



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Triin Ojasoo**

**KARTULI SAAGIKUS JA KASVATAMISE TASUVUS  
SÕLTUVALT VILJELUSVIISIST**

**POTATO YIELD AND GROWING PROFITABILITY DEPENDING  
ON THE DIFFERENT FARMING SYSTEM**

Bakalaureusetöö  
Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Karin Kauer, *PhD*  
Vyacheslav Eremeev, *PhD*

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		<b>Bakalaureusetöö lühikokkuvõte</b>	
Autor: Triin Ojasoo		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Kartuli saagikus ja kasvatamise tasuvus sõltuvalt viljelusviisist			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 5	Tabeleid: 5	Lisasid: 2
Osakond: Uurimisvaldkond:	Taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakond B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused		
Juhendaja(d): Kaitsmiskoht ja aasta:	Karin Kauer, Vyacheslav Eremeev Tartu, 2017		
<p>Antud uurimustöö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mahe- või tavaviljelus mõjutavad mugulate saaki 2016. aastal ning kui suurt mõju avaldavad nimetatud viljelusviisid saagi kvaliteedile ja kartuli kasvatamise tasuvusele.</p> <p>Külvikorra katse viidi läbi Eerika põllul Eesti Maaülikoolis. Katses oli 4 tavaviljelussüsteemi ning 3 maheviljelussüsteemi. Neli tavaviljeluse süsteemi erinesid üksteisest lämmastiku normide poolest: N0 (N0P0K0); N1 (N50P25K95); N2 (N100P25K95); N3 (N150P25K95). Maheviljeluse süsteemid olid järgnevad: M0 – maheviljeluse kontrollsüsteem; M1 – maheviljelusesüsteem, kus kasvatati talviseid vahekultuure; M2 – maheviljelusesüsteem, milles kasutati talviseid vahekultuure ning lisaks anti kartulile kevadel ka täielikult komposteerunud allapanuga veisesõnnikut normiga 20 t/ha.</p> <p>Suurima kartulisaagi andis tavaviljeluse variant N3 (58,6 t/ha), kus kasutati võrreldus variantidest kõige suuremat N kogust (150 kg N/ha). Seega, mida rohkem anda kartulile lämmastikväetist, seda suurem on saak. Kõige väiksem nitraatide sisaldus oli kartuli mugulates, mis olid kasvatatud maheviljelus variantides, tavaviljeluse variantides lisades lämmastikväetist nitraatide sisaldus suurenes. Kõige suurem tärklise sisaldus kartuli mugulates oli maheviljeluse variandis M2 (18%). Lämmastikväetise kasutamine vähendas kartuli mugulas tärklise sisaldust. Enim positiivset mõju avaldas kartuli tärklise sisaldusele sõnniku kasutamine ja vahekultuuride kasvatamine. Kartuli kasvatamiseks kõige rohkem kulutusi tehti variandis M2 (4 072,4 €/ha) ning suurimat kasumit teeniti samuti maheviljeluse variandis M2 (17 130,6 €/ha). Suur kasum maheviljeluses oli tingitud 2016. aasta kõrgest mahekartuli müügihinnast.</p>			
Märksõnad: kartul, tavaviljelus, maheviljelus, saagikus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		<b>Abstract of Master's Thesis</b>	
Author: Triin Ojasoo		Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: Potato yield and growing profitability depending on the different farming system			
Pages: 38	Figures: 5	Tables: 5	Appendixes: 2
Department: Field of research:		Department of Field Crop Husbandry B390 hytotechny, horticulture, crop protection	
Supervisors: Place and date:		Karin Kauer, Vyacheslav Eremeev Tartu, 2017	
<p>The objective of the given thesis was to explore how organic or conventional farming affect the crop yield of tubers in 2016 and how big of an influence they have on the quality of the crops and the profitability of potato growing.</p> <p>Crop rotation study took place in Eerika field at Estonian University of Life Science. The experiment was performed with four conventional and three organic farming systems. Four conventional farming systems were differed from each other in the amounts of fertilizers which used as follows: N0 (N0P0K0); N1 (N50P25K95); N2 (N100P25K95); N3 (N150P25K95). Three organic farming systems were as follows: Organic M0 – Organic control system; Organic M1 – were used winter catch crops; Organic M3 – were used catch crops and also fully composted cattle manure (20 t/ha) was added as a fertilizer.</p> <p>The biggest crop yields came from conventional farming (58,6 t/ha), where the larger amounts of fertilizer were used (150 kg N/ha) comparated to the ohter treatments. Thus, the more nitrogen fertilizer is used on potatoes, the larger the crop yields. Potato tubers from organic farming systems have a smaller amount of mitrates. In conventional farming systems the amount of nitrates in tuber increased with the added nitrogen amount. The largest amount of starch in potato tubers was in the M2. Using nitrogen fertilizer decreases the amount of starch in potato tubers. The most positive influence on potato starch content was caused by the manure and catch crops. The biggest expenses for growing potatoes were made in the M2 version (4 072,4 €/ha) and the largest profit was also made in the M2 version (17 130,6 €/ha). A big profit came from organic farming systems because in September 2016, the sale price of organic potatoes was high.</p>			
Keywords: potato, conventional farming, organic farming, yield			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	7
1.1 Kartuli kasvutingimused ja saagikust mõjutavad faktorid.....	7
1.1.1 Mullastik .....	7
1.1.2 Väetamine .....	8
1.1.3 Külvikord .....	8
1.1.4 Ilmastik .....	9
1.2 Viljelusviisid.....	9
1.2.1 Tavaviljelus.....	9
1.2.2 Maheviljelus.....	10
1.3 Kahjurid ja haigused .....	11
1.4 Eelidandamine.....	12
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	13
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	15
3.1 Viljelusviiside mõju kartuli saagikusele .....	15
3.2 Viljelusviiside mõju kaubanduslikule mugulasaagile.....	17
3.3 Kartuli mugula nitraatide sisaldus .....	18
3.4 Tärklise saak ning sisaldus kartuli mugulates.....	19
3.5 Agromajanduslik analüüs.....	21
3.5.1 Kulud.....	21
3.5.2 Omahind.....	23
3.5.3 Tulud .....	24
3.5.4 Kasum .....	25
KOKKUVÕTE .....	27
SUMMARY .....	29
KASUTATUD KIRJANDUS.....	31
Lisa 1. Tavaviljelussüsteemis tehtud tööd .....	37
Lisa 2. Maheviljelussüsteemis tehtud tööd.....	38

## SISSEJUHATUS

Kartul on eestlaste toidulaual väga tähtis toidukultuur. Rahvakeeli kutsutakse eestlaste seas kartulit ka teiseks leivaks, sest kartul on rukkileiva kõrval ikka olnud eestlase tähtsaim ja armastatuim toiduaine, sisaldades inimese jaoks vajalikke toitained, mineraalained ja vitamiine. Iga eestlane tarbib keskmiselt 100 kg kartulit aastas. Võrreldes teiste riikidega on eestlaste kartuli tarbimise kogus suurem olles maailma esikümnes kartuli tarbimise poolest (Tein 2014). Kartul on koguseliselt neljas maailmas kasvatatavatest kultuuridest ning maailma suurimaks kartulitootjaks on Hiina (Zhou 2017). Kartulit kasvatatakse ja peetakse oluliseks toidukultuuriks enam kui 130 riigis ning kartulimugulaid tarvitab toiduks enam kui miljard inimest (Jõudu 2002).

Ehkki kartul on oluline toidukultuur, on tema kasvatamise osatähtsus langenud (Stat 2011). Kartuli kasvatamise osatähtsuse üheks languse põhjuseks võib pidada kartuli müügihinna langust (Vürst jt 2015) ning languse teiseks põhjuseks võib pidada ka seda, et kartuli kasvatamine võrreldes teiste kultuuridega on keerukam, sest kartul on oma kasvutingimuste osas suhtelisel nõudlik ning haigustele vastuvõtlik ebasoodsates kasvutingimustes, mis võib tähendada suuri saagikadusid (Sekhon, Singh 2015). Kuid aretades haiguskindlaimaid kartulisorte ja luues kartulile lisandväärtust, töödeldes see ümber kartulikrõpsudeks, friikartuliteks või kiirputruks, on võimalik kartuli hinda tõsta (Luik jt 2008).

Viimastel aastakümnetel on nõudlus ja tähelepanu tervisliku toidu vastu tõusnud ja keskkonnasäästlikku põllumajandust toetatakse valitsuste tasandil – see on aga edendanud ja aidanud kaasa mahepõllumajanduse levikule (Maggio jt 2008). 2016. aastaks on mahepõllumajandusmaa osa kogu Eesti põllumajanduslikust maast ligi 18% (Maamajandus 2017). Ehkki nõudlus mahekartuli järele näitab kasvutendentsi, võib maheviljeluses kartuli produktiivsuse suurendamine olla probleemiks, kuna toitainete tagamine kasvuperioodil võib osutud raskendatuks seetõttu on oluline uurida kartuli saagikust ja kasvatamise tasuvust mõjutavaid tegureid erinevate viljelusviiside korral.

Antud uurimustöö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mahe- või tavaviljelusviisid mõjutavad kartulimugulate saaki 2016. aastal ning kui suurt mõju avaldavad nimetatud viljelusviisid saagi kvaliteedile ja kartuli kasvatamise tasuvusele.

Uurimustöö hüpotees on, et tavaviljelusviisi kasutades on kartulimugula saagid suuremad ning majanduslik tasuvus parem kui maheviljelusviisi rakendades.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Kartuli kasvutingimused ja saagikust mõjutavad faktorid

Madal juurestik teeb kartulist ebaefektiivse toitainete tarbija. Madala juurestiku tõttu on kartul ka kasvukeskkonnatingimuste suhtes väga nõudlik (näiteks võib kannatada veepuuduse käes põuaperioodil) seega on kartul (Sekhon, Singh 2015). Lisaks on kartuli saagikus väga kergesti mõjutatav ebasoodsatest kasvutingimustest. Kartuli saagikust mõjutatavateks suurimateks faktoriteks on sademed, temperatuur ning valgus (Tein 2014).

