

Česká Zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vliv insekticidních přípravků na žír ponrav chroustů na
sazenicích borovice lesní**

Diplomová práce

Autor: Bc. Lucie Habětínová

Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lucie Habětinová

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv insekticidních přípravků na žír ponrav chroustů na sazenicích borovice lesní

Název anglicky

Effects of pesticides on damages caused by cockchafer grubs feeding on Scots pine seedlings

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je posouzení účinnosti insekticidních přípravků uvolňujících se z Biouhlu na kořenový systém sazenic borovice lesní poškozovaných žírem ponrav chroustů.

Metodika

Sazenice borovice lesní (2/0) budou v dubnu vysázeny do truhlíků 10 cm x 50 cm. Před založením pokusu budou u sazenic změřeny kořenové systémy. V průběhu měsíce května bude k experimentálním sazenicím přidán testovaný přípravek a následně ponrav chroustů. Ke kontrolním sazenicím budou přidány pouze ponravy chroustů. Po dvou měsících žíru budou experimentální i kontrolní sazenice vyzvednuty. Kořenový systém borových sazenic budou následně vyhodnoceny v programu WinRhizo, kde budou zhodnoceny parametry kořenových systémů (délka kořenů podle průměru, počty kořenových špiček, počet krátkých zakončení). Na sazenicích budou stanoveny mykorhizní charakteristiky. Hodnotit se budou počty aktivních a neaktivních mykorhiz na kořenech 5 cm dlouhých o průměru do 1 mm, a to včetně všech postranních kořenů. Rovněž bude stanovena hmotnost kořenů experimentálních a kontrolních sazenic. Získané výsledky budou vyhodnoceny a následně porovnán vliv přípravku na kořenový systém borových sazenic.

Doporučený rozsah práce

50-60 stran

Klíčová slova

kořen, borovice lesní, sazenice, chroust, žír, mykorrhízy, repelenty

Doporučené zdroje informací

- Gryndler M., Baláž M., Hršelová H., Jansa J., Vosátka M. 2004. Mykorrhizní symbióza, o soužití hub s kořeny rostlin. Praha, Academia: 366 s.
- Jeník J. (eds.) 2014. Roots and root system of trees / Kořeny a kořání stromů. Opera rhizologica. Botanická zahrada Liberec: 331 s.
- Kratochvíl J., Landa V., Novák K., Skuhrový V. 1953. Chrousti a boj s nimi. Nakladatelství ČSAV Praha: 156 s.
- Mejstřík V. 1988. Mykorrhizní symbiózy. Praha, Academia: 150 s.
- Pešková V., Soukup F. 2006. Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. Review. Zprávy lesnického výzkumu 51 (4): 61-68
- Peterson R. L., Massicotte H. B., Melville L. H. 2004. Mycorrhizas: anatomy and cell biology. National research Council of Canada: 173 s.
- Skrzecz I., Sowińska A., Janiszewski W. 2014. Effects of botanical antifeedants on *Melolontha melolontha* grub feeding on Scots pine roots. *Folia Forestalia Polonica, series A* 56 (3): 135-140
- Sukovata L., Jaworski T., Kolk A. 2015. Efficacy of *Brassica juncea* granulated seed meal against *Melolontha* vrube. *Industrial Crops and Products* 70: 260-265
- Švestka M. 2012. Chrousti rodu *Melolontha* v lesích České republiky v období 2003 – 2011.
- Woreta D. 2015. Control of cockchafer *Melolontha* spp. Grubs – A review of methods. *Folia Forestalia Polonica, series A* 57 (1): 33-41
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 2. 5. 2016

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2017

ABSTRAKT:

V předložené práci je vyhodnocen vliv účinnosti biouhlu a insekticidů uvolněných z přípravku biouhel na sazenice borovice lesní napadených ponravami chroustů.

Pokus byl proveden ve školním podniku v Kostelci nad Černými lesy. Během dubna roku 2016 bylo do truhlíků vysázeno 180 ks sazenic borovice lesní, ve třech variantách, v každém truhlíku dvě sazenice. V první variantě byl sledován vliv biouhlu s přídavkem repelentu. Druhá varianta testovala vliv samostatného biouhlu bez přidání jiných komponentů. A třetí varianta byla založena jako kontrolní bez přidání přípravku. Po vysazení sazenic a zapravení přípravků byly do truhlíků přidány ponravy chroustů.

Po vyzvednutí sazenic byla hodnocena tloušťka krčku, délka nadzemní části, délka kořene, délka žíru, sušina kořenů a sušina nadzemní části. Jako nejprůkaznější parametr byla délka žíru, kde výsledky byly nejvýznamnější u varianty biouhel + repelent. Jako zcela neprůkazným parametrem se ukázala tloušťka krčku a sušina nadzemní části, kde nebyly sledovány výrazné rozdíly. Pro doporučení přípravku v praxi by bylo vhodné pokus zopakovat s drobnými obměnami v průběhu pokusu.

Klíčová slova: kořen, borovice lesní, sazenice, chroust, žír, mykorhizy, repelenty

ABSTRACT:

In the present work, the effect of bioactivity and insecticides released from the biochar preparation on the pine tree seedlings of the woods affected by the grubs of cockchafer.

The experiment was carried at school enterprise in Kostelec nad Černými lesy. In April 2016, 180 seedlings of *Pinus sylvestris* trees were planted, in three variants, in each box two seedlings. In the first variant, the effect of the biochar with the addition of repellent was monitored. The second variant tested the effect of a separate biochar without adding any other components. And the third variant was established as a control without adding the product. After planting the seedlings and incorporating the products, grubs of cockchafer were added to the boxes.

After harvesting of the seedlings, the thickness of the throat, the length of the above-ground part, the length of the bite, the root length, the length of the root, the root dry matter and the dryness of the above-ground part were evaluated. The most prominent parameter was the length of the bite, where the results were most prominent in the biochar + repellent variant. As a completely inconclusive parameter, the neck thickness and the dryness of the above-mentioned section showed no significant differences. In order to recommend the product in practice, it is advisable to repeat experiments with minor variations during the experiment.

Key words: root, *Pinus sylvestris*, seedlings, cockchafer, biting, mycorrhizas, repellents

Prohlášení:

“Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv insekticidních přípravků na žír ponrav chroustů na sazenicích borovice lesní vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze, dne:

Podpis:

Poděkování

Mé poděkování patří doc. Ing. Vítězslavě Peškové, Ph.D., za vstřícný přístup a odbornou pomoc v průběhu psaní této diplomové práce a Ing. Petru Šenfeldovi za pomoc a obětavý přístup v průběhu řešení pokusu.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ REŠERŽE	11
3.1	Chrousti rodu <i>Melolontha</i> F.	11
	Taxonomie.....	11
	Popis a bionomie	12
	Působené škody	14
	Kontrolní metody a ochranná opatření.....	16
	Využití biologického boje v ochraně proti chroustům.....	18
	Použití pesticidů v ochraně proti chroustům.....	19
	Insekticidy	21
3.2	Borovice lesní – <i>Pinus sylvestris</i> L.	23
3.3	Biouhel	23
3.4	Mykorhizní symbióza.....	25
4	METODIKA	26
4.1	Založení pokusu	26
4.2	Vyzvednutí sazenic	28
4.3	Vyhodnocení pokusu.....	29
5	VÝSLEDKY	31
5.1	Varianta biouhel + repelent.....	31
5.2	Varianta biouhel bez repelentu.....	34

5.3	Jednotlivé parametry	38
6	DISKUZE.....	47
7	ZÁVĚR	49
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
9	SEZNAM TABULEK.....	55
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	57

1 ÚVOD

Chrousti rodu *Melolontha* jsou mimořádně významnými hmyzími škůdci. Dokážou způsobit značné škody, které omezují obnovu a mohou vést až k odumření porostů (WORETA, SUKOVATA 2014).

V České republice se vyskytují tři zástupci rodu *Melolontha*. Chroust byl v minulosti rozšířen po celém území. Jeho populační hustota v druhé polovině minulého století na většině území poklesla, až k práhu vyhubení, ale v posledních deseti letech byl zaznamenán jeho pozvolný nárůst (ŠVESTKA 2012).

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015 uvádí, že žíry ponrav chroustů rodu *Melolontha* byly v roce 2015 zjištěny na rozloze téměř 400 ha, což je více než 2,5 násobek oproti roku 2014. V roce 2014 bylo evidováno cca 150 ha poškozených kultur. Výrazné zvýšení souvisí s vývojem chroustů, neboť v roce 2015 v oblasti východních Čech končil žír ponrav posledního instaru.

Kontrola ponrav chroustů se v poslední době stala jedním z nejdůležitějších úkolů v ochraně lesa (SKRZECZ et al. 2014).

První pokusy zvládnout škody působené chrousty byly mechanické metody, ruční sbírání dospělých brouků. Poté byly využívány pesticidy, které byly úspěšně používány ke snížení hustoty populace chroustů. Tyto přípravky byly buď postřikové na dospělé brouky, anebo se zaváděli do půdy pro zničení ponrav. Vzhledem k vysoké toxicitě pesticidů jejich schopnosti hromadit se v živých organismech a jejich celkovému negativnímu dopadu na životní prostředí došlo k omezení jejich použití. Díky omezení využívání pesticidů získali výhodu alternativní metody na hubení chroustů (SUKOVATA et al. 2015). Biologická obrana je efektivní, ekonomická a ve srovnání s používáním pesticidů k přírodě šetrná (HOLUŠA, WEISSER 2005).

Na snížení používání pesticidů mělo v posledních letech vliv politické úsilí Evropské unie. Evropský parlament zavedl právní předpisy, které zakázaly téměř všechny půdní insekticidy určené k ochraně lesa (WORETA, SUKOVATA 2014).

Vysoké populační hustoty ponrav chrousta v lesních půdách v poslední době stále častěji poškozují kořeny lesních dřevin, a dosud nebyl nalezen účinný způsob, jak tento vážný problém ochrany lesa vyřešit (WORETA 2015).

2 CÍL PRÁCE

Cílem předložené diplomové práce bylo posoudit účinnost insekticidních přípravků uvolňujícího se z biouhlu na kořenový systém sazenic borovice lesní poškozovaných žírem ponrav chroustů. Zjistit, zda biouhel je schopen ochránit kořeny sazenic před ponravami chroustů. Zhodnotit rozsah ztrát sazenic a posoudit účinnost insekticidů uvolňovaných z přípravků. Zvážit doporučení přípravku pro širší využití.

3 LITERÁRNÍ REŠERŽE

3.1 Chrousti rodu *Melolontha* F.

Lesnicky významné jsou u nás dva druhy, chroust obecný-*Melolontha melolontha* Linnaeus, 1758 a chroust maďalový – *Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801 (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

V minulosti nebyl často rozlišován výskyt chroustů a jejich škod dle jednotlivých druhů. Na základě morfologických znaků je obtížné od sebe ponravy rozlišit (ŠVESTKA 2012).

Taxonomie

Chrousti rodu *Melolontha* se řadí do řádů brouků (*Coleoptera*), čeledi vrubounovitých (*Scarabaeidae*) (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).



Obr. 1. Chroust obecný – *Melolontha melolontha* L. (Zdroj: www.rydzi.cz)

Taxonomické rozdělení:

Říše: Živočichové (Animalia)

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Podkmen: Vzdušnicovci (Tracheata)

Třída: Hmyz (Insecta)

Podtřída: Křídlatí (Pterygota)

Infratřída: Novokřídlý hmyz (Neoptej)

Řád: Brouci (Coleoptera)

Podřád: Všežraví (Polyphaga)

Infrařád: Scarabaeiformia

Nadčeleď: Scarabaeoidea

Čeleď: Vrubounovití (Scarabaeidae, Melolonthidae)

Podčeleď: Melolonthinae

Rod: Chroust (Melolontha)

Popis a bionomie

Oba druhy chroustů mají podobný způsob života, který je závislý na klimatických podmínkách a trvá 3 až 5 let, podle toho rozlišujeme tříletý, čtyřletý nebo pětiletý vývojový cyklus (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

Hranice mezi tříletými a čtyřletými kmeny je v ČR vytyčena průměrnou 50 letou teplotou vzduchu ve vegetačním období 14 °C, ve Slovenské republice 13 °C (MUŠKA et al. 2008). Pojem chroustí kmen zahrnuje soubor jedinců v určitém území, který po delší dobu vykazuje stejnou délku vývoje, tedy pravidelně opakující se rojení brouků (ŠVESTKA 2012).

Brouci po vylíhnutí nalétávají do listnatých porostů, kde se během úživného žíru páří. Oplodněné samičky se zralými vajíčky ustávají dočasné v žíru a poté kladou do půdy vajíčka. Následně samičky vylézají ze země a odlétají k druhému úživnému žíru. Následuje druhé kladení a u některých samic dochází po dalším žíru i k třetímu kladení (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

Samička klade vajíčka do prohřáté půdy celkem cca 40 – 60 ks. Vajíčka bývají špinavě bílá, oválná, dosahují velikosti přibližně 3 mm (MUŠKA et al. 2008). Z vajíčka se vylíhne drobná larva, ponrava I. instaru. Příchodem podzimu tyto larvy I. instaru migrují v půdách do větší hloubky, kde přezimují. Na jaře se vracejí blíže k povrchu půdy, kde pokračují ve svém žíru a poté následuje svlékání a larva je již v II. instaru. Tento proces se opakuje ještě jednou a poté larva již ve III. instaru zalézá do větší hloubky, kde se zakuklí. Dospělec se líhne zhruba po měsíci, ale v půdě zůstává, až do jara následujícího roku (DEDEK, HORAL 2015).

Ponrava má typický zahnutý tvar do písmene C. Tento tvar těla i uspořádání štětinek a výběžků na něm odpovídá životu v půdě. Ponrava žije v dutince v půdě, pohybuje se tak, že zvětšováním a zmenšováním oblouku svého zahrnutí a vyhrabáváním země vpředu a nahrnováním ji dozadu posunuje celou dutinu i sebe dopředu (KRATOCHVÍL 1953).

