



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Siim Kõre

**BATAADI KASVATAMISE VÕIMALIKKUS EESTI
PÕLLUTINGIMUSTES**

**SWEET POTATO CULTIVATION POSSIBILITY UNDER
FIELD CONDITIONS IN ESTONIA**

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: Eve Runno-Paurson, dotsent

Tartu 2020

LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaurusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Siim Kõre		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Bataadi kasvatamise võimalikkus Eesti põllutingimustes			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 6	Tabeleid: 4	Lisasid: 1
Osakond/Õppetool: Taimekasvatuse ja taimebioloogia ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused, B390 Juhendajad: Eve Runno-Paurson PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2020			
<p>Bataati on varasemalt Eestis kasvatatud kodustes tingimustes nii kasvuhoonetes, kasvulavatsites kui ka tuulevaiksetes aiasoppides. Samas pole Eestis bataati senini põllutingimustes kasvatatud, mistõttu sai käeoleva bakalaureusetöö põhieesmärgiks pilootkatsena uurida bataadi kasvatuse võimalikkust Eestis, just avamaa põllutingimustes.</p> <p>Katse viidi läbi 2020. aastal Eesti Maaülikooli katsepõllul Eerikal. Katses kasvatati kahte USAs aretatud sorti, 'Evangeline' (Louisiana Põllumajanduse Katsekeskus) ja 'Covington' (Põhja-Carolina Riiklik Ülikool). Katse viidi läbi kolmes variandis kahe erineva väetise kogusega. Istutati terve mugul, pooleks lõigatud mugul ja ettekasvatatud võrsed.</p> <p>Sortidel 'Evangeline' ja 'Covington' olid katses variandid: E N0-1 ja C N0-1 – terve mugul, väetamata; E N100-1 ja C N100-1 – terve mugul, väetist kasvuperioodil 100 kg</p>			

N ha⁻¹; E N0-2 ja C N0-2 – pooleks lõigatud mugul, väetamata; EN100-2 ja C N100-2 – pooleks lõigatud mugul, väetist kasvuperioodil 100 kg N ha⁻¹; E N0-3 ja C N0-3 – ette kasvatatud võrsed, väetamata; E N100-3 ja C N100-3 – ette kasvatatud võrsed, väetist kasvuperioodil 100 kg N ha⁻¹.

Põldkatse tulemusena selgus, et mõlemad kasvatatavad bataadi sordid suutsid Eesti põllutingimustes viljuda. Siiski viljusid vaid ette kasvatatud taimedest istutatud variandid ja mugulast mahapanek ebaõnnestus. Suurima saagi andis soojema piirkonna sordi 'Evangeline' N100 variant (17,5 t ha⁻¹). N0 variantide puhul oli saagikus võrreldav ('Evangeline' 12,9 t ha⁻¹, 'Covington' 13 t ha⁻¹).

Märksõnad: saagikus, bataat,

ABSTRACT

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Siim Kõre		Curriculum: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: Sweet potato cultivation possibility under field conditions in Estonia			
Pages: 38	Figures: 6	Tables: 4	Appendixes: 1
Department/Chair: Chair of Crop Science and Plant Biology Field of research and (CERC S) code: Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology, B390 Supervisors: Eve Runno-Paurson PhD Place and date: Tartu 2020			
<p>Sweet potatoes have previously been grown in Estonia at home gardens and greenhouses. However, sweet potatoes have not been grown under agricultural conditions so far, which is why the main goal of this bachelor's thesis was to study the possibility of growing sweet potatoes in Estonia, especially in open field conditions.</p> <p>The experiment was conducted in 2020 in the experimental field of the Estonian University of Life Sciences in Eerika. Two varieties bred in the United States, 'Evangeline' (Louisiana State University Agricultural Center) and 'Covington' (North Carolina State University), were grown. The experiment was performed in three variants with two different amounts of fertilizer. Whole tubers, halved tubers and pre-grown shoots were planted.</p>			

Variants in the experiment of the varieties 'Evangeline' and 'Covington' were: E N0–1 and C N0–1 - whole tuber, unfertilized; E N100–1 and C N100–1 - whole tuber, 100 kg N ha⁻¹ of fertilizer; E N0–2 and C N0–2 - tubers cut in half, not fertilized; EN100–2 and C N100–2 - tuber cut in half, 100 kg N ha⁻¹ of fertilizer; E N0–3 and C N0–3 - pre-grown shoots, unfertilized; E N100–3 and C N100–3 - pre-grown shoots, 100 kg N ha⁻¹ of fertilizer.

As a result of the field experiment, it became clear that both cultivated sweet potato varieties were able to grow in Estonian agricultural conditions. However, only variants planted from pre-grown plants were successful and planting from tubers failed.

The N100 variant of the cultivar 'Evangeline' (17.5 t ha⁻¹) gave the highest yield. For the N0 variants, the yields were comparable ('Evangeline' 12.9 t ha⁻¹, 'Covington' 13 t ha⁻¹).

Keywords: yield, sweet potato

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.1 Bataat.....	9
1.2 Bataadi päritolu ja levik.....	10
1.3 Bataadi kasvatus maailmas.....	11
1.4 Bataadi kasvatusnõuded	11
1.5 Bataadi agrotehnika	13
1.6 Bataadis sisalduvad toitained ja nende väärtus.....	16
1.7 Bataadi haigused ja kahjurid ning nende tõrje.....	19
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	20
2.1 Põldkatse kirjeldus.....	20
2.1.1. Sortide kirjeldus.....	21
2.1.2. Katseaasta meteoroloogilised tingimused	22
2.1.3 Katseala mullastik	23
2.2. Statistiline andmeanalüüs	23
3. TULEMUSED JA ARUTELU	24
KOKKUVÕTE	30
SUMMARY	32
KASUTATUD KIRJANDUS	34
LISAD	38

SISSEJUHATUS

Bataat on toitaineterikas taim, mille tarbimine on viimase paarikümne aasta jooksul oluliselt kasvanud lisaks arengumaadele ka arenenud riikides. Bataat on pärit Lõuna-Ameerika troopilistest piirkondadest, kuid tänapäeval kasvatatakse ja tarbitakse seda peamiselt Aafrika ja Aasia riikides. Bataat on kasvutingimuste suhtes võrdlemisi vastupidav taim, mistõttu võiks teda edukalt kasvatada ka kõrgematel laiuskraadidel. Bataadi kasvatamisel on oluline valida õiged agrotehnika võtted. Põllu õigeaegne ettevalmistamine, parima istutamismeetodi valik, optimaalne väetamine, taimekaitse rakendamine, niisutamine ja ettevaatlik saagi koristamine tagavad parima võimaliku saagikuse ja kvaliteedi.

Bataati on varasemalt Eestis kasvatatud kodustes tingimustes nii kasvuhoonetes, kasvulavatsites kui ka tuulevaiksetes aiasoppides. Eestis pole bataati senini põllutingimustes kasvatatud, mistõttu sai käeoleva bakalaureusetöö põhieesmärgiks pilootkatsena uurida bataadi kasvatus võimalikkust Eestis, just avamaa põllutingimustes.

Põldkatse viidi läbi 2018. aasta suvel Eerika katsepõllul. Katses kasutati soojema piirkonna (USA, Louisiana osariik) sorti 'Evangeline' ja jahedama piirkonna (USA, Põhja-Karolina) sorti 'Covington'. Bataate istutati maha kolmes eri variandis: tervete või pooleks lõigatud mugulatena ja kasvuhoones ettekasvatatud võrsetena. Iga variandi kohta said pooled taimed väetist ja pooled mitte. Katseaasta ilmastikutingimused olid pika ja sooja suve tõttu igati soodsad.

Töö põhieesmärgist lähtuvalt said püstitatud järgnevad hüpoteesid: 1) bataat jõuab Eestis põllutingimustes viljuda; 2) bataadi saagikus sõltub maha paneku viisist (ettekaspvatatud võrsed vs mugulad); 3) saagikus on suurem jahedam piirkonna (USA Põhja-Karolina osariik) sordil 'Covington' võrreldes kuumema piirkonna (USA, Louisiana osariik) sordiga 'Evangeline' ja 4) väetamise mõju saagile ja saagistruktuuri elementidele on kuival ja kuumal suvel tagasihoidlik.

Täna enda juhendajat Eve Runno-Paurson suure abi eest töö koostamisel ja Viacheslav Eremeevi kes abistas katse andmete statistilisel analüüsimisel. Lisaks soovin tänada Hille Lassi, Helina Nassarit ja Pille Meinsonit igakülgse abi eest katsetööde läbiviimisel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Bataat

Bataat (*Ipomoea batatas*) ehk maguskartul kuulub kassitapuliste (*Convolvulaceae*) sugukonda ja on pärit Lõuna-Ameerika troopilistelt aladelt (Gregory 1992). Ehhki nime ja kasutuse järgi võib tunduda, et bataat ja harilik kartul (*Solanum tuberosum*) on omavahel lähedalt suguluses, kuuluvad nad siiski erinevatesse sugukondadesse. Samuti aetakse bataati tihti segi jamsiga, mis on Aafrikas ja Aasias kasvatatav *Dioscoreaceae* sugukonda kuuluv taim. Erinevalt jamsist on bataadil söödavad ka maapealsed rohelised osad, mis on äärmiselt vitamiinirohked ning moodustavad olulise osa toidulauast näiteks Aafrika riikides (Scott et al. 2000 a, b).

Bataat on riisi, nisu, kartuli, maisi ja kassaava ehk manioki järel kuues kõige rohkem kasvatatav põllukultuur maailmas (International Potato Center, CIP, 2017). Mugulaid kasvatatakse peamiselt inimtoiduks, näiteks toodetakse sellest leiba, kooke, krõpse ja nuudleid. Bataadil on kõrge toitainete sisaldus, mille seas on ka vähki ning südame- ja veresoonkonna haigusi ennetavad ühendid nagu näiteks antioksidandid (Hill et al. 1992). Nii bataadi maapealseid kui maa-aluseid osi kasutatakse ka loomasöödana. Lisaks on bataadil oluline roll tööstuses, kus sellest toodetakse näiteks kangast, paberit, kosmeetikat, liimi või bioetanooli (Duan et al. 2019, dos Santos Junior et al. 2020).

