



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Tõnis Volkov

**MAHE- JA TAVAVILJELUSE MÕJU KARTULI
SAAGISTRUKTUURI ELEMENTIDE KUJUNEMISELE**

**THE EFFECTS OF ORGANIC AND CONVENTIONAL
FARMING ON THE FORMATION OF ELEMENTS OF THE
POTATO HARVEST STRUCTURE.**

Bakalaureusetöö
Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: Vyacheslav Eremeev, PhD

Tartu 2019

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Tõnis Volkov		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Mahe- ja tavaviljeluse mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele			
Lehekülgi: 41	Jooniseid: 13	Tabeleid: 0	Lisasid: 0
<p>Õppetool: Taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool</p> <p>Uurimisvaldkond: 1. Bio- ja keskkonnateadused; 1.6. Põllumajandusteadus; CERCS</p> <p>ERIALA: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused</p> <p>Juhendaja: Vyacheslav Eremeev</p> <p>Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2019</p>			
<p>Uurimusöö eesmärgiks oli uurida mahe- ja tavaviljelusviisi mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemist vegetatsiooni perioodi vältel ning samuti tärklise- ja nitraatidesisaldust. Katse toimus Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Eerika katsepõllul 2018. aastal. Kartul oli üks külvikorra kultuuridest. Katse eesmärgil kasvatati kartulisorti "Teele".</p> <p>Maheviljeluses kasutati 3 varianti. 0 variant ilma vahekultuuri ja sõnnikuta, I variant kus kasutati talvist vahekultuuri ning II variant kus kasutati nii vahekultuuri kui ka komposteerunud sõnnikut normiha 20 t ha⁻¹. Maheviljeluses taimekaitset ei kasutatud. Tavaviljeluses kasutati taimekaitset kõikides variantides milleks oli 0 variant kus väetist ei antud, N50 kus anti 50kg lämmastik väetist ning N100 ja N150 kus anti vastavalt 100kg ja 150kg lämmastikväetist.</p> <p>Uurimustööst selgus, et maheviljelusviisi puhul on kartuli kogusaak kui ka kaubanduslik saak madalam kui tavaviljeluses alates 70. kasvupäevast. Suuri mugulaid on vegetatiivse perioodi lõpus tavaviljelusviisi puhul suurem kui maheviljeluses. Tärklise sisaldus on suurem maheviljelusviisi puhul. Nitraatide sisaldus on suurem tavaviljelusviisi kasutades.</p>			
Märksõnad: kartul, saagikus, maheviljelus, tavaviljelus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Tõnis Volkov		Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: The effects of organic and conventional farming on the formation of elements of the potato harvest structure.			
Pages: 41	Figures: 13	Tables: 0	Appendixes: 0
Chair: Chair of Crop Science and Plant Biology Field of research: 1. Biosciences and Environment; 1.6. Agricultural Sciences; CERCS SPECIALTY: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology Supervisor: Vyacheslav Eremeev Place and date: Tartu, 2019			
<p>The purpose of the research was to study the effects of organic and conventional farming on the structure of potato harvest and also the nitrate and starch content. The test was carried out in the field of Eerika the Institute of Agriculture and Environment of the Estonian University of Life Sciences in 2018. Potato was one of the crop rotation crops. For the purpose of the experiment, the potato variety "Teele" was grown.</p> <p>Three different variants were used in organic farming. 0 variant without intermediate culture and no manure, variant I where winter intermediate culture was used and variant II where both intermediate culture and composted manure were used. Plant protection was not used in organic farming. In conventional cultivation, plant protection was used in all variants, which was 0 variant where no fertilizer was given, N50 was given 50kg nitrogen fertilizer and N100 and N150 were given 100kg and 150kg nitrogen fertilizer respectively.</p> <p>The study showed that in the case of organic farming, the total harvest of potatoes as well as the commercial harvest is lower than in conventional crops since the 70 DAP. At the end of the vegetative period, large tubers are more common in conventional farming than in organic farming. Starch content is higher for organic farming. The nitrate content is higher using conventional cultivation.</p>			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1 Kartuli kasvutingimused	7
1.1.1 Mullastik	7
1.1.2 Temperatuur	7
1.1.3 Valgus	8
1.1.4 Vesi	8
1.1.5 Fotosüntees	9
1.2 Viljelusviisid	10
1.2.1 Tavaviljelus	10
1.2.2 Maheviljelus	10
1.3 Agrotehnilised võtted	11
1.3.1 Külvikord	11
1.3.2 Väetamine	11
1.3.3 Taimekaitse	12
2 METOODIKA	13
2.2 Katse kirjeldus	13
2.3 Ilmastik	14
2.4 Mullastik katse kohas	15
2.5 Tehtud tööd	16
2.6 Kasvudünaamika	17
2.7 Andmetöötlus	17
3 TULEMUSED JA ARUTELU	18

3.2	Mugulate arv taime kohta	18
3.3	Kartuli saagikus ning kaubanduslike mugulate osakaal	19
3.4	SPAD-502PLUS näidud	21
3.5	Taimekasvatussüsteemide mõju kartuli struktuuri kujunemisel.....	22
3.6	Tärklise sisaldus mugulas	30
3.7	Nitraatide sisaldus mugulas	32
KOKKUVÕTE		33
SUMMARY		35
KASUTATUD KIRJANDUS		37

SISSEJUHATUS

Kartulitaim (*Solanum Tuberosum L.*) on katteseemnetaimede (*Angiospermae L.*) hõimkonnast, kaheiduleheliste (*Dicotyledoneae L.*) klassist. Kartul kuulub mailaselaadsete (*Serophulariales*) seltsi, maavitsaliste (*Solanaceae L.*) sugukonda ja maavitsa (*Solanum L.*) perekonda (Bradshaw ja Mackay, 1994)

Kartul kultuuristati esmalt Lõuna- Ameerikas ning levis inimtegevuse tulemusel suurematele pindadele kui hispaanlased avastasid 16. sajandil Ameerika. Eestis on kartul suhteliselt värske kultuur jõudes siia 17. sajandil. Kartul kogus kiirest populaarsust ning muutus tähtsaks nii inimese toidulaua kui ka loomasöödana. Seoese piirituse tootmisega suurenes ka kartuli toodangu hulk. (Jõudu, 2002a)

Kartul on üheks armastatumaiks kultuuriks nii meil kui maailmas. Kartulit on läbi aegade peetud teiseks "leivaks" ning tänapäeval ei kujutaks meist keegi ette oma toidulauda, kui seal puuduks toidukartul (Eremeev *et al.*, 2012). Tänapäeval on kartulikasvatus võrreldes teiste kultuuridega järjest väiksema osakaaluga. Küll aga on kartuli keskmine saagikus aastate lõikes kasvanud ning saak hektari kohta on Eesti keskmiselt 16 tonni (ESA, 2019).

Kartul on kõrge saagiga kultuur kui seda õigesti kasvatada, kuid kasvatajate vähesed teadmised on suurim põhjus miks paljudel juhtudel saak väikseks jääb (Zubarev *et al.*, 2008).

Selle uurimustöö hüpotees: Tavaviljelusviisis on kartuli mugulad ja ka saak suurem kui maheviljeluses.

Eesmärgid: Uurida mahe- ja tavaviljelusviisi mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemist vegetatsiooni perioodi vältel ning samuti tärklise- ja nitraatidesisaldust.

Soovin tänada Eesti Maaülikooli ning käesoleva töö juhendajat Vyacheslav Eremeevi (PhD), kes oli abiks töö juhendamisel ja töö koostamisel.

1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kartuli kasvutingimused

Kartul on hea kohanemisvõimega taim ning seda saab kasvatada peaaegu kõikides kliimapiirkondades ning mullastikutingimustes, samas on kartulil sarnaselt teistele kultuuridele välja kujunenud kindlad nõudmised ökoloogilistele tingimustele. Suuremad kartulisaagid on saadud piirkondades kus päeva pikkuseks on 13–17 tundi ja keskmine temperatuur väiksem kui 20 °C üldjuhul 15–18 °C (Jõudu, 2002a).

1.1.1 Mullastik

Kartulile sobib hästi muld mis on kobestatud, õhurikas ning milles on kõrge orgaanilise aine sisaldus kuna kartul vajab kasvamiseks aeroobset keskkonda. Kõige paremini sobib pH mis on 5.0–6.0. Kasvatamiseks ei sobi mullad mis on põuakartlikud, rähksed või raske lõimisega gelistunud ühtlasi ei sobi ka turvas mullad. Kartuli saak on suurem kui mullal on hea veemahutuvus, kõige suurem oht liigkuivuse puhul on kartulil õitsemise ning mugulate moodustumise aegselt (Mahepõllumajanduslik Kartulikasvatus 2018).

Harimistöodega kahjustatakse mulla struktuuri, selle taastumine võtab aega mitu aastat. Muld kus on madal struktuursus mõjutab negatiivselt mikrobioloogiliste protsesside kiirust mis aeglustab ka toitainete varude üleminekut ja taime kasv aeglustub (Schnürer ja Rosswall, 1982)

1.1.2 Temperatuur

Teoreetiline temperatuur mille puhul kartul idanema hakkab on minimaalselt 3 °C, kuid sellisel temperatuuril toimub idanemine väga aeglaselt, seega loetakse praktikas minimaalseks idanemis temperatuuriks siiski 7–8 °C. Tärkamise jaoks peaks õhk olema soojem mõne kraadi võrra kuna pealsete soojusvajadus suurem kui juurtel. Kõrgem temperatuur toetab varte kasvu, kuid samaaegselt mõjub negatiivselt mugulate moodustumisele ja lehtede kasvule. Meie kasvutingimustes on mugulate moodustumiseks parim muld temperatuuriga 15–18 °C (Jõudu, 2002a).

Maailma eri piirkondades jääb soovitud temperatuur maksimaalse saagi saamiseks 14–22°C vahele (Struik, 2007). On tähendatud, et madala temperatuuri ja lühikese päeva puhul on pealsete kasv aeglustunud ning kuivaine akumulatsioon mugulatesse (Menzel, 1985).

A.G. Lorhhi andmete põhjal sobivad varjastele sortidele kõige paremini 17 °C temperatuur ning hiliste sortide puhul 19 °C. Kõige sobivama temperatuuri kujunemisel mängib rolli ka valguse intensiivsus ja mulla veerežiim. Kartul on kultuurina tundlik madala ning negatiivse temperatuuri suhtes. Pealsete kahjustamine madala temperatuuri poolt toimub -1 kuni -1,5 °C juures, ning olenevalt perioodi pikkusest võib see külm pealsed hävitada. Kartuli temperatuuri taluvus sõltub sordist. Metsikute sortide (*S. demissum*, *S. punae*, *S. schreiter* jms) puhul on külmataluvus oluliselt suurem, kuid pole saadud sorti, mis oleks täielikult külma kindel (Jõudu, 2002a).

Kõrge temperatuuri puhul mugulate areng aeglustub ning samas kiireneb teiste taimeosade areng, sarnane efekt on ka pika päeva puhul (Ewing ja Struik, 1992).

1.1.3 Valgus

Kartul on valguslembeline taim, valguse puudusel kasvavad kartulitaimel varred ebaloomulikult pikaks ning lisaks väheneb lehtede hulk. Õitsemine on parimal juhul väike, kuid võib ka täielikult puududa. Valguse paremaks kasutamiseks on mõistlik ajada kartuli vaod paralleelselt põhja-lõuna suunaga. Suurem valgus intensiivsus soodustab õitsemist, ning varte kiiret maksimum pikkuse saavutamist. Pealsed kasvavad efektiivsemalt pika päeva puhul, samas on mugulate kasv parem just lühikesel päeval. Selle põhjal tuleb välja, et Eesti tingimustes on mõistlik eelistada varjast kartuli külvi, see tagab kiire pealsete kasvu pika päeva tingimustes ning hiljem päeva pikkuse lühenedes saab areneda mugulate saak (Jõudu, 2002a).

1.1.4 Vesi

Mugulasaak on otseselt positiivses korelatsioonis vegetatsiooni perioodil langenud sademete hulgaga, seega sõltub sademete arvust ka saak. Kartul on niiskuslembeline kultuur, kuid sellegipoolest talub ta liigniiskust halvasti. Veetarve on kasvuperioodi väike,

kuna idanemine toimub emamugulas oleva vee arvelt. Juurestik on kehvemini arenenud kui teistel põllumajanduskultuuridel, kuid sellegipoolest kasvab kartuli juurestik kiiresti kasutades emamugulas paiknevaid toitaineid. Kiire juurekasv on vajalik selleks, sest kartulitaimel tekib vajadus täiendavate toitainete ning vee järgi tärkamis perioodil. Nõrga juurestiku iseloomustuseks on suhteliselt väike juurestiku ulatus võrdluseks võib tuua suhkrupeedi millest kartuli juurestik 2,2 korda väiksem on. (Jõudu, 2002a)

Põuaperioodi puhul saab kartuli saaki suurendada õigeaegse niisutamisega. Liigne vihmavesi võib erinevad haigustekitajad mulda uhuda ning seal jõuab haigustekitaja mugulani (Tartlan, 2005).