Jednotlivé instary se od sebe nejvíce liší velikostí, která však v době svlékání není pro determinaci spolehlivá. Bezpečně se rozeznají dle šířky hlavové schránky. Ponravy chrousta maďalového a obecného od sebe nelze prakticky rozlišit (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

Tab. 1. Rozlišení stádií ponrav dle šířky hlavové schránky v mm

I.	instar	2,1 - 3,0
II.	instar	3,7 – 5,0
III.	instar	5,7 – 7,6

Dospělec chrousta obecného je dlouhý v průměru 25 – 30 mm, chrousta maďalového 20 – 25 mm. Oba druhy mají velmi proměnlivé zbarvení. Lze je od sebe rozlišit podle tvaru posledního zadečkového článku-pygidia. Chrousti mají dobře vyvinutý pohlavní dimorfismus, který se především projevuje tvarem tykadél, holeně přední nohy a ve tvaru pygidia (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

Znaky, podle nichž poznáme pohlaví chroustů, jsou jasné a bezpečné. V praxi se využívají při stanovení početního poměru pohlaví. Tykadla u samců mají 7 posledních článků protažené v lupínky. Lupínky jsou u nich skoro dvakrát tak dlouhé jako u samice a jsou širší. Samci mají štíhlou holeň bez zjevných zubů na

okraji. Pygidium je u samců delší, tupěji zakončené a odstávající dozadu. Samice mají lupínků jen 6. Z důvodu hrabání šachet pro vajíčka mají holeň přední nohy rozšířenou a se zuby na okraji. Pygidium mají samice kratší, více zašpičatělé, přitažené spíše k tělu a skoro svislé (KRATOCHVÍL 1953).



Obr. 2. Ponrava chrousta (Zdroj: www.biom.cz)

Působené škody

Škody působené chrousty rodu *Melolontha* jsou známy více než 300 let. Ponravy poškozují kořeny rostlin a obvykle působí větší škody než dospělí brouci. V 60. letech minulého století patřily ponravy chroustů k nejzávažnějším škůdcům v sadech, polních plodinách, ale i v lesních školkách a kulturách.

Vážnost škodlivého působení ponrav, dokládají, již údaje z let 1948 – 1951, kdy na území tehdejší ČSR bylo každoročně poškozeno 10 tis. hektarů nově založených výsadeb i zajištěných kultur. Tehdy se na území republiky ročně zalesňovalo 55 – 65 tisíc ha (ŠVESTKA, BALEK 2003).

Dospělci chroustů škodí ožíráním listů dřevin. Jsou polyfágní a živí se listy většiny listnatých dřevin, z nichž preferují dub a z jehličnanů nepohrdnou jehličím modřínu. Chroust maďalový začíná svůj žír na dřevinách, které raší dříve než dub,

obzvlášť na břízách. Při hromadném rojení vznikají žíry v listnatých porostech, stromořadích a v případě chrousta obecného i v ovocných sadech (KAPITOLA, HOLUŠA 2012).

Pro lesní hospodářství není defoliace způsobená úživným žírem brouků na počátku vegetačního období příliš významná. Výjimku tvoří žír v mladých listnatých porostech na jedno, nebo dvouletých výsadbách (ŠVESTKA 2012).

Mnohem škodlivější, než brouci jsou larvy chroustů – ponravy, které žijí v půdě a živí se kořeny nejrůznějších bylin a dřevin. Sazenice, které žír ponrav přežijí, často v následujících letech nepřirůstají a postupně odumírají (KAPITOLA, HOLUŠA 2012).

Škody jsou na jednoletých a víceletých bylinách. U nichž jejich podzemní části neduří, chroustí ponravy kořeny prostě překusují. Mladé ponravy silnější kořeny jen nahlodávají a ožírají jemné kořenové vlášení. Tyto škody se týkají obilnin, zvláště hojně bývá poškozena kukuřice. Podobně jako obilniny trpí louky i pastviny, ale v mnohem větší míře. Osluněný a otevřený terén poskytuje ponravám výhodnější životní podmínky.

U rostlin jejichž podzemní část dužnatí a duří je poškození jiné u mladých a jiné u vyspělých rostlinek. Zde můžeme uvést cukrovou a krmnou řepu, která značně trpí žírem ponrav, protože kraje pěstování řepy jsou zejména v chroustích oblastech.

Na dřevnatých podzemních částech jsou u mladých porostů škody jako u bylin, překousávají a podtínají kořeny. U dřevnatých a silnějších kořenů ohlodává jen měkkčí vrstvu a ožírá jemnější kořínky.

Ponravami působené škody se mění během roční doby a během vývoje ponrav. Záhy po vylíhnutí se ponravy I. instaru živí spásáním jemných šťavnatých podzemních částí rostlin a v nedostatku této potravy i humusovým součástí půdy. Škodlivá činnost ponrav stoupá s jejich dospíváním. Podle stáří ponravy se také jeví poškození rostlin a následky (KRATOCHVÍL 1953).

V roce 2015 bylo poškození výsadeb a kultur evidováno na ploše cca 250 ha, v roce 2014 se jednalo o 105 ha. Nejvíce v kraji Královéhradeckém (139 ha), dále pak v krajích Pardubickém (106 ha), Středočeském (9 ha), Jihomoravském (3 ha) a Zlínském (1 ha). Nárůst vykázané poškozené plochy souvisí s vývojem ponrav

v půdě v širší oblasti Polabí, kde po posledním silném rojení v roce 2012 dokončovaly v minulém roce žír ponravy posledního instaru. A současně dokládá, že i v této gradační oblasti se situace postupně dále zhoršuje.

I když oblasti silného a kalamitního výskytu jsou zatím stále plošně omezené. Jsou vázány na nejteplejší oblasti, kde se na písčitých půdách v borových oblastech nížin chroust přemnožuje. Obecně lze uvést, že situace je v postižených oblastech dlouhodobě vážná a na mnoha místech se prakticky nedaří zajištění kultur (KNÍŽEK et al. 2016).

Poškozené oblasti jsou spojeny s dobou trvání vývoje ponravy chrousta v půdě, která v evropských klimatických podmínkách trvá obvykle 3 roky. Starší ponravy mají vyšší potravní nároky, jsou odolnější k zhoršujícím se podmínkám prostředí, a proto je mnohem obtížnější je kontrolovat (WORETA 2015).

Poškození ponravami se projevuje tím, že sazenice ztrácejí na přírůstu, mění barvu jehličí, popřípadě listů a postupně umírají. Na stromkách je po vytažení z půdy vidět patrný žír. Tenčí kořínky obvykle chybějí, silnější kořeny jsou ohryzány a často po nich zůstávají jen pahýly (KAPITOLA, HOLUŠA 2012).

Ohrožené oblasti špatně regenerují, stromy poškozené larvami často umírají, musí být nahrazeny novými a někdy musí být celé oblasti znovu zalesněny. V letech 1966 – 2005 byl podíl opakovaného zalesňování ploch méně než 21 %. Po roce 2005 se pohyboval v rozmezí 26 – 53 %. Zalesňování je problematické z důvodu opakovaného poškozování kořenových systémů sazenic (WORETA, SUKOVATA 2014).

Kontrolní metody a ochranná opatření

V minulosti byly ponravy odstraňovány z orné půdy ručně. Později bylo v praxi zahájeno využívání chemických přípravků na ochranu rostlin, které byly aplikovány přímo na rostliny, nebo do připravených řádků půdy před výsadbou. Práškové nebo granulované insekticidy se smísily s vrchní vrstvou půdy, kapalné insekticidy byly nality do půdy v okolí sazenic (WORETA 2015).

Hubení ponrav chemickými prostředky je obtížné, zejména ve 2. a 3. instaru jsou ponravy velmi odolné a běžným povoleným dávkám prostředků zdatně odolávají. Aplikaci je proto nutné směřovat na ponravy v 1. instaru (ŠVESTKA, BALEK 2003).

Nejvhodnějším termínem pro kontrolu ponrav je druhá polovina května, kdy jsou ponravy po přezimování soustředěny v půdě v hloubce do 30 cm. Později může být kontrola ponrav ovlivněna horizontální i vertikální migrací (ŠVESTKA 2012).

V půdách silně zamořených ponravami se doporučuje opakované zpracování půdy, a to několikrát během vegetační sezóny. Nejúčinnějším nástrojem pro půdní ošetření je otáčivý kultivátor. Zpracování půdy probíhá od červa do srpna v hloubce 15-20 cm. 3 x až 5 x ošetřené půdy se ukázaly jako účinné pro snížení počtu populace na bezpečnou úroveň pro budoucí lesní porosty (WORETA 2015).

V oblastech trvalého výskytu chroustů je nutná pravidelná kontrola. Početnost a průběh rojení dospělců se monitoruje pomocí světelných lapačů, hodnotí se počet a poměr jedinců obou pohlaví. Ponravy se kontrolují v půdních sondách v průběhu vegetačního období. Na 1 ha se vykope 2 až 5 sond velikosti 0,5 až 1,0 m² do hloubky 50 až 100 cm. Za kritické počty, kdy hrozí vážné škody, se považuje 0,5 až 1 ponrava 3. instaru, 1 až 2 ponravy 2. instaru a 2 až 4 ponravy 1. instaru na 1 m² (LES AKTUÁLNĚ)

Nejvhodnějším termínem pro kontrolu ponrav je druhá polovina května, kdy jsou ponravy po přezimování soustředěny v půdě v hloubce do 30 cm. Později může být kontrola ponrav ovlivněna horizontální i vertikální migrací (ŠVESTKA 2012).

Přímá obranná opatření je možné směřovat převážně proti broukům. Za nejefektivnější je považována letecká aplikace, která je ale od 1. 7. 2012 ze zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči zakázána a lze ji provést pouze na povolení. Letecká aplikace je nejefektivnější opatření, které umožňuje výrazně snížit populační hustotu chroustů. Problém spočívá v okolnosti, že je nutné použít kontaktní a požerový, ekologicky méně vhodný přípravek působící i na široké spektrum ostatního hmyzu. Důležité je zasáhnout převážně samice v době prvního úživného žíru, než se uchýlí ke kladení vajíček. Vhodná doba pro zásah bývá obvykle v rozmezí 3-10 dnů (ŠVESTKA, BALEK 2003).

Zásahy proti kalamitně přemnoženým škůdcům v lesích jsou v současné době dotovány Ministerstvem zemědělství ve všech lesích bez rozdílu vlastnictví. Potřeba leteckého zásahu bývá odborně posouzena pracovníky Lesní ochranné služby Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (ŠVESTKA 2005).



Obr. 3. Úživný žír dospělců chroustů rodu *Melolontha* na dubu (Zdroj: www.lesycr.cz)

Využití biologického boje v ochraně proti chroustům

Biologickým bojem v ochraně lesa rozumíme úsilí o ochranu, jehož podstatou je cílevědomé využití živých organismů či produktů jimi vytvořených. Biologické postupy využívají biotické faktory, které ovlivňují životnost a populační hustotu škůdců. Mezi biotické regulátory náleží aktivně pohyblivé druhy, jako jsou drobní ptáci, dravý hmyz a hlavně parazitoidi (HOLUŠA, WEISSER 2005).

Populace chroustů jsou ve všech vývojových stádiích do značné míry redukovány řadou biotických činitelů. K nejdůležitějším houbovým patogenům

infikujících vajíčka, ponravy, kukly i dospělé patří *Beauveria bassiana* a *Beauveria brongniartii* (KAPITOLA, HOLUŠA 2002).

Houba *B. bassiana* je typickým představitelem entomopatogenní mykoflóry půdy. Parazituje na stádiích hmyzu, která se vyskytují v půdě. V ČR byl registrován biopreparát Boverol obsahující entomopatogenní houbu *B. bassiana*. Boverol byl primárně určen pro použití při regulaci populací larev mandelinky bramborové, ale jeho použití je možné i proti ponravám chroustů (BIO-INFO)

V roce 1880 bylo poprvé popsáno využití patogenní houby *B. brongniartii*. Autor LEOPOLD LE MOULT (1880) popsal že, v přirozených podmínkách tato houba infikovala všechna vývojová stadia. Výsledky velkoplošných pokusů ve Francii ukázaly pozitivní vliv biologických přípravků. Naopak ale několik dalších studií s *Beuaveria brongniartii* prováděných v té době neukázalo žádné pozitivní výsledky. Pokusy tedy nebyly jednoznačné a nebylo doporučeno použití v ochraně lesa.

Při hledání účinného prostředku na ochranu rostlin proti ponravám byla také testována možnost využití entomotopatogenních bakterie jako je např. mléčné onemocnění, které způsobuje bakterie *Bacillus popillae*. Německé studie s *B. popillae* prováděné v laboratořích, ale nepřinesly uspokojivé výsledky (WORETA 2015)

Použití pesticidů v ochraně proti chroustům

Použití pesticidů v lesním hospodářství České republiky je určeno zákonem č. 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči. Použít lze pouze registrované přípravky. Přípravky jsou uvedeny v Registru přípravků na ochranu rostlin. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. vydává Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa (GERÁKOVÁ et al. 2009). Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa bývá praktickým pomocníkem pro všechny pracovníky v lesním hospodářství, kteří s přípravky na ochranu lesa pracují nebo s nimi přicházejí do styku (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK 2016).

Definice pojmu „pesticid“ není z celosvětového pohledu příliš jednotná. Podle mezinárodní definice FAO je za pesticid považována jakákoliv látka nebo směs látek určených k prevenci, ničení nebo zvládnání jakéhokoliv škůdce (VLČEK, POHANKA 2011). Pesticidy jsou tedy přípravky a prostředky, které jsou určeny k tlumení a hubení živočišných škůdců. Slouží k ochraně rostlin, skladových zásob, bytů, domů, výrobních závodů nebo i zvířat a člověka (BOHÁČ 2013).

V lesnictví se používá relativně vysoké množství pesticidů. Celková roční spotřeba ve finančním objemu je na úrovni cca 150 mil. Kč (JANAUER 2005). Celkem je v současné době pro lesní hospodářství schváleno 379 přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. Z těchto 379 přípravků má však mnoho z nich omezené použití v lesnictví. Prakticky je v lesnictví používáno jen několik desítek chemických a dalších prostředků (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK 2016).

