

Alo Põldmaa

**VILJELUSVIISI MÕJU KARTULI SAAGILE JA
KVALITEEDILE NING KASVATAMISE
TASUVUSELE**

Magistritöö

Juhendajad: PhD Vyacheslav Eremeev
MSc Berit Tein

Institute of Agricultural and Environmental Sciences

Alo Põldmaa

**THE EFFECT OF FARMING SYSTEMS ON POTATO
YIELD AND QUALTY AND ON ECONOMICAL
EFFICIENCY**

Master's thesis

Supervisor: PhD Vyacheslav Eremeev
MSc Berit Tein

Tartu 2014

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja/või üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Alo Põldmaa

isikukood

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö: Viljelusviisi mõju kartuli saagile ja kvaliteedile ning kasvatamise tasuvusele. mille juhendajad on PhD Vyacheslav Ereemeev ja MSc 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, 23.05.2014

Põldmaa, A. VILJELUSVIISI MÕJU KARTULI SAAGILE JA KVALITEEDILE NING KASVATAMISE TASUVUSELE.

Magistritöö Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise erialal.

72 lk, 3 peatükki, 4 tabelit, 18 joonist, 85 kirjandusallikat, 14 lisa

Tartu, 2014

Töö keel : Eesti keel

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida, kuidas erinevad viljelusviisid mõjutavad kartulisordi 'Reet' saaki ja kvaliteeti, mugulate nitraadi- ja tärklisesisaldust, põrutustele vastupanuvõimet, kartulimugulate tumenemist ning kartulikasvatuse majanduslikke näitajaid.

Katses võrreldi neljas korduses olevat 6 erinevat kartulitootmise katsevarianti: 1. üleminek mahedale 2. üleminek mahedale + sõnnik 3. N₀P₀K₀, 4. N₅₀P₂₅K₉₅ 5. N₁₀₀P₂₅K₉₅ 6. N₁₅₀P₂₅K₉₅

Magistritöö on koostatud võrdluskatse ning kirjanduse allikate baasil. Katse korraldati Eesti Maaülikooli taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakonna katsepõldudel Eerikal 2009 ja 2010 aastal.

Uurimustöö tulemusena leiti, et erinevate väetisnormide mõju mugulasaagile oli märgatav. Samas mõjus lämmastikukoguse järjest suurenev suurus negatiivselt kartulimugulate kulinaarsetele omadustele. Näiteks tärklisesisaldus oli tavatootmise variantide mugulatel väiksem kui ülemineku järgus olevatel mahevariantidel. Nitraatide sisaldus oli tavavariantide puhul kõrgem kui üleminek mahevariantidel. Mugulate tumenemiskatsetest selgus, et väetamine võib suurel määral muuta mugulate kvaliteeti ning väljanägemist. Taimekaitsevahendite ja väetiste kasutamine taimekasvatuses aitavad kaasa suurema kaubandusliku saagi saamiseks. Majanduslikust tasuvusuuringust selgus, et tavavariantide puhul tõstab tulukust järjest kasvav saagikus ja üleminek mahevariantidel kõrgem toodangu realiseerimise hind.

Põhjalikumate tulemuste saamiseks on vajalikud edasised uuringud.

Märksõnad: Tootlikus, tootmise omahind, rentaablus, tärklise sisaldus, toitainete sisaldus, väetiste kasutamise efektiivsus, mahetootmine, tavatootmine

Pöldmaa, A. THE EFFECT OF FARMING SYSTEMS ON POTATO YIELD AND QUALITY AND ON ECONOMICAL EFFICIENCY

Masters Thesis

72 pages, 3 chapters, 4 tables, 18 figures, 85 references, 14 annexes.

Tartu, 2014

Thesis language: Estonian

The main objective of this Master's thesis was to evaluate the impact of conventional and organic production on the yield and quality of the potato variety 'Reet' and to determine the nutrient concentrations of potato as well as the content of starch and nitrates (NO_3^-). The potato tuber darkening and resistance to damages were also examined. Another objective of the thesis was to assess the expenditure and revenue, and profitability with and without financial support.

In the field experiment six different farming systems in four replications were studied. The used variety was 'Reet'. The six farming systems were conversion to organic, conversion to organic + manure fertilizer, $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$, $\text{N}_{50}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$, $\text{N}_{100}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$ and $\text{N}_{150}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$.

Master thesis is based on the experiment and literature. The field experiment was carried out in 2009 and 2010 at Eerika fields belonging to the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of the Estonian University of Life Sciences.

As a result, it was found that different rates of fertilizers increased noticeably tuber yields. On the other hand, increasing nitrogen content in tubers influenced negatively the culinary characteristics. Tuber nitrate contents (NO_3^-) were higher under conventional production in which mineral fertilizers were used compared to conversion to organic systems. The tuber darkening results shows that fertilization can greatly change the appearance and quality of the tubers. The use of pesticides during plant growth helps to increase marketable yield. On the one hand, high selling price increases the profitability of organic production. On the other hand, continuously increasing yield (t/ha) raises profitability in conventional production.

Future investigations are necessary to give more precise results.

Keywords: profitability, cost price, starch content, nutrient content, effects of fertilizers, organic production, conventional production.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	10
1.1 Kasvutingimused	10
1.1.1 Viljelusviisi valik.....	10
1.1.2 Temperatuur, valgus, niiskus.....	11
1.1.3 Kasvupind, mullastik	13
1.2 Agrotehnika	13
1.2.1 Külvikord.....	13
1.2.2 Eelidandamine	14
1.2.3 Kartuli väetamine	15
1.2.4 Kartuli mahapanek ja kasvuaegne hooldamine	15
1.2.5 Koristamine	17
1.2.6 Realiseerimine ja kvaliteet.....	18
2. UURIMISITÖÖ METOODIKA, KORRALDAMISE TINGIMUSED	20
2.1 Katse asukoht, üldiseloomustus ning mullastik.....	20
2.2 Katse korraldamine, vaatlused ja määramised	21
2.3 Ilmastikutingimused	22
2.4 Kartulisordi 'Reet' iseloomustus	23
3. UURIMISTÖÖ TULEMUSED, ARUTELU	24
3.1 Kartuli saak ning kaubandusliku saagi osakaal	24
3.2 Kartulimugulate kvaliteet	26
3.2.1 Toore ja keedetud kartuli mugulate tumenemine	26
3.2.3 Mehhaanilistele põrutustele vastupidavus	30
3.2.2 Tärklisesisaldus	33
3.3 Kartulimugulate nitraadisisaldus	34
3.4 Kartulimugulate mineraalne koostis.....	35
3.4.1 Lämmastikuisaldus	35

3.4.2 Fosforisisaldus	36
3.4.3 Kaaliumisisaldus.....	37
3.5 Agromajanduslik analüüs	38
3.5.1 Kulud	39
3.5.2 Tulud.....	41
3.5.3 Rentaablus	43
3.5.4 Omahind	45
3.5.5 Kasum.....	46
KOKKUVÕTE	49
SUMMARY	52
KASUTATUD KIRJANDUS	56
Lisa 1. Eesti kartulikasvatuse pindala ja saagikus 2006-2012 (Eesti Statistika).....	61
Lisa 2. Safrozbekjani konstrueeritud seade, kooniline ja sfääriline otsik	62
Lisa 3. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil ülaminek mahedale	63
Lisa 4. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil ülaminek mahedale	63
Lisa 5. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil ülaminek mahedale + sõnnik	64
Lisa 6. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil ülaminek mahedale + sõnnik	64
Lisa 7. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N ₀ P ₀ K ₀	65
Lisa 8. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N ₀ P ₀ K ₀	66
Lisa 9. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N ₅₀ P ₂₅ K ₉₅	67
Lisa 10. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N ₅₀ P ₂₅ K ₉₅	68
Lisa 11. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N ₁₀₀ P ₂₅ K ₉₅	69
Lisa 12. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N ₁₀₀ P ₂₅ K ₉₅	70
Lisa 13. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N ₁₅₀ P ₂₅ K ₉₅	71
Lisa 14. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N ₁₅₀ P ₂₅ K ₉₅	72

SISSEJUHATUS

Kartul (*Solanum Tuberosum*) kuulub katteseemnetaimede (*Angiospermae*) hõimkonda, kaheiduleheliste (*Dicotyledoneae*) klassi, mailaselaadsete (*Serophulariales*) seltsi, maavitsaliste (*Solanaceae*) sugukonda ja maavitsa (*Solanum*) perekonda.

Kartulit peetakse maailmas neljandaks toidukultuuriks pärast nisu, maisi ja riisi. 2012 aastal kasvatati maailmas kartulit 19 miljonil hektaril kogutoodanguna 364 miljonit tonni (FAO statistika). Maailmas on 4 riiki, kus aastatel 2008–2012 kasvatati kartulit üle miljoni hektari. Need riigid on: Hiina, Venemaa, Ukraina ja India. Maailmas suuremate kartulikasvatajate hulka kuuluvad ka Poola, Valgevene, USA, Saksamaa, Peruu (FAO Statistika). Lisaks on kartulikasvatus populaarsust kogumas ka neis riikides, kus seda traditsiooniliselt pole nii suurte pindadel tehtud. Näljahädadega võitlemiseks on mitmed riigid pööranud rõhku kartuli kasvatussele ja suurendanud kartuli osakaalu külvikorras. India on teatanud soovist kartulitootmist järgneva kümne aasta jooksul kahekordistada. Hiina, mis traditsiooniliselt on olnud tugevalt riisile orienteeritud maa, on saanud juba suurimaks kartulitootjaks. Kartuli populaarsus on kiirelt kasvamas ka Aafrikas. (Vreugdenhil *et al.*, 2007)

Eestis on kartuli kasvatamise pind aasta-aastalt järjest vähenenud. Väiketootjad üha enam lõpetavad kasvatamist ning suur osa tootmisest on koondunud suurtootjate kätte. Suured ettevõtted suudavad toota ja müügiks ette valmistada kvaliteetsemat toodangut ning täita müügikettide poolt nõutavaid tingimusi lihtsamalt. Eestis on 2006–2012 aastatel vähenemas. Küll on aga arendatud kasvatust ja püütud suurendada saagikust. Viimasel kolmel aastal on keskmine saagikus viidud 17 000–18 000 kg/ha. (Eesti statistika; Lisa 1) Teada on, et meil kasvatakse vaid toidu- ja seemnekartulit. Kartulitööstus on peaaegu hääbunud. Seemne- ja toidukartuliks kõlbmatu saagiosa kasutatakse söödaks (Tartlan, 2005). Sellest tulenevalt, et tööstustesse kartulit turustada ei suudeta on tarvis pöörata rõhku mugulasaagile, millel oleks maksimaalne kasutusotstarve, st toidukartul oleks võimalikult ühtlase suurusega, ning kaubandusliku saagi osakaal peab olema suur. Kasutusotstarbe leidmine on kartulitootjatele suur väljakutse. Kui kvaliteet tarbijat ei rahulda, siis eelistatakse alternatiivseid toiduaineid - pastat või riisi (Tartlan, 2005).

Kartul on põllumajanduse jaoks tähtis kultuur. Aitab põllu külvikorra rotatsiooni korrastada ja muuta nii mulla füüsikalisi kui ka bioloogilisi tingimusi järgnevatele kultuuridele soodsamaks. Kartulikasvatus vajab intensiivset mullaharimist ning mitmeid harimistöid põllul, mille tulemusena saab põllumaa puhas nii umbrohtudest kui ka kividest, mis mõjutavad positiivsel ja suurel määral edasisi tegevusi põllumaaga (Carter *et al.*, 2003). Kartulikasvatus on suhteliselt palju toitaineid vajav ja ka intensiivsest harimist nõudev põllumajandusharu. Mille kasvatamiseks on külvikorra jälgimine ülimalt oluline ning külvikord aitab säilitada põllumaale vajalikku mullaolustikku (Grandy *et al.*, 2002).

Kartul on kõrge produktiivsusega, aga seejuures küllaltki madala juurestikuga kultuur, mis nõuab täpset ja õigeaegset toitainete kättesaadavust (Alvea *et al.*, 2011). Kartulikasvatamise olulisust kinnitavad ka mitu fakti. Esiteks – kartulit kasvatatakse ja peetakse oluliseks toidukultuuriks enam kui 130 riigis. Ning teiseks – kartulikasvatuse lõpp-produkti, ehk mugulaid tarvitab toiduks rohkem kui miljard inimest maakeral (Jõudu, 2002f).

Kasutamise universaalsuselt ületab kartul peaaegu kõiki põllumajanduskultuure, tingitud on see eeskätt tema keemilisest koostisest. Kartulimugulas sisaldub umbes 25% kuivainet, millest 80–85% on tärklisi ja 3% valku. Tärklis on kartuli tähtsaim süsivesik, mille sisaldus mugulates ulatub 9–25%, kuid harilikult on see 14–15% piires (Olsson, 1989). Sellest tulenevalt on kartul väärtuslik toiduaine, mille tarbimist arvestatakse Eestis keskmiselt 90–100 kg ühe inimese kohta. Seda on natukene rohkem kui Euroopas keskmiselt (FAO statistika). Kartulit süües kaetakse inimese toitainete vajadusest keskmiselt 10% kaloreid, peaaegu 30% aksoorbiinhape ning B1-vitamiini ning kuni 20% B2-vitamiini vajadusest (Vesik, 1996). Kartulit süüakse ühe inimese kohta kõige rohkem Euroopas – 85,5 kg aastas, seejärel Põhja-Ameerikas (54,9 kg), Aasias ja Okeaanias (kokku 26,2 kg), Lõuna-Ameerikas (27,7 kg). Viimasel kohal on Aafrika 15,9 kilogrammiga inimese kohta (FAO statistika). Suure tärklise- ja kuivainesisalduse tõttu toodab kartul hektarilt ligikaudu kaks korda rohkem energiat kui nisu, rukis või kaer (Burton, 1989; Harris, 1982 a). Kartulikasvatuse saagikuse juures 30 t/ha toodetakse ligikaudu 9000 söötühikut. Teravilja 3 t/ha toodangu puhul on söötühikuid 3500 (Oll ja Ilus, 1974). Eestis on kartul olnud teraviljade ja heintaimede kõrval üks tähtsamaid põllukultuure, seda eelkõige oma kasutusvõimaluste poolest ja hektarilt saadava suure saagi tõttu.

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli selgitada, kuidas erinevad viljelusviisid mõjutavad kartulisordi 'Reet' saaki ja kvaliteeti. Tähtsat rolli kartulisaagi turustamises mängib mugulate

kvaliteet. Kvaliteedi üheks oluliseks näitajaks on erinevad tumenemised. Realiseerimise peamiseks teguriks on kartuli väljanägemine ja kaubandusliku seisundi hoidmine. Selleks tuli välja selgitada tähtsusesisaldus ning teostada mitmed tumenemiskatsed. Täpsemalt hindasime kartulimugulate toorlõikude tumenemist ja keetmisjärgset tumenemist. Tumenemised ja tähtsusesisaldus on peamised tegurid, kartuli kvaliteedi juures. Kvaliteedi säilimise seisukohast on ka väga oluline näitaja kartuli põrutuste kindlus. Mehhaanilisi koristusvõtteid kasutades tekib sageli kartulimugulatele põrutusi ja purunemist. Sai teostatud mugulate põrutuskatsed ning hinnatud vigastustele vastupidavust ja mõjutuste ulatust. Ühtlasi oli eesmärgiks välja selgitada kartulimugulates sisalduvate toitainete nagu näiteks lämmastik, fosfor ja kaalium sisaldused. Toitainete vahelised seosed ning nendest tulemustest välja selgitada väetamise efektiivsus. Keskkonnasõbraliku tootmise põhimõtteid ja tavasid järgides on oluline teada ka erinevate ebasoodsate ja tervisele kahjulike ühendite sisaldust mugulates. Selleks uuriti mugulate nitraatidesisaldust. Samuti oli eesmärgiks uurida, milliseks kujuneb tehtud kulude ja saadud tulude juures rentaablus, omahind ja kasum nii Euroopa liidu toetustega kui toetusteta.

Tänu sooviksin avaldada oma juhendajatele Vyacheslav Eremeevile ja Berit Teinile, kes abistas lõputöö koostamisel, andmete kogumise ning analüüsimisega. Nemad aitasid töö käigus juhtida tähelepanu erinevatele probleemidele. Juhendajate asjalikud märkused aitasid antud tööd koostada. Lisaks veel sooviksin tänada Maaülikooli töötajaid ja kaastudengeid, kellega koos sai katselapil töid teostatud ning katsetulemused kokku pandud.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kasvutingimused

Kartuli nõudeid soojusele, valgusele ja niiskusele rahuldavad kõige paremini parasniisked kliimatingimused. Kartul on kultuur, mida saab kasvatada erinevates kliimaatilistes tingimustes ja erinevatel muldadel. (Aamisepp, 1978a)

Kartul on leplik erinevate mulla- ja ilmastikutingimuste suhtes. Kuigi kartul kohaneb hästi erinevate mulla ja kliimatingimustega, sellest hoolimata kõik tingimused ei ole ühtemoodi head. Kõige paremaid kartulisaake on saadus riikides, kus vegetatsiooniperioodi päeva pikkus varieerub 13–17 tunnini (pikk päev), keskmine õhutemperatuur on 20°C ja valgustingimused on mõõdukad (Jõudu, 2002c).

1.1.1 Viljelusviisi valik

Mahepõllumajandus on viimastel aastakümnetel kõvasti populaarsust kogunud. Mahe- ehk ökoloogiline põllumajandus on loodushoidlik tootmisviis, mis põhineb tasakaalustatud aineringsusel ja kus rõhuasetus on kohalikel taastuvatel ressurssidel (Zaccone *et al.*, 2010). Oluline roll on bioloogilisel mitmekesisusel ning mulla orgaanilise aine varul, mille aluseks on sobiv külvikord. Mahetootmise puhul on kartulikasvatases kaks peamist väljakutset, et kuidas saab lahendatud probleemid haigustega ja toitainete kättesaadavusega (Vetemaa, 2010). Maheviljelust viljeledes on mitmeid erinevusi võrreldes tavatootmisega. Mahepõllumajanduses välditakse keemilisi väetiseid ja taimekaitsevahendeid. Kuna piirangud mahetootmises keelavad erinevate pestitsiidide ja väetiste kasutamise. Peamine probleem on seotud kultuuri puhtana hoidmises umbrohtudest. Umbrohud on konkurentsivõimeline kultuurtaimedega nii valguse, kasvukoha kui ka toitainete suhtes. Teine peamine kitsaskoht on toitainete kättesaadavaus. Mahetootmise puhul on lämmastiku peamiseks allikaks liblikõieliste taimede poolt mügarbakterite abil seotud õhulämmastik. Seepärast on ülimalt

oluline mahetootmise puhul vahekultuuride õige rotatsioon külvikorras. (Grandy *et al.*, 2002). Kultuuride lämmastikuvajaduse saab rahuldada liblikõieliste taimede kasvatamisega külvikorras ning teiseks lahenduseks on maheda päritoluga orgaaniliste väetiste kasutamine. Kuigi värsked sõnnik sisaldab rohkem lämmastikku kui kompostitud sõnnik, tuleks eelistada viimast. Kompostitud sõnnik tagab pikaajalise mullaviljakuse ja mulla tervise ning vähendab sõnniku andmisega kaasnevat tervise- ja keskkonnariske. Hästi kavandatud külvikorra rakendamisel saab taimekasvatustalus hakkama ka ilma sõnnikuta, haljasväetiste abil. Lämmastikurikkad on noored taimed, kui need haljasväetisena mulda viia, on neis sisalduv lämmastik mulla elustiku kaasabil kasutatav järgmistele kultuuridele (Luik jt., 2008).

Tavaviljelus põhineb intensiivsel põlluharimisel ning sisendite andmisel kõrge saagikuse saavutamiseks. See, aga võib põhjustada keskkonna saastumist ning tekitab mitmeid muid probleeme. Väetisekogused on suured ning see võib tekitada keskkonnas saastust, lisaks võib tekkida probleeme umbrohtude resistentsusega. Tavaviljeluses tuleks rõhku panna optimaalsele pestitsiidide ja väetiste kasutamisele (Zaccone *et al.*, 2010).

Niisiis on nii tava- kui maheviljelusel omad plussid ja miinused. Igal põllumajandustootjal on võimalus teha valik, et millist põllumajanduslikku suunda ta järgib ja mida tööks peab ning milliseid ressursse ta saab kasutada.