1.1.5 Fotosüntees

Taimede fotosünteesi eelduseks on valgus. Fotosünteesi käigus muudavad taime rohelised osad valguse energiaks (Galvão, Fankhauser, 2015). Suurusjärgus 95% taime kogu orgaanilisest ainest moodustub fotosünteesiprotsessi tulemusel ning ülejäänud väike osa moodustub mullast saadud mineraalide mõjul.

Peamiselt toimub fotosüntees taime lehtedes. Fotosünteesi käigus toimub lehtede kudedes süsihappegaasi taandamine vesiniku mõjul ning selle protsessi tulemuseks on süsivesikud, aminohapped jms. Kartuli fotosünteesi võib lõpetada öökülmade teke, sest lehe hävinevad külmaga (Jõudu, 2002a). Tiheda mahapaneku korral varjutab üks taim teist ning fotosünteesi intensiivsus on madalam, seda eelkõige taime alumistes lehtedes see omakorda võib põhjustada taimede välja venimist (Saar 1967).

1.2 Viljelusviisid

1.2.1 Tavaviljelus

Tavaviljeluse korral on peamiseks eesmärgiks saada väetamise teel võimalikult suur saak (Baldwin, 2006). Tavaviljeluses on tähtis, et taimekaitsevahendite ning väetiste kasutamine oleks optimaalne ning tuleb lähtuda vajadusest ning planeeritavast saagist. Suurtes kogustes väetise külvamine võib põhjustada keskkonna saastumist. Taimekaitse töödel tuleks vältida sama preparaadi pikaajalist kasutamist, kuna umbrohul, taimehaigustel ning putukatel võib tekkida resistentsus vastava preparaadi vastu (Zaccone *et al.*, 2010). Tavaviljeluse korral on peamiseks eesmärgiks saada väetamise teel võimalikult suur saak (Baldwin, 2006).

1.2.2 Maheviljelus

Maheviljelus on olnud aastate lõikes tõusvas trendis ning kogub populaarsust, 1999. aastal oli mahetootjate arv madal kõigest 89 tootjat ning mahepõllumajandusliku maad 4000 ha. 10 aastat hiljem 2009 aastal oli mahepõllumajandusega tegelevaid ettevõtteid registrisse kantud 1270 ning pindala kasvanud 102 767 ha-ni (Vetemaa, Mikk, 2010).

2018. aastal oli Eestis mahemaa pind juba 210 033 ha mis moodustab kogu Eesti põllumajandusmaast ligi 21%. Kartuli all olev mahepõllumajanduslik maa oli 2017.a 153ha ning 2018.a oli see 142ha. (Mahepõllumajandus Eestis, 2018)

Mahetootmise peamine eesmärk on bioloogilise mullaelustiku, mitmekesisuse ning loodusliku mullaviljakuse hoidmine. Mullaviljakuse kõrgel hoidmiseks kasutatakse enamasti loomasõnnikut, kuid ettevõtetes kus loomakasvatus puudub kasutatakse külvikorras liblikõielisi taimi ning vähestel juhtudel ka orgaanilisest materjalist valmistatud komposti. Maheviljelusega tegelev ettevõtte tohib kasutada teatud liiki väetisi, küll aga on nende kasutamine suhteliselt ebapopulaarne ning seda eelkõige nende väetiste kõrge turuhinna tõttu (Edesi, Järvan, 2009).

Umbrohu allasurumiseks on talviste kõrreliste vahekultuuride kasutamine kasulik, sest sügisel moodustub tiheda struktuuriga taimestik ning see surub alla talvised umbrohud (Talgre, Eremeev 2012). On tehtud uuringuid mis tõestavad, et maheviljeluse mõju liigilisele mitmekesisusele on positiivne (Verbruggen 2010). Mahetootmise puhul peaks kasutama väiksemaid põlde, kuna tähis on soodustada kahjurite looduslike vaenlaste levikut põllul. Liiga suure põllu puhul ei jõua kõik kasulikud putukad põllu keskele. Lahenduseks on hoida põlluservas mitmekesisist taimikut, lähedal asuvaid looduslike rohumaaid ning põõsastikke (Tamm *et al.*, 2016).

1.3 Agrotehnilised võtted

1.3.1 Külvikord

Külvikord tähendab kultuuride paiknemist põldudel. Kasutatakse monokultuuri ülesehitust kus üks kultuur on samas kohas mitu aastat ning viljavaheldust mis põhineb teatud aja tagant kultuuride vahetumisele. Kultuuride otsene mõju avaldub makro- ning mikroelementide ja vee erinevas tarbimises eelviljade poolt. Kaudne mõju avaldub muutuste põhjal mida eelvili põhjustab mulla orgaanilises aines ning mulla füüsikalistes ja keemilistes omadustes (Piho 1978). Pikk viljavaheldus mille ringlus kestab vähemalt neli aastat kus erinevad kultuurid vahetuvad on haigustekitajate, umbrohtude ja kahjurite kontrolli all hoidmiseks vajalik (Olanya *et al.*, 2006).

Kartul on eelviljade suhtes leplik kultuur. Sellepärast on kartuli üheks rolliks külvikorras tagada stabiilne viljakus ning hoida umbrohtude teke kontrolli all. Külvikord ning neis viljelevate kultuuride valik sõltub põllumajandusettevõtte tootmissuunast. Kartulit on edukalt võimalik kasvatada ka köögivilja külvikorras (Kuill, 2002).

1.3.2 Väetamine

Kartuli on suuresaagiline põllumajandus kultuur mis vajab hea saagi moodustamiseks palju toitaineid. Agroökoloogiliselt ning majanduslikult tuleb arvesse võtta iga toiteelemendi tarvet ja selle mõju kartulile. Lämmastikväetised on saagi ja selle kvaliteedi suurendamiseks kõige efektiivsemad väetised. Õige väetamine toob kaasa saagi

suurenemise ning kvaliteedi parandamise, kuid üleväetamise puhul võivad need näitajad langeda. Tasakaalustatud väetamise puhul kui viiakse koos fosfor ja kaalium väetistega mulda sobiv kogus lämmastikku suureneb fotosünteesitava pinna moodustumine leherikaste pealsete näol, see omakorda loob eeldused mugulate arvu ning massi suurenemiseks. Lämmastikväetiste kasutamisel tasub meeles pidada, et see soodustab küll taime vegetatiivset kasvu, kuid aeglustab taime arengut. Kui mineraalset lämmastiku on palju siis tekib kartulipealsetel hüpertroofia mis väljendub selles, et plastilised ained lähevad peamiselt pealsete mitte mugulate moodustamisesse. Orgaaniliste väetiste kasutamine on hea saagi ja mullaviljakuse säilitamise ja suurendamise seisukohalt. Parimate tulemuste saavutamiseks kasutatakse orgaanilist ja mineraalväetist koos (Kuldkepp, Roostalu, 2002).

Kartuli väetise vajadus sõltub mitmetest teguritest nagu näiteks mulla omadustest ja kartuli sordist. Esimene väetamine tuleks teha kas lühike aeg enne külvamist või koos külviga. Peamiselt jääb kartuli lämmastiku vajadus 100-300kg ha⁻¹ piiridesse (Lutaladio *et al.* 2009). Lämmastikuga üleväetamise tulemusel hakkab kartulitaim toitaineid liigtarbima, sest need on kergesti kättesaadavad selle tulemusel muutub muld toitainevaesemaks (Tein 2015).

1.3.3 Taimekaitse

Agrotehniline tõrje tähendab seda, et kasutatakse agrotehnilisi võtteid mis muudavad kartulitaimede tingimused paremaks ning haigustekitajatele ebasoodsamaks. Selle alla kuuluvad ka külvikord, õige väetamine ja õige külviaeg. Tõhusamaks tõrjeviisiks on keemilinetõrje. Kaheks kartuli peamiseks haiguseks on kuivlaksus ja lehemädanik, viimase tõrjet tuleks alustada ennetavalt kas prognoosi järgi või siis kui kartulitaimik juba 20-30cm kõrgune on. Kuivlaksuse ja muude haiguste tõrjumiseks on õige aeg siis kui tekivad esimesed haigus sümptomid (Lõiveke, 2002).

Kahjurite puhul on võimalik rakendada ka mehaanilist tõrjet mis tähendab kahjurite ära korjamist, püüdmist või peletamist. Mehaanilise tõrjena eemaldatakse ka kahjuritega asustatud taimeosad (Hiisaar, Metspalu, 2002). Eelindandamine aitab kartuli lehemädaniku levikut tõkestada (Eremeev *et al.*, 2007).

2 METOODIKA

2.1 Katse kirjeldus

Pikaajaline põldkatse mahe- ja tavaviljelusviisi võrdluseks on rajatud 2008. aastal Eesti Maaülikooli taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetooli Eerika katsepõllule (58°22'N, 26°40'E). Katses kasutatakse 5-väljalist külvikorda, kus kultuuride järjestus on: oder (*Hordeum vulgare* L.) punase ristiku allakülviga, punane ristik (*Trifolium pratense* L.), talinisu (*Triticum aestivum* L.), hernes (*Pisum sativum* L.), kartul (*Solanum tuberosum* L.). Antud töös on kasutusel 2018. aastal kogutud katseandmed.

Kates uuriti tavaviljelus- ja maheviljelusviiside mõju kartuli saagistruktuurile. Katse toimus neljas korduses.

Tavaviljeluses kasutati järgmisi variante:

N0- see variant ei saanud väetist, teostati keemiline haigustõrje ning oli osa külvikorrast;

N50- selles variandis lisati kasvuperioodil kokku 50 kg N ha⁻¹, teostati keemiline haigustõrje ning oli osa külvikorrast;

N100- antud variandis lisati kasvuperioodil kokku 100 kg N ha⁻¹, teostati keemiline haigustõrje ning oli osa külvikorrast;

N150- selles variandis lisati kasvuperioodil kokku 150 kg N ha⁻¹, teostati keemiline haigustõrje ning oli osa külvikorrast;

Maheviljelusviisid :

M0- antud maheviljelusviisis ei kasutatud väetist ega vahekultuuri, taimekaitset ei teostatud, oli osa külvikorrast;

MI- kasutati vahekultuuri, ei kasutatud väetist ega taimekaitset, oli osa külvikorrast;

MII- kasutati vahekultuuri ning kevadel anti laudasõnnikut normiga 20 t ha⁻¹, taimekaitset ei teostatud, oli osa külvikorrast.

Katses kasutati kartulisorti „Teele“ mis on keskvalmiv laua- ja salatikartul. Mugul on kollase koore ja sisuga ning kujult lühiovaalne. Headeks omadusteks on kõrge saagivõime ning suhteliselt hea vastupidavus kartuli-lehemädanikule (Tsahkna, Tähtjärvi 2014).

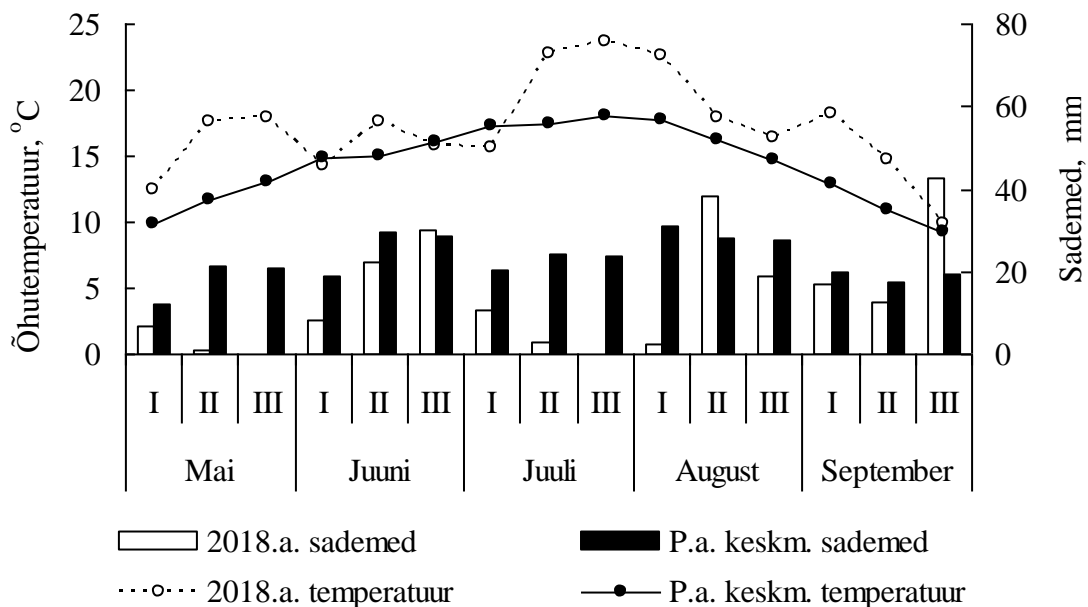
2.2 Ilmastik

Põllukultuuride saagikus sõltub suurel määral kasvuperioodi sademetest. Vesi mõjutab otseselt toitainete omastamist taime poolt. Ilma veeta on mõeldamatu taimede elutegevus. Oluline on ka sademete jaotus vegetatsiooniperioodi jooksul. Kartulit loetakse üldiselt niiskuselembeliseks, kuid liigniiskust mittetalavaks kultuuriks (Viileberg, 1986). Kasvuperioodi algul on kartuli veetarve külaltki madal, kuna kasutatakse mugulates olevaid veevarusid. Seepärast rohked sademed idanemise ajal isegi võivad vähendada mugulasaaki (Aamisepp, 1986) ja seda eriti kahkjatel ja leetunud muldadel. Eesti paljude aastate keskmine sademete summa jaotub dekaadide lõikes kartulile soodsalt, kuigi juulis võiks olla rohkem sademeid. Pealsete kasvades suureneb ka kartuli veetarve. Õiepungade faasis on pealsete kasv väga intensiivne, samuti algab mugulate moodustumine, mille tõttu veetarve järsult suureneb. Õitsemise algusest kuni pealsete kasvu lõppemiseni toimub kõige intensiivsem mugulate formeerumine ja veetarve saavutab kulminatsioonipunkti. Maksimaalse veekasutuse aeg langeb õitsemisjärgsesse perioodi, kui algab intensiivne mugulate juurdekasv (Aamisepp, 1992).

