

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

SÄILÖREHUN SÄILÖNNÄLLISEN LAADUN VAIKUTUKSET

TEKIJÄT Väisänen Juho
Nyssönen Vili-Kalle

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Juho Väisänen ja Vili-Kalle Nyysönen	
Työn nimi Säilörehun säilönnällisen laadun vaikutukset	
Päiväys 9.5.2024	Sivumäärä/Liitteet 40/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Nautasuomi Oy	
Tiivistelmä <p>Huonosti säilyneellä säilörehulla on suuri vaikutus maidon tuotokseen ja tilan talouteen. Huonosti säilynyt säilörehu voi aiheuttaa eläinten terveyteen ongelmia. Lisäksi se voi vaikuttaa maidon laatuun. Huonosti säilynyt säilörehu aiheuttaa ylimääräistä työtä, kun hukkarehua syntyy aiempaa enemmän ja karjan tarkkailuun kuluu entistä enemmän aikaa. Huonosti säilynyttä säilörehua on vaikea korjata. Siksi säilörehu onkin yksi lypsykarjan tilan tärkein tukipilari.</p> <p>Työ oli tutkimustyö. Työssä selvitettiin huonosti säilyneen säilörehun vaikutuksia lypsykarjaan. Toimeksiantaja oli Nautasuomi Oy. Työssä haastateltiin viljelijöitä, joilla oli ollut ongelmia säilörehun säilönnän kanssa. Lisäksi haastateltiin asiantuntijoita, ja näiden haastattelujen perusteella luotiin kaksi tietokorttia.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin teemahaastattelumenetelmää. Työssä haastateltiin kahta viljelijää ja yhtä asiantuntijaa. Viljelijöiden haastatteluilla pyrittiin selvittämään, miksi säilörehun säilöntä ei ollut onnistunut. Lisäksi käytiin läpi säilörehuvarastot. Asiantuntijalta selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttavat säilöntäaineen valintaan ja käyttöön eri korjuumenetelmissä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena valmistui kaksi tietokorttia. Tietokorteissa esiteltiin eri pumppujen ominaisuuksia sekä suuttimien eroja ja sijoittamista. Lisäksi tietokorteissa annettiin käytännön vinkkejä säilönnästä. Tavoitteena oli saada mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä tietokortti. Tietokortit tulevat toimeksiantajan vapaaseen käyttöön. Sitä saa jakaa viljelijöille. Tietokortti soveltuu parhaiten niille, jotka haluavat lisätietoa säilöntäaineista ja niiden eri vaikutuksista.</p>	
Avainsanat säilörehu, käyminen, säilöntäaineet, muurahaishappo	

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author(s) Juho Väisänen and Vili-Kalle Nyysönen	
Title of Thesis The effect of silage fermentation	
Date 9. May 2024	Pages/Appendices 40/4
Client Organisation /Partners Nautasuomi Oy	
<p>Abstract:</p> <p>Poorly preserved silage has a great impact on milk yields and farm economy. It may have a negative impact on the health of the animals on the farm and it can affect the quality of the milk. Poorly preserved silage will result in additional work because of the increased waste silage and herd monitoring. Poorly preserved silage is challenging to fix. That's why silage is one of the main pillars of a dairy farm.</p> <p>The work was a research project investigating the effects of poorly preserved silage on dairy cattle. The client was Nautasuomi Oy. Farmers who had experienced problems with poorly preserved silage, were interviewed along with experts. Based on these interviews, fact sheets were created.</p> <p>The research utilized a theme interview method, interviewing two farmers and one expert. The farmer interviews aimed to find out why silage preservation was unsuccessful. During the farmer interviews, the silage storages were also inspected to find out if anything was impacting the quality of the silage. The expert was interviewed to understand factors influencing the choice and use of preservatives in different harvesting and storing methods.</p> <p>As a result, two fact sheets were made. These sheets included the features of different pump types as well as the differences and placement of nozzles. The fact sheets also had practical tips on preservation on a dairy farm. The goal for the sheets was to make them simple and easy to read for farmers and silage contractors. They will be free to use for the client and easily distributed to farmers. Fact sheets are most suitable for farmers seeking more information on silage preservation and its effects.</p>	
<p>Keywords silage, fermentation, silage preservatives, formic acid</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SÄILÖNTÄPROSESSI	7
3	SÄILÖNTÄAINEET	8
3.1	Happosäilöntä	8
3.2	Biologinen säilöntä	10
3.3	Kemialliset säilöntäaineet	10
4	VARASTOINTI	12
4.1	Laakasiilo	13
4.2	Auma	13
4.3	Pyöröpaali	14
4.4	Tornisiilo	15
4.5	Tuubi	16
5	MUITA SÄILÖNNÄLLISEEN LAATUUN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.....	17
5.1	Rehunkorjuussa vaikuttavat tekijät.....	17
5.2	Laakasiilossa ja aumassa tiivistäminen	18
5.3	Rehunkorjuun jälkeen vaikuttavat tekijät	19
6	SÄILÖNNÄLLISEN LAADUN ARVIOINTI.....	21
7	TYÖN KUVAUS JA TAVOITE.....	24
8	TIETOKORTIT	25
9	EETTISET JA LUOTETTAVUUSKYSYMYKSET	26
10	KOHDETILAT	27
10.1	Kohdetila 1	27
10.1.1	Lämpökamerakuvaus	28
10.1.2	Ruokinta	29
10.1.3	Tuotos	30
10.2	Kohdetila 2	30
10.2.1	Lämpökamerakuvaus	31
10.2.2	Ruokinta	32
10.2.3	Tuotos	33
11	HAASTATTELUJEN TULOKSET	34
12	POHDINTA.....	35

LÄHTEET	37
LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET	41
LIITE 2: ASiantuntijahaastattelu.....	42
LIITE 3: TIETOKORTTI: ONNISTU SÄILÖNNÄSSÄ!	44
LIITE 4: TIETOKORTTI: SÄILÖNTÄAINEELLA ON VÄLIÄ!.....	45

KUVALUETTELO

KUVA 1. Säilöntäprosessin vaiheet (AIV julkaisuaika tuntematon).....	7
KUVA 2. Happosäilöntäaineiden vertailutaulukko (AIV julkaisuaika tuntematon)	9
KUVA 3. Säilörehuhävikki (Sirkjärvi 2012)	12
KUVA 4. Säilörehuauma (Lehtomäki 2024).....	14
KUVA 5. Säilörehupaali (Nykänen 2024)	14
KUVA 6. Rehutorni (Hämäläinen 2024)	15
KUVA 7. Rehun purkulaitteisto (Hämäläinen 2024)	16
KUVA 8. Säilörehutuubi (Korva, OSK Pohjolan Maito 2024)	16
KUVA 9. Noukinvaunu keräämässä esikuivattua säilörehua (Joost Bakker 2009).....	17
KUVA 10. Ajosilppuri (Scarth 2003)	18
KUVA 11. Säilörehuanalyysi	21
KUVA 12. Säilörehun tavoite-pH-arvot eri kuiva-ainepitoisuuksille (Huuskonen ym. 2020, 16)	22
KUVA 13. Lämpökamerakuvia laakasiilosta (Nyyssönen 2024)	28
KUVA 14. Lämpökamerakuvia rehuaumasta (Nyyssönen 2024)	28
KUVA 15. Kuivempi rehuauma (Nyyssönen 2024).....	31
KUVA 16. Kosteampi rehuauma (Nyyssönen 2024)	32

1 JOHDANTO

Korkealaatuisella säilörehulla lehmien maidontuotanto on runsasta ja edullista. Ruokinnallisen laadun lisäksi eläinten terveyteen ja maidon laatuun vaikuttaa myös säilönnällinen laatu. (Farmit 2010.) Säilönnällisellä laadulla on vaikutusta edellä mainittujen lisäksi eläinliikenteeseen sekä lypsyaktiivisuuden (Nyholm 2015). Vertailtaessa maitotuotoksia puhutaan yleensä energiakorjatun maidon määrästä (EKM). EKM määrittää maidon energiamäärän maidon, rasvan ja proteiinin perusteella. Rasvan määrä EKM-laskukaavassa on 3,5 % ja proteiinin 3,2 %. (Pretz 2021.)

Säilörehun laadullisesti merkittävin tekijä on sulavuus eli D-arvo. Se kuvastaa rehun energiapitoisuutta eli muuntokelpoista energiaa (ME). Mitä korkeampi on rehun D-arvo, sitä korkeampi on sen energiapitoisuus. (Tahvola julkaisuaika tuntematon.) Rehun sulavuuteen voi yrittäjä itse vaikuttaa korjuuajankohdalla ja lajikevalikoimalla riippuen siitä, mitä eläimiä rehulla aiotaan ruokkia. Yrittäjä voi vaikuttaa rehun laatuun myös huolehtimalla hyvästä hygieniasta, kuten pitämällä esimerkiksi laakasiilot puhtaana ennen kuin sinne säilötään uutta rehua. Pilaantunut rehu tai turha lika aiheuttaa aina säilönnässä haitallisia bakteereja säilörehuun. (Moisio & Heikonen 1992, 92.)

Sulavuuden lisäksi toinen huomioitava tekijä tuotannossa on säilönnällinen laatu. Korjuuajankohdan tavoitteesta myöhästymisen pystyy korjaamaan ruokintavaiheessa. Korjuun myöhästymisestä johtuvaa matalaa energiatasoa voidaan ruokinnassa parantaa lisäämällä väkirehua tiettyyn pisteeseen asti. Säilönnällistä laatua ei ole mahdollista paikata jälkepäin, mutta sitä voidaan yrittää parantaa erilaisilla toksiinisieppareilla. Tästä syystä onnistuneeseen säilöntään tulee panostaa huolella, jotta edellytykset onnistuneeseen säilöntään täyttyvät. (Nyholm 2015.)

Opinnäytetyössä tutkitaan huonosti säilyneen säilörehun vaikutuksia suomalaisilla lypsykarjatililla. Työn toimeksiantajana toimii Nautasuomi Oy, ja yhteyshenkilönä on Leea Holmi. Opinnäytetyön aihe saatiin Nautasuomelta. Aihe on kiinnostava molemmille työn tekijöille, koska opinnäytetyöstä on hyötyä tulevaisuuden ammattiteissa. Samasta aiheesta on tehty maisteritason tutkimus, mutta siitä ei ole saatu selkeitä tuloksia puutteellisen aiheenrajauksen vuoksi. Tämän vuoksi haluttiinkin luoda kattava selvityksen säilörehun säilönnälliseen laatuun vaikuttavista tekijöistä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda niin viljelijöiden kuin urakoitsijoidenkin käyttöön tietokortteja, joissa olisi konkreettisia esimerkkejä erilaisista säilöntämenetelmistä. Tietokorteissa kerrotaan, miten säilörehun säilönnässä onnistuttaisiin paremmin. Suomessa säilörehu-urakoinnin määrä on lisääntynyt alueittain tilakokojen keskimääräisen kasvun myötä (Mäki 2013). Tilojen kasvun myötä myös rehumassat kasvavat lisääntyneen peltopinta-alan myötä. Urakoitsijoita käytetään myös laajalti säilörehun korjuussa, ja urakoitsijoilla on tarkat aikataulut. Urakoitsijoilla riskinä on se, että säilöntäainetta ei saada kiireen vuoksi tarpeeksi säilörehun sekaan. Tässä työssä keskitytään ainoastaan tavanomaisesti tuotettujen nurmisäilörehujen säilöntään. Tavoitteena on saada konkreettisia esimerkkejä 3–6 esimerkkitalta, joiden pohjalta laaditaan erilaisien tuloksien mukaan tietokortit. Säilöntäoppaan tarkoituksena on mahdollistaa entistä onnistuneempi säilörehun säilöntä.

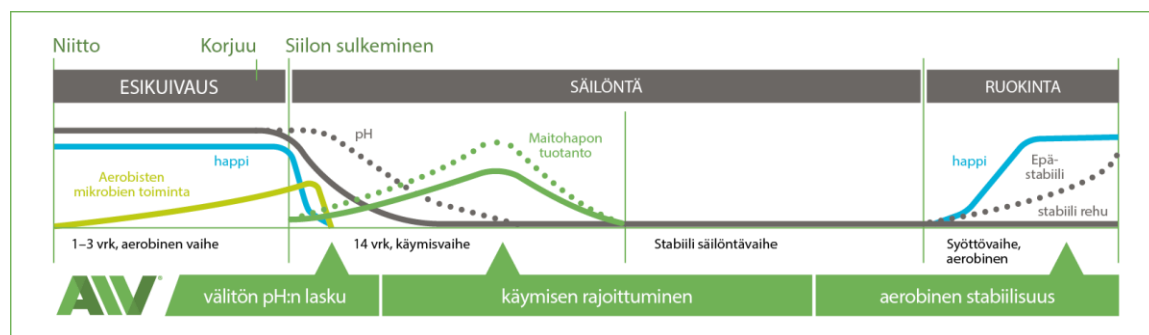
2 SÄILÖNTÄPROSESSI

Rehun säilöntäprosessi jaetaan neljään vaiheeseen: aerobiseen, käymiseen, stabiiliin säilöntään ja syöttövaiheeseen (kuva 1). Ensimmäisessä vaiheessa säilörehu on aerobinen, eli siinä on happea. Kasvit ja aerobiset mikrobit kuluttavat happea pois, jolloin muodostuu vettä sekä hiilidioksidia. Aerobisen vaiheen aikana pH ei laske normaalista 6–6,5, ja se voi kestää parista tunnista useisiin päiviin. Jos vaihe kestää normaalia pidempään, syntyy rehuun paljon hiilidioksidia ja vettä. Lisäksi rehu lämpenee sokerien palaessa. Ylimääräinen syntyvä vesi hidastaa pH:n madaltumista, koska rehun puskurikapasiteetti kasvaa. (Huuskonen ym. 2020, 9.)

Kun happea ei ole enää rehumassassa, alkaa käymisvaihe. Käymisvaiheen pituus vaihtelee parista päivästä, jopa useisiin viikkoihin säilöntämenetelmän mukaan. Biologista säilöntää käytettäessä rehun täytyy olla riittävän lämmintä, jotta prosessi käynnistyy. (Huuskonen ym. 2020, 9.) Käymisvaiheessa rehun pH laskee noin 4:ään maitohappobakteerien tuottamien maitohappojen avulla (Hankkija julkaisuaika tuntematon a). Säilörehu ei huonone niin kauan, kun käyminen tapahtuu hapettomassa olosuhteessa. Käymisvaiheessa bakteerit muuttavat kasvin sokereita käymishapoiksi, jotka ovat pääasiassa maitohappoja. Maitohapon tehtävä on alentaa rehun pH-arvoa. (Piltz & Kaiser 2004, 26.)

Stabiloituminen tapahtuu 3–4 viikon sisällä, eikä rehu muutu syöttövaiheeseen asti (Hankkija julkaisuaika tuntematon a). Biologinen toiminta käymisvaiheessa hidastuu tai jopa pysähtyy, riippuen rehun happamuudesta ja mikrobin kyvystä toimia olosuhteessa. Tämä ei kuitenkaan ole ikuinen vaihe, sillä rehun stabiloitumiseen vaikuttavat monet tekijät. (Huuskonen ym. 2020, 9.)

Viimeistään syöttövaiheessa rehuvarasto altistuu hapelle, jolloin stabiilivaihe loppuu. Tämä voi tapahtua jo varastoitaessa, jos varasto rikkoontuu. Kun rehuun pääsee happea alkaa rehu pilaantumaan mikrobien, kuten homeiden ja hiivojen takia. Nämä hajottavat maitohappoa, jonka seurauksena pH nousee, sekä rehu alkaa lämmetä. Lämpötilan nouseminen luo rehuun hyvät olosuhteet mikrobeille, jolloin niiden määrä lisääntyy. Säilönnällisen laadun putoaminen ja ravintoainetappiot syntyvät herkästi syöttövaiheessa jälkilämpenemisen takia. Jälkilämpenemisessä rehun valkuainen hajoaa ammoniakkitypeksi ja liukoiseksi typeksi. Rehun lämpötilan noustessa yli 35°C alkaa ns. mailard reaktio, jossa aminohapot muodostavat sidoksia hiilihydraattien kanssa. Sen seurauksena rehun proteiinien sulavuus heikkenee ja rehun valkuaisista menetetään. (Huuskonen ym. 2020, 9, 25.)



KUVA 1. Säilöntäprosessin vaiheet (AIV julkaisuaika tuntematon a)

3 SÄILÖNTÄAINEET

Hukkarehu on erittäin suuri taloudellinen kustannus tiloilla. Hukkarehun rajoittaminen on helpointa käyttämällä säilöntäaineita. Korkealaatuista säilörehua tavoitellessa säilöntäaineet auttavat merkittävästi rehun käymiseen ja laatuun. (Agriland 2017.) Säilörehun säilöntälaadulla on vaikutuksia maidonpitoisuuksiin, tuotokseen ja laatuun. Lisäksi se vaikuttaa myös eläinliikenteeseen, terveyteen ja lypsyaktiivisuuteen. Säilörehun säilöntälaatua ei pysty korjaamaan epäonnistumisessa, toisin kuin sulavuutta voidaan korjata tiettyyn pisteeseen asti. Epäonnistuneesti säilötty rehu ei maistu lehmille ja voi pahimmillaan olla syöttökelvotonta. (Nyholm 2015.)

