

Tuottava nautatilan nurmi -kehittämishanke

SÄILÖREHUN SÄILÖNTÄOPAS





TUOTTAVA NAUTATILAN NURMI

SÄILÖREHUN SÄILÖNTÄOPAS - TEKIJÄT

Tekstit

Huuskonen Arto, tutkimusprofessori, Luonnonvarakeskus
Ilkka Jaakko, hanketyöntekijä, A-Tuottajat Oy
Jokinen Marko, kehityspäällikkö, A-Tuottajat Oy
Manni Katariina, tutkija, Luonnonvarakeskus
Mustonen Arja, tutkija, Luonnonvarakeskus
Nyholm Laura, kehityspäällikkö, Valio Oy
Pajula Maiju, hanketyöntekijä, A-Tuottajat Oy
Rinne Marketta, tutkimusprofessori, Luonnonvarakeskus
Suokannas Antti, tutkija, Luonnonvarakeskus
Tahvola Essi, hanketyöntekijä, A-Tuottajat Oy

Taitto Hannula Julia / Luova toimisto Pilke Oy

Paino Plusprint / Allone Print Oy

2020

Kuvat

Hilli Henri s. 31
Hänninen Anssi s. 10, 28
Iivonen Petri s. 40
Jokitalo Veikko s. 34
Koskimäki Eino kansikuva & s. 4, 30, 32
Nortunen Ari s. 7
Pajula Maiju s. 34
Pajula Minttu s. 33, 38, 39
Pietikäinen Henri s. 37
Raatikainen Olli s. 28
Rinne Marketta s. 24, 29
Suokannas Antti s. 41
Tahvola Essi s. 9, 12, 35
Toppila Ari-Pekka s. 8, 36
Tuikkanen Pekka s. 16
Vehkaoja Susanna s. 28
A-Tuottajien kuvapankki s. 6, 18, 20, 21, 23, 24, 28, 36



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Sisällys

SÄILÖNNÄN HÄVIKIT HALLINTAAN	5
REHUN SÄILÖNNÄN TAVOITTEET	7
NURMIREHUIEN SÄILÖMINEN	8
SÄILÖNTÄMENETELMÄT	10
HAPPOSÄILÖNTÄ	10
BIOLOGINEN SÄILÖNTÄ	11
SÄILÖNNÄN LISÄAINEET	12
HOMEIDEN JA HIIVIJEN ESTOAINET	12
SUOLASÄILÖNTÄ	13
ENTSYYMIT	13
SÄILÖREHUANALYYSI KUVAA REHUN SÄILÖNNÄLLISTÄ LAATUA JA RUOKINNALLISIA ARVOJA	14
REHUN SÄILÖNNÄLLINEN LAATU	14
RUOKINNALLISTA LAATUA KUVAAVAT TEKIJÄT	19
Rehun koostumus	19
Rehuarvot	21
SÄILÖNTÄTAPPIOT	22
HÄVIKKIEN MONET ILMENEMISTAVAT	24
JÄLKILÄMPENEMINEN	25
REHUN PILAANTUMISEN TUNNISTAMINEN	26
SÄILÖNNÄN ONNISTUMISTA TUKEVAT TYÖMENETELMÄT	30
NURMEN PERUSTAMISEN AIKAISET TOIMET VAIKUTTAVAT SÄILÖNNÄN LOPPUTULOKSEEN	31
REHUNKORJUUN AJOITUKSEN JA KORJUUTEKNIIKAN VAIKUTUKSET SÄILÖNTÄÄN	32
PAALI- JA SIILOSÄILÖNNÄN ERITYISPIIRTEET REHUN SÄILÖNNÄN NÄKÖKULMASTA	34
REHUVARASTOJEN JA PAALIEN SUOJAAMINEN	39
REHUVARASTOJEN AVAAMINEN JA KÄYTTÖ SÄILÖNTÄÄ VAARANTAMATTA	40
LÄHTEET	42





Säilönnän hävikit hallintaan

TÄMÄ OPAS ON LUOTU A-Tuottajat Oy:n, Osuuskunta Pohjanmaan Lihan ja Luonnonvarakeskuksen toteuttaman Tuottava nautatilan nurmi -kehityshankkeen piirissä toimivien tahojen ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Tämä hanke saa rahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämishjelmasta. Oppaan tavoitteena on tuoda kootusti esille ajantasainen tarkastelu säilörehuntuotannon laatutekijöistä ja säilöntäprosesseista ja miten näitä tekijöitä voi kehittää sekä mitkä asiat vaikuttavat saatuun lopputulokseen.

OIKEA-AIKAINEN KORJUU ja onnistunut säilöntä varmistavat säilörehun hyvän ruokinnallisen laadun. Pienet laatu puutteet esimerkiksi myöhästyneen korjuun ajoituksen takia on mahdollista paikata ruokintavaiheessa, mutta epäonnistunutta säilöntää on mahdotonta parantaa tai kompensoida jälkeinpäin. Panostus laadultaan hyvään säilörehuun tulee takaisin rehun syönnin lisääntymisenä ja sen myötä lypsylehmillä parempana maitotuotoksena ja korkeampina maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksina sekä lihanaudoilla parempana kasvuna. Jos säilöntä ei onnistu, ovat panostukset pellon kuntoon, muokkaukseen, kylvöön, siemeniin, lannoitukseen, korjuukoneisiin, säilöntäaineisiin ja korjuutyöhön olleet turhia.

SÄILÖNNÄN ONNISTUMISEEN ja rehunkorjuun oikeaan ajoitukseen kannattaa satsata. Vaikka viljelijä ei suoraan saa palkkaansa nurmenviljelystä, nurmentuotanto on väistämättä merkittävä osa suomalaista nautakarjataloutta, jonka onnistumisella tai epäonnistumisella on hyvin dramaattinen vaikutus tilan kannattavuuteen. Säilörehun tuotanto on hyvin monimutkainen kokonaisuus, johon kuuluu monta erillistä vaihetta. Onnistunut säilörehun säilöntä on monen tekijän lopputulos. Kirjoittajatiimi toivoo, että tämä opas omalta osaltaan syventää ja selventää monitahoisien ketjun osia.

Onnistunut säilörehun säilöntä on monen tekijän lopputulos. Kirjoittajatiimi toivoo, että tämä opas omalta osaltaan syventää ja selventää monitahoisien ketjun osia.



701

1476

66

Rehun säilönnän tavoitteet

Onnistuneen rehun säilönnän kriteerejä ovat hyvä säilönnällinen laatu ja ravintoaineiden säilyminen rehussa. Rehun ravintoainepitoisuudet korjuuhetkellä määrittävät rehun ruokinnallisen arvon, jota onnistunut säilöntä ylläpitää.



Huolellinen tiivistäminen on keskeinen tekijä siilorehun onnistuneessa säilönnässä.

Säilöntätapoja on useita, mm. kuivaaminen, hapossäilöntä, biologinen säilöntä ja muu kemiallinen säilöntä. Hyvän säilönnällisen laadun tulee menetelmästä riippumatta olla ensisijainen rehunteon tavoite. Säilönnän onnistuessa rehun ravintoainepitoisuuksissa ei tapahdu suuria muutoksia säilönnän aikana. Ennen korjuuta tehdyt valinnat, kuten tilan konekanta tai urakoitsijan koneketju, rehuvastot ja hankitut panokset määrit-

tävät hyvin pitkälle, miten säilöntä toteutetaan. Joskus kuitenkin olosuhteiden tai tilanteen niin vaatiessa toteutustapaa tulee pystyä sopeuttamaan, jotta rehun säilönnällinen laatu ei kärsi. Muutosten tekeminen tarpeen vaatiessa edellyttää säilöntäprosessien ja niiden reunaehtojen hyvää tuntemusta. Tässä oppaassa käsitellään tavanomaisimpia käytössä olevia säilöntämenetelmiä heinäksi kuivaamista lukuun ottamatta.

Hyvän säilönnällisen laadun tulee menetelmästä riippumatta olla ensisijainen rehunteon tavoite.

Nurmirehujen säilöminen

Onnistuneessa säilönnässä pätee kolmen H:n periaate: Happamuus, Hapettomuus, Hygieenisuus. Nämä yhdessä estävät haitallisten mikrobin pääsyn rehuun sekä niiden kasvun ja lisääntymisen säilönnän aikana.

Vaikka rehun korjuutekniikat ja säilöntäaineet ovat vuosien saatossa muuttuneet ja kehittyneet, rehunsäilönnän kolmen H:n periaate ei ole muuttunut. Huolellisella korjuulla ja riittävällä niittokorkeudella (minimi 8 cm) estetään maa-aineksen ja haittamikrobin pääsy rehuun, mikä on hyvän hygieenisen laadun

edellytys. Tehokkaalla rehun tiivistämisellä ja varastoinnilla estetään hapen pääsy rehuun, jolloin happea tarvitsevien haittamikrobin kasvu estyy. Oikealla säilöntäainevalinnalla ja riittävällä annostelulla luodaan rehuun nopeasti riittävän happamat olosuhteet, jotka estävät haittamikrobin kasvun.

Vaikka rehun korjuutekniikat ja säilöntäaineet ovat vuosien saatossa muuttuneet ja kehittyneet, rehunsäilönnän kolmen H:n periaate ei ole muuttunut.



Huolellinen muovitus on tärkeää. Hapettomuus estää haitallisten mikrobin kasvun ja lisääntymisen säilönnän aikana.

MISTÄ HYVIN SÄILÖTTY REHU ON TEHTY?



Varsinainen säilöntäprosessi sisältää seuraavat vaiheet

AEROBINEN VAIHE

Käymisen ensimmäisessä vaiheessa kasvien soluhengitys ja aerobiset mikrobit kuluttavat säilöttävän kasvimaan seasta hapen pois. Samalla muodostuu hiilidioksidia ja vettä. Aerobinen eli hapellinen vaihe kestää parhaimmillaan muutaman tunnin tai jopa useita päiviä, eikä pH laske sen aikana lainkaan. Normaali pH tuoreessa kasvimassassa on noin 6–6,5. Aerobisen vaiheen pitkittyessä rehuun syntyy runsaasti hiilidioksidia ja vettä ja se lämpenee voimakkaasti samalla kun sokerit palavat. Liiallisen hapellisen käymisen voi tunnistaa esimerkiksi muovien pullistumisesta. Rehuun syntyvä vesi lisää rehun puskurikapasiteettia ja estää pH:n laskua.

KÄYMISVAIHE (ANAEROBINEN VAIHE)

Käyminen alkaa, kun kaikki happi on kulutettu säilöttävän massan seasta pois. Käymisvaiheen kesto riippuu valitusta säilöntämenetelmästä, vallitsevista olosuhteista ja säilöttävän rehun ominaisuuksista. Vaiheen kesto voi vaihdella muutamasta päivästä useisiin viikkoihin.

Käymisvaiheessa rehun pH laskee maitohappokäymisen tai rehuun liittyneiden tai muiden prosessissa muodostuneiden happojen avulla. Käymisvaihe biologisessa säilönnässä vaatii käynnistyäkseen riittävän korkean lämpötilan. Mikäli esimerkiksi kolman-

nen rehunteon aikaan on viileää, käymisprosessi saattaa käynnistyä todella hitaasti tai ei ollenkaan.

