

Madis Miljand

**MAHE- JA TAVATOOTMISE MÕJU KARTULI
KASVATAMISE TASUVUSELE**

**THE EFFECT OF ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING
ON THE PROFITABILITY OF POTATO PRODUCTION**

Magistritöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: PhD Berit Tein

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Madis Miljand		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Mahe- ja tavatootmise mõju kartuli kasvatamise tasuvusele			
Lehekülgi: 45	Jooniseid: 9	Tabeleid: 6	Lisasid: 0
<p>Osakond: Taimekasvatus ja rohumaaviljelus</p> <p>Uurimisvaldkond: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused</p> <p>Juhendaja(d): PhD Berit Tein</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool 2016</p>			
<p>Kartulikasvatus on Eestis järjest hääbuv majandusharu, kuna kartulikasvatamises on palju käsitööd ning probleeme esineb ka turustamisega. Kartulikavatamise tasuvust on vaja uurida, et anda ettevõtjatele infot, kas antud tegevus on tasuv ja milliseid võtteid peaks kasutama et tasuvust suurendada. Töö eesmärgiks oli uurida, milliseks kujuneb kartuli kasvatamise tasuvus erinevate viljelusviiside korral 2013. ja 2015. aastal. Erinevate viljelusviiside saagiandmed on saadud Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul toimunud külvikorradest, kus kartulit kasvatati 7. erinevas variandis – N0, N50, N100 ja N150, kus number tähistab antud mineraalse lämmastiku kogust ning M0, M1 ja M2, millest esimene on kontrollvariant, teise puhul on kasutatud vahekultuuri ning kolmas on vahekultuuri ning sõnnikuga. Tööst selgus, et kartuli kasvatamine on tasuv ka ilma makstavate toetusteta, kui vaadati tasuvust erinevatel aegadel. Kui 2013. aastal saadi suurim kasum 70. kasvupäeval turustades, siis 2015. aastal aga 100. kasvupäeval turustades. Suurimad kasumid teenisid mahevariandid kuna mahekartuli hind oli Eesti Konjukturiinstituudi andmetel kordades kõrgem kui tavakartulil.</p>			
Märksõnad: kartuli väetamine, kasum, kasvupäev, mahetootmine, N väetamine, vahekultuur			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master Thesis	
Author: Madis Miljand		Speciality: Production and marketing of agricultural products	
Title: The effect of organic and conventional farming on the profitability of potato production			
Pages: 45	Figures: 9	Tables: 6	Appendixes: 0
<p>Department: Field crops and grassland husbandry</p> <p>Field of research: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology</p> <p>Supervisors: PhD Berit Tein</p> <p>Place and date: Estonian university of life sciences 2016</p>			
<p>Potato growing is a fading economical branch in Estonia. Potato growing needs a lot of manual labor and has many problems with distribution. Profitability of potato growing needs further research, in order to give entrepreneurs information whether their actions are profitable and what kind of measures to take in order to increase profitability. The goal of this research paper was to examine profitability of different cultivation techniques in 2013 and 2015. Yields of different cultivation techniques were obtained from a long term field experiment taking place in Eerika test site managed by Estonian University of Life Sciences. Potatoes were grown in seven different variations. Conventional farming plots N0, N50, N100 & N150, where the number indicates the amount of nitrogen given to each plot. Organic farming plots M0, M1 & M2 – M0 being control variant, M1 used cover crops and M2 used manure and cover crops combined. The results showed, that potato cultivation was profitable even without European subsidies, if profitability was compared over different years. In 2013, greatest profit was obtained by selling potatoes harvested on 70th growth day but in 2015, greatest profit was obtained by selling potatoes harvested on the 100th growth day. Highest profit was made by organically grown potato which was, according to the Estonian Institute of Economic Research, many times more expensive than conventionally grown potato.</p>			
Keywords: potato fertilization, profit, growth day, organic production N fertilization, catch crop			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
2.1 Kartuli kasvunõuded.....	7
2.1.1 Temperatuur	7
2.1.2 Sademed.....	7
2.1.3 Muld	8
2.2 Kartuli kasvu mõjutavad tegurid	9
2.2.1 Väetamine	9
2.2.2 Viljelusviisi mõju kartuli kasvunäitajatele	10
2.2.3 Külvikorra mõju kartuli kasvunäitajatele.....	11
2.2.4 Vahekultuuride ja haljasväetiste mõju kartuli kasvunäitajatele	12
2.2.5 Ilmastiku mõju kartuli kasvunäitajatele	13
2.3 Agrotehnika	13
2.3.1 Mullaharimine	13
2.3.2 Mahapanek.....	13
2.3.3 Kasvuaegne hooldus.....	14
2.3.4 Koristamine ja hoiustamine	15
3. METOODIKA	16
3.1 Katse.....	16
3.2 Tehtud tööd.....	17
3.3 Mugulaanalüüsid.....	19
3.4 Katseala mullastik.....	19
3.5 Hind	20
3.6 Ilmastik	21
3.7 Andmetöötlus.....	22
4. TULEMUSED JA ARUTELU	23
4.1 Statistika	23
4.2 Kulud	29
4.3 Tulud.....	31
5. JÄRELDUSED	37
KOKKUVÕTE	38
KASUTATUD KIRJANDUS.....	40
SUMMARY	44

SISSEJUHATUS

Põllumajandus nagu iga teinegi majandusharu on orienteeritud kasumi tootmisele ning ettevõtja ülesandeks on leida optimaalseim tulude ja kulude vahekord, seejuures mitte keskkonda koormates ning mõeldes ka järgnevale põlvemale. Kartulil on olnud läbi aegade eestlaste toidulaual oluline koht, kuna kartul on suhteliselt odav ja toitev. Kuna ühiskond soosib aina enam linnastumist, ei ole inimestel võimalik omale ise kartulit kasvatada ning see töö jääb kartulikasvatusele spetsialiseerunud ettevõtete kanda. Statistikaameti andmete põhjal on kartuli kasvupind viimase kümne aasta jooksul vähenenud 50% (Eesti statistika andmebaas 2016). Kartuli kogusaak samal perioodil vähenes aga 24%. See näitab, et keskmine saagikus on kasvanud. 2006. aastal pandi kartulile keskmiselt 57 kg/ha lämmastikku mineraalväetistega, 2014 aastaks on see number kasvanud 80 kg/ha. Kui vaadata aga orgaaniliste väetiste kasutamist siis 2006 ja 2014 aastal pandi orgaanilisi väetiseid sama palju, 37 t/ha. Vahepealsel ajal on aga orgaaniliste väetiste kasutamine unarusse jäetud, olles 2013 aastal keskmisena kartulikasvatases 29 t/ha (Eesti statistika andmebaas 2016). Kuna ka orgaanilised väetised on põllumajanduses väga olulisel kohal, on töös uuritud ka sõnniku kasutamise tasuvust. Antud uurimustöö käsitleb kartuli kasvatamise tasuvust erinevate väetusnormide ja erievate viljelusviiside vahel. Erinevate väetusnormide ja viljelusviiside tasuvuse uurimine on oluline, et anda ettevõtjale kindlat infot väetamise kohta. Ettevõtjad vajavad selliseid uuringuid, et planeerida õigeid väetise koguseid, et vältida leotusmist ning mineraalvähete väetiste liigtarvitamist, mis on oluline esiteks tootmise tulukuse seiskohalt ning teiseks keskkonna aspektist. Maheviljeluspool antud töös on aga oluline, et tootja leiaks odavaima ja efektiivseima viisi mahekartuli tootmiseks, kuna hetkel on mahekartuli hind palju kõrgem kui tavakartuli siis hinnatundlikud kliendid ei saa tarbida mahetoitu, kuid kui ettevõtjad õpiks odavamalt tootma siis langeks ka turul mahekartuli hind niivõrd, et suurem hulk inimesi saaks seda endale lubada.

Uurimustöö hüpoteesid:

- 1) Kui suurendada mineraalsete väetistega antavat lämmastiku kogust, suureneb ka saak ning seeläbi saadav müügitulu.
- 2) Kartuli mahetoomine on tasuv ainult tänu toetustele, kuna saagid võrrelduna tavatootmisega on oluliselt madalamad.

Antud uurimustöö eesmärgid:

- 1) Teha kindlaks kas mineraalsete väetistega andava lämmastiku koguse suurendamine annab piisavalt lisa saaki, ning seeläbi suurendab kartulikasvatamise tasuvust.
- 2) Teha kindlaks kas mahekartuli kasvatamine on Eestis tasuv ka ilma maksatavate mahetoetusteta.

Töös on kasutatud Eesti Maaülikooli mahe- ja tavaviljeluse külvikorralduse kartuli saagiandmeid 2013. ja 2015. aastal. Kuluarvutustes ning müügihindades on kasutatud Kalme Kartul OÜ andmeid.

Sooviksin tänada oma juhendajat PhD Berit Teini töö koostamisel osutatud abi eest ning PhD Vyacheslav Eremeevit andmete kogumisel ja töötlemisel osutatud abi eest.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Kartuli kasvunõuded

2.1.1 Temperatuur

Temperatuuri suhtes ei ole kartul väga nõudlik kultuur, varajastel sortidel on arengutsükli läbimiseks vaja aktiivsete temperatuuride (üle 10°C) summat 1000-1200°C. Keskvalmivatel sortidel on sama number 1200-1500°C ning hilistel sortidel võib ulatuda see 1500-1900°C vahele. Kartul hakkab idanema 7-8°C juures, alla selle temperatuuri idanemisprotsess toimub, kuid väga aeglaselt ning ei moodustu elujõulisi tõusmeid. Normaalseks tärkamiseks peaks õhutemperatuur olema natuke mulla temperatuurist kõrgem kuna maapealne biomass vajab rohkem soojust kui juured (Jõudu 2002).

Aktiivsete temperatuuride vajadus on erinevatel sortidel erinev. Kasvua järgi klassifitseerides võivad kõikuda aktiivsete temperatuuride vajadused kuni 700°C, olles varajastel sortidel 1083-1753°C, keskvalmivatel 1322-2024°C ning hilistel 1489-2173°C (Mazurczyk et al. 2002).

Kõrged ööpäevased temperatuurid pärsivad kartulitaimede kasvu, kartulile parim ööpäeva keskmine temperatuur on 15°C, ning öise ja päevase temperatuuri vahe ei tohiks olla üle 6°C. Katsed on näidanud just nende tingimustega parimaid saake. Kõrgemad temperatuurid põhjustavad mugulate väärarenguid (Struik 2007).

2.1.2 Sademed

Kartul vajab kasvuks piisavalt niiskust, kuid liigniiskuse suhtes on kapriisne. Kartuli juurestik ei ole niivõrd arenenud kui teistel põllukultuuridel. Tänu emamugulale ei ole pärast kartuli mahapanekut põud probleemiks, kuna taim suudab emamugulast hästi niiskust omastada. Emamugulast saadavatest toitainetest ja niiskusest jätkub kuni tärkamiseni, pärast tärkamist tekib aga arvestatav maapealne biomass ning transpireeriv lehemass, mistõttu kartuli veevajadus suureneb. Veetarve on suurim õiepungade loomise algusest, selleks hetkeks on maapealne biomass saavutanud maksimaalse kasvu ning on alanud kiire mugula massi kasvatamine. Õitsemise ajal on ideaaltingimus kui mullaniiskus on 80% väliveemahutavusest, eelneval ja järgneval perioodil võiks see arv olla 60-75%.

Hilistele sortide optimaalseks kasvuks peaks sadama suvekuudel 300-370mm sademeid, raskematel muldadel pigem 370mm ja kergematel 300mm. Vähese niiskuse korral ei suuda taim toitaineid omastada ning tekivad probleemid füsioloogilises talituses. Taim võib langeda põuastressi ning isegi surra (Jõudu 2002).

Kartuli veevajadus korraliku saagi saamiseks on erinevatel andmetel 400 kuni 800 mm kasvuperioodi jooksul, või 380 kuni 450mm (Panigrahi et al. 2000), millest ilmneb, et kartuli veetarve sõltub eelkõige kasvukeskkonnast.

Ekstreemsetel aastatel, kus on kevadel ning ka sügisel liigniiskusega probleeme ei ole otstarbekas kasvatada kartulit savimullaga põldudel. Kui piirkonnas on probleeme liigniiskusega siis tuleks eelistada liivasemaid muldi. Märja kevade tõttu võib külv hilineda ning kasvuperiood jääb lühikeseks, liigniiske sügis aga pärsib koristuskiirust ning märgadel mugulatel on suurem oht nakatuda haigustesse (Van Oort et al. 2012).

2.1.3 Muld

Kartul vajab tugevaks kasvuks hästi kobestatud, õhurikast ja ühtlase struktuuriga mulda. Tihenenud mullas ei saa mugulad normaalset areneda ning taim kasvatab palju väikeseid ja mittekaubandusliku välimusega mugulaid. Parimad mullad kartuli viljelemiseks on leetjad, leetunud ja leostunud saviliivmullad ja leetjad, leetunud ja leostunud kerged liivsavimullad. Eelpoolnimetatud muldade vee-, ja õhurežiim on optimaalne kvaliteetse ja suure mugulasaagi saamiseks (Aamisepp 1986).

Kartuli kasvatamisel peab jälgima, et muld oleks kergesti soojenev, piisava veevaruga ning vähese kivisusega. Vähene kivisus, põllu suurus ja ruudu või ristküliku kuju tuleb kasuks automatiseeritud koristust kasutades. Maheviljeluses peab kindlasti arvestama põllu umbrohtumusega, kuna ilma sünteetiliste kemikaalideta on umbrohutõrje väga keerukas (Jõudu 2002).

