EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Ants Nokkur

HARILIKU KUUSE ERINEVATE KULTIVEERIMISMATERJALITÜÜPIDE BIOMEETRILINE ANALÜÜS

BIOMETRICAL ANALYSIS OF DIFFERENT CULTIVATING MATERIAL TYPES OF NORWEGIAN SPRUCE

Bakalaureusetöö
Metsamajanduse õppekava

Juhendaja: lektor Andres Jäärats, MSc

Tartu 2016

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Ants Nokkur		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Hariliku kuuse erinevate kultiveerimismaterjalitüüpide biomeetriline analüüs			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 5	Tabeleid: 5	Lisasid: 18
Osakond:Metsakasvatus Uurimisvaldkond:Metsataimekasvatus Juhendaja(d):Lektor Andres Jäärats Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2016			

Antud töö uurimisteemaks on erinevate kasvumeetodite mõju hariliku kuuse taime parameetritele. Uurimuses kasutatud seemikuid ja istikuid mis on välitööde käigus kindla süsteemi järgi korjatud viiest erinevast taimlast. Esindatud on kolm RMK taimlat ning kaks erataimlat. Vaatluse all olid nii suletud juurekavaga taimed kui ka paljasjuursed taimed. Labortööde käigus mõõdeti erinevad parameetrid lähtudes varasemalt tehtud uuringutest. Taimed on kogutud ja mõõdistatud 2015. aasta sügis-talvel. Töö uurimus seisneb varem kogutud andmete MS Exceli keskkonna analüüsil, peamiselt keskmiste väärtuste ja hüpoteeside püstitamise toel.

Saadud tulemustest võib välja tuua suletud juurekavaga taimede tunduvalt väiksema võra laiuse parameetri, võrreldes pott-põld ja paljasjuursete taimede võraga. Püstitatud hüpoteesidest võib välja tuua kasvumeetodi mõju taime kõrguskasvule, nimelt võib välja lugeda, konteinertaime puhul selgeid kõrguskasvu erinevusi võrreldes pott-põld ja paljasjuursete taimedega. Samas vaadates Eesti metsataime tootmise hetkeseisu selget defitsiiti võib väita, et mõistlik on toota suletud juurekavaga seemikuid mille lühem kasvuiga leevendaks turul esinevat taimede puudust.

Metsa uuendamine, istutusmaterjal, paljasjuureline, konteinertaim

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014	Abstract of Bachelor's Thesis
Author: Ants Nokkur	Specialty: Foresrty

Title: Biometrical analysis of different cultivating material types of Norwegian spruce

Pages: 47	Figures: 5	Tables: 5	Appendixes: 18

Department: Department of silviculture
Field of research: Nursery Management
Supervisors: Lecturer Andres Jäärats
Place and date: Tartu, 2016

The aim of this study was effect of five different cultivation methods on *Picea abies*plants paramteres. Seedings and transplants used in present study had been collected from five different nurseries according to specific system during fieldwork. Three RMK nurseries and two private nurseries are represented. Containerized plants as well as bareroot plants were under the observation in the present work. During the experimental laboratory work different parameters were measured on the basis of previous reasearch done. The plants were collected and measured in autumn-winter in 2015. The study of this work consists of MS Excel environment data analysis of previously collected records, which mostly consists of mean values and setting of hypothesis. The results indicate that containerized plants have considerably minor crown width parameters in comparision with plug+2 system and bareroot plants crowns. The hypothesis set provide and opportunity to evaluate cultivation method impact on plant height growth – containerized seedlings show obvious difference in height growth compared to plug+2 system and bareroot plants. Keeping in mind the current deficit in forest plant production in Estonia it can be claimed that it is reasonable to produce containerized seedlings, which shorter growth age would alleviate the various drawbacks on the market at present time.

reforestaion, planting stock, bare-rooted, containerized

SISUKORD

1. HARILIKU KUUSE ISTUTUSMATERJALI TAIMEKASVATUSTEHNOLOOGIA 8
   1.1. Katmikala lauskülv 8
   1.2. Katmikala konteinerkülv 8
   1.3. Avamaa ridakülv 9
2. MATERJAL JA METOODIKA 11
   2.1. Välitööd 11
   2.2. Labortööd 11
3. ERINEVAT TÜÜPI KUUSE KULTIVEERIMISMATERJALI BIOMEETRILISED NÄITAJAD 13
   3.1. Taime kõrgus 13
   3.2. Juurekaela diameeter 14
   3.3. Viimase aasta juurdekasv 15
   3.4. Võra parameetrid 15
4. MAAPEALSE OSA KUIVMASS 17
5. MAA-ALUSE OSA KUIVMASS 18
6. VÕRDLUS VARASEMATE UURINGUTEGA 19
   6.1. Taime kõrgus 19
   6.2. Juurekaela diameeter 19
   6.3. Viimase aasta juurdekasv 20
   6.4. Võra parameetrid 21
   6.5. Maapealse osa kuivmass 21
   6.6. Maa-aluse osa kuivmass 21
7. KESKVÄÄRTUSTE VÕRDLUS 22
   7.1. Konteiner - ja pott-põld taime kõrguste võrdlus 22
   7.2. Konteiner- ja paljasjuurse taime kõrguskasvu võrdlus 22
   7.3. Paljasjuurse- ja pott-põld taime kõrguskasvu võrdlus 22
   7.4. Konteiner – ja pott-põld taime juurekaela diameetrite võrdlus 22
   7.5. Konteiner- ja paljasjuurse taime juurekaela diameetrite võrdlus 22
   7.6. Paljasjuurse – ja pott-põld taime juurekaela diameetri võrdlus 23
   7.7. Pott-põld ja paljasjuurse taime viimase aasta juurdekasvu võrdlus 23
   7.8. Konteiner- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi võrdlus 23

7.9. Konteinertaime- ja paljasjuurse taime maapealse kuivmassi võrdlus 23
7.10. Paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi võrdlus 24
7.11. Konteinertaime ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi võrdlus 24
7.12. Konteiner- ja paljasjuurse taime maa-aluse kuivmassi võrdlus..... 24
7.13. Paljasjuurse- ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi võrdlus..... 24
KOKKUVÕTE..... 25
SUMMARY 28
VIIDATUD ALLIKAD..... 31
LISAD 32
Lisa 1. Forest Planteri seemikute parameetrid 33
Lisa 2. Marana seemikute parameetrid 34
Lisa 3. Reiu taimla 3-aastase istiku parameetrid..... 36
Lisa 4. Räpina 3-aastaste istikute parameetrid 37
Lisa 5. Pärnumaa Kutsehariduskeskuse 4-aastased istikud..... 38
Lisa 6. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime kõrguse keskväärtuste võrdlus 39
Lisa 7. F-ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime kõrguse keskväärtuste võrdlus..... 40
Lisa 8. F- ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime kõrguse keskväärtuste võrdlus 41
Lisa 9. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus 42
Lisa 10. F- ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus 42
Lisa 11. F- ja T-test Paljasjuurse- ja pott-põld taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus 43
Lisa 12. F-ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime viimase aasta juurdekasvu keskväärtuste võrdlus..... 44
Lisa 13. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus . 45
Lisa 14. F- ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus 46
Lisa 15. F- ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus 47
Lisa 16. F-jaT-test konteinertaime ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuste võrdlus 48
Lisa 17. F-ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuse võrdlus 48
Lisa 18. F-ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuste võrdlus49

SISSEJUHATUS

Mets kui ökosüsteem on võimeline kasvama ka ilma inimese sekkumiseta. Metsa küpsuse saabudes on tulundusmetsades siiski oluline õigeaegne metsa majandamine. Küpse metsa raie kujutab endast vana metsapõlve lõppu. (Laas jt., 2011) Metsaseaduse kohaselt on ette nähtud metsa raie järgne uuenemine 10 aasta jooksul, metsa uuendamise kohustus on antud maa-ala omaval isikul. (Riigiteataja.ee 2016)

Eesti metsade puistute keskmine vanus on kohati küllaltki kõrge, meie metsades enim leiduva männi keskmine vanus 2014. Aasta seisuga on 73 aastat. (Aastaraamat 2014) vaadates puistute vanuste jooniseid võib märgata enamike puude vanuse kasvutrendi, millest võib eeldada ka suurenevat raiemahtu (Aastaraamat, 2014).

Lõppraie ja metsa uuendamine on lahutamatud. Uuendusraietest kõige kasulikum ning enamlevinud raieviis on lageraie, lageraie annab võimaluse kasvukohale sobiva eeluuenduse olemasolul selle kasvutingimuste paranemise ning õigeaegse kultiveerimise korral ka ühtlase vanusega metsapõlve. (Laas jt., 2011)

Uue metsapõlve kasvatamisel on mitmeid võimalusi, looduslikule uuendusele jätmine ning looduslikule uuendusele kaasaaitamine eeldab, et antud ala on võimeline iseseisvalt uuenema. Kõige optimaalsem uuendamise viis on metsa kultiveerimine, kultiveerimisel on oluline õige puuliigi valik, ning kindlasti ka kvaliteetse istutusmaterjali soetamine. Üldlevinud taimekasvatusmeetodite tulemusena on võimalik valida nii erineva vanuse kui ka juurekavaga taimi. Vanuse järgi võib eristada seemikuid ja istikuid ja heistreid, juurekava järgi paljasjuurelisi, konteinertaimi ja pott-põld taimi. Turustatavatele metsataimedele on kehtestatud seadusega ka miinimum mõõdud.

RMK taimlatest ja As Eesti Metsataimest realiseeriti 2014. Aastal kokku 22,2 miljonit taime, millest 18,5 miljonit istutati riigimetsa. Erametsaomanikele müüdi 2,6 miljonit ning 1,1 miljonit metsataime eksporditi. Erataimlatest osteti riigimetsa 0,6 miljonit taime. Uute metsaseemlate rajamiseks ja hooldamiseks kulus 126 000 eurot, mis jagunes taimede hooldamise, poogendite arendamise ja seemlate hooldamisele. (Aastaraamat, 2014)

Antud töös on käsitletud erinevate taimlate hariliku kuuse toodangut. Harilik kuusk suudab kasvada väga mitmesugustel muldadel: mineraalmuldadel alates peenliivadest, kuni

savideni ning turbamuldadel mis on keskmiselt ja hästi lagunenud. Niiskuse poolest ei sobi kuusele läbikuivavad mullad ega seisva veega mullad. Kuuse jaoks parimad mullad on ajutiselt märjad, samuti ka märjad mullad liikuva põhjaveega. Metsakultuure rajatakse eeskätt 4-aastaste istikutega, 1600-2500 taime hektarile. Esimesel 5-6 aastal on kuuse kasv küllaltki aeglane, kasvu maksimum saabub 15-25 aastaselt, kuid jätkub ka vanemas eas. (Laas, 2004)

1. HARILIKU KUUSE ISTUTUSMATERJALI TAIMEKASVATUSTEHNOLOOGIA

1.1. Katmikala lauskülv

Taimede kasvatamine katmikalal kas kasvuhoones või kattelooriga kaetud alal on tuntavaid eeliseid võrreldes avamaal kasvatatavatele taimedele. Katmikalal luuakse taime kasvamiseks kõige optimaalsemad tingimused, mille tulemusena kasvavad taimed ligi kaks korda kiiremini kui avamaal (ühe aastaga sama tulemus mis avamaal kahe aastaga). Eeliseks võib lugeda ka väiksema seemnekulu ning kasvukeskkonna parema kontrollitavuse. (Abiks metsataimekasvatajale, 2006)

Kasvusubstraadina kasutatakse külvil turvas, turba happeline reaktsioon ja vähene toitainesisaldus eeldab väetiste ja happelisuse alandajaid. Levinud kasutatav liitväetis on *Peat care* (Kemira Super, Turpeen y-lannos), happelisuse alandamiseks on sobilik dolomiidijahu või tolmpõlevkivituhk. Kasvusubstraadi sobilik pH hariliku kuuse kasvatamisel oleks 5,0. (Abiks metsataimekasvajatele, 2006)

1.2. Katmikala konteinerkülv

Esimene katse konteinertaimede kasvatamisel tehti Eestis 70-ndate aastate lõpul, katse tulemused olid küllaltki halvad, peamiseks põhjuseks istutusel kasutatud paberkotid mis ei lagunenud mullas.