STABILOITUMINEN (ANAEROBINEN VAIHE)

Käymisvaiheen päätyttyä säilötyssä rehumassassa ei tapahdu juurikaan muutoksia, mikäli ilmaa ei pääse rehun joukkoon. Käymisvaiheen runsas mikrobiologinen toiminta hiipuu pH:n laskiessa riittävän alas ja stabiilissa vaiheessa suurin osa mikrobeista toimii hyvin hitaasti tai ei ollenkaan riippuen siitä, kuinka happamissa olosuhteissa ne pystyvät toimimaan. Stabiili vaihe ei kuitenkaan ole rehuissa pysyvä tila, vaan sen pituuteen vaikuttavat useat eri tekijät.

REHUN SÄILYTTÄMINEN JA SYÖTTÖVAIHE

Stabiili vaihe loppuu viimeistään, kun rehuvarasto avataan ja se altistuu hapelle tai jo aiemmin, mikäli rehun sekaan pääsee ilmaa esimerkiksi varaston vaurioitumisen seurauksena. Kun stabiili vaihe katkeaa ja rehun sekaan pääsee happea, rehu alkaa pilaantumaan aerobisten mikrobien toiminnan seurauksena. Hapellisissa olosuhteissa elävät mikrobit (homeet ja hiivat) pystyvät hajottamaan maitohappoa, jolloin rehun pH alkaa nousta. Lisääntyneen biologisen aktiivisuuden seurauksena myös rehun lämpötila kohoaa, jolloin muodostuu lisää otollista kas-

vualustaa yhä useammille mikrobeille. Rehun käyttöönotto vaihe on kriittinen, koska siinä vaiheessa rehu on herkkä jälkipilaantumiselle, jonka seurauksena rehun säilönnällinen laatu heikkenee ja syntyy ravintoainetappioita.

HYVÄN SÄILÖNNÄLLISEN LAADUN SAAVUTTAMISEKSI SEURAAVIEN KRITEERIEN TULEE TOTEUTUA:

- Nopea pH:n lasku optimaaliselle tasolle
- Muodostuvien käymishappojen sopiva suhde toisiinsa nähden
- Hapossäilönnässä ja tiettyyn tasoon biologisessa säilönnässä: sokereiden säilyminen
- Valkuaisen säilyminen sellaisenaan
- Käymislämpötilan säilyminen sopivalla tasolla
- Mahdollisimman pitkälle säilyvä aerobinen stabiilius syöttövaiheessa (ei lämpene)



SÄILÖNTÄMENETELMÄT

Happosäilöntä

Rehuun lisättävät säilöntähapot, kuten muurahaishappo, laskevat pH:n nopeasti. Onnistuneessa happosäilönnässä mikrobikäymisen happoja muodostuu niukasti ja rehun sokeripitoisuus laskee vain vähän. Menetelmänä happosäilöntä on varma, kun tietyt reunaehdot huomioidaan. Onnistuneen säilönnän perustana on hapettomuus, oikea hapon annostelumäärä ja hapon tasainen levittyminen rehun sekaan.

Onnistuneessa happosäilönnässä mikrobikäymisen happoja muodostuu niukasti ja rehun sokeripitoisuus laskee vain vähän.

Happosäilönnän haasteet liittyvät hapon annosteluun ja hapon levittymiseen rehumassaan sekä löyhään rehuun. Haitallisinta on, kun märillä rehuilla kuormapainot arvioidaan alakanttiin ja hapon annostus jää liian pieneksi. Märissä rehuissa hapottimen pumppauskapasiteetti voi jäädä riittämättömäksi samoin kuin suurilla karhoilla, jolloin rehuvirta kasvaa liian suureksi hapottimen pumppaustehoon nähden. Paksut karheet voivat estää myös hapon tasaisen levityksen rehunvirtaan. Happo ei myöskään aina päädy rehuun, vaan joskus osa haposta sumuttuu pellon pintaan tai karkaa tuuleen. Hapolla ei myöskään voi korvata kunnollista tiivistämistä. Tiivistymättömät rehut ylläpitävät homeiden ja hiivojen kasvua, jotka tuottavat rehuun kosteutta ja laimentavat hapon tehoa. Happosäilötyissä rehuissa tapahtuu luonnostaan myös maitohappokäymistä säilönnän alkuvaiheessa, mutta olosuhteet muuttuvat suhteellisen nopeasti liian happamiksi maitohappobakteerikäymiselle ja siksi luonnollinen käyminen jää onnistuneessa happosäilönnässä melko vähäiseksi.

PUSKURIVAIKUTUS VASTUSTAA pH:N LASKUA JA ON RISKI REHUN SÄILYMISELLE – RIIPPUMATTA SÄILÖNTÄMENETELMÄSTÄ

- 1** Matala kuiva-ainepitoisuus eli runsas veden määrä rehussa. Mitä märempää rehua säilötään, sitä enemmän vesi puskuroidu pH:n laskua (puhtaan veden pH 7, kasvineste 6-6,5) ja sitä enemmän vaaditaan happoa, että pH saadaan riittävän alas. Märät rehut (ka alle 30 %) ovat biologisen säilönnän näkökulmasta erityisen haaste, sillä rehun sisältämä sokeri ei yleensä riitä viemään käymistä loppuun.
- 2** Korkea raakavalkuaispitoisuus. Valkuaisen hajoamisessa syntyy ammoniakkia, joka on luonteeltaan emäksistä ja siten neutraloi happoja.
- 3** Palkokasvit eli korkea Ca-pitoisuus. Kasvien sisältämät Ca-yhdisteet neutraloivat happoja ja niitä on luontaaisesti runsaasti etenkin nurmipalkokasveissa. Tästä syystä nurmipalkokasveja sisältävät nurmet ovat suosittelavinta säilöä hapolla ja tavallista korkeammilla käyttömäärillä.



Biologinen säilöntä

Maitohappokäymiseen perustuvaa säilöntämenetelmää kutsutaan yleisesti biologiseksi säilönnäksi, sillä maitohappokäymistä tapahtuu säilöttävässä rehussa luonnostaan myös ilman säilöntäaineen lisäämistä. Käymisen aiheuttavia maitohappobakteereja elää kasvien ulkopinnoilla, joten kasvit ovat luonnostaan ”kuorrutettu” rehun säilymiseen mutta myös pilaamiseen kykenevillä mikrobeilla (hiivat, homeet, klostridit eli voihappobakteerit). Biologisen säilönnän onnistumista tuetaan maitohappobakteereita sisältävillä biologisilla säilöntäaineilla. Tällöin saadaan maitohappokäymistä toteuttaviin bakteerikantoihin monimuotoisuutta ja mahdollistetaan käymisprosessin jatkuminen potentiaalisesti pidemmälle, kuin pelkästään luontaisten bakteerikantojen avulla, koska eri bakteerikantojen välillä voi olla eroja niiden kyvyssä elää eri pH-alueilla. Bakteerivalmisteet toimivat vain sytykkeenä bakteerien lisääntymiselle rehussa ja käymisprosessille, eivätkä valmisteet itsessään suoraan alenna rehun pH:ta.

Onnistuneen biologisen säilönnän tärkeimmät vaatimukset säilöttävän rehun osalta ovat tiiviys (ts. hapettomuus), kosteus- ja sokeripitoisuus. Sokerit toimivat maitohappokäymisen ”polttoaineena”. Maitohappobakteerit muuttavat rehun sisältämiä sokereita maitohapoksi. Mikäli sokerit loppuvat ennen kuin pH on laskenut riittävän alhaalle, säilöntä jää vaillinaiseksi ja riski rehun pilaantumiselle on suuri. Rehuraaka-aineen sokeripitoisuus itsessään ei kuitenkaan ole säilyvyyden taee, sillä hapellisen vaiheen pitkittyessä sokerit toimivat ravinnonlähteenä homeille ja hiivoille. Timotei-nurminata seosnurmissa tyypillinen sokeripitoisuus on n. 100 g/kg ka ja raiheinissä hieman korkeampi. Stressioloissa sokereita voi kertyä jopa yli 200 g/kg ka. Hyvin korkea rehun sokeripitoisuus voi biologisessa säilönnässä voimistaa käymistä niin että rehu voi lämpövoitua ja rehun laatu voi heikentyä. Suomen oloissa riski on kuitenkin pieni. Sekä hyvin korkean että matalan sokeripitoisuuden rehut on kuitenkin turvallisinta säilöä hapoilla.

Kuinka valita oikea säilöntäaine säilöttävälle rehulle?

Eri säilöntämenetelmät asettavat erilaiset vaatimukset säilöttävän rehumassan ominaisuuksille. Tästä syystä ennen rehuntekoa olisi hyvä ottaa korjuu-aika-analyysyjä, joiden avulla voidaan saada selkeä käsitys tulevan sadon laadusta.

Oikean säilöntäaineen valinta edellyttää tietoa säilöttävän erän laadullisista ominaisuuksista ja muista korjuuseen vaikuttavista reunaehdoista, esimerkiksi oletetun esikuivatusajan pituudesta.

Usein säilöntäaineet hankitaan jo hyvissä ajoin etukäteen, mutta etukäteen valittua tuotetta voi olla järkevää ja taloudellista tarvittaessa vaihtaa, jos tilanne niin edellyttää.

BIOLOGISEN SÄILÖNNÄN SOVELTUMISEN REUNAEDOT:

- Kuiva-aine 300-450 g/kg ka
- Sokeripitoisuus ennen säilöntää 100-150 g/kg ka
- Nurmipalkokasveja alle 25 % säilöttävässä rehumassassa
- Maan, lannan ja rehutähteiden pääsyn minimointi rehuun pellolla, varastossa ja ruokinnan aikana.

HAPPOSÄILÖNNÄN SOVELTUMISEN REUNAEDOT:

- Ei erityisiä laadullisia vaatimuksia säilöttävältä rehumassalta, sillä hapon määrää sopeuttamalla esimerkiksi rehun kosteuden tai palkokasvipitoisuuden edellyttämälle tasolle, voidaan hyvä säilönnällinen laatu saavuttaa – sopivassa annostelumäärässä tinkiminen ja määrän tarvittava sopeuttamatta jättäminen kostaavat nopeasti hävikkien kautta!
- Kuiva-aineen tulisi kuitenkin olla minimissään 25 % taloudellisuuteen ja rehun käsiteltävyyteen liittyvien syiden takia.
- Hapvoja ei pääsääntöisesti suositella kuiville rehuille, jos tuotteessa ei ole mukana jälkilämpenemistä estäviä komponentteja.

Säilönnän lisäaineet

Säilöntäaineen hankinta on nautakarjatilalla merkittävä kuluerä, jossa säästöjä voi saada esimerkiksi suuremmista toimituseristä. Samaa säilöntäainetta halutaankin käyttää hyvin monenlaisen rehuraaka-aineen säilöntään ja hyvin laajalla rehun kuiva-ainealueella samalla, kun käyttömäärä halutaan pitää maltillisena. Hyvälle säilöntäaineelle asetetaan paljon odotuksia, joihin ainevalmistajat pyrkivät vastaamaan koostamalla entistä monipuolisempia säilöntäaineita.

Erilaisilla lisäaineilla voidaan perussäilöntäaineen, happo- tai maitohappobakteerinvalmisteiden, ominaisuuksia parantaa. Perinteinen muurahaishapposäilöntä sopii hyvin

Homeet ja hiivat viihtyvät hapellisissa oloissa.

kosteammille rehuille, mutta lisäämällä muurahaishappoon happea tarvitsevien mikrobien (homeet, hiivat) kasvua tehokkaammin hillitseviä aineita, voidaan käyttöaluetta laajentaa kuivempiin rehuihin. Tästä voi olla hyötyä enemmän happea sisältävän, pidempisilppuisen noukinvaunurehun säilönnässä. Huolellista tiivistämistä ei lisäaineillakaan voi korvata.



