

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Ruts Lumiste**

**SORGO KASVATUSTEHNOLGOOGIA**

**SORGHUM CULTIVATION TECHNOLOGY**

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: Evelin Loit, *PhD*

Kristiina Märs, *MSc*

Tartu, 2021

## EESTIKEELNE LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014	Bakalaureusetöö		
Autor: Ruts Lumiste	Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine		
Pealkiri: Sorgo kasvatustehnoloogia			
Lehekülgi: 44	Jooniseid: 20	Tabeleid: 9	Lisasid: 1
Osakond: Põllumajandus ja keskkonnainstituut, Taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool			
Uurimisvaldkond: Taimekasvatus (B390)			
Juhendajad: Evelin Loit, <i>PhD</i> Kristiina Märs, <i>MSc</i>			
Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2021			
<p>Eesti põllumajandus on viimasel ajal saanud erinevaid eksootilisi uusi kultuure katsetada, millest poleks kümmekond aastat tagasi jõutud unistadagi. Oli aegu, kui mais oli eestlastele tundmatu, kuid nüüdseks on söödaviljana vägagi tuntud. Just söödakultuurina on Eesti põllumeestele viimastel aastatel huvi pakkuma hakanud Aafrika rohi ehk sorgo, mille kasvatamine on alles katsepõldudel. Sorgo (<i>ingl. k. sorghum</i>) on üheaastane proteiinirikas heintaim, millel on väga hea põuataluvus, kõrge saagikus ning lühike kasvuaeg (u 90 päeva). Lisaks on võimalik tänu hübriidsordile (<i>sorghum-sudangrass</i>) kasvatada sorgot mitmeniitelisena ning saada põllult hea saak. Käesoleva töö eesmärk on anda ülevaade sorgo kasvutehnoloogiast ning analüüsida sorgo potentsiaali Eesti kliimatingimustes kahe katseaasta tulemuste põhjal. Kui varasemalt on katsetatud sorgot Eestis ilma väetus- ja taimekaitseplaanita, siis käesolevas töös uuriti ka erinevate toimeainetega herbitsiidide mõju sorgo saagile, kasvule ning umbrohtudele. Katsed viidi läbi 2020. aasta suvel Pae külas, Raplamaal ja Neemiskülas, Tartumaal. Kasutati erinevaid väetiseid ning herbitsiide. Kokku oli neli katselappi, kogupindalaga 10 hektarit. Herbitsiididest kasutati Estet 600 EC ja MCPA Classic 750 SL. Kõige kõrgem saak, 25 t/ha, saadi Neemisküla põllult, kus väetati veisesõnnikuga ning kasutati herbitsiidi Estet 600 EC. Kõige ebaefektiivsem oli katsepõld, kus külvati sorgot segus kaeraga ning kaer tõrjus sorgo täielikult välja. Töö tulemusena näidati, et sorgo on sobilik silokultuur Eesti tingimustes. Edaspidi peaks külvama ka teisi sorgo sorte ning katsetama erinevate väetistega ning taimekaitsenormidega.</p>			
Võtmesõnad: sorgo, silo, proteiin, Eesti, haljasmass			

## INGLISEKEELNE LÜHIKOKKUVÕTE

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Ruts Lumiste		Specialty: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: Sorghum cultivation technology			
Pages: 44	Figures: 20	Tables: 9	Appendixes: 1
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences  Field of research: Field Crop Production (B390)  Supervisor2: Evelin Loit, PhD; Kristiina Märs, MSc.  Place and date: Tartu 2021			
<p>Estonian agriculture has recently been able to experiment with various exotic new cultures, which were not even dreamed of a decade ago. There were times when corn was unknown to Estonians, but now it is very well known as a feed grain. As a fodder crop, Estonian farmers have become interested in sorghum, called African grass, recent years, the cultivation of which is still in experimental fields. Sorghum (<i>sorghum</i>) is an annual protein-rich grass with very good drought tolerance, high yields and fast growing time (about 90 days). In addition, thanks to the hybrid variety (<i>sorghum-sudangrass</i>), it is possible to grow sorghum in several shoots and get a good harvest from the field. This work is research on sorghum in general and also experimental, which explains the potential of sorghum in Estonian climatic conditions. As sorghum has previously been tested in Estonia without a fertilization and plant protection plan. This work aimed to analyze the effect of herbicides with different active ingredients on sorghum yield, as well. The experiments were carried out in the summer of 2020 in Pae village, Raplamaa and Neemisküla, Tartumaa. Various fertilizers and herbicides were used. There were four test plots in total, with a total area of 10 hectares. Of the herbicides, Estet 600 EC and MCPA Classic 750 SL were used. The best yield of 25 t / ha came from the Neemisküla field, where cattle manure and herbicide Estet 600 EC was used. The sorghum-oat mixture in one field in Pae Village was the most inefficient, as oat outgrew sorghum completely.. As the result of this work, it was shown that sorghum gives a decent biomass in Estonia and it provides strong candidate as protein feedstock. In addition, sorghum can be harvested twice in the summer and is suitable for feeding. In the future, other varieties should be sown and tested with different fertilizers and plant protection rates.</p>			
Keywords: sorghum, silage, protein, Estonia, green biomass			

# SISUKORD

EESTIKEELNE LÜHIKOKKUVÕTE .....	2
INGLISEKEELNE LÜHIKOKKUVÕTE .....	3
SISSEJUHATUS .....	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	8
1.1 Sorgo tähtsus .....	8
1.3 Toodang ja saagikus maailmas .....	9
1.4 Sorgo kasvatust mõjutavad faktorid.....	12
1.4.1 Sorgo kasvatuseks sobiv maa.....	13
1.4.2 Sorgo külv .....	14
1.4.3 Sorgo väetamine.....	15
1.4.4 Kliimaatilised tingimused .....	17
1.4.5 Põuataluvus .....	19
1.5 Sorgo loomasöödana .....	19
1.5.1 Toksilisus .....	21
1.6 Sorgotaimede areng ja seda mõjutavad faktorid.....	21
1.7 Sorgo haigused ja umbrohud.....	23
1.7.1 Juureparasiit Kuntze ( <i>Striga asiatica</i> ) .....	23
1.7.2 Antraknoos ( <i>Colletotrichum graminicola</i> ) .....	24
1.7.3 Hall lehelaikus ( <i>Cercospora sorghi</i> ) .....	24
1.7.4 Hallitushaigus „Crazy top“ ( <i>Sclerophthora macrospora</i> ) .....	25
1.7.5 Nõgi ( <i>Ramulispora sorghi</i> ) .....	26
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	27
2.1 Katseala 1: Risti Mati Talu .....	27
2.2 Katseala 2: OÜ Ranna Farm .....	30

2.3 Ilmastikutingimused.....	32
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	33
3.1 Sorgo saagikus .....	33
3.2 Sorgo silo kvaliteet.....	35
3.4 Arutelu .....	37
KOKKUVÕTE .....	39
KASUTATUD KIRJANDUS.....	40
LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	43

# SISSEJUHATUS

Elu maal on kui üks võimas ökosüsteem, mis on äärmiselt habras. Inimtegevuse tagajärjel on aga kliimaatilised tingimused pidevalt muutumas ning selle nii mõju on eelkõige oluline põllumajanduses. Viimase aja suurematel põllumajanduskonverentsidel, nagu Eesti Agronoomia Eestis või Euroopa Agronoomia Kongress, on olnud aina enam ettekandeid kliima soojenemisest ning selle mõjust põllumajandusele. On ainult aja küsimus, millal Eesti põllumees ka eksootilisemate maade kultuure katsetama hakkab (Märs 2019).

Näiteks katsetati Eestis bataadi ehk maguskartuli kasvatamist (Runno-Paurson et al 2019). Bataat on troopiline ja lähistroopiline vili, aga tänu soojale suvele saadi ka Tartu tingimustes aktsepteeritav saak. Eestlane eelistab just kodumaal kasvatatud põllusaadusi, kuid hinna poolest on bataat toidupoes umbes viis korda kallim kui tavaline kartul. Kuid tulevikku vaadates tuleks olla paindlik ja eksootiliste viljade kasvamist proovida. Tänu kodumaisele toodangule saaks hakata pakkuma rahvale ka kodumaist bataati, mille hinnalipikul asetseks hoopis vastuvõtlikum hind (Niinemets 2014). Samuti oli ka mais aastakümneid tagasi eestlaste jaoks väga ekstreemne kultuur ning selle taimik meie parasvöötme kliimasse mitte nii sobiv. Kuid sordiaretajate suure töö tagajärjel on tänased maisi saagid võrreldamatud algusaegadega ja sarnane aretustöö käib ka sorgoga. Näiteks Ungaris on sorgo populaarseks saanud ning sordid muutuvad üha külma kindlamateks ja saagikamateks (Märs 2019).

Sorgo on maailmas viies kõige enam toodetud teravili pärast nisu, riisi, otra ja maisi ning sorgo on inimese toidulaua toitainete ja bioaktiivsete ühendite allikas (Cardoso *et al*, 2016). Maailmas toodeti 2019.aastal sorgot umbes 58,4 miljonit tonni (Statistika 2019). Seda kasutatakse peamiselt inimestele toiduks ja kariloomade söödaks silo ja haljassöödana. Teradest keedetakse näiteks putru, valmistatakse sorgumi siirupit ja toodetakse alkoholi (Märs 2019). Sorgot peetakse üheks parimaks proteiinkultuuriks, sest see annab märjas ja jahedas kliimas võrreldes teiste silokultuuridega kõrge saagi (Orlovius 2003). Sorgo kultuurliike on toiduteraviljana ja söödataimena kasvatatud ligi 4000 aastat (Paivel 2011). Sorgo on pärit Ida-Aafrikast ning seda on kasvatatud kõigil kuuel mandril. Jaapanis, Hiinas ja Koreas kasutatakse sorgot ka käsitööstuste valmistamiseks. Ning Hiinas valmistatakse ka sorgoviina, mis on väga populaarne. Vanas maailmas, aga ka Kesk-

ja Lõuna-Ameerika osades, kasutatakse mitmeotstarbelisi sorte, samas kui Põhja-Ameerikas domineerivad teravilja sorgohübriidid. Hübriidid annavad enam kui 50 % kogu sorgo teraviljast Põhja-Ameerikas. Hübriidsordid võeti kasutusele 1950ndatel ning see tõi kaasa ulatusliku kariloomade söödatootmise laienemise ning putukate ja taimehaiguste intensiivistumise. Näiteks lestakahjurite probleemid Aafrikas ja Aasias, kus moodustus umbes kolm neljandikku maailma sorgo pindalast. Peaaegu kolmandik teraviljasaagist hävines lestakahjurite tõttu, sest nendes piirkondades ei olnud insektitsiidide kasutamine üldiselt majanduslikult teostatav (Young *et al.* 1977).

Erinevate haiguste ja kahjurite esinemine ja laialdasem levimine on ootuspärane, kui kultuuri kasvatamine ja külvipind suureneb. Sorgo haiguste tõrjeks kasutatakse tänapäeval eelkõige keemilisi tõrjevahendeid. Keemiliste tõrjepreparaatidega liialdamine põhjustab keskkonnareostust, tekitab tolmeldajate väärenguid või tapab valimatult kõik putukad, mille tulemusena väheneb ka õite tolmeldamine, mis on suurema saagi üks alustest (Kaarli *et al.*, 2004). Tähtsaimad võimalused vähendamaks keemiliste preparaatide kasutamist on erinevad agrotehnilised võtted nagu uute sortide kasvatamine, õige mullaharimine ja külviaeg, optimaalne väetamine, arvestamine kliimaatiliste tingimustega, sertifitseeritud seemne kasutamine ja kindlasti viljavaheldus.

Eestis on sorgo kasvatamine täiesti uudne ning väga täpselt ei tea keegi, kuidas sorgo kasvatamine Eestis tulevikus toimuma saab. Kindel on see, et meil kasvatatakse teda üksnes rohke silo haljasmassi saamiseks, kuna sorgo kasvab pea 2 meetri kõrguseks.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on anda ülevaade sorgo kasvatustehnoloogiatest maailmas ning analüüsida sorgo potentsiaali silokultuurina Eestis.

Uurimistöö hüpotees oli: sorgo on Eesti tingimustesse sobiv silokultuur.