### 1.1.1 Mullastik

Kartuli kasvatamisel tuleks vältida põuakartlikke, tugevasti rähkseid, turvas- ning paepealseid muldasid (Tšahkna, Tähtjärvi 2007). Parima saagi saamiseks eelistab kartul kasvada kobedal, orgaanilise aine- ja õhurikkal mullal (Batie jt 1993). Ka mulla lasuvustihedus mõjutab kartulitaimede kasvu, liiga suure lasuvustiheduse korral ei saa juured läbida liiga tihedat mulda. Hästi sobivad parasniisked saviliiv- ning kerged ja keskmised liivsavimullad (Tšahkna, Tähtjärvi 2007). Selleks, et saavutada sobiv kasvukeskkond on oluline rakendada sobivat agrotehnikat, mille abil on vaja saavutada kobestatud ja umbrohupuhas muld, milles on õhku ja niiskust soodsaks kartuli kasvuks ning arenguks (Aamisepp jt 1989). Kasvuprobleeme võib esineda liivastes muldades, kuna liivased mullad ei ole vettpidavad ning kartul ei talu põuda (Riley 2000; Kelling jt 2011). Lisaks on hea kaubandusliku saagi saamiseks oluline mulla hea veemahutavus. Kartul on põua suhtes tundlik taim ning oluline on kartuli kasvatamisel piisav niiskus mullas, vajadusel tuleks kartulit kasvatamisel kasta (Ierna jt 2011), sest kartulitaimed vajavad rohkesti vett mugulate moodustumise algusest taimede vananemise alguseni, et neil ei tekiks stressi. Kartul on põua suhtes küll tundlik, kuid samal ajal ei talu liigniiskust. Lisaks eelistab kartul kasvuks nõrgalt happelist mulda (pH 5,0-6,0) (Harris 1982).

### **1.1.2 Väetamine**

Kartul on üks suuresaagilisemaid kultuure, mis vajab saagi moodustamiseks üsna palju toitaineid (Vreugdenhil 2007). Toitainete kättesaadavus õigeaegselt ja õigetes kogustes on kartulile, nii nagu ka teistele kultuuridele, väga oluline. Isegi mõnele üksiku toitaine puudusele reageerib kartul kiiresti saagikuse ja kvaliteedi langusega (Nõuandeid kartuli kasvatamiseks). Neli makrotoiteelementi lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K) ja magneesium (Mg) on kartuli jaoks kõige olulisemad elemendid, mis omavad suurt mõju kartuli saagikusele ja mugula kvaliteedile. Lämmastik on kõige enam kartuli kasvu mõjutav toitelement, mõjutades peaaegu kõiki kasvufaase ja arenguetappe. Makroelementide lisades paraneb kartuli saagikus ja kvaliteet, seda eriti juhul, kui mulla toitelementide varud on piiratud (Westermann 2005). Kartul on kõrge produktiivsusega, aga seejuures küllaltki madala juurestikuga kultuur, mis nõuab täpset ja õigeaegset toitainete kättesaadavust (Alvea jt 2011). Liigne väetamine ja kontrollimatu mineraalelementide kasutamine toob kaasa kvaliteedi languse ning vähendab saagi säilitamise omadusi (Nõuandeid kartuli kasvatamiseks).

### **1.1.3 Külvikord**

Heaks külvikorra aluseks on õigesti valitud eelviljad, heaks eelviljaks on mitmeaastased heintaimed nii haljasväetise kui söödakultuurina. Külvikord peaks kindlasti sisaldama heintaimi, sest need aitavad parandada mulla struktuuri ja mulla orgaanilise aine sisaldust, mis on eriti oluline maheviljeluses (Kanger jt 2014). Külvikord mõjutab kartuli produktiivsust (Carter jt 2003) ja haiguste esinemist kultuuril (Peters jt 2004). Sama oluline on sügis-talviste vahekultuuride kasutamine, need aitavad vähendada toitainete kadusid mullast (Stark, Porter 2005). Kartuli kasvatamisel on eriti tähtis sobiv eelvilja. Kuna kartul on suure toitainete vajadusega, siis kartul võiks järgneda ristikule või teraks külvatud kaunviljadele. Näiteks põldhernes ja -uba on kartulile heaks eelviljaks, sest seovad õhust mulda lämmastikku (Luik, Mikk 2010). Ristõielised vahekultuurid aitavad alla suruda mitmeid kartulahaiguseid (Cohen jt 2005). Kartul ise on väga heaks eelviljaks teraviljale. Et vältida haiguste ja kahjurite levikut, ei tohiks samal väljal nelja aasta jooksul kartulit uuesti kasvatada ning vähemalt kolm aastat ei tohi



kartulit kasvatada põllul, kus on eelnevalt kasvatatud teisi maavitsalisi, näiteks pipart või tomatit (Luik, Mikk 2010).

#### **1.1.4 Ilmastik**

Kartul eelistab kasvamiseks piirkondi, mille temperatuur jääb vahemikku 5 kuni 21 °C. Madalate temperatuuride korral on oht külmumisele ning kõrgemate temperatuuride puhul väheneb kuivaine translokatsioon mugulatesse. Üle 25 °C temperatuuri juures on taimede kasv häiritud, see väljendub mugulate aeglasel arengus ja kasvu pidurdumises. Kartuli puhul on optimaalseks idanemistemperatuuriks 7 kuni 8 °C.

Lisaks temperatuurile on kartuli jaoks oluline valgus. Kuna kartul on väga valgusnõudlik, sobib teda kasvatada piirkondades, kus päeva pikkus on soovitatavalt 13 kuni 17 tundi. Parimaks peetakse 16 tunni pikkust valgusperioodi. Valguse puudumisel venivad taimed välja, liiga pika valgusperioodi puhul jäävad mugulad alaarenenuks (Tein 2014).

## **1.2 Viljelusviisid**

Tavaviljelusviisil kui ka maheviljelusviisil on oma positiivsed ja negatiivsed küljed. Viljelusviiside hea tundmine ning oskuslik kasutamine aitab luua jätkusuutliku taimekasvatuse ning suuri ja kvaliteetseid saake kasvatada. Igal põllumajanduslikul tootjal on võimalus teha valik, millist viljelusviisi ta järgib, tehes seda kasutada olevate ressursside võimalustest lähtuvalt.

### **1.2.1 Tavaviljelus**

Tavaviljelus põhineb üldjuhul intensiivsel, kuid mitte alati väga intensiivsel maaharimisel ning sisendite andmisel kõrge saagikuse saamiseks. See aga võib põhjustada keskkonna saastumist ja

reostust, näiteks lämmastiku leostumist nitraadina, mis tekib lämmastikuga üleväetamisel. Väetisekogused, mida tavaviljeluses kasutatakse, on üldiselt suured ning see võib tekitada keskkonnas saastatust. On leitud, et väiksem nitraatide leostumine on maheviljeluse variantides, sest maheviljeluses ei kasutata mineraalväetisi (Kirchmann, Bergstrom 2001). Taimekaitsevahendite kasutamisel võib tekkida probleeme resistentsusega, sest taimehaigused ning kahjurid muutuvad teatud taimekaitsevahendi kasutamisel resistentseks.

Tavaviljeluses tuleks rõhku panna optimaalsele taimekaitsevahendite ja väetiste kasutamisele (Zaccone jt 2010). Väetama peaks planeeritava saagi väetiste vajaduse järgi. Alati tuleb ka arvestada sellega, et pärast põllukultuuri kasvatamist ja koristamist säilivad kemikaalide jäägid mullas ja keskkonnas pikaajaliselt.

Kuigi kasutatud väetiste ja taimekaitsevahendite abil saab lahendada lühiajaliselt põllumajanduslikke probleeme, näiteks hävitada taimekahjureid ja ennetada taimede ohtu haigestuda taimehaigusesse, ei mõju need tihti sama ohutult keskkonnale ja inimestele (Pertsjonok 2009).

### **1.2.2 Maheviljelus**

Maheviljelus seisneb keskkonnasõbralikul tootmisel, mille eesmärgiks on toota toitu tekitades võimalikult vähe kahju keskkonnale ja inimestele (Seufert jt 2012). Maheviljelusviisi võib käsitleda tervikuna, mille tagab isereguleeriv tootmissüsteem (Lammerts van Bueren jt 2002). Maheviljelus on looduslik tootmisviis tasakaalustatud toitaineringel, mis põhineb kohalike taastuvate ressursside kasutamisel (Carllson 2001).

Maheviljelusviis erineb tavaviljelusviisist seisneb peamiselt sellest, et maheviljeluses ei kasutata sünteetilisi väetiseid ja taimekaitsevahendeid (Järvan, Edesi 2009). Maheviljeluses on mulla lämmastikuga rikastamise üheks peamiseks võimaluseks liblikõieliste haljasväetiskultuuride kasvatamine (Kanger jt 2014).

Maheviljeluses on väga oluline vahekultuuride õige rotatsioon külvikorras (Grandy jt 2002). Kasvatades põhikultuurina kartulit on sobivaks eelviljaks kaunvili või liblikõielised. Kartul

põhikultuurina ei eelista eelviljana kaera, otra, suvinisu ega kõrrelisterohket põldheina (Kanger jt 2014). Vahekultuurid aitavad siduda ka toitaineid, et need oleksid järgnevatele kultuuridele paremini kättesaadavad. Maheviljeluses umbrohtumuse kontrolli all hoidmiseks kasutatakse ennetavaid meetmeid. fiheks võimalikus meetodiks on kasvatada peale põhikultuuri vahekultuure, mis vähendavad ka toitainete leostumist.