Bataadi taim koosneb fotosünteesivatest lehtedest, roomavatest vartest ehk väätidest (nende abil transporditakse energiat, vett ja mineraale) ning juurtesüsteemist mullas, mis imab sealt vett ja toitaineid ning annab võimaluse mugulates energiat talletada (Truong et al. 2018). Bataadil on kolme tüüpi juuri: mugulad, narmasjuured ja hingamisjuured. Mugulad varieeruvad suuruselt mõnest sentimeetrist kuni üle 30 cm, kujult värtenjast kuni kerajani ning võivad kaaluda mõnekümnest grammist kuni mitme kilogrammini. Mugula koore ja viljaliha värvuse määravad karotenoidide ja antotsüaniinide sisaldus. Bataat võib värvuselt olla valkjaskollane, oranž, punane kuni lilla. Bataadi väädid katavad maapinda lamedate puhmastena (Loebenstein, Thottappilly 2009). Väädid on indeterminantsed ja saavad sõlmedest juuri moodustada. Varred võivad olla värvuselt rohelisest kuni lillani ja nende

paksus mõnest millimeetrist kuni 1,5 sentimeetrit. Sõlmevahed võivad olla erineva pikkusega. Lehed paigutuvad varrel vahelduvalt ning võivad olla erineva suuruse ja kujuga isegi ühe taime piires. Lehtedel võivad olla nii sopilised kui terved servad. Esineb bataadi sorte, mille lehtedes on lillat pigmenti, kuid enamasti on kõik lehed rohelised. Bataadi õied on lehtrikujulised ning nende värvus varieerub valgest violetseni.

1.2 Bataadi päritolu ja levik

Bataat on uue maailma põllukultuur, mille päritolu pole seniajani täiesti selge. Bataat oli laialdaselt Lõuna-Ameerika mandri troopilistes piirkondades kasvamas juba 2500 aastat eKr, kuid vanimad kuivatatud säilmed on leitud Chilca kanjonist Peruu, mille vanuseks määrati radiosüsinikumeetodil dateerimisega lausa 8000 aastat (Truong et al. 2018; Engel 1970; Woolfe 1992). Üldiselt arvatakse, et bataat pärineb Mehhiko Yucatani poolsaare ja Venezuela kirdeosas paikneva Orinoco jõesuudme vahelisest piirkonnast (Truong et al. 2018). See piirkond on ka peamine bataadi mitmekesisuse ja morfoloogilise variatsiooni piirkond (Roullier et al. 2013). Teiseks tähtsaimaks bataadi geneetilise mitmekesisuse asukohaks peetakse Okeaania asuvat Uus-Guinea saart, kus tänapäeval kasvatatakse teadaolevalt üle 5000 erineva sordi (Bourke 2009).

Bataadi jõudmine Vaikse ookeani saartele toimus ilmselt eelajaloolistel aegadel (Yen 1982) ning arvatakse, et see ei juhtunud inimõjul (Rossel et al. 2001). Euroopasse jõudis bataat Ameerikast 15. sajandil kui Columbus enda avastusretkelt naases. Algselt kutsuti uustulnukat 'batutaks' ja 'padadaks', kuid peale hariliku kartuli (*S. tuberosum*) laialdast levikut hakati bataati kutsuma hispaania kartuliks või ka maguskartuliks (O'Brien, 1972). Edasi viisid Portugali maadeavastajad bataadi 16. sajandil Aafrikasse, Indiasse, Kagu-Aasiasse ja Ida-Indiasse. Samal sajandil jõudis bataat Filipiinidele aga hoopis Mehhikost (Yen 1982). Hiina jõudis kultuur 1594. aastal kui hiina kaupmees selle laevaga Filipiinidelt kaasa võttis ja Ch'ang-lo maakonda tõi (O'Brien, 1972). Samal aastal toimus piirkonnas ikaldus ning kuna bataadiga suudeti selle mõjusid leevendada, siis hakati seda tunnustavalt kutsuma nimega 'chin-shu' ehk kuldne mugul (O'Brien, 1972).

1.3 Bataadi kasvatus maailmas

Bataat on enamikes maailma piirkondades oluline põllukultuur, mida kultiveeritakse enam kui 100 riigis (Eleazu, Ironua 2013). Arengumaades on bataadil majanduslikult oluline roll, kuna seda kasutatakse mitmekülgse toidu- ja söödakultuurina ning lisaks kuivaine, valgu ja energia tootmisel (Gregory 1992). Seega üle 97 % bataadi toodangust pärineb just troopilistest ja sub-troopilistest Aasia, Aafrika ja Ladina-Ameerika riikidest (Tong et al. 2020). Ligi kolm neljandikku maailma bataadist toodetakse Aasias ja Vaikse ookeani saarestikus. Teisel kohal on Aafrika, mis toodab 21 % kasvatatavast bataadist. Ameerika Ühendriigid kasvatavad vaid 3,6 % ülemaailmsest toodangust. Keskmise bataadi saagikus maailmas on 14 t ha⁻¹. Troopilistes piirkondades, kus on madal elatustase, suudetakse hektari kohta tooda ligi 6 tonni bataati, samas kui Hiinas või Ameerika Ühendriikides on saagikus kuni 26 t ha⁻¹. Ilmselt saavutatakse kõrgem saagitase paremate sortide ja mineraalväetiste kasutamisega (Truong et al. 2018). Suurim bataadi tootja on Hiina, kelle kasvatus moodustab 67% maailma toodangust (Truong et al. 2018). Hiinas on bataadi kasvatus pindala ligikaudu 3 miljon hektarit ning näiteks 2016. aastal oli kogu toodang 70,6 miljonit tonni (Duan et al. 2019). Hiinale järgnevad Aafrika riigid Nigeeria, Tansaania, Etioopia ja Mosambiik. Kümnes suurim tootja on Ameerika Ühendriigid. Euroopa põhilised bataati kasvatavad riigid on Portugal ja Hispaania. Alates 2000. aastast tänaseni on bataadi tarbimine näiteks Ameerika Ühendriikides kasvanud üle 80 %. Bataadi suurenenud tarbimine on kasvanud peamiselt sügavkülmutatud bataadi friikartulite tõttu (Truong et al. 2018).

1.4 Bataadi kasvatusnõuded

Üldiselt on bataat kasvamistingimuste suhtes vähenõudlik kultuur, millel on lühike tootmistsükkel ning kõrge saagikus. Kuigi bataadil on lühike tootmistsükkel, mistõttu on taimi võimalik kasvatada mitmeid aastaid järjest ühes kohas, kuid seda ei viljeleta ja rajatakse igal aastal uued põllud, et tagada kõrgem saagikus ning vältida haiguste tekkimist (Coolong et al. 2012). Üldiselt kasvatatakse bataati pigem soojemates piirkondades, kuid praktiliselt vajab bataat kõigest neljakuulist külmavaba perioodi (Kwak 2019). Lisaks on põhjapoolsetel aladel kasvatades vaja kasutada vähem pestitsiide ning väetiseid (Loebenstein, Thottappilly 2009).

Bataadi juured, mis alustavad kasvu varresõlmedest, arenevad sobivates tingimustes söödavateks mugulateks. Valedes kasvutingimustes aga kujunevad nendest juurtest primaarsed narmasjuured või puitunud hingamisjuures. Seetõttu on esimestel kasvukuudel oluline jälgida, et bataadi kasvukeskkonnas leiduks optimaalsel tasemel lämmastikku ja hapnikku ning, et taim ei kannataks liigse kuivuse käes (Loebenstein, Thottappilly 2009). Mugulate kasvu ja arengut mõjutav oluline faktor on õhu ja mulla temperatuur, kuid eriti öine õhutemperatuur, mis võiks jääda vahemikku 15–25°C. Kõrgemad temperatuurid soodustavad pigem võrsete kasvu ja liiga madalamad pidurdavad nii mugulate moodustamist, ja seeläbi ka kasvu ja saagikust. Bataadi kasvuks optimaalne mulla temperatuur on 20–30 °C. Madalam mulla temperatuur soodustab pigem narmasjuurte teket ja võrsete kasvu. Mugulate arengut soodustab ka pikk valgusperiood. Sordid millel on kiire varajane mugulate kasv, võivad viljuda 12–16 nädala jooksul. Pikema kasvuperioodiga sortidel võib kuluda saagi moodustamiseni kuni 21 nädalat. Mugula kasvuperioodi pikkus sõltub mingil määral ka vihmasadude tihedusest ja õhuniiskusest, kuna kuivemad tingimused pärsivad juurte arengut (Truong et al. 2018).

