

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA**

**V PRAZE**

**FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ**

**ZHODNOCENÍ RŮSTU VÝSADEB POLOODROSTKŮ  
V LESNÍ ŠKOLCE SEPEKOV**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Iva ULBRICHOVÁ, Ph.D.**

**Vypracoval: Jan KYLAR**

**Praha, 2008**

Univerzita: Česká zemědělská univerzita v Praze  
environmentální

Fakulta: lesnická a

Katedra: Pěstování lesa

Školní rok: 2005/2006

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Jana Kylara

obor: BLES

Název tématu: Zhodnocení růstu výsadeb poloodrostků v lesní školce Sepekov

Zásady pro vypracování:

- 1, studium odborné literatury k problematice pěstování sazenic v lesních školkách
- 2, grafické zpracování založeného pokusu
- 3, práce v terénu- měření pokusných výsadeb
- 4, zhodnocení získaných výsledků
- 5, srovnání aktuálně získaných dat a výsledků známých z odborné literatury

Rozsah grafických prací: 2-10 str.  
Rozsah průvodní zprávy: 20-40 str.

#### Seznam odborné literatury:

- HORNÍK, F.: Současné problémy pěstování prostokořenných sazenic. Lesn. Práce, 68, 1989, č. 4, s. 159 - 162.
- JURÁSEK, A.: Produkce sadbového materiálu pro obnovu Krkonoš. Opera Corcontica. 30. Praha, Zeměd. nakl. Brázda 1993, s. 73 – 78
- JURÁSEK, A.: Zkušenosti s růstem a vývojem sazenic ze semenáčků pěstovaných intenzivními postupy. In: Školkařské technologie a předosevní příprava semen. Sborník referátů mezinárodního semináře. Praha (CZ) - Zundert (NL), 4. - 8. dubna 1995. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR 1995, s. 16 - 24.
- JURÁSEK, A. - MARTINCOVÁ, J.: Hodnocení kvality sadebního materiálu listnatých dřevin. In: Problematika pěstování sazenic listnatých dřevin. Sborník referátů z celostátního semináře dne 25. 9. 1996 v Holčovicích-Spáleném. Opava, AVE 1996, s. 33 - 37.
- A. JURÁSEK A KOL., T. LOKVENC, O. MAUER.: Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut 1998. 17 s.
- Kol.: Nové směry v pěstování a ochraně sadebního materiálu ve školkách. Sborník referátů z celostátního odborného semináře. Opočno, 26. a 27. října 1994. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 1994
- LEDINSKÝ, J.: Hnojení sazenic v lesních školkách průmyslovými hnojivy. Bulletin TEI č. 2/87. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1987. 10 s.
- MAUER, O.: Lesní školkařství po transformaci lesního hospodářství. Lesn. Práce, 79, 2000, č. 3, s. 101 - 103.
- PEŘINA, V., MATERNA, J.: Výživa a hnojení semenáčků a sazenic. In: Dušek, V., Kotyza, F. et al.: Moderní lesní školkařství. 1. vyd. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1970, s. 322 - 356.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: 25.4.2006

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2007

L.S.

.....  
.....

Vedoucí katedry

Děkan

V Praze..... dne .....

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze 20. 3. 2008

.....  
podpis

### **Poděkování:**

Tímto děkuji Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za poskytnutí užitečných rad, informací souvisejících s tématem a objektivních postřehů během tvorby této bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Pavlu Burdovi, majiteli lesní školky, za pomoc při uskutečnění pokusu na jeho výsadbách a Ing. Danielu Zahradníkovi za odborné statistické vyhodnocení. Konečně děkuji Michaela Langové za korekturu stylistiky.

### **ABSTRAKT:**

Kylar, J., 2008: Zhodnocení růstu výsadeb poloodrostků v lesní školce Sepekov. [Bakalářská práce] Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská.

Tato bakalářská práce přináší výsledky růstu výsadeb poloodrostků v závislosti na míře přihnojení. Za experimentální rostlinu byl zvolen javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.). V tomto experimentu bylo testováno pomalu rozpustné minerální hnojivo Entec Perfekt NPK se stabilizátorem dusíku DMPP. Výzkum probíhal v rámci projektu „Ekonomická analýza pěstování okrasných dřevin v podmínkách trhu EU“. Poskytovatelem grantu je CIGA ČZU.

### **Klíčová slova:**

Školkařství, poloodrostek, pomalu rozpustná hnojiva.

## OBSAH:

<b>1</b>	<b>ÚVOD A CÍL PRÁCE.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>3</b>
2.1	LESNÍ ŠKOLKY .....	4
2.1.1	<i>Požadavky na lesní školky .....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Půda v lesních školkách.....</i>	<i>5</i>
2.2	HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH.....	9
2.2.1	<i>Organická hnojiva .....</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>Organicko – minerální hnojiva .....</i>	<i>10</i>
2.2.3	<i>Minerální hnojiva .....</i>	<i>10</i>
2.3	VLASTNOSTI SADEBNÍHO MATERIÁLU – ČSN .....	11
2.3.1	<i>Poslání normy.....</i>	<i>11</i>
2.3.2	<i>Používané termíny .....</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i>Jakostní znaky sadebního materiálu.....</i>	<i>12</i>
2.3.4	<i>Poloodrostky javorů .....</i>	<i>13</i>
2.4	PĚSTOVÁNÍ A VÝSADBA POLOODROSTKŮ.....	15
2.4.1	<i>Pěstování poloodrostků .....</i>	<i>15</i>
2.4.2	<i>Označování sadebního materiálu.....</i>	<i>16</i>
2.4.3	<i>Výsadba poloodrostků .....</i>	<i>17</i>
<b>3</b>	<b>METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>22</b>
4.1	CELKOVÁ VÝŠKA ROSTLINY .....	22
4.2	CELKOVÁ TLOUŠŤKA KOŘENOVÉHO KRČKU .....	25
4.3	POROVNÁNÍ PŘÍRŮSTU VÝŠKY A KOŘENOVÉHO KRČKU .....	28
4.4	DYNAMIKA PŘÍRŮSTU V ČASE.....	30
4.5	MORTALITA.....	31
4.6	PŮDNÍ ROZBOR .....	32
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>36</b>

# 1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Pěstování sadebního materiálu s relativně velkou výškou nadzemní části má nejen v českém lesnictví, ale i jinde v Evropě dlouhou tradici. Již v 16. století se začínalo s pokusy pěstování a výsadby sazenic větších rozměrů (MAUER, 1998).

Zákon o lesích (ZÁKON 289/1995 Sb.) určuje přesný podíl melioračních a zpevňujících dřevin v nové výsadbě. Právě poloodrostky a odrostky z lesních školek zde mají prostor pro doplnění odumřelého procenta sazenic, aby v době zajištění kultury byla druhová skladba vyhovující. Rozhodující je ale kvalita sadebního materiálu. Snahou každé školky je vypěstovat v co nejkratším čase co nejkvalitnější sazenice. Nynější situace bohužel nasvědčuje tomu, že hnojení je zpravidla prvním opatřením, které je při nutnosti snížení nákladů zastaveno. Navíc jsou podle dosavadních zkušeností hnojivé materiály používány neefektivně, analýza potřeby hnojení je prováděna jen v některých případech a často pouze formálně. Faktem totiž zůstává celkově špatná ekonomická situace tohoto odvětví plynoucí z vysokých nákladů spojených se zvyšováním kvality sadebního materiálu a současné stagnace cen (BURDA, 2003).

Hnojení v lesním školkařství se řídí jistými specifiky. Aplikace musí být snadná, protože sazenice brzy narůstají značných rozměrů a nelze tak použít běžné mechanizace (NERUDA, 1998). Zároveň je cílem periodicitu hnojení omezit na minimum, protože každým dalším zásahem rostou náklady. Jsou proto hledány prostředky, kterými lze pokrýt všechny tyto požadavky. Elegantním řešením jsou tzv. pomalu rozpustná hnojiva, která jsou typická tím, že u nich dochází k dlouhodobému a pozvolnému uvolňování živin. Tento typ hnojiv je určen k hnojení především víceletých kultur, což je např. i pěstování poloodrostků a odrostků ve školkařském provozu. Výhodou této formy je plynulejší zásobování rostlin živinami.

Na jaře roku 2006 byl zahájen projekt „Ekonomická analýza pěstování okrasných dřevin v podmínkách trhu EU“ pod vedením Ing. Jiřího Macha, Ph.D. z Provozně ekonomické fakulty ČZU. Poskytovatelem grantu byla Celouniverzitní interní grantová agentura ČZU v Praze. Kromě Provozně ekonomické fakulty se na



projektu podílela také Fakulta lesnická a dřevařská. Součástí projektu byl i pokus s výsadbou a hnojením poloodrostků v lesní školce Sepekov. Tohoto úkolu se ujala katedra pěstování lesa z FLD pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové Ph.D.

Cílem práce bylo zjistit rozdíly v růstu výsadeb poloodrostků v závislosti na míře přihnojení. Za modelovou rostlinu byl zvolen javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.). Bylo navrženo sedm variant, z toho jedna byla kontrolní a na šesti se hnojilo v rozmezí od 25 do 250 kg dusíku na hektar. V pokusu bylo použito pomalu rozpustné minerální hnojivo Entec Perfekt NPK 14–7–17+2 MgO se stabilizátorem dusíku DMPP.

Plán byl rozpracován do dvou let. V prvním roce byl založen experiment s javorem klenem, v druhém roce se pokračovalo v měření již rok staré výsadby javoru a pokus byl rozšířen o poloodrostky dubu zimního (*Quercus petraea* Liebl) ve stejném rozsahu. Hodnotil se celkový přírůst rostliny a změna tloušťky kořenového krčku. Dále byly odebrány k vyhodnocení půdní vzorky.

Tato práce uvádí výsledky z prvního roku pokusu.

## 2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Koncem 18. století, když si čeští lesníci začali vážně uvědomovat, že se les není schopen sám v reálném čase obnovovat, dospěli k závěru, že je nutné jej udržovat vlastními silami. Toto byl počátek intenzivní umělé obnovy lesa, která se neobejde bez dostatečného přísunu obnovného materiálu, který mohou poskytnout jen lesní školky.

První školky byly zakládány v předstihu před mýtní těžbou v jejím blízkém okolí. Semenáčky z náletů byly odebírány z porostu i s půdním balem a takto shromažďovány a pěstovány na jednom místě. Další možností bylo osévání lesní půdy přímo v porostu. To bylo ale velice náročné na množství semen, a jelikož semena lesních dřevin si zpravidla neudrží příliš dlouhou dobu klíčivosti, byla tato metoda spíše výjimečná. Následně se přešlo k osévání nějakým způsobem upravených ploch, vhodných k základním pěstebním úkonům. Tento způsob by se již dal označit jako počátek lesního školkařství (KUPKA, 2005).

## 2.1 LESNÍ ŠKOLKY

Lesní školka je pozemek dlouhodobě sloužící k pěstování sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa, popř. pro lesnické rekultivace či ozeleňování. Zakládá se v pokud možno optimálních půdních a klimatických poměrech, v blízkosti zdroje nezávadné vody a na komunikačně dobře přístupném místě (KUPKA – PODRÁZSKÝ – SLÁVIK, 2005).

### 2.1.1 POŽADAVKY NA LESNÍ ŠKOLKY

Pro výběr vhodného místa k založení nové lesní školky je třeba zohlednit hned několik faktorů. Terén by měl být maximálně rovinný, krytý proti silným větrům, ale zároveň by měl mít jednu stranu (po svahu) volnou k „odtoku“ studeného vzduchu.