Hyvälaatuisessa rehussa homeiden ja hiivojen määrät ovat niin pieniä että ne eivät kohtuuttomasti lyhennä rehun säilyvyyttä syöttövaiheessa. Tulee muistaa, että vaikka siilorehu näyttäisi hyvin säilyneeltä, voi se kuitenkin sisältää homemyrkkijä eli mykotoksiineita.

Homeiden ja hiivojen estoaineet

Propionihappo, bentsoehappo, sorbiinihappo sekä näiden suolamuodot ehkäisevät homeiden ja hiivojen kasvua. Tämä ominaisuus on niiden pH:ta laskevaa vaikutusta tärkeämpi. Koska kuivissa rehuissa pH:ta ei tarvitse laskea yhtä alas kuin märissä, voidaan monipuolisella happokoostumuksella tai happoja tuottavien bakteerien koostumuksella säilöntäaineen tehokkaan toiminnan kuiva-ainealuetta laajentaa. Vastaavasti biologisessa säilönnässä etikka- ja

propionihappoa tuottavat maitohappobakteerit (heterofermentatiiviset bakteerit) voivat tuottaa rehuun etikkahappoa, joka estää homeiden ja hiivojen kasvua aerobisessa vaiheessa ja näin vähentää rehun lämpenemistä syöttövaiheessa. Haittapuolena heterofermentatiivisten bakteerien voimakkaasta etikkahappo- tai propionihappotuotannosta voi kuitenkin olla suurempi kuiva-ainetappio säilönnässä tai alentunut syönti. Näin voi käydä

erityisesti silloin, kun rehu lähtee voimakkaasti käymään ja käymiseen tarvittavia sokereita on paljon saatavilla. On kuitenkin muistettava, että muurahaishappo on tehokkain pH:n laskija, ja siksi happosäilönnässä säilöntäaineen käyttömäärää pitäisi happoseosvalmisteilla herkästi jopa kasvattaa, kun säilötään märkiä rehuja. Biologisessa säilönnässä liian kosteat rehut ovat aina riski ja suorastaan märkiä rehuja niillä ei pitäisi säilöä lainkaan.

Suolasäilöntä

Tietyt kemikaalit, kuten natriumnitriitti, vaikuttavat suoraan bakteereihin ja tehoavat erittäin hyvin voihappobakteereihin, mutta rehun pH:ta ne eivät itsessään laske. Uudemmat Na-nitriittipohjaiset aineet ovat usein liuoksia ja niissä on lisätty mm. heksamiinia tai bentosehapon, propionihapon ja sorbiinihapon suoloja vähentämään homeiden ja hiivojen lisääntymistä. Maitohappobakteerit sietävät nitriittipohjaisia valmisteita hyvin ja nitriittipohjaiset valmisteet sopivat käytettäväksi yhdessä biologisen säilönnän kanssa. Lisäksi matala pH tehostaa nitriittivalmisteiden vaikutusta. Eri komponenttien annostustasoon on kuitenkin kiinnitettävä säilönnässä huomiota.

BIOLOGISET SÄILÖNTÄAINEET sisältävät aina maitohappobakteereja. Halutunlaiseen käymiseen kykeneviä bakteerikantoja on lukuisia, mutta niiden kyky toimia mm. eri pH-alueilla vaihtelee. Sekoittamalla säilöntäaineeseen eri maitohappobakteerikantoja voidaan tuotteiden käyttöaluetta eri rehun kuiva-ainepitoisuuksilla ja eri rehuraaka-aineilla lisätä jonkin verran.

HOMOFERMENTATIIVISET SÄILÖNTÄAINEET – sisältävät vain maitohappokäymiseen kykeneviä maitohappobakteereja ja niiden toiminnan lopputuotteena on vain ja ainoastaan maitohappoa.

HETEROFERMENTATIIVISET SÄILÖNTÄAINEET – sisältävät homofermentatiivisten bakteerikantojen lisäksi bakteerikantoja, joiden toiminnan lopputuloksena syntyy maitohapon lisäksi etikka- ja propionihappoa.

Entsyymit

Biologisessa säilönnässä säilöntäaineeseen voidaan lisätä entsyymejä. Niiden tarkoituksena on varmistaa, että rehun sokerit riittävät maitohappokäymisen tarpeisiin ja pH laskee tavoitealueelle. Entsyymit irrottavat sokereita kasvikuidusta tai tärkkelys-

kanaasi (kasvikuidut) ja amylaasi (tärkkelys). Kuiduista irrotetut sokerit eivät kuitenkaan lisää rehun sulavuutta (energiasisältöä), sillä sama prosessi tapahtuisi myös nautaan pötsissä. Nuoremmalla kasvusteella korjatun rehun kuiduista sokerien irrottami-

Entsyymejä on rehuraaka-aineessa myös luonnostaan. Siksi rehun kuitupitoisuus laskee säilönnän aikana hieman, vaikka säilöntäaineeseen (biologinen, happo tai suola) ei entsyymiä olisi lisätty lainkaan. Myös rehuihin lisätyt tai niissä muodostuvat hapot hajottavat jonkun verran kuitua (ns. happohydrolyysi). Muurahaishappo lopettaa tehokkaasti kasviensyymien toiminnan ja soluhengityksen säilönnän alussa, mutta myös muurahaishapposäilönnässä säilyvyys perustuu osin maitohappokäymiseen, sillä muurahaishappo ei estä kokonaan maitohappobakteerien toimintaa. Muurahaishapon annostustaso vaikuttaa siihen, kuinka paljon ja kuinka pitkään biologista käymistä tapahtuu. Pääsääntöisesti happosäilöntää ja biologista säilöntää ei suositella sekoitettavaksi.

Biologiseen säilöntäaineeseen lisätyt entsyymit parantavat maitohappokäymisen edellytyksiä, mutta eivät paranna rehun sulavuutta.

sestä maitohappobakteereille. Kasvikuituja (selluloosa ja hemiselluloosa) tai tärkkelystä pilkkovia entsyymejä ovat sellulaasi, ksylanaasi, beeta-gluc-

nen on helpompaa kuin vanhemmalla kasvusteella ja rehun kuitupitoisuus laskee säilönnässä enemmän kuin jos rehu korjattaisiin vanhempana.

Säilörehuanalyysi kuvaa rehun säilönnällistä laatua ja ruokinnallisia arvoja

Säilörehuanalyysi kertoo rehun säilönnällisen ja ruokinnallisen laadun, rehun koostumuksen ja rehuarvot.

Rehuanalyysi antaa palautetta säilönnän onnistumisesta. Säilönnällinen laatu on monien ominaisuuksien kokonaisuus, mutta herkimät mittarit säilörehun laadulle ovat pH, ammoniakityypen osuus kokonaistypestä ja haihtuvat rasvahapot. Myös maitohapon ja sokereiden määrää kannattaa seurata, mutta esimerkiksi

rehun matalahko sokeripitoisuus ei välttämättä ole kovin huolestuttavaa, jos säilöntälaatua kuvaavat muut analyysitulokset ovat kunnossa. Tulosten tulkinnassa kokonaisuus siis ratkaisee yksittäisiä arvoja enemmän. Yksittäisille analyysituloksille on asetettu tavoitearvot helpottamaan tulosten tulkintaa.



Rehun säilönnällinen laatu

Rehun säilönnällistä laatua kuvaavat arvot analysoidaan suomalaisissa rehulaboratorioissa tyypillisesti titrausmenetelmällä, jossa rehunäytteestä puristetun nesteosan puskurikapasiteettikäyrältä lasketaan säilönnän aikana muodostuneiden käymistuotteiden pitoisuudet. Titrausmenetelmä on kalibroitu perinteisten kemiallisten analyysimenetelmien avulla.

REHUN SÄILÖNNÄLLISTÄ LAATUA KUVAAVAT TYYPILLISET PITOISUUDET SÄILÖNNÄN ONNISTUESSA

	NURMISÄILÖREHU ka 350 g/kg	APILAPITOINEN SÄILÖREHU ka 300 g/kg	APILAPITOINEN SÄILÖREHU ka 400 g/kg	YKSIKKÖ
pH	3,7–4,5	3,7–4,3	3,7–4,7	
SOKERIT	50–150	50–150	50–150	g/kg ka
MAITO- JA MUURA- HAISHAPPO	20–60	30–70	10–45	g/kg ka
HAIHTUVAT RASVAHAPOT	alle 10	alle 10	alle 10	g/kg ka
AMMONIAKKITYYPPI	alle 40	alle 40	alle 40	g/kg N

Mitä tehdä jatkossa ja mistä johtuu, jos tulos ei ollut suositusten mukainen?

SUOSITUSPITOISUUTTA MATALAMPI TULOS	PITOISUUS	SUOSITUSPITOISUUTTA KORKEAMPI TULOS
Säilörehun syönti vähenee, jos rehu on liian hapanta. Tarkista säilöntäaineen annostelu tai valitse käymistä rajoittava säilöntäaine.	pH	Korkea pH on merkki haittamikrobien aiheuttamasta virhekäymisestä. Sopiva pH saavutetaan riittävän nopeasti joko säilöntäaineen sisältämällä hapoilla tai maitohappobakteerikäymisellä. Tarkista säilöntäaineen annostelu rehun raaka-aineen kuiva-aine- ja sokeripitoisuuteen sopivaksi.
Matala sokeripitoisuus on merkki siitä, että sisältämät liukoiset sokerit on käytetty säilönnän aikana mikrobikäymiseen. Rehun stabiilisuuden kannalta riittävä sokeripitoisuus valmiissa säilörehussa on vähintään 50 g/kg ka. Nopea pH:n lasku säilönnän alussa rajoittaa rehussa tapahtuvaa käymistä ja säästää rehun sokereita.	LIUKOISET SOKERIT	Korkea sokeripitoisuus ei sinänsä ole riski eläimelle. Sokeripitoisuus aina 110 g/kg ka asti lisää säilörehun syöntiä. Erittäin korkea sokeripitoisuus voi olla merkki kasvin ravitsemuksellisista puutteista, jotka heikentävät nurmisadon määrää.
Liian matala maito- ja muurahaishappopitoisuus on riski rehun säilönnän onnistumiselle, koska silloin maitohappokäymistä ei ole tapahtunut riittävästi tai rehussa on liian vähän säilöntäainetta.	MAITO- JA MUURAHAISSOKERIT	Korkea pitoisuus on merkki voimakkaasta käymisestä, joka rajoittaa syöntiä. Tarkista säilöntäaineen käyttömäärä, rajoita käymistä säilönnän aikana.
-	HAIHTUVAT RASVAHAPOT	Korkea pitoisuus on merkki voimakkaasta käymisestä tai virhekäymisestä ja rehun ravintoaineiden hävikistä. Tarkista säilöntäaineen käyttömäärä, rajoita käymistä säilönnän aikana, huolehdi rehun tiivistämisestä ja varmista ettei rehuun päädy korjuun yhteydessä maata ja sen mukana rehua pilaavia mikrobeja.
-	AMMONIAKKI-TYYPPI	Korkea pitoisuus on merkki rehuvalkuaisen hajoamisesta, mikä vähentää rehun syöntiä ja tuotosta. Varmista ettei rehuun päädy korjuun yhteydessä maata ja sen mukana rehua pilaavia mikrobeja. Tarkista säilöntäaineen riittävä käyttömäärä, huolehdi rehun tiivistämisestä.