1.1.2 Temperatuur, valgus, niiskus

Kliima ja ilmastiku all mõistetakse kindlal maa-alal esinevat ilmastiku muutuseid, mida annab võrrelda samas piirkonnas vaadeldud andmetega aastakümnete jooksul (Jaagus, 1999). Eestis valitseb mandrilise ja merelise kliima vaheline üleminekuline paraskliima. Tänu Atlandi ookeani ja Põhja-Atlandi hoovuse mõjule on Eesti ilmastik tunduvalt pehmem samale laiuskraadile iseloomulikust mandrilisest kliimast (Eesti NSV agrokliima ressursid). Eestis esinev mandrilise ja merelise kliima üleminekuala on üsna soodne kartulikasvatuseks. Arengutsükli läbimiseks vajavad kartulitaimed aktiivsete temperatuuride (üle 10°C) summana 1500–1900°C (Aamisepp, 1978a). Optimaalne temperatuur soodustab taimede kasvu ja arengut, optimumist kõrvalekaldumine pärsib. Idupungade kasv ja areng algab temperatuuril 4–5°C, temperatuuril 31°C areng lõppeb. Mugulate normaalseks idanemiseks mullas peetakse 7–8°C. Tärgamiseks peab temperatuur olema vähemalt paari kraadi võrra suurem, sest kartul

nõuab pealsete kasvatamiseks rohkem soojust kui juurte moodustamiseks. Idanemine väheneb temperatuuril alla 7°C ning samuti temperatuuril üle 18–25°C (Burton, 1982). Kevadel, kui kartulit maha pannakse võivad esineda öökülmad, mis kindlasti kartulimugula idanemisele ja arengule hästi ei mõju, põhjustades mugulate arengus seisakuid või ka seiskumist. Peamiseks põhjuseks järskudele kliimamuutustele võib pidada Atlandi ookeani põhjaosas toimuva aktiivse tsüklonaalse tegevuse mõju (Eesti NSV agrokliima ressursid). Mugulate külmumistemperatuur on -1...-2°C (Burton, 1982). Soovituslik temperatuur mugulate suurima saagi saamiseks jääb eri piirkondades 14–22°C vahemikku (Struik, 2007). Optimaalne temperatuur kartulimugulate kasvuks on 16–18°C, pealsete kasvuks 19–21 °C. Aktiivne lehtede fotosüntees toimub temperatuuril 15–25 °C (Dwelle *et al.*, 1981). Temperatuuri langedes alla 10 °C fotosüntees aeglustub (Burton, 1982) ja temperatuuri tõusuga 30–35°C summaarne fotosüntees langeb 10 kuni 30% (Dwelle *et al.*, 1981). Pikk päev ja kõrge temperatuur pidurdab mugulate ja soodustab lehtede ja varte kasvu (Midmore, 1984). Üldiselt lühike päev, jahe ilm ja suhteliselt madal lämmastikväetise tase soodustavad mugulate kasvumist (Ewing, 1981).

Niiskuse suhtes on kartulil võrdlemisi omanäolised nõuded. Kartul on küll niiskuselembene, kuid liigniiskust mitte kannatav taim. Kui idanemisperioodil on rohkesti sademeid, väheneb mugulasaak, sest idanemiseks ja idandite arenemiseks vajalik mulla niiskuserežiim on häiritud. Kartulitaimed vajavad rohkesti vett mugulate moodustumise algusest taimede vananemise alguseni (Harris, 1982b). Optimaalne mullaniiskus enne mugulate moodustumist suurendab taime mugulate arvu, pärast moodustumist aga mugulate massi (Harris, 1982b). Kui mugulate moodustumise ajal sademed pigem suurendavad mugulasaaki siis põua tingimustes mugulasaak võib jääda tagasihoidlikumaks. Veepuuduse mõju mugulasaagile ja kvaliteedile sõltub põua tugevusest, ajast ning kestusest kasvuperioodil (King *et al.*, 2003;). Põud on enamasti veepuuduse ja kuumuse koosmõju, mille tõttu hingamine intensiivistub ja fotosüntees väheneb järsult (Thornton, 2002). Öitsemise algusest kuni pealsete kasvu lõpuni on mugulate moodustumine kõige intensiivsem ja veetarve suurim. Veetarve püsib suur pealsete hävimise alguseni ning hakkab siis lehepinna vähenedes samuti vähenema (Aamisepp, 1978a). Mugulakasvu algusfaasis pole kartulitaimed võimelised põua stressi taluma ja stressist taastuma.

1.1.3 Kasvupind, mullastik

Kartuli maha panemiseks tuleks valida kerge lõimisega mullad, kartul eelistab kobedat ja õhurikast mulda (Kuill, 2002). Eriti palju hapniku kasutab taim mugulate valmimise ajal. Õhuvaesus põhjustab paljude väikeste mugulate tekkimist, mis ei ole võimelised saavutama täiskasvu (King *et al.*, 2003;). Toitainete kättesaadavus on tihedast mullast halvem ja nende tegurite koosmõjul väheneb kartulisaak. Kartuli kasvatamiseks sobivad Eesti muldadest kõige paremini leetunud saviliiv- ja leetunud kerged liivsavimullad, sest nende õhu-, vee- ja soojusrežiim on kartulitaimede kasvamiseks, arenemiseks ning lõppkokkuvõttes mugulasaagi moodustumiseks soodsaim. Leetunud muldadest mõnevõrra madalamaks jääb mugulasaak leostunud ja leetjatel liivsavimuldadel (Aamisepp, 1978a). Mulla tihedus ja õhulisus on tähtsad tegurid kartulite saagi moodustamisel. Seepärast võib olla ka leostunud ja leetjatel liivsavi muldadel väiksema saagikuse põhjuseks ebapiisav õhustatus idanemise ja mugulate moodustumise ajal. Suuri mugulasaake on raske saada õhukestelt rähkmuldadel. Selle põhjuseks on tõenäoliselt asjaolu, et neil muldadel jääb suhteliselt õhukese künnikihi ja aluskihtide suure rähksisalduse tõttu niiskust vajaka, eriti suve esimesel poolel ja keskel, kui on intensiivne taime kasv ja mugulate moodustumine (Aamisepp, 1978a).

Mullareaktsiooni suhtes on kartul suhteliselt leplik, kasvades rahuldavalt ka nõrgalt happelistel muldadel, seda eriti siis, kui kasutatakse orgaanilisi väetisi, mis vähendavad liikuva alumiiniumi kahjulikku mõju. Tugevalt happelisel mullal suurendab mulla lupjamine kartulisaaki ja parandab selle kvaliteeti (Kuldkepp, 1994).

1.2 Agrotehnika

1.2.1 Külvikord

Külvikord on põllumajanduslike kultuuride paiknemise ja ajalise järgnevuse kord mingil kindlal maa-alal. Külvikord tugineb kultuuride agrobioloogiliselt põhjendatud vaheldumisel-viljavaheldusel. Külvikorra peamiseks eesmärgiks on muuta ratsioonis olevale järgmisele kultuurile võimalikult head kasvutingimused (Kuill, 2002). Kartul on põllumajanduse jaoks tähtis kultuur. Aitab põllu rotatsiooni korrastada ja muuta nii mulla füüsikalisi kui ka

bioloogilisi tingimusi järgnevatele kultuuridele soodsamaks. Kartulikasvatus vajab intensiivset mullaharimist ning mitmeid harimistöid põllul, mille tulemusena saab põllumaa puhas nii umbrohtudest kui ka kividest, mis mõjutavad positiivselt ja suurel määral edasisi tegevusi põllumaaga (Carter *et al.*, 2003). Kartulikasvatus on suhteliselt palju toitaineid vajav ja ka intensiivsest harimist nõudev põllumajandusharu, mille kasvatamiseks on külvikorra jälgimine ülimalt oluline ning külvikord aitab säilitada põllumaale vajalikku mullaolustikku (Grandy *et al.*, 2002). Kartul on leplik eelviljade suhtes. Sealjuures külvikorra viljavaheldus ja selle raames rakendatud agrotehnika peavad tagama kartulile soodsad keskkonnatingimused ja sellega vajalikul tasemel stabiilse saagikuse (Kuill, 2002).

1.2.2 Eelidandamine

Eelidandamise eesmärgiks on tõusmete tärkamise kiirendamine. Kartulitaimede füsioloogilist vanust saab suurendada seemnemugulate eelidandamisega, mis tagab kiirema arengu saavutamiseks suurem lehepinna ja varuainete parema kogunemise moodustavatesse mugulatesse (Struik and Wiersema, 1999). Seemnemugulate mulda panemise eelne töötlemine (füsioloogilise ea lisamine) tagab varajasema tärkamise ja kiirema lehtede kasvu. Hilisemal tärkamisel ei saavuta lehepinna indeks sellist suurust nagu seda suudavad varem tärganud taimed (Löhmus jt., 2005; Ereemeev *et al.*, 2008). Eelidandamine lisasid seemnemugulate füsioloogilist vanust ning kiirendasid tärkamist. Eelidandamine kiirendab kartulimugulate tärkamist 7–12 päeva (Ereemeev *et al.*, 2007). Eelidandamise puhul Ereemeev *et al.* järgi tärkasid taimed 2000-ndal aastal 20 päevaga aasta hiljem viidud läbi katses aga 23 päevaga. Eelidandatud seemnemugulate mulda panekul oli tegemist kõige varajasema tärkamisega ja taimede areng oli kogu vegetatsiooniperioodi vältel teistest variantidest ees (Ereemeev jt., 2005). Eelidandamine head mõju võib põhjendada sellega, et selle tulemusena paraneb kasvaval taimel emamugulast toitainete kättesaadavus. Mis omakorda parandab saagi moodustamist ja kiirendab antud protsessi. Eelidandamise tulemusena on suurem efektiivsus ka kasutatavatel agrotehnilistel võtete. On täheldatud eelidandatud seemnemugulate kasutamisel saadud saagis paremat tärklike ja C-vitamiini sisaldust (Ereemeev *et al.*, 2007)

1.2.3 Kartuli väetamine

Kartul on üks suuresaagilisemaid kultuure, mis vajab saagi moodustamiseks üsna palju toitaineid (Vreugdenhil *et al.*, 2007). Väetiste kasutamine suurendab oluliselt kartuli saaki ning toitained on ka enim kvaliteeti mõjutav tegur (Alvea *et al.*, 2011). Küll aga ei saa väita seda, et paremini ja rohkem väetatud kartulipõllud oleksid kvaliteetsema saakiga. Sellest tulenevalt on ülimalt oluline leida optimaalne väetamise lahendus, tagamaks kartuli hea kasv vegetatsiooniperioodil, haiguskindlus, saagi suurus ja kvaliteet ning sellest tulenevalt kartulikasvatuse tulukus (Jõudu, 1989). Õiges koguses ja sobiva väetise õige kasutamine on kartulikasvatuse üheks tähtsamaks tegevuseks, mille kaudu on võimalik mõjutada kartuli kasvu, arenemist, haiguskindlust, saagi suurust, kvaliteeti ja säilivust. Kartul vajab rohkesti toitaineid, eriti mugulate intensiivse kasvu ajal (juulis) (Kuldkepp ja Roostalu, 2002). Väetamise aluseks on põllu väetistarve, eelvili, planeeritav saak, kuid silmas tuleb pidada ka kliimatilisi tingimusi ja väetiste omastatavust taimede poolt. Lämmastik on kõige enam saaki ja selle kvaliteeti mõjutavaks elemendiks. Fosfor soodustab taimede generatiivorganite kasvu ja arengut, parandab saagi kvaliteeti ja suurendab haiguskindlust. Kaalium suurendab kartulitaimede põua ja haiguskindlust ning parandab saagi kvaliteeti (Viileberg, 1986). Olulised on ka magneesium, mikroelemendid jt. Kartul reageerib hästi orgaanilisele väetisele, mille puudumisel võib kasutada kartulile sobivat kompleksväetist. Orienteeruvalt ühe tonni kartulisaagiga viib mullast ära 4–5 kg lämmastiku, 0,6–0,9 kg fosforit, 5–7 kg kaaliumit (Kuldkepp ja Roostalu, 2002). Orgaaniliste väetiste kasutamine mõjub samuti kartuli kasvatusel positiivselt (Kuldkepp, 1994). Soovitav on sõnnikut anda sügisel künni eel. Rikkaliku mugulasaagi kasvatamiseks vajavad kartulitaimed rohkesti toitaineid, mistõttu tuleb neid mulda viia ka mineraalväetistega. Kui väetamist teostatakse kompleksväetistega tuleb valida sobiva vahekorraga ja võimaluse korral kloorivaba väetis. Kompleksväetisi anda paiklikult mahapaneku ajal (Kärblane, 1996).

1.2.4 Kartuli mahapanek ja kasvuaegne hooldamine

Kartuli mahapanek optimaalsel ajal aitab oluliselt suurendada mugulasaaki ja parandada saagi kvaliteeti. Õigeaegselt mahapandud kartul tärkab ja areneb kiiresti, hakkab õitsema ja

mugulaid moodustama varem (Eremeev *et al.*, 2007). Hooldustöödega tuleb luua kartulile soodsad kasvu- ja arengutingimused kogu kasvuperioodiks. Muldamise ning äestamise põhifunktsioonideks kartuli hooldusel on umbrohtumuse kontrolli all hoidmine, kartulivagude vormimine vastavalt kartulipesa sordilistele iseärasustele, mulla soodsa füüsikalise seisundi loomine ning kiire reageerimine ekstreemsetele ilmastikutingimustele (Kuill, 2002a). Hooldustehnoloogiat mõjutavad mullaviljakus, tallamiskindlus ja kultuuristamise aste.

Mullaharimine on kartuli agrotehnika tähtis lüli, mille põhiohudeks on saavutada sügavalt kobestatud, peensõmeraliseks ja umbrohupuhtaks haritud muld, milles on piisavalt õhku ja niiskust kartuli kasvuks ning arenguks (Aamisepp jt., 1989).

Sügisene mullaharimine järgneb pärast kartuli eelvilja koristust. Eelvili määrab esmase mullaharimise. Teravili kartuli eelviljana eeldab kõrrekoorimist. Põhiliseks ja üheks tähtsaimaks harimisvõtteks on sügisküüdi. Tagab orgaanilist väetiste, kõrre ja umbrohuvarte, varise, haigustekitajate ja kahjurite mulla sügavamatesse kihtidesse viimise, mulla mikroorganismide elutegevuse reguleerimise ning umbrohutõrje. Küüdi eeliseks on ka sügavalt põllumaa läbiharimine, mis tagab kartuli kasvatamiseks hea keskkonna. Sügisküüdi sügavuseks on harimisel kartulikasvatases võiks olla 24–25 cm (Kuill, 2002b). Kevadise mullaharimise eesmärgiks on tagada seemnemugulate soodsad idanemistingimused ja kiire tärkamine. Mullaharimisega alustatakse võimalikult varakult, siis kui muld on füüsikalise küpsuse saavutanud (Mullaharimine, 2003). Traktorile tuleks kinnitada lisarehvid, et vähendada survet pinnasele. Kartulikasvatases nagu ka kõigis muudes valdkondades arendatakse tegevust ja proovitakse saada maksimaalset kasumit, niisiis arendatakse ka kartulitootmist. Näiteks on kasutusele võetud Šoti tehnoloogia, mille viljelemine tähendab erinevaid mulla harimisvõtteid kevadel. Kasutatakse erinevaid seadmeid, mis freesivad mullamassi läbi ja eraldatakse kivid separeerimise abil. Selle tehnoloogiaga seoses ei toimu äestamist ja muldamist. Umbrohutõrje teostatakse taimekaitsepretsiga. Enamus ettevõtteid kasutab siiski nii-öelda vanade võtetega kartulikasvatust, kus kevadised mullaharimised on sarnased – toimub kivide korjamine, sügavkobestus, kultiveerimine, vagude ajamine ja külvamine.

Kui ei suudeta umbrohtudega võidelda agrotehnilisi võtteid kasutades, on võimalik umbrohtumuse vähendamiseks ja nende eemaldamiseks kasutada erinevaid herbitsiide.

Süsteemne herbitsiid Titus 25 DF preparaat toimib lehtede kaudu. Kasutatakse, kas enne või pärast kartuli tärkamist. Herbitsiid tõrjub hästi harilikku orasheina, harilikku kesalille,

kõrvikuid, põld-lõosilma, madaraid ja vesiheina. Preparaadil on tagasihoidlik toime hariliku linnurohu mailaste liikide suhtes.

Kartulitaimi ohustavad ka erinevad kahjurputukad, siis võib putukate arvukuse vähendamiseks kasutada ka insektiitsiide. Tõrjutavateks kahjuriteks on kartulimardikad ja lehetäid.

Kõige enamlevinud kartuli saaki ja selle kvaliteeti mõjutavad taimehaigused on kartuli-lehemädanik, mugula pruunmädanik, kartuli mustkärn, kuivmädanik, mugula märgmädanik ja harilik kärn. Haiguste kartuli-lehemädaniku ja kuivmädaniku tõrjeks kasutatakse erinevaid fungitsiidide nagu näiteks: Ridomil Gold, Shirlan, Revus jne.

Lehemädaniku vältimiseks mahekasvatuse puhul tuleks rõhku panna haiguskindlamate sortide kasvatamisele ning tervete seemnemugulate olemasolule (Luik jt., 2008). Võtted, mis aitavad lehemädaniku levikut tõkestada on kartuli eelidandamine (Eremeev *et al.*, 2007). Selle abil tärkavad kartulid varem ja lüheneb ka kasvuperiood. Koristust saab alustada varem ja võib-olla isegi enne lehemädaniku levikut. Mehaanilised võtted nagu muldamine ja äestamine aitavad paremaid tulemusi mahekartuli tootmisel saavutada. Kui aga lehemädaniku nakatumist on kartulitaimede puhul märgata tuleks koheselt pealsed eemaldada (Luik jt., 2008).

1.2.5 Koristamine

Kartuli koristamisel ei saa lähtuda kuupäevadest. See sõltub, kas tegemist on varajase, keskvalmiva või hilise sordiga. Oluline on ka see, kas tegemist on seemne-, toidu-, või tärklietööstuse kartuliga. Mida varem on kartul maha pannud, mida soojem ja soodsam on kasvuperiood, seda varem valmib saak (Siim, 2002). Varajase koristuse korral võib koor lahti olla ja mugulad saavad rohkem vigastada ning hoidlaperiood on pikem. Hilinemise korral võib põld jääda külma ja vihma kätte. Kartuli säilitamisele on ohtlik põllu või selle osa vee alla jäämine. Tavaliselt hakkab selline kartul kiiresti mädanema. Kui põllu mingil osal on seisev vesi olnud, siis ei tohi sealt koristatud kartulit teistega kokku panna. Need tuleb koristada ja koheselt tarbida. Niisketes oludes ja vihmaga koristatud kartulid on halvemate säilivusomadustega (Siim, 2002).

Kartulimugulad on õrnad ja neid ei tohi kloppida ja muljuda. Koristustöödel ja hoidlasse transportimisel tuleb töid teostades mugulaid vigastamata. Meil on optimaalne koristusaeg lühike, tavaliselt 20–25 päeva. Põhiline säilituskartuli koristusaeg on 25. augustist kuni 20 septembrini. Seemnekartuli koristusaeg jääb aga augusti esimesse poelde. Kõige hiljem võib koristada kartuli, mis läheb tärklietööstusesse (Siim, 2002).

Kartul säilimiseks parim temperatuur on +4°C ja suhteline niiskus 95% juures. Hoiustamiseks on soovitatav kartulit hoida 3–5°C ja seemnekartulit 3–4°C piires. Säilitamisel on tähtis, et mugulad ei kaotaks oma kvaliteeti. Samuti on kahjulik, kui mugulad kaotavad liiga palju oma massist. (Roosenberg, 1994)

Lauakartuli kvaliteedile ja selle püsivusele pööratakse tarbijate ja toidutöötajate poolt järjest suuremat tähelepanu. Kartuli säilimisel mängib suurt rolli selle keemiline koostis ja vigastuste ulatus (Tartlan ja Akk, 2009).

1.2.6 Realiseerimine ja kvaliteet

Keedetud kartulite välimus on oluline näitaja nii kodudes kui toitlustusettevõtetes pakutavatel toitudel (Tartlan, 2005), mis mõjutab suurel määral realiseerimisvõimalusi ja kasutussobivust. Kartulimugulate kvaliteedi hindamisel on kaks peamist kriteeriumi mida jälgitakse. Tehakse vahet mugulate välisel ja sisemisel kvaliteedil (Tsahkna, 2007). Mugulate välise kvaliteedi all mõeldakse väliseid parameetreid nagu kuju, suurus, defektide esinemine, vigastused ja nende ulatus, mooned, mugula haigustest põhjustatud sisu defektid. Mugulate väline kvaliteet on äärmiselt tähtis, kuna määrab ära saagi kaubanduslikkuse. Sisekvaliteet aga väga tähtis kulinaarsest seisukohast, kuid ka kaubanduslikust seisukohast. Konservitööstuses vajatakse samuti mittetumenevaid kartuleid (Tartlan, 2005). Kodusel toiduvalmistamisel on mugulate värvuse muutus mõnevõrra väiksema tähtsusega, sest koorimiseks ja tükeldamiseks kuluv aeg on suhteliselt lühike, mistõttu jääb kartuli tumenemine minimaalseks. Kartuli sisekvaliteedi hindamisel võetakse aluseks keedetud mugulate välimus, lagunemine, jahusus, maitse ja tumenemine. Mugula kvaliteeti hinnatakse ka keemilise koostise alusel, nagu kuivainesisaldus, suhkrute ja nitraatide, vitamiinide sisaldus ja mõningal määral ka glükoalkaloidide sisaldus. (Tsahkna, 2006; 2007). Tumenemisprotsessis etendab kõige suuremat osa kartuli sort. Rohkem tumenevad tärkliiserikkamad mugulad, sest nende

rakuseinad ei ole nii elastsed ega pea löökidele vastu (Tsahkna, 1995). Tumenemist mõjutab ka kasvukoht koos ilmastikuoludega, koristustingimused, mugulate koristusvalmidus koristusajaks ning väetamine. Mugulasaagi ja keemiliste uuringute põhjal on veel kindlaks tehtud tumenemist mõjutavad tegureid. Tumenemist võib mõjutada suur mugulate osakaal saagis, mugulate mass, raku suurus, rakumahla pH, teatud hapete, nagu klororgaan-, sidrun- ja askorbiinhappe sisaldus mugulates (Tsahkna, 1991).