Potitaimekasvatusega alustati uuesti 1995. Aastal Koerus, edasipidi hakkas potitaimede kasvatamine elavnema ning 2002. Aastal alustas tegevust As Eesti Metsataim, mille tegevus on orienteeritud potitaime kasvatusele. 2004. Aastaks oli potitaimede osatähtsus 18% 2005. Aastaks oli vastav näitaja juba 38%. Kuuse potitaimed on kultiveerimiseks küpsed 1-2 aastaselt. (Abiks metsakasvatusel 2006)

Suletud juurekavaga taimede kasvatamine nõuab võrreldes avamaaga rohkem investeeringuid ja teadmisi. Samas võib lugeda ette rida eelised: ühtlane taime kvaliteet, tootmine sõltub vähem ilmastikust ning kergem istutada ja head

istutustulemused. Peamiseks miinuseks on mehhanismide vajadus mis nõuab suuri investeeringuid. Parima kasvusubstraadi 1 liitri kaal on 60-80kg, niiskusesisaldus 40-50%. Oluline on saavutada õige mulla pH väärtus, mis on sarnane avamaal kasutatava substraadi reaktsiooniga. Sobiva substraadi saamiseks segatakse freesturba ühte kuupmeetrisse üldjuhul 1-2kg dolomiidijahu, väetist 0-8-1,2kg. Õige pH väärtuse saavutamine on oluline, kuna kõrgema pH väärtusega substraadil kasvavad intensiivselt maksasamblad, mis konkureerivad potitaimedega. Liialt kõrge pH loob ka tingimused tõusmepõletiku tekkeks (Abiks metstaimekasvatajale, 2006).

Konteinertaimede kasvatamiseks sobilik kasvusubstraat on vähelagunenud heleda värvusega freesturvas, kuna turvas on võimeline siduma vett ja toitaineid (Abiks metsataimekasvatajale, 2006). Istutuskastidena kasutatakse kõvast plastikust pikilõhedega potte, lõhed soodustavad nn „õhkpügamist“ tänu millele juured kastis tihenevad. Hariliku kuuse taimede kasvatamisel on kasutusel kahte tüüpi konteinereid: 8 x 8 pesaga PL64 konteiner kuni 2. Aastase kuuse jaoks ning 7 x 7 PL49. Taime mõõtmed sõltuvad poti tüübist ja kasvatamise kestvusest (Laas jt., 2011).

Mida väiksem taim seda sobivam suviseks istutuseks, kuid seda tundlikum on taim ilmastiku tingimuste ja rohttaimede suhtes (Laas jt., 2011).

1.3. Avamaa ridakülv

Ridakülvi puhul taimed risti või piki peenart ühtlaste vahedega, kuna tööd on mehhaniseeritud kasutatakse ridakülvi piki peenart. Piki peenart kasvatatavaid taimi on võimalik hooldada ridade vahelt, mis parandab taimede kasvutingimusi (mulla õhustatus ja niiskus) (Põllumäe, 2007).

Avamaa külvi kõige optimaalsem aeg on kevadel, mai I dekaadi lõpus või II alguses. Kuuse kasvuks sobiv mulla temperatuur 3-5 cm sügavusel peaks olema vähemalt 5-6 C°, liiga külma temperatuuri korral võivad seemned mädaneda.

Okaspuu optimaalne külvinorm on 250 seemet külvirea jooksvale meetrile. Kuuse seemet kulub jooksvale meetrile ligikaudu 1,8-2,5 g. Olulist rolli mängib ka külvi tihedus, liiga tiheda külvi korral on taimed nõrgad, samas hõreda külvi korral on seemiku omahind kõrge. Okaspuu külvirenni laius 4-6 cm, Eestis on kasutusel Litva, Saxonia Egedal külvikud. Harilik kuuse puhul on oluline seemnete õige kattematerjal

kuna seemned on külvsügavuse suhtes tundlikud. Sobilik kattematerjal on peenramuld, peenramulla ja liiva või turba ja peenramulla segu (Abiks metsataimekasvatajale, 2006).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Välitööd

Välitööde käigus võeti analüüsitaimed kolmest RMK taimlast ja kahest erataimlast. Vaatluse all oli nii konteinertaimi kui paljasjuurelisi taimi kasvatatavad taimlad. Analüüsitaimed valiti kahest konteinertaimlast (RMK Marana ja OÜ ForestPlanter) ja kolm avamaataimlat (RMK Reiu, RMK Räpina ja Pärnumaa Kutsehariduskeskus). Avamaataimed jagunesid veel pott+põld, kui paljasjuurelisteks taimedeks (Pärnumaa Kutsehariduskeskus).

Taimed kaevati kasvatuspeenrast välja juhuslikult, viierealisest peenrast keskmiselt realt. Liiguti põllul mööda diagonaali ja iga 15m tagant võeti analüüsitaim. Konteinertaimed valiti 10-st kasvatuskastist, objekti kohta 50 taime, igast kastist juhulikult 5 taime.

Analüüsitaimedel juured pesti ja suunati laborisse mõõtmiseks.

2.2. Labortööd

Laboratoorsed mõõtmised on teostatud 2015. Aasta sügis-talvel. Mõõtmiste jaoks valitud kuuse seemikud ja istikud on valitud juhuslikult orienteeruvalt 50 taime viiest erinevast taimlast. Erinevate taimlate toodangu kasvatamisel on kasutatud erinevaid kasvatusmeetodeid.

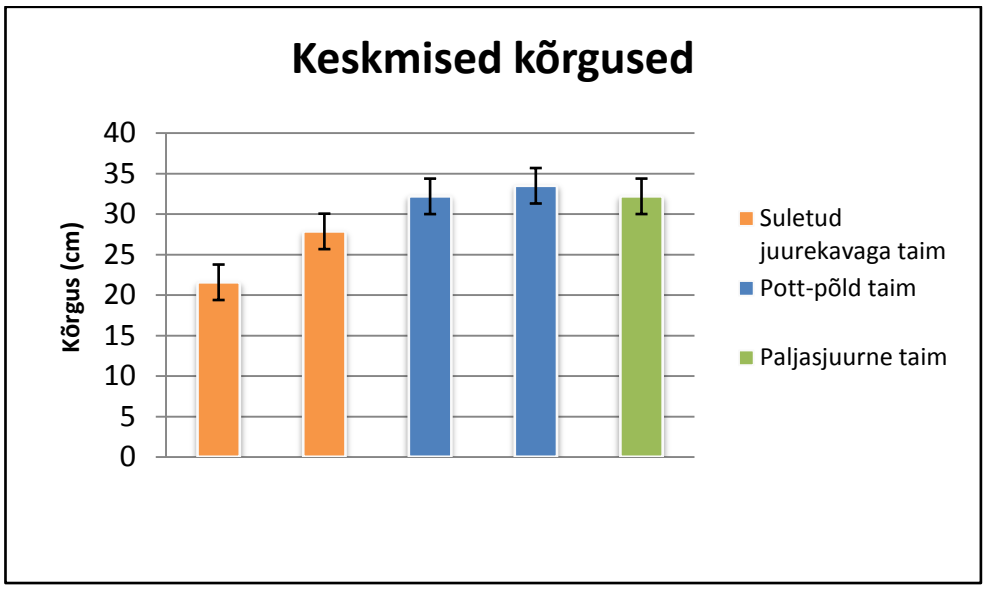
Taimede mõõdistamine viidi läbi Eesti Maaülikooli bioproduktsiooni laboris 2015. Aastal. Mõõdeti juurekaela läbimõõtu, taime pikkust juurekaelast, viimase aasta juurdekasvu, juurte pikkust ning potitaimedel ankru laiust. Mõõdeti ka võra pikkust (võra laiem koht ladvapungast) ning võra laiust. Mõõtmisel kasutasin peamiselt mõõdulinti ning juurekaela ja külgjuurte mõõtmisel nihikut. Peale parameetrite mõõdistamist eemaldasin kääridega juured ning viimase aasta juurdekasvu ning kuivatasin taimed paberkotis 65 °C juures kuumkapis. Peale kuivatamist kaalusin

taimed digitaalkaaluga 0,01 g täpsusega, vajadusel tuli kasutada sõelu üleliigse mulla ja liiva eemaldamiseks. Kuivmassidest kaalusin eraldi viimase aasta juurdekasvu ja kogu tüve kuivkaalu, lisaks veel juurte ja okaste kuivmass. Mõõdetud parameetrid kandsin paberkandjale ning hiljem töötlesin MS Excel-i keskkonnas.

3. ERINEVAT TÜÜPI KUUSE KULTIVEERIMISMATERJALI BIOMEETRILISED NÄITAJAD

3.1. Taime kõrgus

Taime kõrgus on näitaja, mis algab juurekaelast ning lõppeb ladvapunga tipuga. Taimede kõrgus on oluline kvaliteedinäitaja, turustatavatele taimedele on kehtestatud Eestis kehtestatud minimaalsed standardid. Nõuded on kehtestatud eraldi paljasjuureliste ning suletud juurekavaga taimedele. Vastavalt määrusele, kuni 2.aastase hariliku kuuse paljasjuurse seemiku minimaalne pikkus 8 cm. Kuni 5 aastase istiku minimaalne kõrgus on 22 cm. Suletud juurekavaga taimedel vastav standard järgmine, kuni 14 kuu vanune taim peab olema minimaalselt 8 cm pikkune, 25 kuune harilik kuusk minimaalselt 18 cm pikkune. Töös mõõdetud taimede kõrguse ülevaate annab joonis 1.



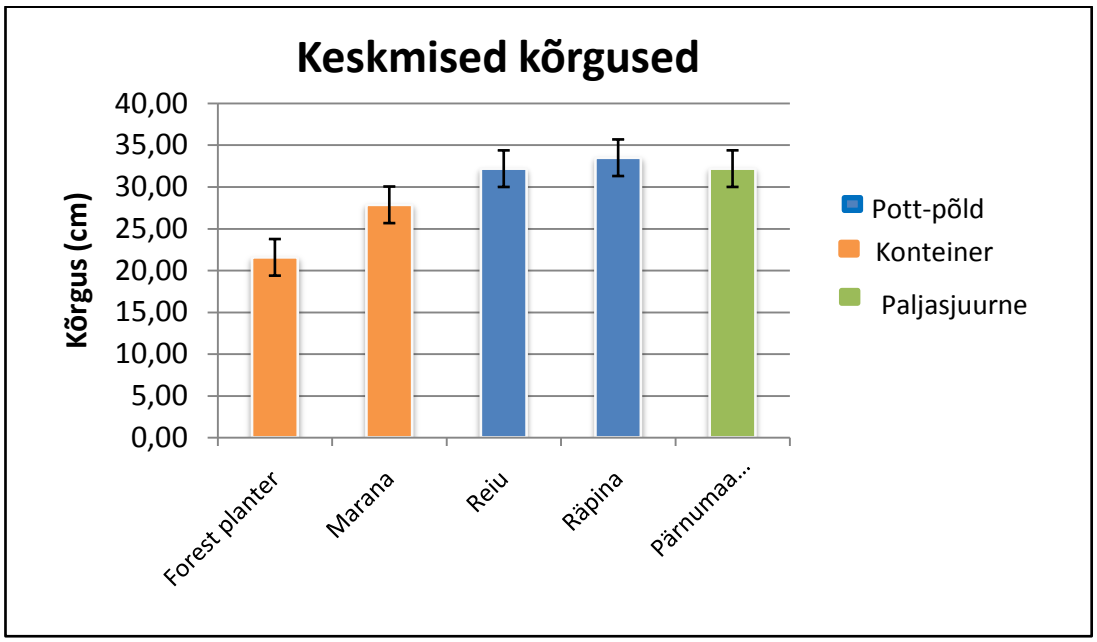
Joonis 1. Kuuse taimede keskmised kõrgused

Suletud juurekavaga Forest Planteri taimede keskmine kõrgus oli 21,56 cm, 91% taimedest vastas määrusega kehtestatud standarditele. Sama vanusega Marana

toodangu keskmine kõrgus 27,85 cm, ning 100% taimedest jäid lubatud piiridesse. 3-aastaste Räpina pott-põld taimede keskmine kõrgus oli 33,5 cm, taimedest 94% vastasid määratud normidele. Reiu taimla 3-aastase pott-põld süsteemiga kasvatatud taimede keskmine kõrgus 32,2 cm, millest 94% vastasid standardile. 4-aastaste Pärnumaa Kutsehariduskeskuse kuuseistikutest 96% vastasid standardile, keskmine kõrgus 32,2 cm.