Ekologická ochranná funkce okolních porostů je opodstatněná u školek v polohách do 400 m n. m. v případě, že jejich působnost nelze nahradit výsadbou ochranných kulis nebo uplatněním tzv. osvěžujících postřiků v denních hodinách z důvodu omezení působení vysokých teplot (DUŠEK, 1997).

Naprosto nepostradatelný je pro každou lesní školku zdroj nezávadné vody. Na plochách s výsevy a obalenými sazenicemi (včetně sítí ve sklenících) se kalkuluje s denní závlahovou dávkou 4–5 mm (40–50 m<sup>3</sup> vody na ha). Na plochách se školkovánými sazenicemi se uvažuje dávka 2–3 mm. Obvykle se zavlažuje v 4–5 denních intervalech (DUŠEK, 1997).

Dalšími kritérii jsou příjezdové komunikace, zdroj elektrické energie či zdroje pracovních sil. Zásadním kritériem pro lesní školku je kvalita půdy (viz následná kapitola).

Pro používání reprodukčního materiálu platí lesní zákon č. 289/1995 Sb.<sup>1</sup> V rámci sjednocování naší legislativy s Evropskou unií (Směrnice Rady EU č. 105/1999/ES<sup>2</sup>) byl pro reprodukční materiál a pravidla pro jeho uvádění do oběhu

---

<sup>1</sup> Zákon o lesích (Zákon č. 289/1995 Sb.).

<sup>2</sup> Směrnice Rady EU č. 105/1999/ES o obchodu s reprodukčním materiálem.

schválen zákon č. 149/2003 Sb.<sup>3</sup> Dále se k této problematice vztahuje Vyhláška č. 139/2004 Sb.<sup>4</sup>, kterou se stanovují podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů.

## **2.1.2 PŮDA V LESNÍCH ŠKOLKÁCH**

K pěstování vhodného sadebního materiálu je zapotřebí kvalitní, na živiny bohaté půdy. Sazenice každoročně spotřebují velké množství minerálních látek, které musíme do půdy opět dodat, aby produkce neklesala. Kvalitní půda ale musí mít krom všech nezbytných živin ve vyváženém poměru i optimální fyzikální vlastnosti, a proto, v dnešní době moderních technologií a intenzivního způsobu obhospodařování, se lesní školka neobejde bez fyzikálně – chemického rozboru půd.

### **2.1.2.1 PŮDNÍ ROZBORY**

V lesním školkařství se používají dva typy rozborů půd - rozbor základní a doplňující.

#### **Základní rozbor zahrnuje stanovení (DUŠEK, 1997):**

- zrnitostní skladby (mechanické skladby – textury)
- podílu fyzikálního jílu
- momentálního obsahu výměnných bází (S)
- celkové sorpční kapacity (T)
- stupně sorpčního nasycení půd bázemi (V), případně kationtové výměnné kapacity
- aktuální (aktivní) a výměnné půdní reakce (hodnoty pH)
- potřeby vápnění na požadovanou hodnotu pH KCl
- obsah celkového dusíku (Nt) v půdě

---

<sup>3</sup> Zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin (Zákon č. 149/2003 Sb.).

<sup>4</sup> 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 (Vyhláška č. 139/2004 Sb.).

- rostlinám přístupného P, K, Mg, případně i Ca.

#### **Doplňující rozbor zahrnuje stanovení:**

- výměnné půdní reakce
- obsahu rostlinám přístupného P, K a Mg
- další aktuálně potřebná stanovení, která se upřesňují v průvodním dopise zasílaném půdní zkušebně

Doplňující půdní rozbor se stanovuje na podkladě základního rozboru. Měl by se opakovat přibližně po pěti letech. Je vhodné ho střídat se základním rozbohem. Zvýšené náklady spojené se zjišťováním kvality půdy jsou několikanásobně kryty úsporou hnojiv a lepší kvalitou produkce (BALÍK, 1993). Půdní vzorek je vhodné odebrat dostatečně dlouhou dobu před novou kulturou, aby se stačilo zareagovat příslušným hnojivem, a je třeba jej co nejdříve (do druhého dne) převézt do analytické laboratoře. Případně ho lze vysušit na konstantní vlhkost a uchovat v chladu a suchu.

Dalším možným způsobem, jak zjistit nedostatky živin v půdě, je listová (foliální) analýza. Nelze ji použít jako samostatného ukazatele, je však vhodným doplňkem k základnímu půdnímu rozboru. Vzorky asimilačních orgánů je nutno odebírat ze stejného místa jako vzorky půdní. Podmínkou ke správné analýze je vhodná doba odběru, která se řídí fenologickými fázemi. Jako optimum pro listnaté dřeviny se považuje doba ke konci vegetační sezony (červenec–srpen), ale ještě před barevnými změnami. Pro jehličnany je k odběru vhodná doba vegetačního klidu (prosinec–únor) (KUPKA, 2005).

### 2.1.2.2 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ PODMÍNKY

Mezi optimální půdy lesních školek patří půdy lehčích typů, tj. půdy hlinitopísčité až písčitohlinité. Tyto půdy jsou ideální pro osévání semenným materiálem a pro výsadbu i nejmenšího sadebního materiálu. Rostliny zde mohou přirozeně zakořeňovat díky vhodnému vodo-vzdušnému režimu. K výsevu větších semen lesních dřevin, jako např. žaludů či bukvic, lze použít i půd těžších - hlinitých. Extrémy po obou stranách, tedy půdy příliš lehké, nebo naopak těžké, doporučit nelze.

Do důležitých vlastností půd patří hladina spodní vody. Ta by neměla vystoupat výš než 70 cm pod povrch (NÁROVEC, 2003). Půdy s kolísající spodní vodou nejsou vhodné.

Dalším kritériem je tzv. celková sorpční kapacita půd. Ta vypovídá o schopnosti půdy poutat živiny, aby nebyly vyplavovány do nižších vrstev či spodních vod. Za vyhovující se považuje hodnota alespoň  $15 \text{ mval} \times 100 \text{ g}^{-1}$ , při nasycenosti sorpčního komplexu bázemi v intervalu 55–90 % (NÁROVEC, 2003).

S celkovou sorpční kapacitou úzce souvisí obsah humusu. Ten lze do určité míry regulovat uměle. Optimální hodnota je kolem 4–7 % v celém profilu do hloubky 30 cm, v závislosti na půdách. Na půdách lehčích se optimum pohybuje okolo 4–6 %, na půdách středních a těžších okolo 5–7 %. Obecně by hodnota neměla klesnout pod 3 % a přestoupit 10 % (DUŠEK, 1997). Při nadměrném množství humusu se zvyšuje riziko šíření plísní.

Půdní reakce se stanovuje výměnnou reakcí pH KCl a přihlíží se ke dvěma faktorům, podle druhů půd a podle skladby dřevin, které na ní chceme pěstovat. Půdy lehké by se měly pohybovat v rozmezí pH 4,8–5,5, půdy střední a těžké mezi pH 5,4–6,2, přičemž pro borovice a smrky je výhodnější pH upravit na 5,0 +/- 0,2. Jedle, javory, habry, buky či jasany vyžadují pH kolem 6,0 +/- 0,2. Do průměrných hodnot pH 5,5 +/- 0,2 je vhodné vysadit např. modřín, olše, břízy, duby, nebo jilmy (DUŠEK, 1997).

Docílit potřebného pH při pěstování jedné dřeviny není příliš složité. Problém však nastává při pěstování druhové skladby, kde se mísí jednotlivé skupiny dřevin. Je tedy zapotřebí volit druhovou skladbu s ohledem na kyselost půdy, či obráceně dosáhnout přijatelného pH v závislosti na pěstovaných druzích. Do jisté míry lze počítat s tím, že lesní dřeviny mají určitou toleranci k výkyvům půdního pH. Z hlediska provozu je totiž nemyslitelné měnit pH na různých částech plantáže podle aktuálního druhu dřeviny. Tyto hodnoty lze tedy brát pouze jako orientační.

Za vyhovující množství dusíku v půdě se považuje hodnota 0,18–1,23 %  $N_t$  s poměrem  $C_{ox}^5 : N_t$  v intervalu 12–18 (NÁROVEC, 2003).

Lesní stromy potřebují k svému růstu všechny živiny bez výjimky, jak popisuje Liebig ve svém zákonu minima z roku 1940, rostliny jsou závislé na tom prvku, který je v jejich životním prostředí obsažen nejméně. To, že rostlina strádá, zdaleka nemusí znamenat jenom nedostatek jedné živiny v půdě. Velmi často je to právě kombinace několika prvků dohromady, kde jeden může převažovat.

Dalším nebezpečím může být i vysoká koncentrace živin v půdě v kombinaci se suchým obdobím. Dochází pak k tzv. „fyziologickému suchu“. V půdě sice voda je, ale v tak malém množství, že s minerály (v ní obsaženými) tvoří koncentrovanější roztok, než je v pletivech kořenů rostlin, což způsobuje, že se voda z rostliny odčerpává z kořenů do půdy, aby se dosáhlo vyrovnané hladiny koncentrace roztoků na obou stranách membrány. Tento efekt je také často působen mrazy. Zvláště brzy zjara, kdy rostliny opět začínají svůj růst, vznikají vysoké ztráty vody v důsledku odpařování z listů. Půda, která je však stále zmrzlá či silně prochládlá, není schopná poskytnout rostlině takové množství vody, které se z ní odpaří. Následkem toho rostlina začne usychat (tzv. „zimní vysychání“).

Kontrolní tabulka normativních hodnot fyzikálně – chemických vlastností půd lesních školek pro různé zrnitostní kategorie (dle Novákovy klasifikační stupnice) je v příloze 1.

---

<sup>5</sup> Obsah organických látek.

## 2.2 HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

K udržení vhodného poměru živin v půdě lesních školek přirozeně patří i otázka hnojení. Na základě půdních rozborů a osevního plánu lze vypočítat, jaké složení by půda měla mít, aby byl zajištěn optimální růst sazenic. V dnešní době, kdy je na trhu nepřeberné množství různých hnojivých přípravků, se lze jen těžko orientovat. V žádném případě však nelze tvrdit, že některé hnojivo je vhodné univerzálně. Dokonce však nelze považovat za nejlepší ani průmyslově vyráběná hnojiva s přesně definovaným složením živin, jak by se na první pohled mohlo zdát. Na základě výzkumu McComba a Carpentera<sup>6</sup> (1981) je vidět, že každá rostlina má své specifické nároky a v kombinaci s rozdílnými půdními vlastnostmi je nutno vždy přihlídnout k místním podmínkám a rozhodovat se pro každý pěstební plán individuálně.

### 2.2.1 ORGANICKÁ HNOJIVA

Organické látky představují v průměru 2–5 % z tuhé fáze půdy, přesto však jejich význam pro zajištění úrodnosti půdy několikanásobně převyšuje jejich procentuální vyjádření (RICHTER – ŘÍMOVSKÝ, 1996).

Mezi organická hnojiva počítáme kompost, chlévský hnůj, rašelinu, rašelinový substrát, zelené hnojení a další. Vedle zvyšování obsahu živin v půdě zlepšují biologické vlastnosti půdy, stabilizují půdní strukturu a zvyšují její sorpční kapacitu.