Rehun säilönnässä on säilöntämenetelmästä riippumattomia pH:n laskua heikentäviä tekijöitä. Kuiva-ainepitoisuus on oleellisin tekijä, sillä vesi toimii puskurina, jolloin säilöntäainetta vaaditaan enemmän. Veden pH on kasvinestettä korkeampi. Rehun raakavalkuaispitoisuus vaikuttaa pH-arvoon, koska ammoniakkia syntyy valkuaisen hajotessa. Ammoniakki on emäksinen ja neutraloi happoja. Palkokasvien osuus nurmiseoksesta vaikuttaa säilöntään, niiden korkean kalsiumpitoisuuden takia. Kasvien kalsiumyhdisteet neutraloivat happoja. (Huuskonen ym. 2020, 10.) Olennaisinta rehunsäilönnän onnistumisen kannalta on säilönnän hapettomuus (Farmit 2012).

Jotta säilörehun pH alkaa laskemaan tarvitaan maitohappokäymistä. Maitohappobakteerit taas tarvitsevat käymiseen rehun sokereita. (Moisio & Heikonen 1992, 65.) Säilörehun sokeripitoisuus onkin selvä merkki siitä, miten hyvin säilönnässä on onnistuttu. Mitä pienempi sokeripitoisuus, sitä huonommin säilöntä on onnistunut, ja mitä suurempi, sitä paremmin säilönnässä on onnistuttu. Hyvässä säilörehussa sokeria on yli 50 g/kg ka. (AIV 2018.)

3.1 Haposäilöntä

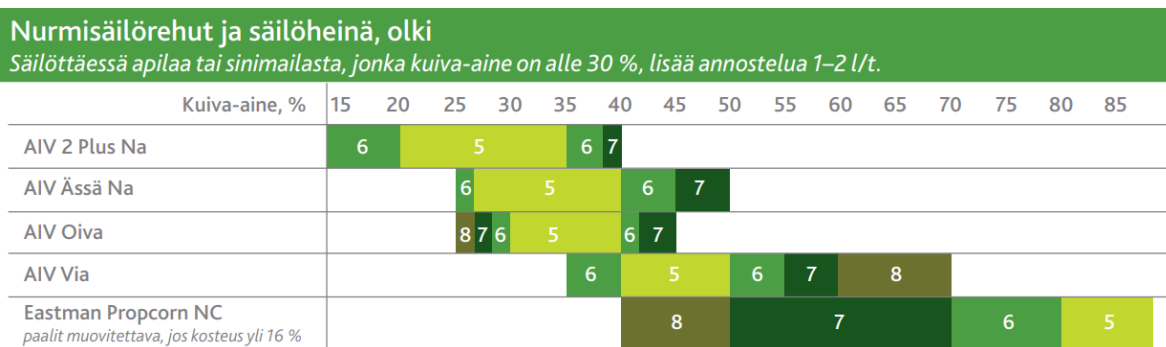
Haposäilönnässä korjattavan säilörehun sekaan lisätään pH:n alenemista nopeuttavia happoja, kuten muurahaihappoa. Tavoitteena on laskea säilörehun pH alle 4,2, jotta haitallista käymistä säilönnän aikana ei pääsisi tapahtumaan. Hyvin onnistuneen haposäilönnän merkkejä on se, kun mikrobikäymisen haitallisia mikrobeja muodostuu vähän ja rehun sokeripitoisuus putoaa vähän. Säilöntämenetelmästä riippumatta on hyvä huomioida niin sanottu kolmen H:n menetelmä: happamuus, hapettomuus ja hygienia. (Huuskonen ym. 2020, 8.)

Säilöntäaineella on tarkoitus estää haitallisia käymisiä säilörehussa, kuten voi-happoa hiivoja ja homeita (Anttila, Niskanen, Palva, Puumala & Vallinohovi 2014). Säilörehua ei kannata korjata liian märkänä, koska käymisessä vesi toimii puskurina pH:n alenemiselle, eikä tavoiteltuun alenemiseen välttämättä päästä halutussa ajassa tai pH ei alene tarpeeksi tavoitellussa ajassa. Onnistuneessa säilönnässä rehun säilötään hapettomassa tilassa, happo on onnistuneesti suunnattu tasaisesti korjatun rehun rehumassaan ja sitä on levitetty korjattuun rehuun oikea määrä suhteutettuna kuormaan ja kuiva-aineeseen. Sopiva säilöntäaine valitaan rehun kuiva-aineen mukaan. Lisäksi onnistunut tiivistäminen, nopea sekä huolellinen peittäminen ja painotus estävät säilönnän aikana mahdollisesti tapahtuvaa virhekäymistä. Haposäilönnälle ei ole laadullisia vaatimuksia, koska hapon määrää pystytään suhteuttamaan korjattavan rehun kosteuden mukaan sekä viljellyn kasvin mukaisesti. (Huuskonen ym. 2020, 11.)

Haasteena säilörehukorjuussa voi olla hapon riittävyys korjatulle rehulle, säilörehun tiivistyminen sekä käytetyn hapon tasainen levittyminen rehumassaan. Liian märkää rehua korjattaessa kuormien painoissa tulee helposti virhearvioita, jolloin käytettyä happoa ei välttämättä ole rehumassassa riittävästi. (Huuskonen ym. 2020, 10.) Märkä rehu lisää puristenesteen määrää, minkä mukana rehusta häviää ravinteita, ja se puolestaan heikentää rehun laatua. Hapotuksen kanssa täytyy olla tarkkana, ettei happoa mene liikaa, koska se vähentää säilörehun syöntiä ja samalla lisää tuotantokustannuksia. Tavoiteltu arvo olisi 4,0–5,9 l/rehutonni. (Anttila ym. 2014.)

Oikean hapon valitsemiseen vaikuttaa kyseessä oleva rehulajike sekä rehun kuiva-ainepitoisuus. Oikea hapon käyttömäärä ja eri happojen suositeltu kuiva-aineprosentti löytyy erilaisista vertailutaulukoista (kuva 2). Kuiva-aineprosentti vaikuttaa oleellisesti säilönnän onnistumiseen. Esimerkiksi (kuva 2) AIV 2 Plus Na -happoa voidaan käyttää, kun kuiva-aineprosentti on 15–40. Jos nurmisäilörehun kuiva-aineprosentti on esimerkiksi 25 prosenttia, suositeltu käyttömäärä tällöin 5 litraa per rehutonni. Apilaa tai sinimailasta säilöittäessä lisätään käyttömäärää 1–2 litralla per rehutonni, eli tässä tapauksessa suositeltu käyttömäärä olisi 6–7 litraa per rehutonni. (AIV 2023.)

Vertailukuvan lisäksi haposäilöntään löytyy myös Hankkijalta Prima, jonka käytössä säilörehun suositeltu kuiva-aineprosentti on 25–40 prosenttia. Säilörehussa käyttömäärä heinäkasveille, apilalle ja kokoviljalle 5 litraa per rehutonni. Erittäin märissä olosuhteissa käyttömäärää lisätään 1–2 litralla per rehutonni. (Hankkija julkaisuaika tuntematon b.) Säilöntätavasta riippumatta kuiva-aineen tulisi olla minimissään 25 prosenttia. Säilörehun säilöntä, jonka kuiva-aine on alle 25 prosenttia, tulee kalliiksi suuren säilöntäaineen käytön vuoksi, ja onnistunut säilöntä on haastavampaa liian kostealla rehulla. (Huuskonen ym. 2020, 11.)



KUVA 2. Haposäilöntäaineiden vertailutaulukko (AIV 2023)

Haposäilönnässä voidaan käyttää myös propionihappo pohjaisia säilöntäaineita. Esimerkiksi AIV Ässä NA sisältää propionihappoa, joka vähentää rehun jälkilämpenemisriskiä. Sen vuoksi propionihappoa sisältävät säilöntäaineet sopivat kuiville rehuille. AIV Ässä Na sisältää 58 % muurahaishappoa, 20 % propionihappoa, 2,5 % kaliumsorbaattia ja 5,2 % natriumformiaattia. Natriumformiaatti vähentää koneiden syöpymistä. (AIV julkaisuaika tuntematon b.)

3.2 Biologinen säilöntä

Biologisessa säilöntämenetelmässä säilörehun säilöntä perustuu maitohappokäymiseen. Säilörehussa maitohappobakteereja syntyy luonnostaankin, minkä vuoksi menetelmää kutsutaan biologiseksi säilönnäksi. Kasvien pinnassa on maitohappobakteerien lisäksi myös säilöntää pilaavia tekijöitä, kuten voihappobakteereita, hiivoja ja erilaisia homeita. Säilönnän onnistumista tuetaan biologisilla säilöntäaineilla, jotka sisältävät maitohappobakteereja. (Huuskonen ym. 2020, 11.) Tarkoituksena biologisessa säilönnässä on kasvattaa heterofermentatiivisten bakteerien määrää nopeasti, mikä estää enterobakteerien kasvua (Lantmännen 2020). Enterobakteerit tuottavat ammoniakkihappoa, mikä hidastaa pH:n alentumista (Perälä 2015). Kun nopea heterofermentatiivisten bakteerien kasvu on onnistunut, maitohapon kasvun määrä nousee ja pH laskee nopeasti (Lantmännen 2020).

Maitohappobakteerit voidaan luokitella kahteen pääryhmään: homofermentatiivisiin ja heterofermentatiivisiin bakteereihin. Molemmat pääryhmistä tuottavat maitohappoa, joka taas laskee rehun pH:ta. Homofermentatiivinen maitohappobakteeri tuottaa maitohappoa käymisreaktion tuotteena. (Cornellin julkaisuaika tuntematon.) Heterofermentatiivinen muodostaa maitohapon lisäksi myös etikka- ja propionihappoa (Huuskonen ym. 2020, 12). Bonsilaget ovat Suomessa suosittuja biologisia säilöntäaineita. Niissä käytetään käyttökohteen mukaan joko homo- tai heterofermentatiivisia maitohappobakteereita tai sitten molempia. Biologisessa säilönnässä säilöntäaineen sekaan voidaan lisätä entsyymejä, joka lisää sokereiden määrää säilörehussa ja täten turvaa maitohappokäymisen. (Huuskonen ym. 2020, 13.)

Rehun oman sokerin määrä ohjaa käymistä todella paljon. Kun rehu niitetään, se kuivaa pellolla. Kun vesi haihtuu, nousee kasvin omien sokerien osuus. Kun sokereita on paljon, on maitohappokäymiselle mahdollisuuksia. Jos kuitenkin sokerien määrä rehussa on vähäinen, on se silloin rajoittava tekijä riittävässä maitohappokäymisessä. Biologisessa säilönnässä säilörehun kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla vähintään 30 %. (Perälä 2015.) Biologisen säilönnän etu haposäilöntään on, ettei se syövytä koneita, jolloin kustannukset huoltojen ja konehankintojen osalta ovat pienemmät (Oinonen 2015). Biologiset säilöntäaineet ovat myös yleensä edullisempia haposäilöntäaineisiin verrattuna. Säilörehun ollessa märkää on biologisilla säilömisessä riski, koska sokerin osuus pienenee. (Perälä 2015.)

3.3 Kemialliset säilöntäaineet

Kemiallisessa säilönnässä käytetään natriumnitriitti pohjaisia kemikaaleja parantamaan rehun maitohappokäymistä. Natriumnitriitti parantaa maitohappokäymistä estämällä haitallisten bakteerien ja hiivojen kasvun, kuten listeriat, enterobakteerit ja klostridit jotka muodostavat voihappoa. (Anttila-Lindeman 2020.) Natriumnitriitti pohjaiset kemikaalit eivät kuitenkaan itsessään laske rehun pH:ta. Etuna kemiallisen säilönnän tuotteissa on myös se, että niitä voidaan käyttää yhdessä biologisen säilönnän kanssa, ja maitohappobakteerit toimivat hyvin nitriittipohjaisten kemikaalien kanssa. (Huuskonen ym. 2020, 13.)

Natriumnitriitti pohjaisia säilöntäaineita tarjoaa esimerkiksi Lakkapään Säilömix ja Finlacticon Säilöx, joista jälkimmäisestä on saatavilla useita eri variantteja. Säilöissä vaikuttavina aineina ovat natriumnitriitti, natriumpropionaatti, kaliumsorbaatti ja natriumbentsoaatti. Natriumbentsoaatti ja natriumpropionaatti ehkäisevät jälkilämpenemistä, sillä ne parantavat säilörehun aerobista säilyvyyttä. (Finlactic julkaisuaika tuntematon.)

4 VARASTOINTI

Säilörehun varastointiin on useita eri tapoja. Käytössä on laakasiiloja, rehuaumoja, rehutorneja, rehutubeja ja rehupaaleja. Suomessa eniten käytetään joko laakasiiloa tai pyöröpaaleja. (Nyholm & Seppälä 2019.) Laakasiiloissa ja aumoissa rehu suojataan aumamuovilla. Aumamuovin alle voidaan käyttää happisulkuaumakalvoa tai vakuumimuovia. Vakuumikalvo myötäilee tiivistetyn säilörehun epätasaisia pintoja, jolloin sinne jää vähemmän ilmataskuja. Happisulkuaumakalvo myötäilee pintaa, mutta myös estää hapen läpäisyn EVOH-muovilla. EVOH on polymeerin, etyleenin ja vinyylialkoholin yhdiste ja siitä puhalletaan viisi kerrosta yhteen muoviin. (Kärki-Agri julkaisuaika tuntematon.) Pyöröpaalien käärintäkalvot ovat valmistettu LDPE muovista. (Agroshop julkaisuaika tuntematon.) Niissä on hyvä liimaantuvuus ja pieni hapenläpäisykyky (Finnlacto julkaisuaika tuntematon).

Varastoinnissa syntyy aina hävikkiä kaasumaisena, pintahävikkinä ja puristenesteinä (kuva 3). Kaasumaiset tappiot johtuvat rehun hengittämisestä, maitohappo- ja voi happokäymisestä. Maitohappokäymisen merkittävyys on huomattavasti pienempi kuin voi happokäymisen. Pintahävikkiä syntyy rehun pilaantuneissa osissa, joihin on päässyt happea. Pintahävikki on yleensä suurempaa, kuin miltä se näyttää. (Sirkjärvi 2012.)

Varastotyyppi	Kuiva-aine (g/kg)	Täyttö	Puristeneste	Kaasumaiset tappiot	Pintatappio	Ruokinta	Yhteensä
Tavanomainen tornisiilo	200	1-2	7	9	3	1-5	21-26
	300	1-2	1	8	4	1-5	15-20
	350	1-3	0	8	3	1-5	13-19
	400	1-3	0	6	3	1-5	11-17
	500	2-4	0	5	3	1-5	11-17
Kaasutiivis tornisiilo	300	0-1	1	7	0	0-3	8-12
	400	1-2	0	5	0	0-3	6-11
	500	2-3	0	4	0	0-3	6-12
	600	2-4	0	4	0	0-3	6-13
Peitelty salvotai laakasiilo	200	2-5	4	9	2	3-10*	20-30
	300	2-5	1	7	3	3-10*	16-23
	400	3-6	0	6	4	3-10*	18-31
Peitelty auma	200	3-6	5	8	2	3-10*	21-31
	300	3-6	0	7	4	3-10*	17-27
	400	4-7	0	6	6	5-15*	21-34
Säilörehutuubi	200	1-2	2	6	2	1-5	12-17
	300-400	1-2	0	5	2	1-5	9-14
Rehupaalit	300-400	1-2	0	8	5	1-5	15-20
	400-500	2-3	0	6	6	1-5	15-20

*Ruokintahävikki on 3 – 5 % hyvillä toimintatavoilla betonialustalla. Käytä 4 – 6 % asfaltilla, 6 – 8 % sepelillä ja 8 – 20 % maa-alustalla hyvällä rintauskella. Huonommalla rintauskella lisää 7 % ylimääräistä hävikkiä.

KUVA 3. Säilörehuhävikki (Sirkjärvi 2012)

Puristeneste aiheuttaa myös tappioita säilörehun laatuun, koska se kuljettaa säilörehun tärkeitä ravinteita kuten sokereita ja raakavalkuaista (Huuskonen ym. 2020, 24). Kuiva-ainepitoisuudet täytyy erityisesti huomioida tornisiiloissa, koska siellä rehuun kohdistuu valtava paine. Puristenesteen varalle on oltava kanava, jota kautta neste pääsee pois rehusta. Näin puristeneste voidaan kerätä talteen. Puristenestettä muodostuu, kun säilörehun kuiva-aineen määrä on alle 25 %, ja sen muodostuminen lakkaa kokonaan, kun kuiva-aineen pitoisuus on 29 %. Tornisiiloissa kuiva-aineen pitoisuuden pitäisi olla vähintään 40 %, jotta puristenestettä ei muodostuisi. (Hellsted & Virkkunen 2020.)