Bataadi kasvuks sobib paremini kergelt happeline muld (pH 6.0–6.8). Bataati kasvatatakse enamasti poorsel ja hea õhuläbivusega liivmullas või liivsavimullas. Kuigi bataat suudab kasvada mitmesugustel muldadel, on parema saagikuse huvides hea vältida liigselt madalat, savist, kivist ja halvema vee läbilaskvusega pinnast. (Coolong et al. 2012)

1.5 Bataadi agrotehnika

Põllu ettevalmistamine

Põllumaa ettevalmistamine algab juba sügisel. Parimate tulemuste saavutamiseks on vajalik kontrollida planeeritud põllumaa tingimusi ning neid vajadusel parandada. Näiteks võib parema saagikuse saamiseks lisada põllule juba ennetavalt väetistena kaaliumit ja fosforit. Kõrgema saagitaseme saamiseks tasub suurema osa vajaminevast lämmastikuväetisest istutamiseelselt mulda anda ning lisada ülejäänud osa neli nädalat pärast taimede põllule istutamist. Põllu lupjamist on kasulik teha istutamisele eelneval talvel, kuna sel juhul jõuab lubi istutusperioodiks mullaga reageerida. (Coolong et al. 2012)

Istutamine

Bataati kasvatatakse vegetatiivselt kas mugulate või varrepistikute abil (Kurnianingsih et al. 2019). Mugulatest istutamist kasutatakse peamiselt sordiaretuse eesmärgil, kusjuures seemnemugulate katkilõikamine saagikust ei suurenda, kuna bataadi võrsed tekivad peamiselt seemnemugula keskosast ning lahtine mugul on pigem haavatav erinevatele haigustekitajatele (Coolong et al. 2012). Bataadi pistikute ettekasvatust alustatakse taimelavades veebruaris või märtsi alguses. Taimed on põllule istutamiseks valmis 6 – 8 nädalat pärast ettekasvatamist, mil nad eemaldatakse peenardest käsitsi või mehhaaniliste taimelõikurite abil. Kui taimed on 25–35 cm pikkused, siis istutatakse nad käsitsi või istutusmasinaga põllule 8–10 cm sügavusele ning kastetakse veega. Istutamisel tuleb vagude vahekauguste planeerimisel arvestada olemasolevate istutus-, kasvatus ja- koristusmasinate mõõtmetega. Enamasti istutatakse taimed 2–35 cm vahekaugusega ja vagude vahele jäetakse ruumi ligikaudu meeter. Bataadi kasvuperioodi pikkus on keskmiselt 120 päeva, kuid see sõltub oluliselt kasvatatavast sordist, istutustihedusest ja piirkonnast. Osa saagist jäetakse seemnemugulateks (Loebenstein, Thottappilly 2009).

Väetamine

Väetiseid kasutamata võib bataat jääda toitainete puudusesse, mistõttu on vaja kas kasvueelselt või –aegselt lisada põldudele lämmastikku, fosforit ja kaaliumit (NPK) (dos Santos Junior et al. 2020). Lämmastik on taimede kasvamiseks ja arenguks üks olulisemaid toitelemente, mis mängib bataadi puhul olulist rolli kuivaine-, karotenoidide- ja valgusisalduse suurendamises (Vosawai et al. 2015). Lämmastikku leidub mitmetes taime orgaanilistes molekulides nagu näiteks klorofüll, aminohapped, ensüümid või nukleiinhapped. USA kagu osas, kust on pärit ka katses kasutatud sordid antakse lämmastiku olenevalt sordist ja mullastikust 14–36 kg ha⁻¹ (Smith et al. 2009).

Mitmed uuringud on näidanud, et bataadi kasvatamisel ei teki niivõrd tihti puudust lämmastikust, vaid hoopis fosforist ja kaaliumist (Coolong et al. 2012). Fosforit vajavad taimed respiratsiooniks, rakujagunemiseks, fotosünteesiks, ioontranspordiks ja valkude ning nukleiinhapete sünteesiks ning piisav fosfori kogus soodustab koos juurte arenguga ka tärklise sünteesi (Abdel-Naby, 2018). Samas on kaaliumit vaja taimede kasvuks, arenguks ja saagikuse optimeerimiseks, sest kaalium osaleb energia transpordis, veetasemete reguleerimises ja fotosünteesis ning suurendab taimede valgusisaldust (Abdel-Naby, 2018). Fosfori ja kaaliumi lisamise vajaduse üle otsustatakse mulla analüüsi tulemuste alusel ja sõltuvalt konkreetse sordi vajadustest (dos Santos Junior et al. 2020). Lisaks väetatakse bataati vastavalt vajadusele magneesiumi, kaltsiumi, tsingi ja booriga.

Taimekaitse tööd

Bataadi kasvatamiselt ei pea liigselt muretsema umbrohutõrje pärast, kuna bataat moodustab ise kasvamise käigus väätidest tiheda lameda puhma, mis ei lase umbrohul taimede vahel domineerida. Seetõttu on kõige efektiivsem taimekaitse meetod bataaditaimede puhul just õigeaegne ja paraja istutustihedusega taimede istutamine, kuid mõnikord kasutatakse taimede kasvu algfaasis siiski ka herbitsiide (Coolong et al. 2012).

Kasvuaegne hooldamine

Bataadi taimed on võrdlemisi vastupidavad kuivusele, kuid veepuuduse tagajärjel läheb sellegi poolest asjatult kaduma osa saagist ja selle kvaliteedist. Bataadi kasvatamisel enamasti niisutussüsteeme ei kasutata, kuid soojades ja vähese sademetega piirkondades tasub see osadel juhtudel majanduslikult ära. Kui niisutussüsteeme siiski kasutatakse on üheks sagedasemaks meetodiks tilkkastmissüsteem, mille puhul juhitakse vett otse taime juurteni. Otse kastmisega kulutatakse vähem vett, mistõttu on tilkkastmine võrreldes teiste süsteemidega ökonoomsem ja seetõttu ka kuivemates piirkondades üks populaarsemaid (Loebstein, 2009). Lisaks tilkkastmissüsteemile on tihti kasutusel üleujutussüsteemid, mille puhul juhitakse vesi taimede vahele vagudesse plastikust torude kaudu ning lisaks keskkliigendiga või voolikrullidega süsteemid.

Saagi koristus

Kasvuperioodi lõppedes koristatakse bataat põllult käsitsi või kombainidega. Käsitsi korjamist harrastatakse väikesemas mahus kasvatajate poolt ning selle eeliseks on see, et bataat saab vähem kahjustada, mistõttu läheb vähem saaki kaduma. Kahjustuste vältimine on bataadi koristamise puhul oluline, kuna bataadil on väga õrn koor, mis kahjustub eriti niiskemates tingimustes üsna kergesti. Suuremate toodangute puhul pole aga käsitsi koristamine võimalik ning kasutatakse kombaine, mis võivad bataadi mugulaid kahjustada. Selleks, et bataadi mugulaid tervemalt kätte saada võib kasutada klassikaliste elevaatorkombainide asemel pöördatradega kombaine. Suurte ja lapikute pöördatradega õige käsitlemisega saab bataadid kahjustamata mullast pinnasele tõsta, ja sealt neid omakorda hõlpsasti kokku korjata. Lisaks on pöördatradega kombain võrdlemisi efektiivne, kuna korraga koristatakse keskmiselt 3–4 vagu. Selleks, et põllumasinad taimi ära ei tallaks on oluline juba enne istutamist selgitada välja minimaalsed vagude vahekaugused (Coolong et al. 2012).

1.6 Bataadis sisalduvad toitained ja nende väärtus

Toiteväärtus

Üle maailma süüakse bataadi taimest pea kõiki osi, kuid eriti just lehti ja mugulaid. Näiteks süüakse Aafrika ja Aasia riikidel lehti ja varsi suppides või praetuna. Bataadi mugulate toitainete sisaldus sõltub oluliselt sordist, kasvutingimustest, küpsusastmest ja hoiustamisviisist. Bataadi mugulad on head süsivesikute allikad, kuid neis leidub vähe valku ja rasvu (tabel 1). Samas sisaldab bataat suurtes kogustes vitamiine, mineraale, fenoole ja antotsüaniini (Truong et al. 2018). Bataadi lehtedes on kõrge valgusisaldus ning valgud sisaldavad omakorda olulisi aminohappeid (Ishida et al. 2000; Ndamitso et al. 2019). Mugulates on rasvu ja valke küllaltki vähe, samas on ka mugulates sisalduvad valgud kvaliteetsed, kuna nad sisaldavad mitmeid asendamatu aminohappeid (Truong et al. 2018). Lehtedes ja vartes on lisaks kõrge kiudainesisaldus, mis on võrreldav näiteks kõrge kiudainesisaldusega köögivilja spinatiga. Mugulates on kiudainesisaldus (tabel 1) madalam, kuid moodustab siiski ligi 2 – 4 % värske mugula kaalust (Truong et al. 2018). Kiudainete tarbimine on oluline soolestiku tervise hoidmiseks, näiteks on leitud, et kaasaegne madala kiudainesisaldusega dieet on seotud diabeedi ja käärsoolevähiga arenenud riikides. Lisaks suudavad bataadi lehtedes lahustuvad kiudained alandada veres glükoosi ja kolesterooli taset (Ishida et al. 2000).

Tabel 1. Toiteväärtus 100 g bataadi mugula kohta. (U.S. Department of Agriculture, 2019)

	Bataat (<i>Ipomoea batatas</i>)	Kartul (<i>Solanum tuberosum</i>)	Mais (<i>Zea mays</i>)
Energia (kcal)	86	77	86
Valk (g)	1,57	2,05	3,27
Rasv (g)	0,05	0,09	1,35
Kiudained (g)	3	2,1	2

Sahhariidid

Nii bataadi mugulatel, lehtedel kui ka vartel on kõrge sahhariidide kontsentratsioon (Ishida et al. 2000). Bataat on hea vajaliku päevase süsivesikute koguse omastamise allikas (Ndamitso et al. 2019). Peamised süsivesikud bataadis on tärklis ja erinevaid suhkruid (tabel 2) Suhkrutest on kõige rohkem sukroosi, glükoosi ja fruktoosi ning küpsetamise käigus tekib tärklise lagundamise tagajärjel ka maltoosi (Truong et al. 2018).

