



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Kustas Seimann

HÜBRIID TALIRUKKI RULLSILO KVALITEET
HYBRID WINTER RYE BALE SILAGE QUALITY

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: Dotsent Are Selge, PhD

Tartu 2021

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureuse lühikokkuvõte	
Autor: Kustas Seimann		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Hübrid talirukki rullisilo kvaliteet			
Lehekülgi: 46	Joonised: 7	Tabelid: 6	Lisased: 5
Osakond / Õppetool: Taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Taimekasvatus B390 Juhendaja(d): Dotsent Are Selge PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Paljud väiksemad ja keskmise suurusega loomakasvatuseettevõtted kasutavad rullisilo valmistamise tehnoloogiat ning on huvitatud kvaliteetse ja energiarikka sööda tootmisest, mis ei nõuaks lisainvesteeringuid tehnikasse ega infrastruktuuri. Tervikkoristatud hübrid talirukki rullisilo annab neile selle võimaluse. Töö eesmärgiks on uurida, kuidas hübrid talirukis rullisileerub, millist mõju avaldavad bioloogilised silokindlustuslisandid ja millised on hübrid talirukki rullisilo toitainete sisaldused. Töös analüüsitud rukkisilo on toodetud 2020. aastal Aama Agro OÜ põldudelt, mil rukis oli vahaküpsuse faasis. Silo tootmisel kasutati kahte bioloogilist silokindlustuslisandit (SiloSolve FC ja BioDry), lisaks tehti osa silorulle lisandita. Silodest võeti proovid 30. novembril 2020. aastal ja 21. veebruaril 2021. aastal ning viidi analüüsimiseks Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi sööda ja ainevahetuse uurimise laborisse.</p> <p>Analüüsi tulemused näitasid, et tali hübridrukki rullisilos oli kuivainet keskmiselt 39,3%, toorproteiini 5,9%, metaboliseeruvat energiat 8,35 MJ/kg kuivaines, toortuhka 4,1%, orgaanilise aine seeduvus 56,5%, hapete koguhulk oli 35g/kg kuivaines ja keskmine pH 4,25. Antud teemat tuleks põhjalikuma ülevaate saamiseks kindlasti edasi uurida.</p>			
Märksõnad: rullisilo kvaliteet, tervikkoristus, talirukis.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kustas Seimann		Curriculum: Production and marketing of agricultural	
Title: Hybrid winter rye bale silage quality			
Pages: 46	Figures: 7	Tables: 6	Appendixes: 5
Department / Chair: Chair of Crop Science and Plant Biology Field of research and (CERC S) code: Crop Science B390 Supervisors: docent Are Selge PhD Place and date: Tartu 2021			
<p>In animal husbandry industry lots of smaller and average enterprises use the round bale technology and are interested in producing high quality and nutritious animal feed that does not require extra investments into machinery or infrastructure. The use of the whole crop rye round bale silage makes it possible. The aim of the thesis paper is to find out how the whole crop rye silage fermentation works; what is the role of bacterial enzymes and what is the amount of nutrients of hybrid winter rye bale silage. The bale silage, which was tested in the current research, was produced by Aama Agro OÜ in the year 2020 when the rye was in the soft-dough stage. The bacterial enzymes SiloSolve FC and BioDry were used in the silage production. In addition, some silage bales were made without any enzymes. The sample tests from the silage were taken on 30th November 2020 and on 21st February 2021 and analysed in the labs of the Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences of the Estonian University of Life Sciences. According to the results the hybrid winter rye bales contained 39,3% solids, 5,9% crude protein, 8,35 MJ/kg metabolising energy, 4,1% crude ash, the digestibility of an organic substance was 56,5%, the total amount of acids was 35g/kg in solids and the average pH was 4,25.</p> <p>A further research would definitely give a more detailed overview of the theme.</p>			
Keywords: quality of round bale silage, whole crop harvest, winter rye			

Sisukord

SISSEJUHATUS	7
1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE	8
1.1. Rukki kasvatamise ajalugu.....	8
1.2. Talirukki kasvatus	8
1.2.1. Kasvunõuded	8
1.2.2. Agrotehnoloogia	9
1.2.2.1. Mulla ettevalmistamine külviks	9
1.2.2.2. Väetamine	10
1.2.2.3. Seemnete ettevalmistus	10
1.2.2.4. Külv.....	11
1.2.2.5. Koristus.....	11
1.2.3. Haigused ja kahjurid.....	12
1.3. Talirukki silokvaliteet	12
1.3.1. Mida rukkisilo sisaldab?.....	12
1.3.2. Kvaliteeti mõjutavad tegurid	13
1.3.2.1. Sileerimisprotsessi ajal	14
1.3.3. Toitainete sisaldus enne sileerimist	14
1.3.4. Toitainete sisaldus pärast sileerimist	15
2.MATERJAL JA METOODIKA	18
2.1. Ettevõtte üldiseloostus	18
2.1.1. Aama Agro OÜ tutvustus	18
2.2. Hoonestus	18
2.3. Tehnika.....	19
2.4. Maaressurss	19
2.4.1. Maa kasutuse struktuur	19
2.5. Mullastik ja kasutussobivus	20
2.6. Väetamine	20
2.6.1. Orgaanilised väetised.....	20
2.7. Sööt.....	22
2.8. Rukkisilo	22
2.8.1 Mullaharimine	22

2.8.2. Väetamine ja külv	23
2.8.3. Koristus.....	23
2.9. Siloproovide võtmine	24
2.10. Silokindlustuslisandid	24
3.TULEMUSED JA ARUTELU	25
3.1. Rukkisilo saak	25
3.2. Toodetud rukkisilo kvaliteet ja silokindlustuslisandite mõju.....	25
3.2. Rukkisilo omahind	33
KOKKUVÕTE	34
Soovitused praktikasse	35
KASUTATUD KIRJANDUS.....	36
LISAD.....	39
Lisa 1 Aama Agro OÜ kasutuses olevad hooned.....	40
Lisa 2 pildid hübriid talirukki KWS Daniello kasvufaasidest	41
Lisa 3 Aama Agro OÜ siloproovid, mis on võetud 30. novembril 2020	44
Lisa 4 Aama Agro OÜ kordus siloproovid, mis on võetud 21. veebruaril 2021	45
Lisa 5 lihtlitsents	46

SISSEJUHATUS

Võrreldes teiste tervikkoristatud vilisesilodega on rukkisilos kõrgem tärklise ja energia sisaldus, proteiini sisalduse poolest jääb see alla ainult tritikalele, lisaks on sordiaretusega suudetud vähendada rukkisilo kiu sisaldust, nii et see sobib väga hästi piimakarja söödaratsiooni (Dotnuva Baltic, 2020).

Sordiks valisin hübriid talirukki KWS Daniello, kuna see on küll kasvutingimuste osas nõudlikum ja haigustekitajate suhtes tundlikum, kuid selle eest suurema saagipotentsiaaliga, kui tavalised talirukki sordid (BASF, 2021).

Selle aktuaalse teema juurde jõudsin, kuna lugesin maalehe artikilt, kus kirjeldati kuidas OÜ Viru Seeme tegi hübriid talirukkist silo. Kuna ka endal on rendimaad, millele oli vaja külvata teravilja, et vältida nende püsirohumaaks muutumist, kuid puudus tehnika, et teravilja teraks koristada, tundus hübriid talirukki sellel viisil väärindamine väga kasulik olevat. Kuna teadsin ka teisi loomakasvatusega tegelevaid põllumehi, kes kasutavad sööda tootmiseks rullisilo tehnoloogiat ning kellel on sarnane mure, otsustasin proovida, kuidas tervikkoristatud rukis rulli sobib ning teha saadud andemete põhjal uurimistöö, et levitada tulemusi ja soovitusi ka teistele loomakasvatajatele.

Uurimustööle püstitasin järgmised hüpoteesid:

1. Tervikkoristatud hübriid talirukkist tehtud rullisilo kvaliteet on piisavalt kõrge, et taimikut sellisel viisil sileerida.
2. Bioloogilised silokindlustuslisandid tagavad tervikkoristatud hübriid talirukki kvaliteetse sileerumise.

1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Rukki kasvatamise ajalugu

Suure tõenäosusega on rukis (*Secale cereale*) pärit Edela-Aasiast ja kultuuristati ajavahemikus 4000-3000aastat eKr. Tänapäeval kasvatatakse rukist üldjuhul külmade talvede ja sooja suvega aladel, eriti Kesk, Ida ja Põhja Euroopas, kuid ka Aafrikas, Põhja-Ameerikas ja Aasias. Himaalaja mäestikust võib rukist leida koguni 4300 meetri kõrgusel merepinnast (Heuzé jt. 2015). Sõna silo pärineb kreekakeelsest sõnast "siros", mis tähendab maas olevat lohku või auku maisi ladustamiseks. On teada, et kreeklased ja egiptlased tundsid sileerimist kui sööda säilitamise tehnikat juba 1000-1500a eKr. Mõnes Põhja-Euroopa osas sileeriti rohumassi 18. sajandi alguses, kuid see levis alles 19. sajandi teisel poolel (Ecosy, 2021).

1.2. Talirukki kasvatus

1.2.1. Kasvunõuded

Rukkil on küllaltki madal nõudlus mullaviljakuse, väetiste, herbitsiidide ja pestitsiidide suhtes, mis võimaldab saada ökoloogiliselt puhas ja odavat saaki. Kõrge talve- ja põuakindluse tõttu on madalad nõuded harimise intensiivsusele (Grant, 2020). Lisaks on rukis suhteliselt külmakindel teravili, hästi karastunud taimed taluvad kuni -35°C . Idanemisest tera valmimiseni vajab rukis aktiivsete temperatuuride (üle $+10^{\circ}\text{C}$) summat 1200°C - 1400°C . Tänu ulatuslikule juurestikule on rukis vee ja mulla toitainete sisalduse suhtes talinisust vähenõudlikum. Rukki transpiratsioonikoefitsient (vee hulk grammides, mida on vaja 1 grammi kuivaine moodustamiseks) on 250...280. Rukis on põuakartlik ainult sügisel võrsumise ajal, samas võib saaki (eelkõige 1000 tera massi) vähendada ka juulikuine põud. Talirukki põld peab olema ühtlase reljeefiga ning põllu madalamatesse kohtadesse ei tohiks liigvett koguneda, samuti ei sobi ka kõrge põhjavee tase. Vähem viljakatel, happelisema reaktsiooniga ja väljahutud toitainetega muldadel on rukkil võrreldes teiste teraviljadega suurem saak, sest rukki juurestik on tugev ja tungib sügavale, saades hapnikku, toitaineid ja vett kätte sügavamatest

mullakihtidest. Tugevasti tallatud õhu- ja toitainete vaestel muldadel jäävad aga taimed nõrgaks (rikutud struktuuriga, hapnikuvaeses mullas võib orgaaniline aine lagunemise asemel hakata käärima ja selles protsessis eralduvad laguproduktid on taimedele mürgised) ning rukkil võivad olla ulatuslikud talvekahjustused. Kui rukist kasvatada raskematel muldadel, on soovituslik enne rukist külvata sinna mulla struktuuri parandavat eelvilja (ristik, lutsern). Turvasmullad talirukki kasvatamiseks ei sobi, kuna temperatuuri kõikudes turvas paisub ja seejärel tõmbub jälle kokku (varakevadel), selline mulla liikumine võib põhjustada rukki juurte rebenemise (Mes nõuandeteenisuts, 2021).