Suureks saagi kujundajaks kartulikasvatuses on sademete hulk ning temperatuur. Joonisel 1 on välja toodud aastate 1969–2018 ja aasta 2018 viie kuu keskmised sademed ja temperatuurid. Kuud on jaotatud kolmeks dekaadiks. Joonisel on selgelt näha, et 2018 aasta on olnud ekstreemne eelkõige sademete poolest ning erineb vägagi märgatavalt pikaajalisest keskmisest. Maikuu sademed on sisuliselt nulli lähedased ning dekaadide kaupa vastavalt I dekaad 6,9mm; II dekaad 0,9mm ning III dekaad 0mm. Juunikuus oli seis märgatavalt parem, kuid sademeid oli sellegi poolest esimeses kahes dekaadis keskmisest vähem. Ka juulikuus sademed olid äärmiselt madalad ning samuti augustikuu esimene dekaad. Septembrikuu viimasel dekaadil oli sademete hulk 42,4mm võrdluseks 1969–2018 aastate keskmine milleks on 19,3mm.

Temperatuur on olnud keskmisest kõrgem välja arvatud Juuni ja Juuli esimene dekaad mil temperatuur oli veidi madalam, kuid erinevus oli väike. Suurimad temperatuurid on olnud Juuli II dekaadist augusti esimese dekaadini. 2018. aasta Juuli III dekaadil oli temperatuur 23,7 kraadi mis on 1969-2018 aasta keskmisest 5,6 kraadi soojem.

Uurides 1969-2018 aastate keskmisi näite siis kujuneb selgelt välja 2018 ilmastiku eripära milleks olid vähesed sademed ning kõrge temperatuur.



Joonis 1. Keskmise õhutemperatuur (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes Eerikal vegetatsiooniperioodi vältel võrrelduna paljude aastate 1969–2018 keskmisega.

2.3 Mullastik katse kohas

Katsealal olev muld oli näivleetunud Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (Deckers *et al.*, 2002), Näivleetunud ehk kahkjaid muldi loetakse kartulikasvatamiseks ühtedeks sobivaimateks muldadeks Eestis (Viileberg, 1986). 10. astmelise skaala (0–10 punkti) järgi on näivleetunud mulla sobivus kartuli kasvatamiseks 9 punkti (Kõlli, 1999). Mullalõimiseks on kerge liivsavi ning kündmise teel läbi segatud pealmise huumus kihi paksuseks oli 20–30cm (Reintam, Köster, 2006). Katses olnud muld on kergesti haritav oma lõimise tõttu. Sobivus rühvelkultuuridele on väga hea. Näivleetunud mulla puudusteks on madal huumusesisaldus ning aeglane tahtemine. (Penu 2006).

Mulla proovid võeti kevadel enne kevadtööde algust. Õhukuivad proovid sõeluti läbi 2 mm avadega sõela. Mulla pH määrati 1M KCl lahuses (vahekord (1:2.5), mulla orgaaniline süsinik (C_{org}) määrati Tjurini meetodiga (Soil Survey Laboratory Staff, 1996). Mulla

üldlämmastiku sisaldus $N_{\text{üld}}$ määrati Kjeldahli meetodil (Procedures for Soil Analysis, 2005). Taimedele omastatavad toiteelemendid (P, K, Ca ja Mg) määrati AL-meetodil (Egnér *et al.*, 1960). Katse alguses iseloomustasid mulla huumushorisonti järgmised näitajad: pH_{KCl} 5,71, C_{org} 1,45%; $N_{\text{üld}}$ 0,11%, taimedele omastatavad toiteelemendid P 99,16 mg kg⁻¹, K 169,62 mg kg⁻¹, Mg 169,05 mg kg⁻¹ ja Ca 1446,61 mg kg⁻¹.

2.4 Tehtud tööd

2018 aasta katse jaoks alustati töödega eelneval sügisel. 31.08.2017 külvati maheviljelus katselappidele vahekultuur milleks oli rüpsi ning keerispea segu. Külvinormiks oli seatud rüps 7 kg ha⁻¹ ning keerispea 6 kg ha⁻¹. 17.10.2017 pritsiti tavaviljelus katselapid Roundup Flex herbitsiidiga normiga 3,0 l ha⁻¹, selle eesmärgiks oli vähendada umbrohtumist, lisaks toimus 06.11.2017 tavaviljelus katselappide kündmine. Kevadtööd algasid 29.04.2018 maheviljelus katselappidele anti komposteerunud veisesõnnikut ja 03.05.2018 toimus antud katselappide künd. 07.05.2018 freesiti tava- ja maheviljelus katselapid. 15.05.2018 toimus vagude ajamine ning päev hiljem ehk 16.05.2018 külvati maha kartul mille sordiks osutus „Teele“. Peale kartuli külvi said tavaviljelus katselapid väetist väljaarvatud katselapp N0. Kaaliumi ning fosfori vajaduste rahuldamiseks anti väetist Yaramila Cropcare PK 8-11-23 normiga 500 kg ha⁻¹ seega said tavaviljelus variandid (väljaarvatud N0) lämmastikku 40 kg ha⁻¹, fosforit 25 kg ha⁻¹ ning kaaliumit 95 kg ha⁻¹. 8.06.2018 said tavaviljelus variandid lisaks lämmastikväetist Yarebela Axan 27 + 4S. N50'le anti 10 kg ha⁻¹, N100'le 60 kg ha⁻¹ ja N150'le samuti 60 kg ha⁻¹. Lisaks sai N150 15.06.2018 juurde veel 60 kg ha⁻¹. Nii mahe- kui ka tavaviljeluse puhul teostati äestamist kaks korda (30.05.2018 ja 14.06.2018) ning muldamist kolm korda. (12.06.2018, 20.06.2018 ja 29.06.2018).

Tavaviljelus katselapidel toimus kahel korral lehemädaniku tõrje (11.07.2018 ja 31.07.2018) preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WG normiga 2,5 kg ha⁻¹. Kartul koristati maheviljelus katselappidel 11.09.2018. Vihmase ilma tõttu lükkus tavaviljelus katselappide koristamine 4.10.2018 peale.

2.5 Kasvudünaamika

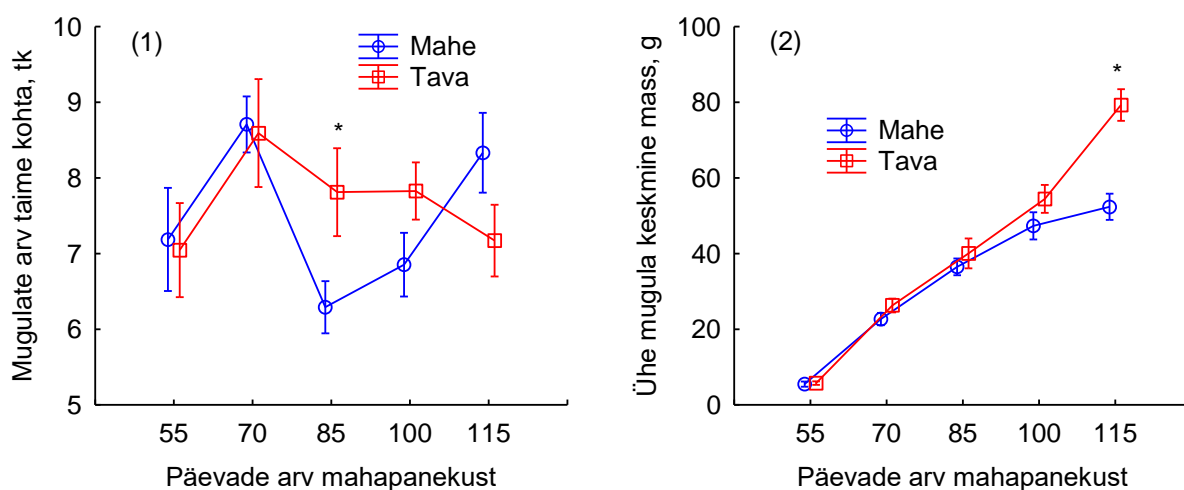
Kartuli vegetatsiooni perioodi jooksul viidi läbi kasvudünaamika katse viiel korral. Selle käigus võeti igalt katselapilt nii mahe- kui ka tavaviljeluses 4 järjestikust taime võimalikult katselapi keskelt koos maapealsete ja maa-aluste taimeosadega. Kasvudünaamika katse viidi läbi vastavalt 9.juuli 2018, 2. juuli 2018, 6.august 2018, 21.august 2018 ja 3.september 2018. Kõik taimeosad (lehed, varred, juured, mugulad) kaaluti eraldi. Sellele lisaks määrati mugulate fraktsioon selleks, et arvutada välja kaubanduslik osakaal milleks on mugulad mis on vähemalt 35mm või suurema läbimõõduga. Tärglise sisalduse määramisel kasutati Parovi kaalu (Viileberg 1976). Tärglise kogu saagi leidmisel arvestati mugulate kogusaaki ning tärglise protsenti. Samuti mõõdeti dünaamika käigus taime klorofüll sisaldus kasutades selleks SPAD-502PLUS seadet.

2.6 Andmetöötlus

Kogutud andmete statistiline analüüs teostati programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc, variantide võrdluses kasutati ANOVA ja Tukey HSD post-hoc testi ($p=0,05$)).

3 TULEMUSED JA ARUTELU

3.1 Mugulate arv taime kohta

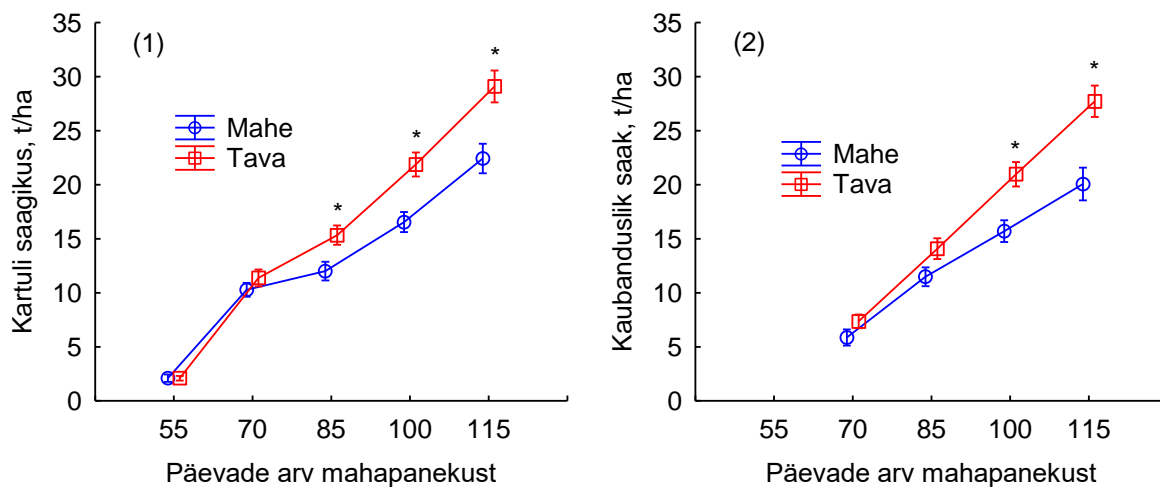


Joonis 2. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli mugulate arvule taime kohta, tk (1) ja ühe mugula keskmisele massile, g (2). *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Tulemustest selgub, et statistiline erinevus mugulate arvus taimekohta esineb ainult 85. kasvupäeval mil maheviljeluses on taime kohta mugulaid keskmiselt 6,3 tk ning tavaviljeluse puhul 7,8 tk. See tähendab, et mugulate arvukuses oli 85. kasvupäeval tavaviljeluses 19,5% edumaa.

Ühe mugula keskmine mass oli kuni 100. kasvupäevani sarnane ning usutavust erinevust ei olnud. Kasvudünaamika viiendal kordusel ehk 115. päeval oli usutav erinevus olemas mil maheviljeluses oli ühe mugula keskmine mass 52,4g ja tavaviljeluses 79,3g. Seega oli tavaviljeluses 115. päeval 33,9% suurem ühe mugula keskmine mass.