3.2. Juurekaela diameeter

Sarnaselt kõrgusele, on oluline kvaliteedi näitaja ka juurekaela diameeter. Juurekael on taimel maapealse ja maa-aluse osa vahel. Sarnaselt kõrgusele on ka juurekaelale esitatud miinimumnõuded, vastavalt riigiteataja määrusele on 2-aastase kuuse seemiku juurekaela minimaalne läbimõõt 2 mm, kuni 5-aastasel istikul 4 mm. Suletud juurekavaga taimedele pole määratud minimaalseid juurekaela diameetreid, määratletud on maksimaalne kasvatamise tihedus. Vastavad näitajad on 14 kuusel hariliku kuuse taimel 1000 taime ruutmeetril, 25 kuuse taimel vastavalt 600 taime ruutmeetril (Riigiteataja, 2016)



Joonis 2. Kuuse taimede keskmised diameetrid

Suletud juurekavaga Forest Planteri ning Marana keskmised juurekaela läbimõõdud on vastavalt 3,78 ja 4,29 mm. Reiu ja Räpina pott-põld taimede keskmised näitajad on vastavalt 6,31g ja 6,76g ning Pärnumaa kutsehariduskeskuse paljasjuursete taimede 7,84. Kõik istikud vastavad määrusega kehtestatud normidele.

3.3. Viimase aasta juurdekasv

Viimase aasta juurdekasvu all on mõeldud viimase aasta ladva kasvu. Viimase aasta juurdekasv on kõrguskasvu dünaamika oluline näitaja. 4-aastase istiku viimase aasta kõrguse juurdekasv peaks olema ligi 50% taime üldkõrgusest seega, 4-aastase taime viimase aasta juurdekasv peaks olema võimalikult sarnane kolme esimese aasta kõrguskasvude summale (Jäärats, 2004)

Võrreldes mõõdetud taimede viimase aasta ladvakasvu ning üldkasvu selgub, et kõige parema kasvuga taimed on Marana suletud juurekavaga kuuseseemikud mis on kasvanud katmikalal. Kõige kehvema viimase aasta juurdekasvuga taimed on Räpina pott-põld kuuseistikud. 4-aastaste Pärnumaa Kutsehariduskeskuse istikute viimase aasta kasvu ja üldkasvu suhe on 51,4%. Ülevaate viimase aasta kasvu protsendi kogu kasvust taimla kohta annab tabel 1.

Tabel 1. Viimase aasta juurdekasvu osakaal

Forest Planter	55,7%
Marana	63,2%
Reiu	45,2%
Räpina	41,3%
Pärnumaa Kutsehariduskeskus	41,3%

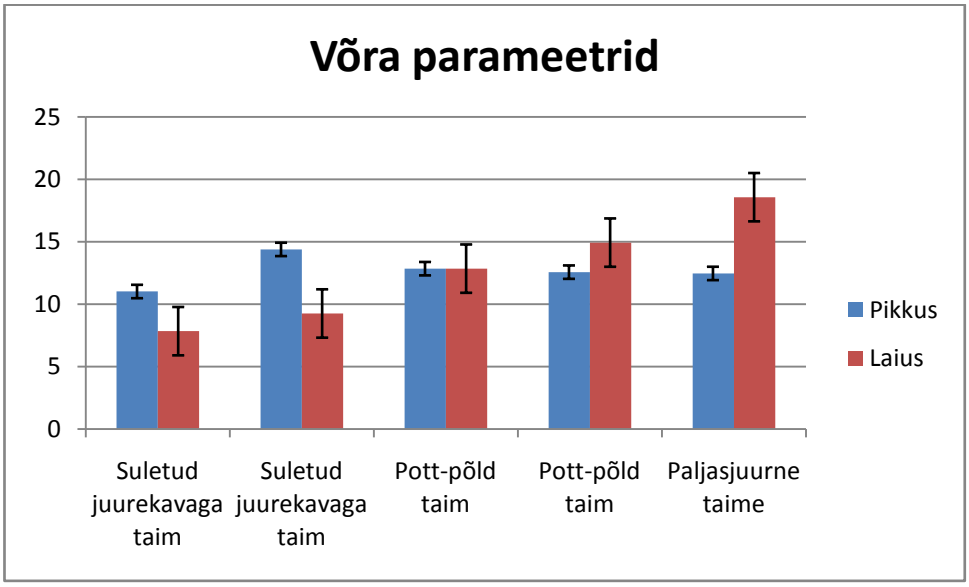
.

3.4. Võra parameetrid

Võra parameetritest on mõõdetud võra laius ja pikkus (võra kõige laiemast kohast). Vaadates joonis X võib väita, et suletud juurekavaga taime võra laius on keskmiselt kaks korda kitsam kui paljasjuurelise taime võra laius. Võra pikkused (võra kõige laiemast kohast) olenevalt kasvumeetodist on enam jaolt sarnased.

Tabel 2. Võra laius ja pikkus

Juurekava tüüp	pikkus	laius
Suletud juurekavaga taim	11 cm	7,8 cm
Suletud juurekavaga taim	14,4 cm	9,3 cm
Pott-põld taim	12,8 cm	12,8 cm
Pott-põld taim	12,6 cm	14,9 cm
Paljasjuurne taim	12,5 cm	18,6 cm

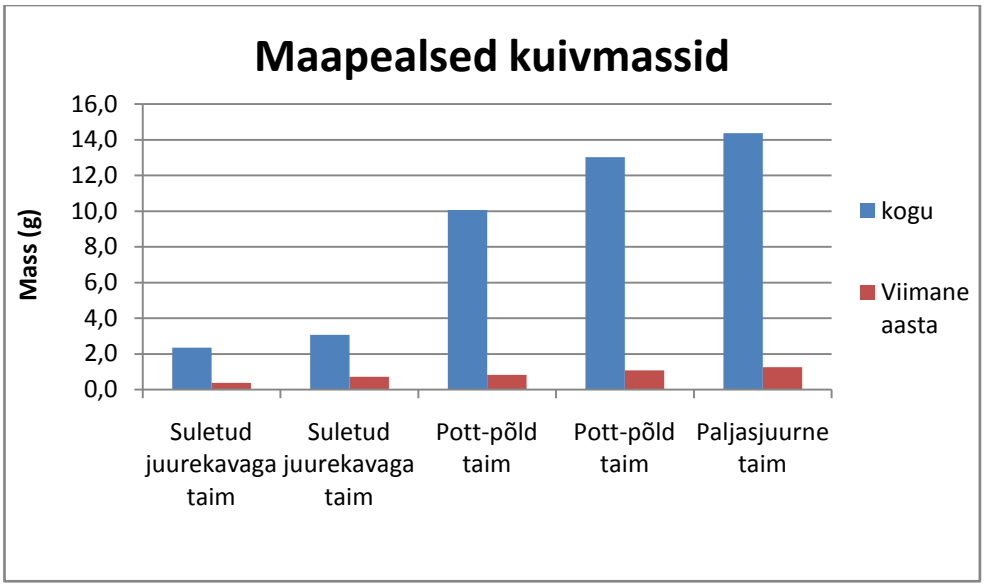


Joonis 3. Kuuse taimede keskmised parameetrid

Võra pikkuste ja laiuste jaotumist kultiveerimismaterjalitüüpide kaupa iseloomustab joonis 3. ja tabel 2. Märkimisväärne on suletud juurekavaga taime võra laius.

4. MAAPEALSE OSA KUIVMASS

Maa-pealse kuivmassi moodustavad tüvi, külgvõrsed, ladvavõrse ning okkad. Kuivmassidele pole välja töödatud standardeid, peamiselt mõõdetakse kuivmasse teadustööde raames kuna antud tööprotsess on küllaltki aeganõudev (Jäärats, 2004).

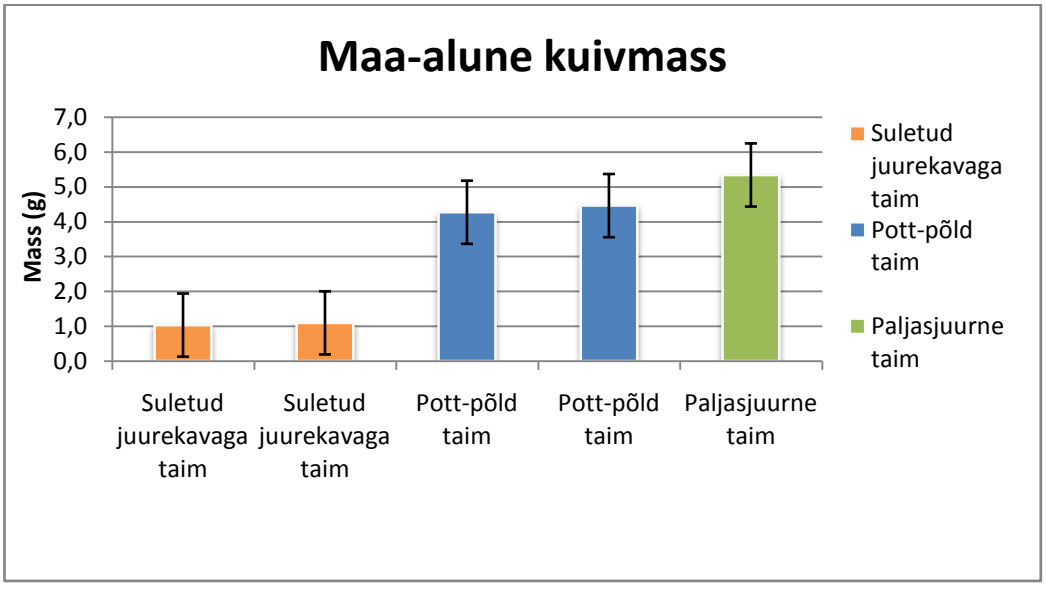


Joonis 4. Maapealsed kuivmassid

Maapealsete kuivmasside keskmised näitajad on välja toodud joonisel 4. Suurima maapealse kuivmassi moodustavad 4-aastased paljasjuursed istikud.

5. MAA-ALUSE OSA KUIVMASS

Keskmised maa-alused kuivmassid erinesid kultiveerimismaterjalitüübi lõikes tunduvalt. Suletud juurekavaga Forest Planteri ja Marana taimla hariliku kuuse toodangu vahe oli küllaltki minimaalne, näidud vastavalt 1,032 grammi ja 1,096g. 3-aastase pott-põld taime ja 2-aastase konteinertaime juurte kuivmassist kordades suurem. Pott-põld taime juurte kuivmass on 4,1 korda suurem kui Forest Planteri seemikutel, Maranaga võrreldes on vahe ligi 3,9 kordne. Märgatav vahe on paljasjuurelise ja suletud juurekavaga taimede kuivmassides. Räpina pott-põld taime juured on võrreldes Forest Planteriga 4,3 korda suurema massiga, Marana taimla toodangust on sama võrdluse juures 4 korda suurema massiga. 4-aastase Pärnu kutsehariduskeskuse istikute juurte kuivmassid on võrreldes konteinertaimedega 5,1 (Forest Planter) ja 4,8 (Marana) kordse vahega. Pott-põld ja paljasjuureliste vahe nii märgatav pole, vastavad näitajad 4,27; 4,46 ja 5,34.