Kergemate lõimistega muldadel on kartuli saak aastate lõikes ühtlasem ning on väiksem oht saak täielikult kaotada, suuremaid saake on saadud aga saviliiv lõimisega muldadelt (Woli et al. 2016).

2.2 Kartuli kasvu mõjutavad tegurid

2.2.1 Väetamine

Kartuli väetamine toimub põhiliselt koos külviaga, kuigi idanedes ei vaja kartul lisa toitaineid, kuid nende vajadus suureneb kasvuperioodi jooksul. Kartuli kasvatamisel võib kasutada orgaanilisi või mineraalseid väetiseid. Suurte saakide saamiseks on vaja kasutada kõrgemaid lämmastikuga väetamise norme, kõrgete normidega kaasneb aga keskkonna saastamise oht, eriti kui suur kogus väetist antakse liiga varajases kasvustaadiumis (Firman, Allen 2007).

Kaaliumiga väetamine tõstab kartuli saaki ning kaubanduslike mugulate osakaalu keskmiselt 4,9%. Kaalium suurendab ka mugulate tähtsusesisaldust. Mullas peaks olema vähemalt 105mg/kg kaaliumit, et toimuks normaalne kartulitaimede kasv (Li et al. 2015). Optimaalne väetamine kaaliumiga aitab taimel luua parema kasvukeskkonna ning taim on väikema tõenäosusega stressis, terve taim annab ka parema saagi ning seeläbi suureneb ka tulu saagi müügist.

Fosforväetised suurendavad mugulate arvu taimel ning seeläbi suureneb ka saak. Kuna fosfor on mullas raskesti liikuv element, on oluline fosforiga paikne väetamine (Firman, Allen 2007).

Kvaliteetse ning suure saagi saamiseks peab taimel tagama optimaalse toitainetega varustatuse, suuremaid saake saab suure tõenäosusega kasutades mineraalväetiseid, orgaanilisi väetisi kasutades võib jääda saak kesisemaks (Eremeev, Tein 2011).

Sõnnik sobib rühvelkultuuridele väetiseks paremini kui teraviljadele. Maheviljeluses sõnnikuga väetades ei jää saaki piiravaks faktoriks toitained vaid pigem lehemädaniku levik (Palmer et al. 2013).

Kartuli kasvatamisel on optimaalseks lämmastiku normiks, mis antakse mineraalsete väetistega 56 kilogrammi hektari kohta, uurimused on näidanud, et suuremad normid ei anna usutavalt suuremat saaki (Rens et al. 2015).

2.2.2 Viljelusviisi mõju kartuli kasvunäitajatele

Varasemad uuringud on näidanud, et 150kg/N/ha andes tõusis saak võrreldes väetamata variandiga 30,5% ning lehepinna indeks 63%. Andes aga 300kg/N/ha tõusis saak võrreldes kontrollvariandiga 50% ning lehepinna indeks 106%. Katses võib järeldada, et kartuli jaoks on lämmastik väga oluline element, mis võib saada saaki piiravaks faktoriks (Da-Wei et al. 2014).

Maheviljeluses ei ole lubatud kasutada mineraalseid väetiseid, seega tuleb hakkama saada orgaaniliste väetistega. Komposti või sõnniku kasutamine tõstab kartuli saaki 27% võrreldes väetamata variandiga (Kimpinski et al. 2003).

On leitud, et tavaviljeluses kasvatatud kartuli saak on suurem kui maheviljelusviise kasutades. Leedus läbi viidud mitmeaastase katse andmetel on tavaviljeluses kartulisaak 50% suurem kui maheviljeluses. Kartuli maitset ja lõhna erinevusi ei tähendatud, samuti ei muuda viljelusviis fenoolhappe ega kuivaine sisaldust kartuli mugulas. Küll aga maheviljeluskatses oli palju suurem nakatumine kartuli lehemädanikku (Brazinskiene et al. 2014).

Olenevalt mullastikust võib viljelusviisist oleneda ka kartulimugula mineraalne koostis, uurimust näitas, et mahekartul sisaldas vähem kaaliumi, kaltsiumi ja naatriumi kui tavaviljeluses kasvatatud kartul. Sama tendentsi näitasid ka tehtud mullaproovid, kus samuti mahevariantides oli väiksem nende ainete sisaldus (Lombardo et al. 2014)

Mahetootmisesse sobivad varajasemad kartulisordid. Varajaste sortide puhul suuri saagierinevusi mahe- ja tavaviljeluses pole tähendatud. Tavaviljeluses saadakse suuremaid saake kekvalmivate ja hiliste sortidega, kuid maheviljeluses neid kasvatada on väga keeruline, kuna taimikut ohustab lehemädanik. Varajased sordid jõuavad aga enne lehemädaniku laialdast levikut piisavalt saaki formuleerida, et kartulikasvatus oleks tasuv (Ierna, Parisi 2014).

2.2.3 Külvikorra mõju kartuli kasvunäitajatele

Kartuli kasvatamisel tuleb jälgida, et kartuli koost külvikorras oleks õige. Eriti soodne on kartulit kasvatada peale liblikõielisi kultuure, näiteks ristikut. Kuid kui kartuli eelviljaks on ristik siis on suurenenud oht traatussi kahjustusele, mis muudab oluliselt saagi kvaliteeti. Parimaks eelviljaks on kartulile hernes, mis koristatakse teraks. Kartul ise on eelviljana hea teraviljadele, see on põhjustatud intensiivsest mullaharimisest, mille käigus kiirendatakse orgaanilise aine lagunemist ning seeläbi vabanevad erinevad toitained. Kartulil peaks samal põllul kasvatades vahet pidama vähemalt 4 aastat, selline tegevus vähendab riski erinevate haiguste levikuks (Tsahkna 2010).

Kartul ei ole hea kultuur kasvatamiseks monokultuuris, mullas võivad levida mitmed haigused. Haiguste, umbrohu ja kahjurite vältimiseks soovitatakse kartulipõllul vähemalt 3-5 aastat mõnda muud kultuuri kasvatada. Mida suurem on mulla viljakus seda rohkem talub kartul enesele järgnemist. Maheviljeluses on kartulikasvatuse probleemiks ka umbrohtumus. Just neid probleeme aitab vältida õige külvikord. Külvikorra all mõistetakse erinevate kultuuride järgnemist samal maa-alal. Külvikorda valitakse kultuurid nii, et nende külvamine ja koristamine oleks ajaliselt ja tehnoloogiliselt võimalik ning et nad taluks üksteisele järgnemist. Üksteisele järgnevatel kultuuridel ei tohiks olla samu kahjureid ega taimehaigusi. Külvikorda mõjutab ka ettevõtte või talu tootmissuund. Eelviljana on kartul sobiv sibulale, kapsale ja peedile. Kartulile sobivateks eelviljadeks on mulda õhustavad ning suure orgaanilise aine jäägiga kultuurid, eriti hästi sobivad liblikõielised nagu mesikas, lutsern ja ristik (Jõudu 2002).

Kanadas tehtud pikaajalise uurimuse kohaselt ei mõjuta õige külvikord niivõrd saagi suurust, küll aga saagi kvaliteeti. Paremaid saake näitasid 4 aastased külvikorras, kus olid kartul, nisu, raps, nisu või kartul, nisu ning 2 aastat punane ristik. Madalamad saagid olid 2. aastatel külvikordadel, kus oli kartuli kõrval ühes variandis nisu teises raps (Mohr et al. 2011)

Lehepinna indeks on tavaviljeluses suurem kui maheviljeluses. Mahedas saavutab taim maksimaalse lehepinna kiiremini ning ka maapealne biomass kaob kiiremini. Mahedas on häid tulemusi näidanud eelviljana ristik. Eelviljana ristikut kasutades püsib taim kauem elus ning moodustab ka suurema lehepinna (Boyd et al. 2002). Kuna ristiku juurtel elavad mügarbakterid seovad õhust mulda lämmastikku võib suurema lehepinna seostada

suuremate lämmastiku normidega. Tänu suuremale lehepinnaale saab taim ka rohkem valgust ning seeläbi omale rohkem toitu sünteesida, see tagab ka suurema saagi.

2.2.4 Vahekultuuride ja haljasväetiste mõju kartuli kasvunäitajatele

Mahetootmises peab olema külvikord piisavalt mitmekesine, et ära hoida umbrohtumust ning hoida toitainete bilanss positiivne. Ainult ristikut külvikorras jääb väheseks ning tingimata on tarvis kasutada vahekultuure. Vahekultuurid aitavad tasakaalustada toitainete bilansse ning annavad positiivset efekti ka umbrohtumuse vähendamisele (Talgre et al. 2015).

Umbrohtumuse takistamiseks on vahekultuuridest näidanud häid tulemusi talirukis, pikaajaliste umbrohtude tõrjeks sobib aga hästi ristik (Palmeos et al. 2014).

Vahekultuuride kasutamine vähendas nii kogu umbrohtude biomassi kui ka erinevate umbrohuliikide arvu. Lisaks positiivsele küljele umbrohtumise osas tähendati ka vee erosiooni vähenemist (Eshel et al. 2015).

Vahekultuur tuleks külvata vahetult peale põhikultuuri koristamist, et vältida toitainete leostumist. Kuid kui võrrelda vahekultuuride sisse kündmise aegu, siis suuri erinevusi sügiskünni ja kevadkünni vahel ei olnud. Toitainete leostumise osas tuleb tähelepanelikum olla kergematel muldadel. Kasvatades vahekultuurina ristikut oli nitraatide leostumine kergema lõimisega mullal 8% suurem kui savisemal mullal (Askegaard et al. 2005).

Vahekultuuridega saab võidelda ka kartulit ohustavate haiguste vastu, näiteks kartuli hõbekärna nakatumist saab vähendada kui kartulile eelnevalt külvata vahekultuuriks talirapsi. Antud võtet kasutades rapsi juureeritised pärsivad kartulil hõbekärna teket (Tein et al. 2014).

2.2.5 Ilmastiku mõju kartuli kasvunäitajatele

Varred ja lehed arenevad kõige paremini 24°C juures, parim mugulasaak formuleerub 20°C juures. Taime maapealsele biomassile sobivad veidi kõrgemad temperatuurid kui mugulatele, kui temperatuur tõuseb üle 20°C siis mugulate kasv pidurdub ning lõppsaak väheneb (Timlin et al. 2006).

Kastmine tõstis Eestis tehtud katsete andmetel keskmist saaki 18-26%, saagi kvaliteedile aga usutavat mõju polnud. Eesti tingimustes on suurem kasu kahepoolsest kuivendussüsteemist (Kadaja, Saue 2016).

2.3 Agrotehnika

2.3.1 Mullaharimine

Kartul vajab kasvuks hästi haritud ja kobedat mulda. Rasketel ja niisketel muldadel on raskete masinate kasutamise tõttu tihese tekkimise oht. Kuna kartuli veetarve on suur siis suurem võimalus suurt saaki saada on niiskematel muldadel, kergemad mullad taluvad aga paremini harimist, kuid on oht, et saaki limiteerivaks faktoriks kujuneb vesi, mis omakorda mõjutab toitainete omastamist. Kergemas mullas on kergem välja areneda juurestikul ning tugeva juurestikuga taim omastab paremini toitaineid (Firman, Allen 2007).

2.3.2 Mahapanek

Kartul tuleks maha panna varakult, et taimel oleks võimalik kasvada võimalikult pikalt. Kartulit võib panna kui mulla temperatuur ulatub üle 8°C, kusjuures eelidandatud kartuli võib mulda panna kui mulla temperatuur 5cm sügavuselt mõõdetuna on 6°C. Varajane kartuli panek on oluline, kuna siis jõuab kartul sügiseks oma kasvutsükli lõpetada ning koore kinnistada, ka kevadine nakatumine viirushaigustesse on varajase külvi puhul väiksem (Tartlan 2013).

Varajase kartuli paneku puhul tähendati suuremat maapealset biomassi 45. ja 60. kasvupäeval ning ka mugulate arv oli varajasema külvi korral suurem (Al Mamun et al. 2016).

Kartulil tuleks kasutada seemneks 42-84g mugulaid, kuna mida suurem mugul on seemneks seda rohkem tekib ka uuel taimel mugulaid ning saak tõuseb (Arsenaul, Christie 2004).

Kartuli panek peab olema tehtud kvaliteetselt, mugulad peavad olema ühel sügavusel ning ühtlaste vahedega, parim oleks kasutada seemneks 65 grammiseid mugulaid 30 cm külvitihedusega (Bohl et al. 2011).

2.3.3 Kasvuaegne hooldus

Kartuli taimede kaitseks kasutatakse erinevaid kemikaale. Insektitsiide putukkahjurite vastu, fungitsiide seenhaiguste vastu ning herbitsiide umbrohtude vastu (Firman, Allen 2007).

Insektitsiididega pritsides tuleks vahetada pidevalt toimeainet, kuna kahjurputukad muutuvad kemikaali suhtes resistentseks. Katsed näitavad, et kartulimardika puhul on resistentsete isendite hulga kasvu märgata juba paar aastat sama insektitsiidi kasutades (Malekmohammadi 2014).

Vihmased suved soosivad kartuli-lehemädaniku (*phytophthora infestans*) levikut. Pikka aega liigniiske põllu mikrokliima on sobilik lisaks kartuli lehemädanikule ka kartuli kuivlaiksusele (*alternaria solani*) ning valgemädanikule (*sclerotinia sclerotiorum*). Lisaks niiskusele soosib nende haiguse levikut ka soojus (Pereira, Shock 2006).

