Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Kristi Moora

BIOSTIMULANTIDEGA KASTMISE MÕJU AED-PLOOMIPUU (*PRUNUS* x *DOMESTICA* L.) ISTIKUTE KASVULE

EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON THE GROWTH OF YOUNG EUROPEAN PLUM (*PRUNUS* X *DOMESTICA* L.) PLANTS

Bakalaureusetöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: dotsent Leila Mainla, *PhD*

Tartu 2020

www.emu.ee

Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Kristi Moora		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Biostimulantidega kastmise mõju aed-ploomipuu (*Prunus* x *domestica* L.) istikute kasvule			
Lehekülgi: 48	Jooniseid: 12	Tabeleid: 2	Lisasid: 1
Osakond: Aiandus Uurimisvaldkond: 1.6 Põllumajandusteadus, aiandus Juhendaja: *PhD* Leila Mainla Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2020			

Biostimulandid pakuvad aiandussektorile uusimat väljakutset. Oluline on saagi säilitamine või isegi selle parandamine ja taimede kasvu soodustamine. Agrokemikaalide kasutamise vähendamiseks ja muutuva kliimaga kohanemiseks on suurendanud huvi biostimulantide kasutamise vastu. Looduslikud biostimulandid võivad selles osas mängida olulist rolli, suurendades jätkusuutlikult tootmist suhteliselt madalate kuludega. Biostimulantide positiivne mõju taimedele on enamasti tingitud preparaatide taimede kasvu soodustavate bioaktiivsete ühendite nagu fütohormoonid, aminohapped ja toitainete sisaldusest.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada nelja biostimulandiga: TrianumP, Radifarm, Humistar ja RuterAA kastmise mõju ploomipuu istikute kasvule. Katses on kasutatud aed-ploomipuu (*Prunus* x *domestica* L.) sorti `Edinburgh`, mis on poogitud haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.).

Katsetulemustest selgus, et biostimulandid Radifarm ja RuterAA suurendasid oluliselt poogendi kasvu. TrianumP ja RuterAA suurendasid oluliselt poogendi jämedust. RuterAA suurendas ka oluliselt lehtede SPAD näitu ja substraadi elektrijuhtivust.

Biostimulantide mõju mineraalelementide omastamisele: RuterAA suurendas lehtede N sisaldust; Radifarm, RuterAA ja Humistar suurendasid lehtede K sisaldust; TrianumP ja Humistar suurendasid lehtede Ca sisaldust. Lehtede P ja Mg sisaldusele mõju ei olnud.

Märksõnad: biostimulant, toiteelemendid, aed-ploomipuu

www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Kristi Moora		Curriculum: Horticulture	
Title: Effect of biostimulants on the growth of young European plum (*Prunus* x *domestica* L.) plants			
Pages: 48	Figures: 12	Tables: 2	Appendixes: 1
Department: Department of Holticulture Field of research: 1.6 Agricultural Sciences, horticulture Supervisors: *PhD* Leila Mainla Place and date: Tartu, 2020			

Biostimulants put up the latest challenge for the horticultural sector. It is important to maintain or even improve yields and to encourage plant growth. In order to reduce the usage of agrochemicals and to adapt to a changing climate, the interest in the use of biostimulants has increased. Natural biostimulants can play an important role in this respect by sustainably increasing production at relatively low cost. The positive effects of biostimulants on plants are mostly due to the content of bioactive compounds that promote plant growth, such as phytohormones, amino acids and nutrients.

The aim of this study was to investigate the effect of watering European plum plantlets with four biostimulants: TrianumP, Radifarm, Humistar and RuterAA. In the experiment, the European plum (*Prunus* x *domestica* L.) cultivar `Edinburgh` grafted on the cherry plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) was used.

The experiment`s results revealed that biostimulants Radifarm and RuterAA significantly increased the scion growth. The scion thickness was increased by TrianumP and RuterAA. The RuterAA also significantly increased the leaf SPAD readings and the electrical conductivity of the substrate.

The effect of biostimulants on mineral uptake: RuterAA increased leaf N content; Radifarm, RuterAA, and Huminenar increased leaf K content; TrianumP and Humistar increased the Ca content of the leaves. Biostimulants had no effect on leaf P and Mg content.

Keywords: biostimulants, nutrients, *Prunus* x *domestica*

SISUKORD

SISSEJUHATUS **5**
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE **7**
1.1 Biostimulandid ja nende jaotus 7
1.2 Biostimulantide mõju puitunud taimedele 9
1.3 Ploom ja tema kasvunõuded 15
2. MATERJAL JA METOODIKA **18**
2.1 Katse iseloomustus 18
2.2 Katses kasutatud biostimulandid ja taimne materjal 19
2.3 Katses teostatud mõõtmised ja keemilised analüüsid 21
2.4 Meteoroloogilised tingimused ja substraadi temperatuur 21
2.5 Andmetöötlus 24
3. TULEMUSED **25**
3.1 Poogendi kõrgus 25
3.2 Poogendi jämedus 28
3.3 SPAD näit 30
3.4 Elektrijuhtivus 32
3.5 Kasvusubstraadi ja lehtede mineraalelementide sisaldused 35
4. ARUTELU **37**
4.1 Biostimulantidega kastmise mõju poogendi kasvule 37
4.2 Biostimulantide mõju toitainete omastamisele 40
KOKKUVÕTE **42**
KASUTATUD KIRJANDUS **43**
LISAD **48**

SISSEJUHATUS

Aed-ploomipuu (*Prunus* x *domestica*) pärineb ilmselt Ida-Euroopast (Hansmann, Combrink 2013). Ta kuulub roosõieliste (*Rosaceae*) sugukonda, ploomipuuliste (*Prunoideae*) alamsugukonda ja ploomipuu (*Prunus*) perekonda (Jaama 1971). Ploomipuude kultiveerimine algas umbes 2000 aastat tagasi (Mägi, Niiberg 1999). Umbes 1870 aretas Ameerika puuviljakasvataja Luther Burbank palju kaubanduslikke ploomisorte (Hansmann, Combrink 2013).

Ploomid kuuluvad puuviljade hulka, mida enamik inimesi eelistab (Usefulness…2015). Ploom on vili, mille seemned on väga kõvad, ja seetõttu klassifitseeritakse vili luuviljalisteks. Ploomipuu vili on umbes keskmise tomati suurune, läbimõõduga 5-6 cm ja kaalub kuskil 50-70 g (Kahu, Jänes 2017). Viljaliha on magus ja mahlane. Vilja värvus varieerub kreemikaskollase, karmiinpunase, helesinise või helerohelise vahel. Maitselt on ploomid magus-hapukad ning neil on meeldiv aroom. Ploomid on kasulikud tervisele oma madala kalorsuse (46 kalorit 100 g kohta) poolest ja nad ei sisalda küllastunud rasvu. Viljades on ka arvukalt tervist edendavaid ühendeid, antioksüdante, mineraale ja vitamiine. Kõhukinnisuse probleeme aitavad leevendavad nt kiudained, sorbitool ja isatiin. Värsked ploomid on mõõduka A-vitamiini allikaks. A-vitamiini on vaja meie organismis mitmete erinevate funktsioonide jaoks, sealhulgas keha kasvu ja arengu tagamiseks, tervete luude jaoks ja heaks silmanägemiseks (A-vitamiin...2020).

Eesti statistikaameti andmetel kasvatati ploome 2019.a. 314 hektaril, mis on veidi vähem, kui eelnevatel aastatel (Statistikaamet 2020). Ploomi saak oli aga poole suurem kui 2018 aastal, milleks oli 1050 tonni. Ploomi istikute kasvatamisel on peamiseks probleemiks poogitud istiku kehv juurdumine potis ja poogendi kasv. Erinevad katsed mujal maailmas teiste liikidega on näidanud biostimulantide positiivset mõju juurte arengule, toitainete omastamisele ja taime üleüldisele kasvule. Positiivseid tulemusi näitas Egiptuses tehtud uuring ploomipuudega, mis kasvasid lubjarikkal pinnasel (El-Shall *et al.* 2010). Lubjarikkad mullad on kõrge pH-ga, mistõttu on taimedel raskem toitained omastada (Kivistik 2013). Puid töödeldi kahel aastal biostimulandiga Actosol®, mis sisaldab humiinahapet (El-Shall *et al.* 2010). Kahel

kasvuperioodil suurendasid humiinained puude vegetatiivseid näitajaid: suurenes tüve läbimõõt, taimede kõrgus, võrsete arv, läbimõõt ja pikkus. Iraanis uuriti humiinhappe toimet aed-liivatee (*Thymus vulgaris* L.) keemilisele koostisele ja toitainete omastamisele (Noroozisharaf *et al*. 2018). Uuring näitas, et humiinhappe kasutamine mõjutas sekundaarseid metabolisme ja samuti ka N, P, K, Mg ning Fe omastamist. Lisaks muudab humiinaine aed-liivatee bioloogilisi aktiivsusi ja essentsõli sisaldust. Seega võiks humiinhappe kasutamist vaadelda, kui biotehnoloogilist lähenemisviisi taimekasvu arendamiseks säästvates põllumajandussüsteemides. Kui mujal maailmas on erinevate biostimulantide mõju viljapuudele uuritud, siis Eestis seda tehtud ei ole. Varasemalt on Eestis biostimulantide mõju uuritud küüslaugule (Pai 2017), sibulale (Pulk 2015), viirpuule (Välk 2019), pelargoonile (Valgemäe 2019) ja mustale sõstrale (Looga 2019). Saadud tulemused näitavad, et biostimulantide kasutamisel on taimede kasvule ja saagile positiivne mõju, kuid mõju sõltus suuresti kasvuaasta keskkonnatingimustest, kasutatavast preparaadist, agrotehnilistest võtetest ja liigist.

Biostimulant on loodusliku päritolu ja koostisega preparaat, mis ei ole väetis, pestitsiid või mullaparandaja, ja mille kasutamisel paranevad taimedes toimuvad füsioloogilised protsessid (du Jardin 2015). Erinevalt sünteetilistest mineraalväetistest, on biostimulandid looduslikku päritolu ja sageli seega taimede poolt paremini omastatavad (Zulfigar *et al.* 2019). Samuti on oht sünteetilisi mineraalväetisi liigselt anda ning sellega saastada keskkonda (elementide väljaleostumine põhjavette või kuhjumine mulda).

Lähtuvalt eelnevast sai püstitatud hüpotees, et biostimulantidega kastmine soodustab aed-ploomipuu poogendi kasvu esimesel aastal peale pookimist. Biostimulantide positiivne mõju poogendi kasvule tuleb läbi preparaadi juurekasvu soodustamise ja parema toitainete omastamise.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada nelja biostimulandiga (TrianumP, Radifarm, Humistar, RuterAA) kastmise mõju haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.) poogitud aed-ploomipuu (*Prunus* x *domestica* L.) sordi `Edinburgh` poogendi kasvule.

Tänusõnad lähevad lõputöö juhendajale dotsent Leila Mainlale. Samuti tänan Tiit Juhanit ja Tea Juhanit, kelle ettevõttes, Juhani Puukool, katse läbi viidi. Katse viidi läbi aianduse innovatsiooniklastri projekti "Ilutaimed: ilutaimede kasvu parandamine biostimulantidega" raames. Uuringut rahastas Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Biostimulandid ja nende jaotus

Biostimulant on loodusliku päritolu ja koostisega preparaat, mis ei ole väetis, pestitsiid või mullaparandaja, ja mille kasutamisel paranevad taimedes toimuvad füsioloogilised protsessid (du Jardin 2015). Biostimulandid soodustavad taime arengut kogu elutsükli vältel, alates seemne idanemisest kuni taime küpsuseni. European Biostimulants Industry Council (EBIC) sõnul mõistetakse biostimulantide all ühendeid või mikroorganisme, mis parandavad taimedel: juurte arengut, toitainete ja vee omastamist, abiootilise stressi taluvust, taimede põuakindlust ja saagi kvaliteeti ning säilivust (EBIC 2020). Kasutades biostimulante väheneb väetamise vajadus ning paraneb taimede kasv ka stressitingimustes. Biopreparaadid aitavad toime tulla stressiga, mis võib olla tingitud ümberistutamisest või madalamatest temperatuuridest. Biostimulantide kasutamine võib vähendada tootmiskulusid ning kasutades vähem taimekaitsevahendeid säästame ka keskkonda.

Biostimulandid on looduslikud ja erinevad tavapärastest sünteetilistest lämmastiku-, fosfori- ja kaaliumiväetistest ning võivad sisaldada oma koostises mitmesuguseid orgaanilisi ühendeid (EBIC 2020). Kahjuks just oma toimeainete kompleksuse ja rohke erinevate molekulide sisalduse tõttu, on raske täpselt määrata milliseid mehhanismid taimes on just biostimulantide poolt aktiveeritud (Bulgari *et al.* 2015). Erinevalt kasvuregulaatoritest ja hormoonidest toetavad biostimulandid taime metaboolseid protsesse loomulikult neid muutmata (Posmyk, Szafranska 2016). Seega on biostimulantide positiivne mõju taimedele osaliselt kaudne aktiveerides ja toetades taime enda kaitsemehhanisme. Samas mõju võib olla ka otsene näiteks varustades taime stressiperioodil vajalike kasutusvalmis kasulike elementide ja aminohapetega, säästes nii taime ennast selle keerukast ja energiakulukast sünteesi protsessist (Posmyk, Szafranska 2016).

Toimeaine põhiselt jagunevad biostimulandid 4 peamisesse kategooriasse:

- **humiin- ja fulvohapped** on pinnase orgaaniliste ainete looduslikud koostisosad, mis tulenevad taimede, loomade ja mikroobide jääkide lagunemisel, aga ka mullamikroobide metaboolsest aktiivsusest (du Jardin 2015). Enamik humiinained on seotud juurte toitumise parandamisega erinevate mehhanismide kaudu. Humiinainete põhise biostimulandi toime sõltub keskkonnatingimustest, taimest, lahuse kontsentratsioonist ja andmisviisist (Rose *et al.* 2014). Biostimulandi humiinainete allikateks võivad olla: looduslikult lagunenud orgaaniline aine (nt. turbast või vulkaanilised mullad), kompost või vermikompost ja mineraalne allikas (nt. leonardiit-pruunsöe oksüdeerunud vorm, mis on suure humiinhappe sisaldusega) (du Jardin 2015).
- **Merevetika ekstraktide** peamine mõju on seemnete idanemisele, taimede kasvule, õitsemisele, saagikusele ja vastupanu stressile (du Jardin 2015). Seotud on see hormonaalse toimega, mida peetakse taimede biostimulatsiooni peamiseks põhjuseks. Erinevate analüüsidega on kindlaks tehtud, et merevetika ekstraktid sisaldavad erinevaid kasvuhormoone nagu tsütokiniinid, auksiinid, abstsiishape, giberrelliinhape ja ka muid hormoonühendeid (Craigie 2011). Merevetika ekstraktina kasutatakse erinevaid hõimkondi (pruun-, rohe- ja punavetiktaimed), aga enamlevinud on pruunvetikate liigid *Ascophyllum, Fucus* (põisadru) ja *Laminaria* (lehtadru), aga eriti just *Ascophyllum nodosum* (pruunvetikas) (Craigie 2011; du Jardin 2015; Goñi *et al.* 2018). Katsed näidanud, et pruunvetika hormonaalne mõju taimele ei tulene niivõrd ekstrakti kasvuhormoonide sisaldusest kuivõrd mõjust taime kudedes olevate hormoonide liikumist ja biosünteesi reguleerivatele geenidele (Wally *et al.* 2013). Lisaks muudele rollidele käituvad merevetika ekstraktid ka kui väetised, varustades taimi mikro– ja makroelementidega. Merevetika ekstrakte saab anda kas vesilahusena mulda või lehe kaudu pritsides otse taimele.
- **Aminohapped** on valkude sünteesi olulised koostisosad ja täidavad taimes erinevaid struktuurseid, metaboolseid ja transpordi ülesandeid (Paleckiene *et al.* 2007). Preparaatides sisalduvad aminohapped saadakse keemilise ja ensümaatilise valkude hüdrolüüsiga nii taimsetest kui ka loomsetest põllumajandustööstuse kõrval produktidest (du Jardin 2015). Taimed toodavad ka ise aminohappeid, kuid protsess on väga energiakulukas (Popko *et al.* 2018). Seetõttu aitab juba nö. kasutusvalmis aminohapete andmine taimel oluliselt säästa energiat ja kiirendada nende arengut. Aminohapped aitavad taimedel kiiremini taastuda ebasoodsatest ilmastikutingimustest nagu näiteks põud, üleujutus, ajutised öökülmad (Kauffman *et al.* 2007). Samuti aitavad

paremini omastada toitaineid, eelkõige mikroelemente, ning neid taimes ümber paigutada (Popko *et al.* 2018).