Talviste kõrreliste vahekultuuride kasvatamine on umbrohtude allasurumiseks hea, kuna sügisel moodustuv tihe taimeistik surub alla talvised umbrohud (Talgre, Eremeev 2012).

### **1.3 Kahjurid ja haigused**

Üheks enim kartuli saagikust mõjutavaks teguriks on taimehaigused. Levinuimateks ja ühtlasi kartuli saaki mõjutavateksks haigusteks on kartuli- lehemädanik, mugula pruunmädanik, kartuli mustkärn, kuivmädanik, mugula märgmädanik ja harilik kärn.

Alati tuleb arvestada, et haigustekitajad võivad mullas säilida veel mitmeid aastaid, põhjustades saagikadusid (Secor, Gudmestad 1999; Tweddell jt 2003). Lehemädaniku vältimiseks nii tava- kui maheviljeluses tuleks valida haiguskindlamad sordid ja kasutama peaks terveid seemnemugulaid (Luik jt 2008). Võtte, mis aitab lehemädaniku levikut pidurdada, on kartuli eelidandamine (Eremeev jt 2007). Lehemädaniku ilmnedes tuleks koheselt kartulipealsed eemaldada nii tava- kui ka maheviljeluses (Luik jt 2008). Maheviljeluses taimekaitseks on oluline jälgida ka külvikorda, et maha suruda haiguste levikut (Kanger jt 2014).

Levinumaks kahjuriks kartulil on kartulimardikas ja lehetäid. Kuna kahjurid ründavad kindlates tingimustes ja olukordades, siis tasakaalustatud külvikord on hea kahjurite tõrje viis (Eesti Taimekasvatuse Instituut 2009). Näiteks kasutades eelviljana musta kesa, aitab see vähendada kahjurite osakaalu (Kanger jt 2014).

Kahjurite ja haiguste tõrjel taimekitsevahendite valikul tuleb arvestada ka resistentsuse ohuga ning neid tuleb kasutada vastavalt etiketil olevale juhendile, et vältida keskkonnale liigse kahju tekkimist (Eesti Taimekasvatuse Instituut 2009).

## **1.4 Eelidandamine**

Eelidandamine aitab kiirendada tõusmete tärkamist ja aitab kaasa kartulitaimede füsioloogilise vanuse suurenemisele. See aitab koguda toitaineid moodustuvatesse mugulatesse (Struik, Wiersema 1999). Samuti aitab eelidandamine kaasa kartulitaimede kiiremale arengule ning eelidandatud mugulates on täheldatud saagid suuremat tärkliisisaldust (Eremeev jt 2007). Eelidandamisega tagatakse, et mulda pandud emamugul saaks koheselt kasutada mulla niiskust ja omandada paremini toitaineid (Nõuandeid kartuli kasvatamiseks). Eelidandatud mugulad aitavad vähendada riske, mis tulenevad kasvuaasta ilmastikust (Tein 2014).

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

Erinevate viljelussüsteemide mõju kartuli mugulasaagile ja selle majanduslikule tasuvusele uuriti 2008. aastal Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllule rajatud 5-väljalise külvikorraga katsel, kus kartul oli üheks külvikorralülks. Antud töös on kasutatud 2016. aasta kartuli katseandmeid.

Põldkatselapid olid 10 meetrit pikad ning 6 meetrit laiad, kus mahe- ja tavaviljelusviiside katselappe eraldas 18 meetrine ala heintaimede seguga. Katses oli kokku 7 viljelussüsteemi ja kõik katsed olid neljas korduses.

Tavaviljeluses oli neli süsteemi. Esimene oli kontrollvariant N0 (NOP0K0), teine variant N1 (N50P25K95), kolmas variant N2 (N100P25K95) ning neljas variant N3 (N150P25K95). Tavaviljeluses tehti taimekaitseteid erinevate agrokemikaalidega, mida kasutati vastavalt vajadusele. Tavaviljelussüsteemides kasutati taimekaitsevahendeid fungitsiidi Ridomil Goldi kartuli lehe-mädaniku ja pruun-mädaniku tõrjeks ja insektitsiidi putukkahjurite tõrjeks Proteus 110 OD. Agrotehnilistest võtetest kasutati libistamist, freesimist, kultiveerimist, äestamist ning muldamist (Lisa 1). Mineraalsete väetisega väetamiseks kasutati Cropcare PK 3-11-24 500 kg/ha ning lisaks kasutati N vajaduste rahuldamiseks AN 34,4 väetist. Tavaviljeluse süsteemides vahekultuure ei kasvatatud.

Maheviljeluses oli kolm süsteemi. Maheviljeluse kontrollvariant (M0), kus ei kasutatud sõnnikut ega vahekultuure. Vahekultuure kasvatati variantides M1 ja M2, kusjuures variandis M2 kasutati lisaks ka komposteeritud allapanuga veisesõnnikut. Sõnnikut pandi kartulile kevadel normiga 20 t/ha. Kartuli eelvili on hernes, pärast herne koristust külvati vahekultuuriks talirüps ning pärast kartulit vahekultuuriks talirukis.

Maheviljeluse variantides kasutati agrotehnilistest võtetest kündmist, freesimist, kultiveerimist, sügavkobestamist, äestamist, muldamist ning rullimist (Lisa 2). Maheviljeluse variantides tehti taimekaitsetöid insektitsiidi NeemAzaliga, mis on maheviljeluses lubatud putukahjurite tõrjeks.

Kartulisort põldkatses oli varajane punase koorega kartulisort “Maret”. Eelidandatud mugulad pandi maha 11.05.2016. Tavaviljelussüsteemi variantidelt koristati 25.08.2016 ning maheviljelussüsteemi variantidelt 16.08.2016 (Lisa 1, 2). Kartuli kogusaak ja kaubanduslik saak määrati 100. kasvupäeval. Prooviks võeti katsevariandi keskelt 10 järjestiku kasvavat taime. Kaubandusliku saagi määramiseks loeti üle mugulad, mis olid suurema läbimõõduga kui 35 mm.

Nitraatide sisaldus kartulimugulates määrati *cadmium (Cd) column* meetodil (Houba jt 1989). Tärglisesisaldus kartuli mugulates määrati Parovi kaaludega, mis arvutati kogusaagi alusel.

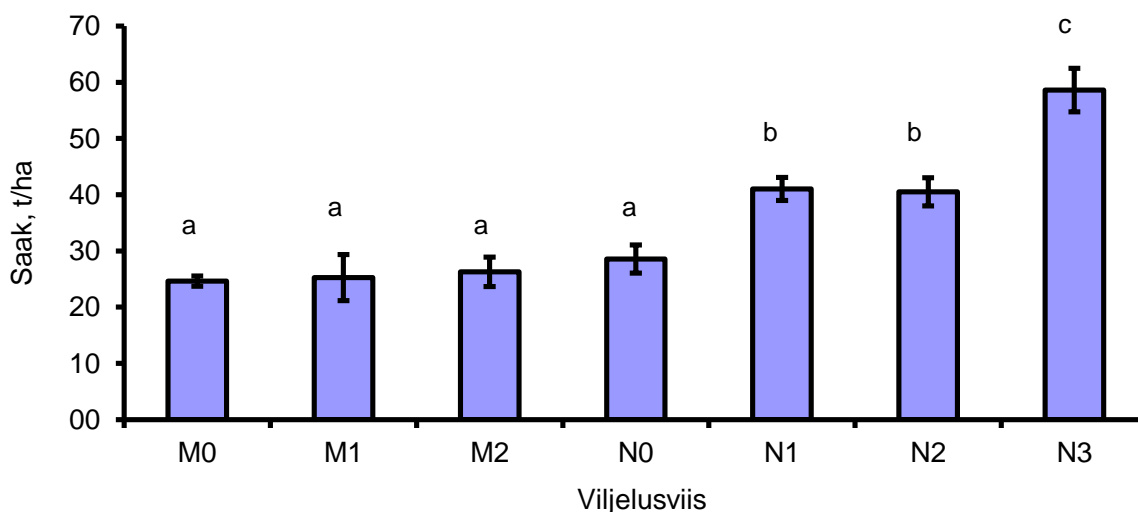
Andmete statistilisel analüüsil kasutati programmi Statistica 12 (StatSoft Inc., USA) ja ANOVA Fisher LSD testi, mida kasutati viljelusviiside mõju testimiseks kartulimugulate saagile. Usalduspiiriks seati  $p < 0,05$ .

Kuluarvestuses masintööde hinnad võeti Marju Aamisepp ja Helle Persitski raamatust “Kattetulu arvestus taime- ja loomakasvatuses”, kus masintöödele andis oma hinnangu ekspert Raivo Vettik (Aamisepp, Persitski 2015). Kartuli hinnad on võetud Eesti Konjunkturiinstituudi hinnainfost (Eesti Konjunkturiinstituudi hinnainfo 2016) hinnainfo leheküljelt ning kasutatavate väetiste ning taimekaitsevahendite hinnad pärinevad Baltic Agro, Scandagra ja Oilseeds kodulehtedel olevast hinnainfost.

### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

#### 3.1 Viljelusviiside mõju kartuli saagikusele

2016. aasta kartuli kogusaak varieerus sõltuvalt viljelusviisist 24,6-58,6 t/ha. Kõige suurem saak (58,6 t/ha) saadi tavaviljeluse variandilt, mida oli väetatud katses olevatest variantidest kõige suurema lämmastiku normiga (150 kg N/ha) (Joonis 1).



**Joonis 1.** Kartuli kogusaak (t/ha) erinevates viljelusviisides. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test).