Tabel 2. Sahhariidid 100 g mugula kohta. (U.S. Department of Agriculture 2019)

	Bataat (<i>Ipomoea batatas</i>)	Kartul (<i>Solanum tuberosum</i>)	Mais (<i>Zea mays</i>)
Suhkrud, kokku (g)	4,18	0,82	6,26
Sukroos (g)	2,52	0,17	0,89
Glükoos (dekstroos) (g)	0,96	0,31	3,43
Fruktoos (g)	0,7	0,26	1,94
Tärklis (g)	12,65	15,29	5,7

Mineraalid

Toitainetest on inimese organismile lisaks olulised mineraalid, mida leidub bataadi lehtedest ja mugulatest suurtes kogustes (tabel 3). Mineraalid jagunevad mikro ja makro elementideks. Makroelemendid on näiteks magneesium ja kaltsium, mis reguleerivad lihaste kokkutõmbumist ning osalevad immuunsüsteemi talituses. Kaaliumit ja naatrium hoiavad kehas tasakaalus vedelikutasemeid ja vererõhku. Fosfor, kontrollib koos B-vitamiinidega südame rütmi, lihaste kokkutõmbumist ja närvisignaalide edasikandumist. Mikroelementidest on oluline näiteks tsink, mis on samal ajal vajalik organismi kasvamisel ja haavade paranemisel, kuid osaleb veel maitse ja lõhnameelte töös. Raud on vajalik hemoglobiini tekkeks punastes verelibledes (Gharibzahedi, Jafari 2017). Mugulates on kõige suuremas kontsentratsioonis just kaaliumit, samas kui lehtedes on kõige rohkem magneesiumit, tsinki ja vaske. (Ishida et al. 2000, Truong et al. 2018; Ndamitso et al. 2019).

Tabel 3. Mineraalid 100 g mugula kohta. (U.S. Department of Agriculture 2019)

	Bataat (<i>Ipomoea batatas</i>)	Kartul (<i>Solanum tuberosum</i>)	Mais (<i>Zea mays</i>)
Kaltsium (mg)	30	12	2
Magneesium (mg)	25	23	37
Fosfor (mg)	47	57	89
Kaalium (mg)	337	425	270
Naatrium (mg)	55	6	15
Raud (mg)	0.61	0,81	0,52
Tsink (mg)	0.3	0,3	0,46

Vitamiinid

Lisaks mineraalidele on organismi funktsioneerimiseks vaja erinevaid vitamiine, mida leidub suurtes kogustes nii bataadi lehtedes kui ka mugulates. Näiteks on üks tumerohelistest ja kollastest köögiviljadest saadav oluline A-vitamiini prekursor β -karoteen. β -karoteeni rikast dieeti on seostatud madalama südamehaiguste riskiga ning β -karoteeni toidulisandeid määratakse arteroskleroosi patsientide haiguse kulu aeglustamiseks (Amengual et al. 2019). Bataadis sisaldub suures koguses β -karoteeni, mis on kõik *trans*-konfiguratsioonis, ehk kõige sobivamas vormis A-vitamiini tootmiseks (Truong et al. 2018).

E- ja C-vitamiinil on organismile oksüdatiivse stressi vastane mõju. E-vitamiini manustamine toidus vähendab intensiivsest treeningust tulenevaid lihaste kahjustusi. C-vitamiini puhul on leitud samuti, et kõrgete annuste manustamine vähendab treeningust põhjustatud lihasvalusid ja -kahjustusi. C- ja E-vitamiine manustatakse tihti koos, kuna E-vitamiin on rasvlahustuv ning C-vitamiin suudab lisaks vees lahustumisele taastada E-vitamiini varusid (Chou et al. 2018). Vitamiine, nagu ka teisi toitaineid leidub suuremates kontsentratsioonides just bataadi lehtedes. Kuid ka mugulates on kõrged nii β -karoteeni, B₂-, C- kui ka E-vitamiinide kontsentratsioonid (tabel 4) (Ishida et al. 2000).

Tabel 4. Vitamiinid 100 g mugula kohta. (U.S. Department of Agriculture 2019)

	Bataat (<i>Ipomoea batatas</i>)	Kartul (<i>Solanum tuberosum</i>)	Mais (<i>Zea mays</i>)
β-karoteen (μg)	8509	1	47
B ₂ -vitamiin (mg)	0.061	0,032	0,055
C-vitamiin (mg)	2.4	19,7	6,8
E-vitamiin (mg)	0,26	0,01	0,07

1.7 Bataadi haigused ja kahjurid ning nende tõrje

Troopilistes piirkondades peetakse bataadi haigustest kõige olulisemaks seenpatogeeni (*Elsinoë batatas*) poolt põhjustatud lehtede kärntõbe. Kärnad katavad lehepinna ja vähendavad oluliselt fotosünteessitavat ala, mistõttu vähendab see mugulate saagikust (Gurr et al. 2016). Lisaks on maailmas bataadi kasvatamisel üheks suurimaks kahjuriks bataadi mardikad (*Cylas formicarius*), kes kahjustab nii taime mugulaid kui varsi. Mardikad pääsevad mugulatele kergemini ligi eriti kuivadel perioodidel, kuna sel ajal saavad nad kergemini läbi pinnase liikuda. Teiseks oluliseks kahjuriks on pahklest (*Eriophyes gastrotrichus*), kes kahjustab lehestikku ja varsi. Selleks, et vältida viiruste ja kahjurite levikut on üldlevinud tavaks kasutada varasemalt patogeenide ja kahjustajate suhtes kontrollitud taimi ja istutada ainult terveid võrseid (Gurr et al. 2016). Kahjurite ja haigustega võitlemiseks on võimalik pritsida taimi insektitsiididega või rakendada tavalisemaid fütosanitaar meetmeid ning bioloogilise tõrje meetodeid nagu näiteks sipelgaid, kes hoiavad mardikaid eemal (Gurr et al. 2016). Bataadi kasvatamisel on suureks probleemiks ka erinevad viirushaigused, mis võivad bataadi saagikust langetada kuni 90 %, kuid millega nakatumist on raskem märgata, kuna muutused toimuvad pikema aja jooksul, ja on tihti asümptomaatilised. Viirushaigusi tuvastatakse molekulaarsete meetoditega. Viiruste vektoriteks võivad olla erinevad putukad (Gurr et al. 2016). Üldiselt on nii saagikuse languse kui kahjurite kuhjumise tõttu soovitatud bataati kasvatada üheaastase taimena, ja mitte püsivalt ühel samal asukohal. Istutatav võrse peab olema terve ja ei tohi olla saastunud patogeenidega, mistõttu tuleks eelistada sertifitseeritud bataadi seemnemugulaid ja ettekasvatatud võrseid, mis on eelnevalt testitud (Gurr et al. 2016).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Põldkatse kirjeldus

Bataadi põldkatse rajati 2018. aastal Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika katsepõllule (58°22'N, 26°40'E). Põllu eelviljadeks oli 2016. aastal kartul ja 2017. aastal teravili. Katses kasvatati kahte USAs aretatud sorti, 'Evangeline' (Louisiana Põllumajanduse Katsekeskus) ja 'Covington' (Põhja-Carolina Riiklik Ülikool). Katse viidi läbi kolmes variandis kahe erineva väetise kogusega. Istutati terve mugul, pooleks lõigatud mugul ja ettekasvatatud võrsed. Sortidel 'Evangeline' ja 'Covington' olid katses järgmised variandid: E N0-1 ja C N0-1 – istutati terve mugul, variandile ei antud väetist; E N100-1 ja C N100-1 – istutati terve mugul, variant sai kasvuperioodil kokku 100 kg N ha⁻¹; E N0-2 ja C N0-2 – istutati pooleks lõigatud mugul, variandile ei antud väetist; E N100-2 ja C N100-2 – istutati pooleks lõigatud mugul, variant sai kasvuperioodil kokku 100 kg N ha⁻¹; E N0-3 ja C N0-3 – istutati ette kasvatatud võrsed, variandile ei antud väetist; E N100-3 ja C N100-3 – istutati ette kasvatatud võrsed, variant sai kasvuperioodil kokku 100 kg N ha⁻¹.

Võrseid kasvatati ette kastides 40–45 päeva. Kasutati Biolan aiamaa mustmulda (12–14–24 Mg sisaldav lubjakivipulber kg m³, pH 6,0). Taimede kasvukeskkonna temperatuur oli 22°C, niiskustase 65% ja valgust said taimed 700 µmol m². Bataat istutati katsepõllul mulda 6. juunil peale öökülmade möödumist. Katse variandid istutati üksteisest 50 cm vahega. Igas katsevariandis oli 6 mugulat, katselapi suurus oli 2,1 m². Väetamine toimus peale istutamist ja kahes osas. Väetiseks valiti YaraBela Axan 27 4S, mida anti esimene kord 8. juunil 50 kg ha⁻¹ ja 15. juunil anti teine osa 50 kg ha⁻¹. Kasvuperioodil kasteti igat taime 0,5 l veega 7–9 päeva järel, kokku 8 korda. Umbrohi eemaldati mehaaniliselt kahel korral. Saagi koristus toimus 15. oktoobril.

Käesolevas bakalaureuse töös on katse metoodika ja tulemused osaliselt publitseeritud Runno-Paurson et al. (2019) poolt, kus bakalaureusetöö autor Siim Kõre on artikli kaasautor.

2.1.1. Sortide kirjeldus

'Evangeline' on USA-st Louisiana osariigist aretatud sort, mille väädid on rohelised ja lehestik kergelt püstine. Noored lehed on värvuselt tumelillad ning muutuvad kasvades tipupoolt tumeroheliseks. Vanematel lehtedel on teravad tipud ja südajas põhi. Lehed on siledad ja terve servaga (Bonte, 2008). Õietupp koosneb viiest rohelisest ja elliptilisest tupplehest. Õis on väljaspoolt põhiliselt helelilla värvusega, kuid on õiekrooni seest tumedam. Emakasuu on lillat värvi ja tolmukad peamiselt madalamal ja emakaga ühenduses. Mugulad on enamasti elliptilise kujuga ja roosaka värvusega, kuid värv tuhmub hoiustamisel. Koor on 4–5 mm paks ja mugula viljaliha on oranž. Kuivaine sisaldus on 19–22%. 'Evangeline' on maitseomadustelt ja värvilt hinnatud sort. Lisaks on sort 'Evangeline' sobilik konserveerimiseks, sest säilitab aastateks maitse ja värvuse ning oksüdeerumine on minimaalne. Sordil on ka pigem kõrge suhkrute sisaldus (Bonte, 2008).