HAPPAMUUS (pH)

Mitä kosteampaa säilörehu on, sitä matalampi rehun pH:n pitää olla.

Kun rehun hygieeninen laatu ja hapettomat olosuhteet ovat kunnossa, vaikuttaa säilönnän onnistumiseen nobelistimme A.I. Virtasen oppien mukaan eniten rehun happamuus eli pH.

Rehun pH:n tavoitearvo riippuu nurmen kuiva-ainepitoisuudesta. Mitä enemmän rehussa on vettä, sitä matalampi pH tarvitaan säilönnän onnistumiseen. pH:n laskiessa alle 4,0 haittamikrobien, esimerkiksi klostridien, kasvu estyy. Oheisessa taulukossa on kuvattu pH:n tavoitearvot kuiva-ainepitoisuuden mukaan sekä nurmen vaadittava sokeripitoisuus ennen säilöntää. Biologisessa säilönnässä sokereita tarvitaan bakteerien ravinnoksi, jotka muodostavat maitohappoa toimintansa sivutuotteena. Sokereita tarvitaan sitä enemmän, mitä kosteampi rehu on kyseessä.

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

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

LIUKOISET SOKERIT

Säilörehun sokeripitoisuus analysoidaan yleensä titraus- tai NIR-menetelmällä (lähi-infrapunaspektroskopia). Säilörehun jäännössokerit, eli säilönnän jälkeen rehussa oleva liukoisten sokerien pitoisuus kuvaa säilönnän aikana tapahtuneen käymisen voimakkuutta ja sitä, ovatko sokerit riittäneet hyvän säilöntälaadun saavuttamiseen.

Säilörehun matala sokeripitoisuus on merkki siitä, että mikrobit ovat käyttäneet nurmen sisältämät sokerit käymistuotteiden muodostamiseen. Jos sokeripitoisuus on hyvin matala eikä pH ole laskenut riittävän alas, maitohappokäyminen ei ole ollut riittävää ja maitohappobakteerien polttoaineena toimineet sokerit ovat loppuneet kesken. Tällöin on riskinä virhekäyminen, jolloin rehun pH, haihtuvien rasvahappojen ja ammoniakkitypen määrät ovat korkeat. Tällaisessa tapauksessa säilöntä on epäonnistunut ja rehu on pilaantunut. Pilaantunut rehu on riski eläimen terveydelle ja aiheuttaa myös tuotostappioita.



Sokeripitoisuus on suurimmillaan vastaniitetyssä rehussa. Pitkä kuivatus sekä sade vähentävät rehun sokereita.

MAITO- JA MUURAHAISSHAPPO

Maito- ja muurahaishappo ovat molemmat rehua säilöviä happoja. Ne ilmoitetaan rehuanalyysissä yhteistuloksena, koska tilanäyteanalyysin menetelmä ei pysty erottamaan niitä. Niiden määrä kuvaa käymisen voimakkuutta ja säilöntäaineen määrää rehussa.

Maitohappoa muodostuu rehun sokereista maitohappokäymisessä. Muurahaishappo on aina peräisin säilöntäaineesta.

Liian matala maito- ja muurahaishappopitoisuus on riski rehun säilymiselle. Liian korkea maito- ja muurahaishappopitoisuutta ei myös-

kään kannata tavoitella, koska yli 80 g/kg ka maito- ja muurahaishappopitoisuus heikentää rehun syöntiä ja sen myötä myös tuotosta. Tavoitearvo riippuu kuiva-ainepitoisuudesta. Kun rehun kuiva-aine on alle 250 g/kg, on tavoitearvo maito- ja muurahaishappopitoisuudelle 35-80 g/kg ka. Jos

Maitohappoa muodostuu rehun sokereista maitohappokäymisessä. Muurahaishappo on aina peräisin säilöntäaineesta.

rehun kuiva-ainepitoisuus on yli 400 g/kg, tavoitearvo on alle 40 g/kg ka. Säilöntäaineen mukana tuleva muurahaishapon määrä on noin 15 g/kg ka, jos rehun kuiva-ainepitoisuus on 300 g/kg ja säilöntäaineena on käytetty 80 % muurahaishappoa sisältävää säilöntäainetta 5 l/t.

HAIHTUVAT RASVAHAPOT

Haihtuvat rasvahapot kuvaavat säilörehussa tapahtunutta seka- ja virhekäymistä, jossa rehun ruokinnallinen laatu heikkenee.

Rehun haihtuvat rasvahapot ovat pääasiassa etikkahappoa, kun on kyse sekakäymisestä. Virhekäyneessä rehussa on voi-happoa. Lisäksi rehussa muodostuu pieniä määriä mm. propioni- ja valeriaanahappoa.

Haihtuvia rasvahappoja ei voi erottaa toisistaan titrausanalyysillä, joka on Suomessa tyypillisesti käytettävä säilöntälaadun analysointimenetelmä. Laboratorio ilmoittaa haihtuvien rasvahappojen kokonaismäärän kuiva-aineessa (g/kg ka). Hyvälaatuisessa säilörehussa haihtuvia rasvahappoja

on alle 10 g/kg ka. Suuri pitoisuus on merkki voimakkaasta käymisestä ja rehun ravintoaineiden hävikistä. Jos haihtuvien rasvahappojen pitoisuus on yli 25 g/kg ka ja sokerimäärä on alle 50 g/kg ka, rehu on mitä todennäköisimmin virhekäynyt ja rehun käymisessä on suurella todennäköisyydellä muodostunut maitohapon ja etikkahapon lisäksi myös ei-toivottua voi-happoa, joka pilaa rehun ja lisää säilöntätapioita. Suuri haihtuvien rasvahappojen pitoisuus (yli 40 g/kg ka) säilörehussa vähentää rehun syöntiä.

Hyvälaatuisessa säilörehussa haihtuvia rasvahappoja on alle 10 g/kg ka.

AMMONIAKKITYPPI

Ammoniakkitypen osuus kokonaistyyppistä kuvaa rehun valkuaisen laatua. Korkea ammoniakkiluku on merkki rehuvalkuaisen laadun heikkenemisestä ja valkuaisen hajoamisesta. Hyvälaatuises-

sa säilörehussa on ammoniakkityppeä alle 40 g/kg tyyppä. Rungas ammoniakkitypen pitoisuus rehussa vähentää rehun syöntiä sekä tuotosta.

Hyvälaatuisessa säilörehussa on ammoniakkityppeä alle 40 g/kg tyyppä.



Ruokinnallista laatua kuvaavat tekijät

Rehun koostumus

Rehuanalyyssissä kuiva-aine, raakavalkuainen, kuitu ja kivennäisaineet kuvaavat rehun koostumusta. Rehun koostumukseen vaikuttavat kasvilajit ja -lajikkeet, lannoituksen määrä, laatu ja ajoitus, kasvuolosuhteet ja korjuuajankohta sekä joskus myös säilöntä.

Rehun koostumusta kuvaavat arvot analysoidaan suomalaisissa rehu-laboratorioissa tyypillisesti NIR-menetelmällä (lähi-infrapunaspektroskopia), joka on kalibroitu perinteisten kemiallisten analyysimenetelmien avulla. Erityyppisten rehujen analysoinnissa käytetään eri referenssi- eli tausta-aineistoja ja laitteet kalibroidaan analyysisaatteessa annettujen tietojen perusteella. Analyysisaatteen huolellinen täyttäminen on tärkeää, jotta annetut taustatiedot eivät vääristä analyysin lopputulosta.

KUIVA-AINE

Kuiva-ainepitoisuus kuvaa sitä määrää rehua, joka jää jäljelle, kun siitä poistetaan kaikki vesi. Tavoitearvo säilörehun kuiva-aineelle valitaan säilöntätavan ja säilötyypin mukaan.

SULAVUUS, D-ARVO

D-arvo kuvaa rehun sulavuutta ja siitä riippuu, kuinka paljon märehittäjä voi saada rehusta energiaa. D-arvo kertoo rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen pitoisuuden kuiva-aineessa ja sen perusteella lasketaan rehun energia-arvo (ME-arvo, megajoulea/kg ka). D-arvo on tärkein yksittäinen analyysi-arvo, joka kuvaa rehun tuotantovaikutusta ja sen tavoitearvo on eri eläinryhmille erilainen.

RAAKAVALKUAINEN

Raakavalkuainen kertoo näytteen sisältämän typen määrän (typpi * 6.25 = raakavalkuainen). Valtaosa rehun tyypestä on aminohapoissa, jotka muodostavat valkuaisaineet, mutta rehuissa on myös muita tyypillisiä yhdisteitä, kuten nitraattia. Analyysi ei ota kantaa rehun raakavalkuaisen aminohappokoostumukseen.

ERI NURMIREHUIEN TYYPILLISIÄ KUIVA-AINEPITOISUUKSIA

	Kuiva-ainepitoisuus, g/kg
Kuiva heinä	850–900
Säilöheinä (paali)	500–850
Pyöröpaalisäilörehu	300–500
Esikuivattu säilörehu laakasiilossa/aumassa	250–350
Tuore säilörehu	180–250
Laidunruoho	150–200

Rehun koostumukseen vaikuttavat kasvilajit ja -lajikkeet, lannoituksen määrä, laatu ja ajoitus, kasvuolosuhteet ja korjuuajankohta sekä joskus myös säilöntä.

KUITU (NDF) JA

SULAMATON KUITU (iNDF)

Märehittäjän pötsi vaatii toimiakseen riittävästi kuitua (NDF = neutral detergent fibre). NDF kuvaa rehun kuitupitoisuutta eli rehun suloseinäaineiden määrää. Sulamaton kuitu eli iNDF-pitoisuus kuvaa rehun sulamattoman kuidun määrää (indigestible NDF), joka kulkee sulamatta eläimen ruoansulatuskanavan läpi ja poistuu sonnan mukana. Sulamattoman kuidun ja rehun sulavuuden välillä on selkeä yhteys ja iNDF-pitoisuutta käytetäänkin apuna rehun sulavuuden määrittämisessä.

TUHKAPITOISUUS

JA KIVENNÄISAINHEET

Tuhkapitoisuus kuvaa epäorgaanisen aineksen eli kivennäisaineiden kokonaismäärää rehussa. Tuhkapitoisuus vaikuttaa hieman myös D-arvoon, koska tuhkapitoisuuden lisääntyessä orgaanisen aineen määrä vähenee. D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen määrä kuiva-aineessa on pienempi tuhkapitoisuuden lisääntyessä.



Rehuraaka-aineen laatua mitataan monin mittarein

Säilörehun D-arvoon vaikuttaa kaikkien eniten kasvien kehitysvaihe korjuuhetkellä, mutta lisäksi kasvilaji ja -lajike, kasvuolosuhteet ja säilönnän onnistuminen. Ensimmäisen sadon kasvun aikana nurmen D-arvo laskee tyypillisesti noin 5 g/kg ka päivässä. Toisen sadon kasvun aikana muutos on yleensä hitaampaa. Puhtaan apilanurmen D-arvo laskee ensimmäisen sadon kasvun aikana puolet hitaammin kuin nurmiheinäkasveilla, noin 2,5 - 3,0 g/kg ka päivässä. D-arvo laskee hyvin onnistuneen säilönnän aikana noin 10 g/kg ka, mutta jos säilöntä epäonnistuu, voi lasku olla paljon suurempi. Pötsin mikrobitoiminnan vuoksi D-arvo on kytköksissä myös märehitjän valkuaisen saantiin. Pötsissä mikrobit lisääntyvät rehuista saamansa energian avulla ja muodostavat mikrobi-alkuaista märehitjän käyttöön.

