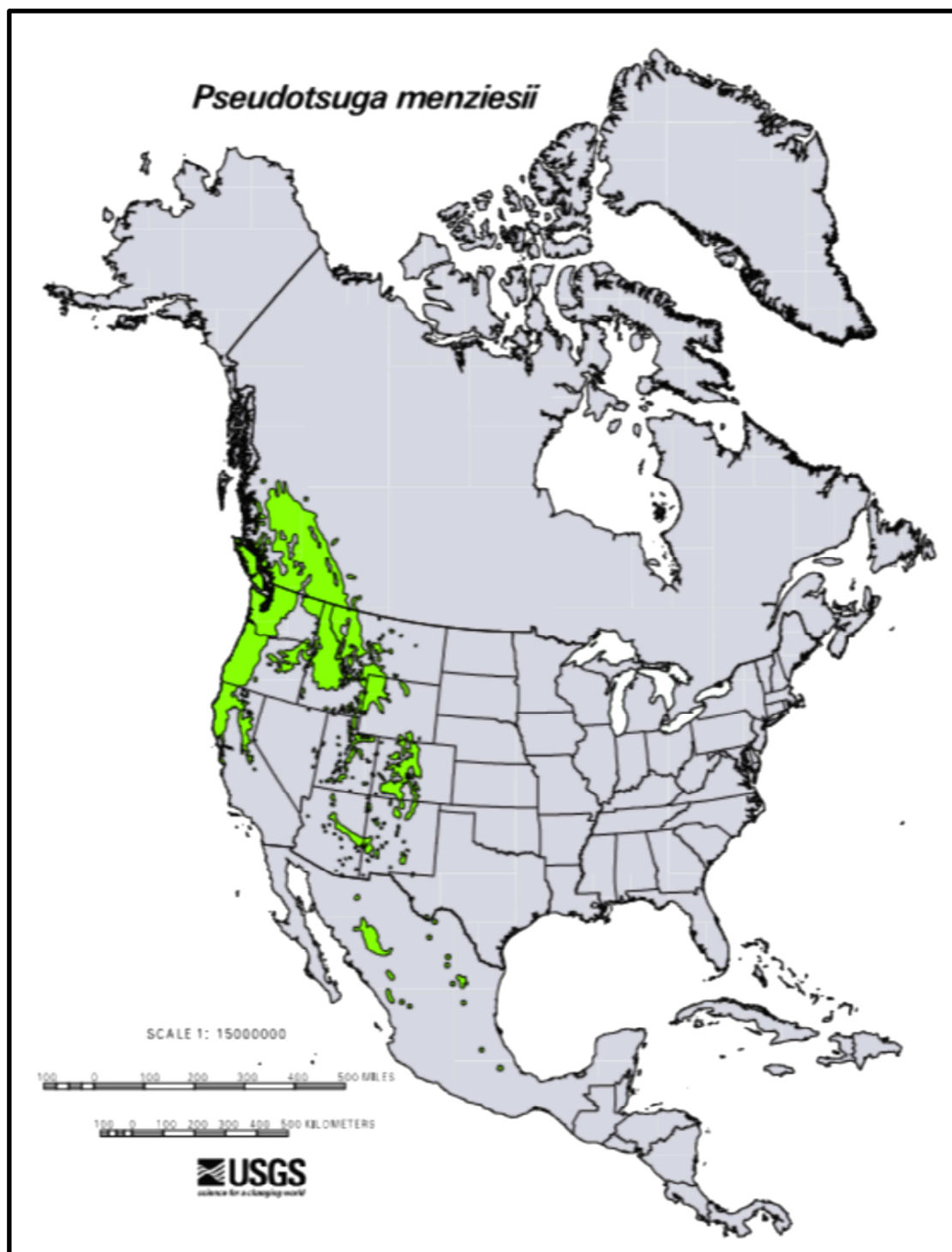
4.1. Douglaska obecně

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) patří do čeledi borovicovité (*Pinaceae*). Je to severoamerická dřevina, rozšířená v horách při pacifickém pobřeží. Areál se rozkládá od Britské Kolumbie na jih přes Kaskádové pohoří až po oblast Monterey v Kalifornii (viz Obr. 1). Na severu vystupuje douglaska od moře sotva do výše 1000 m, k jihu zaujímá postupně stále vyšší polohy a stoupá maximálně na 2200 m n. m. (Úradníček, Chmelař, 1995).

Rod *Pseudotsuga* zahrnuje 2 druhy v západní části Severní Ameriky a 5 druhů ve východní Asii. K americkým druhům patří kromě *P. menziesii* též *P. macrocarpa* Mayr (douglaska velkoplodá), která je rozšířena v poměrně malé oblasti v jižní Kalifornii. V Asii roste *P. wilsoniana* Hayta na Thajvanu, *P. japonica* Shiran v Japonsku a *P. sinensis* Dode, *P. Forrestii* Craib na čínské pevnině. Všechny asijské druhy douglasky mají velmi omezené areály a vyskytují se pouze jako jednotlivá příměs v lesních porostech. Pouze *P. menziesii* zaujímá přirozený areál na severoamerickém kontinentu a tvoří rozsáhlé nesmíšené porosty. Všechny uvedené druhy kromě *P. menziesii* mají karyotyp $2N=24$, což je počet chromozomů charakteristický pro *Pinaceae*. Pouze *P. menziesii* má karyotyp $2N=26$, což je možná důvod pro obecně špatnou hybridizaci s těmito druhy (Cafourek, 2001).

Douglaska tisolistá byla objevena v roce 1792 na výpravě kapitána Vancouvera lékařem výpravy Archibaldem Menziesem v oblasti průlivu Nootka na západním pobřeží ostrova Vancouveru. V roce 1803 ji popisuje Lambert jako *Pinus taxifolia*. Až do roku 1867 je uváděna pod různými rodovými jmény a teprve v tomto roce otevírá francouzský botanik Carrière nový rod *Pseudotsuga* a jako druhový atribut volí jméno skotského botanika Davida Douglase, který jako první zaslal semeno douglasky do Evropy v roce 1827. Dnes se považuje za správný název *Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco (Hart, 2009).

První introdukce na území Čech proběhla v roce 1842 (Musil, Hamerník, 2007).



Obr. 1: Původní areál douglasky tisolisté (zdroj - <http://esp.cr.usgs.gov/data/little/>)

4.2. Douglaska tisolistá v České republice

Douglaska tisolistá se jako dřevina introdukovaná ze západních oblastí severoamerického subkontinentu pěstuje v Evropě v rámci lesního hospodářství víc než 120 let. Nejstarší porosty, které jsou v České republice registrovány, dnes přesahují uvedený věkový limit. V současnosti představuje douglaska tisolistá, zejména v podmínkách západní a střední Evropy, nejrozšířenější cizokrajnou dřevinu, jejíž další pěstování se zejména ve Velké Británii, Francii a SRN rozšiřuje a obecně podporuje (Šindelář, 2003).

V současnosti je zastoupena v České republice na redukované ploše 5 335 ha, což jsou 0,2 % z celkové plochy dřevin. Zásoba hroubí douglasky tisolisté v České republice je 2 213 501 m³ b. k. Na celkové zásobě se podílí 0,2 %. Tyto údaje vyplývají z Národní inventarizace lesů v České republice z let 2001 – 2004.

4.3. Douglaska v legislativě České republiky

Zákon č. 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny v § 5, odst. 4 stanoví, že „záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením ochrany přírody a krajiny“. Zákonem č. 289/95 Sb. o lesích, byla citovaná věta doplněna: „to neplatí pro nepůvodní druhy rostlin, pokud se hospodaří podle chváleného LHP nebo vlastníkem lesa převzaté lesní inventarizační osnovy“ (Dolejský, 2000).

Douglaska je také uvedena v příloze č. 4 vyhlášky 83/1996 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesa a o vymezení hospodářských souborů jako dřevina, která je doporučena jako meliorační a zpevňující pro cílové hospodářské soubory 23 (hospodářství živných stanovišť nižších poloh), 41 (hospodářství exponovaných stanovišť středních poloh), 43 (hospodářství kyselých stanovišť středních poloh), 51 (hospodářství exponovaných stanovišť vyšších poloh) a 53 (hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh) a také jako dřevina přimíšená a vtroušená pro cílové hospodářské soubory 25 (hospodářství živných stanovišť nižších poloh), 45 (hospodářství živných stanovišť středních poloh) a 55 (hospodářství živných stanovišť vyšších poloh).

Ve vyhlášce č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené

k plnění funkcí lesa v příloze č. 6 minimální počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na jeden hektar pozemku při obnově lesa a zalesňování pro douglasku uveden počet 3 000 kusů sazenic na jeden hektar.

4.4. Morfologie douglasky

Mohutný strom, dosahující výšky až 90 m, průměru kmene 5 m. Dlouhověká dřevina, dožívající se více než 500 (800) let (Úradníček, Chmelař, 1995).

Koruna zprvu kuželovitá, ve stáří zaokrouhlená, nahoře až nepravidelně zploštělá. Staré stromy (asi od 80 roků výše) mívají mimořádně čisté (přirozeně vyvětvené), dlouhé, válcovité kmeny. V mládí se však čistí od větví špatně. Borka mladých jedinců bývá hladká, často s pryskyřičnými puchýřky. Na starých stromech dorůstá borka (viz Obr. 3) do tloušťky 15 – 30 cm i více. Obvykle je rozbrázděna na silné, červenohnědé podélné hřebeny, oddělené hlubokými, nepravidelnými prasklinami. Kořenový systém se zpočátku vyvíjí jako kůlový, brzy převládají silné boční, daleko sahající kořeny. Dobře ukotvují nadzemní část. Růst poměrně rychlý (Musil, Hamerník, 2007).

Pupeny má dlouze zašpičatělé. Uvolněné kmeny již neobrazí a zůstávají holé. Ztrátu vrcholu vyrovnává napřimováním větví nebo jejich částí (Úradníček, Chmelař, 1995).

Jehlice (viz Obr. 4) jsou postavené radiálně, ale většinou rozčísnuté a s širokou rýhou, 18 – 30 mm dlouhé, 1 – 1,5 mm široké, na líci svěže zelené a bez průduchů, na rubu se 2 šedavě bílými pruhy průduchů, špičaté nebo tupé. Na stromě zůstávají 5 – 8 let. Samičí květy zelené nebo purpurové (Heike, 2008).

Šišky (viz Obr. 2) jsou převislé, krátce stopkaté, válcovitě vejčité, 5 až 8 cm dlouhé, složené z 25 – 50 semenných šupin. Podpůrné šupiny mají protažené střední žebro a dva zuby (jsou „trojcípé“), vyčnívají ven a směřují souběžně ke špičce šišky. Světle hnědá semena mají téměř stejně dlouhá křídla a dozrávají prvním rokem (Větvička, 2004).



Obr. 2: šiška douglasky tisolisté
zdroj: www.rostliny-semena.cz

Douglaska spadá mezi dřeviny s jádrovým dřevem. Na příčném řezu je běl středně široká (3 – 7 cm) a narůžovělá. Jádro je červenorůžové až červenohnědé (na vzduchu tmavne). Často se vyskytují široké letokruhy s ostrým přechodem mezi jarním

a letním dřevem. Pryskyřičné kanálky zřetelné. Pro jedince pěstované v našich klimatických podmínkách je často charakteristické, že letokruhy jsou hlavně v prvních letech široké a navíc pro jehličnany s netypicky vysokým zastoupením letního dřeva. Dřevo douglasky je měkké a lehké. Z hlediska přirozené trvanlivosti patří jádrové dřevo douglasky ke středně trvanlivým, asi jako borovice lesní. Vzhledem k malému zastoupení na našem území je využití dřeva douglasky okrajové (Horáček, Timko, 2014).