- **Kasulikud mikroorganismid,** milledeks on erinevad seened ja bakterid. **Seened** on taimejuurtega ühenduses vastastikku kasulikust sümbioosist kuni kahjuliku parasitismini (Behie, Bidochka 2014). Üle 90% taimedest on seentega kasulikus sümbioosis. Kaks peamist taimedele kasulikku seenerühma on mükoriisa ja endofüütilised seened. Nende kahe peamine erinevus seisneb selles, et mükoriisa ei suuda iseseisvalt ilma peremeestaimeta elada (Bonfante, Genre 2010). Seened aitavad taimedel hoida veebilanssi, paremini omastada toitaineid (nii makroelemente, eriti P, kui ka mikroelemente) ning kaitsevad taimi biootilise ja abiootilise stressi vastu. **Bakterite** mõju taimele sõltub mulla- ja kliimatingimustest (López-Bucio *et al.* 2015). Peamisteks kasulikeks bakteriteks on kasvu soodustavad risobakterid (*Rhizobium*). Bakterite mõju on sarnane seentega mõjutades kõiki taimeelu aspekte: toitumist ja kasvu, arengut ning reageerimist biootilisele ja abiootilisele stressile.

Biostimulandid pakuvad seega uudset lähenemisviisi põllumajanduses aitamaks loomulikumalt kaasa taimede füsioloogilistele protsessidele ja vähendamaks seeläbi mineraalväetiste kasutamist.

1.2 Biostimulantide mõju puitunud taimedele

Biostimulandid on orgaanilised ained, mida saab taimele anda enne külvi seemnetele, kasvu ajal lehe kaudu või pinnasesse kastes (du Jardin 2015). Biostimulante antakse taimele eesmärgiga suurendada taimede toitelementide omastamist, parandada kasvu, abiootilise stressi taluvust ja saagi kvaliteeti. Biostimulandid aitavad parandada taimedel toitainete omastamist kolmel peamisel viisil: suurendades mulla katioonide vahetuse võimet (väheneb toitainete leostumine, eriti liivastel muldadel), N omastamise parandamine või allikas ja/või muutes mullas raskesti kättesaadavad elemendid paremini omastatavaks (De Pascale *et al.* 2017). Samas ei saa aga biostimulantide positiivset mõju kõigile kultuuridele üldistada. Näiteks ei pruugi biostimulandi toime puitunud taimedele olla sama kui rohtsel taimel (suvikud, köögiviljad, ilutaimed jms) juba erineva kasvukiiruse ja agrotehniliste võtete tõttu (avamaal ja kasvuhoones). Rohtsete taimede kasv on intensiivsem ja lühiealine (üldiselt igal aastal uus

taim) seega ka biostimulantide andmine sagedasem ning taimed ka vastuvõtlikumad (Basile *et al.* 2020). Puitunud taimed on pikaealised ja nende puhul mängib rolli ka nö. eelmise aasta mõju ülekandumine järgmisesse aastasse ning kõik see võib mõjutada ka biostimulandi toimet. Hoolimata sellest on ka puuviljanduses huvi biostimulantide vastu tõusev just tänu võimalusele toota loodussäästlikumalt (vähendada mineraalväetiste kasutamist) ja samas parandada saagi kvaliteeti ning taimede kasvu.

Sümbioos arbuskulaarse mükoriisaga on praktiliselt kõigil viljapuu liikidel ja tekib alusel kas puukoolis või hiljem püsival istutuskohal (Calvet *et al.* 2004). Viljapuude aluste ja arbuskulaarse mükoriisa sümbioos aitab taimel paremini taluda stressirohkeid olukordi nagu ümberistutust, soolsus, põud ja tõsta vastupidavust mullas olevate nematoodide ja seenhaigustele. Puitunud taimede vastuvõtlikkus mükoriisale on erinev ja sõltub pigem liigist (Calvet *et al.* 2004). Katsed koloniseerida erinevate viljapuude aluseid varajases kasvu faasis kolme *Glomus* (krohmseened) perekonda kuuluva arbuskulaarse mükoriisaga näitasid, et haralise ploomipuu alused olid sellele kõige vähem vastuvõtlikud (Calvet *et al.* 2004). Leiti, et aluse vastuvõtlikkust seene koloniseerimisele võivad mõjutada ka kasvuaegsed tingimused nagu kasvusubstraat, väetamine, taimekaitse või tugev varjutamine. Samuti võib seentel juurte koloniseerimiseks kuluda kauem aega kui 4 kuud, mil katse kestis. Türgis läbi viidud kaheaastane katse aed-õunapuu sordiga `Granny Smith` alusel MM106 näitas, et kasulikud mikroorganismid (risobakterid *Bacillus M3, Bacillus OSU-142, Microbacterium FS01*) suurendasid oluliselt kumulatiivset saaki, vilja kaalu, võrsete kasvu ja jämedust ning lehtede toitelementide sisaldust (eriti N ja P) (Karlidag *et al.* 2007). Suurem toiteelementide sisaldus võis tulla sellest, et mullas olevad risobakterid muutsid raskesti omastatavad elemendid taimele paremini kättesaadavaks. Teises Türgis läbi viidud õunapuu katses sortidega `Granny Smith`ja `Stark Spur Golden` alustel M9 ja MM106 näitas, et kasvu soodustavad risobakterid (OSU-142, OSU-7, BA-8 ja M-3) suurendasid äsja istutatud noorte puude võrsete kasvu ja läbimõõtu (Aslantaş *et al.* 2007). Positiivne mõju noortaimede kasvule sõltus risobakteri tüübist, alusest ja sordist. Bakterite efektiivsus oli suurem alusel M9. Bakterite positiivne mõju õunte kasvule leiti tulevat nende võimest sünteesida juurte piirkonnas kasvuhormoone nagu auksiin ja tsütokiniin, aga ka muid hormoone. Samuti suutsid bakterid muuta P taimedele paremini omastatavaks. Poolas läbi viidud katse kõrgsoo turbasse istutatud roosiga (*Rosa* x *hybrida*) näitas, et efektiivsete mikroorganismidega (liik täpsustamata) töödeldud substraadis oli oluliselt väiksem P, K, Mg, nitraat- ja amooniumlämmastiku sisaldus, mis võis tulla sellest, et mikroorganismid aitasid taimedel neid paremini omastada (Górski, Kleiber 2010). See

omakorda soodustas rooside paremat õitsemist. *Trichoderma* spp. seentel on tänu tugevale antagonistlikule ja mükoparasiitsele toimele võime vähendada taimehaiguste nakatumise ägedust pärssides patogeenide arengut (Hermosa *et al.* 2012). Hiinas katsed erilehelise sireliga (*Syringa oblata*) aitasid *Trichoderma* erinevad seene tüved edukalt võidelda sireli jahukastega (*Mircosphaera syringejaponicae*) (Liu *et al.* 2020). Seen oli võimeline tootma abstsiishapet, mistõttu nakatunud lehed varisesid. Samuti soodustas seen uute lehtede arengut, kuid abstsiishappe tõttu olid need madala klorofülli sisaldusega.

Merevetikaid on kas värskelt või komposteeritult kasutatud väetisena juba ammustest aegadest (Craigie 2011). Merevetikapõhise teadustöö pöördepunktiks sai 1944.a. kui Dr. F.N. Woodwardi eestvedamisel asutati Scottish Seaweed Association Limited, mille eesmärgiks oli tööstusliku suunitlusega igakülgse merevetikapõhise uurimistöö soodustamine ja läbiviimine (Craigie 2011). Samas merevetika ekstraktide kasutamine biostimulandina on tulnud alles hiljuti (du Jardin 2015). Merevetikatest biostimulante kasutatakse nii puitunud kui rohtsetel taimedel ja antakse vesilahusena nii lehe (pritsides) kui ka juurte kaudu. Energiapaju pistoksi leotati 48 h enne istutust merevetikapõhise biostimulandi (Kelpak®) lahuses, mis suurendas paju võrse läbimõõtu ja kasvu (Digruber *et al.* 2018). Samuti mõjus kasvule positiivselt energiapaju kasvuaegne pritsimine Kelpaki 1-2% lahusega. Manusco *et al.* (2006) katse tulemused näitasid, et kasvuhoones 5×5 cm turbasubstraadiga pottidesse istutatud viinapuude noortaimede pritsimine juulist septembrini 2x nädalas merevetika ekstraktiga suurendas taimede kasvu, vastupanu põuale ja makroelementide omastamist (suurem sisaldus lehtedes), kuid mikroelementide omastamisele mõju ei olnud. Mullast toitainete omastamist mõjutavad erinevad tegurid sealhulgas taime genotüüp (liik) ja keskkonnatingimused (De Pascale *et al.* 2017). Eriti oluline on toitainete omastamisel juurestik, mille intensiivne kasv on üheks eelduseks taime paremale toitumisele. Merevetika ekstraktid on kompleks erinevatest bioaktiivsetest ainetest nagu polüsahhariidid, rasvhapped, vitamiinid, fütohormoonid ja mineraalelemendid (Battacharyya *et al.* 2015). Ekstraktide mõju puitunud taimede juurte arengule on vähe uuritud. Peamiselt on keskendutud katsetes mõju uurimisel taime maapealsele osale: kasv ja selle erinevad mõõdetavad parameetrid (võrsete pikkus, jämedus, arv jms), saagikus (hulk ja biokeemia), toitainete omastamine (mikro- ja makroelementide sisaldus erinevates taimeosades). Jones ja Staden (1997) uurisid merevetikapreparaadi Kelpak® mõju rippokkase männi (*Pinus patula*) pistikute juurdumisele. Katse tulemusest selgus, et biostimulandi mõju taimele sõltus pistiku võtmise kohast (emataime ala- või ülaosast), ajast ja lahuse kontsentratsioonist. Emataime alumisest osast võetud pistikud juurdusid paremini

võrreldes tipuosaga. Suvel võetud pistikud juurdusid kehvasti hoolimata biostimulandiga töötlusest. Seevastu sügisel võetud pistikute juurdumisele oli oluline soodustav mõju 0,1% lahusel (70% enam juurdunud pistikuid). Kangem kontsentratsioon (1:1) mõjus pistikutele pigem toksiliselt. Positiivne mõju juurte arengule oli ka lodjapuu-põisenela (*Physocarpus opulifolius*) pistikutele (Pacholczak *et al.* 2015). Merevetikapõhiste preparaatide positiivne mõju juurdumisele tuleneb kasvuhormoonide (auksiin, giberelliin, tsütokiniin) sisaldusest. Võib eeldada, et kui merevetika ekstrakti kasutamisel ilmneb positiivne mõju taime maapealsele kasvule, on mõju positiivne ka juurestikule.

Aminohapped, oligopeptiidid ja polüpeptiidid on valgu hüdrolüsaadid, mis saadakse loomsete või taimsete põllumajandusjääkide valkude keemilisel või ensümaatilisel hüdrolüüsil (du Jardin 2015). Sõltuvalt nii valgu saamise protsessid kui ka lähtetoorainest on mõlemil nii omad plussid kui ka miinused. Keemiline hüdrolüüs (happelises või aluselises keskkonnas) on tavaliselt eelistatuim variant loomse tooraine puhul (Colla *et al.* 2015). Selle plussiks on suur vabade aminohapete sisaldus saadavas ekstraktis, aga miinuseks, et kuna protsess on nii agressiivne (rõhu all ja kõrge temperatuur, 220 °C), siis lõhutakse osad aminohapped (nt. trüptofaan, tsüsteiin, seriin ja treoniin) ja muud kasulikud, kuid temperatuuritundlikud, ained (nt. vitamiinid). Ensümaatilist hüdrolüüsi kasutatakse peamiselt taimsetest algmaterjalidest aminohapete saamiseks. Protsess toimub madalamal temperatuuril (kuni 60 °C) ja pole nii agressiivne ning madala energiakulu tõttu ka keskkonnasäästlikum. Saadav ekstrakt sisaldab erineva ahela pikkusega aminohappeid ja valke, mis on aja jooksul lahuses ka stabiilsemad (Colla *et al.* 2015). Taimsest materjalist aminohapete preparaadid sisaldavad reeglina rohkem ka erinevaid toiteelemente, süsivesikuid, fenoole ja fütohormoone, mida loomsest lähteainest preparaadis pole. Peamised taimsed lähteproduktid on kaunviljade seemned (nt. soja, lupiin), lutserni hein ja köögiviljade kõrvalsaadused. Loomsed allikad on peamiselt naha ja kala kõrvalsaadused, verejahu, kanasuled ja kaseiin (Colla *et al.* 2015). Aminohapete andmine taimele juurte või lehtede kaudu on suurendanud võrsete kasvu ja juurte biomassi, Fe ja N metabolismi, toitainete omastamist ning vee ja toitainete (nii mikro- kui makrotoitained) kasutamise efektiivsust (Colla *et al.* 2015). Aminohapetega töödeldud taimede parema toitainete omastamise põhjuseid võib välja tuua 4: 1) suurenenud mulla mikroobne ja ensümaatiline aktiivsus; 2) paranenud mikroelementide, eriti Fe, Zn, Cu, Mn, liikuvus ja lahustuvus; 3) modifikatsioonid juurestikus, eriti juurte pikkuses, tiheduses ja külgjuurte arvus; 4) suurenenud N reduktaas, glutamiini süntetaas ja Fe(III)-kelaadi reduktaasi aktiivsus (Colla *et al.* 2015). Samas mõjutavad aminohapete toimet ka paljud muud tegurid nagu konkreetne

liik või sort, keskkonnatingimused, fenoloogiline kasvufaas, preparaadi andmise aeg ja viis (kastmine või pritsimine) ja lehe läbilaskvusest (oluline kui preparaat antakse taimele lehe kaudu pritsides) (Kauffman *et al.* 2007). Aminohapete mõju on puitunud taimedele vähem uuritud kui rohtsetele põllumajandustaimedele (nt. mais, nisu, tomat jt.). Boselli *et al.* (2019) hariliku viinapuudega (*Vitis vinifera* `Corvina`) Itaalias läbi viidud katses erinevate aminohapete (soja, lupiini ja piimasaadustest saadud kaseiin) põhiste biostimulantidega selgus, et pritsimisel oli oluline positiivne mõju viljade fenoolsete ühendite sisaldusele ja vähendas veekadu taimedest (evapotranspiratsiooni vähenemine). Samas mõju sõltus aminohappe allikast ja lahuse kontsentratsioonist. 5-aastase katse põhjal selgus, et lupiini- ja sojapõhised aminohappe preparaadid sobivad kõige paremini kasutamiseks kastmissüsteemita viinamarjaistandikesse. Nende andmetel on biostimulantide kasutamine paljudes viinamarjaistandikes juba tavaks vähendamaks taimede kasvuaegset stressi, mis on tingitud kõrgetest temperatuuridest ja sellega seoses ka veepuudusest. Samuti aitavad biostimulandid parandada viljade ja veini kvaliteeti (kõrgem fenoolide sisaldus). Sinisel eukalüptil (*Eucalyptus globulus*) suurendas istutuseelne aminohapetega (loomsel toorainel preparaat nimega Siapton®) kastmine ja pritsimine ümberistutuse järgselt taime maapealset biomassi, kuid mõju juurte kasvule puudus (Ozyhar *et al.* 2019). Maapealse biomassi suurenemine tuli peamiselt suurenenud lehtede arvust kuna võrsete läbimõõdule olulist mõju ei olnud. Samuti katsed kolme eri puuliigiga, punane tamm (*Quercus rubra*), arukask (*Betula pendula*) ja pöök (*Fagus sylvatica*), näitasid, et mitte kõik biostimulandid ei mõjutanud taimede istutusjärgset kasvu, vaid oluline oli toimeaine (Fraser, Percival 2003). Samuti oli mõju liigiti erinev. Eestis läbi viidud katse tömbilehise viirpuu (*Crataegus laevigata*) sordiga `Paul´s Scarlet` näitas, et erinevate biostimulantidega (sh. aminohapete põhine preparaat Radifarm) kastmise mõju viirpuu kasvule oli kasvuperioodil erinev ja kohati isegi negatiivne võrreldes kontrollvariandiga (Välk 2018). Küll aga selgus, et biostimulantidega kastmine soodustas viirpuu istikute N, K ja Ca omastamist.