Lämmastikväetise mõju saagile on leitud ka Demenoki uurimustöös (Demenok 2015). Demenoki uurimustöös samal katsel leiti, et 2014. aastal oli antud variandi (N3) mugulasaak 38,7 t/ha. Erinevate aastate saak võis olla tingitud ilmastikutingimuste erinevuste tõttu. 2016. aastal oli mai I dekaadis kõrgem temperatuur (13,7 °C), mis lõi kartuli idanemiseks paremad tingimused kui

2014. aastal, mil samal perioodil oli madalam temperatuur (6,6 °C). Samuti oli 2016. aastal sademete hulk väiksem võrreldes 2014. aastaga vastavalt 249,8 mm ja 374,4 mm. Temperatuur mõjutab toitainete omastamise ja taimetoitainete kasutamise ulatust (Kooman jt 1996), samuti avaldab mõju sademete hulk (Dalla jt 1997). Kasvuperioodi sademeterohkus mõjub saagikusele negatiivselt (Oort jt 2012), sest pikaajalised tugevad vihmahood võivad mineraalsete lämmastikväetiste mõju mugulate saagile vähendada (Ferreira, Carr 2002). Teini 2015. aasta doktoritöö andmetel jäid mugulasaagid 2010. aastal samuti madalamaks võrreldes 2016. aasta saakidega, saagid varieerusid sõltuvalt viljelusviisist 20,1-38,7 t/ha. 2010. aastal peaaegu kogu kasvuperiood, võrreldes paljude teiste aastate keskmistega, oli oluliselt sademete rohkem ning temperatuurid tavalisest kõrgemad (Tein 2015), mis võis põhjustada madalamad saagid. Tavaviljelussüsteemi variantide N1 ja N2, saagid olid mõlemas variandis 41 t/ha, mis tähendab, et N normi kahekordne suurendamine saaki ei suurendanud.

Statistiliselt usutavaid erinevusi maheviljelusesüsteemide variantide saakide vahel ei esinenud. Tavaviljeluse kontrollvariandi N0 saak (28,5 t/ha) oli sarnane maheviljelussüsteemide keskmise saagiga (25,4 t/ha). Erinevate viljelusviiside kontrollvariantide (M0 ja N0) saagid olid sarnased (26-29 t/ha). Antud variandid erinevad omavahel sellepolest, et N0 ei kasutatud taimekaitsevahendeid. Kuna saagi erinevust erinevate variantide vahel ei esinenud, siis taimekaitsevahendite mõju saagile 2016. aastal puudus, mis võis olla tingitud sellest, et 2016. aasta ilmastikutingimused olid kartulikasvuks soodsad ja haigusi ei esinenud. Madalamad saagid mahevariantides ja variandis N0 võib olla tingitud sellest, et toitaineid ei olnud piisavalt, kuna neid variante ei väetatud lämmastikväetisega.

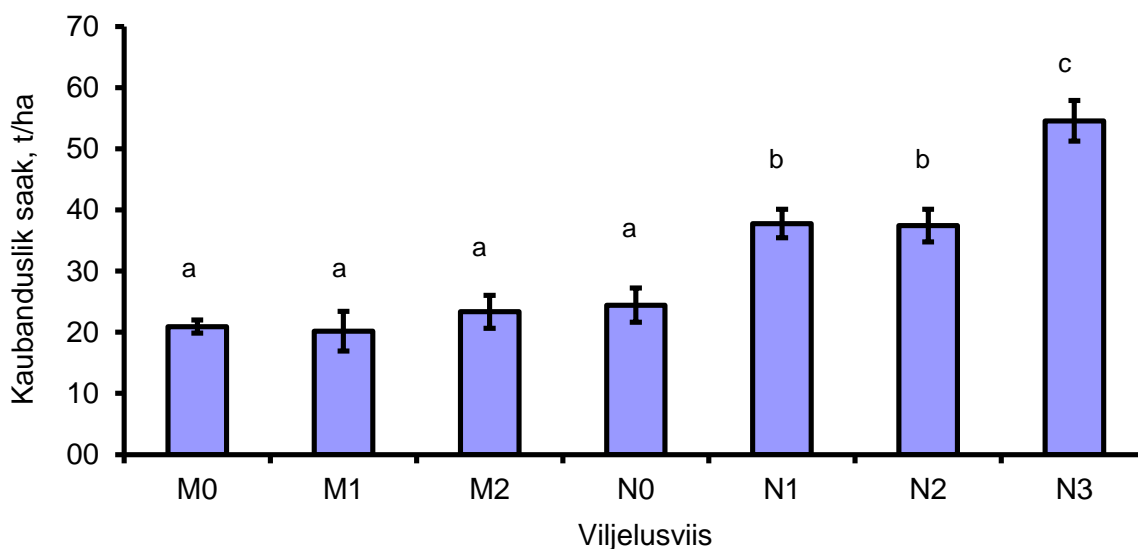
Vahekultuuride kasvatamise mõju saagile puudus, kuid võis tõenäoliselt avaldada mõju umbrohtumusele (Talgre, Eremeev 2012). Talgre ja Eremeev (2012) uurimustöös uuriti kõrreliste vahekultuuride mõju umbrohtumisele ja leiti, et sügisel külvatud talirukis moodustas sügisel tiheda taimiku, mis surus alla talvituvad umbrohud. Sõnniku otsemõju kartulile sõltub vastava aasta ilmastikutingimustest (Kuldkepp jt 1999) – seega polnud käesoleva katseaasta ilmastikutingimused sõnniku mõju avaldumiseks kartuli saagile soodsad. Sõnniku lisamine parandab oluliselt mullaomadusi (Toomsoo 1997), millest tulenevalt peaks suurenema ka saak, nagu on leitud IOSDV katses (Leedu jt 2009). Ka Eesti Maaülikoolis tehtud uuringust “Talvised



vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust” selgub, et ainult liblikõieliste kultuuride kasvatamine külvikorras pole mullaomaduste parandamiseks piisav. Talvised vahekultuurid on külvikorras olulised, et mulla orgaanilise aine suureneks nii eraldi kui ka koos sõnnikuga. See parandab mulla bioloogilist aktiivsust ja ka toitainetega varustatust ning lisaks aitab parandada ka mulla füüsikalisi omadusi. Nii luuaksegi eeldused parema saagi saamiseks ja ka kestlikumaks tootmiseks (Talgre jt 2015).

### 3.2 Viljelusviiside mõju kaubanduslikule mugulasaagile

2016. aasta kaubanduslike mugulate saak varieerus sõltuvalt viljelusviisist 21-55 t/ha. Kõige suuremat kaubanduslikku mugulasaaki (55 t/ha) saadi variandilt, mida oli väetatud võrreldavates variantidest kõige suurema lämmastiku normiga (150 kg N/ha) (Joonis 2).



**Joonis 2.** Kartuli kaubanduslike mugulate saak (t/ha). Vearivad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test).

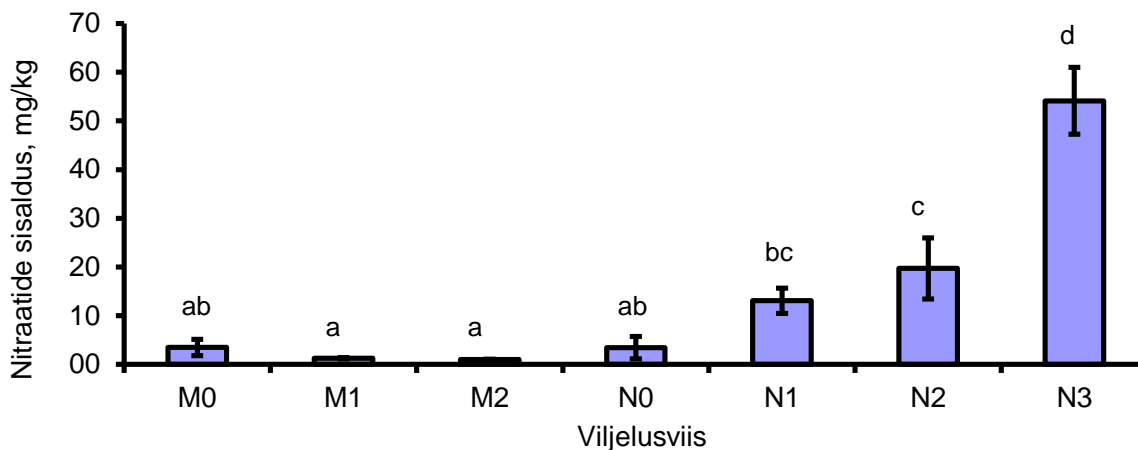
Maheviljelussüsteemide variantide mugulasaakide vahel statistiliselt usutavaid erinevusi ei esinenud. Maheviljeluse variantidest keskmine kaubanduslike mugulate saak oli 21,5 t/ha. Maheviljelussüsteemide variantide mugulasaakidele oli sarnane ka N0 kaubanduslike mugulate saak. Antud katses vahekultuuride kasvatamine maheviljeluse variantides M1 ja M2 saagile mõju ei avaldanud.

Võrreldes kogusaaki ja kaubanduslikku saaki tonnides hektari kohta, siis kaubanduslik saak on küll mõnevõrra väiksem kui kogusaak, aga üldiselt jälgib sama trendi.

Kõige suurema kaubandusliku saagi andis tavaviljeluse variant N3, mille kaubanduslik saak kogusaagist oli 93,12 %.