Töö autor tänab juhendajat Evelin Loiti abi eest lõputöö koostamisel. Lisaks Kristiina Märsi, kes aitas vahendada kontakte ja oli suureks abiks. Ning viimaks põllumehi Mati Radiko ja Margus Algo, kes lahkesti jagasid katselappide andmeid.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Sorgo tähtsus

Sorgo (*Sorghum L.*) on rohttaimede perekond kõrreliste sugukonnast. Kokku on perekonnal umbes 30 erinevat liiki, mida kasvatatakse põllukultuurina peamiselt ekvatoriaalvöötmes, kus on vastav kliima ning kasvuks sobivad tingimused. Levinumad kasvukohad on Kesk-Ameerika, Lõuna-Aasia, Aafrika ja Austraalia. Sorgot on nimetatud ka „aafrika rohuks“ oma päritolu tõttu (Kimber 2000).

Sorgo on maailmas teraviljana tähtsusest viiendal kohal pärast nisu, riisi, otra ja maisi. Sorgo on paljude maapiirkondade peamiseks põhitoiduks. Eriti oluline on sorgo Lõuna-Aafrika piirkondades, kus valitseb põud. Just kuivematel aladel on sorgo väga kasvukindel. Sorgot kasvatatakse just madalatel aladel ning raskes savimullas. Võrreldes maisiga annab sorgo parema kindlustunde just kodumajapidamistes, sest sorgol on stabiilsem saak (Mashao *et al.* 1994)

Löömasöödana on sorgo on eelkõige siiski proteiinikultuur ning sisaldab lutserniga võrdses koguses proteiini, juhul kui õigel ajal koristatakse. Sorgo haljasmass on väga võimas ja see annab talle lutserni ja teiste söödataimede ees selge eelise. Lisaks on sorgol madal ligniini sisaldus ja kõrge kiu seeduvus ning ta suudab kasvada väga laia pH vahemikuga muldades, mis teeb sorgost väga mitmekülgse kultuurtaime. Võrreldes teise söödakultuuri maisiga on sorgol tootmiskulud madalamad pea olematute taimekaitsetööde poolest ning ka põuataluvus on maisiga võrreldes palju parem, sest ta vajab vähem vett kui mais (30-50%). Sorgo on äärmiselt kiire kasvuga taim ja tema kasvuaja pikkus meie kliimas jääb 80-90 päeva vahele (Märs 2019). Loomasöödana on sorgo üsnagi oluline turul, kuna konkureeritakse tõhusalt muude teraviljatoodetega. Seda nii hinna ja kui ka kvaliteedi osas. Sorgo on oluline komponent ka kodulindude söödas ning selles sektoris on tehtud suuri edusamme koera-, jaanalinnu- ja tuvide sööda turul (Prinsloo *et al.* 1994).



### 1.3 Toodang ja saagikus maailmas

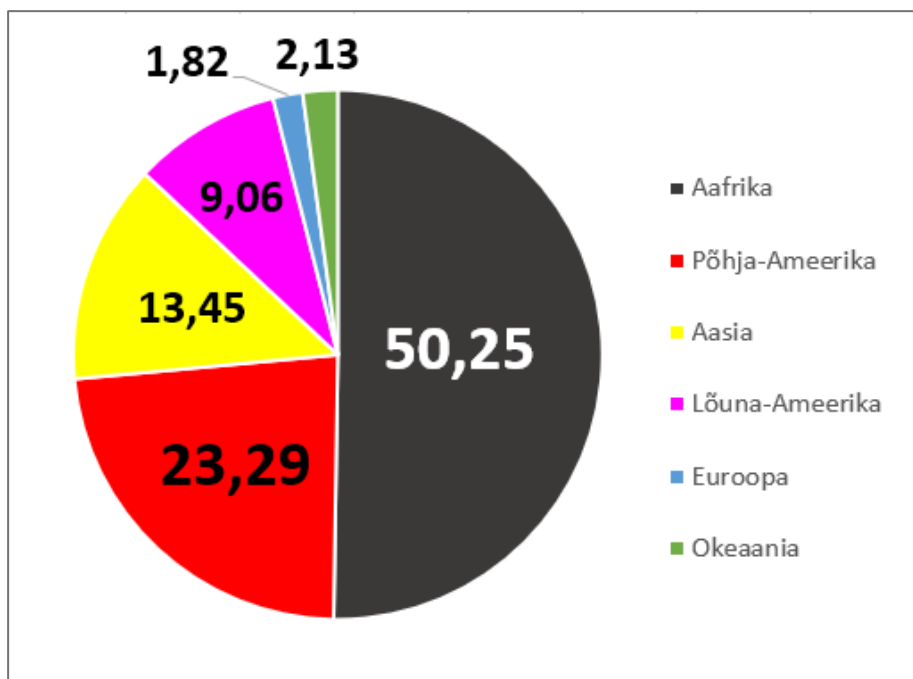
Kui 2018 oli sorgo kogutoodang maailmas 59,3 miljonit tonni ja 2019 58,4 miljonit tonni (Statistika 2019), siis prognoositav saak 2020 aastaks on 57,6 miljonit tonni. Prognoositav saak oli nii 2017 kui 2018 aastal väiksem, kuid uued teadmised ja uuringud taimekaitse osas tõstsid sorgo saaki (WAP 2020).

Maailma mastaabis tuleb peamine toodang Aafrikast ning seejärel Põhja-Ameerika, Aasia ning Lõuna-Ameerika. Euroopa ja Okeania panus jääb veel väikseks (tabel 1; joonis 1 ja 2). Sorgo peamised riigid toodangult on USA, Nigeeria, Etioopia ja India (USDA 2019).

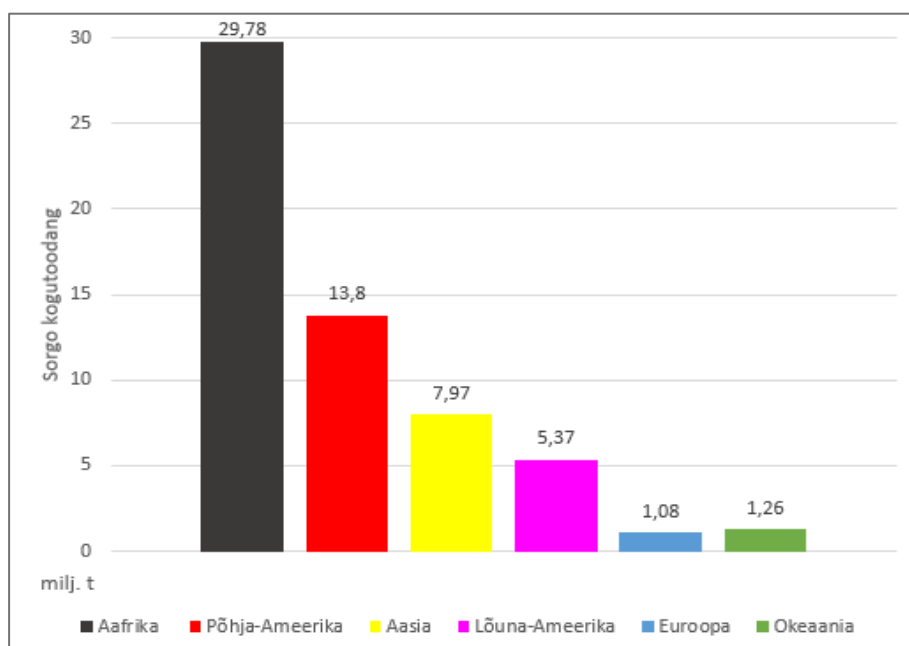
	<b>Riik</b>	<b>Toodang, milj t</b>
1.	USA	9,2
2.	Nigeeria	6,8
3.	Etioopia	5,0
4.	Mehhiko	4,7
5.	Sudaan	4,5
6.	India	3,7
7.	Hiina	3,5
8.	Argentiina	2,5
9.	Niger	2,1
10.	Brasiilia	2,0
<b>Maailma kogutoodang</b>		<b>59,26</b>

**Tabel 1.** Maailma suurimad sorgo tootjad 2018 aastal. (USDA 2019)

Aafrika tootis 2018.aastal kokku 29,78 miljonit tonni sorgot, mis moodustab maailma kogutoodangust natuke üle poole - 50,25%. Seevastu Põhja-Ameerika tootis 2018.aastal rohkem kui Aasia ja Lõuna-Ameerika kokku.

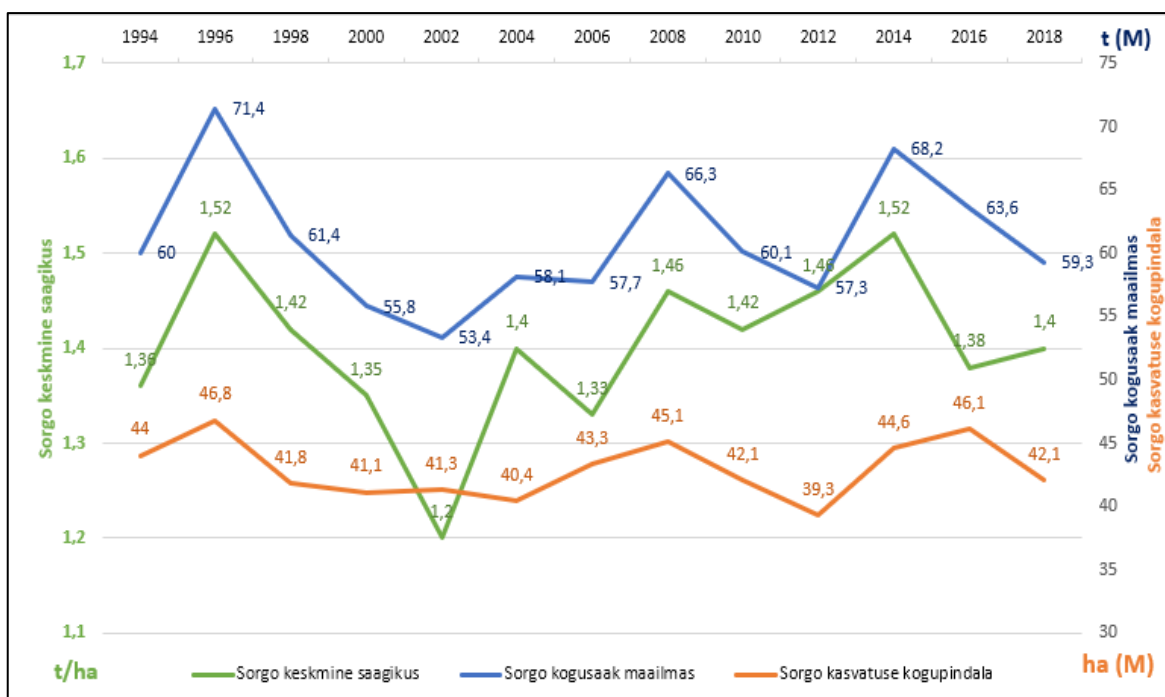


**Joonis 1.** Maailma kogutoodang 2018. aastal vastavalt maailmajaole, % (FAOSTAT 2018).



**Joonis 2.** Sorgo kogutoodang maailmas 2018. aastal maailmajao järgi, milj. t (FAOSTAT 2018).

Saagikus on tihedalt seotud sorgo kasvatusel pindalaga. Statistika näitab selgelt, et mida suuremal pinnal saaki kasvatatakse, seda suurem on ka saagikus (Joonis 3). Seda trendi rikkus 2002 aastal Põhja-Ameerikas aset leidnud erakordne põud, mille all kannatas koguni 29% kesk- ja lõuna osariikide põlde (NOAA 2002).



**Joonis 3.** Sorgo keskmise saagikuse, kogusaagi ja kogu kasvupindala võrdlus maailmas 1994-2018 (FAOSTAT 2018)

Kõige kõrgem saagikus on Euroopa Liidus, kus saadakse keskmiselt 5,43 tonni hektari kohta (2019), võrdluseks maailma kogutoodangu liider USA, kus saagikus on 4,64 t/ha (tabel 2; USDA 2019). Euroopa kõrge saagikuse taga on asjaolu, et Euroopas on sorgo veel katsetamisel ning sorgo suur saagikus on saadud väikestelt katselappidelt, kus on hoolega jälgitud taime kasvu. Hea saagikusega paistavad silma ka Argentiina, Egiptus ning Hiina. Maailma top5 hulgas kogutoodangult olevad Nigeeria, Sudaan ja India peavad leppima aga väga kehva saagikusega. India ning Sudaani saak on alla tonni hektari kohta ning Nigeerial kõigest 1,17 t/ha.