2. UURIMISITÖÖ METOODIKA, KORRALDAMISE TINGIMUSED

2.1 Katse asukoht, üldiseloostus ning mullastik

Katse korraldati Eesti Maaülikooli taimekasvatuse ja rohumaa viljeluse osakonna katsepõldudel Eerikal 2009. ja 2010. a. Katse teostati kartulisordiga 'Reet'. Kasutati järgmisi variante: 1. üleminek mahedale 2. üleminek mahedale + sõnnik 3. N₀P₀K₀, 4. N₅₀P₂₅K₉₅ 5. N₁₀₀P₂₅K₉₅ 6. N₁₅₀P₂₅K₉₅, neid variante oli neljas korduses. Üleminek mahedale tähendab seda, et tegemist ei ole veel täitsa maheda sertifikaati saanud kartuliga. Tegemist on teise ja kolmanda aasta üleminekuga.

Üleminek mahedale + sõnnik on saanud 40 t/ha orgaanilist väetist (keskmiselt sisaldas sõnnik 9.7 g/kg N_{üld}, 4.6 g/kg P_{üld}, 8.6 g/kg K_{üld}, 138 g/kg C_{üld} ja 44.8% kuivainet). Tavatootmise variandid, aga erinevad üksteisest mineraalväetiste normi järgi. Taimekaitsevahendeid sai kasutatud kõigil tavatootmist käsitlevatel variantidel. Mullaliigiks on näivleeturunud liivsavi muld huumustüsedusega 20–30 cm (Reintam and Köster 2006). Näivleeturunud põllumuldade huumusesisaldus on valdavalt 1,9–2,4% ja üldlämmastiku sisaldus keskmiselt 0,13%. (Penu, 2005). World Reference Base (WRB) klassifikatsiooni järgi *Stagnic Luvisol* (Deckers *et al.*, 1998). Antud muld on kartulitaimede kasvamiseks, arenemiseks ning lõppkokkuvõttes mugulasaagi moodustumiseks sobiv tänu soodsale õhu-, vee- ja soojusrežiimile (Aamisepp, 1978a).

Töö majanduslikus osas on kõik hinnad väljendatud eurodes, seda põhjusel, et oleks lihtsam ja ülevaatlikum praegusel ajal hindades orienteeruda, kui käibel on Eestis rahaühik euro. Kõik sisendite ja ka realiseerimishinnad hinnad pärinevad aastatest 2009 ja 2010, mil teostati katsed. Hindade ümberarvutamisel kroonidelt eurodeks on kasutatud kurssi 15,65.

Andmete töötlemiseks kasutati andmetöötlusprogrammis Statistica 11 (ANOVA Fisher LSD test, usalduspiir 95% (P<0,05)).

2.2 Katse korraldamine, vaatlused ja määramised

Katse ettevalmistamisega 2009. aastaks hakati tegelema juba novembri lõpus 2008 a., kui üleminek mahe + sõnnik katselapp sai 40 t/ha sõnnikut. Koheselt peale seda toimus sügiskünd (29.10.2008). Esimesed kevadised mullaharimis tööd toimusid 23.04.2009, põldu libistati. Mai alguses toimus sügavkobestus, mida tehti kaks korda. Koheselt peale sügavkobestust aeti põllule sisse ka kartulivaod (04.05.2009). Kartuli mahapanek toimus masinaga 05.05.2009. Tärkamise algust võis märgata 26.05.2009 samal päeval toimus ka esimene äestamine. Muldamine toimus 03.06.2009 ja peale seda teine muldamine 25.06.2009. Kolmas toimus juba juuli alguses. 15. juulil. Teostati üleminek mahevariandil umbrohu kitkumine. Esimesel septembril koristati üleminek mahe katsevariandid ja peale koristust toimus põllu umbrohust puhastamine. Kartulikoristus N₀P₀K₀ variandil ja väetatud variantidel toimus 17.09.2009. Väetamised toimusid 24.04, 02.06 ja 19.06.2009 a. Pritsimine kartulihaiguste ja -kahjurite ning umbrohu tõrjeks toimusid 18.06, 30.06, 14.07, 27.07, 10.08. Üleminek mahevariandid väetamisest ja pritsimisest osa ei saanud. 2010 aastal toimusid põllutööd analoogselt 2009 aastale: Tavavariantidel teostati sügiskünd oktoobris 2009 aastal. Üleminek mahevariantide puhul toimus kündmine kevadel (20.04.10). Kartuli ettevalmistavaid töid teostati veel künnile lisaks 28.04.2010 a. kultiveerides ja sügiskünte libistades. 5. mail toimus veel sügavharimine sügavkobestajaga. 6. mail aeti sisse kartulivaod ning toimus ka kartuli mahapanek. Kõikide variantide kartuliseeme oli eelidandatud. Kasvuaegsed hooldustööd toimusid 31.05.2010, kui äestati kartuli katselapid. Muldamised toimusid vastavalt 15.06 ja 25.06 ning üleminek mahevariantidel lisaks ka 8.07.10. Mehhaaniline umbrohutõrje teostati 21.juulil. Kartuli koristus 2010 aastal toimus 30.augustil. Sõnniku andmine üleminek mahedale + sõnnik toimus 20.04.2010. mineraalväetiste andmine NPK 5-14-28 kartuli mahapanemise eelselt 400 kg/ha 4. mail ning lämmastikväetiste andmised kahel külvikorraga 7. juuni ja 16 juuni. Taimekaitse tööd sai teostatud 6 töökäiguga. 7. juunil teostati herbitsiidiga Titus umbrohutõrje. Lehemädaniku tõrje erinevate fungitsiididega teostati 25. juunil, 8. juulil ja ka 6. augustil. Üldhävitav umbrohutõrje glüfosaadiga Roundup toimus koristusjärgselt 31. augustil.

Kasutati eelidandatud seemnemugulaid. Selleks hoiti neid 30 päeva temperatuuril 12–15°C, valguspäeva pikkust ei reguleeritud.

Mugulate tärklisesisaldus määrati Parovi kaaludega ja tärklisesaak arvutati kogusaagi alusel. Mugulate tumenemine määrati kahte erinevat moodi. Toorlõikude tumenemisel lõigati mugulad pärast hoidlast toomist pooleks ja jäeti lauale seisma nii, et lõigatud pool jäi ülese. Pärast 1,5 ja 24 tunni möödumist määrati tumenemise astmed. Keedetud kartuli tumenemise määramiseks, kooriti ja keedeti kartulid ning määrati tumenemine 1,5 ja 24 tundi pärast keetmist.

Nii toore kui ka keedetud kartuli järeltumenemise määramiseks kasutati L. Tartlani (2005) skaalat:

- 1 – väga tume
- 3 – tugevalt tume
- 5 – keskmiselt tumenenud, selge värvimuutus
- 7 – vähe tumenenud, veidi märgata muutust värvis
- 9 – ei tumene

Füüsikalise- mehhaaniliste omaduste määramiseks kasutati Safrozbekjani konstrueeritud seadmeid (Lisa 2), millest üks oli koonilise otsaga ning, millel loendati kui mitme löögi järel tungis kooniline otsik mugulasse. Teine seade oli sfäärilise otsaga, kus mugula tipmisele ja kahele teineteisega risti olevale küljele kukutati raskus. Kümme päeva hiljem määrati mugulate sisu tumenemine löögikohal millimeetrites.

2.3 Ilmastikutingimused

Aasta 2009 võrreldes aastate 1969–2011 keskmisega oli peaaegu sama temperatuur. 2010 aasta kasvuperioodi temperatuur ületas paljude aastate keskmist temperatuuri ligi 1,3 temperatuurkraadi võrra. Sademete hulk 2009 aasta kasvuperioodidel oli sarnane aastate 1969–2011 keskmisele. Küll aga peab märkima, et juuni kuul oli sademete hulk 60 mm võrra suurem võrrelduna aastate keskmisega. Jällegi juuli oli põuasem ning sademeid 15 mm võrra vähem kui tavaliselt. Suurimad erinevused olid 2010 aasta juulis kui keskmine temperatuur oli 21,7°C, mis on 5,2°C võrra kõrgem kui aastate keskmine. Antud perioodil oli ka pöud. Sademete poolest oli 2010 a. mai, juuni ja august aga väga sademeterikkad. Võrreldes aastatega 1969–2011 oli kasvuperioodil ligikaudu 130 mm rohkem sademeid (Tabel 1).

Tabel 1. Keskmise temperatuur ja sademete hulk vegetatsiooniperioodil kuude lõikes aastatel 2009 ja 2010 võrrelduna aastate 1969–2011 keskmiste tulemustega.

Kuu	Keskmise temperatuur, °C			Sademete summa, mm		
	2009*	2010*	1969–2011**	2009*	2010*	1969–2011**
May	11.4	12.1	11.3	13.4	97.4	56.6
June	13.8	14.2	15.4	137.4	98.0	75.8
July	16.9	21.7	17.5	54.6	38.4	70.6
August	15.4	17.9	16.1	89.2	148.4	89.8
Sept	13.8	11.3	11.7	38.8	79.0	38.6
Mai-Sept	14.3	15.8	14.5	321.8	461.2	331.4

* Eerika ilmajäama andmed ** (Jaagus, 1999)

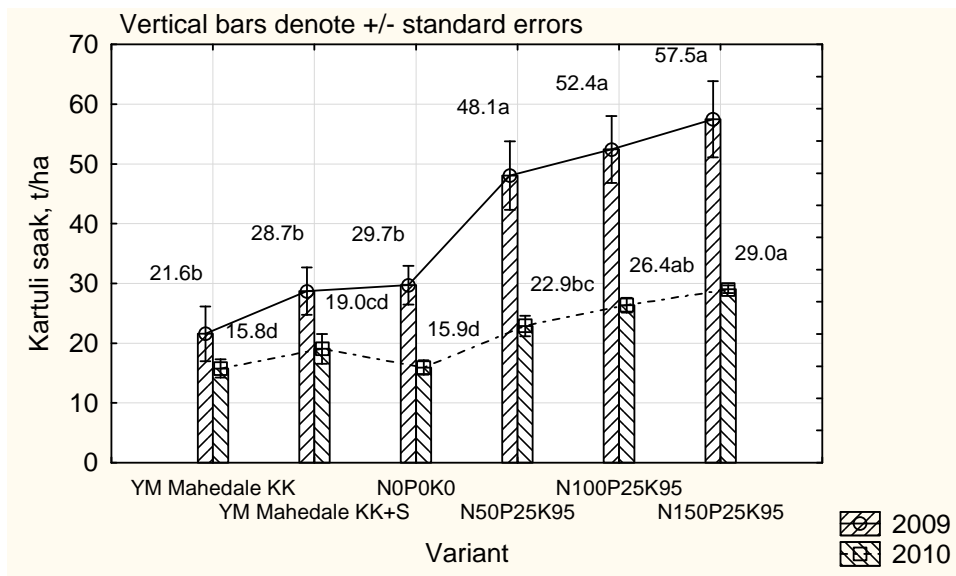
2.4 Kartulisordi 'Reet' iseloomustus

Katsed sai teostatud kartulisordiga 'Reet'. Kartulisort 'Reet' on aretatud ristamisvanemate 'Mats' ja 'Gitte' aretustulemusena. Varasuselt on antud sort keskvalmiv. Sordi tunnustest võib välja tuua selle, et õis hele sinakasvioletne, mugulad kollase koorega, korrapärase ovaalse kujuga, kollase sisuga, silmad madalad ja silma põhimiku värvus kollane, valgusidand aluselt keskmise sinise värvusega. Majanduslikud tulemused on saagikusest võrdsed sordiga 'Ants', kaubanduslike mugulate saagilt jääb sordile 'Piret' veidi alla. Tärglisesisalduselt on 'Reet' võrdne sordiga 'Piret' (keskmise). Kartulisort 'Reet' (keskvalmiv) eelidandamata mugulate algareng on aeglane (Tsahkna ja Tähtjärvi, 2009). Eelidandades annab 'Reet' juba varakult hea kaubanduslike mugulate saagi, hea maitsega. Sobib kartulikrõpsudeks ja tööstuslikuks koorimiseks. Haiguskindluselt on 'Reet' kidu ussi- ja vähikindel, lehemädanikukindluselt ületab standardsorte 'Ants', 'Piret' ja 'Berber'. Harilikku ja mustkärna nakatumine on minimaalne. Tuleks pidada meeles soovitusi, et võimalusel eelidandada, kuna algareng on aeglane, säilib keskmiselt kuni hästi, suhteliselt hea lehemädanikukindluse tõttu sobib sort maheviljeluses kasvatamiseks (Tsahkna ja Tähtjärvi, 2008).

3. UURIMISTÖÖ TULEMUSED, ARUTELU

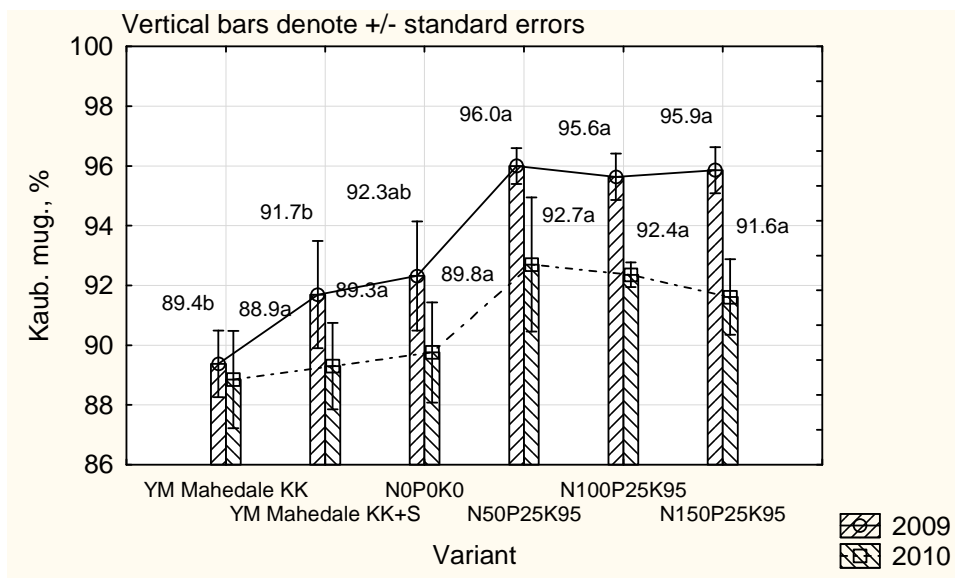
3.1 Kartuli saak ning kaubandusliku saagi osakaal

Ühe taime mugulate mass sõltub mugulate arvust taimel ja mugula keskmisest massist (Howard, 1982) 2009 aasta tulemusi võrreldes oli saagivahe üleminek mahe ja maksimaalselt väetatud variandi erinevus suurem kui kaks korda. Üleminek mahedalt variandilt sai saaki 21,6 t/ha ja variandilt $N_{150}P_{25}K_{95}$ 57,5 t/ha. Mida suurem kogus väetisi anti seda suuremaks läks ka saak. Omavahel võrreldes üleminek mahevariante oli hektarisaak üleminek mahe + sõnnik ligi 7 tonni suurem kui ilma sõnnikuta variandil. Orgaanilised väetised parandavad mulla omadusi ning annavad toitu ka mikroorganismidele. Suur saagierinevus oli $N_0P_0K_0$ ja $N_{50}P_{25}K_{95}$ vahel peaaegu 20 t/ha, millest võib järeldada, et kartuli saagi suurendamiseks on vajalik anda juurde väetiseid. Antud katse puhul on kliimategurid mitmeti mõjutanud katseaastate vahelisi erinevuseid. Suurimad erinevused olid 2010 aasta juulis kui keskmine temperatuur oli 21,7°C, mis on 5,2°C võrra kõrgem kui aastate keskmine. Optimaalne temperatuur kartulimugulate kasvuks on 16–18 °C, pealsete kasvuks 19–21°C. Aktiivne lehtede fotosüntees toimub temperatuuril 15–25°C (Dwelle *et al.*, 1981). Sellest võib välja lugeda et juulikuul mugulate moodustumise ajal olnud liiga kõrge temperatuur ei olnud kartuli arenguks soodne. Antud perioodil oli ka põud, mis mängis saagierinevuses kindlasti suurt rolli. Põud on enamasti veepuuduse ja kuumuse koosmõju, mille tõttu hingamine intensiivistub ja fotosüntees väheneb järsult (Thornton, 2002). Kartulitaimed vajavad rohkesti vett mugulate moodustumise algusest taimede vananemise alguseni (Harris, 1982b). 2010 aasta saagid jäid tunduvalt alla 2009 aasta saakidele kõigis variantides. Kõige suurem saagivahe oli maksimaalselt lämmastikväetist saanud variandi puhul, kui saagi erinevus oli 28,5 t/ha (Joonis 1). Suurimaks mõjutajaks arvan olevat 2010 aastal esinenud kuiva ja sooja perioodi juulis, kui kartulitaimed peaksid moodustama mugulaid. Ning liiga niisket perioodi kartuli tärkamise ajal (Tabel 1).



Joonis 1. Kartuli saak t/ha 2009 ja 2010a. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

Kaubanduslik saak oli suhteliselt ühtlane kõigis variantides mõlemal saagiaastal, kui kaubandusliku saagi osakaal on varieerunud 88,9%–96%. Parimad kaubanduslikud saagid on saadud vähese lämmastikväetisega variantidelt. 2009 aasta kaubanduslikud saagid olid paremad kui 2010 aastal seda 1%–5% ulatuses. Kõige madalam on kaubanduslik saak variantidel üleminek mahedale ja üleminek mahedale + sõnnik, seda antud kahel saagiaastal. Nendest andmetest võib järeldada, et suurt rolli mängib kartulikasvatuses taimekaitsevahendite kasutamine. Taimekaitsevahendid aitavad kaasa suurema kaubandusliku saagi moodustumisele (Joonis 2).

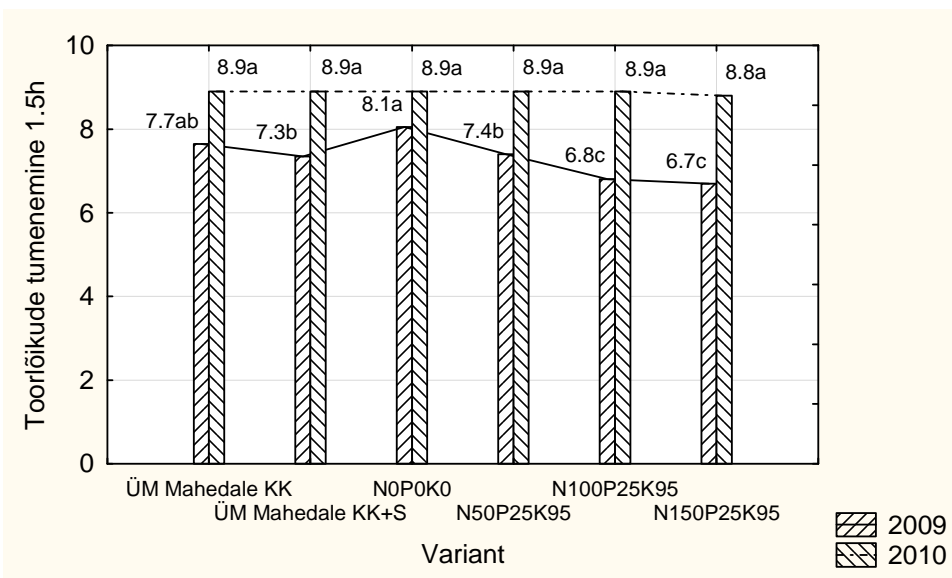


Joonis 2. Kartuli kaubanduslik saak, % 2009 ja 2010 aastal. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.2 Kartulimugulate kvaliteet

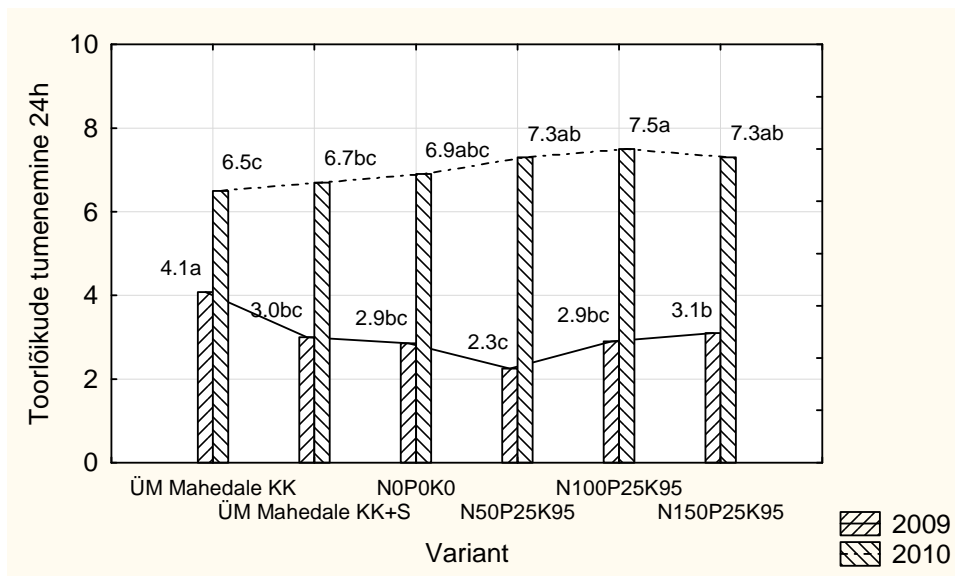
3.2.1 Toore ja keedetud kartuli mugulate tumenemine.