Fungitsiidide kasutamine vähendab seenhaiguste levikut, seega on vähem nakatunud taimi. Tulemus ei kajastu ainult põllul, ka laos probleemi põhjustavad haigused ei levi nii intensiivselt. Kartulit kasvu ajal fungitsiidiga pritsides oli väiksem nakatumise oht ka kartuli märgmädanikku (Gachango et al. 2012).

Kartulisaagi kvaliteedi tõstmiseks kasutatakse paar nädalat enne koristust kartulitaimede närvutamist pritsides taimi desikandiga, see tegevus tagab õige koristusaja ning kvaliteedi koristusel, koristamisel peab olema kartuli koor kinni (Firman, Allen 2007).

2.3.4 Koristamine ja hoiustamine

Tänapäeval koristatakse kartuli saak ehk mugulad võimalikult mehhaniseeritult. Kartuliga kokku puutuvad agregaadid peavad olema ehitatud spetsiaalselt selleks, et vähendada käitluses tulevaid kadusid. Kartul peaks olema koristatud ajaks kui mulla temperatuur langeb alla 10°C. Tänapäevased kartulikombainid suudavad kartuli võtta otse vaost ning sõeluda välja mulla ning eraldada ka umbrohu ja pealsed, seega käsitsi tuleb eemaldada vaid kivid (Olt 2015).

Niisked perioodid lükkavad koristusaega edasi ning aeglustavad kartuli täisküpsuseni jõudmist, enne täisküpsusesse jõudmist koristatud mugulatel on suurem oht nakatuda haigustesse ning muutuda kasutuskõlbmatuks (Makani et al. 2015)

Mugulate hoiustamisel ei muutu kuivaine sisaldus mugulas, kuid toimub siiski kaalu langus, mis on tingitud mugulate veekaost. Katsed on näidanud, et suurem kaalu langus toimub loomuliku ventilatsiooni korral ning sundventilatsiooni korral on mugulate kaalu langus väiksem (Heltoft et al. 2016).

Mugulate säilitamise käigus muutub ka suhkrute sisaldus mugulas. Mida madalamal temperatuuril mugulaid säilitatakse seda suurem on suhkrute teke. Katse viidi läbi temperatuuridel 23°C, 15°C ja 4°C. Kõige rohkem suhkruid tekkis viimase variandi puhul ning seejärel 15 kraadine variant ja lõpuks kõige soojem variant. Tähtsusega sisaldus säilitamise käigus oluliselt ei muutunud (Yamdeu et al. 2015). Antud teadmine on oluline, et hoida õigena kartulihoidla sisetemperatuuri. Kindlasti ei tohiks temperatuur langeda alla +2 kraadi, kuna olenevalt sordist võivad siis mugulad magusaks minna. Samas ei ole mõttekas hoidla liiga soojaks kütta, kuna mida soojem on temperatuur seda aktiivsem on mugula hingamisprotsess ning kartul hakkab idusid kasvatama.

3. METOODIKA

3.1 Katse

Katsed viidi läbi Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul, mis asub Tartumaal Ülenurme vallas Õssu külas, katastril numbriga 94901:005:0726. Tegemist on pikaajalise külvikorrakatsega. Katses kasvatatavad kultuurid, mis moodustavad külvikorra on: talinisu (*Triticum aestivum*), hernes (*Pisum sativum*), kartul (*Solanum tuberosum*), oder (*Hordeum vulgare*) punase ristiku allakülviga ning punane ristik (*Trifolium pratense*). Kokku on katses 7 erinevat katsevarianti, mis on 4 korduses. Neljas variandis on kasutatud kartuli tavatootmisviisi ning kolmes mahetootmisviisi, variandid on järgmised:

- N0 – Väetamata variant, mis järgib külvikorda, kuid on kasutatud taimekaitsevahendeid;
- N50 – Väetatud variant, mis järgib külvikorda, kus mahapaneku ajal on manustatud väetist normiga N₂₀P₂₅K₉₅ kg ha⁻¹ ning hiljem kasvuaegselt lisaks 30 kg N ha⁻¹;
- N100 – Väetatud variant, mis järgib külvikorda, kuis mahapaneku ajal on manustatud väetist normiga N₂₀P₂₅K₉₅ kg ha⁻¹ ning hiljem kasvuaegselt lisaks 80 kg N ha⁻¹ kahes osas;
- N150 – Väetatud variant, mis järgib külvikorda, kuis mahapaneku ajal on manustatud väetist normiga N₂₀P₂₅K₉₅ kg ha⁻¹ ning hiljem kasvuaegselt lisaks 120 kg N ha⁻¹ kahes osas;
- M0 – järgib külvikorda, eelevalt ei kasvatatud vahekultuuri;
- M1 – järgib külvikorda, eelnevalt kasvatati vahekultuuri;
- M2 – järgib külvikorda, väetatud sõnnikuga, norm 20 t ha⁻¹, eelevalt kasvatati ka vahekultuuri.

2013. aastal oli vahekultuuriks taliraps (*Brassica napus*) ning 2015. aastal oli vahekultuuriks vahetult enne kartulit talirüps (*Brassica rapa*). Peale kartulit kasutati vahekultuuriks rukist (*Secale cereale*). Lisaväetamiseks kasutati lämmastikväetist AN 33,4.

3.2 Tehtud tööd

Tabelis 1 on välja toodud 2013. aastal kartuliga teostatud tööd alates eelidandamisest kuni kündmiseni ning mahevariantides vahekultuuri külvini. Tabelis on välja toodud ka väetamiste ajad ja normid. Samuti on välja toodud taimekaitsetööde teostamise ajad ning kulunormid. Kui vaadata tabelit 2, mis on ülesehituselt sarnane tabelile 1 kuid välja on toodud 2015. aasta tööde andmed siis on näha, et erinevatel aasatel teostati erinevaid töid. Tabelist 2 ehk 2015. aastal on enne kartuli panekut 2 korda freesitud ning seejärel kultiveeritud, 2013. aastal aga 2 korda kultiveeritud ning ühe korra freesitud. Kahe aasta lõikes on muutunud ka taimekaitsevahendite kasutamine, 2013. mahevariantides taimekaitsetöid ei teostatud, seevastu aga 2015 aastal teostati putukatõrjet preparaadiga NeemAzal.

Tabel 1. 2013 aastal tehtud tööd

Kuupäev	Töö nimetus	Märkused	Variant, kus töö teostati
26.apr	Toodi kartul eelidandamiseks		kõik
29.apr	Libistamine		kõik
6.mai	Sõnniku laotamine	20t/ha	M2
6.mai	Küندmine		M0, M1, M2
7.mai	Freesimine		kõik
8.mai	Väetamine	N ₂₀ P ₂₅ K ₉₅ kg ha ⁻¹	N50, N100, N150
15.mai	Kultiveerimine		kõik
15.mai	Kultiveerimine		kõik
15.mai	Vagude ajamine		kõik
16.mai	Kartuli panek		kõik
31.mai	Muldamine ja äestamine		kõik
5.juuni	Väetamine	N50 variandile anti 30kg N ha ⁻¹ N100 variandile anti 60kg N ha ⁻¹ N150 varadile anti 90kg N ha ⁻¹	N50, N100, N150
7.juuni	Muldamine		kõik
13.juuni	Taimekaitse	Titus 50g/ha	N0, N50, N100, N150
19.juuni	Muldamine		kõik
24.juuni	Väetamine	N100 variandile anti 20kg N ha ⁻¹ N150 varadile anti 40kg N ha ⁻¹	N100, N150
25.juuni	Taimekaitse	Decis mega EW50 0,15l/ha, Ridomil Gold 2,5kg/ha	N0, N50, N100, N150
2.juuli	Taimekaitse	Ridomil Gold 2,5kg/ha, Fastac 0,3l/ha	N0, N50, N100, N150
24.juuli	Taimekaitse	Ridomil Gold 2,5kg/ha	N0, N50, N100, N150
22.aug	Koristus		Kõik
23.aug	Kultiveerimine		M0, M1, M2
23.aug	Kultiveerimine		M0, M1, M2
23.aug	Külvamine	Rukis 220kg/ha	M1, M2
23.aug	Rullimine		M1, M2
19.sept	Taimekaitse	Roundup Gold 4,0l/ha	N0, N50, N100, N150
25.okt	Küندmine		N0, N50, N100, N150

Tabel 2. Tehtud tööd 2015 aastal.

Kuupäev	Töö nimetus	Märkused	Variant, milles töö teostati
17.apr	Toodi kartul eelidandamiseks		Kõik
22.apr	Libistamine		Kõik
5.mai	Sõnniku laotmine	20t/ha	M2
6.mai	Kündmine		M0, M1, M2
12.mai	Freesimine		Kõik
12.mai	Freesimine		Kõik
18.mai	Kultiveerimine		Kõik
18.mai	Vagude ajamine		Kõik
19.mai	Kartuli panek		Kõik
20.mai	Väetamine	N ₂₀ P ₂₅ K ₉₅ kg ha ⁻¹	N50, N100, N150
5.juuni	Muldamine ja äestamine		Kõik
12.juuni	Väetamine	N50 variandile anti 30kg N ha ⁻¹ N100 variandile anti 60kg N ha ⁻¹ N150 varadile anti 90kg N ha ⁻¹	N50, N100, N150
15.juuni	Muldamine ja äestamine		Kõik
25.juuni	Muldamine		Kõik
8.juuli	Taimekaitse	Titus 50g/ha Ridomil Gold 2,5kg/ha Proteus 110OD 0,6l/ha	N0, N50, N100, N150
11.juuli	Väetamine	N100 variandile anti 20kg N ha ⁻¹ N150 varadile anti 40kg N ha ⁻¹	N100, N150
15.juuli	Taimekaitse	NeemAzal 1,5l/ha	M0, M1, M2
20.juuli	Taimekaitse	Ridomil Gold 2,5kg/ha	N0, N50, N100, N150
3.aug	Taimekaitse	Ridomil Gold 2,5kg/ha Proteus 110OD 0,6l/ha	N0, N50, N100, N150
3.aug	Taimekaitse	NeemAzal 1,5l/ha	M0, M1, M2
10.aug	Taimekaitse	Ranman 0,2l/ha Ranman aktivator 0,5l/ha	N0, N50, N100, N150
27.aug	Koristus		Kõik
27.aug	Sügavkobestamine		M0, M1, M2
31.aug	Freesimine		M0, M1, M2
31.aug	Külvamine	Talirüps	M2
31.aug	Rullimine		M2
15.okt	Taimekaitse	Roundup Flex 3,0l/ha	N0, N50, N100, N150
3.nov	Kündmine		N0, N50, N100, N150

3.3 Mugulaanalüüsid

Kasvu ajal viidi läbi neli kartuli kasvumääramist, mille käigus võeti põllult kümne järjestikuse taime mugulad ja neist neljal võeti kaasa ka maapealne biomass. Saadud tulemuste aluselt leiti hektari saagid. Kaubanduslikeks mugulateks loeti mugulad, millede läbimõõt oli >35 mm. Hindamised teostati 55., 69., 83. ja 97. kasvupäeval. Lõppsaagi hindamine toimus viimasel kasvuhindamisel, ehk 2013 aastal 22.08.2013, Kartulitaim oli selleks ajaks vastavalt variandile 92. – 98. kasvufaasis. 92. kasvufaas tähendab, et periderm on muutunud vastupidavaks, ehk rahvakeeli koor on kinni, 98. kasvufaasis in stoolonid mullas hävinud ning mugulad on mullas vabalt (Meier 2001). Mahevariandid M0, M1, M2 ning tavaviljelusvariandid N0 ja N50 oli 98. kasvufaasis, variandid N100 ja N150 olid aga 92. kasvufaasis, ehk esimesena mainitud variantide taimed olid surnud kuid N100 ning N150 variandites olid lehed kolletunud. 2015. aastal toimus viimane kasvudünaamika hindamine 28.08.2015 ning selleks ajaks olid M0, M1, M2, N0 ja N50 variandid jõudnud oma elutsükli lõppu ning BBCH koodide järgi tehtud kasvufaasimääramine andis tulemuseks 98, rohkem lämmastikku saanud variandid N100 ja N150 oli aga alles kasvufaasis 94.

Katses kasvatati kartulisorti „Maret“, mis on keskvarajane kartulisort. Kasutustüübilt kuulub C klassi, ehk jahune ja katkikeev kartul mida on hea kasutada pudru valmistamiseks. Mugul on ümmargune ning punase koorega, seest on helekollane. Silmad on keskmise kõrgusega. Taimik on keskmise kõrgusega ning õitsema hakkab varakult keskmise intensiivsusega. Kõrge saagi saamiseks on vaja eelidandamist, sordi eeliseks on suur kaubanduslike mugulate osakaal. Mugulatel ei esine olulist toor- ega keedujärgset tumenemist. Kuna võrreldes teiste kartulisortidega on vastupidavus lehemädanikule suurem siis sobib antud sort ka maheviljelusse ning see on üks põhjus miks ka katsesse antud sort valiti (Eesti taimekasvatuse instituut 2016).

3.4 Katseala mullastik

Katse asub näivleeturud mullaga alal (LP). Lõimis on maaameti andmetel saviliiv ning sügavamal liivsavi. Näivleeturud muldadel on keskmine boniteet Eestis 48,6 hindepunkti.

