

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Allar Kade

**KASVUAEGSE LÄMMASTIKU JA VÄÄVLIGA VÄETAMISE MÕJU
TALIKÜÜSLAUGU (*Allium sativum L.*) SAAGIKUSELE JA BIOKEEMILISELE
KOOSTISELE**

INFLUENCE OF NITROGEN AND SULFUR FERTILIZATION ON THE YIELD AND
BIOCHEMICAL COMPOSITION OF GARLIC (*ALLIUM SATIVUM L.*)

Magistritöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: lektor Priit Põldma, *MSc*

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Allar Kade		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Kasvuaegse lämmastiku ja väävliga väetamise mõju taliküüslaugu (<i>Allium sativum</i> L.) saagikusele ja biokeemilisele koostisele			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 11	Tabeleid: 3	Lisaid: 1
<p>Osakond: Põllumajandus ja keskkonna instituut</p> <p>Uurimisvaldkond: Põllumajandus, taimekasvatus</p> <p>Juhendaja(d): Lektor Priit Põldma</p> <p>Kaitsmiskoht ja aasta: Eesti Maaülikool, 2017</p>			
<p>Töö eesmärgiks oli välja selgitada lämmastiku ja väävliga kasvuaegse pealtväetamise mõju küüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele. Katse põhines plokküsteemil ja toimus tootmispõllul Ukraina sordiga 'Liubasha'. Põhiväetisega anti küüslaugupõllule 50 kg lämmastikku ja 45 kg väävlit hektari kohta. Katsepõhiselt oli väetusvariante 7, millest üks oli kontrollvariant, kolm olid lämmastikuga variandid (30 N kg ha, 60 N kg ha, 90 N kg ha) ja ülejäänud kolm olid lämmastiku ja väävliga variandid (30 N 15 S kg ha, 60 N 15 S kg ha, 90 N 15 S kg ha). Kõik variandid olid neljas korduses. Uuriti saagikuse parameetreid ja küüslaugu biokeemilist koostist (kuivaine, rakumahla kuivaine, üldfenoolid, lämmastiku ja väävlis sisaldus).</p> <p>Tulemustest selgus, et kasvuaegse lämmastiku väetusnormi 60 kg N ha juures oli saagikuse tõus 25%. Biokeemiliste parameetrite analüüsimisel selgus, et lämmastikuga väetamine avaldas positiivset mõju saagi kvaliteedi parameetritele. Selgus, et väetades lämmastikuga 60 kg N ha olid parimad kvaliteedinäitajad. Samas statistiliselt usutavat erinevust väävliga väetamisel ei olnud.</p>			
Märksõnad: taliküüslauk, 'Liubasha', saagikus, biokeemiline koostis			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Allar Kade		Specialty: Production and marketing of agricultural products	
Title: INFLUENCE OF NITROGEN AND SULFUR FERTILIZATION ON THE YIELD AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF GARLIC (<i>ALLIUM SATIVUM L.</i>)			
Pages: 38	Figures: 11	Tables: 3	Appendixes: 1
<p>Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences</p> <p>Field of research: Agriculture, plant growing</p> <p>Supervisors: Lecturer Priit Põldma</p> <p>Place and date: Estonian University of Life Science</p>			
<p>The aim of this study was to enhance the yield and quality of winter garlic through assessing the effect of different levels of nitrogen and sulphur. The average yield of winter garlic is low and producers would like to know the effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and biochemical composition on garlic. This study was based as a block design and was conducted on production field with the Ukraine variety of 'Liubasha'. Basal dose of fertilizer (YaraMila Cropcare 11-11-21) was applied as 50 kg N ha and 45 kg S ha. The experiment consisting of 7 levels: 1 level was control, 3 levels of nitrogen (30 N kg/ha, 60 N kg/ha, 90 N kg/ha) and 3 levels of nitrogen and sulphur (30 N 15 S kg/ha, 60 N 15 S kg/ha, 90 N 15 S kg/ha) were applied as top dressing. All levels were in 4 replications. The yield parameters and biochemical composition (dry matter, soluble solids, total phenolics, nitrogen content and sulphur content) were observed.</p> <p>The application of nitrogen significantly influenced the yield of winter garlic. The yield potential of garlic increased 25% by application of nitrogen at 60 kg ha. The results showed that nitrogen application increased biochemical composition on garlic but there were no significant difference of sulphur treatment.</p>			
Keywords: winter garlic, 'Liubasha', yield, biochemical composition			

LÜHIKOKKUVÕTE

Küüslaugu kasvatamine Eestis on järjest rohkem populaarsust kogumas. Siiski võrreldes teiste suurte tootjariikidega nagu Hiina, India ja Lõuna – Euroopa riigid, kasvatatakse küüslauku Eestis suhteliselt vähe. Kodumaised tootjad ei suuda tagada isegi kohalike tarbijate vajadust. Statistikaameti andmetel on küüslaugu isevarustatuse tase Eestis alla 50%, seega kodumaise küüslaugu kasvatamiseks ja turustamiseks on piisavalt potentsiaali. Kuna saagikused on Eestis üsna madalad, siis huvitab tootjaid, kuidas on väetistega võimalik saagikust suurendada ja saagi kvaliteeti parandada. Töö eesmärgiks oli välja selgitada lämmastiku ja väävliga kasvuaegse pealtväetamise mõju küüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele. Katse põhines plokksüsteemil ja toimus tootmispõllul Ukraina sordiga 'Liubasha'. Põhiväetisega anti küüslaugupõllule 50 kg lämmastikku ja 45 kg väävlit hektari kohta. Katsepõhiselt oli väetusvariante 7, millest üks oli kontrollvariant, kolm olid lämmastikuga variandid (30 N kg ha, 60 N kg ha, 90 N kg ha) ja ülejäänud kolm olid lämmastiku ja väävliga variandid (30 N 15 S kg ha, 60 N 15 S kg ha, 90 N 15 S kg ha). Kõik variandid olid neljas korduses. Uuriti saagikuse parameetreid ja küüslaugu biokeemilist koostist (kuivaine, rakumahla kuivaine, üldfenoolid, lämmastiku ja väävli sisaldus).

Tulemustest selgus, et kasvuaegse lämmastiku väetusnormi 60 kg N ha juures oli saagikuse tõus 25%. Biokeemiliste parameetrite analüüsimisel selgus, et lämmastikuga väetamine avaldas positiivset mõju saagi kvaliteedi parameetritele. Selgus, et väetades lämmastikuga 60 kg N ha olid parimad kvaliteedinäitajad. Samas statistiliselt usutavat erinevust väävliga väetamisel ei olnud.

Märksõnad: taliküüslauk, 'Liubasha', saagikus, biokeemiline koostis.

ABSTRACT

Winter garlic farming has become more popular in Estonia. Compared to the other big garlic growing countries like China, India and South-European countries, the amount of locally grown garlic is very small. Farmers are unable to ensure even local market demand. Based to the Statistics of Estonia, the self-provision level of garlic is below 50% so there's a potential to produce more. The average yield of winter garlic is low and producers would like to know the effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and biochemical composition on garlic. This study was based as a block design and was conducted on production field with the Ukraine variety of 'Liubasha'. Basal dose of fertilizer (YaraMila Cropcare 11-11-21) was applied as 50 kg N ha and 45 kg S ha. The experiment consisting of 7 levels: 1 level was control, 3 levels of nitrogen (30 N kg/ha, 60 N kg/ha, 90 N kg/ha) and 3 levels of nitrogen and sulphur (30 N 15 S kg/ha, 60 N 15 S kg/ha, 90 N 15 S kg/ha) were applied as top dressing. All levels were in 4 replications. The yield parameters and biochemical composition (dry matter, soluble solids, total phenolics, nitrogen content and sulphur content) were observed.

The application of nitrogen significantly influenced the yield of winter garlic. The yield potential of garlic increased 25% by application of nitrogen at 60 kg ha. The results showed that nitrogen application increased biochemical composition on garlic but there were no significant difference of sulphur treatment.

Keywords: winter garlic, 'Liubasha', yield, biochemical composition

SISUKORD

Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences.....	3
SISSEJUHATUS.....	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	9
1.1. Üldisloomustus ja saagikus.....	9
1.2. Küüslaugu biokeemiline koostis.....	10
1.3. Väetamise mõju mineraalainete sisaldusele küüslaugus	11
1.4. Küüslaugu kasvatamine Eestis	13
2. UURIMUSTÖÖ TINGIMUSED JA METOODIKA	15
2.1. Meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused katseaastal	15
2.2. Katse metoodika	16
3. TULEMUSED JA ARUTELU	20
3.1. Taliküüslaugu saagikus.....	20
3.2. Taliküüslaugu biokeemiline koostis	24
3.2.1. Kuivaine sisaldus.....	24
3.2.2. Rakumahla kuivaine sisaldus	25
3.2.3. Üldfenoolide sisaldus	26
3.2.4. Lämmastiku sisaldus	27
3.2.5. Väävli sisaldus.....	28
3.3. Korrelatsioonanalüüs	29
KOKKUVÕTE.....	31
KASUTATUD KIRJANDUS	33
SUMMARY	37

SISSEJUHATUS

Küüslauk (*Allium sativum* L.) on üks tähtsamaid ja iidsemaid vürtse, mida kasutatakse üle maailma tänu temale omase terava maitse ning kibeduse tõttu (Bose *et al.* 1990). Küüslauku arvatakse pärinevat Kesk–Aasiast, kuid ta on endiselt populaarne maailma erinevates paikades tänu oma maitseomadustele, mille annavad peamiselt erinevad väävliühendid (Vokk *et al.* 2014). Lisaks maitsetaimele, kasutatakse küüslauku veel meditsiinis ja kodudes profülaktilise ravimina. Küüslauku on mainitud juba piiblis, samuti iidsete Idamaade kroonikates kui raviomadustega taime. Vana–Kreekas manustati sportlastele küüslauku, et suurendada nende sooritusvõimekust (Rivlin, 2001).

Üha aktuaalsemaks on muutunud tervislik toitumine ja inimeste teadmiste laiendamine antioksidantide, vitamiinide ja mineraalainete osatähtsusest. Küüslauk on suure toiteainelise väärtusega kultuur. Ta on tähtis inimeste toidulaua ja sel on preventatiivne mõju inimkonda painavate haiguste nagu vähk, südamepuudulikkus, kõrge vererõhk, ateroskleroos ja paljude teiste haiguste vastu (Kavalcová *et al.* 2014).

Suurimateks küüslaugukasvatajateks maailmas on Hiina (20 milj. tonni), India (1,25 milj. tonni) ja Egiptus (0,26 milj. tonni). Euroopas kasvatatakse küüslauku kokku 0,83 milj. tonni (FAO 2014).

Eestis kasvatatakse küüslauku väga vähe, kogusaagina 196 tonni 105 hektaril (2010 – 2016 aastate keskmine). See ei rahulda isegi Eesti tarbimisvajadust, vaid moodustab ligemale poole sellest. Ülejäänud tarbimiseks vajalik küüslauk tuuakse sisse Hiinast ja teistest Lõuna – Euroopa riikidest. Kasvupind on vaikselt suurenenud võrreldes varasemate aastatega, kuid saagikus on langenud (STAT, 2017). Väikse saagikuse põhjuseks võib olla istutusmaterjali halb kvaliteet, samuti heitlik ilmastik ja mulla kehvad parameetrid. Küüslaugu kasvatajad ei pruugi teada, et väga palju sõltub mulla kvaliteedist, kus nii mulla pH'1, orgaanilise aine sisaldus kui ka toiteainete sisaldus mullas on määrav roll saagikuse tasemele. Samuti on Eestis probleemiks turustamise pool, kus väiketootjad ei pääse väiksemate kogustega suurtesse jaekettidesse. Selle lahendus oleks ühistegevuse loomine (Põldma *et al.* 2011).