3.2 Kartuli saagikus ning kaubanduslike mugulate osakaal



Joonis 3. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli saagikusele, t ha⁻¹ (1) ja kaubanduslikule saagile, t ha⁻¹ (2). *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Kartuli saagikus on mahe- ja tavaviljeluses olnud 55. ja 70 päeval sarnane, kuid alates 85. päevast on tavaviljeluse puhul statistiliselt usutav suurem saak. 85. päeval oli saak mahe puhul 12,0 t ha⁻¹ ning tava puhul 15,3 t ha⁻¹ seega tavaviljeluses on saak sel ajal 21,7% suurem. 100. päeval on tavaviljelusviisiga katselappide keskmine saak 24,4% suurem. Viimasel katsel 115. päeval on mahe taimekasvatussüsteemis keskmine saak 22,4 t ha⁻¹ ning tava taimekasvatussüsteemis 29,1 t ha⁻¹.

Ka Da-Wei *et al.* (2014) katses oli lämmastiku mõjule kartuli saagikusel suur. Väetusnormiga N 300 kg ha⁻¹ variandis oli saak 54% suurem võrreldes variandiga kus väetusnorm oli N 0 kg ha⁻¹.

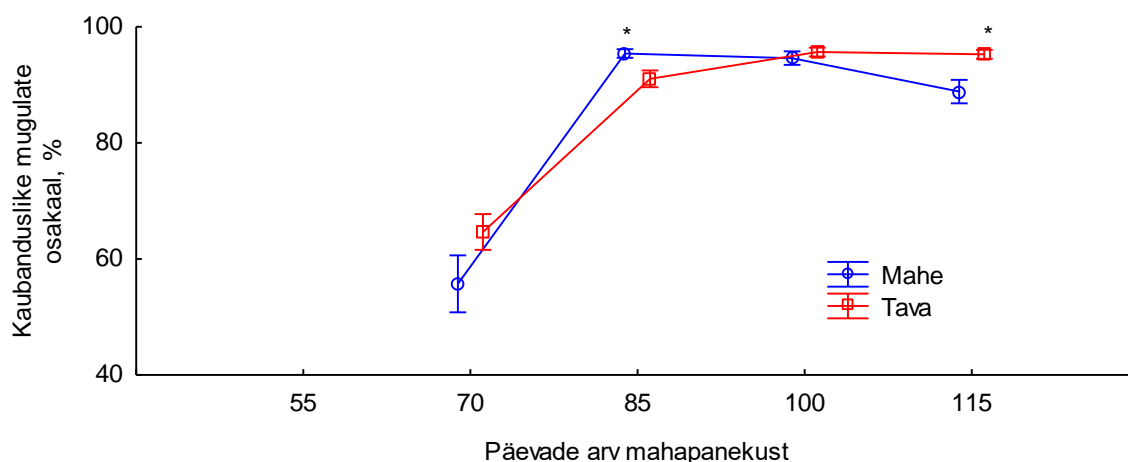
Sarnases katses 2016. aastal leidis Ojasoo (2017), et mahevilljelusviisi puhul oli kartuli keskmine saagikus 25,4 t ha⁻¹. Saagi erinevus antud katsega võrreldes on väike, kuid oli tõenäoliselt põhjustatud ekstreemselt kuiva ning suhteliselt sooja ilma tõttu.

Miljand (2016) uurimustöö põhjal saab teada, et 2015. aastal oli tavaviljelus keskmine saak 35,3 t ha⁻¹ ning mahevilljeluses oli keskmine saak 22,7 t ha⁻¹.

Maheviljelusviisis aitas saaki tõsta sõnnik. Sõnniku lisamisel saab parandada mulla omadusi (Toomsoo, 1997). Reddy et al (1986) leidis uurimustöö tulemusel samuti seda, et sõnniku lisamine muudab kartuli saagi suuremaks.

Temperatuur omab otsest mõju taime toitainete omastamises ja kasutamises (Kooman *et al.*, 1996), lisaks avaldab mõju ka sademete hulk (Dalla *et al.*, 1997).

Kaubandusliku saagi usutav statistiline erinevus algab 100.päeva katsest mil tavaviljelus viisi puhul oli saak 25,1% suurem ning 115. päeval 27,6% suurem. Kui koristada saak enne 100. päeva siis olulist erinevust kaubanduslikus saagis tava- ja maheviljeluse vahel ei ole.



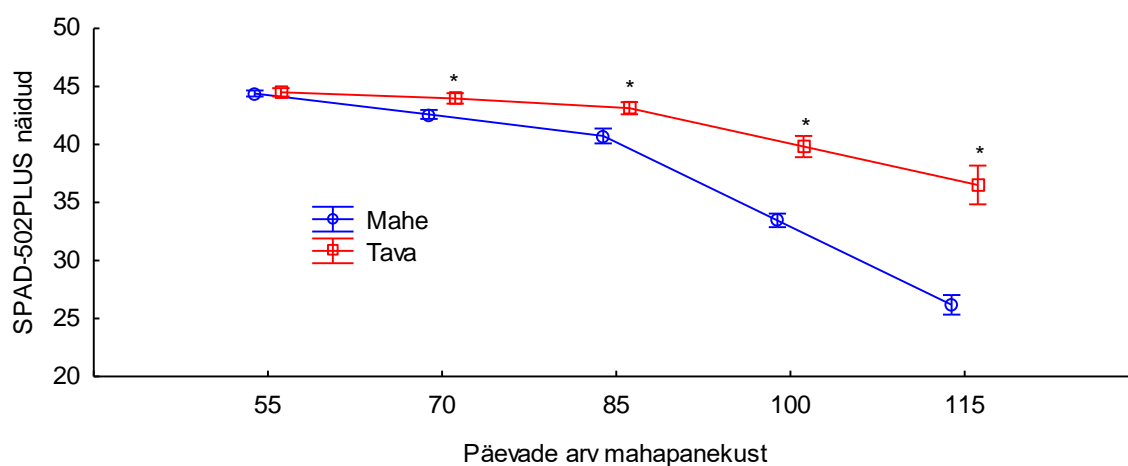
Joonis 4. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli kaubanduslike mugulate osakaalule, %. *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Mugulatest on kaubanduslike mugulate osakaal nii tava- kui ka maheviljeluse puhul suhteliselt sarnane. Statistiline erinevus tuleb sisse 85. ning 115. kasvupäeval. 115. kasvupäeval oli kaubanduslike mugulate osakaal tava taimekasvatussüsteemis 6,7% suurem kui mahe taimekasvatussüsteemis. Samas 85. kasvupäeval oli kogu saagist

kaubanduslike mugulate osakaal suurem maheviljeluses mil kaubanduslikke mugulaid oli 95,4% ja tavaviljeluses oli sel hetkel kaubanduslikke mugulaid 91.0%.

3.3 SPAD-502PLUS näidud

1980 aastatel arendas Minolta välja valguse neeldumisel põhineva kahekordse lainepikkusega käepärase klorofüllü mõõtja (SPAD-502PLUS). Antud seade mõõdab punase valguse (650 nm) ja infrapuna (940 nm) kiirgust läbi taimelehe ja arvutab välja SPAD-502PLUS näidu mis korreleerub klorofüllü sisaldusega mõõdetavas taimelehes. (Minolta 1989).

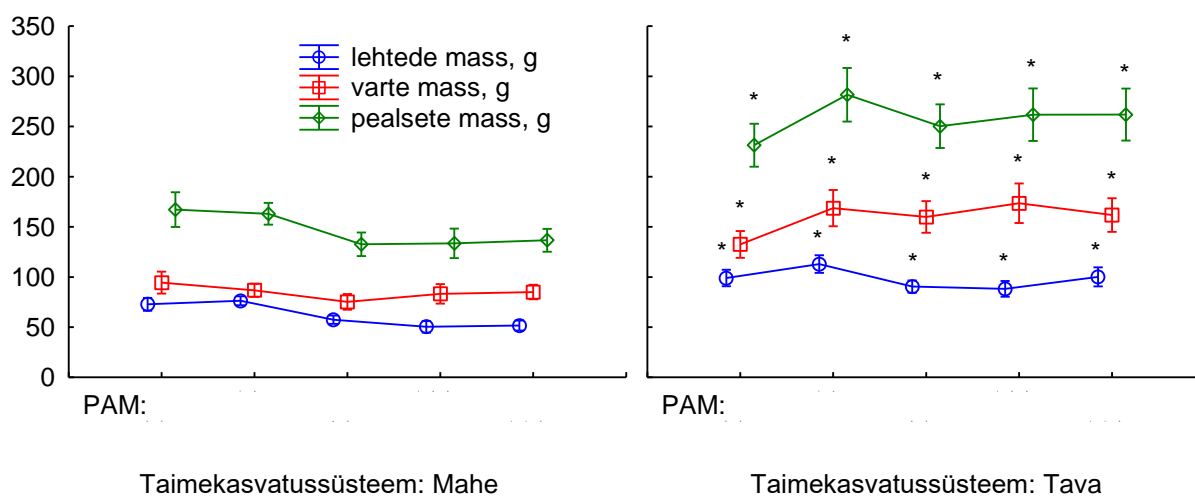


Joonis 5. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju SPAD-502PLUS näitudele. *-tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Meie katses nii tava- kui ka maheviljeluse puhul SPAD-502PLUS näidud olid langevas trendis. Statistiliselt usutav erinevus mahe- ja tavaviljeluse vahel on alates 70. kasvupäevast kuni 115. kasvupäevani. Vahe hakkab suurenema 85. päevast kui tavaviljeluses oli näit 43,1 ehk 5,6% kõrgem ning aja vältel edu maheviljeluse ees kasvas veelgi. 100. kasvupäeval oli tavaviljelus juba 16% kõrgema näiduga kui maheviljelus ning 115. päeval 28,3% kõrgem. (Joonis. 5)

Kirjanduse põhjal Minotti *et al.* (1994) leidsid samuti, et taime vananedes SPAD-502PLUS näidud langevad ning SPAD-502PLUS näit on korelatsioonis saadava mugula saagiga. Ka antud katse näitas, et maheviljeluse oli SPAD-502PLUS näit märgatavalt madalam (Joonis 5) ning ühtlasi oli madalam ka kartulisaak (Joonis 3).

3.4 Taimekasvatussüsteemide mõju kartuli struktuuri kujunemisel



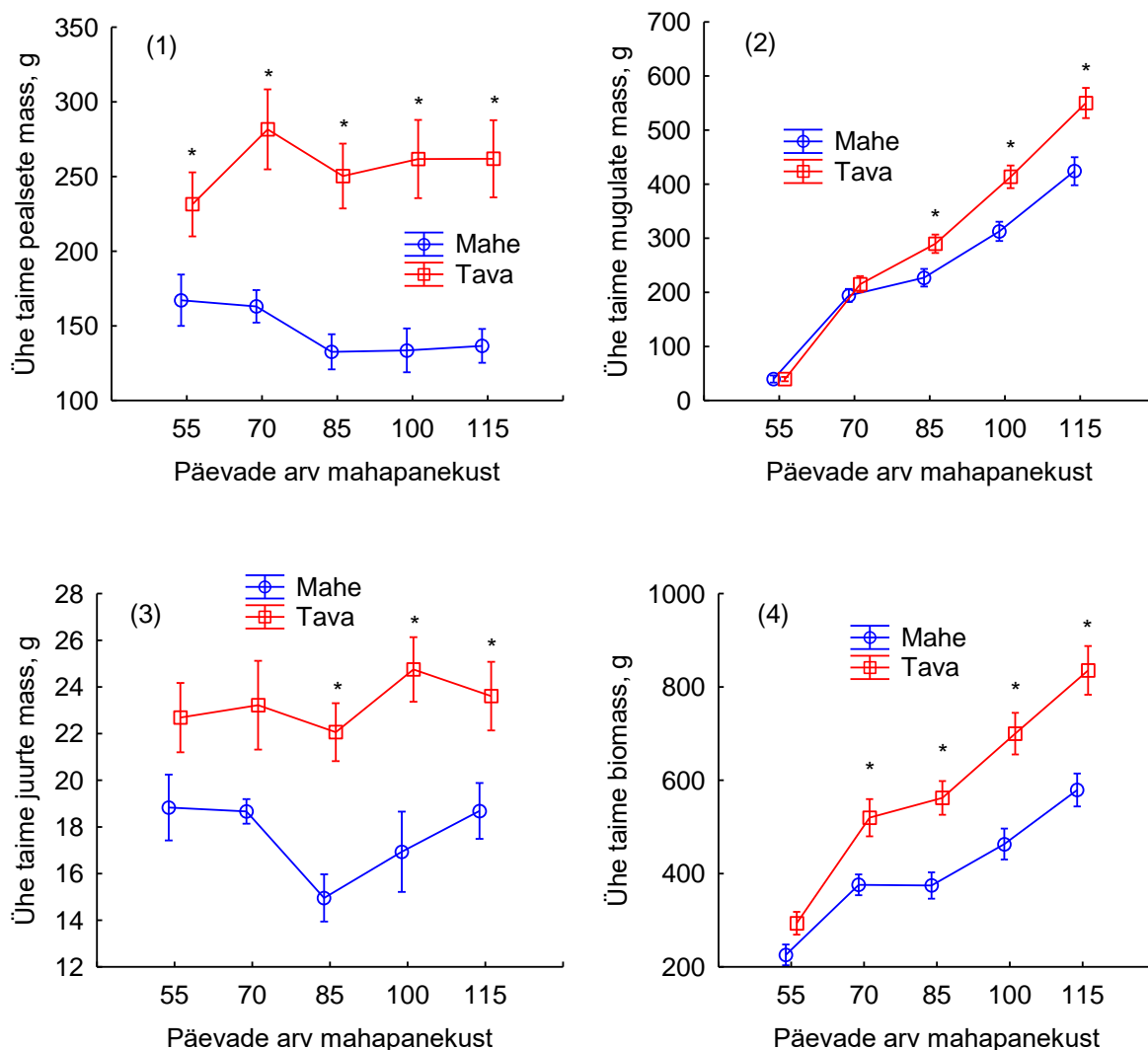
Joonis 6. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli ühe taime lehtede-, varte- ja pealsete massile, g. *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Katse vältel oli maapealne biomass terve vegetatiivse perioodi jooksul tavaviljeluses tunduvalt suurem kui maheviljeluses, tõusud ja mõõnad olid mõlema viljelusviisi puhul sarnased ning tõenäoliselt mõjutas seda kasvufaasi eripära ning ilmastiku olud.