Näivleetunud muldadel on tavaliselt huumusesisaldus keskmine või vähene (1,9-2,4%). Antud mulla oluliseks tunnuseks on profiilis selgesti eristuvad sopistused ja heledad alad, mis on tingitud lessiveerumisprotsessist mis on tingitud ajutisest ülaveest. Lähtekivimiks on tavaliselt punakaspruun karbonaadiavaene liivsavimoreen. Näivleetunud põllumullad on tavaliselt tänu lupjamisele nõrgalt happelised või isegi neutraalsed, looduses on tegu aga happelise mullaga. Näivleetunud mullad on kultuurmaaks hästi sobivad ning üle keskmise viljakad, kuna lõimis on tavaliselt kergemapoolne on antud maid kerge harida ning sobivad hästi rühvelkultuuride kasvatamiseks. Miinuseks on aga ajutine ülavesi, mis võib takistada mullaharimistöid, samuti kui harida liiga niisket mulda on oht künnikihi aluse tihese tekkimiseks. Kuna kevadeti on muld liiga niiske siis põld ka soojeneb aegalsemalt (Penu 2006).

2013. aastal oli kartuli katseosa keskmine pH 5,89, 2015. aastal oli sama näitaja 5,78. Eriti suur vahe on kui vaadata mullaproovide kaaliumi andmeid, kui 2013. aastal oli kaaliumi 129 mg/kg, siis 2015. aastal oli see 58 mg/kg.

3.5 Hind

Töös on kasutatud tulude arvutamisel Kalme Kartul OÜ raamatupidamisdokumente, et leida realistlik hulгимüügi hind vastavalt koristuse ajale.

Mahekartuli puhul on võetud arvesse, et tavaviljeluses toodetud kartul moodustab mahekartuli hinnast 30,4% ehk mahekartul on 3,29 korda kallim kui tavakartul (Hein et al. 2015).

Kulude arvutamisel on masinkuludeks arvatud Kalme Kartul OÜ tehnikapargis olevate masinate tööde omahinnad. Ettevõtte kasutab ratastraktoreid MTZ 82.1 ja MTZ 80. Kartulikasvatuse spetsiifilisematest masinatest on kasutusel kartulipanekumasin Kverneland UN1400, mis on täisautomaatne kartulipanekumasin koos väetise ja starterväetise lisamise ning puhtimise võimalusega. Koristusel kasutatakse üherealist täisautomaatset kartulikomabaini Kverneland UN2100, mis on üherealine 2,4 tonnise punkriga varb kivieraldusega kartulikomabin.

Väetiste ja taimekaitsevahendite hind on arvatud vastavalt 2013. ja 2015. aasta Baltic Agro AS (<http://www.balticagro.ee>) ja Scandagra Eesti AS (<http://scandagra.ee>) hinnakirjadele.

3.6 Ilmastik

Kuna sademed ja temperatuur on taime kasvuks määravad faktorid siis on tabelis 3 välja toodud katseaastate ning võrdluseks ka paljude aastate keskmised temperatuurid taime kasvuajal ning ka sademete hulk kasvu ajal. Kui võrrelda 2013. aasta keskmist temperatuuri 2015. aastaga siis näeme selgelt, et 2013 aasta oli keskmine temperatuur kõrgem, vaid augustis oli 2015. aastal keskmine temperatuur 0,1 °C võrra kõrgem. Keskmisena taime vegetatsiooniperioodi jooksul jäi aga 2015. aastal keskmine temperatuur 2°C võrra madalamaks. Kui võrrelda katseaastaid paljude aastate keskmisega siis oli 2013. aastal keskmiselt 1°C võrra kõrgem temperatuur ning 2015. aastal 1° võrra madalam temperatuur. Kui samas tabelist võrrelda sademete hulka vegetatsiooniperioodi jooksul siis 2013. aastal on sadanud rohkem sademeid kui 2015. aastal, eriti suur vahe kuude lõikes vaadatuna kui augustis 2015. aastal tuli 44mm sademeid, seevastu aga 2013. aastal 75mm. Suur sademete hulga erinevus on ka juunis kui 2015. aastal sadas 36mm vihma ning 2013. aastal 52mm. Kui võrrelda katseaastaid paljude aastate keskmisega siis on mõlemad aastad tugevalt alla keskmise, eriti suur erinevus on augustis kui aastate keskmisena on sadanud 90mm sademeid, 2015. aastal tuli sellest üle poole vähem.

Tabel 3. Keskmised temperatuurid ja sademete summad 2013. ja 2015. aastatel võrrelduna paljude aastate keskmisega

Kuu	Keskmine temperatuur, °C			Sademete summa, mm		
	2013	2015	1969 - 2015	2013	2015	1969 – 2015
Aprill	3,5	5,4	4,8	17	51	26
Mai	14,8	10,3	11,4	61	60	58
Juuni	18,2	14,3	15,4	52	36	77
Juuli	17,8	15,7	17,6	63	58	70
August	16,9	17,0	16,1	75	42	90
Aprill - August	14,2	12,2	13,1	268	247	321

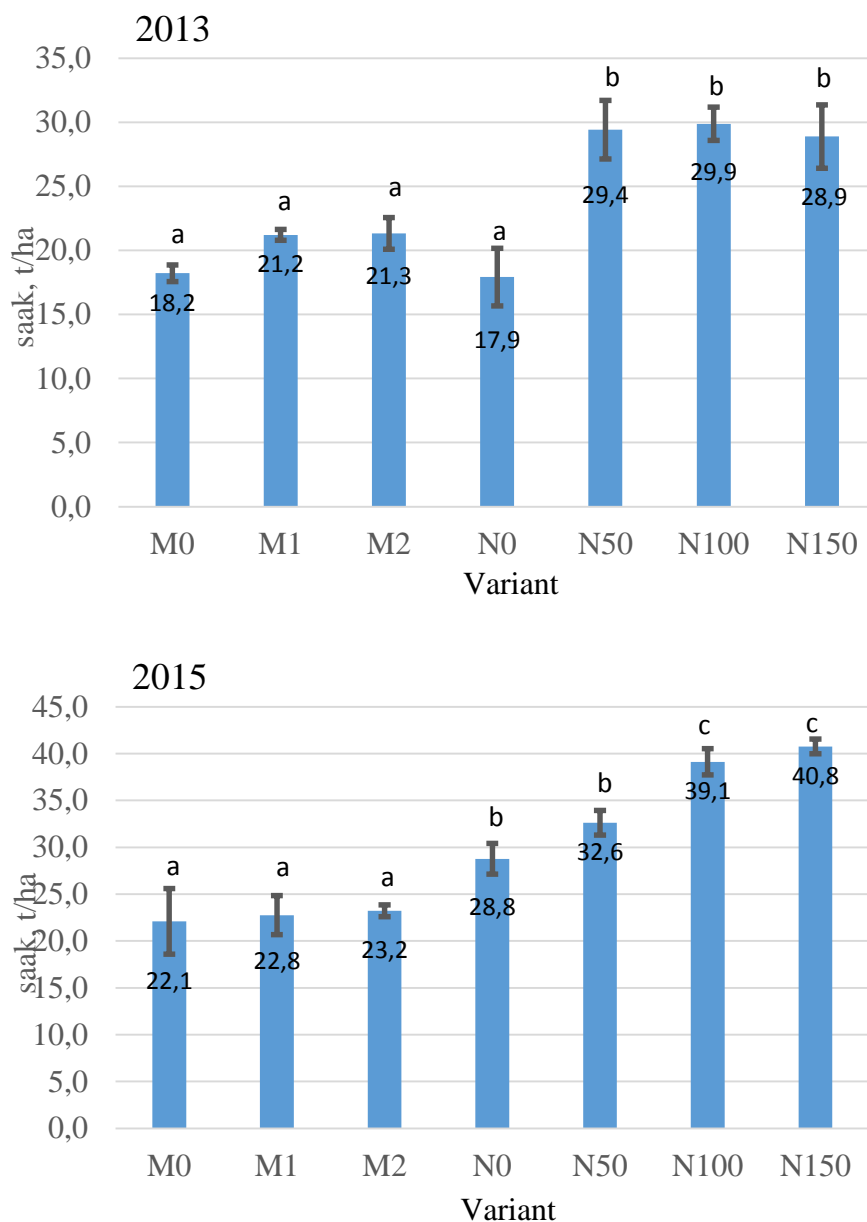
3.7 Andmetöötlus

Andmetöötlus teostati programmiga Statistica 12. Variantide saakide vaheliste erinevuste kontrolliks kasutati ühefaktorilist ANOVA Fisher-LSD testi. Usalduspiiriks seati $P < 0,05$.

4. TULEMUSED JA ARUTELU

4.1 Statistika

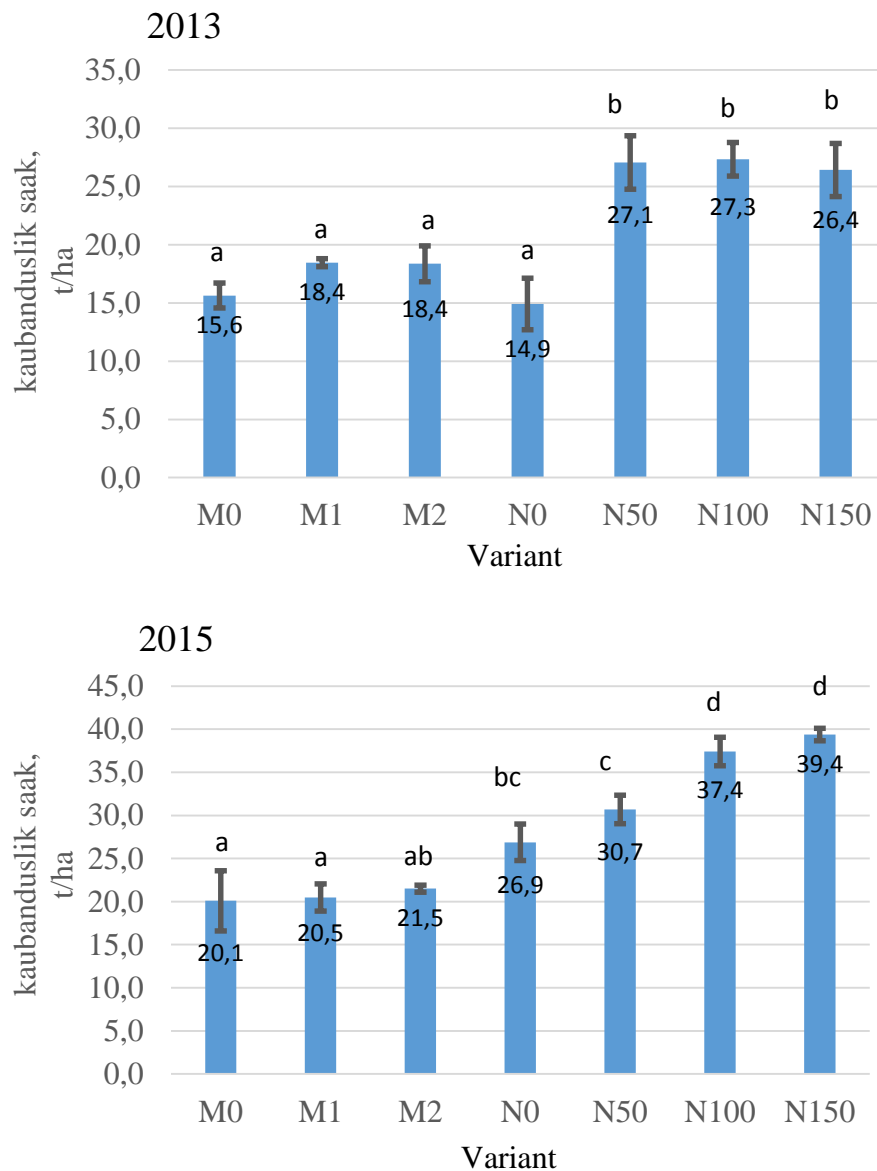
Joonisel 1 on graafiliselt kujutatud 2013. ja 2015. aasta kogusaake ning standardvigu. Tulba peal on välja toodud ka igal variandil korduste keskmine saak. Tähed tulba peal näitavad statistiliselt usutavat erinevust. Joonisel 1 on näha 2013. aasta osas, et variandid M0, M1, M2 ja N0 andsid statistiliseult usutavalt erineva saagi kui N50, N100 ja N150 variandid, kuna M0, M1, M2 ja N0 variantide tulpade peal on „a“ täht, ülejäänud variantidel aga „b“. 2013. aastal võib kindlalt väita, et lämmastikuga väetamine annab usutavalt suurema saagi kui ilma mineraalsete väetisteta viljelemine. Kõige suurema kogusaagi andis N100 variant, kui keskmine saak ulatus 29,9 tonnini hektari kohta. Kõige väiksem saak oli aga N0 variandil 17,9 tonni hektarilt keskmisena. Maheviljeluse osas andis kõige suurema saagi M2 variant kus kasutati lisaks vahekultuurile ka täielikult komposteerunud veisesõnnikut 20 tonni hektari kohta. Kuid sõnniku kasutamine tõstis keskmit saaki vaid 0,1 tonni võrra hektarilt. Kui vaadata joonise 1 2015. aasta osa siis on näha, et mahevariantide M0, M1 ja M2 kogusaak ei ole omavahel statistiliselt erinev jäädes olenevalt variandist 22,1-23,2 tonnini keskmisena hektarilt. N0 ning N50 variantide saak on usutavalt suurem mahevariantide omast ning N100 ning N150 variantide saak on omakorda statistiliselt usutavalt suurem N0 ja N50 saakidest. 2015. aastal jagunesid saagid vastavalt katsevariantidele kolme gruppi: kõige madalama saagiga M0, M1 ja M2, keskmise saagiga N0 ja N50 variant ning kõige suurema saagiga N100 ja N150 variant. Kui võrrelda madala saagiga gruppi keskmise saagiga grupiga siis võib järeldada, et taimekaitsevahendite kasutamine tõstab usutavalt saaki, ning kui võrrelda keskmise saagiga gruppi kõrge saagiga grupiga siis võib järeldada, et mineraalse lämmastikuga väetamine tõstab usutavalt saaki. Mõlemal katseaastal näitavad tulemused, et lämmastikuga väetamine tõstab saaki. 2015. aastal tõstis usutavalt saaki ka taimekaitsevahendite kasutamine.