Enamus Eesti küüslaugukasvatajaid realiseerivad oma toodangu müües turul ja laatadel, väga populaarne on Tartus korraldatav Küüslaugufestival.

Töö eesmärk: Eesmärgiks on välja selgitada kasvuaegse lämmastikuga ja väävliga pealtväetamise mõju taliküüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele.

Hüpotees: Kasvuaegne lisaväetamine väävli ja lämmastikuga suurendab taliküüslaugu saagikust ja mõjutab biokeemilist koostist.

Lõputöö koostamisel saadud juhiste ja suunitluste eest soovin tänada oma töö juhendajat, lektor Priit Põldmad. Samuti soovin tänada Joosepi Talu, kes võimaldas oma tootmispõllul antud katset läbi viia.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Üldiseloomustus ja saagikus

Küüslauk (*Allium sativum* L.) on liilialiste sugukonda kuuluv kultuurtaim, mida kasvatatakse Euroopas, Aasias ja Ameerikas ning mis jaguneb putkuvateks ja putkumatuteks vormideks (Gitin *et al.* 2014). Küüslauku arvatakse pärit olevat Kesk-Aasiast. Putkuvatel vormidel kasvab liitsibulast välja õisikuvars, millest moodustub õisik, mis koosneb väljaarenemata õitest ja väikestest sigisibulatest. Putkuvatel vormidel on liitsibul olenevalt kasvutingimustest 30 – 130 g raskune ning koosneb 6 – 8 küünest. Putkumatutel küüslauguvormidel koosneb liitsibul tavaliselt kuni 20 küünest, mis paiknevad korrapäratult. Liitsibula mass on keskmiselt 20-30 grammi. Taliküüslaugud pannakse maha sügisel, hoidlates säilivad nad üle talve halvemini, võrreldes suviküüslauguga on suurema saagikusega (Põldma *et al.* 2011). Küüslaugu kõrget saagikust ja biokeemilist koostist saab parandada läbi lämmastiku ja väevli kasutamise, kus väetiskogustel ja väetamise ajal on oluline roll (Luo *et al.* 2000). Küüslaugu kasvu ja saagikust põllul mõjutavad erinevad faktorid ning toiteainete omastamine ja kogused (Mahmood 2000). Optimeeritud väetamine on aluseks parima saagikuse ja kvaliteedi saamiseks (Ryan 2008).

Lämmastik on klorofüllü molekulide koostises, mis vastutab fotosünteesi eest. Optimaalne lämmastikuga väetamine suurendab taimedes vegetatiivset kasvu (Farooqui *et al.* 2009). Stork *et al.* (2004) leidis, et lämmastiku ja väevliga väetamine varajases kasvufaasis loob aluse tugeva ja jõulise taime arenguks enne talvekülmasid. Zaman *et al.* (2011) tehtud katse näitas, et lämmastikuga väetamine 150 kg N ha juures andis maksimaalset saaki (7,19 tonni/ha), mis oli 40% enam võrreldes kontrollvariandiga. Lämmastikväetise kogus üle 150 kg N ha vähendas saaki kuna arvatakse, et lämmastiku liig viis toiteained tasakaalust välja. Küüslaugu kasvuks vajalik lämmastiku kogus võib sõltuda mullatüübist, eelviljast, orgaanilise aine sisaldusest ja kasvuaegsetest kliimaatilistest tingimustest (Zaman *et al.* 2011).

Küüslauk säilib kõige paremini 1°C juures. Kүүned hakkavad idanema kõige paremini 4 – 18 °C juures, mistõttu tuleks vältida säilitamist sellises temperatuuri vahemikus. Relatiivse õhuniiskuse tase peaks olema 65...75%, liigne niiskus üle selle põhjustab küüslaugul hallitust ja mädanema minekut. Küüslaugu säilitamise aega saab pikendada kui enne saagikoristamist töödelda küüslauku maleiinhüdratsiidiga, mis aitab kontrollida säilitamise ajal idanemist ja saagikadu (Salunkhe, Kadam 1998).

Vidya *et al.* (2013) Indias tehtud küüslaugu katsest selgus, et istutamise aeg mõjutab saagikust ja saagi biokeemilist koostist. Antud katsest tuli välja, et parim aeg istutamiseks oli novembri algus (1. november), kus tulemustest selgus suurem saagikus ja parim kvaliteet võrreldes hilisemate istutusaegadega.

1.2. Küüslaugu biokeemiline koostis

Küüslauku on maailmas kasutatud juba tuhandeid aastaid nii toidus, maitseainetena kui ka meditsiinis. Väga paljud populaarsed toidud on saanud lemmikuks just tänu küüslaugu iseloomulikule maitsele. Küüslaugus paiknevad volatiilsed õlid sisaldavad suures koguses väävliühendeid, mis annavadki küüslaugule iseloomuliku tugeva lõhna, erilise maitse ja kibeduse kui tervislikkuse näitaja (Salomon 2002). Üldiselt sisaldab see märkimisväärse koguses kaltsiumi, fosforit ja kaaliumit ning küüslaugu lehed on proteiini, vitamiin A ja vitamiin C allikad (Kik *et al.* 2001).

Küüslauk on suurima toiteainete sisaldusega kultuur võrreldes teiste sibulkultuuridega (Abedi *et al.* 2013). Toitumisalasest koostisest selgub, et küüslauk koosneb 65% veest, 28% süsivesikutest, 2,3% orgaanilisest väävlist, 2,0% proteiinidest, 1,2% aminohapetest ning 1,5% kiudainetest (Odebunmi *et al.* 2009). 100 g küüslaugu toiteväärus on 149 kcal. Küüslauk sisaldab kaaliumi (21g/kg), fosforit (6g/kg), magneesiumi (1g/kg), kaltsiumi (363,61 mg/kg) ja rauda (52,91 mg/kg) (Haciseferogullari *et al.* 2005). Võrreldes teiste köögiviljakultuuridega, peetakse küüslauku üheks rikkamaks üldfenoolsete ainete sisaldusega köögiviljaks (Martins *et al.* 2016).

Sajid *et al.* (2014) uurisid küüslaugu keemilist koostist ja selgus, et küüslauk sisaldas 35,42% kuivainet. Hedge (1988) uurimusest selgus, et lämmastikuga väetamine suurendas küüslaugu kuivaine sisaldust ja liitsibula massi.

Rakumahla kuivaine on küüslaugus väga oluline näitaja, mida mõjutavad erinevad toiteainete kogused ja erinevad mulla karakteristikud. Mahla kuivaine koosneb rakumahlas lahustunud suhkrutest, mida mõõdetakse °Brix'ides ja mis näitab suhkrute sisaldust taimes.

Diriba-Shiferaw *et al.* (2013) uurimus näitas, et küüslaugu väetamine lämmastiku-, fosfori- ja väälväetistega, normide juures 138 N kg/ha, 40 P kg/ha ja 30 S kg/ha, suurendas rakumahla kuivaine sisaldust 23,48 °Brix, mis oli 65% suurem võrreldes kontrolliga (14,2 °Brix). Gregrova *et al.* (2013) Tsehhis tehtud katses võrreldi Euroopas erinevate küüslaugusortide rakumahla kuivaine sisaldust ja saadi keskmiseks 35,5 °Brix.

Juba iidsetest aegadest on küüslaugule omistatud tervislikkust. Seda peetakse kui vähivastast, antimikroobset, antibakteriaalset, antibiootilist ja palju muid kasulikke omadusi sisaldavat kultuuri. Küüslauk vähendab kolesterooli taset veres (Augusti, 1997). Küüslauk sisaldab aminohapet alliin, mis on värvitu ja lõhnatu aine ja mis peale küüslauguküüne purustamist muutub ensüüm allinaasi toimel allitsiiniks, omastades küüslaugule iseloomuliku lõhna ja maitse (Lawson *et al.* 1992). Küüslaugu purustamisel tekibki talle omane lõhn ja maitse. Püruuvhappe sisaldusel on otsene seos küüslaugu kibeduse suurenemisel. Allitsiini peetakse kõige tähtsamaks bioloogiliselt aktiivseks ühendiks küüslaugus (Hasler *et al.* 1998). Selle sisaldus võib varieeruda sordist ja kasvutingimustest. Küüslaugu maitse ning püruuvhappe sisaldus sõltub väävliga väetamisest ja ilmastikuoludest kus kuum suvi võib püruuvhappe sisaldust suurendada (Abedi *et al.* 2013).

Küüslaugu säilitamisel on täheldatud püruuvhappe sisalduse kadu. Cantwell'i ja Hong'i (1999) tehtud katses selgus, et püruuvhappe sisaldus peale 4 kuud säilitamist õhu käes temperatuuril 0 – 1°C vähenes 25 – 40 %, kuid kontrollitud atmosfääris 0,5% O₂ sisaldusega, püruuvhappe sisaldus säilis.

1.3. Väetamise mõju mineraalainete sisaldusele küüslaugus

Lämmastiku, fosfori ja kaaliumi kõrval peetakse väävlit neljandaks kõige olulisemaks elemendiks taimede toitumises, sest ta osaleb aminohapete koostises (Sabagh *et al.* 2014).

On leitud, et istutamise aeg mõjutab väävli sisaldust küüslaugus. Vidya *et al.* (2013) Indias tehtud uurimus näitas, et parimaks küüslaugu istutamise ajaks võib pidada novembri algust,

sest sellel ajal istutatud küüslaukudel võrreldes hilisemalt istutatud variantidega oli kõige suurem väevli sisaldus (3,18 mg/100g).

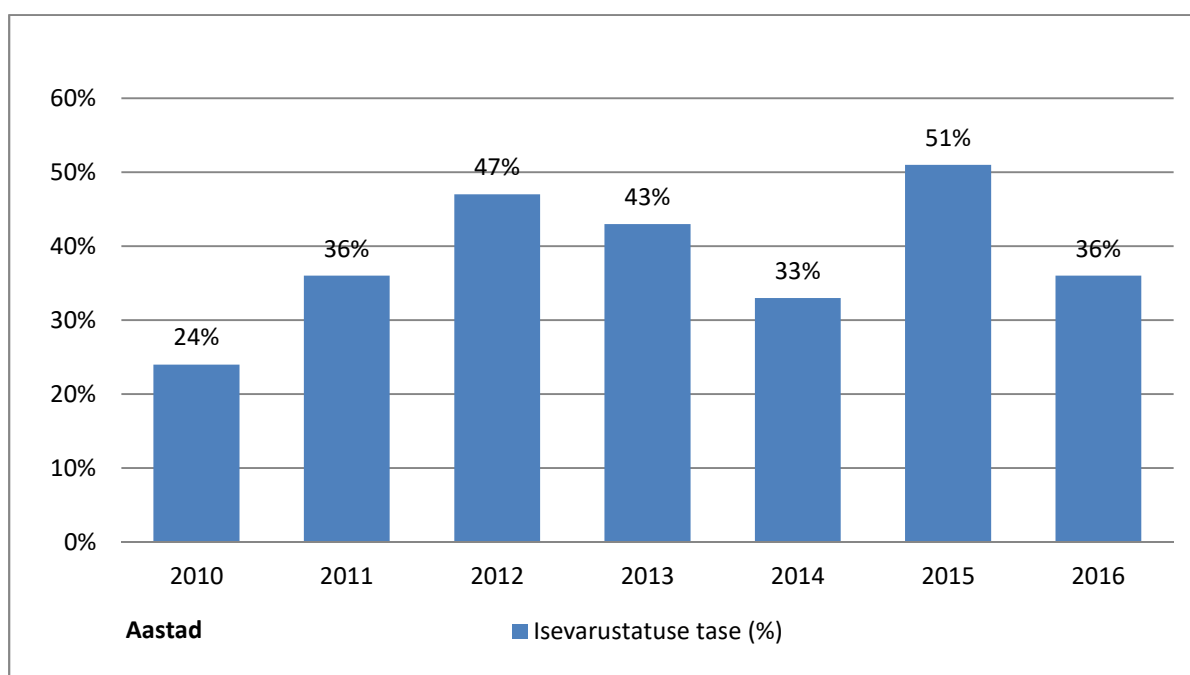
Küüslaugu üldfenoolsed ühendid on oluline osa inimtoidust ja neid hinnatakse nende antioksüdatiivse aktiivsuse poolest (Balasundram *et al.* 2005). Küüslauk sisaldab suures koguses seleeni, mis on tähtis komponent antioksüdantide koostises (Horky 2014). Põldma *et al.* (2011) seleeniga tehtud katse, kus lisati 10, 50, ja 100 µg Se/mL, näitas, et kui küüslauku väetada seleeniga 10 - 50 µg Se/mL, siis suurendab see saagikust ja samuti suurenes mineraalainete sisaldus ning antioksüdatiivne aktiivsus küüslaugus. Väetamine üle 50 µg Se/mL vähendas väevli sisaldust küüslaugus.