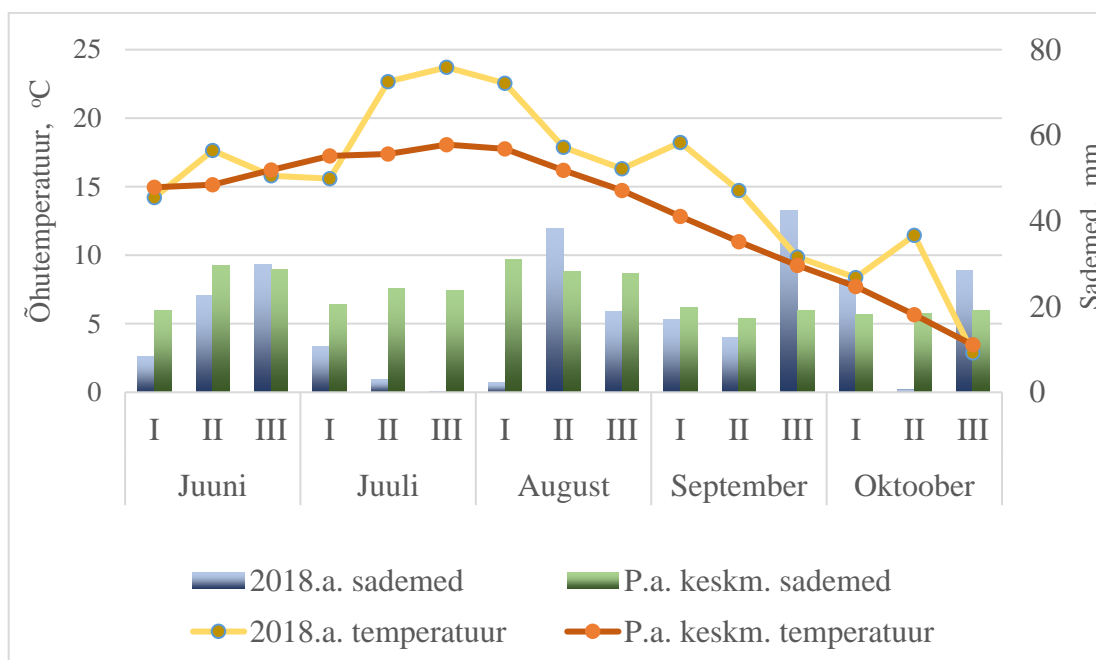
Sort 'Covington' aretati Põhja-Carolina osariigi ülikoolis. Sort on oranži viljalihaga, sileda ja roosaka värvusega koorega. Maitseomaduste poolest on sort 'Covington' standardiseeritud testides kõrgelt hinnatud. Lehed on südaja kuni kolmnurkse kujuga. Lehe servades on soppe vähe või need puuduvad üldse. Vanemad lehed on rohelised, noorematel lehtedel on nii lillad kui rohelised varjundid. Varred on rohelised. Lehed moodustavad üsna tiheda lehestiku, mis kaitseb taimi ka umbrohtude eest. Sort 'Covington' õitseb läbi hooaja, kuid sõltuvalt vee, toitainete ja valguse kättesaadavusest. Õiekroon moodustub viiest ühendunud kroonlehest, mis moodustavad viisnurkse hõlmaga lehtri. Õiel on õrn lõhn või puudub lõhn üldse. Õiel on lillad ja rohelised varjundid. Nii sisemine kui ka välimine tuppleht on ovaalsed ja terava tipuga. Emakasuu on kreemjasvalget tooni ja veidi eespool tolmukatest. Katsed on näidanud, et suurimat saaki on saadud lämmastikukogusega ligikaudu 100 kg ha⁻¹ (Yencho et al. 2008).

Mugulad on kujult piklikud, elliptilised või ümarad. Koore värvus on hele kuni mõõdukalt roosa, kuid muutub hoiustamisel tumedamaks. Viljaliha värv on ühtlaselt oranž. Keskmise kuivmassi Põhja-Carolinas kasvades on 19,7% ± 0,3%. Mugulad säilivad kontrollitud tingimustes hästi ilma erilise kaalu- või veekaotuseta. Kõrvaltuna või konserveerituna säilib mugula ühtlane oranž värvus. (Yencho et al. 2008)

2.1.2. Katseaasta meteoroloogilised tingimused

Keskmine õhutemperatuurid kujunesid 2018. aastal oluliselt kõrgemaks võrreldes paljude aastate keskmistega juuni II dekaadis, juulis, augustis, septembris ja oktoobris (joonis 1). Juuli II dekaadist kuni augusti I dekaadini oli keskmine õhutemperatuur ligi 5 kraadi kõrgem võrreldes paljude aastate keskmisega. Sademete hulk oli 2018. aastal võrreldes paljude aastate keskmistega väga ebastabiilne ning dekaadide lõikes palju muutuv, kuid üldkokkuvõttes oli pigem kuivemapoolne aasta. Sademeid oli oluliselt vähem juuni I ja II dekaadil, juuli algusest kuni augusti alguseni (joonis 1). Samuti olid oluliselt kuivemad olud augusti III dekaadist kui septembri I dekaadini. Vaid augusti II dekaadil, septembri II dekaadil ja oktoobri I dekaadil oli oluliselt rohkem sademeid võrreldes paljude aastate keskmisega. Oktoobri II dekaadil puudusid sademed, mis sobis ideaalset saagi koristamiseks. Bataadi kasvatusperioodil alates maha panekust 6. juunil kuni saagi koristamiseni 15. oktoobril, ei esinenud öökülmasid.

Kuna bataat talub hästi põuda ja kuumalaineid ning see ei ole stressitekitav faktor, siis võib tõdeda, et 2018. aasta kasvuaastal olid ilmastikutingimused bataadi kasvatuseks väga soodsad (joonis 1) ning kasvuaeg vältas neli kuud.



Joonis 1. Keskmine õhutemperatuur (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes Eerikal vegetatsiooniperioodi vältel võrrelduna paljude aastate (P.a) 1969–2018 keskmisega. (Runno-Paurson et al. 2019)

2.1.3 Katseala mullastik

Katseala mullastik oli näivleetunud Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (Deckers et al., 2002), lõimis kerge liivsavi ja kündmisega läbisegatud pindmise huumuskihi paksus 27–30 cm (Reintam, Köster 2006). Mullaproovid koguti kevadel vahetult enne bataadi istutamist põllule 6. juunil 20 cm sügavuselt. Õhukuivad proovid sõeluti läbi 2 mm avadega sõela. Mulla pH määrati 1M KCl lahuses (vahekord (1:2.5), mulla orgaaniline süsinik (C_{org}) määrati Tjurini meetodil (Soil Survey Laboratory Staff 1996). Mulla üldlämmastiku sisaldus $N_{üld}$ määrati Kjeldahli meetodil (Procedures for Soil Analysis 2005). Taimedele omastatavad toiteelemendid (P, K, Ca ja Mg) määrati AL-meetodil (Egnér et al., 1960). Katse alguses iseloomustasid mulla huumushorizonti järgmised näitajad: pH_{KCl} 5,6, C_{org} 1,41%, $N_{üld}$ 0,10%, taimedele omastatavad toiteelemendid P 86,3 mg kg⁻¹, K 149,6 mg kg⁻¹, Ca 1122 mg kg⁻¹, 154 mg kg⁻¹.

2.2. Statistiline andmeanalüüs

Statistiline analüüs tehti Statistica 13 programmiga. Erinevused katsevariantide bataadi mugulate saagikuses, mugulate arvukuses ja mugulate massis leiti ühe ja mitmefaktorilise ANOVA abil, variantide võrdluses kasutati Fishers LSD *post-hoc* testi ning statistiliselt usaldusväärse tulemuse *p*-väärtuse piiriks loeti 0,05.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