1.2.2. Agrotehnoloogia

Agrotehnoloogia sõltub peamiselt mulla viljakusest ja omadusest, see hõlmab endas kõiki kasvatatava põllumajanduskultuuriga seotud tegevusi – mulla ettevalmistamist külviks, väetamist, seemnete ettevalmistust, külvamist, taimekaitset ja saagikoristust (Oilseeds, 2016).

1.2.2.1. Mulla ettevalmistamine külviks

Mullaharimine on tegevuste kogum, mille eesmärgiks on luua taimede kasvuks parimad võimalikud tingimused. Kõigi harimisviisidega on oluline, et seemnete kontakt mullaga ja optimaalne külvisügavus, tavaliselt 2–5 cm, sõltuvalt mulla struktuurist ja niiskusesisaldusest (BASF, 2021). Kui talirukis järgneb teraviljale, alustatakse mullaharimist kõrrekoorimisega, mis teostatakse vahetult peale eelvilja koristust. Eesmärgiks on viia varis mulda ja soodustada selle idanemist, et see hiljem hävitada ja vähendada rukki põllu umbrohtumist. Kõrrekoorimisele järgneb üldjuhul randaalimine sügavusega kuni 10cm, eesmärgiga segada muld põhuga ja valmistada pinnas külviks ette.

Kui talirukis järgneb rohumaaale, on soovituslik alustada künnist, töödega alustamisel tuleb arvestada sellega, et talirukki optimaalne külviaeg on augusti lõpus. Künnile järgneb pinna tasandamine kas ribilibisti, kultivaatori või riffelrulliga, eesmärgiga vähendada mulla kuivamist.

1.2.2.2. Väetamine

Rukki 1 tonni terasaagi ja vastava koguse põhu moodustamiseks on vaja lämmastikku (N) 18–22 kg/ha, fosforit (P₂O₅) 10–11 kg/ha ja kaaliumit (K₂O) 16–20 kg/ha. Fosforit ja kaaliumit sisaldava väetise kogus sõltub antud elemendi sisaldusest mullas ja mulla happesusest. Rukki kasvatamiseks sobib muld happesusega 5.5 kuni 6.5 (pH KCl) (BASF, 2021). Fosfor ja kaalium tuleb anda sügisel, ja soovituslikult viia mulda, kas vahetult enne viimast mullaharimis tööd või koos külviga. Lämmastikväetis tuleb anda kevadel, peale lume sulamist, kui põllud on piisavalt kuivad. Liialt varane väetamine võib muuta taimed liiga lopsakaks ning kevadiste külmade suhtes vähem vastupidavateks. Kui kevad on varajane, siis esimesel pealtväetamisel ei ole soovituslik panna liialt suurt kogust lämmastikku, vaid kasutada 30-40% planeeritavast väetisest. Tavapärase kevade puhul panna 50% ning kui kevad hilineb nii, et põllule saab alles aprilli lõpus ning oodata on kohest kiire kasvu algust, siis 60-70%. Pealtväetamisel on soovituslik panna lämmastikku mitte üle 100 kg/ha ühe korraga ja väetamise intervall peaks olema 10-20 päeva (Baltic Agro, 2014).

1.2.2.3. Seemnete ettevalmistus

Taliviljaseemne puhtimine hävitab seemne sees ja pinnal olevad haigustekitajad ning kaitseb taimi nende varajases arengujärgus mullas olevate haigustekitajate eest. Taliviljade kasvatamisel on puhtimine väga oluline kuna taliviljad nakatuvad lumiseene ja tüfuloositekitajate-seentega juba sügisel (Mes nõuandeteenistus, 2018). Talirukkist võib puhtida näiteks Vibrance Duoga, mis on kontaktse, süsteemse ja profülaktilise toimega, selle kulunorm on 2,0 l/t seemnetele. Töölahuse kogus peaks olema 6-10 l/t seemnete kohta. (Kevili, 2019).

1.2.2.4. Külv

Külvisenorm sõltub sordi iseärasusest, külvi ajast ja viisist, ilmastiku tingimustest, mulla tüübist ning seemne konditsionaalsusest. Liiga suure külvisenormi puhul ei jää taimedele normaalseks arenguks ja kasvuks piisavalt ruumi, mis võib vähendada saaki. Talirukki optimaalne külvisenorm on 500 ja hübriid talirukkil 250 idanevat tera m².

Rukkis külvatakse augusti viimasel või septembri esimesel nädalal. Osad hübriid talirukki sordid (ka KWS Daniello) tuleb külvata augusti lõpus. Õigeaegselt külvatud talirukkil areneb sügisel 3-5 võrset. Kui võrsete arv jääb väiksemaks, ei kogu taimed piisavalt varuaineid ning võivad talvel hukkuda. Sügisel vähevõrsunud taimed jätkavad võrsumist kevadel, kulutades kasvuks ja arenguks vajaminevat energiat. Kevadiste võrsete pead on lühemad, pähekute arv on väiksem ja saak jääb seega kesisemaks. Külviviisidest kasutatakse reaskülvi ja vähemal määral hajuskülvi. Eelistatuimaks on reaskylv, reavahega 12-15 cm, kuna sellisel viisil satub seeme ühtlasele sügavusele ja seemnete jaotus pinnale on ühtlasem. Hajuskylv on küll kiirem, kuid puuduseks on eelkõige ebahühtlane sügavus (Mes nõuandeteenistus, 2018).

1.2.2.5. Koristus

Rukist koristatakse teraks augustis, kuna rukis on pika kõrrega on selle koristamine küllaltki energiamahukas töö. Rukki küpsetuskvaliteedi näitajat - langemisarvu väärtust mõjutab terade küpsemis- ja koristamisaegne ilm. Vihmaste ilmadega väheneb langemisarv kiiresti. Rohked sademed mõjuvad negatiivselt ka rukki seisukindlusele, mis võib viia lamandumiseni, see omakorda raskendab koristust ja tekitab saagikadu (BASF, 2021).

Tervikkoristuse puhul saadakse kõige kõrgema kuivaine ja orgaanilise aine seaduvusega mass piimküpsuse ajal koristades, samas on vahaküpsuses koristatud vilise energia sisaldus kõrgem. Vahaküpsuses on toitainete vool teradesse lõppemas, kuid kõrred ja lehed ei ole veel toitainetest vaesunud. Seetõttu ongi kõige õigemaks teravilja silo tegemise ajaks piimküpsuse lõppvahaküpsuse algus. Tera küünega muljades ei tohiks see kindlasti pritsida ega olla liiga kõva. Küünte vahel pigistades peaks terale jääma nähtav muljumisrant. Tervikkoristatud vilise silo

valmistamise muudabki keeruliseks just terade väga kiire küpsemine ning see jätab silo valmistamiseks keskmiselt 10 päeva (Dotnuva Baltic, 2020).

1.2.3. Haigused ja kahjurid

Rukki vastuvõtlikus erinevatele haigustele sõltub konkreetsest sordist ja ilmastikust. Lõuna pool aretatud sordid on üldjuhul külmaõrnemad. Erinevate stressitegurite koosmõjul muutuvad taimed ka lumiseenele vastuvõtlikumaks. Põhiliselt ohustavad rukkisaaki erinevad roostehaigused (pruun, kõrre ja kollane rooste) samuti rukki-kõrrenõgi. Haiguste ennetamiseks tuleb kasvatada haiguskindlaid sorte, rakendada künnipõhist mullaharimist, valida optimaalne külviaeg ja hävitada vaheperemeestaimed. Tõrjumiseks on olemas erinevaid fungitsiide. Põhilised kahjurid, keda rukkipoollult leida võib on lehetäid, viljakuked, ja lutikalased (Sooväli ja Kann, 2018).

1.3. Talirukki silokvaliteet

1.3.1. Mida rukkisilo sisaldab?

Võrreldes odra ja kaeraga on rukkis rohkem proteiini ja tärklisi ning see on ka parema kuivaine seeduvusega. Vaatamata vilisesilo kõrgele tärklise, suhkrute ja energiasisaldusele on paljudele põllumeestele jäänud mulje, et see ei sobi piimalehma söödaks. Põhjuseks peetakse kõrget toorkiu, neutraalkiu (NDF) ja happeki (ADF) sisaldust. Õnneks on sordiaretusega jõutud nii kaugele, et kiu sisaldus ei ole enam probleem ning vilise osakaalu võib piimakarja söödaratsioonis tõsta. Õigel ajal koristades on Eestis rukkisilo toorkiu sisaldus jäänud 19-25% vahemikku, tänu millele sobib see hästi piimalehma ratsiooni. Tervikkoristatud rukkisilos võib õigel hetkel koristades tärklisi ja suhkruid kokku olla kuni 365 g/kg kuivaines. Saaki on Eesti tingimustes saadud kuni 23 tonni hektarilt (kuivaine 30-45%) (Dotnuva Baltic, 2020).