Kaaliumiga väetamine kiirendab küüslaugus fotosünteesi ja osaleb taimede vee reguleerimismehhanismides. Samuti on see vajalik toiteaine proteiinide tootmises ja süsivesikute sünteesimises. Samuti aktiveerib kaalium taimedes rakkude hingamise (Ismail *et al.* 2014).

Diriba-Shiferaw *et al.* (2013) katsest selgus, et põhiväetisega lämmastikuga väetamine mõjutas oluliselt küüslaugus oleva lämmastiku, fosfori, kaaliumi ja väevli sisaldust. Fosforväetis suurendas peamiselt fosfori, kaaliumi ja väevli toiteainete kontsentratsiooni liitsibulas. Väevl väetisel oli peamine mõju fosfori ja väevli toiteainete sisaldusele küüslaugus. Variandis kus väetati 138 kg N + 0 kg P + 30 kg S ha, oli lämmastiku sisaldus küüslaugus 2,78%, mis oli 55% suurem kontrollvariandist (1,27%). Variandis kus väetati 138 kg N + 40 kg P + 30 kg S ha, oli väevli sisaldus küüslaugus 1,96%, mis oli kontrollvariandist (0,65%) 77% suurem.

1.4. Kүүslaugu kasvatamine Eestis

Aastatel 2010 – 2016 on kүүslaugu kasvupind Eestis olnud keskmiselt 105 ha, keskmise kogutoodanguga 196 000 kg. Statistikaameti andmete põhjal ei täida see tarbimisvajadust, milleks oli perioodil 2010 – 2016 keskmiselt 499 017 kg (Tabel 1).



Joonis 1. Kүүslaugu isevarustatuse tase (%) Eestis aastatel 2010 – 2016

Kүүslaugu isevarustatuse tase (Joonis 1) näitab protsentuaalselt Eestis kasvatatud kүүslaugu toodangu suhet tarbimisse. Antud jooniselt selgub, et perioodil 2010 – 2016 jääb isevarustatuse tase enamasti alla 50 % (2010 – 2016 aastate keskmine 39 %), mis näitab, et Eestis kasvatatud kүүslauk katab vähem kui 50 % ulatuses kodumaise tarbija vajaduse. Sellest lähtuvalt võib öelda, et kүүslaugu kasvatamiseks ja turustamiseks on piisavalt arenguruumi, et täita kohalikku turunõudlust. Küll aga võib kasvatamist limiteerivaks teguriks tuua turustamise keerukuse, sest väiketootjad ei suuda üksinda kokkuostjate mahtusid täita ja nii ei pääse nad ka turule. Väikeste tootmismahude tõttu on paljudel aiasaaduste kasvatajatel toodangu turustamine problemaatiline, sest jaeketid soovivad sõlmida pikaajalisi lepinguid suurtele tootekogustele, mida ühel tootjal on keeruline tagada. Samuti jäävad aiasaaduste

tootjad läbirääkimistes kaubanduskettidega tihti nõrgemaks pooleks, kellel ei õnnestu endale sobivaid lepingutingimusi saavutada (Noot 2015).

Selle lahenduseks oleks mõistlik ühistegevuse loomine küüslaugu kasvatajate vahel (Põldma *et al.* 2011). Samuti võib probleemiks tuua Hiinast pärit odavamama küüslaugu sissetoomise, mille omahind kujuneb tänu suurtele kasvatuspindadele tunduvalt odavamaks kui Eesti väiksematel pindadel kasvatatud küüslauk. Importtoodangu osakaalu kasv siseturul võib aga viia kodumaise toodangu vähenemise ja kasvatamise lõpetamiseni (Noot 2015).

Tabel 1. Andmed aastate 2010 – 2016 küüslaugu toodangu (kg), ekspordi (kg), impordi (kg), tarbimise (kg) ja isevarustatuse taseme (%) kohta

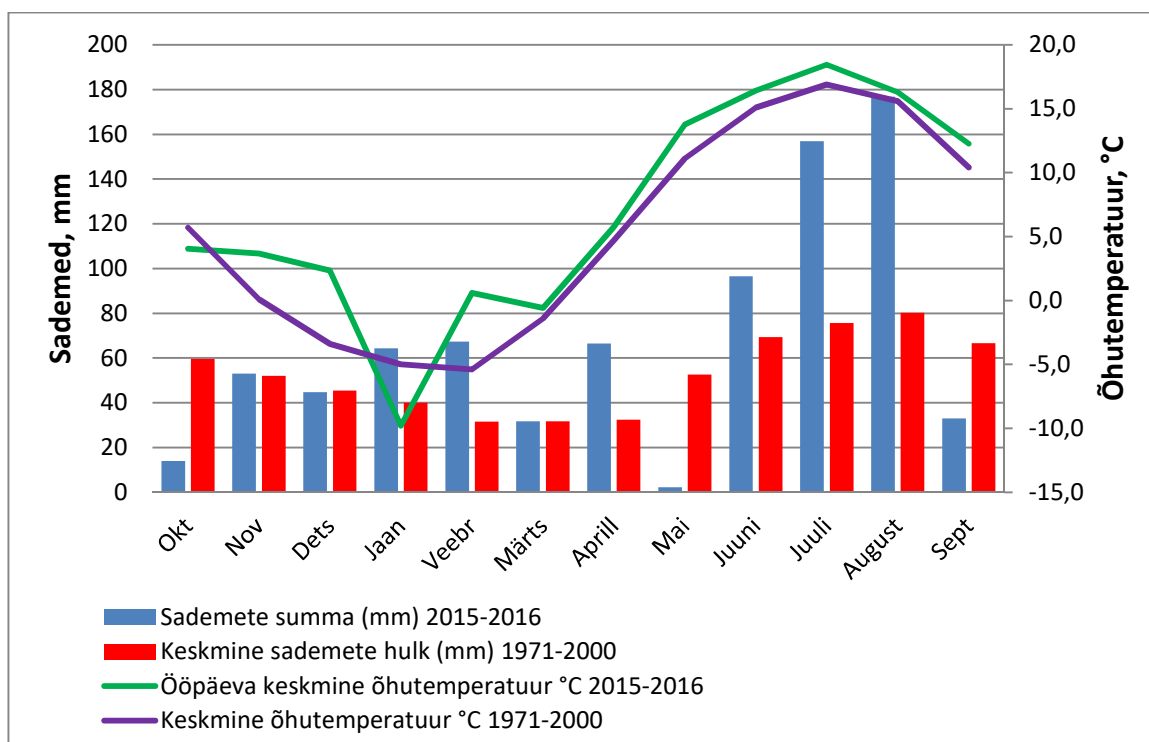
Aasta	Kasvupind (ha)	Toodang (kg)	Ekspord (kg)	Import (kg)	Tarbimine (kg)	Isevarustatuse tase (%)
2010	70	110 000	5 641	344 760	449 119	24%
2011	75	167 000	1 763	304 512	469 749	36%
2012	133	257 000	7 703	301 372	550 669	47%
2013	115	206 000	54	272 457	478 403	43%
2014	119	148 000	236	298 651	446 415	33%
2015	118	299 000	1 726	293 934	591 208	51%
2016	108	185 000	3 375	325 932	507 557	36%

*Arvutamise meetoodika: Toodang – põllumajanduslike majapidamiste ja kodumajapidamiste toodang. Ekspord – Eestis toodetud kaupade väljavedu, välismaalt sisse toodud kaupade väljavedu (re-ekspord). Import – kaupade sissevedu Eestisse sisetarbimiseks ja välismaale edasimüügiks. Tarbimine = Toodang + Import – Ekspord. Isevarustatuse tase = Toodang/Tarbimine. *Allikas:* STAT

2. UURIMUSTÖÖ TINGIMUSED JA METOODIKA

2.1. Meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused katseaastal

Katseaasta meteoroloogilised andmed on pärit Ahja hüdroomeetriaajaamast ja paljude aastate (1971 – 2000) keskmised näitajad Tartu-Tõravere meteoroloogiaajaamast (Tabel 2). Katseala õhutemperatuur oli 2015. a. sügisel küüslaugu istutusjärgselt keskmisest kõrgem, mis soodustas idanemist. Jaanuar oli keskmisest külmem, kuid veebruar seevastu soojem ja kogu 2016 aasta kasvuaeg keskmisest kõrgemate temperatuuridega.



Joonis 2. Katseaasta 2015 - 2016 sademete summa (mm) ja ööpäeva keskmine õhutemperatuur (°C). Paljude aastate keskmine (1971 – 2000) sademete summa (mm) ja keskmine õhutemperatuur (°C)

Võrreldes paljude aastate keskmisega, oli jaanuaris rohkem lumikatet, mis veebruari soojade temperatuuridega ära sulas ja taimed veega uputas. Talvised plusskraadid ja keskmisest rohkem sademeid tekitasid liigvee, mis mõjusid küüslaugu kasvule ja arengule negatiivselt. Seevastu oli mai kuu enamasti kuiv ja sademeteta, mis oli taaskord äärmuslik. Juuni, juuli ja august olid taaskord rohkete sademetega kus kaks viimast kuud ületasid paljude aastate keskmise sademete hulka kahekordselt. Kõik need äärmuslikud olud ei soosinud sellel katseaastal küüslaugu kasvumist ja mõjusid arengule pärssivalt.

Katseala mullastik kuulub Lõuna – Eestile iseloomulikult gleistunud näivleeturund (LPg) muldade hulka, mis oma liigse savisisalduse tõtte kardavad liigvett (Astover 2005). Mullaproovide analüüsid on tehtud Saku Põllumajandusuuringute Keskuses. Mulla pH_{KCL} oli 5,3, P sisaldus 196 mg/kg, K sisaldus oli 234 mg/kg, Ca sisaldus oli 821 mg/kg, Mg sisaldus oli 86 mg/kg, Cu sisaldus oli 0,9 mg/kg, Mn sisaldus oli 96 mg/kg, B sisaldus oli 0,44 mg/kg, C_{org} sisaldus oli 1,4%, SO₄ sisaldus oli 6,4 mg/kg. Mullaproovide analüüsimeetodid: pH – ISO 10390; P, K, Ca, Mg, Cu, Mn – Mehlich III; B – Bergeri ja Truogi meetod; C_{org} – sulfokroom meetod; SO₄ – ISO 11048.