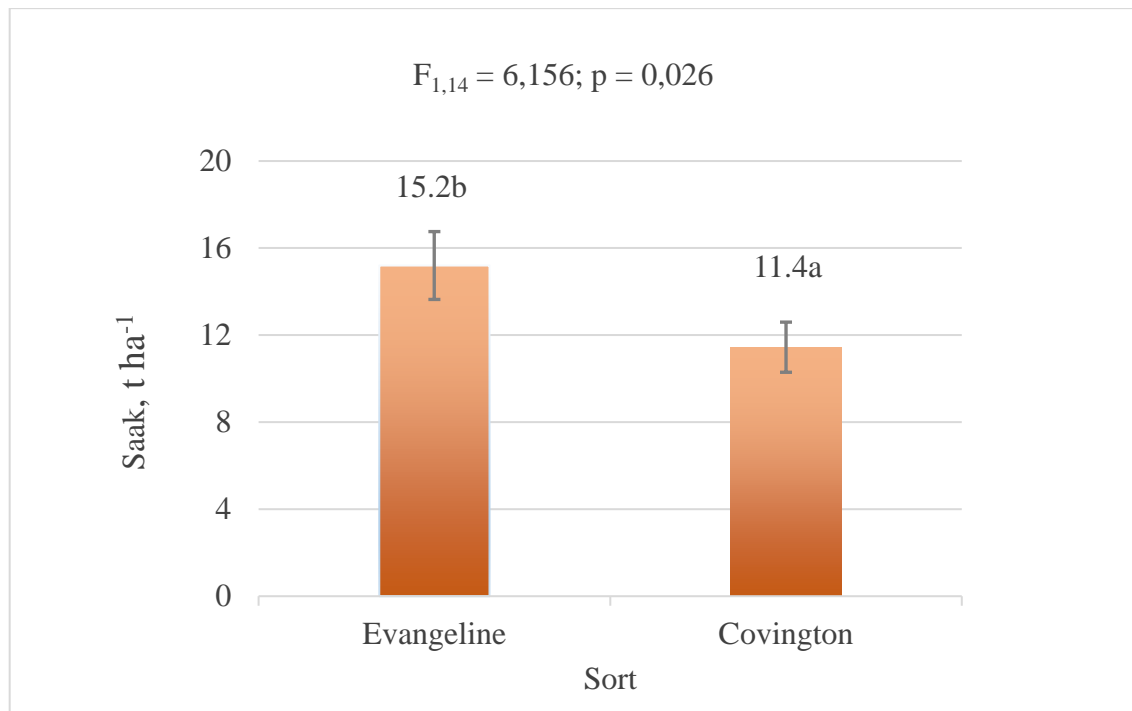
Läbi viidud uurimustöö põhi eesmärk oli välja selgitada, kas Eestis on võimalik üldse põllutingimustes bataati kasvatada. 2018. aasta kasvuaastal olid ilmastikutingimused bataadi kasvatuses väga soodsad (joonis 1), mistõttu kasvuaeg vältas bataadi kasvatamiseks vajaliku aja, ehk neli kuud. Bataadi kasvatamise tulemusena suutsid viljuda mõlema sordi 'Covington' ja 'Evangelina' ettekasvatatud variantide taimed. Kindlasti tuleb arvestada, et katseaasta õhtutemperatuurid olid kasvuperioodi vältel paljude aastate keskmistega võrreldes olulisemalt kõrgemad, mistõttu need tulemused kehtivad vaid ühe katseaasta kohta. Kirjanduse andmetel on teada, et kuigi bataadi viljumisel võib takistavaks saada hilistest kevadistest ja varajastes sügisestest öökülmadest põhjustatud lühike kasvuperiood, on bataat kasvutingimuste suhtes küllaltki paindlik (Coolong et al. 2012) ning seega oli bataadi viljumine Eesti põllutingimustes oodatud. Antud põldkatse põhjal võib väita, et keskmisest soojema suve korral, kus puuduvad ka öökülmad, on võimalik Eestis bataati põllutingimustes igati edukalt kasvatada ja saada kaubastamiseks mõeldud saaki.



Joonis 2. Foto viljunud bataadisortide saagist 'Covington' (vasakul) ja 'Evangelina' (paremal) (pildi autor: E. Runno-Paurson)

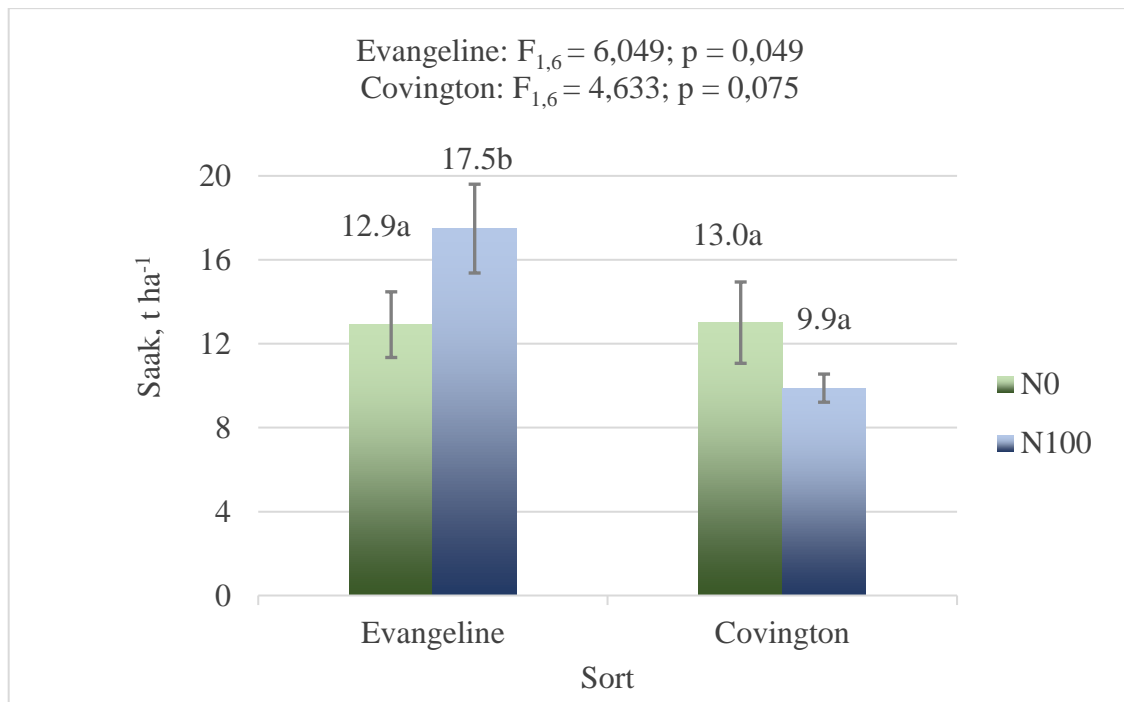
Olulised erinevused ilmnesid saagikuses sõltuvalt maha paneku viisist. Mõlemad sordid 'Covington' ja 'Evangeline' jõudsid ettekasvatatud variantides moodustada mugulad (joonis 2). Täielikult ebaõnnestus mugulast maha panek, kus tärkas sordil 'Evangeline' vaid 8% ja sordil 'Covington' 6% mugulatest. Kindlasti sellist mahapaneku viisi Eesti tingimustes soovitada ei saa, kuigi juurdunud mugulatükiga mahapaneku varianti mujal kasutatakse, näiteks sordiaretuslikus töös (Coolong et al. 2012). Kuna katses ei kasutatud spetsiaalseid seemnemugulaid, vaid kaubandusvõrgust soetatuid, kus mugulaid töödeldakse tärkamist pärssivate vahenditega, siis tõenäoliselt oli see põhjuseks, miks ette kasvatamata mugulate maha panek ebaõnnestus. Mugulast mahapanekul tuleks siiski kasutada spetsiaalseid seemnemugulaid. Ka kirjanduse põhjal on teada (Coolong et al. 2012), et enamasti kasvatatakse seemnemugulatest ettekasvatatud taimi. Lisaks oli katseaastal kuiv kevad, mis ei loonud soodsaid olusid mugulate idanemiseks.

Sortide keskmine saagikus erines oluliselt (joonis 3). Katse üheks hüpoteesiks oli, et jahedama piirkonna sordil 'Covington' on oluliselt kõrgem saagikus Eesti põllutingimustes kui soojema piirkonna sordil 'Evangeline'. Tulemustes selgub, et antud hüpotees ei pidanud paika ja hoopis kõrgem saagikus saadi sordilt 'Evangeline' (joonis 3), mis andis ligi 25 % suurema saagi ($15,2 \text{ t ha}^{-1}$) kui 'Covington' ($11,4 \text{ t ha}^{-1}$) ($p = 0,026$). Madala saagikuse põhjal võib järeldada, et 'Covington' sort on aeglasema algkasvuga. Selles katsest saadud bataadi saak jääb oma tasemelt sarnasesse vahemikku Malaisias läbi viidud põldkatsega, kus saak varieerus $9,8\text{--}13,3 \text{ t ha}^{-1}$ (Vosawai et al. 2015). Iisraelis on keskmine bataadi saagikus põldudel 15 t ha^{-1} (Loebenstein, Thottappilly 2009). Saksamaal läbi viidud bataadi katsetes vareerusid saagikused sorditi $16,0\text{--}34,0 \text{ t ha}^{-1}$ (Kell, Jaksch 2014). Kuid katses saadud saagitase jääb tugevasti alla USAs läbi viidud põldkatsete tulemustele, kus sordil 'Covington' oli saagikus vahemikus $45\text{--}48 \text{ t ha}^{-1}$ (Yencho et al. 2008) ja sordil 'Evangeline' $17,5\text{--}30 \text{ t ha}^{-1}$ (La Bonte, Wilson 2008).



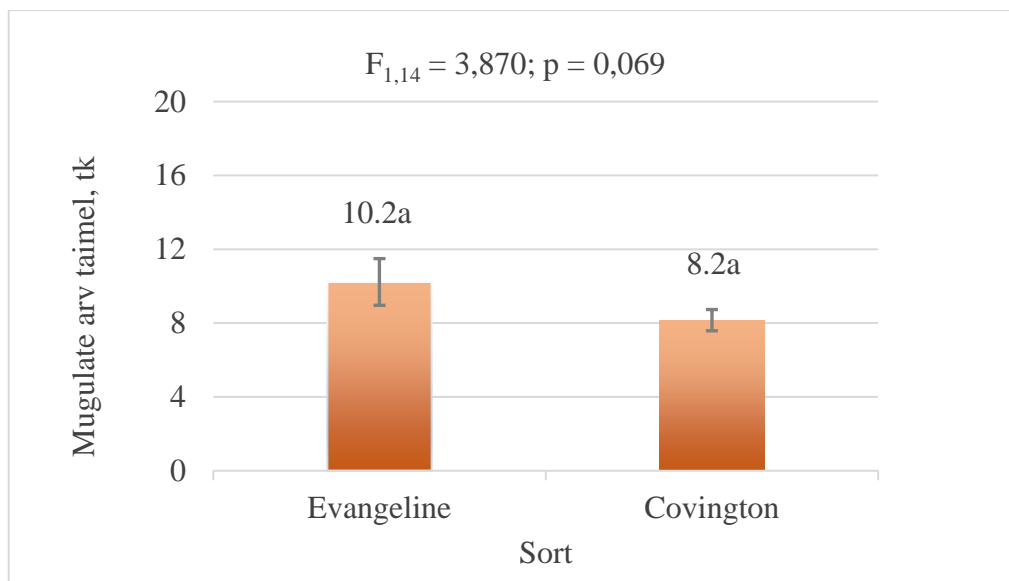
Joonis 3. Keskmise saak (t ha⁻¹) sortidel 'Evangeline' ja 'Covington'.