Humiinained on looduslikud orgaanilised ühendid mullas, mis tekivad loomsete ja taimsete jäänuste lagunemisel ja mikroobide elutegevusest (Rose *et al.* 2014). Nad on looduslikult pea iga mulla koostisosa moodustades kuni 60% mulla orgaanilisest ainest (Muscolo *et al.* 2007). Humiinainete sisaldus mullas on suuresti mõjutatud agrotehnilistest võtetest, eriti maaharimisest, ja sisaldus on seetõttu pigem vähenemas tavapõllumajanduses (Rose *et al.* 2014). Humiinainete mõju taimedele on palju uuritud (Chen *et al.* 2004). Samas humiinainete täpset mõju taimedele on keeruline määratleda kuna tegu keerulise keemilise ainega, millel

puudub kindel struktuur ja koosneb erineva molekulmassiga ning ahela pikkusega ühenditest (Muscolo *et al.* 2007). Varasemalt käsitleti humiinaineid kui komplekseid makromolekule, kuid viimased uuringud on näidanud, et tegu on palju keerulisemate ühenditega, mis pigem koosnevad väiksematest molekulidest. Humiinainete mõju taimedele on läbi positiivse mõju mulla füüsikalistele, keemilistele ja mikroobsetele omadustele (Paunović *et al.* 2013). Humiinained stabiliseerivad mulla struktuuri ja suurendavad selle veehoiu võimet, suurendavad mulla katioonide vahetuse võimet ja väheliikuvate (raskesti omastatavate) elementide (P, Fe, Zn) liikuvust ja mikroelementide omastamist, vähendavad raskmetallide ja alumiiniumi toksilisust (Chen *et al.* 2004; Rose *et al.* 2014). Toime omakorda on seotud humiinaine päritoluga, molekuli suurusega, keemiliste omadustega ja kontsentratsiooniga (Muscolo *et al.* 2007), kuid ka töödeldava mulla enda humiinaine ja ka mineraalelementide sisaldusest, mistõttu katsetulemused ei ole alati positiivsed, aastati erinevad või usutav mõju puudub (Paunović *et al.* 2013). El-Shall *et al.* (2010) katsed aed-ploomiga aluselisel mullal näitasid, et nii humiinainetega pritsimisel kui kastmisel oli mõju taimede vegetatiivsele kasvule (suurenes tüve läbimõõt, taimede kõrgus, võrsete arv, läbimõõt ja pikkus), mineraalelementide omastamisele (suurem lehtede N, P, K, Mn, Zn ja Fe sisaldus) ja saagi kvaliteeti (suuremad viljad ja saak). Samas täheldati, et vegetatiivsele kasvule mõjus paremini mullakaudu humiinainete andmine ja saagile pigem kombineeritud (leht + muld), millele järgnes pritsimine ja siis mullakaudu kastmislahusena andmine. Kreeka pähklipuul (*Juglans regia*) on esimesel kasvuaastal peale pookimist probleemiks poogendi kehv kasv ja kõrge suremusprotsent (Paunović *et al.* 2013). Samuti on esimesel aastal peale istutust taimedel kehv kasv, võrsete tagasikuivamine ja suremus, mis tingitud ümberistutuse stressist (juurte vigastused ja sellest taastumine). Paunović *et al.* (2013) poolt kahel aastal läbi viidud katses kreeka pähkliga puudus ühel aastal statistiline usutav mõju humiinpreparaadil (Humisol) ja teisel oli suremus väiksem võrreldes kontrolliga. Positiivne mõju taimede kasvule ja võra läbimõõdule oli mõlemal aastal. Katse keskmisena leiti, et kõige paremad tulemused saavutati kombineeritud (pritsimine + kastmine) variandiga ja 1,5 ml preparaati taime kohta oli optimaalne kogus.

1.3 Ploom ja tema kasvunõuded

Eelmise sajandi keskpaiku olid põhilised ploomipuu alused haralise ploomipuu seemikud (Jänes, Kahu 2017). Eestis ongi kõige kasutatavamad ploomipuu alused seemikalused. Nad on kergesti hangitavad, odavad ja enamasti hea talvekindlusega. Samuti on nad vastupidavad kuivaperioodidele, kiire arengu ning hästi areneva juurestikuga.

XX sajandi viimastel aastakümnetel arenes kogu maailmas hoogsalt kloonaluste aretamine (Jänes, Kahu 2017). Põhjuseks oli suur vajadus väiksemate, varem kandeikka jõudvate, kergesti koristatavate ja regulaarset toodangut andvate ploomipuude järele. Euroopa riikides on ploomipuude paljundamisel juba suures osas mindudki üle nõrga või keskmise kasvutugevusega kloonalusele. Sama on teinud ka osa Eesti puukoole. Kloonalusele silmastatud puud jõuavad varem kandeikka ja on madalamad, nii on neilt lihtsam saaki koristada. Meie kliimasse sobivad kloonalused peavad olema hea talvekindlusega, vastupidavad kuivaperioodile, kinnituma tugevasti pinnasesse ning olema vegetatiivselt hästi paljundatavad. Kuna kloonaluste juurestik on pinnapealne siis ei saa nad sügavamatest pinnakihtidest vett kätte ja seega vajavad nad erilist hoolt. Seega tuleb nendele silmastatud puid põua perioodil kasta, varustada toitainetega, võraalused hoida umbrohupuhtad ning vajadusel multšida.

Ploomipuu on võrreldes õunapuu või kirsipuuga kõige külmakartlikum ja vajadus ka niiskuse järgi on suurem (Jaama, Jaama 1990). Ploomikasvatuseks kliima poolest on kõige sobivamad Lääne-Eesti, Pärnu lahe ja saarte piirkond, Põhja-Eesti rannikuala, Lõuna-Tartumaa ja Viljandimaa. Sobiv on ka linnade ja asulate mikrokliima. Ploomipuu on valgusnõudlik, varjus hakkab ta venima ja ei kasvata piisavalt õiepungi. Parimad kasvukohad on päikesele avatud ja külmade tuulte eest varjatud nõlvade ülemised ja keskmised osad (Mägi, Niiberg aasta). Kallak võiks olla edelasse, lõunasse või läände, kus põhjavesi on liikuv ja külmad õhumassid ei jää püsima.

Mullastiku suhtes ei ole ploomipuu nõudlik ja soodsates kliimatingimustes võivad nad kasvada mitmetel mullatüüpidel (Jaama, Jaama 1990). Ploomipuud kasvavad hästi neutraalsetel ja nõrgalt leelisese reaktsiooniga (pH 6,4-7) muldadel (Jaama 1971). Kindlasti ei sobi happelised

mullad. Ploomipuu eelistab hästi õhustatuid kergemaid toitainerikkaid saviliiv- või liivsavimuldi. Kuna ploomipuud omavad rohket hargnevat juurestikku, mis asetsevad peamiselt ülemises mullahorisondis (20-30 cm), siis rikkaliku saagi saamiseks vajavad nad ühtlaselt niisket ja viljakat mulla ülemist kihti (Jaama, Jaama 1990).

Puukoolides on saadaval nii paljasjuurseid kui ka nõuistikud (Jänes, Kahu 2017). Mida tervem ja tugevam on ploomipuu istik, seda paremini läheb ta kasvama. Paljasjuursed istikud istutatakse kevadel ja nõuistikuid saab istutada kevadest kuni sügiseni. Nõuistiku puhul peab jälgima, kas ta on sirge ja terve, ilma kuivamistunnusteta. Samuti ei tohi olla potis olev mullapind sammaldunud- sammal näitab, et taim on olnud potis üle aasta. Viimase juured ei ole saanud korralikult areneda ja sellise taime maha istutamisel võib tekkida pikk kasvuseisak. Kvaliteetne istik peab olema hästi arenenud juurekavaga, kus on arvukalt narmasjuuri. Ka nõuistik olgu hästi juurdunud, mille juurepalli maht peaks olema vähemalt 7 l ning, kui eemaldada kasvunõu, ei tohi mullapall juurte ümbert ära laguneda. Istiku sirgel tüvel olgu vähemalt kolm 25-30 cm pikkust sobiva asetusega võraharu ja paras tüve läbimõõt okste harunemiskohal on 13-15 mm. Istikul ei tohi olla murdunud oksi ega kuivamistunnuseid. Istik peab olema varustatud etiketiga, kus on kirjas andmed taime kasvatanud puukooli ja sordi kohta. Samuti liigiline kuuluvus ja millisele alusele on sort silmastatud.

Ploomipuude istikud istutatakse kevadel. Sügisel istutatud puude juured ei pruugi hästi juurduda ning karmil ja lumevaesel talvel võib juurestik hävida (Jaama 1971). Kasvukoha võib ette valmistada sügisel, kaevates augu ning lisada sinna kompostmuld ja väetis (Jaama, Jaama 1990). Vana ploomipuu asukohta ei soovita uut istikut istutada, sest maa on selles kohas kurnatud. Pärast istutamist tuleb puid kindlasti kasta, seda ka pikemalt kestva põua korral. Värsket sõnnikut ei tohiks istutusauku panna, sest sõnniku käärimisel tekivad huumushapped võivad enne istutamist kärbitud juurte otstele halvasti mõjuda. Väetamine toimub vastavalt mulla toitainete sisaldusele. Viljaka mulla korral vähendatakse väetisnorme ja kehvade muldade korral neid vastavalt suurendatakse.

Ploomid on kõige maitsvamad, kui puult küpseid vilju korjata ja neid kohe süüa (Mida ihkab...2020). Juhul, kui vilju on vaja säilitada või transportida siis korjatakse nad 2-3 päeva enne täielikku valmimist nn tehnilises küpsuses (Mägi, Niiberg 1999). Sortidel, mille viljad ei valmi kõik ühel ajal, tuleb neid korjata valikuliselt 2-3 korda. Tööstuslikuks otstarbeks minevad viljad ei pea polema täiest terved ja võib koristada valminud vilju ka raputamise teel. Seda tehakse käsitsi või vastavate vibraatoritega. Puude alla laotatakse eelnevalt puhas present

või riidega kaetud raamistik. Viljad on kaaliumirikkad ja neutraliseerivad organismi liigset naatriumisisaldust (Mida ihkab...2020). Värsked ploomid on seedimisele kergelt lahtistava toimega ning aitavad organismist liigset vedelikku ja soolasid välja viia.

Pärast saagi koristamist on soovitatav ploomipuud turgutada P ja K-ga, mis on vaja mulda kaevata (Mägi, Niiberg 1999). Kasutada võiks ka sügisväetist, millele on lisatud mikroelemendid ja mille lämmastikusisaldus on madalam. Selline väetis taastab peale saagikoristust mullas põhi- ja mikroelementide tasakaalu ning aitab tõsta puude talvekindlust.

Võra kujundamiseks parim aeg on kevad, mil puhkevad pungad on hästi näha (25+ nippi...2020). Võra kujundamine aitab kaasa heale saagile ja suurtele viljadele. Eriti oluline on see pärast karmi talve, kui puul on külmakahjustusi. Lõikamise ja võra kujundamise eesmärk on tekitada tugev võra, lihtsustada saagi koristamist ja aia hooldamist, samuti puule valgusküllusе tagamine ning viljade kvaliteedi parandamine. Ploomidele on parim variant 60–70 cm kõrgune madala tüvega puu. Põõsana kasvatatud ploomid on talvekindlamad, kuid neid on raskem hooldada. Rohkem võtavad nad ka ruumi ja saak on madalama kvaliteediga.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katse iseloomustus

Katse viidi läbi 18.04.2019 – 5.09.2019.a. Tartumaal, Lohkvas, Juhani Puukoolis. Katses kasutati aed-ploomipuu sorti `Edinburgh`, mis oli poogitud haralisele ploomipuule. Paljasjuursed poogitud istikud potistati 10.04.2019 15×15×20 cm plastik pottidesse (joonis 1). Katsesse valiti sarnased taimed, mille pungad puhkesid võrdselt, et vältida pookimise viga. Substraadina kasutati neutraliseeritud turvast (pH 6,6–7,2). Taimed olid kilekasvuhoones, mille üks külg oli avatud, koos teiste tootmises olevate taimedega. Kasvuhoone oli betoonvundamendiga, kaetud topelt kilega ja põrandal kahekordne peenravaip. Taimi kasteti ja väetati läbi vihmutussüsteemi vastavalt vajadusele 1-2x päevas 15-30 min. korraga alates juuni keskelt. Eelnevalt kasteti käsitsi vastavalt vajadusele. Katses kasutatavateks biostimulantideks olid TrianumP (Koppert Biological Systems, Holland), Humistar (Tradecorp S.A., Hispaania), Radifarm (Valagro, Itaalia) ja RuterAA (Tradecorp S.A., Hispaania).

Joonis 1. Katsetaimed koos teiste tootmises olevate taimedega peale potistamist 18.04.2019 (Foto: L. Mainla).

Katsevariante oli kokku 5: kontroll ehk tavaväetamine (NPK), NPK + TrianumP (TrianumP), NPK + Humistar (Humistar), NPK + Radifarm (Radifarm) ja NPK + RuterAA (RuterAA). Biostimulantide lahused valmistati ja kastmisväetamised tehti vastavalt iga preparaadi tootja soovitustele. Eelnevast lähtudes kasteti TrianumP 0,3% lahusega taimi kasvuperioodil 2 korda (mais ja juunis), Humistari 0,2% lahusega 4 korda iga 10 päeva järel, Radifarmi 0,25% lahusega 3 korda iga 7 päeva järel ja Ruter AA 0,1% lahusega 5 korda iga 10 päeva järel. Taimede kastmist biostimulantidega alustati 2.05.2019 ehk 3 nädalat pärast taimede potti istutamist. Kastmislahuse kogus ühe taime kohta oli 500 ml. Kontroll variandi taimed said samas koguses vett.

2.2 Katses kasutatud biostimulandid ja taimne materjal

TrianumP on mittetoksiline bioloogiline toode, mis kaitseb taime profülaktiliselt selliste taimehaiguste eest nagu *Phytium, Fusarium, Rizoctonia* ja *Sclerotinia* (Horticom, 2020). TrainumP kasutamine tagab taimele elujõulise kasvu ning taimed on ühtlasemad. Väheneb ka mittestandardsete (haigestunud) taimede negatiivne mõju ülejäänud taimekooslusele. Toode soodustab juurte kasvu ja lisajuurte tekkimist, mille tagajärjel omastab taim efektiivsemalt vett ja toitained.

Radifarm on spetsiifiline toode, mis on mõeldud kasutamiseks ümberistutamise faasis või varases arengujärgus erinevatele kultuuridele (Horticom, 2020). Radifarm aitab kaasa rikkaliku juuresüsteemi tekkimisele ja seemikute kiirele juurdumisele. Radifarm koosneb sellistest ainetest nagu tsink, aminohapped, valgud, saponiinid, tiamiinid ja betaiinid, mis hoiavad ära juurdumisega seotud stressi. Sobib kõikidele taimedele, eriti lilledele ja noortaimedele.