1.3.2. Kvaliteeti mõjutavad tegurid

Rukkisilo kvaliteeti ja toiteväärtust mõjutavad järgmised tegurid. Taimede koristusaegne arengufaas, hilisemas kasvufaasis koristatud rukki kuivaine sisaldus suureneb aga toitainete sisaldus väheneb, silomassi säilitusviis ja see, kui õhukindlalt on suudetud silomass katta, (Auerbach ja Theobald, 2020). Toitainete sisalduse vähenemist hilisemas kasvufaasis on märgitud ka Koreas läbiviidud katsetes (Srigopalram jt, 2017). Optimaalne koristusaeg on rukkisilol piim-vaha küpsuse faasis (Geren, 2014), samas on välja toodud, et kui kasutatakse silorullide tehnoloogiat, on soovituslik rukis koristada viljapea loomise- ja õitsemisfaasi vahel (Kim, J, jt, 2001). Lisaks mõjutavad rukki saagikust ja kvaliteeti kasvuaegne ilm, rukkitaimede geneetika (kasvatatav sort) ja kasvatamisvõtted. On leitud, et varajasemad sordid on suurema kuivaine sisaldusega, samas on hilisematel sortidel madalam ADF ja NDF kiu sisaldus (Kim, J. G. jt, 2005). Silo kvaliteeti mõjutab lisaks eeltoodule ka silomassi tihedus, ehk see kui tõhusalt on suudetud silost eemaldada hapnik, kuna enne fermentatsioonifaasi võimaldab silomassi tühimikes olev hapnik taimsetel ensüümidel ja aeroobsetel mikroorganismidel hingata ning kasutada kergesti kättesaadavaid süsivesikuid, soodustades sellega kuivaine kadu. Madal silo tihedus ning suur poorsus toob kaasa suurema hapniku reservi. See hapnik võimaldabki aeroobsetel mikroorganismidel tarbida silos hõlpsasti saadaolevaid süsivesikuid ja happeid, põhjustades kuivaine kadu. Kvaliteedile mõjub negatiivselt ka siloaugu aeglane täitmine ja tallamisega viivitamine (viivitus ei tohiks kesta kauem kui kolm tundi) (Borreani jt, 2018). Arvestada tuleb ka sellega, et silo kvaliteet ei tõuse koristamise ja ladustamisega kunagi, küll on aga võimalik kadusid minimeerida, lastes silomassil närbuda ning vältides vihmaga koristamist, kuna toitainete leostumine ilmastiku mõjul vähendab silo toiteväärtust (Adesogan jt, 2009). Pealoomise faasis koristatud rukkimassi ühe päevane närvutamine suurendab kuivaine sisaldust, kuid vees lahustuvate süsivesikute osakaal langeb. Sarnast langust tähendati Koreas tehtud katsetes ka õitsemisfaasis koristatud rukkisilo puhul (Kim, J, jt 2001).

1.3.2.1. Sileerimisprotsessi ajal

Eduka sileerimisprotsessi tähtsamaks kriteeriumiks on suhkrute lagundamine piimhappebakterite poolt. (Srigopalram jt, 2017). Vahaküpsuse faasis koristatud rukkisilo fermenteerub hästi ka ilma silokindlustuslisanditeta aga õhuga kokkupuutes rikneb kiiresti. Aeroobse pärmi ja hallitusseente ainevahetuse põhjustatud temperatuuri tõus toob lisaks kuivaine kaole kaasa ka toiteväärtuse ja söömuse langemise (Auerbach ja Theobald, 2020). Seda, et rukkisilo fermenteerub hästi on näidanud ka Saksamaal tehtud katsed, kus tuli välja, et hoolimata silokindlustuslisandiga töötlemisest või mittetöötlemisest puudus rukkisilost võihape (Auerbach ja Theobald, 2020). Enne kui aktiivne fermentatsioon saab alata, võimaldab silomassi jäänud hapnik bioloogilisi ja keemilisi protsesse, mis tarbivad toitaineid ja energiat, mille tulemuseks on vee, süsinikdioksiidi, soojuse ja vaba ammoniaagi tekkimine. See tõstab silotemperatuuri ja mõjutab negatiivselt kuivaine sisaldust ning silo kvaliteeti. On teada, et iga 10 kraadise (C) temperatuuri tõusu korral laboratoorsetes silohoonetes on kuivaine kadu 1,7% (Borreani jt. 2018). Silo aeroobne stabiilsus on otseselt seotud silo pH ja temperatuuriga - kõrgem temperatuur viitab kõrgemale pH'le, mis omakorda soodustab võihappe bakterite ning pärmi ja hallitusseente levikut (Junior jt, 2020).

1.3.3. Toitainete sisaldus enne sileerimist

Ameerikas läbi viidud katsed näitavad, et suuri toitainete ja kvaliteedi erinevusi värskel ja sileeritud rukkimassi vahel ei ole (Binversie ja Akins. 2020). Koreas tehtud katsed on näidanud, et värskel rukkimassil on kõrgem kuivaine protsent (59%) suurem toorproteiini sisaldus (9,1%), ja kõrgem PH (4,8) (Park, jt. 2014) kui siin töös kajastatud sileeritud rukki massis. Samas, näitasid ühe teise katse tulemused, mis viidi läbi samuti Koreas, et sileerimata rukkimassil on suurem ADF ja NDF kiu sisaldus ning väiksem kuivaine seeduvus ja toorvalgu sisaldus, kui sileeritud massil (Kim, J. jt, 2001).

1.3.4. Toitainete sisaldus pärast sileerimist

Kui silo fermentatsiooniprotsess on lõppenud, tuleb siiski tagada silomassi õhukindel keskkond, kuna hapniku ligipääsu korral aktiveeruvad fermentatsiooni üle elanud aeroobsed mikroorganismid. Hallitusseened *P. roqueforti*, *P. carneum* ja *P. paneum*, mis on laialt levinud just parasvöötme kliimas, elavad fermentatsiooniprotsessi üle ning võivad õhuga kokkupuutel kasvada ja toota mükotoksiine. Seda ohtu aitab vähendada silokindlustus lisandi kasutamine, mis sisaldab baktereid *L. buchner* ja *P. acidilactic* (Auerbach jt. 2020). Hallitusseente kasv võib lisaks mükotoksiinide tootmisele, mis võivad kahjustada loomade tervist, mõjutada ka sööda maitset ja sellega vähendada söömust. Hallitust aitab ära hoida lisaks eeltoodud bakter silokindlustuslisandite kasutamisele ka propioonhapet sisaldavad lisandid. Lisaks tuleb silo katvat kilet korrapäraselt hooldada ja kõik avastatud augud kiiresti siloteibiga sulgeda (Adesogan jt, 2009).

Eestis läbiviidud tervikkoristatud talirukkiga tehtud katsetes on saadud silo kuivaine sisalduseks 33%, toorproteiini sisalduseks 14%, metaboliseeruvat energiat on olnud üle 9,4 MJ/kg kuivaines, orgaanilise aine seeduvus on olnud üle 60% ja pH 4,2-4,3. Saagi numbriks on toodud 7t kuivainet hektarilt (Dotnuva Baltic, 2020).

Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikoolis valminud ja kaitstud doktoritöö võtab kokku nelja katseaasta tulemused, mis on esitatud kokkuvõtlikult tabelis 1.

Katsetes oli kaks suvivilja - oder ja kaer - ning kaks talivilja - tritikale ja rukis. Teraviljad koristati kas piimküpsuse (PK) või vahaküpsuse (VK) faasis.

Tabel 1. Tervikkoristatud teravilja saak (Wallsten, 2008)

TERAVILI	Oder	Oder	Kaer	Kaer	Tritikale	Tritikale	Rukis	Rukis
Koristusfaas	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK
Kuivaine, kg/ha	6401	9058	6341	8362	10191	12900	12326	13493
Proteiin, kg/ha	682	728	636	761	888	1040	867	817
Tärklis, kg/ha	84	1957	321	1215	234	2716	142	2884
Tärklis, g/kg kuivaines	13	210	44	146	26	202	51	216
Kuivaine seeduvus, %	74,3	75,3	71,8	70,5	80,0	79,0	71,3	68,0

Antud andmete põhjal võib öelda, et rukkisilo annab võrreldes odra, kaera ja tritikale siloga suurema kuivaine massi ha pealt, samuti on suurem ka tärklise kogus. Proteiini kogus kg/ha jääb alla ainult tritikalele. Samuti on märgata tärklise osakaalu suurt erinevust piim- ja vahaküpsuses koristatud saakide vahel.

Tabelis 2 on OÜ Viru seemne siloproovid, mis on võetud 28.11.2019. Rukkiproovi nr on 2578. Antud rukkisilo on koristatud silokombainiga ja säilitatud silohoidlas. Analüüsi tulemustest näeme, et rukkisilo on võrreldes maisisiloga kõrgema kuivaine ja toorkiu sisaldusega. Rukis jääb küll natuke alla nii toorproteiini kui ka toorrasva sisalduse poolest, kuid tärklise ja suhkrute summa erinevus ei ole väga suur (maisil 283,8 g/kg ja rukkil 233 g/kg kohta). Ka metaboliseeruva energia vahe on 1 MJ/kg kohta maisi kasuks. Etanooli sisaldus on rukkisilos suurem, mis viitab pärmseente aktiivsemale tegevusele, kuid see ei ole nii suur, et pärssida söömust või tuua kaasa suuri kuivainekadusid. Siiski tuleb arvestada, et suurem etanooli sisaldus võib tähendada seda, et siloaugu avamisel hakkab see kiiremini rikkema kui teised silod.

Tabel 2. OÜ Viru seemne siloproovid (28.11.2019)

Analüüsi nr.	2575 Rohusilo	2576 Rohusilo	2577 Maisisilo	2578 Tervik- koristatud rukkisilo	Hea rohusilo kuiv- ainega 40-50%
Kuivaine, %	36,9	29,7	26,7	38,9	
Sööda kuivaines:					
Toorproteiin, %	14,3	21,8	8,9	8,3	14-17
Toortuhk, %	7,8	10,5	3,0	3,1	<10
Toorkiud, %	27,4	22,7	18,9	25,3	
Tärklis, g/kg			281,5	198,9	
Suhkur, g/kg			2,3	34,1	
Mäletsejatele					
Metaboliseeruv energia, MJ/kg	9,5	9,6	10,4	9,4	>9,4
Metaboliseeruv proteiin, g/kg	77	87	80	74	
Vatsa proteiini bilanss, g/kg	11	67	-47	-42	
Orgaanilise aine seeduvus, %	64	65	71	64	
Etanool, g/kg	7	6	12	22	<10
Äädikhape, g/kg	10	19	19	15	5-20
Võihape, g/kg	0	0	0	0	<0,5
Piimhape, g/kg	60	114	72	65	20-40
Kokku happeid	70	133	91	82	25-60
Söödas:					
pH	4,4	4,4	3,7	3,9	4,7-5,0

2.MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Ettevõtte üldiseloostus

Aama Agro OÜ loodi 27. juulil 2017. aastal, mil juhatuse liige Kustas Seimann selle asutas. See teeb ettevõtte vanuseks veidi üle 3 aasta ja 7 kuu. Ettevõtte tegevusvaldkonnaks on segapõllumajandus. Aama Agro OÜ juriidiline aadress on Rapla mk, Märjamaa vald, Maidla küla, Tika talu.

Ettevõtte hakkas aktiivselt tegutsema 2019. aastal. Hoo andis sisse 2018. aastal PRIA-st saadud põllumajandusliku tegevusega alustava noore ettevõtja toetus summas 40000€, millest 30000€ maksti välja 2018. aastal ja 10000€ 2019. aastal. Toetuse eest soetati põhivara.