Pravděpodobně prvním pesticidem byla síra, která se pro hubení škodlivého hmyzu užívala již před rokem 1000 př. n. l. V ochraně lesa byl zřejmě první použit chlorid rtuťnatý, a to konkrétně k ochraně dřeva. Značný rozvoj využívání pesticidů nastal pak až zhruba v polovině 19. století

Současná ochrana lesa se bez použití pesticidů neobjede. Na každém, kdo se uvedenou problematikou zabývá je odpovědnost, jak eliminovat negativní dopady pesticidů na životní prostředí, při zachování funkčnosti obranných metod proti škůdcům a chorobám. K tomu poslouží jejich dokonalá znalost a profesionalita při jejich používání (ZAHRADNÍK 2005).

Prakticky jsou všechny chemické pesticidy jedy a představují dlouhodobé nebezpečí pro životní prostředí a společnost. Většina pesticidů není specifická a může zneškodnit jak neškodné, tak i užitečné životní formy (EL-WAKEIL 2013).

Výběr vhodného pesticidu je zcela zásadní pro úspěšnost zásahu proti škůdcům a minimální poškození necílových organismů. Velmi důležité je vhodné načasování použití pesticidů tak, aby zasáhly nejcitlivější stádia vývoje škůdců (BOHÁČ 2013).

Po aplikaci se pesticidy rozkládají účinkem řady fyzikálních, chemických či biologických faktorů. Pohyb v půdě může probíhat dvěma způsoby: difuzí nebo proudem vody. Voda poté může sloužit pro transport pesticidů, ale může také kontaminovat podzemní či podpovrchové vody (VLČEK, POHANKA 2011).

Účinnost a efektivita vybrané technologie za použití přípravků je dána splněním několika předpokladů:

- Vhodný výběr přípravku v souladu s platnou registrací
- Použití zvoleného přípravku jak vzhledem ke stavu škůdce, tak i cílové dřeviny
- Použití přípravku vzhledem k podmínkám vnějšího prostředí
- Volba odpovídajícího způsobu aplikace

Insekticidy

Chemické insekticidy na ochranu plodin byly běžně aplikovány zejména po 2. světové válce. Jedním z nich byl dichlorodifenyltrichlorethan (DDT) syntetizován v roce 1874. Jeho insekticidní účinky objevil v roce 1939 švýcarský chemik Paul Muller, který později za tento objev obdržel Nobelovu cenu. V té době bylo DDT účinným přípravkem proti škůdcům. Následně bylo prokázáno, že zabíjí nejen škůdce, ale jejich přirozené nepřátele. Postupně byl zjištěn jeho negativní vliv i na člověka a byl vydán celosvětový zákaz použití (WORETA 2015).

Účinným insekticidem při počáteční ochraně rostlin proti ponravám chrousta byl lindan (organochlorový neurotoxin), který prokazoval velkou účinnost, ale postupem času se ukázal jako nebezpečný a jeho používání bylo zakázáno. Do popředí se poté v boji proti ponravám chroustů dostaly organofosfáty (WORETA 2015). Hlavní nebezpečnost lindanu spočívá v jeho stabilitě a faktu, že je v životním prostředí nesnadno odbouratelný a šíří se potravním řetězcem.

Počáteční rozvoj organofosfátů souvisel s vojenským výzkumem nervových plynů (ZAHRADNÍK 2005). Organofosfáty odstranily některé nevýhody organochlorových pesticidů a začaly je postupem času nahrazovat. Na druhou stranu, ale také obsadily jedny z předních příček sloučenin způsobujících ročně nejvíce otrav (VLČEK, POHANKA 2011).

V letech 1950 a 1951 bylo v našich zemích poprvé provedeno hubení chroustů pomocí insekticidů, které byly rozprašovány letecky. Účelem bylo nahradit

doposavad užívané metody jako setřásání a sběr chroustů. Hubení provádělo a řídilo ministerstvo zemědělství. Jako insekticid byl použit u nás vyráběný přípravek Dynocid, který působí na chrousty dráždivě i odpudivě. První chrousti padali na zem za 12 min. po leteckém rozprášení přípravku a po dalších 3-5 min. padali hromadně (KRATOCHVÍL 1953).

Repelent diethyltoluamid, též *N,N*-diethyl-*meta*-toluamid (DEET)

DEET je nejpoužívanější aktivní složkou proti hmyzu. Látka byla vyvinuta na sklonku 2. světové války (r. 1946) pro americkou armádu a od roku 1957 je registrována pro civilní použití. V roce 1998 americká agentura EPA (Environmental Protection Agency) vydala rozhodnutí, že nejsou známy žádné důvody pro omezování využití DEET (ČECHOVÁ 2009)



Obr. 4. Postřik pomocí leteckého postřikovače (Zdroj: www.postrikovaci-trysky.cz)

3.2 Borovice lesní – *Pinus sylvestris* L.

Borovice lesní je velmi odolná, rychle rostoucí 2 jehličnatá dřevina. Mezi stromovitými dřevinami má nejrozsáhlejší areál. Jedná se spíše o vyšší strom dosahující, až 40 m. Kořenový systém je mohutný většinou se zachovalým křovím kořenem. Kořenový systém velmi dobře kotví nadzemní část v zemi. Borovice lesní netrpí vývraty a je považována za zpevňující dřevinu (MUSIL, HAMERNÍK 2003).

Je po smrku naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Zelená zpráva z roku 2015 uvádí zastoupení 16,6 %. Její původní rozšíření je závislé především na specifických půdních podmínkách borových společenstev. Borovice lesní se vyskytuje především na přirozených borových stanovištích, případně na oglejených chudých stanovištích nižších a středních poloh.

Škody abiotickými činiteli jsou v borových porostech méně významné než v porostech smrkových. Mají hlubší kořenový systém a je menší výskyt mokrého sněhu v nadmořských výškách typických pro borovice (SLODIČÁK et al. 2013).

Z hlediska ekologického se jedná o pionýrskou dřevinu, z příhodnějších stanovišť je zpravidla vytlačována silnějšími dřevinami. Je výrazně světlomilná a netolerantní k zastínění. Roste na mělkých chudých sušších písčitých až kamenitých půdách a také se vyskytuje na rašelinných a bažinatých půdách, někde i na půdách zasolených (BIOGEOGRAFIE).

3.3 Biouhel

Nápad přidávat do půdy uhlí není úplnou novinkou, v různých kulturách se záměrně přidával již před tisíci lety. Využíval se ke zlepšení úrodnosti půdy. Ve vlhkých tropech se zejména díky tomu vytvořily černé půdy. Půda obsahuje tolik biouhlu a na něj vázaných živin, že ani několik let po odlesnění nevykazuje vyčerpání a je stále úrodná (KLUSÁK, HOLLAN 2009).

Biouhel (z angl. biochar) je zuhelněná biomasa, která vznikla termickou přeměnou, nízkoteplotní pyrolýzou. Jde v podstatě o obdobu dřevného uhlí, ale vyrobeného ze zbytkové a odpadní biomasy. Základní složkou je chemicky stabilní

uhlík, který nepodléhá dalšímu rozkladu ani oxidaci. Použitím biouhlu v půdě se zásadně zlepšuje její kvalita. Uhlík váže živiny a důležité látky, které se zůstávají v půdě, nevyplavují se. Má velkou retenční schopnost, takže zadržuje v půdě i vodu. Ukládání biouhlu do půdy má ale také i globální přínos, dochází k odebrání oxidu uhličitého z atmosféry.

Jako zdroj vhodné fytohmoty pro přípravu biouhlu se používají dřevní štěpky měkkých i tvrdých dřev, především smrku a borovice, k likvidaci určené dřevěné palety, sláma, seno, odpadní fytohmota z potravinářského průmyslu, zbytky z mořských řas apod. (PATENT 305 666). Zuhelněná biomasa je tradiční univerzální prostředek pro zlepšení úrodnosti půdy v rozvojových zemích. Pozitivní účinky již byly dostatečně prokázány, objevují se technologie a hledají se systémy (BIOUHEL).

Protože biouhel je mnohem stabilnější než ostatní formy uhlíku vyskytovaného se v půdě pocházející biomasy, zůstává v půdě mnohem déle. Je v půdě o 1,5 až 2 řády stabilnější a má tam životnost stovky až tisíce let. Nasycení půdy uhlíkem je v případě biouhlu výrazně větší než při přidání jiných organických hmot (KLUSÁK, HOLLAN 2009). Biouhel na základě svých vlastností působí přímo na půdní biotu a půdní vlastnosti. Mezi významné vlastnosti půdního prostředí patří pH, elektrická vodivost a fyto-toxicita. Byl také prokázán pozitivní vliv na rozvoj mykorrhizních hub.

Biouhel se obohacuje přidávkou ektomykorrhizních nebo endomykorrhizních hub, kterými se vysazované rostliny inokulují bezprostředním kontaktem s kořenovým systémem. Z ektomykorrhizních hub to mohou být rody *Boletus*, *Paxillus*, *Suillus*, *Laccaria*, *Russula*, *Cortinarius*, *Lastarius*, *Entoloma* aj. V případě endomykorrhizních hub rod *Globus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* nebo *Sclerocytis*. Ektomykorrhizní houby se zpravidla přidávají k jehličnatým dřevinám, zatímco endomykorrhizní houby nalézají uplatnění spíše u zemědělských plodin a okrasných dřevin či dalších rostlin (PATENT 305 666).

Biouhel vykazuje pozitivní účinky na růst plodin a je nadějným doprovodným přípravkem v hospodářství. Nicméně proměnlivost účinku biouhlu je vysoká a jeho účinnost závisí na půdních podmínkách, rostlinných druzích a klimatických faktorech (KLUSÁK, HOLLAN 2009).

3.4 Mykorhizní symbióza

Kořeny střeoevropských dřevin jsou vesměs orgány podzemní, jež zajišťují výživu rostlinného organismu a jeho zakotvení v substrátu a zároveň tvoří vodivé cesty pro živiny i asimiláty a rezervoár zásobních látek (JENÍK et al. 2014). Rostliny potřebují ke svému životu půdu, ze které čerpají důležité minerální látky. Půdní substrát je přirozeně kolonizován různými skupinami hub, z nichž některé přešly k symbiotickému způsobu života s podzemními orgány rostlin (VOHNÍK 2008).

Mykorhizní symbióza je zvláštní formou symbiózy. Jedná se o kombinaci kořenů rostlin s houbovými organismy. Jejich spojením vznikají specifické útvary s aktivitou pocházející od obou zúčastněných složek (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006).

Slovo mykorhiza je složeno z řeckých slov mykés, mykétas (houba, hřib) a rhíza, ríza (kořen). Doslova se dá říci „houbokořen“. Mykorhizní symbiózy nalezneme u více než 95 % všech rostlinných druhů na zemi. Platí, že pokud má vůbec mykorhizní symbióza vzniknout, tak je nutné, aby půda obsahovala živé mykorhizní houby. Mykorhizní houby patří mezi houby stopkovýtrusné (Basidiomycetes), vřecovýtrusné (Ascomycetes) a spájkivé (Zygomycetes) (GRYNDLER et al. 2004).

Celosvětově je nejhojnější arbuskulární mykorhiz., vyskytující se především v lučních společenstvech, a pravděpodobně, i v tropických pralesních společenstvech. Z anatomického hlediska je charakteristická tvorbou vnitrobuněčných arbuskulí, na jejichž povrchu probíhá výměna látek a informací mezi hostiteli. Druhý nejrozšířenější typ, ektomykorhiza., která hraje významnou roli v lesních společenstvech (VOHNÍK 2008).

4 METODIKA

4.1 Založení pokusu

V předložené práci byl hodnocen vliv biouhlu s přidavkem insekticidního přípravku (repelentu), a vliv samotného biouhlu. Jednalo se tedy o dvě testované varianty biouhel + repelent (BR) a biouhel bez repelentu (BBR). Pokus probíhal v roce 2016 a hodnocení výsledků bylo provedeno v lednu a únoru roku 2017.

Sazenice byly vysázeny 12. 4. ve školním podniku v Trubě u Kostelce nad Černými lesy. Do truhlíků o rozměrech 10 x 50 cm bylo vysázeno 180 ks sazenic borovice lesní. Použit byl vlhký písčový substrát a do každého truhlíku byly vysazeny dvě sazenice. Sazenice byly rozlišeny na varianty A a B. K sazenicím B byl přidáván testovaný přípravek, sazenice A byla bez použití přípravku. Truhlíky byly očíslovány, aby bylo možné od sebe rozlišit jednotlivé testované varianty. Před výsadbou byla u sazenic změřena výška nadzemní části a délka hlavního kořene.



Obr. 5. Čerstvě vysazené sazenice borovice lesní

Dne 23. 5. byly do truhlíků přidány ponravy chroustů rodu *Melolontha*. Ponravy se v tu dobu nacházely v I. instaru. Do každého truhlíku byly umístěny 3 ponravy. Přidány byly doprostřed mezi sazenice. Do substrátu byly udělány díry a do každé byla vložena 1 ponrava. Čtyři dny po přidání ponrav (27. 5.) byly založeny varianty s biouhlem. Jako insekticidní přípravek v kombinaci s biouhlem byl použit repelent diethyltoluamid, též *N,N*-diethyl-*meta*-toluamid (DEET).

Připravený biouhel byl před vlastním zapravením do půdy obohacen hnojivem. Přídavek hnojiva k aplikovanému biouhlu jednak zabrání možnosti dočasného odčerpání živin z půdy do biouhlu a v případě hnojiv organického původu eliminuje nežádoucí odér (PATENT 305 666). V rámci našeho pokusu byl biouhel obohacen hnojivem Lovoflor (NPK 4-2,5-3). LovoflorNPK 4-2,5-3 je kapalné vícesložkové hnojivo, obsahující draslík v bezchloridové formě. Surovinami pro výrobu jsou dusičnan amonný, fosforečnan draselný a humát (LOVOCHEMIE, a.s.). V obou testovaných variantách bylo k sazenicím přidáno 120 g přípravku. Kolem označené sazenice byly udělány díry a do nich vpraven přípravek. Třetí varianta byla založena jako kontrolní, do které byly přidány ponravy, ale nebyl použit žádný přípravek.