Organická hnojiva se dále dělí na hnojiva živočišného a rostlinného původu. Mezi hnojiva živočišného původu řadíme hlavně hnůj z chovu zvířat a močůvku. Tento materiál se však používá spíše na kompostování, než na vlastní hnojení. Hnojiva rostlinného původu se musí před vlastní aplikací nejprve upravit. Čerstvou kůru je třeba kompostovat za dodání velkého množství dusíku (nejsnadnější je prolévání močůvkou).

---

<sup>6</sup> McComb a Carpenter zkoumali v roce 1981 možnosti zalesňování, vitalitu a přírůst sazenic dubu na extrémních stanovištích po těžbě nerostných surovin. Porovnávali vliv tablet NPK (22-8-2) s chlévskou mrvou, případně se vzájemnou kombinací obou těchto variant s kontrolními nehnojenými plochami. Nejvyšší výškový přírůst a v počáteční fázi i nejvyšší podíl klíčení vykazovaly plochy ošetřené chlévskou mrvou. Důležitým faktorem se zde ukázal přísun organické hmoty a dusíku v dobře vyzrálém biogenním hnojivu. V počátcích vývoje, při nárůstu biomasy je dusík významným makrobioelementem (McCOMB – CARPENTER, 1981 in VAVŘÍČEK, 2000).



Rašelina je bohatým zdrojem organických látek, ale nemá prakticky žádné živiny. Ty je třeba dodat, čímž lze do určité míry připravit takové poměry živin, které pro danou kulturu potřebujeme. Do hnojiv rostlinného původu se řadí i zelené hnojivo. Nejvhodnější jsou bobovité rostliny, protože půdu obohacují i o dusík.

### **2.2.2 ORGANICKO – MINERÁLNÍ HNOJIVA**

Klasické organicko – minerální hnojivo v lesních školkách představuje lesnický kompost. Ten je tvořen ze tří hlavních součástí: humusotvorného materiálu<sup>7</sup>, zeminy a hnojivého materiálu. Kvalitní kompost má obsahovat nejméně 15 % humusových látek a nemá být zdrojem zaplevelení školky. Dělí se na dlouhodobé (zakládány na dobu delší než jeden rok) a krátkodobé. Rozdíl je hlavně v teplotě zrání. U kompostů dlouhodobých probíhají mikrobiální procesy při teplotách do 50 °C. U krátkodobých běžně dosahují teplot 60 °C, což napomáhá ničení semen plevelů (DUŠEK, 1997).

### **2.2.3 MINERÁLNÍ HNOJIVA**

Základními hnojivy pro udržení a zlepšení úrodnosti půd jsou hnojiva organická a jejich nezbytným doplňkem v intenzivní rostlinné produkci jsou hnojiva průmyslová. Je prokázáno, že sebelepším hospodařením s organickými hnojivy nelze dosahovat dlouhodobě stálých výnosů (RICHTER – HLUŠEK, 1996).

Minerální (průmyslová) hnojiva jsou průmyslově vyráběná hnojiva s přesně stanoveným poměrem živin. Jsou určena ke specifickým účinkům a podmínkám. U některých typů je uzpůsobena i rychlost uvolňování živin. Dělí se na hnojiva jednosložková a vícesložková. Jednosložková se dále dělí na: dusíkatá, vápenatá, draselná, hořečnatá a fosforečnatá. Vícesložková jsou jejich kombinací. Mezi vícesložková hnojiva lze zařadit chemicky nijak neupravené horniny jako vápenec či dolomitický vápenec. Celkově by dávka čisté živiny neměla přesahovat 60 kg/ha (NÁROVEC, 2003).

---

<sup>7</sup> Humusotvorný materiál je nejdůležitější složkou lesnických kompostů. Vhodné jsou všechny zelené rostliny, listí, ale i hrabanka (KUPKA, 2005).

## 2.3 VLASTNOSTI SADEBNÍHO MATERIÁLU – ČSN

Norma ČSN 48 2115 byla vydána Českým normalizačním institutem v roce 1998, avšak již v dubnu roku 2001 vyšla nová verze: „ČSN 48 2115 Změna 1“, kde byly některé části této normy díky novým poznatkům v lesnictví přepracovány, doplněny, či blíže specifikovány, což usnadnilo orientaci v dané problematice nejen školkařům, ale i odběratelům.

### 2.3.1 POSLÁNÍ NORMY

Úkolem této normy je standardizovat kvalitu sadebního materiálu našich hlavních lesních dřevin a sjednotit manipulaci s ním. Proto se norma zabývá třemi zásadními okruhy. V první řadě to jsou jakostní znaky a způsoby jejich zjišťování, dále vlastní standardizace a nakonec označování sadebního materiálu. V lesnické praxi, při obnově lesa výsadbou sadebního materiálu, se sazenice vysazují často na ne zcela příznivá stanoviště, a tak právě kvalita rozhoduje, jakou šanci bude mít sazenice na přežití. Norma je ale zároveň i vodítkem pro odběratele sadebního materiálu ze školek. Pokud školkař prokáže, že normu splňuje, má odběratel jistotu, že nakoupí plně vitální sadební materiál s nedeformovaným kořenovým systémem a obecně náležitými kvantitativními a kvalitativními parametry, které má daný reprodukční materiál mít.

### 2.3.2 POUŽÍVANÉ TERMÍNY

V normě ČSN 48 2115 se pracuje s těmito základními pojmy (JURÁSEK et. al., 2002):

- **semenáček:** rostlina vyrostlá ze semene, u níž v průběhu pěstování nebyl upravován kořenový systém (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazováním do obalu nebo zakořeňováním)
- **sazenice:** rostlina vypěstovaná ze semenáčku nebo vegetativním množáním, u níž byl kořenový systém upravován (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazováním do obalu), s nadzemní částí o výšce do 60 cm
- **poloodrostek:** rostlina vypěstovaná zpravidla dvojnásobným

školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazováním do obalu či kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 51 cm do 250 cm, popřípadě s tvarovanou korunou

- **odrostek:** rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazováním do obalu či kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 121 cm do 250 cm a s tvarovanou korunou
- **krytokořenný (obalený) sadební materiál:** rostliny vypěstované v umělých obalech naplněných substrátem
- **vícekmenný sadební materiál:** rostliny, u kterých dochází k nežádoucímu větvení (tvorbě dvojáků, trojáků apod.) na dvouletém a starším dřevě
- **vícečetné letorosty:** všechny letošní výhony vyrůstající z letošního dřeva nebo z apikální části dřeva loňského

### 2.3.3 JAKOSTNÍ ZNAKY SADEBNÍHO MATERIÁLU

Norma stanovuje kvalitu sadebního materiálu podle tří zásadních charakteristik (JURÁSEK et. al., 2002):

- **genetické znaky** jsou přirozeně dány původem semene či částí rostlin, ze kterých byl reprodukční materiál vypěstován; každý oddíl reprodukčního materiálu tedy musí být vybaven doklady o původu podle vyhlášky
- **fyziologické znaky** rostliny se zpravidla zjišťují způsobem, který je pro rostlinu destruktivní; je proto vhodné vybrat reprezentativní jedince; zjišťuje se zejména obsah vody v pletivech, obsah zásobních látek, stupeň dormance a stav terminálního pupenu
- mezi **morfologické znaky** reprodukčního materiálu patří zejména výška a tvar nadzemní části, tloušťka kořenového krčku, poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části, podíl objemu jemných kořenů k objemu celého kořenového systému, architektonika kořenového systému a další

Fyziologické znaky se většinou nechávají určovat ve specializovaných laboratořích, ale některé hodnoty lze zjistit již ve školce (např. stupeň vegetačního klidu či obsah vody v pletivech). Naproti tomu morfologické znaky lze zjistit často vizuálně nebo pomocí jednoduchých pomůcek. Norma zde usnadňuje práci bohatou grafickou přílohou, kde je mnoho konkrétních příkladů, jak má každá část rostliny správně vypadat. Tímto způsobem lze snadno určit, je-li rostlina dobře vypěstovaná a má-li předpoklady pro úspěšné uchycení po výsadbě.

Za samozřejmost se považuje dobrý zdravotní stav rostliny. Nedílnou součástí charakteristik sadebního materiálu jsou však i způsoby, jakým byl pěstován.

K zjednodušení popisu, kterým byla rostlina pěstována, norma předkládá tzv. „pěstební vzorec“. Ten prozrazuje, jestli je reprodukční materiál vypěstován ze semene či vegetativně (řízkovance, štěpkovance, či metodou *in vitro*). Dále se ve vzorci popisuje způsob a doba pěstování. Rozlišují se čtyři zásadní způsoby, a to: školkování, podřezávání kořenů, dále jestli byl reprodukční materiál pěstován ve fóliovníku nebo v pěstebním obalu.

#### **2.3.4 POLOODROSTKY JAVORŮ**

Norma dělí poloodrostky javorů podle výšky nadzemní části na dvě skupiny. První skupina má výškový interval od 51 cm do 80 cm. Do této výškové skupiny zasahuje i nově přidaná kategorie sazenic, a to intervalem 51–70 cm. Je zde ale nutno odlišit sazenice od poloodrostků způsobem pěstování, který se zásadně liší (viz. 2.3). Druhá skupina poloodrostků má výškový interval 81–120 cm.

Následující tabulka popisuje základní kvantitativní údaje kvalitních standardních poloodrostků.

Tabulka č. 1: Parametry poloodrostků (č. 9) a odrostků (č. 10) (JURÁSEK et. al., 2002)

Číselný znak	Výška nadzemní části	Min. tloušťka kořenového krčku	Max. věk	KS <sup>8</sup> : NČ <sup>9</sup>	Jemné kořeny z celého KS	Délka kůlového kořenu
č. 9	51–81 cm	9 cm	5 let	1 : 1	30 %	15–20 cm
č. 10	81–120 cm	10 cm	6 let	1 : 2	15 %	26–34 cm

---

<sup>8</sup> Kořenový systém.

<sup>9</sup> Nadzemní část.

## **2.4 PĚSTOVÁNÍ A VÝSADBA POLOODROSTKŮ**

Poloodrostek je rostlina vypěstovaná zpravidla dvojnásobným školčováním, podřezáváním kořenů, nebo přesazením do obalu, případně kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce 51–120 cm či s tvarovanou korunou. Odrostek je rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školčováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, případně kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce 121–250 cm a s tvarovanou korunou (MAUER, 1998).

### **2.4.1 PĚSTOVÁNÍ POLOODROSTKŮ**

Pěstování poloodrostů v lesních školkách má oproti normální produkci sadebního materiálu řadu specifik, které se týkají jak biologické, technologické, tak technické stránky tohoto procesu. Poloodrostky mohou být pěstovány jako prostokořenné, nebo krytokořenné.

Jak plyne z definice poloodrostku (viz 2.3), musí být na rostlině vykonány alespoň dvě operace upravující kořenový systém. Mezi ně patří: školčování, přesazování do obalu nebo podřezávání. Tyto operace lze libovolně kombinovat.

#### **2.4.1.1 ŠKOLKOVÁNÍ**

Školčování je spolu s přesazováním do obalu relativně pracná pěstební metoda. Provádí se zpravidla jen u semenáčků nejvyšší kvality, čímž k vlastnímu školčování ještě přibývá vytřídění nekvalitních jedinců. Celá operace musí proběhnout co nejrychleji, aby nedocházelo k zasychání jemných kořenů. Vlastní školčování obnáší zkracování nadměrně dlouhých kořenů, což omezuje jejich následné deformace.