Säilöntäaineen valinnassa täytyy olla tarkkana, mitä säilöntäainetta käytetään. Yleisimmin käytössä on joko biologiset säilöntäaineet tai happopohjaiset säilöntäaineet. Jos tilalla käytetään biologista säilöntäainetta, tulisi säilörehun kuiva-ainepitoisuuden olla yli 35 %. Jos taas rehu on kosteampaa kuin 35 prosenttia, happopohjaisella säilöntäaineella saadaan varmempi säilöntälaadun tulos. Biologisten säilöntäaineiden kustannukset ovat pienemmät kuin happopohjaisten säilöntäaineiden, ja biologiset säilöntäaineet kuluttavat myös happopohjaisia vähemmän korjuukoneita. (Pulkinen 2016.)

4.1 Laakasiilo

Laakasiilo on valettu siilo, jonka reunoilla on yleensä betonielementeistä valetut seinät. Seinäelementit on yleensä yhdistetty toisiinsa puu- tai betonitukipilareilla. Seinäelementtien ulkopuolelta yleensä täytetään vielä maa-aineksella, mikä estää elementtien kaatumisen ulospäin, kun säilörehun korjuu alkaa. Laakasiilossa on oltava viemärit, jotka johtavat laakasiilosta kaivoon. (Saskatchewan julkaisuaika tuntematon.) Näin puristeneste saadaan asianmukaisesti kerättyä talteen.

Kun rehua ajetaan laakasiiloon, rehua tallataan raskaalla työkoneella, esimerkiksi traktorilla, kaivurilla tai pyöräkuormaajalla. Näin rehusta saadaan tiivistyneempää ja väliin jää vähemmän tilaa kaassulle liikkua. Tiivistymisen onnistumiseen vaikuttaa usea eri tekijä. Vaikuttavia tekijöitä ovat tiivistämiseen käytetyn työkoneen paino, tiivistys aika ja rehusilpun pituus (Ahokas julkaisuaika tuntematon). Mitä lyhyempää silppu on, sitä helpommin se on tiivistettävissä ja sitä vähemmän aikaa tarvitaan tiivistämiseen verrattuna pitkään silppuun.

Aumaan verrattuna laakasiilon huono puoli on se, että se on mitoitettu tietylle määrälle rehua. Aumaan voi maastosta ja tasosta riippuen säilöä niin paljon rehua kuin on tarve. Toisaalta taas puristenesteen huomioiminen aumalla on vaikeampaa toisin kuin laakasiilolla, koska siilolla on oma vedenpoistokanava sekä kaivo johon puristeneste kertyy.

4.2 Auma

Säilörehuaumaa (kuva 4) käytetään yleisimmin, kun satotaso nousee yllättävän korkeaksi, eikä varastot riitä. Aumaan varastoidessa sadon pilaantumiseen on korkea riski, sillä siinä on paljon pinta-alaa, johon ilma pääsee. Auman leveys tulisi valita käytettävän muovin leveyden ja syöttönopeuden perusteella. Auma on rehunkorjuun aikana alttiina hapelle ja on tärkeää saada auma suljettua mahdollisimman pian. Auman sijainti on tärkeä, sillä hyvällä sijainnilla ja peittelyllä on mahdollista välttää suurilta pilaantumisen riskiltä. (Saskatchewan julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 4. Säilörehuauma (Lehtomäki 2024)

Säilörehuauma kannattaa sijoittaa tasaiselle ja kuivalle alueelle, jonne pääsee likaamatta koneiden renkaita. Aumaa valmistellessa voidaan sen pohjalle laittaa murskettua tai muovi, jotta vältetään maan päätyminen rehun sekaan. Auman tiivistäminen tapahtuu samalla tavalla, kuten laakasiilolla toimittaessa. Parhaiten auma tiivistetään, kun ajetaan pitkittäin sekä poikittain. Korkealla aumalla kuitenkin poikittain ajaminen ei onnistu. Reunapainatuksesta huolehtiminen korostuu aumaa peittäessä, jotta muovi ei pääse avautumaan. (Huuskonen ym 2020, 37.)

4.3 Pyöröpaali

Säilörehupaaleja (kuva 5) tehdään muuttuva- tai kiinteäkammioisella paalaimella. Pyöröpaalien halkaisija valitaan paalien siirtoon tarkoitetun kaluston perusteella. (Province of Manitoba 2008.) Tärkein ero muihin varastointimenetelmiin on yksilöpakkaaminen, jolloin eri lajit ja kypsyyssasteet voidaan pitää erillään toisistaan. Tekemällä säilörehua pyöröpaaliin voidaan pienentää sääriskin vaikutusta rehunteon ajankohtaan, sillä sen aloittaminen ja lopettaminen on nopeaa. Rehua voidaan paalata yhden henkilön yhdistelmäkoneella, jopa sata hehtaaria korjuualaa. Kesän työhuippuja voidaan tasata siirtämällä valmiit paalit vasta talvikaudella tilan lähistölle. (Pentti 2010.)



KUVA 5. Säilörehupaali (Nykänen 2024)

Pyöröpaaleihin tulisi kääriä vähintään 4 kerrosta muovia ja mielellään 6, jotta saadaan tehokas suoja happea vastaan. Paaleja tulisi siirrellä mahdollisimman vähän, koska paaleihin pääsee happea jokaisella kerralla, kun niitä puristetaan. Paaleja täytyy tarkastella säännöllisin väliajoin lintujen ja muiden tuhoeläinten tekemien reikien vuoksi ja ne täytyy paikata. Paalaamisen suurin haitta on muovituksen korkea kustannus. (Scotland's Farm Advisory Service 2021.) Paalit kannattaa suojata myös hyvin, joko viemällä suoraan varastoon tai peittämällä eläinten tuhon välttämiseksi.

4.4 Tornisiilo

Tornisiilot (kuva 6) ovat halkaisijaltaan alle 10 metriä ja korkeudeltaan jopa 30-metrisiä. Tornisiilot ovat betonista, harkoista tai teräksestä valmistettuja (Ahokas julkaisuaika tuntematon). Tornit mahdollistavat parhaat olosuhteet rehun säilönnälle. Pinnassa olevan rehun osuus jää pieneksi, koska rehumassa on korkeana patsaana. Parhaiten siihen soveltuu rehusilppu, mikä on tasamittaista ja lyhyttä. Rehunkorjuun päätyttyä rehun pinnalle levitetään muovi ja painot heti, koska rehun pinnan jääminen ilmavaksi on riskinä. (Niskanen & Kainuainen 2010, 95.)



KUVA 6. Rehtorni (Hämäläinen 2024)

Rehtorniin on mahdollista automatisoida täyttäminen korjuuta varten, sekä purkaminen ruokintaa varten (kuva 7). Laitteet vaativat päivittäistä seuranta ja säätöä (Niskanen & Kainuainen 2010, 95). Rehtorneissa rehun tiivistyminen on todella tehokasta, koska rehumassa tiivistää sitä omalla painollaan. Rehtornit vievät vähän tilaa ja niissä varastointikustannukset ovat maltilliset, mutta niiden rakentaminen on erittäin kallista ja niissä ei pysty säilömään yhtä kosteaa rehua, kuin esimerkiksi laakasiiloissa. (Fransen julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 7. Rehun purkulaitteisto (Hämäläinen 2024)

4.5 Tuubi

Tuubeihin voidaan säilöä myös pyöröpaaleja siihen tarkoitettulla laitteella. Tuubi on suora (kuva 8), pitkä putki, johon säilörehua säilötään pyöröpaalin tavoin, mutta yhtenäisen, toisin kuin pyöröpaalit, jotka ovat yksittäisiä kappaleita. Pyöröpaalit voidaan myös säilöä tuubeihin.

Tuubien etuina ovat pienempi kaluston tarve, edullisuus laakasiloihin verrattuna, nopea syöttörintaman eteneminen ja pieni kuiva-aineen hävikki. Tuubeissa myös muovia kuluu vähemmän kuin esimerkiksi pyöröpaaleissa. Tuubien heikkoutena ovat vaihtelevuus rehun laadussa ja mahdollinen muovin repeytyminen. Muovi voi repeytyä, jos säilönnässä syntyvät kaasut eivät pääse pois ja niitä täytyy säännöllisesti tarkastaa reikien varalta. Tuubit säilyvät noin 12 kuukautta säilörehunteosta, jonka jälkeen auringon UV-säteily vaurioittaa niitä. Pidempi säilöntä on mahdollista, jos muovit suojataan erillisillä peitteillä. (Lallemand julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 8. Säilörehutuubi (Korva, OSK Pohjolan Maito 2024)

5 MUITA SÄILÖNNÄLLISEEN LAATUUN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Lietelanta on puolinessemäinen seos, joka koostuu eläinten ulosteesta ja vedestä. Seos sisältää paljon orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Epäorgaanisia aineita ovat ravinteet, jotka eivät ole imeytyneet maahan, kuten typpi ja rikki. Orgaaniset aineet sisältävät paljon mikrobeja, kuten homeita ja bakteereita. Nämä voivat säilörehuun päästessään aiheuttaa ongelmia laadussa ja säilönnässä. Lietelannan kontaminaatio voidaan välttää tarkkailemalla peltoja ennen rehuntekoa. Korjuuajankohtaa tulisi viivästyttää, jos nurmikasvien lehdissä on lietelantaa. Nurmikoneiden työkorkeuksia muuttamalla voidaan myös vähentää kontaminaation määrää. (Lallemand julkaisuaika tuntematon.) Lietelannan levitykseen suositellaan käyttämään multainta, jotta voidaan välttää lietelannan kontaminaatiota (McDonnel 2021).

Säilöntäaine tulisi valita viljeltyjen nurmilajien ja niiden ominaisuuksien mukaan. Nurmipalkokasveilla on korkeat raakavalkuais- ja kivennäispitoisuudet, sekä matalampi sokeri- ja kuiva-ainepitoisuus. Nämä kasvattavat sen puskurikapasiteettia minkä takia niitä käytettäessä suositellaan happosäilöntää. Biologisessa säilönnässä lisätään maitohappobakteereita rehun sekaan. Maitohappobakteerit käyttävät kasvin sokereita, jonka seurauksena syntyy maitohappoa. (Perälä 2015.)

Puristenesteen johtaminen tulee huomioida rehuvarastoissa, jotta se saadaan rehumassasta pois. Tämä toteutetaan puristenestejohteilla, josta se voidaan johtaa lietesäiliöön tai erilliseen kaivoon. (Farmit 2010.) Puristenesteessä on runsaasti ravintoaineita ja se on haitallista vesistöille niihin päästessään. Se täytyy käyttää lannoitteena pelloille. (Hellsted & Virkkunen 2020.)

5.1 Rehunkorjuussa vaikuttavat tekijät

Esikuivattu säilörehu on nykyään yksi suosituimmista säilörehun korjuutavoista. Säilörehun esikuivaetaan niittämällä nurmi murskaimella varustetulla niittokoneella. Niittomurskauksen jälkeen nurmen annetaan kuivua pellolla ja korjuu aloitetaan 24 tunnin sisällä. Tätä pitempi esikuivaus aiheuttaa hengitystappioita ja vaikuttaa korjattavan rehun laatuun. Esikuivausta voidaan hidastaa karhottamalla, jolloin haihduttava pinta-ala on pienempi. (Farmit 2010.) Esikuivatus vähentää merkittävästi puristenesteen erittymistä, joka loppuu jo kuiva-aineen ollessa 250 g/kg. Parhaat hyödyt esikuivauksesta saavutetaan kuiva-ainepitoisuuden ollessa 300–350 g/kg. (Huuskonen ym. 25.) Esikuivattua säilörehua voidaan kerätä esimerkiksi noukinvaunulla (kuva 9).



KUVA 9. Noukinvaunu keräämässä esikuivattua säilörehua (Joost Bakker 2009)

Säilörehua niitettäessä on hyvä huomioida pellon tasaisuuden lisäksi myös niittokorkeus. Riippumatta niittokoneesta, niittokorkeus olisi hyvä olla vähintään 8–10 senttiä maanpinnasta. Näin vältetään niittokoneen terien iskeytymisestä maahan ja maa-aineksen joutumista säilörehun sekaan, mikä huonontaa säilörehun laatua. Samalla sänki on riittävän pitkä jatkaakseen yhteyttämistä ja seuraavalle sadolle on hyvät pohjat. Pitkä sänki helpottaa myös karhottamista, koska karhotus voidaan tehdä korkeammalta, kuin lyhyellä niittokorkeudella. (Agritek 2020.)

Säilöntäaineen syöttötavoissa on huomioitavia eroja. Esimerkiksi NurmiArtturi-hankkeessa oli huomattu, että hapon käytössä suurin hävikki aiheutui viuhkasuuttimilla, ja suuttimet oli suunnattu joko noukkimen eteen tai rehuvirran kohdalle. Huomattavasti parempi levitystasaisuus onnistuttiin saamaan siten, että suuttimet asetettiin rehuvirran ylä- ja alapuolelle. Ajosilppureilla taas suuttimia ei kannata asettaa torven yläosaan, koska rehuvirta on niin massiivinen, että suutin levittää hapon vain rehun pintaan. Ajosilppureilla saatiin tasaisempi levitystulos, kun suuttimet sijoitettiin torven alaosaan tai rehun syöttökanavaan. (Anttila ym. 2014.)

5.2 Laakasiilossa ja aumassa tiivistäminen

Säilörehun säilymisen ja varastointitappion kannalta tärkein vaihe on tiivistäminen. Tiiviissä rehu-massassa on vähän happea, jolloin säilönnälle haitallisten mikrobien toiminta pysähtyy nopeasti. Huonosti tiivistetyssä rehussa ilmenee myös pintapilaantumista ja rehun lämpenemistä avatessa. Tiivistymiseen vaikuttaa rehun ominaisuudet, kalusto, sekä siilotyöskentelytavat. Korjuun tehostuessa tarvitaan myös lisää tehokkuutta tiivistämiseen. Rehun ominaisuudet, jotka vaikuttavat tiivistymiseen ovat kuiva-aine pitoisuus, kuitupitoisuus ja silpun pituus. Lyhyeksi silputtu, nuorena korjattu ja kostea rehu helpottaa tiivistymistä. (Palva julkaisuaika tuntematon.) Esimerkiksi ajosilppuri (kuva 10) tekee lyhyttä silppua nurmesta, mikä helpottaa tiivistämistä.



KUVA 10. Ajosilppuri (Scarath 2003)

Tiivistymiseen vaikuttaa käytetyn koneen pintapaine rehun pinnassa ja syvemältä tiivistämiseen vaikuttaa akselipaino. Pintapainetta voidaan lisätä esimerkiksi nostamalla rengaspaineita. Mahdollisimman painavan koneen käyttöä suositellaan käytettäväksi siilolle ja tarvittaessa siinä voidaan käyttää lisäpainojakin. Tiivistämisen perussääntönä käytetään tunnissa korjatun rehun määrä jaettuna kolmella. Jos tunnissa korjataan 40 tonnia rehua, täytyy siilolla työskentelevän koneen paino olla noin 13 tonnia. Mikäli siilolla on useampi työkone tiivistämässä rehua, käytetään samassa laskukavassa näiden koneiden yhteispainoa. Siilolla työskentelevän koneen painoksi suositellaan vähintään 6–10 tonnia. Laakasiiloa tiivistäessä rehumassa tulee muotoilla reunoille nousevaksi tiivistämisen helpottamiseksi. (Palva julkaisuaika tuntematon.)

Siilotyöskentelyssä rehuormat tulisi levittää 15–20 cm:n kerroksiin ja jokaista rehutonnin kohden tulisi tiivistää 2–3 minuuttia. Siilolla ajettaessa ajonopeus suositellaan pidettäväksi 4–6 km/h. Eri-tyistä huomiota tulee kiinnittää reunoja tiivistäessä. Pidennetyistä tiivistämisajasta ei ole saatu merkittävää hyötyä. (Palva julkaisuaika tuntematon.)

Säilörehun säilönnässä on oltava tarkka siitä, ettei maa-ainesta pääsisi säilörehun sekaan. Esimerkiksi työkoneilla, joilla säilörehua tiivistetään, on vältettävä ajamista muualla kuin säilörehun päällä. Läpiajettavilla siiloilla on mahdotonta välttää siltä, että yhtään maa-ainesta ei menisi säilörehun sekaan. Kuitenkin ajomatalla pellolta siilolle karisee suurin osa renkaihin kiintyneestä maa-aineksesta. Myös esimerkiksi asfaltointi siilojen edustalla ja piha-alueella mahdollistaa työkoneiden vapaamman liikkumisen esimerkiksi eläinten ruokinnan aikana. Asfalttipohja on myös huomattavasti helpompaa pitää puhtana kuin hiekkapohjainen piha-alue, jolloin siilollekin päätyy vähemmän epäpuhtauksia. Mahdollista on myös käyttää päädyllisiä laakasiiloja, jolloin säilörehun päällä ei tarvitse ajaa työkoneilla, jotka kuljettavat säilörehua. Suolaa voidaan myös käyttää säilönnässä parantaakseen säilörehun käymistä. Suola pyrkii estämään voihappobakteerien kasvua säilörehussa parantaen näin säilörehun luontaisen maitohappokäymistä. (Ergin & Gumus 2019, 368.)