Tab. 2. Označení jednotlivých variant

Označení truhlíků	Varianta	Množství použitého přípravku (g)
31-60	Biouhel + repelent (BR)	120
91-120	Biouhel bez repelentu (BBR)	120
121-150	Kontrola	0



Obr. 6 Založené varianty v jednotlivých truhlících

4.2 Vyzvednutí sazenic

Dne 17. - 18. 8. proběhlo vyzvednutí a vyhodnocení sazenic. Ze všech truhlíků byly šetrně vyjmuty sazenice a byly dle variant uloženy do pytlů k dalšímu zpracování. Substrát v truhlících byl vysypán a důkladně prohledán kvůli přeživším ponravám, které byly spočítány, nalezené ponravy byly vloženy do ependorfek a ty byly označeny číslem truhlíku. Následně byly ponravy uloženy do mrazáku.

Po vyzvednutí byly sazenice zpracovány v laboratoři. Sazenice byly opatrně propláchnuty ve vodě a zbaveny písčného substrátu. Byly hodnoceny následující parametry, popisující jejich zdravotní stav a růstové charakteristiky: tloušťka kořenového krčku a délka hlavního kořene. Rovněž byl posouzen jejich celkový zdravotní stav. Každá sazenic byla okulárně posouzena a ohodnocena stupněm 1 až 3. Sazenice označené stupněm 1 byly vitální a zelené, sazenice 2 vykazovaly známky prosychání a sazenice 3 byly suché, bez zeleného jehličí, zcela odumřelé.

Nakonec byla nadzemní část oddělena od kořenového systému. Nadzemní část byla dle variant roztríděna do papírových pytlů a uskladněna k pozdějšímu stanovení sušiny. Kořeny byly rovněž rozděleny dle variant a uloženy do skleniček

s fixačním roztokem glutaraldehydu. Glutaraldehyd byl použit pro uchování kořenů a mykorhiz pro další vyhodnocení. Skladovány byly v lednici do dalšího hodnocení.

Následné laboratorní zpracování a co nejobektivnější vyhodnocení je důležitým předpokladem pro získání reprezentativních výsledků (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006).



Obr. 7. Stav borových sazenic před vyzvednutím

4.3 Vyhodnocení pokusu

Hodnocení kořenového systému proběhlo v listopadu 2016. Z lednice byly vyzvednuty uložené skleničky s kořeny uloženými v glutaraldehydu. Dle variant byly postupně proplachovány a hodnoceny. Byl posuzován stav kořenů a měřena délka žíru ponrav. Dále byly posuzovány počty aktivních a neaktivních mykorhizních špiček.

Počty mykorhizních špiček byl určován na kořenech v průměru do 1 mm pod binokulární lupou. Za typické diagnostické znaky jsou považovány špičky s vyvinutým houbovým pláštěm. Hartigovou sítí, s vysokým turgorem, postrádající kořenové vlášení, na povrchu hladké, světlejší barvy. Dle těchto znaků jsou zařazeny do skupiny aktivních mykorhiz. Naproti tomu špičky postrádající tyto

znaky na povrchu svrasklé jsou zařazeny do skupiny neaktivních mykorhiz (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006).

Dalším hodnoceným parametrem bylo stanovení množství sušiny kořenů a nadzemních částí. Vážení sušiny kořenů a nadzemních částí probíhalo v průběhu února 2017 v laboratoři. Jednotlivé varianty byly rozděleny do Petriho misek a sušeny v sušárně do doby ustálení vlhkosti. Sušení probíhalo při teplotě 130 °C po dobu 25 minut. Poté byly kořeny zváženy.

Statistické vyhodnocení dat

Pro srovnání ošetřených a neošetřených sazenic byl použit robustní párový t-test. Pro vícenásobné srovnání dat byl použit Kruskal-Wallisův test. Kruskal-Wallis umožňuje testování významnosti rozdílů v průměru mezi více nezávislými hodnotami. Všechny analýzy stejně jako grafy byly provedeny v programu Statistica 12.0.

5 VÝSLEDKY

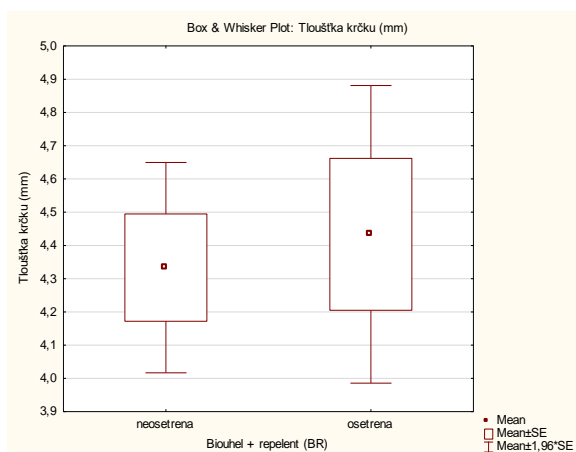
5.1 Varianta biouhel + repelent

Na grafech (Obr. 8 – 13) jsou vyjádřeny rozdíly mezi ošetřenými a neošetřenými sazenicemi borovice lesní při použití varianty biouhel + repelent (BR). Nejvýznamnější a statisticky průkazný rozdíl byl zaznamenán u parametru délka žíru, kde ošetřené sazenice oproti neošetřeným vykazovaly výrazně nižší střední hodnotu.

Tab. 3. Mnohonásobné porovnání hodnocených parametrů sazenic borovice lesní u varianty BR, ošetřené a neošetřené sazenice

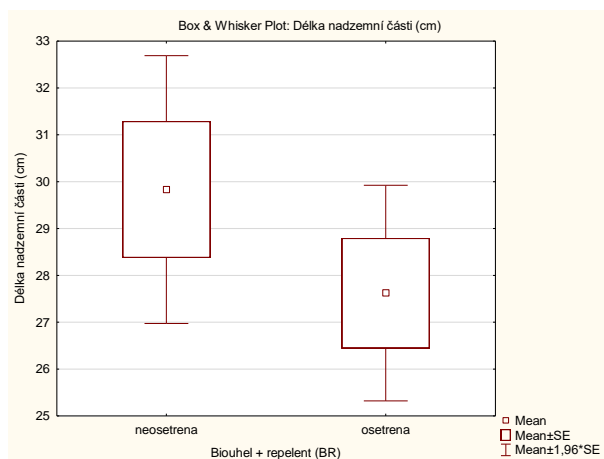
Variabile	Mean neošetřená	Mean ošetřená	t-value	df	p	Valid N neošetřená	Valid N ošetřená	Std.Dev. neosetrena	Std.Dev. ošetřená	F-ratio Variances	p Variances
Tloušťka krčku (mm)	4,33333	4,43333	-0,35760	58	0,721940	30	30	0,884087	1,250747	2,001471	0,066600
Délka nadzemní části (cm)	29,83333	27,62333	1,18053	58	0,242608	30	30	7,986425	6,430621	1,542407	0,249172
Kořen délka (cm)	9,66000	9,78000	-0,10281	58	0,918465	30	30	3,914394	5,054148	1,667120	0,174747
Délka žíru (cm)	4,65667	1,07667	3,43386	58	0,001105	30	30	5,327203	2,056392	6,710993	0,000002
Kořeny sušina (g)	0,56233	0,68800	-1,56505	58	0,123011	30	30	0,243207	0,366431	2,270038	0,030838
Nadzemní část (g)	3,927000	3,923333	0,009699	58	0,992295	30	30	1,989467	0,574356	11,99806	0,000000

Porovnání tloušťky krčku (Obr. 8) sazenic borovice lesní u testované varianty BR, ukazuje, že mezi ošetřenými ($H=4,43$; $p<0,0$) a neošetřenými ($H=4,33$; $p<0,01$) sazenicemi není statistický významný rozdíl, ošetřené sazenice vykazují nepatrně vyšší střední hodnotu a také větší rozptyl.



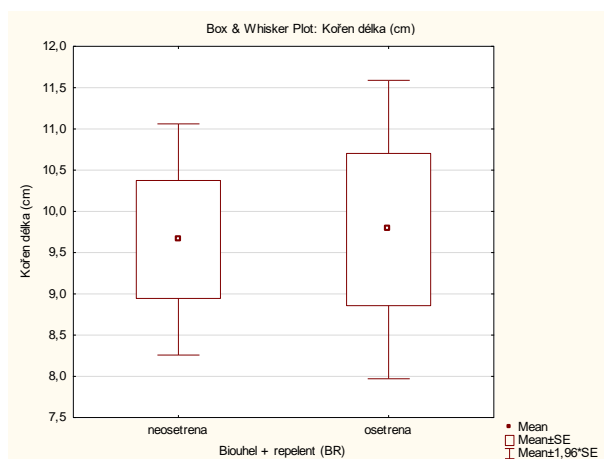
Obr. 8. Tloušťka krčku borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Graf (Obr. 9) vyjadřuje délku nadzemní části sazenic borovice lesní u testované varianty BR. Neošetřené ($H=29,83$; $p<0,01$) sazenice oproti ošetřeným ($H=27,62$; $p<0,01$) vyjadřují vyšší střední hodnotu, ale rozdíl není statisticky průkazný.



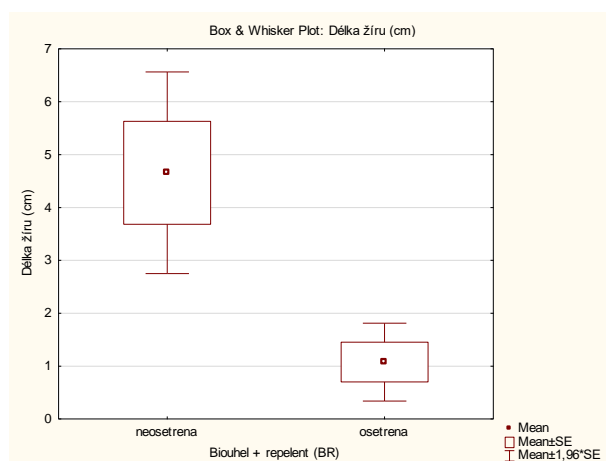
Obr. 9. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Graf (Obr. 10) zobrazuje délku kořene sazenic borovice lesní u testované varianty BR. Mezi ošetřenou ($H=9,78$; $p<0,01$) a neošetřenou ($H=9,66$; $p<0,01$) variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.



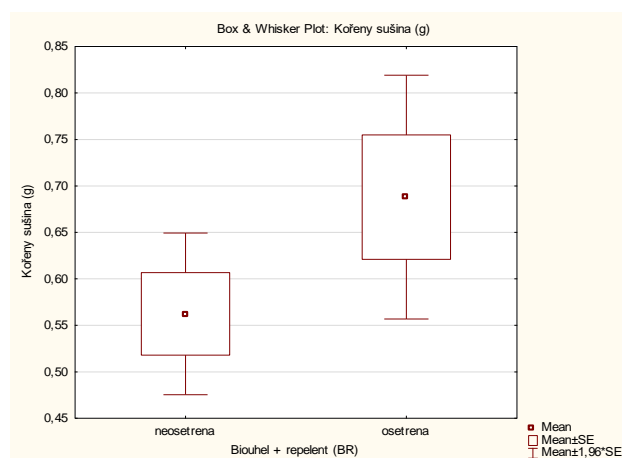
Obr. 10. Délka kořene borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Graf (Obr. 11) zobrazuje délku žíru na sazenicích borovice lesní u testované varianty BR. Zde je významný statistický rozdíl mezi ošetřenými ($H=1,07$; $p<0,01$) a neošetřenými sazenicemi ($H=4,65$; $p<0,01$). Neošetřené sazenice prokazují výrazně vyšší střední hodnotu. Z grafu je zřetelné, že na ošetřených sazenicích byla menší délka žíru a menší rozptyl hodnot oproti neošetřeným sazenicím.



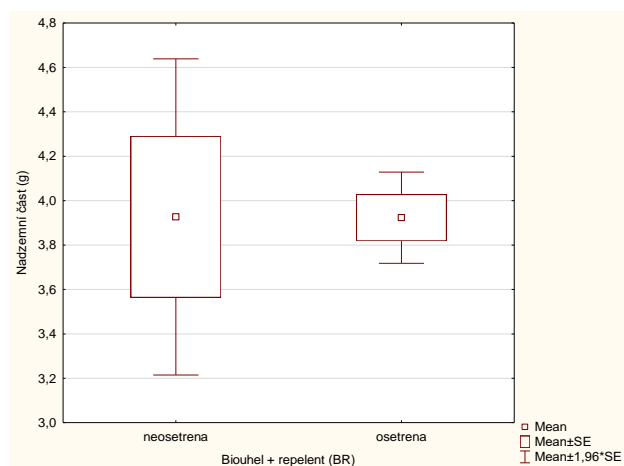
Obr. 11. Délka žíru na borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BR

Graf (Obr. 12) zobrazuje sušinu kořenů sazenic borovice lesní u testované varianty BR. Statistický test prokázal rozdíl mezi ošetřenou ($H=0,68$ $p<0,01$) a neošetřenou ($H=0,56$; $p<0,01$) variantou. Ošetřené sazenice oproti neošetřeným mají výrazněji vyšší mediánovou hodnotu, a také větší rozpětí hodnot. Je tedy zřetelné, že kořeny ošetřených sazenic měly větší váhu.



Obr. 12. Sušina kořenů borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BR

Graf (Obr. 13) zobrazuje sušinu nadzemní části sazenic borovice lesní u testované varianty BR. Statistický test neprokázal rozdíl mezi ošetřenými ($H=3,92$ $p<0,01$) a neošetřenými sazenicemi ($H=3,92$; $p<0,01$). Střední hodnoty jsou velmi obdobné. Rozdíl je v případě rozpětí hodnot, u neošetřených sazenic se vyskytovalo větší rozpětí.