Pro školčování musí rostliny dosáhnout výšky v rozmezí 10–15 cm. Extrémy po obou stranách nelze doporučit, neboť snižují kvalitu i výkon práce. Po úpravě kořenového systému se rostliny opět vysazují, nejčastěji do šterbinových jamek (jedná-li se o prostokořenný materiál) nebo do nových obalů.

#### **2.4.1.2 PODŘEZÁVÁNÍ**

Podřezávání kořenových systémů rostlin ve vhodné hloubce, roční době a růstové fázi pozitivně ovlivňuje tvorbu svazčitých kořenových systémů, soustředěných do menšího prostoru půdy, a bohatých na koncové kořeny. V tomto směru má obdobné účinky jako školkování (DUŠEK, 1997).

Podřezávání lze úspěšně použít u sazenic pěstovaných na 4–6 letý sadební materiál nebo při pěstování poloodrostků, kde může nahradit druhé školkování.

Rozhodující pro podřezávání je síla kořenového systému, který je přeřezáván. Jeho tloušťka nesmí přesáhnout 6 mm (DUŠEK, 1997), jinak dochází ke špatnému hojení ran. To souvisí s výborně nabroušeným podřezávacím nožem. Podřezávací technika ve špatném stavu kořeny nepřezává, ale trhá. Každá rostlina vyžaduje jinou hloubku podřezávání. Ta se ale zpravidla pohybuje do 10 cm pod povrchem půdy.

Po tomto zásahu rostliny trpí relativním nedostatkem vláhy v důsledku úbytku kořenového systému. Je tedy bezpodmínečně nutné, zvláště v suchém období, výsadbu dostatečně zavlažovat. Vhodné je i přihnojení.

#### **2.4.2 OZNAČOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU**

Současné technologie dovolují pěstovat sadební materiál různými metodami. Nelze obecně napsat, jaká metoda je nejvhodnější. Každá rostlina vyžaduje specifické zacházení. Aby se předešlo případným nejasnostem, jak která rostlina byla pěstována, byl zaveden tzv. pěstební vzorec. Je to vlastně kód, podle kterého lze přesně určit, jaký úkon byl s materiálem v kterém roce proveden.

Číslice znamenají počet vegetačních sezon pro jednu danou technologii.

Pro jednotlivé technologie se používají následné znaky:

- + školkování či přesazování do obalu
- – podřezávání kořenů

- f pěstování v umělém krytu
- k pěstování v obalu (krytokořenný sadební materiál)
- r řízkovanec
- t řízkovanec topolu
- s štěpovanec, roubovanec či očkovanec
- e explantát (množení in vitro)

K předání sadebního materiálu slouží průvodní list. Každý oddíl sadebního materiálu je pak zvlášť označen průvodním štítkem.

### 2.4.3 VÝSADBA POLOODROSTKŮ

Listnaté stromy by se měly vyzvedávat a vysazovat v hluboké dormanci, v době kdy již nemají asimilační orgány. Okamžitě po vyzvednutí se musí zajistit kořenový systém proti vysychání. Lze použít různé krycí materiály, např. fólie, jutové pytle a podobně, ale mnohem efektivnější než vlastní mechanické zabezpečení je včasná výsadba. Je tedy žádoucí, aby doba, kdy je kořenový systém vystaven povětrnostním podmínkám, byla co nejkratší. S tím souvisí i výsadba do vlhké půdy. Na stanovištích s klimatickými extrémami je nutno počítat s vyšší mortalitou, a proto je vhodné zvýšit počet vysazovaných rostlin na jednotku plochy. Nežádoucí transpiraci lze do jisté míry snížit i redukcí větví.

Při vysazování poloodrostků do lesních kultur je nezbytné věnovat maximální pozornost ochraně kořenového systému. Jakákoli deformace je nepřijatelná, a to jak při vyzvedávání ve školce či při transportu, tak při vlastním vysazování. U prostokořenného sadebního materiálu je třeba dbát na stavbu kořenového systému. Je-li plošný, je nutno vyhloubit jamku dostatečných rozměrů (např. vrtákem). U rostlin s kulovým kořenovým systémem stačí vyhloubit tzv. štěrbínovou jamku za předpokladu, že zajistíme pozitivně geotropický růst všem kořenům. Je samozřejmostí, že jamky nesmí být vyschlé, se ztvrdlou zeminou, kterou jemné kořeny nemohou prorůst.



Fixace rostlin po výsadbě pomocí opěrných kůlů by měla být minimální, neboť negativně ovlivňuje vývin kořenového systému z hlediska zajištění mechanické stability stromu. Kůly musí být upevněny max. do poloviny výšky kmene a kotvení by nemělo trvat déle než dva roky (MAUER, 1998).

Není-li výsadba správně provedena, může se u rostlin projevit tzv. „šok po přesazení“, který může trvat i několik let. Skupinová výsadba (oproti jednotlivému smíšení) potom může mít tu nevýhodu, že není uznána jako zajištěná kultura v daném časovém limitu a nesplní zákonné podmínky.

### 3 METODIKA PRÁCE

Lesní školka Sepekov se zabývá pěstováním sazenic lesních dřevin pro obnovu lesa a krajinné výsadby na 11 ha produkční plochy v 9 školkách. Současná roční produkce je zhruba dva mil. kusů sazenic (z toho 400–500 tis. smrku, 200–300 tis. borovice, 50–100 tis. jedle, po 300 tis. dubu a stejné množství buku, javoru, lípy, jilmu, olše, ...).

Experimenty pro sledování vlivu dávky pomalu rozpustného hnojiva na přírůst sazenic byly založeny v lokalitě Sepekov. Nadmořská výška je 400 m n. m., průměrná roční teplota 7,9 °C a průměrná teplota vegetační sezony (květen–říjen) 15 °C. Srážky ve sledovaném roce za toto období byly 385 mm. Tato část školky s pokusnou plochou nemá umělou závlahu. Teplota vzduchu a množství srážek v sezoně 2006 je zaznamenána v příloze 2.

Pokusné plochy byly vytyčeny v roce 2006 v provozní části školky, v rámci standardní výsadby provedené 10. května (viz příloha 3), s ohledem na její možnosti. Vzhledem k nestejně vzdálenosti vysazovaných rostlin nešlo použít metodu náhodných čtverců, protože by to výrazně omezilo přehlednost. Z tohoto důvodu se muselo přistoupit k rozlišení variant po řadách.

Počty sazenic odpovídaly požadavkům statistických metod: 35 jedinců na 1 pole, v 5 opakováních, pro 7 variant hnojení, včetně varianty kontrolní. Celkový počet měřených rostlin byl tedy 1225.

Variety hnojení byly vybrány tak, aby zachytily optimální dávku hnojiva a případný vliv nadměrné hnojivé dávky – v rozsahu 25–300 kg dusíku na hektar (tabulka č. 2, obrázek č. 1). Hnojení bylo provedeno při prvním měření. Měření bylo celkem pět. Od května do září, právě jedno v každém měsíci. Při prvním měření byla změřena absolutní výška rostliny  $H_0$ . V každém dalším měření byla měřena výška k danému dni ( $H_n \geq 1$ ). Tloušťka kořenového krčku byla měřena dvakrát, při prvním a posledním měření (D1 a D2). Výška byla měřena s přesností na 0,5 cm, kořenový krček s přesností na celé milimetry.

Tabulka č. 2: Množství hnojiva na jednotlivých variantách

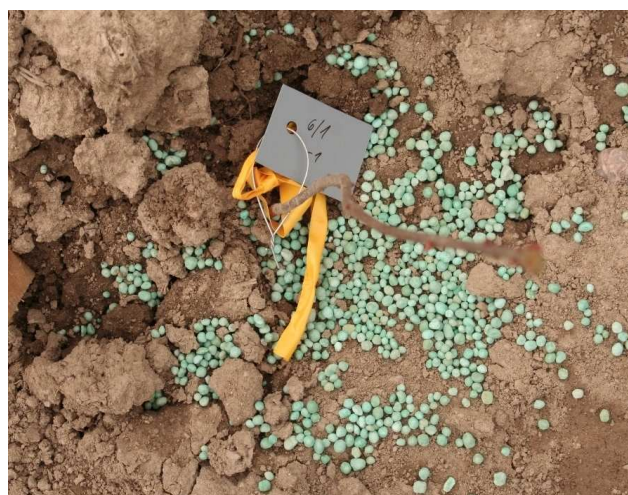
Varianta	Hnojivo kg/ha	Dusík kg/ha	Hnojivo g/rostlina
0	0	0	0
1	178	25	4
2	357	50	8,5
3	714	100	17
4	1071	150	26
5	1428	200	34
6	1758	250	43

		Opakování →			
Varianta →					

Obrázek č. 1: Znázornění prostorového uspořádání experimentu



Obrázek č. 2: Varianta 1



Obrázek č. 3: Varianta 6

Fotodokumentace se všemi variantami je v příloze 4.

## Hnojivo ENTEC Perfect

Jedná se o kombinované hnojivo NPK 14–7–17+2 MgO se stabilizátorem dusíku DMPP. Tabulka č. 3 předkládá jeho přesné chemické složení.

Tabulka č. 3: Chemické složení hnojiva Entec Perfect

N celkový dusík	14%
Dusičnanový N (NO <sub>3</sub> )	5,50%
Amoniakální N (NH <sub>4</sub> )	8,50%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rozpustný ve vodě a neutr citranu	7%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rozpustný ve vodě	5%
Celkový draslík jako K <sub>2</sub> O	17%
Celkový hořčík jako MgO	2%
Celková síra jako S	10%
Zinek	0,01%
Bor	0,02%

Doporučenou dávku hnojiva do lesních školek výrobce uvádí rozmezí 300–700 kg/ha. Na plochu jednoho hektaru tedy připadne 40–100 kg čistého dusíku.

K hodnocení stavu půdy byl použit směsný půdní vzorek odebraný pravidelně po celé experimentální ploše, ze všech opakování, v celkovém množství cca 1,5 kg pro varianty 0, 3 a 6. Hodnoceny byly základní charakteristiky půdního komplexu, acidita a obsah přijatelných živin (ve výluhu kyseliny citronové), v akreditované laboratoři Tomáš a.s. se sídlem ve výzkumné stanici Opočno.

Ve spolupráci s katedrou hospodářské úpravy lesa na FLD byl pro vyhodnocení výsledků využit statistický program S-PLUS. Zkoumaly se Tukeyovy intervaly na hladině významnosti 95 %.

## 4 VÝSLEDKY

Podle metody Tukeyových intervalů nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl v počátečních hodnotách ani u výšky, ani u tloušťky kořenových krčků. Z tohoto výsledku lze považovat daný soubor rostlin za homogenní. Tukeyovy intervaly pro H0 a D1 jsou přiloženy v příloze 5.