Mullaproovide analüüsist selgub, et antud muld kus taliküüslauk kasvab, on liiga happeline, pH 5,3 ja ei ole soodne küüslaugu kasvatamiseks. Sobivaks loetakse mulda pH 6,2 – 7 juures (Grubinger 2005).

2.2. Katse meetodika

Katse viidi läbi Lõuna- Eestis, Põlvamaal Ahja vallas Joosepi talu taliküüslaugu tootmispõllul. Joosepi talu peamiseks tegevussuunaks on maasikate ja köögivilja kasvatamine. Talus on aastaid kasvatatud Ukraina küüslaugu sorti 'Liubasha'. Taliküüslauk istutati 20. Oktoobril. Kuna tootmispõld oli 3 ha suurune, siis kasutati istutamiseks toruga kartulipaneku masinat, mis pani küüslaugud umbes 5 cm sügavusele ja jättis küüslaukude vahedeks 15 cm. Kuna tegu oli vagude süsteemiga, siis oli reavaheks 75 cm.



Joonis 3. Taliküüslaugu katsepõld Ahjal Joosepi talu tootmispõllul. *FOTO:* Allar Kade

Küüslaugu eelviljaks oli maasikas, mis on sobilik eelvili küüslaugule (Vahejõe *et al.* 2011). Sügisel sõnnikut ei antud, esimene väetamine tehti kevadel 03.05. 2016 YaraMila Cropcare 11-11-21 kulunormiga 455 kg/ha, milles oli 50 kg N ha (Tabel 2). Katse põhines plokküsteemil kus katseala koosnes 28 katselapist (joonis 3), mille moodustasid 6 erinevat väetusvarianti ning 1 kontrollvariant (kokku 7 varianti), kõik variandid olid 4-s korduses. Üks katselapp koosnes kolmest vaost, mis olid 5 meetrit pikad. Katsepõhine pealtväetamine tehti 03.06.2016 ammooniumnitraadiga (AN), kus variant $N_{30}S_0$ sai 87,2 kg/ha AN-i, variant $N_{60}S_0$ sai 174,4 kg/ha AN-i, variant $N_{90}S_0$ sai 261,5 kg/ha AN-i. Kõik lisavävlige variandid said 107 kg/ha YaraBela Sulfanit. Põhiväetis on kevadel 03.05.2016 katseväliselt antud esimene väetis YaraMila Cropcare 11-11-21.

Tabel 2. Väetamisega antavad toiteainete kogused

Variandid	Väetise tüüp	Lisaväetisega		Põhiväetisega		Kokku	Kokku
		N kg/ha	S kg/ha	N kg/ha	S kg/ha	N	S
N0S0	Kontroll	0	0	50	45	50	45
N30S0	Ammooniumnitraat	30	0	50	45	80	45
N60S0	Ammooniumnitraat	60	0	50	45	110	45
N90S0	Ammooniumnitraat	90	0	50	45	140	45
N30S15	YaraBela Sulfan	30	15	50	45	80	60
N60S15	YaraBela Sulfan	60	15	50	45	110	60
N90S15	YaraBela Sulfan	90	15	50	45	140	60

Mehaanilist umbrohutõrjet tehti kasvuperioodil 3 korda, millest kahel korral tehti masinaga vaheltharimist ja üks kord umbrohtude kõplamist. Keemilist umbrohutõrjet küüslaugu põllul ei tehtud üldse. 26.06.2016 tehti õisikute eemaldamine kus kogu katseala käidi läbi ja kääridega lõigati ära küüslaugu varre otsa kasvanud õisikud. Kuna õisikus hakkavad arenema varresibulad, mis koguvad endasse palju toitaineid, siis jääks mullas olev sibul väikeseks (Küüslauk 2017). Et seda vältida, tuleb õisikute tekkimise ajal need eemaldada.

Küüslaukude saagikoristus toimus 02.08.2016. Koristamise käigus võeti analüüsideks minev materjal iga katselapi keskmisest osast. Peale seda küüslaugud puhastati, lõigati varred, jättes alles 5 cm pikkuse varretüüka. Edasi kuivatati küüslaugud teravilja kastkuivatites 3 päeva 30-35 °C juures. Järelkuivatamine toimus 2-3 nädalat hästi ventileeritud ruumis. Seejärel kaaluti iga katsevariant eraldi ja arvestati saagikus ruutmeetri kohta. Laborianalüüsid teostati Eesti Maaülikooli laborites, kus biokeemilise koostise jaoks määrati taliküüslaukudes fenoolide üldsisaldus, kuivaine sisaldus, rakumahla kuivaine sisaldus, väavli sisaldus ning lämmastiku sisaldus. Fenoolsete ühendite sisaldus määrati Folini-Ciocalteau (FCR) meetodi järg (Põldma *et al.* 2011).

Andmete töötlemiseks kasutati andmetöötlusprogrammi Dell Statistica (version 13, Dell Inc., software.dell.com), ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ANOVA Fisher LSD Test). Variantide vaheliste erinevuste hindamiseks töödeldi andmeid post – hoc testiga, piirdiferentsiga 95% usutavuse tasemel. Joonistel sama tähega esinevad katsevariandid ei ole statistiliselt usutavad.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Taliküüslaugu saagikus

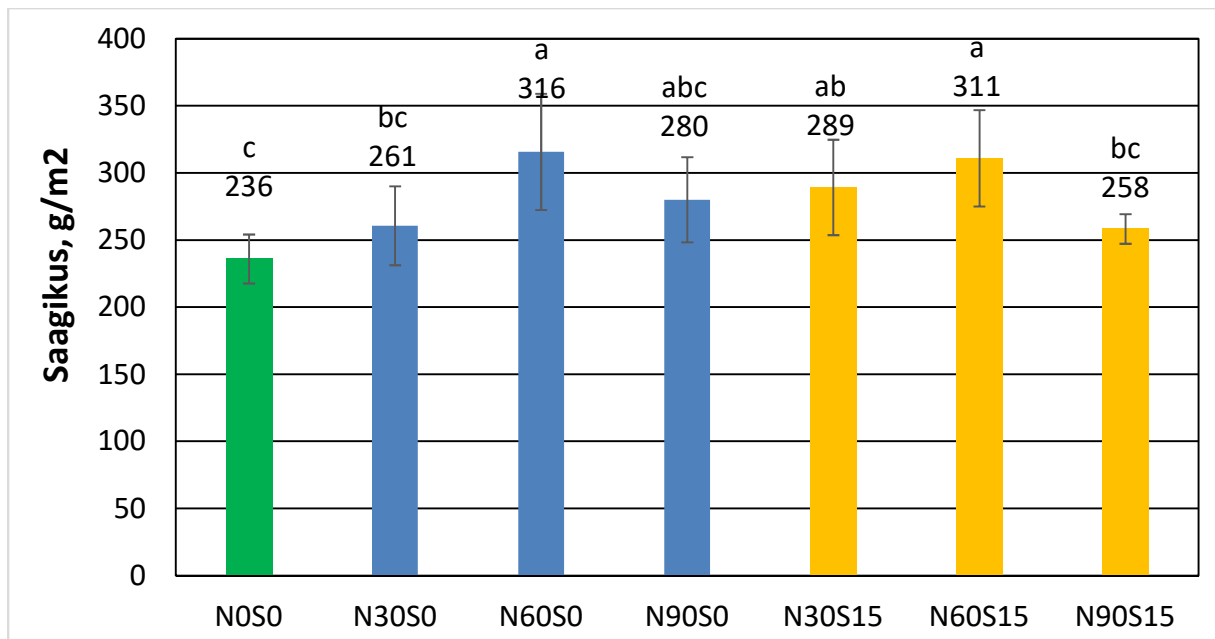
Käesoleva uurimustöö raames tehtud taliküüslaugu väetuskatse toimus ajal, mil ilmastikuolud ei soosinud küüslaukude produktsiooni. Talvistest plusskraadidest tekkinud lumesulavesi mõjus taimede kasvule pärssivalt, samuti perioodil, mil taimed vajasid arenguks vett, oli hoopis põud. Ülejäänud suvekuud olid äärmiselt vihmased, ületades paljude aastate keskmist sademete hulka mitmekordselt. Küüslaugul on intensiivseks arenguperioodiks lehtede ja tütärsibulate arenguks vaja piisavat vee hulka, küll aga hilisemas küpsusfaasis liigniiskus võib pidurdada liitsibulate valmimist ja halvendada küüslaukude säilimist (Põldma *et al.* 2011). Antud katse raames tehtud pealtväetamisele järgnes suur hulk sademeid, seega võib arvata, et toimus toiteainete välja leostumine. Sulfaatide küllaltki suur mullast välja leostumine kutsus esile olulise puuduse taimedele kasutatava väevli osas (Järvan 2008).

Paljud uurimused on näidanud, et väetamine lämmastiku ja väävliga suurendab küüslaugu saagikust (Diriba-Shiferaw *et al.* 2014, Brown *et al.* 2014). Küüslaugu kogusaak varieerus katseaastal 236 – 316 g/m² (Joonis 4). Võrreldes kontrollvariandiga N₀S₀ (236 g/m²) oli N₆₀S₀ (316 g/m²) saagikuse vahe 25%, mis näitab, et väetades küüslauku kasvuaegselt ammooniumnitraadiga, normiga 60 kg N ha, annab see 25% enamsaaki kui väetamata variant. Samas väävliga väetamisel usutavat erinevust saagikuse suurenemisele ei olnud. Kasvuaegselt lisatud väevli mõju puudumine võib olla tingitud juba põhiväetisega antud väävlikoguse 45 kg S ha piisavusest küüslaugule. Diriba-Shiferaw *et al.* (2014) Indias tehtud katse, kus küüslauku väetati 30 kg S ha ja 60 kg S ha, selgus, et suurim väevli sisaldus oli variandi 30 kg S ha juures (1,92%) samas kui variandi 60 kg S ha väevli sisaldus küüslaugus langes (1,37%). Siit võib järeldada, et 30 kg S ha on optimaalne kogus, kuid 60 kg S ha on juba liig, mis võib pärssida väevli omastamist küüslaugus.

Antud katse variantide vaheline keskmine saagikus oli 279 g/ m². 2015 aastal tehtud katses selgus, et sordi 'Liubasha', keskmine saagikus oli 915 g/m², mis on 70% suurem kui antud

katse keskmine saagikus (Tikk 2015). Kõõrna (2014) aastal tehtud samalaadne katse näitas sordi 'Liubasha' keskmiseks saagikuseks 1004 g/ m², mis on antud katsest 72% suurem ja on pigem sarnane Tikk (2015) saadud tulemustega. Kuigi meie katse saagikus jääb oluliselt alla teiste uurimuste saagikustele, on siiski lämmastikuga pealväetamisel näha tendentsi saagi kasvule.