Aama Agro OÜ müügitulu oli 2019. aastal 5365,17€ ja 2020. aastal 4117,80€. Tulu saadi noorloomade ja heina ning silo müügist. Omakapitali suurus oli 2020. aasta 31. detsembri seisuga 41330,57€.

2.1.1. Aama Agro OÜ tutvustus

Tegemist on pereettevõtte ühe osana. Aama Agro OÜ teeb tihedat koostööd Tika Agro OÜ ja FIE Sulev Seimanni Tika taluga, omavahel jagatakse tehnikat ja hooneid. Aama Agro OÜ põhisuund on heina ja silo tootmine, lisaks tegeletakse piimakarja noorloomade kasvatusega, neid on ettevõttel hetkel 16. Kuna tegemist on väikeettevõttega, siis palgalisi töötajaid ei ole ja kogu töö teeb ära juhatuse esimees Kustas Seimann.

2.2. Hoonestus

Aama Agro OÜ kasutada on hoonetekompleks EE12058 ja nõukogude aegne laudahoone EE15293. (Lisa 1)

2.3. Tehnika

Ettevõttel on 2015. aasta traktor Claas Axicon 850, mis on töötanud 5849 tundi, lisaks on olemas 2019. aasta karjamaa äke, 2002. aasta ruloonipurusti ja 1993. aasta ekskavaator kopp. Ülejäänud vajaminev tehnika renditakse hooaja jooksul koostööpartnerite käest.

2.4. Maaressurss

Ettevõttel puudub omandis olev maa. Rendilepingutega on ettevõttel kasutada 44,69 hektarit, millest 35,41 ha asub Rapla maakonnas, Märjamaa vallas, Soosalu külas ja 9,11 ha Läänemaal, Lääne-Nigula vallas, Leila külas.

2.4.1. Maa kasutuse struktuur

Tabelis 3 on ära toodud Aama Agro OÜ maakasutuse struktuur põldude kaupa. Seal olevate andmete põhjal saab öelda, et Aama Agro OÜ kasutuses olevast maast moodustab püsirohumaat 20,38% ja põllukultuuride kasutuses on 79,62% maast.

Tabel 3. Aama Agro OÜ maakasutuse struktuur põldude kaupa

Põllumassivi nr	Pindala ha	Kasutus	Kultuur
51253756487	8,14	Põllukultuurid	teravili
51253874333	3,77	Põllukultuurid	teravili
51353816752	10,97	Põllukultuurid	hernes
51353803079	2,65	Põllukultuurid	hernes
51154044011	5,01	Põllukultuurid	teravili
51154024098	1,93	Põllukultuurid	teravili
51154046180	0,81	Põllukultuurid	teravili
51154047874	1,53	Põllukultuurid	teravili
50353145061	9,11	Püsirohumaat	Kõrrelised heintaimed

2.5. Mullastik ja kasutussobivus

Ettevõtte asukohas olev mullastik on mitmesugune, leidub nii väga õhukesi paepealseid muldi - kh', koreserikkaid rähkmuldi - Kor, gleistunud küllastunud muldi – kog, kui ka gleistunud rähkmuldi - Kg, samuti leidub seal ka savimuldi - S ja liivsavi -ls.

Aama Agro OÜ kasutuses on enamasti rähk ja klibumullaga - K kaetud maa, mille boniteet jääb 48 punkti lähedusse. Sellise mullastiku suurimaks miinuseks on põuakartlikus ja suur kivisus, kuid see sobib siiski tugevama ning sügavamale ulatuva juurestikuga kultuuridele (lutsern, ristik) samuti põuakindlametele teraviljadele nagu kaer ja rukis. Rühvelkultuuridele ja kartulile see eriti ei sobi, sest mehhaniseeritud koristamine on raskendatud. (Penu, 2006)

2.6. Väetamine

Ettevõtte kasutab nii mineraal, kui ka orgaanilisi väetisi. Mineraalväetisest kasutati 2020. aastal NPK 4-16-31, ammooniumnitraati ja kaaliumkloriidi. Mineraalväetised külvatakse põldudele Kuhni mineraalväetise laoturiga AXIS 40.2. Aastal 2020 pandi väetist NPK 4-16-31 kokku 32 hektarile normiga 300kg/ha, ammooniumnitraati 26 hektarile normiga 300kg/ha ja kaaliumkloriidi anti 9,11 hektarile normiga 110kg/ha.

Orgaanilistest väetistest on kasutada nii läga kui ka sõnnikut. Läga laotamiseks kasutatakse 16m³ mahutavusega Joskin MODULO2 lägatsisterni, millel on taga kuue meetrine läga mulda viimis seade Joskin Solodisc. Aastal 2020. laotas ettevõtte läga 12 hektarile normiga 32 m³/ha. Tahesõnnikut 2020. aastal ei kasutatud.

2.6.1. Orgaanilised väetised

Alltoodud tabelist (tabel 4) näeme, et ettevõtte kasutuses oleva sõnniku kuivaine on 19% ning kogulämmastikku on 4,6kg/t millest ammooniumlämmastikku 0,43kg/t kohta. Fosforit on 0,48kg/t ja kaaliumit 3,1kg/t kohta.

Tabel 4. Aama Agro OÜ kasutuses oleva sõnniku analüüsitulemus

Jrk nr	Parameetri nimetus	Tulemused	
1	Kuivaine	19,0	%
2	Kogulämmastik (N)	4,6	kg/t
3	Lahustuv lämmastik (NH ₄ ⁺ -N + NO ₃ ⁻ -N) sh ammooniumlämmastik (NH ₄ ⁺ -N) nitraatlämmastik (NO ₃ ⁻ -N)	0,43 Ei leitud	kg/t kg/t
4	Kogufosfor (P)	0,48	kg/t
5	Kogukaalium (K)	3,1	kg/t
6	Kaltsium (Ca)*	2,7	kg/t
7	Magnesium (Mg)*	0,56	kg/t
8	Vask (Cu)*	2,9	g/t
9	Mangaan (Mn)*	17,7	g/t
10	Boor (B)*	2,5	g/t

Tabel 4

Meetodid: Kuivaine – gravimeetria; Kogulämmastik – Kjeldahl'i meetod; Nitraatlämmastik – Foss Tecator AN 5232; Ammooniumlämmastik – Foss Tecator AN 5226; Kogufosfor, kogukaalium, Ca, Mg, Cu, Mn, B – märgtuhastus + ICP/OES.

Alltoodud tabelist (tabel 5) näeme, et ettevõttes kasutada oleva läga kuivaine on 4,5%. Kogulämmastikku on 2,9 kg/m³ kohta, millest ammooniumlämmastikku 0,97 kg/m³. Kogufosforit on 0,17 kg/m³ ja kogukaaliumit 2,3 kg/m³ kohta.

Tabel 5. Aama Agro OÜ kasutuses oleva läga analüüsitulemus

Jrk nr	Parameetri nimetus	Tulemused	
1	Kuivaine	4,5	%
2	Kogulämmastik (N)	2,9	kg/m ³
3	Lahustuv lämmastik (NH ₄ ⁺ -N + NO ₃ ⁻ -N) sh ammooniumlämmastik (NH ₄ ⁺ -N) nitraatlämmastik (NO ₃ ⁻ -N)	0,97 Ei leitud	kg/m ³ kg/m ³
4	Kogufosfor (P)	0,17	kg/m ³
5	Kogukaalium (K)	2,3	kg/m ³
6	Kaltsium (Ca)*	1,1	kg/m ³
7	Magnesium (Mg)*	0,24	kg/m ³
8	Vask (Cu)*	0,77	g/m ³
9	Mangaan (Mn)*	4,3	g/m ³
10	Boor (B)*	Ei leitud	g/m ³

Tabel 5

Meetodid: Kuivaine – gravimeetria; Kogulämmastik – Kjeldahl'i meetod; Nitraatlämmastik – Foss Tecator AN 5232; Ammooniumlämmastik – Foss Tecator AN 5226; Kogufosfor, kogukaalium, Ca, Mg, Cu, Mn, B – märgtuhastus + ICP/OES.

2.7. Sööt

Ettevõtte toodab aastas umbes 500 rulli (~ 350t) silo ja 200 rulli (~ 60t) heina, millest umbes 20% kulub ettevõtte enda karja söötmiseks ja ülejäänud müüakse maha. Kõrreliste silo tehakse hiljemalt heinataimede loomise faasis ja närvutatakse vastavalt vajadusele kuni 24h. Eesmärgiks on saada 30-35% kuivainesisaldusega silo. Liblikõieliste silo tehakse nappumis- ja õitsemisfaasi vahel, hiljemalt õitsemise alguses. Eesmärgiks on saada võimalikult kõrge kvaliteediga mass, mille kuivainesisaldus jääb 27-30% piiridesse. Heina tehakse kõrrelistest heintaimedest, vastavalt ilmale. Kui võimalik tehakse seda samaaegselt siloga ehk loomise faasis, kui see võimalikuks ei osutu, tehakse seda esimesel võimalus pärast esimese siloniite lõppu.

2.8. Rukkisilo

Ettevõtte otsustas rukkisiloga katsetada, kuna esimees nägi maalehe artiklit, mis rääkis, kuidas OÜ Viru Seeme tegi hübriid talirukki KWS Daniello sordist tervikkoristatud silo (Agronoom, 2019). Seda nähes tekkis esimehel mõte, et kuidas selline silo ka rulli sobiks. Mõeldud - tehtud ja 2019. aasta augustis külvati ettevõtte põldudele juba KWS Daniello seemet. Hübriidrukist külvati viiele põllule: Ennu suur (8,14ha), Ennu väike (3,77ha), Soosalu (5,01ha), Linnamehe (1,93ha) ja Sepa (2,47ha). Kokku kujunes talirukki külvipindalaks 21,32ha.

2.8.1 Mullaharimine

Põllud künti neljahõlmalise Kverneland adraga ja libistati 8,2 meetrise Kire ribilibistiga.

Kõik põllud künti üles ajavahemikus 10.-12. august 2019, millele järgnes ribilibistamine 20. augustil. Kohe peale seda (21. august) külvati põldudele mineraalväetis NPK 4-16-32 normiga 300kg/ha, sellele järgnes uuesti ribilibistamine (21. august), seejärel külvati ja rulliti põllud soorulliga üle, eesmärgiga tihendada mulla pealmist kihti ja suruda kivid maasse, et lihtsustada koristust.

2.8.2. Väetamine ja külv

Väetist pandi Kuhni mineraalväetise laoturiga AXIS 40.2 ja seeme külvati Amazone D9-40 Super külvikuga.