5.3 Rehunkorjuun jälkeen vaikuttavat tekijät

Pilaantuneella säilörehulla on suuri kustannushinta, ja siihen liittyy useita eri tekijöitä. Esimerkiksi korjuussa tehty työ maksaa tekijälle, sekä välineet ja säilöntäaineet millä rehu on korjattu. Lisäksi huono säilörehu todennäköisesti laskee maitotuotoksen määrää, mikä maksaa taas menetetyissä maitolitroissa.

Säilörehusiiloa suositellaan avaamaan vain vähän kerrallaan samalla pitäen painot ja muovit paikallaan niin pitkään, kuin mahdollista. Tällä vältetään rehun ilmakosketuksen määrää. Siilon syöttämiseen suositellaan käytettäväksi leikkaavaa rehuleikkuria ja eteneminen tulee olla kesäaikaan 1,5 m/viikko ja talviaikaan 1 m/viikko syvyysuunnassa. Jos rehu on jo lämmennyt syöttörintamassa, se voidaan leikata pois, jolloin päästään lämpenemisen edelle. (Hankkija julkaisuaika tuntematon c.)

Tilalla voi olla erilaisia ratkaisuja, jotta saadaan riittävä rintauksen eteneminen aumassa tai laakasiilossa. Esimerkiksi pienemmälle eläinryhmälle voidaan syöttää kapeammasta siilosta, pienestä aumasta tai säilörehupaaleista. Näin leveät laakasiilot jäävät syöttöön isoille eläinryhmille, jolloin eteneminen on tavoitteiden mukaista.

Siilon liian aikainen avaaminen korostaa rehun lämpenemisen riskiä ja lämpenemisen pysäyttäminen on hankalaa. Jos edellinen sato uhkaa loppua jo parin viikon kuluttua uuden sadon säilönnästä, voidaan tehdä ns. syöttöauma. Syöttöauman eteneminen tulisi olla 2 m/viikko ja se tulisi pitää kiinni vähintään viikko rehunteosta. (AIV 2019.) Säilörehun lämpenemiseen vaikuttaa merkittävästi ympäristön lämpötila (Huuskonen ym. 2020, 40.) Tämän takia huonosti säilyvän säilörehusiilon syöttövaihe voidaan siirtää talveen. Säilörehun pilaantuminen hidastuu merkittävästi, jolloin sen negatiivisia vaikutuksia saadaan minimoitua ruokinnassa.

Auma ja siilorehuille on kehitetty monenlaisia suojapeitteitä, jotka ovat kankaasta tai verkosta valmistettuja. Niiden tarkoituksena on suojata aumamuovia lintujen ja muiden eläimien aiheuttamilta rei'iltä. Aumamuoviin voi tulla reikiä myös vahinkona. Aumamuovin suojaamisen lisäksi on tärkeää myös painottaa se. Sitä enemmän painoa kohdistuu aumamuoviin, sitä tiiviimmin muovi on rehua vasten, jolloin ilmataskuja ei pääse muodostumaan. Painotuksessa tyypillisesti on käytetty sahajauhoa, olkea, hiekkaa tai renkaita, mutta nykyisin on saatavilla erilaisia painopeitteitä ja hiekkapusseja. (Huuskonen ym. 2020, 39). Asettamalla reunoille painoa estetään muovin tai peitten lepattaminen tuulen mukana.

Epäonnistuneessa säilönnässä säilörehun sulavuus, eli D-arvo voi laskea. Normaalisti suomalaisen säilörehun d-arvo raaka-aineesta syöttövalmiiseen rehuun laskee noin 21 g/kg ka. Epäonnistuneessa säilönnässä säilörehun d-arvo voi laskea jopa 50 g/kg ka. Epäonnistuneessa säilönnässä rehun soke-rit ja maitohapot haihtuvat virheikäymisen ja rehun lämpenemisen vuoksi. (Seppälä & Rinne 2022.)

6 SÄILÖNNÄLLISEN LAADUN ARVIOINTI

Säilörehun väriä arvioimalla voidaan havainnoida mahdollisia säilöntäongelmia. Säilörehu voi olla esimerkiksi kellertävän sävyinen, kun siinä on epätavallisen korkea etikkahappopitoisuus. Epätavallisen korkea voihappopitoisuus näkyy puolestaan vihertävänä värinä ja rehu on koostumukseltaan limaista. Ruskean ja mustan välillä oleva sävy puolestaan on merkki säilörehun lämpenemisestä, liiallisesta kosteudesta, sekä käymisestä. Valkoinen väri on merkki homeesta säilörehussa. Tällaisilla rehuilla on korkea riski olla syöttökelpotonta homehtumisen takia. (Van Saun 2023.)

Säilörehun hajua voidaan myös käyttää hyödyksi arvioidessa sen säilönnällistä laatua (taulukko 1). Naudat jättävät rehun syömättä tai syönti vähenee, jos haju on ihmisellekin epämiellyttävä. Säilörehu voi olla etikan, alkoholin, pistävän makean, härskiintyneen voin tai karamellin/tupakan hajuisen. Säilörehun ei tule haista myös tunkkaiselle, homehtuneelle tai mädäntyneelle. (Van Saun 2023.)

TAULUKKO 1. Säilörehun käymisen havainnointi (Van Saun 2023)

Haju	Väri	Syy
Etikka	Kellertävä	Etikkahappo
Alkoholi	Normaali	Etanoli (home)
Pistävän makea	Normaali	Propionihappo
Härskiintynyt voi	Vihertävä	Voihappo
Karamelli/Tupakka	Tumman ruskeasta mustaan	Lämpeneminen

Rehun laadun arviointiin käytetään myös rehunäytteitä. Näyte voidaan ottaa säilörehun korjuun aikana tai vähintään 4 viikkoa rehun korjuusta. Korjuun aikana otettu näyte kertoo rehun raaka-aineet, jolla voidaan suunnitella ruokintaa alustavasti. Korjuun jälkeen otettu näyte (kuva 11) kertoo säilönnän onnistumisesta ja antaa tarkemmat tiedot ruokintasuunnitelmaa varten. (ProAgraria julkaisuaika tuntematon.)

Säilönnällinen laatu	Tulos	Yksikkö	Tavoitearvot
pH	3,95		alle 4,39 (ka 318 g/kg)
Ammoniakkityppi	35	g/kg N	alle 40
Maito- ja muurahaishappo	54	g/kg ka	26,4-66,4 (Kuiva-aine 318 g/kg)
Haihtuvat rasvahapot	7	g/kg ka	alle 10
Sokeri	68	g/kg ka	50 - 150
Koostumus			
Kuiva-aine	318	g/kg	300 - 450
Raakavalkuainen	154	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF)	528	g/kg ka	500 - 600
D-arvo	664	g/kg ka	680 - 700
Sulamaton kuitu (iNDF)	82	g/kg ka	60 - 90
Tuhka	72	g/kg ka	50 - 100
Rehuarvot			
ME (energia-arvo)	10,6	MJ/kg ka	10,8 - 11,2
OIV	81	g/kg ka	71 - 88
PVT	34	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi	106		yli 105
ME-indeksi	102		yli 105

KUVA 11. Säilörehuanalyysi

Näytettä kerätessä tulisi valita koko rehuerää edustavaa rehua 6–10 osanäytettä. Näytteitä ottaessa pyöröpaaleista osanäytteet otetaan eri paaleista. Näytteestä poistetaan epäpuhtaudet ja sitä voidaan silputa lyhyemmäksi tarvittaessa, jotta saadaan tasalaatuisempi näyte. Sekoitetusta erästä otetaan noin 2 litraa rehua muovipussiin näytettä varten. Rehuanalyysija tekevät mm. Valio, Seilab ja Eurofins. (ProAgria julkaisuaika tuntematon.) Rehuanalyysit vaaditaan myös eläinten hyvinvointikorvausten hyvinvointisuunnitelmassa liitteenä (Ruokavirasto 2023).

Säilörehuanalyysissä näkyy säilönnälliseen laatuun vaikuttavat tekijät, kuten pH, ammoniakkityppi, maito- ja muurahaihapo, haihtuvat rasvahapot ja sokeri. Näitä on tärkeää seurata onnistuneen säilörehun kannalta, esimerkiksi sokeria bakteerit käyttävät ravinnokseen, josta syntyneet hapot alentavat pH:n tasoa. Koostumuksenkin arvot vaikuttavat säilöntään tai ovat yhteydessä siihen.

Säilörehun pH kuvastaa sitä, kuinka hapanta säilörehu on. Tavoiteltu pH arvo riippuu siitä, kuinka paljon nurmessa on kuiva-ainetta (kuva 12). Mitä kosteampaa rehu on, sitä enemmän sokereita tarvitaan ja sitä matalampi pH vaaditaan säilönnän onnistumiseksi (Huuskonen ym. 2020, 16.) Sokerien määrä säilörehussa kuvastaa sitä, miten rehun käyminen on onnistunut. Jos valmiissa säilörehussa sokereita on hyvin vähän, on se voinut rajoittaa maitohappokäymistä ja pH:ta ei ole välttämättä saatu riittävän alas (Perälä 2015). Liian vähäisellä sokerimäärällä tarkoitetaan alle 50 g/kg ka (Hartojoki julkaisuaika tuntematon).

**SÄILÖREHUN pH-TAVOITTEET ERI KUIVA-AINEPITOISUUKSISSA
JA REHUN pH:N LASKUUN TARVITTAVA SOKERIMÄÄRÄ g/kg ka
ERI NURMEN KUIVA-AINEPITOISUUKSISSA**

Nurmen kuiva- ainepitoisuus, g/kg	Säilörehun tavoite pH	Nurmen vaadittu sokeripitoisuus g/kg ka
200	4,0	125-150
250	4,2	100-120
300	4,3	83-100
350	4,5	71-86
400	4,7	63-75
450	4,9	56-67

KUVA 12. Säilörehun tavoite-pH-arvot eri kuiva-ainepitoisuuksille (Huuskonen ym. 2020, 16)

Ammoniakkityppi kuvastaa säilörehun valkuaisen hajoamisastetta. Rehun käymisprosessissa ammoniakkityppi hajottaa rehun valkuaisia. Hyvä ammoniakkityypin arvo on 60 tai alle, ja mitä korkeammalle mennään, sen huonompi rehun valkuaisen määrä on, koska sitä enemmän valkuaisista hajoaa. Tavoite rehussa lypsylehmillä on 130–160 g/kg ka raakavalkuaisista. (Hartojoki julkaisuaika tuntematon.) Erittäin hyvin säilyneessä säilörehussa ammoniakkityypin määrä säilörehussa on alle 40 g/kg ka (Huuskonen ym. 2020, 17).

Haihtuvat rasvahapot säilörehussa kuvaavat rehun käymistä. Siitä selviää säilörehun seka- ja virhe-
käyminen. Pääasiassa haihtuvat rasvahapot ovat etikkahappoa, mutta pieniä määriä esimerkiksi propionihappoa syntyy käymisen yhteydessä. Hyvin säilyneessä säilörehussa haihtuvia rasvahappoja on alle 10 g/kg ka. Jos haihtuvien rasvahappojen määrä säilörehussa on yli 25 g/kg ka sekä sokereiden

määrä alle 50 g/kg ka, on säilörehussa todennäköisesti käynyt virheikäymistä. Virheikäymisessä syntyy voihappoa, joka pilaa säilörehua ja siten lisää hävikkiä. Hyvin suuri määrä (yli 40 g/kg ka) haihtuvia rasvahappoja säilörehussa vähentää rehun syöntiä. (Huuskonen ym. 2020, 17.)

Maito- ja muurahaishappo kuvastavat rehun käymistä. Maitohappoa syntyy säilörehun sokereiden maitohappokäymisessä, ja muurahaishappoa muodostuu säilörehun sekaan pelkästään säilöntäaineesta. Liian matala maito- ja muurahaishappoarvo on riski säilörehun säilymiselle, ja liian korkea (yli 80 g/kg ka) taas vähentää syöntiä. Kun syönti vähenee, vähenee samalla tuotos. (Huuskonen ym. 2020, 17.)

Koostumukseen vaikuttavat kuiva-aine, raakavalkuainen, kuitu, d-arvo, sulamaton kuitu ja tuhka. Kuiva-aine tarkoittaa jäljelle jäävää osaa rehusta, kun siitä poistetaan vesi. Säilönnällisen laadun ja ravinnepitoisuuksien arvot ilmoitetaan määränä kuiva-ainekiloa kohti. Kuiva-aineen tavoite vaihtelee korjuutavan mukaan. Raakavalkuainen kertoo rehun valkuaispitoisuuden, joka vaihtelee lannoituksen, kasvilajien ja nurmen korjuuasteen mukaan. Kuitu (NDF) tarkoittaa kokonaiskuitupitoisuutta, joka ylläpitää pötsin normaalia toimintaa ja toimii aktivaattorina märehtimiselle. Korsiintuneessa rehussa on korkea kuitupitoisuus, jonka takia sulavuuskin on heikompa.

D-arvo kuvastaa rehussa olevan orgaanisen sulavan aineen määrän. D-arvoon vaikuttaa merkittävästi korjuuajankohta. D-arvoa pidetään tärkeimpänä rehun arvona, mutta sen ei tulisi olla ainut vaikuttava tekijä korjuuajankohtaa valitessa. (Hartojoki julkaisuaika tuntematon.) Sulamaton kuitu (iNDF) tarkoittaa rehun osaa, joka kulkee lehmän ruoansulatuksen läpi sulamatta. Sulamattoman kuidun pitoisuutta käytetään sulavuuden määrittämisessä, sillä niillä on selkeä yhteys toisiinsa. (Huuskonen ym. 2020, 19.) Tuhka tarkoittaa rehussa olevia kivennäisaineita. Rungas tuhkapitoisuus voi olla merkki maasta rehun seassa, ja se laskee sulavuutta.

OIV tarkoittaa ohutsuolen kautta imeytyvää valkuaista. Se kertoo mikrobivalkuaisien, sekä pötsissä hajoamattoman valkuaisen määrän, joka imeytyy ohutsuolessa. PVT tarkoittaa pötsin valkuaisasetta. PVT tulee olla positiivinen, jotta pötsimikrobien typen tarve täytyy valkuaisella. Jos PVT on negatiivinen, tulee ruokintaa täydentää rehuilla, joissa PVT on positiivinen. Syönti-indeksi on laskennallinen arvo, joka kertoo rehun koostumuksen vaikutuksen lypsylehmien mahdolliseen syöntimäärään. Vaikuttavia tekijöitä on D-arvo, säilönnällinen laatu, kuiva-aine, kuitu ja kasvilajit. Syönti-indeksin 1 piste nostaa potentiaalista syöntiä 0,1 kuiva-ainekiloa päivää kohti. ME-indeksi kuvastaa rehun muuntokelpoisen energian pitoisuutta (ME) megajouleina (MJ) yhdessä kilossa säilörehua kuiva-ainetta (MJ/kg ka) (Huuskonen ym. 2020, 17). Tavoiteltu arvo on yli 105 (kuva 9).

7 TYÖN KUVAUS JA TAVOITE

Työ oli tutkimustyö. Aiheena työssä oli säilörehun säilönnällisen laadun vaikutukset. Työssä pyrittiin selvittämään, miten huonosti säilynyt säilörehu vaikuttaa lypsykarjan tuotokseen ja eläinterveyteen. Työstä laadittiin tietokortit, joissa keskityttiin säilöntäaineen käyttöön, valintaan ja suuttimiin eri korjuukoneissa. Työllä ja tietokorteilla pyrittiin lisäämään informaatiota siitä, minkälaisia vaikutuksia epäonnistuneella säilörehulla on, esimerkiksi maidontuotokseen ja eläinterveyteen. Tietokortit sisälsivät eri menetelmiin liittyviä tietoja sekä käytännön vinkkejä säilörehun säilönnän onnistumiseen.

Tietoa työhön etsittiin erilaisista tutkimuksista, kirjallisista, tieteellisistä ja internet lähteistä. Lisäksi haastattelimme viljelijöitä, joilla oli säilörehun säilönnän kanssa ongelmia. Haastattelut suoritettiin tilakäynteinä. Lisäksi haastattelimme asiantuntijaa, jolla oli säilöntäaineista ja säilörehun korjuukoneista asiantuntevaa tietoa. Haastattelukysymykset ovat liitteenä opinnäytetyössä (liite 2). Näiden tietojen pohjalta laadittiin tietokortit (liite 3 ja liite 4). Teemahaastatteluun päädyttiin siksi, että siinä keskityttiin vain yhteen teemaan. Kysymykset ovat silloin samat kaikilla haastateltavilla, ja tulokset ovat yhteneviä. Lisäksi tutkijan näkökulman sijaan pääpainopiste siirtyy tutkittavien tulkintaan. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelu, jossa teema-alueet ovat kaikille tutkittaville samat. (Hirsjärvi & Hurme 2022.)