Toorlõikude tumenemine 1,5 tunni möödudes oli kõige suuremat tumenemist märgata variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅. Kõige vähem oli tumenenud variant, mis ei olnud saanud väetisi ehk variant N₀P₀K₀. Tumenemise vahed oli väikesed ainult ühe ja poole hindepalli ulatuses, aga statistikaprogramm täheldas siiski statistiliselt usutavaid erinevusi. 2010 aastal tumenemiskatse näitajad olid paremad, kui aasta varem teostatud kartuli tumenemiskatset. Kartul oli vähe tumenenud, veidi oli märgata muutust värvis (Joonis 3). Keedetud kartulite välimus on oluline näitaja nii kodudes kui tootlustusettevõtetes pakutatavatel toitudel (Tartlan, 2005). Kui võrrelda saadud tumenemise hindepalle siis võib täheldada, et 1,5 tunni möödudes toorlõikude tumenemine suurt kahju veel ei tee. Võib täheldada minimaalset värvuse muutust, mis aga ei muuda veel kartulit mittekaubanduslikuks. Mugulasaagi ja keemiliste uuringute põhjal on kindlaks tehtud tumenemist mõjutavad tegurid mis on näiteks: suur mugulate osakaal saagis, mugulate mass, kuivaine- ja tärklisesisaldus, raku suurus, rakumahla pH, teatud hapete, nagu klororgaan-, sidrun- ja askorbiinhappe sisaldus, anorgaanilised ioonid (eriti raud ja kaalium) (Tsahkna, 1991).



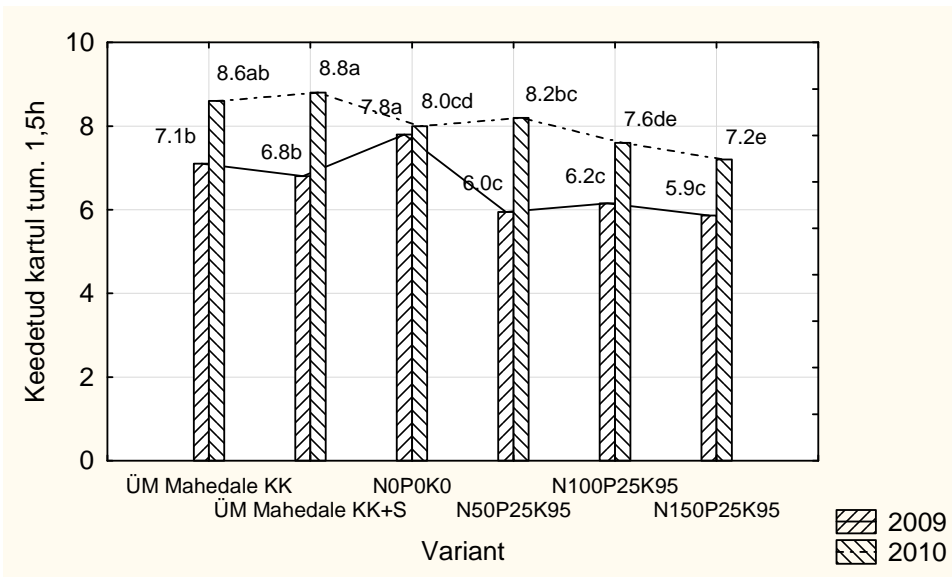
Joonis 3. Toorlõikude tumenemine 1,5h möödudes 2009 aastal. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

Pärast 24 tundi olid tulemused võrreldes 1,5 h muutunud. Nüüd oli kõige tumedam variant $N_{50}P_{25}K_{95}$. Üleminek mahe variant oli kõige paremate tulemustega, sest oli 24h möödumisest küll tugevalt tumenenud, kui võrreldes teiste variantidega ikkagi heledam. Sellise tumenemise astme juures on kartulite müümine vägagi keeruline. Inimesed soovivad osta kvaliteetset kartulit, mis oleks kvaliteetne ja isuäratav. Kui kartul on tumenenud siis see väga isu ei ärata. Antud katsetulemustest järeldust tehes võib öelda, et toore kartuli ette koorimine ja selle 24 tunni jooksul turustamine ei ole kartulisordi 'Reet' puhul põhjendatud. Kartul muutub ebakvaliteetseks. Suured sööklad ja toitlustusasutused soovivad kooritud kartulit kasutada, siis selleks kartulisort 'Reet' ei ole antud katseaastate tulemuste tagajärjel hea lahendus, sest kvaliteet langeb üsna kiiresti (Joonis 4). 2010 aastal oli tumenemise ulatus küll tunduvalt väiksem, kuid siiski esines tumenemist 6,7–7,7 hp ulatuses.



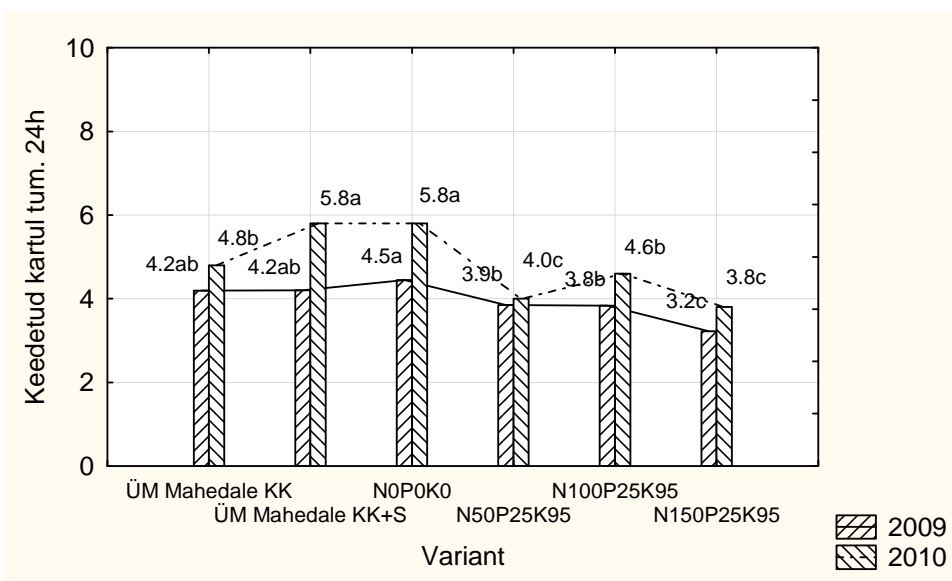
Joonis 4. Toorlõikude tumenemine 24h möödudes 2009 aastal. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

Turustusketid müüvad kartulit nii keedetult kui toorelt, püütakse pakkuda klientidele seda mida kliendid ootavad ja soovivad. Keedetud ja kooritud kartuli müük on tänapäeval üsna tavaline. Sellest tulenevalt sai võrreldud ka keedetud kartuli tumenemist. Teine põhjus, miks keedetud kartuli tumenemist sai võrreldud, peitub selles, et sageli keedetakse koduses majapidamises kartulit rohkem kui päeva kogus. Eesmärgiks kartulit soojendada järgmisel päeval ja sellest uuesti süüa valmistada. Keedetud kartuli puhul olid tulemused analoogsed toorlõikude tumenemisega. Pooleteis tunnise seismise järgselt oli kõige heledam variant, mis ei saanud väetisi, aga millel oli teostatud taimekaitsetöid. Kõige vastuvõtlikum oli tumenemisele variant, millele sai antud kõige enam mineraalväetiseid (Joonis 5).



Joonis 5. Keedetud kartuli tumenemine 1,5h möödudes 2009 aastal. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

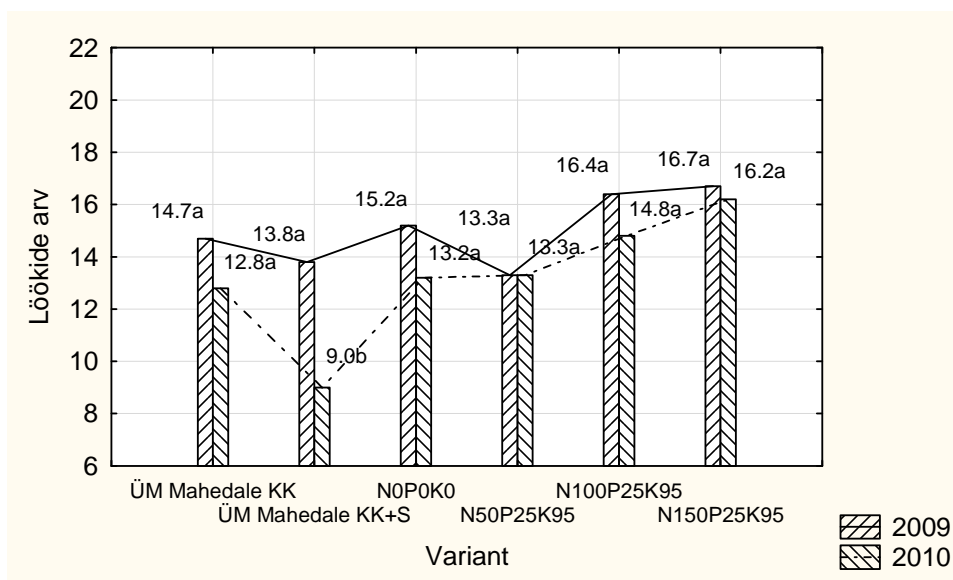
24h seismise järgselt oli kõige tumedam variant N₁₅₀P₂₅K₉₅. Positiivseid tulemusi andsid variandid, mille puhul ei kasutatud mineraalseid väetiseid. Kartulisort 'Reet' on küllaltki vastuvõtlik tumenemise suhtes. Rohkem tumenevad tärkliserikkamad mugulad, sest nende rakuseinad ei ole nii elastsed ega pea löökidele vastu (Tsahkna, 1995). Jooniselt 6 näeme, et 24 tunni möödudes on kartul tumenenud märgatavalt ja sellised tumenemistulemused sunnivad antud kartulid ära viskama ja mitte enam toiduks kasutama (Joonis 6).



Joonis 6. Keedetud kartuli tumenemine 24h möödudes 2009 aastal. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.2.3 Mehhaanilistele põrutustele vastupidavus

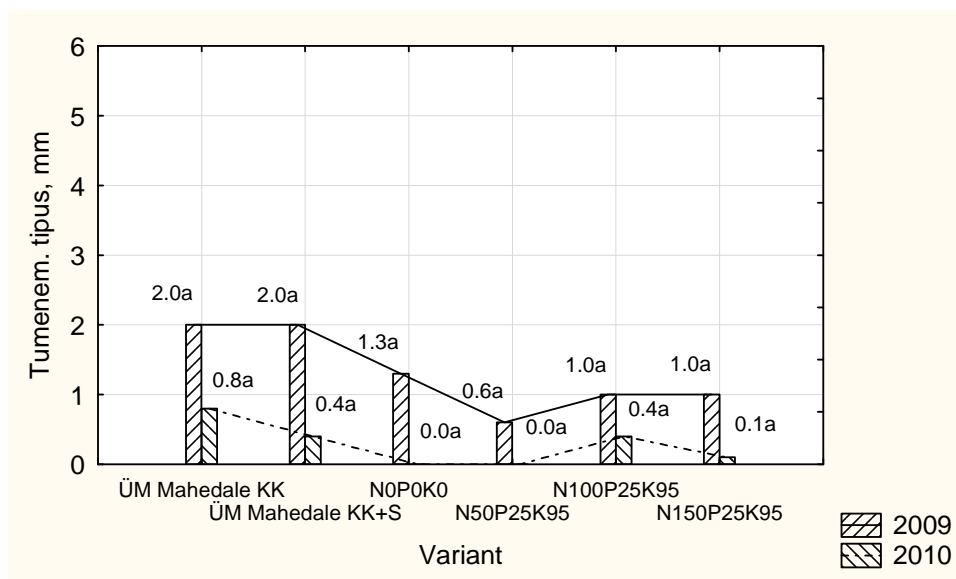
Mehhaanilistest vigastustest põhjustatud tumenemise tekkemehhanism on lühidalt järgmine. Kui mugulaid vigastavad löögid või muljumine, vigastub sageli mugula sisu, mis on väliselt nähtamatu. Purustatud rakuseinte kaudu valgub vakuoolidest välja protoplasma ning astub koos ensüümiga reaktsiooni fenoolsete ühenditega. Selle tulemusena tekkivad värvained, mis muudavad rakukoed tumedamaks. Rohkem tumenevad tärklikerikkamad mugulad, sest nende rakuseinad ei ole nii elastsed ega pea löökidele vastu (Tsahkna, 1995). Koonilise otsaga mugula kahjustuse löökide arv oli mõlema katseaasta variandides sarnane. Koonilise otsikuga löökide arv jäi 13–17 löögi piiresse (Joonis7). Vastupidavus mehhaanilistele vigastustele on ühelt poolt määratud geneetiliselt, kuid teiselt poolt mõjutatud keskkonningimustest (Tsahkna, 1995).



Joonis 7. Koonilise otsikuga löökide arv. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

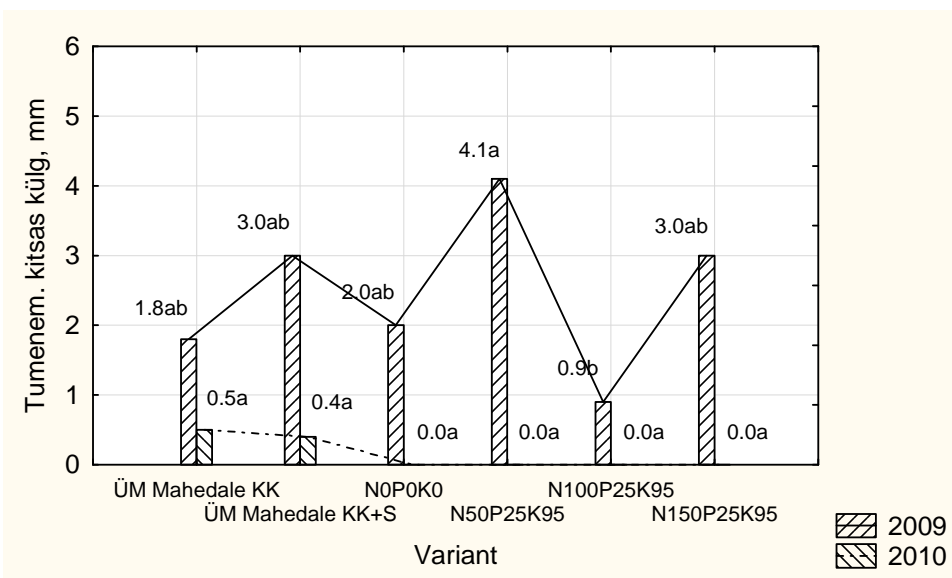
Üleminek mahevariantide võrreldes tavatootmise variantidega on küllaltki vastuvõtlikud löökidele kõigest kolmest küljest, mida sai mõjutada sfäärilise otsikuga. Seda võis välja lugea mõlema katseaasta puhul. Üleminek mahevariantide tumenemise ulatus oli suurem kui tavavariantidel. Nendest andmetest võib järeldada, et masintehnoloogiaga koristatavad mahekartulid võivad saada suuremaid mehhaanilisi kahjustusi ja sellest tulenevalt nende

hoiustamine ja realiseerimine võin olla keerulisem. Tähelepanu äratas üldiselt 2010 aasta kartulimugulate vastupidavus löökidele, löökidest hoolimata kartulimugulad peaaegu ei tumenenudki. Seda võib põhjendada A. Tsahkna (1995) väitega, et rohkem tumenevad tärgliserikkamad mugulad, sest nende rakuseinad ei ole nii elastsed ega pea löökidele vastu. Tärglis põhilise komponendina moodustab $\frac{3}{4}$ kuivainest (Jõudu, 2002e). 2009 aastal kui oli mugulate tärglisesisaldus ligi maksimaalselt 3% võrra kõrgem (Joonis 5). Tumenemist mugula tipus võis täheldada üleminek mahevariandi puhul kuni 2 mm ulatuses. Kõige vähem mõjutasid löögid varinarti N₅₀P₂₅K₉₅, kui võis tipust eristada kuni 1 mm suurust tumenemist (Joonis 8).



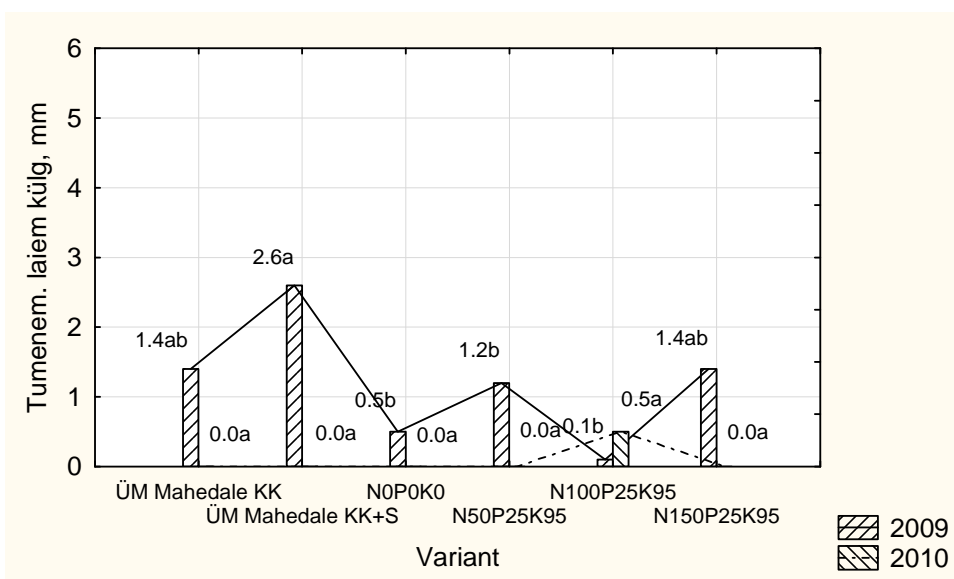
Joonis 8. Sfäärilise otsaga mõjutades mugulat tipust. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

Kartulimugulate kahjustusi kitsamast küljest mõjutades sfäärilise löökriistaga olid tulemused analoogsed tipmiste mõjutustega. 2010 aasta mugulad olid põrutuste suhtes kindlamad ja tumenesid märgatavalt vähem. Väetaud variantide puhul ei esinenud tumenemist. Antud näitajad on väga head ning nende tulemuste taustal võib järeldada, et kartulikombainiga koristamisel ei teki mittekabanduslikke mugulaid juurde. 2009 aastal oli aga tumenemist märgata tunduvalt rohkem. Kõikidel variantidel esines löökidest tulevaid kahjustusi. Kõige rohkem sai kahjustatud variant N₅₀P₂₅K₉₅ kui esines tumenemist 4,1 mm ulatuses (Joonis 9).



Joonis 9 . Sfäärilise otsaga mõjutades mugulat kitsamast küljest. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

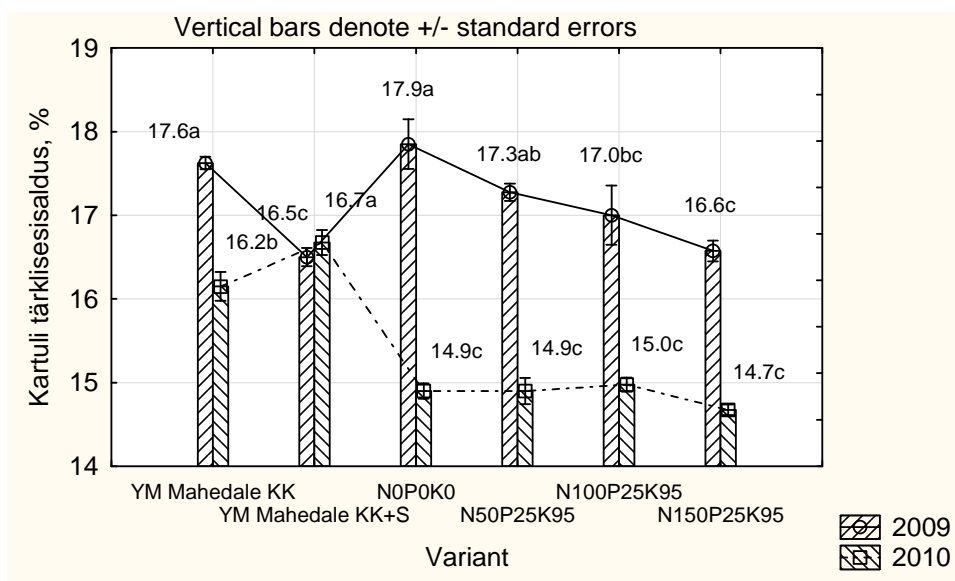
Laiem kül, mis peaks olema kõige vastuvõtlikum löökidele ja seeläbi kahjustuse ulatus peaks olema kõige märkimisväärsem esines samuti samasugune tendents nagu kitsama ja ka tipmise kahjustuse korral. 2010 aastal ei kahjustanud sfääriline löökriist ühegi variandi mugulaid. 2009 aastavariantidest oli kõige vastuvõtlikum ülemineku mahevariant ja ülemineku mahevariant mille oli antud ka orgaanilist väetist 40 t/ha. Samuti esines tumenemist variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅ kui tumenemise ulatus oli 1.4 mm ulatuses (Joonis 10).