Obr. 13. Sušina nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

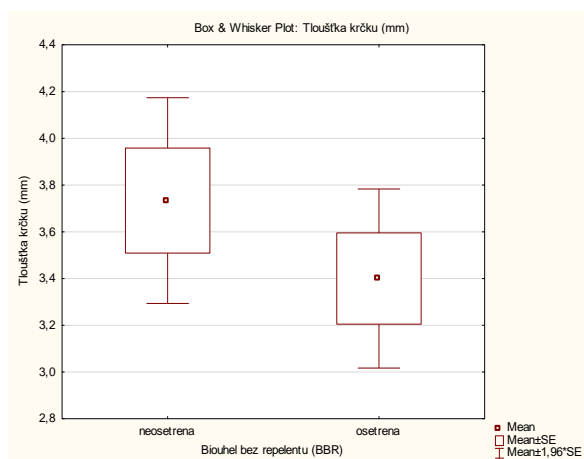
5.2 Varianta biouhel bez repelentu

Na grafech (Obr. 14 – 19) jsou vyjádřeny rozdíly mezi ošetřenými a neošetřenými sazenicemi borovice lesní při použité variantě biouhel (BBR). Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4. Mnohonásobné porovnání hodnocených parametrů sazenic borovice lesní varianty BBR, ošetřené a neošetřené sazenice

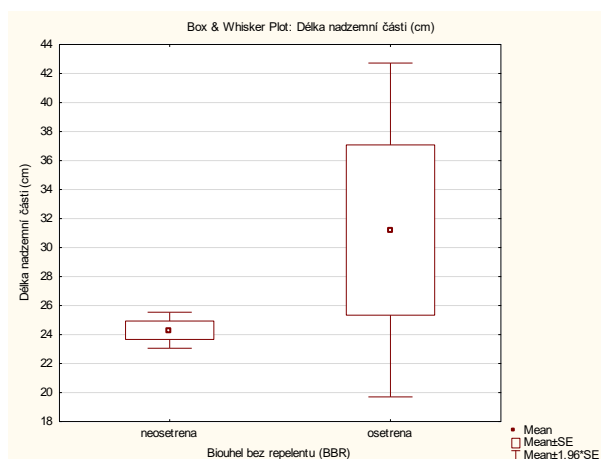
Variable	Mean neošetřená	Mean ošetřená	t-value	df	p	Valid N neošetřená	Valid N ošetřená	Std.Dev. neošetřená	Std.Dev. ošetřená	F-ratio Variances	p Variances
Tloušťka krčku (mm)	3,73333	3,40000	1,11997	58	0,267344	30	30	1,22990	1,06997	1,32129	0,457759
Délka nadzemní části (cm)	24,30000	31,21000	-1,17018	58	0,246713	30	30	3,47920	32,15563	85,41917	0,000000
Kořen délka (cm)	11,72000	9,85333	0,77258	58	0,442910	30	30	13,01989	2,37003	30,17906	0,000000
Délka žiru (cm)	1,87000	2,12000	-0,31915	58	0,750762	30	30	2,96312	3,10299	1,09663	0,805526
Kořeny sušina (g)	0,63667	0,50100	1,65509	58	0,103309	30	30	0,30200	0,33222	1,21014	0,610898
Nadzemní část (g)	3,449000	3,548000	-0,463579	58	0,644685	30	30	0,916802	0,726401	1,592938	0,215954

V grafu (Obr. 14) je vyjádřena tloušťka krčku sazenic borovice lesní u testované varianty BBR. U neošetřených ($H=3,73$; $p<0,01$) sazenic vyšla oproti ošetřeným ($H=3,40$; $p<0,01$) sazenicím mírně vyšší hodnota. Neošetřené sazenice také prokazují vyšší střední hodnotu, ale i přesto se nejedná o statisticky významný rozdíl.



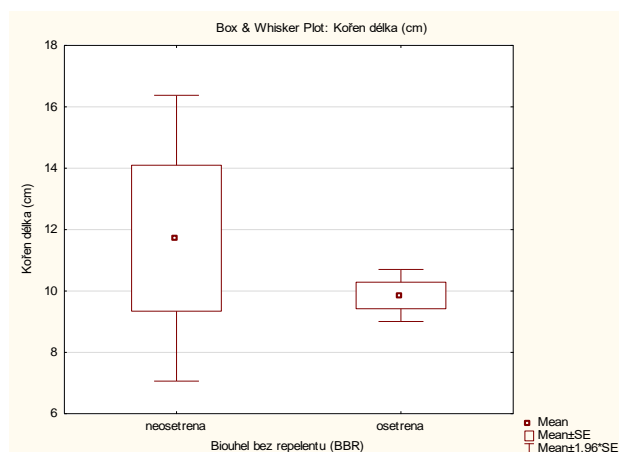
Obr. 14. Tloušťka krčku borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

V grafu (Obr. 15) je zobrazena délka nadzemní části sazenic borovice lesní u testované varianty BBR. Zde je výrazný statistický rozdíl, ošetřené sazenice ($H=31,21$; $p<0,01$) a neošetřené sazenice ($H=24,3$; $p<0,01$). Ošetřená sazenice má výrazně vyšší střední hodnotu a větší rozptyl velikostí.



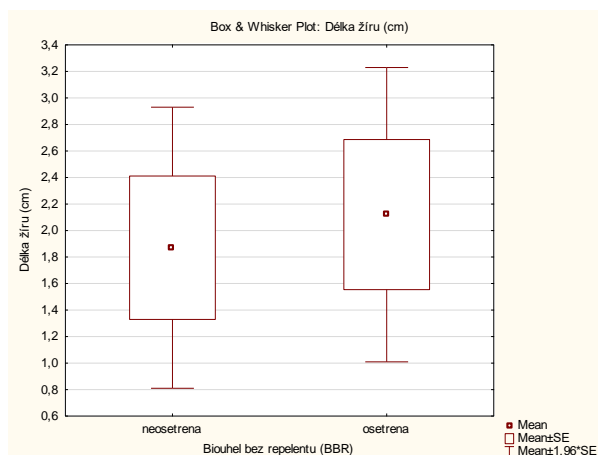
Obr. 15. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

V grafu (Obr. 16) je zobrazena délka kořene sazenic borovice lesní u testované varianty BBR. Zde je prokazatelný statistický rozdíl mezi délkou kořene ošetřených ($H=9,85$; $p<0,01$) a neošetřených sazenic ($H=11,72$; $p<0,01$). Neošetřené sazenice vyjadřují větší rozptyl a také vyšší střední hodnotu oproti ošetřeným sazenicím.



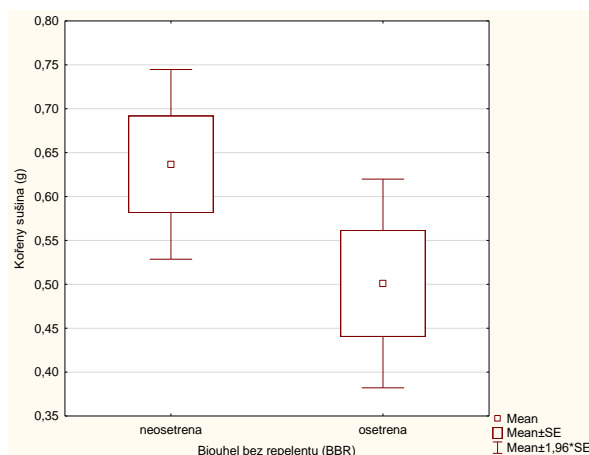
Obr. 16. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

V grafu (Obr. 17) je zobrazena délka žíru na sazenicích borovice lesní u testované varianty BBR. Oproti variantě BR v tomto případě rozdíl mezi ošetřenou ($H=2,12$; $p<0,01$) a neošetřenou ($H=1,87$; $p<0,01$) sazenicí není statisticky průkazný. Ošetřené i neošetřené varianty mají velmi podobný rozptyl hodnot, ošetřené sazenice vykazují pouze nepatrně vyšší mediánovou hodnotu.



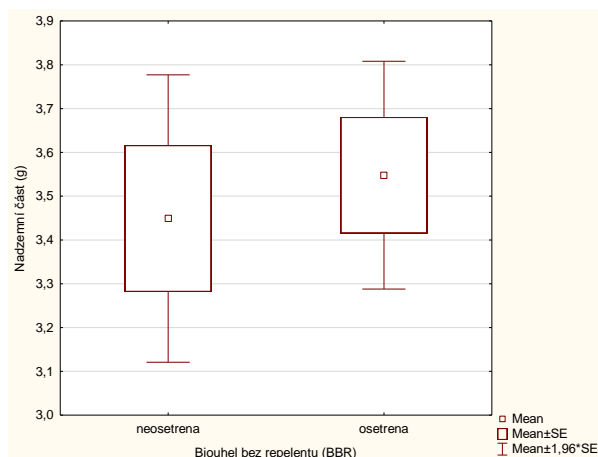
Obr. 17. Délka žíru na borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BBR

V grafu (Obr. 18) je zobrazena sušina kořene sazenic borovice lesní u testované varianty BBR. Neošetřené ($H=3,44$; $p<0,01$) sazenice sice oproti ošetřeným ($H=3,54$; $p<0,01$) prokazují vyšší střední hodnotu, ale rozdíl mezi nimi není statisticky průkazný.



Obr. 18. Sušina kořenů borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

V grafu (Obr. 19) je vyjádřena sušina nadzemní části sazenic borovice lesní u testované varianty BBR. Mezi ošetřenou ($H=3,54$; $p<0,01$) a neošetřenou ($H=3,44$; $p<0,01$) variantou není významný statistický rozdíl mezi hodnotami. Nižší rozptyl hodnot je v případě ošetřených sazenice, ale zároveň ošetřené sazenice vyjadřují vyšší střední hodnotu.

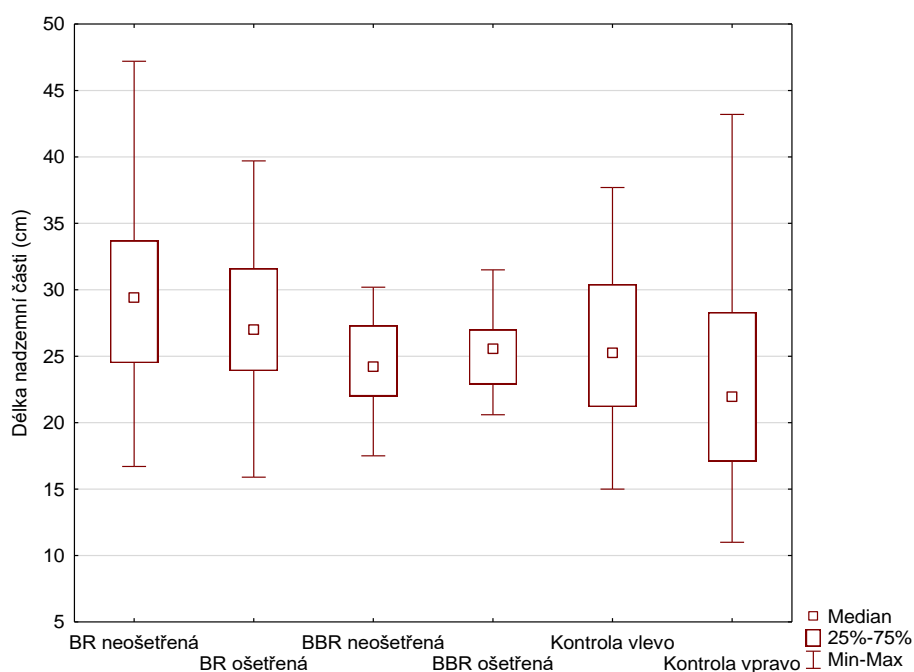


Obr. 19. Sušina nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

5.3 Jednotlivé parametry

Délka nadzemní části (cm)

V grafu (Obr. 20) jsou vyjádřeny délky nadzemní části sazenic borovice lesní u jednotlivých testovaných variant. Rozdíly u jednotlivých parametrů mezi testovanými variantami nejsou statisticky průkazné. Rozdíl hodnot je zřejmý pouze mezi kontrolou vpravo a nešetřenými sazenicemi v případě varianty BR ($H=3,81$; $p<0,01$). Oproti kontrole a variantě BR je u varianty BBR viditelně menší rozpětí hodnot.



Obr. 20. Délky nadzemních částí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianta BR i BBR

Tab. 5. Mnohonásobné porovnání hodnot délky nadzemní části (cm) sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Délka nadzemní části (cm)	BR neošetřená R:118,15	BR ošetřená R:105,05	BBR neošetřená R:78,817	BBR ošetřená R:86,700	Kontrola vlevo R:87,433	Kontrola vpravo R:66,850
BR neošetřená		0,973715	2,923624	2,337660	2,283152	3,813099
BR ošetřená	0,973715		1,949908	1,363945	1,309437	2,839384
BBR neošetřená	2,923624	1,949908		0,585964	0,640472	0,889475
BBR ošetřená	2,337660	1,363945	0,585964		0,054508	1,475439
Kontrola vlevo	2,283152	1,309437	0,640472	0,054508		1,529947
Kontrola vpravo	3,813099	2,839384	0,889475	1,475439	1,529947	

Tab. 6. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky nadzemní části (cm) sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

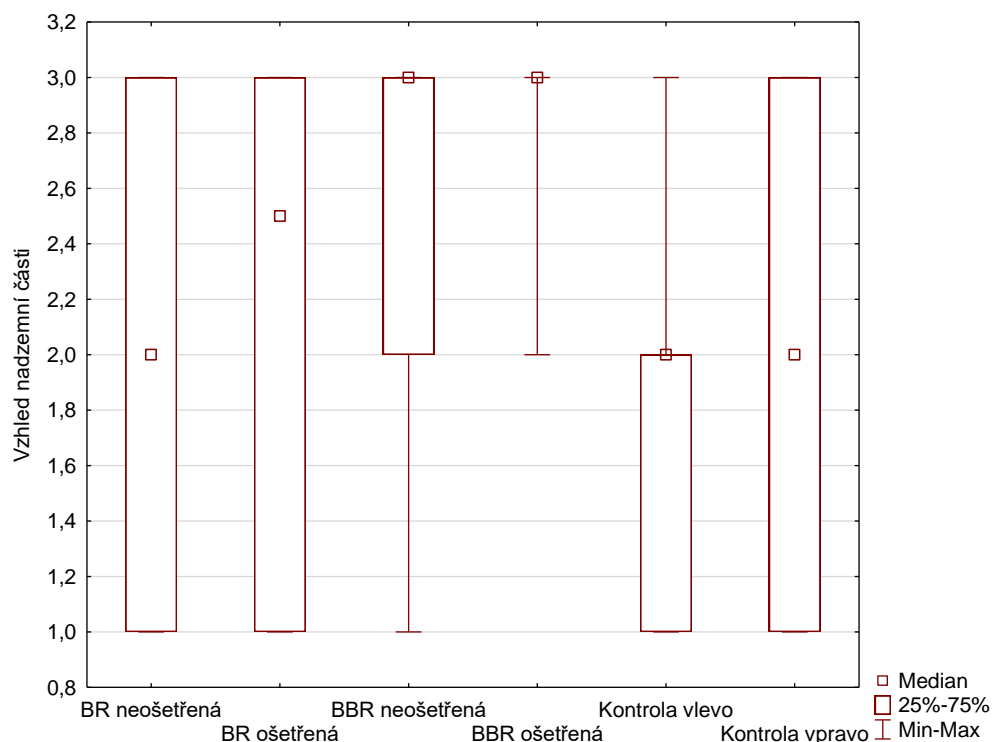
Délka nadzemní části (cm)	BR neošetřená R:118,15	BR ošetřená R:105,05	BBR neošetřená R:78,817	BBR ošetřená R:86,700	Kontrola vlevo R:87,433	Kontrola vpravo R:66,850
BR neošetřená		1,000000	0,051897	0,291073	0,336321	0,002059
BR ošetřená	1,000000		0,767806	1,000000	1,000000	0,067801
BBR neošetřená	0,051897	0,767806		1,000000	1,000000	1,000000
BBR ošetřená	0,291073	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Kontrola vlevo	0,336321	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Kontrola vpravo	0,002059	0,067801	1,000000	1,000000	1,000000	

Zhodnocení zdravotního stavu nadzemní části sazenic

V grafu (Obr. 21) je zhodnocen zdravotní stav sazenic po vyzvednutí. Každá sazenice byla okulárně posouzena a ohodnocena od 1 do 3 (1 - vitální a zelené, 2 - známky prosychání, 3 - suché, bez zeleného jehličí, zcela odumřelé).