Lõuna Aafrika Vabariigis (LAV) on kahe aastaga saagikus vähenenud 34,5%. Drastilise vähenemise põhjuseks on põud ning sorgo populaarsuse vähenemine viimase kümnendi jooksul. Tootjad eelistavad külvata teisi põllukultuure, nagu mais ja õlised (Esterhuizen 2019).

**Tabel 2.** Sorgo saagikus maailmas 2017-2019 (USDA 2019).

		Saagikus, t/ha			Muutus, %
		2017	2018	2019	
<b>Kogu maailm</b>		1,43	1,49	1,44	+0,7
<b>Euroopa Liit</b>		5,32	5,51	5,43	+2,0
<b>Põhja-Ameerika</b>	USA	4,50	4,53	4,64	+3,0
	Mehhiko	3,37	3,48	3,33	-1,2
<b>Aafrika</b>	Nigeeria	1,19	1,17	1,17	-1,7
	Etiopia	2,62	2,72	2,70	+2,9
	LAV	3,97	3,40	2,60	-34,5
	Egiptus	5,36	5,36	5,36	0
	Sudaan	0,59	0,64	0,57	-3,5
<b>Lõuna-Ameerika</b>	Argentiina	4,29	3,97	4,35	+1,4
	Brasiilia	2,73	2,92	2,82	+3,2
<b>Aasia</b>	India	0,96	0,94	0,90	-6,6
	Hiina	4,87	4,79	4,80	-1,5
<b>Okeania</b>	Austraalia	2,72	2,58	2,83	+3,9

Silosorgo suurim tootja on USA, kus 2019.aastal toodeti kokku 4 019 000 tonni sorgot 136 443 hektarilt. Seega saagikus on 29,5 t/ha (Statista 2021). Teisel kohal Hiina 1,5 milj. tonniga. Euroopa suurim tootja on Venemaa, kes kasvatas silosorgot kokku 80 tuhandel hektaril. Kogu Euroopa kasvatas sorgot kokku 190 000 hektaril (Gomez 2019).

#### 1.4 Sorgo kasvatust mõjutavad faktorid

Sorgo ja nagu iga teisegi kultuurtaime kasvatamine on kergesti mõjutatav paljude faktorite poolt. Näiteks viljavahelduse korraldus, umbrohud, mitmesugused kahjurid ja taimehaigused, ilmastik, kliima, maapinna iseärasused, masinad ja seadmed, oskused ja teadmised. Iga kultuuri kasvatamine vajab teadlikkust, kuidas kõige optimaalsem ja majanduslikum oleks tegutseda, kuna põllumajanduses on kõik tegurid omavahel tihedalt seotud. Kasvõi eelneva kultuuri omapära, mullastiku erinevused, põllumaa valik, väetamisskeem, haiguste ja kahjurite tundmine ning vastav taimekaitse.

### 1.4.1 Sorgo kasvatuseks sobiv maa

Kuna inimeste arv maailmas aina kasvab ning väärtusliku põllumajandusmaa hind aina kerkib, siis on vajalik majanduslikult targalt erinevad kultuurid sobivale mullale külvata. Mulla tekstuur viitab mullas olevate mineraalosakeste suurusele ja on füüsikaliselt kõige olulisem mulla omadus. See hõlmab liiva, muda ja savi suhet konkreetsetes pinnases. See suhe määrab nii moodustuvate struktuuride mahu ja tugevuse. Näiteks suudab savi suurema eripinna tõttu hoida rohkem vett kui liiv (Colazo, Buschiazzo 2014).

Pinnase esmaste osakeste paigutust suuremate ühikute moodustamiseks nimetatakse struktuuriks. Mulla struktuuri parandades saab luua mitmeid eelised taimede kasvu edendamiseks. Põllumajanduslikel taimedel saab mulla struktuuri muutes vähendada erosiooni vastavalt tänu mulla agregaatide suurenenud tugevusele ja sellega seoses vähenevad ka üleujutused. Lisaks paraneb juure tungimine mulda ning läbi selle on taimel ka toitainete parem kättesaadavus. Seemned idanevad lihtsamini tänu vähenenud pudele mulla pinnal, paraneb ka vee imumine mulda ning mullal on parem poorsus (Astover *et al.* 2012). Suurem savisisaldus ja muud tsementeerivad ained nagu raua- ja alumiiniumoksiidid pinnases suurendavad mulla struktuuri moodustumise astet. Halvasti struktureeritud muldade struktuuri parandamiseks ja säilitamiseks kasutatakse maaharimist. Vale maaharimis võtte tagajärjel võib seade lagundada struktuuriüksusi ning vähendada mulla võimet järgida taime kasvunõuded (Mashao *et al.* 1994).

Sorgo kasvatatakse peamiselt madala potentsiaaliga madalatel muldadel, millel on kõrge savisisaldus. Muldade saviprotsent vahemikus 10–30% on sorgo tootmiseks optimaalne (Mashao *et al.* 1994).. Sorgo kasvab halvasti liivasel pinnasel. Ka Eestis on pandud tähele, et sorgole kindlasti ei meeldi liivane pind, mis on põhjustanud kidura kasvu. Sorgo eeliseks teiste teraviljakultuuride ees on tolerantsus aluseliste soolade suhtes. Seetõttu saab sorgot edukalt kasvatada muldadel, mille pH on vahemikus 5,5 kuni 8,5. Eestis on katsetatud puhtasse turbasse külvamist, misjärel seemned idanesid väga hästi ning taimed olid tugevad. Kuna sorgo ei ole väga põuatundlik, siis on katsetatud, et sorgo kasv ei lase ennast häirida Eesti kuppelmaastiku eripäradest (Märs 2019).

Maaharimine, eriti esmane maaharimine, on igasuguse taimekasvatussüsteemi alus ja sorgo tootmisel on see üks põhilisemaid tegureid. Maaharimine annab suure mõju pinnase ettevalmistusele ja omadustele. Maaharimine põllumajandussüsteemis tähendab füüsilist töötlemist eesmärgiga muuta mulla struktuuri, hüdraulilisi omadusi ja stabiilsust sellisel määral, et taimed kasvaksid optimaalselt. Kaasaegne lähenemisviis mulla struktuuri haldamiseks ridakultuurides koosnebki istutustsoonist ja reguleerivast tsoonist ridade vahel. Istutustsoonis peavad olema tingimused optimaalsed taime kasvamiseks. Reguleerivas tsoonis peaks pinnase struktuur olema vastuvõtlik vee ja õhu maksimaalsele imbumisele, minimeerides samal ajal erosiooni ja umbrohu kasvamise (Mashao *et. al.* 1994).

Eestis silokultuurina kasvatades peaks enne külvi muld olema kohevaks saadud. Seetõttu ei sobigi sorgole näiteks peale teravilja koristamist otse nn kõrde külvi kui pinnas on liiga tallatud ja kõva. Selliselt külvates sorgo küll idaneb, kuid jääbki 20 cm pikkuseks ning edasi ei kasva (Märs 2021).

### **1.4.2 Sorgo külvi**

Sorgo seeme on tundlik madalate temperatuuride ning öökülma suhtes. Ideaalne mulla temperatuur idanemiseks on 10 cm sügavusel 15°C. Seega külvi tuleks edasi lükata, kuni viimane külm on möödunud. Ideaalsetes oludes tuleks valida külviaeg selliselt, et pärast külvi ei oleks väga sajast ilma ega ka põuda. Eesti tingimustes on sorgo külviaeg mai lõpusuve alguses.

Optimaalne külvisügavus on 25 mm, kui pinnas on parajalt niiske. Külvisügavus ei tohi olla liiga sügav, kuna sorgol on väike seeme. Kuivemates tingimustes tuleks seeme sügavamale külvata, kuid mitte sügavamale kui 50 mm. Külvisügavuse määrab ka mullatüüp. Rasketel muldadel tuleks seeme külvata maksimaalselt 25 mm sügavusele, kergedel muldadel võib sügavus olla ka kuni 50 mm (Mashao *et. al.* 1994).

Külvisenorm sorgol on vastavalt sordile. Arvestuslikult on hariliku sorgo puhul külvisenorm 10 kg/ha ja vähemalt 15 kg/ha sorgohübriidide puhul. Suuremaid külvi määrasid saab kasutada niisutatud põllukultuuride puhul. Kui külvatakse koos kaunviljaga, siis võib sorgo normi vähendada poole võrra (Cameron 2006). Kui mulla ettevalmistus on

kasin, vett napib ning putukad ja haigused vohavad, siis tuleks seemnenormi suurendada. Teiselt poolt, kui idanemine on hea, võib taimestik olla liiga tihe vee ja toitainete varustamiseks (Bean 2019).

Sorgol pole kindlat reavahe laiust välja kujunenud. Kõik oleneb, kas saaki piirab rohkem valgus või vesi ning mullastiku tüüp (Bean 2019) ning lisaks kas sorgot kasvatatakse haljasmassi saamiseks või teraviljana. Peamiselt sõltub rea laius sademetest ja mullastikust. Laiad read on soovituslik vähese sademetega aladel ja halva veemahutavusega muldadel. Piirkondades, kus on hea veemahutavusega sügav muld ja rohkelt sademeid, on soovitatav kasutada kitsamat laiust (20-35 cm). Sõltuvalt sademetest, mullatüübist ja juba mainitud teguritest on sorgot külvatud erinevate pikkustega ridades. Tähele tuleb panna, et pika reavahe lisamine kitsastesse ridadesse on oluline, kui kahjuritõrjet tuleb teostada traktori või taimekaitsepritsiga (Mashao *et. al.* 1994).

Sorgo kasvatusel spetsialiseerunud agronoom Brent Bean optimaalse reavahe arvamus: *“Kui kasvataja peaks valima ühe reavahe, et see kõige enam keskkonda sobiks, oleks tõenäoline valik 30 tolli (76,2cm). Selline reavahe tagab hea kombinatsiooni valgusest ja piisavast mullamahust, et varuda hoitud vett lühikese põuaperioodi ajal. Saagi maksimeerimiseks peaksid kasvatajad siiski valima reavahe, mis on nende kasvutingimuste jaoks kõige parem“*. Piirkondades, kus vett napib, kasutatakse laia reavahe. Laiemad read aitavad sorgol lühikese põuaperioodil ellu jääda ja isegi õitseda. Nendes keskkondades on tavaline reavahe vahemikus 90-100 cm, kuid võib ulatuda ka 150 cm-ni (Bean 2019).

Eestis haljassöödana kasvatades peaks külvama sorgo 2-3 cm sügavusele ning soovituslik reavahe on 20 cm. Võib olla ka reavahe suurem, olenevalt külvikust, kuid siis on taimed hõredamalt ja saagikus kannatab (Märs 2019).

### **1.4.3 Sorgo väetamine**

Mineraalväetistega antavate taimetoiteelementide kogus ei tohi ületada kogust, mis on vajalik mullas sisalduvate toitainete tasakaalu säilimiseks, arvestades väetatavate taimede toitainete vajadust, saagikust, külvikorda, mulla omadusi ja muid väetamisel tähtsust omavaid tegureid (Riigi Teataja, 2013).

Sorgo väetamisele kehtivad samasugused põhireeglid, nagu kõigi teiste kultuuride puhul. Oluline on, et taimed oleks toitainetega varustatud mitmekülselt ja tasakaalustatult. Taimekasvu piirab eelkõige see ressurss, mida on taime vajadusega võrreldes kõige vähem (Liebigi reegel). Näiteks juhul, kui taime kasvus ja arengus esineb häireid, aga mullas on kõiki põhitoiteelemente piisavalt, siis võib see olla põhjustatud hoopis mõne mikroelemendi puudujäägist (Luik, *et. al.* 2008). Taimede toitumisel, nende arenemisel ja kasvamisel tuleb väga suurt tähelepanu pöörata kasvuteguritele nagu soojus, valgus, vesi, toitained ning mullapinna omadused. Ükski kasvutegur pole teisega asendatav, vajalikud kasvutegurid muutuvad koos taime kasvu ja arenguga ning need on määratud eelkõige selle toiteelemendi järgi, mille järele on defitsiit (Uurman, 2014). Sõltuvalt elementide funktsioonidest taimedes, ei saa elemendi täielikul või osalisel puudusel taime normaalne areng jätkuda (Orlovius, 2003).