Esimene mineraalväetis NPK 4-16-31 normiga 300kg/ha külvati põldudele nädal aega enne külvi (21. augustil). KWS Daniello külvati 28.-29. augustil ~ 3cm sügavusele normiga 72kg/ha. Järgmine mineraalväetis (AN) anti 10. aprillil normiga 300kg/ha. (Lisa 2)

2.8.3. Koristus

Massi niitmiseks kasutati kolmemeetrise niiduulatusega Pöttingeri esiniidukit ja 3,5 meetrise niiduulatusega Kuhni vaalulauaga taganiidukit. Antud niidukeid vedas 254 hobujõuga Claas Axion 850. Taimsel massil lasti kaks tundi närbuda ja seejärel pressiti Kuhni Profi PRESS FB 3135 OC14'ga, millel on kilesidumis tehnoloogia (võrgu asemel pandi kolm kihti kilet), pressimise ajal olid kõik 24 nuga tööasendis ja rulli tihedus oli seadistatud peaaegu maksimumi ehk 9 peale. Silokindlustuslisand pritsiti massile koguri peale jõudes konservandi pumbaga StarDos VD 5. Pressi vedas 154 hobujõuga Valtra N154E. Seejärel kiletati rullid McHale 991 kiletajaga, iga rull käis kiletaja peal 24 tiiru, kiletajat tõmbas traktor MTZ 82.

Esimene põld (8,14ha) niideti ja pressiti rulli 12. juulil, mil rukis oli vahaküpsuse arengufaasis. Ilm oli sellel päeval kuiv ja päikesepaisteline, samas oli kahel eelneval päeval sadanud vihma. Saaki saadi 150 rulli, millest 125 rulli tehti silokindlustuslisandiga SiloSolve FC ja 25 rulli tehti lisandita. Ülejäänud põllud (13,18ha) niideti ja rulliti 15. juulil, mil rukis oli ka veel vahaküpsuse arengufaasis. Ilm oli sellel päeval kuiv ja vahelduva pilvisusega, eelmisel päeval oli sadanud õrna vihma. Saaki saadi 226 rulli, 216 rulli puhul kasutati silokindlustus lisandit BioDry ja 10 rulli tehti silokindlustuslisandita.

2.9. Siloproovide võtmine

Esimesed siloproovid võeti 30. novembril 2020. aastal. Igast partiist valiti välja viis rulli, millest võeti silopuuriga proov, tekitatud augud suleti spetsiaalse teibiga ja puuri jäänud mass pandi puhtasse ämbrisse. Kui viiest sama partii rullist olid proovid võetud, segati ämbris olev silo läbi ja pakendati topelt gripp kotti, nii et võetud proovi kaal oli umbes 1kg. Iga koti peale lisati proovi nimi ja number. Proove säilitati sügavkülmas 36h peale mida viidi need analüüsimiseks Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi sööda ja ainevahetuse uurimise laborisse. Antud labor valiti sellepärast, et seal analüüsitakse lisaks sööda kvaliteedile ka sööda hügieeni.

Kordusproovid võeti 21. veebruaril 2021. aastal sama meetodiga nagu esimesed proovid. Seekord säilitati proove 24h tavalises külmutuskapis, enne kui need laborisse viidi.

2.10. Silokindlustuslisandid

Rukkisilo valmistamiseks kasutati kahte bioloogilist silokindlustuslisandit: SiloSolve FC, mille toime põhineb ainulaadse silobakteri *Lac. lactis* O224 tüvel, millele lisab stabiilsust bakter *L. buchner* ja BioDry´d, mis sisaldab bakterite *P.pentosaceus* ja *L. buchneri* tüvesid. Antud silokindlustuslisandid valisin sellepärast, et soovisin näha, kas kahekordse hinnavahega lisandid mõjuvad erinevalt.

3.TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Rukkisilo saak

21,3 hektari pealt saadi kokku 376 rulli, ühe rulli keskmine kaal oli 730kg, mis tähendab, et kogupinna pealt saadi saaki 274,5t ehk 12,9 t/ha, silo keskmine kuivaine sisaldus oli 39,3%, mis teeb kuivaine saagiks 5t/ha. Põhjuseks miks ei saadud soovitud 7t kuivainet hektarilt võib pidada vähest lämmastikuga väetamist ja kevadise umbrohutõrje ära jätmist.

3.2. Toodetud rukkisilo kvaliteet ja silokindlustuslisandite mõju

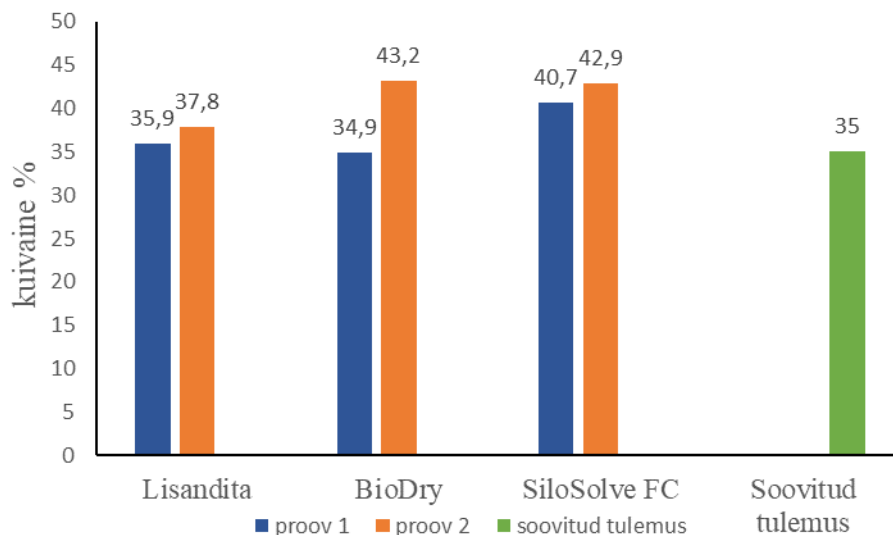
Järgnevatel joonistel on 2020. aastal Aama Agro OÜ poolt, kahe erineva silokindlustuslisandiga (BioDry ja SiloSolve FC), toodetud hübriid talirukki rullisilo tähtsamate kvaliteedi näitajate omavaheline võrdlus. Lisaks on joonistel ära toodud ka lisandita toodetud rukkisilo andmed. Võrdluseks on joonistel märgitud ka ettevõtte poolt ratsiooni soovitud silo näitajad. Need on saadud söödaratsiooni koostaja poolt soovitud näitajate, kirjanduses esitatud andmete ja teiste tootjate käest saadud tulemuste kombineerimisel. Vasakpoolsed tulbad (proov 1) näitavad 30. novembril 2020. aastal võetud proovide tulemusi (lisa 3) ja parempoolsetes tulpades (proov 2) on 21. veebruaril 2021. aastal võetud kordusproovide andmed (lisa 4).

Joonisel 1 on ära toodud kuivaine sisaldused (%). Nagu näha, siis on eri aegadel võetud proovide tulemused väga sarnased. Ainsaks erandiks on BioDry lisandiga tehtud silo. Selle võis põhjustada asjaolu, et esimesed BioDry lisandiga tehtud silo proovid said võetud rullidest, mis olid tehtud hommikul ning mass ei olnud jõudnud veel närbuda. Kordusproovid võeti põllu teises osas asuvatest rullidest, mis võib tähendada, et sinna sattusid rullid, mis olid tehtud peale lõunat ja millel oli närbumiseks rohkem aega.

Keskmine kuivaine sisaldus on 39,3%, mis on soovitud kuivaine sisaldusest mõnevõrra suurem. Selle põhjustas koristusaegne kuiv ja päikesepaisteline ilm, mis närvutas massi arvatust kiiremini. Sellegipoolest sobib sellise kuivaine sisaldusega rukkisilo väga hästi piimakarja söödaratsiooni, kuna seda saab kombineerida madalama kuivaine sisaldusega liblikõielistest toodetud silodega.

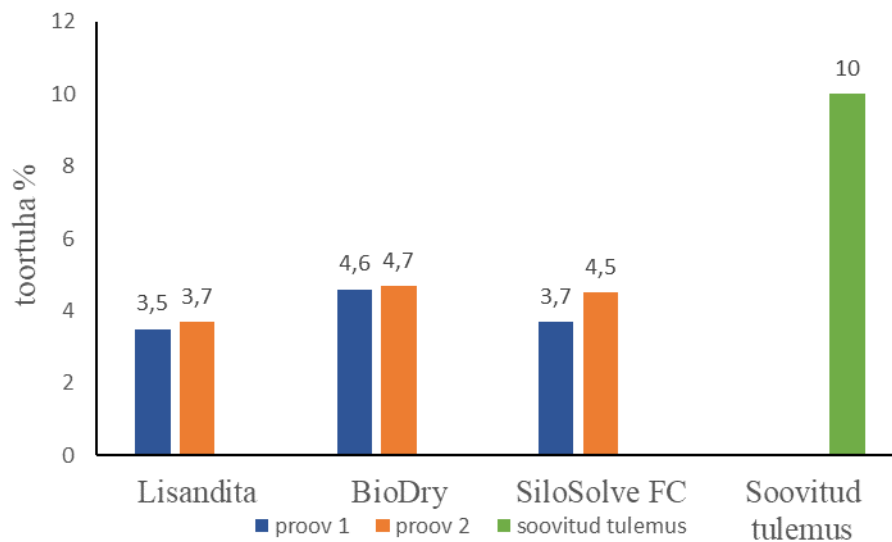
Silokindlustuslisandiga SiloSolve FC toodetud rukkisilo keskmine kuivaine sisaldus oli lisandita toodetud silo omast 5% kõrgem.

BioDry lisandiga toodetud silo keskmine kuivaine ei olnud lisandita tehtud silo kuivainest märkimisväärselt kõrgem.



Joonis 1. Kuivaine sisaldused (%)

Joonisel 2 on ära toodud silode toortuha sisaldus (%). Eesmärgiks võeti tuha sisaldus alla 10%, mida loetakse mullaga mittesaastunud silo tunnuseks. Analüüsi tulemustest on näha, et kõikide silode toortuha sisaldus on normi piires, kerge varieerumine tuleb arvatavasti silorullide enda ebahühtlasest kvaliteedist.



Joonis 2. Toortuha sisaldus (%)

Joonisel 3 on ära toodud metaboliseeruva energia sisaldused (MJ/kg kohta). Nagu näha, eri aegadel võetud proovide tulemused on erinevad. Kordusproovides on kõikide silode metaboliseeruva energia sisaldus suurem, kui esialgsetes proovides. Suure tõenäosusega on see põhjustatud rullide ebahühtlasest kvaliteedist ning kordusproovidesse sattusid rullid, mille energiasisaldus on suurem.