Joonis 10. Sfäärilise otsaga mõjutades mugulat laiemast küljest. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.2.2 Tärklisesisaldus

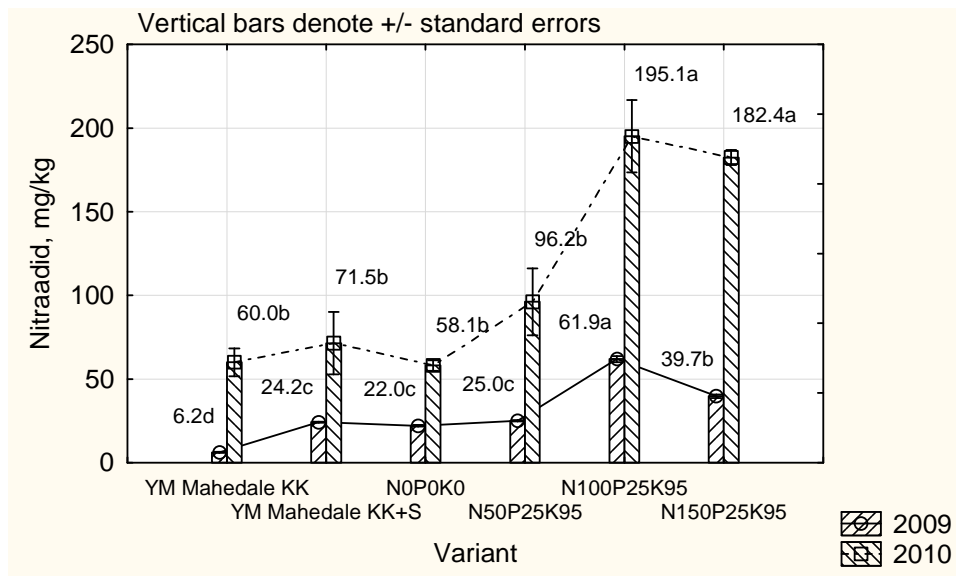
Mugulate tärklisesisaldus vähenes lämmastikkoguse suurenedes. Selline tendents joonistub välja 2009 aasta tärklisesisalduse andmetest. Samuti oli olukord ka 2010 aastal. Erinevus võrreldes 2009 aastaga oli aga selles, et tärklisesisaldus oli mugulates maksimaalselt 3% võrra väiksem. Kõige rohkem sisaldavad tärklisist üleminek mahedale ja variant, mida ei väetatud. Kõige vähem sisaldasid tärklisist variandid üleminek mahedale + sõnnik ja N₁₅₀P₂₅K₉₅ mugulad mille tärklisesisalduse protsent oli vastavalt 16,5 ja 16,6. Variant, millel oli teostatud mõningaid taimekaitseteid kuid, mida polnud väetatud lämmastikuga olid tärklise sisalduse protsent mugulates keskmiselt 17,9%. Aastal 2010 oli kartulimugulate tärklisesisaldus ligikaudu kahe protsendiühiku võrra väiksem kui 2009 aastal. Ka sellel aastal on kõrgeima tärklisesisaldusega variandid vähe lämmastikväetist saanud variandid (Joonis 6). Mugulate tärklisesisaldus on sordile omane ja korreleerub vegetatsiooniperioodi pikkusega, samal ajal on kartuli saagikus sageli negatiivses korrelatsioonis mugulate tärklisesisaldusega. Tärkliseterade jaotumine mugulas on ebaühtlane, rohkem on neid juhtsoontega rakkudes ja nende arvukus väheneb mugula keskosa suunas (Jõudu, 2002e). Kartuli saak sõltub mugulate arvust taimel ja mugula keskmisest massist (Howard, 1982). Tärklis põhilise komponendina moodustab ¾ kuivainest (Jõudu, 2002e). Kartuli tärklisesisaldust mõjutavad lisaks sordi geneetilistele omadustele kasvutingimused, muld, väetamine, haiguste esinemine ja agrometeoroloogilised tegurid (Jõudu, 2002e).



Joonis 11. Kartuli tärklisesisaldus 2009. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.3 Kartulimugulate nitraadisisaldus

2009 ja 2010. aastal läbiviidud katses võis täheldada, et nitraadisisaldus võib saada teatud tingimustel üsna suureks probleemiks. 2010 aastal teostatud uuringute kohaselt ületasid variandid $N_{100}P_{25}K_{95}$ ja $N_{150}P_{25}K_{95}$ lubatud nitraadisisalduse piirnormi. Kartulimugulate nitraadisisalduse piirnorm on 140 mg/kg (Riigi Teataja). 2010 aastal ulatus nitraadisisaldus väetatud variantide puhul kuni 195 mg/kg. Selliste kartulite müümine on nõuetele mittevastav. Toidu ja veega ei tohiks inimene ööpäevas omastada üle 300...320 mg nitraate (Tartlan, 2005a). Toomsoo (1997) andmetel ei julge nii mitmedki talunikud lämmastikväetist anda just seetõttu, et kardavadki nitraatidesisalduse tõusu ohtlikult kõrgele tasemele. Nitraatide sisalduse liiga kõrget normi võib põhjendada teadmise, et 2010 aastal mugulate moodustamise ja kasvu ajal olid põuased ilmastikuolud (Tabel 1). Teine põhjus on seotud lämmastikväetiste kasutusnormiga. Kuivad ilmaolud ja kõrge lämmastikväetiste norm on nitraadisisalduse kõrge näitaja tagajärg. Variandid, millel sai kasutatud väiksemaid lämmastikkoguseid seda probleemi ei esinenud. Samuti ei olnud nitraatide sisaldusega probleeme 2009 aastal teostatud katsevariantidel (Joonis 12). Nitraatide kõrget normi aitavad vähendada kartulimugulate töötlemine. Koorimata kartuli keetmisel väheneb nitraatidesisaldus umbes 12%, koorimisel 34–43%, kooritud kartuli keetmisel 43–66% võrra. Oluliselt väheneb nitraatidesisaldus friikartuli, krõpsude valmistamisel, kartuli dehüdratatsioonil (võib väheneda 70–80%). Siit võib järeldada, et tööstuslikult valmistatud kartuliproduktid ja kodus tehtud kartulitoidud on väikese, tervist mittekahjustava nitraadisisaldusega (Jõudu, 2002g). Senitehtud analüüside keskmisena suureneb mugulate nitraatidesisaldus kasutatud ühe kilogrammi lämmastiku kohta 0,79 mg/kg. Järelikult mõõdukate lämmastiknormide kasutamisel suureneb mugulate nitraatidesisaldus 1,6–2,2 korda, kuid sel juhul jääb kartulimugulate nitraatidesisaldus siiski alla lubatavast piirnormist. Veelgi vähem võib karta nitraatide kõrget taset kartuli tasakaalustatud väetamise korral (Kuldkepp ja Roostalu, 2002).



Joonis 12. Kartuli mugulate nitraadisaldus aastatel 2009 ja 2010. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

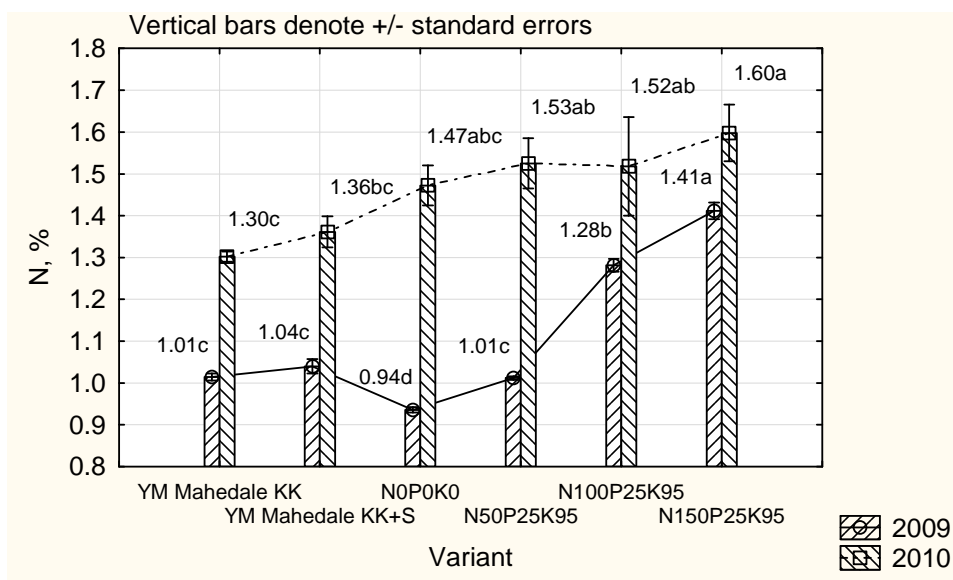
3.4 Kartulimugulate mineraalne koostis

Katses uuriti mugulate lämmastiku-, fosfori- ja kaaliumisisalduse muutumist väetisnormi mõjul. Kartuli kuivainete koostises on 26 keemilist elementi. Kõige vajalikumad on kartulile kolm toiteelementi - lämmastik, fosfor ja kaalium. Rikkaliku saagi moodustamiseks vajab kartul väga palju kaaliumi, üsna palju lämmastikku ja keskmiselt fosforit. 25 tonni suurune mugulasaak ja sellele vastav kogus pealseid eemaldab hektarilt keskmiselt 125 kg lämmastikku, 50 kg difosforpentoksiidi ja 200 kg kaaliumoksiidi (Viileberg, 1986).

3.4.1 Lämmastikusisaldus

Nitraatide sisaldus ja lämmastiku sisaldus on tihedalt seotud (Tein *et al.*, 2014). 2010 aasta tavatootmise variantide puhul, mida on väetatud kõrgete lämmastikunormidega on märgatavalt tõusnud ka lämmastiku sisaldust mugulates. Sellest tulenevalt võib teha samasid järeldusi, mis nitraadisalduse puhul, et juuli keskel olnud põud soodustas lämmastiku sisalduse tõusu mugulates. Lämmastiku normide suurenedes tõuseb ka mugulate lämmastiku sisaldus. 2010 aastal oli lämmastiku sisaldus $N_{150}P_{25}K_{25}$ variandi puhul 1,6%. Väetamata

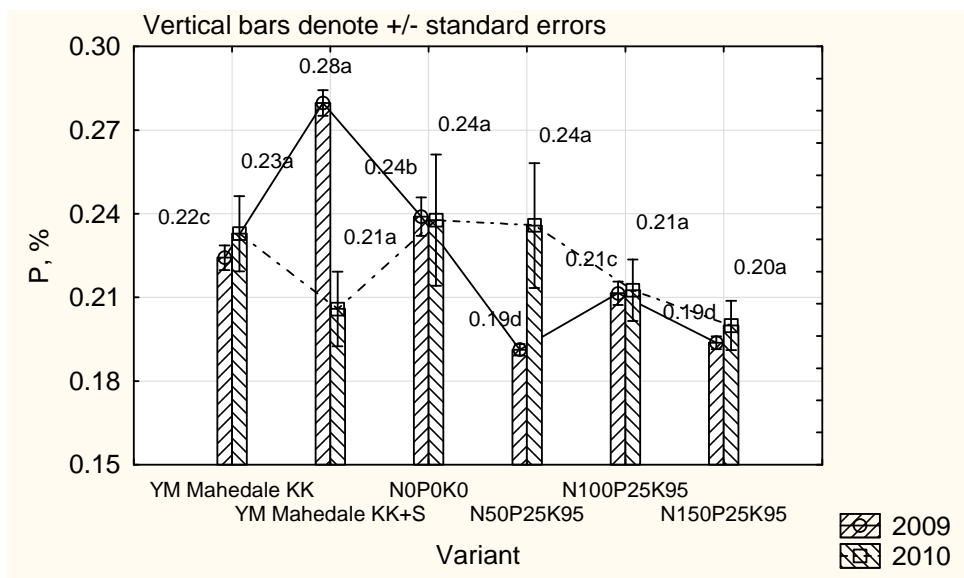
variandi puhul oli antud näitaja 1,3%. Lämmastikuliig vähendab mugulate haiguskindlust ning halvendab nende maitset ja säilivust (Viileberg, 1986). Aastal 2009 oli lämmastiku sisaldus mugulates väiksem kui 2010 aastal varieerudes väetamata variandil 0,94% maksimaalset väetatud variandiga 1,41%. (Joonis 13)



Joonis 13. Kartulimugulate lämmastiku sisaldus aastatel 2009 ja 2010. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.4.2 Fosforisisaldus

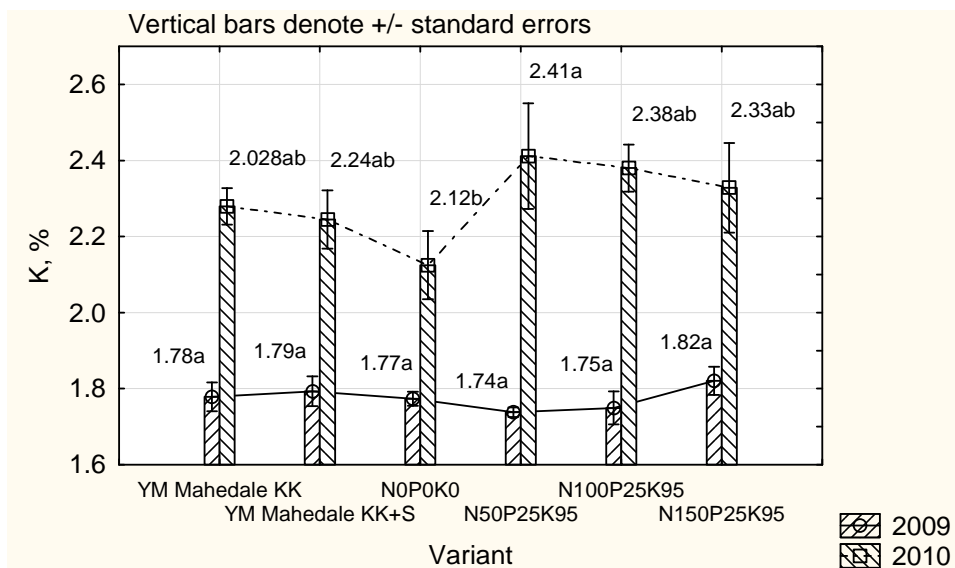
Mugulate fosfori sisaldus sõltub suurel määral viljelusviisist. Antud uurimistöös jäi mugulate fosforisisaldus 0,19 ja 0,28 % vahele. Optimaalne fosforisisaldus kõigub vahemikus 0,15...0,35% (Fangmeier *et al.*, 2002). Kõige enam sisalda fosforit ülemink mahe + sõnnik katsevariandi mugulad. Üleminek mahevariandid ja ilma väetamata variant sisaldasid fosforit rohkem kui ülejäänud katsevariandid. Mahetootmises katsetes võrreldes tavatootmisega on täheldatud fosfori suuremat sisaldust kartulimugulates. (Šrek *et al.*, 2010). Lämmastiku normi suurenedes on vähenenud fosfori sisaldus mugulates (Joonis 14). Samasugust tendentsi on täheldanud ka Maier *et al.*, (1994). Fosfori suurem sisaldus peaks tõstma ka kartulimugulate tähtsusesisaldust (Jacobsen *et al.*, 1998), kui antud katse puhul seda väita ei saa (Joonis 6).



Joonis 14. Kartulimugulate fosfori sisaldus aastatel 2009 ja 2010. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.4.3 Kaaliumisisaldus

Kahe katseaastal jäi mugulate kaaliumisisaldus vahemikku 1,74–2,41%. Mis on üsna tagasihoidlik kaaliumi sisaldus. Eriti väike kaaliumi sisaldus esines 2009 aasta kõikides variantides, kui ilmnes, et sordil 'Reet' oli kaaliumisisaldus kõige väiksem N₅₀P₂₅K₂₅ variandis (1,74% kuivainest) ning kõige suurem maksimaalselt väetatud variandi puhul 1,82% (Joonis 15). Normaalseks mugulate kaaliumi sisalduseks loetakse 2,6–3,5% (Trehan and Sharma, 2002).



Joonis 15. Kartuli kaaliumi sisaldus aastatel 2009 ja 2010. Erinevad tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi ($p < 0.05$)

3.5 Agromajanduslik analüüs

Kartulikasvatuse tasuvus sõltub tehtud kulutustest, saagist ja toodangu realiseerimise tulust. Põllukultuuride saagi realiseerimisel saadava tulu kujunemisel on tegu kaht tüüpi mõjuritega. Esimesse gruppi kuuluvad mõjurid, mille väärtusi talunik muuta ei saa (ilmastikutingimused, tootmissisendite hinnad, maksud ja muud poliitilised tegurid). Teise gruppi kuuluvad faktorid, mille väärtusi talunik saab mõjutada. Siia kuuluvad näiteks masinate ja seadmete kasutamine, ettevõttes kasutusel olev tootmistehnoloog, külvikordade planeerimine, kasvatatavate kultuuride ja sortide valik, kasutatavate väetiste ja taimekaitsevahendite kulunormid ning toodete valik (Astover, 2001).

Iga ettevõtte eesmärgiks on läbi tootmise kasumi teenimine. Ka antud analüüsis toodi välja hektaripõhiselt kulud, tulud ning sellest tulenevalt kasum, rentaablus ja omahind nii toetustega, kui toetusteta.

2009 ja 2010 aastal läbiviidud katses võeti agromajandusliku analüüsi aluseks 6 katsevariandi saak, kaubanduslik saak ja toodangu realiseerimise hind. Katsevariantideks olid üleminek mahedal, üleminek mahedale + sõnnik, N₀P₀K₀, N₅₀P₂₅K₉₅, N₁₀₀P₂₅K₉₅ ja N₁₅₀P₂₅K₉₅. Masinkulude hinnad on võetud 2009 ja 2010 aasta raamatust "Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatases" (Persitski jt., 2009 ja Persitski jt., 2010). Kartuli eelidandamise hind on

saadud käesoleva magistritöö juhendajalt. Seemnekartul hinnaga 0,2556 €/kg saadi Jõgeva SAI'st. mahekartuli realiseerimishinnad pärinevad Emori uuringutest 2009 ja 2010 aastast. Mahekartuli hinnaks arvestati 2009 a. TNS Emori uuringute andmetel 0,21 €/kg ja 2010 aastal 0,31 €/kg (TNS EMOR) Tavatootmise kartuli realiseerimishind 2009 aastal oli 0,10 €/kg, mis pärineb Tulundusühistu Talukatul raamatupidamisdokumentide väljavõtetest. 2010 aasta tavatootmise realiseerimishind 0,18 €/kg pärineb sanuti Tulundusühistu Talukartul raamatupidamisandmetest. Mittekaubanduslik saak ehk mugulad alla 35 mm arvestati praagiks, mille realiseerimisel tasu ei küsitud.

Väetist saanud variantide puhul arvestati nii ühtset pindalatoetust 78,87 (€/ha) kui ka keskkonnasõbraliku tootmise toetust 45,6 (€/ha). Artud toetuse andmed pärinevad vastavalt 2009 ja 2010 aastate Põllumajandusuuringute Registrate ja Informatsiooni Ameti andmetest (PRIA). Üleminek mahevariantidel sai arvestatu mahepõllumajanduse toetustega, mis oli 98,9 €/ha ja ühtse pindalatoetusega 45,6 €/ha.

3.5.1 Kulud

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

Katseaasta variantidel tehtud kulutuste loetelu ja arvutused on toodud välja magistritöö lisades (Lisa 3 ja 14). Kulud on arvestatud 1 hektari põhiselt.

Peamised kuluartiklid seose ühel hektari kartuli kasvatusel võib jagada kolmeks. 1. Sisendid ehk kulutused seemnetel, väetistele, taimekaitsevahenditele ja sõnnikule 2. Erinevate tööde teostamiseks läheb vaja masinressursi, ehk kulud masintööde katmiseks. 3. Ettevõtte üldkulud, mille alla arvestati kulud ettevõtte juhtimisele: juhi ja spetsialistide töötasud, sõiduautode kulud, raamatupidamise, telefoni- ja postikulud, mitmed tasutud maksud (näiteks maamaks), üldkasutatavate hoonete kulum, korrashoiukulud jpm. Need avaldatakse tavaliselt protsendina ettevõtte kogukuludest. Sõltuvalt ettevõttest, võib nende suurus erineda mitu korda. Ekspert hinnanguna võivad need sageli jääda 6–12% piiridesse. Algoritmiga arvutatakse

muud püsikulud ja kõik muutuvkulud ning lõpuks nende summa baasil arvutatakse üldkulud (Loko, jt) Antud agromajanduslikus analüüsis arvestati üldkuludeks 10% kogukuludest.