Joonis 5. Maa-alused kuivmassid

6. VÕRDLUS VARASEMATE UURINGUTEGA

Varasemalt on erinevate lõputööde raames koostatud mitmeid sarnaseid uurimusi. Erinevate taimlate toodangut on varem mõõtnud ja analüüsinud Jäärats ja Roos.

6.1. Taime kõrgus

2-aastase suletud juurekavaga seemikute keskmised kõrgused antud töös olid 21,56 ja 27,85 cm, 2004. aastal Jääratsi poolt uuritud sarnaste taimede keskmine näitaja jäi vahemikku 23,3 kuni 32,3 cm (Jäärats, 2004). 3-aastaste pott-põld taimede keskmine näitaja oli 32,17-33,7 cm, Roosi 2015. aastal koostatud töös mõõdeti 3-aastaste pott-põld taimede keskmisi näitajad mis oli kasvatatud klaas- ja kilega kaetud katmikalal, vastavad nätajad jäid vahemikku 38,4-42,9 cm. 4-aastase paljasjuurse istiku keskmine tulemus oli 32,18 cm, sarnase taime Jääratsi töös mõõdetud parameetrid jäid vahemikku 25,3-36,6 cm (Jäärats, 2004).

Tabel 3. Kõrguste võrdlus

Juurekava tüüp	Nokkur,2016	Jäärats, 2004	Roos, 2015
Suletud juurekavaga taim 2-a	21,56 -27,85 cm	23,3-32,3 cm	
Pott-põld taim 3-a	32,17 -33,7 cm		38,4-42,9 cm
Paljasjuurne taim 4-a	32,18 cm	23,6-36,6 cm	

6.2. Juurekaela diameeter

2-aastase Forest Planteri ja Marana konteinertaimede keskmised diameetrid on vastavalt 3,78 mm ja 4,29 mm. 2004. aastal Jääratsi poolt koostatud töös saadi sarnase taime keskmiseks diameetriks 3,2-4,1 mm (Jäärats, 2004). Reiu ja Räpina taimla 3-aastased pott-põld istikute keskmised diameetrid oli 6,31 mm ja 6,76 mm, Roosi töös mõõdetud klaas- ja kilega kaetud katmikala diameetrid olid tunduvalt suuremad, vastavalt 6,8 ± 0,1mm ja 7,5 ± 0,1 mm (Roos, 2015). 4-aastaste paljasjuursete Pärnumaa Kutsehariduskeskuse toodangu keskmine juurekaela diameeter oli 7,84 mm.

Jääratsi töös kasutatud mitme erineva taimla 4-aastate kuuseistikute keskmine diameeter jäi vahemikku 5,7-8,2 mm (Jäärats, 2004).

Tabel 4. Juurekaela diameetrite võrdlus

Juurekava tüüp	Nokkur,2016	Jäärats, 2004	Roos, 2015
Suletud juurekavaga taim 2-a	3,78-4,29 mm	3,2-4,1 mm	
Pott-põld taim 3-a	6,31-6,76 mm		6,76-7,50 mm
Paljasjuurne taim 4-a	7,84 mm	5,7-8,2 mm	

Juurekaelu võrreldes võib väita, et varem mõõdetud töödes on saadud suuremad tulemused just istikute valdkonnas. Seemikute parameetrid jäid varasemate mõõtmistega sarnasesse vahemikku.

6.3. Viimase aasta juurdekasv

Viimase aasta kõrguskasv peaks ideaalis olema 50% 4-aastase istiku üldkasvust, kui antud protsent on tunduvalt suurem, on taim väljaveninud (Roos, 2015).

Antud töös mõõdetud 2-aastaste Forest Planteri ja Marana konteinertaimede vastavad protsendid oli 55,7% ja 63,3 %. Jääratsi töös oli sarnasel taimel vastav näitaja 80-81% (Jäärats, 2004). 3-aastaste Reiu pott-põld taimede viimase aasta osakaalu protsent oli 45,2 %, Roosi töös mõõdetud taimede vastav protsent oli tunduvalt suurem, 69,4% klaasmajas kasvatatud ja 63,5% kilega kaetud katmikalal (Roos, 2015). Antud näitaja kõige olulisem, 4-aastaste Pärnumaa Kutsehariduskeskuse istikute viimase aasta osakaal oli 41,3%. Sarnaste taimede protsent Jääratsi töös jäi vahemikku 25-59% (Jäärats, 2004).

Tabel 5. Viimase aasta juurdekasvude võrdlus

Juurekava tüüp	Nokkur,2016	Jäärats, 2004	Roos, 2015
Suletud juurekavaga taim 2-a	55,7-63,3 %	80-81%	
Pott-põld taim 3-a	41,1-45,3%		63,5-69,4%
Paljasjuurne taim 4-a	41,3%	25-59%	

Viimase aasta juurdekasvude osakaal terve tüve kasvus on varasemates töödes olnud tunduvalt suurem, täpsema võrdluse annab tabel 5.

6.4. Võra parameetrid

Antud töös mõõdetud võra parameetreid kahjuks varasemate tulemustega võrrelda ei olnud võimalik kuna sarnaste parameetritega mõõdetud tulemusi polud võimalik leida.

6.5. Maapealse osa kuivmass

2-aastaste suletud juurekavaga seemikute antud töös kaalutud kuivmass oli 2,3g ja 3,0g. Sarnaste taimede keskmine näitaja Jääratsi töös oli 2,5g (Jäärats, 2004). 3-aastaseid pott-põld taimedele pole võrdluseks sobivaid andmeid leida. 4-aastaste istikute keskmine näitaja antud töös on 14,4g, Jääratsi töös mõõdetud 4-aastaste istikute keskmine mass oli väiksem, 11,8 g (Jäärats, 2004).

6.6. Maa-aluse osa kuivmass

Forest Planter ja Marana 2-aastaste seemikute keskmine juurte mass vastavalt 1,0g ja 1,1g, Jääratsi töös kaalutud taimede keskmine näitaja on praktiliselt sama, 1,0g (Jäärats, 2004). Sarnaselt maapealse osa kuivmassile ei ole 3-aastaste pott-põld taimedele võrdluseks andmeid. 4-aastase kuuse istiku maa-alune kuivmass on antud töös 5,34g, sarnaselt 2-aastaste seemikutega on ka 4-aastaste istikute keskmine kaal Jääratsi töös küllaltki lähedane, vastav näitaja 5,2g (Jäärats, 2004).

7. KESKVÄÄRTUSTE VÕRDLUS

7.1. Konteiner - ja pott-põld taime kõrguste võrdlus

Püstitatud hüpotees on tõestatud kuna olulisuse tõenäosus on väiksem kui olulisuse nivoo (t-statistik<0,05).Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaimede ja pott-põld taimede kasv on usaldusväärselt erinev (Kiviste, 2007).Täpsema ülevaate arvutustest annab lisa 6.

7.2. Konteiner- ja paljasjuurse taime kõrguskasvu võrdlus

Püstitatud hüpotees on tõestatud kuna olulise tõenäosus on väiksem kui olulisuse nivoo (t-statistik<0,05). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaimede ja pott-põldtaimede võrdlus on usaldusväärselt erinev (Kiviste, 2007). Täpsema ülevaate arvutustest annab lisa 7.

7.3. Paljasjuurse- ja pott-põld taime kõrguskasvu võrdlus

Püstitatud hüpotees ei leidnud kinnitust, oluisuse nivoo on väiksem kui olulisuse tõenäosus (0,05<t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib öelda, et paljasjuurse ja pott-põld taime tüvekasv ei ole oluliselt erinev (Kiviste, 2007). Täpsema ülevaate arvutustest annab lisa 8.

7.4. Konteiner – ja pott-põld taime juurekaela diameetrite võrdlus

Püstitatud hüpotees leidis kinnitust, kuna olulisuse nivoo on suurem olulisuse tõenäosusest (0,05>t-statistikust). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaime ja pott-põld taime diameetrid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Täpsema ülevaate arvutustest annab lisa 9.

7.5. Konteiner- ja paljasjuurse taime juurekaela diameetrite võrdlus

Püstitatud hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaimede ja paljasjuursete

juurekaela diameetrid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Arvutuste ülevaate annab lisa 10.

7.6. Paljasjuurse – ja pott-põld taime juurekaela diameetri võrdlus

Püstitatud hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistikust). Hüpoteesi põhjal võib väita, et paljasjuurse- ja pott-põld taime diameetrid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Arvutuste ülevaate annab lisa 11.

7.7. Pott-põld ja paljasjuurse taime viimase aasta juurdekasvu võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et paljasjuurse- ja pott-põld taime viimase aasta juurdekasvude pikkused on usaldusväärselt erinevad. (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustele annab lisa 12.

7.8. Konteiner- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealsed kuivmassid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustest annab lisa 13.

7.9. Konteinertaime- ja paljasjuurse taime maapealse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaime ja paljasjuurse taime maapealsed kuivmassid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustest annab lisa 14.

7.10. Paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealsed kuivmassid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustele annab lisa 15.

7.11. Konteinertaime ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteinertaime ja pott-põld taime maa-alused kuivmassid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustest annab lisa 16.

7.12. Konteiner- ja paljasjuurse taime maa-aluse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et konteiner- ja paljasjuurse taime maa-alused kuivmassid on usaldusväärselt erinevad (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustest annab lisa 17.

7.13. Paljasjuurse- ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi võrdlus

Hüpotees leidis kinnitust, olulisuse nivoo on suurem kui olulisuse tõenäosus (0,05>t-statistik). Hüpoteesi põhjal võib väita, et paljasuurse taime ja pott-põld taime juurete kuivmass on usaldusväärselt erinev (Kiviste, 2007). Ülevaate arvutustest annab lisa 18.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö uurimisobjektiks oli võrrelda viie erineva taimla erinevate kasvatusmeetoditega kasvatatud hariliku kuuse toodangu parameetreid. Parameetrite valik tulenes minimaalsetest standarditest, mis on kehtestatud Eestis turustatavatele taimedele. Võrreldavad näitajad olid juurekaela diameeter ja taime kõrgus. Lisaks sellele ka võra pikkus ja laius ning viimase aasta juurdekasv, mis on mõlemad olulised hindamaks taime elujõulisust.

Tänapäeval on Eestis suurimaks metsataime tootjaks Riigimetsa Majandamise Keskus, mis valdab kokku seitset taimlat. Nende koosseisu kuulub ka Marana, Reiu ja Räpina taimla mille toodangut on inventeeritud ka antud bakalaureusetöös. Lisaks eelnimetatud kolmele taimlale vaadeldi antud töös ka Forest Planter ja Pärnumaa Kutsehariduskeskuse taimlaid.

2014. aastal tehti Eestis metsauuendustöid kokku 8012,0 hektaril, kusjuures 48% istutatud puudest olid kuused. Eramaa kohta puuduvad sama aasta kohta analoogsed arvulised näitajad (Aastaraamat Mets, 2014). Käesolevas töös uuritud hariliku kuuse taimed olid järgnevad: kaheaastased konteinertaimed, kolmeaastased pott-põld taimed ning nelja-aastased paljasjuursed istikud. Viie taimla peale mõõdeti kokku 258 taime, millest vastavalt moodustasid 106 suletud juurekavaga, 102 pott-põld ja 50 paljasjuursed taimed.

Ülalnimetatud juurekavadega taimi on Eestis kasvatatud juba pikka aega, kuid paljasjuursete taimede kasvatamisel on saavutatud juba üsna pikaajaline kogemus. Suletud juurekavaga kultiveerimismaterjali kasvatamisega alustati 1980. aastatel kuid esimesed proovid olid negatiivsed. Konteinertaimede tootmise katseid alustati uuesti 1995. aastal Koeru taimlas (Jäärats, 2004).