Obr. 3: Borka douglasky tisolisté
zdroj: Multimediální obrazový atlas dřevin MZLU



Obr. 4: Pupy a jehlice douglasky tisolisté
zdroj: Multimediální obrazový atlas dřevin MZLU

4.5. Ekologické a stanovištní nároky douglasky

Douglaska je světlomilný druh, pouze v mládí snese boční zástin. Koruny zástin nesnesou a přistíněné větve s postupujícím zápojem zasychají. Roste v oblastech s velmi vysokými srážkami a vysokou sněhovou pokrývkou. Nesnáší vysychavé půdy, vyžaduje vysokou vzdušnou vlhkost. Geologické podloží v jejím domácím areálu je tvořeno kyselými, dobře propustnými horninami, převažují sedimenty, vulkanický materiál a aluviální náplavy. Je typickou dřevinou oceánického klimatu s mírnými zimami (Úradníček, Chmelař, 1995).

Nejlépe roste douglaska na hlubokých hlinitých půdách, dobře zásobených živinami, propustných a dobře provzdušněných s pH 5 – 6 (Úradníček, Chmelař). Daří se jí i na těžších či naopak štěrkovitých půdách. Krní a špatně roste na stanovištích příliš chudých a písčitých nebo značně jílovitých a těžkých (Heike, 2008).

Douglaska by se měla uplatňovat na kyselých a živných stanovištích v LVS bukodubovém až jedlobukovém. Zkušenosti naznačují možnosti využití této dřeviny v omezeném měřítku i v rámci hospodářství exponovaných a oglejených stanovišť středních a vyšších poloh (Šindelář, 2003).

4.6. Škodliví činitelé

4.6.1. Biotičtí škodliví činitelé

Mezi škůdce jehlic patří například mšice korovnice douglasková (*Gilletteella cooleyi* Gillette), kterou snadno rozeznáme podle jejího vločkovitého chmýří na jehličí na začátku vegetačního období. Výrazné škody nevznikají, pouze zřídka působí žloutnutí a opad jehličí. Listopasové *Polydrosus* sp. Germar, *Peritelus* sp. Germar a *Strophosoma* sp. Billberg mohou být nalezeni lokálně, dosud nebyl konstatován větší atak. Napadnout šišky a ničit semena v nich mohou různé druhy motýlů např. zavíječ smrkový (*Diorictrya abietella* Denis, Schiffermüller) nebo blanokřídlého hmyzu např. krásenka douglasková (*Megastigmus spermotrophus* Wachtl). Omezují plodnost, což může způsobit problémy zejména v porostech uznaných ke sběru osiva (Dolejský, 2000).

Mezi hlavní houbové choroby douglasky patří padání semenáčků v lesních školkách působené komplexem půdních hub *Fusarium* sp. Link, *Pythium* sp. Pringsh., *Moniliopsis* sp. Ruhland aj. Dalším vážným houbovým patogenem semenáčků a sazenic je plíseň šedá (*Botrytis cinerea* Pers.). Zasychání větví a slabých kmínků vyvolávají houby *Phomopsis pseudotsugae* (G. G. Hahn) DiCosmo, Nag Raj & W. B. Kendr., *Valsa abietis* Nitschke, a *Leucostoma kunzei* (Kunze) Munk ex H. Kern. Z parazitických dřevokazných hub je nutné uvést houby hnědák Schweinitzův (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.), kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) a václavka smrková (*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink). Všeobecně je však dřevo douglasky proti dřevokazným houbám odolnější než dřevo jiných jehličnanů. Na jehlicích se setkáváme s řadou hub. Zatímco některé houby jsou méně významné a napadají pouze jedince oslabené z jiných příčin, tak houby původce tzv. švýcarské sypavky douglasky (*Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr.) a původce tzv. skotské sypavky douglasky (*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.) způsobují vážná onemocnění s významným hospodářským dopadem (Pešková, 2003).

Švýcarská sypavka douglasky byla sice poprvé popsána ve Švýcarsku v roce 1925, ale první zmínky o této sypavce byly zpětně potvrzeny z pobřeží Oregonu, už v roce 1916 (Boyce, 1940 ex Jankovský a kol., 2014). Fruktifikačními orgány jsou pseudothecia tvořící se na rubu jehlice v období května až června popř. července. Askospory se uvolňují od dubna do září, nejintenzivněji v červnu a červenci ve 2 a 3 roce (Michaels and Chastagner, 1984 ex Jankovský a kol., 2014). Askospory klíčí na letošních jehlicích. První symptomy se projevují koncem května a počátkem června. Pseudothecia se tvoří 9 měsíců od infekce a jsou viditelná v průběhu předjaří a časného jara následujícího roku (Stone et al. 2008 ex Jankovský a kol. 2014). Houba proniká průduchy do pletiv. V prvním roce jsou projevy infekce nevýrazné, první projevy je možno pozorovat v následujícím roce, kdy se tvoří v místech průduchů černé plodnice. Charakteristickým rysem je uspořádání plodnic v řadách průduchů na rubové straně jehlice (viz Obr. 5). Mramorované žloutnutí, které postupně splývá a následné hnědnutí jehlic se projeví až v druhém roce nákazy. Charakteristický opad jehlic v tomto období nákazy není pro tuto sypavku obvyklý (Jankovský a kol. 2014). V České republice byla choroba poprvé zjištěna v roce 2002 (Pešková, 2003).



Obr. 5: Plodnice pseudothecia na rubu jehlice, švýcarská sypavka douglasky

zdroj: <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>



Obr. 6: hnědnutí jehlic směrem od špičky, švýcarská sypavka douglasky

zdroj: <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>

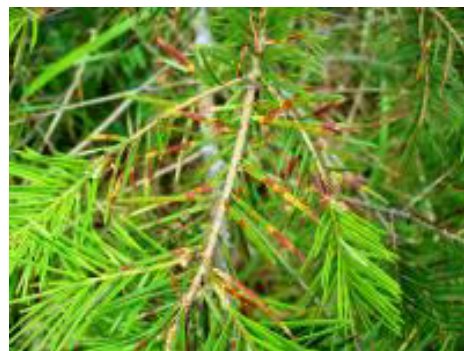
Skotská sypavka douglasky byla poprvé zaznamenána v roce 1914 ve Skotsku, v roce 1926 v Německu a v roce 1930 v USA. V současné době je tato sypavka rozšířena po celé Severní Americe a v Evropě (Tainter and Baker, 1996 ex Jankovský a kol. 2014). Infekce se projevuje opadem celých ročníků jehlic na větvičkách a celá defoliace koruny. První symptomy infekce se projevují v srpnu až listopadu a to v podobě jemně chlorotických skvrn, které s prvními mrazy přecházejí do skvrn fialově hnědého zbarvení a ostře kontrastují s tmavě zelenými okolními pletivy. Od dubna do května se na infikovaných jehlicích zvyrazňuje šedofialové mramorování. Podél hlavního nervu se ze spodní strany jehlice tvoří žlutooranžová apotecia (viz Obr. 7),

která se za vlhkého počasí šterbinovitě otevírají od poloviny května do června, uvolňují se z nich askospory, které jsou zprvu jednobuněčné, posléze dvoubuněčné a infikují právě rašící jehlice (Jankovský a kol. 2014).



Obr. 7: spodní strana jehlic s plodnicemi skotské sypavky douglasky

zdroj: <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>



Obr. 8: symptomy skotské sypavky na jehlicích douglasky

zdroj: <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>

Ačkoliv žádný z „amerických“ kůrovců nebezpečných pro douglasku nebyl zavlečen do Evropy, mohou problémy spojené s žírem kůrovcovitých brouků nastat při ataku typických „evropských“ druhů kůrovců – například lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* Linnaeus), lýkožrout smrkový (*Ips typographus* Linnaeus), lýkožrout jedlový (*Pityokteines curvidens* Germar) a další. Nutno však zdůraznit, že k namnožení těchto nebezpečných druhů došlo zatím v případech, kdy nebylo polomové dříví zpracováno včas. Na mladých sazenicích je hlavním škůdcem klikoroh borový (*Hylobius abietis* Linnaeus). Škůdci báze kmene a kořenů jsou například malí hlodavci a chrousti (Dolejský, 2000).

Zejména v mládí trpí douglaska vytloukáním, po okusu za mlada ještě uspokojivě regeneruje (Heike, 2008).

4.6.2. Abiotičtí škodliví činitelé

Hlavním nebezpečím v oblasti přirozeného areálu (ale i důležitým ekologickým činitelem napomáhajícím k obnově) jsou požáry (Musil, Hamerník, 2007).

Extrémní teploty v našich podmínkách většinou douglasku neohrožují. Vysoké letní teploty mohou být příčinou stresu, důležitá je volba vhodného termínu výsadby s ohledem na riziko jarních mrazů. Dále se může v zimě či na začátku jara projevit

„fyziologické červenání“. Je spojeno s nedostatkem vody v pletivech způsobeným nefunkčností kořenového systému při zamrzlé půdě a současným silným uvolňováním vody v důsledku slunečných dní. Následuje často opad hnědého jehličí, v extrémních případech je evidována mortalita douglasky. Nejen z našich českých podmínek je potvrzena vysoká odolnost douglasky vůči námrazám a bořivým větrům. Odolává mnohem lépe než kterákoliv domácí jehličnatá dřevina a snese v tomto směru srovnání s listnáči, strom je spíše vyvrácen, což omezuje ekonomický dopad poškození (Dolejský, 2000).

4.7. Vliv douglasky na půdu

Douglaska je dřevinou, která prokazuje dobrý vliv na stav půd. Z tohoto důvodu byla také zařazena mezi meliorační a zpevňující dřeviny. V mnoha charakteristikách stavu nadložního humusu má douglaska v porovnání s porostem smrku příznivější vliv na půdu; jde například o hodnoty pH, výměnného vodíku a hliníku, obsahu bází a nasycení sorpčního komplexu bázemi, ale i obsahu celkového vápníku a obsahu přístupných živin, především vápníku, hořčíku, ale i draslíku a fosforu (Podrázský a kol. 2014). Douglaska vytváří opad relativně bohatý na živiny, jeho rozklad postupuje značně rychle, alespoň v první fázi. Na druhé straně douglaska fixuje značné množství živin v biomase porostu a relativně ochuzuje půdní prostředí. To je patrné zejména v porostech vyššího věku. Douglaska může způsobit na chudších stanovištích ochuzení svrchní vrstvy půdy o živiny takové intenzity, že to může znamenat pokles produktivity stanoviště v budoucnu (Podrázský a kol. 2001).

Pro douglasku je uváděna menší acidifikace půdního prostředí než u smrku ztepilého (Podrázský, Remeš, 2008 ex Novák 2014), na druhou stranu tvoří méně příznivý humus než listnáče (Augusto et al. 2003, Welke, Hope 2005 ex Novák, 2014).

4.8. Smíšené porosty s douglaskou tisolistou

Ze západu USA je známo několik příkladů tvorby směsí s douglaskou. Jedná se například o směsi douglasky s jedlovcem západním, kdy byla douglaska součástí nejvyššího stromového patra od počátku do 50 let věku sledovaného porostu (Oliver, Larson 1996 ex Novák 2014). Naopak ve směsi s olší červenou docházelo k významné redukci objemu kmene douglasky, pokud hustota olše překročila 500 jedinců na hektar.

Na druhou stranu ve směsi douglasky a břízy papírové nebyla douglaska významněji omezována (Cortini, Comeau, 2008 ex Novák, 2014). Dalším příkladem jsou porosty douglasky, olše červené, zeravu obrovského a jedlovce západního, kde douglasky přežívaly pokud předrostly vrstvu olší. Dále jsou uváděny směsi douglasky, modřínu západoamerického a jedle obrovské (Oliver, Larson, 1996 ex Novák 2014).