Työn toimeksiantajana toimii Nautasuomi Oy, johon otimme yhteyttä opinnäytetyön aiheesta liittyen. Opinnäytetyön aihe oli alkuvaiheessa eri, mutta Nautasuomelta tuli erilainen aihe-ehdotus, joka kävi meidän opinnäytetyöhömmä paremmin. Säilörehun eri korjuu- ja säilöntäprosessissa on laajasti erilaisia vaikuttavia tekijöitä, ja olimme erittäin kiinnostuneita oppimaan lisää. Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti myös se, että siitä oli laadittu maisteritason tutkinto, mutta siitä ei saatu haluttua tutkimustulosta.

Opinnäytetyö antaa työn tekijöille runsaasti lisää informaatiota säilörehun laadusta, vaikutuksesta sekä eri korjuumenetelmistä. Työssä perehdytään säilörehun korjuuseen pellolta varastoon, missä on runsaasti eri toimenpiteitä sekä menetelmiä. Opinnäytetyössä tekijät kehittyvät myös ammattimaisen tekstin tuottamisessa, lähteiden hyödyntämisessä ja tiedonetsintätaidossa. Lisäksi tilakäynnit ja haastattelut antavat hyvää kokemusta tulevaisuudelle. Lähteinä käytettiin apuna myös englanninkielisiä lähteitä, joten kielitaitokin paranee tieteellistä tekstiä kääntäessä.

8 TIETOKORTIT

Opinnäytetyöhön kerättyjen tietojen pohjalta luotiin tietokortit. Tietokorteissa käsiteltiin säilöntäaineita, hapottimia ja erilaisten suuttimien valintoja eri korjuukoneissa. Tietokorteissa päädyttiin tähän toimeksiantajan kanssa siksi, että säilörehukorjuun muista vaiheista on todella laajat tietokortit jo olemassa. Tavoitteena oli luoda yksinkertainen ja selkeä tietolähde, jossa on tärkeimmät tiedot ja käytännön vinkit kerättynä. Tietokortit tulivat säilörehua korjaavien viljelijöiden käyttöön ja toimeksiantajalle. Oppaaseen lisättiin kuvia, jotta sitä oli miellyttävämpi lukea.

Opinnäytetyön alusta lähtien oli selkeää, että jonkinlainen tietokortti tai opas on työn pohjalta laadittava. Päädyttiin tietokortteihin, sillä opas on vaikea ja liian laaja valmistaa. Tietokorteissa on tärkeimmät nostot säilöntäaineen käytöstä ja valinnasta sekä käytännön vinkkejä mitä voi soveltaa säilörehun korjuussa. Tietokortteihin laitettavia tietoja pohdittiin toimeksiantajan kanssa. Kun tietokortteihin haluttu tieto oli selvillä, suunniteltiin tietokorttien ulkonäköä ja kuvia. Tietokorttien laatimisessa päädyimme käyttämään PowerPointia. Tietokortit olisi ollut mahdollista luoda myös Microsoft Word- ohjelmalla, mutta PowerPoint oli selkein ja yksinkertaisin ohjelma tietokorttien luomiseen.

Tietokorteissa käsiteltiin eri säilöntäaineiden toimintaperiaatteita ja vaikutuksia niin säilöntään kuin korjuukoneisiin. Korteissa käytiin läpi happo- sekä biologiset ja kemialliset säilöntäaineet ja niiden eroavaisuudet. Tietokorteissa käytiin läpi myös eri hapottimien pumpputyypit. Korteissa käsitellään myös pumpun kapasiteettiin vaikuttavia tekijöitä ja mitä kannattaisi ottaa huomioon pumppua valitessa. Tietokorteissa kerrottiin lisäksi suuttimien vaikutukset, ja erilaisten suuttimien käyttökohteet ja erot ja suuttimien sijoitus eri korjuukoneissa.

Tietokorttien luomisessa onnistuttiin hyvin. Vaikka tietoa oli paljon, saatiin se tiivistettyä yksinkertaiseen ja selkeään muotoon. Alun perin oli ajatus, että tietokortteja tulisi kolme kappaletta, mutta saimme tärkeimmät tiedot tiivistettyä kahteen tietokorttiin. Tietokortit ovat toimeksiantajan vapaasti käytettävissä. Lisäksi ne tulevat myös viljelijöiden käytettäväksi. Tietokortit ovat liitteenä (liite 3 ja 4) opinnäytetyössä.

9 EETTISET JA LUOTETTAVUUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyöhön pyrittiin perehtymään mahdollisimman laajasti kirjallisuuden ja erilaisten tutkimusten avulla. Aiheeseen perehtymällä kunnolla auttoi opinnäytetyön tekijöitä luomaan luotettavamman työn ja tietokortit. Opinnäytetyössä käytettiin ainoastaan luotettavia lähteitä apuna. Raportoinnissa noudatettiin Savonian raportointiohjetta, ja lähdeviitteet kirjattiin ohjeen mukaisesti. Työssä haastateltiin maitotilayrittäjiä. Haastattelut nauhoitettiin, ja nauhoitteet tuhottiin, kun litterointi oli hyväksytty haastateltavilla. Haastatteluun kysyttiin lupa haastateltavilta etukäteen. Opinnäytetyön aikana pidettiin palavereja ohjaavan opettajan ja toimeksiantajan kanssa työn laadun takaamiseksi. Heiltä saatiin työhön myös runsaasti vinkkejä ja toimintaohjeita.

Haastattelun kysymykset laadittiin huolellisesti ennakkoon. Kysymyksiä käytiin yhdessä läpi toimeksiantajan ja ohjaavan opettajan kanssa. Haastattelu suoritettiin tilavierailun yhteydessä. Haastattelut suoritettiin anonymisti. Lisäksi haastattelimme myös alan asiantuntijaa, joka litteroitiin tekstiin.

10 KOHDETILAT

Opinnäytetyöhön haastateltiin maidontuottajia, joilla oli ollut säilörehussa säilönnällisiä ongelmia. Näiden vaikutuksia tutkittiin haastattelukäynneillä saatujen raporttien, sekä haastattelukysymyksistä saatujen tietojen perusteella. Tilakäynneillä saadut raportit sisälsivät tuotosseurantaraportit, rehuanalyysit, ruokintasuunnitelmat ja karjan päiväkohtaiset tuotokset pitoisuuksineen.

Kohdetiloista ei kerätty mitään tunnistetietoja ja saatuja tietoja käsiteltiin varoen, jotta kohdetilojen anonymiteetti säilyi. Kohdetilojen säilörehunteon ja rehustuksen prosesseista etsittiin mahdollisia riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa rehun säilönnälliseen laatuun tai aiheuttaa jälkilämpenemistä. Näihin riskitekijöihin pohdittiin yrittäjille vaihtoehtoisia toimintatapoja, joilla riskejä voi mahdollisesti pienentää.

Kohdetiloilta hyödynnettiin myös tuotosseurantaraporttien lisäksi rehunäytteitä ja ruokintasuunnitelmia. Ajankohdat raporteille valittiin siten, että raportit ennen heikomman säilörehun käyttöön ottoa ja sen jälkeen. Siten saatiin selville rehun vaikutuksen maidon tuotantoon ja pitoisuuksiin. Lisäksi yrittäjiltä kysyttiin, onko eläinten terveyteen ollut vaikutuksia.

10.1 Kohdetila 1

Kohdetilan säilörehut korjattiin noukinvaunulla laakasiiloihin ja aumoihin. Noukinvaunussa käytettiin reikäsuutintankoa, joka sijaitsee noukkimen yläpuolella. Laakasiilojen edusta, sekä ruokinnassa kuljettava reitti on asvaltoitu. Laakasiilossa ja aumassa tiivistäminen tehdään kahdella koneella kerrallaan. Tiivistämisessä käytettiin 14 tn pyöräkuormaajaa, 9 tn kurottajaa ja 7 tn traktoria. Säilörehuissa käytettiin Aiv 2 plus na- säilöntäainetta ja sen kulutusta seurattiin hapottimella, jossa on elektroninen määräsäätö ja -seuranta. Säilöntäainetta annosteltiin 60–80 litraa 12 tonnin kuormalle, eli 5–6.7 litraa säilöntäainetta tuoretta säilörehutonnin kohti. Tilalla ei punnitu rehukuormia vaan annostelu perustui yrittäjän arvioon kokemuksen perusteella. Säilörehunurmipeltojen siemenseoksessa oli 5 % alsikeapilaa, 10 % ruokonataa ja 85 % eri timotei lajikkeita. Nurmet niitettiin poikkeuksellisesti ilman murskausta 10–12 cm:n korkeuteen ja ne karhotettiin roottorikarhottimella, jos sääennuste ei luvannut sateita. Lietelannan levityksessä käytettiin laahavannasmultainta paitsi ensimmäisen vuoden säilörehunurmille, joille käytettiin letkulevitintä, jotta uusi kasvusto ei vaurioituisi.

Säilörehuvaraston sulkemiseen tilalla käytettiin vakuumikalvoa ja aumamuovia. Tilalla ei käytetty erillisiä paino- tai suojapeitteitä. Muovin päälle kerättiin painoksi kuorma-auton renkaita. Reunoilla käytettiin hiekkasäkkejä puristamaan vakuumikalvo hyvin tiiviiksi sekä pitämään muovi tiiviisti siilon päällä.

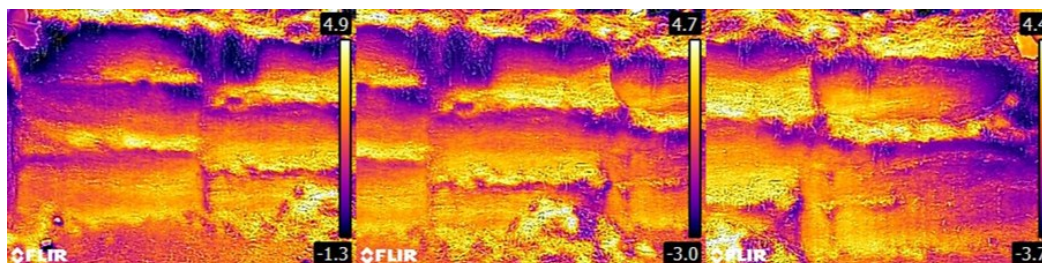
Ensimmäisen sadon säilörehunurmi alkoi jälkilämpenemään pinnasta, jota pyrittiin hidastamaan avaamalla siilomuoveja vain syötön mukaisesti. Laakasiilosta oli arviolta noin 20 % syöttökeltotonta säilörehua, joka on leikattu erilleen siilosta. 2. sadon säilörehunurmi ei jälkilämmennyt ympäristön kylmän lämpötilankin takia, eikä siinä ole ollut syöttökeltotonta säilörehua. Säilörehuista otettiin ki-

vennäisanalyysit korjuu-aikaan ja säilörehuanalyysi 6–8 viikon kuluttua siilon sulkemisesta. Säilörehuanalyysit uusitaan 2 kuukauden välein, joiden avulla päivitetään ruokintasuunnitelma heti toteutettavaksi.

Lypsylehmien syönti on vähentynyt huomattavaksi, mutta yrittäjä arvelee suurimmaksi syyksi alhaista kuiva-ainepitoisuutta. Huonosti säilynyt säilörehu on vaikuttanut lehmien tuotokseen huomattavasti, ja se on pudonnut noin 3,5 kg/pv/lehmä. Säilörehu on vaikuttanut myös eläinten terveyteen ja hedelmällisyyteen. Yksittäisellä lehmällä on ollut suolitukos, jonka yrittäjä on hoitanut letkuttamalla pellavansiemenlimaa lehmän pötsiin. Lehmien kiimojen näkyvyys ja siemennyksien onnistuminen on heikentynyt. Yrittäjälle koituu lisätyötä lehmien märehimisajkojen seuraamisesta lypsyrobotin tietokoneen kautta. Yrittäjä arvelee ensimmäisen säilörehusadon epäonnistuneen liian aikaisen korjuun takia, vaikka rehunkorjuu ajoitettiin korjuu-aikänäytteen ennusteen mukaisesti. Toisen säilörehusadon aikana jatkuvat sateet aiheuttivat alhaisen kuiva-ainepitoisuuden, jonka takia sen säilöntä oli osittain epäonnistunut.

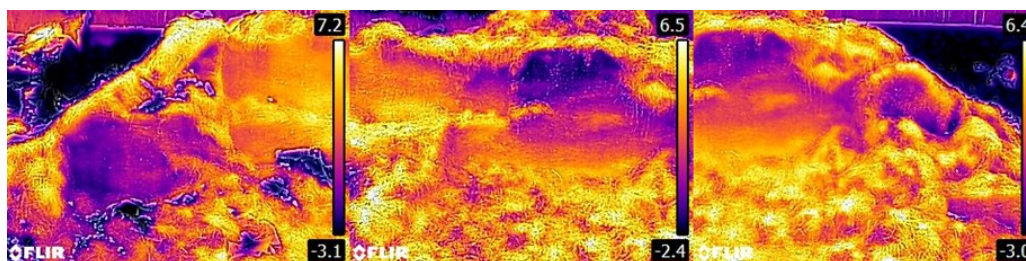
10.1.1 Lämpökamerakuvaus

Kohdetiloilta otettiin lämpökameralla kuvia (kuva 13) eri säilörehuvarastoista. Tällä pyrittiin havainnoimaan säilörehun eri lämpötiloja, ja mahdollisesti paikantamaan huomattavasti lämpimämpiä kohtia. Kuitenkin olosuhteet huomioiden lämpötilat eivät antaneet hälyttäviä lukemia. Vaikka lämpökameroissa ei näkynyt merkkejä pilaantumisesta, eikä sitä silmillä, tunnustelemalla tai haistamalla huomannut. Säilörehuanalyysistä kävi kuitenkin ilmi, että säilöntä ei ollut onnistunut.



KUVA 13. Lämpökamerakuvia laakasiilosta (Nyssönen 2024)

Ainoa havainto rehun lämpenemisestä tehtiin rehuauman pintarehusta (kuva 14). Pinnan lämpötilaksi mitattiin kuitenkin vain korkeimmillaan 9 °C, ja sekin johtui todennäköisesti auringosta. Pintarehua tarkasteltiin myös aistinvaraisesti, eikä siinä havaittu poikkeamia muuhun rehuun verrattuna.



KUVA 14. Lämpökamerakuvia rehuaumasta (Nyssönen 2024)

10.1.2 Ruokinta

Ruokintaa on pyritty kuvaamaan laatimalla selkeytetty versio ruokintasuunnitelmasta taulukkoon (taulukko 2). Taulukossa vertaillaan vanhan ruokintasuunnitelman ravintosisällön eroa uuteen ruokintasuunnitelmaan. Uudessa ruokintasuunnitelmassa on käytössä 2. sadon, sekä 3. sadon säilörehua sekoitettuna seosrehussa. Vanhassa ruokintasuunnitelmassa on vain 3. sadon säilörehua. Ruokintasuunnitelmia vertailemalla voidaan pohtia sen vaikutusta tuotokseen.

TAULUKKO 2. Kohdetilan 1 ruokintasuunnitelma

Yksikkö	Vanha	Uusi	Ero %
ME, MJ	11.2	11.3	1 %
OIV g	94	94	0 %
PVT g	39	34	-15 %
Raakavalkuainen g	176	171	-3 %
Kuitu g	398	412	3 %
Väkirehu-%	43	41	-6 %

Vanhassa ruokintasuunnitelmassa muuntokelpoista energiaa on vähemmän saatavilla, kuin uudessa suunnitelmassa (taulukko 3). Ohutsuolen kautta imeytyvässä valkuaisessa ei ole eroa, mutta pötsivalkuaisesta on pieni ero. Pötsivalkuaisesta on kumminkin reilusti positiivinen, joten siitä ei tulisi koitua huomattavaa vaikutusta maidontuotoksessa tai terveydessä. Myös raakavalkuainen ja väkirehu-% ovat erittäin lähellä toisiaan.

TAULUKKO 3. Kohdetilan 1 rehuanalyysit

Rehun nimi	3. sato	2. sato	Tavoitearvot
Kuiva-aine	264	210	300–450
D-arvo	615	653	680–700
Raakavalkuainen	150	183	130–160
Kuitu	525	549	500–600
Sulamaton kuitu	103	74	60–90
Tuhka	77	77	50–100
ME, MJ	9.8	10.4	10.8–11.2
OIV	76	83	71–88
PVT	37	61	14–46
Syönti-indeksi	87	91	Yli 105
pH	3.87	4.2	-
Ammoniakkityppi	45	49	Alle 40
Maito&muur.happo	66	37	35–80
Haiht. Rasvahapot	18	31	Alle 10
Sokeri	25	7	50–150

Rehuanalyysijä vertaillen niiden merkittävimmät eroavaisuudet ovat koostumuksessa ja rehuarvoissa. 2. sadon rehu on kuiva-aineeltaan matalampi ja ruokinnallisilta arvoiltaan kaikin puolin parempi. Säilönnällisessä laadussa huomioitavat eroavaisuudet ovat maito- ja muurahaishapossa, haihtuvissa rasvahapossa, sekä sokerissa. Huomioitavaa on, että molemmat rehut ovat selkeästi käyneitä matalasta sokerista ja ammoniakkipestä päätellen.