Optimaalse saagikuse jaoks on vaja õigeid väetisekoguseid ning nende hindamiseks peaksid olema võetud mullaproovid. Väetise tarvet on võimalik hinnata ka välisel vaatlusel (tabel 4).

**Tabel 4.** Lämmastiku, fosfori ja kaaliumi puuduste sümptomid sorgol (Mashao *et. al.* 1994).

Toiteelemendi puudus	Sümptom
Lämmastiku (N) puudus	Noored taimed on helerohelised või kollakasrohelised. Küpsemas faasis hakkavad vanemad lehed esmalt kollaseks muutuma, iseloomuliku ümberpööratud V-kujuga.
Fosfori (P) puudus	Märgade, niiskete ja jahedate tingimuste korral võivad noorte taimede lehed muutuda tumeroheliseks, mille peale tekivad punakaslillad veerised.
Kaaliumi (K) puudus	Kaaliumi puudust täheldatakse algselt kollaste või nekrootiliste lehtede veeristena, alustades alumistest lehtedest ja levides ülemistele lehtedele.



Eestis sorgot kasvatades silotaimeks tuleb meelde jätta, et sorgo on väga suure lämmastikunõudlusega taim, kuna peamiselt tuleb kasvatada taime rohelist osi - vart ja lehti. 2019.aasta suvel Pajusil tehtud katsetes kommenteeris Kristiina Märts: „*Selles veendusime ka ise, kuna ühel põllul asus minevikus sõnniku ladustamise koht, mille peal oli sorgo kasv märgatavalt kõrgem ja taimed palju tumedamad rohelised*“.

Lämmastikväetis on üks mõjuritest suurte saakide saamisel, sest ta kompenseerib agrotehnilisi puudusi või ilmastiku negatiivset mõju. Vältimaks kergelt leostuva lämmastiku taimede poolt kasutamata jätmist, millele järgneb keskkonnareostus, peab taimedele andma lämmastiku optimaalses koguses (Sieling, Kage, 2011).

Fosforväetis mõjutab juurekava väljaarenemist ning selle funktsioneerimist vee ning toitainete omastamisel. Fosfor kiirendab taime arengut, suurendab põua- ja külmakindlust, seemnesaaki ning parandab selle kvaliteeti. Fosfori puudusel jääb juurekava nõrgaks, peentel vartel moodustuvad kitsad lehed ning väikesed kõdrad (Kaarli, 2004).

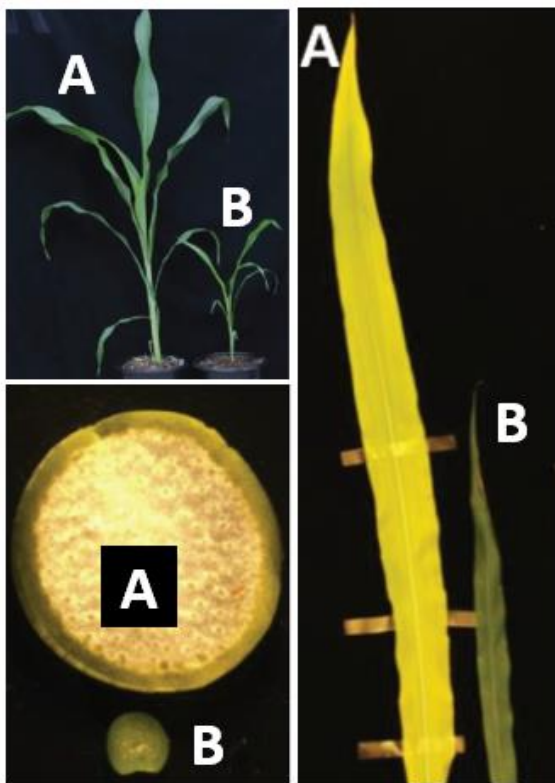
Kaaliumi põhifunktsiooniks on taime ainevahetuse ja kasvuprotsesside mõjutamine ensüümide aktiveerimise kaudu. Kaalium suurendab taimede külma-, põua- ja seisukindlust ning vastupidavust haigustele. Kaaliumipuudusel pidurdub taime kasv ja nõrgad peenevarrelised ning kitsalehelised taimed reageerivad vähe lämmastiku ja fosfori lisamisele (Kaarli, 2004). Kaaliumi puudus tekib enamasti kergetel, happelistel ja halvasti kuivendatud muldadel (Paul, Rawlinson, 1992).

#### **1.4.4 Kliimaatilised tingimused**

Kliimaatiliselt on sorgo tootmisel tähtsad temperatuur, päeva pikkus ning vee olemasolu. Sorgo on soojalembeline, ning heaks idanemiseks ja kõrguse saamiseks on vaja kõrgeid temperatuure. Idanemise minimaalne temperatuur varieerub vahemikus 7–10 °C. Kui temperatuur tõuseb 15°C, siis 80% seemnest idaneb 10–12 päeva jooksul. Temperatuur mängib olulist rolli kasvu ja arengu juures ka pärast idanemist. Optimaalseks kasvuks ja arenguks on vaja 27–30 °C. Temperatuur võib siiski olla ka miinimum 21 °C, ilma et see dramaatiliselt mõjutaks taime kasvu ja saagikust. Negatiivse poole pealt on erakordselt

kõrge temperatuur sorgole halb ning põhjustab saagi kadu. Samuti on ka madalad temperatuurid sorgole kahjulikud ning võivad taime hävitada (Mashao *et. al.* 1994).

Päeva pikkus on sorgo puhul suhteline, sest sorgo on lühikese päeva taim. Kuid enamus sorte on valgusnõudlikud, siis ei hakka nad ennem õitsema, kui vajalik päeva pikkus on saavutatud (Herbold 2003). Parasvöötmes on silosorgo minimaalne eeldus päevapikkuseks kaheksa tundi, sest sorgol on tugev fotosünteesi reaktsioon. Suurema ja võimsama taime saamiseks on sorgol vaja kuni 16 tundi valgust (Wolabu 2016). Erinevust 16 ja 8 tunnise päevapikkuse vahel näitab joonis 4, kus pikema päeva taim (A) on selgelt pikem ja suurema lehega. Lisaks on ka varre läbilõige pikem. Seevastu taim B on väga kidur.



**Joonis 4.** Sorgo areng päevapikkuse erinevusel (Wolabu 2016).

Sorgo, olles maisist soojus- ja põuakindlam, talub ka perioodilist vihma ja niiskust ilma liigsete kahjustusteta. Tera-sorgo kasvatamise kõige ulatuslikumaid alasid leidub kohtades, kus aastane sademete hulk on 450–1000 mm (Herbold 2003), silosorgot peamiselt parasvöötme aladel USA-s, Venemaal ja Hiinas (Gomez 2019). Suuremate sademetega alad soodustavad seemnepeadel hallitussente arengut, mis kahjustavad sorgot. Seega tuleks nendel aladel kasutada sellised sorte, mis on vähem tundlikumad hallituste suhtes (Herbold 2003).

### **1.4.5 Põuataluvus**

Võrreldes teiste teraviljakultuuridega suudab sorgo paremini taluda põuda ning selle põhjuseks võib pidada mitmeid faktoreid. Esiteks on sorgol erakordselt hästi arenenud ja peenelt hargnenud juuresüsteem, kus toimub väga tõhus vee imendumine. Lisaks on taimel on väike lehepind, mis piirab transpiratsiooni. Lehtede eelist maisi suhtes näitab ka see, et kuivade tingimuste korral voldivad lehed paremini. Lehe epiderm on kaetud vahakihiga, mis kaitseb taime kuivamise eest ning õhulõhed sulguvad kiiresti, et piirata veekadu (Mashao *et. al.* 1994)

Sorgol on efektiivne transpiratsiooni suhe 1: 310, mis tähendab, et kui taim kasutab 310 osa vett, et toota üks osa kuivainet. Võrreldes maisi suhtega 1: 400 on sorgo efektiivsem (Kapanigowda *et.al.* 2012).

Kuival perioodil on sorgo võimeline püsima sellises staadiumis, kus fotosüntees on peaaegu et olematu ning kasv pidurdub. Kui tingimused muutuvad soodsamaks, siis taim uuesti „ärkab“. Kuigi põua käigus peamine vars võib surra, siis külgvõrsed võivad areneda ja moodustada seemne, kui veevarustus paraneb (Mashao *et. al.* 1994). Väga pika põua puhul aga jääb taim kiduraks ning saagikus langeb oluliselt.

### **1.5 Sorgo loomasöödana**

Sorgo on populaarne söödakultuur, mida kasutatakse loomakasvatuses. Tänu võimsale haljasmassile on sorgo eeliseks toota märkimisväärses koguses sööta aasta soojematel kuudel (Ellis 2007). Sorgost on võimalik saada aastas lausa kaks niidet ning see on kasulik, siis kui põllumaad napib. Üldiselt sobib sorgo kõige paremini söötmiseks mullikatele, kinnisloomadele, lihloomadele, lüpsiloomade gruppidele ja ka vasikatele (Märs 2019). Sorgosilo eelisteks tavalise rohusilo ees on suur saagikus, suur kuivainesisaldus, sileerub kergesti, on hästi söödav, proteiinrikas, kasvab hästi ka põuasel suvel. Sileerimine võiks toimuda enne öökülmade tulekut, sest võib tekkida sinihape (Harmipaik 2019). Suureks puuduseks sorgo puhul ongi taime toksilised ained, mis tekivad sorgo niitmisel (Märs 2019).

Söödana on silos tähtis toitaineline koostis, mis koosneb kuivainest, toorproteiinist, kiudainetest, toorrasvast ja toortuhast. Fermentatsiooni näitajad on silos pH, piimhape, lenduvad rasvhapped, ammoniaaklämmastik ja etanool (Harmipaik 2019). Hea silo kvaliteedi näitajad on happelisus (pH) ja hapete vahekord. Põhiosa peaks moodustuma piimhape ja äädikahape ning võihapet ei tohiks kvaliteetne silo sisaldada (tabel 5). Võihappe sisaldus viitab sellele, et on toimunud vale käärimine (Tölp 2010).

**Tabel 5.** Hea kvaliteetse silo hapete näitajad (Tölp 2010).

Hape	Sisaldus hapete koguhulgast	Tunnused
Piimhape	50-75 %	Silol on meeldiv hapu lõhn ning oliivroheline värvus. Taimede struktuur säilinud.
Äädikhape	Kuni 25-35 % (ei tohiks tõusta üle poole piimhappe sisaldusest).	Silo omandab äädika lõhna ning silo söödavus halveneb.
Võihappe	Ei tohiks üldse olla.	Valgud hakkavad lagunema. Silol ebameeldiv lõhn, lehed pehmed.

Silo puhul on väga oluline proteiini sisaldus, mis võiks piimaloomade söödas jääda 14-17% vahemikku ja lihaloomade tarbeks 13-17%. Väga kõrge proteiini sisaldus pole jällegi soovitatav kuna pärsib omakorda jõusöödast proteiini omastatavust (Märs 2021). Proteiinisaldus koos kiuga annab aimu, millises kasvufaasis on materjal koristatud. Varases kasvufaasis on proteiinisaldus suurem, kasvu edenedes hakkab see vähenema. Sorgos ning lisaks ka näiteks ristikus ja lutsernis on proteiini rohkem kui kõrrelistes (Tölp, 2010).

Kiu sisaldus on samuti silode puhul väga oluline näitaja. Hea silo kuivaines ei tohiks toorkiudu olla üle 30% (Tölp 2010). Sorgo on üldiselt kõrge kiusisaldusega taim ja seetõttu võib sellest valmistatud silos olla kiu sisaldus liiga kõrge. Kiusisalduse vähendamiseks ongi

välja töötatud sorgo ja sudangrassi hübriidid, mille kiuisaldus on madalam ja loomadele sobivam (Märs 2021).