Joonis 1. Kogusaakide statistilised erinevused 2013. ja 2015. aastal

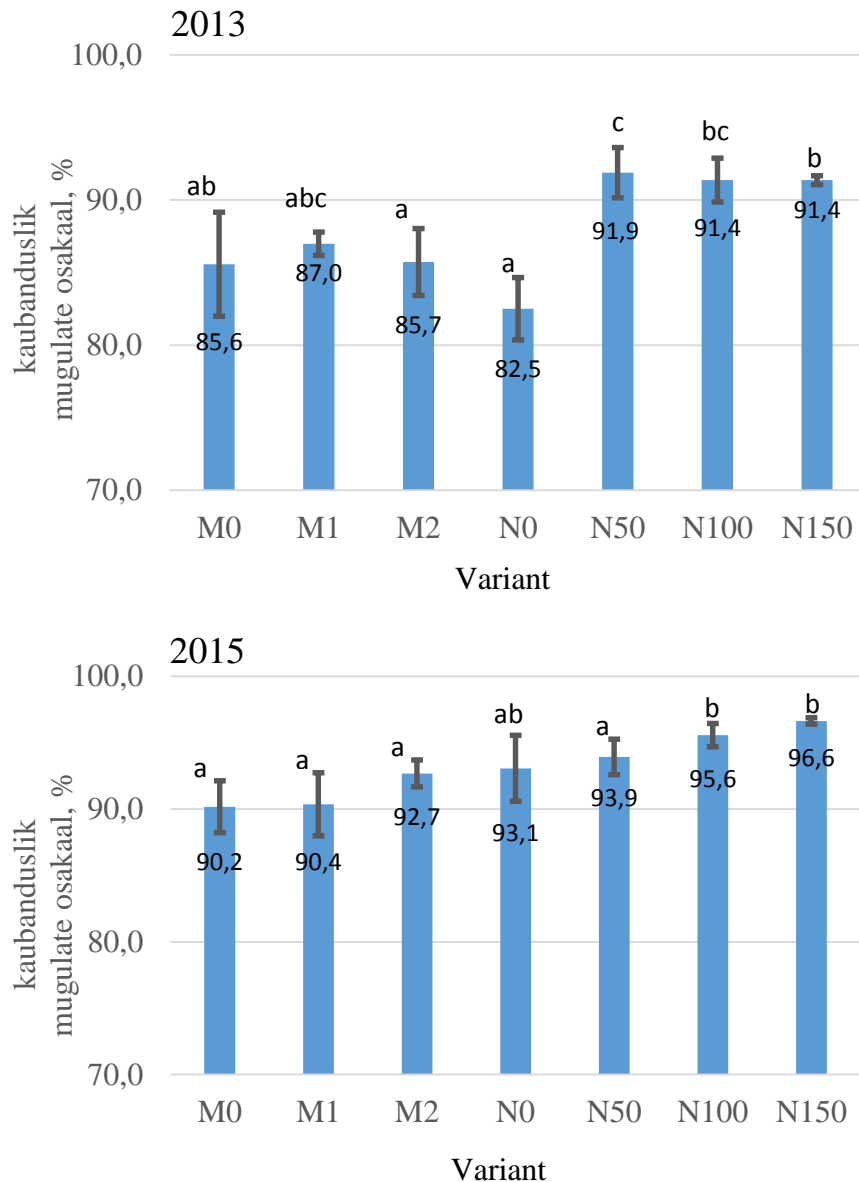
Kuna kartuli kasvatamisel ei ole tähtis vaid kogusaak, vaid suuremat rolli mängib kaubanduslik saak siis joonisel 2 on välja toodud kaubanduslike saakide erinevused, joonise ülemises osas 2013. aasta ning alusmises osas 2015. aastal. Joonise ülemisest osast ehk 2013 aasta kohta on näha, et statistiliselt on usutavalt suurem saak saadud mineraalse lämmastikuga väetatud variantidest, ehk N50, N100 ja N150 variantidest. Suurim keskmine saak saadi N100 katsevariandist, kus anti 100 kg N hektari kohta 20 kg fosforit ning 95 kg kaaliumit. Mahe variantides saadi parimad tulemused M1 ja M2 variantidest kus vastavalt kasutati vaheskultuuri ning vaheskultuuri ning käärinud veisesõnnikut. Kuna

jooniselt 1 oli näha, et veisesõnniku kasutamine tõstis saaki 0,1 tonni võrra hektarilt siis jooniselt 2 on näha et kaubanduslikku saaki sõnniku kasutamine ei suurendanud, seega madalate sõnnikunormide kasutamine ei pruugi mugulasaaki piisavalt suurendada. Suurima kaubandusliku saagi andis 2013. aastal N100 variant, kuna samal variandil oli ka suurim kogusaak oli see tulemus ette aimatav. 2015. aastal oli kaubanduslike saakide statistiline erinevus palju keerulisem, sarnase saagi andsid M0 ja M1 variant ning omavahel sarnased olid ka N100 ja N150 variandid. 2015 aastal on M0 variandi standardviga suures varieeruvuses kuna korduste lõikes saadi väga erinevaid saake. Samuti nagu 2013. aasta kohta võib ka 2015. aasta kohta järeldada et mineraalse lämmastikuga väetamine annab usutavalt suurema saagi.



Joonis 2. Kaubanduslike saakide erinevus 2013 ja 2015 aastal

Eelpool välja toodud joonistel 1 ja 2 olid välja toodud kogu- ja kaubanduslik saak, joonisel 3 näeme aga kaubandusliku saagi osakaalu kogusaagist väljandatuna protsentides. 2013. aastal on statistiliselt sarnased variandid M0 ja M2 kuna nende tulpade kohal asetsevad tähed „ab“, omavahel sarnased on ka variandid N100 ja N150. Kuna kaubandusliku saagi osakaal on väikese varieeruvusega näitaja siis variantide vahel suur erinevus puudub, omavahel erinevad on N0 ning N50, erinevus on tingitud lämmastiku normist. Eelneva lause põhjal võib öelda, et lämmastikuga väetamine tõstab saagi ühtlikkust ning suurendab kaubanduslike mugulate osakaalu, kuna lämmastikuga väetatud variandi kaubandusliku saagi osakaal on 91,9%. 2015. aastal on aga joonisel 3 näha, et taaskord jagunevad variandid kolme gruppi, madalama tulemusega mahevariandid, seejärel keskpärased N0 ja N50 variant ning parim tulemus N100 ja N150 variantidelt. Samasugune seos tuli välja ka joonisel 1 kus võrreldi kogusaake. 2015. aasta põhjal võib järeldada, et mida suurem on kogusaak seda suurem on ka kaubanduslike mugulate osakaal kogusaagist. Parima tulemuse 96,6% andis N150 variant.



Joonis 3. Kaubandusliku saagi osakaal kogusaagist, %

Katse põhieesmärgiks oli välja selgitada, kuidas väetamine mõjutab kartuli saagikust, jooniselt 1 on näha, et N0 variandi puhul jääb saak oluliselt väiksemaks kui mineraalselt väetatud variantidel. 2013. aastal oli N50, N100 ja N150 variantide lõppsaak väga sarnane, 2015. aastal aga samadel variantidel mineraalse lämmastiku lisamine tõstis oluliselt saaki. 2013. aastal oli maksimumaalne saak N 100 variandil, 2015. aastal aga N150 variandil. Lõppsaagid jäid vastavalt 27,3t/ha ja 39,4t/ha. 2013. kasvuaastal ei olnud kartuli saagi piiravaks faktoriks lämmastik, kuna suuremate lämmastiku normidega ei saanud suuremiad saake. 2015. aastal võis olla lämmastik lõppsaagil piirav faktor, kuna lämmastiku normide kasvades kasvas ka saak.

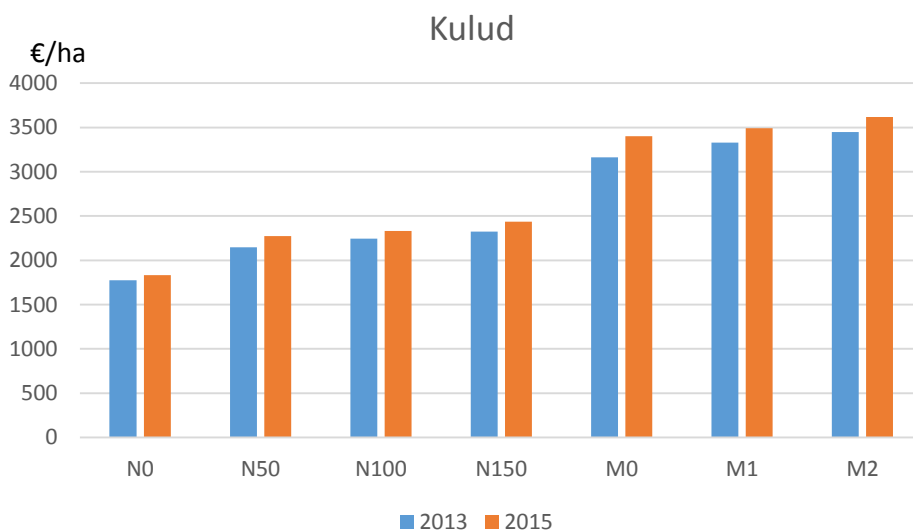
Joonistel 1 oli graafiliselt näha, et 2013. ja 2015. on saakidel väga suured erinevused. Kuna 2013. aastal oli keskmine temperatuur kõrgem ning ka sademeid tuli rohkem siis 2013. aasta madalamad saagid võivad olla tingitud lehemädaniku laialdasest levikust

Kuid kui võrrelda omavahel M1 ja M2 variante siis suuri erinevusi pole. Antud variantide saagid olid vastavalt 20,5t/ha ja 21,5t/ha. Sõnnikuga väetamine tõstis saaki ühe tonni võrra hektari kohta. Kui vaadelda 2015. aastat samalt jooniselt, siis N0 andis üle Eesti keskmist saaki, olles 26,9t/ha. Järgnevale variandile lisanduvad 50 kg lämmastikku tõstsid veel saaki 3,82 tonni võrra. N100 puhul on aga vahe eelneva variandiga juba 6,72 tonni. Suurima saagi andis aga variant N150, olles 39,4 tonni hektarilt. Kui järgnevalt vaadata edasi katse maheviljeluspoolle olevaid variante siis ei ole vahed variantide vahel nii suured. Kõik kolm mahevarianti on saagi poolest varieeruvuses 1,5 tonni hektari kohta. Madalaimat saaki andis 2015. aastal M0 variant, kus ei kasutatud ühtegi väetist, järgnes M1 variant kus kasvatati vahekultuuri ning suurima saagi andis vahekultuuri ning sõnnikuga väetatud M2 variant. Üks põhjus miks võisid 2015. aasta saagid kõrgemad olla mahepooles kui 2013. aastal on putukatõrje kasutamine, kuna 2015. aastal kasutati insektitsiidi NeemAzal, mis aitab tõrjuda kartulimardika rünnakut.

Joonisel 3 on graafiliselt näha 2013. ja 2015. aasta kaubandulike mugulate osakaalu % kogu mugulatest. Kartuli kasvatuses on oluline näitaja ka kaubandusliku saagi osakaal, kuna reaalselt tulu saadakse ainult inimesele tarbimiseks mõeldud toodangu eest. Tavaliselt tähendavad suured saagid väiksemat kaubanduslike mugulate osakaalu, kuid 2015. aastal tuli välja vastupidine tendents, nagu ka jooniselt 3 oli näha, et 2013. aastal, kui olid madalamad saagid kui 2015. aastal on prakeeritud mugulate osakaal suurem. 2013. aastal andis parima kvaliteedi N50 variant, olles 91,9%, mahekartuli poolel andis parima tulemuse M1 variant 87%. 2013. aastat iseloomustab väga kõikuv kartuli kvaliteet, mis tänu madalatele saakidele võimendub veelgi. 2015 aasta oli aga suurte saakide ning hea kvaliteedi aasta, tänu millele õnnestus teenida ka korralik kasum. 2015. aastal ulatus mahekartuli ühtlikkus 2013. aasta tavakartuli tasemeni ning isegi ületas seda. Kõige kehvem kaubanduslike mugulate osakaal oli 2015. aastal M0 variandil, mis andis ühtlasi ka kõige väiksema saagi.