Humistar on humiin- ja fulvohapete vedel kontsentraat, mida mullapinnale pritsitakse või kastetakse (Batic Agro, 2020). Humistar parandab mulla huumusseisundit ja aktiveeri taimejäänuste ja põhu lagunemise mullas. Toode parandab mulla õhustatavust ja vee kinnipidamise võimet ning paremini imenduvad N, P, K.

RuterAA on vabade aminohapetega kasvustimulaator, mis sisaldab taime kasvuks vajalikke makro-ja mikroelemente (Baltic Agro, 2020). Vabad aminohapped soodustavad narmasjuurte

arengut, toiteelementide imendumist ning edasikandmist taimes. Taimed on võimelised vett ja toitaineid paremini kätte saama. Taimed muutuvad vastupidavamaks liigniiskusele, põuale, taimehaigustele ja pestitsiidide võimalikele kõrvalmõjudele. Juurestiku kasvu ergutavad ning narmasjuurte arvukus ja mõõtmed suurenevad.

Katses kasutatud aed-ploomipuu sort `Edinburgh` (joonis 2) on aretanud Inglismaal Middlesexi maakonnas Hayesis (Jänes, Kahu 2017). Eestis kasvatamiseks soovitas antud sorti J. Spuhl-Rotalia aastal 1905 ja aastal 1967 oli juba tsoonides kõigis puuviljakasvatuse tsoonides (Jaama 1971).

Joonis 2. Aed-ploomipuu sort `Edinburgh` viljad (Seedri Puukool, 2020).

Puu on tugeva kasvuga, püstja võraga ja hõredalt asuvate laiade okstega (Jänes, Kahu 2017). Vili on lillakaspunane ja keskmise suurusega (Seedri Puukool, 2020). Viljade valmimisaeg on hilisepoolne- septembri teisel poolel. Sobib nii värskelt tarbimiseks kui ka hoidisteks (Jänes, Kahu 2017). Puu väärtused: iseviljuv ja hea tolmuandja teistele sortidele, saagikas ja vili on ilus ning mahlane. Puu puudused: sort on talveõrn, tundlik lehepõletiku suhtes ning luuseeme eraldub viljalihast halvasti.

2.3 Katses teostatud mõõtmised ja keemilised analüüsid

Katses mõõdeti poogendi kõrgust (cm), poogendi läbimõõtu (mm) ja lehtede SPAD-näitu. Mõõtmised teostati iga 14 päeva tagant alates 16. maist kuni 5. septembrini 2019. Poogendi läbimõõt mõõdeti kord kuus st. 28-päevase intervalliga. Kokku oli katses 9 mõõtmist.

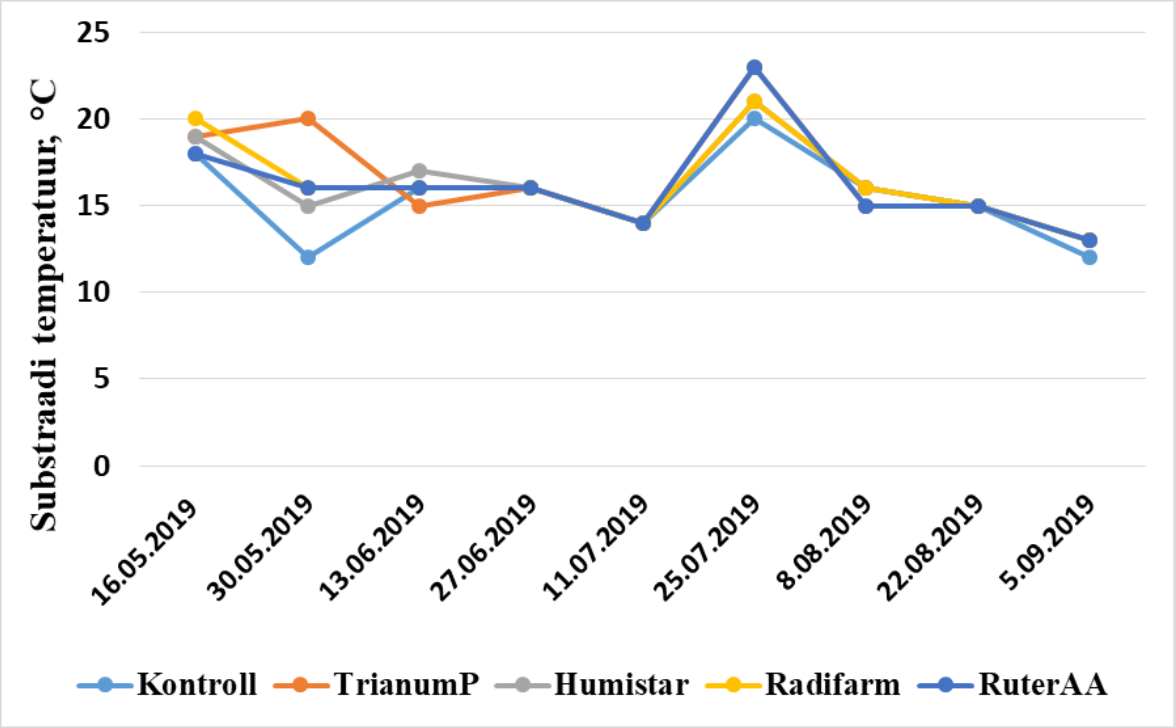
Poogendi kõrgust mõõdeti mõõdulindiga pookimiskohast poogendi tipuni. Poogendi läbimõõt mõõdeti elektroonilise nihikuga (Kraftmann, Saksamaa) pookimiskohast 5 cm kõrguselt. Lehtede suhtelist lämmastikusisaldust mõõdeti klorofüllmeetriga (SPAD-502, Konica Minolta Sensing Inc, Jaapan). Lehtede SPAD-näit võeti taime kohta ja üks näit koosneb 30 näidu keskmisest.

Substraadi näitajatest mõõdeti WET-sensoriga (Delta-T Services, Inglismaa) elektrijuhtivus (EC, $mScm^{-1}$) ja temperatuur (°C) igas potis.

Katseperioodi lõpus määrati lehtede ja mulla keemiliste elementide (N, P, K, Ca, Mg) sisaldus Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris. Igast katse variandist 2 lehe- ja 2 mullaproovi, kokku 20 proovi.

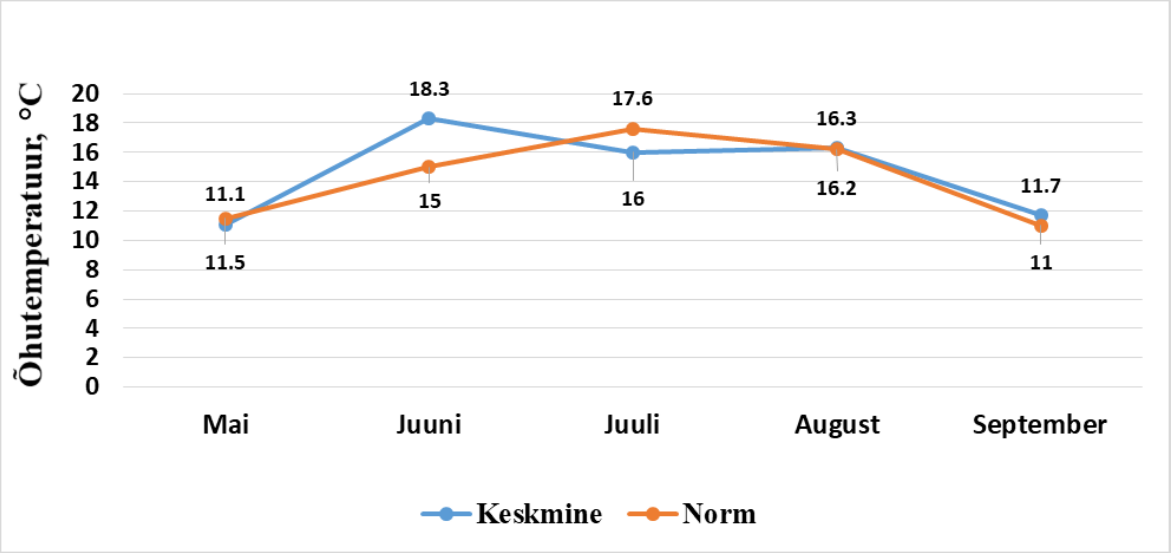
2.4 Meteoroloogilised tingimused ja substraadi temperatuur

Substraadi temperatuuri mõõdeti WET-sensoriga iga 14 päeva tagant maist septembrini. Substraadi temperatuur kõikus kasvuperioodi jooksul 23 °C (RuterAA) ja 12 °C (Kontroll) vahel (joonis 3). Suvi oli üldiselt jahe ja seetõttu oli ka kasvuhoones jahedam. Seda enam, et üks kasvuhoone külg oli avatud. Kõige soojem oli kasvusubstraadi temperatuur juulikuus (23 °C) ja kõige jahedam mai alguses ja septembris (12 °C).



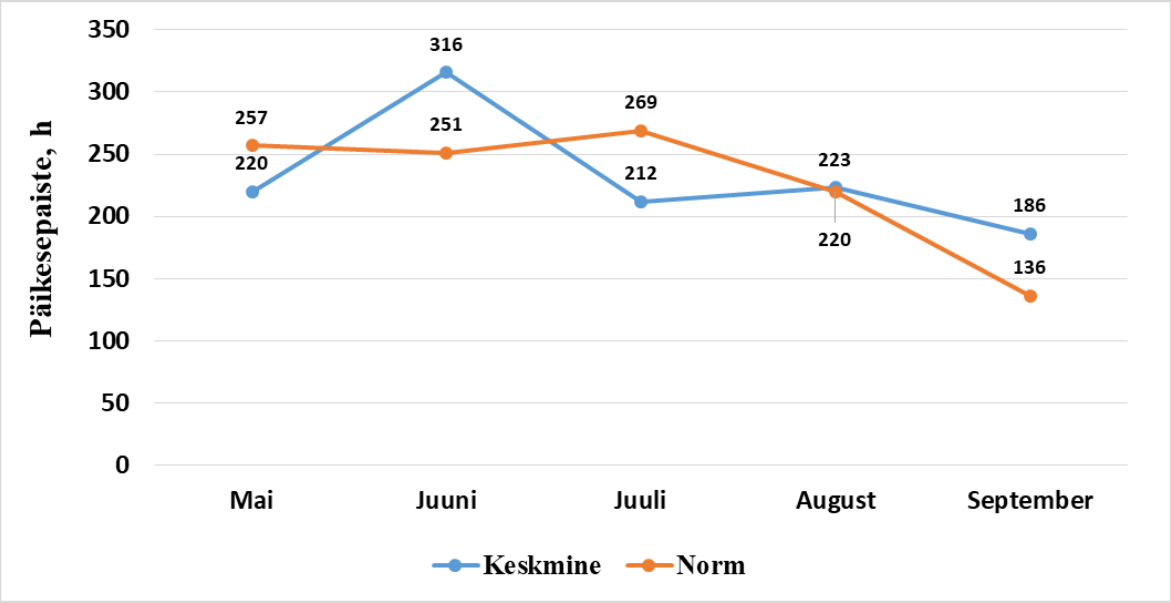
Joonis 3. Katsevariantide substraadi keskmine temperatuur mõõdetuna WET-sensoriga.

Tõravere ilmajaama andmetel oli 2019.a. maikuu keskmine õhutemperatuur 11,1 ˚C, mis on sarnane normiga ehk paljude aastate keskmisega (11,5 ˚C) (joonis 4). Juunikuu keskmine õhutemperatuur oli 18,3 ˚C, mis on normist (15,0 ˚C) kõrgem. Juulikuu oli jahe, mil keskmine õhutemperatuur (16,0 ˚C) oli normist (17,6 ˚C) 1,6 ˚C madalam. Augustikuu keskmine õhutemperatuur (16,3 ˚C) oli sarnane normiga (16,2 ˚C).Septembri keskmine temperatuur (11,7 ˚C) oli samuti sarnane normiga (11,0 ˚C).



Joonis 4. 2019.a. keskmine õhutemperatuur (°C) maist septembrini ja sama perioodi paljude aastate (1981-2010) norm Tõravere ilmajaama andmetel.

Kasvuperioodi jooksul paistis päike kõige pikemalt juuni kuus (316 h), mille norm on vähem tunde (251 h) (joonis 5). Kõige vähem paistis päike septembris (186 h), mis on siiski rohkem võrreldes normiga (136 h).



Joonis 5. 2019.a. päikesepaiste keskmine kestus (tunnid) maist septembrini ja sama perioodi paljude aastate (1981-2010) norm Tõravere ilmajaama andmetel.

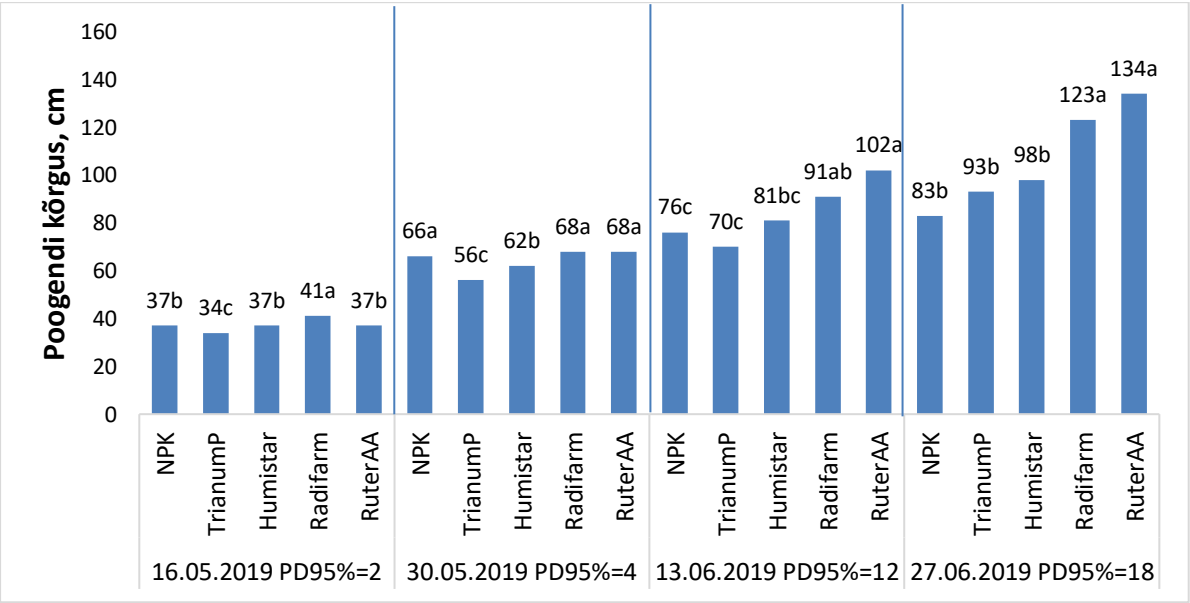
2.5 Andmetöötlus

Andmetöötlusprogrammina kasutati Microsoft Excel 2016. Matemaatilisel analüüsil kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi, kus faktoriks oli katsevariant. Variantide vahelise erinevuse hindamiseks kasutati piirdiferentsi 95% usutavuse juures (PD95%). Erinevad tähed jooniste tulpadel näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

3. TULEMUSED

3.1 Poogendi kõrgus

16.05.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 34 – 41 cm (joonis 6). Võrreldes NPK variandiga (37 cm) suurendas Radifarmiga (41 cm) kastmine oluliselt poogendi kõrgust. Seevastu TrianumP-ga (34 cm) kastmine vähendas oluliselt. RuterAA (37 cm) ja Humistariga (37 cm) kastmisel statistilist olulist mõju ei olnud.