Rozdíly jsou patrné mezi neošetřenými sazenicemi BR a ošetřenými sazenicemi BBR ($H=4,09$; $p < 0,01$), ošetřenými sazenicemi BBR a ošetřenými sazenicemi BR ($H=3,04$; $p < 0,01$), kontrolou vlevo a ošetřenými sazenicemi BBR ($H=5,17$; $p < 0,01$) a mezi kontrolou vpravo a též ošetřenými sazenicemi BBR ($H=4,28$; $p < 0,01$).

Nejhorsí hodnoty vykazovaly ošetřené sazenice varianty BBR, kde ze všech vyzvednutých sazenic nebyla ani jedna označena stupněm 1 jako vitální a pouze dvě byly označeny stupněm 2, to znamená, že z 30 sazenic bylo 27 zcela suchých. Oproti tomu neošetřené sazenice měly 16 sazenic zcela suchých a 4 sazenice zcela vitální. V případě varianty BR o něco lépe dopadly neošetřené sazenice, kde jich 12 bylo hodnoceno jako vitálních a 11 jako zcela suchých. U ošetřených bylo jako vitálních hodnoceno 9 sazenic a jako zcela suchých 15 sazenic. Nejlépe dopadla kontrola, kde bylo nejvíce sazenic zcela vitálních označeno hodnotou 1, 27 sazenic z 60 kontrolních a pouze 12 sazenic zcela suchých označeno hodnotou 3.



Obr. 21. Zdravotní stav nadzemních částí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianta BR i BBR

Tab. 7. Mnohonásobné porovnání vzhledu nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Vzhled nadzemní části	BR neošetřená R:77,800	BR ošetřená R:91,800	BBR neošetřená R:102,17	BBR ošetřená R:132,83	Kontrola vlevo R:63,217	Kontrola vpravo R:75,183
BR neošetřená		1,040612	1,811160	4,090595	1,083971	0,194495
BR ošetřená	1,040612		0,770548	3,049984	2,124582	1,235107
BBR neošetřená	1,811160	0,770548		2,279435	2,895131	2,005655
BBR ošetřená	4,090595	3,049984	2,279435		5,174566	4,285091
Kontrola vlevo	1,083971	2,124582	2,895131	5,174566		0,889475
Kontrola vpravo	0,194495	1,235107	2,005655	4,285091	0,889475	

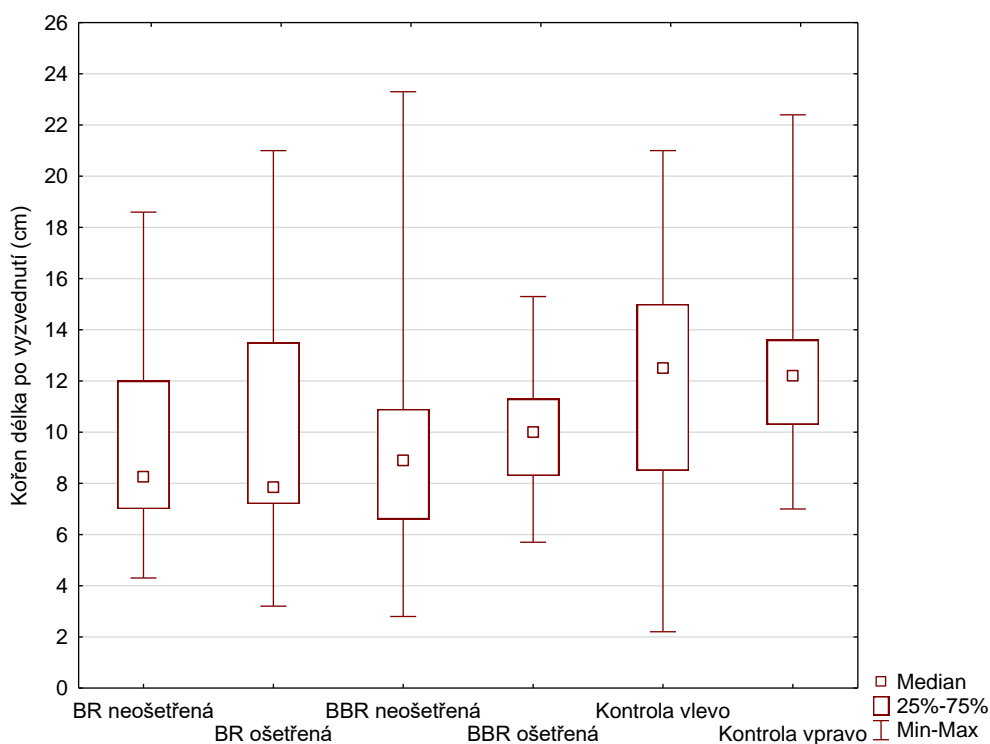
Tab. 8. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot vzhledu nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly ($p < 0,01$))

Vzhled nadzemní části	BR neošetřená R:77,800	BR ošetřená R:91,800	BBR neošetřená R:102,17	BBR ošetřená R:132,83	Kontrola vlevo R:63,217	Kontrola vpravo R:75,183
BR neošetřená		1,000000	1,000000	0,000645	1,000000	1,000000
BR ošetřená	1,000000		1,000000	0,034328	0,504322	1,000000
BBR neošetřená	1,000000	1,000000		0,339618	0,056850	0,673395
BBR ošetřená	0,000645	0,034328	0,339618		0,000003	0,000274
Kontrola vlevo	1,000000	0,504322	0,056850	0,000003		1,000000
Kontrola vpravo	1,000000	1,000000	0,673395	0,000274	1,000000	

Délka kořene po vyzvednutí (cm)

Graf (Obr. 22) zobrazuje vyhodnocené délky kořenů po vyzvednutí sazenic. Viditelné rozdíly jsou mezi kontrolou vpravo a neošetřenými sazenicemi varianty BR ($H=2,94$; $p<0,01$), kontrola vpravo vyjadřuje rozdíl i proti ošetřeným sazenicím BR ($H=3,04$; $p<0,01$) a také vzhledem k neošetřeným sazenicím BBR ($H=3,25$; $p<0,01$). Rozdíl je patrný také mezi kontrolou vlevo a neošetřenými sazenicemi BBR ($H=2,99$; $p<0,01$).

Nejvyšší střední hodnoty vykazovaly kontroly vlevo a kontroly vpravo, kde byly kořeny nejdelší. Naopak nejnižší hodnoty byly u varianty BR, kde ošetřené sazenice měly střední hodnotu nepatrně nižší než sazenice ošetřené. Největší rozptyl hodnot byl zaznamenán u ošetřené sazenice BR a kontrolou vlevo.



Obr. 22. Délka kořene po vyzvednutí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, variant BR i BBR

Tab. 9. Mnohonásobné porovnání délky kořene sazenic borovice lesní po vyzvednutí varianty BR BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Délka kořene po vyzvednutí (cm)	BR neošetřená R:77,267	BR ošetřená R:75,867	BBR neošetřená R:73,083	BBR ošetřená R:86,467	Kontrola vlevo R:113,43	Kontrola vpravo R:116,88
BR neošetřená		0,104061	0,310945	0,683831	2,688247	2,944684
BR ošetřená	0,104061		0,206884	0,787892	2,792308	3,048745
BBR neošetřená	0,310945	0,206884		0,994775	2,999192	3,255628
BBR ošetřená	0,683831	0,787892	0,994775		2,004417	2,260853
Kontrola vlevo	2,688247	2,792308	2,999192	2,004417		0,256436
Kontrola vpravo	2,944684	3,048745	3,255628	2,260853	0,256436	

Tab. 10. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky kořene po vyzvednutí sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly ($p < 0,01$))

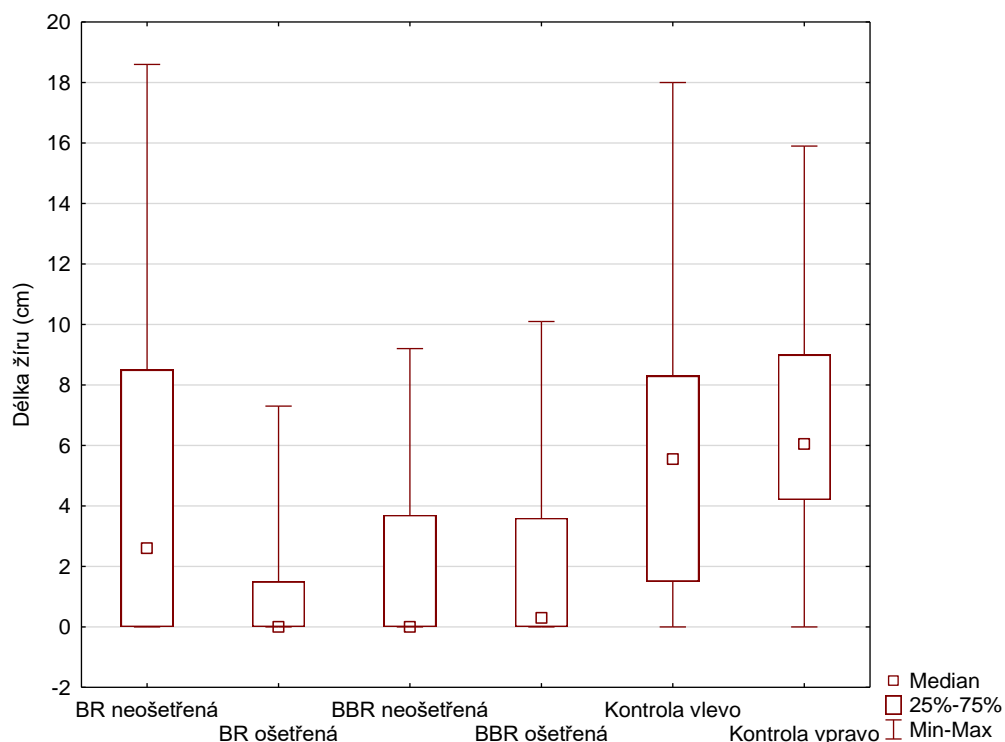
Délka kořene po vyzvednutí (cm)	BR neošetřená R:77,267	BR ošetřená R:75,867	BBR neošetřená R:73,083	BBR ošetřená R:86,467	Kontrola vlevo R:113,43	Kontrola vpravo R:116,88
BR neošetřená		0,104061	0,310945	0,683831	2,688247	2,944684
BR ošetřená	0,104061		0,206884	0,787892	2,792308	3,048745
BBR neošetřená	0,310945	0,206884		0,994775	2,999192	3,255628
BBR ošetřená	0,683831	0,787892	0,994775		2,004417	2,260853
Kontrola vlevo	2,688247	2,792308	2,999192	2,004417		0,256436
Kontrola vpravo	2,944684	3,048745	3,255628	2,260853	0,256436	

Délka žíru (cm)

V grafu (Obr. 23) je zaznamenána délka žíru na testovaných sazenicích borovice lesní.

Nejvýznamnější statisticky rozdíl byl zjištěn u varianty BR mezi ošetřenými a neošetřenými sazenicemi ($H=3,06$; $p < 0,01$). Dále je statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými sazenicemi BR oproti kontrole vpravo ($H=4,96$; $p < 0,01$) a i vůči kontrole vlevo ($H=4,40$; $p < 0,01$). Proti kontrolám také vykazují rozdíl neošetřené sazenice varianty BBR. Vůči kontrole vpravo ($H=4,22$; $p < 0,01$) i oproti kontrole vlevo ($H=3,67$; $p < 0,01$).

Největší délky žírů byly naměřeny u kontroly, které vpravo i vlevo vykazují nejvyšší střední hodnoty. Hned za nimi mají nejvyšší střední hodnotu neošetřené sazenice varianty BR. Naopak ošetřené sazenice varianty BR dopadly nejlépe, žír zde byl naměřen nejmenší.