10.1.3 Tuotos

Alla olevaan taulukkoon on kerätty selkeytettynä tuotostiedot, ja miten huonolaatuinen säilörehu on vaikuttanut tuotokseen (taulukko 4). Lypsypäivät kertovat montako päivää poikimisesta on, eli tuotokauden vaiheen. Päivätuotos on laskettu tuotetuilla maitokiloilla lypsylehmin luvulla. Lypsyt ja ohikulut kertovat, kuinka monta kertaa lypsylehmät ovat käyneet lypsyrobotilla, eli sillä mitataan aktiivisuutta, sekä ruokinnan onnistumista. Ruokintamuutoksien jälkeen laskelmista on jätetty huomiomatta 2 viikkoa, koska naudan pötsimikrobeilla kestää tämä aika tottua ruokinnassa tapahtuviin muutoksiin.

TAULUKKO 4. Kohdetilan 1 tuotos

Ruokinta	Lypsypäivät	Päivätuotos	Lypsyt	Ohikulut	Rasva-%	Valkuais-%	EKM
Vanha	171.0	31.4	2.8	1.2	4.6	3.5	34.1
Uusi	156.2	30.6	2.8	1.7	4.6	3.4	32.6

Rasva-% ja valkuais-% ovat maidosta mitatut rasva- ja valkuaispitoisuudet. EKM eli energiakorjattu korjaa maidon pitoisuuksien ja kuiva-aineen laskusta johtuvaa maitomäärän nousua. EKM lukemaa käytetään yleisesti vertaillen tiloja tai rotuja keskenään.

10.2 Kohdetila 2

Kohdetila 2 säilörehu korjattiin noukinvaunulla laakasiiloon ja kahteen aumaan. Noukinvaunussa käytettiin reikäsuutintankoa, joka sijaitsi noukkimen ja sullojan välissä. Tie laakasiilolle ja aumoille sekä niiden ympäristö ei ole asfaltoitua. Rehun tiivistäminen tapahtui kaivinkoneella ja traktorilla peräpainon kanssa. Kaivinkoneen paino on 20 tonnia ja traktorin paino peräpainon kanssa 7–8 tonnia. Säilörehu säilöttiin AIV 2 plus na- säilöntäaineella, jonka kulutusta seurattiin hapottimella, missä on elektroninen määränsäätö, sekä -seuranta. Säilöntäaine ruiskutettiin reikäsuutintangolla ja sitä annosteltiin noin 6 litraa per tonni normaalissa olosuhteissa ja märkään säilörehuun 8 litraa per tonni. Tila ei punnitse kuormia vaan arvioi kuorman painot kosteuden perusteella. Tilan säilörehunurmipelloissa käytettiin kasvilajeina timoteita ja nurminataa, eikä yhtään palkokasveja. Nurmipellot niitettiin noin 10 sentin korkeuteen, ja ne karhotettiin. Lietelanta levitettiin säilörehunurmipelloille laahavannasmultainta käyttäen.

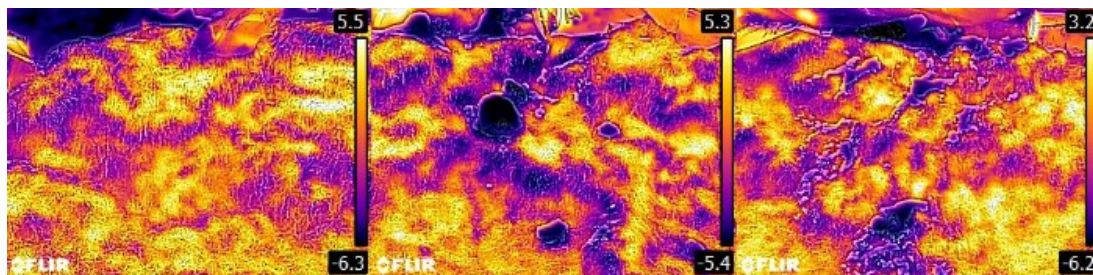
Säilörehuvaraston sulkemiseen tilalla käytettiin aumamuovia ilman vakuumimuovia tai happisulkukalvoa. Yrittäjä kertoi, ettei saa siitä riittävää hyötyä, eikä sadon säilönnässä ole ollut eroa. Muovin päällä käytettiin kauimmilla rehuauimoilla myös lintuverkkoja, suojatakseen aumamuovia. Muovit ja peitteet painotettiin hiekkasäkeillä ja painopeitteillä, jotta ne pysyvät paikoillaan.

Ensimmäinen säilörehu korjattiin laakasiiloon, eikä siinä ollut yhtään syöttökelvotonta säilörehua. Toinen säilörehu korjattiin kahteen aumaan, joista ensimmäisessä kuiva-ainepitoisuus on erittäin matala ja sen pinnasta on leikattu 15–20 cm syöttökelvotonta säilörehua pois. Lisäksi yrittäjä kertoi maa-ainesta päätyneen rehun sekaan karhottaessa märissä olosuhteissa. Toisessa aumassa kuiva-ainepitoisuus on korkea eikä siinä ole ollut syöttökelvotonta yhtään. Jälkilämpenemistä on tapahtunut keväällä ja kesällä syöttäessä, sillä rehu seisoo pitkään täyttöpöydällä, joka siirtää rehun matto-ruokkijalle. Rehuanalyysit otettiin rehukairalla syöttöön tulevista säilörehuista ja ne uusittiin, kun syöttö aloitettiin. Siitä voi nähdä, onko rehun laatu muuttunut. Ruokintasuunnitelma päivitettiin heti näytteenoton jälkeen ja se otettiin käyttöön.

Lypsylehmien säilörehun syönti oli vähentynyt yrittäjien mukaan huomattavasti ja hukkarehun osuus ruokinnassa oli 20 %, kun hyvällä rehulla se oli vain 5 %. Lehmien päivätuotos laski kohdetilalla 4–5 litraa. Lisäksi huonosti säilynyt säilörehu on vaikuttanut lehmien terveyteen ja hedelmällisyyteen. Lypsylehmillä on ilmaantunut hapantöpsä ja korkeatuottoisimmilla on ollut hedelmällisyysongelmia. Siemennyksiä tehdään kaksinkertainen määrä tiinehtymistä kohti ja lehmien kiimakierrot ovat epäta-
vallisia. Tästä koituu yrittäjälle lisätyötä, koska hänen täytyy tarkkailla karjaa entistä tarkemmin, sekä tekemään ylimääräisiä hoitotoita. Myös ruokinnan suunnittelu on ollut haastavaa. Yrittäjä arvelee epäonnistuneen säilörehun syyksi liian myöhäistä korjuu-aikaa, sekä matalaa kuiva-ainepitoisuutta sääolosuhteiden takia. Säilörehun varastointivaiheeseen on vaikuttanut myös kauriiden ja lintujen tekemät reiät aumamuoviin. Tilalla on muuttunut lypsyjärjestelmä 2023 marraskuussa, jolloin lypsyaseman tilalle on tullut lypsyrobotti.

10.2.1 Lämpökamerakuvaus

Kohdetilalta otettiin myös lämpökamerakuvia rehuvarastoista (kuva 15 ja kuva 16.) Laakasiilossa ollut rehu oli syötetty, joten otimme kuvia vain rehuaumoista. Lämpökamerakuvista ei löytynyt mitään poikkeavaa, johtuen kylmästä ilmalämpötilasta. Rehu oli osittain jopa pakkasen puolella, joten talvi estää hyvin jälkilämpenemisen.



KUVA 15. Kuivempi rehuauma (Nyyssönen 2024)

Lämpökamerahavainnot tehtiin aumojen pintarehusta. Kameran mukaan lämpötila ei noussut aumassa yli 5,5 °C, ja matalimmillaan se oli -6,3 °C. Kävimme myös kuvaamassa rehua täyttöpöydältä sekä ruokintapöydältä. Täyttöpöytä sijaitsi osittain navetan ulkopuolella, joten siellä rehu oli myös osittain pakkasen puolella. Ruokintapöydällä rehu oli korkeimmillaan 12,3 °C. Minkäänlaista erityistä lämpenemistä tai pilaantumista ei pöydällä havaittu. Lämpökamerakuvien lisäksi rehua tutkittiin myös aistinvaraisesti, mutta emme löytäneet minkäänlaisia poikkeavuuksia.



KUVA 16. Kosteampi rehuauma (Nyysönen 2024)

10.2.2 Ruokinta

Ruokintaa on pyritty kuvaamaan laatimalla selkeytetty versio ruokintasuunnitelmasta taulukkoon (taulukko 5). Taulukossa vertaillaan vanhan ruokintasuunnitelman ravintosisällön eroa uuteen ruokintasuunnitelmaan. Uudessa ruokintasuunnitelmassa on käytössä 2. sadon kuivaa ja märkää rehuaumaa. Vanhassa ruokintasuunnitelmassa syötetään 2. sadon kuivaa aumaa. Ruokintasuunnitelmia vertailemalla voidaan pohtia sen vaikutusta tuotokseen.

TAULUKKO 5. Kohdetilan 2 ruokintasuunnitelma

Yksikkö	Vanha	Uusi	Ero %
ME, MJ	11.2	11.5	3 %
OIV g	97	96	-1 %
Raakavalkuainen g	169	168	-1 %
Kuitu g	332	319	-4 %
Väkirehu-%	44	45	2 %

Vanhassa ruokintasuunnitelmassa muuntokelpoista energiaa on saatavilla vähemmän kuin uudessa. Ohutsuolen kautta imeytyvä valkuainen ja raakavalkuainen pysyvät miltei samana. Myöskään kuidussa ja väkirehu-% ei ole olennaisia eroja. Ravintosisällön perusteella uusi ruokintasuunnitelma antaa paremmat edellytykset maidontuotantoon vanhaan verrattuna.

TAULUKKO 6. Kohdetilan 2 rehuanalyysit

Rehun nimi	2. sato kuiva	2. sato märkä	Tavoitearvot
Kuiva-aine	423	159	300–450
D-arvo	648	585	680–700
Raakavalkuainen	146	108	130–160
Kuitu	555	655	500–600
Sulamaton kuitu	121	180	60–90
Tuhka	82	56	50–100
ME, MJ	10.4	9.4	10.8–11.2
OIV	79	68	71–88
PVT	29	5	14–46
Syönti-indeksi	104	68	Yli 105
pH	4.4	5.2	-
Ammoniakkityppi	19	187	Alle 40
Maito&muur.happo	13	0	35–80
Haiht. Rasvahapot	9	75	Alle 10
Liukoinen typpi	399	648	Alle 500
Sokeri	39	21	50–150

Rehuanalyysyjä vertaillen (taulukko 6) löytyy rehusadoista merkittäviä eroavaisuuksia. 2. sadon märkä auma on erittäin pahasti virhekäynyttä. Tämä voidaan päätellä korkeasta ammoniakkipölystä ja haihtuvista rasvahapoista, sekä matalasta sokerista ja maito- ja muurahaishaposta. Kuiva auma on märkään aumaan lähellä tavoitearvoja lukuun ottamatta D-arvoa ja muuntokelpoista energiaa.

10.2.3 Tuotos

Tilan tuotoksen muutoksia on pyritty selkeyttämään taulukolla (taulukko 7), johon on kerätty oleellimmat tiedot, jotka ovat keskiarvoja koko karjasta. Taulukosta näkyvät lypsypäivät, päivätuotos, lypsyt, ohikulut, rasva-%, valkuais-% ja EKM. Ruokinta tarkoittaa eri ruokintasuunnitelmia, jotka tässä ovat uusi ja vanha ruokintasuunnitelma. Uudessa ruokintasuunnitelmassa on käytössä huonosti säilynyttä säilörehua.

Lypsypäivät kertovat montako päivää poikimisesta on, eli tuotokauden vaiheen. Päivätuotos on laskettu tuotetuilla maitokiloilla lypsylehmin luvulla. Lypsyt ja ohikulut kertovat, kuinka monta kertaa lypsylehmät ovat käyneet lypsyröbotilla, eli sillä mitataan aktiivisuutta, sekä ruokinnan onnistumista. Rasva-% ja valkuais-% ovat maidosta mitatut rasva- ja valkuaispitoisuudet. EKM eli energiakorjattu korjaa maidon pitoisuuksien ja kuiva-aineen laskusta johtuvaa maitomäärän nousua. EKM lukemaa käytetään yleisesti vertaillen tiloja tai rotuja keskenään. Ruokintamuutoksien jälkeen laskelmista on jätetty huomiomatta 2 viikkoa, koska naudan pötsimikrobeilla kestää tämä aika tottua ruokinnassa tapahtuviin muutoksiin.

TAULUKKO 7. Kohdetilan 2 tuotos

Ruokinta	Lypsypäivät	Päivätuotos	lypsyt	Ohikulut	Rasva-%	Valkuais-%	EkM
Vanha	165.7	32.4	3.0	4.4	4.3	3.5	33.9
Uusi	137.4	32.7	3.0	3.3	4.1	3.4	33.0

11 HAASTATTELUJEN TULOKSET

Kävimme tiloilla haastattelemassa maitotilallisia, joilla oli säilörehun kanssa ongelmia. Haastattelun ja tilakäynnin jälkeen totesimme, että tämän kaltainen tarkastelutyö kannattaa tehdä kesällä. Talven pakkaset ja kylmä lämpötila hidastavat säilörehun jälkilämpenemistä ja pilaantumista. Vaikka säilörehu aiheuttaisikin eläinten terveysongelmia tai maitotuotoksen laskua, ei se välttämättä lämpene talvella. Jos ajankohtana olisi ollut kesä, rehun jälkilämpenemistä olisi mahdollisesti helpompi seurata.

Kävimme yhteensä kahdella eri lypsykarjatilalla haastattelemassa ja perehtymässä heidän säilörehutuotantoon. Molemmilla tiloilla jälkilämpenemistä oli tapahtunut, ja toisella tilalla täytyi säilörehun pinnasta poistaa 10–20 senttiä säilörehua, koska se oli syömäkeltovotonta. Rehu oli päässyt pilaantumaan, koska linnut ja kaurit puhkoivat muovia painopeitteestä ja lintuverkosta huolimatta. Eläimille ei mahda mitään, koska rehuvarastot eivät olleet katettuja.

Saimme molemmilta tiloilta säilörehuanalysit, ruokintasuunnitelmat sekä tuotosseurantatiedot. Lisäksi saimme lypsyrobotilta päiväkohtaisen keskituotosraportin. Raportit ajoitettiin ajankohdalle, missä näkyy tuotos ennen huonosti säilyneen säilörehun syöttöön ottoa ja sen jälkeen. Näin voimme vertailla muutoksia maidontuotannossa. Tuotosseurannasta käy ilmi miten huono säilörehu on vaikuttanut maitotuotokseen. Säilörehuanalysistä näkyy säilörehun koostumus, rehuarvot ja säilönnällinen laatu.

Molemmissa kohteissa seurattiin tarkasti säilöntäaineen kulutusta kuormaan suhteutettuna joko punnitsemalla jokainen kuorma tai elektronisen happoseurannan avulla. Säilöntäainetta käytettiin suositusten mukaisesti, ja kostealle rehulle määrää lisättiin 1–2 litraa per rehutonni. Siitä huolimatta rehun sokeripitoisuus jäi todella vähäiseksi (alle 30) suositellusta yli 50. Rehun sokerin määrä kuvastaa, miten säilöntä on onnistunut. Yleensä liian matala sokeripitoisuus tarkoittaa, että rehun oma sokeripitoisuus ei ole kyennyt ylläpitämään maitohappokäymistä. Myös maito- ja muurahaishappo kuvastavat säilörehun käymistä sekä haihtuvat rasvahapot. Maitohappo rehuun muodostaa maitohappobakteerit, ja muurahaishappo tulee säilöntäaineista. Haihtuvat rasvahapot kuvastavat rehun mahdollista virhe- ja sivukäymistä. Jos arvo on yli 10, jonkin asteista virhekäymistä rehussa on mahdollisesti käynyt.

Osassa tapauksista heikolla säilörehulla oli ollut vaikutusta eläinten terveyteen. Hapanpötsiä oli ilmennyt muutamia tapauksia, kun huonosti säilynyt säilörehu on otettu käyttöön. Suolitukoksia oli ilmennyt myös muutamalla eläimellä. Hapanpötsi tarkoittaa sitä, että pötsi on liian hapan eli alle pötsin tavoitellun pH:n, mikä on 6–7. Silloin solunseinämiä hajottavat pötsibakteerit eivät pysty toimimaan (Päkkilä 2022). Hapanpötsiä ilmaantuu, jos väkirehun määrä on liian suuri suhteessa karkearehuihin, tai seosrehun ainesosissa on ongelmia. Hapanpötsissä rasvahapot imeytyvät pötsin seinämän läpi. Hapanpötsin oireina on syönnin vähentyminen, märehtimisen vähentyminen, rasvapitoisuuden lasku ja jopa maitotuotoksen lasku. (Peipponen 2015.)