Katses oli 55- 115. päevadel tehtud kaalumistel statistiline erinevus lehtede, varte ja pealsete massiga tava ja maheviljeluses. 70. kasvupäeval oli tavaviljeluses keskmine lehtede mass 112,9g ning maheviljeluses 76,3g. Sel hetkel oli mõlema viljelusviisi puhul lehtede massi seisukohast kõrghetk ning edaspidi hakkas lehtede mass langema. 115. kasvupäeval oli tavaviljeluses lehtede mass 48,5% suurem. Varte mass püsis suhteliselt stabiilne mõlema viljelusviisi puhul, kuid tavaviljeluses oli varte mass kogu perioodi lõikes statistiliselt suurem. 55. kasvupäeval oli tavaviljeluses varte mass 132,4g mis oli 28,7% kõrgem kui maheviljeluses. 115. kasvupäeval oli maheviljeluses varte mass 85,0g mis oli

47,4% madalam tavaviljelusest. Pealsete mass oli tavaviljeluses pigem tõusvas trendis, kuid maheviljeluses on näha suurt langust peale 70. kasvupäeva. Pealsete mass 115. kasvupäeval oli maheviljeluses 136,6g ning tavaviljeluses 261,9g seega oli pealsete mass tavaviljeluses 47,8% suurem. (Joonis 6)

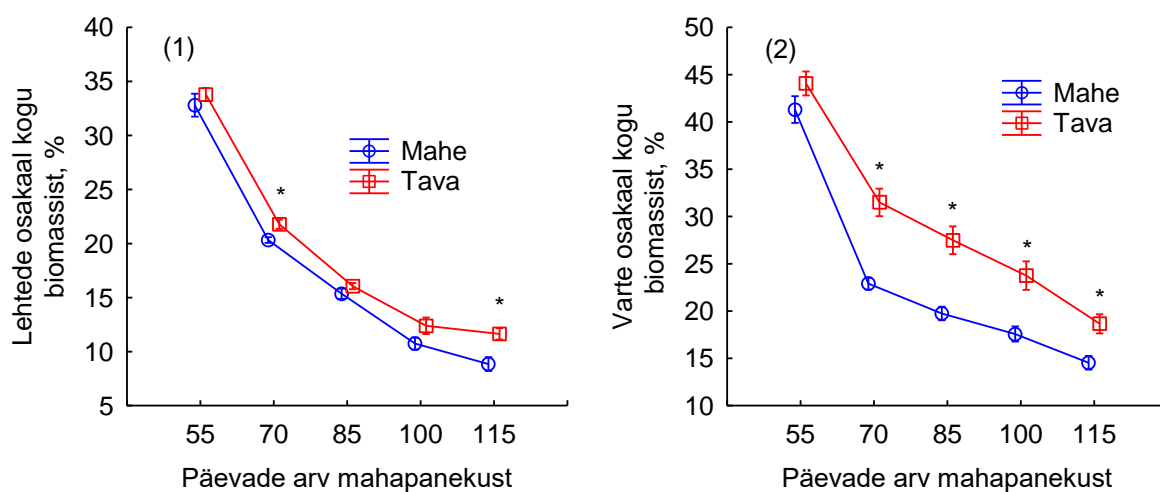
Kartuli saak on tugevalt mõjutatud lehtede suuruse ja pindala ning fotosünteesi pikkuse poolt (Van Oijen, 1991; Boyd *et al.*, 2001). Meie katse andmete põhjal saab väita, et kartuli lehe massi ja saagikuse vahel on väga tugev seos.

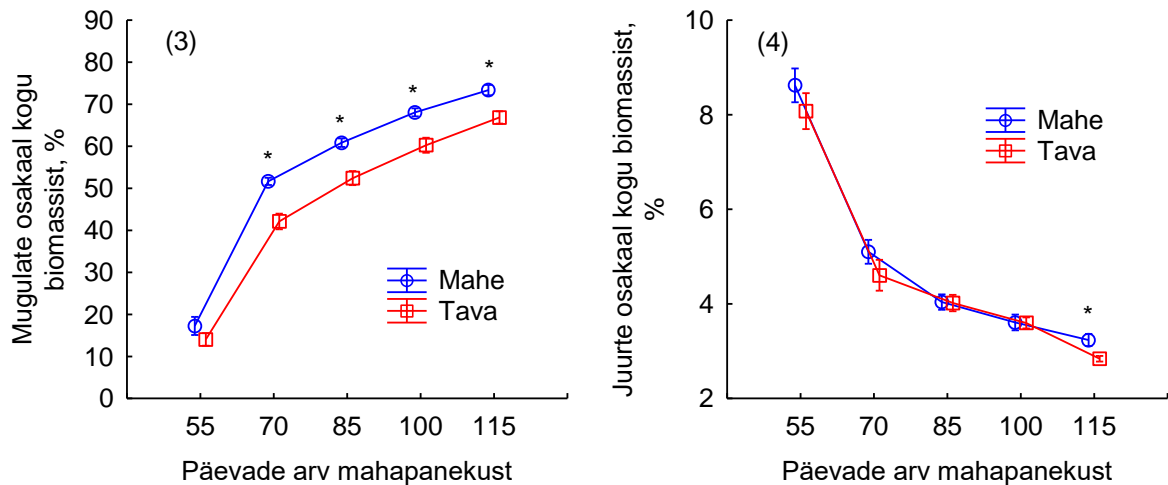


Joonis 6. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli ühe taime pealsete massile, g (1), ühe taime mugulate massile, g (2), ühe taime juurte massile, g (3) ja ühe taime biomassile, g (4) *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Ühe taime pealsete mass oli 70. kasvupäeval tavaviljeluses 42,1% suurem kui maheviljeluses samas selles faasis puudus statistiline erinevus ühetaime mugulate massi suhtes. Mugulate mass erines statistiliselt 85, 100 ja 115. kasvupäeval. 100. kasvupäeval oli tavaviljeluses ühe taime mugulate mass 414g mis oli 24,4% suurem kui maheviljeluses ning pealsete mass oli tavaviljeluses lausa 49% suurem. (Joonis 7)

Juurte mass oli 70. kasvupäeval maheviljeluses 18,7g ning tavaviljeluses 23,2g seega oli tavaviljeluse puhul juurte mass 19.6% suurem. 115. kasvupäeval oli maheviljeluses juurte mass 20,8% väiksem kui tavaviljeluses. Kogu taime biomass oli terve perioodi vältel tõusvas trendis. 55. kasvupäeval statistilist erinevust mahe- ja tavaviljeluses biomassi puhul ei leitud. 85. kasvupäeval oli tavaviljeluses biomass 562,3g ning maheviljeluses 374,6g seega erinevus 33,4%. 115. kasvupäeval oli biomassi hulk tavaviljeluses 30,7% suurem. (Joonis 7)



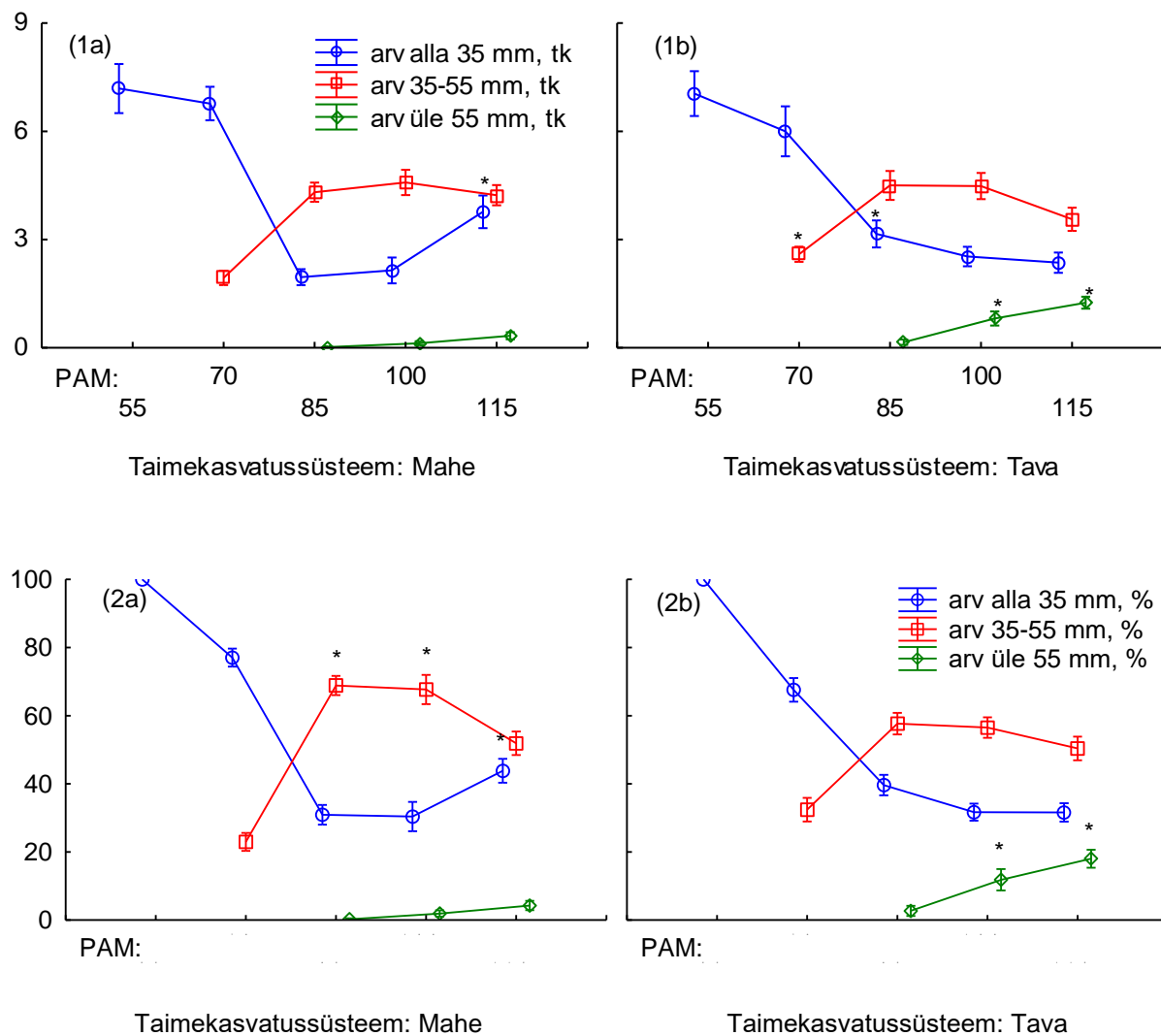


Joonis 8. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli lehtede osakaalule-, % (1), varte osakaalule-, % (2), mugulate osakaalule-, % (3) ja juurte osakaalule kogu taime biomassist, % (4). *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Lehtede osakaal kogu biomassist oli tava- ja maheviljeluses sarnane, ning statistiline erinevus leidis ainult 70. ja 115. kasvupäeval, viimasel oli tavaviljeluse puhul lehtede osakaal biomassist 11,6% ning tavaviljeluses 8,8%. Varte osakaal biomassist oli alates 70. kasvupäevast mahe- ja tavaviljeluses erinev. 70. kasvupäeval oli maheviljeluses varte osakaal 22,9% ning tavaviljeluses 31,5% see oli ka antud parameetrit silmas pidades erinevuse kulminatsioon, sest edaspidi hakkas vahe vähenema. 115. kasvupäeval oli maheviljeluses varte osakaal biomassist 14,5% ja tavaviljeluses 18,6%. (Joonis 8)

Mugulate osakaal kogu taime biomassist oli maheviljeluses alates 70. kasvupäevast statistiliselt suurem mil mugulate osakaal oli 51,6% ning tavaviljeluses 42,1%. 85. kasvupäeval oli maheviljeluses mugulate osakaal biomassist 16,1% suurem kui tavaviljeluses ning 115. kasvupäeval 9,8% suurem. Juurte osakaal kogu taime biomassist oli tavaviljeluse ja maheviljeluse puhul sisuliselt terve vegetatiivse perioodi jooksul sama ning ainust statistiline erinevus oli 115. kasvupäeval mil maheviljeluses oli juurte osakaal 14,0% suurem kui tavaviljeluses. Juurte osakaal oli mõlema viljelusviisi puhul suurim 55. kasvupäeval mil see oli maheviljeluses 8,6% ning tavaviljeluses 8,1%. 115. kasvupäeval

oli juurte osakaal biomassist tavaviljeluses kõigest 2,8% ning maheviljeluses 3,2%. (Joonis 8). Ühe kartulitaime mugulate osakaal oleneb mugulate arvust ja nende keskmisest massist (Howard, 1982).