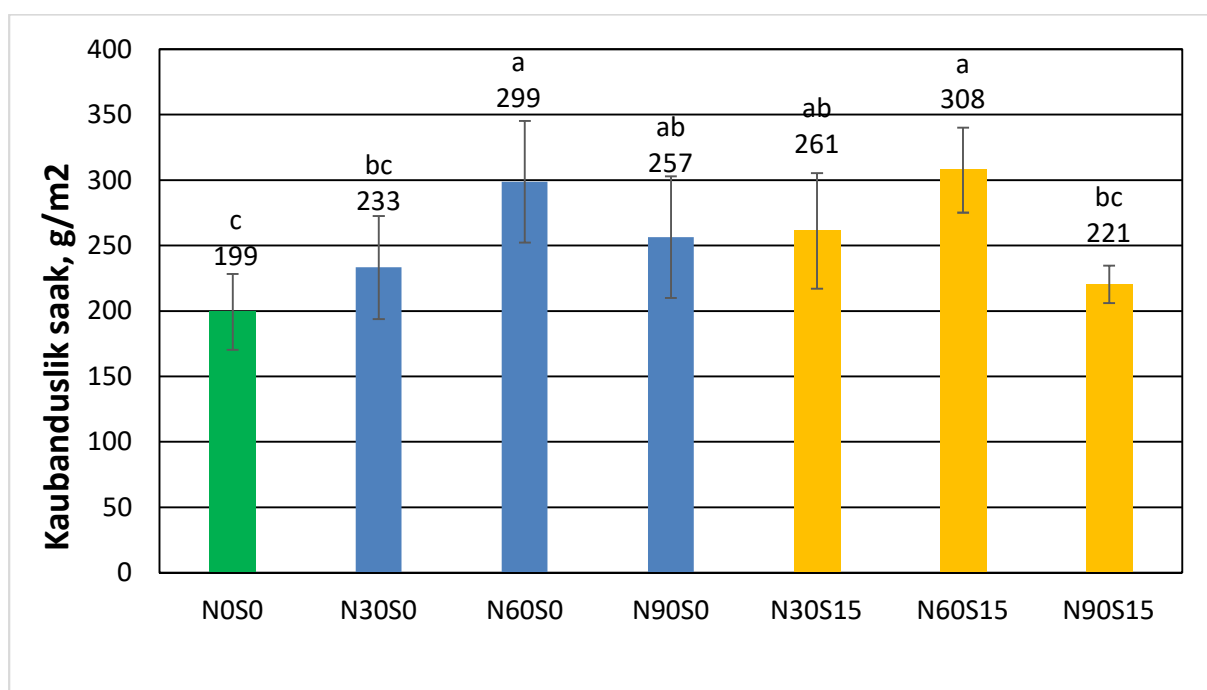
Samuti võib saagikust määravaks teguriks olla kasvukoha mullastik. Kүүs-laugu kasvuks sobiva mulla pH loetakse 6,2...7. Antud katse puhul oli kasvukoha mulla pH 5,3, mis on kүүs-laugu kasvuks selgelt liiga happeline keskkond ning võib olla madala saagikuse põhjustaja. Brown *et al.* (2014) Rhode Islandil tehtud katses, kus kүүs-laugu väetati väävliga, selgus, et väävel ei suurendanud kүүs-laugu saagikust. Teiste erinevate teadlaste katsed on näidanud vastupidist tulemust kus väävliga väetamine suurendas kүүs-laugu saagikust. Üheks põhjuseks, miks väävel ei avaldanud saagikusele mõju, võib olla happeline muld, sest happeline muld ei lase piisavalt vabaks taimedele omastatavat väävlit (Brown *et al.* 2014).



Joonis 4. Talikүүs-laugu kogusaak (g/m²) sõltuvalt kasvuaegsest pealväetamisest erinevate lämmastiku ja väävlinormidega. N₀S₀ – kontrollvariant, N₃₀S₀ – 30 kg/ha lämmastikku, N₆₀S₀ – 60 kg/ha lämmastikku, N₉₀S₀ – 90 kg/ha lämmastikku, N₃₀S₁₅ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₆₀S₁₅ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₉₀S₁₅ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad

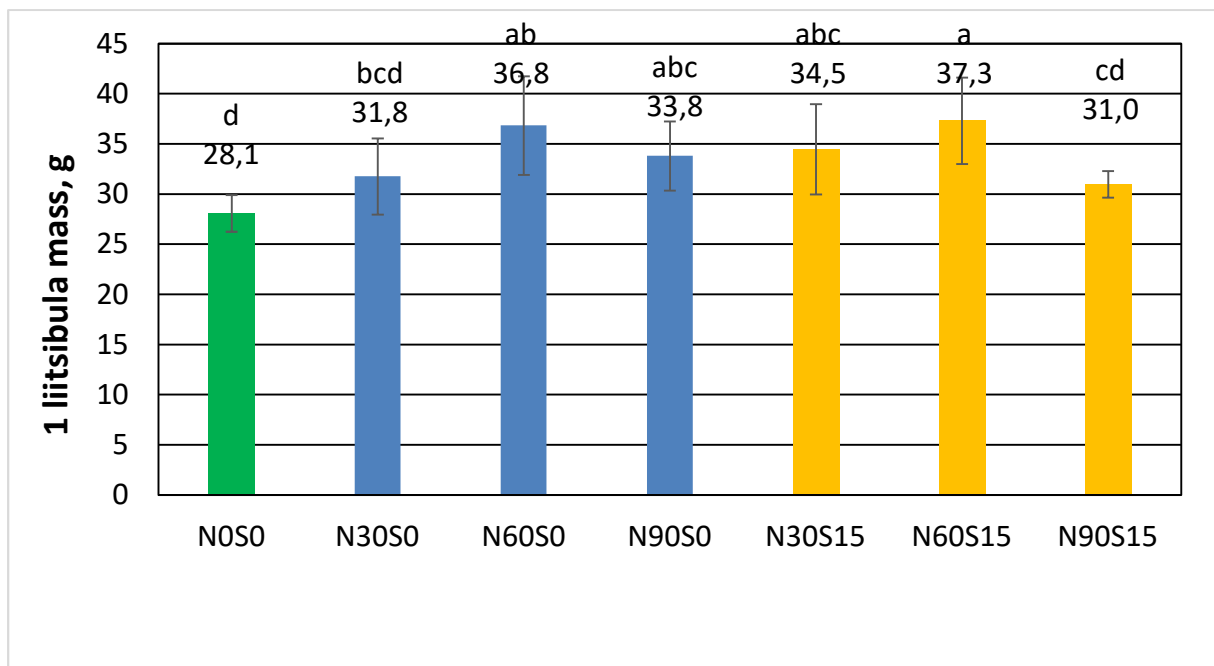
Taliküüslaugu kaubanduslik saak on oluline turustamise puhul kuna ostmisel vaadatakse enamasti küüslaugu suurust ja välimust, et oleks piisavalt atraktiivne. Antud katse puhul vaadeldi kaubandusliku saagi all kõiki küüslaugu liitsibulaid, mille läbimõõt on suurem kui 4 cm (Joonis 5). Lämmastikuga väetamisel oli tendents kaubandusliku saagikuse suurenemisele. Kaubanduslik saagikus varieerus 199 g/m² – 308 g/m². Väävliga väetamisel statistiliselt usutavat erinevust ei ole, seega võib öelda, et enamasti oli tendents kaubandusliku saagi suurenemisele väetiskoguse 60 N kg/ha juures. Suurimast kogusaaagist moodustas suurim kaubanduslik saak 95 %.



Joonis 5. Üle 4 cm läbimõõduga küüslaukude kaubanduslik saak (g/m²) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastiku ja väävlinormidega. N₀S₀ – kontrollvariant, N₃₀S₀ – 30 kg/ha lämmastikku, N₆₀S₀ – 60 kg/ha lämmastikku, N₉₀S₀ – 90 kg/ha lämmastikku, N₃₀S₁₅ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₆₀S₁₅ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₉₀S₁₅ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

* Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad

Suurima liitsibula massiga (g) küüslauk oli väetusvariandis $N_{60}S_{15}$ 37,3 g ja $N_{60}S_0$ 36,8 g mis on 25% suurem kui kontrollvariandi N_0S_0 28,1 g (Joonis 6). Ühtlasi väikseima liitsibula massiga väetusvariant oli kontrollvariant N_0S_0 28,1 g. Väetusvariantide keskmine ühe liitsibula mass oli 33,3 g. Suurima liitsibula massiga variantide $N_{60}S_0$ ja $N_{60}S_{15}$ vahel sisuliselt erinevus puudus, olles vaid 0,5 g. Väävliga väetamisel puudus statistiliselt usutav erinevus. Korrelatsioonanalüüsist selgus, et saagikusel ja liitsibula massil on väga tugev positiivne seos.



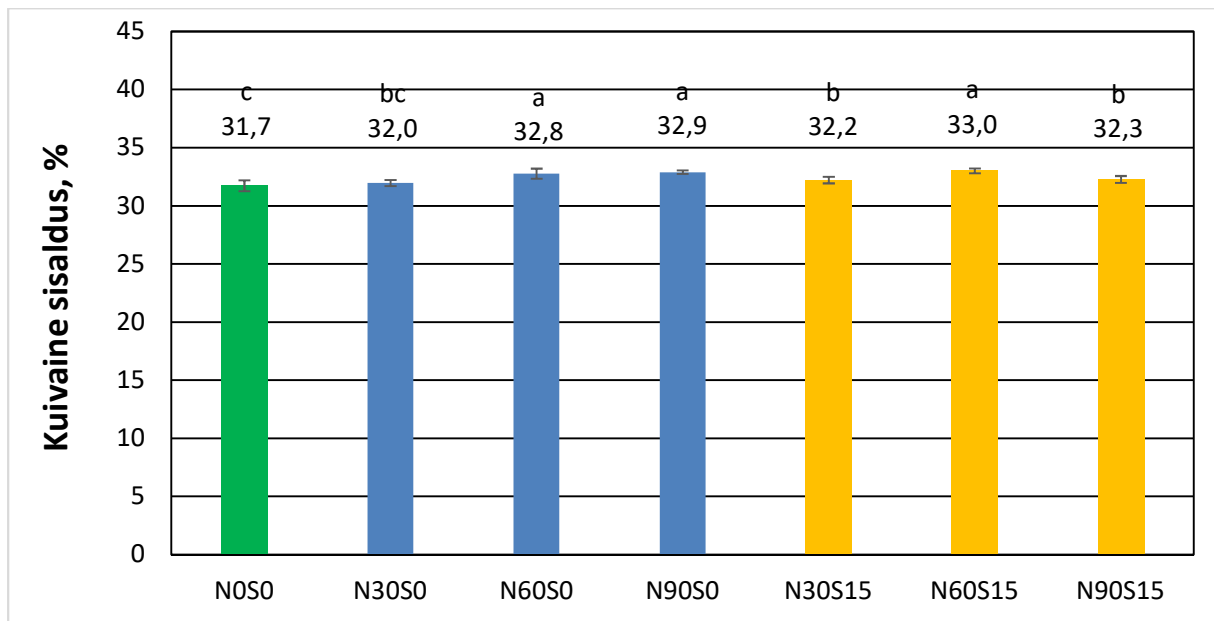
Joonis 6. Taliküüslaugu ühe liitsibula mass grammides (g) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastiku ja väävlinormidega. N_0S_0 – kontrollvariant, $N_{30}S_0$ – 30 kg/ha lämmastikku, $N_{60}S_0$ – 60 kg/ha lämmastikku, $N_{90}S_0$ – 90 kg/ha lämmastikku, $N_{30}S_{15}$ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{60}S_{15}$ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{90}S_{15}$ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad.

3.2. Taliküüslaugu biokeemiline koostis

3.2.1. Kuivaine sisaldus

Taliküüslaugu kuivaine sisaldus (%) varieerus katses vähe (Joonis 7). Kõige väiksem oli kuivaine sisaldus kontrollvariandis N_0S_0 ja $N_{30}S_0$, vastavalt 31,7% ja 32%. Suurimad kuivaine sisaldused jäid vahemikku 32,8 – 33%. Katses olnud küüslaukude keskmine kuivaine sisaldus oli 32,4%. Võib öelda, et lämmastikuga väetamisel oli mõju küüslaugu kuivaine sisalduse suurenemisele. Tikk (2015) tehtud katses oli taliküüslaukude keskmine kuivaine sisaldus 34,4%, mis ei erine väga suurel määral meie katse tulemustest. Sajid *et al.* (2014) uurisid küüslaugu keemilist koostist ja selgus, et küüslaugu keskmine kuivaine sisaldus oli 35,42%. Korrelatsioonanalüüsist selgus, et lämmastikuga väetamisel on positiivne seos kuivaine sisaldusele küüslaugus.