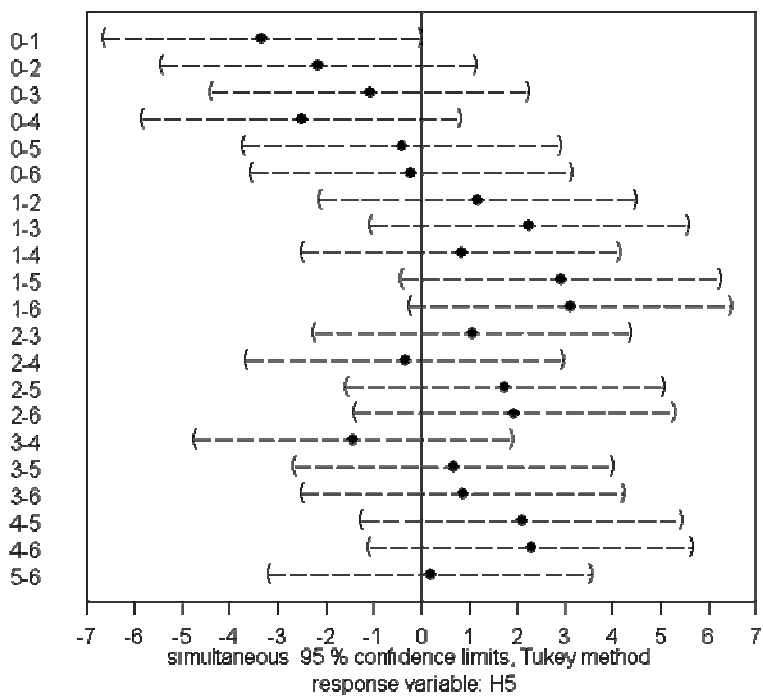
### 4.1 CELKOVÁ VÝŠKA ROSTLINY

Statisticky významný rozdíl u celkových výšek rostlin na konci první sezony se projevil pouze mezi variantou kontrolní a variantou 1, a to ve prospěch varianty 1. (viz obrázek č. 4). Mezi ostatními variantami statistický rozdíl prokázat nelze. Je zde však patrný trend, podle kterého lze usuzovat na pozitivní působení hnojiva na rostliny. Množství hnojiva v jednotlivých variantách bylo navrženo tak, aby optimálně působilo na střední varianty. Je pravděpodobné, že v důsledku extrémně suchého počasí v této sezoně rostliny nemohly plně využít potenciál hnojiva.

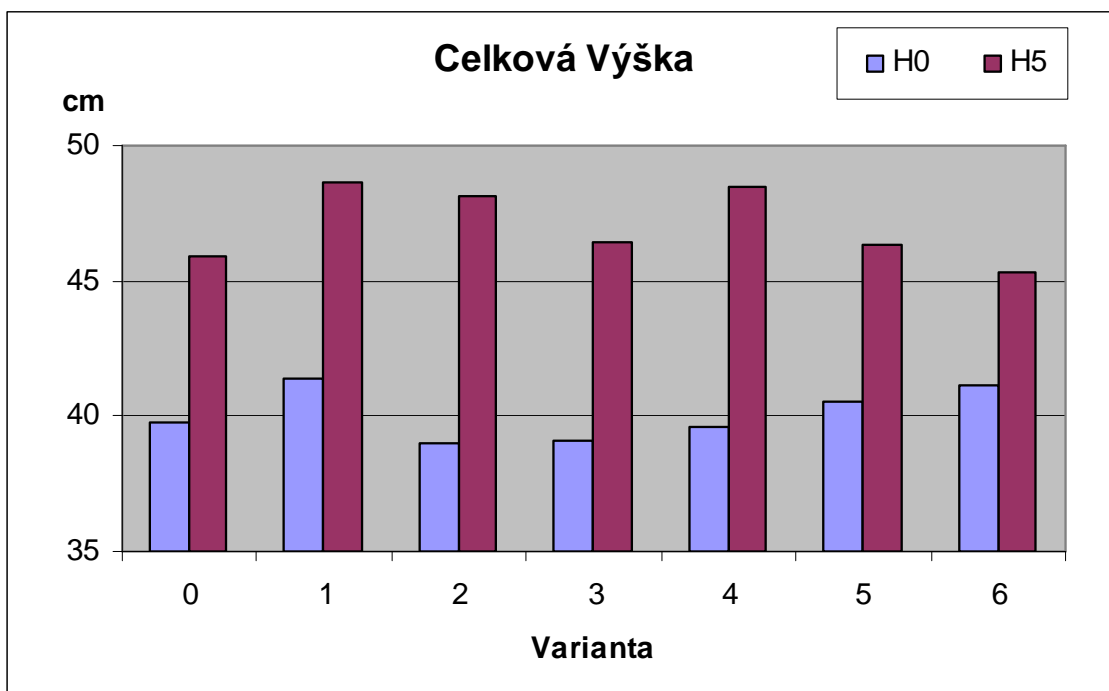
Tabulka č. 4 a obrázek č. 5 uvádí hodnoty z prvního měření (H0) a z měření na konci sezony (H5).

Tabulka č. 4: Výškový přírůst

Varianta	H0 (cm)	Std. Odch.	H5 (cm)	Std. Odch.
0	39,74	8,35	45,93	8,80
1	41,38	8,68	48,68	10,49
2	38,97	9,02	48,08	10,74
3	39,11	7,57	46,46	10,21
4	39,57	7,00	48,43	8,92
5	40,56	10,33	46,33	11,27
6	41,13	9,42	45,29	11,25



Obrázek č. 4: Tukeyovy intervaly pro H5

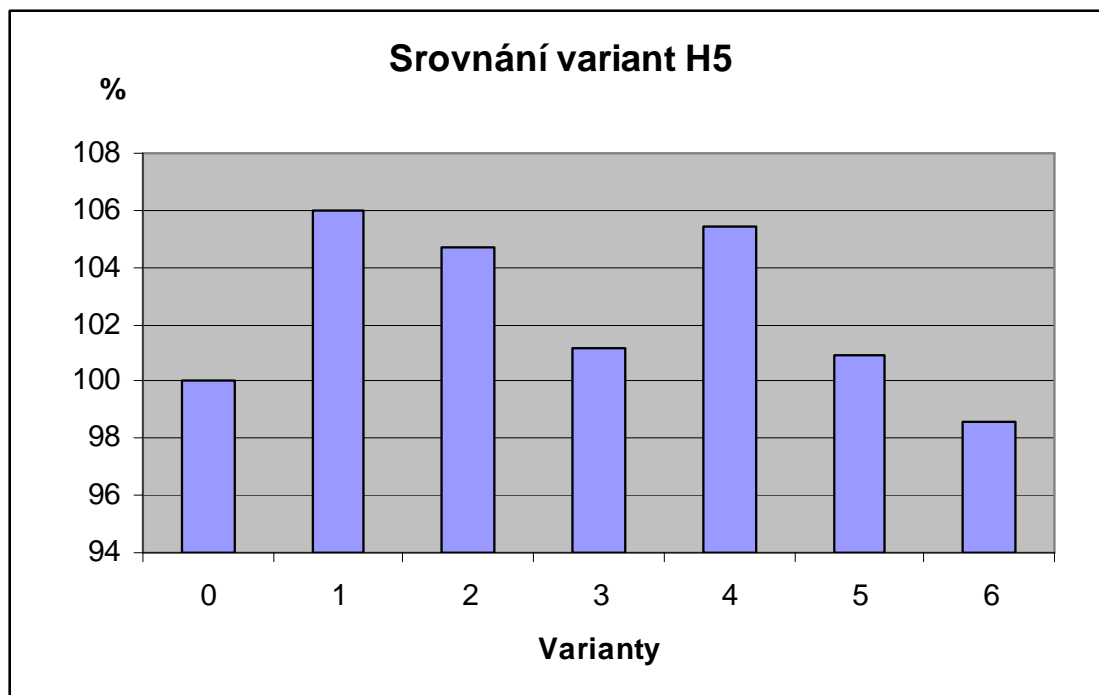


Obrázek č. 5: Porovnání celkové výšky na počátku a na konci sezony

Tabulka č. 5 a obrázek č. 6 popisují procentuální srovnání hodnot variant celkové výšky z konce sezony. Jako 100 % je zvolena varianta kontrolní.

Tabulka č. 5: Srovnání koncových výšek jednotlivých variant s variantou kontrolní

Varianta	H5 (cm)	H5 %
0	45,93	100,00
1	48,68	105,98
2	48,08	104,69
3	46,46	101,15
4	48,43	105,45
5	46,33	100,88
6	45,29	98,60



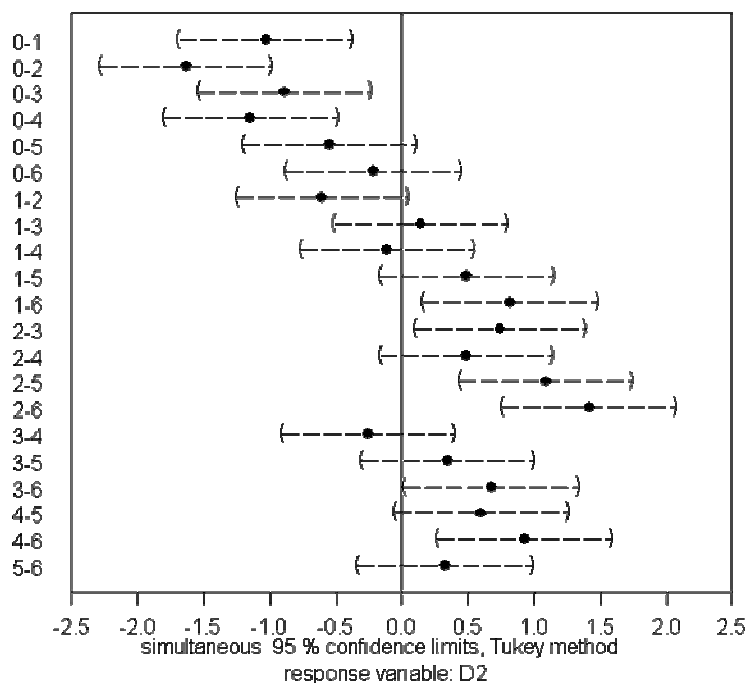
Obrázek č. 6: Srovnání koncových výšek jednotlivých variant s variantou kontrolní

## 4.2 CELKOVÁ TLOUŠŤKA KOŘENOVÉHO KRČKU

Z obrázku č. 7 je zřejmé, že se u kořenového krčku, oproti celkovému výškovému přírůstu, množství hnojiva prokazatelně projevilo na jeho tloušťkovém přírůstu. Výrazný rozdíl je zde mezi variantami 0 – 2 a 2 – 6, vždy ve prospěch varianty 2. Naopak jako srovnatelné se zde ukázaly varianty 0 – 6, 1 – 3, 1 – 4 a 3 – 4. Tyto statistické rozdíly odpovídají předpokladu. Optimální dávka hnojení by tedy byla 50 kg čistého dusíku na hektar.