V ČR je poměrně málo příkladů smíšených porostů douglasky, s výjimkou smrku. Smíšené porosty douglasky se smrkem, nejsou většinou pozitivně hodnoceny. Porosty byly zakládány výsadbou sazenic douglasky v širokém sponu s využitím smrku jako dřeviny výplňové. Douglaska většinou předrostla a do značné míry potlačila smrk, který ustoupil do meziúrovně a podúrovně, v některých případech byl i zcela potlačen. Jednou z nevýhod je tvorba vrstvy nevhodného surového humusu. V SRN se v současné době ověřuje vesměs s pozitivními výsledky porostní směs douglasky s bukem lesním. Smíšené porosty obou dřevin jsou charakteristické zpravidla výrazným vertikálním členěním. V pokročilém stádiu vznikají dvoupatrové porosty s douglaskou v horní etáži. V nižších polohách by buk ve směsi mohl nahradit lípa. Jde o námět, který není zatím doložen příklady realizovanými v praxi (Šindelář, 2003).

4.9. Semenářství a školkařství

Douglaskové semeno dozrává v našich poměrech koncem měsíce srpna a začátkem září. Šišky začínáme trhat v době, kdy část šišek začíná hnědnout, na otevření šupin nečekáme, protože bychom přišli o nejkvalitnější semeno. Nevadí, jestliže otrháme šišky o něco dříve – při správném uskladnění semeno v šiškách dozraje. Po sklizni se musí šišky uskladnit v suchu a na vzdušném místě v tenkých vrstvách a denně se přehazují. Z dozrálých šišek vypadávají semena, která jsou nejjakostnější a proto nejcennější (Jirkovský, 1961).

Šišky douglasky se luští většinou v sušárnách při teplotě 32 – 43 °C a to od 2 do 48 hodin. Doba sušení závisí na podílu vlhkosti v šiškách a rychlosti pohybu vzduchu, který proudí sušičkou. Šišky se úplně otevírají, když ztratí 35 – 51 % vlhkosti (Willis 1917 ex Owston, Stein 1974 ex Cafourek 2001).

Pro čištění se používají vibrátory a pneumatické třídiče. Semeno pro komerční účely musí mít nejméně 95 % čistotu a 70 % životaschopnost (Cafourek, 2001).

Semeno douglasky klíčí epigeicky. V prvním roce je růst semenáčků relativně pomalý. Dormance trvá od poloviny léta do dubna až května následujícího roku (Lavender, 1984 ex Cafourek 2001).

Klíčivost semen douglasky v Evropě kolísá mezi 40 – 70 % oproti klíčivosti v Severní Americe kde je 70 – 90 % (Šika, 1985 ex Beran, 2014). I přes výše uvedené skutečnosti, by bylo nejvýhodnější používat k pěstování osivo z kvalitních domácích, již aklimatizovaných porostů douglasky, z různých oblastí České republiky. Lze předpokládat, že se v těchto porostech zachovaly pouze jedinci, kteří úspěšně přestáli selekci klimatickými extrémy a jsou tak využitelní pro reprodukci (Cafourek, 2006 ex Beran, 2014).

Pokusy prokázaly, že podzimní výsev douglasky je nejlepší, neboť je přírodě nejbližší a vypěstujeme z jednoho kilogramu semene nejvíce semenáčků, mnohdy až 60 000 ks. Na podzim předosevní přípravu douglaskového semene neprovádíme. Při jarním výsevu se klíčivost sníží a počet vypěstovaných semenáčků je menší o 50 – 60 % a pohybuje se od 10 000 – 20 000 ks z 1 kg. Semeno douglasek vyséváme do školek, kde máme možnost zavlažování. Vyséváme v podélných prouzcích, na 1 bm proužku vyséváme podle klíčivosti 200 – 250 semen (Jirkovský, 1961).

Sadební materiál se vysazuje na venkovní plochy zpravidla na podzim, v zimě a na jaře. Nejlepší výsledky vykazují zimní a časně jarní výsadby. Sadební materiál zahrnuje semenáčky 1-0, 2-0, 3-0 a sazenice 1-1, 1-2, 2-1, 2-2. Nejrozšířenější jsou semenáčky 2-0, pokud ovšem stanovištní podmínky nebo jiné okolnosti nevyžadují sadební materiál s jinými kvalitativními znaky (Cafourek, 2001).

Strom plodí do vysokého věku, maximální produkce nastává ve 200 – 300 letech (Úradníček, Chmelař, 1995).

4.10. Provenienční výzkum douglasky

Na základě dosavadních výsledků provenienčního výzkumu vypracovaly evropské státy seznam proveniencí a semenných oblastí, z nichž je povolen dovoz osiva pro introdukci douglasky. Podle výsledků provenienčních pokusů s douglaskou tisolistou v naší republice a současně k přihlédnutí k výsledkům sousedních zemí (především Německu), je doporučen dovoz osiva přednostně z geografických oblastí západních svahů severních Kaskád ve státě Washington, jižního pobřeží Britské Kolumbie a jihozápadní vnitrozemské oblasti Britské Kolumbie (Cafourek, 2001).

V České republice založil první provenienční pokusy s douglaskou dr. Vincent v roce 1959 na lokalitách Horní Lhota a na lokalitě Studená Loučka. Obě plochy jsou dosud sledovány a hodnoceny. Na těchto pokusných plochách byly sledovány a hodnoceny především základní růstové veličiny, jako je celková výška a výčetní tloušťka. Na této ploše je pozoruhodná skutečnost, že oregonské provenience převyšují hodnotami většinu zastoupených proveniencí z Washingtonu a pohybují se nad průměrem plochy (Beran, 2014).

5. Metody a použité materiály

5.1. Popis lesní školky

Experiment byl založen 2. 5. 2011 v lesní školce Cetkovice, která leží 10 km severovýchodně od Boskovic v okrese Blansko v Jihomoravském kraji, souřadnice GPS 49°34'34.17"N, 16°43'48.00"E. Školka patří společnosti LESCUS Cetkovice, s.r.o., která byla založena v roce 1993. Roční produkce se pohybuje kolem 10 mil. ks výsadby schopných sazenic lesních dřevin. Z toho 50 % činí sazenice prostokořenné a 50 % krytokořenný materiál. Celková výměra lesní školky je 19 ha, středisko Cetkovice má 4,5 ha. Školka leží v přírodní lesní oblasti 30 – Dražanská vrchovina v podcelku Konická vrchovina. Nadmořská výška školky je 450 m n. m. Území je odvodňováno Uhřickým potokem, který navazuje na povodí Moravy (Spáčilová, 2012).

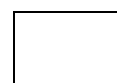
5.2. Základní charakteristika proveniencí

Tab. 1: Základní charakteristika proveniencí testovaných v lesní školce Cetkovice

Číslo provenience	Označení vzorku	Název provenience	Nadm. výška [m]	Severní zem. šířka	Západní zem. délka	Váha [m]	Čistota [%]	Klíčivost [%]	Semen v 1 gramu [ks]	Sazenic z 1 gramu [ks]
1	5006	HOSPITAL CR	1050	51°21'	116°57'	0,25		83	113	32
2	62229	MT Newton	65	48°36'	123°53'	0,25		96	85	39
3	63117	Ainscough-Harmac	40	49°07'	123°51'	0,25		94	85	34
4	424	HIL 60-LO	610	49°15'	123°14'	0,2		82	106	28
5	41250	GWEN LAKE	1000	50°02'	120°49'	0,25		91	83	32
6	30674	MACLENNAN MT	600	51°37'	119°53'	0,25		89	86	31
7	7410	MOUNT HALL	850	49°54'	123°53'	0,25		94	96	39
8	404	MT. BENSON	610	49°08'	124°04'	0,25		90	104	37
9	30699	AWERY CREEK	600	51°34'	119°45'	0,25		97	92	48
10	1270	SHAWATUM C	1000	49°06'	121°05'	0,25		78	95	23
11	8431	100 MILE HOUSE	1000	51°46'	121°06'	0,25		74	108	24
12	53197	SKIMIKIN LAKE	565	50°46'	119°26'	0,25		90	91	32
13	CDN-BC-0468-09	MT POPE	820-1120	54°30'	124°18'	0,25				
14	42265	HEFFLEY MT	950	50°52'	120°07'	0,25		97	95	49
15	8173 2008 NL	CZ-3-3-DG-69-26-3-S	401-550			0,3	95,8	87		
16		CZ-1-2C-DG-374-10-4-C	420			0,13	93,7	64		

 Česká provenience

 Var. *Glauca*

 Var. *Menziesii*

V tabulce číslo 1 jsou uvedeny základní charakteristiky testovaných proveniencí. Jedná se o 14 proveniencí původem ze Severní Ameriky a 2 provenience z České republiky. Ze severoamerických proveniencí je 8 var. *Glauca* a 6 var. *Menziesii*. Rozpětí nadmořské výšky původu proveniencí se pohybuje od 40 m n. m. až po 1120 m n. m. Klíčivost semen se pohybuje od 64 % do 97 %.

5.3. Předosevní příprava a výsev

Všech šestnáct proveniencí podstoupilo zcela shodnou předosevní přípravu - studenou stratifikaci. Osivo bylo vloženo do plastických sáčků a zalito vodou. Po zajištění hydrataci semen byly sáčky propíchnuty a voda odstraněna. Takto připravené a řádně označené sáčky byly uloženy do chladničky se stálou teplotou + 4 až 5 °C a zůstaly v chladničce po dobu 21 dní. Při pravidelných kontrolách bylo osivo provzdušňováno pro zajištění aerace. Výsev do nekryté minerální půdy byl proveden 2. 5. 2011. Plocha byla den před výsevem upravena do záhonu širokého 120 cm, jehož povrch byl zhutněn pro zajištění rovnosti povrchu. Tento záhon byl rozdělen na 250 cm dlouhé sekce, do kterých zkušené proškolené pracovnice školky provedly ruční výsev semen jednotlivých proveniencí. Síji zasypal stroj Egedal tažený traktorem. Zásypku tvořil křemičitý písek o výšce vrstvy 0,8 – 1,4 cm pocházející z kamenického závodu v Dolní Lhotě okres Blansko. Pro zlepšení vzcházivosti síje byl záhon překryt netkanou textilií připevněnou dráty (Spáčilová, 2012).