Kokoviljasäilörehujen ja nurmipalkokasvien, kuten apiloiden ja sinimailasen, D-arvon on useissa eläimillä tehdyissä sulavuuskokeissa todettu olevan matalampi kuin nurmiheinäkasvien. Vaikka niiden D-arvo on matalampi, on tuotantovaikutus samassa D-arvossa parempi kuin nurmiheinäkasvien, koska niiden syöntipotentiaali on parempi. Sen vuoksi palkokasvien ja kokoviljasäilörehujen rehuanalyysituloksissa pitäisi D-arvon lisäksi kiinnittää huomiota myös syönti-indeksiin.

Säilörehun valkuaispitoisuuteen vaikuttavat kasvukauden sääolot, nurmen typpilannoitus, kasvilaji ja korjuuvaste. Typpilannoituksen lisääminen ja korjuun aikaistaminen lisäävät säilörehun raakavalkuaispitoisuutta. Typpilannoituksen ensisijainen tavoite kuitenkin on varmistaa taloudellinen nurmen satotaso. Apilan ja muiden nurmipalkokasvien valkuaispitoisuus on luontaisesti korkeampi puhtaaseen nurmiheinään verrattuna, jos säilörehu korjataan samassa sulavuudessa.

Kuitupitoisuus korjuuvaiheen nurmisäilörehuille on tyypillisesti 500-600 g/kg ka. Palkokasvipitoisten kasvien luontainen kuitupitoisuus on hieman matalampi ja tyypillinen kuitupitoisuus on 450-550 g/kg ka. Myös kokoviljasäilörehussa on tyypillisesti nurmea vähemmän kuitua, mutta kuituvaikutus on suurempi, koska sulamatonta kuitua on suhteessa enemmän. Kuidun määrä saattaa jäädä pieneksi, kun tavoitellaan korkean D-arvon rehuja. Tämä johtuu siitä, että kuidun määrä on riippuvainen kasvien korjuuhetken kehitystasesta ja mitä nuorempaa, eli sulavampaa rehua korjataan, sitä vähemmän ne sisältävät kuitua. On myös tyypillistä, että kolmannen sadon kuitupitoisuus on alhainen, vaikka korjuukertojen väli olisi pitkä. Riittävä kuidun saanti on pötsin normaalin toiminnan edellytys, mutta

kovin runsas kuidun saanti vähentää rehujen syöntiä ja tuotosta. Sulamatonta kuitua on nurmen jälkikasvussa enemmän kuin ensimmäisen sadon nurmessa. Apilan iNDF-pitoisuus on heinänurmikasveja korkeampi.

REHUN KIVENNÄISET KANNATTAA TUTKIA

Riittävä kivennäis- ja hivenaineiden saanti on eläimen terveyden ja tuotannon edellytys. Nurmirehujen kivennäis- ja hivenainekoostumus vaihtelee huomattavasti mm. maaperän pitoisuuksien, lannoituksen, kasvilajin ja kasvien kehitysvaiheen mukaan. Tämän vuoksi kivennäisten analysoiminen rehuista on tärkeää. Rehuannoksen kivennäis- ja hivenaineiden saantia tulee tarkastella kokonaisuutena, koska väkirehut sisältävät myös huomattavia määriä näitä aineita. Lisäksi eläimille tarvitaan vielä erillinen kivennäis- ja hivenainetäydennys.

Nurmiheinäkasvien tyypillinen tuhkapitoisuus on 50-100 g/kg ka ja nurmipalkokasveja sisältävän säilörehun hieman korkeampi. Korkea tuhkapitoisuus voi olla merkki siitä, että rehu sisältää maa-ainesta, joka on joutunut rehuun korjuun yhteydessä. Myös rikkakasvit voivat nostaa nurmen tai säilörehun tuhkapitoisuutta, sillä esimerkiksi voikukan tuhkapitoisuus on korkeampi kuin nurmikasvien.



Rehuarvojen (ME-, OIV- ja PVT-arvot) viralliset laskentaperusteet on esitetty yksityiskohtaisesti Rehutaulukot ja ruokintasuositukset -verkkosivuilla
maatalousinfo.luke.fi

Rehuarvot

Rehuarvoja käytetään ruokinnan suunnittelun lähtötietoina. Nämä arvot eivät suoraan anna palautetta säilönnällisestä laadusta, mutta niiden arvoihin säilönnän lopputulos voi vaikuttaa epäsuorasti, koska rehuarvojen laskennan taustalla käytetään muun muassa rehun koostumusta kuvaavia arvoja, joihin säilöntä voi vaikuttaa hyvinkin suoraan. Rehuarvoja ovat energia-arvo (ME-arvo), valkuaisarvo OIV ja PVT sekä hevosille SRV) ja lisäksi rehujen syöntipotentiaalia kuvaava syönti-indeksi.

ME-ARVO (ENERGIA-ARVO)

Säilörehun ME-arvo kuvaa rehun sisältämän muuntokelpoisen energian (ME) pitoisuutta megajouleina (MJ) kilossa rehun kuiva-ainetta. ME-arvo lasketaan D-arvosta.

OIV

OIV-arvo kuvaa märehitjän ohutsuolesta imeytyvien aminohappojen määrää rehussa. OIV-arvo lasketaan rehun D-arvosta, raakavalkuaispitoisuudesta ja raakavalkuaisen pötsihajoavuudesta (hvo-arvo). Se kuvaa rehun valkuaisarvoa märehitjälle ja koostuu pötsissä muodostuvasta mikrobivalkuaisesta sekä pötsin hajoamatta ohittavasta rehuvalkuaisesta.

PVT

PVT-arvo eli pötsin valkuaisesta lasketaan rehun D-arvosta, raakavalkuaispitoisuudesta ja raakavalkuaisen pötsihajoavuudesta. PVT kuvaa rehun tyyntä riittävyttä mikrobien kasvulle pötsissä. Kun säilörehussa on korkea raakavalkuaispitoisuus ja kuitenkin matalahko D-arvo, on PVT korkea. Vastaavasti jos sulavuus on hyvä ja raaka-

valkuainen matala, voi säilörehun PVT olla negatiivinen.

SRV

SRV eli sulava raakavalkuainen on yksimahaisten ruokinnassa eräs keskeisimmistä rehuarvoista. SRV kuvaa kuinka suuri osa rehun sisältämästä valkuaisesta on hevoselle käyttökelpoisessa muodossa.

SYÖNTI-INDEKSI

Syönti-indeksi kuvaa lypsylehmien säilörehun vapaaehtoista syöntiä ja kertoo säilörehun tuotantopotentiaalin. Syönti-indeksin perusarvo on 100 ja sitä korkeammat syönti-indeksin pistearvot kuvaavat rehun syöntipotentiaalin parantumista ja tuotosvasteen nousua. Syönti-indeksiin vaikuttavat säilörehun kuiva-aineen, sulavan orgaanisen aineen (D-arvo) ja kokonaishappojen (maito- ja muurahais happo sekä haihtuvat rasvahapot) pitoisuudet sekä sato (ensimmäinen sato tai jälkikasvu) ja nurmipalkokasvien ja kookiviljasäilörehun osuus.

Säilöntätappiot

Säilöntähävikkeiksi kutsutaan säilöntäprosessin seurauksena menetettyjä ruokinnallisia ominaisuuksia tai ravintoaineita. Säilöntätappioita tapahtuu väistämättä jonkun verran, mutta kun säilöntätekniikka on kunnossa, ne ovat kohtuullisen pienet.

Säilöntätappioiden mittaaminen on haastavaa, sillä tappioita syntyy eri vaiheissa mm. hengitys- ja varisemistappioina pellolla, käymisen aiheuttamina tappioina, homehtuneen, jälkilämmentyneen tai muuten pilaantuneen rehun erotteluna ja lopulta eläinten syömättä jääneen tähteen muodossa.

Säilöntätappioiden laatu on riippuvainen myös valitusta korjuumenetelmästä. Laiduntaessa säilöntätappioita ei tapahdu, mutta hylkylaukut ja taloutuminen aiheuttavat määrällisiä tappioita.

Taloudellisesta näkökulmasta voi verrata tappioiden pienentämisestä

aiheutuvia kustannuksia säästävän rehun laadun ja määrän arvoon. Säilöntätappiot, kuten kaikki tuotantoon liittyvä hävikki, kasvattavat myös osaltaan kotieläintuotteiden hiilijalanjälkeä. Kyseessä ovat panostukset, joista ei varsinaista lopputuotetta synny.

SÄILÖREHUN KÄYMISHAPPOJEN VAIKUTUS SYÖNTIIN JA TUOTANTOTULOSSIIN

Syönti-indeksin avulla voidaan arvioida säilörehun syöntipotentialia ja sen perusteella laskea säilörehun vaikutus maidon- ja naudanlihan tuotannossa. Yhden syönti-indeksipisteen vaikutus syöntiin on kasvavilla lihanauodoilla keskimäärin 40 g ja lypsylehmillä 100 g säilörehun kuiva-ainetta.

Säilörehun kokonaishappoihin kuuluvat maito- ja muurahaishappo, jotka ovat rehua säilöiviä happoja. Lisäksi

mukana on haihtuvia rasvahappoja, pääasiassa etikkahappoa, sekä pieniä määriä propioni- ja valeriaanahappoa. Jos kyseessä on virhekäynyt rehu, se sisältää myös voi-happoa. Kokonaishappojen määrä ei siten indikoi suoraan säilörehun säilönnän onnistumista. Kokonaishappojen määrän lisääntyminen kuitenkin pienentää säilörehun syönti-indeksiä ja siten rehun syöntiä, mikä on syytä ottaa huomioon ruokinnan suunnittelussa, jotta

syönnin pienemisestä johtuvilta tuotannon menetyksiltä vältytään.

Oheisessa taulukossa on esimerkiksi laskelmia säilörehun kokonaishappojen vaikutuksesta syönti-indeksiin, syöntiin ja tuotantoon. Laskelmissa käytetyt säilörehut eroavat toisistaan vain kokonaishappojen määrissä. Säilörehun energiapitoisuutena on käytetty 11,0 MJ/kg ka ja sonnien rehuannoksen energiapitoisuutena 11,7 MJ/kg ka.

LYPSYLEHMÄ, 35 kg EKM*/pv	KOKONAISHAPOT g/kg ka	SYÖNTI- INDEKSI	MUUTOS VERRATTUNA SÄILÖREHUUN 1		
			Syönti, kg ka/pv	Energia, MJ ME/pv	Maitotuotos, EKM kg/pv
Säilörehu 1	40	106,9			
Säilörehu 2	60	104,3	-0,260	-2,9	-0,6
Säilörehu 3	80	101,8	-0,510	-5,6	-1,1
Säilörehu 4	100	99,2	-0,770	-8,5	-1,6

MAITOROTUINEN SONNI, 350-400 kg, NETTOKASVU 600 g/pv	KOKONAISHAPOT, g/kg ka	SYÖNTI- INDEKSI	MUUTOS VERRATTUNA SÄILÖREHUUN 1		
			Syönti, kg ka/pv	Energia, MJ ME/pv	Nettokasvu g/pv
Säilörehu 1	40	106,9			
Säilörehu 2	60	104,3	-0,104	-1,2	-8
Säilörehu 3	80	101,8	-0,204	-2,4	-15
Säilörehu 4	100	99,2	-0,308	-3,6	-23

*EKM = energiakorjattua maitoa



Vaikka säilörehun kokonaishappojen vaikutus saattaa tuntua pieneltä eläin-kohtaisessa tarkastelussa, vaikutus suurenee, kun tarkastelua tehdään koko karjan tasolla. Siksi on tärkeää, että muutokset säilörehun laadussa huomioidaan ruokinnassa.