4.2 Kulud

Kartul vajab kasvuks väga pehmet ja kobedat mulda, olenevalt mullast on vaja teostada mullaharimistöid 2-6 korda. Nii 2013. kui 2015. aastal teostati enne vagude ajamist 4 tööoperatsiooni. 2013. aastal libistamise järel freesiti ning seejärel kultiveeriti 2 korda, 2015. aastal aga freesiti 2 korda ning seejärel kultiveeriti. Kuna freesimine on kallim kui kultiveerimine oli majanduslikus mõttes 2015. aasta tegevus mõttekam. Kuid jooniselt 4 on näha, et 2015. aastal tehtud kulutused on suuremad kui 2013. aastal. 2013. aastal oli põllul teostatud tööde kulud N0 variandil 689€/ha ning 2015. aastal samal variandil 696€/ha. Tööde teostamisel kulutati 2015. aastal 7€ rohkem kui 2013. aastal. Kogukulutuste juures on see väga väikene suurus. Põhiline vahe tuleb aastate vahel taimekaitse hindadest, 2015. hakati kasutama insektitsiidi Proteus 1000D ning fungitsiide Ranman Top ning Ranman aktivator. Antud taimekaitsevahendite kasutuselevõtt lisas kuludele 53€/ha. Tavaviljeluskatses on hektarile tehtud kulutuste vahe aastate lõikes suhteliselt väike, olles 2015. aastal vaid 3,3% kallim.



Joonis 4. Kulutused ühe hektari kohta 2013. ja 2015. aastal.

Suurem kulude erinevus on kui vaadata mahevariante. 2013. tehti M0 variandile tööde teotamiseks kulutusi 663 euro väärtuses hektari kohta, 2015. aastal samal variandil aga 736 euro eest. Samuti mängib siin rolli freesimine, kuid maheviljeluses 2015. aastal kasutati insektitsiidi NeemAzal ning aasta lõikes künti 2 korda, 2013. aastal ei teostatud

taimekaitsepritsimist ning künti vaid üks kord. Masintööd annavad aastate vahel 73 eurose erinevuse, kuid jooniselt 4 on näha, et aastate vaheline erinevus on suurem kui 73 eurot. Kuna 2015. aasta kasutati eelpool mainitud taimekaitsevahendit NeemAzal, mille liitri hind on 55 € ning kulunorm 1,5 l/ha siis kahe pritsimise peale saame taimekaitsevahendi hinnaks 165 €. 2015. aastal M0 variandile tehtud kulutused olid 238 euro võrra suuremad 2013. aasta omadest. Protsentuaalselt oli kulude kasv 7,5%.

Kulude arvestamisel on arvestatud, et kasutatakse 100% ulatuses sertifitseeritud seemet. Seemnekartuli hind moodustab kogukuludest väga suure osa, eriti suur on see maheviljeluses, kus vastavalt 2013. aastal moodustas seemnemugulate hind M0 variandis 79% ning 2015. aastal 74% kogukuludest. Tavaviljeluses ei ole asi nii drastiline kui sama arv N0 variandis on vastavalt 2013. aastal 49 % ning 2015. aastal 48%. Sertifitseeritud seemnemugulad on küll palju kallimad, kuid riskide maandamiseks tuleks kindlasti kasutada võimalikult palju sertifitseeritud seemet. Kartuli kasvatamisel tuleb arvestada kindlasti koristuskuludega, kuna kartuli koristus on väga töömahukas operatsioon, tänapäevaste täisautomaatsete kombainidega ei lähe siiski vaja väga palju inimtööjõudu. Töö koostaja arvutas koristuskulud ratastraktori MTZ 82.1 ja kartulikombaini Kverneland UN2100 kohta. Kuna tegemist on üherealise kombainiga ning kvaliteetse toodangu tagamiseks võetakse kartulit optimaalse kiirusega siis maksimaalne päevane jõudlus on üks hektar. Arvutatud koristusmaksumus sisaldab kartuli koristust ning vedu 2 km ulatuses. Koristuse hind on 320 €/ha.

Kartulikasvatases väga suur kulu on hoiustamis ning sorteerimiskulu. Kalme Kartul OÜ hinnangul võib olla hoiustamis ning sorteerimis kulu kuni 40€/tonn. Kuna antud töö on koostatud nii, et kartul müüakse maha koristamise päeval siis neid kulusid arvesse ei võetud. Arvutamisel kasutati hindu ilma käibemaksuta.

Tabelis 4 on välja toodud erinevate teostatud põllutööde hinnad, mis sisaldavad masinate amortisatsiooni, kuluosi ja kütust ning töölise palka. Hinnad on toodud välja toodud ühe hektari töö hinnana. Hinnad on arvutatud Kalme Kartul OÜ tehnika põhjal ning kõik tehnika on ettevõtte omandis ning laenud puuduvad. Kuna ettevõtte kasutab vana tehnikat ning haritavat maad on suhteliselt vähe (20ha) siis on võimalik hoida tööde kulud madalad.

Tabel 4. Põllutööde hinnad hektari kohta €

Töö nimetus	Hind €/ha
Libistamine	18
Freesimine	40
Väetamine	12
Kultiveerimine	34
Vagude ajamine	21
Kartuli panek	60
Muldamine ja äestamine	22
Taimekaitse	12
Muldamine	21
Koristus	325
Kündmine	38
Rullimine	16
Sõnniku laotamine	20
Külvamine	35

Tabelist 4 on näha, et kõige kallim töö on kartuli koristus. Kuna kartuli koristus on väga aeganõudev ning töömahukas protsess ei ole suudetud antud tööd odavamalt teostada. Olenevalt mulla niiskusest ja kivisusest on tootlikkus umbes 0,1 ha tunnis. Muldamisel ja muldamisel ja äestamisel on niivõrd väike hinnavahe kuna muldamisel on võimalik ühe töökäiguga ka teostada äestamine ning lisandub vaid äkke kulumine.

4.3 Tulud

Tulude osas peab väga kriitiliselt vaatama mahekartuli kasumeid, kuna mahekartuli hind on võetud arvutuslikult, mitte otsesed ettevõtte andmed kasutades. Mahekartulit on väga raske müüa hulgikogustes.

Tulud tekivad põhiliselt toodangu müügist, kuna kartulikasvatases võib toodangut realiseerida juba enne taime kasvu lõpetamist, kus mugulad ei ole täielikult välja arenenud

tuleb leida parim võimalik lahendus suure tulu saamiseks. Tuleb analüüsida, kas on targem müüa toodang varakult, kui saak ei ole veel välja arenenud kuid müügihind on suurem, või on targem oodata saagi valmimist. Tabelist 5 on näha, et toidukartuli müügihind erineb aastate ja aja lõikes märgatavalt. Kartuli hinna paneb paika nõudlus, kuna värsket kartuli maitseomadused on paremad kui vanal kartulil siis tarbijad tahavad võimalikult varakult uue saagiaasta toodangut. Kuid Kalme Kartul OÜ klientideks on põhiliselt suuremaid koguseid käitlevad kliendid, kes on hinnatundlikud, siis ei ole olnud võimalik küsida turu keskmist hinda. Teine põhjus miks ettevõtte kliendid ei soovi värsket kartulit on see, et värsket kartulist ei ole võimalik teha kõiki tooteid.

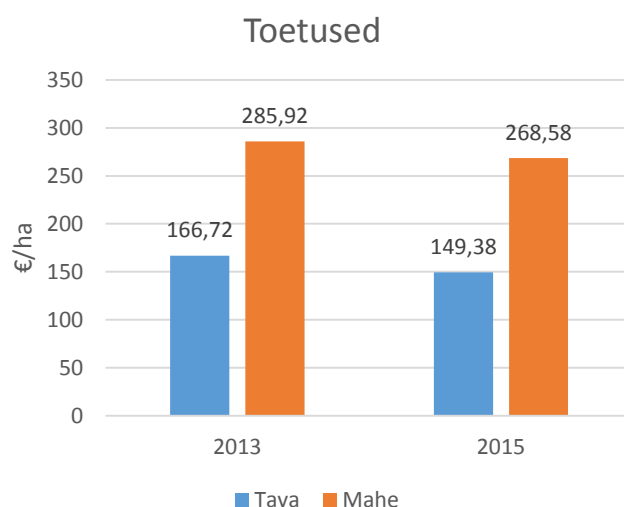
Tabel 5. Kartuli hulgemüügihinnad 2013. ja 2015. aastal

	2013. aastal Tava	2013. aastal Mahe	2015. aastal Tava	2015. aastal Mahe
Hind 55. kasvupäeval €/t	240	790	220	724
Hind 70. kasvupäeval €/t	200	658	180	592
Hind 85. kasvupäeval €/t	140	461	150	494
Hind 100. kasvupäeval €/t	140	461	150	494

2015. aastal oli varajase kartuli hind 13. juuliks ehk 55. kasvupäevaks juba odavnenu, kuna 2015 aastal oli varajane ja soe kevad ning kartuli areng oli kiire ja värsket kartul oli selleks ajaks juba pikalt turul olnud. Kui võrrelda aga 100. kasvupäeva hindu aastate lõikes siis on tonni hinnas vaid 10 eurone erinevus, selleks ajaks on juba hind turul stabiliseerunud, taim on kasvu lõpetanud ning saak on fromuleerunud. 2013. aastal oli 55. kasvupäeval ehk 10. juulil keskmine kartuli väljamüügihind Kalme Kartul OÜ andmetel 240€/t, 15 päeva hiljem ehk 70. kasvupäeval oli müügihind juba langenud 40 € võrra tonni kohta. 85. kasvupäevaks oli kartuli hind veel kukkunud 60 € võrra ning stabiliseerus sel tasemel pikaks ajaks.

Põllumajanduses ei ole ainsaks tuluallikast toodangu müügist saadav tulu, põllumajandustootjatele makstakse ka toetusi. Pindalatoetus ehk ÜPT kujutab endast ühtset pindalatoetust mida makstakse iga haritava põllumajandusmaa hektari eest. KSM on keskkonnasõbraliku majandamise toetus ning mahetoetust makstakse maheviljelusega tegelevatele ettevõtetele hektaripõhiselt. 2015. aastal lisandus taodeldavatesse toetustesse noore ettevõtja toetus, mida makstakse ühtsele pindalatoetusele lisaks esimese 35ha kohta. Toetuste eesmärk on muuta toit tarbija jaoks odavamaks.

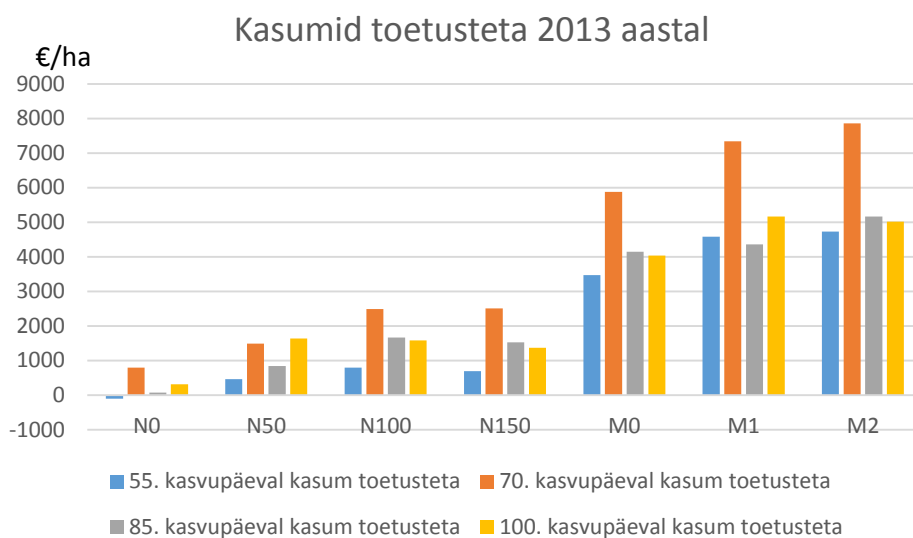
Jooniselt 5 on näha, et 2015. aastal on nii mahe- kui tavatoetused võrreldes 2013. aastaga vähenenud. 2013. aastal olid tavaviljeluses makstavad toetused ühtne pindalatoetus ning KSM, mis kokku oli 166,72 eurot hektari kohta, 2013. aastal aga olid toetusteks ühtne pindalatoetus, KSM ning noore põllumajandustootja toetus, kokku need kolm olid 149,38 eurot hektari kohta. Mahetoetuse suurus nende kahe aasta vahel ei muutunud, ainukesed muutujad olid üldised toetused ehk ÜPT ja KSM.



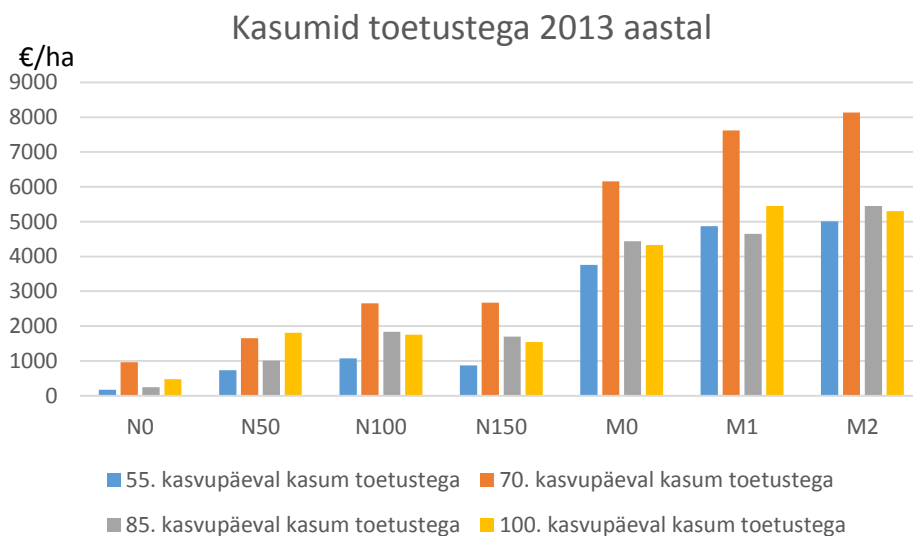
Joonis 5 Makstud toetused kokku tava- ja maheviljeluses 2013. ja 2015. aastal

Joonisel 6 on graafiliselt kujutatud 2013. aastal arvutuslikult saadavad kasumid ilma makstavate toetusteta. Ilma makstavate toetusteta ei tasu N0 variandi toodangut müüa, kuna müügist saadav tulu ei kompenseeri saagi kasvatamiseks tehtud kulutusi ning müügist tekib kasumi asemel kahjum. Kuna N0 variandi saagid olid 2013. aastal oluliselt väiksemad kui teistel tavaviljelusvariantidel siis jääb ka hektari pealt saadav tulu palju väiksemaks. N0 variandi saagid olid maheviljelusvariantidega samal tasemel, kui müügihind oli palju väiksem, just seetõttu jäid N0 variandi kasumid seevõrd väikseks. Kuna maheviljeluses toodetava kartuli kasumid on joonistel 6 ja 7 ülimalt suured tuleb otsida sellele nähtusele loogiline seletus. Mahekartulil on nii suured kasumid kuna, mahekartuli müügihind on võetud arvutuslikult ning teine tähtis probleem on mahekartuli turustamises, väga suur osa mahedana kasvatatud kartulist turustatakse tavakartulina.