### **3.3 Kartuli mugulate nitraatide sisaldus**

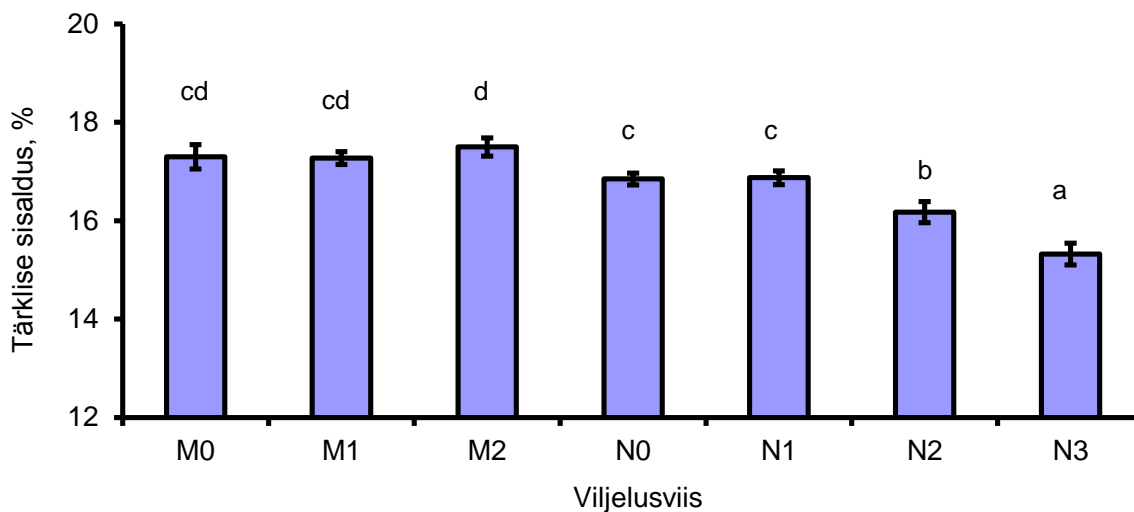
Kartul kuulub keskmise nitraadisisaldusega köögiviljade hulka, kartuli keskmine nitraadisisaldus varieerub 50-1000 mg/kg (Elias 2012). Nitraadid ei ole kahjulikud, aga nitraadi muutumisel nitritiks muutuvad nad ohtlikuks (Poberežny jt 2015). Antud katses 2016.aastal oli kõige kõrgem (54,1 mg/kg) nitraatide sisaldus tavaviljelussüsteemi variandis, mida oli väetatud 150 kg N/ha. Kõige madalam oli nitraatide sisaldus maheviljelussüsteemides ja tavaviljelussüsteemide kontrollvariandis, mida on leitud ka teistes uurimustöodes (Rutkowska 2001). Suurt nitraadisisaldust mugulates võivad põhjustada lühike valgusperiood ning lämmastikväetiste kasutamine, mida antud tavaviljeluse variandis N3 kasutati kõige rohkem. Nitraadisisaldust tõstvalt mõjuvad ka taimehaigused ja -kahjurid, mida kemikaalidega peletatakse (Järvan 1995).



**Joonis 3.** Kartulimugulate nitraatide sisaldus (mg/kg). Vearivad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test).

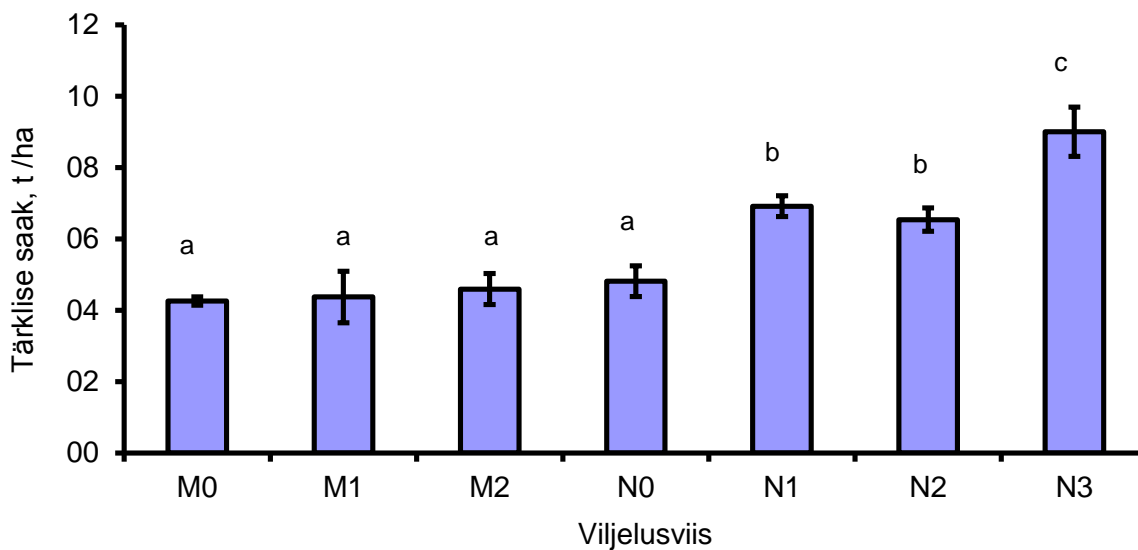
### 3.4 Tärklise sisaldus ning saak kartuli mugulates

Kuna kartul on ülemaailmselt üks tähtsamaid tärklise saamise allikaid siis on oluline uurida ka kartulis tärklise sisaldust (Torrence 2006). On leitud, et kartulis olevat tärklise sisaldust ei mõjuta mullaomadused ja kliimaatilised tingimused (Flis 2016). Ka Tein (2015) leidis oma uurimustöös, et käesoleva katse erinevate aastate (2009, 2010 ja 2011) kõikide variantide tärklise sisaldused on sarnased, mis toetab eelpool uurimustöös (Flis 2006) leitud tulemust, et kliimaatilised tingimused ei mõjuta tärklise sisaldust mugulas. Maheviljeluse variantides kasvatatud kartulites oli tärklise sisaldus suurem ja mida on leitud ka varasemas uurimustöös (Metspalu, Luik 2012). Otsene vahekultuuride ja sõnniku mõju tärklise sisaldusele puudus. Tavaviljeluse katses enim saaki andud variandi N3 kartulites oli tärklise sisaldus kõige väiksem (Joonis 4). Lämmastiku liigne kasutamine põhjustab hilisemates kasvufaasides taime vegetatiivset kasvu ilma, et saak saaks küpsuseni jõuda ning see omakorda võib vähendada kartuli tärklisesisaldust ning kogu saagi kvaliteeti (Yara Trials).



**Joonis 4.** Kartulimugulate tärglise sisaldus (%). Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test).

Suurimat tärglise saaki andis aga tavaviljeluse variant N3 (9,0 t/ha) ning kõige vähem tärglisesaaki andis maheviljeluse katse M0 (4,3 t/ha) (Joonis 5).



**Joonis 5.** Tärglise saak erinevates viljelussüsteemides (t/ha). Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test).

Kuna kartulimugulate saak oli tavaviljeluse variandis N3 kõige suurem, oli ka tärklise saak kõige suurem selles variandis olenemata sellest, et tärklise sisaldus mugulas oli kõige väiksem.

### **3.5 Agromajanduslik analüüs**

Kartulikasvatuse tasuvus sõltub tehtud kuludest, saagist, toodangu müügist saadud tulust ning kartuli kasvatajatele makstavatest toetustest. Kartuli müügist saadavat tulu mõjutavad mitmed tegurid. Nende hulgas on tegurid, mida kartulikasvataja ise muuta ei saa - ilmastik, tootmissisendite hinnad ja maksud. Ülejäänud tegureid saab kartulikasvataja ise mõjutada, näiteks: masinate ja seadmete kasutamine, tootmistehnoloogia, külvikorras kasvatatavate kultuuride ja sortide valik, kasutatav väetiste ja taimekaitsevahendite hulk (Astover 2001). Iga ettevõtte eesmärgiks on teenida kasumit – seega on igal tootjal oluline analüüsida oma tootmise majanduslikku poolt.

#### **3.5.1 Kulud**

Kartuli tootmiskulude leidmiseks arvutatakse kõikide tööoperatsioonide maksumust alates mullaharimisest kuni kartuli realiseerimiseni. Tööde maksumusele lisatakse seemnekartuli, väetise ja taimekaitsevahendite maksumus ning majandamise üldkulud (Siim 2006).

Kartuli kasvatamises suurimad tehtavad kulutused tavaviljeluse variandis N3 olid tingitud suuremast mineraalväetiste kogusest ning rohkemast väetamisest. Kõige madalamad kulud olid variandis N0, kus ei kasutatud mineraalväetisi ega ei tehtud väetamist (Tabel 1).

Maheviljeluses suurimad tehtavad kulutused olid variandis M2, vahekultuuride kasvatamine ja sõnniku kasutamine suurendasid materjalidele tehtavaid kulutusi. Madalaimad kulud olid variandis M0, kus vahekultuure ei kasvatatud ja sõnnikut ei kasutatud ja kulutused jäid selle võrra madalamaks (Tabel 2).