Joonis 6. Biostimulantidega kastmise mõju ploomi `Edinburgh` poogendi kõrgusele (cm) 16.05.2019 PD95%=2, 30.05.2019 PD95%=4, 13.06.2019 PD95%=12, 27.06.2019 PD95%=18. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

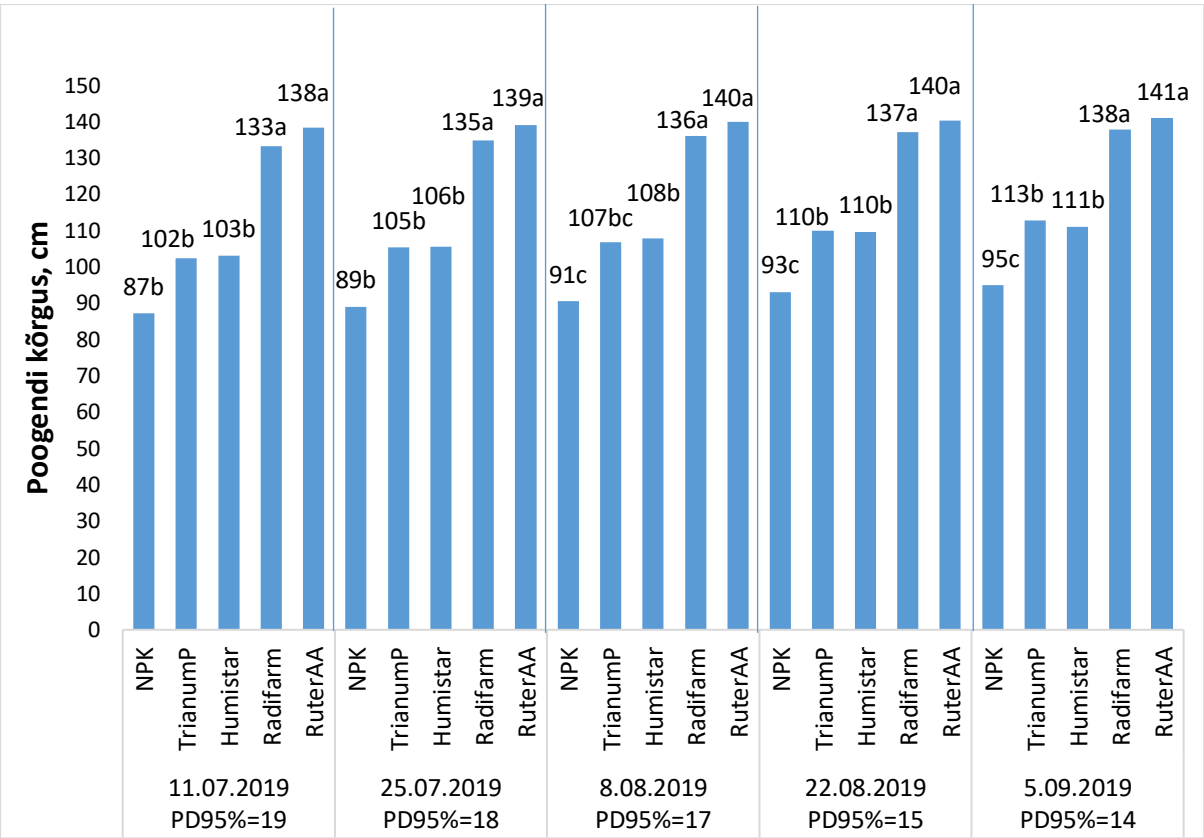
30.05.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 56 – 68 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (68 cm) ja madalamad TrianumP variandis (56 cm) (joonis 6). Võrreldes NPK variandiga (66 cm) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele

Radifarm (68 cm) ja RuterAA variantides. TrianumP ja Humistariga (62 cm) kastmine vähendas oluliselt poogendi kõrgust. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid RuterAA ja Radifarm variantides.

13.06.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 70 – 102 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (102 cm) ja madalamad TrianumP variandis (70 cm) (joonis 6). Võrreldes NPK variandiga (76 cm) ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP ja Humistar (81 cm) variantides. Samas Radifarmi (91 cm) ja RuterAA-ga kastmine oluliselt suurendas taimede kõrgust.

27.06.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 83 - 134 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (134 cm) ja madalamad NPK variandis (83 cm) (joonis 6). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP (93 cm) ja Humistariga (98 cm) kastmisel. RuterAA ja Radifarmiga (123 cm) kastmine oluliselt suurendas poogendi kõrgust. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid RuterAA ja Radifarm variantides.

11.07.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 87 – 138 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (138 cm) ja madalamad NPK variandis (87 cm) (joonis 7). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP (102 cm) ja Humistar (103 cm) variantides. RuterAA ja Radifarmiga (133 cm) kastmine oluliselt suurendas poogendi kõrgust olles ka biostimulantidega kastetud variantidest kõige kõrgemad.



Joonis 7. Biostimulantidega kastmise mõju ploomi `Edinburgh` poogendi kõrgusele (cm) 11.07.2019 PD95%=19, 25.07.2019 PD95%=18, 8.08.2019 PD95%=17, 22.08.2019 PD95%=15, 5.09.2019 PD95%=14. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

25.07.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 89 – 139 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (139 cm) ja madalamad NPK variandis (89 cm) (joonis 7). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP (105 cm) ja Humistar variandis (106 cm). RuterAA ja Radifarmiga (135 cm) kastmine oluliselt suurendas poogendi kõrgust olles ka biostimulantidega kastetud variantidest kõige kõrgemad.

8.08.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 91 – 140 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (140 cm) ja madalamad NPK variandis (91 cm) (joonis 7). Võrreldes NPK vaiandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP variandis (107 cm). Humistari (108 cm), Radifarmi (136 cm) ja RuterAA-ga kastmine oluliselt suurendas poogendi kõrgust. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid RuterAA ja Radifarm variantides.

5.09.2019 seisuga varieerus poogendi kõrgus 95 – 141 cm. Kõrgemad taimed olid RuterAA variandis (141 cm) ja madalamad NPK variandis (95 cm) (joonis 7). Võrreldes NPK variandiga oli kõikidel biostimulantidel oluline mõju poogendi kasvule suurendades selle kõrgust. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid RuterAA ja Radifarm (138 cm) variantides.

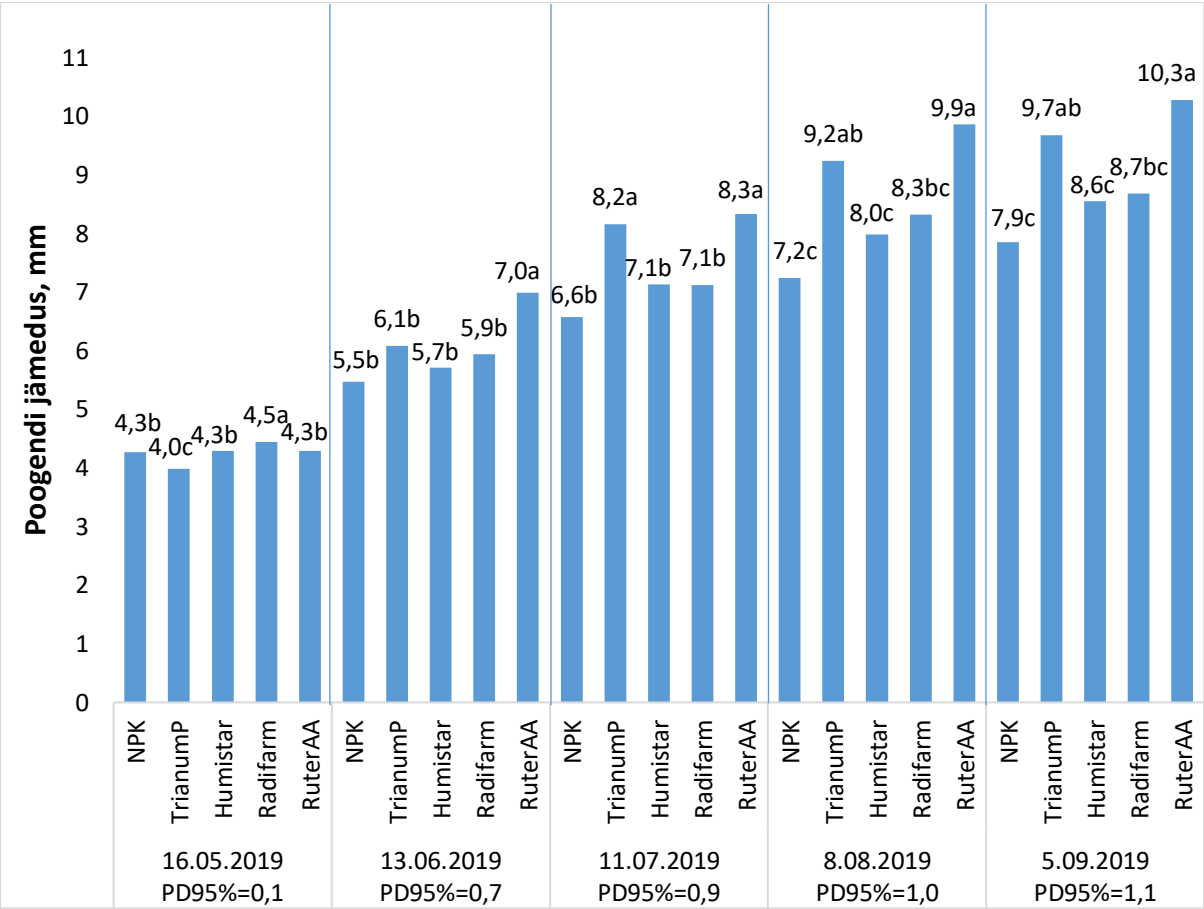
3.2 Poogendi jämedus

16.05.2019 seisuga varieerus poogendi jämedus 4,0 – 4,5 mm olles suurem Radifarm variandis (4,5 mm) ja väiksem TrianumP variandis (4,0 mm) (joonis 8). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele Humistar (4,3 mm) ja RuterAA (4,3 mm) variantides. Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas ja TrianumP-ga kastmine oluliselt vähendas poogendi jämedust. Biostimulantidest olid oluliselt jämedama poogendiga Radifarmiga kastetud taimed.

13.06.2019 seisuga varieerus poogendi jämedus 5,5 – 7,0 mm olles suurem RuterAA variandis (7,0 mm) ja väiksem NPK variandis (5,5 mm) (joonis 8). Võrreldes NPK variandiga oli biostimulantidest oluline mõju ainult RuterAA-ga kastmisel suurendades poogendi jämedust. Ülejäänud biostimulantidel oluline mõju puudus.

11.07.2019 seisuga varieerus poogendi jämedus 6,6 – 8,3 mm olles suurem RuterAA variandis (8,3 mm) ja väiksem NPK variandis (6,6 mm) (joonis 8). Võrreldes NPK variandiga oli oluline suurendav mõju poogendi jämedusele Ruter AA-ga ja TrianumP-ga (8,2 mm) kastmisel. Ülejäänud biostimulantidel oluline mõju puudus.

8.08.2019 seisuga varieerus poogendi jämedus 7,2 – 9,9 mm olles suurem RuterAA variandis (9,9 mm) ja väiksem NPK variandis (7,2 mm) (joonis 8). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele Humistar (8,0 mm) ja Radifarm (8,3 mm) variantides. RuterAA-ga ja TrianumP-ga (9,2 mm) ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas poogendi jämedust.

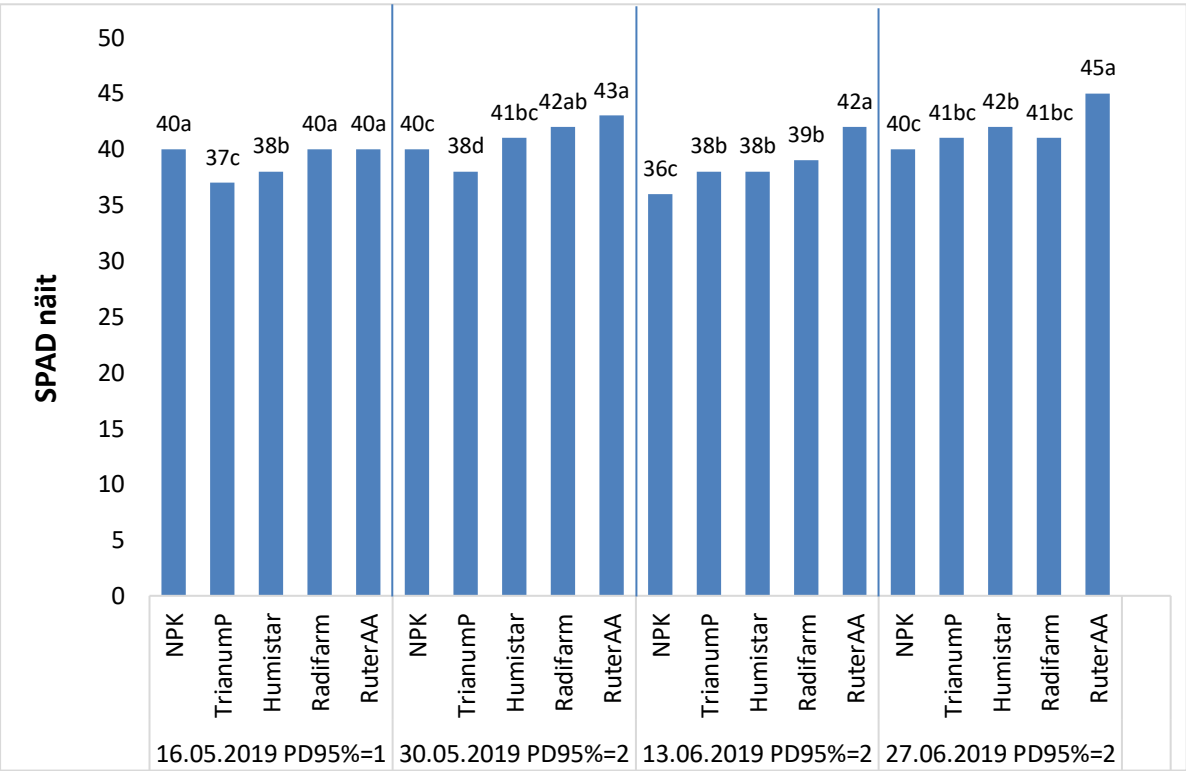


Joonis 8. Biostimulantidega kastmise mõju ploomi `Edinburgh` poogendi jämedusele (mm) 16.05.2019 PD95%=0,1, 13.06.2019 PD95%=0,7, 11.07.2019 PD95%=0,9, 8.08.2019 PD95%=1,0, 5.09.2019 PD95%=1,1. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

5.09.2019 seisuga varieerus poogendi jämedus 7,9 – 10,3 mm olles suurem RuterAA variandis (10,3 mm) ja väiksem NPK variandis (7,9 mm) (joonis 8). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele Humistar (8,6 mm) ja Radifarmiga variantides (8,7 mm). RuterAA-ga ja TrianumP-ga (9,7 mm) kastmine oluliselt suurendas poogendi jämedust.

3.3 SPAD näit

16.05.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 37 – 40 olles suurem NPK, Radifarm ja RuterAA variantides (kõigis 40) ja väiksem TrianumP variandis (37) (joonis 9). Võrreldes NPK variandiga TrianumP-ga ja Humistariga (38) kastmine oluliselt vähendas lehtede SPAD näitu. Ülejäänud biostimulantidel oluline mõju SPAD näidule puudus.



Joonis 9. Ploomi `Edinburgh` lehtede SPAD-näit sõltuvalt biostimulantidega kastmisest 16.05.2019 PD95%=1, 30.05.2019 PD95%=2, 13.06.2019 PD95%=2, 27.06.2019 PD95%=2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

30.05.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 38 – 43 olles suurem RuterAA variandis (43) ja väiksem TrianumP variandis (38) (joonis 9). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näidule Humistar (41) variandis.