Oheisessa taulukossa on esimerkilaskelma säilörehun käymishappojen vaikutuksesta tuotantotuloksiin karjatasolla, jos pienentynyttä säilörehun syöntiä ei huomioida ruokinnassa. Vertailurehuna on säilörehu, jossa kokonaishappojen määrä on 40 g/kg ka.

100 LYPSELEHMÄÄ, TARKASTELUJAKSO 305 pv	SÄILÖREHUT, KOKONAISHAPOT g/kg ka		
	60	80	100
Maitotuotoksen menetys, kg yht.	16 938	33 224	50 162
Maitotilin menetys (0,39 €/kg), € yht.	6 606	12 957	19 563

100 MAITOROTUISTA SONNIA, TARKASTELUJAKSO 365 pv	SÄILÖREHUT, KOKONAISHAPOT g/kg ka		
	60	80	100
Teuraskilojen menetys, kg yht.	267	523	789
Teurastilin menetys (3,50 €/kg), € yht.	933	1 830	2 763

SÄILÖREHUN EPÄONNISTUNEEN SÄILÖNNÄN VAIKUTUKSIA

Alla olevassa esimerkissä on laskettu epäonnistuneen säilörehun säilönnän johdosta aiheutuvaa vuotuista rahallista menetystä ja vaikutusta pellon käyttöön. Tämän lisäksi syöttökelt-

toman rehun erottelussa ja hävittämisessä syntyy vielä ylimääräisiä työ- ja konekustannuksia, joita laskelmassa ei ole huomioitu. Syöttökeltvottoman säilörehun osuutena tuotetusta vuotui-

sesta rehumäärästä on käytetty 10 %, säilörehun hintana 15 snt/kg ka ja keskitona 6 000 kg ka/ha.

	SÄILÖREHUN KULUTUS, kg ka/v	PILAANTUNUT REHU (10 %), kg ka	PILAANTUNUT REHU, €	PILAANTUNEEN REHUN PELTO- VAIKUTUS, ha
100 LYPSELEHMÄÄ, TARKASTELUJAKSO 365 pv, SÄILÖREHUA 11 kg ka/eläin/pv	401 500	40 150	6 023	6,7
100 LIHANAUTAA, TARKASTELUJAKSO 365 pv, SÄILÖREHUA 5 kg ka/eläin/pv	182 500	18 250	2 738	3,0



Hävikkien monet ilmenemistavat

Märästä rehusta erittyä puristenes-teen mukana arvokkaita liukoisia sokereita ja raakavalkuaista. Säilönnän epäonnistuminen saattaa huonontaa rehun sulavuutta, koska haittamikrobit käyttävät ravinnokseen säilörehun sulavia yhdisteitä kuten sokereita ja valkuaisaineita. Esikuivaus pellolla taas puolestaan aiheuttaa hengitystä ja varisemistappiota, jotka ovat sitä suurempia, mitä kuivemmaksi nurmi kuivataan. Käyminen eli rehun sokereiden muuttuminen maitohapoksi on välttämätöntä rehun pH:n laskemiseksi. Käymisessä tapahtuu myös väistä-mättä tappioita, jotka vapautuvat

hiilidioksidina. Käymisen rajoittami-nen happopohjaisilla säilöntäaineilla vähentää käymistappioita. Puhtaassa homofermentatiivisessa maitohap-pokäymisessä käymistappiot ovat hyvin pienet ja rehun energia-arvo pysyy lähes muuttumattomana. He-terofermentatiivisessa käymisessä sen sijaan menetetään käymisessä kuluneen sokerin energiasta osa. Run-sasta etikkahappokäymistä voidaan pitää virhekäymisenä. Etikkahappo hillitsee kuitenkin aerobisten mikro-bien kasvua ja voi vähentää näiden hengityksessä syntyvää kuiva-aine-hävikkiä rehun syöttövaiheessa. Siksi

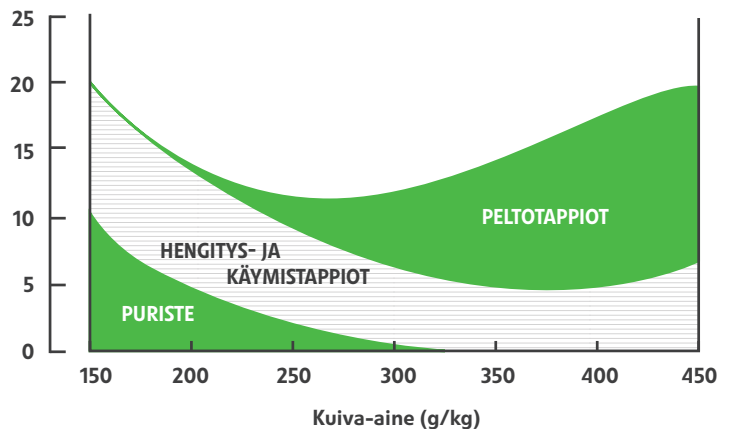
heterofermentatiivisia bakteereita sisältäviä säilöntäaineita käytettäessä kohtuullinen etikkahapon määrä re-hussa kuuluu kyseisen säilöntäaineen toimintatapaan.

Märkä säilörehu, jonka kuiva-ainepitoisuus on alle 300 g/kg, lisää virhekäymisen riskiä. Lisäksi puris-tenesteen määrä lisääntyy ja sen mukana rehusta poistuu arvokkaita ravintoaineita. Märän rehun jääty-minen puolestaan saattaa aiheuttaa ongelmia ruokinnassa. Kuivan re-hun, jonka kuiva-aine on yli 450 g/kg, ongelmaksi saattaa muodostua tiivistäminen.



Lämmennyt rehu on usein virhe-käynnyttä, eikä kelpaa syötettäväksi eläimille. Pilaantuminen myös herkästi leviää ja näin ollen voi koskettaa suurtakin rehuerää.

SÄILÖNNÄN SUORAT TAPPIOT ERI REHUN KUIVA-AINEPITOISUUKSISSA



Jälkilämpeneminen

Rehun lämpenemisestä syöttövaiheessa eli huonosta aerobisesta stabiilisuudesta on tullut esikuvattujen rehujen yleistymisen myötä aiempaa suurempi ongelma. Märissä rehuissa on yleensä niin paljon käymistuotteita, että lämpeneminen ei ole yleistä. Laakasiiloissa kuivahko rehu on herkkää lämpenemään ja sitä edistävät niin käymistuotteiden pieni määrä kuin hapen eteneminen pidem-

mälle kuivemman rehun rintaukseen. Laakasiilossa pilaantuminen tarkoittaa merkittäviä hävikkejä, koska pilaantuminen voi levitä suureenkin rehumäärään. Nopeasti syötettävissä pyöröpaaleissa aerobisen stabiilisuuden puuttuminen ei yleensä ole ongelma. Päivittäisen käyttömäärän ollessa pieni tai pyöröpaalin syöttöajan ollessa pitkä, jälkilämpenemisen riski kasvaa merkittävästi.



Mikäli rehun lämpötila pääsee nousemaan yli 35 °C, käynnistyy niin sanottu Maillard-reaktio.

Siinä aminohapot alkavat muodostamaan sidoksia hiilihydraattien kanssa, minkä seurauksena rehun proteiinien sulavuus heikkenee ja rehun valkuaista menetetään.

Jos rehun lämpötila pääsee nousemaan 50 °C tietämille, rehun sulavuus alkaa laskemaan.

REHUN LÄMPENEMISEN VAIKUTUKSET

- Valkuainen hajoaa ammoniakiksi ja liukoiseksi typeksi
- D-arvo laskee – rehun sisältämät sokerit ja maitohappo ovat 100 % sulavia ja rehun lämmitessä homeet ja hiivat käyttävät ne ravinnokseen.
- Syönti laskee jo ennen rehuarvojen laskua – rehun lämpeneminen vaikuttaa rehun hajuun ja herkän hajuaistin omaavat naudat huomaavat homeiden ja hiivojen läsnäolon ennen kuin ihminen kykenee niitä havaitsemaan.

SÄILÖREHUN ENERGIATAPPIOT JA NIIDEN SYYT

Tapahtuma	Luokittelu	Tappio-%	Vaikuttavat tekijät
Hengitys	Väistämätön	1–2	Kasvin entsyymit
Käyminen	Väistämätön	2–4	Mikrobit
Puristeneste tai Esikuivaus pellolla	Jompikumpi väistämätön	5–7 tai 2–5	ka-pitoisuus, sää, tekniikka, kasvi
Virhekäyminen	Vältettävissä	0–5	Kasvilaji, olosuhteet siilossa, ka-pitoisuus
Aerobinen pilaantuminen säilönnän aikana	Vältettävissä	0–10	Täyttöaika, tiheys, siilo, peittäminen, kasvilaji
Aerobinen pilaantuminen syötettäessä	Vältettävissä	0–15	Edelliset+ ka-pit., SR, purkutekniikka, vuodenaika
Yhteensä		7–40	

Klassinen taulukko säilöntätappioista (McDonald ym. 1991).

Jälkilämpeneminen voi aiheuttaa merkittäviä tappioita ja siihen on vaikea reagoida, kun lämpeneminen on alkanut. Laakasiiloon säilöttävää rehua ei kannata esikuivattaa kovin kuivaksi. Puristenesteen erittyminen

rehusta loppuu yleensä, kun rehumassan kuiva-ainepitoisuus on yli 250 g/kg. Merkittävimmät esikuivauksen hyödyt saavutetaan, kun rehun ka-pitoisuus on 300–350 g/kg. Jälkilämpenemisriski kasvaa, kun rehu on tätä

kuivempaa. Lisäksi jälkilämpenemistä voi estää säilöntäainevalinnoilla ja ajoittamalla rehun syöttö vuoden kylmimpään aikaan. Riittävä syöttönopeus on myös tärkeä lämpenemisen hallintatekijä.

Rehun pilaantumisen tunnistaminen

Rehun pilaantumisen voi havaita tarkastelemalla säilörehun ominaisuuksia aistinvaraisesti. Pilaantumisen voi tunnistaa rehun poikkeavasta hajusta tai väristä ja myös vähentyneestä rehun kulutuksesta tai poikkeavasta käsituntumasta.

Lievien pilaantumistapausten tunnistaminen lienee kaikkein hankalinta kuten myös niiden merkityksen arvioiminen. Pilaantumista kannattaa tarkkailla säännönmukaisesti, sillä säilörehuanalyysin antamat viitteet

pilaantumisesta kattavat vain niin edustavasti analysoitua rehuerää, kuin mitä osanäytteitä on otettu ja pilaantuminen on voinut myös lähteä käyntiin analyysien ottamisen jälkeen.



SÄILÖREHUN AISTINVARAINEN HAVAINNOINTI –

Mitä pitäisi osata tutkia?