**Tabel 1.** Tavaviljelussüsteemi kulud

<b>Tavaviljelussüsteem</b>					
	<b>Hind</b>	<b>N0</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>
<b>MUUTUVKULUD</b>					
<b>Seeme</b>					
Kartul "Maret"	350 €/t	3	3	3	3
Eelidandamine	333,3 €/t	3	3	3	3
<b>Väetised</b>					
Cropcare PK 3-11-24	1012,8 €/t	0	0,5	0,5	0,5
AN 34,4	345,6 €/t	0	0,1	0,25	0,39
<b>Taimkaitsevahendid</b>					
Ridomil Gold	21,0 €/kg	5	5	5	5
Proteus 100 OD	22,7 €/l	1,2	1,2	1,2	1,2
Roundup Flex	9,12€/kg	3	3	3	3
<b>Muutuvkulud kokku €/ha</b>		<b>2209,5</b>	<b>2750,46</b>	<b>2802,3</b>	<b>2850,68</b>
<b>PÜSIKULUD</b>					
Libistamine	6,60 €/ha	1	1	1	1
Äestamine	6,50 €/ha	1	1	1	1
Freesimine	59,72 €/ha	2	2	2	2
Muldamine	59,72 €/ha	2	2	2	2
Pritsimine (1x)	10,40 €/kord	3	3	3	3
Pealsete niitmine	37,55 €/ha	1	1	1	1
Kartuli koristus	608,92 €/ha	1	1	1	1
Kündmine	53,90 €/ha	1	1	1	1
Mineraalväetste külvamine	12,21 €/ha	0	2	3	3
Kultiveerimine	12 €/ha	1	1	1	1
Kartuli mahapanek	116,9 €/ha	1	1	1	1
<b>Püsikulud kokku</b>		<b>1112,45</b>	<b>1136,87</b>	<b>1149,08</b>	<b>1149,08</b>
<b>KULUD KOKKU €/ha</b>		<b>3321,95</b>	<b>3887,33</b>	<b>3951,38</b>	<b>3999,76</b>

**Tabel 2.** Maheviljelussüsteemi kulud

<b>Maheviljelussüsteem</b>				
	<b>Hind</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>
<b>MUUTUVKULUD</b>				
<b>Seeme</b>				
Kartul "Maret"	350 €/t	3	3	3
Vahekultuur talirukis	110,83 €/ha	0	1	1
Eelidandamine	333,3 €/t	3	3	3
<b>Väetised</b>				
Sõnnik	24 €/t	0	0	20
<b>Taimekaitsevahendid</b>				
NeemAzal	66 €/l	4,0	4,0	4,0
<b>Muutuvkulud kokku €/ha</b>		<b>2313,9</b>	<b>2424,73</b>	<b>2904,73</b>
<b>PÜSIKULUD</b>				
Äestamine	6,5 €/ha	1	1	1
Freesimine	59,72 €/ha	3	3	3
Muldamine	59,72 €/ha	2	2	2
Pritsimine (1x)	10,40 €/kord	2	2	2
Kartuli koristus	608,92 €/ha	1	1	1
Kündmine	53,90 €/ha	1	1	1
Vahekultuuri külv	23,30 €/ha	1	1	1
Kultiveerimine	12 €/ha	1	1	1
Kartuli mahapanek	116,9 €/ha	1	1	1
Sõnniku laotamine (1x)	8,13 €/ha	0	0	1
Sügavkobestamine	12 €/ha	1	1	1
Rullimine	6,6 €/ha	1	1	1
<b>Püsiikulud kokku</b>		<b>1159,52</b>	<b>1159,52</b>	<b>1167,65</b>
<b>KULUD KOKKU €/ha</b>		<b>3473,42</b>	<b>3584,25</b>	<b>4072,38</b>

### 3.5.2 Omahind

Omahind tähendab tootmiseks tehtud rahalisi kulutusi, mida tehakse ühe toodanguühiku tootmiseks ehk siis kui mitme euro eest toodetakse üks kilo toodangut (kartulit). Antud katse olevate viljelussüsteemide omahinnad on esitatud Tabelis 3.

Antud katses kõige madalam omahind 1 kg kartuli tootmiseks oli tavaviljeluse variandis N3, sest variandis N3 oli suurim saak ehkki kulutusi tehti antud variandis kõige rohkem võrreldes teiste tavaviljelussüsteemi variantidega. Kõige suurem omahind oli maheviljeluse variandis M2. Suure

omahinna selles variandis põhjustas madal saak ning vahekultuuri kasvatamiseks ja sõnniku kasutamisel tehtud kulutused. Võttes aluseks omahinna, on kõige väiksemate kulutustega võimalik kasvatada kartulit tavaviljeluse variandis N3 (Tabel 3).

**Tabel 3.** Kartuli kasvatamise omahind

<b>Variant</b>	<b>Omahind €/t</b>	<b>Omahind €/kg</b>
M0	141,20	0,14
M1	141,67	0,14
M2	154,84	0,15
N0	116,56	0,12
N1	94,81	0,09
N2	97,56	0,10
N3	68,26	0,07

### 3.5.3 Tulud

Kartuli tulude arvutamise aluseks on võetud 2016. aasta kartulimugulate kaubanduslik saak. 2016. aasta septembri mahe- ja tavakartuli müügihinnad ilma käibemaksuta on pärit Eesti Konjunktuuriinstituudi hinnainfost nr 7 (Eesti Konjunktuuriinstituudi hinnainfo 2016). Kõikide variantide puhul arvestati juurde ühtne pindalatoetust, mille määraks 2016. aastal oli 79,6 €/ha ning maheviljeluse puhul arvestati lisaks ka mahepõllumajandusliku tootmise toetust määrast 119,2 €/ha. Toetuse liigid ning toetuse määrad on võetud PRIA 2016 aasta taimekasvatuse toetuste alt.

2016. aastal oli mahekartuli müügihind (910 €/t) septembriks tõusnud tunduvalt kõrgemaks võrreldes varasemate aastatega (näiteks 2015. aastal 650 €/t). Tänu mahekartuli kõrgele müügihinnale oli antud katses kõige suurem müügitulu maheviljeluse variantides nii toetustega kui ka toetusteta. Suurima müügitulu andis maheviljeluse variant M2, kuna sealt saadud kaubanduslik saak oli mahevariantidest suurim (Tabel 4).



Tavaviljeluses andis suurima müügitulu variant N3. Suure müügitulu tingis variandi N3 suur kaubanduslik saak. Kõige väiksem müügitulu oli variandis N0, sest kaubanduslik saak selles variandis oli kõige madalam võrreldud variantidest (Tabel 4).

**Tabel 4.** Kartuli müügitulud

<b>Variant</b>	<b>Mahekartul hind KM-ta €/t</b>	<b>Kaubanduslik saak t/ha</b>	<b>Mahekartuli müügitulu €/ha</b>	<b>Toetus €/ha</b>	<b>Tulu koos toetusega €/ha</b>
M0	910	20,9	19 019	198,84	19 217,84
M1	910	20,2	18 382	198,84	18 580,84
M2	910	23,3	21 203	198,84	21 401,84
<b>Variant</b>	<b>Tavakartuli hind KM-ta €/t</b>	<b>Kaubanduslik saak t/ha</b>	<b>Tavakartuli müügitulu €/ha</b>	<b>Toetus €/ha</b>	<b>Tulu koos toetusega €/ha</b>
N0	260	24,4	6 350,74	79,64	6 430,38
N1	260	37,8	9 823,25	79,64	9 902,89
N2	260	37,4	9 735,21	79,64	9 814,85
N3	260	54,6	14 190,63	79,64	14 270,27

### 3.5.4 Kasum

Antud katses oli enim kasumit võimalik teenida maheviljeluse variandis M2. See on võimalik antud katses tänu 2016. aasta septembris mahekartulite kõrge müügihinna tõttu. Tavaviljeluses enim kasumit teeniti variandis N3, kus saadav kaubanduslik saak oli kõige kõrgem. Maheviljeluse ja tavaviljeluse võrdluses kõige vähem kasumit andis tavaviljeluse variant N0. Variantidest N1 ja N2 saagid ei erinenud, kuid kulud väetistele olid variandis N2 suuremad kui N1. Kasumlikum oleks saada sama saak väiksema väetise kogusega (Tabel 5).

**Tabel 5.** Kasum ja kasum toetusteta ja toetustega

<b>Variant</b>	<b>Tulu toetusteta €/ha</b>	<b>Tulu toetustega €/ha</b>	<b>Kulud toetusteta €/ha</b>	<b>Kasum toetusteta €/ha</b>	<b>Kasum toetustega €/ha</b>
M0	19 019,00	19 217,84	3 473,42	15 545,58	15 744,42
M1	18 382,00	18 580,84	3 584,25	14 797,75	14 996,59
M2	21 203,00	21 401,84	4 072,38	17 130,62	17 329,46
N0	6 350,74	6 430,38	3 321,95	3 028,79	3 108,43
N1	9 823,25	9 902,89	3 887,33	5 935,92	6 015,56
N2	9 735,21	9 814,85	3 951,38	5 783,83	5 863,47
N3	14 190,63	14 270,27	3 999,76	10 190,87	10 270,51

## KOKKUVÕTE

Antud uurimustöö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mahe- või tavaviljelus mõjutavad mugulate saaki 2016. aastal ning kui suurt mõju avaldavad nimetatud viljelusviisid saagi kvaliteedile ja kartuli kasvatamise tasuvusele.

Külvikorra katse viidi läbi Eerika põllul Eesti Maaülikoolis. Katses oli 4 tavaviljelussüsteemi ning 3 maheviljelussüsteemi. Neli tavaviljeluse süsteemi erinesid üksteisest lämmastiku normide poolest: N0 (N0P0K0); N1 (N50P25K95); N2 (N100P25K95); N3 (N150P25K95). Maheviljeluse süsteemid olid järgnevad: M0 – maheviljeluse kontrollsüsteem; M1 – maheviljelusesüsteem, kus kasvatati talviseid vahekultuure; M2 – maheviljelusesüsteem, milles kasutati talviseid vahekultuure ning lisaks anti kartulile kevadel ka täielikult komposteerunud allapanuga veisesõnnikut normiga 20 t/ha.

Uurimustöö käigus selgus, et suurima saagi andis tavaviljeluse variant N3 (58,6 t/ha), kus kasutati suuremaid väetisekoguseid. Suurima kaubandusliku saagi andis samuti tavaviljeluse variant N3 (54,6 t/ha).

Kõige väiksem nitraatide sisaldus oli mugulates, mida olid kasvatatud maheviljeluse variantides. Kõige suurem nitraatide sisaldus oli tavaviljeluse variandis N3 kasvatatud kartuli mugulates (54,1 mg/kg).

Kõige suurem tärklise sisaldus kartuli mugulates oli maheviljeluse variandis M2 (18%). Suurim tärklise saak oli tavaviljeluse variandis N3 (9 t/ha), mis oli tingitud sellest, et variandis N3 oli saak kõige suurem.

Kartuli kasvatamiseks kõige rohkem kulutusi tehti variandis M2 (4 072,4 €/ha) ning suurimat kasumit teeniti samuti maheviljeluse variandis M2 (17 130,6 €/ha).