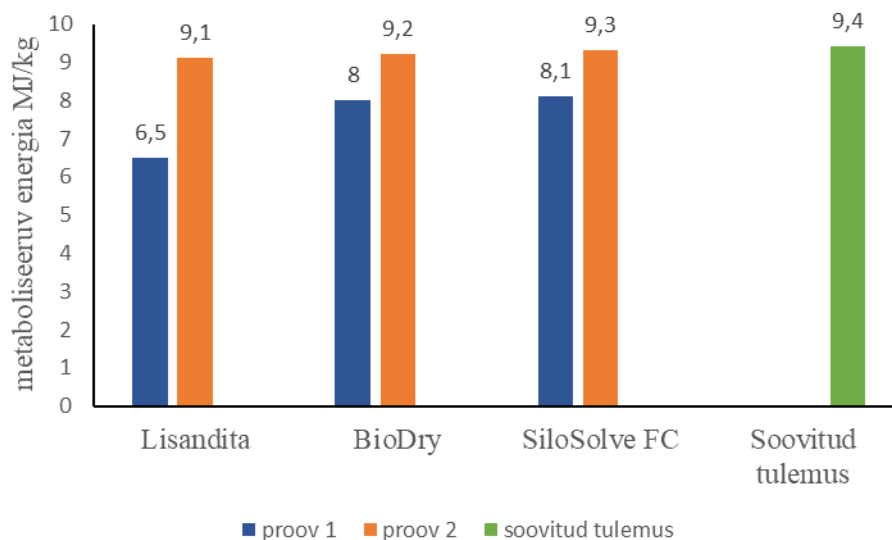
Antud katse raames analüüsitud rukkisilo keskmine metaboliseeruva energia sisaldus on 8,35 MJ/kg kuivaines, mis on soovitud energia sisaldusest 11,2% madalam. See tähendab, et söödaratsiooni koostades tuleb arvestada suurema lisaenergia vajadusega, mida saab vastavalt vajadusele katta, kas odra või maisi jahuga.

BioDry lisandiga toodetud rukkisilo keskmine energia sisaldus oli 9,5% kõrgem, kui lisandita tehtud silos.

SiloSolve FC lisandiga tehtud silo keskmine energia sisaldus oli 11,3% kõrgem, kui lisandita toodetud silos.

Antud tulemuste põhjal võib öelda, et bioloogilistel silokindlustuslisanditel oli keskmisele energia sisaldusele positiivne mõju. Samas kui vaadelda ainult kordusproovide tulemusi, on

lisandite mõju praktiliselt olematu. Seega ei saa kindlat väita, et bioloogilised silokindlustuslisandid vähendavad märkimisväärselt rukki rullisilo metaboliseeruva energia kadusid.



Joonis 3. Metaboliseeruva energia sisaldused (MJ/kg kohta)

Joonisel 4 on ära toodud toorproteiini sisaldused (g/kg kohta). Siin on samuti näha, et eri aegadel võetud proovide tulemused on mõnevõrra erinevad. Erandiks on seekord lisandita tehtud silo, kus erinevus on väga väike.

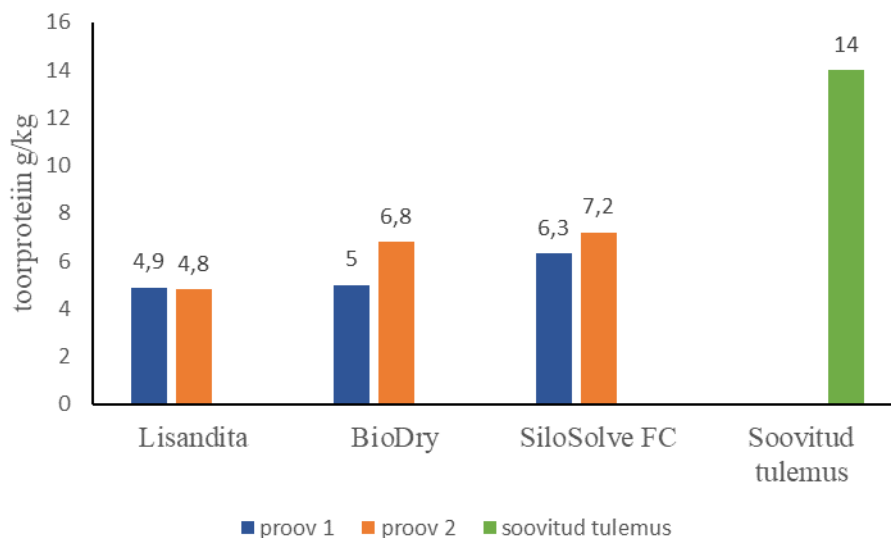
Antud katse raames analüüsitud rukkisilo keskmine toorproteiini sisaldus on 5,9%, mis on soovitud tulemusest (14%) märgatavalt madalam. Selle võis põhjustada talirukki vähene kasvuaegne lämmastikuga väetamine (103kg/ha).

Kuna toorproteiini sisaldus on soovitust niipalju madalam, tuleks seda silo kombineerida proteiinirikaste liblikõielistest toodetud silodega (hernes, lutsern, ristik). Lisaks tuleb söödaratsiooni koostades arvestada suurema rapsi või sojakoogi/šroti kogusega.

BioDry lisandiga toodetud rukkisilo keskmine toorproteiini sisaldus oli lisandita toodetud silo omast 18,7% kõrgem.

SiloSolve FC lisandiga toodetud rukkisilo puhul oli erinevus 28,2% lisandiga toodetud silo kasuks.

Seega võib öelda, et bioloogilised silokindlustuslisandid aitavad märgatavalt vähendada hübriid talirukki rullisilo toorproteiini kadusid.

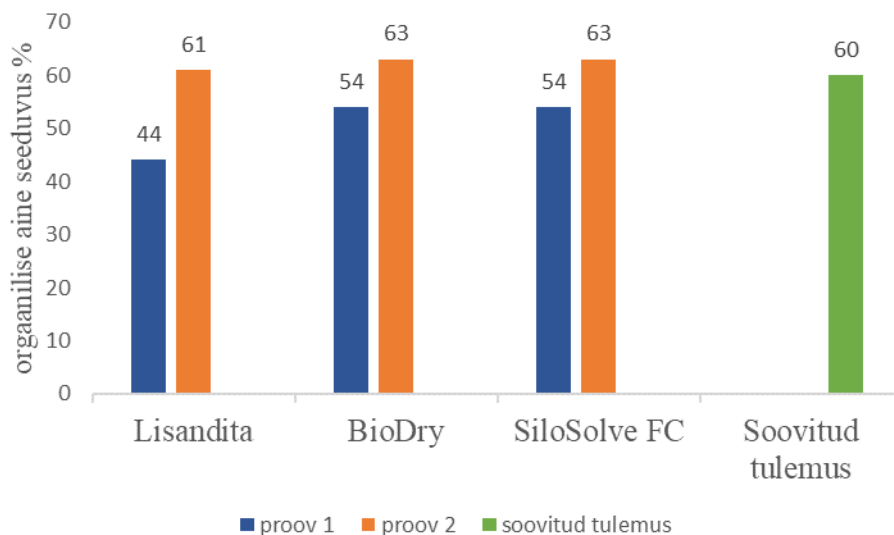


Joonis 4. Toorproteiini sisaldused (g/kg kohta)

Joonisel 5 on ära toodud orgaanilise aine seeduvus (%). Jällegi on näha, et kordusproovide tulemused on paremad, kui esialgsete proovide tulemused. See tundub kinnitavat arvamust, et rullide kvaliteet on suhteliselt ebahühtlane.

Antud katse raames analüüsitud rukkisilo keskmine orgaanilise aine seeduvus on 56,5%, mis on soovitud tulemusest küll 3,5% madalam, kuid kordusproovide tulemusi vaadates näeme, et nende rullide keskmine seeduvus ületab soovitud tulemuse. Seega on väga raske kindlalt väita, millest tuleb esialgsete proovide madal seeduvus ning mida peaks järgmine kord muutma. Täpsema arutelu ja järelduste jaoks oleks vaja läbi viia veel katseid.

Silokindlustuslisanditega toodetud rukkisilo keskmine orgaanilise aine seeduvus oli küll 10,3% kõrgem, kui lisandita toodetud silos, kuid kordusproovide tulemustes on erinevus väga väikene. Seega ei saa kindlalt öelda, et antud silokindlustuslisandite kasutamine mõjutaks märgatavalt hübriid talirukki rullisilo orgaanilise kuivaine seeduvust.

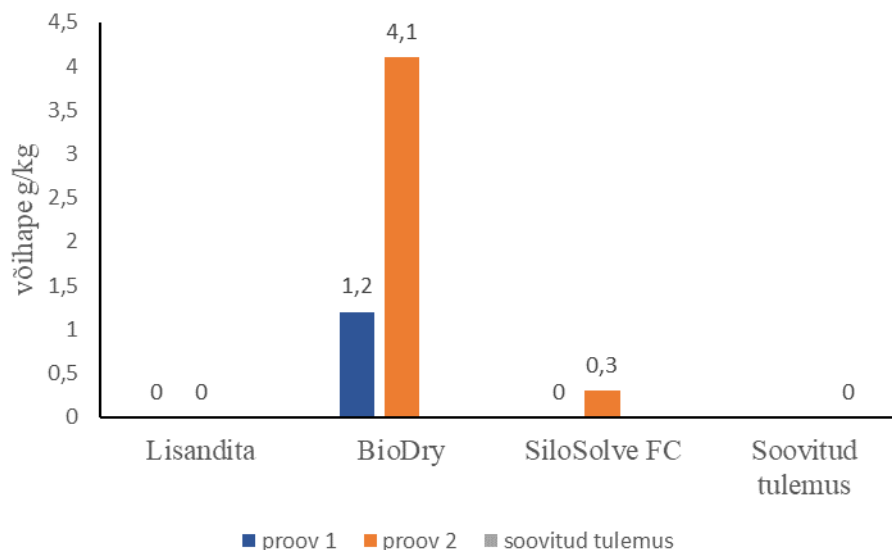


Joonis 5. Orgaanilise aine seeduvus (%).

Joonisel 6 on ära toodud võihappe sisaldus (g/kg kohta). On näha, et silokindlustuslisandita tehtud silos võihapet ei esinenud, nagu oli ka eesmärgiks võetud.