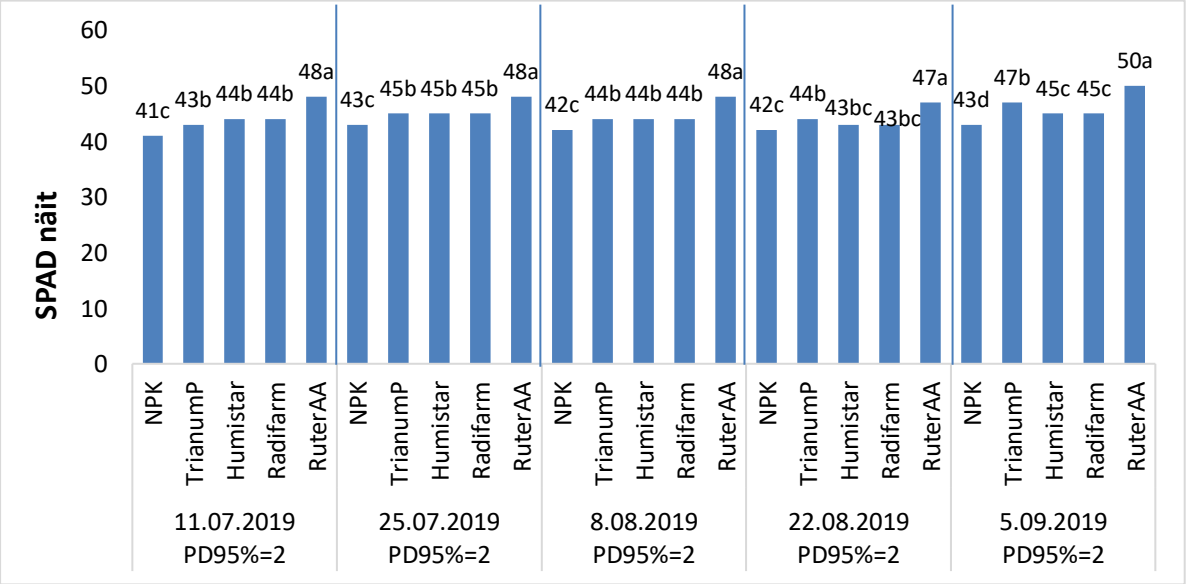
RuterAA-ga ja Radifarmiga (42) kastmine oluliselt suurendas ning TrianumP-ga kastmine oluliselt vähendas lehtede SPAD näitu.

13.06.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 36 – 42 olles suurem RuterAA variandis (42) ja väiksem NPK variandis (36) (joonis 9). Võrreldes NPK variandiga oli kõigil biostimulantidel oluline suurendav mõju lehtede SPAD näidule.

27.06.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 40 – 45 olles suurem RuterAA variandis (45) ja väiksem NPK variandis (40) (joonis 9). Võrreldes NPK variandiga oli biostimulandiga kastmisel oluline mõju lehtede SPAD näidule ainult Humistaril (42) ja RuterAA-l, mis suurendasid näitu oluliselt.

11.07.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 41 – 48 olles suurem RuterAA variandis (48) ja väiksem NPK variandis (41) (joonis 10). Võrreldes NPK variandiga oli kõigil biostimulantidel oluline suurendav mõju lehtede SPAD näidule.

25.07.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 43 – 48 olles suurem RuterAA variandis (48) ja väiksem NPK variandis (43) (joonis 10). Võrreldes NPK variandiga suurendasid kõik biostimulandid kastmisel oluliselt ploomi lehtede SPAD näitu.



Joonis 10. Ploomi `Edinburgh` lehtede SPAD-näit sõltuvalt biostimulantidega kastmisest 11.07.2019 PD95%=2, 25,07.2019 PD95%=2, 8.08.2019 PD95%=2, 22.08.2019 PD95%=2, 5.09.2019 PD95%=2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

8.08.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 42 – 48 olles suurem RuterAA variandis (48) ja väiksem NPK variandis (42) (joonis 10). Võrreldes NPK variandiga suurendasid kõik biostimulandid kastmisel oluliselt ploomi lehtede SPAD näitu.

22.08.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 47 – 42 olles suurem RuterAA variandis (47) ja väiksem NPK variandis (42) (joonis 10). Võrreldes NPK variandiga oli biostimulandiga kastmisel oluline mõju lehtede SPAD näidule ainult RuterAA-l ja TrianumP-l (44), kus kastmine oluliselt suurendas näitu.

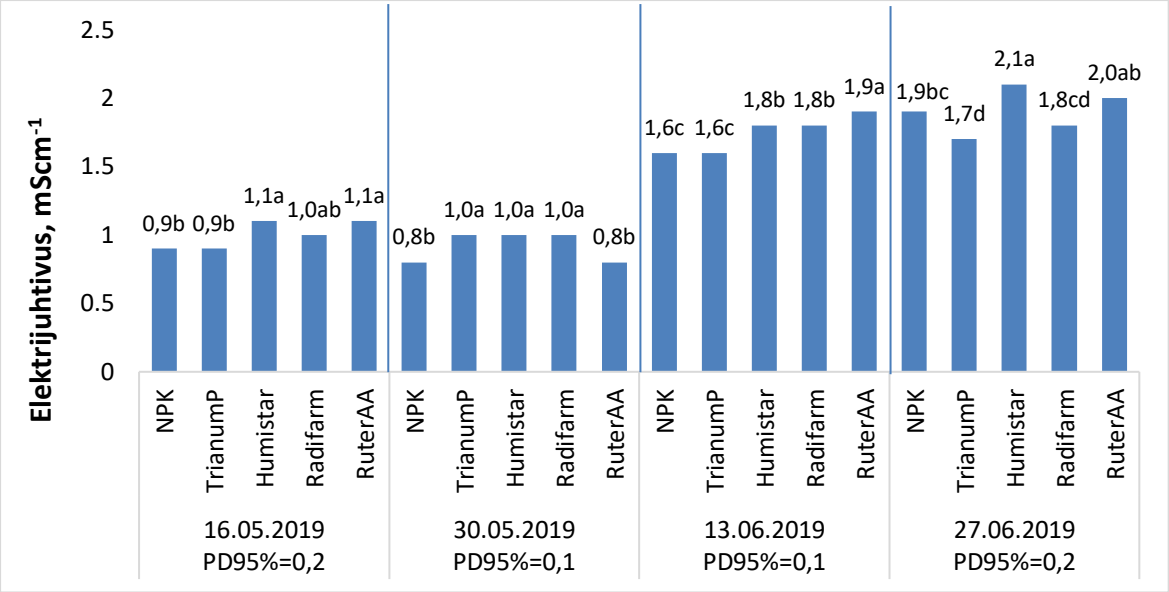
5.09.2019 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 43 – 50 olles suurem RuterAA variandis (50) ja väiksem NPK variandis (43) (joonis 10). Võrreldes NPK variandiga oli kõikidel biostimulandiga kastmistel oluline suurendav mõju lehtede SPAD näidule.

3.4 Elektrijuhtivus

16.05.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 0,9 – 1,1 $mScm^{-1}$ olles suurem Humistar ja RuterAA variantides (mõlemad 1,1 $mScm^{-1}$) ja väiksem NPK variandis (0,9 $mScm^{-1}$) (joonis 11). Võrreldes NPK variandiga suurendasid Humistar ja RuterAA oluliselt substraadi elektrijuhtivust.

30.05.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 0,8 – 1,0 $mScm^{-1}$ olles suurem TrianumP, Humistar ja Radifarmi variantides (kõigil 1,0 $mScm^{-1}$) ja väiksem NPK variandis (0,8 $mScm^{-1}$) (joonis 11). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju substraadi elektrijuhtivusele ainult RuterAA (0,8 $mScm^{-1}$) variandis. TrianumP, Humistariga ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas substraadi elektrijuhtivust.

13.06.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,6 – 1,9 $mScm^{-1}$ olles suurem RuterAA variandis (1,9 $mScm^{-1}$) ja väiksem TrianumP variandis (1,6 $mScm^{-1}$) (joonis 11). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju substraadi elektrijuhtivusele ainult TrianumP variandis. RuterAA-ga, Humistariga (1,8 $mScm^{-1}$) ja Radifarmiga (1,8 $mScm^{-1}$) kastmine oluliselt suurendas substraadi elektrijuhtivust.

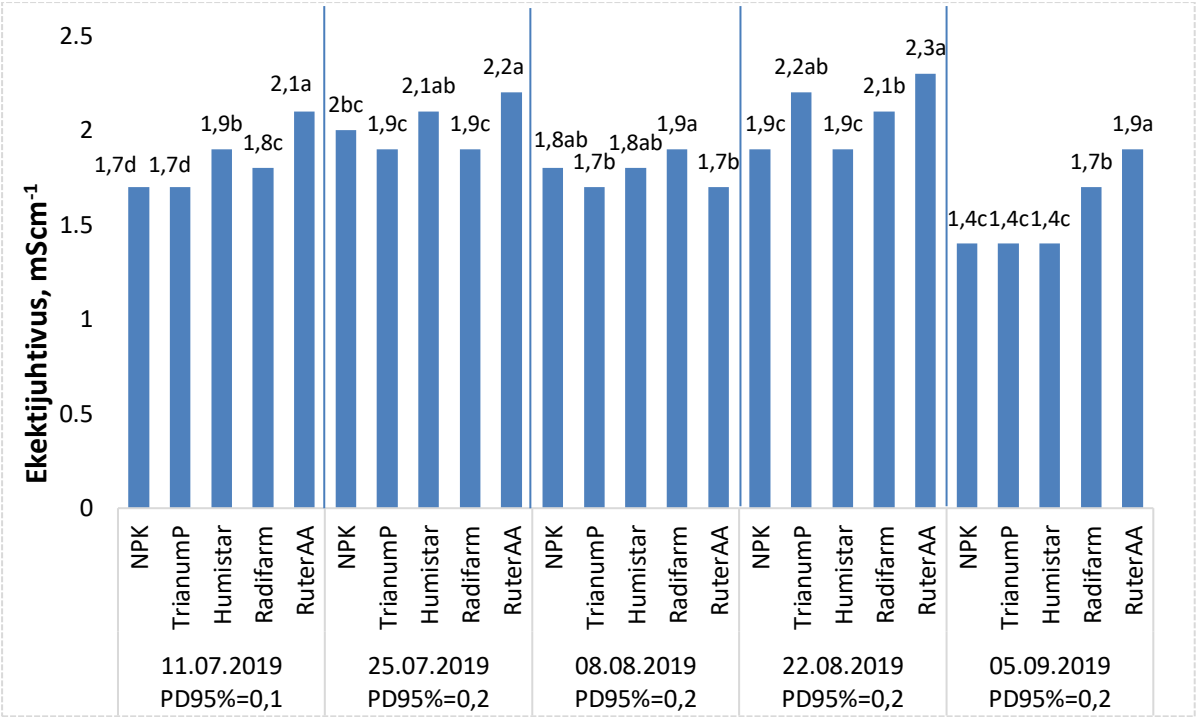


Joonis 11. Substraadi elektrijuhtivus (mScm^{-1}) sõltuvalt biostimulantidega kastmisest 16.05.2019 PD95%=0,2, 30.05.2019 PD95%=0,1, 13.06.2019 PD95%=0,1, 27.06.2019 PD95%=0,2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

27.06.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,7 – 2,1 mScm^{-1} olles suurem Humistar variandis (2,1 mScm^{-1}) ja väiksem TrianumP variandis (1,7 mScm^{-1}) (joonis 11). Võrreldes NPK variandiga oli oluline EC näitu suurendav mõju RuterAA (2,0 mScm^{-1}) ja Humistariga kastmisel ning oluliselt vähendav mõju TrianumP-ga kastmisel.

11.07.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,7 – 2,1 mScm^{-1} olles suurem RuterAA variandis (2,1 mScm^{-1}) ja väiksem NPK ning TrianumP variantides (mõlemad 1,7 mScm^{-1}) (joonis 12). Võrreldes NPK variandiga oli biostimulantidega kastmisel oluline mõju substraadi elektrijuhtivusele Humistari (1,9 mScm^{-1}), Radifarmi (1,8 mScm^{-1})ja RuterAA-ga kastmisel, mis oluliselt suurendasid näitu.

25.07.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,9 – 2,1 mScm^{-1} olles suurem RuterAA variandis (2,1 mScm^{-1}) ja väiksem Radifarmi ja TrianumP variantides (mõlemal 1,9 mScm^{-1}) (joonis 12). Võrreldes NPK variandiga oli biostimulantidega kastmisel oluline mõju substraadi elektrijuhtivusele ainult RuterAA-l, mis suurendas näitu.



Joonis 12. Substraadi elektrijuhtivus (mScm^{-1}) sõltuvalt biostimulantidega kastmisest 11.07.2019 PD95%=0,1, 25.07.2019 PD95%=0,2, 8.08.2019 PD95%=0,2, 22.08.2019 PD95%=0,2, 5.09.2019 PD95%=0,2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

8.08.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,7 – 1,9 mScm^{-1} olles suurem Radifarm variandis (1,9 mScm^{-1}) ja väiksem TrianumP ja RuterAA variantides (mõlemal 1,7 mScm^{-1}) (joonis 12). Katsevariantide vahel olulised erinevused puuduvad.

22.08.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,9 – 2,3 mScm^{-1} olles suurem RuterAA variandis (2,3 mScm^{-1}) ja väiksem NPK ja Humistar variantides (mõlemal 1,9 mScm^{-1}) (joonis 12). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju substraadi elektrijuhtivusele ainult Humistaril. RuterAA, Radifarmiga (2,1 mScm^{-1}) ja TrianumP-ga (2,2 mScm^{-1}) kastmisel substraadi elektrijuhtivus oluliselt suurenes.

5.09.2019 seisuga varieerus substraadi EC näit 1,4 – 1,9 mScm^{-1} olles suurem RuterAA variandis (1,9 mScm^{-1}) ja väiksem NPK, TrianumP ja Humistar variantides (mõlemad 1,4 mScm^{-1}) (joonis 12). Võrreldes NPK variandiga ei olnud biostimulantidega kastmisel olulist mõju substraadi elektrijuhtivusele TrianumP ja Humistar variantides. RuterAA ja Radifarmiga (1,7 mScm^{-1}) kastmisel oluliselt suurendas substraadi elektrijuhtivust.

3.5 Kasvusubstraadi ja lehtede mineraalelementide sisaldused

Tabelis 1 on välja toodud katsetaimede substraadi mineraalelementide sisaldused ja pH katseperioodi lõpus septembris. Substraadi N sisaldus (NO_3 + NH_4) katseperioodi lõpus oli vahemikus 13-54 mgkg^{-1}. Võrreldes NPK-ga (19 mgkg^{-1}) oli N sisaldus substraadis suurem TrianumP (49 mgkg^{-1}) ja RuterAA (54 mgkg^{-1}) variantides. Humistari (13 mgkg^{-1}) ja Radifarmi (24 mgkg^{-1}) substraatide N sisaldus jäi NPK-ga samale tasemele.

Substraadi P sisaldus oli vahemikus 75-187 mgkg^{-1}. Võrreldes NPK-ga (75 mgkg^{-1}) oli substraadi P sisaldus kõigis biostimulantidega kastetud variantides suurem. Kõige suurema P sisaldusega olid RuterAA (180 mgkg^{-1}) ja TrianumP (187 mgkg^{-1}) variantide substraadid.

Substraadi K sisaldus oli vahemikus 1644-2961 mgkg^{-1}. Võrreldes NPK-ga (1644 mgkg^{-1}) oli substraadi K sisaldus kõigis biostimulantidega kastetud variantides suurem kui NPK-l. Kõige suurema K sisaldusega olid TrianumP (2611 mgkg^{-1}) ja Humistar (2961 mgkg^{-1}) variantide substraadid.

Tabel 1. Ploomi `Edinburgh` katsevariantide substraadi pH ja mineraalelementide sisaldused katseperioodi lõpus 5.09.2019

Katsevariant	N (NO_3) mg/kg	N (NH_4) mg/kg	P mg/kg (AL)	K mg/kg (AL)	Ca mg/kg	Mg mg/kg	pH_{KCl}
NPK	8	11	75	1644	8654	1070	5,4
RuterAA	40	14	180	2484	8357	1694	5,9
TrianumP	30	19	187	2611	9602	2474	6,4
Radifarm	12	12	134	2472	8675	1462	5,9
Humistar	2	11	122	2961	9464	1256	5,7

Substraadi Ca sisaldus oli vahemikus 8357-9602 mgkg^{-1}. NPK-st (8654 mgkg^{-1}) suurem Ca sisaldus oli TrianumP (9602 mgkg^{-1}) ja Humistar (9464 mgkg^{-1}) variantide substraatides. RuterAA (8357 mgkg^{-1}) puhul oli Ca sisaldus NPK-st väiksem ja Radifarmi (8675 mgkg^{-1}) puhul jäi sisaldus NPK variandi substraadiga samale tasemele.