12 POHDINTA

Lypsykarjataloudessa säilörehun säilönnän onnistuminen on yksi tärkeimmistä asioista. Säilörehun säilönnällinen laatu vaikuttaa maidon tuotokseen ja -laatuun, mutta sen lisäksi myös eläinten terveyteen, hedelmällisyyteen ja aktiivisuuteen. Jos säilörehun säilönnässä on epäonnistuttu, voi seurauksena olla useampi edellä mainituista. Huonosti säilynyt säilörehu voi aiheuttaa eläinten terveydessä ongelmia, kuten utaretulehduksia, sekä se kohottaa ketoosin riskiä. Huonosti säilyneen rehun syönti on heikompaa, kuin hyvin säilyneen rehun ja pahimmissa virhekäymisissä jopa rehun valkuainen on alkanut hajoamaan. Tämän takia ruokinnan väkirehu-% yleensä korotetaan, jotta päiväkohtainen energiansaanti pysyisi samankaltaisena. Väkirehu-% korottaminen lisää hapanpötsin riskiä, jota tavattiin myös kohdetiloilla huomattava määrä.

Säilörehun epäonnistuessa huonolaatuista säilörehua täytyy pyrkiä tasaamaan jollain toisella säilörehulla. Sillä pyritään tasaamaan virhekäyneen säilörehun ravintoarvoja, sekä heikentynyttä syöntiä. Tämä voi aiheuttaa yrittäjälle huomattavasti lisääntyneitä ostokustannuksia, mikäli säilörehua täytyy ostaa muualta. Säilörehun laadun tasaaminen toisella rehulla vaatii hyvin onnistuakseen seosrehuruokinnan, jotta eläimet eivät valikoi ruokintapöydältä parempaa rehua, jolloin huono rehu jää tärkeeksi. Seurauksena voi olla huomattava määrä hukkarehua, jota tavattiin myös yhdellä kohdetiloista. Hukkarehu aiheuttaa lisätyötä, kun ruokintapöytää joudutaan puhdistamaan useammin ja ruokintapöydälle jää normaalia enemmän pois heitettävää rehua.

Huonosti säilyneen rehun kompensointi hyvin säilyneellä rehulla ei välttämättä tuota odotettuja tuloksia. Kohdetilojen ruokintasuunnitelmien ravintosisältö oli hyvin ja huonosti säilyneitä rehuja syötessä samankaltaiset. Tästä huolimatta lypsylehmiä päivämaidoissa ja EKM-tuotoksessa tapahtui pudotuksia. 1. kohdetilan päivämaito putosi 0.8 kg ja EKM-päivämaito 1.5 kg. 2. kohdetilalla ruokintasuunnitelmassa merkittävin muutos tapahtui lypsyrobotilta jaettavalla energialiuksella. Väkirehunun osuus kasvoi 1 % ja muuntokelpoisen energian määrä 0,3 ME MJ. Päivämaito nousi 0.3 kg, mutta EKM-päivämaito putosi 0.9 kg. Tämä johtui rasvan 0.2 % ja valkuaisen 0.1 % pudotuksesta.

Kohdetiloilla kerrottiin lehmien hedelmällisyyden kärsineen, sekä he hoitivat useita nautoja, joilla on happamoitunut pötsi. Lehmien aktiivisuus pysyi normaalihkolla tasolla, eikä merkittäviä poikkeamia kohdetiloilla havaittu. Yrittäjät kertoivat seuraavansa lehmien märehimisaikoja lypsyrobotin järjestelmästä, jotta hoitoa vaativat lehmät havaitaan mahdollisimman pian. Päivittäinen työ määrä karjanhoidossa lisääntyi molemmilla tiloilla, kun huonosti säilynyttä rehua on aloitettu syöttämään. Erityisesti kiimantarkkailussa ja siementämisessä työn määrä lisääntyi huomattavasti. 1. kohdetilalla siementäykset tiinehtymistä kohden olivat kaksinkertaiset aikaisempaan verrattuna.

Opinnäytetyön lisäksi laadimme kaksi tietokorttia. Tietokorteissa käsitellään säilöntäaineiden käyttöä ja mitkä vaikuttavat säilöntäaineen valintaan. Lisäksi käymme läpi säilöntäaineen eri pumppumalleja ja suuttimia eri korjuukoneille. Tietokorteissa kerrotaan myös hyviä käytännön vinkkejä informaation lisäksi. Tietokortit menevät toimeksiantajan vapaaseen käyttöön, joita viljelijät ja säilörehu-urakoitsijat pääsevät hyödyntämään. Monilla tiloilla käytetään vain yhtä säilöntäainetta huolimatta kuiva-ainepitoisuudesta. Tämä voi herkästi altistaa säilörehun jälkilämpenemiselle. Tietokorteissa on pyritty

lisäämään yrittäjien tietoisuutta säilöntäaineista eri kuiva-ainepitoisuuksille. Oikean säilöntäaineen valinnan lisäksi tärkein asia on annostella se oikein, jotta se päätyy rehun sekaan.

Työstä on hyötyä molemmille opinnäytetyön tekijöille. Ymmärrys säilörehun säilönnän eri vaiheisiin ja vaikutuksiin kasvoi huomattavasti. Työtä tehdessä sai valtavasti uutta tietoa. Opinnäytetyö on todella laaja työ, jossa taito tuottaa ammattimaista tekstiä kasvaa. Lisäksi opimme hyödyntämään lähteitä monipuolisemmin sekä kirjoittaa omin sanoin lähteistä saatua tietoa. Opinnäytetyötä laadittiin muiden opiskelujen ohella, ja aikataulua jouduttiin venyttämään hieman. Opinnäytetyön tietoja voi hyödyntää tulevaisuuden työtehtävissä ja maatilalla. Lisäksi toimeksiantaja saa hyvät tietokortit omaan käyttöönsä, missä kerrotaan tärkeimmät tiedot säilöntäaineista ja niihin vaikuttavista tekijöistä.

LÄHTEET

Työssä on käytetty seuraavasti tekoälyä: Chat GPT 2024. OpenAI. GPT-3.5. Käytetty lähteiden etsimiseen englannin kielellä aiheesta lietteen ja maa-aineksen vaikutuksista säilörehun säilyvyyteen, tammikuu 2024. <https://chat.openai.com>

Agriland 2017. 3 reasons why farmers should consider using a silage additive. Verkkojulkaisu. <https://www.agriland.ie/farming-news/3-reasons-why-farmers-should-consider-using-a-silage-additive/>. Viitattu 24.2.2024.

Agritek 2020. Oikea niittokorkeus ratkaisee. Verkkojulkaisu. <https://www.agritek.fi/kverneland/ajankohtaista/oikea-niittokorkeus-ratkaisee>. Viitattu 16.1.2024.

Agroshop julkaisuaika tuntematon. Paalin käärintäkalvo Agroshop ProWrapper 500 mm 1800 m musta. Verkkojulkaisu. <https://agroshop.fi/kaeaerintaekalvot/12631-paalin-kaeaerintaekalvo-agroshop-prowrapper-500mm-1800m-musta.html>. Viitattu 9.4.2024.

Ahokas, Jukka julkaisuaika tuntematon. Nurmikoneet. Pdf-tiedosto. <https://www.agrotekno.fi/wp-content/uploads/2021/05/Nurmikoneet.pdf>. Viitattu 24.2.2024.

AIV 2018. Mieleni pahoitin, kun rehu oli liian hyvää. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/uutinen/mieleni-pahoitin-kun-rehu-oli-liian-hyvaa>. Viitattu 29.11.2023.

AIV 2019. Siirry hallitusti rehupulasta uuden sadon syöttöön. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/uutinen/siirry-hallitusti-rehupulasta-uuden-sadon-syottoon>. Viitattu 24.2.2024.

AIV 2023. Valitse oikea säilöntäaine ja annostelu kaikkeen rehusäilöntään. Pdf-tiedosto. <https://www.aiv.fi/sites/default/files/2023-09/AN-RUM~1.PDF>. Viitattu 24.2.2024.

AIV julkaisuaika tuntematon a. Säilörehu. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/sailo-oikein/sailorehu>. Viitattu 29.11.2023.

AIV julkaisuaika tuntematon b. Monipuolinen ja tehokas jälkilämpenemisen estäjä. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/tuote/aiv-assa-na-2>. Viitattu 25.2.2024.

Anttila, Anne, Niskanen, Markku, Palva, Reetta, Puumala, Lea & Vallinhovi 2014. Hävikit kuriin ja säilörehun laadunvaihtelu hallintaan. NurmiArtturi-hanke. ProAgria Etelä-Pohjanmaa ry & Työteho-seura ry. Pdf-tiedosto. https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/nurmiartturi-lehti_pienempi_resoluutio_2.pdf. Viitattu 29.11.2023.

Anttila, Niskanen, Palva, Puumala & Vallinhovi 2014. Pdf-tiedosto. Hävikit kuriin ja säilörehun laadunvaihtelu hallintaan. NurmiArtturi-hanke 8.3.2011-30.6.2014. Vaasa: Fram Oy. <https://www.proagria.fi/uploads/nurmiartturi-lehti.pdf>. Viitattu 24.1.2024.

Bakker, Joost 2009. Case-IH-Traktor MX135 mit Weiste-Dreieck am Fronthubwerk und Strautmann-Kurzschmittladewagen Giga vitesse II. Valokuva. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Case_IH_MX135,_Strautmann_Giga_vitesse_II.jpg. Viitattu 24.2.2024.

Cornell Cals julkaisuaika tuntematon. College of Agriculture and Life Sciences. Hankkeessa Milk Quality Improvement Program. Lactic Acid Bacteria – Homofermentative and Heterofermentative. Pdf-tiedosto. <https://cals.cornell.edu/sites/default/files/2023-04/lactic-acid-bacteria-v1.pdf>. Viitattu 23.2.2024.

Ergin & Gumus 2019. Silage Quality, Fermentation Dynamics and Chemical Composition of Alfalfa Silage Prepared with Salt and Lactic Acid Bacteria Inoculants. Department of Animal Nutrition and

Nutritional Diseases Faculty of Veterinary Medicine. University of Burdur Mehmet Akif Ersoy. Verkkajulkaisu. https://www.researchgate.net/publication/348065907_Silage_Quality_Fermentation_Dynamics_and_Chemical_Composition_of_Alfaalfa_Silage_Prepared_with_Salt_and_Lactic_Acid_Bacteria_Inoculants. Viitattu 24.2.2024.

Farmit 2010. Säilörehun laadun merkitys. Verkkajulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsy-lehma/ruokinta/rehuntuotanto/sailorehun-laadun-merkitys>. Viitattu 28.11.2023.

Farmit 2012. Biologinen rehunsäilöntä. Verkkajulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/rehun-sailonta/biologinen-rehunsailonta>. Viitattu 29.11.2023.

Finlactic julkaisuaika tuntematon. Karjatilolle. Pdf-tiedosto. https://irp.cdn-website.com/e236f68e/files/uploaded/finlactic_sailox_ratkaisutkarjatilolle21_web.pdf. Viitattu 24.2.2024.

Finnlacto julkaisuaika tuntematon. Power XL® käärintämuovi 1650 m. Verkkajulkaisu. <https://www.finnlacto.fi/tuote/power-xl-kaarintamuovi/>. Viitattu 9.4.2024.

Fransen, Steve julkaisuaika tuntematon. Silos. <https://forages.oregonstate.edu/oregon/topics/storage/silos>. Viitattu 25.2.2024

Hankkija julkaisuaika tuntematon a. Onnistunut rehun säilöntäprosessi ylläpitää rehun korkean ravitsemuksellisen laadun. Verkkajulkaisu. <https://www.hankkija.fi/tuotantopanokset/nurmen-viljely/nurmen-viljelyohjeet/ia-onnistunut-rehun-sailontaprosessi-yllapitaa-rehun-korkean-ravitsemuksellisen-laadun-2030600/>. Viitattu 10.1.2024.

Hankkija julkaisuaika tuntematon b. Laajatehoinen ja tehokas tuote säilöntään ja ruokintaan. Pdf-tiedosto. <https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/pankki/hankkijanprimaesite2021a4low.pdf>. Viitattu 24.2.2024.

Hankkija julkaisuaika tuntematon c. Mitä on tehtävissä, jos rehu lämpenee siilossa? Verkkajulkaisu. https://www.hankkija.fi/tuotantopanokset/viljan-viljely/ia-mita-tehtavissa_-rehu-lampenee-siilossa-2031932/. Viitattu 16.1.2024.

Hartojoki Jenna julkaisuaika tuntematon. Rehuanalyysin tulkintaohjeistus: Märehtijät. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Pdf-tiedosto. <https://www.seilab.fi/wp-content/uploads/sites/8/2021/03/marehtijat.pdf>. Viitattu 24.2.2024.

Hellsted, Maarit & Virkkunen, Elina 2020. Karjatilolla muodostuvat säilörehun puristenesteet, pesuvedet sekä jaloittelalueiden ja turkistarhojen valumavedet. Pdf-tiedosto. https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/546899/luke-luobio_100_2020.pdf;jsessionid=57049AF29FD437256E8C87DFD28E472A?sequence=1. Viitattu 17.1.2024.

Hirsjärvi, Hurme 2022. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. E-kirja. 2. painos. Gaudeamus Oy. Viitattu 9.4.2024.

Huuskonen, Arto, Ilkka, Jaakko, Jokinen, Marko, Manni, Katariina, Mustonen, Arja, Nyholm, Laura, Pajula, Maiju, Rinne, Marketta, Suokannas, Antti & Tahvola 2020. Säilörehun säilöntäopas. Tuottavan nautatilan nurmi -kehittämishanke. Atria tuottajat. Pdf-tiedosto. https://www.atriatuottajat.fi/globalassets/alkutuotanto/hankkeet/atriatuottajat_sailorehun_sailontaopas_b5_highres.pdf. Viitattu 28.11.2023.

Kärki-Agri julkaisuaika tuntematon. Muoveissa on eroja! Verkkajulkaisu. <https://www.karkiaagri.fi/news/31/muoveissa-on-eroja>. Viitattu 8.4.2024.

Lallemand julkaisuaika tuntematon. Silage in bags. Verkkajulkaisu. <https://magniva.lallemandanimal-nutrition.com/en/global/make-quality-silage/silage-storage-options/silage-in-bags/>. Viitattu 25.2.2024.

- Lallemand julkaisuaika tuntematon. Soil and slurry contamination. Pdf-tiedosto. <https://qualisilage.com/wp-content/uploads/2020/04/Soil-and-slurry-contamination.pdf>. Viitattu 13.2.2024.
- Lantmännen Agro 2020. Paras säilöntäaine sinun tarpeisiisi. Verkkojulkaisu. <https://www.lantmanenagro.fi/ajankohtaista/2020/paras-sailontaaine-sinun-tarpeisiisi/>. Viitattu 24.2.2024.
- Mäki, Tuovi 2013. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan säilörehu-urakoitsijoiden koulutustarpeen kartoitus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013060613272>. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Oulunseudun ammattikorkeakoulu. Viitattu 28.11.2023.
- Manitoba agriculture, food and rural Initiative, Agriculture and agri-food Canada ja Manitoba forage council 2008. Baled silage production. Pdf-tiedosto. Julkaistu 01.02.2008. https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/crop-management/forages/pubs/baled_silage_production.pdf. Viitattu 30.1.2024.
- McDonnell, Brian 2021. Minimising contamination of silage crops. Verkkojulkaisu. <https://www.agri-land.co.uk/farming-news/minimising-contamination-of-silage-crops/>. Viitattu 24.2.2024.
- Moisio, Tauno & Heikonen, Matti 1992. AIV-rehun perusteet. Tampere: Kirjayhtymä Oy.
- Niskanen, Heikki & Kainulainen, Pertti, 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten Liitto.
- Nyholm, Laura & Seppälä, Arja 2019. Paali- ja siilorehujen laadut tarkastelussa. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/paali--ja-siilorehujen-laadut-tarkastelussa/>. Viitattu 30.1.2024.
- Nyholm, Laura 2015. Hyvä säilöntälaatu lisää syöntiä ja maitotuotosta. Verkkojulkaisu. Valio. Maito ja me. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/hyva-sailontalaatu-lisaa-syontia-ja-maitotuotosta/>. Viitattu 28.11.2023.
- Oinonen, Matti 2015. Erinomaista säilörehua alhaisilla säilöntäkustannuksilla – biologinen säilöntäaine vaihtoehtona! Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/blog/2015/12/10/erinomaista-sailorehua-alhaisilla-sailontakustannuksilla-biologinen-sailontaaine>. Viitattu 16.1.2024.
- Päkkilä, Liisa-Maria 2022. Panosta pötsiin. Verkkojulkaisu. <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/panosta-potsiin>. Viitattu 9.4.2024.
- Palva, Reetta julkaisuaika tuntematon. Säilörehun tiivistäminen. Nurmesta tulosta -hanke. Pdf-tiedosto. https://www.proagria.fi/uploads/nurmestatulostatietokortti_2.pdf. Viitattu 16.1.2024.
- Peipponen, Susanna 2015. Subakuutti pötsiasidoosi. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/subakuutti-potsiasidoosi/>. Viitattu 9.4.2024.
- Pentti, Seppo 2010. Paalirehun edut. Verkkojulkaisu. <https://koneporssi.com/maa-ja-metsatalous/paalirehun-edut/>. Viitattu 24.2.2024.
- Perälä, Sari 2015. Säilöntäaineissa on eroja. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/sailontaaineissa-on-eroja/>. Viitattu 16.1.2024.
- Piltz, J.W., Kaiser A.G. 2004. Principles of silage preservation. Teoksessa, A. G., Piltz, J. W., Burns, H. B., Griffiths, N., W. TopFodder successful silage 2004. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries. <https://cdn-prod.dairyaustralia.com.au/gippsdairy/-/media/project/dairy-australia-sites/national-home/resources/2020/07/09/successful-silage-02-principles-of-silage-preservation/successful-silage-02-principles-of-silage-preservation.pdf?rev=cda19b89b31f4a91b54c9dde515ed350>. Viitattu 9.1.2024.
- Pretz, Jon 2021. Dairy efficiency by the numbers. Verkkojulkaisu. <https://www.hubbard-feeds.com/blog/dairy-efficiency-numbers>. Viitattu 28.3.2024.