Hüpotees, et väetamise mõju on soojal suvel bataadi kasvule ja saagikusele tagasihoidlik, ei saanud kinnitust (joonis 4). Väetamata katsevariantide saagikus oli sortide vahel üsna sarnane. Sordil 'Evangeline' oli saagikus oluliselt kõrgem väetatud variandis (N100), mis andis 36% saagilisa (17,5 t ha⁻¹) võrreldes väetamata variandiga N0 (12,9 t ha⁻¹). Samas väetamise mõju sordile 'Covington' paistab olevat hoopis pärssiva toimega, kuid erinevus ei olnud statistiliselt usaldusväärne ($p = 0,075$) (joonis 4). Väetamisel saagikus vähenes 3,1 tonni hektari kohta, mis oli ka katse kõige kehvem tulemus (joonis 4). Sordi 'Covington' aeglasem algareng võis olla väetamisest tulenevalt, saaki pärssiva mõju põhjuseks. Kuigi parimaid saagikuse tulemusi on andnud varasemates katsetes N100 (Yencho et al. 2008) on Yencho et al. (2008) leidnud, et sordile 'Covington' tuleks anda väetis kahes jaos, esimene kord 10 päeva pärast istutamist ja teine kord 28 päeva pärast. Seega võib olla kasulikum teha teine väetuskord hiljem, siis kui taim on juurdunud. Kindlasti annab bataadi saagikust tõsta täpsemalt planeeritud väetamisega, nii sobivama väetise kui dooside osas, samuti on vajalik optimeerida ettekasvatamise tingimusi. Samuti tuleks edaspidi katsetada erinevate istutusaegade ja tingimuste mõju saagikusele.



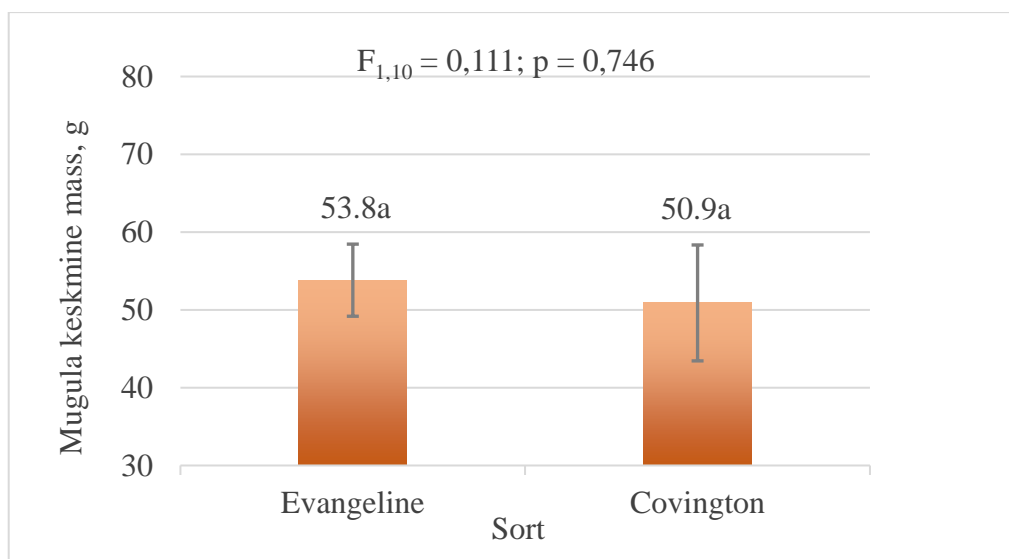
Joonis 4. Bataadi mugulate keskmine saak (t ha⁻¹) sõltuvalt väetusviisist. Tulba kohal on kirjas sordi keskmine saak t ha⁻¹ kohta. Suurima saagi andis sordi “Evangeline” väetatud variant milleks oli 17,5 t ha⁻¹.

Soodsates tingimustes võib eeldada, et bataat moodustab rohkem mugulaid, seega meie tingimustes võiks oodata, et 'Evangeline' taimed moodustavad rohkem mugulaid kui 'Covington' sordi taimed. Keskmine mugulate arv taime kohta oli üsna sarnane mõlemal sordil, olles sordil 'Evangeline' keskmiselt 10,3 mugulat ja sordil 'Covington' 8,2 mugulat taime kohta ($p = 0,069$) (joonis 5). Sarnaselt ei leitud olulist erinevust kummagi sordi mugulate arvus väetusvariantide vahel ($p = 0,236$ ja $p = 0,085$) (joonis 6).



Joonis 5. Keskmise mugulate arv taimel kohta (tk) sortidel 'Evangeline' ja 'Covington'. Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Sarnaselt mugulate arvkuusele oli oodatud, et sort 'Evangeline' mugulate keskmine mass on 'Covington' sordi taimest sordile sobivamate kasvutingimuste tõttu suurem. Siiski selgus tulemustes, et sortide mugulate keskmised massid on võrreldavad (joonis 6).



Joonis 6. Keskmise mugulate keskmine mass (g) sortidel 'Evangeline' ja 'Covington'. Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Samuti ei saa põhjendada suuremat saaki lõunapoolsemal „Evangelinel“ moodustunud mugulate arvuga taimel (‘Evangeline’ 10,2 tk, ‘Covington’ 8,2 tk) kuna ei leitud statistiliselt olulist tulemust ($p = 0,069$) (joonis 5).

KOKKUVÕTE

Antud põldkatse tulemusena selgus, et mõlemad kasvatatavad bataadi sordid suutsid Eesti põllutingimustes viljuda. Kuna katseaasta ilmastikutingimused olid paljude aastate keskmisega võrreldes soojad ja soodsad selle kultuuri jaoks, siis võib saadud tulemuste põhjal väita, et keskmisest soojema kasvuperioodi korral on võimalik bataati Eesti põllutingimuses edukalt kasvatada. Kuid kuna on tegemist vaid ühe aasta katsetulemustega, siis on vaja katseid korrata. Viljusid just ette kasvatatud taimedest istutatud variandid. Mugulast mahapanek ebaõnnestus, ilmselt seetõttu, et ei kasutatud spetsiaalseid seemnemugulaid vaid kommertsiaalseid mugulaid mis võivad sisaldada taime kasvu pärssivaid vahendeid. Vastupidiselt ootustele, ei olnud jahedama piirkonna sordi 'Covington' saagikus suurem soojema piirkonna sordi 'Evangeline' omast vaid väetamata variantide puhul oli saagikus võrreldav. Kusjuures, väetatud variantides oli 'Evangeline' sordi bataatide saagikus oluliselt kõrgem võrreldes sordiga 'Covington', millele mõjus väetamine pigem pärssivalt. Ilmselt on 'Covington' sordi kehvem areng seotud aeglasema algarenguga ning ebasobiva väetamisviisiga ning lisaks katseaasta kuiva kevadega.

Tulemustest lähtuvalt võib püstitada edaspidiseks bataati Eesti põllutingimustes kasvatamiseks järgnevad soovitused: a) bataadi viljumise võimekuse kontrollimiseks võiks teha lisakatseid ning jälgida kuidas need bataadi sordid käituvad tavalise või keskmisest jahedama temperatuuri kasvuaastatel; b) mugulast mahapanekul kasutada spetsiaalseid seemnemugulaid; c) kuigi 'Evangeline' sordi saagikus, eriti väetamisel oli arvestatav, sobib ka soojema piirkonna sort Eestis vähemasti keskmiselt soojemate temperatuuride korral Eesti põllutingimustes kasvatamiseks; d) samas oleks hea teha lisa katseid 'Covington' sordi taime tegeliku potentsiaali välja selgitamiseks, rakendades kahes osas ja õigeaegset väetamist. 'Covington' sordi bataadi kasvatamise edasine uurimine on eriti oluline, kuna nagu varasemalt nimetatud, oli katseaastal keskmisest erakordselt soojemad ilmastikutingimused, mis ei peegelda hästi bataadi kasvatamise võimalikkust Eesti põllutingimustes üldiselt ning kuigi 'Evangeline' sort andis häid tulemusi, võiks 'Covington' olla keskmistes ilmastikutingimustes Eesti tingimustesse sobivam sort. Seega saab selle bakalaureusetöö põhjal väita, et keskmisest soojema suve korral saab Eestis põllutingimustes

edukalt bataati kasvatada. Ja kuna Põhja-Euroopas on oluliselt suurenenud keskmisest soojema temperatuuriga suvede arv ja kasvab veelgi, siis tasub bataadi kasvatamisega Eestis kindlasti jätkata.

SUMMARY

The sweet potato is a nutritious plant that is mostly grown in Africa and Asia. Recent trends show that the demand for sweet potatoes is growing all over the world. The potential for growing sweet potatoes in colder regions such as North-America or Europe has great potential, for the plants are relatively tolerant to different environmental conditions. Sweet potatoes have not reached field production in Estonia thus far. The aim of this thesis was to further research the possibility of growing sweet potatoes on Estonian fields for the possibility of establishing a larger scale production in the future. Two sweet potato cultivars from the USA were used in the current research: 'Evangeline' originating from Louisiana and 'Covington' developed in North-Carolina. The effect of different planting methods on the yield of the two sweet potato cultivars, plants were examined by planting whole or halved tubers and pre-grown transplants. Half of the differently planted plants were also fertilized. The weather conditions on the year of the experiment were extraordinarily warm and dry.

Based on the research goal, four hypothesis were proposed: 1) the sweet potato can cultivate tubers in Estonian field conditions; 2) the yield of the sweet potatoes depends on the method of planting; 3) the 'Covington' cultivar, originating from a colder region will produce a greater yield in Estonian conditions than the 'Evangeline' cultivar that is usually grown in a warmer area; 4) fertilizing will have a minimal effect on the yield and the structural elements of the tubers in the dry and warm summer.