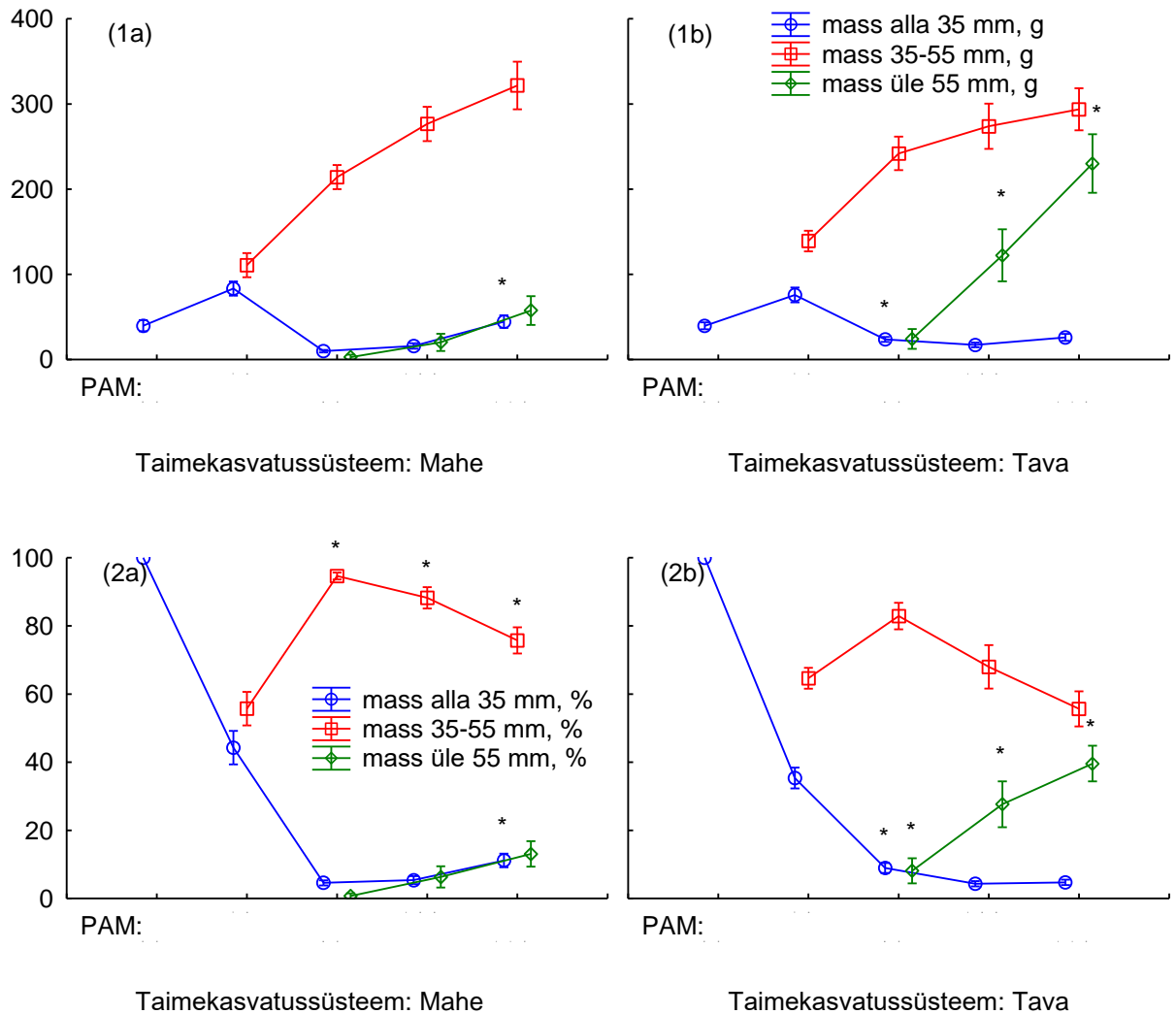


Joonis 9. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli mugulate arvule erinevates suurus fraktsioonides, tk (1a - mahe taimekasvatussüsteem ja 1b - tava taimekasvatussüsteem) ja mugulate arvu osakaalule erinevates suurusfraktsioonides, % (2a - mahe taimekasvatussüsteem ja 2b - tava taimekasvatussüsteem). *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standarddviaga.

Mugulate fraktsiooni jaotumine on kahe viljelusviisi puhul sarnane. Vegetatiivse perioodi alguses on rohkem väikeseid mugulaid ning taime vananedes suureneb suuremate mugulate arvukus ning väikeste mugulate arvukus langeb.

Suuremate mugulate arvukus kasvab suuremal määral tavaviljeluse puhul. 70. kasvupäeval oli mahe viljeluses alla 35mm mugulaid 6,8 ning tavaviljeluses 6,0 seega olulist erinevust polnud. Statistiline erinevus ilmnes alla 35mm mugulate arvus tavaviljeluse ja maheviljeluse vahel 85. ja 115. kasvupäeval. 85. kasvupäeval oli alla 35mm mugulate arv tavaviljeluses 2,0 ning maheviljeluses 3,2 ning 115. kasvupäeval oli maheviljeluses 3,8 alla 35mm mugulat mis oli 59,8% rohkem kui tavaviljeluses. Alla 35mm mugulate osakaal kogu mugulate arvust oli 70. kasvupäeval maheviljeluses 77,05% ning tavaviljeluses 67,6%. 35–55mm mugulate arv oli statistiliselt erinev 70. ja 115. kasvupäeval. 70. kasvupäeval oli tavaviljeluses 35-55mm mugulaid 2,59 mis oli 25,3% rohkem kui maheviljeluse puhul samas 115.kasvupäeval oli maheviljelustes 9,5% rohkem 35–55mm mugulaid kui tavaviljeluses. Taime vananedes kerkis esile suuremate mugulate osakaal. 85. ja 100. kasvupäeval oli statistiliselt rohkem 35–55mm mugulaid maheviljeluses. 85. kasvupäeval oli 35-55mm mugulaid 68,8% ning tavaviljeluse puhul 57,7% 100. kasvupäeval oli sama näitaja sarnane 85. kasvupäevale. Üle 55mm mugulaid oli mõlema viljelusviisi puhul vähe.

Statistiline erinevus üle 55mm mugulate arvus mahe- ja tavaviljeluse vahel tuli 100. ja 115. kasvupäeval. 100. kasvupäeval oli üle 55mm mugulate arv tavaviljeluses 1 mis oli 84,6% rohkem kui maheviljeluses. 115. kasvupäeval oli üle 55mm mugulaid maheviljeluses 0,3 ning tavaviljeluses 1,3. Statistiliselt oli üle 55mm mugulate osakaal 100. ja 115. kasvupäeval tavaviljeluses suurem mil 100. kasvupäeval oli tavaviljeluses 12% ning mahedas oli sama väärtus 83,8% väiksem ning 115. kasvupäevaks oli maheviljeluses see näitaja 76,3% väiksem kui tavaviljeluses. (Joonis 9)



Joonis 10. Mahe ja tava taimekasvatussüsteemide mõju kartuli mugulate massile erinevates suurus fraktsioonides, g (1a - mahe taimekasvatussüsteem ja 1b - tava taimekasvatussüsteem) ja mugulate massi osakaalule erinevates suurusfraktsioonides, % (2a - mahe taimekasvatussüsteem ja 2b - tava taimekasvatussüsteem). *- tähistavad statistilist olulist erinevust mahe ja tava taimekasvatussüsteemide vahel konkreetsetel kasvupäeval (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0.05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Mugulate mass suuremates fraktsioonides on nii mahe- kui ka tavaviljeluse puhul tõusvad trendis. Alla 35mm mugulate mass kogu mugulate massist oli kõige kõrgem 70. kasvupäeval mõlema taimekasvatussüsteemi puhul, maheviljeluses oli see 44,29% ning tavaviljeluses 35,36% peale 70. kasvupäeva muutus alla 35mm mugulate mass väiksemaks seetõttu et taime vananedes mugulad kasvasid suuremaks. 115. kasvupäeval oli

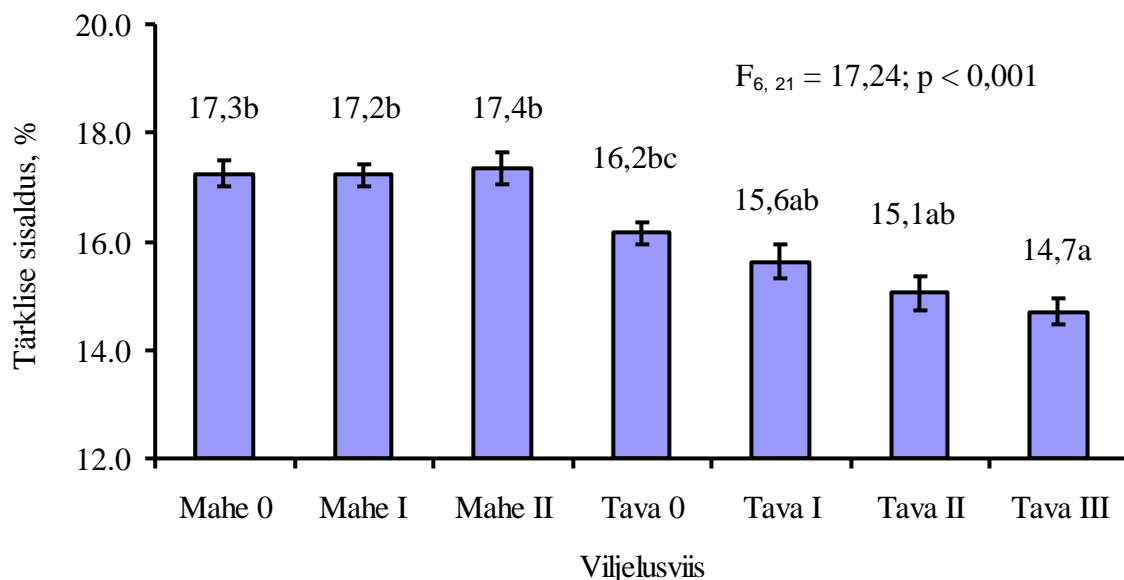
all 35mm mugulate mass kogu mugulate massist maheviljeluses 11,2% mis oli statistiliselt erinev tavaviljelusest kus oli sama näitaja 4,7%.

Fraktsioonis 35–55mm mugulate mass oli 85. 100. ja 115. kasvupäeval statistiliselt usutavalt maheviljelusviisi puhul suurema osakaaluga. 85. kasvupäeval oli maheviljeluses 35-55mm mugulate massi osakaal mugulate saagist 94,6% ning tavaviljeluse puhul 82,9% 115. kasvupäeval oli sama näitaja maheviljeluses 75,7% ning tavaviljeluses 55,7%.

Üle 55mm mugulate massi osakaal oli tavaviljeluses märgatavalt suurem alates 85. kasvupäevast mil see oli 8,1% ning samal hetkel oli maheviljeluses see näitaja 0,1%. 115. kasvupäevaks oli üle 55mm mugulate massi osakaal mõlema viljelusviisi puhul tõusnud, kuid sellegipoolest oli tavaviljeluses üle 55mm mugulate massi osakaal suurem, kui selleks oli 39,6% ning maheviljeluses oli sama näitaja 13,1%. (Joonis 10)

3.5 Tärklise sisaldus mugulas

Tärklis on kartulis kõige tähtsam süsivesik, selle sisaldus mugulates on 0-29,4% (Solovjeva 2004). Kartuli tärklise sisaldust ei mõjuta kliima ega ka mulla omadused (Flis, 2016). Kartulimugul sisaldab umbes 25% kuivainet, millest 80–85% on tärklist ja 3% valgulist ainet (Eamomaeva, 1987). Tärklisesisaldus sõltub suuresti ka sordist (Bobkova, 1986; Jõudu, 1995). Tärklise intensiivseks moodustamiseks on vaja nii sooja kui ka mõõdukalt niisket ilma. Sademete liigsus mõjub tärklisesisaldusele negatiivselt (Dmitrieva, 1989). Agrotehniliste võtete kõrval on ilmasitikul oluline roll tärklise moodustumisele mugulates vegetatsiooniperioodil (Eremeev *et al.*, 2001). Tärklisesisaldus on 21% vegetatsiooniperioodi temperatuuridest, 18% sademete summast, 15% päikesepaiste tundidest ja 7% merepinna kõrgusest (Tartlan, 2005).