Kultuuri rajamisel ja kasvatamisel on istutusmaterjali valikul määrav sobiva ja kvaliteetse taime valik – tõhusaim on istutada taimi, mis on minimaalse arvu kasvu segavate faktoritega. Taime konkurentsivõime hindamisel mängib olulist rolli taime suurus, aga ka kasvutehnoloogia, seemne päritolu ja taimla asukoht. Teatavasti on suurem taim vastupidavam füüsilistele kahjustustele, näiteks putukkahjurite, lume või muude taime kasvu füüsiliselt segavatele faktoritele (Jäärats, 2004).

Taime parameetrid sõltuvad suurel määral kasvutehnoloogiast, seemne päritolust ja taimla asukohast. Antud töös uuritud seemikud ja istikud on kasvatatud erinevaid kasvumeetodeid kasutades (konteiner, paljasjuurne).

Võrreldes hariliku kuuse taimlate toodangut kehtestatud standarditega võib öelda, et Eestis kasvatatud taimed vastavad standarditele (Jäärats, 2004), sest eksperimentaalselt mõõdetud taimede toodang vastas 91-100% kehtestatud standarditele. Veelgi enam, eraldi nõuded on ka suletud ja paljasjuurelistel taimedel, taime vanuse järgi eristatakse ka seemikuid ja istikuid (harilikul kuusel kuni 2-aastane) ja istikuteks (kuni 5-aastane) (Kultiveerimismaterjali kategooriad).

Mõõdetud pott-põld taimed vastasid 94% määrusega kehtestatud normidele ning 4-aastased Pärnumaa Kutsehariduskeskuse paljasjuursetest taimedest vastasid standaridle 96%. Varem koostatud uurimustööde raames pole standarditele vastavust protsentuaalselt määratud ning aastate jooksul on seaduses olnud ka muudatusi. Samas keskmiseid kõrguseid võrreldes võib väita, et varem mõõdistatud taimed on olnud mõnevõrra suuremad. Taimede suuruse varieeruvuse peamiseks mõjutajaks on ilmastik.

Uuritud parameetritest võrreldi taime üldist kõguskasvu võrreldes erinevaid kasvumeetodite paare. Loodi hüpotees võrdlemaks konteinertaim ja pott-põld; pott-põld ja paljasjuurse; konteiner ja paljasjuurse kasvumeetodi mõju taime kõrguskasvu. Ainus paar, milles keskväärtuste tulemid ei olnud usaldusväärselt erinevad oli pott-põld ja paljasjuursete taimede võrdlus.

Teine oluline näitaja taime kvaliteeti silmas pidades on juurekaela diameeter. Suurem juurekael viitab taime paremale stressitaluvusele ning teaduslikult on tõestatud suurema juurekaelaga taimede väiksem risk kärsakate kahjustuste vastuvõtlikkuse osas (Roos, 2015). Eksperimentaalselt mõõdetud juurekaela diameetreid võrreldi erinevate kasvumeetodite raames hüpoteesidega. Nende tulemusena leidis kinnitust, et erinevate kasvumeetoditega kasvatatud taimede juurekaela diameetrid on usaldusväärselt erinevad.

Järgmine oluline taime elujõulisuse näitaja on ka võra pikkus (laiemast kohast) ja laius. Allikatele toetudes võib väita, et suure võra esinemine on pigem negatiivne faktor, sest liialt suure võraga taimed kannatavad transpiratsiooni teel (Jäärats, 2004). Võrdlusmoment

antud töö tulemustega varasemate tööde põhjal puudub, kuid mõõdetud parameetrite järgi võib järeldada, et suletud juurekavaga taimede võra on oluliselt kitsam.

Viimase aasta juurdekasv, mis on oluline parameeter taime elujõulisuse hindamisel, peaks olema võimalikult lähedane kogu tüve kasvule. Kirjanduse andmeil peaks nelja-aastase kuuse istiku viimase aasta kasv moodustama 50% viimase aasta kasvust (Roos, 2015). Antud töös mõõdetud viimase aasta kasvude põhjal võib väita, et suurima kasvuga on 2-aastased seemikud - Marana taimla seemikute viimase aasta kasv moodustas üldkasvust 63%. Varasemate uuringute raames tehtud sarnaste uurimuste raames on kahe-aastaste seemikute viimase aasta osakaaluks saadud 80-81% mis on märkimisväärselt suurem. Suurem vahe on ka kolme-aastaste pott-põld taimede viimase aasta kasvu osakaalus, nelja-aastased istikud jäid üldiselt sarnastesse piiridesse.

Erinevate tehnoloogiatega kuuskede biomeetrilistes analüüsides erines konteinertaim kõikides parameetrites usaldusväärselt paljasjuursetest taimedest. Pott-põld ja paljasjuurse avamaataime võrdluses olid sarnased parameetrid kõrguskasvud (hüpoteesi tulemusena ei erinenud usaldusväärselt). Märkimisväärne on pott-põld taime ja paljasjuurse (Pärnumaa Kutsehariduskeskus toodang) juurte võrdlus.

Maa-aluse kuivmassi võrdluses selgus, et väärtused on usaldusväärselt erinevad, ning suurema keskmise kaaluga on paljasjuurse 4-aastase isitku juurestik. Visuaalse vaatluse põhjal võib väita, et pott-põld taimel moodustavad suurema osa juurestikust narmasjuured, kaaluvahe tuleneb paljasjuurse taime jämedamatest juurest. Naramasjuured on ka peamiseid põhjuseid miks alustati pott-põld taimede tootmist.

SUMMARY

The object of this study was to compare the output parameters of the Norway spruce (*Picea abies*) which had been cultured in five different nurseries with different culturing methods. Selection of these parameters derived from the minimal standards established for marketable plants in Estonia. Comparable parameters were root crown diameter and plant height. In addition to the previous two, lenght of crown and the growth of previous year are both important to assess the vitality of plants.

Nowadays, the biggest producer of forest plants in Estonia is the State Forest Management Centre (*RMK – Riigimetsa Majandamise Keskus*), which possesses seven nurseries. These include Marana, Reiu and Räpina – nurseries which have been inventoried in the present Bachelor thesis. In addition, Forest Planter and Pärnumaa Kutsehariduskeskus nurseries have also been examined. Therefore, the total number of examined nurseries is five.

In the year 2014, reforestation work was done on 8012,0 hectare, whereby 48% of the planted trees were spruces. Similar parameters are absent for private land (Aastaraamat Mets, 2014). *Picea abies* plants examined in the present work were following: two-years old containerized plants, plug+3 system plants and four years barerooted transplants. Total measured amount of plants was 258, of which 106 were containerized plants, 102 plug+2system and 50 barerooted plants.

The above-mentioned bareroot plants have already been cultured for a long time in Estonia, altough cultivating bareroot plants a long-term experience has been reached. Cultivation of suletud juurekavaga plants was started in 1980's, but the first attempts were negative. Attempts to produce containerized plants started again in 1995 in Koeru nursery (Jäärats, 2004).

The selection of a planting material is decisive determening appropriate and high-quality plant for establishing and upbringing the culture. Most effective is to plant plants that have the minimal amount of growth-distracting factors. The size of a plant plays an important role while assessing competitivity, as well as the origin of the seed and the location of the

nursery. Reputedly, the bigger the plant the higher it is durable to many physical damages, for example insect pests, snow or other growth-distracting physical factors (Jäärats, 2004).

The assessed parameters of plants depend highly on cultivation technology, seed origin and location of the nursery. The examined seedlings and transplants in present work have been cultivated using different growth techiques (containerized, bareroot).

Estonian *Picea abies* nurseries output in comparision to established standards provides an opportunity to conclude that the plants cultivated comply the standards (Jäärats, 2004), because experimentally measured output corresponds 91-100 % to established standards. In addition, there are specific requirements for closed-root system and bareroot plants – according to plant age seedlings and transplants and transplants are distinguished (Kultiveerimismterjali kategooriad).

Measured plug+2system plants complied 94% to established standards and 4-year old bareroot plants from Pärnumaa Kutsehariduskeskus complied 96%. Research papers prepared earlier do not contain such percentagial compliance and some changes have been made in law during that time. While comparing the average heights it is possible to predicate that the plants measured earlier have been bigger. The biggest factor affecting plant size variability is climate.

From the examined parameters the general height growth was compared by different cultivation method pairs. The hypothesis was made to compare containerized plant and plug+2 system; plug+2 system and bareroot; containerized plant and bareroot cultivation method effect on plant height growth. The only pair which mean values were not reliably different were plug+2system and bareroot plants comparision.

Second relevant parameter keeping in mind plant quality is root crown diameter. Bigger root crown indicates to preferable stress tolerance and it has been scientifically proven that plants with bigger root crown have minor receptivity to weevil damages (Roos, 2015). Experimentally measured root crown diameters were compared to different cultivating method hypothesis. As a result, it confirmed that plant root crown diameters grown by different cultivation methods are reliably different.

Following relevant parameter showing plant vitality is crown lenght (widest position) and width. According to literary sources it can be said that appearance of a wide crown is rather a negative factor, because plants with too wide crown suffer from transpiration (Jäärats, 2004). Comparision to previous research papers is again absent, but on the basis of measured parameters it can be concludes that containerized plants have remarkably narrower crown.

Growth of the previous year is another relevant parameter to assess vitality of a plant. The named parameter should be as close as possible to the total growth of the strain. According to the literature the previous year growth of a 4-year old plant should constitute 50% of the overall growth (Roos, 2015). In the previous year growth measured experimentally in present work it is possible to predicate that 2-year old seedling have the largest growth – Marana nursery seedlings previous year growth constituted 63% of overall growth. Similar research done on the basis of 2-year old seedlings on the literature have shown that the previous year's growth has been 80-81% which is significantly higher. There is also a higher difference in measured results in 3-year old plug+2system plant previous year growth.The results of 4-year old plants remained to similar limits in general.

The results of biometrical analysis of containerized of *Picea abies*cultivated by different methods were reliably different from barerooted plants while examining all the parameters mentioned. In comparision of plug+2 system and barerooted open-field plants heigth growth parameters were similar (did not differ as a result of set hypothesis). Plug+2 system and barerooted plants collected from Pärnumaa Kutsehariduskeskus show noteworthy comparision.The comparision of values of subterranean dry masses showed that values are reliably different and that the root of 4-year old barerooted transplants had the highest mean mass. Visual observation gives an opportunuty to conclude that narmasjuured constitute the highest proportion of thicker roots plug+2 system plants. Difference in mass derive from the thicker roots of barerooted plants. Narmasjuured are as well the main reasons plug+2 system plants production was started.

VIIDATUD ALLIKAD

1. Aastaraamat Mets 2014. (2016.) – Keskkonnaagentuur. Tartu.
2. **Endla, A., Hanso,M., Tetlov,E.** (2006). Abiks metsataimekasvatajale. Tartu: Paar. 78 lk.
3. **Jäärats, A.** (2004). Okaspuu istutusmaterjali kvaliteedi sõltuvus kasvatuse tehnoloogiast. (Magistritöö). Eesti Põllumajandusülikooli Metsakasvatuse instituut. Tartu.
4. **Kiviste, A.** (2007). Matemaatiline statistika MS Exceli keskkonnas. Tartu. 86 lk.
5. Kultiveerimismaterjali kategooriad, kultiveerimismaterjali algmaterjalile ning kultiveerimismaterjali kvaliteedile esitatavad nõuded. (vastu võetud 06.07.2006, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 21.06.2010). – Riigi Teataja [WWW] https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1081/2201/1015/lisa3.pdf# (18.05.2016).
6. **Laas, E.** (2004). Okaspuud. Tartu: Atlex. 359 lk.
7. **Laas, E., Uri, V.,Valgepea, M.** (2011). Metsamajanduse alused. Tartu: Greif. 862 lk.
8. Metsaseadus. (vastu võetud 07.06.2006 muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 18.01.2016). Riigi Teataja [WWW] https://www.riigiteataja.ee/akt/MS (18.05.2016).
9. **Põllumäe, P.** (2008). Erinevate külvimeetodite kasutamise tulemustest hariliku kuuse kasvatamisel Reiu taimlas. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli Metsandus ja maaehitusinstituut. Tartu.
10. **Roos, R.** (2015). Hariliku kuuse istikute kasvuparameetrite analüüs sõltuvalt seemiku tüübist RMK Kullenga taimlas. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.