Silo kvaliteedinäitaja on ka happesus ehk pH. Heas silos on pH alla 4,3 ning sõltub silo kuivainest. Kõrge pH viitab ebapiisavale fermentatsioonile ja soodustab ebasoovitavate bakterite arengut (Tölp 2010).

### **1.5.1 Toksilisus**

Sorgo võib sisaldada happelisi ühendeid, mida tuntakse paremini tsüaniidi nime all. Tsüaniidi kõrval võib sorgo sisaldada ka kõrget nitraaditaset. Nii nitraadid kui ka tsüaniidid võivad põhjustada loomal olulisi tervise probleeme, sealhulgas surma. Seetõttu sorgo taim võib olla kohe pärast koristamist potentsiaalselt toksiline (Märs 2019). Loomade tervise seisukohalt ongi sorgo negatiivne omadus selle võime põhjustada tsüaniidi- ja nitraadimürgitust. Hoolikas majandamine ja ettevaatlikkus võib oluliselt vähendada võimalikku ohtu loomade tervisele, mis on seotud sorgo söötmisega (Ellis 2007). Sellepärast on oluline, et enne sorgo silo söetmist peaks ootama vähemalt 14-20 päeva, aga veel parem oleks kuni 2 kuud (Märs 2019).

Kindlasti tuleks sorgo silo ostmisel enne loomasöödaks söetmist kontrollida tsüaniidi ja nitraadi taset (Ellis 2007). Ning samuti tuleks vältida sorgo söetmist näljastele loomadele. Enne peaks loomad saama rohkelt koresööta, kuna see vähendab esimesel karjatamisperioodil tarbitava sööda hulka ja vähendab kahjulike mõjude ohtu. Et toksilisust neutraliseerida ja aidata seedeprotsessis eraldumist, tuleks sööta lisada väävlit (soolapulki 10 % väävlit). Mõned uuringud on näidanud, et söödale lisatud väävel võib suurendada ka loomade tootlikkust (Ellis 2007).

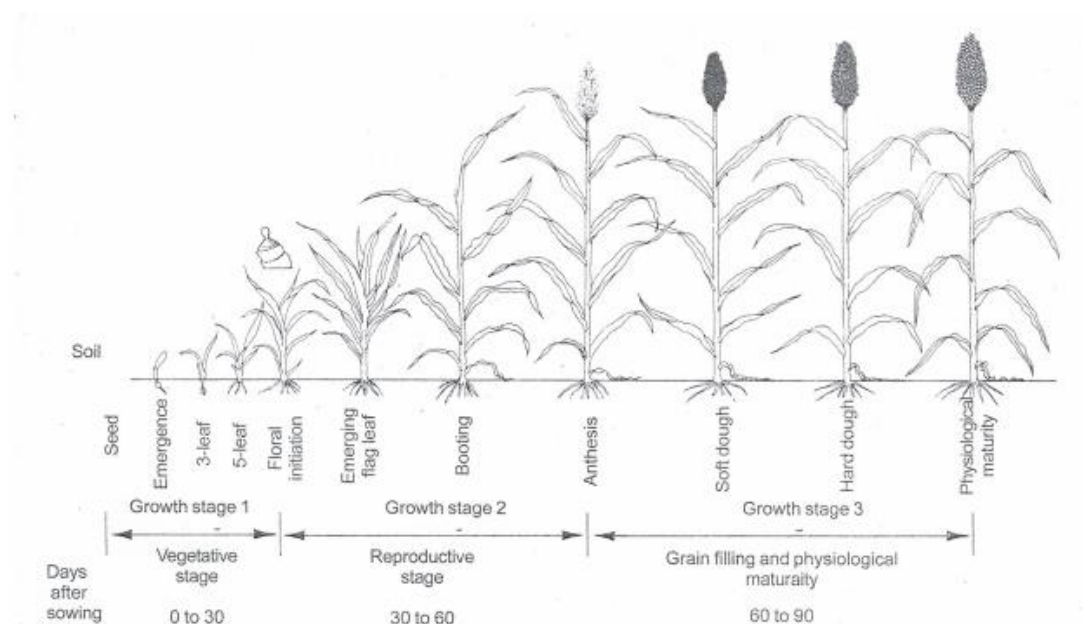
### **1.6 Sorgotaime areng ja seda mõjutavad faktorid**

Sorgo saak nagu igal teisel kultuuril sõltub suurel määral taimede arengu alguses ja teistes arengu olulistest faasides sadanud sademete hulgast, väetamisest, kahjuritest, haigustest,

kliimast ja mullastikust. Suur sademete hulk või põud külvijärgselt mõjub oluliselt ka tärkamisele, mis võib jääda ebaühtlaseks ja hõredaks. Ekstreemsed ilmastikuolud nagu rahe võib taimede arvukust vähendada varajases vegetatiivses arengujärgus (Omor, 2013).

Fotosünteesi aktiivsus sõltub lämmastikust, mis klorofüllil aktiivse koostisosana aitab taimedel paremini kasutada päikeseenergiat, millel on mõju saagi kujunemisele (Lewis, 1992).

Sorgo keskmine kasvuaeg on ca 90 päeva. Kaheniitelise süsteemiga on silosorgolt saagi saamiseks tarvis arvestada veidi pikema kasvuaajaga. Peale niitmist kulub tal umbes nädal, et ennast koguda (Märs 2021). Taimede arengus eristatakse järgmisi arengufaase (joonis 5): 0-9 külv ja idanemine, 10-20 tärkamine, 21-27 leheroseti moodustumine, 28-50 varumine, 51-60 õiepungade moodustumine, 61-70 õitsemine, 71-80 viljumine ja kõtrade moodustumine, 81-99 küpsemine ja täisküpsus. Sorgo taimede optimaalsed kasvunõuded, et kasutada selle pärilikku saagipotentsiaali, on sügavalt hästi kuivendatud viljakas muld, stabiilne sademete arv. Kasvuperiood on parasvöötmes sooja ilmaga (20–30 °C) ja külmavaba periood umbes 120–140 päeva (Murdy *et al.*, 1994).



**Joonis 5.** Sorgo taimede arengufaasid (Murdy *et al.*, 1994)

## 1.7 Sorgo haigused ja umbrohud

Haigused võivad sorgot nakatada külvist kuni valmimiseni. Kõige enam tekitab sorgole haigusi soe ja niiske ilm, mis on hea keskkond haigusetekitajatele. Vähendamaks haiguste esinemist on tähtsaim pidada kinni külvikorrast.

Kuna osad umbrohud säilivad mullas kauem, siis on neid kõige lihtsam ja efektiivsem tõrjuda teraviljade seast. Umbrohutõrje esimese kuue kuni kaheksa nädala jooksul pärast külvamist on ülioluline, kuna umbrohud konkureerivad sel perioodil intensiivselt toitainete ja veega.

### 1.7.1 Juureparasiit Kuntze (*Striga asiatica*)

Juureparasiit *Striga asiatica* (L.) Kuntze on ühe varrega erkpunase õiega taim, mis võib saaki kahjustada (joonis 6). Suurem osa kahjustustest tehakse enne parasiidi mullast väljumist. Sümptomiteks on lehtede närbumine ja kollatumine, isegi kui mullas võib olla piisavalt vett. Pisikesed seemned levivad tuule, vee ja loomade poolt ning püsivad mullas elujõulisena 15-20 aastat. Peale pritsimise võib aidata ka käsitsi taimede eemaldamine enne õitsemist.



**Joonis 6.** *Striga asiatica*. Foto Ken Fern, 2019.

### 1.7.2 Antraknoos (*Colletotrichum graminicola*)

Sümptomiteks on väikesed selge ümmarguse kujuga punased kahjustused lehtedel ja vartel (joonis 7). Varte ülemistel osadel võivad tekkida ka punakaspruunid laigud. Kahjustused ilmnevad kuuma ja niiske ilmaga. Kui lasta haigusel ilmnedä ning taimekaitset ei tehta, siis võivad taimed surra enne küpsuse saavutamist ning saagikadu on tohutu. Antraknoosi vastu aitab eelkõige sobiv fungitsiid, kuid ka külvikordade vaheldumine ning sobiva hübriidsordi kasutamine (Spurlock *et. al.* 2018).



**Joonis 7.** *Colletotrichum graminicola*. Travis Faske, 2018.

### 1.7.3 Hall lehelaiksus (*Cercospora sorghi*)

Väikesed punakaspruunid laigud lehtedel, mis laienedes moodustavad ristkülikukujulisi kahjustusi (joonis 8). Kui kahjustused suurenevad, siis moodustavad triipe ning ebakorrapäraseid laike. Haiguse teket soodustavad kasvuperioodi soojad ja niisked ilmad. Haigust saab kontrolli all hoida selliste sorgo sortide külvamisega, mis on haigustele vastupidavamad (Spurlock *et. al.* 2018).





**Joonis 8.** *Cercospora sorghi*. PEST, 2017

#### **1.7.4 Hallitushaigus „Crazy top“ (*Sclerophthora macrospora*)**

Haigust põhjustab liigne niiskus põllul ning seda just madalamatel aladel. Eriti ohtlik on pikka aega (24 - 48 tundi) veega küllastunud muld peale tärkamist 1-3 nädalat, mille läbi haigustekitajad liiguvad noortesse taimedesse. Haige taim ei suuda enam pähikut kasvatada ning selle asemel tuleb ainult lehestik (joonis 9). Nakatunud taimed võivad kosuda ning anda veel saaki, kui saagikadu on siiski garanteeritud. Kui nakatumine on juba toimunud, ei takista ükski ravivõimalus, näiteks fungitsiidi kasutamine, haigusega seotud saagikuse vähenemist. Aidata võib ainult liigse vee ära juhtimine põllult. Mõnel juhul võib hallitushaigust segi ajada herbitsiidikahjustusega või toitainete vaegusega. Lisaks võib hallitus jäljendada vaatluslikult tsingi puudust. (Jardine 2014).



**Joonis 9.** *Sclerophthora macrospora*. Terry Spurlock, 2018.

### 1.7.5 Nõgi (*Ramulispora sorghi*)

Nõgitriipe põhjustav haigus võib ilmnedal igal ajal kasvuperioodil. Esimesed sümptomid ilmuvad kõigepealt taime alumistel lehtedel. Hiljem muutuvad kahjustused piklikuks, värvuselt kollaseks ja ääris muutub punakaspruuniks (joonis 10). Lisaks tekivad sklerootsiumid, mis on tumedat värvi ning määrivad. Kaitseks saab kasutada fungitsiidi, mis on mõeldud sorgo haiguste tõrjeks. Kuid fungitsiid võib tõrjet pakkuda juhul, kui preparaati rakendatakse enne haiguse olulist arengut.



**Joonis 10.** *Ramulispora sorghi*. Travis Faske, 2018.

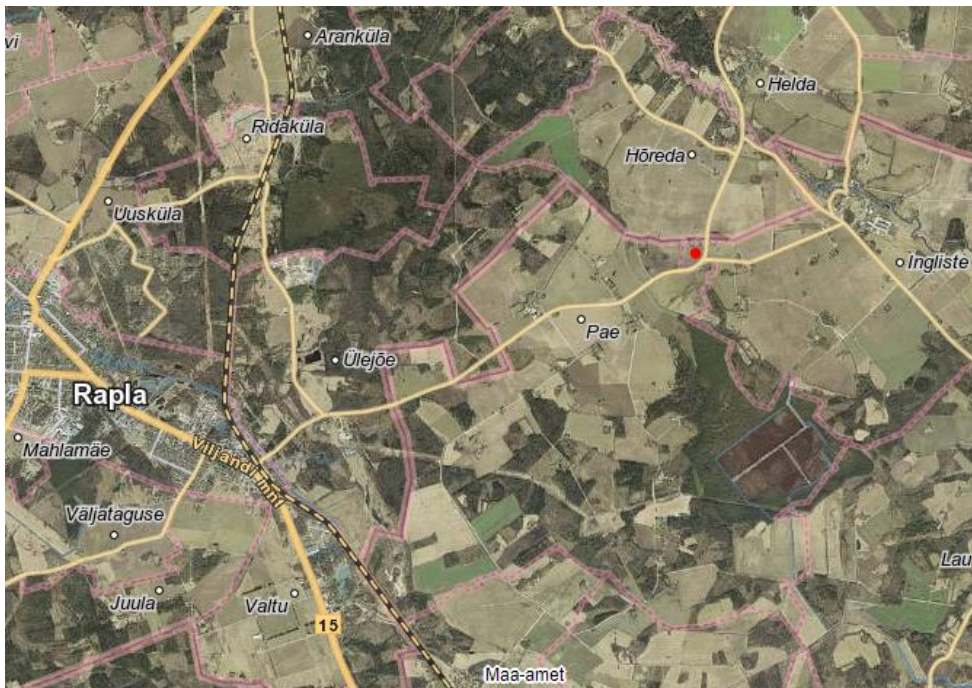
## 2. MATERJAL JA METOODIKA

Töös on kasutatud kahe põllumajandusettevõtte katselappide andmeid ning Kristiina Märsi poolt tehtud analüüse 2020. aastal. Katsepõldude kogupindala oli 10 hektarit ning erinevaid katselappe kokku neli.