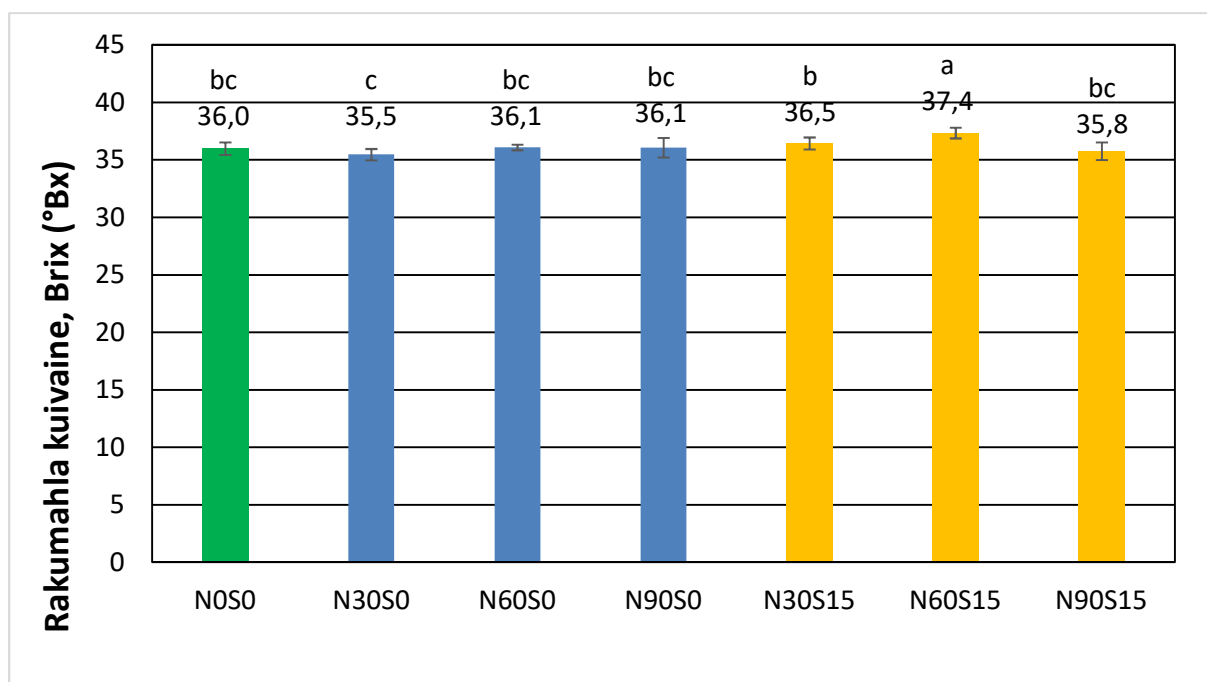


Joonis 7. Taliküüslaugu kuivaine sisaldus (%) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastik ja väävlainormidega. N_0S_0 – kontrollvariant, $N_{30}S_0$ – 30 kg/ha lämmastikku, $N_{60}S_0$ – 60 kg/ha lämmastikku, $N_{90}S_0$ – 90 kg/ha lämmastikku, $N_{30}S_{15}$ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{60}S_{15}$ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{90}S_{15}$ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad.

3.2.2. Rakumahla kuivaine sisaldus

Katses olnud väetusvariantide keskmine küüslaugu rakumahla kuivaine sisaldus oli 36,2 °Bx (Joonis 8). Suurim rakumahla kuivaine sisaldus oli variandis N₆₀S₁₅ 37,4 °Bx. Kontrollvariandi N₀S₀ kuivaine sisaldus oli 36,0 °Bx ning vahe kõrgema rakumahla kuivaine sisalduse ja kontrollvariandi vahel oli kõigest 4 %, mis näitab, et mahla kuivaine sisaldus olulisel määrel ei muutunud. Siiski on näha, et väävliga lisaväetamine 15 kg ha juures tõstab rakumahla kuivaine sisaldust. Samuti näitab korrelatsioonanalüüsi tulemused, et on positiivne seos väävliga väetamise ja rakumahla kuivaine sisalduse vahel. Gregrova *et al.* (2013) võrdles oma katses erinevate Euroopas kasvatatavate küüslaugusortide rakumahla kuivaine sisaldust ja sai keskmiseks 35,5 °Bx, mis on sarnane meie katse keskmisele (36,2 °Bx).

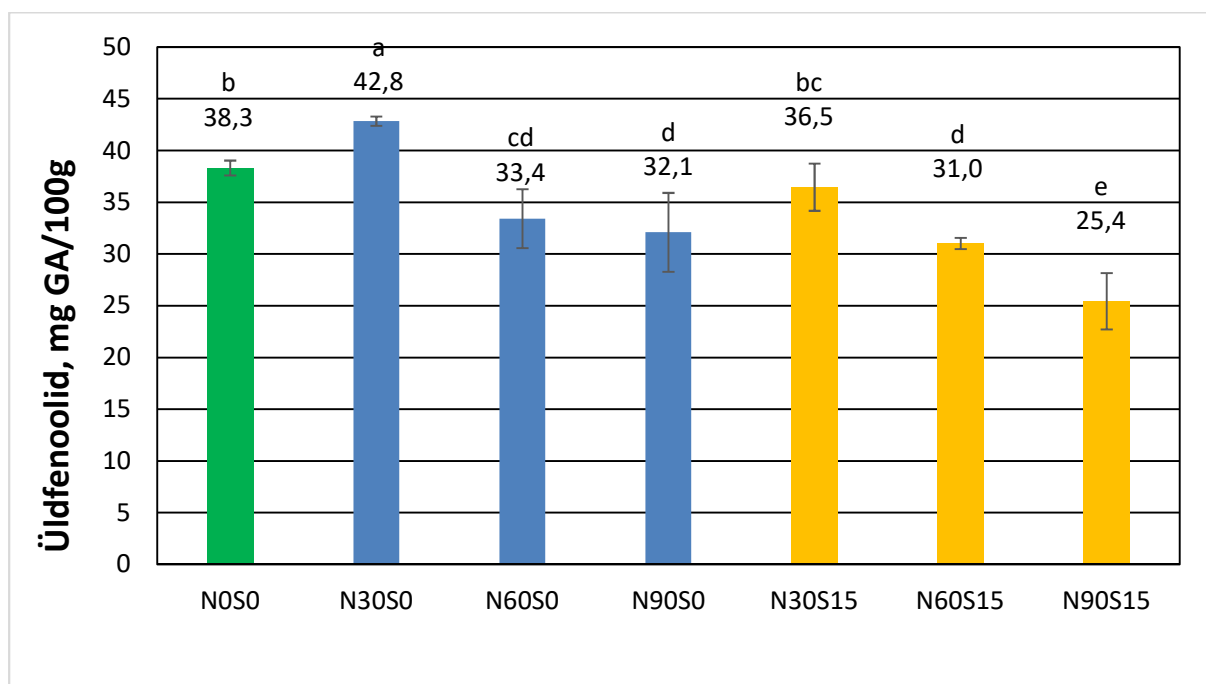


Joonis 8. Rakumahla kuivaine sisaldus (°Bx) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastik ja väävlainormidega. N₀S₀ – kontrollvariant, N₃₀S₀ – 30 kg/ha lämmastikku, N₆₀S₀ – 60 kg/ha lämmastikku, N₉₀S₀ – 90 kg/ha lämmastikku, N₃₀S₁₅ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₆₀S₁₅ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₉₀S₁₅ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad.

3.2.3. Üldfenoolide sisaldus

Üldfenoolide keskmine sisaldus küüslaukudes oli 34,2 mg GA/100g ning kontrollvariandis oli üldfenoole 38,3 mg GA/100g (Joonis 9). Katse väetusvariantide suurim üldfenoolide sisaldus oli variandis N₃₀S₀, 42,8 mg GA/100g, mis on 11% kontrollvariandist suurem, ühtlasi oli see ka ainuke väetusvariant, mille üldfenoolide sisaldus oli üle kontrollvariandi. Ülejäänud väetusvariantidel oli tendents üldfenoolide sisalduse langusele. Väikseima üldfenoolide sisaldusega variant N₉₀S₁₅ oli 25,4 mg GA/100g, mis on kontrollvariandist 34% madalama sisaldusega. Tikk (2015) tehtud katse kus võrreldi erinevaid taliküüslaukude sorte, selgus, et sordi 'Liubasha' keskmine üldfenoolide sisaldus oli 78,9 mg GA/100g, mis on meie katse keskmisest (34,2 mg GA/100g) 57% kõrgem.

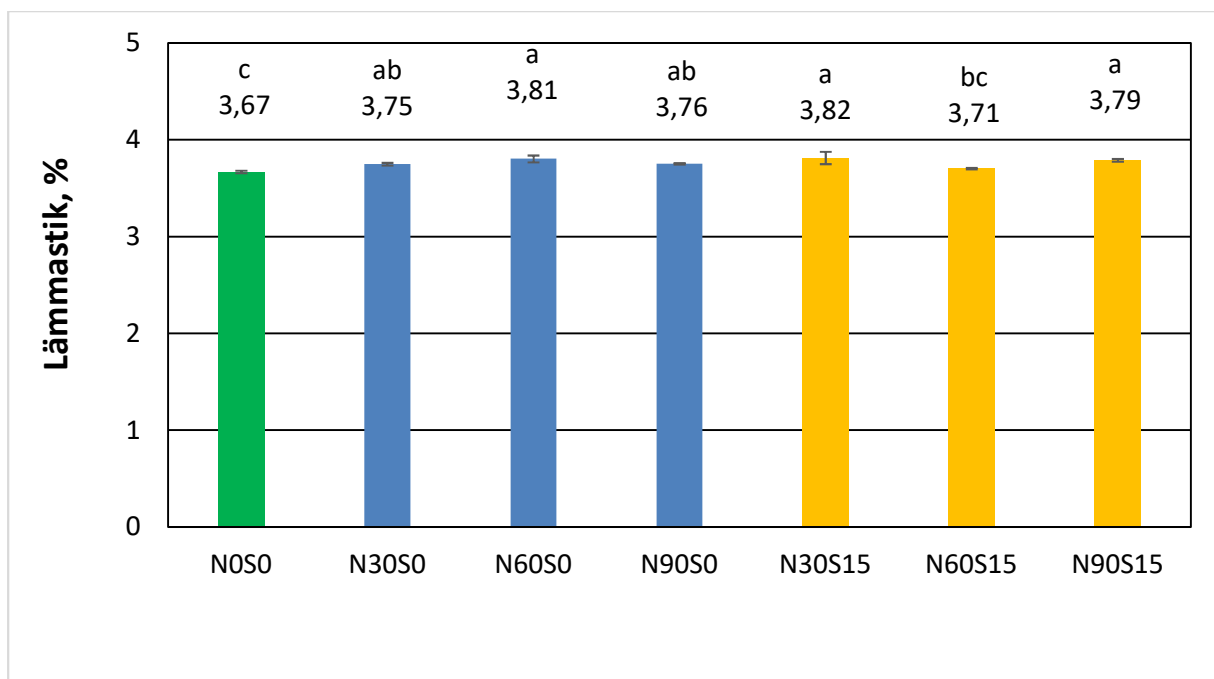


Joonis 9. Üldfenoolide sisaldus (mg GA/100g) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastiku- ja väävlainormidega. N₀S₀ – kontrollvariant, N₃₀S₀ – 30 kg/ha lämmastikku, N₆₀S₀ – 60 kg/ha lämmastikku, N₉₀S₀ – 90 kg/ha lämmastikku, N₃₀S₁₅ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₆₀S₁₅ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, N₉₀S₁₅ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad.