LISAD

Lisa 1. Forest Planteri seemikute parameetrid

Taime nr.	Pikkused (cm)		Juurekaela diam (mm)	Võra pikkus* (cm)	Võra laius (cm)	Kuivmassid (g)			
	Tüvi					Tüvi		Juured	Okkad
	Kogu	Viimane a.				Kogu	Viimane a.		
1	28,3	15,2	4,4	11,2	14,5	1,93	0,68	1,87	1,88
2	21,4	14,9	3,8	16,4	10,2	0,77	0,42	0,65	1,12
3	21,6	15,8	3,1	11,2	6,7	0,72	0,4	0,53	0,87
4	24,4	12,6	3,7	13,6	3,6	1,32	0,49	1,26	1,03
5	26,5	10,2	4,9	8	9,7	1,86	0,39	2,06	1,97
6	22,6	8,6	4	6,9	8,1	1,2	0,24	1,25	1,28
7	26,1	14,1	3,7	13,2	8,6	1,46	0,58	0,95	1,41
8	22,3	8,4	3,9	8,2	10,4	1,48	0,34	0,87	2,04
9	27,8	14,2	4,7	16,1	7,3	2,17	0,71	1,81	2,11
10	22,1	10,3	4	11,6	8,3	1,31	0,24	0,71	1,41
11	26,2	10,8	4,4	8,6	11,6	1,71	0,23	2,65	1,4
12	19,3	6,1	4,4	6,6	7,3	1,28	0,21	1,49	1,28
13	21,6	18,5	4,1	11,2	7,6	0,83	0,55	0,47	1,24
14	18,6	14,3	2,5	13,2	4,3	0,41	0,25	0,27	0,67
15	25,7	6,1	4,7	15,6	10,2	1,58	0,19	1,67	1,77
16	17,1	14,1	2,6	10,3	7,6	0,4	0,28	0,53	0,81
17	20,9	16,9	2,3	10,1	8,4	0,46	0,33	0,39	0,81
18	23,7	12,6	3,6	13,2	7,5	1,06	0,36	0,48	1,55
19	19,9	7	4,5	6,5	7,8	2,01	0,4	1,36	1,7
20	16,1	14,1	5,3	19,1	14,6	2,82	1,51	2,92	3,62
21	20,1	17,8	3,1	14,2	5,4	0,51	0,36	0,35	0,95
22	25,4	15,4	4,3	14,6	7,2	1,66	0,67	1,6	1,55
23	29,3	16,7	4	21,6	4,3	1,49	0,48	1,41	1,3
24	28,1	13,3	4,5	12	10,6	1,3	0,29	0,94	1,46
25	25,1	16,2	4,7	14,3	11	1,94	0,73	2,28	1,63
26	20,2	14,1	2,9	11	5,1	0,59	0,34	0,4	0,87
27	18,6	16,1	3	11,1	6,9	0,47	0,24	0,73	0,98
28	22	11,8	4,2	14,2	10	1,52	0,56	1,88	1,32
29	24,5	10,4	4,5	12,6	5,6	1,58	0,31	1,94	1,21
30	18,2	6,5	3,3	13,1	7,2	0,8	0,15	1,01	0,75
31	16,9	13,1	3,8	4,2	6,1	0,76	0,47	0,79	1,07
32	23,3	18,9	4,1	10,7	8,3	1,06	0,67	1,09	1,6
33	18,2	12,3	3	9,8	6	0,57	0,32	0,52	0,73
34	20,1	7,9	3,8	11	7,1	1,11	0,24	1,38	1,29

Lisa 1. Järg

35	22,9	11,7	3,4	16,6	6,2	0,86	0,27	0,86	1,23
36	22,7	12,3	4,6	11,6	9,2	0,97	0,22	0,99	1,28
37	17,5	6,7	3,7	9,3	9,6	0,84	0,13	1,2	1,09
38	18	14,2	3,9	10,2	7,6	0,6	0,39	0,52	1,21
39	20,6	17,1	3,5	13,5	7,9	0,66	0,4	0,52	0,89
40	20,7	13,9	3	14,4	6	0,63	0,24	0,61	0,58
41	19	15,8	2,8	13,8	7,3	0,47	0,24	0,3	0,54
42	19,3	7	3,8	9,6	8,3	0,65	0,11	0,71	0,91
43	26,7	12,9	4,3	8,2	9,8	1,9	1,46	1,4	2,18
44	17,5	4,1	3,5	5,7	8,6	0,67	0,15	0,67	0,89
45	19,8	6,9	3,9	6	8,1	0,87	0,19	0,65	1,05
46	19,2	6,3	4	5,1	6,1	0,89	0,17	0,81	1,02
47	18,6	11,2	3,3	5,5	6,8	0,66	0,34	0,3	1,01
48	23	13,6	3,5	12,1	5,6	0,75	0,31	0,71	1,16
49	18,6	6,6	3,4	6,1	5,7	0,92	0,18	0,55	1,37
50	20,2	14,5	3	13	8,1	0,45	0,28	0,53	0,78
51	19	5,8	3,7	6,1	7,1	0,92	0,17	1,03	1,35
52	19,1	8,3	3,8	7,4	7,6	0,98	0,21	0,9	1,09
53	18	6,1	3,3	4,5	4,9	0,64	0,15	0,95	0,88

Lisa 2. Marana seemikute parameetrid

Taime nr.	Pikkused (cm)		Juurekaela diam (mm)	Võra pikkus* (cm)	Võra laius (cm)	Kuivmassid (g)			
	Tüvi					Tüvi		Juured	Okkad
	Kogu	Viimane a.				Kogu	Viimane a.		
1	33,3	23,3	4,1	21,4	7,5	1,94	0,98	1,38	2,02
2	36,6	23,6	5,3	18,8	12,5	3,06	1,31	1,69	3,31
3	23,6	15,2	4,5	14,1	8,7	1,14	0,51	0,83	0,91
4	27,3	16,3	4	15,2	19,3	1,38	0,56	1,13	1,92
5	28,6	19,3	4,2	17,3	9,2	1,39	0,66	1,03	1,69
6	29,5	20,6	4,8	20,9	7,7	1,24	0,69	0,99	1,28
7	24,8	15,6	3,3	16,1	6,1	1,03	0,53	0,89	1,27
8	25,9	16,2	4,4	14,2	9,3	0,93	0,38	0,9	1,07
9	26,3	16,6	4,2	6	9,1	1,66	0,79	1,14	2,25
10	33,5	22,9	4,5	20,1	8,7	1,77	0,82	1,48	2,05
11	38,2	27,2	4,8	19,8	10,2	1,91	1,2	1,19	1,87
12	24,7	12	3,6	11,5	6,3	1,01	0,4	0,55	1,12
13	27,2	17,3	4	5,7	9,2	1,68	0,93	1,44	1,83
14	24,9	15,1	3,8	15,4	7,9	1,25	0,64	0,8	1,58
15	24,1	15,6	2,5	13,1	7,6	0,67	0,31	0,5	0,91
16	22,1	12,9	4,8	8,6	8,1	1,07	0,59	0,93	1,11

Lisa 2. Järg

17	23,2	13,9	4,7	13,4	7,7	1,18	0,56	1,26	1,37
18	20,1	11,5	3,9	11,4	8,6	0,8	0,31	0,53	1,12
19	34,6	24,5	4,7	23,5	9,1	1,98	1,13	1,4	2,07
20	32,3	20,6	4,6	19,7	11,4	2,13	0,97	1,24	2
21	25	17,1	4,8	16,8	9,6	1,16	0,47	0,72	1,32
22	23,4	14,2	3,4	12,9	9	0,88	0,44	0,81	1,09
23	25,6	17,1	3,4	13,5	10,8	0,85	0,44	0,62	1,01
24	29,1	20,3	4,4	17	12,4	1,91	1,12	1,09	1,76
25	31,8	21,5	4,8	15,9	8,7	2,38	1,37	2,03	2,33
26	23,5	15,4	3,9	16,1	6,8	0,73	0,39	0,65	0,8
27	22,1	15,2	3,8	14,3	9,1	0,77	0,38	0,69	0,92
28	28,3	19,8	4,7	15,6	8,4	1,68	1,07	1,3	1,77
29	25,1	17,1	4	6,3	7,9	1,26	0,79	0,91	1,22
30	19,2	10,3	4,8	10,6	5,1	0,85	0,37	0,82	0,51
31	22,4	12,3	4,8	11,6	7,1	0,92	0,35	0,76	1,13
32	32,7	22,1	4,9	12,3	10,1	2,13	1,21	1,61	2,31
33	20,3	10,9	4,8	11	7,3	0,81	0,26	0,65	0,83
34	24	13,4	4,1	10,9	12,1	0,98	0,34	0,67	1,17
35	32,9	20,6	5	19,3	17,1	2,06	1,03	1,83	2,35
36	29,8	16,3	4	13,2	8,9	1,52	0,49	1,07	1,56
37	32,4	23	4,3	20,3	8,2	1,63	0,81	1,29	1,93
38	34,6	23,2	4,9	22,9	11,6	1,93	1,08	1,24	2,12
39	26,2	15,7	4,8	17,6	10,1	1,27	0,52	1,05	1,09
40	25,1	13,6	4,5	8,9	10,2	2	0,72	1,37	2,56
41	26	16,6	3,4	16,3	8,4	1,06	0,64	0,89	1,45
42	27,2	14,4	4,3	12,9	8,6	1,81	0,71	1,31	2,01
43	29,1	20,3	4,7	12,5	8,1	1,51	0,81	1,29	1,7
44	38,8	26,4	5	21,5	15,1	3,14	1,4	2,12	2,97
45	24,4	13	3,6	11,8	8,2	0,96	0,36	0,68	1,05
46	27,8	17,9	4,8	8,6	5,7	1,3	0,74	1,11	1,33
47	35,8	25,2	5	22	10,1	2,83	1,5	1,81	2,46
48	28,4	19,2	3,9	8,1	9,3	1,21	0,77	1,27	1,56
49	32,1	18,3	4	14,3	10,1	1,7	0,82	1,32	1,74
50	27,6	16,2	4	15,6	8,4	1,45	0,64	1,17	1,79
51	29,9	18,4	3,6	8,4	10,2	1,36	0,71	0,96	1,44
52	22	12,4	4,8	4,2	5,4	1,23	0,62	0,9	1,51
53	32,4	23,5	3,4	13,2	8,3	1,09	0,71	0,79	1,42