1 Rehuvaraston muoto ja siilon rintamus

Siiloja täytettäessä ja paaleja tehtäessä yksi tärkeimmistä tavoitteista on saada rehuvaraston muodosta ja tiiviydestä mahdollisimman tasainen. Jos säilöttyssä siilossa tai paalissa havaitaan painaumia tai kuoppia, ilmiö kertoo korjuuteknisen toteutuksen ongelmista (tiivistäminen, täyttö) ja antaa viitteitä pilaantumiskäsituntumasta rehumassan joukossa, joko suoraan painauman kohdalla tai heti sen ympärillä. Paalirehujen etu on, että ne ovat kaikki yksittäisiä pieniä rehuvarastoja, jolloin yhden paalin epäonnistunut teko voi pilata vain kyseisen paalin sisällön. Tosin usein sama tekninen ongelma voi toistua isommasakin paalierässä. Kun siilo otetaan syöttöön, rintamuksen leikkaaminen ja hoito voivat muodostaa riskin rehun pilaantumiselle. Ihanteellisessa tapauksessa siilon rintamus on kuin tasainen tiivis seinä. Jos otto- ja purkuväylä on epätasainen ja revitty, pääsee rehuun ilmaa, jolloin hapellisissa oloissa menestyvät mikrobit saattavat lisääntyä syvemmillä siilossa. Mikrobitoiminta johtaa rehun lämpenemiseen ja sulavuuden laskuun varastossa.

2 Rehun väri

Rehun poikkeava väri voi kertoa säilönnän aikana tapahtuneesta käymisongelmasta. Poikkeavan kellertävät rehut ovat yleensä seurausta etikkahappokäymisestä, kun taas epätavallisen vihertävä väri johtuu yleensä voihappokäymisestä. Poikkeuksellisen tummat rehut taas viittaavat ensisijaisesti lämpövioitukseen, joka aiheutuu yleensä liian voimakkaan käymisvaiheen seurauksena. Pilaantumisen näkökulmasta poikkeuksellisen väriset rehut ovat riskialteimpia homeille ja ne ovat usein haitallisia eläinten terveydelle. Mikäli rehu on punaista, valkoista, vihreää tai jopa sinistä, kyseessä on rehussa elävä home- tai hiiva-kasvusto.

3 Rehun haju

Hyvin säilynyt biologisesti säilötty rehu on yleensä suhteellisen miedon heinän tuoksuista, koska maitohappo itsessään ei tuoksu voimakkaasti. Haposäilötyissä rehuissa käytetty happotuote taas tyypillisesti tuo rehuun omaa pistävämpää tuoksuun, jonka huomaa, kun rehua haistelee lähietäisyydeltä. Säilönnän onnistuessa haposäilötty rehu ei kuitenkaan haise voimakkaasti. Poikkeavat hajut: eltaantunut kalaisa haju, ummehtunut/homeinen haju, etikkainen haju, makea haju, ammoniakkinen haju ja palaneen haju, kertovat säilöntäprosessiin liittyvistä ongelmista.

Lievien pilaantumistapausten tunnistaminen lienee kaikkein hankalinta kuten myös niiden merkityksen arvioiminen. Pilaantumista kannattaa tarkkailla säännönmukaisesti.

REHUN HAJU/TUNTUMA	REHUN VÄRI	AIHEUTTAJA
Ummehtunut, homeinen	Voi olla nähtävää hometta ja muutoin normaali tai kokonaan normaali	Happea päässyt rehun joukkoon <ul style="list-style-type: none"> Huono tiiviys tai varaston epätasainen täyttö Korkea kuiva-ainepitoisuus (500 g/kg) tai liian hidas syöttönopeus
Etikkainen	Kellertävä	Etikkahappokäyminen (Bacillus-suvun bakteerit) yleensä runsaan rehun sekaan jääneen ilmamäärän takia
Alkoholi	Normaali	Hiivojen tai joidenkin homeiden liiallisen toiminnan aiheuttama etanolin muodostus
Hedelmäisen makea	Voi olla nähtävää valkeaa kasvustoa ja muutoin normaali tai kokonaan normaali	Hiivojen liiallisen toiminnan aiheuttama etanolin muodostus, jonka jälkeen etanoli reagoi käymishappojen kanssa muodostaen estereitä (hedelmäisen tuoksuisia kemiallisia yhdisteitä)
Makea	Normaali	Propionihapon muodostus
Eltaantunut, limainen tai tahmea	Vihertävä	Voihappokäyminen (Clostridium-suvun bakteerit) <ul style="list-style-type: none"> Maa- tai lantakontaminaatio, erityisesti myöhään tehty lannan levitys riskinä Alhainen kuiva-ainepitoisuus (300 g/kg)
Palaneen tai tupakan haju	Tumman ruskea/musta	Korkea käymislämpötila, lämpövioitus tai korkea kuiva-ainepitoisuus



Varastohomeet

Homeiden ensisijainen ongelma on, että niiden normaalien elintoimintojen sivutuotteena muodostuu homemyrkyjä eli mykotoksiineja.

Myrkyjen laatu ja haitallinen määrä vaihtelevat homelajikohtaisesti. Näkyvä home ei välttämättä automaattisesti tarkoita sitä, että rehuun muodostuisi eläinten terveyttä uhkaavia yhdisteitä, vaikka se ei koskaan rehun laatua parannakaan. Rehu voi myös si-

sältää homeita, vaikka niitä ei voi aistinvaraisesti havaita. Lähtökohtaisesti homeet ovat kuitenkin eläinterveysriski ja riski myös eläintuotteiden jalostuksessa. Siksi niiden tutkimukseen on viime vuosina panostettu myös Suomessa.

Myrkyjen laatu ja haitallinen määrä vaihtelevat homelajikohtaisesti.



Hiivojen ja homeiden aiheuttamat vihertävät tai harmaat läiskät ovat tavallisimpia säilörehuissa nähtäviä pilaantuneita kohtia. Toisinaan saattaa esiintyä myös ”punahometta”.

Säilöntämenetelmien erot esille tutkimuksissa

Lukuisat erilaiset tekijät kuten raaka-aineen kemiallinen ja mikrobiologinen koostumus ja ympäristöolosuhteet vaikuttavat tietyn rehuerän säilymiseen, joten yksittäisen rehuerän laadusta ei voi päätellä kovin paljon esimerkiksi tietyn säilöntäaineen tehosta. Yleistettävämpiä tuloksia saadaan useiden rehuanalyysien yhteenvedoista tai systemaattisesti suoritetuista kokeista.

Kontrolloiduissa tutkimuksissa säilörehua voidaan tehdä koesiiloihin, jotka pienimillään voivat olla hillopurkkeja tai vakuumimuovipusseja. Näin voidaan vakioda olosuhteet ja raaka-aineen laatu, joten tutkittavasta tekijästä saadaan tarkempi kä-

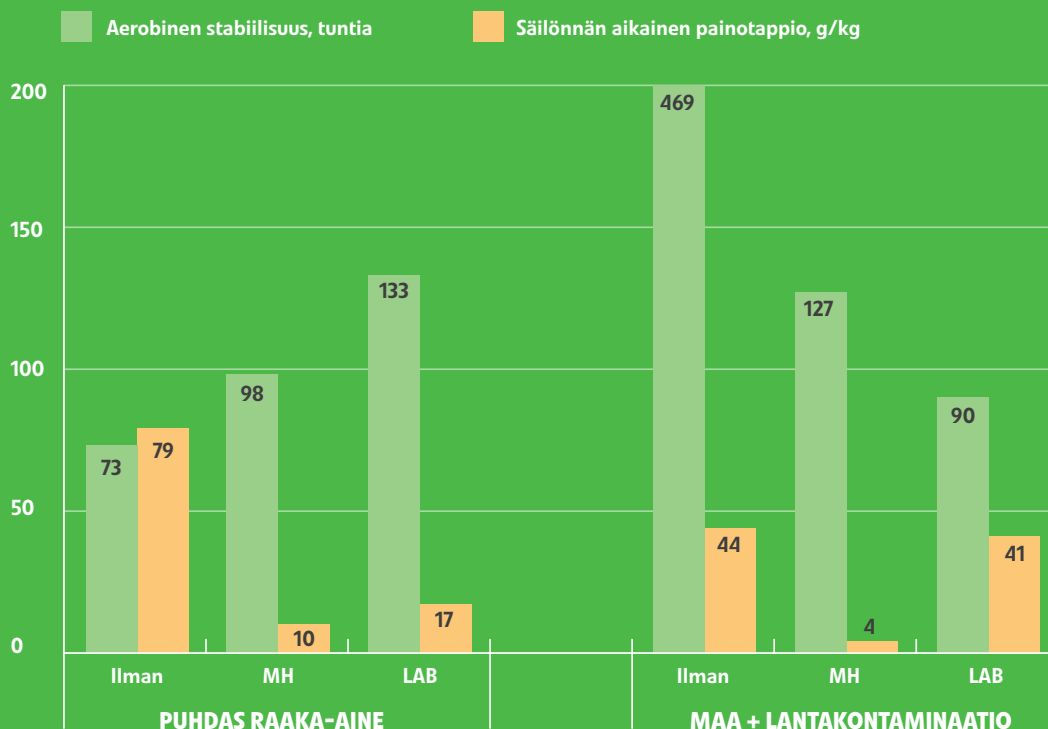
sitys. Kun lisäksi tehdään useita rinnakkaisia koesiiloja, saadaan käsitystulosten satunnaisesta vaihtelusta ja johtopäätösten tekemisen tueksi voidaan laskea erojen tilastollinen merkittävyys. Pikkusiiloissa käymistäppiot voidaan määrittää punnitsemalla siilot ennen ja jälkeen säilönnän.

Lukessa kokeita tehdään mm. kuvassa näkyviin muovisiin lieriöihin. Alla olevassa kuvaajassa on kesällä 2018 tehdyn säilöntäkokeen tulokset, jossa selvitettiin erityyppisten säilöntäaineiden vaikutusta käymislaadun lisäksi säilöntätappioihin ja jälkilämpenemisherkkyteen ensimmäisestä sadosta tehdyssä timotei-nurminatasäilörehussa erilaisilla säilöntäaine-



käsittelyillä. Kaikkia säilöntäaineita käytettiin puhtaalle ruohomateriaalille ja lisäksi säilöntätilanteen haastavuutta lisäämään osaan siiloista lisättiin tilkka vettä, johon oli sekoitettu maata ja sontaa.

SÄILÖNTÄAINEEN VAIKUTUS REHUN AEROBISEEN STABIILISUUTEEN JA KUIVA-AINEHÄVIKKIIN



Puhtaassa rehussa muurahaisjappo (MH) ja maitohappobakteeriympäristö (LAB) pidensivät rehun aerobista stabiilisuutta. Kontaminoidun raaka-aineen ilman säilöntäainetta tehty rehu sisälsi niin paljon virheikäymisen lopputuotteita, että se oli aerobisesti hyvin stabiili, mutta kelvotonta rehua. MH vähensi molemmissa raaka-aineissa selvästi säilöntätappioita ja LAB silloin kun rehu oli tehty puhtaasta raaka-aineesta. Lähde: Franco ym. 2019.

Säilönnän onnistumista tukevat työmenetelmät



Nurmen perustamisen aikaiset toimet vaikuttavat säilönnän lopputulokseen

Onnistuneen säilönnän perusta luodaan jo nurmen perustamisvaiheessa. Pelto tulee muokata, tasata ja muotoilla siten, että voidaan perustaa hyvälaatuinen nurmi ja saada pellon olosuhteet vastaamaan korjuukaluston asettamia vaatimuksia.