3.2.4. Lämmastiku sisaldus

Taliküüslaugu lämmastiku sisaldus liitsibulate keskmistena oli 3,75 % (Joonis 10). Suurimad lämmastiku sisaldused jäid vahemikku 3,75 - 3,81 %. Kõige vähem lämmastikku sisaldas kontrollvariant N_0S_0 ja variant $N_{60}S_{15}$, vastavalt 3,67 % ja 3,71%. Tulemustest võib järeldada, et lämmastikuga väetamine suurendas küüslaugus lämmastiku sisaldust, samas usutav erinevus puudus väävliga väetamise puhul. Diriba-Shiferaw *et al.* (2013) katsest selgus, et lämmastikuga väetamine mõjutab oluliselt küüslaugus oleva lämmastiku sisaldust, katse keskmine oli 2,78%. Korrelatsioonanalüüsist selgus, et lämmastikuga väetamisel on positiivne seos lämmastiku sisaldusele küüslaugus.

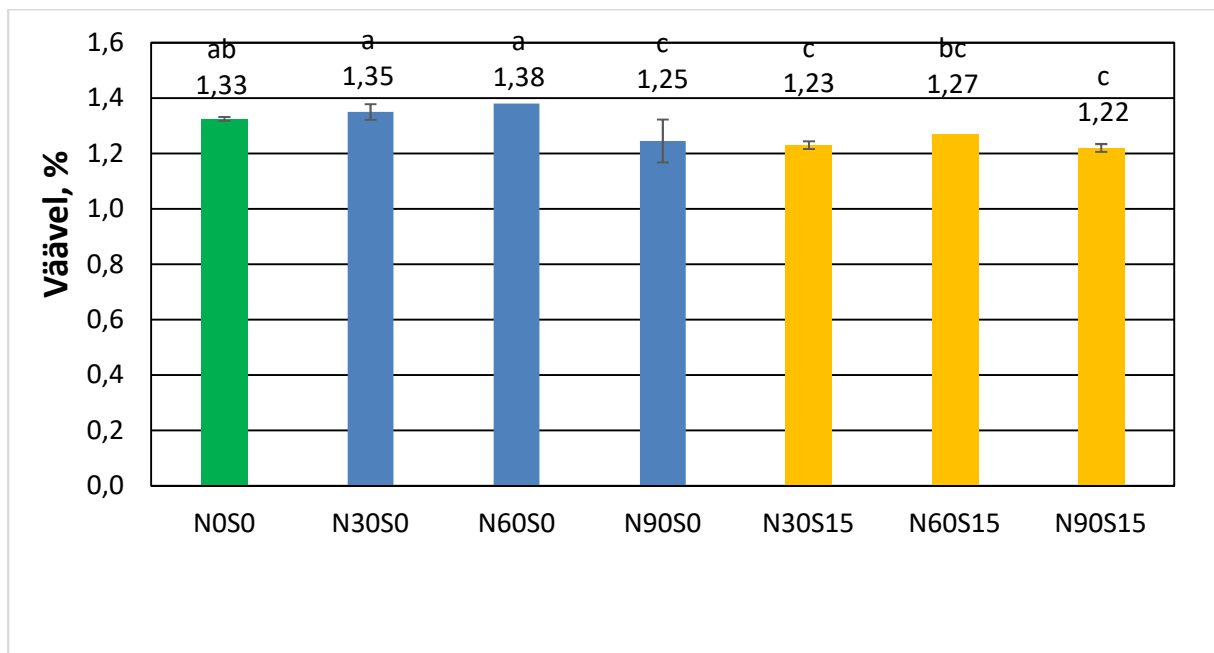


Joonis 10. Lämmastiku sisaldus (%) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastik ja väävlinormidega. N_0S_0 – kontrollvariant, $N_{30}S_0$ – 30 kg/ha lämmastikku, $N_{60}S_0$ – 60 kg/ha lämmastikku, $N_{90}S_0$ – 90 kg/ha lämmastikku, $N_{30}S_{15}$ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{60}S_{15}$ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit, $N_{90}S_{15}$ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väävlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad

3.2.5. Väevli sisaldus

Küüslaukude keskmine väevli sisaldus liitsibulas oli 1,27% (Joonis 11). Kontrollvariandis N_0S_0 oli väevlit 1,33 % ning suurimad väevli sisaldused varieerusid vahemikus 1,33 – 1,38%. Antud katses oli variantide $N_{90}S_0$, $N_{30}S_{15}$, $N_{60}S_{15}$, $N_{90}S_{15}$ puhul langenud väevli sisaldus alla kontrollvariandi taseme. Diriba-Shiferaw *et al.* (2013) tehtud katses oli väevli sisalduseks 1,96%. Mishu *et al.* (2013) Bangladeshis tehtud katses, kus sibulat väetati väevlinormidega 20, 40, 60, 80 kg S ha, selgus, et suurim väevli sisaldus sibulas oli väetusvariandis 40 kg S ha, (0,49%). Väetades üle 40 kg S ha normi, hakkas väevli sisaldus sibulas langema. Kuna käesoleva uurimustöö raames tehtud küüslaugu väetuskatses oli varasemalt kevadel põhiväetisega mulda viidud 45 kg S ha, siis võib arvata, et see oli küüslaugule piisavaks koguseks. Nagu tulemustest selgub, siis võib oletada, et kasvuaegne väevliga pealtväetamine osutus üleliigseks, mis omakorda vähendas väevli sisaldust küüslaugus.



Joonis 11. Taliküüslaugu väevli sisaldus (%) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest erinevate lämmastik- ja väevlinormidega. N_0S_0 – kontrollvariant, $N_{30}S_0$ – 30 kg/ha lämmastikku, $N_{60}S_0$ – 60 kg/ha lämmastikku, $N_{90}S_0$ – 90 kg/ha lämmastikku, $N_{30}S_{15}$ – 30 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väevlit, $N_{60}S_{15}$ – 60 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väevlit, $N_{90}S_{15}$ – 90 kg/ha lämmastikku ja 15 kg/ha väevlit

*Sarnaste tähtedega tähistatud variandid ei ole statistiliselt usutavad.

3.3. Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioonanalüüsis võrreldi küüslaugu saagikuse parameetreid ja biokeemilist koostist (Tabel 3). Tulemustest selgub, et lämmastikuga väetamise ja küüslaugu kuivaine sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,61$, $p<0,05$). Samuti on lämmastikuga väetamisel keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,41$, $p<0,05$) lämmastiku sisaldusele küüslaugus. Lämmastikuga väetamise ja üldfenoolide sisalduse vahel on tugev negatiivne seos ($r=-0,76$, $p<0,05$). Lämmastikuga väetamise ja väävli sisalduse vahel küüslaugus on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,43$, $p<0,05$). Väävliga väetamisel ja rakumahla kuivaine sisaldusel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,40$, $p<0,05$). Väävliga väetamisel ja üldfenoolide sisaldusel on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,52$, $p<0,05$). Väävliga väetamisel ja väävli sisaldusel küüslaugus on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,69$, $p<0,05$). Tulemustest selgub, et kogusaagi ja ühe liitsibula massil on väga tugev positiivne seos ($r=0,99$, $p<0,05$). Näha on ka, et kogusaagil on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,49$, $p<0,05$). Keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,49$, $p<0,05$) on ühe liitsibula massi ja kuivaine sisalduse vahel. Küüslaugu rakumahla kuivaine ja küüslaugu kuivaine vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,38$, $p<0,05$). Küüslaugu kuivaine ja üldfenoolide sisalduse vahel on keskmise tugevusega negatiivne seos ($r=-0,52$, $p<0,05$). Üldfenoolide sisalduse ja väävli sisalduse vahel on keskmise tugevusega positiivne seos ($r=0,58$, $p<0,05$).

Tabel 3. Korrelatsioonanalüüsi tulemused. Paksus kirjas on statistiliselt oluline seos

	<i>Lämmastikuga väetamine</i>	<i>Väävliga väetamine</i>	<i>Kogusaak (g/m²)</i>	<i>1 liitsibula mass (g)</i>	<i>Rakumahla kuivaine (Brix)</i>	<i>Kuivaine (%)</i>	<i>Üldfenoolide sisaldus (mg GA/100g)</i>	<i>Lämmastiku sisaldus (%)</i>	<i>Väävli sisaldus (%)</i>
Lämmastikuga väetamine	1,00								
Väävliga väetamine	0,24	1,00							
Kogusaak (g/m²)	0,27	0,17	1,00						
1 liitsibula mass (g)	0,28	0,18	0,99	1,00					
Rakumahla kuivaine (Brix)	0,05	0,40	0,18	0,17	1,00				
Kuivaine (%)	0,61	0,15	0,49	0,49	0,38	1,00			
Üldfenoolide sisaldus (mg GA/100g)	-0,76	-0,52	-0,22	-0,20	-0,18	-0,52	1,00		
Lämmastiku sisaldus (%)	0,41	0,24	0,20	0,18	-0,15	0,13	-0,21	1,00	
Väävli sisaldus (%)	-0,43	-0,69	0,01	-0,02	-0,20	-0,16	0,58	-0,16	1,00

KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli välja selgitada kasvuaegse lämmastikuga ja väävliga pealtväetamise mõju taliküüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele.

Hüpoteesiks oli, et kasvuaegne lisaväetamine väävli ja lämmastikuga suurendab taliküüslaugu saagikust ja mõjutab biokeemilist koostist. Hüpotees leidis kinnitust.

Käesoleva uurimustöö raames tehtud taliküüslaugu pealtväetamise katse toimus ajal, mil ilmastikuolud ei soosinud küüslaukude produktsiooni. Talviste plusskraadide tõttu tekkinud liigvesi mõjus taimede kasvule pärssivalt, samuti perioodil, mil taimed vajasid arenguks vett, oli hoopis põud. Ülejäänud suvekuud olid äärmiselt vihmased, ületades paljude aastate keskmist sademete hulka mitmekordselt.

Uurimustöö tulemusena võib järeldada järgmist:

- Kuigi küüslaugu keskmine saagikus oli võrreldes teiste sarnaste katsetega oluliselt madalam, võib siiski öelda, et lämmastikuga pealtväetamine normiga 60 kg N ha (variant N₆₀S₀), suurendas antud katses saagikust 25%. Selgus, et lämmastikuga väetamisel oli mõju ka kaubandusliku saagi osakaalule, kus väetusvariandi N₆₀S₀ juures oli kaubandusliku saagi osakaal 95%.
- Suurimad kuivaine sisaldused varieerusid 32,8 – 33%. Katses olnud küüslaukude keskmine kuivaine sisaldus oli 32,4%. Võib öelda, et lämmastikuga väetamisel oli positiivne mõju kuivaine sisalduse suurenemisele. Katses olnud väetusvariantide keskmine küüslaugu rakumahla kuivaine sisaldus oli 36,2 °Bx.
- Suurim üldfenoolide sisaldus oli variandis N₃₀S₀, 42,8 mg GA/100g. Ülejäänud katsevariantidel oli tendents üldfenoolide sisalduse langusele küüslaugus.
- Taliküüslaugu keskmine lämmastiku sisaldus oli 3,75%. Lämmastikuga väetamisel oli positiivne mõju lämmastiku sisaldusele küüslaugus, samas väävliga väetamisel erinevust ei olnud.
- Keskmine väävli sisaldus küüslaugus oli 1,27%. Suurimad väävli sisaldused küüslaugus olid lämmastikuga väetatud variantides ja jäid vahemikku 1,33 – 1,38%.

Samas väävliga väetatud katsevariantides jäi väävli sisaldus küüslaugus alla kontrollvariandi tulemuse.