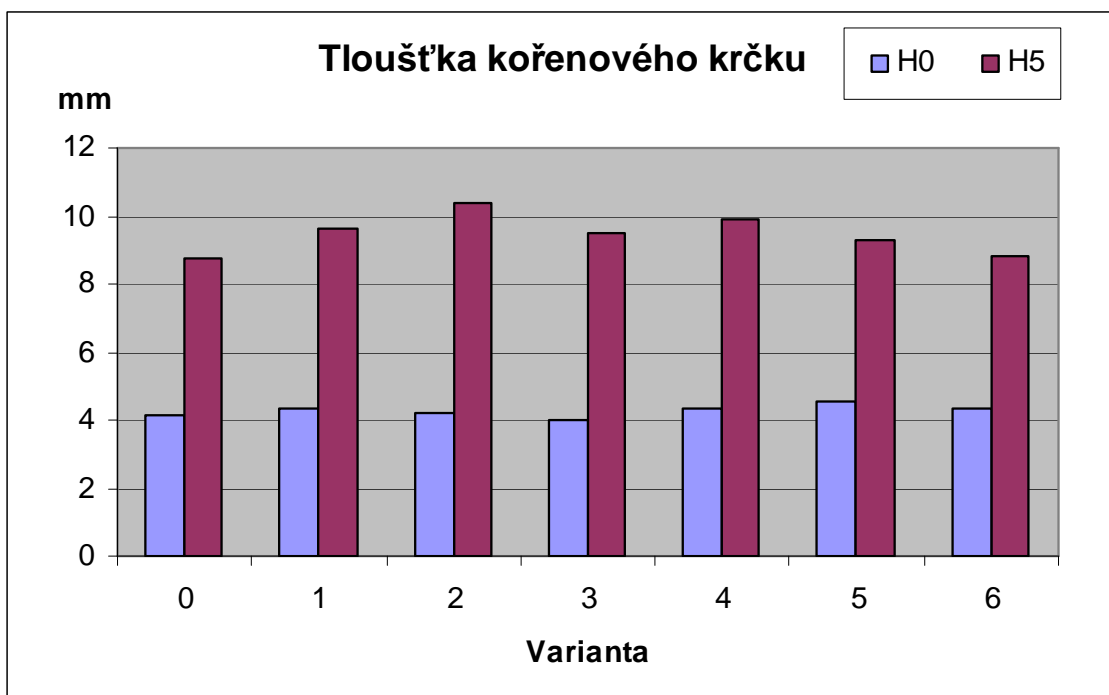
Tabulka č. 6: Přírůst kořenového krčku

Varianta	D1 (mm)	Std. Odch.	D2 (mm)	Std. Odch.
0	4,12	0,87	8,74	1,87
1	4,33	1,01	9,66	2,10
2	4,23	0,93	10,37	2,34
3	4,02	0,85	9,52	1,69
4	4,31	0,83	9,89	2,03
5	4,55	3,16	9,28	2,16
6	4,33	0,82	8,79	1,80



Obrázek č. 7: Tukeyovy intervaly pro D2



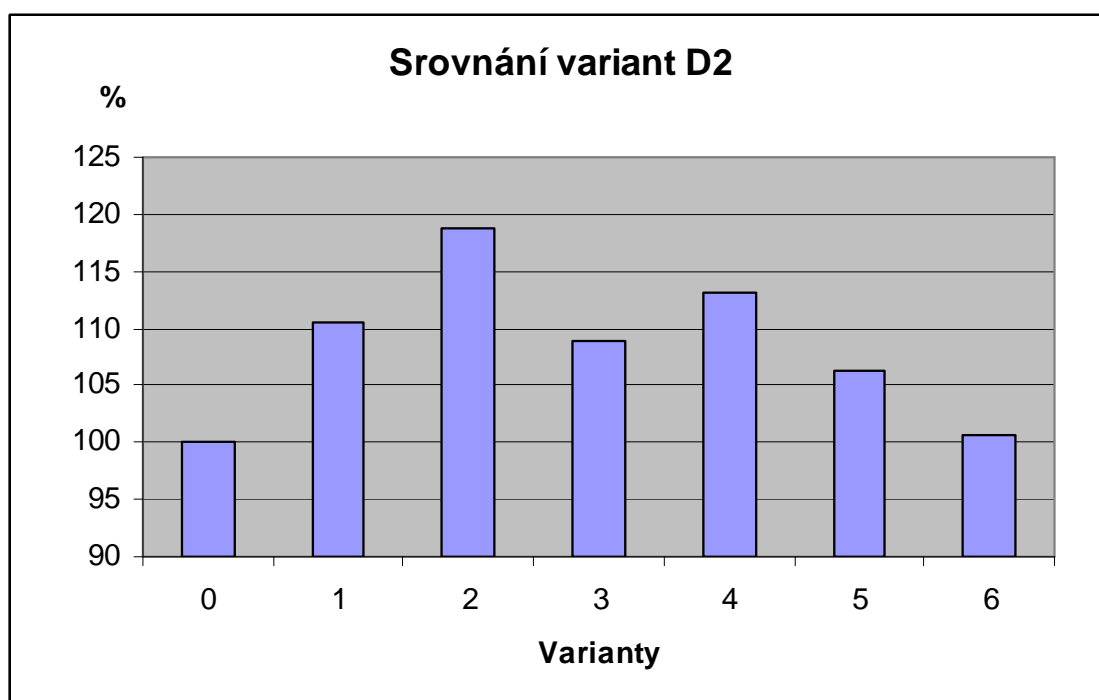


Obrázek č. 8: Porovnání tloušťky kořenového krčku na počátku a na konci sezony

Tabulka č. 7 a obrázek č. 9 popisují procentuální srovnání hodnot variant kořenových krčků z konce sezony. Jako 100 % je zvolena varianta kontrolní.

Tabulka č. 7: Srovnání koncových tlouštěk kořenového krčku jednotlivých variant s variantou kontrolní

Varianta	D2 (mm)	D2 %
0	8,74	100,00
1	9,66	110,49
2	10,37	118,70
3	9,52	108,90
4	9,89	113,11
5	9,28	106,24
6	8,79	100,58



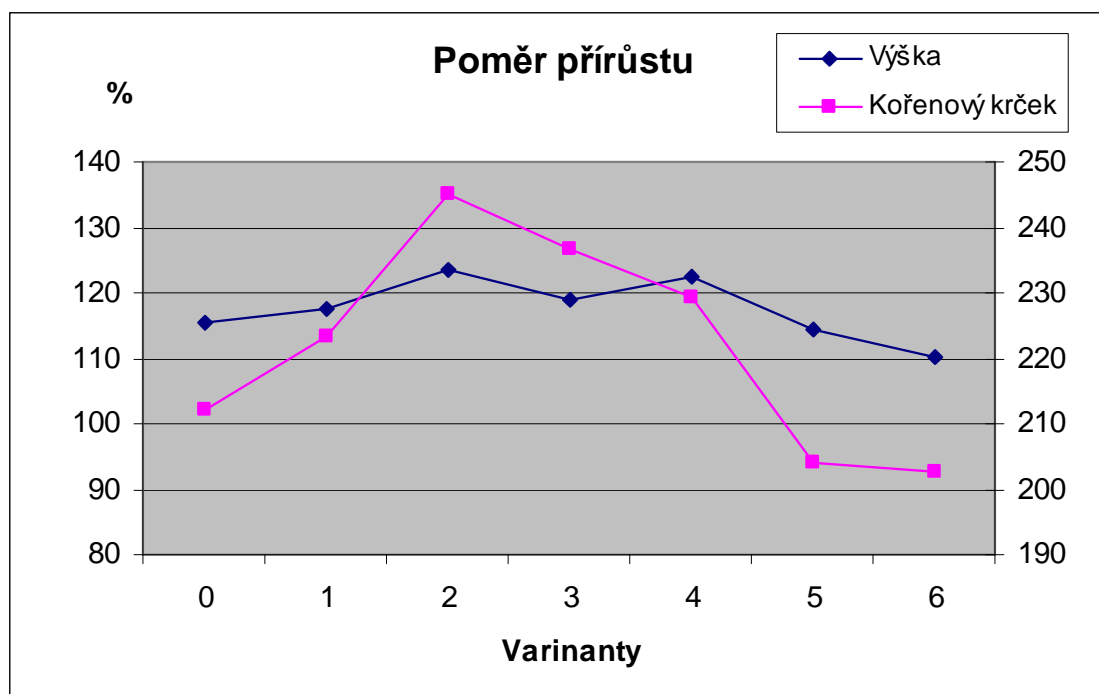
Obrázek č. 9: Srovnání koncových tlouštěk kořenového krčku jednotlivých variant s variantou kontrolní

### 4.3 POROVNÁNÍ PŘÍRŮSTU VÝŠKY A KOŘENOVÉHO KRČKU

Tabulka č. 8 a obrázek č. 10 popisují porovnání celkového výškového přírůstu a přírůstu kořenového krčku. Uvedené hodnoty jsou procentuálním podílem posledního a prvního měření. Zatímco výškový přírůst je relativně vyrovnaný, dosahuje v průměru 117,45 % původní výšky, přírůst kořenového krčku s průměrnou hodnotou 221,90 % je velice dynamický. Maximální přírůst u kořenového krčku byl 245,11 % u varianty 2.

Tabulka č. 8: Porovnání přírůstu celkové výšky a přírůstu tloušťky kořenového krčku

Varianta	H5 z H0 (%)	D2 z D1(%)
0	115,57	212,27
1	117,64	223,24
2	123,38	245,11
3	118,80	236,59
4	122,41	229,14
5	114,23	204,13
6	110,11	202,80

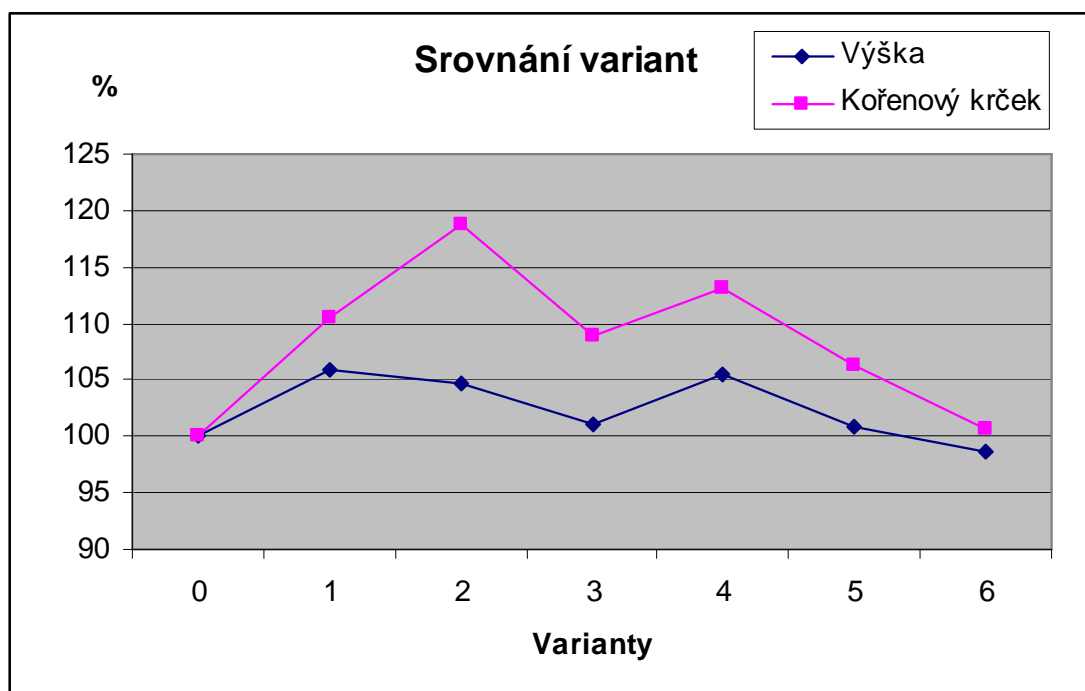


Obrázek č. 10: Porovnání přírůstu celkové výšky a přírůstu tloušťky kořenového krčku

Tabulka č. 9 popisuje procentuální rozdíl mezi variantou kontrolní a ostatními variantami. Varianta kontrolní byla uvažována jako 100 %. U celkové výšky se statisticky největší rozdíl oproti variantě kontrolní projevila u varianty 1. Maximální rozdíl u variant kořenových krčků byl u varianty 2.