Obr. 23. Délka žíru u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR

Tab. 11. Mnohonásobné porovnání délky žíru sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Délka žíru (cm)	BR neošetřená R:99,283	BR ošetřená R:58,083	BBR neošetřená R:68,000	BBR ošetřená R:75,433	Kontrola vlevo R:117,38	Kontrola vpravo R:124,82
BR neošetřená		3,062372	2,325272	1,772757	1,345362	1,897878
BR ošetřená	3,062372		0,737100	1,289615	4,407734	4,960250
BBR neošetřená	2,325272	0,737100		0,552515	3,670634	4,223150
BBR ošetřená	1,772757	1,289615	0,552515		3,118119	3,670634
Kontrola vlevo	1,345362	4,407734	3,670634	3,118119		0,552515
Kontrola vpravo	1,897878	4,960250	4,223150	3,670634	0,552515	

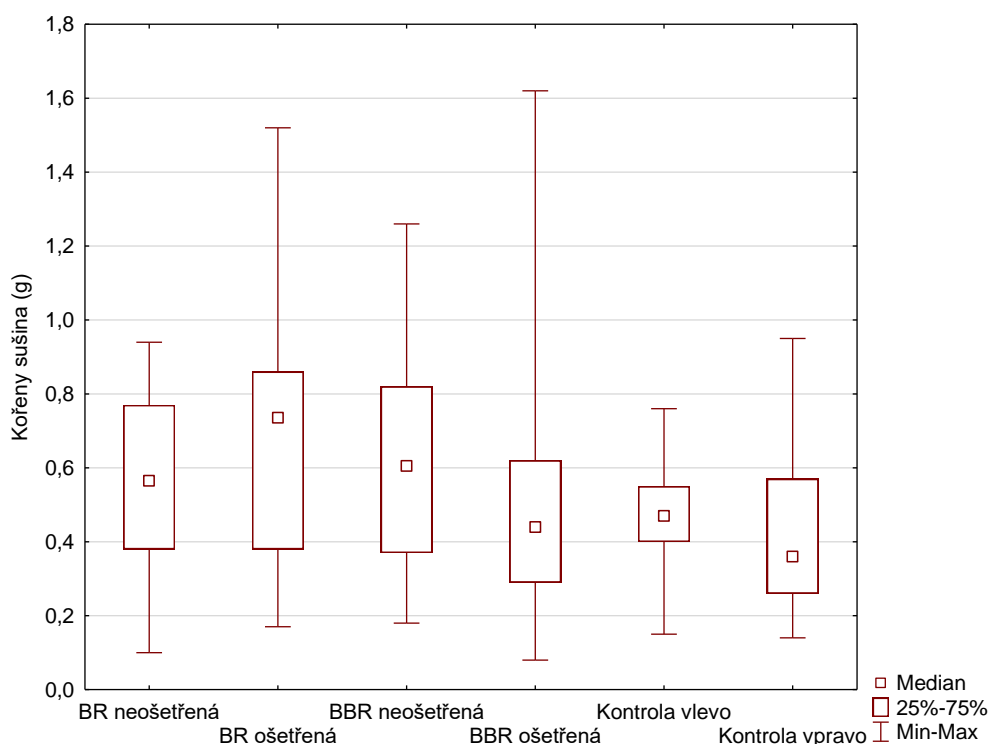
Tab. 12. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky žíru sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Délka žíru (cm)	BR neošetřená R:99,283	BR ošetřená R:58,083	BBR neošetřená R:68,000	BBR ošetřená R:75,433	Kontrola vlevo R:117,38	Kontrola vpravo R:124,82
BR neošetřená		0,032939	0,300861	1,000000	1,000000	0,865683
BR ošetřená	0,032939		1,000000	1,000000	0,000157	0,000011
BBR neošetřená	0,300861	1,000000		1,000000	0,003629	0,000361
BBR ošetřená	1,000000	1,000000	1,000000		0,027301	0,003629
Kontrola vlevo	1,000000	0,000157	0,003629	0,027301		1,000000
Kontrola vpravo	0,865683	0,000011	0,000361	0,003629	1,000000	

Sušina kořenů (g)

V grafu (Obr. 24) je vyjádřena sušina kořenů sazenic. Mezi jednotlivým variantami nejsou statistické významné rozdíly, největší rozdíl byl zaznamenán mezi kontrolou vpravo a sazenicemi ošetřenými BR ($H=3,11$; $p<0,01$).

Nejnižší váhu měly kořeny v případě kontroly a ošetřených sazenic BBR. Nejvyšší hodnoty měly ošetřené sazenice variantou BR a oproti kontrole měly výrazně vyšší hodnotu i neošetřené sazenice BR a i BBR.



Obr. 24. Sušina kořenů u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR

Tab. 13. Mnohonásobné porovnání sušiny kořenů sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

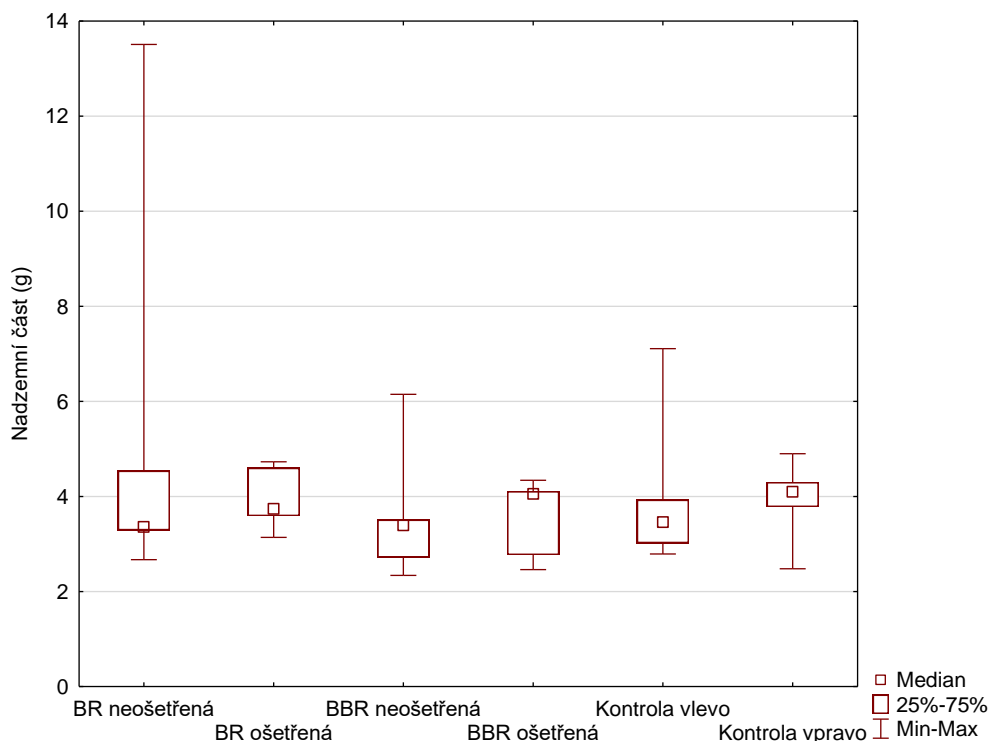
Kořeny sušina (g)	BR neošetřená R:98,433	BR ošetřená R:109,40	BBR neošetřená R:106,68	BBR ošetřená R:80,000	Kontrola vlevo R:80,983	Kontrola vpravo R:67,500
BR neošetřená		0,815146	0,613218	1,370139	1,297048	2,299257
BR ošetřená	0,815146		0,201928	2,185285	2,112194	3,114402
BBR neošetřená	0,613218	0,201928		1,983357	1,910266	2,912474
BBR ošetřená	1,370139	2,185285	1,983357		0,073091	0,929118
Kontrola vlevo	1,297048	2,112194	1,910266	0,073091		1,002208
Kontrola vpravo	2,299257	3,114402	2,912474	0,929118	1,002208	

Tab. 14. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot sušiny kořenů (sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Kořeny sušina (g)	BR neošetřená R:98,433	BR ošetřená R:109,40	BBR neošetřená R:106,68	BBR ošetřená R:80,000	Kontrola vlevo R:80,983	Kontrola vpravo R:67,500
BR neošetřená		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,322356
BR ošetřená	1,000000		1,000000	0,433020	0,520047	0,027648
BBR neošetřená	1,000000	1,000000		0,709914	0,841485	0,053787
BBR ošetřená	1,000000	0,433020	0,709914		1,000000	1,000000
Kontrola vlevo	1,000000	0,520047	0,841485	1,000000		1,000000
Kontrola vpravo	0,322356	0,027648	0,053787	1,000000	1,000000	

Hmotnost nadzemní části (g)

V grafu (Obr. 25) je uvedena hmotnost nadzemních částí, které vykazují statisticky významné rozdíly mezi kontrolou vpravo a neošetřenými sazenicemi BBR ($H=3,09$; $p < 0,01$). Neošetřené sazenice BBR také vykazují rozdíl mezi sazenicemi ošetřenými BR ($H=3,05$; $p < 0,01$).



Obr. 25. Sušina nadzemní části u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR

Tab. 15. Mnohonásobné porovnání sušiny nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Nadzemní část (g)	BR neošetřená R:81,400	BR ošetřená R:109,33	BBR neošetřená R:68,167	BBR ošetřená R:87,067	Kontrola vlevo R:87,267	Kontrola vpravo R:109,77
BR neošetřená		2,076268	0,983626	0,421200	0,436066	2,108478
BR ošetřená	2,076268		3,059894	1,655068	1,640202	0,032209
BBR neošetřená	0,983626	3,059894		1,404826	1,419692	3,092104
BBR ošetřená	0,421200	1,655068	1,404826		0,014866	1,687278
Kontrola vlevo	0,436066	1,640202	1,419692	0,014866		1,672412
Kontrola vpravo	2,108478	0,032209	3,092104	1,687278	1,672412	

Tab. 16. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Nadzemní část (g)	BR neošetřená R:81,400	BR ošetřená R:109,33	BBR neošetřená R:68,167	BBR ošetřená R:87,067	Kontrola vlevo R:87,267	Kontrola vpravo R:109,77
BR neošetřená		0,568037	1,000000	1,000000	1,000000	0,524845
BR ošetřená	0,568037		0,033212	1,000000	1,000000	1,000000
BBR neošetřená	1,000000	0,033212		1,000000	1,000000	0,029812
BBR ošetřená	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Kontrola vlevo	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Kontrola vpravo	0,524845	1,000000	0,029812	1,000000	1,000000	

Počet nalezených ponrav po vyzvednutí sazenic

Celkem bylo po vyzvednutí sazenic nalezeno 43 ponrav ze 180 zapravených. U varianty BR bylo nalezeno 9 ponrav, kde v jednotlivých truhlíkách byla nalezena maximálně jedna ponrava, nikde se jich nevyskytovalo více najednou. U varianty BBR nebyla nalezená žádná ponrava. Nevíce ponrav 34, bylo nalezeno v kontrolních truhlíkách, tedy v těch, které nebyly vůbec ošetřeny. Ve dvou truhlíkách byly nalezeny i všechny 3 zapravené ponravy.

Počty aktivních (AM) a neaktivních (NM) mykorhiz

Mykorhizní špičky byly zjištěny na devíti sazenicích u varianty BR a u jedné sazenice v případě kontroly. Na žádné sazenici varianty BBR nebyla mykorhiza zaznamenána.

6 DISKUZE

Pokus s aplikací biouhlu měl ověřit, zda biouhel může ovlivnit růst a vývoj sazenic borovice lesní a jaký vliv má na sazenice, které byly napadené ponravami chroustů. Bylo hodnoceno, zda je schopen zamezit poškození kořenového systému a následnému odumření sazenic. Hlavními hodnocenými parametry při testování byla délka kořene, délka nadzemní části, sušina, celkový vzhled sazenice a míra poškození sazenice způsobená žírem ponrav. Rovněž byl posuzován celkový stav a vitalita sazenice.

Testován byl samostatný biouhel a biouhel v kombinaci s repelentem diethyltoluamid (DEET). V našem pokusu nebylo prokázáno, že samostatný biouhel má významný vliv na ponravu a růst sazenic. Výsledky neukázaly statisticky významné rozdíly mezi středními hodnotami. Mezi ošetřenými ($H=2,12$; $p<0,01$) a neošetřenými ($H=1,87$; $p<0,01$) sazenicemi nebyl prokázán významný statistický rozdíl.

REMEŠ et. al. (2016) ve své studii uvádějí, že se na růstu borovice pozitivně projevilo cílené přihnojení dřevěným popelem, největší efekt se dostavil na chudých stanovištích. Naproti tomu v práci KLUSÁK, HOLLAN (2009) se uvádí, že přidavek biouhlu na úrodných půdách či při dostatečně vysokých dávkách hnojiv nemusí vést k výraznému zlepšení růstu a výnosu. Může, ale přispět ke snížení spotřeby hnojiv za zachování současného stavu výnosů.

Naopak biouhel v kombinaci s repelentem prokázal statisticky průkazné rozdíly. V kombinaci s repelentem byly při porovnání s neošetřenými sazenicemi zjištěny větší žíry. Kruskal – Wallisuv test prokázal statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami. Ošetřené sazenice ($H=1,07$; $p<0,01$) si oproti neošetřeným vedly výrazně lépe ($H=4,65$; $p<0,01$). Hodnocená sušina kořenů prokázala výsledky zjištěné u délky žíru. Kořeny na kterých byla změřena větší délka žíru měly menší váhu proti kořenům, kde byl žír výrazně menší. Naopak v případě sušiny nadzemní části nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi testovanými variantami.

Repelenty mají chránit před napadáním hmyzem a dalšími biotickými škůdci. Ochrana se děje odpuzováním nebo maskováním pachů oběti. Existují ale, i některé repelentní přípravky, které škůdce nejen odpuzují, ale i zabíjejí. K repelentům

narušujícím tuto identifikaci patří DEET (ČECHOVÁ 2009). FRADIN, DAY (2002) uvádějí, že klinické studie prokázaly, že DEET je nejúčinnějším repelentem na bodavý hmyz, komáry a členovce, jako jsou klišťata. Dosažené poznatky naznačují, že repelent DEET by mohl mít vliv i na ponravy chroustů.

Ponravy chroustů přežily převážně v kontrolních truhlících, v ošetřených variantách bylo nalezené výrazně menší množství přeživších ponrav. To naznačuje, že by biouhel v obou případech mohl mít vliv na vitalitu ponrav. WORETA, SUKOVATA (2014) uvádějí, že se ponravy rodu *Melolontha* živí kořeny různých rostlin, nicméně to, ale neznamena, že by kvalita potravy neměla vliv na jejich život a růst. Ponravy mají raději kypřejší půdy, písčiny příliš vlhký substrát tak mohl rovněž přispět k jejich vyšší úmrtnosti.