The results elucidated that both cultivars of the sweet potato plant can indeed produce tubers in Estonian field conditions, but one must keep in mind that the weather conditions on the year of the experiment were slightly adverse. Concerning the method of planting, only plants from pre-grown transplant were capable of producing a considerable yield. Surprisingly, the warmer region cultivar 'Evangeline' produced a comparable yield to 'Covington'. In fact, 'Evangeline' plants that received fertilizer showed a significantly higher yield compared to 'Covington' plants. It appears that 'Covington' has a slower early development, which needs to be accounted for during fertilization efforts in the future.

In general, growing sweet potatoes in Estonian field conditions is favorable and we conclude that further field tests with sweet potatoes for a better understanding of the optimal weather conditions, planting methods and cultivars in Estonian conditions are warranted.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abdel-Naby, H.M.E., Fathy, E.L.E., Doklega, S. and Wafa, N.M.** (2018). Response of Sweet Potato Plants to Mineral and Bio-Fertilization. *Journal of Plant Production*, 9(12), lk.969-974., Vancouver.
- Amengual, J., Wu, X., Pinos, I., Zhou, F., Abraham, B., Barrett, T.J., von Lintig, J. ja Fisher, E.A.** (2019). Beta-carotene Conversion to Vitamin A Delays Atherosclerosis Progression by Reducing Very-Low Density Lipoprotein Lipidation. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 39 (Suppl_1), lk A511-A511.
- Bourke M** (2009). Sweet potato in Oceania. In: Loebenstein G, Thottappilly G, (eds.) *The Sweet Potato*. Springer: Berlin.
- C. Roullier, R. Kambouo, J. Paofa, D. McKey, V. Lebot** (2013). On the origin of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) lam.) genetic diversity in New Guinea, a secondary Centre of diversity *Heredity*, 110, lk 594–604
- Chou, C.C., Sung, Y.C., Davison, G., Chen, C.Y. and Liao, Y.H.** (2018). Short-term high-dose vitamin C and E supplementation attenuates muscle damage and inflammatory responses to repeated taekwondo competitions: a randomized placebo-controlled trial. *International journal of medical sciences*, 15(11), lk 1217.
- Coolong, T., Bessin, R., Woods, T. and Fannin, S.** (2012). Sweet potato production for Kentucky. ID-195. *University of Kentucky Cooperative Extension Service, Lexington, KY*, 40506, lk 2012.
- Dos Santos Junior, R.B., de Souza, T.A.F., Santos, D., Ferreira, P.V. and Cavalcante, J.T.** (2020). Agronomic performance of sweet potato genotypes under management of liming and mineral fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, 15(1).
- Duan, W., Zhang, H., Xie, B., Wang, B. and Zhang, L.** (2019). Impacts of nitrogen fertilization rate on the root yield, starch yield and starch physicochemical properties of the sweet potato cultivar Jishu 25. *PloS one*, 14(8).
- Egnér, H., Riehm, H., Domingo, W.R** (1960). Untersuchungen über die chemische bodenanalyse als grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. – *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* 26, lk 199–215. (saksa keeles).













- Eleazu, C.O. and Ironua, C.** (2013). Physicochemical composition and antioxidant properties of a sweetpotato variety (*Ipomoea batatas L*) commercially sold in South Eastern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 12 (7).
- Engel, F** (1970). Exploration of the Chicla Canyon, Peru. *Current Anthropology* 11(1), 55–58.
- Gharibzahedi, S.M.T. and Jafari, S.M.** (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 119–132.
- Gregory, P.** (1992). Feeding tomorrow's hungry: The role of root and tuber crops. In: Sweet potato technology for the 21st century, 1k xxxvii–xxxviii. Walter A. Hill, Conrad K. Bonsi and Philip A. Loretan (eds), Tuskegee University, Tuskegee, Alabama, 1k 607.
- Gurr, G.M., Liu, J., Johnson, A.C., Woruba, D.N., Kirchhof, G., Fujinuma, R., Sirabis, W., Jeffery, Y. and Akkinapally, R.** (2016). Pests, diseases and crop protection practices in the smallholder sweetpotato production system of the highlands of Papua New Guinea. *PeerJ*, 4, 1k e2703.
- Hill, W.A., Bonsi, C.K. and Loretan, P.A** (1992). Sweetpotato research: Current status and future needs. In: *Sweet potato technology for the 21st century*, 1k xvii–xxv. Walter A. Hill, Conrad K. Bonsi and Philip A. Loretan (eds), Tuskegee University, Tuskegee, Alabama, 1k 607.
- International potato center** (2017). Sweetpotato facts and figures. <https://cipotato.org/sweetpotato/sweetpotato-facts-and-figures/> (19.05.2020).
- Ishida, H., Suzuno, H., Sugiyama, N., Innami, S., Tadokoro, T. and Maekawa, A.** (2000). Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas poir*). *Food Chemistry*, 68(3), 1k 359–367.
- Kell, K., Jaksch, T** (2014). Süßkartoffeln im Freiland: Anzuchtverfahren und Sorten. 6 1k. <https://hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/spider/meta?infometa=63300> (19.05.2020).
- Kurnianingsih, N., Ratnawati, R., Fatchiyah, F., Barlianto, W., Ali, M.M., Safitri, A. and Suyanto, E.** (2019), November. The Difference of Amino Acid Profiling From Two Morphological Purple Sweet Potatoes From Kawi Mountain Cultivars, East Java, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1374, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- Kwak, S.S.** (2019). Biotechnology of the sweetpotato: ensuring global food and nutrition security in the face of climate change.
- La Bonte, D.R., Wilson, P.W** (2008). 'Evangeline' Sweetpotato. *HortScience* 43(1), 1k 258–259.
- Loebenstein, G. and Thottappilly, G. eds.** (2009). *The sweetpotato*. Springer Science & Business Media.

- Ndamitso, M.M., Mathew, J.T., Etsuyankpa, M.B., Shaba, E.Y. and Tsado, A.N.** (2019). Comparative study of the mineral, proximate and amino acid compositions of red sweet potato (*Ipomoea batatas*) and its syrup. *AU-eJournal of Interdisciplinary Research* (ISSN: 2408–1906), 4(1).
- O'Brien, P.J.** (1972). The Sweet Potato: Its Origin and Dispersal 1. *American anthropologist*, 74(3), lk 342-365.
- Powers, H.J.** (2003). Riboflavin (vitamin B-2) and health. *The American journal of clinical nutrition*, 77(6), lk 1352–1360.
- Procedures for Soil Analysis** (2005). (ed) L.P. van Reeuwijk. 5th edn. *Wageningen*, lk 112.
- Reintam, E., Köster, T** (2006). The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. – *Geoderma*, 136, lk 199–209.
- Runno-Paurson, E., Eremeev, V., Meinson, P., Tosens, T., Kõre, S., Sikk, R., Niinemets, Ü.** (2019). Esimesed katsetused bataadi kasvatamisel Eesti põllul. – *Agronomy*, lk 111.
- Scott, G.J., Best, R., Rosegrant, M. and Bokanga, M** (2000) a. Roots and tubers in the global food system: A vision statement for the year 2020. *International Potato Center*, Lima, Peru, lk 111.
- Scott, G.J., Rosegrant, M.W. and Ringler, C** (2000) b. Roots and tubers for the 21st century. Trends, projections, and policy options. Food, agriculture, and the environment, Discussion paper 31. *International Food Policy Research Institute and Centro Internacuional de la Papa*, lk 64.
- Smith T., Stoddard S., Shankle M., Schultheis J** (2009). Sweetpotato Production in the United States. In: Loebenstein G., Thottappilly G. (eds) *The Sweetpotato*. Springer, Dordrecht
- Soil Survey Laboratory Staff** (1996). Soil survey laboratory methods manual. – Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. *National Soil Survey Center*, NE, USA.
- Tong, C., Ru, W., Wu, L., Wu, W. and Bao, J.** (2020). Fine structure and relationships with functional properties of pigmented sweet potato starches. *Food Chemistry*, 311, lk 126011.
- Truong, V.D., Avula, R.Y., Pecota, K.V. and Yench, G.C.** (2018). Sweetpotato production, processing, and nutritional quality. *Handbook of vegetables and vegetable processing*, 2.
- U.S. Department of Agriculture** (2019). Sweet potato, raw, unprepared (Includes foods for USDA's Food Distribution Program). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168482/nutrients> (19.05.2020).
- Vosawai, P., Shukor, A.R. and Halim, R.A.** (2015). Yield and nutritive quality of five sweet potato varieties in response to nitrogen levels. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(2).
- Woolfe, J.A.** (1992). Sweet Potato, An Untapped Food Resource. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK

- Yen, D. E** (1982). Sweet potato in historical perspective. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (eds.) *Sweet Potato: Proceedings of the First International Symposium*. AVRDC, Tainan, Taiwan, lk 17–30.
- Yencho, G.C., Pecota, K.V., Schultheis, J.R., VanEsbroeck, Z-P., Little, B.E., Thornton, A.C., Truong, V-D** (2008). ‘Covington’ sweetpotato. – *HortsScience* 43(6), lk 1911–1914.

LISAD

Lisa 1. Katseskeem

		Ettekasvatatud võrsed	Pooleks lõigatud mugul	Terve mugul
E V A N G E L I N E	N 0			
	N 1 0 0			
C O V I N G T O N	N 0			
	N 1 0 0			

**Lihlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Siim Kõre,

(sünnipäev 21/11/88 38811212718)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihlitsentsi) enda loodud lõputöö
BATAADI KASVATAMISE VÕIMALIKKUS EESTI PÕLLUTINGIMUSTES,
mille juhendaja on Eve Runno-Paurson,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

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

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

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 20.05.2020

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Eve Runno-Paurson (allkirjastatud digitaalselt)

(juhendaja nimi ja allkiri)

20.05.20

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)