Üleminek mahetootmise puhul jääb kulutuste tase 3308–3338 €/ha juurde. Üleminek mahetootmise sisendiks on ainult seemnekartuli soetamisega seotud kulud, muid sisendeid ei osteta ja selle tulemusena on ka kulutuste tase märgatavalt madalam kui teistel katsevariantidel. Küll aga tehakse sisendite ostu arvelt rohkem masintööd muldamiste näol ja käsitsi mehhanilist umbrohutõrjet. Kulutused teiste variantidega võrreldes olid 150 kuni 850 eurot väiksemad (Lisa 3 ja 4). Võrreldes kulusid variandil üleminek mahedale 2009 ja 2010 aastal võib näha, et seoses masintööde hindade muutusega on tõusnud ka kulude summa 30 euro võrra. Seemnekartuli hind ei ole võrreldes 2009 aasta hinnaga muutunud (Persitski, jt., 2010). Üleminek mahedale + sõnnik variandi puhul on väga suureks kulude suurendamiseks sõnniku laotamise ja sõnniku soetamisega seotud kulud. Sõnnikuga seotud kulutused olid koos laotamisega 19,2 €/t ja seda pandi sügisel hektarile 40 t. Orgaanilise väetise soetamisega tõusid ka kulutused teise üleminek mahevariandiga võrreldes suuremaks. Orgaanilise väetise soetamise kulu 766,9 €. Seose lisa tööga sõnniku laotamise ja soetamise organiseerimisega on ka suurenenud üldkulude maht, mis antud variandi puhul on juba 377,5 € 2009 aastal ja 380,1 € aasta hiljem. Ülejäänud kulutuste tase on analoogne üleminek mahe katsevariandiga. Kulutuste summa üleminek mahedale + sõnnik 2009 ja 2010 aastal 4152...4181 €/ha (Lisa 5 ja 6). N₀P₀K₀ katsevariandi puhul kasutati mitmeid taimekaitsevahendeid, mis on tõstnud kulutuste taset võrreldes üleminek mahe variandiga 212 euro võrra. Kasutati insektitsiidi Fastac 50 normiga 0,15 l/ha, herbitsiidi Titus25 DF normiga 40 g/ha, fungitsiidi Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha, ja fungitsiidi Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha. Kulutusi oli 2010 aasta väetamata katsevariandil kokku 3575,6 €. Peamised kuluartiklid oli seemnekartuli soetamine, millele kulus 767 € lisaks eelidandamine 843,6 euroga. Kartuli transport, sorteerimine ja hoiustamine läksid maksma 368,6 €. Koristuskulud oli 568,6 € ning juhtimiskulud 325 € (Lisa 7; lisa 8) Seoses väetiste kasutamisega väetatud variantidel suurenenud ka kulutused. Kui 2009 aastal oli väetamata variandil kulutusi 3550 € siis variandil N₅₀P₂₅K₉₅ on kulutuste tase juba 3985,86 €. Taimekaitsele onkulutusi kokku tehtud antud variandi puhul 257,5 € ulatuses. Väetiste kulu on 364,2 € (Lisa 10 ja 7). Variandil N₅₀P₂₅K₉₅ masinkuludele tehtavaid kulutusi oli 1415,65 €. Täimekaitsele ja väetamisele kulus 621,66 €. Tootmisüksuse üldkulud tõusevad seoses kulude suurusega. Üldkuludeks on arvestatud 10 % kõikide kulude summast. Üldkulud 364,8 €. Kokku kulutusi tuli teha antud variandil 4012,71 €/kg (Lisa 6). N₀₀P₂₅K₉₅ puhul on kulutused tõusnud. Samas on selle

variandi puhul teostatud rohkem erinevaid töid, nagu näiteks lisa väetise andmine. Kulud kokku selles variandis on juba 4043,31 € Peamine mutus, millest kulude tase tõuseb on väetiste ja kasutamise hulk. Väetise hind aastal 2009 oli 0,36 €/kg. 290 kg/ha Ammooniumnitraat 34,4 väetist sai anda 290 kg/ha. Selle maksumus 104,4 €/ha (Lisa 11). Kulutused variandile N₁₅₀P₂₅K₉₅, olid peaaegu kõige suuremad ainult üleminek mahe + sõnniku puhul sõnnikumajandamisega seotud kulutused tegid variandi kallimaks. Kulusid variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅ tekkis kokku 4101,11 eurot/ha. Väetistele tehtavad kulutused olid tavatootmise variantidest kõige kõrgemad, kui kulus väetistele 726 €. Üldkulud oli 372,8 € (Lisa 11).

3.5.2 Tulud

Kartulikasvatuse tasuvust mõjutavad kõige enam saagikus ja toodangu realiseerimise hind (Siim, 2006). 2009 ja 2010 aastal läbiviidud katses võeti aluseks variandid üleminek mahedale, üleminek mahedale + sõnnik, N₀P₀K₀ ja N₅₀P₂₅K₉₅, N₁₀₀P₂₅K₉₅ ja vastavalt kaubandusliku kartulisaagi realiseerimise hinnast ja toetustest saadav tulu. 2009 aastal kujunes tuluks toetustega üleminek mahe variandil 4203,1 €/ha, üleminek mahe + sõnniku puhul 5692 €/ha N₀P₀K₀ variandil 2858,7 €/ha, N₅₀P₂₅K₉₅ variandil 4722,7 €/ha, N₁₀₀P₂₅K₉₅ variandil 5129,7 €/ha ja variandil N₅₀P₂₅K₉₅ 5622,7 €/ha. Vaadeldes toetuse osakaalu saadud tuludes, siis see üleminek mahevariandi puhul moodustab tuludest kõigest 3 % ja tavavariantide puhul orienteeruvalt 2–% (Tabel 2).

Tulud on arvestatud tabelis kahes erinevas variandis. Arvutati tulud koos Euroopa Liidust saadavate toetustega ja ka ilma toetusteta. Erinevate variantide puhul arvestati erinevaid toetusi näiteks üleminek mahedale variandil arvestati nii ühtset pindalatoetust 70,1 €/ha 2009 aastal ja 2010 aastal 78,87 €/ha. Mahetoetust 98,9 €/ha mõlemal aastal. Teistel variantidel arvestati 2009 aastal ühtset pindalatoetust 70,1 €/ha ja keskkonnasõbraliku majandamise toetust 45,6 €/ha. 2010 aastal ühtset pindalatoetust 78,87 €/ha ja keskkonnasõbraliku majandamise toetust 45,6 €/ha (Tabel 2 ja tabel 3)(PRIA).

Kartuli realiseerimishinna andmed pärinevad Emori uuringutest 2009 ja 2010 aastast. Mahekartuli hinnaks arvestati 2009 a. TNS Emori uuringute andmetel 0,21 €/kg (Tabel 2) ja 2010 aastal 0,31 €/kg (Tabel 3). Tavatootmise kartuli realiseerimishind 2009 aastal oli 0,10

€/kg, mis pärineb Tulundusühistu Talukatul raamatupidamisdokumentide väljavõtetest. 2010 aasta tavatootmise realiseerimishind 0,18 €/kg pärineb samuti Tulundusühistu Talukatul raamatupidamisandmetest. Mittekaubanduslik saak ehk mugulad alla 35 mm arvestati praagiks, mille realiseerimisel tasu ei küsitud.

Tabel 2. Tulud 2009. aastal (€/ha).

TULUD		ÜM Mahe+sõn	ÜM Mahe	Lämmastiku kogus			
				N ₀ P ₀ K ₀	N ₅₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₀₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₅₀ P ₂₅ K ₉₅
Kaubanduslik saak	t/ha	26,3	19,21	27,43	46,07	50,14	55,07
Kartuli hind	€/t	210	210	100	100	100	100
Mugulad alla 35 mm	t/ha	2,4	2,4	2,3	2	2,3	2,4
Kartuli hind	€/t	0	0	0	0	0	0
Tulu	€/ha	5523	4034,1	2743	4607	5014	5507
Toetused							
ÜPT	€/ha	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1
Mahe	€/ha	98,9	98,9				
KST	€/ha			45,6	45,6	45,6	45,6
TULUD KOKKU toetustega		5692	4203,1	2858,7	4722,7	5129,7	5622,7
TULUD KOKKU toetusteta		5523	4034,1	2743	4607	5014	5507

Võrreldes katseaastaid omavahel siis suuri erinevusi tulupoolel ei esine. Küll aga esines antud kahel aastal küllaltki suur kliimatiline erinevus, mis põhjustas ka suure saagivahe. Saagikus omakorda mõjutab tugevalt ka kartuli hinda. Aastal 2009 kui saagitase oli suur, siis kartulit oli turul küllaga ja selle tulemusena toodangu realiseerimise hind ka madalam. 2010 aastal päästis kartulikasvatajaid toodangu realiseerimise kõrgem hind suurest läbipõrumisest. Toodangut sai realiseerida 2010 aastal kuni 45% kõrgema hinnaga kui 2009 aastal (Tabel 2; tabel 3). Mõlemal aastal olen mittekaubandusliku saagi hinnaks märkinud 0 €. Mittekaubandusliku kartuli turustamine on keeruline, sest seda ei ole kuskil turustada. Suurfarmides loomade söödaratsioonis kartulit enam ei kasutata. Võimaluse korral viiakse

mittekaubanduslik saak metsloomadele. Suuremad kartulikasvatajad sorteerivad juba põldudel kartuli ja ebastandardne ning mittevajalik kartul jäätakse põllule.

Tabel 3. Tulud 2010. aastal (€/ha).

TULUD	ÜM Mahe+sõn	ÜM Mahe	Lämmastiku kogus			
			N ₀ P ₀ K ₀	N ₅₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₀₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₅₀ P ₂₅ K ₉₅
Kaubanduslik saak t/ha	17,1	14	14,3	21,3	24,4	26,6
Kartuli hind €/t	310	310	180	180	180	180
Mugulad alla 35 mm t/ha	1,9	1,8	1,6	1,6	2	2,4
Kartuli hind €/t	0	0	0	0	0	0
Tulu €/ha	5301	4340	2574	3834	4392	4788
Toetused						
ÜPT €/ha	78,87	78,87	78,87	78,87	78,87	78,87
Mahe €/ha	98,9	98,9				
KST €/ha			45,6	45,6	45,6	45,6
TULUD KOKKU toetustega	5478,77	4517,77	2698,47	3958,47	4516,47	4912,47
TULUD KOKKU toetusteta	5301	4340	2574	3834	4392	4788

3.5.3 Rentaablus

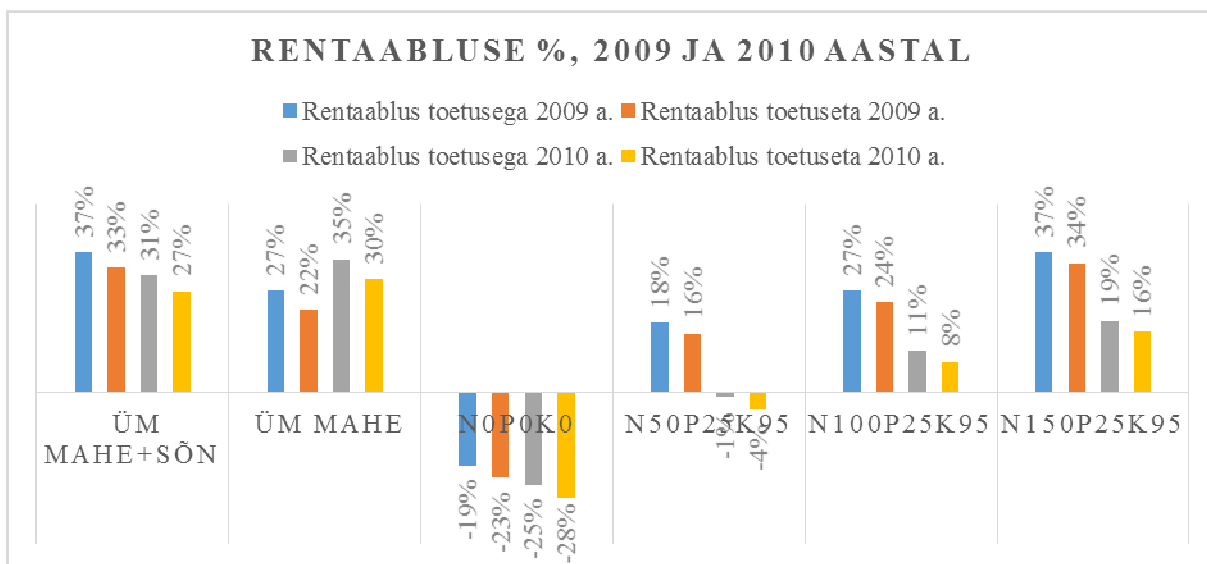
Rentaabluse arvutamisel võeti aluseks müügist saadav kasum (nii toetusteta, kui toetustega) ning kõik tootmisega seotud kulud (masintööd, väetamine, taimekaitse, tootmisüksuse üldkulud).

Kui teeme kulutusi kartulitoodangu saamiseks, siis need on investeeringud tootmisse. Kartulikasvataja loodab saada iga investeeritud euro kohta kasumit. Rentaablus näitab, mitu protsenti investeeritud summast saadakse tagasi kasumina, näiteks kui rentaablus on 40%, siis iga investeeritud euro pealt saab kasumit senti.

Põllumees peab oma tootmistegevuses lähtuma optimeerimise kontseptsioonist, ta peab omama piisavalt teadmisi ja looduslikke ning majanduslikke ressursse, et kindlustada

tingimused maksimaalse saagi kujunemiseks, kusjuures nende ressursside kasutamisel tuleb saavutada optimaalne suhe majandusliku tulemi, kvaliteedi, tootmisriskide ja keskkonnaseisundi vahel (Roostalu jt., 2001)

Kõrgeima rentablusega on variandid üleminek mahedale + sõnnik ja $N_{150}P_{25}K_{95}$. Üleminek mahevariantide puhul aitab rentablust tõsta kõrgem realiseerimishind. Tavatootmise variantidel aga tõstavad rentablust järjest kasvav saagikus t/ha. Variantide $N_0P_0K_0$ ja $N_{150}P_{25}K_{95}$ saagivahe oli umbes 20 t/ha, rentabluse seisukohalt on see vahe kahekordne. Negatiivse raha tootlusega on tavavariant, millel mineraalväetiseid ei kasutatu. Sealt saadud väiksem saak võrreldes teiste väetatud variantidega ja väiksem toodangu realiseerimise hind võrreldes ülemineku järgus olevate mahevariantidega on negatiivse raha tootluse põhjuseks. Negatiivne oli ka 2010 aastal tavavariant millele anti 50 kg/ha puhast lämmastikku, sellisel juhul jäi rentablus toetusega -1% juurde ja toetuseta variandil -4 % juurde (Joonis 16). Rentablus ja erinevad muud majanduslikud näitajad on ettevõtte toimimiseks ja arengut silmas pidades ülimalt olulised näitajad. Heade majandusnäitajate tulemusel on ettevõtte konkurentsivõimelisem ning suurem on võimalus taotleda erinevaid rahalisi toetuseid Euroopa Liidu poolt pakutavatest toetusmeetmetest. Näiteks Investeeringutoetust taotledes Põllumajandus Registrite ja Informatsiooni Ametist peavad majandusnäitajad olema positiivsed ning selgelt põhjendatavad (PRIA, 2013). Tähtsal kohal on ettevõtte positiivsed tootmisnäitajad ka juhul kui ettevõtte soovib kapitali kaasata väljastpoolt ettevõtet. Tootmise arendamiseks või muudeks investeeringuteks kaasatava võõrkapitali üheks tähtsaimaks näitajaks on ettevõtte tootlikus. Tootmisnäitajad on positiivsed, siis on ka kapitali kaasamine lihtsam (MES, 2014).



Joonis 16. Rentaablus (%) 2009 ja 2010 a.

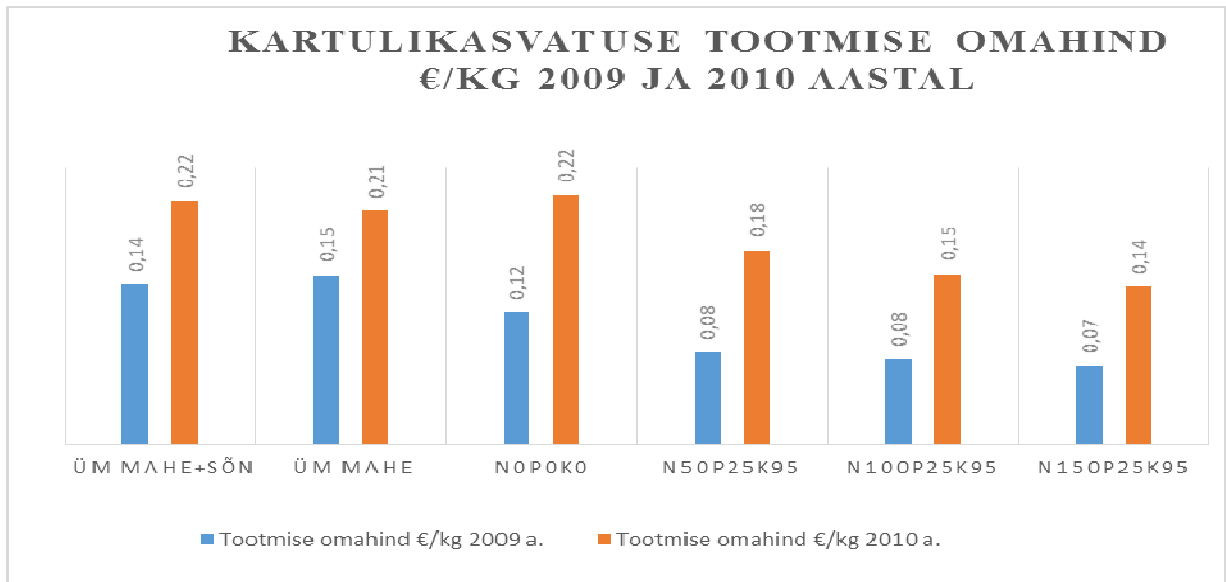
3.5.4 Omahind

Omahind majandusliku mõistena leiab kasutamist igas majandusharus. Omahinna väärtus ja mõiste sisu on kõikide toodanguliikide juures ühesugune. Selle kujunemise teoreetilisi aluseid võib käsitleda tootmisväljundist ja –tingimustest sõltumata (Jürgenson, 1974).

Omahinna all mõistetakse tavaliselt kõiki tootmise kulusid rahalises vormis, mis on arvestatud ühe toodanguühiku kohta, antud juhul €/kg. Ehk siiskui mitme euro eest me suudame toota 1 kilo kartulit. Taimekasvatussaaduste omahind oleneb ühelt poolt tehtud kulutuste suuruselt ja teiselt poolt saagikusest. Seega tuleb omahinna analüüsimisel alati silmas pidada kõigepealt saagikuse taset ja siis asuda teiste tegurite analüüsimise juurde.

Kõrgeim omahind on üleminekujärgus olevatel mahevariantidel. Omahinna taset aitavad tavatootmise variantidel vähendada suurem saak ja sellest tulenev kasu. Kõige väiksem on omahind variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅ kui toodangu omahind oli 2009 aastal 0,07 €/kg. Kõigem toodangu omahind samal aastal oli variandis üleminek mahedal 0,15 €/ha. Toodangu omahind on antud katseaastate parim ehk tootjale madalaim variantidel, mis on saanud kõige rohkem tootmissisendeid. Variantid, mida on väetatud kõige rohkem mineraalväetistega on toodangu omahinna poolest parimad (Tabel 21). Võrreldes kahe aasta toodangu omahinna erinevusi siis vahe on 0,07–010 €/kg 2010 aasta kahjuks. Selle põhjuseks on väiksem toodangu saak. 2010 aasta oli kliimaatiliste tingimuste poolest kartuli kasvuks ebasoodne. Mugulate moodustumise

ajal esine põud ja selle tulemusel on ka omahinna võrdluses 2009 aastaga suur vahe. Sisendite ja tehtud tööde maksumus muutus aastatel 2009 ja 2010 kõigest 1–2% (Persitski, 2009; Persitski, 2010) Omahinna protsendiline muutus kahe katseaasta vahel on aga 28–53% (Joonis 17).



Joonis 17. Kartulikasvatuse tootmise omahind €/kg 2009 ja 2010 a.

3.5.5 Kasum

Üldiselt mõeldakse sõna „kasum“ all ühte kokkuvõtvat näitajat ettevõtte majandustulemuste kohta, järgides raamatupidamise valdkonnas kehtivaid reegleid ja arvutusmudeleid. Kasum peegeldab seda, kas ettevõtte majandustegevus on olnud tulus või mitte (Laidre, 2004)

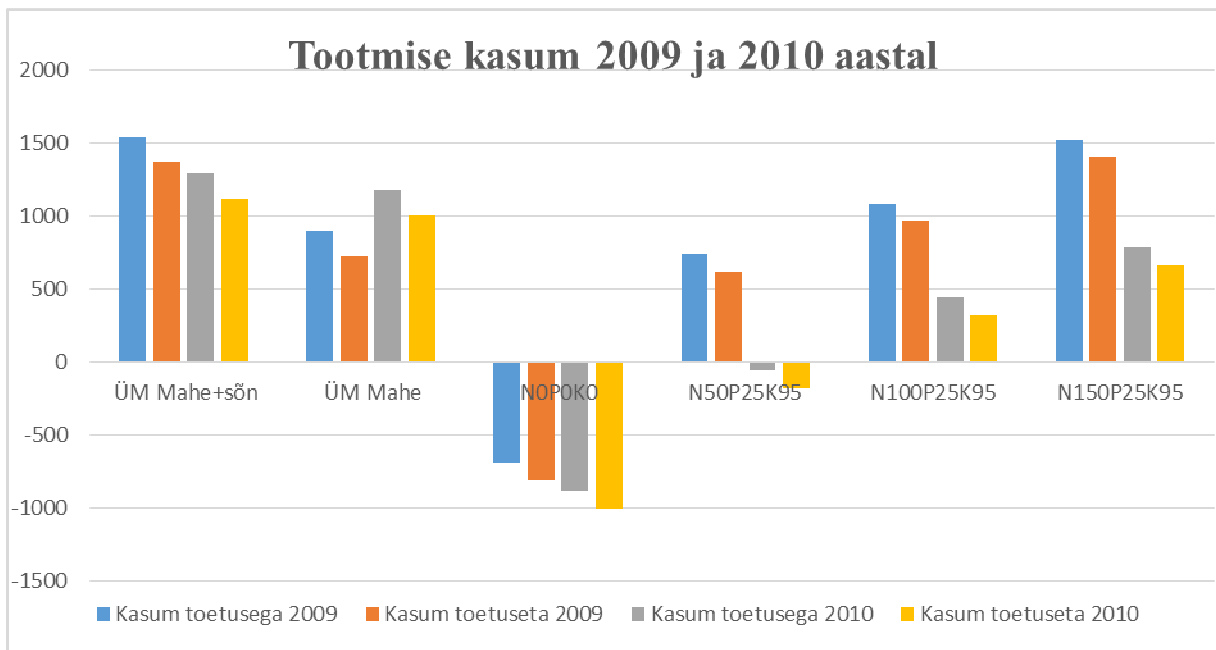
Kartulikasvatuse tasuvus sõltub tehtud kulutustest, saagist ja toodangu realiseerimistulust. Põllukultuuride saagi ja selle realiseerimisel saadava tulu kujunemisel on tegu kaht tüüpi mõjuritega (Möller jt., 1998). Esimesse gruppi kuuluvad tegurid, mille kulgu talunik ei saa muuta – ilmastikutingimused, tootmissisendite hinnad, maksud ja muud poliitilised tegurid. Teise gruppi tegurite alla kuuluvad faktorid, mille väärtuste muutmise juures talunik saab teha otsuseid, nagu näiteks masinate ja seadmete valik, kasvatustehnoloogiad, külvikordade struktuur, kasvatavad kultuurid ja sordid, kasutatavate väetiste normid ja päritolu ning taimekaitsevahendite kasutamine ja nende kulunormid (Astover, 2001).