Substraadi Mg sisaldus oli vahemikus 1070-2474 mgkg^{-1}. Kõigis biostimulantidega kastetud variantides oli suurem substraadi Mg sisaldus kui NPK-l (1070 mgkg^{-1}). Kõige suurem Mg

sisaldus oli TrianumP (2474 $mgkg^{-1}$) ja madalaim Humistari (1256 $mgkg^{-1}$) variantide substraatides.

Substraadi pH_{KCl} jäi katseperioodi lõpus vahemikku 5,4-6,4 olles madalaim NPK (5,4) ja kõrgeim TrianumP (6,4) variantide substraadis.

Tabelis 2 on välja toodud katses olnud aed-ploomipuu `Edinburgh` lehtede mineraalelementide sisaldus katseperioodi lõpus septembris, mis näitab ploomipuu poolt substraadist omastatud toitainete sisaldust.

Tabel 2. Ploomi `Edinburgh` katsevariantide lehtede mineraalelementide sisaldused katseperioodi lõpus 5.09.2019

Katsevariant	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
NPK	2,3	0,24	3,8	2,3	0,33
RuterAA	2,6	0,23	4,1	2,2	0,33
TrianumP	2,3	0,19	3,6	2,1	0,30
Radifarm	2,2	0,20	4,2	2,2	0,35
Humistar	2,2	0,23	4,4	2,4	0,33

Lehtede N sisaldus oli vahemikus 2,2-2,6%. Võrreldes NPK-ga (2,3%) oli kõrgem N sisaldus RuterAA (2,6%) ning madalam Radifarm ja Humistar variantides (mõlemal 2,2%).

Lehtede P sisaldus oli vahemikus 0,19–0,24%. Biostimulantidega kastetud variantides oli P sisaldus lehtedes NPK-ga (0,24%) samal tasemel. Kõige madalam oli P sisaldus TrianumP (0,19%) variandi lehtedes.

Lehtede K sisaldus oli vahemikus 3,6 – 4,4%. Võrreldes NPK-ga (3,8%) oli kõrgem K sisaldus Humistar (4,4%), Radifarm (4,2%) ja RuterAA (4,1%) ning madalam TrianumP (3,6%) variantide lehtedes.

Lehtede Ca sisaldus oli vahemikus 2,1-2,4%. Võrreldes NPK-ga (2,3%) oli kõrgem Ca sisaldus ainult Humistar (2,4%) variandis. Kõige madalam Ca sisaldus oli TrianumP (2,1%) variandi lehtedes.

Lehtede Mg sisaldus oli vahemikus 0,30 – 0,35%. Biostimulantidega kastetud variantides jäi lehtede Mg sisaldus samale tasemele NPK-ga (0,33%).

4. ARUTELU

4.1 Biostimulantidega kastmise mõju poogendi kasvule

Kasvuperioodi algul mais olid katsevariantide taimede poogendi kõrgused suhteliselt võrdses seisus ja biostimulantide mõjus oli kõikumisi. Alates juunist kuni katseperioodi lõpuni olid oluliselt kõrgemad taimed Radifarmi ja RuterAA-ga kastetud variantides. NPK, TrianumP ja Humistar vahel oluline erinevus puudus alates juunist kuni augusti lõpuni. Kuigi oluline erinevus puudus, oli märgata tendentsi, et TrianumP ja Humistariga kastetud taimede poogendid olid kõrgemad. Katseperioodi lõpuks oli kõigil biostimulantidel ustavalt positiivne mõju kõrgusele võrreldes NPK-ga. Juuni lõpus toimus oluline muutus taimede kõrguses. Põhjuseks võis olla Radifarmi ja RuterAA koostises olevad aminohapped, mis aitavad kaasa taime kasvule. Samuti võisid jahedamad ja sademete rohked ilmad soodustada poogendi kasvu, hoides kasvuhoone temperatuuri madalama ja õhuniiskuse kõrgema ega lasknud substraadil nii kiiresti ära kuivada. 2007 ja 2008 aastal läbi viidud katses, kus kasteti granaatõunapuid aminohappeid ja humiinhapet sisaldava biostimulandiga selgus samuti positiivne mõju puu kasvule (Khattab 2012). Tulemused näitasid, et võrse pikkus suurenes märkimisväärselt. Biostimulantide positiivne mõju avaldus ka 2018 aastal tehtud katses tomatitaimedega (Francesca 2020). Katses kasutati biostimulanti CycoFlow, mis koosneb samuti aminohapetest ja mikroelementidest (boori, tsinki ja mangaani). Biostimulandi kasutamine stimuleeris taimede kasvu kuni 48,5% rohkem. Humistari ja TrianumP poogendi kasvu soodustav toime on aeglasem ja mõju ilmnes alles katseperioodi lõpus septembris. Humistaris sisalduvate humiinainete toimet võisid mõjutada kasvusubstraadis looduslikult sialduvad humiinained. Kuna humiinained on juba looduslikult substraadis ja mullas olemas mingil määral, võivad need mõjutada humiinainete põhiste biostimulantide toimet (Rose *et al.* 2014). Egiptuses uuriti kahel kasvuhooajal (2014/205 ja 2015/2016) humiinhappe mõju laimi puule (*Citrus aurantifolia* Swingle) (Ennab 2018). Puud kasvasid Egiptuse lubjases, kergelt soolases pinnases. Tulemused näitasid humiinhappe positiivset mõju puu kõrgusele ja võra suurenemisele. Seenpreparaatide puhul on leitud ka mujal maailmas, et nende toime

avaldumine taimedel võtab kauem aega kui 3-4 kuud. Calvet *et al.* (2004) katsed koloniseerida haralise ploomipuu juuri *Glomus* (krohmseened) perekonda kuuluva arbuskulaarse mükoriisaga näitasid, et juurte vastuvõtlikkust seene koloniseerimisele võivad mõjutada kasvuaegsed tingimused nagu kasvusubstraat, väetamine, taimekaitse või tugev varjutamine ning juurte koloniseerimiseks võib kuluda kauem aega kui 4 kuud.

Kui mais olid TrianumP-ga kastetud taimede poogendid oluliselt peenemad teistest katsevariantidest, siis juulis oli olukord vastupidine. Juulikuust kuni katseperioodi lõpuni olid läbivalt kõige jämedamad poogendid TrianumP ja RuterAA variandis. NPK, Humistar ja Radifarm variantide vahel oluline erinevus puudus. 2018 aastal tehtud katses viirpuuga saavutati samuti head tulemused biostimulandiga TrianumP, millega kastmisel oli poogendi jämedusele positiivne mõju (Välk 2018). Katses kasutati ka biostimulanti Radifarm, millel ei olnud positiivset tulemust, nii nagu ka käesolevas katses.

Lehtede suhteline lämmastikusisaldus, mis väljendub töös SPAD-näiduna, oli mai algul kõikidel variantidel usutavalt erinev olles kõrgeim Radifarmiga (40,1) kastetud taimedel ja madalaim TrianumP variandis (37,4). Mai lõpust kuni katseperioodi lõpuni septembris oli aga oluline mõju RuterAA-ga kastmisel, mis oluliselt suurendas lehtedes suhtelise lämmastiku sisaldus näitu. Võrreldes NPK-ga oli teiste biostimulantide mõju lehtede SPAD näidule siiski positiivne või oluline mõju puudus. Negatiivne mõju SPAD näidule oli ainult mais kui TrianumP ja Humistar oluliselt vähendasid lehtede suhtelist lämmastikusisaldust. Katses läbivalt näitas positiivseid tulemusi biostimulants RuterAA, mis sisaldas aminohappeid ja mikroelemente. On tõendeid selle kohta, et sõltumata seentest saavad taimed orgaanilist lämmastikku omandada ja metaboliseerida aminohapete kujul (Chapin *et al.* 1993). Uuring tehti hariliku müürlookiga (müürilauk) (*Arabidopsis thaliana*), et mõista, kuidas reguleeritud aminohapete andmine lehtedele mõjutab fotosünteesi ja taime üleüldist lämmastiku kasutamise tõhusust (Perchlik, Tegeder 2018). Aminohapetega kastetud taimede tulemused olid positiivsed. Lehtede lämmastikusisaldus oli suurem, mis mõjutasid positiivselt ka klorofülli ja Rubisco taset. Lämmastik on oluline toitaine, mida taimed vajavad aminohapete, valkude ja paljude teiste oluliste metaboliitide sünteesiks. 2018. aastal tehtud katses viirpuu sordiga `Paul´s Scarlet` oli SPAD näidule positiivne tulemus biostimulandil TrianumP, mille koostises on seened ja mikroorganismid (Välk 2018). Mõju puudus biostimulandil Radifarm, mille koostises olevad aminohapped ei mõjunud efektiivselt. 2017. aastal tehti katse basiiliku (*Ocimum basilicum* L.), tomati (*Solanum lycopersicum* L.) ja krüsanteemiga (*Chrysanthemum*

indicum L.), et välja selgitada taimse päritoluga biostimulandi mõju morfoloogilistele ja metaboolsetele muutustele (Kim *et al*. 2019). SPAD näit ei olnud mõjutatud basiilikul ega tomatil küll aga tõusis lämmastiku sisaldus krüsanteemi lehtedes. Võib järeldada, et lisaks preparaatides leiduvatele erinevatele aminohapetele, on oluline mõju ka liigil, mistõttu on mõju liigiti erinev või vahel ka puudub.

Maikuus oli substraadi EC madalam, mis võis olla tingitud sellest, et taimede väetamisega polnud veel alustatud ja kastmiseks kasutati vett, mille soolade sisaldus on madalam kui väetisega või biostimulantidega kastmisveel. Kuna mais toimus taimede biostimulantidega kastmine, siis see seletab ka seda miks biostimulandiga variantides oli EC oluliselt kõrgem kui NPK variandis. Alates juuni keskelt, kui hakati taimi väetama läbi vihmutussüsteemi, suurenes ka substraadi EC olles katseperioodi lõpuni kõrgeim RuterAA-ga kastetud variandis. Põhjuseks väetise lahuses ja RuterAA-s sisalduvad makro- ja mikroelemendid. Kasvuperioodi viimasel kuul vähenes EC näit oluliselt, olles kõrgem RuterAA variandis. Põhjuseks väetamise lõpetamine seoses kasvuperioodi lõpuga, et soodustada poogendite kõrguskasvu asemel hoopis nende puitumist, et minna vastu eelseisvale talvele ja see kergemini üle elada. Vees lahustuvate soolade sisaldust kasvupinnases on võimalik määrata tema elektrijuhtivuse kaudu. Mulla elektrijuhtivus (EC) on soolade koguse mõõt pinnases (Grisso *et al*. 2009). Pinnase elektrijuhtivus on oluline mulla tervise näitaja, mis mõjutab põllukultuuride tootlikust ja taimetoitainete kättesaadavust. Peamisi mullaprotsesse mõjutavad mullaorganismid, sealhulgas kasvuhoonegaaside heited (Soil...2020). Soolsuse taset saab suurendada niisutamise, kastmise ja maaparandus töödega. Liigne soolsus mõjutab pinnavee tasakaalu ja takistab ka taimede kasvu). Soolases pinnases (13,5 mS cm^{-1}) kasvatati salatit (*Lactuca sativa* L.), et välja uurida biostimulandi Actiwave`i mõju mulla soolsusele ja toitainetele (Karapouloutidou, Gasparatos 2019). Katse tulemuseks oli biostimulandil positiivne mõju mulla EC-le, mille näit vähenes ning suurenes N ja Zn sisaldus. Kuigi käesolevas katses oli biostimulantidega kastetud taimede substraadis oluliselt kõrgem EC, siis oli see siiski taimele optimaalses (kuni 5 mSm^{-1}) vahemikus ega mõjunud kasvule negatiivselt.

4.2 Biostimulantide mõju toitainete omastamisele

Lehtede mineraalelementide võrdluseks on toodud ploomipuu (*Prunus* x *domestica* `Violeta`) keskmised väärtused, mis Milošević *et al* (2013) andmetel on järgmised: N 2,63%, P 0,22%, K 2,11%, Ca 2,33%, Mg 0,42%. N sisaldus oli võrreldes keskmise väärtusega (2,63%) piisav RuterAA puhul (2,6%). TrianumP, Radifarm ja Humistariga kastmisel oli lehtede N sisaldus veidi väiksem (vastavalt 2,3, 2,2 ja 2,2%). Lehtede P sisaldus oli võrreldes keskmisega (0,22%) veidi kõrgem RuterAA ja Humistaril (0,23%) ja madalam TrianumP ja Radifarmi variandis (vastavalt 0,19 ja 0,20%). Lehtede K sisaldus oli võrreldes keskmisega (2,11%) kõikides variantides kõrgem (4,4-3,6%). Lehtede Ca sisaldus võrreldes keskmisega (2,33%) oli kõrgem Humistar variandis (2,4%). RuterAA, TrianumP ja Radifarmi variantides oli sisaldus veidi madalam (vastavalt 2,2, 2,1 ja 2,2%). Lehtede Mg sisaldus oli kõikides variantides madalam (0,30-0,35%) võrreldes keskmise väärtusega (0,42%).

Kuigi substraadi N sisaldus oli suurem nii RuterAA kui TrianumP puhul, siis lehtede N sisaldust suurendas see ainult RuterAA puhul. Humistari ja Radifarmi puhul ei suurendanud kastmine substraadi N sisaldust ega ka lehtedes. Sama tendentsi oli märgata ka P puhul. Kasvuperioodi lõpuks oli biostimulantidega kastetud variantides substraadi P sisaldus 1,6-2,5x suurem NPK-st. Samas ei mõjutanud substraadi suurem P sisaldus lehtede P sisaldust jäädes NPK-ga samale tasemele. TrianumP puhul, mille substraadi P sisaldus oli kõige suurem, oli lehtede P sisaldus isegi väiksem kui NPK lehtedes. Katses viinamarjadega, kus uuriti viie seene (*Glomus etunicatum, Glomus kaledoonium, Glomus clarum, Glomus mosseae*) mõju viinamarjadele, olid meie katsetega osaliselt sarnased tulemused (Caglar, Bayram 2006). Erinevalt meie tulemustes suurenes seente kasutamisel viinamarja lehtedes P sisaldus, kuid N ja K kontsentratsioon mitte. Meie katse tulemused võisid olla TraianumP puhul mõjutatud kõrgemast pH-st. TrianumP variandi substraadi pH oli 6,4, mis on ploomi puhul optimaalne, kuid toitainete omastamist substraadist see siiski ei soodustanud. pH tase mõjutab toitainete omastamist ja ka mitmete mikroorganismide tegevust (Mölder 2012). Mõju neile võib olla kahjulik või kasulik, olenedes ühelt poolt pH arvväärtustest ning teiselt poolt konkreetsete eluvormide näiteks mikroorganismide kasvukoha- ja elupaiganõuetest. Oluline on teada ka

toitainete omastatavuse ja pH vahelisi seoseid. Kui pH on üle 6,5, siis on K, Mg ja K omastatavus parim.

Biostimulantidega kastmine suurendas substraadi ja lehtede K sisaldust. Substraadi K sisaldus oli biostimulantidega kastetud variantides 1,5-1,8x suurem. See kajastus ka suuremas lehtede K sisalduses. Erandiks oli ainult TrianumP, mille lehtede K sisaldus jäi hoolimata kõrgest sisaldusest substraadis ka NPK variandist väiksemaks. Ca puhul suurendas TrianumP ja Humistariga kastmine Ca sisaldust mullas ja ka lehtedes. Ca ja K omastamisel substraadist võis rolli mängida antagonism. Kui taim saab suuremas koguses K, mille kultuur ei eemalda, siis koguneb K mulda ja avaldab antagonistlikku mõju Mg ja K omastamisele (Jakobsen 1992). Kuigi ka TrianumP ja Humistari substraadis oli suurem K sisaldus, siis ei avaldanud see negatiivset mõju taimede Ca omastamisele.