Tabulka č. 9: Srovnání koncové výšky a koncové tloušťky kořenového krčku u různých variant hnojení vzhledem k variantě kontrolní

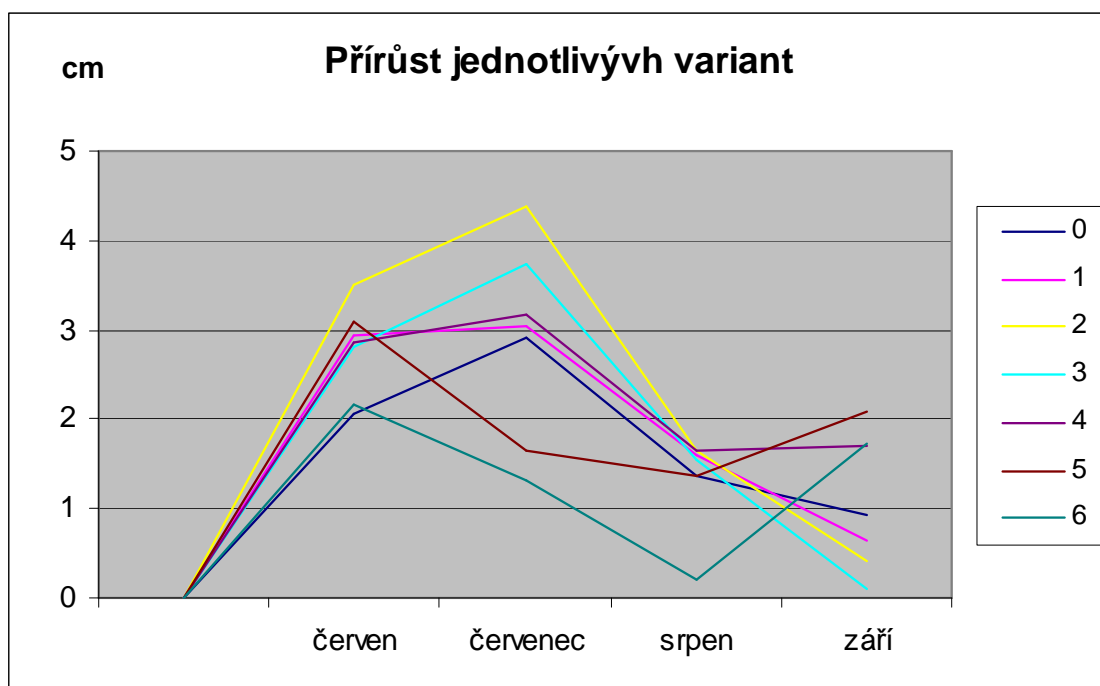
Varianta	H5 (%)	D2 (%)
0	100,00	100,00
1	105,98	110,49
2	104,69	118,70
3	101,15	108,90
4	105,45	113,11
5	100,88	106,24
6	98,60	100,58



Obrázek č. 11: Srovnání koncové výšky a koncové tloušťky kořenového krčku u různých variant hnojení vzhledem k variantě kontrolní

#### 4.4 DYNAMIKA PŘÍRŮSTU V ČASE

Obrázek č. 12 popisuje dynamiku výškového přírůstu u jednotlivých variant v čase, po dobu celé sezony. Je zajímavé, že varianty s vyššími průměrnými výškami rostly hlavně v červenci a ke konci sezony stagnovaly, kdežto celkově nižší varianty naopak vykazaly maximální přírůst v červnu, potom stagnovaly a na konci sezony, na přelomu srpna a září, začaly přirůstat podruhé.



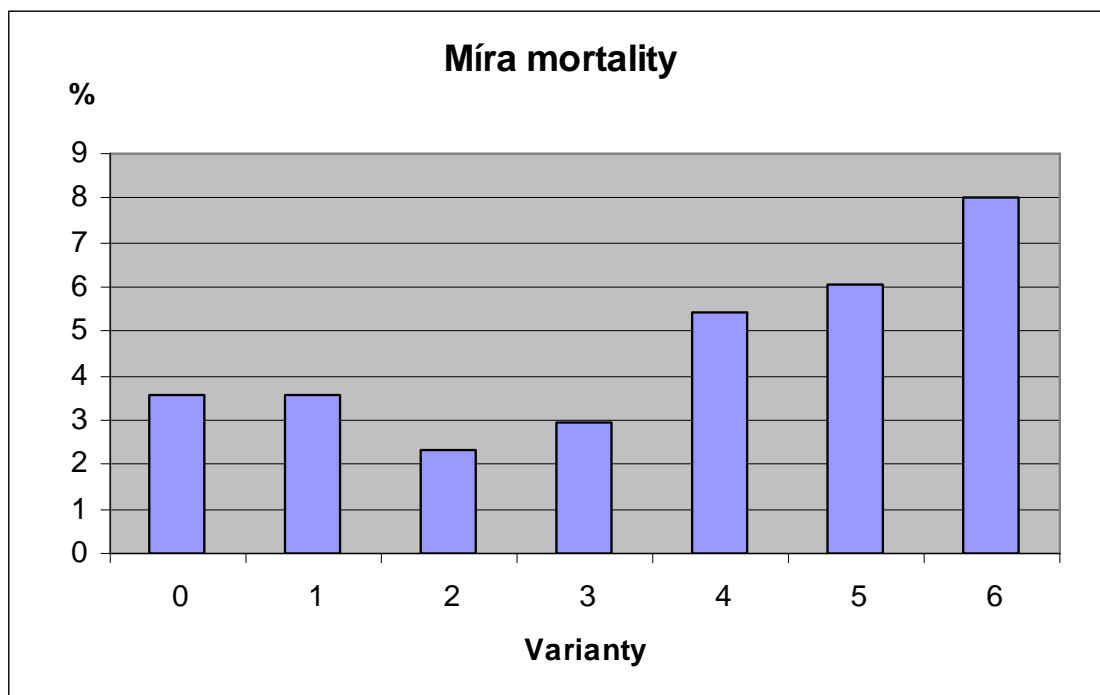
Obrázek č. 12: Přírůst jednotlivých variant v čase

## 4.5 MORTALITA

Celková mortalita sazenic se pohybuje mezi 2–8 % v závislosti na variantě, což není příliš mnoho. Její rozložení, zřejmě z tabulky č. 10 a z obrázku č. 13, přibližně odpovídá předpokladu. Rozdíl byl zvýrazněn značným nedostatkem vláhy během vegetační sezony.

Tabulka č. 10: Míra mortality u jednotlivých variant

Varianta	Opakování					$\Sigma$	% z varianty	Std. Odch.
	1	2	3	4	5			
0	2	1	0	2	1	6	3,55	0,84
1	2	0	2	2	0	6	3,55	1,10
2	1	2	0	0	1	4	2,34	0,84
3	0	3	1	1	0	5	2,94	1,22
4	1	2	3	1	2	9	5,42	0,84
5	2	3	0	3	2	10	6,06	1,22
6	0	3	5	2	3	13	8,02	1,82



Obrázek č. 13: Míra mortality jednotlivých variant

## 4.6 PŮDNÍ ROZBOR

Rozdíly variant mezi počátkem a koncem sezony v charakteristikách půdního sorpčního komplexu, stejně jako jeho acidity (tabulka č. 11 a 12), nejsou příliš významné. V tabulce obsahů přístupných živin v půdě (tabulka č. 13) je pozorovatelné, že vzrostla koncentrace  $P_2O_5$  ve variantě 6 na 248 % původní hodnoty. U varianty 3 vzrostla na 154 %. Koncentrace  $K_2O$  u varianty 6 vzrostla na 450 % a u varianty 3 na 309 %. Tento posun v koncentracích přibližně odpovídá chemickému složení a dávce přidaného hnojiva. Je zajímavé, že se v průběhu sezony významně zvýšila koncentrace těchto oxidů i u variant kontrolních. Ostatní zkoumané oxidy ( $CaO$ ,  $MgO$  a  $Fe_2O_3$ ) se pohybovaly okolo původních hodnot.

Tabulka č. 11: Charakteristiky půdního sorpčního komplexu

Odběr 2006	Varianta	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	S (mval/100g)	T-S (mval/100g)	T (mval/100g)	V (%)
Květen	-	7,70	6,18	14,50	0,15	14,50	98,99
Říjen	0	7,15	5,86	13,05	0,01	13,06	99,96
	3	7,08	5,97	13,33	0,01	13,33	99,96
	6	7,26	5,94	12,67	0,43	13,10	96,72

Tabulka č. 12: Charakteristik acidity půdního sorpčního komplexu

Odběr 2006	Varianta	Výměnná titr. Acidita (mval/kg)	Výměnný H <sup>+</sup> (mval/kg)	Výměnný Al <sup>3+</sup> (mval/kg)	Humus (%) (Springel- - Klee)	Dusík (%) (Kjeldahl)
Květen	-	2,80	0,20	2,53	1,95	0,15
Říjen	0	2,63	0,03	2,60	1,83	0,13
	3	3,05	0,25	2,80	1,96	0,17
	6	2,80	0,03	2,78	1,87	0,15

Tabulka č. 13: Přístupné živiny v půdě – výluh kyseliny citronové

Odběr 2006	Varianta	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/kg)
Květen	-	387	172	2567	197	1122
Říjen	0	504	250	3200	236	1430
	3	595	530	2533	207	1043
	6	1252	773	3000	247	1253

## 5 ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že měření proběhlo zatím pouze jednu vegetační sezonu, není možné ze získaných výsledků vyvozovat žádné obecné závěry. Následující hodnocení vychází z pozorovaných trendů.

Při hodnocení experimentu s hnojivem Entec Perfekt ve výškovém přírůstu javoru klenu se jeví jako optimální dávka hnojiva 178 kg/ha, tedy 25 kg čistého dusíku na ha, kdy výškový přírůst, u varianty č. 1, dosáhl 106 % výšky kontrolní varianty. U celkového výškového přírůstu se statistický rozdíl projevil minimálně. Je zde však patrný trend, podle kterého lze hodnotit vliv hnojiva na růst rostliny jako pozitivní. Větší dávky hnojiva však způsobily vyšší mortalitu. Vyrovnanost přírůstu lze do jisté míry vysvětlit extenzivním pěstebním způsobem bez závlahy a nadprůměrně suchou sezonou měření. Oproti statisticky neprůkaznému výškovému přírůstu byla dynamika tloušťkového přírůstu kořenového krčku výrazně vyšší. Maximální přírůst byl pozorován u varianty č. 2. Jednalo se o dávku 357 kg hnojiva na ha (50 kg dusíku na ha), která je 119 % varianty kontrolní.

Překvapivý se jeví výškový přírůst u různých variant v závislosti na průběhu sezony. Rostliny, které na konci sezony dosáhly maximálních hodnot, přirůstaly především v červenci. Oproti tomu rostliny celkově nižší vykázaly maximální přírůst ve dvou etapách: v červnu a na přelomu srpna a září. V červenci jejich přírůst nabýval v průměru nižších hodnot.

Vzhledem k těmto závěrům nebylo provedeno srovnání s výsledky publikovanými jinými autory, a to ze dvou důvodů. Jednak dostupné literatury, která se zabývá hnojením poloodrostků javorů, je minimum. Muselo by se tedy srovnávat s jinými dřevinami, což by mohlo konečný závěr zkreslit, a jednak proto, že výsledky jsou neprokazatelné, protože se jedná pouze o jednu sezonu měření.

V experimentu se pokračuje nadále i v další sezoně. Rostliny jsou již adaptované na místní podmínky, předpokládá se tedy celkově větší efekt působení hnojiva na přírůst rostlin, a tedy průkaznější statistické hodnocení.