Antud tulemustest võib järeldada, mida rohkem anda kartulile lämmastikväetist, antud katses 150 kg/ha, seda suurem on saak. Maheviljeluse variantides lämmastikväetisi ei kasutatud, kuid väetisena kasutati sõnnikut ning kasvatati vahekultuure.

Tulemusest, et nitraatide sisaldus oli suurim tavaviljeluse variandis N3 võib järeldada, et andes kartulile rohkem lämmastikväetist suureneb ka nitraatide sisaldus kartuli mugulates.

Suurim tärglisesisaldus maheviljeluse variandis M2 ja teiste maheviljeluse variantide suur tärglise sisaldus lubab järeldada seda, et lämmastikväetise kasutamine vähendab kartuli mugulas tärglise sisaldust. Enim positiivset mõju avaldas kartuli tärglise sisaldusele sõnniku kasutamine ja vahekultuuride kasvatamine.

Tulemusest, et kartuli kasvatamiseks enim kulutusi tehti maheviljeluse variandis M2 võib järeldada seda, sõnniku kasutamine ja vahekultuuride kasvatamine suurendab tootmiseks tehtavaid kulutusi. Sõnniku kasutamine ja vahekultuuride kasvatamine suurendab vastavalt ka masintööde kulusid.

Enim kasumit teeniti maheviljeluse variandis M2. Suurim kasum tuli maheviljelusest kuna 2016. aastal septembris olid mahekartuli müügihinnad kasvatajale soodsad.

Uurimustöö hüpoteesiks oli, et tavaviljelusviisi kasutades on suuremad saagid ning majanduslik tasuvus parem kui maheviljelusviisi rakendades. Uurimustöös püstitatud hüpotees, et tavaviljelusviisi kasutades on suuremad saagid sai kinnitust, aga majanduslik tasuvus oli parem antud katses maheviljelusviisi rakendades, sest katse läbi viimise hetkel olid mahekartuli müügihinnad kõrged.

## SUMMARY

The objective of the given thesis was to explore how organic or conventional farming affect the yield of tubers in 2016 and the farming systems influence the quality of the tuber and the profitability of potato growing.

Crop rotation study took place in Eerika field at Estonian University of Life Science,. The experiment was performed with four conventional and three organic farming systems. Four conventional farming systems were differed from each other in the amounts of fertilizers which used as follows: N0 (N0P0K0); N1 (N50P25K95); N2 (N100P25K95); N3 (N150P25K95). Three organic farming systems were as follows: Organic M0 – Organic control system; Organic M1 – were used winter catch crops; Organic M3 – were used catch crops and also fully composted cattle manure (20 t/ha) was added as a fertilizer.

Treatment the research, it was discovered that the biggest tuber yield came from the N3 variant of conventional farming (58,6 t/ha), where the largest quantities of fertilizer were used. The biggest commercial crop yield came from the version N3 (54,6 t/ha) of conventional farming.

The smallest amount of nitrates was found in potato tubers, which were grown in the versions of organic farming. The largest amount of nitrates was found in the potato tubers grown in the version N3 of conventional farming (54,1 mg/kg).

The largest content of starch in potato tubers was found in the M2 version of organic farming (18%). The largest starch yield was gotten from version N3 (9 t/ha) of conventional farming, which was due to the fact that in N3, the crop yield was the largest.

The most expenses for growing potatoes were made in the M2 version (4 072,4 €/ha) and the largest profit was also made in the M2 version (17 130,6 €/ha).

Given the according results, it can be inferred, that the more nitrogen fertilizer is given to the potatoes (150 kg/ha was used in the given experiment), the bigger the crop yield. In the organic farming versions, nitrogen fertilizer was not used; however, manure was used instead and catch crops were grown.

The content of nitrates was the largest in the conventional farming version N3 and from this we can conclude, that higher rate on mineral N cause the higher nitrate content in tuber.

The biggest starch content in M2 version of organic farming and other organic farming versions lets us deduce, that using nitrogen fertilizer decreases the content of starch in potato tubers. The most positive influence on potato starch was thanks to using manure and growing catch crops.

The most expenses of potato growing were made in the M2 version of organic farming. We can infer, that using manure and growing catch crops increases the expenses made on production. Using manure and growing catch crops also increases the expenses of machinery work.

The biggest profit was earned in the M2 version of organic farming. A big profit came from organic farming because in September 2016, the sale price of organic potatoes were very outstanding.

The hypothesis of the thesis was that conventional farming usually brings along bigger crop yields and the profitability is better than when organic farming is applied. The statement of the hypothesis, that when using conventional farming techniques, the crop yields are bigger, proved to be true. However, the economic profitability was better when organic farming was applied. This was because at the current time, the sale prices of organic potatoes were high.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, J., Vesik, E., Veevo, J. (1989). Kartulipõldude hooldamine ja taimekaitse. – *EMMTUI teaduse saavutusi ja eesrindlike kogemusi*. Nr. 16, lk 6–45.
- Aamissepp, M., Peresitski, H. (2015). Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatustes. Jäned: Maamajanduse Infokeskus. 105 lk.
- Alvea, A., Fan, M., Quing, C., Rosen, C., Ren, H. (2011). Improving nutrient-use efficiency in Chinese potato production. – *Journal of Crop Improvement*. 1. lk 46–85.
- Astover, A. (2001). Magistritöö: Looduslikud ja majanduslikud riskitegurid kartulikasvatustes. Tartu. EPMÜ. 84 lk.
- Batie, S.S. (1993). Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture. – *The National Academies Press*. pp. 35–106.
- Carlsson, L. B., Ellermäe, O., Kuldkepp, P., Leming, R., Lund, V., Põldma, P., Redman, M., Tamm, U., Viil, P., Mikk, M. (2001). Mahepõllumajanduse alused. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. Tartumaa: AS Triip.
- Carter, M.R., Kunelius, H.T., Sanderson, J.B., Kimpinski, J., Platt, H.W., Bolinder, M.A. (2003). Productivity parameters and soil health dynamics under long-term 2-year potato rotations in Atlantic Canada. – *Soil and Tillage Research*. Vol. 72. pp. 153–168.
- Cohen, M.F., Mazzola, M., Yamasaki, H. (2005). Brassica napus seed meal soil amendment modifies microbial community structure, nitric oxide production and incidence of Rhizoctonia root rot. – *Soil Biology and Biochemistry*. Vol 37. pp. 1215–1227.
- 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.

- Demenok, J. (2015). Bakalaureusetöö: Kartuli saagikus ja kasvatamise tasuvus sõltuvalt viljelusviisist. Tartu. 50 lk.
- Eesti Konjunkturiinstituudi hinnainfo. (2016). Tallinn. Nr 7.
- Eesti Taimekasvatuse Instituut. (2009). Kartuli integreeritud taimekaitse. [WWW] [http://www.etki.ee/images/pdf/Integreeritud/KARTULI\\_INTEGREERITUD\\_TAIMEKAITSE.pdf](http://www.etki.ee/images/pdf/Integreeritud/KARTULI_INTEGREERITUD_TAIMEKAITSE.pdf) (22.04.2017)
- Ferreira, T.C., Carr, M.K.V. (2002). Responses of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate I. Water use. – *Field Crops Research*. Vol. 78. pp. 51–64.
- 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*. Vol. 67. pp. 453–461.
- Grandy, A.S., Porter, G.A., Erich, M.S. (2002). Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. – *Soil Science Society of America Journal*. pp. 66.
- Harris, P. M. (1982). *The Potato Crop*. London: Chapman & Hall. pp. 244–277.
- Houba, V.J.G., van der Lee, J.J., Novozamsky, I., Walinga, I. (1989). *Soil and Plant Analysis, Series of Syllabi. – Part 5 Soil Analysis Procedures*. Wageningen Agricultural University. pp. 100.
- Ierna, A., Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G. (2011). Tuber yield, water and fertilizer productivity in early potato as affected by a combination of irrigation and fertilization. – *Agricultural Water Management*. Vol 101. pp. 35–41.
- Järvan, M. (1995). Kõõgiviljade nitraadisalduse sõltuvus väetamisest.
- Järvan M., Edesi L. 2009. The effect of cultivation methods on the yield and biological quality of potato. – *Agronomy research*. Vol 7. pp. 289–299.
- Jõudu, J. (2002). *Kartulikasvatus: Saateks*. Tartu: Eesti Põllumajandusülikool. 560 lk.
- Kanger, J., Kevvai, T., Kevvai, L., Kärblane, H., Astover, A., Ilumäe, E., Lauringson, E., Loide, V., Penu, P., Rooma, L., Sepp, K., Talgre, L., Tamm, Uno. (2014). *Põllumajandusuuringute keskus. Väetamise ABC*. 55 lk.
- Kelling, K.A., Wolkowski, R.P., Ruark M.D. (2011). Potato Response to Nitrogen Form and Nitrification Inhibitors. – *American Journal of Potato Research*. Vol 70. pp 459–469.