2009. aastal läbiviidud katses kasutatud väetiste, taimekaitsevahendite ja masintööde juures, kujunes hektaripõhiselt kõrgeim kasum variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅ ja üleminek maheedale + sõnnik, kui tootmise kasumiks võib arvestada ligikaudu 1500 €/ha (Joonis 22). Variant N₀P₀K₀ jäi mõlemal katseaastal miinusesse. Aastal 2009 oli hektarilt saadav kahjum toetusteta variandil 807,9 € ning 2010 aastal oli kahjum 1001,6 €. Peamine põhjus, miks tootmine ei olnud kasumlik peitub selles, et antu variandi saagikus jäi väikseks ning kulutuste tase oli seoses taimekaitsevahendite kasutamisega üsna kõrge (Tabel 16).

Tabel. 4 Kasum 2009 ja 2010 aastal

		ÜM Mahe+sõn	ÜM Mahe	N ₀ P ₀ K ₀	N ₅₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₀₀ P ₂₅ K ₉₅	N ₁₅₀ P ₂₅ K ₉₅
Kasum toetusega	2009	1539,8	894,5	-692,2	736,84	1086,39	1521,59
Kasum toetuseta		1370,8	725,5	-807,9	621,14	970,69	1405,89
Kasum toetusega	2010	1297,27	1179,77	-877,13	-54,24	446,36	784,46
Kasum toetuseta		1119,5	1002	-1001,6	-178,71	321,89	659,99

Jooniselt 22 võime välja lugeda kasumi moodustamise peamised tegurid. Esimeseks tähtsaks teguriks on toodangu realiseerimise hind. Üleminek mahevariantide väiksemat saaki aitab kompenseerida toodangu realiseerimise hind. Teiseks teguriks on väetamise mõju saagi formeerumisel. Väetiste kasutamine on vajalik saagi moodustamiseks ning sellest tulenevalt ka tootmise efektiivsemaks muutmisel. Tavatootmise efektiivsemat majandmist aitab kompenseerida toodangu kõrgem saak. Tähtsaks teguriks on ka tootmissisendite hinnad, mis mõjutavad tugevalt tootlikkuse kahjumlikkust või kasumlikkust (Tabel 4; joonis 18).



Joonis 18. Kasum (€) 2009 ja 2010 a.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada, kuidas viljelusviis mõjutab kartulisordi 'Reet' saaki ja kvaliteeti (tähtsusesisaldus, toorõikude tumenemine ja keetmisjärgne tumenemine ning mugulate toitainetesisaldus). Samuti oli eesmärgiks uurida, milliseks kujuneb tehtud kulude ja saadud tulude juures rentaablus, omahind ja kasum nii toetustega kui toetusteta. Keskkonnasõbraliku tootmise põhimõtteid ja tavaid järgides on oluline teada ka erinevate ebasoodsate ja tervisele kahjulike ühendite sisaldust mugulates. Selleks uuriti mugulate nitraatide sisaldust. Püstitatud eesmärkidele vastuste leidmiseks viidi läbi põldkatse 2009 ja 2010 aastal Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Eerika katsepõllul. Põldkatses kasutati kartulisordi 'Reet' kuut erinevat varianti: üleminek mahedale (mahe katse oli teist aastat antud põllul), üleminek mahedale+ sõnnik, $N_0P_0K_0$, $N_{50}P_{25}K_{95}$, $N_{100}P_{25}K_{95}$ ja $N_{150}P_{25}K_{95}$.

Tulemustest:

- Erinevate väetisnormide mõju mugulasaagile oli märgatav. Usutavaid erinevusi variantide vahel ilmnas nii 2009 kui ka 2010 aastal. Kartuli saagikuse seisukohalt olid kõige paremad näitajad variantidel, millele oli antud kõige enam väetiseid. 150 kg lämmastikukoguse väetamise tulemusena saadi saagikuseks 2009 aastal 57,5 t/ha ja 2010 aastal 29,0 t/ha. Üleminek mahevariandilt saadi saagiks vastavalt 21,6 t/ha ja 15,7 t/ha. Orgaanilise väetise mõju on samuti märgatav. Kahel katseaastal oli üleminek mahedale + sõnnik saagikuselt suurem kui $N_0P_0K_0$ kui ka üleminek mahevariandist. Antud näitajatest tulenevalt võib järeldada, et kartuli saagi suurendamiseks on vajalik anda juurde väetiseid.
- Toodangu lõppsaagikus oli mõlema katseaasta variantide puhul sarnane, kuid saagi erinevus oli tingitud aasta iseärasusest. 2009 oli maksimaalne saagikus 57,5 t/ha ja 2010 aasta maksimaalne saagikus 29 t/ha. Seda võib põhjendada ebasoodsate kliimatiliste oludega 2010-ndal aastal, kui mugulate intensiivse moodustumise ajal esines põud.
- Kasum peegeldab seda, kas ettevõttel on läinud hästi või halvasti. Kasumlikkuse poolest olid silmapaistvamad ülemineku järgus olevad mahevariandid ning suuremaid

lämmastikväetise koguseid saanud variandid. Kahjumlikud olid tavatootmise variandid millel lämmastikväetist ei saanud või 50 kg/ha saanud variant. Suurimat kasumit saadi variandilt üleminek mahedale + orgaaniline väetis ja maksimaalselt väetatud variandid, mille puhul kasum jäi 1500 € jurde hektari kohta.

- Rentaabluse arvutamisel võeti aluseks müügist saadav kasum (nii toetusteta, kui toetustega) ning kõik tootmisega seotud kulud. Üleminek mahevariantide puhul aitab rentaablust tõsta kõrge realiseerimishind, tavatootmise variantidel aga tõstavad rentaablust järjest kasvav saagikus t/ha. Kõige parema rentaablusnäitajaga on variant N₁₅₀P₂₅K₉₅. Hea rentaablusega on ka variant üleminek mahedale + sõnnik, mille puhul kujunes rentaablus toetuseta 27–37 %
- Omahind ehk kõik tootmise kulud rahalises vormis, mis on arvestatud ühe toodanguühiku kohta. Selle näitaja poolest oli kõige madalama omahinnaga N₁₅₀P₂₅K₉₅ variant, mille puhul kujunes tootmise omahinnaks variandil N₁₅₀P₂₅K₉₅ 0,07–0,14 €/kg. Toodangu omahind on suurel määral sõltuv saagikusest, sellest tulenevalt ka nii suur omahinna vahe kahel erineval aastal.
- Kaubandusliku saagi osakaal oli ühtlane kõigis variantides mõlemal saagiaastal, kui kaubandusliku saagi osakaal on varieerunud 88,9%–96%. Parimad kaubanduslikud saagid on saadud vähese lämmastikväetisega variantidelt. 2009 aasta kaubanduslikud saagid olid paremad kui 2010 aastal seda 1%–5% ulatuses. Kõige madalam on kaubanduslik saak variantidel üleminek mahedale ja üleminek mahedale + sõnnik, seda mõlemal saagiaastal. Nendest andmetest võib järeldada, et suurt rolli mängib kartulikasvatuses taimekaitsevahendite kasutamine. Taimekaitsevahendid aitavad kaasa suurema kaubandusliku saagi moodustumisele.
- Fosfori sisaldus mugulates 2009 ja 2010. aastal oli 0,19...0,28% keskmiselt, 0,22%. Teistest väiksem oli fosforisisaldus 50 kg/ha lämmastikväetist saanud variandis (0,19%), suurim variandis üleminek mahedale + sõnnik (0,28%) Enamasti oli sortide mugulate fosforisisaldus optimaalse (0,15–0,35%) alampiiri lähedal
- Kaaliumi sisaldus 2009. aastal oli kõige väiksem 50 kg/ha lämmastikväetist saanud variandis (1,74% kuivainest). 2010 aastal suurendas väetamine kuivaine kaaliumisisaldust. 2009 aastal statistiliselt usutavaid kaaliumisisalduse erinevusi ei täheldatud. 2010 aastal oli kaaliumisisaldus tunduvalt suurem kui 2009.a

- Nitraatide sisalduse taset 2009 ja 2010. aastal läbiviidud katses võis täheldada, et teatud tingimustel on see üsna suureks probleemiks. 2010 aastal teostatud uuringute kohaselt ületasid variandid $N_{100}P_{25}K_{95}$ ja $N_{150}P_{25}K_{95}$ lubatud nitraadisalduse piirnormi (140 mg/ka). Nitraatide sisalduse liiga kõrget normi võib põhjendada teadmiseaga, et 2010 aastal mugulate moodustamise ja kasvu ajal olid põuased ilmastikuolud. Teine põhjus on seotud lämmastikväetiste kasutusnormiga. Kuivad ilmaolud ja kõrge lämmastikväetiste norm on nitraadisalduse kõrge näitaja tagajärg. Variandid, millel sai kasutatud väiksemaid lämmastikkoguseid seda probleemi ei esinenud. Samuti ei olnud nitraatide sisaldusega probleeme 2009 aastal teostatud katsevariantidel.
- Mugulate tärklisesisaldus vähenes lämmastikkoguse suurenedes. Kõige rohkem sisaldavad tärklisist üleminek mahedale ja variant, mida ei väetatud. Kõige vähem sisaldasid tärklisist variandid üleminek mahedale + sõnnik ja $N_{150}P_{25}K_{95}$ mugulad mille tärklisesisalduse protsent oli vastavalt 16,5 ja 16,6. Kirjandusest pärinevale infole tuginedes peaks olema tärklisesisaldus negatiivses korrelatsioonis mugulate tärklisesisaldusega, sellele aga antud katseaastatel kinnitust ei saanud.
- Toorlõikude tumenemise puhul 1,5 tunni möödumisel oli kõige parem tulemus variandil $N_0P_0K_0$. Samuti olid üleminek mahevariandid küllalt hea tumenemiskindlusega. Kõige rohkem tumenemist oli märgata $N_{150}P_{25}K_{95}$, mis oli tumenenud 1,3 hindepalli ulatuses.
- Pärast 24 tunni tumenemiskatset olid kõige heledamad variandid, millel oli antud vähe või ilma väetiseta variant. Kõige tumedam aga $N_{50}P_{25}K_{95}$ variant.
- Üleminekul mahekartuli tootmisel võib välja tuua seda, et need variandid on küllatki õrnad erinevate löökide ja põrutuste talumisel. Kõige paremad tulemused löökide vastupidavuse suhtes olid variandil $N_{100}P_{25}K_{95}$

Antud katsest selgus, et lämmastikväetiste kasutamine suurendab silmnähtavalt saagikust. Samas mõjus lämmastikuliig negatiivselt kartulimugulate kulinaarsetele omadustele nagu näiteks: tärklisesisalduse langus, mugulate tumenemine. Üleminek mahe katsevariandiga ei saanud küll suuri saake, kuid variandi tugevuseks oli kartulimugulate kvaliteedinäitajad erinevate tumenemiskatsetes. Taimekaitsevahendite kasutamine taimekasvatuses aitavad palju kaasa suurema kaubandusliku saagi saamiseks.

SUMMARY

Pöldmaa, A. The effect of farming systems on potato yield and quality and on economical efficiency. Diploma thesis for Master's degree. Tartu, 2014. Estonia. 74 pages, 3 chapters, 85 references, 18 figures, 4 tables, 14 annexes.

Key words: profitability, cost price, starch content, nutrient content, effects of fertilizers, organic production, conventional production.

The main objective of this Master's thesis was to evaluate the effect of conventional and organic production on the yield and quality of the potato variety 'Reet' and to determine the nutrient concentrations of potato as well as the content of starch and nitrate (NO_3^-). The tuber raw and after cooking darkening were also examined. Another objective of the thesis was to assess the expenditure and revenue, and profitability with and without financial supports.

The field experiment was carried out in 2009 and 2010 at Eerika fields belonging to the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of the Estonian University of Life Sciences.

In the field experiment six different farming systems in four replications were studied. The used variety was 'Reet'. The six farming systems were conversion to organic, conversion to organic + manure fertilizer, $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$, $\text{N}_{50}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$, $\text{N}_{100}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$ and $\text{N}_{150}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$.

- The effects of different rates of fertilizers on tuber yield were noticeable. Obvious differences between varieties occurred both in 2009 and 2010. From the yield point of view the best results were received for the variants, which were fertilized the most. 150 kg nitric fertilization resulted in a yield of 57.5 t/ha in 2009 and 29.0 t/ha in 2010. Transition to organic produced 21.6 t/ha and 15.7 t/ha, respectively. It should be noted that the difference between $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$ and $\text{N}_{50}\text{P}_{25}\text{K}_{95}$ was nearly 20 t/ha, which shows that it is necessary to increase fertilization to increase potato productivity.
- The final production yields were almost equal for both varieties of the experimental years, although the difference between yields arose from the characteristics of a specific year. In 2009, the maximum yield was 57.5 t/ha and in 2010, the maximum

yield was 29 t/ha. The reason behind it may lie in unfavourable climate conditions in 2010 when drought occurred at the time of intense growth of tubers.

- Profit reflects the success or failure of a company. The highest profit was received from transition to organic + manure fertilizer and N₁₅₀P₂₅K₉₅ varieties that were fertilized the most, which earned a profit of 1,500 € per hectare. Loss was produced by conventionally grown varieties in which fertilization was not used.
- Calculating profitability was based on profit on sales (including with and without financial support) and all the costs incurred in production. On the one hand, high selling price increases the profitability of organic variants. On the other hand, continuously increasing yield (t/ha) raises profitability in conventional production. The highest rate of profitability was for N₁₅₀P₂₅K₉₅. Another relatively profitable variant was transition to organic + fertilizer, which produced the profitability of 27–37% (without financial support).
- Cost price i.e. all the manufacturing costs in monetary value, which has been calculated for one production unit. The lowest cost price was for the variant N₁₅₀P₂₅K₉₅, which had the cost price of 0.07–0.14 €/kg. Transition to organic potatoes and transition to organic + manure fertilization had the cost price of 0.15–0.21 €/kg. The cost price of output depends largely on yield, hence the large difference between the cost prices in the two individual years.
- Marketable yield was very high for all the variants in both harvest years, where the marketable percentage ranged between 88.9–96%. Marketable yield was the highest for variants on which fertilizers with a low nitrogen content were used and the lowest for the transition to organic and the transition to organic + manure fertilizer in both harvest years. According to the research the use of pesticides increases considerably the quantity of marketable yield.
- The phosphorus content in tubers in 2009 and 2010 was 0.19%...0.28%, therefore 0.22%, on average. The phosphorus content was the lowest in the variant treated with nitric fertilization at 50 kg/ha (0.19%) and the highest in transition to organic + manure fertilizer (0.28%). In most cases, the content of phosphorus in the tubers of different varieties remained close to the optimum minimum limit (0.15–0.35%).

- The potassium content in 2009 was the lowest in the variant that was treated with nitric fertilization at 50 kg/ha (1.74% of dry matter). In 2010, fertilization increased the potassium content in dry matter. No statistically credible differences in the potassium content were recorded in 2009. In 2010, the potassium content was noticeably higher than in 2009.
- Experiments carried out in 2009 and 2010 measuring the level of nitrate content showed that in certain conditions, it may prove a critical issue. According to the surveys conducted in 2010, the variants N₁₀₀P₂₅K₉₅ and N₁₅₀P₂₅K₉₅ exceeded the maximum level of permitted nitrate content (140 mg/ha). The excessively high level of nitrate content may have been caused by drought in 2010 during the development and growth of tubers. Another reason has to do with the usage norm of nitrogen fertilizers. Thus, the high level of nitrate content is the consequence of dry weather and the high norm of nitrogen fertilizers. The variants in which lower quantities of nitrogen were used did not display the problem. Furthermore, nitrate content was not an issue in the experimental variants in 2009.
- Starch content in tubers decreased as the nitrogen content increased. The transition to organic and the variant, which was not fertilized contained the most starch. The lowest starch level was in the transition to organic + manure fertilizer and N₁₅₀P₂₅K₉₅, which contained 16.5% and 16.6% of starch accordingly. Based on the information presented in literature, the starch content should correlate negatively with the starch content in tubers; however, this was not confirmed in the experimental years.
- Comparing the darkening of raw slices of potatoes after 1.5 hours from slicing, the best results were obtained for the variation N₀P₀K₀. In addition, the transition to organic varieties were relatively tolerant of darkening. The most darkening was noticed in the variant N₁₅₀P₂₅K₉₅, which was 1.3 points darker.
- After 24 hours the situation had changed a bit. The lightest were the variants, which were not fertilized or which underwent low fertilization. As a contrast the darkest was the variant N₅₀P₂₅K₉₅.
- In the transition to organic production, it may be pointed out that organic potatoes are rather intolerant of contusion. N₁₀₀P₂₅K₉₅ showed the best results for the tolerance of contusion.

According to the experiment, the use of nitrogen fertilizers increases output significantly. On the other hand, excessive nitrogen content influenced negatively the culinary characteristics of potato tubers, such as decrease in starch and excessive darkening of the tuber. Organic experiment did not provide large quantities of product but the positive side was the quality indicator in different trails. The use of pesticides and fertilizers in plant-growing helps to increase marketable yield.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, J., 1978a. Kartuli botaaniline iseloomustus, Kartuli kasvunõuded Maaviljeluse käsiraamat (Koostanud, L. Aulas). Tallinn: Valgus, lk. 383–385.
- Aamisepp, J., Vesik, E., Veevo, J. 1989. Kartulipõldude hooldamine ja taimekaitse. EMMTUI teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi, nr. 16, lk. 6–45.
- Alvea, A., Fan, M., Quing, C., Rosen, C., Ren, H., Improving nutrient-use efficiency in Chinese potato production: experiences from United States, *J. Crop Improve*, pp. 25.
- Astover, A. 2001. Looduslikud ja majanduslikud riskitegurid kartulikasvatases. Tartu, 84 lk
- Burton, W. G. 1989. Yield and content of dry matter. *The Potato*. Third edition. (Editor W. G. Burton), (Longman Group UK Limited, Publishers), pp. 84–215.
- Burton, W.G. 1982. The physics and physiology of storage. *The Potato Crop*. The scientific base for improvement. Edited by P. M. Harris. London, Chapman&Hall, pp 545–606.
- 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-years potato rotation in Atlantic Canada *Soil Tillage Res.* pp 72.
- Deckers, J.A., Nachtergale, F.O., Spaargarn, O.C. (Eds.). 1998. *World Reference Base for Soil Resources: Introduction*. First edition. ISSS, ISRIC, FAO, Acco Leuven, 165p.
- Dwelle, R.B., Kleinkopf, G.E., Pavek, J.J. 1981. Stomatal conductance and gross photosynthesis of potato (*Solanum tuberosum*, L) as influenced by irradiance, temperature and growth stage. *Potato Research*, 24, pp. 49–59.
- Eesti NSV agrokliima ressursid, (koostanud K. Kivi). 1976. Tallinn, 141 lk.
- Eesti Statistika (<http://www.stat.ee/pollumajandus>)
- Eremeev, V., Jõudu, J., Lääniste, P., Mäeorg, E., Makke, A., Talgre, L., Lauringson, E., Raave, H., Noormets, M. 2008. Consequences of pre-planting treatments of potato seed tubers on leaf area index formation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 58(3), 236–244.
- Eremeev, V., Keres, I., Tein, B., Lääniste, P., Selge, A., Luik, A. 2009. Effect of different production system on yield and quality of potato. *Agronomy research* 7, 245–250
- Eremeev, V., Lõhmus, A., Jõudu, J. 2007. Effects of thermal shock and pre-sprouting on field performance of potato in Estonia. *Agronomy Research*, 5(1), 21–30.
- Eremeev, V., Makke, A. Jõudu, J. 2005. Kartuli tärkamine sõltuvalt seemnemugulate mahapanekueelsest ettevalmistusviisist. *Agronoomia* 2005. Tartu, lk. 78–80.