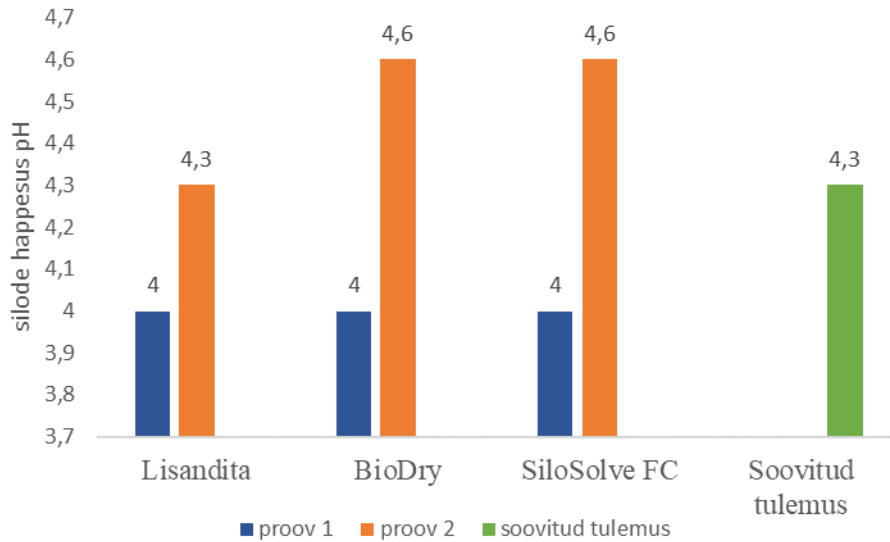
BioDry lisandiga tehtud silos on juba esimese proovi analüüsist leitud küllaltki suures koguses (1,2g/kg kohta) võihapet, mis on huvitav anomaalia, kuna toortuha sisaldus on kõigis rukkisilodes normi piires, mis ei viita kuidagi mulla silosse sattumisele. Lisaks on silo pH (4,0) klostriidiate arenguks ebasoodne. Võihappe tekke üheks põhjuseks võib pidada madala suhkrusisalduse tõttu tekkinud valekäärimist.

Kordusproovides on näha BioDry lisandiga tehtud silos võihappe sisalduse suurenemist, mida oli ka oodata, sest võihappe sisaldus suureneb ajas (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll, 2012). Lisaks on näha, et ka SiloSolve FC´ ga tehtud silosse on tekkinud võihapet, mille sisaldus jääb küll normi piiresse, kuid mis on selge ohu märk ja tähendab, et see silo tuleks võimalikult ruttu ära sööta. Arvesse tuleb võtta seda, et piimalehm ei tohi saada rohkem kui 50g võihapet päevas. Võihappes saastunud silo söötmisel peab arvestama ka sellega, et esineb reaalne klostriidiate poolt tekitavate mürgituste ja ketoosi oht ning, et piim võib saastuda võihappebakterite spooridega, lisaks väheneb ka silo söömus. (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll, 2012)



Joonis 6. Võihappe sisaldus (g/kg kohta)

Joonisel 7 on välja toodud silode happesus (pH). On näha, et esmastes proovides oli kõigi silode pH 4,0, mis viitab kiirelt ja stabiilselt toimunud fermentatsioonile. Samas on kõikides kordusproovides pH tõusnud, mis viitab sellele, et piimhappe bakterid on suhkrud ära tarvitanud ja piimhappe on hakanud lagunema. Tõus on kiirem olnud silokindlustuslisanditega toodetud silodes, mis võib viidata kõrgemale piimhappe bakterite arvule, mille elutegevuse tulemusel on suhkrud varem otsa saanud. Kindlalt saab väita, et antud katses ei olnud bioloogilistel silokindlustuslisanditel positiivset mõju silo happesusele.



Joonis 7. Silode happesus (pH)

Antud katse raames analüüsitud hübriid talirukki rullisilo proovides oli kuivainet keskmiselt 39,3%, toortuhka 4,1%, toorproteiini 5,9%, metaboliseeruvat energiat 8,35 MJ/kg kuivaines, orgaanilise aine seeduvus 56,5% ja keskmine pH oli 4,25.

Keskmesed toitainete sisaldused jäid valdavalt alla soovitud tulemuste. Siiski näitavad kordusproovide paremad tulemused, et hübriid talirukki rullis sileerimisel on potentsiaali.

3.2. Rukkisilo omahind

Tabelis 8 on ära toodud rukkisilo tootmiskulud, mis olid kokku 10177 eurot. Sinna ei ole lisatud maarenti, samuti ei ole maha arvatud toetusi. Kuna kogupinna pealt saadi 274,5t hübriid talirukki silo, siis tähendab see, et ühe tonni rukkisilo tootmisomahind oli 37,1 eurot, mis teeb ühe rulli omahinnaks 27,1 eurot.

Tabel 6. Rukkisilo tootmise kuluartiklid

Kulu artikkel	Hind €	kogus	Hind kokku €
Seeme	108,2 €/ha	21,3	2306,2
Väetis NPK	282 €/t	6,4	1804,8
Väetis AN 34,4	246 €/t	6,4	1574,4
Künd	41,8€/ha	21,3	891,2
Ribilibistamine	14,4€/ha	21,3	307,0
Külv	16€/ha	21,3	341,1
Rullimine	12,3€/ha	21,3	262,2
Väetamine	2,3€/ha	21,3	49,0
Niitmine	18,4€/ha	21,3	392,3
Pressimine	26€/ha	21,3	554,3
Kiletamine	0,35€/ rull	376	131,6
Silokindlustus lisand 1	1,15€ €/t	100	111,5
Silokindlustus lisand 2	0,59€/t	150	88,5
Kile	2,96€/rull	376	1112,96
Muud kulud	250€	1	250
Kulud kokku			10177,0

KOKKUVÕTE

Katses analüüsitud silo tehti hübriid talirukki sordist 'KWS Daniello', mis külvati 2019. aasta 28.-29. augustil 21,3ele hektarile. Mass niideti ja pressiti 12. ja 15. juulil 2020. aastal, mil rukis oli vahaküpsuse faasis. Saagiks kujunes 5t kuivainet hektarilt.

Silodest võeti proovid 30. novembril 2020. aastal ja 21. veebruaril 2021. aastal ning viidi analüüsimiseks Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi sööda ja ainevahetuse uurimise laborisse.

Sööda analüüsi tulemused näitasid, et keskmiselt oli hübriid talirukki rullsilos

- kuivainet 39,3%, mis oli soovitud kõrgem, kuid piimalehmade ratsiooni siiski sobilik;
- toortuha sisaldus 4,1% jäi normi piiresse, see näitab, et silo ei ole saastunud mullaga;
- toorproteiini 5,9%, mis oli soovitud märgatavalt madalam ning selle põhjuseks võib pidada vähest lämmastikuga väetamist;
- metaboliseeruvat energiat 8,35 MJ/kg kuivaines, mis oli soovitud madalam. Siloproovide energia suhteliselt suure varieerumise tõttu ei saa teha kindlaid järeldusi;
- orgaanilise aine seeduvus 56,5%, mis oli samuti soovitud madalam, ka see näitaja varieerus suuresti (44-63%) ;
- keskmine silo happesus pH 4,25 viitab kiirelt ja stabiilselt toimunud fermentatsioonile.

Esimene uurimustöö hüpotees, et tervikkoristatud hübriid talirukkist tehtud rullsilos kvaliteet on piisavalt kõrge, et taimikut sellisel viisil sileerida, ei leidnud kinnitust. Põhjuseks see, et keskmised silokvaliteedi näitajad jäid soovitud madalamaks. Samas ei saa öelda, et sellist silo ei tasu mingil juhul teha, sest keskmisi tulemusi tõmbavad alla esmaste proovide madalad näitajad. Kordusproovide tulemused näitavad siiski, et tervikkoristatud rukkimassi rullis sileerimisel on potentsiaali.

Teine tõstatatud hüpotees, et bioloogilised silokindlustuslisandid tagavad tervikkoristatud hübriid talirukki kvaliteetse sileerumise, töös kinnitust ei leidnud. Bioloogiliste silokindlustuslisandite kasutamisest hoolimata esines silodes võihapet märkimisväärses koguses.

Selleks, et saaks teha kindlaid järeldusi, on vaja läbi viia veel hübriid talirukki sileerimiskatseid. Katsed tuleksid läbi viia erinevates kordustes, et saaks teostada ka andmete statistilist analüüsi.

Soovitused praktikasse

Kuna antud katse läbiviimisel olid majanduslikult piirangud, siis jäeti ära taimekaitse ja hoiti väetiste pealt kokku. Minu soovitus on mitte järgida seda tegevusviisi. Kirjanduses mainitud kõrget saaki (13,5t kuivainet ha) ei saadud. Suure tõenäosusega põhjustas selle rukki võrsumisfaasis ära jäetud umbrohutõrje ja kevadel antud vähene lämmastik (103,2 kg N/ha).

Kuigi pressi lõikenugade kasutamine raskendab paksu rukkimassi pressimist ja suurendab kütusekulu, soovitati minul kindlasti kõik noad tööasendisse jätta, et saaks kõrred võimalikult lühikeseks ja rullid võimalikult tihedaks. Lisaks soovitati võimalusel võrgu asemel kilet kasutada või panna igale rullile üks kiht kilet rohkem.

Mina soovitan rullid kohe peale pressimist põllult ära viia ja paigutada sellisesse kohta, kus need on kaitstud hiirte, metssigade ja karude eest. Lisaks on vajalik paigutada rukkisilo rullide peale linnuvõrgud või võtta kasutusele muud linde peletavad meetmed. Kui see ei ole võimalik, tuleb rullidel regulaarselt silm peal hoida ja vajadusel kilesse tekitatud auke lappida ning kahjustatud rullid eelisjärjekorras ära sööta.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Adesogan, A. T., Sollenberger, L. E., Newman, Y. C., Vendramini, J. M.** (2009). Factors affecting forage quality. Vol. 5, pp. 1-5.
- Agronom*. Hübriidrukis siloks. <https://www.agronoom.ee/2019/07/16/hubriidrukis-siloks/> (01.02.2021)
- Auerbach, H., Theobald, P.** (2020). Additive type affects fermentation, aerobic stability and mycotoxin formation during air exposure of early-cut rye (*Secale cereale* L.) silage. *Agronomy*, Vol. 10, no. 9, pp. 1432.
- Auerbach, H., Theobald, P., Kroschewski, B., Weiss, K.** (2020). Effects of Various Additives on Fermentation, Aerobic Stability and Volatile Organic Compounds in Whole-Crop Rye Silage. *Agronomy*, Vol. 10, no. 12, pp. 1873.
- Baltic Agro. Riskide maandamine rohusöötade varumisel. <https://www.balticagro.ee/1907-teravili-siloks> (12.12.2020)
- Baltic Agro. Taliviljade kevadine väetamine. <https://www.balticagro.ee/taliviljade-vaetamine> (12.12.2020)
- Basf. Talirukis. <https://www.agro.basf.ee/ee/P%C3%B5llukultuurid/Teraviljad/Rukis/Talirukis/> (15.12.2020)
- Binversie, L., Akins, M.** (2020). Rye and triticale can deliver quality forage.- *Hoards Dairyman*. <https://hoards.com/article-29091-rye-and-triticale-can-deliver-quality-forage.html> (11.01.2021).
- Borreani, G. I. O. R. G. I. O., Tabacco, E. R. N. E. S. T. O., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., Muck, R. E.** (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, Vol. 101, no. 5, pp. 3952-3979.
- Dotnuva Baltic. Rukis ja tritikale on siloks väga hea mõte!. <https://www.dotnuvabaltic.ee/uudised/rukis-ja-tritikale-siloks-vaga-hea-mote> (16.12.2020)
- Ecosy. Who invented silage?. <https://uk.ecosyl.com/silage-advice/51-who-invented-silage#> (15.01.2021)

Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll. Koolitusmaterjalid. Sõlmprobleeme lehmade söötmisel. <https://www.epj.ee/jkk/piimaveised/piimaveiste-j%C3%B5udluskontrolli-kasulik-teave/koolitusmaterjalid.html> (05.02.2021)

Geren, H. (2014). Dry matter yield and silage quality of some winter cereals harvested at different stages under Mediterranean climate conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, Vol. 19, no. 2, pp. 197-202.