- Kirchmann, H., Bergstrom, L. (2001). Do organic farming practices reduce nitrate leaching? – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 32. pp. 997–1028.
- 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*. Vol 5. pp. 207–217.
- Kuldkepp, P., Teesalu T., Toomsoo, A. (1999). Erinevate orgaaniliste väetiste otsemõju kartulile. APSi Toimetised / Transactions of the Estonian Academic Agricultural Society. 9. pp 57–60.
- Lammerts van Bueren, E.T., Struik, P.C., Jacobsen, E. (2001). Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. – *Netherlands Journal of Agricultural Science*. Vol. 50. pp. 1–26.
- Leedu, E., Toomsoo, A., Teesalu, T., Rossner, H. (2009). Orgaaniliste ja mineraalväetiste mõju ja koosmõju põllukultuuridele ning keskkonnale pikaajalises põldkatses intensiiv-, tava- ja maheviljeluse võrdluses. Tartu. 50 lk.
- Luik A., Mikk M. (2010). Mahepõllumajanduslik kartulikasvatus. Maaeluministeerium. [e-ajakiri] <https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/2010/trykis-mahekartul-2010.pdf> (25.04.17)
- Luik, A., Mikk, M., Vetemaa, A. (2008). Kartul. Mahepõllumajanduse alused. lk. 109–112.
- Maamajandus. (2017). 18% kogu Eesti põllumajandusmaast on mahe. – *Maaleht*. [e-ajaleht] <http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/18-kogu-est-pollumajandusmaast-on-mahe?id=77028520> (02.05.2017)
- Maggio, A., Carillo, P., Bulmetti, G. S., Fuggi, A., Barbieri, G., Pascale, S. D. (2008). Potato yield and metabolic profiling under conventional and organic farming. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 28. pp. 343–350.
- MES Nõuandeteenistus (2014), Tein B., Kartuli kasvutingimused, [WWW] <http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kartul/kartuli-kasvutingimused#.WOJc3FKB3q0> (01.05.2015)
- MES Nõuandeteenistus. (2014). Tein B., Kartulikasvatuse agrotehnikad, [WWW] [http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kartul/kartulikasvatuse-agrotehnikad#.WRH8\\_1KB0dU](http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kartul/kartulikasvatuse-agrotehnikad#.WRH8_1KB0dU) (08.05.2015)
- Metspalu, L., Luik, A. (2012). Mahepõllumajanduse arengusuunad – teadlaselt mahepõllumajandusele. Tartu: Eesti Maaülikool. 94 lk.

- Nõuandeid kartuli kasvatamiseks. Väätša: Osa ja Tervik OÜ. [WWW] <http://www.heakartul.ee/index.php?page=120&print=true> (01.05.2017)
- Oort, P.A.J., Timmermans, B.G.H., Meinke, H., van Ittersum, M.K. (2012). Key weather extremes affecting potato production in The Netherlands. – *European Journal of Agronomy*. Vol 37. pp. 11–22.
- Pertsjonok, P. (2008). Maailmapõllumajandus kahjustab keskkonda. Kas ka Eesti põllumajandus? [WWW][http://www.eko.org.ee/gmo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=537&Itemid=83](http://www.eko.org.ee/gmo/index.php?option=com_content&task=view&id=537&Itemid=83) (03.05.17)
- Peters, R.D., Sturz, A.V., Carter, M.R., Sanderson, J.B. (2004). Influence of crop rotation and conservation tillage practices on the severity of soil-borne potato diseases in temperate humid agriculture. – *Canadian Journal of Soil Science*. pp. Vol 84. pp. 397–402.
- PMS101: Kasutatav põllumajandusmaa liigi ja maakonna järgi. (andmed uuendatud 15.12.2011). – *Eesti Statistika Andmebaas*. [WWW] [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (29.04.2017)
- Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E., Wichrowska, Dariusz Jaskulski, D. (2015). Content of nitrates in potato tubers depending on the organic matter, soil fertilizer, cultivation simplifications applied and storage. – *Chilean journal of agricultural research*. Vol 75. pp 42–49.
- Riley, H. (2000). Level and Timing of Nitrogen Fertilizer Application to Early and Semi-early Potatoes (*Solanum tuberosum L.*) Grown with Irrigation on Light Soils in Norway. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science*. pp. 122–134.
- Rutkowska, B. (2001). Nitrate and nitrite content in potatoes from ecological and conventional farms.. – *Roczniki Panstwowego Zakadu Higieny*. Pp 231-236. (Poola keeles inglise keelse abstract'iga)
- Secor, G.A., Gudmestad, N.C. Managing fungal diseases of potato. (1999). – *Canadian Journal of Plant Pathology*. 21. pp 213–221.
- Sekhon, B. S., Singh, C. B. (2015). Evaluation of different fertilizer types in potato crop under various irrigation regimes. – *Journal of Applied Horticulture*. Vol. 17. pp. 18–21.
- Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. – *Nature*. Vol. 485. pp. 229–232.
- Siim, J. (2006). Kartulikasvatuse tasuvus. EMVI Teadustööde kogumik. Nr 71.
- Stark, J.C., Porter, G.A. (2005). Potato nutrient management in sustainable cropping systems. – *American Journal of Potato Research*. Vol 82. pp. 329–338.

- Struik, P. C., Wiersema, S. G. (1999). Seed potato technology. Wageningen Pers. Wageningen The Netherlands.
- Talgre, L., Eremeev, V. (2012). Kõrreliste vahekultuuride mõju umbrohtumusele. Teaduselt mahepõllumajandusele: Mahepõllumajanduse arengusuunad - teaduselt mahepõllumajandusele, 8 november 2012, Tartu, Eesti Maaülikool. *Editors* Metspalu, L., Luik, A. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 86–88.
- Talgre, L., Eremeev, V., Reintam, E., Tein, B., Cima, D., Madsen H., Alaru, M. Luik, A. (2015). Talvised vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust. M. Alaru, A. Astover, K. Karp, R. Viiralt, A. Must (Toim.). *Agronoomia* 2015. Tartu: Ecoprint. lk 40–44.
- Tein, B. (2015). Doktoritöö: Viljelussüsteemide mõju kartuli mugulasaagile ja kvaliteedile. Tartu: Eesti Maaülikool. 154 lk.
- Toomsoo, A., Kuldkepp, P. (1997). Orgaaniliste väetiste ja ammooniumsalpeetri erinevate normide mõju kartuli saagikusele ja kvaliteedile. *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised* 4. pp 91–94.
- Torrence, R., Barton, H. (2006). Ancient Starch Research. – *Journal of California and Great Basin Anthropology*. Vol 26. pp. 112–114.
- Tsahkna, A., Tähtjärvi, T. (2007). Cultivation of potato Varieties in different locations in Estonia. Jõgeva Plant Breeding Institute. pp. 72–77.
- Tweddell, R.J., Boulanger, R., Arul, J. (2003). Effect of chlorine atmospheres on sprouting and development of dry rot, soft rot and silver scurf on potato tubers. – *Postharvest Biology and Technology*. Vol 28. pp. 445–454.
- Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Taylor, M., MacKerron, D., Ross, H. (2007). *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*. Vol 1. 856 lk.
- Vürst, G. M., Männaste, K., Meriküla, C., Voog, A. (2015). Hinnainfo jaanuar 2015. Tallinn: AS Emor. 54 lk.
- Westermann, D.T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. – *American Journal of Potato Research*. Vol. 82. pp. 301–307.
- Yara Trials - Lämmastik ja mugulate suurus [WWW] <http://www.yara.ee/crop-nutrition/crops/potato/key-facts/role-of-nitrogen/> (22.04.17)

- Zaccone, C., Di Cateria, R., Rotunno, T., Quinto, M. (2010). Soil-farming system- food-healthy: Soil – farming system – food – health: Effect of conventional and organic fertilizers on heavy metal (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) content in semolina samples. – *Soil and tillage research*. Vol. 107. pp. 97–105.
- Zhou, L., Long, G.; Tang, L., Zheng, Y. (2017). Analysis on N application rates considering yield and N<sub>2</sub>O emission in potato production. – *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. Vol. 33. pp. 155–161.

## Lisa 1. Tavaviljelussüsteemis tehtud tööd

Kuupäev	Tehtud tööd tavaviljelussüsteemis
11.04.2016	Libistamine
29.04.2016	Freesimine 1x
2.05.2016	Freesimine 1x
9.05.2016	N1 sai väetist N15P25K95 N2 sai väetist N15P25K95 N3 sai väetsit N15P25K95 + 5 kg AN 33,4
10.05.2016	Kultiveerimine ja vagude ajamine
11.05.2016	Kartuli mahapanek
2.06.2016	I äestamine ja muldamine
6.06.2016	AN 33,4 väetamine N1 sai väetist N30 N2 sai väetist N60 N3 sai väetist N90
15.06.2016	AN 33,4 väetamine N2 sai väetist N20 N3 sai väetsit N40
16.06.2016	II muldamine
28.06.2016	I pritsimine lehemädaniku vastu - Ridomil Goldiga 2,5 kg/ha ja Proteus 110 OD, 0,6 l/ha
6.07.2016	Umbrohtude määramine
20.07.2016	II pritsimine lehemädaniku vastu - Ridomil Goldiga 2,5 kg/ha ja II Proteus 110 OD, 0,6 l/ha
15.08.2016	Saagi määramine
25.08.2016	Kartuli koristus
27.09.2016	Tärklise sisalduse määramine Parovi kaaludega
29.09.2016	Pritsimine Roundup Flex 3,0 l/ha

**Lisa 2. Maheviljelussüsteemis tehtud tööd**

<b>Kuupäev</b>	<b>Tehtud tööd maheviljelussüsteemis</b>
25.04.2016	Umbrohud. Mahe II sõnnik 20 t/ha, Rapsi (eelneva vahekultuuri) proovi võtmine
26.04.2016	Mahealade künd
29.04.2016	Freesimine 1x
2.05.2016	Freesimine 1x
10.05.2016	Kultiveerimine ja vagude ajamine
11.05.2016	Kartuli mahapanek
2.06.2016	Umbrohu proovid enne äestamist, I äestamine ja I muldamine
16.06.2016	II muldamine
28.06.2016	I kartulimardika vastu pritsimine NeemAzaliga 2,0 l/ha
5.07.2016	I kasvudünaamika
6.07.2016	Umbrohtude määramine
7.07.2016	Umbrohtude määramine
20.07.2016	II kartulimardika vastu pritsimine NeemAzaliga 2,0 l/ha
15.08.2016	Saagi määramine
16.08.2016	Kartuli koristus
18.08.2016	Sügavkobestus
19.08.2016	Freesimine, vahekultuuri külv, külvi rullimine
2.09.2016	M0-is vahekultuuri kultivaatoriga hävitamine
27.09.2016	Tärklise sisalduse määramine Parovi kaaludega