## 6 POUŽITÁ LITERATURA

BALÍK, J. 1993: Základy výživy rostlin. Praha, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, 36 s. ISBN 80-7105-056-3

BURDA, P. 2003: Využití hnojiv SILVAMIX v lesních školkách – vyhodnocení pokusů z lesních školek založených na jaře 2001. Studie. 1. vyd., Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pěstování lesů LF, 48 s. ISBN 80-213-1055-3

DUŠEK, V. 1997: Lesní školkařství. Základní údaje. 1. vyd. Písek: Dobové spisky Matice lesnické č. 3, 139 s.

JURÁSEK, A et. al. 2002: Komentář k ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut, 27 s.

KUPKA, I. 2005: Základy pěstování lesa. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, 175 s. ISBN 80-213-1308-0

KUPKA, I. – PODRÁZSKÝ, V. – SLÁVIK, M. 2005: Biologické základy lesního hospodářství – Pěstování lesa. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, 186 s. ISBN 80-213-1298-X

MAUER, O. 1998: Zásady pěstování a užití poloodrostků a odrostků. Zlín, Lesy české republiky, příspěvek na konferenci, Budišov, 48 s. ISBN 80-02-01236-4

McCOMB – CARPENTER, 1981 in VAVŘÍČEK, D. 2000: Tabletovaná hnojiva Storm – Konifer a Storm – Folixyl a jejich použití v lesním. *Lesnická práce*, roč. 2000, č. 7.

NÁROVEC, V. 2003: O půdách v lesních školkách. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, 27s. ISBN 80-86386-36-8

NERUDA, J. 1998: Technické prostředky pro pěstování poloodrostků lesních dřevin. Zlín, Lesy české republiky, příspěvek na konferenci, Budišov, 48 s. ISBN 80-02-01236-4

RICHTER, R. – HLUŠEK, J. 1996: Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití. Praha, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, s. 50. ISBN 80-7105-121-7

RICHTER, R. – ŘÍMOVSKÝ, K. 1996: Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Praha, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, s. 40. ISBN 80-7105-117-9

ČSN 48 2115, 1998: Sadební materiál lesních dřevin. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 48 2115, Změna Z 1 2001: Sadební materiál lesních dřevin. Český normalizační institut, Praha

Směrnice Rady EU č. 105/1999/ES, o obchodu s reprodukčním materiálem, ze dne 22. 12. 1999.

VYHLÁŠKA č. 139/2004 Sb. ze dne 23. března 2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.

ZÁKON č. 289/1995 Sb. ze dne 3. listopadu 1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů.

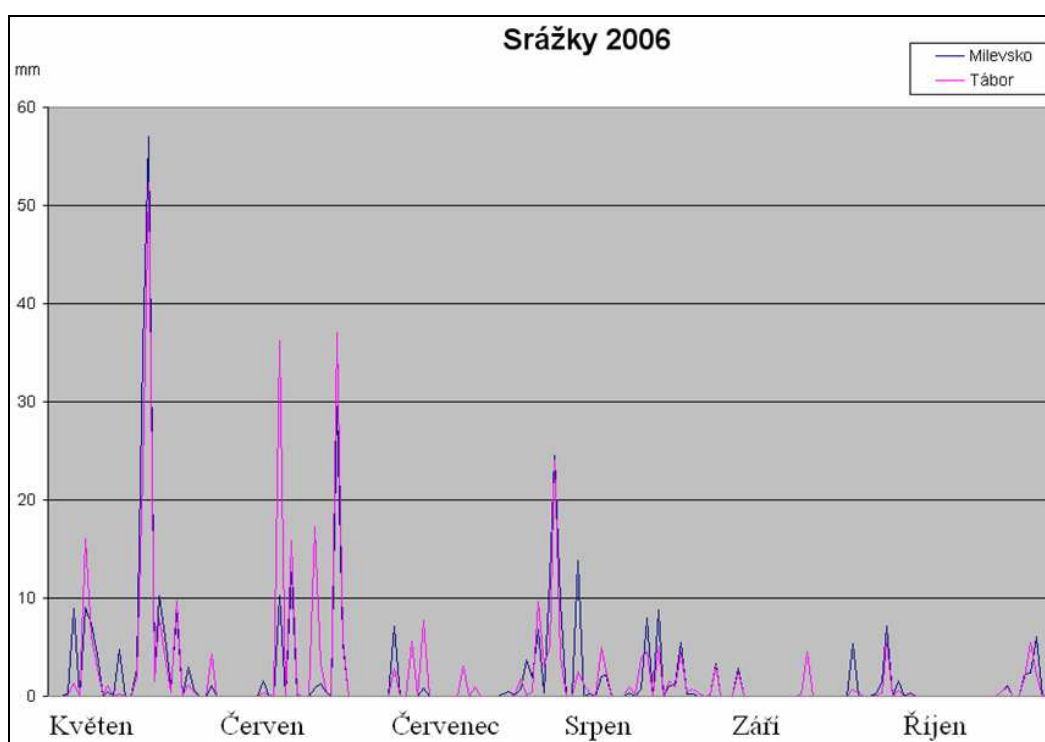
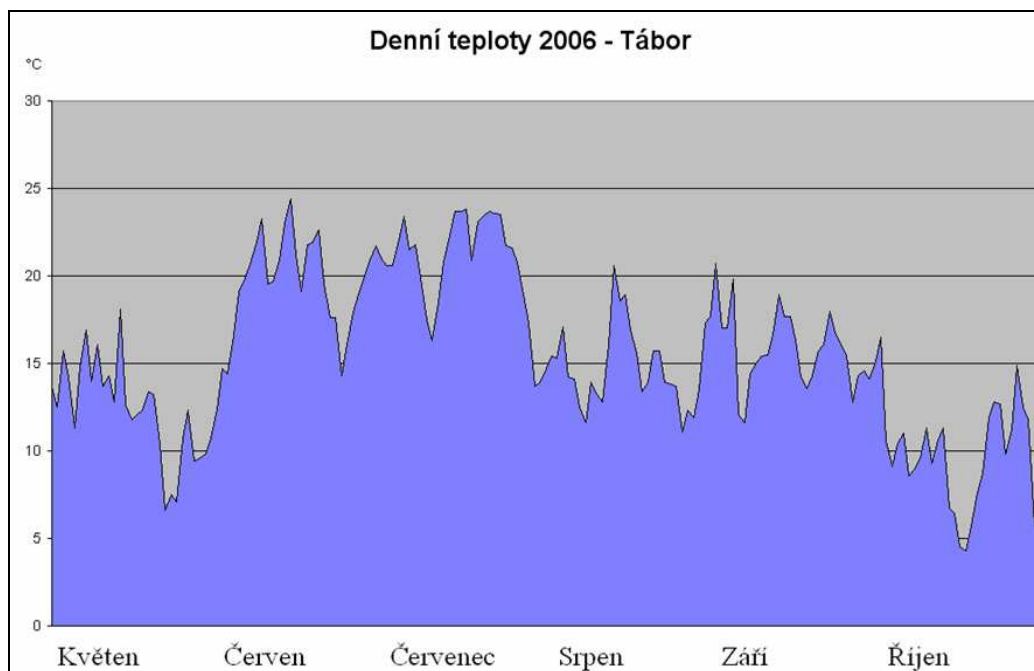
## 7 PŘÍLOHY

### Příloha č. 1

Normativní hodnoty fyzikálně – chemických vlastností půd lesních školek pro zrnitostní kategorie půd (dle Novákovy klasifikační stupnice) (DUŠEK, 1997)

Analytické stanovení fyzikálně-chemických vlastností půd	Jednotky	Hodnoty	Zrnitost kategorie půd <sup>1)</sup>							
			Lehké		Střední		Těžké			
			p	hp	ph	h	jh	jv	j	
obsah jílnatých částic	%	-	<10	11-20	21-30	31-45	46-60	61-75	>75	
výměnná půdní reakce	pH KCl	cíl	4,8-5,5		5,4-6,2					
obsah humusu	% H <sub>ox</sub>	min	3							
		cíl	4-6		5-7					
		max	10							
obsah celkového dusíku	% N <sub>t</sub>	min	0,10		0,12		0,15			
		cíl	0,15-0,20		0,20-0,30		>0,25			
celková sorpční kapacita půdy (hodnota T)	mval . 100 g <sup>-1</sup>	cíl	>10	>15		>20				
sorpční nasycenost půdy bázemi (hodnota V)	%	min	50							
		cíl	55-65 pro jehličnaté dřeviny 65-75 pro listnaté dřeviny							
sorpční nasycenost půdy kationty C <sup>2+</sup>	mval . 100 g <sup>-1</sup>	min	5			7				
	v % hodnoty S	cíl	60-80							
obsah přístupných živin stanovených metodami uplatňovanými v laboratořích resortu zemědělství – viz Javorský a kol. 1983	mg . kg <sup>-1</sup>	cíl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	90	100	110			
			P	35	40	44	48			
			K <sub>2</sub> O	156	204	240		300		
			K	130	170	200		250		
			MgO	83	116	166		250		
			Mg	50	70	100		150		
obsah přístupných živin ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou (cílové hladiny – viz Ledimský 1987, TEI, pěstování č. 2)	mg . kg <sup>-1</sup>	cíl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	250						
			P	110						
			K <sub>2</sub> O	160						
			K	133						
			MgO	150						
			Mg	90						

## Příloha č. 2



### Příloha č. 3

Výzkumná plocha po výsadbě na začátku sezony



Výzkumná plocha na konci sezony





## Příloha č. 4

Varianta č. 1



Varianta č. 2



Varianta č. 3



Varianta č. 4



Varianta č. 5

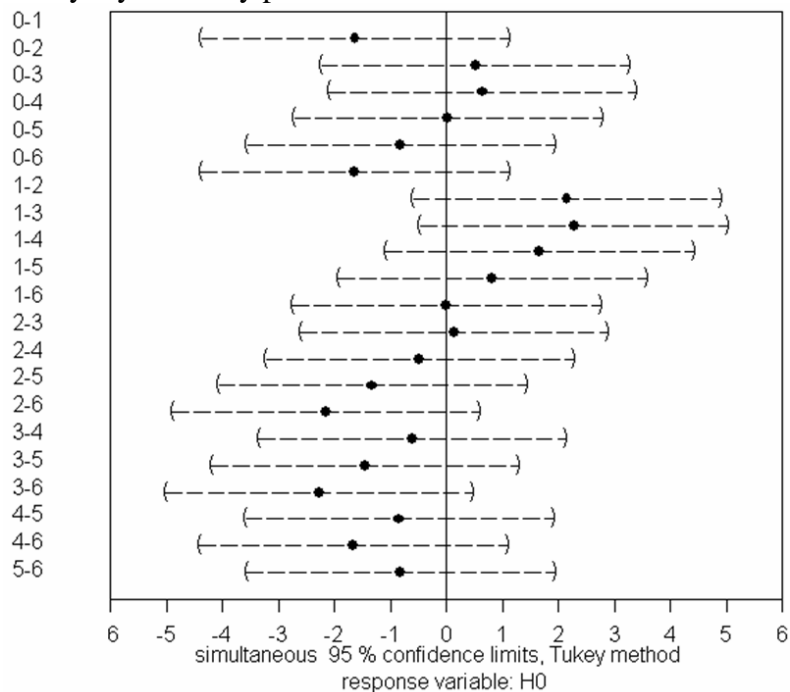


Varianta č. 6



## Příloha č. 5

Tukeyovy intervaly pro H0



Tukeyovy intervaly pro H5