Grant, A. (2020). What Is Winter Rye Grass: Growing Winter Rye As A Cover Crop. – *Gardening*. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/grains/cover-crops/winter-rye-grass-growing.htm> (10.01.2021).

Heuzé V., Tran G., Nozière P. (2015). *Rye forage*. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/385> (27.12.2020).

Junior, J. C. H., Neumann, M., Rampim, L., Venancio, B. J., Plodoviski, D. C., de Souza Sidor, F., Moresco, E. M. (2020). Losses, chemical composition and aerobic stability of rye silage cv. Temprano subjected to different pre-flowering cuttings with or without fungicide. *Semina: Ciências Agrárias*, Vol. 41, no. 5, pp. 1705-1718.

Kevili põllumajandus ühistu. Seemnete puhtimine. <https://www.kevili.ee/polluinfo/125-seemnete-puhtimine> (16.12.2020)

Kim, J. D., Kwon, C. H., Shin, C. N., Kim, C. H., & Kim, D. A. (2005). Effect of location, year and variety on forage yield and quality of winter rye. *Asian-australasian journal of animal sciences*, Vol. 18, no. 7, pp. 997-1002.

Kim, J. G., Chung, E. S., Seo, S., Ham, J. S., Kang, W. S., Kim, D. A. (2001). Effects of maturity at harvest and wilting days on quality of round baled rye silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 14, no. 9, pp. 1233-1237.

Mes nõuandeteenistus. Külv. <https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/teraviljakasvatus/taliteraviljad/kulv/> (12.12.2020)

Mes nõuandeteenistus. Talirukis. <https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/teraviljakasvatus/taliteraviljad/talirukis/> (12.12.2020)

Oilseeds. Millist väetist vajavad meie põllukultuurid?. <https://oilseeds.ee/et/millist-vaetist-vajavad-meie-pollukultuurid> (14.12.2020)

- Park, H. S., Lee, S. H., Choi, K. C., Lim, Y. C., Kim, J. H., Lee, K. W., Choi, G. J.** (2014). Prediction of the chemical composition and fermentation parameters of winter rye silages by near infrared spectroscopy. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol. 34, no. 3, pp. 209-213.
- Penu, P.** (2006). Eesti muldadest põllumehele. K - Rähksed rendsiinad. Ko - Leostunud mullad. Kl - Leetjad mullad. LP - Näivleetunud (kahkjad) mullad. Lk - Leetunud mullad. G – Gleimullad. Lk 10-20.
- Sooväli, P., Kann, L.** (2018). Põllukultuuride kahjustajad ja nende tõrje. Lk 12-39.
- Srigopalram, S., Ilavenil, S., Kuppusamy, P., Yoon, Y. H., Kim, W. H., Choi, K. C.** (2017). Silages of Rye Harvested at Different Stages: A Study on Microbial Inoculants Responses in Improving Rye Silage Fermentation Quality. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol. 37, no. 3, pp. 189-194.
- Wallsten, J.** (2008). Whole-crop cereals in dairy production. Vol 56, pp. 24.

LISAD

Lisa 1 Aama Agro OÜ kasutuses olevad hooned

Nr EE15293



Nr EE12058



Lisa 2 pildid hübriid talirukki KWS Daniello kasvufaasidest

8. september

Makrostaadium

1. Lehe areng
BBCH-11
Esimese
lehe
staadium:
esimene
leht
avanenud,
teise lehe
tipp nähtav



16. Mai

Makrostaadium

3. Kõrsumine

BBCH- 32 Teise
sõlme staadium:
teine sõlm
märgatav, vähemalt
2 cm
kaugusel esimesest
sõlmest



Lisa 2 järg

28.Mai

Makrostaadium 5
Loomine

BBCH-55
Pea/pöörise
loomise keskpaik:
1/2 peast on veel
viljatupes



16. juuni

Makrostaadium 6
Õitsemine

BBCH- 65
Õitsemise
keskpaik: 50%
valminud
tolmukaid



Lisa 2 järg

15.juuli

Makrostaadium
7. Terise
moodustumine

85

Taigenküpsus:
konsistents veel
pehme, aga
kuiv.
Sõrmeküüinega
purustatav



Lisa 3 Aama Agro OÜ siloproovid, mis on võetud 30. novembril 2020

Analiüsi nr.	2798 Silo	2799 Hernesilo	2800 Rukkisilo 1	2801 Rukkisilo 3	2802 Rukkisilo 2	Hea rohusilo kuiv- ainega 40-50%	Hea rohusilo kuiv- ainega 30-35%
Hoidla	Otsa taga 3.niide		Ilma	SiloSol ve FC	BioDry		
Kuivaine, %	19,5	18,8	35,9	40,7	34,9		
Sööda kuivaines:							
Toorproteiin, %	11,8	15,8	4,9	6,3	5,0	14-17	14-17
Toortuhk, %	11,2	6,5	3,5	3,7	4,6	<10	<10
Toorkiud, %	27,8	26,1	40,4	31,7	31,8		
Toorrasv, %	3,6	3,3	1,7	2,1	2,1		
N-ta e-a., %	45,6	48,3	50,0	56,2	56,5		
Kaltsium, g/kg	7,0	12,0	1,8	2,1	2,1		
Fosfor, g/kg	2,2	2,8	2,0	1,2	2,4		
Kaalium, g/kg							
Mäletsejatele							
Metaboliseeruv energia, MJ/kg	8,8	9,6	6,5	8,1	8,0	>9,4	>9,4
Metaboliseeruv proteiin, g/kg	70	78	52	63	61		
Vatsa proteiini bilanss, g/kg	-1	24	-39	-44	-53		
Orgaanilise aine seeduvus, %	63	65	44	54	54		
Etanool, g/kg	5	5	2	3	4	<10	<10
Äädikhape, g/kg	16	10	23	15	20	5-20	<20
Propioonhape, g/kg	0	0	1	0	0	<1	<1
Iso- ja palderjanhape, g/kg	0	0	0	0	0	0	0
Võihape, g/kg	0	0	0	0	1,2	<0,5	<0,5
Piimhape, g/kg	45	39	9	32	25	20-40	<70
Kokku happeid	61	49	33	47	46	25-60	50-100
1,2-propaandiool, g/kg	0	0	13	5	8		
2,3-butaandiool, g/kg	1	1	1	0	9		
Söödas:							
pH	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,7-5,0	4,2-4,3
Ammoniaak-N üld N-st, %	5,6	3,1	2,7	6,8	5,9	<10	<10
Zearalenoon, ppb							
Deoksiinivalenool, ppb							

Lisa 4 Aama Agro OÜ kordus siloproovid, mis on võetud 21. veebruaril 2021

Analiüsi nr.	638 Hernesilo	639 Rukkisilo 3	640 Silo	641 Rukkisilo 1	642 Rukkisilo 2	Hea rohusil o kuiv- ainega 40- 50%	Hea rohusil o kuiv- ainega 30- 35%
Hoidla		Silosolve FC	Otsa taga 1. niide	ilma	BioDr. y		
Kuivaine, %	19,9	42,9	32,8	37,8	43,2		
Sööda kuivaines:							
Toorproteiin, %	17,5	7,2	13,9	4,8	6,8	14-17	14-17
Toortuhk, %	8,8	4,5	8,0	3,7	4,7	<10	<10
Toorkiud, %	19,3	32,1	26,6	32,4	26,6		
Toorrasv, %	3,4	2,5	3,8	3,0	2,5		
N-ta e-a., %	51,1	53,7	47,7	56,1	59,4		
Kaltsium, g/kg	10,5	2,9	7,6	2,0	4,0		
Fosfor, g/kg	3,4	3,1	2,4	2,2	2,6		
Kaalium, g/kg							
Mäletsejatele							
Metaboliseeruv energia, MJ/kg	9,5	9,3	9,5	9,1	9,2	>9,4	>9,4
Metaboliseeruv proteiin, g/kg	79	71	76	67	71		
Vatsa proteiini bilanss, g/kg	40	-48	8	-65	-52		
Orgaanilise aine seeduvus, %	66	63	64	61	63		
Etanool, g/kg	5	6	10	7	11	<10	<10
Äädikhape, g/kg	17	11	8	22	7	5-20	<20
Propioonhape, g/kg	0	0	0	0	0	<1	<1
Iso- ja palderjanhape, g/kg	0	0	0	0	0	0	0
Võihape, g/kg	0	0,3	0	0	4,1	<0,5	<0,5
Piimhape, g/kg	55	14	35	12	15	20-40	<70
Kokku happeid	72	25	43	34	26	25-60	50-100
1,2-propaandiool, g/kg	1	2	0	12	0		
2,3-butaandiool, g/kg	1	1	1	0	3		
Söödas:							
pH	4,3	4,6	4,6	4,3	4,6	4,7-5,0	4,2-4,3
Ammoniaak-N üld N-st, %	3,1	4,6	2,3	2,8	2,6	<10	<10
Zearalenoon, ppb							
Deoksüniivalenool, ppb							

Lisa 5 lihtlitsents

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

Mina, Kustas Seimann,
(sünnipäev 28/12/1996, 39612282016)

annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Hübriid talirukki rullisilo kvaliteet, mille juhendaja on dotsent Are Selge, salvestamiseks säilitamise eesmärgil, digiarhiivi DSpace lisamiseks ja veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

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 _____
allkiri

Tartu, 20.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ 20.05.2021 _____
(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

_____ _____
(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)