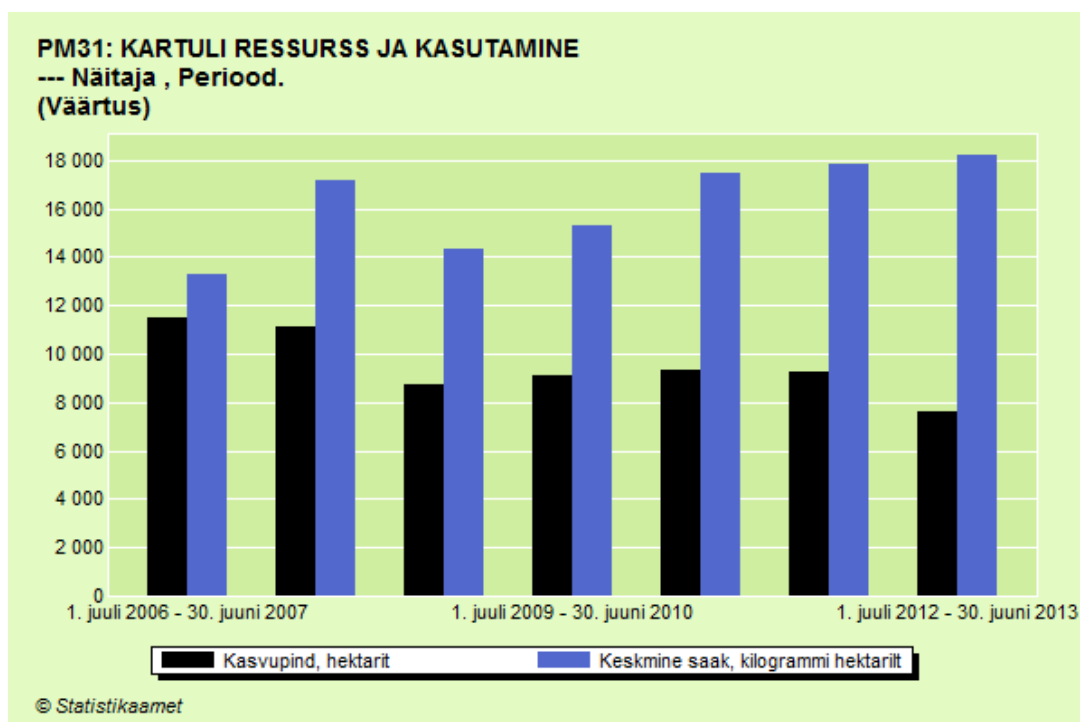
- Ewing, E.E. 1981. Heat stress and the tuberization stimulus. *American Potato Journal*, 58, pp. 31–49.
- Fangmeier, A., de Temmermann, L., Black, C., Persson, K., Vorne, V. 2002. Effects of CO₂ and/or ozone on nutrient concentration and nutrient uptake of potatoes. *European Journal Agronomy* 17, 353-368
- FAO statistika (Food and Agricultural Organization) andmebaasid (<http://faostat3.fao.org>)
- Grandy, A.S., Porter, G.A., Erich, M.S., 2002. Organic amedment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66.
- Harris, P. M. 1982a. Mineral nutrition. *The Potato Crop*. London: Chapman&Hall, pp 195...243.
- Harris, P. M. 1982b. Water. *The Potato Crop*. London: Chapman&Hall, pp 244...277.
- Howard, H. W. 1982. The production of new varieties. *The Potato Crop*. London: Chapman&Hall, pp 607...646.
- Jaagus J. 1999 New Data about the Climate of Estonia. In: Jaagus J. (ed) *Studies on Climate of Estonia*, Tartu: Publications Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 85, pp. 28–38. (in Estonian).
- Jacobsen, H.B., Madsen, M.H., Christiansen, J. Nielsen, T.H., 1998. The degree of starch phosphorylation as influenced by phosphate deprivation of potato (*Solanum Tuberosum L.*) plants. *Potato research* 41, 109-116
- Jõudu, J. 1989. Mõningate kartulisortide kasvudünaamikast. *Põllumajanduskultuuride produktsiooni ja taimekaitse nüüdisprobleeme, Konverentsi testid*, Tartu, lk. 23–25.
- Jõudu, J. 2002a. Kartuli levik Eesisse. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu) Tartu, lk. 17–18.
- Jõudu, J. 2002b. Kartuli kasvatamise ulatus maailmas, euroopas, Eestis käesoleval ajal, selle dünaamika. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu) Tartu, lk. 18–20
- Jõudu, J. 2002c. Kasvu mõjutavad tegurid. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu). Tartu, lk. 69.
- Jõudu, J. 2002d. Valgus. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu). Tartu, lk. 72–74.
- Jõudu, J. 2002e. Tärklis. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu) Tartu, lk. 59–61.
- Jõudu, J. 2002f. Saateks. *Kartulikasvatus* (koostanud J. Jõudu). Tartu, lk. 11
- Jõudu, J. 2002g. Kartulimugulate keemiline koostis. *Kartulikasvatus*. Tartu, lk 57...68.
- King, B., Stark, J., Love, S. 2003. Potato production with limited water supplies <http://www.cals.uidaho.edu/potatoes/>
- Kuill, T. 2002. Kasvatamine külvikordades. *Kartulikasvatus* (koostanud J.Jõudu). Tartu, lk. 204

- Kuill, T. 2002a. Kartuli kasvuaegne hooldamine. Kartulikasvatus (koostanud J.Jõudu) Tartu: 2002 lk. 247–289.
- Kuill, T. 2002b. Mullaharimine kartulipõllul. Kartulikasvatus (koostanud J.Jõudu) Tartu: 2002 lk. 185–202
- Kuldkepp, P. 1994. Taimede toitumise ja väetamise alused, Tallinn, 124 lk.
- Kuldkepp, P., Roostalu, H. 2002 Kartuli väetamine. Kartulikasvatus (koostanud J.Jõudu) Tartu: 2002 lk. 185–202
- Kärblane, H. 1996. Kartuli väetamine. Taimede toitumise ja väetamise käsitaamat. (Koostanud H. Kärblane). Tallinn, lk. 216–217.
- Laidre, A. 2004. Kasum, rentaablus ja ettevõtte väärtus. (koostanud A. Laidre) Tallinn (<http://www.netekspert.com>)
- Loko, V., Koik E., Tamm, K. Üldine masinkasutuse ökonomika. (koostanud V. Loko, E. Koik, K. Tamm) (http://www.eria.ee/public/files/yldine__masinkasutus.pdf)
- Luik, A., Mikk, M., Vetemaa, A. 2008 Kartul. Mahepõllumajanduse alused. (koostanud A. Luik, M. Mikk, A. Vetemaa). lk. 109–112.
- Lõhmus, A., Eremeev, V., Makke, A., Jõudu, J. 2005. Soojalöögi ja eelidandamise mõju varajase kartuli kasvule. Agronoomia 2005. Tartu, lk. 75–77.
- Maier, N.A., Dahlenburg, A.P., Williams, C.M.J., 1994. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on yeald, specific gravity crips color, and tuber chemical composition of potato (*Solanum Tuberosum* L.) cv Kennebec. Aust. J. Exp. Agric. 34, 813-824
- MES, 2014. Laenu. Maaelu Edendamise Sihtasutus (<http://www.mes.ee/laenu>).
- Midmore, D.J. 1984. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. I. Soil temperature effects on emergence, plant development and yield. Field Crops Research 8, pp. 255–271.
- Mullaharimine, 2003. (www.pikk.ee)
- Möller, H., Asi, M., Linnas, L., Olak, H., Tamm, K., Eerits, A., Roostalu, H., Soonets, K. 1998. Masinapargi töökoormuse mõjust teraviljandustalu töötulemusele. EPMÜ teadustööde kogumik, nr 199, lk 42–55
- Oll, Ü., Ilus, A. 1974. Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid. Tallinn, lk. 8–24.
- Olsson, K. 1989. Impact damage, gangrene and dry rot in potato. Important biochemical factors in screening for resistance and quality in breeding material. Svalöv, 235 p.
- Penu, P. 2005. Näivleetunud mullad. Eesti muldadest põllumehele (koostanud P. Penu), lk. 16–17.
- Persitski, H., Aamisepp, M. 2009. Kartul. Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses. (Koostanud H. Persitski, M. Aamisepp) Jäneda, lk. 31–33

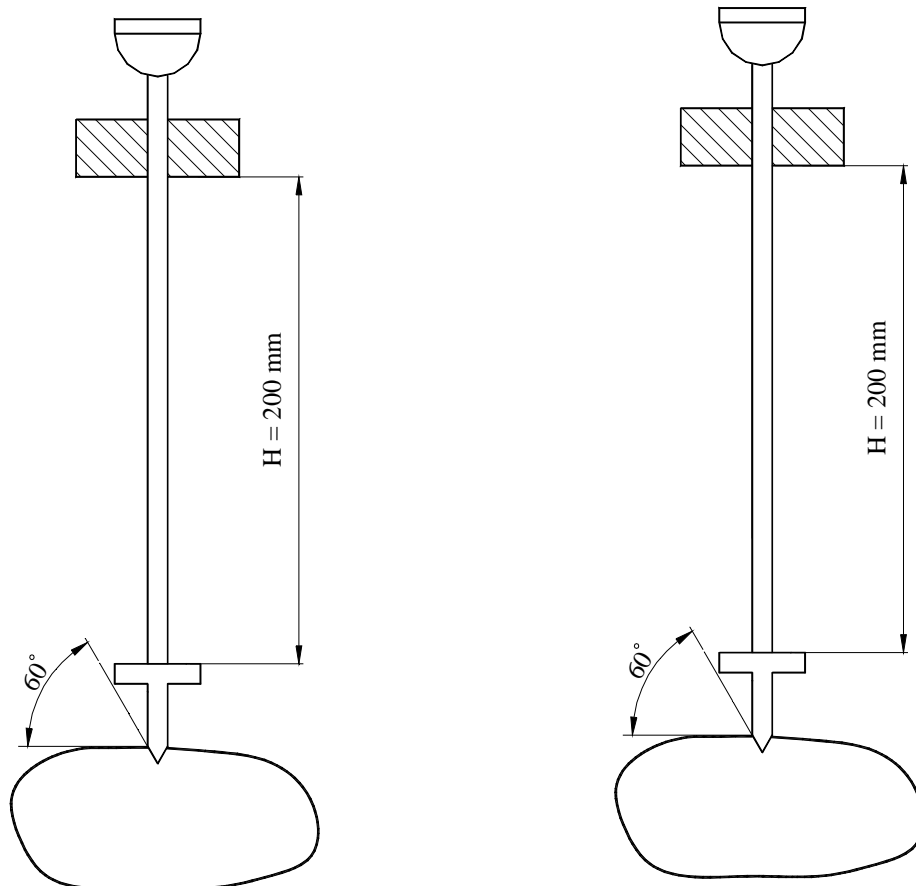
- Persitski, H., Aamisepp, M. 2010. Kartul. Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatustes. (Koostanud H. Persitski, M. Aamisepp) Jäned, lk. 26–27
- PRIA 2013 (Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet) Investeeringutoetuse taotlemise nõuded. Meede 3.1
- Reintam, E., Köster, T., 2006 The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. *Geoderma* 136, 199-209.
- Riigi Teataja (<https://www.riigiteataja.ee/akt/77214>)
- Roosenberg, V. 1994. Kartuli koristamine ja säilitamiseks ettevalmistamine, Aastaring kartuliga (koostanud V. Roosenberg). Tallinn, lk. 52–59.
- Roostalu, H., Astover, A., Mõtte, M. 2001. Saagipotentsiaal ja selle realiseerumine. Teadustööde kogumik nr. 212. Tartu, 25–32 lk.
- Siim, J. 2002. Kartuli koristamine. Kartulikasvatus (koostanud J.Jõudu) Tartu: 2002 lk. 292–309
- Siim, J. 2006. Kartulikasvatuse tasuvus. EMVI Teadustööde kogumik Nr 71, lk 257...262
- Statistikaamet, Eesti kartulikasvatuse pindala ja saagikus 2006-2012 (www.stat.ee)
- Struik P.C. 2007. Potato yield. *Potato Biology and Biotechnology advance and Perspectives*. (Edited by D. Vreugdenhil with Bradshaw, Gebhardt, Govers, Mackerron, Taylor, Ross) Elsevier, pp. 379–380.
- Struik, P. C. and Wiersema, S. G. 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers, Wageningen The Netherlands. 350 p.
- Šrek, P., Hejzman, M., Kunzova, E., 2010. Multivariate analyses of relationship between potato yield, amount of applied elements, Their concentration in tuber and uptake in a long-term fertilizer Experiment. *Field Crop Research* 118, 183-193
- Zaccone, C., Di Cateria, R., Rotunno, T., Quinto, M. 2010. Soil-farming system- food-healthy: Effects of conventional and organic fertilizer on heavy metal content in some soil and tillage research 107, 97-105
- Tartlan, L. 2005. Kartuli kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid. (Koostanud L. Tartlan). Tallinn, 68 lk.
- Tartlan, L. 2005a. Keemiline koostis kvaliteedi mõjutajana. Kartuli kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid. Eesti Maaviljeluse Instituut, Tallinn, lk 55...56
- Tartlan, L., 2000. Varajast kartulit tasub kasvatada. Eesti Maaviljeluse Instituut Saku, 34 lk.
- Tartlan, L., Akk A. 2009. Mõnede kartuli kvaliteedinäitajate muutustest säilitusperioodil. *Agronoomia* 2009. Jõgeva, lk.132–135.
- Tein, B., Kauer, K., Eremeev, V., Luik, A., Selge, A., Loit, E. 2014. Farming systems affect potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber and soil quality. *Field Crops Research*, 156, pp. 1–11.

- Thornton, M. K. 2002. Effects of heat and water stress on the physiology of potatoes <http://www.cals.uidaho.edu/potatoes/>
- TNS EMOR., Voog, A., Spiegelberg, S., Mirov, I., Nõmmik, M. Agriseire hinnauuring. Maheturg 2010. aastal
- TNS EMOR., Voog, A., Spiegelberg, S., Mirov, I., Nõmmik, M. Agriseire hinnauuring. Maheturg 2011. aastal
- Toomsoo, A. 1997. Lämmastikväetiste erinevate normide mõju kartulisordile 'Ants' erinevatel orgaanilise väetise foonil. Põldkatsed 1996 (Koostajad, H. Nurmekivi, V. Luts). Jäneda Õppe- ja Nõuandekeskus, lk 118–121
- Tsahkna, A. 2006. Eesti erinevates kasvukohtades kasvatatud kartulisortide kulinaarsetest omadustest. Agronoomia 2006. Koostaja H. Nurmekivi. Jõgeva AS Altex, lk. 110–114.
- Tsahkna, A. 2007. Kartulisortide sobivus maheviljelusse. Põllukultuurid ja nende sortide sobivus maheviljeluseks. Koostaja M. Ess. Jõgeva, lk. 28–33.
- Tsahkna, A. Kartulimugulate tumenemisest ja selle vältimisest. Maakodu, 1991, nr. 9/10, lk.39.
- Tsahkna, A. Tööstuskartuli kvaliteedinõuded ja töötlemiseks sobivate kartulisortide aretusest Jõgeval. Sordiaretus ja seemnekasvatus, 1995 nr. 7, lk. 114 ... 126.
- Tsahkna, A., Tähtjärvi T. 2008. The new potato variety 'Reet'. Agronomijas Vestis Latvian Journal of Agronomy. Jelgava, lk.159–164.
- Tsahkna, A., Tähtjärvi, T. 2009. Kartuli mahekatse tulemustest 2009. Agronoomia 2009. Tartu, lk. 126–131.
- Tulundusühistu Talukartul raamatupidamisdokumendid. Kontakt info@talukartul.ee.
- Vesik, E. 1996. Kartulikasvatus. – Agronoomiline teatmik. Tallinn, lk 15; 51
- Vetemaa, A., Mikk, M. 2010 Mahepõllumajanduslik kartulikasvatus. (koostanud Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus) Tallinn, lk. 3
- Viileberg, K. 1986. Mugulviljad. Taimekasvatus (koost. E. Reimets). Tallinn, lk. 144–190.
- Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Taylor, M., MacKerron, D., Ross, H., 2007. Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives

Lisa 1. Eesti kartulikasvatuse pindala ja saagikus 2006-2012 (Eesti Statistika)



Lisa 2. Safrozbekjani konstrueeritud seade, kooniline ja sfääriline otsik



Lisa 3. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil üleminek mähedale

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	55,7	55,7
Sügavkobestus	2	24,6	49,2
Libistamine	1	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	3	54,6	163,9
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Umbrohu kitkumine	1	19,2	19,2
Üldkulud 10% kuludest			300,8
KULUD KOKKU			3308,6

Lisa 4. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil üleminek mähedale

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' tonni	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	56,3	56,3
Sügavkobestus	2	25,8	51,6
Libistamine	1	3,6	4
Kultiveerimine	2	18,0	36
Vagude ajamine	1	16,9	16,9
Muldamine +äestus	3	58,0	174
Kartuli mahapanek	1	106,7	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	368,6	368,6
Umbrohu kitkumine	1	20,2	20,2
Üldkulud, 10% kuludest	1		303,4
KULUD KOKKU			3338

Lisa 5. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil üleminek mhedale + sõnnik

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	55,7	55,7
Libistamine	2	24,6	49,2
Sügavkobestus	1	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	3	54,6	163,9
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Sõnnikut 40 t/ha	40	19,2	766,9
Umbrohu kitkumine	1	20,2	20,2
Üldkulud 10% kuludes			377,5
KULUD KOKKU			4152,2

Lisa 6. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil üleminek mhedale + sõnnik

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	56,3	56,3
Libistamine	2	25,8	51,6
Sügavkobestus	1	3,6	4
Kultiveerimine	2	18,0	36
Vagude ajamine	1	16,9	16,9
Muldamine +äestus	3	58,0	174
Kartuli mahapanek	1	106,7	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	368,6	368,6
Sõnnikut 40 t/ha	40	19,2	766,9
Umbrohu kitkumine	1	20,2	20,2
Üldkulud 10% kuludes	1		380,1
KULUD KOKKU			4181,5

Lisa 7. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N₀P₀K₀

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	55,7	55,7
Libistamine	2	24,6	49,2
Sügavkobestus	1	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	2	54,6	109,2
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Taimkaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150 ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Üldkulud 10% kuludes	1		322,8
KULUD KOKKU			3550,9

Lisa 8. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N₀P₀K₀

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügisküünd	1	55,7	56,3
Libistamine	2	24,6	51,6
Sügavkobestus	1	3,6	4
Kultiveerimine	2	15	36
Vagude ajamine	1	16,1	16,9
Muldamine +äestus	2	54,6	116
Kartuli mahapanek	1	104,3	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	368,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Taimekaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150 ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Üldkulud 10% kuludes	1		325,0
KULUD KOKKU			3575,6

Lisa 9. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N₅₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügisküünd	1	55,7	55,7
Libistamine	1	24,6	49,2
Sügavkobestus	2	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	2	54,6	109,2
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	2	15,6	31,2
Taimkaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
Kemira Cropcare 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312,0
AN 34,4 145 kg/ha	1	0,36	52,2
Üldkulud 10% kuludes	1		362,35
KULUD KOKKU			3985,86

Lisa 10. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N₅₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	56,3	56,3
Libistamine	1	25,8	51,6
Sügavkobestus	2	3,6	4
Kultiveerimine	2	18,0	36
Vagude ajamine	1	16,9	16,9
Muldamine + äestus	2	58,0	116
Kartuli mahapanek	1	106,7	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	368,6	368,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	2	16,6	33,2
Taimkaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
Kemira Cropcare 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312,0
AN 34,4 145 kg/ha	1	0,36	52,2
Üldkulud 10% kuludes			364,8
KULUD KOKKU			4012,71

Lisa 11. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N₁₀₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus/kordusi	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	55,7	55,7
Libistamine	1	24,6	49,2
Sügavkobestus	2	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	2	54,6	109,2
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	3	15,6	31,2
Taimekaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
Kemira Cropcare 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312
AN 34,4 290 kg/ha	1	0,36	104,4
Üldkulud 10% kuludes	1		367,6
KULUD KOKKU			4043,31

Lisa 12. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N₀₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus/kordusi	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	56,3	56,3
Libistamine	1	25,8	51,6
Sügavkobestus	2	3,6	4
Kultiveerimine	2	18,0	36
Vagude ajamine	1	16,9	16,9
Muldamine +äestus	2	58,0	116
Kartuli mahapanek	1	106,7	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	368,6	368,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	3	16,6	33,2
Taimkaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan ml/ha 400	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
Kemira Cropcare 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312,0
AN 34,4 290 kg/ha	1	0,36	104,4
Üldkulud 10% kuludes	1		370
KULUD KOKKU			4070,11

Lisa 13. Kulud (€/ha) 2009 aastal katsevariandil N₅₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus/kordusi	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügiskünd	1	55,7	55,7
Libistamine	1	24,6	49,2
Sügavkobestus	2	3,6	3,6
Kultiveerimine	2	15	30
Vagude ajamine	1	16,1	16,1
Muldamine +äestus	2	54,6	109,2
Kartuli mahapanek	1	104,3	104,3
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	365,6	365,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	3	15,6	31,2
Taimekaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
Kemira Cropcare 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312
AN 34,4 436 kg/ha	1	0,36	157
Üldkulud 10% kuludes	1		372,8
KULUD KOKKU			4101,11

Lisa 14. Kulud (€/ha) 2010 aastal katsevariandil N₅₀P₂₅K₉₅

Seeme	Kogus/kordusi	€/ühik	Kokku, €
Seeme 'Reet' t	3	255,6	767
Eelidandamine	3	281,2	843,6
Masinatööd			
Sügisküünd	1	56,3	56,3
Libistamine	1	25,8	51,6
Sügavkobestus	2	3,6	4
Kultiveerimine	2	18,0	36
Vagude ajamine	1	16,9	16,9
Muldamine +äestus	2	58,0	116
Kartuli mahapanek	1	106,7	106,7
Kartuli koristamine	1	589,6	589,6
Kartuli vedu, sorteerimine, hoiustamine	1	368,6	368,6
Pritsimine	5	7,35	36,75
Min. väetiste vedu ja külv	3	16,6	33,2
Taimekaitsevahend			
Titus25 DF normiga 40 g/ha	2	57,5 €/50g	92,0
Fastac normiga 150ml/ha	3	0,82 €/liiter	5,76
Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg/ha	1,5	23 €/kg	86,0
Shirlan 400 ml/ha	1	99 €/liiter	39,6
Revus 250 SC normiga 0,6 l/ha	1	56,9	34,1
Väetis			
NPK 5-14-28, kg 400 kg/h	1	0,78	312,0
AN 34,4 436 kg/ha	1	0,36	157
Üldkulud 10% kuludes	1		375,3
KULUD KOKKU			4128,01