Mõlemad ettevõtted, Risti Mati Talu ja OÜ Ranna Farm, kasvasid sorgot juba 2019 aastal. Need ettevõtted sai valitud seetõttu, et mõlemal oli katsepõld enam-vähem sama suurusega (5-6 ha), kasutati sama hübriidsorti ning külviaeg oli sama – mai teine dekaad.

### 2.1 Katseala 1: Risti Mati Talu

Esimene katseala kuulub Risti Mati Talule, mis asub Pae külas, Kehtna vallas, Raplamaal (joonis 11). Katselapid asuvad leostunud gleimullal (Go) ja gleistunud leetjal mullal (Klg) (joonis 12), kogupindalaga 5 ha (joonis 13). Kokku rajati kolm katselappi, millest kahele ka väetusplaan ning taimekaitsetööd (tabel 6). Võeti kokku kaks niidet. Teine niide sileeriti ning proovid analüüsiti Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudis jaanuaris 2021. Ettevõtte on ka eelneval aastal edukalt sorgot kasvatanud.



Joonis 11. Risti Mati Talu katselappide asukoht. Maa-amet, 2021.



**Joonis 12.** Risti Mati Talu katselappide mullastikukaart. Maa-amet, 2021.



**Joonis 13.** Risti Mati Talu sorgo põllumassiiv 2020. PRIA Veebirakendus, 2021.

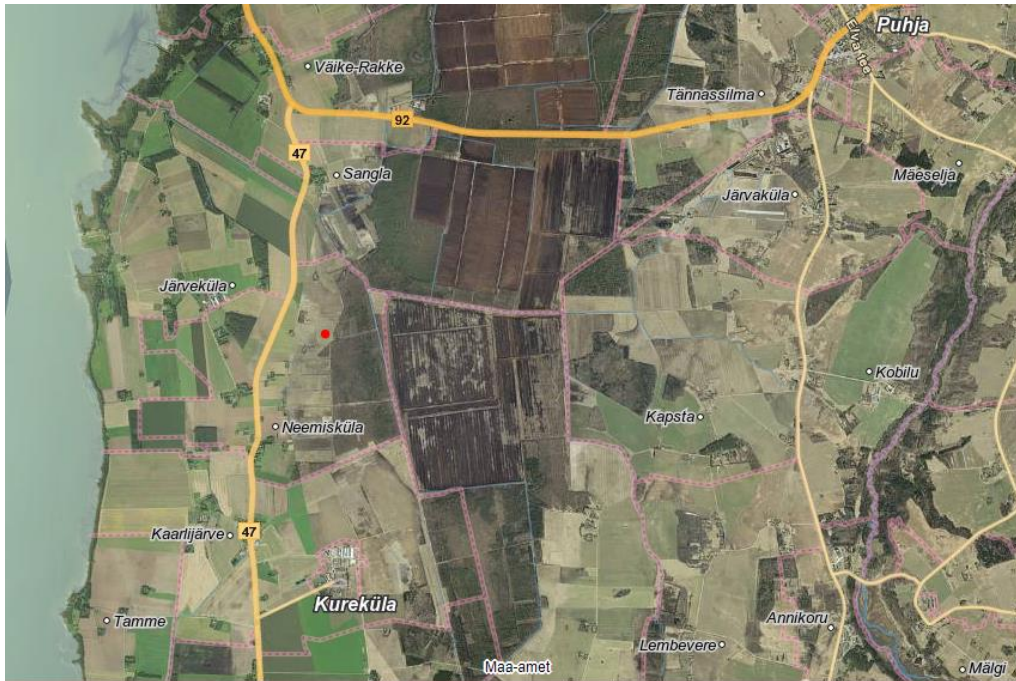


**Tabel 6.** Risti Mati Talu 2020. aasta katselappide info.

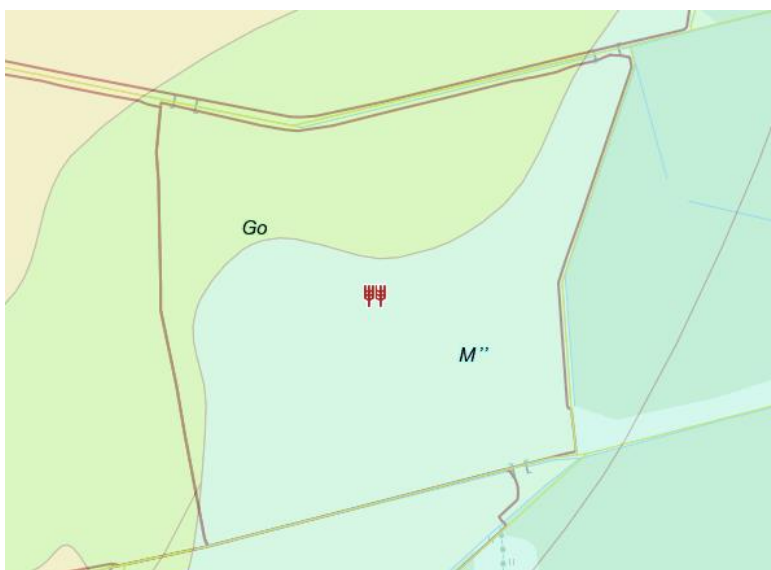
Asukoht	Pae küla, Kehtna vald Põllumassiv nr 55254176087				
Mullastik	Leostunud gleimuld (Go) ja gleistunud leetjas muld (Klg). pH 7,2				
<b>Katselapi nr</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
Eelvil	Rohumaa	Rohumaa	Rohumaa/kartul		
Külvikuupäev, külvisügavus	Mai teine dekaad 3-4 cm				
Külvinorm	20-25 kg/ha				
Sort	Hübriidsort <i>Sorghum-Sudangrass</i>				
	Segu kaeraga				
Katselapi suurus	1 ha	1 ha	3 ha		
Väetamine		Paekivijahu Sõnnik 25 t/ha	lubi		
<b>Umbrohutõrje</b>	<b>Preparaat</b>		<b>Kasvufaas</b>	<b>Kulunorm</b>	<b>Kogus</b>
Herbitsiid	MCPA CLASSIC 750 SL		20-29	0,75L/ha	0,5L/ha
1. Niitmine	-	Juuli 2020			
2. Niitmine	-	September 2020			

## 2.2 Katseala 2: OÜ Ranna Farm

Teine katseala asus Võrtsjärve ligidal OÜ Ranna Farmis, mis asub Neemiskülas, Elva vallas, Tartumaal (joonis 14). Katseala asub leostunud gleimullal (Go) ja õhukesel madalsoomullal (M'') ning katselapi kogupindala 5 ha (joonis 15,16). Katse külvati 16. mail ning teostati väetamist ning taimekaitseteid (tabel 7). Sorgo kasvatati üheniitelisena ning silost laborianalüüsid puuduvad.



Joonis 14. OÜ Ranna Talu katselapi asukoht. Maa-amet, 2021.



Joonis 15. OÜ Ranna Talu katselapi mullastikukaart. Maa-amet, 2021.



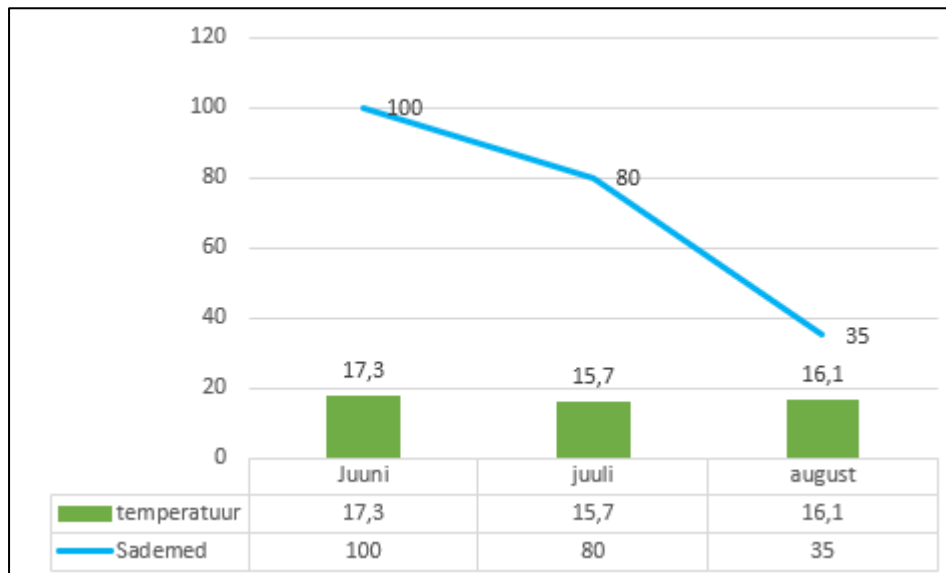
**Joonis 16.** OÜ Ranna Talu sorgo põllumassiiv 2020. PRIA Veebirakendus, 2021.

**Tabel 7.** Ranna Farm OÜ 2020. aasta info sorgo katselapi kohta.

Asukoht	Neemisküla, Elva vald, Tartumaa Põllumassiv nr 62846457128			
Mullastik	Leostunud gleimuld (Go) ja õhuke madalsoomuld (M’’). pH 7,0			
Eelvili	Rohumaa			
Külvinorm, sort, külvisügavus	22 kg/ha, hübriidsort <i>Sorghum-Sudangrass</i> 3-4 cm.			
Katselapi suurus	5 ha			
Külvikuupäev	16.mai			
Väetamine	Veisesõnnik 20kg alla			
<b>Taimkaitse</b>	<b>Preparaat</b>	<b>Kasvufaas</b>	<b>Kulunorm</b>	<b>Kogus</b>
Herbitsiid	Estet 600 EC	12-16	0,5L/ha	0,5L/ha
Niitmine	September 2020			

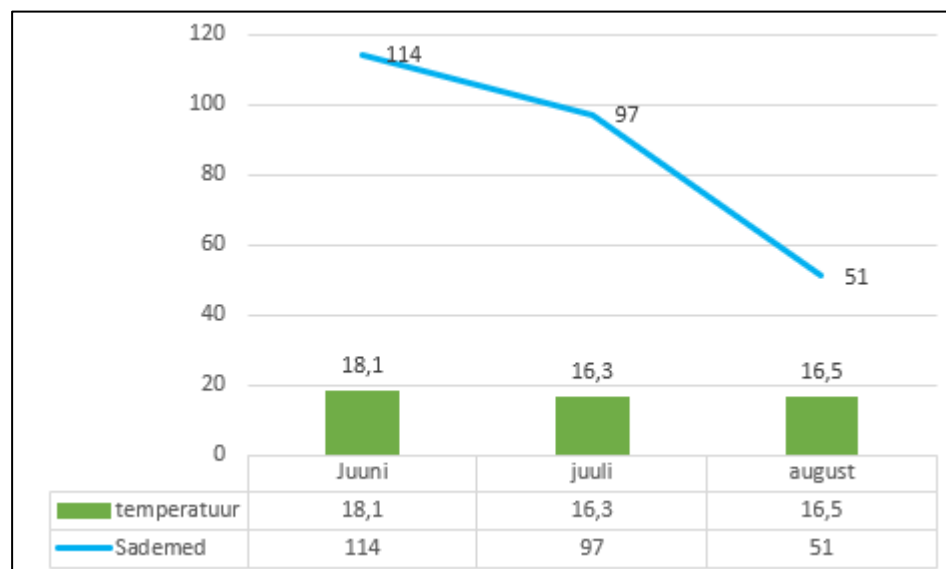
## 2.3 Ilmastikutingimused

Raplamaal asuva Kuusiku ilmajaama kogutud andmete põhjal oli Pae küla 2020 suvi Eesti keskmisest külmem ning keskmine õhutemperatuur oli 16,3°C (joonis 17). Suvine sademete summa oli 215 mm (joonis 17) , ehk alla Eesti keskmise (244 mm). Päikest suve jooksul keskmisena 865,4 tundi (norm 790,4 tundi ehk 109% normist).