4.4. Měřené parametry

Parametry byly měřeny ve dnech od 16. 11. do 8. 12. 2013, v laboratoři Ústavu zakládání a pěstění lesů. Z každé provenience bylo vybráno 100 semenáčků, u kterých byly sledovány tyto parametry:

- délka nadzemní části – vzdálenost od kořenového krčku k vrcholu terminálního pupene [cm]
- tloušťka kořenového krčku – tloušťka v místě přechodu podzemní a nadzemní části osy [mm]
- délka jehlic – délka jehlice od paždí po špičku, měřeno na třech jehlicích třetího ročníku [mm]
- délka a počet větví – délka každé větve od osy semenáčku po pupen větve a počet všech větví na nadzemní části osy [cm, ks]
- počet pupenů – počet pupenů na nadzemní části osy a na větvích [ks]
- délka křivého kořene – délka od kořenového krčku po špičku kořene [cm]
- délka nejdelšího horizontálního kořene – vzdálenost od osy hlavního kořene po špičce [cm]
- typ kořenového systému – rozlišováno na křivý (mohutný hlavní kořen rostoucí geotropicky) a panohový (kořen se blízko pod úrovní země větví ve více přibližně stejně tlusté postranní kořeny)
- barva asimilačního aparátu – barva jehlic byla rozlišována na zelenou, nažloutlou a žlutou
- sušina nadzemní části – hmotnost sušiny nadzemní části po vysušení do konstantní hmotnosti při 85°C, měřena u devadesáti semenáčků každé provenience [g]
- sušina kořenového systému – hmotnost sušiny kořenového systému po vysušení do konstantní hmotnosti při 85°C, měřena u devadesáti semenáčků každé provenience [g]
- poškození biotickými činiteli
- poškození abiotickými činiteli

4.5. Použité statistické metody

Pro vyhodnocení dat naměřených v laboratoři byla použita jednofaktorová ANOVA v programu Statistica 12. Výsledkem je tabulka jednorozměrné testy významnosti, která obsahuje tři řádky. Řádek Abs. člen není pro vyhodnocení významný. Všímáme si průniku sloupce p hodnoty a řádku Provenience. Číslo, které se nachází v této buňce, srovnáváme s hodnotou hladiny spolehlivosti $\alpha = 0,05$. Pokud je p hodnota menší než hladina spolehlivosti α , nulovou hypotézu o rovnosti rozptylů zamítáme, což znamená, že v testovaných datech se nachází minimálně jeden statisticky významný rozdíl. V programu Statistica 12 navíc platí, pokud jsou první dva řádky v tabulce červené, zamítá se nulová hypotéza.

Pokud nulovou hypotézu zamítáme, pokračujeme testy mnohonásobného porovnání. Z testů byl použit Tukeyův HSD test mnohonásobného porovnání. Výsledkem je tabulka, ve které jsou střední hodnoty rozděleny do několika homogenních skupin. Pomocí hvězdiček řazených do sloupců se znázorní, do které skupiny který výběr patří.

Dále následuje vyjádření vztahů mezi středními hodnotami pomocí grafu.

6. Výsledky

6.1. Délka nadzemní části

Tab. 2: Jednorozměrné testy významnosti pro délku nadzemní části

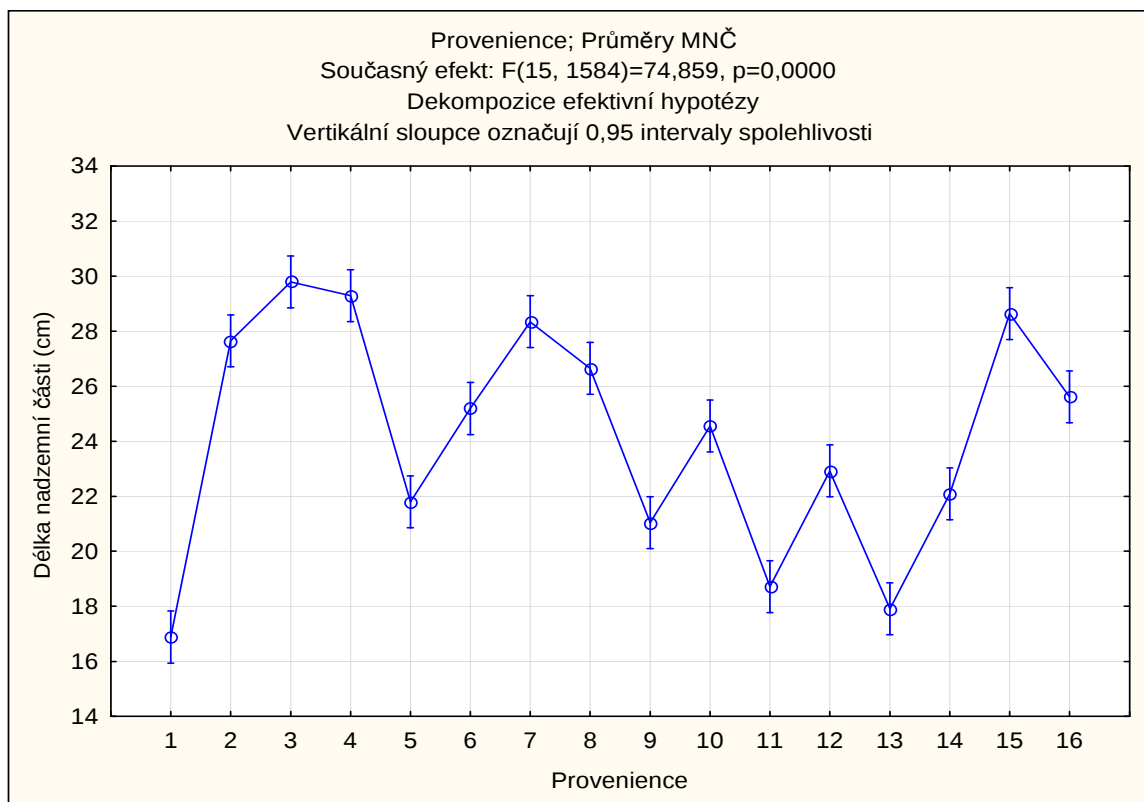
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Délka nadzemní části (cm) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	936278,79	1,00	936278,79	40451,44	0,00
Provenience	25990,11	15,00	1732,67	74,86	0,00
Chyba	36662,86	1584,00	23,15		

Z tabulky číslo 2 vyplývá, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se přepokládat, že provenience má statisticky významný vliv na délku nadzemní části.

Tab. 3: Tukeyův HSD test pro délku nadzemní části

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Délka nadzemní části (cm) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 23,146, sv = 1584,0									
	Provenience	Délka nadzemní části (cm) Průměr	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	16,88	****							
13	13	17,91	****							
11	11	18,71	****	****						
9	9	21,04		****	****					
5	5	21,79			****					
14	14	22,09			****					
12	12	22,92			****	****				
10	10	24,55				****	****			
6	6	25,19				****	****			
16	16	25,61					****	****		
8	8	26,65					****	****	****	
2	2	27,65						****	****	****
7	7	28,34							****	****
15	15	28,64							****	****
4	4	29,29								****
3	3	29,79								****

V tabulce číslo 3 jsou střední hodnoty rozděleny do osmi skupin, jejichž hodnoty se považují za shodné. Z tabulky je také patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů.



Graf 1: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalů spolehlivosti pro délka nadzemní části semenáčku

V grafu 1 je zřejmé, že nejlepších výsledků dosáhla provenience číslo 3 s hodnotou 29,79 cm. Následují ji provenience číslo 4 a 15 s hodnotami 29,29 cm a 28,64 cm. Naopak nejslabších hodnot dosáhly provenience číslo 1 a 13 s hodnotami 16,88 cm a 17,91 cm.

6.2. Tloušťka kořenového krčku

Tab. 4: Jednorozměrné testy významnosti pro tloušťku kořenového krčku.

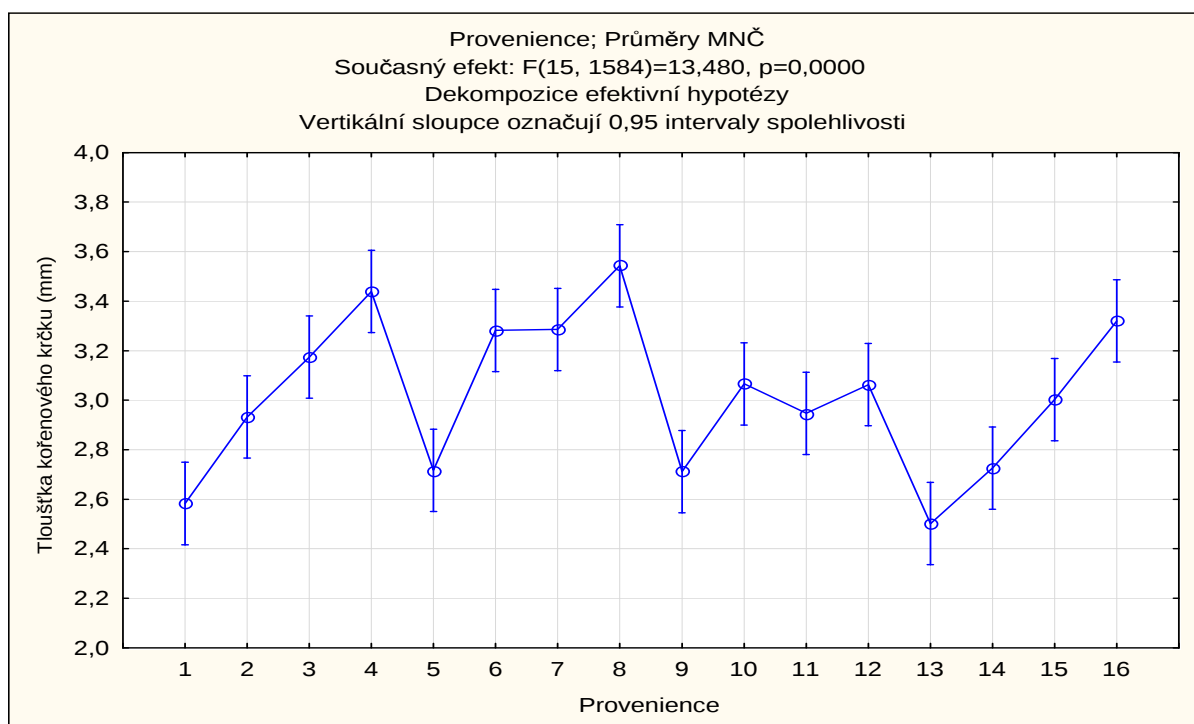
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Tloušťka kořenového krčku (mm) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	14577,54	1,00	14577,54	20301,83	0,00
Provenience	145,19	15,00	9,68	13,48	0,00
Chyba	1137,38	1584,00	0,72		

Tabulka číslo 4 zobrazuje, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se přepokládat, že provenience má statisticky významný vliv na tloušťku kořenového krčku.

Tab. 5: Tukeyův HSD test pro tloušťku kořenového krčku

Tukeyův HSD test; proměnná Tloušťka kořenového krčku (mm) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,71804, sv = 1584,0								
Č. buňky	Provenience	Tloušťka kořenového krčku (mm) Průměr	1	2	3	4	5	6
13	13	2,50	****					
1	1	2,58	****	****				
9	9	2,71	****	****	****			
5	5	2,72	****	****	****			
14	14	2,73	****	****	****			
2	2	2,93		****	****	****		
11	11	2,95		****	****	****		
15	15	3,00			****	****		
12	12	3,06			****	****	****	
10	10	3,07			****	****	****	
3	3	3,17				****	****	****
6	6	3,28				****	****	****
7	7	3,29				****	****	****
16	16	3,32				****	****	****
4	4	3,44					****	****
8	8	3,54						****

V tabulce číslo 5 jsou soubory rozděleny do šesti skupin, jejichž hodnoty se považují za shodné. Také je patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů.



Graf 2: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalů spolehlivosti pro tloušťku kořenového krčku semenáčku

Z grafu číslo 2 vyplývá, že největší tloušťky kořenového krčku dosáhla provenience číslo 8 s hodnotou 3,54 mm. Naopak nejmenší tloušťky dosáhla provenience číslo 13 s tloušťkou krčku 2,50 mm. Po provenienci číslo 8 následují provenience číslo 4 a 16 s hodnotami 3,44 mm a 3,32 mm.