Dále byla na sazenicích hodnocena i případná tvorba mykorhiz. Mykorhiza byla zjištěna pouze na malém množství sazenic. Po vyzvednutí ze substrátu většiny sazenic zůstal pouze kůlový kořen. Drobné vlásečnicové kořínky mohly díky vlhkému substrátu odumřít, anebo byly zlikvidovány ponravami. PEŠKOVÁ, SOUKUP (2006) ve své studii uvádějí, že počty mykorhizních špiček se určují na kořenech v průměru do 1 mm. V našem pokusu borové sazenice tyto vhodné kořínky do průměru 1 mm většinou postrádaly. KAPITOLA, HOLUŠA (2002) uvádějí, že nejmladší ponravy se živí hlavně humusem a jemnými kořínky, teprve až starší ponravy ožirají i silnější kořeny. Je tedy možné, že vhodné kořínky byly zlikvidovány ponravami.

Dalším hodnocenou charakteristikou bylo srovnání délky kořenů. Zde test u varianty biouhel prokázal, že sazenice po vyzvednutí měly kořen kratší než před založením pokusu. Ošetřené sazenice ($H=9,85$; $p<0,01$) oproti neošetřeným ($H=11,72$; $p<0,01$) prokázaly nižší hodnotu. Naopak u varianty biouhel + repelent nebyl rozdíl statisticky významný a příliš zřetelný. Ošetřené ($H=9,78$; $p<0,01$) sazenice měly nepatrně vyšší hodnotu oproti neošetřeným ($H=9,66$; $p<0,01$).

HNILIČKA (2006) uvádí, že kořeny jsou nejcitlivějším orgánem rostliny, které svými morfologickými vlastnostmi reagují podstatně citlivěji než nadzemní část. Z fyziologického hlediska mezi hlavní abiotické stresory, které nejvíce ovlivňují kořenový systém a ovlivňují zdravotní stav nadzemní část, patří sucho, nízké a extrémní pH, vysoká teplota, zasolená půda, nízká hladina živin a kombinace

uvedených vlivů. Rovněž přemokřený substrát může způsobit odumření kořenů a následně celých sazenic. Z našich výsledků není patrné, co zamezilo přirůstání kořenů, nebo zda jsou za to opravdu zodpovědné ponravy.

Dalším hodnoceným parametrem byla tloušťka krčku, která se neukázala jako významný parametr, sazenice byly pěstovány příliš krátkou dobu na to, aby se tento parametr výrazně projevil. REMEŠ et. al 2016 ve své studii hodnotí tloušťku krčku až po dvou letech. V našem případě to byly čtyři měsíce.

7 ZÁVĚR

Výsledky pokusu, který měl za cíl ověřit účinnost přípravků BR a BBR nejsou zcela jednoznačné. Hodnocenými parametry byla tloušťka krčku, délka nadzemní části, délka kořene, délka žíru, sušina kořenů a sušina nadzemní části. Jako nejvýznamnější parametr se ukázala délka vzniklého žíru. Zde vyhodnocení ukázalo statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými a neošetřenými sazenicemi u varianty BR. U varianty BBR, ale již nebyl rozdíl statisticky průkazný.

Dalším významným parametrem byla sušina kořenů. U varianty BR byla sušina kořenů u ošetřených sazenic výrazně vyšší oproti neošetřeným sazenicím, byl u nich zjištěn statisticky významný rozdíl. V případě varianty BBR byl také prokázán rozdíl mezi ošetřeným a neošetřenými sazenicemi, ale nebyl statisticky významný.

U zdravotního stavu sazenic byly prokázány nejlepší výsledky v případě kontroly, u sazenic variant BR a i BBR byl zjištěn horší zdravotní stav. Kontrola si vedla lépe i v případě parametru délka kořene. Kontrolní sazenice měly po vyzvednutí delší kořeny, než ostatní testované sazenice. V kontrolních truhlících bylo také nalezeno nejvíce přeživších ponrav. U varianty BBR nebyla přeživší ponrava nalezena ani jedna.

U parametru sušina nadzemní částí nebyly prokázány žádné statisticky významné rozdíly. Sušina byla v případě všech variant velmi podobná, podle tohoto parametru tedy nelze stanovit jednoznačný závěr, stejně jako u parametru tloušťka krčku, kde také nebyly shledány významné rozdíly.

V případě doporučení přípravku pro širší využití v praxi by bylo vhodné pokus s variantou BR znovu zopakovat s drobnými obměnami. Použité truhlíky by měly mít otvory pro lepší odvod přebytečné vody, aby použitý substrát nebyl tak vlhký a omezili bychom odumírání kořenů. Přípravky by bylo vhodné aplikovat formou přímého máčení kořenového systému sazenic, a to ihned před výsadbou sazenic,. Ponravy by bylo vhodné zapravit do půdy hned při výsadbě sazenic. Také by bylo možné doporučit sazenice z truhlíků vyzvednout za kratší časové období.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BOHÁČ, J. Biologie ochrany přírody pro agroekology. České Budějovice. 2013: 110.

ČECHOVÁ, L. Ochrana před klíšťaty a obtížným hmyzem. Praktické Lékárenství. 2009, 5 (4): 184-188.

DEDEK, P.; HORAL, D. O nesmrtelnosti tématu "chroust". Ochrana přírody. Péče o přírodu a krajinu. 2015, (3): 16-20.

EL-WAKEIL, N. Botanical Pesticides and their Mode of Action. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, (65): 125-149.

FRADIN, M. S.; DAY, J. F. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. 2002, 347 (1): 13-18.

GERÁKOVÁ, M. Aktuální situace pesticidů. Lesnická práce. 2009, 88 (1): 2.

GRYNDLER, M.; BALÁŽ, M.; HRŠELOVÁ, H.; JANSA, J.; VOSÁTKO, M. 2004. Mykorrhizní symbióza, o soužití hub s kořeny rostlin. Praha, Academia: 366.

HNILÍČKA, F. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2006, 2006: 300.

HOLUŠA, J.; WEISER, J. Biologické postupy boje s lesními škůdci. Zpravodaj ochrany lesa. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2005, (11): 18-23.

JANAUER, V. Pozemní aplikace přípravků na ochranu lesa-metody a technologie, trendy, praktické zkušenosti. Zpravodaj ochrany lesa. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2005, (11): 31-34.

JENÍK, J. (eds.) 2014. Roots and root systém of trees / Kořeny a kořání stromů. Opera rhizologica. Botanická zahrada Liberec: 331.

KAPITOLA, P.; HOLUŠA, J. Chrousti rodu *Melolontha* F. Lesnická práce. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2002, 81 (12): 4.

KLUSÁK, V., HOLLAN, J. Biouhel, alespoň stéblo naděje. *Veronica*. 2009, (5): 8.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J.; MODLINGER, R. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016. Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2016. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2016: 66.

KRATOCHVÍL, J.; LANDA, V.; NOVÁK, K.; SKUHRAVÝ, V. Chrousti a boj s nimi. Nakladatelství ČSAV Praha, 1953: 156.

MAREK, M.; HORSÁKOVÁ, I.; KRCHOV, R.; PUDIL, F.; MAREK, A.: Způsob výroby přípravku na bázi biouhlu pro podporu růstu rostlin, CZ Pat. 305666. 2015.

MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny. Přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin. Praha, 2003: 47-53.

MUŠKA, F.; KREJCAR, Z.; JAKL, A.; LAMPÍŘ, L.; ROŽNOVSKÝ, J.; MUŠKA, A. Škodlivé výskyty ponravy chrousta obecného na cukrové a krmné řepě na území ČR-historický přehled do roku 2008. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 2012, (9-10): 297-299.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. Review. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2006, 51 (4): 61–68.

REMEŠ, J; BÍLEK, L; JAHODA, M. Vliv přípravy půdy a hnojení dřevěným popelem na růst sazenice borovice lesní. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2016, 61 (3): 197-202.

SKRZECZ, I.; SOWIŃSKA, A.; JANISZEWSKI, W. Effects of botanical antifeedants on *Melolontha melolontha* grub feeding on Scots pine roots. *Folia Forestalia Polonica, series A* 2014, 56 (3): 135-140.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., DUŠEK, D. Výchova porostů borovice lesní. *Lesnický průvodce. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti*, 2013, (5): 23.

SUKOVATA, L., JAWORSKI, T., KOLK, A. Efficacy of *Brassica juncea* granulated seed meal against *Melolontha* vrube. *Industrial Crops and Products*. 2015, (70): 260-265.

ŠVESTKA, M.; BALEK, J. Ponravy chrosutů opět ohrožují lesní školky a kultury. *Lesnická práce*. 2003, (4): 24-25.

ŠVESTKA, M. Chrousti rodu *Melolontha* v lesích České republiky v období 2003 - 2011. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2012, 57 (3) : 217-229.

ŠVESTKA, M. Vývoj a využití letecké techniky v ochraně lesa ČR. *Zpravodaj ochrany lesa. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady*, 2005, (11): 35-42.

VLČEK, V.; POHANKA, M. Enviromentální aspekty užití organofosforových a karbamátových pesticidů schválených k užití v České republice. *Chemické listy*. 2011, (105): 908-912.

VOHNÍK, M. Wood Wide Web – Rostliny na síti. *Živa*. 2008, (5): 199-201.

WORETA, D. Control of cockchafer *Melolontha* spp. Grubs-A review of methods. *Folia Forestalia Polonica, series A*. 2015, 57 (1): 33-41.

WORETA, D.; SUKOVATA, L. Survival and growth of the *Melolontha* spp. grubs on the roots of the main forest tree species. *Leśne Prace Badawcze*. 2014, 75 (9): 375 -383.

ZAHRADNÍK, P. Úloha pesticidů v ochraně lesa. Zpravodaj ochrany lesa. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2005, (11): 11-17.

ZAHRADNÍKOVÁ, M.; ZAHRADNÍK, P. Změny v registraci přípravků na ochranu lesa pro rok 2016. Zpravodaj ochrany lesa. 2016, (19): 32-37.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015., vyd. Praha Ministerstvo zemědělství, 2016: 132.

Internetové zdroje

Biouhel. Biouhel [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: www.biouhel.cz

Borovice lesní (Pinus sylvestris L.). Biogeografie [online]. [cit. 2017-02-19].

Dostupné z:

https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_Pin_syl.html

Chroust maďalový jako významný škůdce lesních porostů. Lesy ČR [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.lesy-cr.cz/o-nas/casopis-lesu-zdar/Stranky/chroust-madalovy-jako-vyznamny-skudce-lesnich-porostu.aspx>

Chrousti rodu Melolontha. Les aktuálně [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.lesaktualne.cz/vyzkum/chrousti-rodu-melolontha>

Lovoflor NPK 4-2,5-3. Lovochemie, a.s. [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovo-flor-npk-4-2-5-3-3>

Využití hub v biologické ochraně rostlin proti škůdcům [online]. [cit. 2017-02-09] Dostupné z: <http://www.bio-info.cz/zpravy/vyuziti-hub-v-biologicke-ochrane-rostlin-proti-skudcum>

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Rozlišení stádií ponrav dle šířky hlavové schránky v mm

Tab. 2. Označení jednotlivých variant

Tab. 3. Mnohonásobné porovnání hodnocených parametrů sazenic borovice lesní u varianty BR, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 4. Mnohonásobné porovnání hodnocených parametrů sazenic borovice lesní varianty BBR, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 5. Mnohonásobné porovnání hodnot délky nadzemní části (cm) sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 6. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky nadzemní části (cm) sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Tab. 7. Mnohonásobné porovnání vzhledu nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 8. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot vzhledu nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Tab. 9. Mnohonásobné porovnání délky kořen sazenic borovice lesní po vyzvednutí varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 10. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky kořene po vyzvednutí sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Tab. 11. Mnohonásobné porovnání délky žíru sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 12. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot délky žíru sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

Tab. 13. Mnohonásobné porovnání sušiny kořenů sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 14. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot sušiny kořenů (sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$))

Tab. 15. Mnohonásobné porovnání sušiny nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR a kontrola, ošetřené a neošetřené sazenice

Tab. 16. Hodnoty p mnohonásobného porovnání hodnot nadzemní části sazenic borovice lesní varianty BR, BBR, ošetřené a neošetřené sazenice (červeně jsou vyznačeny signifikantní rozdíly tedy $p < 0,01$)

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Chroust obecný – *Melolontha melolontha* L.

Dostupné z: http://www.rydzi.cz/brouci/index.php?id_taxon=331

Obr. 2. Ponrava chrousta

Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/ponrava-larva-chrousta>

Obr. 3. Úživný žír dospělců chroustů rodu *Melolontha* na dubu

Dostupné z: <https://lesy.cz/wp-content/uploads/2016/12/chroust-madalovy>

Obr. 4. Postřik pomocí leteckého postřikovače

Dostupné z: www.postrikovaci-trysky.cz

Obr. 5. Čerstvě vysazené sazenice

Obr. 6. Založené varianty v jednotlivých truhlících

Obr. 7. Stav borových sazenic před vyzvednutím

Obr. 8. Tloušťka krčku borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 9. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 10. Délka kořene borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 11. Délka žíru na borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 12. Sušina kořenů borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 13. Sušina nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BR

Obr. 14. Tloušťka krčku borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 15. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 16. Délka nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 17. Délka žíru na borových sazenicích ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 18. Sušina kořenů borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 19. Sušina nadzemní části borových sazenic ošetřených a neošetřených u varianty BBR

Obr. 20. Délky nadzemních částí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianta BR i BBR

Obr. 21. Zdravotní stav nadzemních částí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianta BR i BBR

Obr. 22. Délka kořene po vyzvednutí borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, variant BR i BBR

Obr. 23. Délka žíru u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR

Obr. 24. Sušina kořenů u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR

Obr. 25. Sušina nadzemní části u borových sazenic ošetřených a neošetřených ve srovnání s kontrolami, varianty BR i BBR