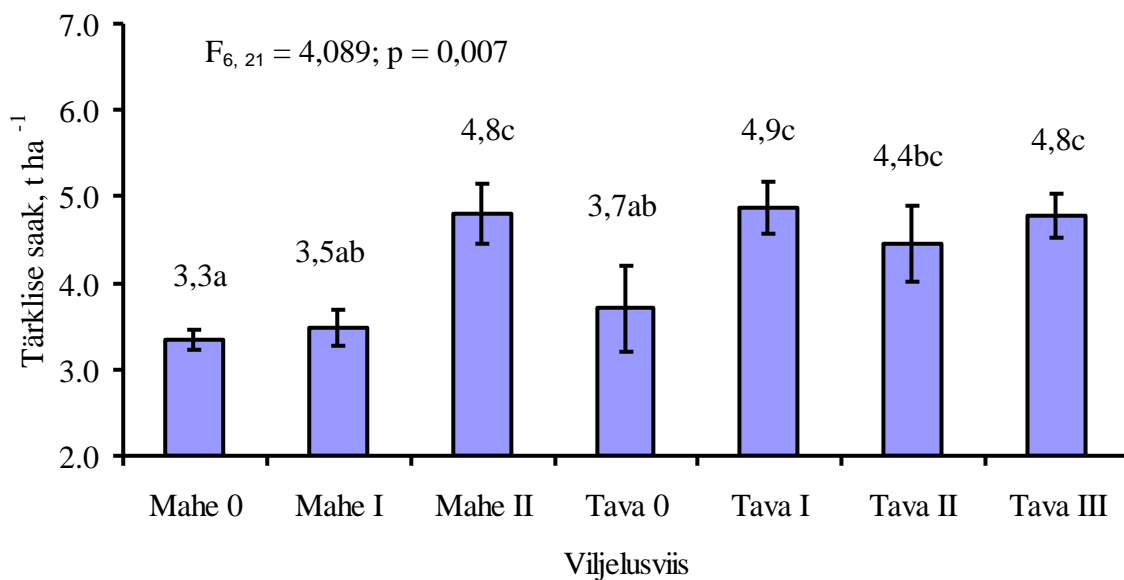


Joonis 11. Kartuli tärklisesisalduse, % erinevatel viljelusviisidel. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Turkey HSD test).

Mugulate tärklisesisaldus on sordile omane tunnus (van Eijk, Hak, 1995; Brunt *et al.*, 2002; Tsahkna, Tähtjärvi, 2007). Meie katses maheviljeluses oli tärklise sisaldus usutavalt sama kõikides variantides. Maheviljeluse keskmine tulemus oli 17,3%. Tavaviljeluse puhul oli variantide lõikes tärklisesisalduse kõikumine suurem varieerudes 14,7-16,2%.

Tavaviljelusviisi kõikide variantide keskmine oli 15,4%. Seega tärklisesisaldus on maheviljelusviisi puhul suurem kui tavaviljeluses, kuid erinevus on väga väike. (Joonis

11). Seda, et maheviljeluses on tärklisesisaldus suurem on leitud ka varem Ojasoo oma bakalaureusetöös (Ojasoo, 2017).

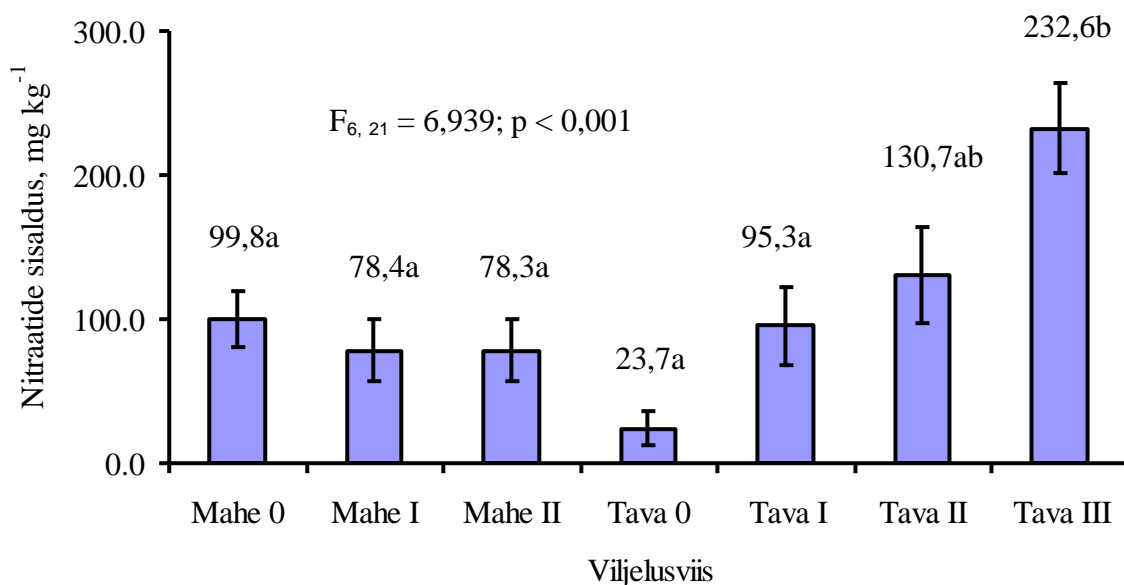


Joonis 12. Tärklisesaak, t ha⁻¹ erinevatel viljelusviisidel. Vearivad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Turkey HSD test).

Tärklise saak kõikus enim maheviljelusviisi puhul 3,3–4,8 t ha⁻¹. Maheviljelusviisi variantide keskmine tärklisesaak oli 3,9 t ha⁻¹. Tavaviljelusviisi puhul oli kõikumine väiksem varieerudes 3,7–4,8 t ha⁻¹ juures. Keskmine tärklise saaks tavaviljelusviisi kõikide variantide lõikes oli 4,4 t ha⁻¹. (Joonis 12)

Kuigi tärklisesisaldus mugulas on maheviljeluses suurem siis tänu tavaviljeluse suuremale mugula saagile on ka kogu tärklise saak tavaviljeluses suurem.

3.6 Nitraatide sisaldus mugulas



Joonis 13. Nitraatide sisaldus, mg kg⁻¹ erinevatel viljelusviisidel. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Turkey HSD test).

Anorgaanilistest lämmastikuühenditest leidub mugulates ammoonium lämmastikku, nitraate ning vahel ka väikestes kogustes nitriteid. Ammoonium lämmastikku on 2–5% kogulämmastikust ehk 75–85% anorgaanilisest lämmastikust. Kõige enam on uuritud nitraadisaldust ja seda mõjutavaid tegureid. Nitraadi sisaldus on üldjuhul vahemikus 10–500 mg kg⁻¹ tooraines (Shpaar *et al.*, 1999), kõige sagedamini vahemikus 40–250 mg kg⁻¹ tooraines (Jõudu, 2002b). 1980. aastate lõpul oli Eestis nitraatide piirnorm kartulil 120–160 mg kg⁻¹, sajandivahetusel kehtinud määru järgi 140 mg kg⁻¹ (RTI 1999, 21, 342), kuid nüüdseks piirnormi kehtestavat määrust pole.

Nitraatide sisaldus maheviljeluses on oluliselt madalam kui tavaviljeluse puhul. Maheviljelusviisi kõikide variantide keskmine nitraatide sisaldus on 85,5 mg kg⁻¹. Tavaviljelus viisi kõikide variantide keskmine on 120,6 mg kg⁻¹ mis on oluliselt kõrgem kui maheviljeluses (Joonis 13). Rutkowska (2001) leidis samuti, et maheviljeluses on nitraatide sisaldus madalam kui tavaviljeluses.

KOKKUVÕTE

Antud uurimustöö eesmärgiks oli välja selgitada erinevused selles, kuidas mahe- ja tavaviljelusviisid mõjutavad kartuli mugulate saaki ning saagistruktuuri kujunemist 2018. aastal.

Kartulikasvatus katse viidi läbi Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul. Katses oli kolm erinevat maheviljelussüsteemi ning neli tavaviljelussüsteemi. Tavaviljeluses said kõik variandid keemilist taimekaitset ning erinevus tavaviljelus variantide vahel oli väetise koguses. Kõik tavaviljelus variandid peale N0 variandi said Fosforit 25 kg ha⁻¹ ning Kaaliumit 95kg ha⁻¹. Lämmastikväetise norm oli vastavalt variandile 50 kuni 150 kg ha⁻¹. Maheviljelusviisi puhul taimekaitset ei kasutatud. Maheviljeluses M0 ei kasutatud ühtegi väetist, MI kasutati vahekultuuri ning MII kasutati vahekultuuri ning 20 t ha⁻¹ komposteerunud loomasõnnikut.

Uurimustöö käigus selgus, et mugulate arv taimekohta oli statistiliselt erinev vaid 85. kasvupäeval mil tavaviljeluses oli taime kohta 7,8 tk ning tavaviljeluses 6,3 tk. Ühe mugula keskmine mass oli sisuliselt terve vegetatiivse perioodi jooksul sarnane ning erinevus tuli kahe viljelusviisi vahel sisse alles 115. kasvupäeval kui tavaviljeluses oli ühe mugula keskmine mass 79,3g ning maheviljeluses 52,4g.

Mugulate saagikus oli tavaviljeluses suurem alates 85. kasvupäevast mil saak oli 21,7% suurem kui maheviljeluses. Kaubanduslike mugulate saak oli statistiliselt erinev alates 100. kasvupäevast. 115. kasvupäeval oli tavaviljeluses kaubanduslike mugulate saak 27,6% suurem.

SPAD-502PLUS näidud muutusid mõlema viljelusviisi puhul taime vananedes väiksemaks, kuid tavaviljeluses oli näit statistiliselt oluliselt kõrgem alates 70.kasvupäevast kui maheviljeluses.

Maapealne biomass oli kogu vegetatiivse perioodi jooksul tavaviljelusviisi puhul suurem kui maheviljeluses. 115. kasvupäeval oli lehtede mass tavaviljeluses 48,5% suurem kui maheviljeluses. Maheviljeluses oli varte mass 115. kasvupäeval 47,4% madalam kui

tavaviljeluses. Pealsete mass 115. kasvupäeval oli maheviljeluses 136,6g ning tavaviljeluses 261,9 g. Juurte mass oli 115. kasvupäeval maheviljeluses 20,8% väiksem. Lehtede osakaal kogu taime biomassist oli vegetatiivse perioodi progresseerudes langevas trendis mõlema viljelusviisi puhul ning suhteliselt sarnane, samamoodi ka juurte osakaal. Varte osakaal kogu biomassist oli 70 kuni 115. kasvupäeval tavaviljeluses suurem. Mugulate osakaal biomassist oli mõlema viljelusviisi puhul tõusvas trendis. Maheviljeluses oli mugulate osakaal biomassist alates 70. kasvupäevast suurem kui tavaviljeluses.

Mugulate fraktsiooni jaotumine vegetatiivse perioodi jooksul oli mõlema viljelusviisi puhul sarnane. 115. kasvupäeval oli tavaviljelusviisi puhul suuri mugulaid rohkem kui maheviljeluses. 100. kasvupäeval oli tavaviljeluses üle 55mm mugulaid 84,6% rohkem kui maheviljeluses.

Tärklise sisaldus kartulimugulas oli maheviljelus viisi puhul suurem. Maheviljeluses oli tärklise sisaldus 17,3% ning tavaviljeluses 15,4%. Tärklise kogusaak oli tavaviljeluses suurem kui maheviljeluses. Tavaviljelusviisi keskmine tärklise saak oli 4,45t ha⁻¹ ning maheviljeluse puhul 3,9 t ha⁻¹.

Nitraatide sisaldus oli tavaviljeluses oluliselt suurem kui maheviljelusviisi puhul. Seega on lämmastikväetiste kasutamisel otsene mõju kartuli nitraatide sisaldusele.

SUMMARY

The aim of this study was to find out the differences between how organic and conventional cultivation affect potato tuber yields and the formation of structure in 2018.

The study was carried out on the test field in Eerika, Estonian University of Life Sciences. There were three different systems of organic farming and four conventional cultivation systems. In conventional farming, all variants received chemical plant protection, and the difference between conventional cultivation was the amount of fertilizer. All conventional cultivation variants except N0 received Phosphorus 25kg ha⁻¹ and Potassium 95kg ha⁻¹. The nitrogen fertilizer norm was 50 to 150 kg ha⁻¹, respectively. In the case of organic farming, plant protection was not used. No fertilizer was used in organic cultivation M0, MI was used as an intermediate culture, and MII was used for intermediate culture and 20 t ha⁻¹ composted animal manure.

The study showed that the number of tubers in the plant site was statistically different only on the 85 DAP, when conventional crops had 7.8 pcs per plant and 6.3 pcs in conventional crops. The average weight of a single tuber was essentially similar during the entire vegetative period, and the difference between the two cultivation methods only occurred on the 115 DAP when the average weight of a single tuber was 79.3g and 52.4g in organic farming.

The yield of tubers in conventional crops was higher from the 85 DAP, when the yield was 21.7% higher than in organic farming. The yield of commercial tubers was statistically different from the 100 DAP. On the 115 DAP, the harvest of commercial tubers in conventional farming was 27.6% higher.

SPAD-502PLUS readings became smaller in both cultivation methods as the plants age, but in conventional cultivation, the reading was statistically significantly higher than in the 70th day of cultivation as in organic farming.

Terrestrial biomass was higher in conventional farming than in organic farming throughout the vegetative period. On the 115 DAP, the weight of the leaves in conventional cultivation

was 48.5% higher than in organic farming. In organic farming, stubble mass was 47.4% lower on the 115th day of growth than in conventional farming. The weight of the tops on the 115 DAP was 136.6g in organic farming and 261.9g in conventional farming. The weight of the roots on the 115 DAP was 20.8% lower in organic farming.