6.3. Délka a typ kořenového systému

Tab. 6: Jednorozměrné testy významnosti pro délku křlového kořene

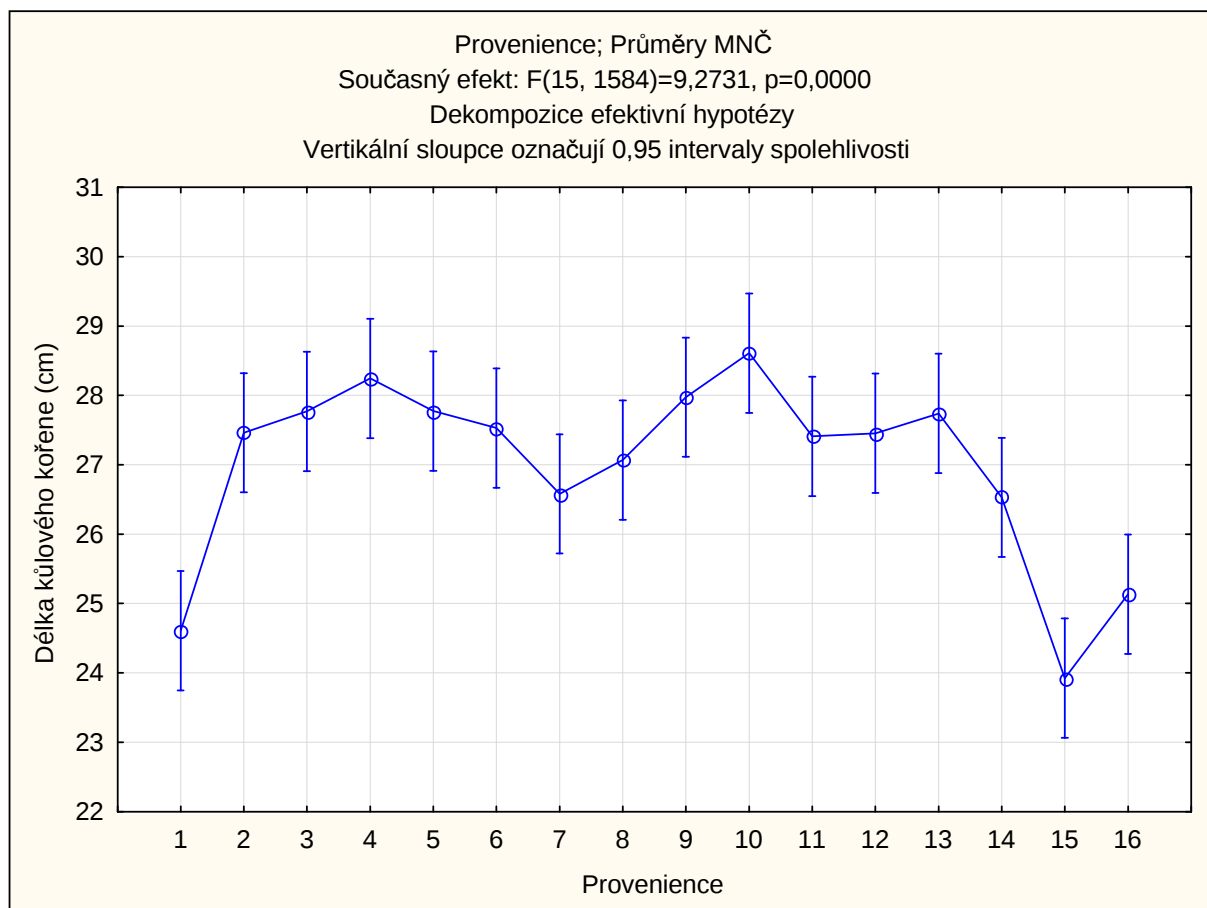
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Délka křlového kořene (cm) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1165439,00	1,00	1165439,00	60602,72	0,00
Provenience	2674,95	15,00	178,33	9,27	0,00
Chyba	30461,59	1584,00	19,23		

V tabulce číslo 6 je vidět, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se předpokládat, že provenience má statisticky významný vliv na délku křlového kořene.

Tab. 7: Tukeyův HSD test pro délku křlového kořene

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Délka křlového kořene (cm) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 19,231, sv = 1584,0					
	Provenience	Délka křlového kořene (cm) Průměr	1	2	3	4
15	15	23,93	****			
1	1	24,61	****	****		
16	16	25,14	****	****	****	
14	14	26,53		****	****	****
7	7	26,58		****	****	****
8	8	27,07			****	****
11	11	27,41				****
12	12	27,45				****
2	2	27,46				****
6	6	27,53				****
13	13	27,74				****
3	3	27,77				****
5	5	27,78				****
9	9	27,97				****
4	4	28,24				****
10	10	28,61				****

V tabulce číslo 7 jsou provenience rozděleny do čtyř skupin souborů, jejichž střední hodnoty se považují za shodné. Také je patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů. Nejvíce proveniencí se nachází ve čtvrté skupině souborů.



Graf 4: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalů spolehlivosti pro délku křídového kořene

V grafu číslo 4 je vidět, že nejdelšího křídového kořene dosáhla provenience 10 s délkou 28,61 cm. Po ní následují provenience číslo 4 a 9 s hodnotami 28,24 cm a 27,97 cm. Naopak nejmenší délky křídového kořene dosáhla provenience číslo 15 s hodnotou 23,93 cm. Provenience číslo 2 až 14 dosáhly přibližně stejných středních hodnot.

Tab. 8: Jednorozměrné testy významnosti pro délku horizontálního kořene

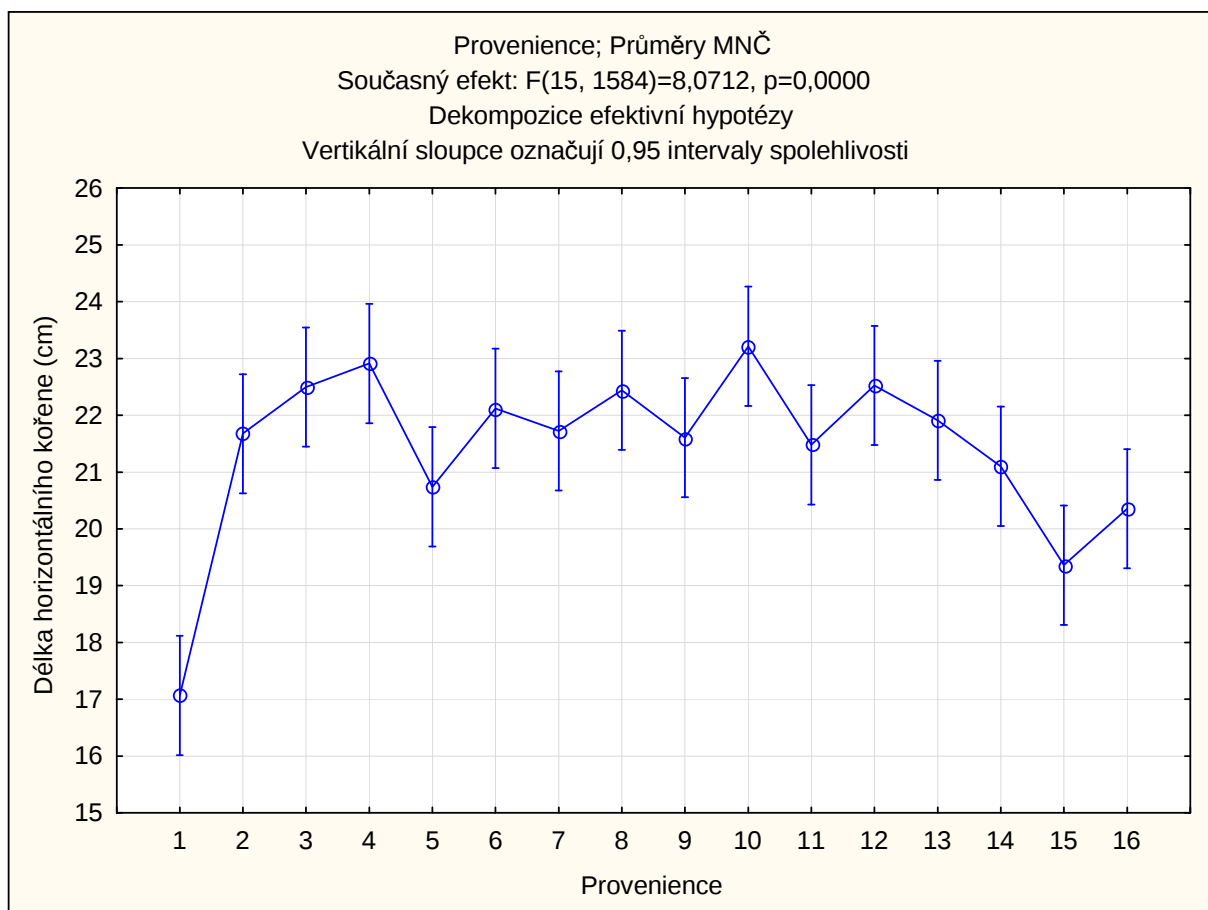
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Délka horizontálního kořene (cm) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	734106,24	1,00	734106,24	25617,45	0,00
Provenience	3469,38	15,00	231,29	8,07	0,00
Chyba	45391,88	1584,00	28,66		

V tabulce číslo 8 je vidět, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se předpokládat, že provenience má statisticky významný vliv na délku horizontálního kořene.

Tab. 9: Tukeyův HSD test pro délku horizontálního kořene

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Délka horizontálního kořene (cm) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 28,656, sv = 1584,0					
	Provenience	Délka horizontálního kořene (cm) Průměr	1	2	3	4
1	1	17,07	****			
15	15	19,36	****	****		
16	16	20,36		****	****	
5	5	20,74		****	****	****
14	14	21,10		****	****	****
11	11	21,48		****	****	****
9	9	21,61		****	****	****
2	2	21,68		****	****	****
7	7	21,72		****	****	****
13	13	21,91		****	****	****
6	6	22,12			****	****
8	8	22,44			****	****
3	3	22,50			****	****
12	12	22,53			****	****
4	4	22,91			****	****
10	10	23,22				****

V tabulce číslo 9 jsou provenience rozděleny do čtyř skupin souborů, jejichž střední hodnoty se považují za shodné. Také je patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů.



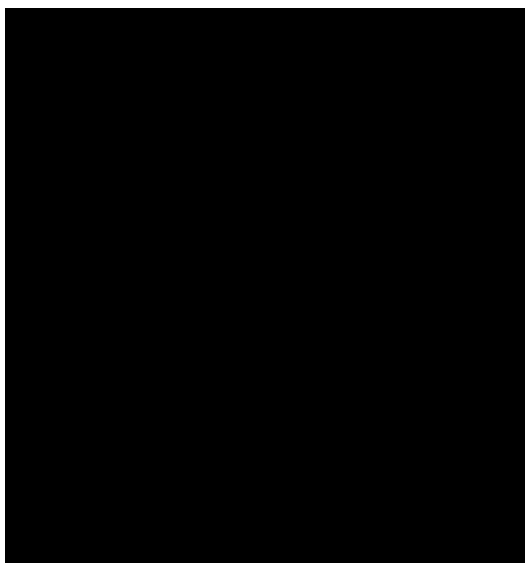
Graf 5: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalů spolehlivosti pro délku horizontálního kořene

V grafu číslo 5 je vidět, že nejdelšího horizontálního kořene dosáhla provenience číslo 10 s délkou 23,22 cm. Po ní následují provenience číslo 4 a 12 s hodnotami 22,91 cm a 22,53 cm. Naopak nejmenší délky dosáhla provenience číslo 1 s délkou horizontálního kořene 17,07 cm. Provenience 2 až 14 dosáhly přibližně stejných středních hodnot.

Při zhodnocení celkové délky kořenů, můžeme říci, že nejlépe odrůstající proveniencí, je provenience číslo 10, která dosáhla u kulového i horizontálního kořene nejlepších výsledků. Jako druhá nejlepší se ukázala provenience číslo 4. Oproti tomu provenience číslo 1 a 15 z hlediska růstu kořenového systému, byly nejslabší.