**Joonis 17.** Kuusiku katsejaama ilmaandmed 2020.aastal.

Tartumaal asuva Tartu-Tõravere ilmajaama andmetel oli keskmine õhutemperatuur 17°C. Suvine sademete summa oli 262 mm, ehk üle Eesti keskmise (244 mm). Päikest suve jooksul keskmisena 865,4 tundi.



**Joonis 18.** Tartu-Tõravere katsejaama ilmaandmed 2020.aastal.



### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

Sorgo katsed rajati 2020 aasta mai alguses kahes ettevõttes: Risti Mati talus Põhja-Eestis ja Ranna Farmis Lõuna-Eestis. Töö eesmärk oli hinnata kasvukohad, niidete arvu ning väetamise mõju.

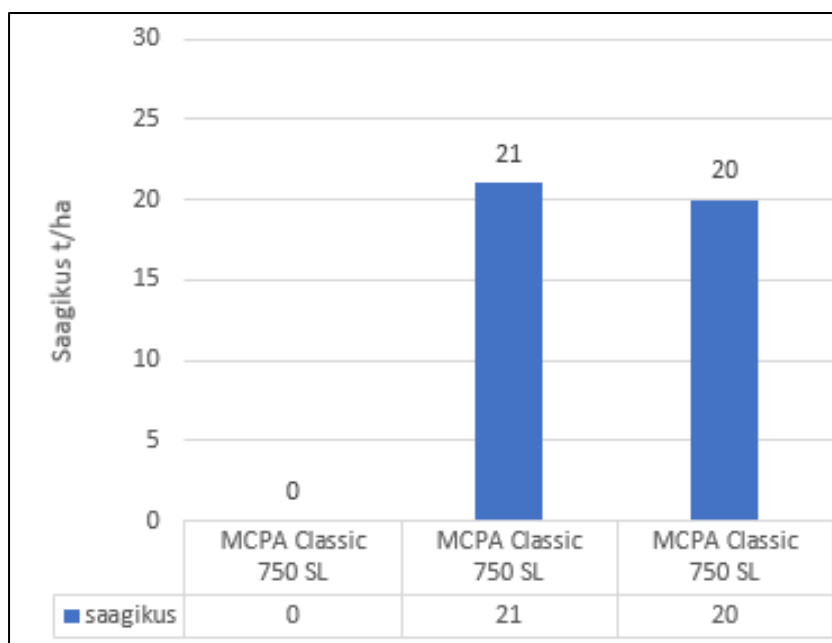
#### 3.1 Sorgo saagikus

Risti Mati katse külvati mai teises dekaadis, kui muld oli piisavalt soe. Kindlasti ei sobi külm muld, sest sorgo seemned kasvavad aeglaselt jahedas mullas. Sellest tulenevalt võib umbrohutõrje olla nendes tingimustes probleemne. Katses tehti tagantjärele vaadates vale valik randaalimisega, mis tehti liiga sügavalt ning maapind jäi pehmeks. Samuti oli vale valik külvata esimene katselapp sorgot segus kaeraga, sest kaer tõrjus sorgo täielikult välja.. Sorgo esimene niide toimus juulis, kui taim oli umbes 60 cm kõrge. Esimese niide saagikus varieerus 20 – 21 t/ha (tabel 8). Kuna kasutati ka lubiväetistega väetamist, siis saab ka siit omad järeldused teha. Katselapp, mis sai lisaks päekivijahule ka sõnnikut, andis parema saagi. Sorgoga katsetused näitavad, et taim tahab rohkelt lämmastikku, et kasvatada rohelist taimet. Siiski jäi saagikus oodatust väiksemaks, sest loodeti saada esimeselt niidelt vähemalt 25t/ha.

**Tabel 8.** Risti Mati katselappide saagikus.

	1.katselapp (sorgo ja kaera segu)	2.katselapp (sorgo puhaskülv)	3.katselapp (sorgo puhaskülv)
Väetamine	Väetamata	Päekivijahu ja sõnnik	Lubi
1.niide	0	21 t/ha	20 t/ha
2.niide		12 t/ha (2. niide)	

Kuna varasemalt oli teada, et sorgo põld on sobiv ka umbrohtudele ning vale herbitsiidi valik võib sorgo täielikult hävitada, siis kahel katselapil kasutati ka taimekaitsevahendit MCPA Classic 750 SL (Joonis 18), mis toimis hästi umbrohtude vastu. Kahjuks ilmnis negatiivne mõju ka saagile.

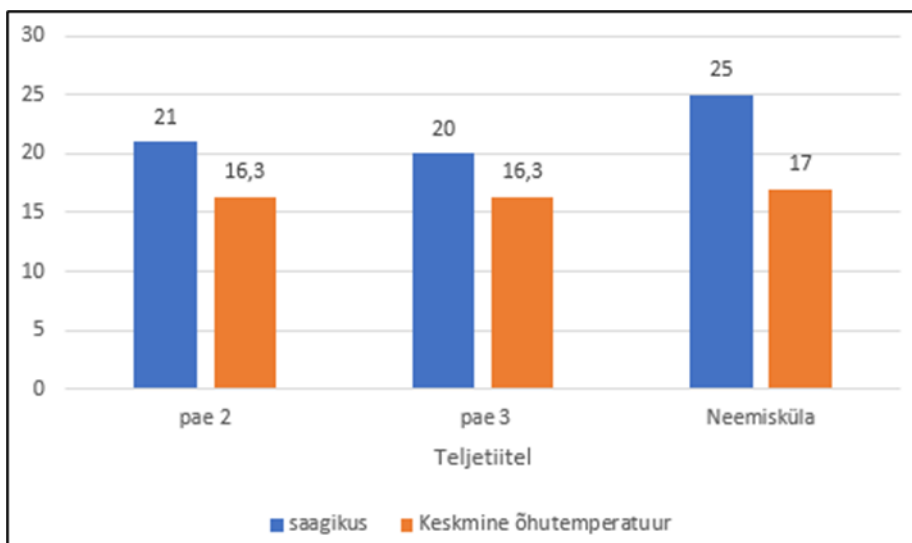


**Joonis 18.** Herbitsiidide mõju saagikusele.

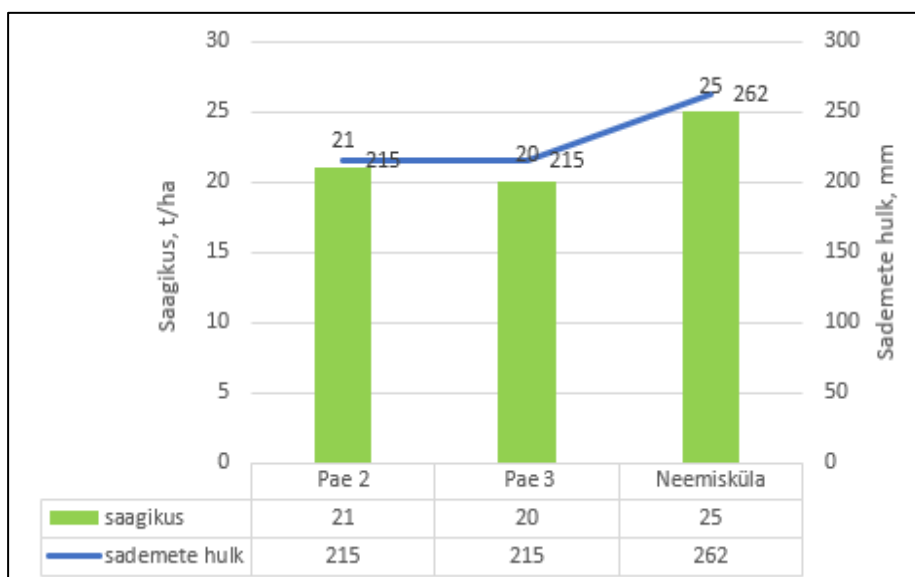
Pärast niidet hakkas taim võimsalt kasvama tänu kõrvalvõrsetele. Teine niide toimus septembris, mis andis mõlema väetatud katselapi saagiks 12 t/ha (tabel 8).

Teisel katsealal, mis asus Lõuna-Eestis, mitmeniitelisust ei rakendatud ja sorgol lasti kasvada. Sorgo kõrgus põllul oli ebäühtlane. Kohati olid taimed 180-200 cm, aga liivasematel aladel olid taimed oluliselt madalamad. Niitmine toimus septembris, pärast õitsemise lõppu. Sorgo saagikus oli 25 t/ha.

Taimekaitset tehti ühe korra, kui pritsiti herbitsiidi Estet 600 EC. Sellega hävitati enamus umbrohte ning saagikus oli hea. Herbitsiididega tuleb sorgo puhul olla ettevaatlik, sest 2018 kasutati teadmatuses vale herbitsiidi ning sorgo kadus koos umbrohuga.



**Joonis 19.** Keskmise õhutemperatuuri mõju saagikusele.



**Joonis 20.** Sademete hulga mõju saagikusele.

### 3.2 Sorgo silo kvaliteet

Risti-Mati talu katse teine niide vaalutati, ning sileeriti. Sorgosilo toorproteiini sisaldus on 16,2 %, mis on võrreldav kvaliteetse rohusiloga (Tabel 9).

**Tabel 9.** Laborianalüüsi tulemused sorgosilos võrreldes keskmise maisisilo ja rohusiloga.

Analüüs	Sorgosilo	Maisisilo	Hea rohusilo kuivainega 40-50%	Hea rohusilo kuivainega 30-35%
Kuivaine, %	19,8	30,4		
<b>Sööda kuivaines</b>				
Toorproteiin, %	16,2	7,9	14-17	14-17
Toortuhk, %	14,0	3,6	<10	<10
Toorrasv, %	24,8	17,2		
N-ta e-a., %	42,0	68,1		
Kaltsium, g/kg	8,3	2,0		
Fosfor, g/kg	5,0	2,6		
Kaalium, g/kg				
<b>Mäletsejatele</b>				
ME, MJ/kg	8,3	10,8	<9,4	<9,4
MP, g/kg	70	81		
VPB, g/kg	42	-58		
Orgaanilise aine seeduvus, %	58	72		
Etanool, g/kg	4	4	<10	<10
Äädikhape, g/kg	13	18	5-20	5-20
Propioonhape, g/kg	0	0	<1	<1
Iso-ja palderjanhape, g/kg	0	0	0	0
Võihape, g/kg	0	0,2	<0,5	<0,5
Piimhape, g/kg	55	47	20-40	<70
<b>Kokku happeid</b>	68	65	25-60	50-100
1,2-propaandiool, g/kg	0	1		
3,4-butaandiool, g/kg	4	2		
<b>Söödas</b>				
pH	4,2	3,7	4,7-5,0	4,2-4,3
Ammoniaak-N üld N-st, %	2,9	4,4	<10	<10
Zearalenoon, ppb				
Deoksünivalenool, ppb				

Proteiin tuli 16,2 mis on väga hea kvaliteedi näitaja. Selline proteiini sisaldus on meie tingimustes sorgo silost saavutatav ning see on võrreldav lutserniga. Sorgo sisaldab õigel ajal niites palju suhkruid ning seetõttu on haljasmass väga kergesti sileeruv ja silohapete moodustumine pole takistatud. Tänu suhkrutele läheb sorgo silos pH üsna kiirelt piisava tasemeni alla ja riknemist ei ole ette tulnud.