The proportion of leaves in the total plant biomass as the vegetative period progressed in a declining trend for both cultivation methods and was relatively similar, as did the proportion of roots. The proportion of the forests in total biomass was higher in conventional crops on the 70 to 115 DAP. The share of tubers in biomass was on an upward trend for both cultivation methods. In organic farming, the share of tubers in biomass since the 70 DAP was higher than in conventional farming.

The distribution of the tuber fraction during the vegetative period was similar for both cultivation methods. On the 115 DAP, large-scale tubers were more common in organic farming than in organic farming. On the 100 DAP, more than 55mm tubers in conventional farming were 84.6% more than in organic farming.

The starch content in the potato tuber was higher in the case of organic farming. In organic farming, the starch content was 17.3% and in the conventional crop 15.4%. The total starch yield was higher in conventional crops than in organic farming. The average yield of conventional starch was in conventional farming 4.45 t ha⁻¹ and 3.9 t ha⁻¹ for organic farming.

Nitrate content was much higher in conventional crops than in organic farming. The use of nitrogen fertilizers has a direct effect on potato nitrate content.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, I.** (1986). Mugulviljad. Tln., 1986 a., lk. 3–18.
- Aamisepp, I.** (1992). Mugulviljad. Tln., 1992 a., 72 lk.
- Baldwin, K.R.** (2006). Soil Fertility on Organic Farms. *Organic Production – Soil Fertility on Organic Farms*. [<https://content.ces.ncsu.edu/soil-fertility-on-organic-farms>] (15.05.2019).
- Bobkova: Бобкова, Л.** (1986). Уникальный клубень. Москва, стр. 52 ... 63.
- Boyd, N., Gordon, R., Asiedu, S.K., Martin, R.C.** (2001). The effects of living mulches on tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). – *Biological Agriculture and Horticulture*. 18, pp. 203–220.
- Bradshaw, J.E., Mackay, G.R.** (1994). Potato genetics. CAB International, Wallingford, UK
- Brunt, K., Keizer-Zinsmuster, J., Cazemier, J., Intema, P.** (2002). Potato and starch quality in relation to variety, growing location and year. – *Abstracts of Papers and Posters 15th Triennial conference of the EAPR*, p. 58.
- Dalla Costa, L., Delle Vedove, G., Gianquinto, G., Giovanardi, R., Peressotti, A.** (1997). Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress. – *Potato Research*. Vol 40, pp. 19–34.
- Da-wei, H., Zhou-ping, S., Tian-lai, L., Hong-zhi, Y., Hua, Z.** (2014). Nitrogen Nutrition Index and Its Relationship with N Use Efficiency, Tuber Yield, Radiation Use Efficiency, and Leaf Parameters in Potatoes. – *Journal of Integrative Agriculture*. Vol. 13, pp. 1008–1016.
- Deckers, J.A., Friessen, P., Nachtergaele, F.O.F., Spaargaren, O.,** (2002). World reference base for soil resources in a nutshell. In Micheli, E., Nachtergaele, F.O., Jones, R.J.A., Montanarella, L. (eds.): – *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau Research Report No. 7, EUR 20398 EN, pp. 173–181.
- Dmitrieva: Дмитриева, З.** (1989). Справочник картофелевода. Минск, стр. 3–185.
- Еамомаева: Еамомаева, А.** (1987), Справочник картофелевода. Москва, стр. -351.
- Edesi, L., Järvan, M.** (2009). Maheviljeluse alustõed. – *Maamajandus*, 4, lk 7–9.

- Egnér, H., Riehm, H., Domingo, W.R.**, (1960). Untersuchungen über die chemische bodenanalyse als grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. – *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* 26, pp. 199–215. (In German).
- Eremeev, V., Makke, A. Jõudu, J.** (2005). Kartuli tärkamine sõltuvalt seemnemugulate mahapaneku eelsest ettevalmistusviisist. – *Agronomia* 2005. Tartu, lk. 78–81.
- Eremeev, V., Jõudu, J., Lääniste, P., Lõhmus, A., Makke, A.** 2001. Tärkliserikkamate kartulisortide tärklisesaagist ja selle kvaliteedist. – *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised*. 14, pp. 27–31.
- Eremeev, V.; Tein, B.; Luik, A.** (2012). Kartul mahe- ja tavaviljeluse süsteemide võrdluskatses aastatel 2008–2012. – *Teaduselt mahepõllumajandusele: Mahepõllumajanduse arengusuunad - teaduselt mahepõllumajandusele*, 8. november 2012, Tartu, Eesti Maaülikool. (Toim.) Metspalu, L., Luik, A.. Tartu: Eesti Maaülikool, 2012, 25–27.
- ESA: Statistics Estonia. (2018). Available at: [<http://pub.stat.ee/>] Accessed: 12-05-2019.
- Ewing, E.E., Struik, P.C.** (1992) Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. – *Hortic Rev.* 14, pp. 89–197
- Flis, B., Tatarowska, B., Milczarek, D., Plich, J.** (2016). Effect of location on starch content and tuber texture characteristics in potato breeding lines and cultivars. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. 67, pp. 453–461.
- Galvão, V.C., Fankhauser, C.** (2015). Sensing the light environment in plants: photoreceptors and early signaling steps. – *Current Opinion in Neurobiology*. 34, pp. 46–53.
- Hiisaar, K., Metspalu, L.** (2002). Kartulikahjurid ja nende tõrje. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.
- Howard, H. W.** (1982). The production of new varieties. – *The Potato Crop*. London: Chapman & Hall, pp 607–646.
- Jõudu, J., Lõhmus, A.** (1995). Kartulisortide tärklisesisaldusest ja tärklise kvaliteedist. – *Kartuli tootmine, töötlemine ja tarbimine Eesti Vabariigis*. 7, lk 63–71.
- Jõudu, J.** (2002a). Kartuli kultuuristamise ajalugu. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.

- Jõudu, J.** (2002b). Kartulimugulate keemiline koostis. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. lk 57...68.
- Kooman, P.L., Fahem, M., Tegera, P., Haverkort, A.J.** (1996). Effects of climate on different potato genotypes 2. dry matter allocation and duration of the growth cycle. – *European Journal of Agronomy*. 5, pp. 207–217.
- Kõlli, R., Lemetti, I.** (1999). Eesti muldade lühiiseloostus I. – *Normaalsed mineraalmullad*. Tartu, lk. 41.
- Kuill, T.** (2002). Kasvatamine külvikordades. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.
- Kuldkepp, P., Roostalu, H.** (2002). Kartuli väetamine. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.
- Lõiveke, H.** (2002). Kartulil levivad haigused ja nende tõrje. – *Kartulikasvatus*. /Koost. J. Jõudu. Tartu. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.
- Lutaladio, N., Ortiz, O., Haverkort, A., Caldiz, D.** (2009). Sustainable potato production guidelines for developing countries. – *Food and agriculture organization of the United Nations FAO*. pp. 92.
- Mahepõllumajandus Eestis. (2018). Toim. A. Vetemaa, M. Mikk, E. Peetsmann. Tartu. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 59 lk.
- Mahepõllumajanduslik Kartulikasvatus. (2018). Toim. A. Vetemaa. Tallinn. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 22 lk.
- Menzel, C.M.** (1985). The control of storage organ formation in potato and other species: A review. – *Field Crops Abstracts*. 38, pp. 527–537.
- Miljand, M.** (2016). Magistritöö: Mahe- ja tavatootmise mõju kartuli kasvatamise tasuvusele. Tartu. 45 lk.
- Minolta** (1989) Chlorophyll meter SPAD-502. Instruction manual. Minolta Co., Ltd., Radiometric Instruments Operations, Osaka, Japan
- Minotti, P.L., Halseth, D.E., Sieczka, J.B.** (1994). Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. – *Hortscience*. 29(12), pp. 1497–1500.
- Ojasoo, T.** (2017). Bakalaureusetöö: Kartuli saagikus ja kasvatamise tasuvus sõltuvalt viljelusviisist. Tartu. 38 lk.
- Olanya, O.M., Lambert, D.H., Porter, G.A.** (2006). Effects of pest and soil management systems on potato diseases. – *American Journal of Potato Research*. 83, lk 397–408.

- Penu, P.** (2006). Eesti muldadest põllumehele. – *Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus*. 32 lk.
- Piho, A.** (1978). Maaviljeluse Käsiraamat. Külvikorrad. / Koost. A. Aulas. Tallinn. Valgus. lk 556.
- Procedures for Soil Analysis. (2005). In LP van Reeuwijk, (Ed.), 5th edn. Wageningen, 112 p.
- Reintam, E., Köster, T.** (2006). The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. – *Geoderma*. 136, pp. 199–209.
- Rutkowska, B.** (2001). Nitrate and nitrite content in potatoes from ecological and conventional farms.. – *Roczniki Panstwowe Zakadu Higieny*. pp 231–236.
- Saar, A.** (1967). Fotosüntees ja saak. Tartus: EPA rotaprint. 34 lk.
- Schnürer, J., Rosswall, T.** (1982). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. – *Applied and environmental Microbiology*, pp. 1256–1261, Uppsala.
- Soil Survey Laboratory Staff. (1996). Soil survey laboratory methods manual. – *Soil Survey Investigations Report No. 42*, Version 3.0. National Soil Survey Center, Lincoln, NE, USA.
- Solovjeva, A.E.** (2004). Улучшение качества картофеля и овощей. Академия менеджмента и агробизнеса НЗ РФ. – *Биохимические показатели качества овощной продукции*. Санкт-Петербург. стр. 10–33.
- Struik, P.C.** (2007). Potato yield. *Potato Biology and Biotechnology advance and Perspectives*. (Edited by D. Vreugdenhil whit Bradshaw, Gebhardt, Govers, Mackerron, Taylor, Ross) Elsevier, pp. 379–380.
- Shpaar: Шпаар, Д., Дрегер, Д., Иванюк, В., Кюрцингер, В., Постников, А., Шуманн, П., Щербаков, В., Ястер, К.** (1999). Картофель/ Под редакцией Д. Шпаара.- Мн.: ФУАинформ, 272 стр.
- Talgre, L., Eremeev, V.** (2012). Kõrreliste vahekultuuride mõju umbrohtumusele. – *Teaduselt mahepõllumajandusele: Mahepõllumajanduse arengusuunad - teaduselt mahepõllumajandusele*, Tartu, Eesti Maaülikool. Editors Metspalu, L., Luik, A. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 86–88.
- Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Ess, M., Sepp, K., Vetemaa A.** (koost). (2016). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus, 32 lk.

- Tartlan, L.** (2005). Kartuli kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid. Tallinn. Eesti Maaviljeluse Instituut. lk 55–68.
- Tein, B.** (2015). The effect of different farming systems on potato tuber yield and quality. Estonian University of Life Sciences. – *PhD Thesis*. Tartu. 174 lk
- RTI (1999). Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piirnormide kinnitamine. 21, 342 lk.
- Toomsoo, A., Kuldkepp, P.** (1997). Orgaaniliste väetiste ja ammooniumsalpeetri erinevate normide mõju kartuli saagikusele ja kvaliteedile. – *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised* 4. lk 91–94.
- Tsahkna, A., Tähtjärvi, T.** (2007). Kartulisortide viljelemisest Eesti erinevates kasvukohtades. – *Agraarteadus / Journal of Agricultural Science*. XVIII(1), lk 66–77.
- Tsahkna, A., Tähtjärvi, T.** (2014). Uus kodumaine kartulisort "Teele". Tupits, Ilme; Tamm, Ülle; Tamm, Sirje/ Toim. – *Põllumajandusteaduselt tootjatele*. Aastaseminar 2014. 84–87 lk.
- Van Eijk, P.C.M., Hak, P.S.** (1995). Fried potato products. – *Potato Magazine*, Summer 1995. Den hag, pp. 12–14.
- Van Oijen, M.** (1991). Light use efficiencies of potato cultivars with late blight (*Phytophthora infestans*). – *Potato Research*. 34, pp.123–132.
- Verbruggen, E., Röhling, F.M.W., Gamper, A. H., Kowalchuk, A.G., Verhoef, A.H., Heijden, G.A.** (2010). Positive effects of organic farming on elow-ground mutualists: large- scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. – *New Phytologist*. 186, pp. 968–979
- Vetemaa, A., Mikk, M.** (2010). Mahepõllumajandus Eestis 2009 / Organic Farming In Estonia 2009. 39 lk
- Viileberg, K.** (1976). Mugulviljad. – *Põllukultuurid ja nende hindamine*. / Koost. E. Reimets. Tallinn. Valgus. 250 lk.
- Viileberg, K.** (1986). Mugulviljad. Taimekasvatus (koostanud E. Reimets), Tln., lk. 144–192.
- Zaccone, C., Di Cateria, R., Rotunno, T., Quinto, M.** (2010). Soil-farming system- food-healthy: Effects of conventional and organic fertilizer on heavy metal content in somelina sample. – *Soil and tillage research*. 107. pp. 97–105
- Zubarev, A.A., Nemtsev, S.N., Kargin, I.F.** (2008). Effect of varietal characteristics on potato yield at different mineral nutrition levels and methods of preplant tillage of alluvial soil. – *Russian Agricultural Science*. 34, pp. 406–409.