V tabulce 10 je znázorněn typ kořenového systému. Z tabulky je zřetelné, že panohový kořen se nejméně objevuje u proveniencí číslo 4, 5 a 7. U některých proveniencí se panohový kořen vyskytl ve více než 50% případů a to u provenience číslo 2, 12, 13, 14 a 16.

Tab. 10: Typ kořenového systému



6.4. Barva a délka jehlic

Tab. 11: Jednorozměrné testy významnosti pro délku jehlic

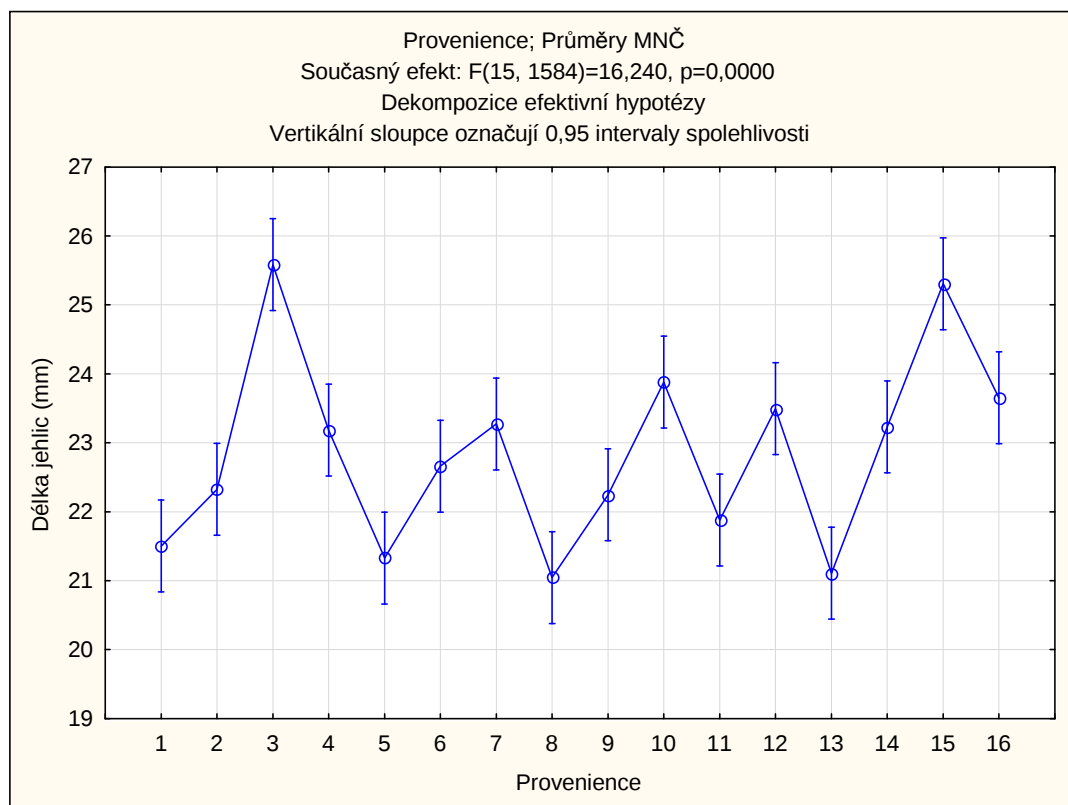
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Délka jehlic (mm) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	835853,06	1,00	835853,06	72477,84	0,00
Provenience	2809,41	15,00	187,29	16,24	0,00
Chyba	18267,53	1584,00	11,53		

V tabulce číslo 11 je vidět, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se předpokládat, že provenience má statisticky významný vliv na délku jehlic.

Tab. 12: Tukeyův HSD test pro délku jehlic

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Délka jehlic (mm) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 11,533, sv = 1584,0						
	Provenience	Délka jehlic (mm) Průměr	1	2	3	4	5
8	8	21,05	****				
13	13	21,11	****				
5	5	21,33	****				
1	1	21,50	****				
11	11	21,88	****	****			
9	9	22,25	****	****	****		
2	2	22,32	****	****	****		
6	6	22,66	****	****	****		
4	4	23,18		****	****		
14	14	23,23		****	****		
7	7	23,27		****	****		
12	12	23,49		****	****		
16	16	23,65			****		
10	10	23,88			****	****	
15	15	25,31				****	****
3	3	25,58					****

V tabulce číslo 12 jsou provenience rozděleny do pěti skupin souborů, jejichž střední hodnoty se považují za shodné. Také je patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů pro délku jehlic.



Graf 6: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalů spolehlivosti pro délku jehlic

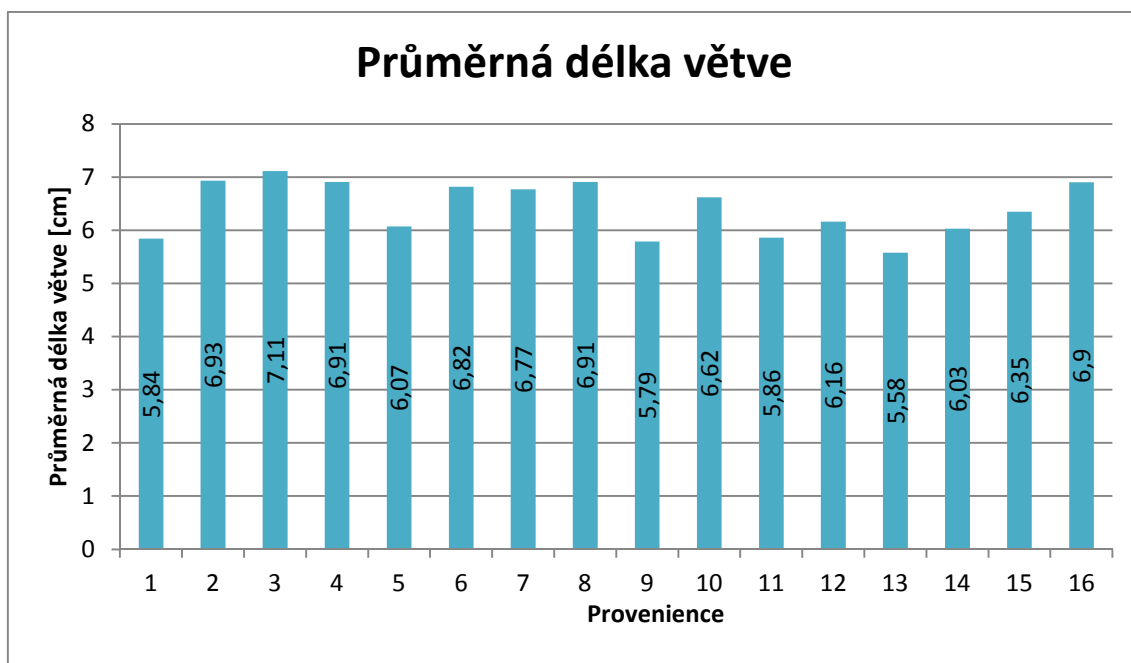
V grafu číslo 6 je vidět, že největší délky jehlic dosáhla provenience číslo 3 s průměrnou délkou jehlice 25,58 mm. Po ní následují provenience číslo 15 a 10 s hodnotami 25,31 mm a 23,88 mm. Naopak nejmenší průměrné délky jehlic dosáhla provenience číslo 8 s hodnotou 21,05 mm. Po ní následují provenience číslo 13 a 5 s hodnotami 21,11 mm a 21,33 mm.

Barva asimilačního aparátu byla rozlišována na zelenou, nažloutlou a žlutou. U proveniencí číslo 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15 a 16 bylo zelených všech 100 semenáček, u proveniencí číslo 4, 8, 9, 11 a 12 se vyskytovaly nažloutlé semenáčky, nejvíce u provenience číslo 9, u které to bylo 12 semenáček ze 100. Žlutě zbarvené semenáčky se nevyskytovaly ani u jedné z proveniencí.

6.5. Délka a počet větví

Tab. 13: Průměrná délka a počet větví měřená u 100 semenáčků každé provenience

Provenience	Počet semenáčků s větví [ks]	Celkový počet větví na semenáčcích [ks]	Průměrný počet větví na 1 semenáčku [ks]	Průměrná délka větve [cm]
1	98	405	4,13	5,84
2	99	551	5,57	6,93
3	98	544	5,55	7,11
4	100	700	7,00	6,91
5	99	506	5,11	6,07
6	100	778	7,78	6,82
7	100	634	6,34	6,77
8	100	683	6,83	6,91
9	98	586	5,98	5,79
10	100	707	7,07	6,62
11	99	628	6,34	5,86
12	100	723	7,23	6,16
13	100	515	5,15	5,58
14	99	615	6,21	6,03
15	97	548	5,65	6,35
16	100	630	6,30	6,90



Graf 7: Grafické znázornění průměrné délky větve

Z grafu číslo 7 a tabulky číslo 13 je patrné, že největší průměrné délky větve dosáhla provenience číslo 3 a to délky 7,11 cm, ale na druhou stranu byla čtvrtá nejhorší v počtu větví na jeden semenáček. Naopak nejhůře byla hodnocena provenience číslo 9, která dosáhla nejmenší průměrné délky větve a to 5,79 cm. Největšího počtu větví na jednom semenáčku dosáhla provenience číslo 6 s počtem 7,78 větve a měla také větve na všech měřených semenáčcích. Nejmenšího počtu větví naopak dosáhla provenience číslo 1 s počtem 4,13 větve na jednom semenáčku.

6.6. Poškození biotickými a abiotickými činiteli

Při měření nebylo pozorováno žádné poškození biotickými činiteli. Z abiotických činitelů došlo k poškození mrazem. Toto poškození bylo pozorováno u proveniencí číslo 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12, 13, 14, a 16. U provenience číslo 1, 3, 5, 12 a 16 došlo k poškození 1 semenáčku ze 100, u proveniencí číslo 4 a 13 byly poškozeny 2 semenáčky ze 100 a u provenience číslo 2, 8 a 14 to byly 3 semenáčky ze 100.

6.7. Počet pupenů

Tab. 14: Jednorozměrné testy významnosti pro počet pupenů

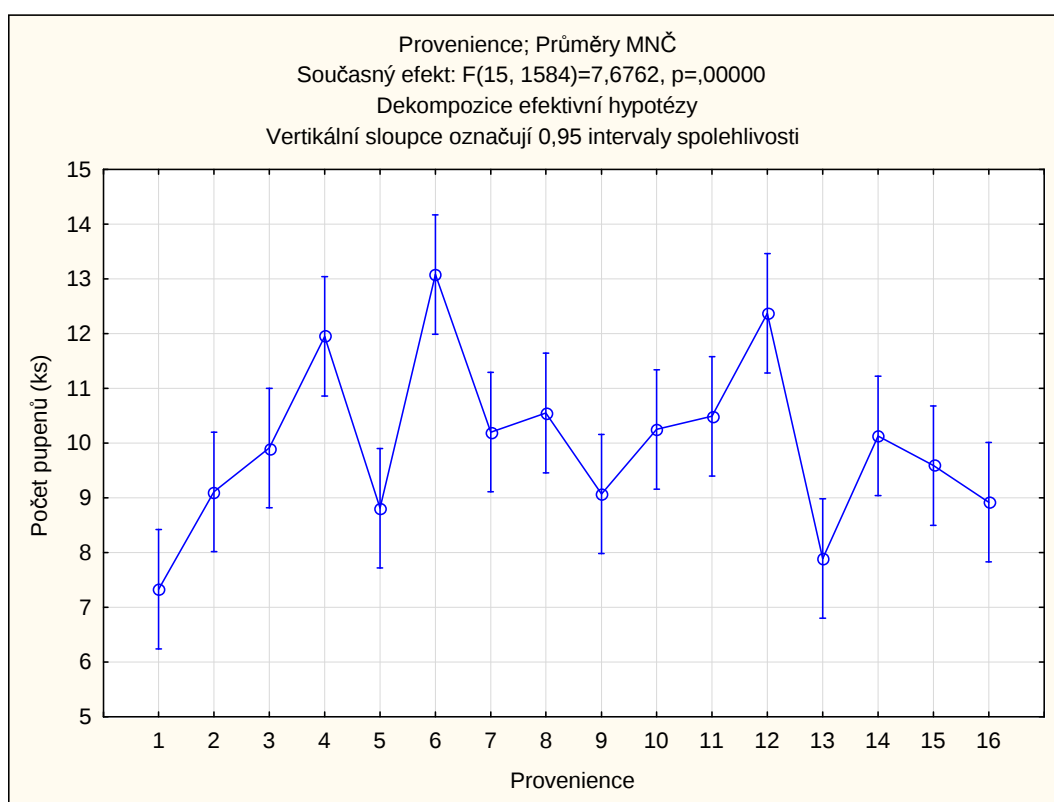
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Počet pupenů (ks) (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	159300,77	1,00	159300,77	5158,64	0,00
Provenience	3555,68	15,00	237,05	7,68	0,00
Chyba	48914,55	1584,00	30,88		

V tabulce číslo 14 je vidět, že $p < \alpha$. Hypotéza o shodných středních hodnotách je tedy zamítnuta a dá se předpokládat, že provenience má statisticky významný vliv na počet pupenů.