Lisa 3. Reiu taimla 3-aastase istiku parameetrid

Taime nr.	Pikkused (cm)		Juurekaela diam (mm)	Võra pikkus* (cm)	Võra laius (cm)	Kuivmassid (g)			
	Tüvi					Tüvi		Juured	Okkad
	Kogu	Viimane a.				Kogu	Viimane a.		
1	31,0	22	4,9	21,6	12,3	3,77	1,39	2,52	4,28
2	35	17	7,9	10,2	15,7	8,33	1,08	7,55	8,45
3	33	7	8,1	5,7	14,1	6,68	0,47	3,42	6,09
4	18	7	4,1	6,8	12,6	1,99	0,39	1,75	2,21
5	32	16	6,1	9,8	14,5	7,48	0,61	5,77	9,84
6	37	11	8,3	8,6	13,2	5,61	0,73	5,20	6,76
7	30	8	8,2	7,0	12,6	6,28	0,37	5,96	5,54
8	22	13	5,2	10,6	13,4	2,15	0,55	1,82	2,15
9	31	10	8,3	10,3	15,2	5,72	0,44	3,05	6,02
10	32	18	6,7	15,1	12,8	4,12	1,05	3,67	4,89
11	29	13	7,8	11,6	14,9	4,92	1,21	4,79	6,32
12	39	12	8,0	21,3	13,9	6,43	0,53	5,01	7,46
13	34	18	5,0	15,9	10,6	2,95	1,12	3,15	2,33
14	29	11	6,1	10,6	12,3	4,99	0,75	4,81	4,50
15	35	12	8,1	9,1	16,2	6,48	0,37	5,18	7,99
16	31	13	7,3	16,7	10,4	4,67	0,89	5,89	3,41
17	25	15	5,2	13,4	10,6	2,50	0,98	2,85	3,38
18	29	16	4,4	13,6	8,9	2,70	0,72	1,39	3,23
19	30	7	7,5	6,4	14,5	5,55	0,38	5,77	6,80
20	19	10	5,0	4,8	12,5	1,95	0,50	3,14	1,89
21	36	20	5,3	16,6	11,6	3,84	0,83	3,75	3,31
22	25	10,0	5,7	7,1	9,4	2,74	0,39	2,52	2,76
23	32	19	4,5	20,3	15,0	3,26	0,95	1,90	3,36
24	40	18	8,9	16,0	13,5	6,19	1,09	6,28	4,44
25	38	10	7,6	13,4	15,5	8,28	0,63	7,46	8,67
26	44	28	7,8	18,0	17,3	10,45	3,30	10,62	8,95
27	27	11	6,1	3,6	10,8	4,22	0,75	4,89	5,43
28	30	21	4,2	11,8	6,3	1,75	0,79	1,19	2,21
29	30	10	9,2	16,3	11,2	7,69	0,67	10,32	10,35
30	38	19	5,2	18,1	13,4	4,04	0,90	2,56	3,95
31	21	9	5,0	15,1	8,1	2,03	0,35	2,52	2,4
32	24	9	5,5	13,2	12	4,16	0,44	3,8	4,18
33	23	11	4,1	10,2	9,3	1,88	0,54	1,19	1,81
34	40	29	5,3	26,3	17,2	4,08	2,13	3,54	4,56
35	26	12	5,1	10	11,1	3,12	0,5	2,19	2,49
36	34	18	6	10,3	16,6	4,7	1,06	3,4	6,13
37	37	14	5,5	12,3	14	6,12	0,66	6,06	6,54
38	36	10	7,1	10,9	14,5	6,91	0,49	7,14	7,76
39	41	25	5,7	13,2	17,1	4,92	1,43	2,73	4,39
40	46	19	8,1	20,2	14,3	8,8	1,21	7,64	8,46
41	41	15	6,7	16,5	14	7,67	0,73	8,8	7,07
42	32	11	7,5	9,9	13,1	4,87	0,41	7,23	5,01
43	27	13	5,4	8,9	13,3	4,32	0,69	2,28	5,37
44	35	11	7,1	13,9	13,4	6,35	0,48	2,91	6,13
45	32	21	5,9	13,2	11,9	4,41	1,65	3,46	3,53

Lisa 3. Järg

46	37	18	6	15,3	13,2	5,2	1,12	2,87	6,38
47	27	14	4,3	12,6	11,8	2,21	0,65	1,16	2,26
48	35	18	5	16,2	10,4	3,84	0,85	2,01	4,25
49	39	17	7,6	16,7	18,2	7,13	0,82	6,48	6,74
50	30	8	6,4	10,8	11,5	5,32	0,19	4,71	6,45
51	40	24	6,1	13,4	9,2	5,13	1,3	2,82	6,23
52	29	10	6,1	8,6	8,7	3,59	0,5	2,81	3,38

Lisa 4. Räpina 3-aastaste istikute parameetrid

Taime nr.	Pikkused (cm)		Juurekaela diam (mm)	Võra pikkus* (cm)	Võra laius (cm)	Kuivmassid (g)			
	Tüvi					Tüvi		Juured	Okkad
	Kogu	Viimane a.				Kogu	Viimane a.		
1	45,1	23,6	7,2	16,2	15,9	9,34	1,88	3,29	6,98
2	28	9,6	6,0	10,4	18,9	5,56	0,56	3,69	6,17
3	43,2	17,8	7,0	15,6	18,4	10,70	1,77	5,99	7,77
4	30,5	8,9	5,6	8,3	19,2	5,18	0,44	5,73	6,08
5	40,8	18,7	5,9	13,2	12,9	5,74	1,06	2,79	7,66
6	28,3	10,2	5,3	9,3	8,2	4,17	0,52	2,60	4,82
7	29,3	9,4	5,5	6,6	8,9	6,56	0,64	4,92	6,13
8	40,1	23,4	7,7	23,9	24,6	5,80	1,49	2,90	5,54
9	36,4	12,3	10,1	14,7	25,7	13,63	1,15	8,86	10,03
10	38	16,5	7,4	12,8	15,1	12,12	1,54	7,63	7,79
11	30,8	14,6	4,6	8,4	11,9	4,56	0,91	3,87	5,08
12	31,4	17,2	4,4	12,3	7,8	2,68	0,99	1,85	2,76
13	46,5	20,3	9,4	14,8	27,3	17,09	2,66	9,18	12,95
14	22,9	12,5	5,0	9,3	7,2	3,00	0,88	3,05	4,12
15	19,3	11,6	4,0	6,7	8,1	1,97	0,62	1,25	2,84
16	23,2	12,5	4,5	10,3	18,1	2,06	0,51	1,95	3,67
17	35,9	13,7	9,0	11,5	23,4	12,08	1,07	6,64	11,48
18	27,4	11,2	5,1	8,1	7,8	3,31	0,54	4,10	4,15
19	39,1	18,2	7,5	13,8	19,7	9,82	1,05	6,36	8,23
20	35,7	16,9	6,8	13,2	17,6	8,04	1,57	4,83	8,09
21	23	5,2	4,6	6,8	10,9	2,49	0,49	3,02	3,00
22	45,3	19,1	7,5	16,7	14,4	6,99	1,39	5,21	4,70
23	32,1	11,2	6,2	10,9	14,1	6,54	0,93	2,77	7,43
24	44,1	22,3	8,4	17,1	14,6	8,71	2,30	5,68	6,03
25	19,3	7,4	5,4	7,4	6,9	3,03	0,28	1,97	2,02
26	28,7	15,4	5,9	13,4	10,2	2,52	0,84	1,76	4,64
27	42,7	17,3	7,9	15,2	13,6	8,83	0,97	8,12	8,76
28	46,9	20,1	11,0	18,3	23,0	18,04	1,98	9,80	14,17
29	39	19,8	8,4	16,1	18,3	8,51	2,01	4,99	11,20
30	28,1	8,3	8,7	12,6	15,1	6,68	0,84	5,18	8,65
31	33,6	12,9	6,4	14,2	16,7	4,6	0,79	3,71	4,43
32	30,9	9,2	6	5,6	12,1	5,04	0,62	2,89	5,35

Lisa 4. Järg

33	36,4	11,2	7,4	17,1	15,4	14,32	1,36	6,76	9,81
34	35,9	22,1	8,4	18,1	14,9	8,87	2,04	5,71	9,86
35	27,3	11	5,2	9,3	13,2	4,28	0,88	1,86	3,79
36	27,1	6,8	7,4	9,4	12,1	3,28	0,5	1,73	4,19
37	43,2	14,9	11,1	16,3	23,7	13,36	1,64	11,48	9,02
38	21,4	5,7	4,5	5,4	9,1	2,38	0,33	1,67	3,51
39	29,8	12,9	5,6	10,6	11,7	3,65	0,73	2,8	2,75
40	34,2	10,2	7,4	11,3	12,4	5,53	0,59	4,45	4,9
41	28	6,3	6,6	8,2	10,4	4,8	0,47	2,72	4,06
42	28,5	11	5,8	7,4	10,7	3,28	0,59	3,18	3,51
43	25,6	9,4	4,5	7,1	8,6	2,87	0,39	2,37	2,86
44	24,1	7,3	4,6	14,1	11	2,58	0,37	1,66	2,5
45	45,1	25,7	8,8	27,1	23,1	10,51	2,45	5,7	6,97
46	32,4	9,8	6,4	12	16,3	6,13	0,74	4,17	4,93
47	36,1	19,2	7,5	18	16,1	7,18	1,41	4,7	5,66
48	31,9	18,6	5,2	14,1	10,9	3,12	1,2	3,78	2,39
49	44,1	21,9	8,6	16,3	18,6	8,46	1,69	4,91	6,63
50	37,4	11,6	8,4	12,9	21,9	9,74	0,74	6,74	11,42

Lisa 5. Pärnumaa Kutsehariduskeskuse 4-aastased istikud

Taime nr.	Pikkused (cm)		Juurekaela diam (mm)	Võra pikkus* (cm)	Võra laius (cm)	Kuivmassid (g)			
	Tüvi					Tüvi		Juured	Okkad
	Kogu	Viimane a.				Kogu	Viimane a.		
1	35,1	23,4	7,2	14,2	15,6	8,03	1,82	6,43	8,67
2	38,6	18,1	6,5	21,2	25,4	5,87	0,94	3,35	4,34
3	36,4	21,2	10,0	14,8	21,0	10,18	2,61	8,02	10,80
4	36,6	24,1	6,5	18,1	19,2	3,99	1,31	3,64	4,86
5	35,1	23,2	8,4	15,5	15,1	8,73	2,52	5,22	8,17
6	39,4	19,2	9,0	11,6	19,2	11,02	1,51	6,67	7,52
7	36,1	15,1	9,5	14,7	15,1	12,78	0,93	7,75	8,54
8	33,6	14,2	7,6	8,1	19,5	8,68	0,86	5,81	7,76
9	21,7	7,6	4,5	8,0	22,4	2,42	0,18	2,00	1,77
10	34,6	16,1	10,5	16,6	17,6	20,15	1,16	11,33	10,64
11	30,2	13,1	8,3	6,4	13,5	10,66	0,44	6,63	9,33
12	23,7	13,6	6,0	12,6	20,4	3,44	0,76	2,63	4,00
13	46,4	26,1	10,0	21,7	15,5	14,83	1,84	6,73	9,12
14	25,6	6,7	10,4	12,2	15,1	11,38	6,14	5,88	8,12
15	39,6	29,4	6,8	16,6	24,1	3,67	1,85	3,53	4,95
16	34,0	18,0	9,6	15,1	19,1	9,05	1,06	6,43	8,14
17	31,2	17,1	7,1	18,1	14,7	5,41	1,39	5,02	7,05
18	33,4	18,1	8,3	13,6	20,6	7,82	0,85	7,23	8,40
19	26,4	14,1	8,4	10,1	17,2	6,55	0,82	4,24	6,15
20	32,1	15,1	7,9	13,6	22,1	6,52	1,10	5,05	8,20
21	24,7	10,1	7,0	7,5	19,2	4,78	0,90	5,25	6,16