Tulemuste põhjal võib öelda, et lämmastikuga taliküüslaugu kasvuaegne pealtväetamine suurendas küüslaugu saagikust ja suurendas biokeemilise koostise näitajaid. Saagikuse tõstmiseks võib küüslaugukasvatajatele soovitada kasvuaegset pealtväetamist ammoniumnitraadi normiga 175 kg/ha (60 kg N ha). Sellise lämmastikunormi juures (60 kg N ha) olid ühtlasi ka parimad kvaliteedinäitajad. Samas väävli ja lämmastikuga väetamise vahel usutavaid erinevusi ei olnud. See, et väävel ei avaldanud positiivset mõju saagikusele, ega biokeemilisele koostisele, võib tuleneda nii katseaasta ebasoodsast ilmastikust, mille tõttu taimed võisid olla stressis, kui ka sellest, et küüslauk sai juba eelnevalt põhiväetisega piisava normi väävli ning pealtväetamisega lisatud väävli kogus mõjus biokeemilisele koostisele negatiivselt.

KASUTATUD KIRJANDUS

- **Abedi M., Biat F., Nosrati A.E.** (2013). Evaluation of agronomical traits and pyruvic acid content in Hamedan garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. – *European Journal of Experimental Biology*, 3:541-544.
- **Astover, A.** (2005). Eesti mullastik ja muldade kasutussobivus. Tartu.
- **Augusti, K.T.** (1997). *Indian J.Expt.Bot.*, 15,489-90
- **Balasundram, N., Sundram, K., Sammana, S.** (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, vol. 99, no. 1. 191-203.
- **Baumeister, W. & Ernst, W.** (1978). *Mineralstoffe und Pflanzenwachstum*. VEB Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York. 416.
- **Bose, T. K., Som, M. G.** (1990). *Vegetable Crops in India* (1st edn.), Naya Prakash, Calcutta, India. 583-601.
- **Brown, R., Leclaire-Conway, N.** (2014). Effect of Sulfur Amendments on Yield and Quality in Alliums. Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin. Paper 14.
- **Cantwell, M.** (2000). Alliin in Garlic. *Perishables Handling Quarterly Issue No. 102*: 5 – 6.
- **Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Woldetsadik, K., Tabor, G., Sharma, J. J.** (2013). Bulb quality of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. *Africal Journal of Agricultural Research*. Vol. 8(43), pp. 5387-5398,
- **Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Woldetsadik, K., Tabor, G., Sharma, J. J.** (2013). Growth and Nutrients Content and Uptake of Garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by Different Types of Fertilizers and Soils. *Science, Technology and Arts Research Journal* July-Sep 2013, 2(3): 35-50
- **Farooqui, M.A., Naruka, I.S., Rathore, S.S., Singh, P.P., Shaktawat, R.P.S.** (2009). Effect of nitrogen and sulphur levels on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. Special Issue, S18-23.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. [WWW] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (10.05.2017).

- **Gitin, L., Dinica, R., Neagu, C., Dumitrasc, L.** (2014). Sulfur compounds identification and quantification from *Allium* spp. fresh leaves. *Journal Of Food And Drug Analysis*. Volume 22, Issue 4: 425 – 430
- **Grégrová, A., Čížková, H., Bulantová, I., Rajchl, A., Voldřich,† M.** (2013): Characteristics of garlic of the Czech origin. *Czech J. Food Sci.*, 31: 581–588.
- **Grubinger, V.** (2005) Growing garlic. <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/Garlic.html>
- **Haciseferogullari, H., Ozcan, M., Demir, F. & Calisir, S.** (2005). Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Food Eng.* 68:463- 469.
- **Hasler, C.M.** (1998). Functional foods: their role in disease prevention and health promotion. *Food Tech.* 52(11): 63-70.
- **Hedge, D.M.** (1988). Effect of irrigation and nitrogen fertilizers on yield, quality, nutrient uptake and water use of onion (*Allium cepa* L.). *Singapore J. Printice Hall of. India* 16(2): 111-123.
- **Horky, P.** (2014). Effect of protein concentrate supplement on the qualitative and quantitative parameters of milk from dairy cows in organic farming. *Annals of Animal Science*, vol. 14, no. 2, p. 341-352.
- **Ismail, H. E. M., Bardisi, A., Abou El- Khair, E.E.** (2014). Impact of potassium fertilization on growth, productivity and bulb quality of garlic plants. *Glob. J. Agric. Food Safety Sci.*, Vol.1 (2) : 107 – 125
- **Järvan, M.** (2008). Väävel taimede toitumises. 6 – 7.
- **Kavalcová, P., Bystrická, J., Tomáš, J., Karovičová, J., Kuchtová, V.** (2014). Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxydant activity in onion, garlic and leek. *Potravinarstvo® Scientific Journal for Food Industry*. no. 1. 272-276
- **Kik, C., R. Kahane, R. Gebhardt.** (2001). Garlic and health. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 11:57-65.
- **Köörna, L.** (2014). Genotüübi mõju küüslaugu saagikusele ja kasvule. *Magistritöö. Tartu*. 6-29.
- **Küüslauk.** (2017). [<http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kuuslauk#.WPeEQ9KGNPY>]
- **Lawson, L.D., Hughes, B.G.** (1992). Characterization of the formation of allicin and other thiosulfinates from garlic. *Planta Med.* 58: 345-350.

- **Luo, C., Branlard, G., Griffin, W.B., McNeil, D.L.** (2000). The effect of nitrogen and sulphur fertilization and their interaction with genotype on wheat glutamines and quality parameters. *Journal of Cereal Science* 31 :1 85 - 1 94.
- **Mahmood, N.** (2000). Horticultural crops production. pp 459.
- **Martins, N., Petropoulos, S., Ferreira, I.C.F.R.** (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum L.*) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry* 211. 41–50
- **Mishu, H.M., Ahmed, F., Rafii, M.Y., Golam, F., Latif, M.A.** (2013). Effect of sulphur on growth, yield and yield attributes in onion (*Allium cepa L.*). *Australian Journal of Crop Science*. 7(9): 1416-1422
- **Noot, A.** (2015). Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015–2020. 4-5.
- **Odebunmi, E.O., Oluwaniyi, O., Bashiru, M.O.** (2009). Comparative proximate analysis of some food condiments. *J. App. Sci. Res.* 2(1):1-3
- PM03: Põllukultuuride kasvupind. – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (01.05.2017).
- PM040: Põllukultuuride saagikus. – *Eesti Statistika andmebaas*. [WWW] <http://www.stat.ee> (01.05.2017).
- **Põldma P., Tõnutare T., Viitak A., Luik A., Moor U.** (2011). Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size, and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum L.*). *J. Agric. Food Chem.* 59, 5498–5503.
- **Põldma P., Vahejõe K, Luik H, Karp K.** (2011). Aianduse valdkonna käsiraamat : (porgand, küüslauk, avamaakurk, maasikas, aedmustikas, must sõstar). pp 12–18.
- **R. Vokk, E. Tedersoo, T. Lõugas, K. Valgma and J. Rosend.** (2014). Comparative study on anti-oxidant activity of garlic grown in different regions. *Agronomy Research* 12(3), 821–824.
- **Rivlin, R. S.** (2001). Historical Perspective on the Use of Garlic. *The Journal Of Nutrition*. Vol. 131 no. 3. 951 – 954.
- **Ryan, J.** (2008). A Perspective on balanced fertilization in the Mediterranean Region. *The Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32: 79-89.
- **Sabagh, H., Khoramivafa, M., Honarmand, S., AlAgha, A.** (2014). Effect of Thiobacillus bacteria, sulfur and manure on the nutrient and pH of soil in garlic (*Allium sativum*). *International Journal of Biosciences*. Vol. 5, No. 4, p. 186-193

- **Sajid, M., Sadiq Butt, M., Shehzad, A., Tanweer, S.** (2014). Chemical and mineral analysis of garlic: a golden herb. *PAK. J. FOOD SCI.*, 24(2), 2014: 108-110
- **Salomon, R.** (2002). Virus diseases in garlic and the propagation of virus free planting. *Allium crop sciences: Recent advances.* pp. 31 1-327.
- **Salunkhe, D., K., Kadam, S., S.** (1998). Handbook of Vegetable Science and Technology: production, composition, storage and processing. *Food science and technology:* 400 - 404.
- **Stork, P.O., Potgieter, J.P., Van den Heever, E., Niederwieser, J.G.** (2004). Garlic Production, Guide to Garlic Production in South Africa.
- **Zaman, M.S., Hashem, M.A., Jahiruddin, M., Rahim, M.A.** (2011). Effect of nitrogen for yield maximization of garlic in old Brahmaputra flood plain soil. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 2011 Vol.36 No.2: 357-367
- **Tikk, M.** (2015). Kүүslaugu sordiomaduste mõju saagikusele ja saagi kvaliteedile. *Magistritöö.* Tartu. 5-39.
- **Vidya, G., Padma, M., Rajkumar, M.** (2013). Effect of planting time and plant densities on yield, quality and cost of production in garlic (*Allium sativum L.*). *The Asian Journal Of Horticulture.* Volume 8. Issue 2: 552-555

SUMMARY

Winter garlic farming has become more popular in Estonia. Compared to the other big garlic growing countries like China, India and South-European countries, the amount of locally grown garlic is very small. Farmers are unable to ensure even local market demand. The average yield of garlic is low and producers would like to know the effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and biochemical composition on garlic. The main aim of this study was to enhance the yield and quality of winter garlic through assessing the effect of different levels of nitrogen and sulphur. Hypothesis was that assessing nitrogen and sulphur as top dressing has an influence on yield and quality of winter garlic. Hypothesis found to be true.

During this research, the field trial was conducted in time when weather conditions were unsuitable for the growth of winter garlic. In winter time there was a flood caused by melted snow and in spring there was drought. These conditions didn't favour the growth of garlic.

The research could lead to the following conclusions:

- Compared to the other similar studies, the average total yield of winter garlic was low (316 g/m^2), but top dressing with nitrogen on the level of 60 kg N ha (N_{60}S_0), significantly increased the yield of garlic 25%.
- Total dry matter varied 32,8-33%. The average total dry matter was 32,4%, as the results showed, nitrogen application increased total dry matter.
- The highest total phenolics was in the treatment of 30 kg S ha (N_{30}S_0), 42,8 mg GA/100g. All other treatments of fertilizers had a tendency to decrease the level of total phenolics in garlic.
- The average content of nitrogen was 3,75%. It turned out that nitrogen fertilizer had positive effect on the content of nitrogen in bulbs but there was no significant difference of sulphur fertilizers.
- The average content of sulphur was 1,27%. The highest contents of sulphur in bulbs were in the treatments of nitrogen and varied between 1,33-1,38%. Compared to the level of control (N_0S_0), all treatments with sulphur fertilizers decreased the content of sulphur in garlic.

From the results it can be concluded that assessing nitrogen fertilizer as top dressing increased the yield and biochemical composition of winter garlic. To enhance the yield of winter garlic, producers should use the level of nitrogen fertilizers on top dressing, 60 kg N ha. There were no significant differences between fertilizing with nitrogen and sulphur fertilizers. In fact, that sulphur didn't have a positive effect, could be due to the radical and unsuitable weather conditions or there was already enough S content in soil, given by the base dose (45 kg S ha). Therefore top dressing with extra sulphur could have negative influence on the biochemical composition of garlic.

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

Mina, Allar Kade,

(03/11/1986, 38611036547)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Kasvuaegse lämmastiku ja väävliga väetamise mõju taliküüslaugu (*Allium sativum* L.) saagikusele ja biokeemilisele koostisele,

mille juhendaja on Priit Põldma,

- 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 lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 22.05.2017

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)