Tab. 15: Tukeyův HSD test pro počet pupenů

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Počet pupenů (ks) (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 30,880, sv = 1584,0						
	Provenience	Počet pupenů (ks) Průměr	1	2	3	4	5
1	1	7,33	****				
13	13	7,89	****	****			
5	5	8,81	****	****			
16	16	8,92	****	****			
9	9	9,07	****	****			
2	2	9,11	****	****			
15	15	9,59	****	****	****		
3	3	9,91	****	****	****	****	
14	14	10,13		****	****	****	
7	7	10,20		****	****	****	
10	10	10,25		****	****	****	
11	11	10,49		****	****	****	****
8	8	10,55		****	****	****	****
4	4	11,95			****	****	****
12	12	12,37				****	****
6	6	13,08					****

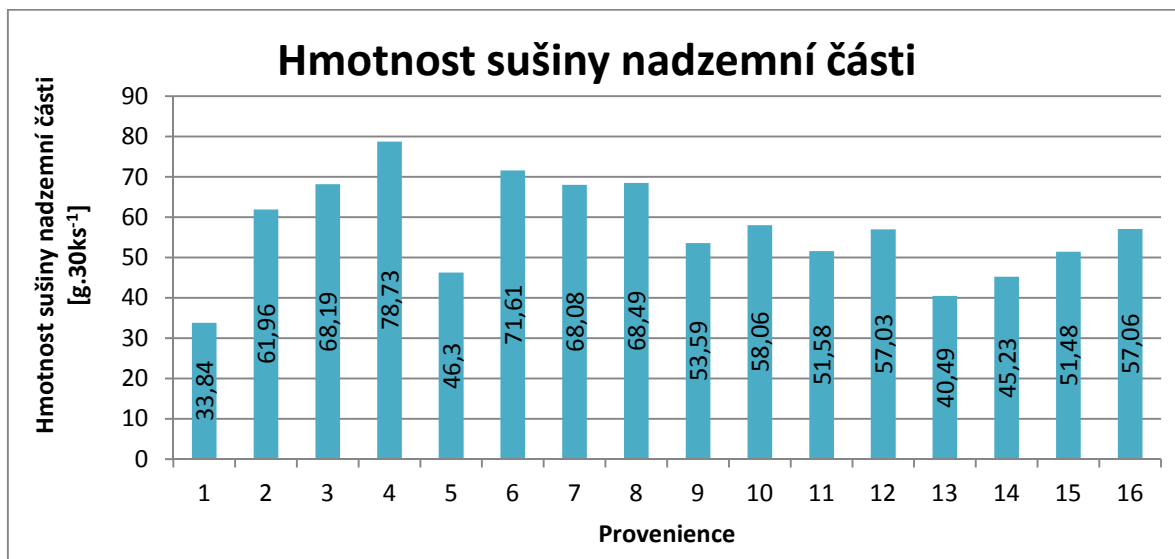
V tabulce číslo 15 jsou provenience rozděleny do pěti skupin souborů, jejichž střední hodnoty se považují za shodné. Také je patrné, že ani jedna z proveniencí nemá samostatně statisticky významně odlišné střední hodnoty svých základních souborů pro počet pupenů.



Graf 8: Grafické znázornění středních hodnot a jejich intervalu spolehlivosti pro počet pupenů na semenáčku

Z grafu 8 je zřejmé, že nejlepších výsledků dosáhla provenience číslo 6 s hodnotou 13,08. Následuje provenience číslo 12 a 4 s hodnotami 12,37 a 11,95. Naopak nejslabších výsledků dosáhly provenience číslo 1 a 13 s hodnotami 7,33 a 7,89.

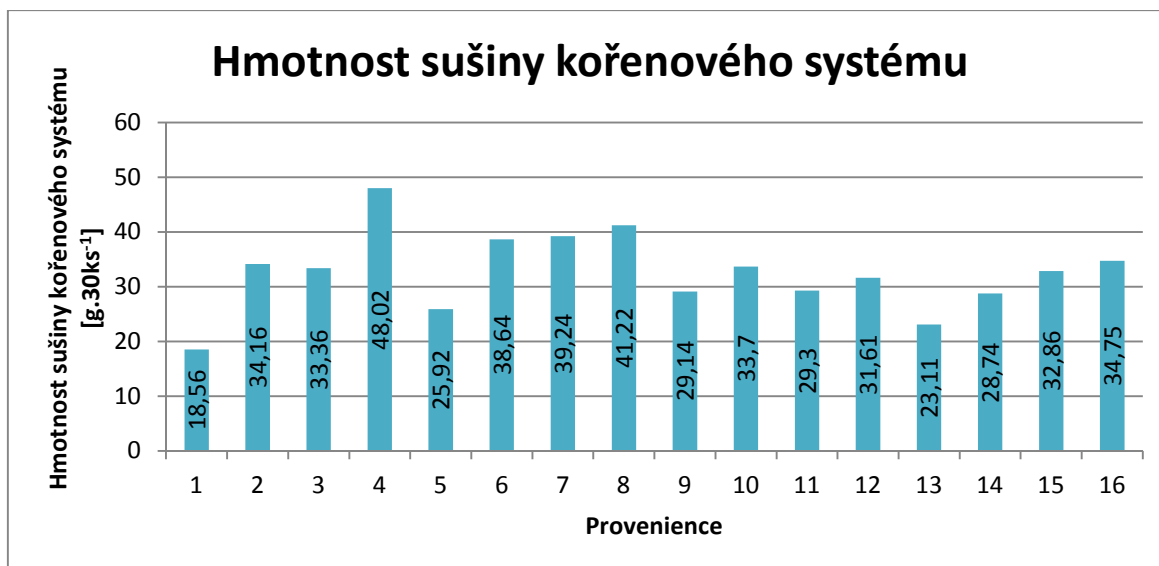
6.8. Hmotnost sušiny nadzemní části a kořenového systému



Graf 9: Grafické znázornění hmotnosti sušiny nadzemní části semenáčku (hodnoty v grafu jsou uvedeny pro 30 semenáčků)

V grafu číslo 9 je vidět, že nejvyšší hmotnosti sušiny nadzemní části dosáhla provenience číslo 4 s hmotností 78,73 g. Následuje ji provenience číslo 6 s hmotností 71,61 g a provenience číslo 8 s hmotností 68,49 g. Naopak nejnižší hmotnosti sušiny dosáhla provenience číslo 1 s hmotností 33,84 g. Po ní následuje provenience číslo 13 s hmotností 40,49 g a provenience číslo 14 s hmotností 45,23 g.

V grafu číslo 10 je vidět, že nejvyšší hmotnosti sušiny kořenového systému dosáhla provenience číslo 4 s hmotností 48,02 g. Následuje ji provenience číslo 8 s hmotností 41,22 g a provenience číslo 7 s hmotností 39,24 g. Naopak nejnižší hmotnosti sušiny dosáhla provenience číslo 1 s hmotností 18,56 g. Po ní následuje provenience číslo 13 s hmotností 23,11 g a provenience číslo 5 s hmotností 25,92 g.



Graf 10: Grafické znázornění hmotnosti sušiny kořenového systému semenáčku (hodnoty v grafu jsou uvedeny pro 30 semenáčků)

6.9. Počet semenáčků na záhonu

Počítání semenáčků proběhlo na zkusné ploše o rozměrech 120 x 20 cm. Posléze byly hodnoty přepočteny na velikost celého záhonu 120 x 250 cm. V tabulce číslo 16 jsou uvedeny počty jednoletých a dvouletých semenáčků. Jednoleté semenáčky byly počítány 14. 10. 2011 a dvouleté 30. 11. 2012. V tabulce číslo 17 jsou uvedeny počty tříletých semenáčků, které byly počítány během vyzvedávání 5. 11. 2013.

Největších ztrát mezi prvním a druhým rokem dosáhla provenience číslo 5 a to 63 %, po ní následovala provenience číslo 9, která dosáhla ztrát 54 %. Naopak nejmenších ztrát mezi prvním a druhým rokem dosáhla provenience číslo 4, u které byly ztráty pouze 2 %. Mezi dvouletými a tříletými semenáčky došlo k největším ztrátám u proveniencí číslo 16 a to 64 % a u provenience 1 to bylo 50 %. K nejmenším ztrátám došlo u provenience číslo 7 a to 1 %.

Tab. 16: Počet jednoletých a dvouletých semenáčků na záhonu

Provenience	Počet semenáčků na zkusné ploše [ks] (Spáčilová, 2012)	Počet semenáčků na záhonu [ks] (Spáčilová, 2012)	Počet semenáčků na zkusné ploše [ks] (Forst, 2013)	Počet semenáčků na záhonu [ks] (Forst, 2013)
1	437	5463	312	3900
2	241	3013	180	2250
3	210	2625	186	2325
4	226	2825	222	2775
5	424	5300	156	1950
6	368	4600	186	2325
7	341	4263	162	2025
8	239	2988	144	1800
9	354	4425	162	2025
10	257	3213	174	2175
11	211	2638	186	2325
12	236	2950	198	2475
13	408	5100	234	2925
14	213	2663	174	2175
15	247	3088	216	2700
16	182	2275	174	2175

Tab. 17: Počet tříletých semenáčků na záhonu

Provenience	Počet semenáčků na zkusné ploše [ks]	Počet semenáčků na záhonu [ks]
1	155	1938
2	173	2163
3	150	1875
4	114	1425
5	132	1650
6	174	2175
7	160	2000
8	114	1425
9	159	1988
10	148	1850
11	140	1750
12	165	2063
13	187	2338
14	170	2125
15	171	2138
16	62	775

6.10. Celkové zhodnocení výsledků

V tabulce číslo 18 je zobrazeno celkové zhodnocení výsledků. Každému parametru byla udělena váha od nejvyšší hodnoty po nejnižší. U parametru poškození mrazem byla hodnota, které dosáhli jednotlivé provenience, vynásobena 3x. V tabulce číslo 19 je uvedeno rozdělení váhy pro sloupec poškození mrazem v tabulce 18.

V tabulce číslo 18 je vidět, že nejlepších výsledků měřených parametrů dosáhla provenience číslo 10 SHAWATUM C, po ní následuje provenience číslo 6 MACLENNAN MT. Nejhůře dopadla provenience číslo 1 HOSPITAL CR.