Lisa 5. Järg

22	31,7	14,1	6,8	14,0	16,7	4,82	0,53	2,59	6,01
23	40,1	23,1	9,0	19,5	19,0	8,72	1,66	5,80	8,35
24	31,7	21,5	8,0	13,2	17,1	7,11	2,10	4,18	7,01
25	38,8	28,6	7,0	22,1	19,1	4,61	1,99	2,78	6,41
26	25,1	13,1	5,9	3,4	13,4	3,09	0,34	2,67	4,01
27	39,1	25,4	6,8	19,9	23,1	5,15	2,92	4,67	6,62
28	36,6	24,2	8,1	12,8	19,1	4,51	1,83	4,05	5,56
29	28,7	11,6	6,0	11,2	21,6	4,51	0,23	3,40	5,12
30	22,6	7,0	6,2	4,0	19,1	4,63	0,24	6,21	6,09
31	37	22,5	8,9	14,4	21,4	10,38	2,71	6,06	8,59
32	30	15,6	8,8	8,5	24,6	8,21	1,22	7,76	7,73
33	35,1	14,8	8,1	12,1	24,2	4,49	0,41	3,64	4,75
34	27,1	11,6	7,9	8,1	15,4	7,09	0,63	5,26	5,84
35	32	14,4	8,8	13,1	18,6	7,9	0,8	7,35	8,83
36	34,7	21,6	10,6	8,9	23,7	15,47	2,75	9,48	6,27
37	33,4	22,6	7,3	13,6	22,5	5,88	1,35	4,57	6,46
38	35,6	15,7	8,9	18,4	13,1	10,11	0,78	7,88	11,23
39	30,6	14,8	7,6	8,6	12,7	7,15	0,91	4,57	5,38
40	28	15,1	7,2	13,2	15,6	7,43	0,74	6,12	7,42
41	30,5	13,2	8,9	11,4	17,6	8,53	0,53	3,56	6,18
42	34,6	18,8	6,6	14,5	15,5	3,73	0,88	4	4,16
43	23,1	12,1	4,2	7,7	14,6	1,65	0,4	1,57	2,05
44	15,4		5	4,2	17,4	3,44		2,76	1,19
45	35,4	17	8	11,9	23,2	9,11	1	8,19	10,62
46	32,4	14,5	11	12,1	22,4	11,23	0,86	9,8	12,13
47	35	17,2	7,8	9	14,1	7,71	0,91	5,27	7,18
48	30,2	12,8	7,4	8,1	18,2	6,67	0,6	5,95	7,53
49	29,7	13,6	9,8	6,4	17,1	10,25	0,89	5,34	9,15
50	30,2	13,2	6	8,6	16,8	4	0,46	2,54	4,48

Lisa 6. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime kõrguse keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*Pott-põld*
Mean	24,70189	32,81471
Variance	26,96133	48,72226
Observations	106	102
df	105	101
F	0,553368	
P(F<=f) one-tail	0,00144	
F Critical one-tail	0,722447	

Lisa 6. Järg

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*Pott-põld*	
Mean	24,70189	32,81471	Aritmeetiline keskmine
Variance	26,96133	48,72226	Dispersioon
Observations	106	102	Valimi maht
Pooled Variance	37,63052		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	206		Vabaastmete arv
t Stat	-9,53505		t-statistik
P(T<=t) one-tail	2,2E-18		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,652284		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	4,4E-18		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,971547		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 7. F-ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime kõrguse keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*pott-põld*
Mean	24,7018868	32,178
Variance	26,9613297	32,40175
Observations	106	50
df	105	49
F	0,83209484	
P(F<=f) one-tail	0,21584078	
F Critical one-tail	0,678177	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	konteiner	*pott-põld*	
Mean	24,7018868	32,178	Aritmeetiline keskmine
Variance	26,9613297	32,40175	Dispersioon
Observations	106	50	Valimi maht
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	89		Vabaastmete arv
t Stat	-7,8700847		t-statistik

Lisa 7. Järg

P(T<=t) one-tail	4,0095E-12	Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,66215533	t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	8,019E-12	Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,98697866	t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 8. F- ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime kõrguse keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	paljasjuurne	*pott-põld*
Mean	32,178	32,81471
Variance	32,40175102	48,72226
Observations	50	102
df	49	101
F	0,665029765	
P(F<=f) one-tail	0,057058254	
F Critical one-tail	0,653844971	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	paljasjuurne	*pott-põld*	
Mean	32,178	32,81471	Aritmeetiline keskmine
Variance	32,40175102	48,72226	Dispersioon
Observations	50	102	Valimi maht
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	117		Vabaastmete arv
t Stat	-0,600104271		t-statistik
P(T<=t) one-tail	0,274798646		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,657981659		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	0,549597292		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,980447532		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 9. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*pott-põld*
Mean	4,033018868	6,529411765
Variance	0,443185085	2,55259173
Observations	106	102
df	105	101
F	0,17362161	
P(F<=f) one-tail	0	
F Critical one-tail	0,722446727	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*pott-põld*	
Mean	4,033018868	6,529411765	Aritmeetiline keskmine
Variance	0,443185085	2,55259173	Dispersioon
Observations	106	102	Valimi maht
Pooled Variance	1,477408731		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	206		Vabaastmete arv
t Stat	-14,8075756		t-statistik
P(T<=t) one-tail	1,45147E-34		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,652284145		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	2,90295E-34		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,971546622		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 10. F- ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*paljasjuurne*
Mean	4,033019	7,842
Variance	0,443185	2,453914286

Lisa 10. Järg

Observations	106	50
df	105	49
F	0,180603	
P(F<=f) one-tail	1,11E-13	
F Critical one-tail	0,678177	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*paljasjuurne*	
Mean	4,033019	7,842	Aritmeetiline keskmine
Variance	0,443185	2,453914286	Dispersioon
Observations	106	50	Valimi maht
Pooled Variance	1,082963		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	154		Vabaastmete arv
t Stat	-21,3343		t-statistik
P(T<=t) one-tail	3,84E-48		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,654808		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	7,68E-48		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,975488		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 11. F- ja T-test Paljasjuurse- ja pott-põld taime juurekaela diameetri keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*
Mean	6,52941176	7,842
Variance	2,55259173	2,453914286
Observations	102	50
df	101	49
F	1,04021226	
P(F<=f) one-tail	0,44801215	
F Critical one-tail	1,52941453	

Lisa 11. Järg

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*	
Mean	6,52941176	7,842	Aritmeetiline keskmine
Variance	2,55259173	2,453914286	Dispersioon
Observations	102	50	Valimi maht
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	99		Vabaastmete arv
t Stat	-4,8217932		t-statistik
P(T<=t) one-tail	2,5755E-06		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,66039116		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	5,1511E-06		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,9842169		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 12. F-ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime viimase aasta juurdekasvu keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*
Mean	14,32254902	17,00612245
Variance	28,41720928	28,74683673
Observations	102	49
df	101	48
F	0,988533436	
P(F<=f) one-tail	0,469772267	
F Critical one-tail	0,674530174	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*	
Mean	14,32254902	17,00612245	Aritmeetiline keskmine

Lisa 12. Järg

Variance	28,41720928	28,74683673	Dispersioon
Observations	102	49	Valimi maht
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	94		Vabaastmete arv
t Stat	-2,88494543		t-statistik
P(T<=t) one-tail	0,002427274		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,661225856		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	0,004854547		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,985523395		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 13. F- ja T-test konteiner- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*pott-põld*
Mean	2,709528	10,0748
Variance	1,28146	17,47784
Observations	106	102
df	105	101
F	0,073319	
P(F<=f) one-tail	0	
F Critical one-tail	0,722447	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*pott-põld*	
Mean	2,709528	10,0748	Aritmeetiline keskmine
Variance	1,28146	17,47784	Dispersioon
Observations	106	102	Valimi maht
Pooled Variance	9,222402		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	206		Vabaastmete arv
t Stat	-17,4859		t-statistik
P(T<=t) one-tail	7,06E-43		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral

Lisa 13. Järg

t Critical one-tail	1,652284	t-statistiku kriitiline väärtus olulikorral
P(T<=t) two-tail	1,41E-42	Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,971547	t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 14. F- ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*paljasjuurne*
Mean	2,709528302	14,3716
Variance	1,281459775	31,44634841
Observations	106	50
df	105	49
F	0,04075067	
P(F<=f) one-tail	0	
F Critical one-tail	0,678177005	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*paljasjuurne*	
Mean	2,709528302	14,3716	Aritmeetiline keskmine
Variance	1,281459775	31,44634841	Dispersioon
Observations	106	50	Valimi maht
Pooled Variance	10,87937889		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	154		Vabaastmete arv
t Stat	-20,6086381		t-statistik
P(T<=t) one-tail	2,00392E-46		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,654808386		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	4,00783E-46		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,975488024		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 15. F- ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime maapealse kuivmassi keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*
Mean	10,07480392	14,3716
Variance	17,47783709	31,44634841
Observations	102	50
df	101	49
F	0,555798621	
P(F<=f) one-tail	0,006712422	
F Critical one-tail	0,676039944	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*	
Mean	10,07480392	14,3716	Aritmeetiline keskmine
Variance	17,47783709	31,44634841	Dispersioon
Observations	102	50	Valimi maht
Pooled Variance	22,04088412		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	150		Vabaastmete arv
t Stat	-5,301436104		t-statistik
P(T<=t) one-tail	2,01868E-07		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,655075501		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	4,03737E-07		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,975905298		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 16. F-jaT-test konteinertaime ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*pott-põld*
Mean	1,064339623	4,361765
Variance	0,260361941	5,405294
Observations	106	102
df	105	101
F	0,048167953	
P(F<=f) one-tail	0	
F Critical one-tail	0,722446727	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*pott-põld*	
Mean	1,06434	4,361765	Aritmeetiline keskmine
Variance	0,260362	5,405294	Dispersioon
Observations	106	102	Valimi maht
Pooled Variance	2,782877		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	206		Vabaastmete arv
t Stat	-14,2511		t-statistik
P(T<=t) one-tail	8,01E-33		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,652284		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	1,6E-32		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,971547		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 17. F-ja T-test konteiner- ja paljasjuurse taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuse võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	konteiner	*paljasjuurne*
Mean	1,064339623	5,3372
Variance	0,260361941	4,508934857
Observations	106	50
df	105	49
F	0,057743558	
P(F<=f) one-tail	0	
F Critical one-tail	0,678177005	

Lisa 17. Järg

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	konteiner	*paljasjuurne*	
Mean	1,064339623	5,3372	Aritmeetiline keskmine
Variance	0,260361941	4,508934857	Dispersioon
Observations	106	50	Valimi maht
Pooled Variance	1,612180596		Pearsoni seosekordaja
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus
df	154		Vabaastmete arv
t Stat	-19,614963		t-statistik
P(T<=t) one-tail	5,02247E-44		Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,654808386		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	1,00449E-43		Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,975488024		t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lisa 18. F-ja T-test paljasjuurse- ja pott-põld taime maa-aluse kuivmassi keskväärtuste võrdlus

F-Test Two-Sample for Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*
Mean	4,361764706	5,3372
Variance	5,405293885	4,508934857
Observations	102	50
df	101	49
F	1,19879618	
P(F<=f) one-tail	0,242803441	
F Critical one-tail	1,529414533	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	pott-põld	*paljasjuurne*	
Mean	4,361764706	5,3372	Aritmeetiline keskmine
Variance	5,405293885	4,508934857	Dispersioon
Observations	102	50	Valimi maht
Hypothesized Mean Difference	0		Hüpoteetiline keskminste erinevus

Lisa 18. Järg

df	106	Vabaastmete arv
t Stat	-2,577921935	t-statistik
P(T<=t) one-tail	0,005656439	Olulisuse tõenäosus ühepoolse hüpoteesi korral
t Critical one-tail	1,659356034	t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral
P(T<=t) two-tail	0,011312878	Olulisuse tõenäosus kahepoolse hüpoteesi korral
t Critical two-tail	1,982597204	t-statistiku kriitiline väärtus olulisuse nivoo 0,05 korral

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Ants Nokkur

(sünnikuupäev: 06.06.1993,39307060248)

1. Annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Hariliku kuuse erinevate kultiveerimismaterjalitüüpide biomeetriline analüüs,

mille juhendaja on Andres Jäärats

1.1 salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
1.2 digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
1.3 veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi

Lõputöö autor: _____
(allkiri)

Tartu, 19.05.2016

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ 19.05.2016
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev)*

_____ 19.05.2016
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev)*