Kuigi kõigis biostimulantidega kastetud variantides oli substraadis Mg sisaldus suurem kui NPK-l, siis lehtede Mg sisaldust see ei mõjutanud. Poolas tehti põldkatesed rapsiga, et välja selgitada talirapsi Mg kogus õitsemise ajal (Szczepanek *et al.* 2017). Taimi kasteti biostimulant Kelpak SL-ga. Võrreldes kontroll variandiga jäi Mg kontsentratsion taimedes sarnaseks. Ka katses salatiga (*Lactuca sativa* L.), mida kasvatati soolases pinnases ja kasteti biostimulandi Actiwave`i-ga ei muutunud oluliselt Mg tase võrreldes kontrolliga (Karapouloutidou, Gasparatos 2019).

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada nelja biostimulandiga (TrianumP, Radifarm, Humistar, RuterAA) kastmise mõju haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.) poogitud aed-ploomipuu (*Prunus* x *domestica* L.) sordi `Edinburgh` poogendi kasvule.

Biostimulantide mõju kasvule:

- Radifarm ja RuterAA suurendasid oluliselt poogendi kasvu;
- TrianumP ja RuterAA suurendasid oluliselt poogendi jämedust;
- RuterAA suurendas oluliselt lehtede SPAD näitu ja substraadi elektrijuhtivust.

Biostimulantide mõju mineraalelementide omastamisele:

- RuterAA suurendas lehtede N sisaldust;
- Radifarm, RuterAA ja Humistar suurendasid lehtede K sisaldust;
- TrianumP ja Humistar suurendasid lehtede Ca sisaldust;
- lehtede P ja Mg sisaldusele biostimulantidel mõju ei olnud.

Katse algul püstitatud hüpotees leidis kinnitust ja biostimulantidega kastmine soodustas ploomi poogendi kasvu. Samas sõltus mõju preparaadi toimeainest ja ei olnud kogu kasvuperioodi alati ühesugune. Antud katse tulemuste põhjal võib soovitada ploomi sordi `Edinburgh` istikute kasvatamiseks kasutatud biostimulantidest RuterAA ja TrianumP. Vajalikud on edasised katsed saamaks teada preparaadi sobivustest teistele ploomi sortidele ning mõjust tootmisistandikes saaki kandvatele puudele.

KASUTATUD KIRJANDUS

Aednik24 (2019). [veebileht] Radifarm https://aednik24.ee/toode/biostimulant-radifarm-1l/ (10.02.20209)

Aslantas, R., Cakmakc, R., Sahin, S. (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111: 371–377.

A-vitamiin hoiab nägemise korras ning toetab organismi arengut. [veebileht] https://biotheka.ee (02.04.2020)

Baltic Agro. (2020). [veebileht] Humistar RuterAA https://www.balticagro.ee/vaetised/humistar (10.02.2020)

Basile, B.,Rouphael, Y., Colla, G., Soppelsa, S., Andreotti, C. (2020). Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants. Scientia Horticulturae 267: 109330.

Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 39–48.

Behie, S.W., Bidochka, M.J. (2014). Nutrient transfer in plant–fungal symbioses. Trends in Plant Science, 19 (11): 734-740.

Bonfante, P., Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant – fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. Nature Communications, 1 (48).

Boselli, M., Bahouaoui, M.A., Lachhab, N., Sanzani, S.M., Ferrara, G., Ippolito, A. (2019). Protein hydrolysates effects on grapevine (Vitis viniferaL., cv. Corvina)performance and water stress tolerance. Scientia Horticulturae 258: 1087842.

Caglar, S., Bayram, A. (2006). Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Fungi on the Leaf Nutritional Status of Four Grapevine Rootstocks. European Jpurnal of Horticultural Science, 71(3):109-113.

Calvet, C., Estaún, V., Camprub ́ı, A., Hernández-Dorrego, A., Pinochet, J., Angeles Moreno, M. (2004). Aptitude for mycorrhizal root colonizationinPrunusrootstocks. Scientia Horticulturae, 100: 39–49.

Chen, Y., Clapp, C.E., Magen, H. (2004). Mechanisms of Plant Growth Stimulation by Humic Substances:The Role of Organo-Iron Complexes. Soil Science and Plant Nutrition, 50 (7): 1089-1095.

Ciepiela, G. A., Godlewska, A., Jankowska, J. (2013) The effect of biostimulant on yields of mixed grass/red clover stands and chlorophyll content in crop plant leaves under different nitrogen fertilisation regimes. Fresenius Environmental Bulletin, 22 (12): 3700-3708.

Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., Rouphael, Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 28–38.

Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology. 23: 371-393.

De Pascale, S., Rouphael, Y., Colla, G. (2017). Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. European Journal of Horticultural Science, 82 (6): 277–285.

Digruber, T., Sass, L., Cseri, A., Paul, K., Nagy, A.V., Remenyik, J., Molnár, I., Vass, I., Toldi, O., Gyuricza, C., Dudits, D. (2018). Stimulation of energy willow biomass with triacontanol and seaweed extract. Industrial Crops & Products, 120: 104–112.

du Jardin, P. (2015). Plant biostimulators: Definition, concept, main categories and regulation. - Scientia Horticulturae, 196: 3-14.

Jakobson, S.T. (1992). Interaction between Plant Nutrients: III. Antagonism between Potassium, Magnesium and Calcium. Pages 1-5. (26.04.2020).

EBIC (2020). [veebileht] http://www.biostimulants.eu/ (3.04.2020).

Elliot, S. SAthlete-style nutrition for a plant: The science of biostimulants. (2016) https://www.alltech.com/blog/athlete-style-nutrition-plant-science-biostimulants? (12.02.2020)

El-Shall, S., Abd El-Messeih, W.M., Abd El Megeed, N.A., Okalebo J. (2010). The Influence of Humic Acid Treatment on The Performance and Water Requirements of Plum Trees Planted in Calcareous Soil. Alexandria Science Exchange Journal, 31(1): 38–50.

Ennab, H. (2018) Effect of humic acid on growth nd productivity of Egyptian lime trees (*Citrus aurantifolia* Swingle) under salt stress conditions. (21.04.2020)

Francesca, S., Arena, C., Hay Mele, B., Schettini, C., Ambrosino, P., Barone, A., Manuela Ribano, M. (2020) The Use of a Plant-Based Biostimulant Improves Plant Performances and Fruit Quality in Tomato Plants Grown at Elevated Temperatures. *Agronomy* 10(363): 1-14.

Fraser, G.A., Percival, G. (2003). The influence of biostimulants on growth and vitality of three urban tree species following transplanting. Arboricultural Journal, 27(1): 43-57.

Goñi, O., Quille, P., O'Connell, S. (2018). *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. Plant Physiology and Biochemistry, 126: 63-73.

Górski, R., Kleiber, T. (2010). Effect of effective microorganism (EM) on nutrient contents in substrate and development and yielding of rose (*Rosa x hybrida*) and gerbera (*Gerbera jamesonii*). Ecological Chemistry and Engineering S, 17(4): 505-513.

Hansmann, C F., Combrink, J C. (2013). Plums and related fruits. Encyclopedia of Food and Health, 401-405.

Hanson, E. Apple Nutrition. Department of Horticulture, 1-11.

Hassan, H.S.A., S.M.A., Sarrwy; E.A.M., Mostafa. (2010) Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield,

and fruit quality of “Hollywood” plum trees. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(4): 638-643.

Horticom OÜ. (2020). TrianumP [veebileht] http://horticom.ee/wp-content/uploads/2016/08/Trianum_eelvaade.pdf (10.02.2020)

Horticom OÜ. (2019) Biostimulandid – kvaliteetse saagi saladus! [veebileht] http://horticom.ee/blogi/biostimulandid-kvaliteetse-saagi-saladus?fbclid=IwAR0a2nFavEamiO89NKe7EgzARDyX4f2hyov2vJ8FR7iAHN4p7NVGZE8zn34 (12.02.2020)

Jaama, A. (1971) Ploomid. Tallinn Valgus, lk 5, 41, 82, 83, 86, 87, 88, 90.

Jaama, A., Jaama, E. (1990) Ploomid. Tallinn, Valgus, lk 184, 196, 240.

Jakobsen, S.T. (1992). Interaction between Plant Nutrients: III. Antagonism between Potassium, Magnesium and Calcium. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 43(1): 1-5.

Jones, N.B., van Staden, J. (1997). The effect of a seaweed application on the rooting of pine cuttings. South African Journal of Botany, 63 (3): 14 1- 145.

Jänes, H., Kahu, K. (2017). Maalehe ploomiraamat. OÜ Hea Lugu, lk 35, 60, 90, 164, 165, 166, 170, 171, 176.

Karapouloutidou, S., Gasparatos, D. (2019). Effects of Biostimulant and Organic Amendment on Soil Properties and Nutrient Status of Lactuca Sativa in a Calcareous Saline-Sodic Soil. Agriculture, 9(8): 1-14.

Karlidag, H., Esitken, A.,Turan, M., Sahin, F. (2007). Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)on yield, growth and nutrient element contents of leaves of Apple. Scientia Horticulturae, 114: 16–20.

Kauffman, G.L., Kneivel, D.P., Watschke, T.L. (2007). Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass. Crop Science, 47:261–267.

Kim, H., **Ku, K., Choi, S., Cardarelli, M.** (2019). Vegetal-Derived Biostimulant Enhances Adventitious Rooting in Cuttings of Basil, Tomato, and Chrysanthemum via Brassinosteroid-Mediated Processes. Agronomy. 9(2):74.

Kivistik, J. (2013). Taim ja aednik. OÜ Greif Trükikoda, lk 98.

Käsperi, I. (2020). 25+ nippi pirni- ja ploomipuude kasvatamiseks [Veebileht] https://kodus.ee/artikkel/25-nippi-pirni-ja-ploomipuude-kasvatamiseks (31.03.2020)

Liu, B., Ji, S., Zhang, H., Wang, Y., Liu, Z. (2020). Isolation of Trichoderma in the rhizosphere soil of Syringa oblaat from Harbinand their biocontrol and growth promotion function. Microbiological Research, 235 (126445).

Looga, K. (2019). Erinevate biostimulaatorite kasutamise mõju mahe musta sõstra (Ribes nigrum l.) saagikusele ja marjade biokeemilisele koostisele. *Magistritöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.

López-Bucio, J., Pelagio-Floresa, R., Herrera-Estrella, A. (2015). Trichoderma as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. Scientia Horticulturae, 196: 109-123.

Magda, M., Khattab, Ayman, E. Shaban., Arafa H. El-Shrief., Ahmed S. El-Deen Mohamed (2012) Effect of Humic Acid and Amino Acids on Pomegranate Trees under Deficit Irrigation. I: Growth, Flowering and Fruiting. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 4 (3): 253-259.

Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X. (2006). Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted Vitis vinifera plants. Advances in Horticultural Sciences, 20(2): 156-161.

Muscolo, A., Sidari, M,. Attina, E., Francioso, O., Tugnoli, V., Nardi, S. (2007). Biological Activity of Humic Substances Is Related to Their Chemical Structure. Soil Science Society of America Journal, 71: 75–85.

Mägi, E., **Niiberg, T**. (1999). Ploom aias ja köögis. Tallinn, lk 45, 47, 50, 52, 54.

Mölder, A. (2012). Haljasalade kasvupinnased ja multšid. Lk 30.

Noroozisharaf, A., Kaviani, M. (2018). Effect of soil application of humic acid on nutrients uptake, essential oil and chemical compositions of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) under greenhouse conditions. Physiology and Molecular Biology of Plants, 24(3): 423–431.

Ozyhar, T., Mughini, G., Marchi, M. (2019). Influence of biostimulant application in containerized Eucalyptus globulus Labill. seedlings after transplanting. Dendrobiology, 82: 17–23.

Pacholczak, A., Nowakowska, K., Pietkiewicz, S. (2016). The Effects of Synthetic Auxin and a Seaweed-based Biostimulator on Physiological Aspects of Rhizogenesis in Ninebark Stem Cuttings. Notulae Botanica Horti Agrobo, 44 (1): 85-91.

Pai, B. (2017) Väetamise mõju küüslaugu taimede arengule ja saagi kujunemisele. *Bakalaureusetöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.

Paleckiene, R., Sviklas, A., Šlinkšie, R. (2007). Physicochemical Properties of a Microelement Fertilizer with Amino Acids. Russian Journal of Applied Chemistry, 80 (3): 352-357.

Paunović, S.M., Miletić, R., Janković, D., Janković, S., Mitrović, M. (2013). Effect of Humisol on survival and growth of nursery grafted walnut (*Juglans regia* L.) plants. Horticultural Science (Prague), 40(3): 111–118.

Perchlik, M., Tegeder, M. (2018). Leaf Amino Acid Supply Affects Photosynthetic and Plant Nitrogen Use Efficiency under Nitrogen Stress. Plant Physiology, 178: 174-188.

Posmyk, M.M., Szafranska, K. (2016) Biostimulators: A New Trend towards Solving an Old Problem. Frontiers in Plant Science, 7:748.

Priya Chemicals (2020). [veebileht] Effect Of Amino Acids On Plants http://www.priyachem.com/effect.htm?fbclid=IwAR0_73dBrVrEb-E8UB7TOJbkL0JNEzFJvCGMov2vePTnccBt7DXy-T9qbK8 (04.03.2020)

Pulk, M. (2015). Biostimulantide mõju sibula saagikusele ja saagi kvaliteedile. *Magistritöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.

Põllumajanduskultuuride saak, aastal 2019. Statistikaamet. Eesti Statistika. http://www.stat.ee/ee. (01.04.2020)

Riigi ilmateenistus (2019). [Veebileht] https://www.ilmateenistus.ee/ (19.05.2020)

Rose, M.T., Patti, A.F., Little, K.R., Brown, A.L., Jackson, W.R., Cavagnaro, T.R. (2014). A Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances: Practical Implications for Agriculture. Advances in Agronomy, 124: 37-89.

Seedri puukool. (2020). [veebileht] https://www.seedripuukool.ee/toode-2-92-ploomipuu-prunus--edinburgh-.html (12.02.2020)

Soil Electrical Conductivity – Soil Quality Kit https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053280.pdf (09.04.2020)

Stacewicz-Sapuntzakis M. (2013). Dried plums and their products: composition and health effects--an updated review. 53: 1277-1302.

Szczepanek, M., Wilczewski, E., Siwik-Ziomek, A. (2017). Effect of a biostimulant on the accumulation of Mg in winter oilseed rape under different mineral fertilization doses. Journal of Elementology, 22(4): 1375-1385.

Zulfiqar, F., Casadesús, A., Brockman, H., Munné-Bosch, S. (2019). An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. Plant Science, DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110194.

Usefulness and efficacy of plums and side effects to health (2015) [Veebileht] https://fruits-expert.blogspot.com/2015/12/usefulness-and-efficacy-of-plums-and.html (02.04.2020)

Wally, O. S. D., Critchley, A. T., Hiltz, D., Craigie, J. S., Han, X., Zaharia, L. I., Abrams, S. R., Prithiviraj, B. 2013. Regulation of Phytohormone Biosynthesis and Accumulation in *Arabidopsis* Following Treatment with Commercial Extract from the Marine Macroalga *Ascophyllum nodosum*. Journal of Plant Growth Regulation. 32: 324-339.

Valgemäe, E. (2019). Biostimulantide mõju pelargooni (*Pelargonium* x *hortorum* x *Pelagonium peltatum*) kasvule ja õitsemisele. *Magistritöö aianduse erialal*. Eesti Maaülikool.

Välk, Ü. (2018). Biostimulantide kasutamine viirpuu (*Crataegus* JACQ. EM. LINDM.) istikute kasvatamisel. *Magistritöö aianduse erialal*. Eesti Maaülikool.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Kristi Moora (sünnipäev 01/10/1981)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö **Biostimulantidega kastmise mõju aedploomipuu (*Prunus x domestica L.*) istikute kasvule, mille juhendaja on Leila Mainla PhD,**

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, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

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

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