- ProAgria julkaisuaika tuntematon. Kaikki irti rehuanalyysistä. Verkkojulkaisu. <https://www.proagria.fi/uploads/TIETOKORTTI-2-Kaikki-irti-rehuanalyysista.pdf>. Viitattu 20.2.2024.
- Pulkkinen, Markku 2016. Säilöntäaineen valinta vaatii tarkkuutta. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/sailontaaineen-valinta-vaatii-tarkkuutta/>. Julkaistu 24.2.2016. Viitattu 30.1.2024.
- Ruokavirasto 2023. Nautojen ehdot (eläinten hyvinvointikorvauksen sitoutumisehdot 2024). Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/elaintuet/elainten-hyvinvointikorvaus/ehk-naudat/EHK-naudat-2024/>. Viitattu 25.2.2024.
- Scarth, Robert 2003. Claas Jaguar forage harvester and Massey Ferguson 6170 tractor with trailer – Cutting grass silage at Folsetter, Birsay, Scotland. Valokuva. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cutting_silage_at_Folsetter_1.jpg. Viitattu 24.2.2024.
- Scotland's Farm Advisory Service 2021. Best practice procedures for making baled silage. Pdf-tiedosto. Julkaistu 26.05.201. <https://www.fas.scot/downloads/best-practice-procedures-for-making-baled-silage/>. Viitattu 30.1.2024.
- Seppälä, Arja & Rinne, Marketta 2022. Paljonko rehun d-arvo voi pudota säilönnän aikana? Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/paljonko-rehun-d-arvo-voi-pudota-sailonnan-aikana/>. Viitattu 24.2.2024.
- Sirkjärvi, Tiina 2012. Säilörehuhävikki. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3.4.2012. https://www.proagria.fi/uploads/sailorehuhavikki_juha_nousiainen.pdf. Viitattu 30.10.2024.
- Tahvola, Essi julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Säilörehun pitoisuudet ja niihin vaikuttaminen viljelyn avulla. <https://www.atriatuottajat.fi/hankkeet/nurminauta--tuottava-nautatilan-nurmi/sailorehun-pitoisuudet-ja-niihin-vaikuttaminen-viljelyn-avulla/>. Viitattu 28.11.2023.
- Van Saun, Robert 2023. Troubleshooting silage problems. Verkkojulkaisu. <https://extension.psu.edu/troubleshooting-silage-problems>. Viitattu 24.2.2024.

LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET

- Millä korjuumenetelmällä säilörehu on korjattu?
- Mitä kasvilajeja säilörehussa on käytetty ja mikä on palkokasvien osuus?
- Mitä säilöntäaineita rehussa on käytetty? Onko säilöntäaineen määrää tarkistettu tai tutkittu?
- Onko säilöntäaineen kulutusta seurattu? Miten?
- Miten säilörehut varastoidaan?
- Millä työkoneilla säilörehua tiivistetään, jos käytössä on laakasiilo tai auma?
- Mikä on nurmien niittokorkeus ja karhotus korkeus?
- Onko jälkilämpenemistä tapahtunut? Onko erityisiä toimia tehty jälkilämpenemisen ehkäisemiseksi?
- Kuinka paljon säilörehusta on ollut syöttökelvotonta?
- Onko maa-ainesta päätynyt säilöttävän rehun sekaan? (Johtuuko pellon tasaisuudesta, niitto/karhotuskorkeudesta tai onko tiivistyskoneilla ajettu muualla kuin siilolla)
- Levitetäänkö nurmipelloille lietteet multaimella?
- Otetaanko rehuanalyysit syöttöön tulevista rehuista ja kuinka se otetaan? (onko analyysi luotettava)
- Päivitetäänkö ruokintasuunnitelma aina rehuanalyysin jälkeen?
- Onko eläinten säilörehun tai seosrehun syönti vähentynyt?
- Kuinka suuri vaikutus huonosti säilyneellä rehulla on ollut tuotokseen ja pitoisuuksiin?
- Onko säilörehu vaikuttanut eläinten terveyteen, aktiivisuuteen tai hedelmällisyyteen?
- Millaisia muita vaikutuksia huonosti säilyneellä rehulla on ollut esim. lisääntynyt työ?
- Onko tuotannossa tai työtavoissa tapahtunut muutoksia, jotka myös voivat vaikuttaa edellä mainittuihin esim. uusi työntekijä?
- Minkä arvelet olevan epäonnistuneen säilönnän syy?
- Millä rehun muovit painatetaan?
- Mitä suojapeitteitä käytetään?

LIITE 2: ASIANTUNTIJAHAASTATTELU

Haastattelimme tietokorttia varten myös asiantuntijaa, Happowan toimeksiantajaa Johannes Holkkola. Haastattelussa käytiin läpi erilaisten hapottimien käyttöä ja riittävyttä eri korjuukoneilla. Haastattelussa käytiin läpi myös erilaisten suuttimien eroja ja sijainteja, jotta saadaan levitysteho riittäväksi. Tekstissä K tarkoittaa kysymystä ja V siihen saatua vastausta.

K: Hapottimen kapasiteetin mitoitus. Paljonko täytyy olla pelivaraa?

V: Mitoitus lähtee korjuukoneen kapasiteetista. maksimi mieltä, ja mitoitetaan yleensä reilusti yläpään, kun puhutaan ajosilppureista ja noukinvaunuista. Tämä siksi, koska jos on märempää tai todella kuivaa voidaan lisätä säilöntäainetta. Toisessa päässä mitoituksessa, pitää mieltä kuinka pienen annosteluun pumppu pystyy, esimerkiksi paalaimen. Käyttötarkoitus pitää selvittää, ennen kuin voidaan hapottimen kapasiteettia arvioida.

K: Kalvopumpun ja sauvapumpun käyttö? Hyvät ja huonot puolet?

V: Lähdetään yleensä kalvopumpuista liikenteeseen, nykypäivän vaatimukset vaativat tarkan annostelun ja kalvopumpulla se onnistuu. Varsipumpun paine pienempi 0,85 bar verrattuna kalvopumppuihin, jossa paine on isompi (3 bar). Varsipumppu saa apua tynnyristä, varsipumpun teho seilaa paljon nesteen pinnan mukaan. Varsipumpulla teho heikkenee mitä vähemmän tavaraa on säiliössä jäljellä, johtuen juuri matalasta paineesta. Varsipumpun hyvä puoli on se, että se on helppo vaihtaa koneesta toiseen.

K: Erittäin tehokkaassa korjuukoneessa riittääkö yksi pumppu, onko mahdollista käyttää kahta?

V: Tilanteita on, että tarvitaan useampi pumppu. Vaatii ison korjuukoneen ja mahdollisesti märkää tuotetta, mikä vaatii runsaan syöttötehon pumpulta. Spreader 30 tällä hetkellä tehokkain pumppu ajosilppurissa jos suuttimet laitetaan torven yläosaan, se voi hieman rajoittaa maksimitehoa.

K: Reikäsuutintanko, viuhkasuutin vai silppurisuutin? Niiden erot ja missä tilanteessa käytetään?

V: Viuhkasuutin pienemmän korjuukoneen vaativiin koneisiin, paalaimiin ja pieniin noukinvaunuihin. Hyötynä on se, että tehovaatimus pieni. Viuhkalla levitystulos on parempi pienemmillä määrillä. Isommilla paineilla viuhkasuutin on huono, koska kova paine aiheuttaa aineen sumuuntumisen ja tuuli levittää ainetta pois. Noukinvaunulla käytetään reikätankoa, hyvä puoli on se, että saadaan laajalle levitys ja pisara on iso, jotta levitys onnistuu tasaisesti. Tässä ei tule tuulikulkeutua. Silppurisuutin yksinkertainen piste suutin, jossa hyödynnetään silppurien ominaisuuksia. Tarkkuussilppureissa lietson yläpuolella. Ajosilppureissa torven päähän, jonkin verran epätasaisuusongelmaa ja puhalttaa ennenajoja ilmaan. Kammionpuolella päättyy enemmän ainetta rehuun. Silppureissa pienemmälle alalle kohdistuu rehuvirta.

K: Miten suuttimet sijoitetaan eri korjuukoneissa?

V: Noukinvaunuissa noukkimen yläpuolelle reikäsuutintanko. Viuhkasuuttimet asennettava suojaisaan paikkaan, koska siten voidaan vähentää tuulikulkeutua. Riippuen paalaimesta ja noukinvaunusta, löytyykö suojaisia tai parempia paikkoja suuttimien sijainnille. Suojaisia on aina hyvä paikka, missä tuulikulkeuma ei vaikuta ja saadaan levitettyä mahdollisimman leveästi rehuvirtaan. Joskus on

levitetty suoraan karholle traktorin edestä olevalla tynnyrillä, siinä ongelmana aineen päätyminen rehuun ja kasvuston mahdollinen kuoleentuminen. Kirjava käytäntö suuttimien sijainneilla. Silppurimalleilla torvessa, joko alku- tai loppupäässä. Hapolla ei haluta laittaa kovin syvälle koneistoon, koska happo syövyttää ja kuluttaa korjuukoneen koneistoa. Biologisilla säilöntäaineilla on tavoitteena se, että saadaan aine sekoitettua mahdollisimman laajalti ja hyvin rehuvirtaukseen. Kulumista ei tarvitse biologisilla ja kemiallisilla säilöntäaineilla pelätä. Urakoinnissa valmiudet täytyy olla laajat, vaatimuksia on laajalti ja tiloja on paljon erilaisia.

LIITE 3: TIETOKORTTI: ONNISTU SÄILÖNNÄSSÄ!

Onnistu säilönnässä!

Pumputyyppien valinta

- Varsipumput ovat helppoja siirtää koneesta toiseen. Niiden teho vaihtelee pumpattavan nesteen pinnan mukaan alhaisen paineen (0,5 bar) takia. Kapasiteetti soveltuu pienemmille koneille (0-5 l/min).
- Kalvopumppujen paine on korkeampi (3 bar), jolloin nestepinnan vaihtelu ei vaikuta merkittävästi. Virtaus 1-30 l/min, riippuen pumpun tehosta.

Pumpun kapasiteetin valinta

- Valitse tarvetta suurempi hapotin, varsinkin jos käytössä on noukivaunu tai silppuri. Näin hapottimen kapasiteetti riittää haastavissakin olosuhteissa.
- Erittäin tehokkaissa korjuukoneissa voi käyttää kahta pumppua samanaikaisesti.
- Huomioi palkokasvipitoisten rehujen vaatima suurempi säilöntäaineen määrä.
- Huomioi minimivirtaus erityisesti, jos hapotinta käytetään useassa eri koneessa.

Virtauksen mittaus ja säätö

- Mekaanisessa virtausmittarissa nesteen virtaus nostaa kohoa lasiputken sisällä. Virtaus säädetään säätöruuvilla, jolla kuristetaan virtausta.
- Pumppua voi ohjata myös elektronisesti potentiometristä.
- Automaattisessa virtausmittarissa asetetaan haluttu virtausmäärä, jolloin hapotin säätää pumpun tehoa virtausanturin avulla.
- Automaattisella saadaan varmin levitysmäärä ja kustannussäästöjä.



Virtausmittari

Suuttimien valinta

- Reikäsuutintanko soveltuu parhaiten noukivaunuun ja paalaimen. Laaja levitys ja pieni tuulikulkeuman riski ison pisarakoon takia.
- Viuhkasuuttimet ovat tarkkoja, jonka takia ne soveltuvat pienille koneille. Herkkä tuulikulkeumalle erityisesti suurilla virtauksilla, jolloin neste sumuuntuu.
- Silppurisuuatin on yksinkertainen pistesuutin. Soveltuu vain silppureihin, koska se hyödyntää puhallustorvia, joista kasvimassa kulkeutuu.
- Korjuukoneeseen voidaan asentaa useat suuttimet eri tarkoituksia varten. Suuttimien letkuihin voi käyttää pikaliittimiä, jolloin vaihtaminen on helppoa.

Suuttimien sijoitus

- Reikäsuutintanko noukkimen yläpuolelle koko leveydeltä.
- Viuhkasuuttimet tuulelta suojassa koneen rakenteita hyödyntäen esim. noukkimen ja sullojan väliin.
- Silppurisuuatin puhallustorven ylä- tai alapäähän. Alapäähän sijoitettu suutin levittää tasaisemmin, mutta syövyttää koneistoa.



Hippowafi

Hippowafi

Silppurisuuatin

Viuhkasuuatin

Käytännön vinkejä

- Happosäilöntäainella tarkkaile kasvuston värimuutoksia poikkeamakulkeutumisen varalta.
- Pumpun kapasiteetin riittämättömyyden voi korjata hidastamalla ajonopeutta tai pienentämällä karheita.
- Laske säilöntäaineen menekki!



LIITE 4: TIETOKORTTI: SÄILÖNTÄAINEELLA ON VÄLIÄ!

Säilöntäaineella on väliä!

Happosäilöntäaineet

- Perustuu muurahaishapon pH:ta alentavaan vaikutukseen. Rehun pH-tavoite riippuu rehun kuiva-aineesta.
- Jotkin valmisteet sisältävät homeiden ja hiivojen kasvua estäviä yhdisteitä esim. propionihappoa.
- Ovat koneita syövyttäviä, mutta vaikutusta on lievennetty eri yhdisteillä (esim. tuotenimet joissa on Na syövyttävät vähemmän).
- Valitse sopiva tuote kuiva-ainepitoisuuden mukaan.
- Toimintavarmin säilöntäaine.

Biologiset säilöntäaineet

- Perustuu maitohappokäymiseen ja ovat riippuvaisia rehun sokerista.
- Toimii parhaiten kuiva-aineen ollessa 300-450g/kg ka.
- Homofermentatiiviset bakteerit tuottavat maitohappoa.
- Heterofermentatiiviset tuottavat lisäksi etikka- ja propionihappoa, mikä vähentää jälkilämpenemisriksiä.
- Jotkin tuotteet sisältävät entsyymejä, jotka pilkkovat hiilihydraatteja sokereiksi tukemaan maitohappokäymistä.
- Eivät syövytä koneita.
- Edullisempia kuin happosäilöntäaineet.

Kemialliset säilöntäaineet

- Natriumnitriitti pohjaisia kemikaaleja, jotka parantavat maitohappokäymistä.
- Estävät haitallisten bakteerien ja hiivojen kasvua.
- Sisältävät myös jälkilämpenemistä ehkäiseviä aineita.
- Voidaan käyttää biologisten säilöntäaineiden kanssa, koska maitohappobakteerit toimivat hyvin nitriittipohjaisten kemikaalien kanssa.
- Eivät syövytä koneita.
- Edullisempia kuin happosäilöntäaineet.

Rehun pintapilaantumisen estäminen (säilöntäaineiden merkitys)

- Suolaliuksen tai merisuolan levittäminen rehun pintaan ennen siilon/auaman sulkemista.
- Propionihaposta tai sen suolamuodoista valmistettujen aineiden levittäminen rehun pintaan ennen siilon/auaman sulkemista.
- Osa säilöntäaineista sisältävää pintapilaantumista estäviä aineita. Käyttämällä niitä voidaan välttää erillisen pintakäsittelyn tarve.



Käytännön vinkit:

- Kuivaa rehua korjatessa voidaan käyttää siilon pohjalle edullisempaa perushapposäilöntäaineita. Viimeiseen kolmannekseen kannattaa käyttää jälkilämpenemistä estävää happoa.
- Käytettävissä tulisi olla useita eri säilöntäaineita sääolosuhteiden muutosten varalle.

Linkki: Atria tuottajat Säilörehun säilöntäopas
[atriatuottajat sailorehun sailontaopas b5 highr es.pdf](#)