Tab. 18: Celkové zhodnocení výsledků

Prov.	Počet pupenů	Ø KK	Délka NČ	Délka kúl. koř.	Délka hor. koř.	Délka jehlic	Počet větví	Poškození mrazem	Σ vah	Celkové pořadí prov.
1	16	15	16	15	16	13	16	21	128	15
2	11	11	5	8	9	10	11	42	107	12
3	9	6	1	5	4	1	13	21	60	5
4	3	2	2	2	2	8	4	36	59	4
5	14	13	12	4	13	14	15	21	106	11
6	1	5	8	7	6	9	1	3	40	2
7	7	4	4	12	8	6	6	3	50	3
8	4	1	6	11	5	16	5	42	90	10
9	12	14	13	3	10	11	10	3	76	8
10	6	7	9	1	1	3	3	3	33	1
11	5	10	14	10	11	12	8	3	73	7
12	2	8	10	9	3	5	2	21	60	5
13	15	16	15	6	7	15	14	36	124	14
14	8	12	11	13	12	7	9	42	114	13
15	10	9	3	16	15	2	12	3	70	6
16	13	3	7	14	14	4	7	21	83	9

Vysvětlivky k tabulce 18: Prov. – provenience, Ø KK – průměr kořenového krčku, Délka NČ – délka nadzemní části, Délka kúl. koř. – délka kulového kořene, Délka hor. koř. – délka horizontálního kořene, Σ vah – suma vah

Tab. 19: Rozdělení váhy pro parametr poškození mrazem

Provenience	Poškozených semenáčků ze 100 ks	Pořadí	Přidělení váhy	Přidělení váhy * 3
1	1	7 až 11	7	21
2	3	14 až 16	14	42
3	1	7 až 11	7	21
4	2	12 až 13	12	36
5	1	7 až 11	7	21
6	0	1 až 6	1	3
7	0	1 až 6	1	3
8	3	14 až 16	14	42
9	0	1 až 6	1	3
10	0	1 až 6	1	3
11	0	1 až 6	1	3
12	1	7 až 11	7	21
13	2	12 až 13	12	36
14	3	14 až 16	14	42
15	0	1 až 6	1	3
16	1	7 až 11	7	21

Tab. 20: Celkové zhodnocení jednoletých, dvouletých a tříletých semenáčků
vypěstovaných v nekryté minerální půdě v lesní školce Cetkovice

Provenience	Celkové zhodnocení pořadí jednoletých semenáčků (SPÁČILOVÁ, 2012)	Celkové zhodnocení pořadí dvouletých semenáčků (FORST, 2013)	Celkové zhodnocení pořadí tříletých semenáčků
1	14	14	15
2	4	4	12
3	10	8	5
4	5	1	4
5	3	12	11
6	2	3	2
7	6	5	3
8	9	3	10
9	12	6	8
10	1	2	1
11	9	11	7
12	8	9	5
13	13	13	14
14	14	7	13
15	11	6	6
16	7	10	9

V tabulce 20 jsou porovnány výsledky měření jednoletých, dvouletých a tříletých semenáčků vypěstovaných v nekryté minerální půdě v lesní školce Cetkovice. Při porovnání jednoletých a dvouletých semenáčků je patrné, že mezi většinou proveniencí není velký rozdíl v pořadí. Nejlepší z jednoletých semenáčků byla provenience číslo 10 SHAWATUM C (viz Obr. 9). Dobrých výsledků dosáhla i ve druhém roce a ve třetím roce byla opět nejlepší. Z dvouletých semenáčků byla nejlepší provenience číslo 4 HIL 60 – LO. Dobrých výsledků dosáhla také provenience číslo 6 MACLENNAN MT, která byla v první a třetím roce druhá nejlepší. Naopak nejhorších výsledků dosáhla provenience číslo 1 HOSPITAL CR (viz Obr. 10), která byla ve všech třech letech nejhorší.



Obr. 9: Provenience číslo 10 (Juračka, 2013)



Obr. 10: Provenience číslo 1 (Juračka, 2013)

7. Diskuze

Na založení tohoto experimentu bylo použito osivo pocházející hlavně z Kanady a to 14 proveniencí. I když se pro výsadbu v evropských podmínkách doporučuje výsadba var. *menziesii*, bylo také vyseto osivo var. *glauca*. Kromě proveniencí z Kanady byly vysety také 2 provenience z České republiky. Celkem bylo tedy vyseto 16 proveniencí.

U proveniencí původem z Kanady se klíčivost pohybovala v rozpětí 74 – 97 %. To je způsobeno faktem, že se osivo před exportem vytřídí od poškozených a prázdných semen (Hofman, 1984). U českých proveniencí byla klíčivost 87 % u provenience číslo 15 a 64 % u provenience číslo 16.

Výsev proběhl na jaře 2. 5. 2011. Doporučuje se spíše podzimní výsev, protože je bližší přírodě a vypěstujeme kvalitnější a silnější semenáčky. Navíc před podzimním výsevem nemusíme provádět předosevní přípravu (Jirkovský, 1961).

Při srovnání osiva vysetého na záhon se substrátem s minerálním záhonem uvádí Cafourek (2001), že na záhonech se substrátem vypěstované semenáčky převyšují ve všech parametrech semenáčky vypěstované na minerálním záhoně. Jediným parametrem, ve kterém semenáčky vypěstované na minerálním záhoně dosáhly lepších hodnot, byla sušina nadzemní části.

Lze říct, že semenáčky douglasky tisolisté jsou v prvním roce citlivé hlavně na mraz, v dalších letech se ztráty způsobené mrazem snižují. Proto je důležité dbát na správný výběr školky, ve které bude sadební materiál pěstován a také na správný výběr pěstované provenience.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení vlivu provenience na růst semenáčků v nekryté minerální půdě. Semenáčky byly vypěstovány v lesní školce Cetkovice. Celkem bylo hodnoceno 16 proveniencí. 14 testovaných proveniencí pocházelo z Kanady a 2 provenience z České republiky. Jako lépe odrůstající se ukázaly provenience z Kanady, oproti proveniencím z České republiky.

Nejlepší ze všech hodnocených proveniencí se ukázala provenience SHAWATUM C var. *menziesii*. Jako druhá nejlepší byla vyhodnocena provenience MACLENNAN MT var. *glauca*. Třetí nejlepší byla provenience MOUNT HALL var. *menziesii*.

Naopak jako nejhorší se ukázala provenience HOSPITAL CR var. *glauca*, která byla nejhorší ve většině měřených parametrů. Následuje ji provenience MT POPE var. *glauca* a provenience HEFFLEY MT var. *glauca*.

Závěrem lze říci, že ve třetím roce se nejlépe osvědčily provenience var. *menziesii*, které oproti var. *glauca* dosahovaly lepších výsledků. Oproti tomu nebyla var. *glauca* v prvním a druhém roce pěstování poškozována mrazem, zatímco var. *menziesii* ano.

9. Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of provenance on the growth of seedlings on uncovered mineral soil. The seedlings were grown in forest nursery Cetkovice. There were in total evaluated 16 provenances of this 14 come from Canada and 2 provenances come from Czech Republic. Better growing tendency were shown provenance from Canada compared to provenances from Czech Republic.

The best of all evaluated provenances were provenance SHAWATUM C var. *menziesii* and then provenance MACLENNAN MT var. *glauca*. After these was very good evaluated the provenance of MOUNT HALL var. *menziesii*.

Conversely, the worst results were measured with provenance HOSPITAL CR var. *glauca*, that was the worst in the majority of the measured parametres. The next one is provenance MT PODE var. *glauca* and provenance HEFFLEY MT var. *glauca*.

In conclusion, we can say that in the third year were the best provenances var. *menziesii*, which have reached better results than var. *glauca*. In contrast to var. *glauca* was not damaged by frost in the first and second year of planting against var. *menziesii*.

10. Seznam literatury

- BERAN, F., 2014. Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Lesnická práce s. r. o., s. 20 - 48.
- CAFOUREK, J., 2014. Dovoz osiva douglasky tisolisté do ČR. Lesnická práce, ročník 93, č. 7, s. 24 – 26.
- CAFOUREK, J., 2001. Pěstování sadebního materiálu douglasky tisolisté v oblasti střední Moravy. Disertační práce, MZLU Brno, 204 s.
- DOLEJSKÝ, V., 2000. Najde douglaska větší uplatnění v našich lesích? Lesnická práce, ročník 79, č. 11, s. 492 – 494.
- FORST, J., 2013. Vliv rozdílné provenience na růst sadebního materiálu douglasky tisolisté. Diplomová práce, MZLU Brno, 90 s.
- HART, V., 2009. Pěstování a produkční význam douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. Disertační práce, ČZU Praha, 135 s.
- HOFMAN, J., 1964. Pěstování douglasky. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 254 s.
- HORÁČEK, P., TIMKO, L., 2014. Stavba a vlastnosti dřeva douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In Sborník z konference „Douglaska dřevina roku 2014“, Brno, Česká lesnická společnost. s. 118 – 126.
- JANKOVSKÝ, L., DVOŘÁK, M., PALOVČÍKOVÁ, D., BERÁNEK, J., 2014. Choroby a škůdci na douglasce. In Sborník z konference „Douglaska dřevina roku 2014“, Brno, Česká lesnická společnost. s. 66 – 81.
- JIRKOVSKÝ, V., 1961. Předosevní příprava douglaskového semene a pěstování douglaskových sazenic. Lesnická práce, č. 4, s. 147 – 150.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J., 2007. Jehličnaté dřeviny. Nakladatelství Academia, Praha, 352 s.

Národní inventarizace lesů v České republice 2001 – 2004. ÚHÚL Brandýs nad Labem.

NOVÁK, J., SLODIČÁK, M., KACÁLEK, D., DUŠEK, D., ŠIMERDA, L., 2014. Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Lesnická práce s. r. o., s. 92 – 112.

PEŠKOVÁ, V., 2003. Nebezpečné sypavky na douglasce v České republice. Lesnická práce, ročník 82, č. 5, s. 20 – 21.

PODRÁZSKÝ, V., KUPKA, I., ULBRICHOVÁ, I., ZAHRADNÍK, D., KUBEČEK, J., 2014. Douglaska jako meliorační dřevina. In Sborník z konference „Douglaska dřevina roku 2014“, Brno, Česká lesnická společnost. s. 102 - 110.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., MAXA, M., 2001. Má douglaska degradační vliv na lesní půdy? Lesnická práce, ročník 80, č. 9, s. 393 – 395.

SPÁČILOVÁ, V., 2012. Pěstování sadebního materiálu douglasky tisolisté v nekryté minerální půdě. Diplomová práce, MZLU Brno, 54 s.

ŠINDELÁŘ, J., 2003. Aktuální problémy a možnosti pěstování douglasky tisolisté. Lesnická práce, ročník 82, č. 5, s. 14 – 16.

ÚRADNÍČEK, L., CHMELÁŘ, J., 1995. Dendrologie lesnická – 1. část, Jehličnany. MZLU Brno, 130 s.

VĚTVIČKA, V., 2004. Evropské stromy. Aventinum, Praha, 216 s.

[online] citováno 15. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web:

<http://esp.cr.usgs.gov/data/little/>

[online] citováno 20. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web:

<http://www.rostliny-semena.cz/cz/clanky-semena-osiva-tropicke-a-subtropicke-rostliny/Douglaska-tisolista---co-jste-o-ni-nevedeli/>

[online] citováno 15. 4. 2016. Dostupné na World Wide Web:

http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/441-svycarska_sypavka_douglasky.html

http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/442-skotska_sypavka_douglasky.html

Zákon č. 144/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.