### 3.4 Arutelu

Sorgo kasvab meie jahedas kliimas väga hästi, annab saaki ja temast valmistatud silo on loomadele maitsev. Mõlemas katsekohas anti sorgole väetist ja tehti taimekaitset, kuid suhteliselt väheste liigutustega põllul oli võimalik kuni 25 t/ha haljasmassi saada. Kindlasti on oluline osa ka taimekaitsetööl, sest herbitsiide kasutades suureneb ka saagikus. Kuid preparaate kasutades tuleks olla äärmiselt hoolikas, sest näiteks 2018. aastal kasutati teadmatuses vale herbitsiidi (MCPA ja Trimmeri segu) ning umbrohi kadus koos sorgoga.

Laborianalüüsides on näha, et proteiin on kõrge aga energiasisaldus on madal (tabel 9). Madala energia põhjuseks on suur toortuha sisaldus, mis omakorda tuleneb sellest, et raske on silo teha, kui sorgol puudub alustaimik. Sellega oleks edaspidi vaja tegeleda, et kuidas silo tegemise protsessis mulla silosse viimist vältida. Näiteks võiks katsetada sorgole allakülvina midagi, mis moodustaks kamara.

Kvaliteet on kahe niitelisena kindlasti parem ja on võimalik saada kõrgemat proteiinisaldust. Samas on viimasel ajal olnud üsna mitu põua aastat, kus farmid ei ole suutnud kokku koguda loomadele piisavat silovaru. Sellisel põuasel aastal olekski jällegi vaja saada võimalikult suurt massi nagu näiteks Ranna Farm (25 t/ha). Kuna sorgo on peamiselt proteiinirikas ning mais energiarikas, siis neid omavahel kombineerides saab väga kvaliteetse sööda. Lisaks saab veel sisse segada vajalik kogus jõusööta ja mineraalaineid. Kuna põua mõjud on tavaliselt tunda peale rohusilo esimest niidet, siis saab peale esimest rohusilo niidet jooksvalt otsustada, kas teha sorgo kaheniiteliseks, et saavutada kõrge proteiin või lasta üheniitelisena maksimum pikkusesse kasvada, et saada võimalikult suur saagikus.

Varasemalt oli tootjate kogemusest teada, et sorgosilo sobis noorkarjale ja madala toodanguga piimaloomadele. Risti Mati talu söötis Tabelis 9 näidatud sorgo ja maisisilo (ilma rohusilo lisamata) piimakarjale ja piimatoodang oli 36-38 kg lüpsvate loomade keskmisena. Seega Risti Mati talu katsest tuli välja, et sorgo sobis väga hästi ka kõrge piimatoodanguga loomadele söödaks, andes väga hea väljalüpsi.. Tootja andmetel oleks piima rasvasisaldus võinud olla parem, aga piima rasvasisaldus on otseselt seotud söötmises olevate silode kiusisaldusega ja analüüsilt on näha, et koos sorgoga söötmises kasutatud

maisilõõ kiusisaldus oli õpris madal. Veidi kõrgema kiuga maisilõõga koos sõõtes oleks ilmselt saanud ka piima rasvasisalduse parema.

Võrreldes teise sarnase sõõdakultuuri maisiga on sorgol tootmiskulud madalamad pea olematute taimekaitsetõõde poolest ning ka põõataluvus on maisiga võrreldes palju parem, sest ta vajab vähem vett kui mais (30-50%). Sellepärast soovitaks sorgot kasutada ka tavalise rohumaa rajamisel poole normiga täiendkõõlviks. Siis ei pea väärselt rohumalt hooldusniidet tegema, vaid saab juba korraliku proteiinirikka niite sorgost. Hiljem sügisel kui rohumaa juba korraliku niite annab, siis saab koos sellega ka sorgo teise niite. Nii saab maksimaalselt esimesel aastal hektarilt saaki ja mulla probleem silos saab ka lahendatud. Järgmistel aastatel on lihtsalt ilus rohumaa alles.

# KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli anda ülevaade sorgo kasvatamisest maailmas, sorgo kasvatustehnoloogiast, ning uurida, kas Eestis oleks võimalik sorgot kasvatada.

Uurimistöö hüpotees oli, et sorgo on Eesti tingimustesse sobiv silokultuur ja töö tulemusena saab seda kinnitada. Sorgo hübriidi kasvatamine annab sõltuvalt valitud väetamisest, taimekaitsest ja niitest 12 - 25 t/ha saaki, millest tehtud silos on kõrge proteiinisaldus. Proteiinisaldus on kõrgem, kui kasvatada kaheniitelisena. Kultuuri saagipotentsiaali realiseerimiseks ja suurendamiseks on vajalik kasutada erinevaid tõrjevahendeid umbrohtude vastu, alustades viljavaheldusest, kui kõige lihtsamast ja keskkonnasõbralikumast, ja lõpetades keemiliste tõrjepreparaatidega. Sorgo sobib loomasöödaks Eesti aladel, sest sorgol on võimas haljasmass ning kõrge proteiinisaldusega, nagu lutsernil. Järgmiste aastate katsetes tuleks testida erinevaid väetusplaane ning välja selgitada nende mõju taime kasvule ja saagikusele. Samuti on oluline analüüsida majanduslikku tasuvust. Lisaks on sorgo ka geneetiliselt muundamata, seega arenguruumi on.

Töös on kasutatud Kristiina Märsi kogutud vaatlusandmeid, Mati Risti Talu ja Ranna Farm OÜ katselappide andmeid ning lisaks veel Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi analüüse.

# KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Allen, T., Bond, J., Golden, B.** (2015). Crazy Top Downy Mildew of Grain Sorghum Observed in Many Delta Fields. Mississippi State University. <https://www.mississippi-crops.com/2015/06/08/crazy-top-downy-mildew-of-grain-sorghum-observed-in-many-delta-fields/> (16.05.2020)
2. **Astover, A., Kõlli, R., Roostalu, H., Reintam, E., Leedu, E.** (2012). Mullateadus. Õpik kõrgkoolidele. Tartu: Eesti Maaülikool. 486 lk.
3. **Bergtold, J. S., Fewell J. E.** (2017). 3.3.2 Grain Sorghum. Competition for Water Resources. Elsevier.
4. **Bean, B.** (2019). Optimizing row spacing for sorghum. Sorghum Checkoff. <https://www.sorghumcheckoff.com/news-and-media/newsroom/2019/02/12/optimizing-row-spacing-for-sorghum/> (12.03.2021)
5. **Cameron, A. G.** (2006). Forage Sorghum. Agnote, Darwin. [https://dpiir.nt.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/232953/514.pdf](https://dpiir.nt.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/232953/514.pdf) (12.04.2021)
6. **Cardozo, L., Pinheiro, S.S., Martino, D., Stampini, H., Pinheiro-Sant' Aha, H. M.** (2016). Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health – Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 372-390.
7. **Colazo, J. C., Buschiazzo, D.** (2014) The Impact of Agriculture on Soil Texture Due to Wind Erosion, p 62-70.
8. **Ellis, S.** (2007). Sorghum. Minimising the Risk of Cyanide Poisoning. Kerang. <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/livestock/beef/feeding-and-nutrition/sorghum> (09.04.2021)
9. **Espinoza, L., Kelley, J.** (2002). Grain sorghum production handbook. University of Arkansas. <https://www.uaex.edu/publications/pdf/MP297/MP297.PDF> (10.05.2021)
10. **Esterhuizen, D.** (2019). The South African sorghum market. Global Agricultural Information Network, p 1-3.
11. **Eesti Statistikaamet.** (2014). Põllukultuuride kasvupind. <http://www.stat.ee/34222>
12. **FAOSTAT.** (2020). Crops Data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (29.01.2021)
13. **FAOSTAT.** (2018). Production quantities of Sorghum by country. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (29.01.2021)
14. **Gomez, M.** (2019). Productivity. Sorghum the reliable crop. Sorghum ID. <https://www.sorghum-id.com/en/productivity-sorghum-the-reliable-crop/> (20.05.2021)
15. **Harmipaik, I.** (2019). Silo kvaliteet ja analüüsimine PMKs. Põllumajandusuuringute Keskus.
16. **Herbold N. H.** (2003). Field Guide to Appropriate Technology. Academic Press, p 277- 480.



17. **Jardine, D.** (2014). Sorghum Disease Update. K-State Research and Extension.
18. **Kapanigowda, H. M., Payne, A. W., Rooney, L. W., Mullet, E. J.** (2012). Transpiration Ratio in Sorghum for Increased Water-use Efficiency and Drought Tolerance. *Journal of Arid Land Studies*, p 175-178.
19. **Kimber, C. T.** (2000). Chapter 1.1 Origins of Domesticated Sorghum and Its Early Diffusion to India and China. John Wiley and Sons. New York.
20. **Luik, A., Mikk, M., Vetemaa, A.** (2008). Mahe Põllumajandusalused. EV Põllumajandusministeerium. Lk 30.
21. **Maaamet.** (2013). <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-jakaardid/Mullakaart/Mullakaardi-taustast-p87.html> Viimati muudetud: 29.10.2009 10:43
22. **Maaeluministeerium.** (2019). Geneetiliselt muundatud põllukultuurid. <https://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/taimekasvatus/geneetiliselt-muundatud-pollukultuurid>
23. **Mashao, J., Prinsloo, T.** (1994). Sorghum Production. ARC-Grain Crops Institute
24. **Micik, K.** (2015). Sorghum's GMO Question. *The Progressive Farmer*.
25. **Muljar, R., Viik, E., Marja, R., Svilponis, E., Jõgar, K., Karise, R., Mänd, M.** (2010). The effect of field size on the number of bumble bees. *Agronomy Research*, lk. 357-360.
26. **Märs, K.** (2019). Sorgo - kas uus silokultuur ka Eesti oludesse? Põllumajandus.ee. <https://www.pollumajandus.ee/uudised/2019/06/13/sorgo-kas-uus-silokultuur-ka-eesti-oludesse>
27. **NOAA.** (2002). Drought – May 2002. <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/drought/200205>
28. **Omor, W.** (2013). Factors for low sorghum production. University of Applied Sciences, p 23-28.
29. **Runno-Paurson, E., Ereemeev, V., Meinson, P., Tosens, T., Kõre, S., Sikk, R., Niinemets, Ü.** (2019). Esimesed katsetused bataadi kasvatamisel eesti põllul. *Agronoomia* 2019.
30. **Spurlock, T., Faske, T., Kelley, J.** (2018). Diseases of Grain Sorghum. University of Arkansas System. <https://www.uaex.edu/publications/pdf/mp297/Diseases%20of%20Grain%20Sorghum-RV2018.pdf> (16.05.2020)
31. **Statista.** (2021). Worldwide production of grain in 2018/19, by type. <https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain-production-by-type/>
32. **Tõlp, S., Leontjeva, I.** (2010). Põllumajandusloomade söötmisel kasutatavad söödad ja nende toiteväärtus. Eesti Maaülikool
33. **USDA.** (2019). World Agricultural Production. Table 08 - Sorghum Area, Yield, and Production, p24.
34. **Uurman, K.** (2014). Väetamise põhimõtted, väetised ja väetamine. Taimede toitumise teooriad. Lk 9-12. <http://ak.rapina.ee/katrinu/Vaetamine.pdf> (12.03.2021)

35. **WAP - World Agricultural Production.** (2020). World Sorghum Production 2019/2020. <http://www.worldagriculturalproduction.com/crops/sorghum.aspx> (12.04.2021)
36. **Wolabu, T. W., Tadege, M** (2016). Photoperiod response and floral transition in sorghum. Plant Signal Behav. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5225928/> (20.05.2021)
37. **Young, W. R., Teetes, G. L.** (1977) Sorghum Entomology. Annual Reviews Entomology, 193-218. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.22.010177.001205> (29.03.2021)

# **LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Ruts Lumiste,

(sünnipäev pp/kuu/aa .... 27.05.1997...)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Sorgo Kasvatustehnoloogia,

mille juhendajad on Evelin Loit, Kristiina Märts

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;

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

Lõputöö autor \_\_Ruts Lumiste\_\_\_\_\_

allkiri

Tartu, 20.05.2021

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_Evelin Loit\_\_\_\_\_20.05.2021\_\_\_\_\_

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

*(kuupäev)*

\_\_\_\_\_Kristiina Märs\_\_\_\_\_20.05.2021\_\_\_\_\_

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

*(kuupäev)*