Sellisel juhul mahekartuli saagid on väiksemad kui tavakartulil jäävad ka kasumid väiksemateks.



Joonis 6. Kasumid 2013 aastal €/ha koos toetustega erinevate koristusaegade lõikes

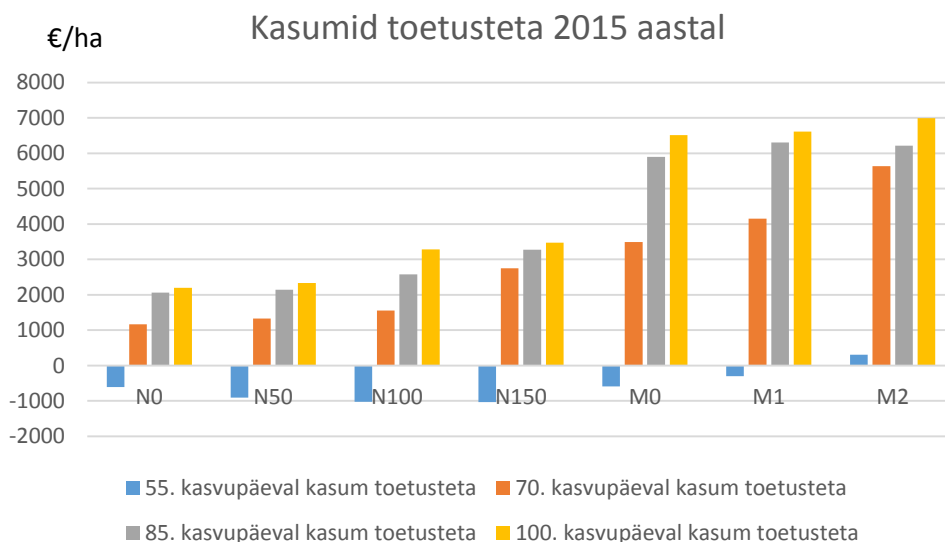


Joonis 7. Kasumid 2013 aastal €/ha koos toetustega erinevate koristusaegade lõikes

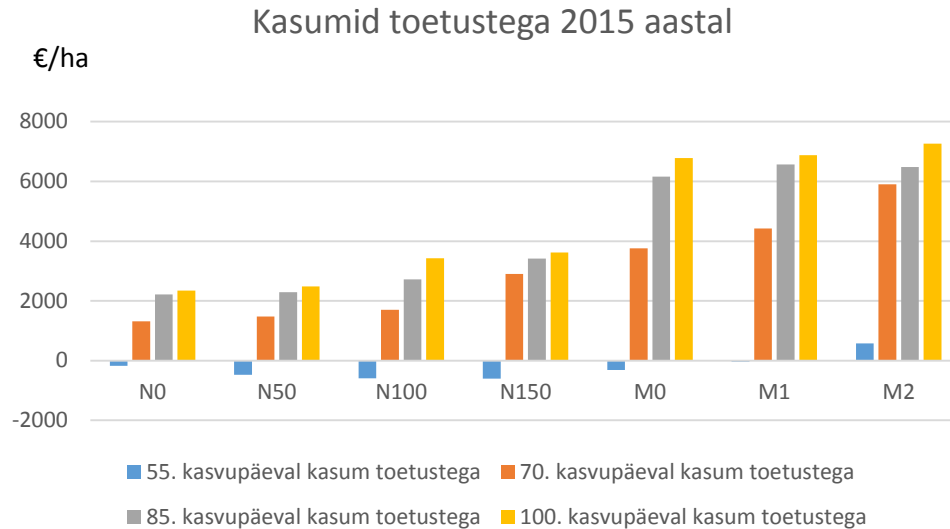
Mahekartuli hind on keskmiselt 3,29 korda kõrgem kui tavakartulil, kuid saagi erinevus nii suur ei ole. Mahekartuli lõppsaak varieerus 2013. aastal 15,6 kuni 18,5 tonnini hektarilt. Sama arv aga tavaviljeluses oli 15 kuni 27,3 tonni hektarilt, ehk maksimum mahesaak moodustas tavasaagist 57,2%. Lisaks olid maheviljeluses makstavad toetused 71% suuremad tavaviljeluses makstavatest, ulatudes 285 euronit hektarilt. Igal katsevariandil

joonistub ilusti välja, et toodang on kõige kasumlikum turustada 70. kasvupäeval, ehk 2013 aastal 28. juuli paiku. Sel ajal on kasum kõige suurem kuna saak on peaaegu kasvu lõpetamas, kuid hind turul on veel hea, olles keskmisena 200 euro kandis tonni mugulate eest. Kõige väiksema kasumi teenis 2013. aastal N0 variant, vaid 480 eurot. Suurim kasum kasvu lõpus kogu katse lõikes oli aga M1 variandis, ulatudes 5454 euroni.

Joonistel 8 ja 9 on välja toodud kasumid erinevatel müügiaegadel müües. Joonis 8 on arvutatud ilma makstavate toetusteta, joonis 9 aga koos toetustega. Kasumid on välja toodud hektari lõikes. Jooniselt 8 on näha et 2015. aasta ei olnud majanduslikult tasuv müüa toodangut varakult. 55. kasvupäeval müües oleks kõik variandid peale M2 teeninud kahjumit. Kui vaadata sama kasvupäeva jooniselt 10 näeme jällegi et kõik variandid oleks peale M2 olnud kahjumlikud. Järelikult ka toetused ei olnud piisavalt suured, et katta müügist tekkivat kahjumit. Kui edasi minna 70. kasvupäeva juurde siis oleks teeninud arvestatava kasumi. Tabelist 5 oli näha, 55. ja 70. kasvupäevadel turustatava kartuli hinna vahe oli 40 € tonni kohta, kuid 15 päevaga oli kartuli saak niivõrd palju tõusnud, et teenis juba korraliku kasumi. Joonistel 6 ja 7 ehk 2013. aasta kasumite joonistel nägime, et kartulit on kõige tulusam turustada 70. kasvupäeval, 2015 aastal see nii ei olnud. Joonistel 8 ja 9 on selgelt näha, et kõige suurem kasum on 100. kasvupäeval turustades.



Joonis 8. Kasumid 2015 aastal €/ha koos toetusteta erinevate koristusaegade lõikes



Joonis 9. Kasumid 2015 aastal €/ha koos toetustega erinevate koristusaegade lõikes

Kuna 2015. aastal oli suvel kartuli müügihind madalam kui 2013 aastal ning ka saagid olid selleks ajaks ligi poole väiksemad ei olnud saaki mõtekas varakult turustama hakata. Kergelt kasumis oleks olnud turustada vaid M2 variandis kasvanud mugulaid, kuid kasum hektari kohta oleks jäänud 577 euro kanti. Kartulikasvatuses on aga keskmiselt olulised suuremad kasumid. Kõige suurema kasumi tavaviiljeluses teenis kui turustati N150 variant kasvu lõpus, siis oli kasum 3622 eurot hektari kohta. Maheviljeluses tänu kõrgemale hinnale ning korralikule saagile suudeti M2 variandis teenida hektari kasumiks 7262 eurot. Kuna 55. kasvupäeval oli saak väga kesine siis ei suuda kahjumit katta ka makstavad toetused. Nii varajasel koristusel on ka kulud väiksemad, kuna ei ole vaja teha mitu pritsimist lehemädaniku tõrjet.

Tabelis 6 on välja toodud 2013. ja 2015. aastal kartuli omahinnad 100. kasvupäeval tonni kohta. Kui vaadata näiteks N100 variandi 2013. aasta omahinda siis oli see 82 €/t, müügihind samal ajal oli 140€/t, lihtne arvutus näitab, et tonni kohta teeniti kasumit 58€. Kuna antud variandil oli kartuli kaubanduslik saak 27,3 t/ha siis saame hektari kasumiks 1583 € ilma toetusteta.

Tabel 6. Kartuli omahind 100. kasvupäeval 2013. ja 2015 aastal

	2013 omahind €/t	2015 omahind €/t
N0	119	68
N50	79	74
N100	82	62
N150	88	62
M0	202	169
M1	180	171
M2	188	168

Mahevariantide omahind on samal aastal 180 ja 202 euro vahel tonni kohta. Kuna tavakartuli hind oli 140 €/t siis mahekartuli hind on 3,29 korda kõrgem, ehk mahekartuli hinnaks oli 460,6 €/t, M2 variandil tuleb tonni kasumiks 272 €. M2 variant andis 18,4 tonni saaki, seega kogukasum 5004 € hektarilt.

5. JÄRELDUSED

Põllumajandustootmises on väga oluline faktor saak. Saagi suurus oleneb väga palju põllumehest mitteolenevatest asjadest, näiteks sademed ja temperatuur. Ilmastik on igal kasvuperioodil erinev ning põllumees peab tegema parimad otsused vastavalt hetkeolukorrale. Kasumlikumaks tootmiseks on vaja põllumehel leida optimaalseim aeg mullaharimiseks ning külviks. Väga oluline on optimaalne väetamine, kuna liiga väikese normiga väetades jääb saak kesiseks kuid üle väetades suureneb koormus keskkonnale. Töös uuriti kuidas mõjutavad erinevad lämmastikväetiste normid kartuli saaki. Neljast tavavariandist andis 2013. aastal parima saagi N100 katsevariant, kus lõppsaagiks kujunes 27,3 t/ha. Sellele järgnes N50 variant, kus saak oli 27,1 t/ha ning mineraalselt väetatud variantidest kõige kehvem tulemus oli N150 variandil 26,4 t/ha. Kuid samal aastal kasumite järjekord on saagikuse järjestusest erinev. Suurim kasum saadi N50 variandilt ning teisel kohal oli N100 variant, mille kasum oli 58 €/ha väiksem eelnevast, ehk kokku 1750 €/ha. Samal aastal mahevariante vaadates on parim saak võrdselt M1 ja M2 variandil, kui saak oli 18,4 t/ha. Suurim kasum oli M1 variandil. Kasumite erinevus on tingitud kulude erinevusest kuna M2 variandile lisati sõnnikut aga M1 variandile mitte. Vaadeldes

2015. aasta tavaviljelusvariante on parim saak suurima väetise normiga variandil ehk N150 ning saak kahaneb koos väetise kogusega. Mahevariantidest oli suurim saak M2 variandil 21,4 t/ha, teisena M1 variant 20,5 t/ha ning viimasena kontrollvariant. 2015. aasta oli taimekasvuks soodne ning tavaviljeluses ulatusid kartuli saagid 39,4 t/ha ning mahedas 21,4 t/ha. Ka kasumid jaotusid sarnaselt ehk kõige kasumlikumad oli M2 ja N150 variandid vastavalt viljelussüsteemidele. 2013. ebaefektiivne väetiste kasutamine võib olla tingitud vähesest sademete hulgast. Suurimad kasumid saadi mõlemal aastal mahevariantidest.

Töö koostaja soovib enne mahekartuli kasvatamise alustamist teha põhjalik turu-uuring turu vajaduste ja hindade objektiivseks hindamiseks. Teiseks soovitaks väetada kartulit vastavalt vajadusele, mitte kogu kogust koos külvi, kuna kui on näha, et ilmastik ei soosi taimede kasvu siis ei ole mõtet ka väetada samamoodi kui parematel aastatel. Töö koostaja arvates ei tohiks huumusbilansi pärast muretseda vaid maheviljeluses, ka tavaviljeluses on väga oluline piisav orgaanilise aine tagastamine ning õige külvikord.

KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli uurida milline on kartulikasvatuse tasuvus erinevate viljelusviiside puhul. Erinevate viljelusviiside saagiandmed võeti Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul asuvat külvikorrakatses, kus viieväljalises korras roteeruvad talinisu, hernes, kartul, oder punase ristiku allakülvi ja punane ristik. Katse on rajatud 4 korduses ning kartulil katsevariante kokku on 7. Neist 4 tavaviljeluspoolel ning 3 maheviljeluses. Tavaviljeluses oli variantideks N0, N50, N100 ja N150, kus number näitab variandile antud lämmastiku kogust. Maheviljeluses oli 3 katsevarianti M0, M1 ja M2 kus esimene on kontrollvariant, teine vahekultuuriga ning kolmas vahekultuuri ning sõnnikuga. Kuna kartuli kasvatamise tasuvusest moodustavad saagid vaid ühe osa ning väga olulisel kohal on ka majandusanalüüs siis kuluarvestus ning müügihinnad võeti Kalme Kartul OÜ andmete põhjal. Töö hüpoteesideks olid esiteks et, kui suurendada mineraalsete väetistega antavat lämmastiku kogust, suureneb ka saak ning seeläbi saadav müügitulu ning kartuli mahetoomine on tasuv ainult tänu toetustele, kuna saagid võrrelduna tavatootmisega on oluliselt madalamad. Töös teostatud arvutute ning analüüsi põhjal järeldati, et kui

suurendada kartulile antavat mineraalse lämmastiku kogust siis saak tõuseb ning tõuseb ka kasum. Teine hüpotees tõestust ei leidnud, mahekartuli kasvatus on Eesti tasuv ka ilma makstavate mahetoetusteta, kuid antud valdkond vajab edasist uurimist, kuna mahekartuli hinnad ei ole kindla ettevõtte hinnad. Mahekartuli hind arvutati Eesti Konjuktuuriinstituudi uuringust selgunud hinnaerinevusest mahe- ja tavakartuli vahel, ehk mahekartul on 3,29 korda kallim tavakartulist. Kindlasti ei tohi unustada, et mahekartuli turg on Eestis väga väikene ning suur osa mahekartulist turustatakse tavakartulina.

Suurimad kasumid teenisid 2013. aastal maheviljeluses M1 variant 5454€/ha ning tavaviljeluses N50 1808€/ha. 2015. aastal samad näitajad olid vastavalt M2 variant 7262€/ha ja N150 3622€/ha.

Töös selgus, et suuremad väetusnormid annavad paremaid saake kuid töö koostaja soovitab siiski mineraalsete väetistega piiri pidada ning väetada optimaalselt arvestades toitainetebilansse. Töö koostaja leiab ka, et põllumehed peaks ka ilma toetusteta hakkama saama ning makstavad toetused olgu lihtsalt boonuseks, kuid toetuste peale talu toimetulek üles ehitada ei ole pikas perspektiivis otstarbekas.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, I. 1986. Mugulviljad. Tallinn : Eesti NSV Riiklik Agrotööstuskomitee Info- ja Juurutusvalitsus
- Aaskegaard, M. Olesen, J. E. Kristensen, K., 2005. Nitrate leaching from organic arable crop rotations: effects of location, manure and catch crop. *Soil use and management*, 21, lk 181-188.
- Arsenault, W.J. Christie, B.R., 2004. Effect of whole seed tuber size and pre-plant storage conditions on yield and tuber size distribution of Russet Burbank. *American Journal of Potato Research*, 81, 371-376.
- Baltic Agro AS, www.balticagro.ee
- Bohl, W.H. Stark, J.C. McIntosh, C.S., 2011. Potato seed piece size, spacing, and seeding rate effects on yield, quality and economic return. *American Journal of Potato Research*, 88.
- Boyd, N.S. Gordon, R. Martin, R.C., 2002. Relationship between leaf area index and ground cover in potato under different management conditions. *Potato Research*, 45, 117-129.
- Brazinskiene, V. Asakaviciute, R. Miezeliene, A. Alencikiene, G. Ivanauskas, L. Jakstas, V. Viskelis, B. Razukas, A., 2013. Effect of farming systems on the yield, quality parameters and sensory properties of conventionally and organically grown potato (*Solanum tuberosum*) tubers. *Food chemistry*, 145, 903-909.
- Busato, C. Fontes, P.C.R. Braun, H. Cecon, P.R., 2009. Seasonal variation and threshold values for chlorophyll meter readings on leaves of potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 2148-2156.
- Da-Wei, H. Zhou-Ping, S. Tian-Lai, L. Hong-Zui, 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*, 13, 1008-1016.
- Eesti statistika andmebaas 2016, http://pub.stat.ee/pxweb.2001/Database/Majandus/13Pellumajandus/06Pellumajandussaaduste_tootmine/06Taimekasvatussaaduste_tootmine/06Taimekasvatussaaduste_tootmine.asp, (15.04.2016)
- Eesti Taimekasvatuse Instituut, <http://www.etki.ee/index.php/seemned/sordid#maret>, (15.04.2016)
- Eremeev, V. Tein, B. Lääniste, P. Mäeorg, E. Laes, R. Margus, K. Jõudu, J., 2014. Soojalõõgi ja eelidandamise mõju kartuli saagikusele ning selle kvaliteedile. *Agraarteadus*, 2, 64–69.

- Eshel, G. Egozi, R. Goldwasser, Y. Kashti, Y. Fine, P. Hayut, E. Kazukro, H. Rubin, B. Dar, Z. Keisar, O. DiSegni, D.M., 2015. Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. *Agriculture, ecosystems and environment*, 211, 1-9.
- Firman, D, M. Allen, E, J. (2007). *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives?* /Koost. D Vreugdenhil. Elsevier B.V, lk 720–738.
- Gachango, E. Kirk, W. Schafer, R. Wharton, P., 2012. Evaluation and comparison of biocontrol and conventional fungicides for control. *Biological control*, 63, 115-120.
- Hein, P. Vahtramäe, P. Leplane, L. Reiman, M. Savina, V. Niklus, I. Mahedana müüdnud toodangu osakaal mahepõllumajandustoodete toodangust Eestis 2014. aastal
- Heltoft, P. Wold, A.B. Molteberg, E.L., 2016. Effect of ventilation strategy on storage quality indicators of processing. *Pot harvest biology and technology*, 117, 21-29.
- Ierna, A. Parisi, B., 2014. Crop growth and tuber yield of “early” potato crop under organic and conventional farming. *Scientia Horticulturae*, 165, lk 260–265.
- Jõudu, J. Hiiesaar, K. Jõgeva, V. Kuill, T. Kuldkepp, P. Lõiveke, H. Metspalu, L. Mõttus, V. Lõhmus, A. Põldma, P. Roostalu, H. Rosenberg, V. Sepp, M. Siim, J. Tartlan, L. Tsahkna, A. 2002. *Kartulikasvatus. Eesti põllumajandusülikool*.
- Kadaja, J. Saue, T., 2016. Potential effects of different irrigation and drainage regimes on yield and water productivity of two potato varieties under Estonian temperate climate. *Agricultural water management*, 165, 61-71.
- Kiminski, J. Gallant, C.E. Henry, R. Macleod, J.A. Sanderson, J.B. Sturz, A.V., 2003. Effect on compost and manure soil amendments on nematodes and on yields on potato and barley: a 7 year study. *Journal of Nematology*, 35, 289-293.
- Li, S. Duan, Y. Guo, T. Zhang, P. He, P. Johnson, A. Shcherbakov, A., 2015. Potassium management in potato production in Northwest region of China. *Field crops research*, 174, 48–54.
- Lombardo, S. Pandino, G. Mauromicale, G. The mineral profile in organically and conventionally grown “early” crop potato tubers. *Scientia Horticulturae*, 167, lk 169–173.
- Makani, M.N. Sargent, S.A. Zotarelli, L. Huber, D.J. Sims, C.A., 2015. Irrigation method and harvest time affect storage quality of two early-season, tablestock potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 197, 428-433.
- Malekmohammadi, M., 2014. Resistance of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) to commonly used insecticides in Iran. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17, 213-220.

- Mamun, A.A. Al-Mahmud, A. Zakaria, M. Hossain, M.M. Hossain, T., 2014. Effects of planting times and plant densities of top-shoot cuttings on multiplication of breeder and seed potato. *Agriculture and Natural Resources*, 50.
- Mazurczyk, W. Lutomirska, B. Wierzbicka, A., 2003. Relation between air temperature and length on vegetation period of potato crops. *Agricultural and Forest Meteorology*, 118, 169-172.
- Meier, U., 2001. Ühe- ja kaheiduleheliste taimede kasvufaasid.
- Mohr, R, M. Volkmar, K. Derksen, D, A. Irvine, R, B. Khakbazan, M. McLaren, D, L. Monreal, M, A. Moulin, A, P. Tomasiewicz, D, J., 2011. Effect of rotation on crop yield and quality in an irrigated potato system. *American Journal of Potato Research*, 88, 346-359.
- Olt, J. 2015. Põllumajandustehnika I Põllundusmasinad. Eesti Maaülikool.
- Palmeos, H. Talgre, L. Eremeev, V. Luik, A., 2014. Haljasväetistest vahekultuuride kasvatamine külvikorras vähendab umbrohtumust.
- Palmer, M.W. Cooper, J. Terard-Jones, C. Srednicka-Tober, D. Baranski, M. Eyre, M. Shotton, P.N. Volakakis, N. Cakmak, I. Ozturk, L. Leifert, C. Wilcockson, S.J. Bilbrough, P.E., 2013. The influence of organic and conventional fertilisation and crop protection practices, preceding crop, harvest year and weather conditions on yield and quality of potato (*Solanum tuberosum*) in a long-term management trial. *European Journal of Agronomy*, 49, 83-92.
- Panigrahi, B. Panda, S.N. Raghuwanishi, N.S., 2001. Potato water use and yield under furrow irrigation. *Irrigation Science*, 20, 155-163.
- Penu, P. 2006. Eesti muldadest põllumehele.
- Pereira, A.B. Shock, C.C., 2006. Development of irrigation best management practices for potato from a reasearch perspective in the United States. *Sakia.org e-publish*, 1, 1-20.
- Rens, L, R. Zotarelli, L. Cantliffe, D, J. Stoffella, P, J. Gergela, D. Burhans, D., 2015. Rate and timing on nitrogen fertilizer application on potato 'FL1867' part II: marketable yield and tuber quality. *Field crops research*, 183, 267-275.
- Scandagra Eesti AS, www.scandagra.ee
- Struik, P, C. (2007). *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives* /Koost. D Vreugdenhil. Elsevier B.V, lk 367–393.

- Talgre, L. Eremeev, V. Reintam, E. Tein, B. Cima, D. S. Madsen, H. Alaru, M. Luik, A., 2015. Talvised vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust. *Agronoomia* 2015, lk 40-44.
- Tartlan, L. 2013. Maalehe kartuliraamat. OÜ Hea Lugu
- Tein, B. Eremeev, V. Loit, E. Luik, A., 2014. Talvine vahekultuur mõjutab kartuli hõbekärnaga nakatumist. Teaduselt mahepõllumajandusele, lk 102-104.
- Timlin, D. Rahman, S.M.L. Baker, J. Reddy, V.R. Fleisher, D. Quebedeaux, B., 2006. Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function on temperature. *Agronomy Journal*, 98, 1195-1203.
- Tsahkna, A., 2010. Mahepõllumajanduslik kartulikasvatus/ Koost. Eesti mahepõllumajanduse sihtasutus.
- Van 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*, 37,11-22.
- Woli, P. Hoogenboom, G. Alva, A., 2016. Simulation of potato yield, nitrate leaching, and profit margins as influenced by irrigation and nitrogen management in different soils and production regions. *Agricultural water management*, 171, lk 120-130.

THE EFFECT OF ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING ON THE PROFITABILITY OF POTATO PRODUCTION

SUMMARY

Agriculture, as any other type of business, is orientated towards making profit. Farmer, as an entrepreneur, has to find an optimal balance between revenues and expenses, meanwhile taking into consideration the environment and our future generations. Potato, relatively cheap and nutritious, has always had an important place on Estonians dining table. Due to society's constant movement towards urbanization, people are not capable to grow their own potatoes. This job is left for specialized farms, orientated towards potato growing. That is the main reason why entrepreneurs need better information for achieving higher yields. To achieve profitability, optimal fertilization is required to lower overall expenses. Entrepreneurs' mission is to find the golden ratio between expenses and highest possible yield. Objective of this thesis is to find out the difference in profits between different cultivation techniques. Potato yields were obtained from crop rotation experiments conducted in Estonian University of Life Sciences. In conventional farming, four different variations of N0, N50, N100 and N150 were used. N0 being the control and each number applying for the amount of nitrogen given in kilograms. Phosphorus and potash were given to all variations, 25 kg/ha and 95 kg/ha respectively. In organic agriculture, three variations were used. Control variant was marked as M0. M1 used cover crops and M2 used mixture of manure and cover crops. This crop rotation experiment is long-term but data is used from years 2013 and 2015 only. Costs of machine work and potato retail prices were gathered from accounting documents of Kalme Kartul OÜ. Profitability of potato production was calculated according to different selling times (2013 and 2015 respectively). In 2013, most profitable was to sell the potatoes at 70th growth day. At that point, the price of early potatoes was high and the yield adequate for earning a decent profit. In 2015, the best time to sell the potatoes was at the 100th growth day. At that time the yield reached its optimal level needed to ensure decent profit with the prices of 2015. In conclusion, the largest profits were earned by selling organic potatoes. Organic potato prices were up to three times larger than the prices in conventional farming. In 2013, highest profits were earned by M1 (5454 €/ha) and N50 (1808 €/ha) variations. In 2015, highest profits were earned by M2 (7262 €/ha) and N150 (3622 €/ha) variations. This research gives entrepreneurs a clear sign of orientation and direct trend in fertilizer usage.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja/või üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Madis Miljand

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Mahe- ja tavatootmise mõju kartuli kasvatamise tasuvusele,

mille juhendaja on PhD Berit Tein,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

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

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

Lõputöö autor

allkiri

Tartus, 18.05.2016

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(Juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)