Pellon hyvä muoto vähentää maa-aineksen joutumista rehuun ja sujuvoittaa rehunkorjuuta. Nurmen perustamisvaihe on ensisijainen ajankohta, jossa muotoilu tulee tehdä. Tärkeintä on kuitenkin muistaa tehdä pellolla tehtävät työt oikea-aikaisesti: liian myöhään maata ei pidä mennä muokkaamaan, mutta liian kuivaksikaan kylvöpohjan ei ole hyvä päästä.

MAAN MUOKKAUS JA PELLON MUOTO

Maata kynnettäessä tulee kiinnittää huomiota etenkin kynnön tasaisuuteen. Hyvä kyntöjälki maksaa itsensä takaisin muissa vaiheissa, vaikka sen joutuisi teettämään tilan ulkopuolisella ammattilaisella. Huonoa kynnöstä joutuu myöhemmin äestämään useampaan kertaan, jolloin kuluu paitsi aikaa ja polttoainetta, myös maan rakenne kärsii. Optimaalisessa tilan-

teessa kynnön jälkeen kasvualustan tulisi muokkautua ja tasaantua sopivaksi noin kahden kunnollisen äestyskerran jälkeen. Liian hienoksi jauhettu maa kuorettuu herkästi ja nurmen itäminen estyy. Hyvä äes on tarpeeksi pitkärunkoinen tasaisen muokkaustuloksen saavuttamiseksi. Nykyaikaisen kehittyneen etu- ja takalatasteeniikan ansiosta pellon pinta onnistutaan tasamaan hyvin vähilläkin muokkauskerroilla. Hyvän muokkaustuloksen saavuttamiseksi äkeessä on oltava riittävän jäykät piikit sekä kulutustierien on oltava hyvässä kunnossa. Mikäli lohkolla on suuria pinnan tasaisuuteen liittyviä ongelmia, on peltoa mahdollista tasata myös nykyaikaisten laserohjattujen lanojen avulla.

Pellon pinnan tasaisuus on tärkeää, ettei maata pääse säilörehun korjuussa rehun joukkoon ja ettei pellolle syntyisi jääpoltetta aiheut-

tavaa, talvista jääkantta. Tasainen pellonpinta siis estää talvihuhoja ja helpottaa veden tasaista kulkeutumista ojaan ja tukee siten hyvien satojen muodostumista. Etenkin haastavien nurmikasvien, kuten apiloiden ja sinimailasten talvehtimisen kannalta pellon pinnan tasaisuus on avainasemassa.

Pellon muotoilun viimeistelee kivien kerääminen ja jyräys. Kivien keruulla estetään konekaluston vaurioituminen ja kivien joutuminen rehun sekaan. Jyräyksellä saadaan pienemmät kivet painettua maata vasten. Jyräys soveltuu hyvin myös nurmen täydennyskylvöön.

Pellonpinnan tasaisuus on tärkeää etenkin vaatekylvien nurmikasvien kuten apilan kohdalla.



Rehunkorjuun ajoituksen ja korjuutekniikan vaikutukset säilöntään

Kasvuolosuhteet vaikuttavat suuresti rehun laatuun, mutta niittoajalla- ja tavalla voidaan rehun laatua parantaa.

Niittoaajan valintaan vaikuttavat erityisesti tarvittava poutajakson pituus, korjuukapasiteetti ja rehun laadulliset tavoitteet. Niiton ajoituksen vaikutuksesta kasvuston sokeripitoisuuteen herää säännöllisesti keskustelua. Sokeripitoisuus vaikuttaa säilöntään erityisesti silloin, kun käytetään biologisia säilöntäaineita. Yleisen käsityksen mukaisesti kasvustojen sokeripitoisuus kohoaa iltaa kohden ja on vastaavasti matalimmillaan aamulla, kun kasvit ovat yön aikana siirtäneet päivän aikana yhteyttämistuotteina syntyneet sokerit varastoon tai ne ovat jatkojalostuneet edelleen muiksi yhdisteiksi. Kasvustojen sokeripitoisuus ei automaattisesti käyttydy edellä mainitun mukaisesti, sillä esimerkiksi korkeat iltapäivän lämpötilat voivat kiihdyttää kasvihengitystä ja siten kasvustot voivat kuluttaa enemmän sokereita, kuin mitä ne yhteyttämällä voivat tuottaa. Pilvisinä päivinä sokeripitoisuus saattaa pysyä suhteellisen samana vuorokauden ajasta riippu-

matta. Sokereita kertyykin kasvustoihin iltaa kohden vain tietynlaisissa olosuhteissa, joissa kasvustot saavat kehittyä lähellä optimaalisia olosuhteita. Pääsääntöisesti sokeripitoisuuteen vaikuttaa enemmän kasvustojen kokema kokonaisstressi, viljeltävät kasvilajit ja korjatun sadon muut ominaisuudet sekä korjuutekniikka kuin niittoaikankohta.

NIITOKORKEUS

Matala sängenkorkeus kasvattaa ensimmäisen sadon määrää. Teknisesti jopa kolmen senttimetrin sänkin on mahdollinen, mutta silloin riski epäpuhtauksien joutumisesta rehuun on suuri. Riittävä sängenkorkeus kasvattaa maahan jäävän hiilisyötteen määrää ja parantaa nurmen jälkikasvua kuivissa oloissa. Myös sadon sulavuus kasvaa, samalla kun kuidun määrä vähenee. Minimissään 8 cm niitokorkeussuositus on hyvä lähtökohta laadukkaalle rehulle, mutta maltillinen korotus reiluun 10 cm:iin

voi nykytietämyksen pohjalta olla paikallaan. Sopivaa kompromissia sadon laadun, määrän ja peltoon jäävän hiilisyötteen välillä tutkitaan parhaillaan.

ESIKUIVATUSAJAN JA NIITTOMURSKAUKSEN VAIKUTUS REHUN KUIVA-AINEPITOISUUTEEN

Tavanomainen esikuivausaika on noin vuorokausi, mutta hyvin kuivala ja aurinkoisella säällä viisi tuntia karheella johtaa jo liialliseen kuivumiseen. Esikuivausaajan pituuteen vaikuttaa merkittävästi se, kuivaako kasvusto karheella niittomurskattuna vai pelkästään niitettynä. Murskaus voidaan käytettävästä konekalustosta riippuen tehdä jo kaatovaiheessa tai jälkikäteen joko karheelle tai vasta korjuuvaiheessa. Nurmirehun niittomurskauksessa tavoitteena on nopeuttaa karholla niitetyn rehun alkukuivumista. Murskain rikkoo kasvuston pintarakenteita ja taittelee ja katkoo korsia niin, että niittokarho



Niitokorkeuden säätö on helpoin toteuttaa tasaisilla pelloilla. Tällöin sama noin 8 cm niitokorkeus pystytään säilyttämään pellon joka kohdassa ja vältetään maan päätyminen rehun joukkoon.

Huolimaton karhotus voi pilata koko sadon.



Karhotin tulisi säätää haluttuun työkorkeuteen aina lohkoa vaihdettaessa.

on ilmava ja suhteellisen suuri osa kasvisolukoista on jollain tavalla avattuna. Näin murskatun kasvuston kuivuminen nopeutuu. Mikäli nopea alkukuivuminen ei ole oleellista tai se saavutetaan jättämällä niitetty nurmi koko työleveydelle, on vaihtoehtona pelkkä niitto.

Se, millä taktiikalla kunkin tilan kannattaa esikuivatusvaiheen näkökulmasta valita pelkän niiton tai niittomurskauksen välillä, riippuu ensisijaisesti tilan pinta-alasta ja korjuustrategiasta ja koneketjusta kokonaisuutena. Suurilla tiloilla, joilla korjataan suuria aloja kerralla, ongelmaksi voi muodostua kasvustojen liiallinen kuivuminen siellä, mistä niitto on aloitettu ja liian kostea rehu taas niillä alueilla, missä on niitetty viimeisenä. Pienemmillä tiloilla koneketjun teho voi taas rajoittaa työsaavutusta ja aiheuttaa vastaavaa ongelmaa. Palkokasvit puolestaan lisäävät kasvuston kosteutta. Jos etukäteen tietää korjuun venyvän, esikuivatus murskaamattomana karheella voi ainakin teoriassa helpottaa kosteuspitoisuuden säätelyä, koska kosteuspitoisuus muuttuu hitaammin. Tilanteissa, jossa korjuu tapahtuu nopeasti, murskaamalla saadaan kosteus nopeimmin alenemaan. Ensisijaisesti niitetty ala kannattaa kuitenkin pyrkiä mitoittamaan siten,

että korjattavaa kasvustoa ei niitetäisi enempää kerrallaan, kuin mitä päivässä ennättää kerätä. Esikuivatukselta on hyvä huomata, että se on yksi kriittisimmistä vaiheista liukoisten ravinteiden, kuten kaliumin tai sokereiden huuhtoutumiselle ja hävikkeille. Yli vuorokauden esikuivatusajoissa hävikkilistalle tulee myös käymistappiot hapellisen käymisen johdosta ja varisemistappiot voivat lisääntyä.

KARHOTUS

Karhotus tulee tehdä huolellisesti. Karhottimen asiantunteva säätäminen työsuoritukseen lähdeittäessä on tärkein asia, ja säätöjen tarkistaminen esimerkiksi lohkoja vaihdettaessa varmistaa halutun lopputuloksen. Kuten niitossa, myös karhottaessa oleellista on välttää mullan päätyminen rehuun. Huolimaton karhotus voi pilata koko sadon. Eri karhotuslaitteet toimivat hivenen toisistaan poikkeavilla periaatteilla ja siten kullakin laitteella on omat erityispiirteensä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Karhotuksen vaihtoehdoksi voi myös miettiä karhojen yhdistämistä jo niittovaiheessa. Karheen koossa pyritään yleensä tavoittelemaan käytettävissä olevan muun kaluston kannalta suurinta mahdollista lopputulosta. Tavoite voi toisaalta olla

ristiriidassa säilönnän hyvän lopputuloksen kanssa, jos karheen suuri koko estää säilöntäaineen tasaisen leviämisen rehumassaan. Karheen kokoa määriteltäessä tulisikin pohtia hapottimien kapasiteettia ja sijaintia suhteessa läpi virtaavaan massaan.

HUOMIO AJOLINJOIHIN

Varsinkin märkinä kesinä kaikilla lohkoilla ja muutoinkin orgaanisilla mailla tehtävissä työvaiheissa kannattaa kiinnittää huomiota ajolinjoihin. Samojen ajolinjojen käyttäminen eri työvaiheissa johtaa ajourien muodostumiseen. Orgaanisilla mailla raskaat korjuuketjut aiheuttavat painaumia, vaikka eivät rikkoisikaan pintaa varsinaisiksi uriksi saakka. Tämä johtaa pellon laajaan epätasaisuuteen ja hankaloittaa esimerkiksi niittokorkeuden säätöä myöhempinä vuosina ja vähentää nurmen satoa. Pahimmillaan painaumien reunat nostavat maa-aineksen sille korkeudelle, että maata alkaa päätyä korjatun rehun joukkoon. Ajolinjojen valinnassa tulee huomioida myös päisteet ja peltoliittymien läheiset alueet, jotta alueille muodostuisi mahdollisimman vähän painaumia, uria sekä tiivistymiä. Peltoliittymien lisääminen vähentää siirtoajoa pelolla ja ehkäisee peltoliikenteen aiheuttamia ongelmia.

Paali- ja siilosäilönnän erityispiirteet rehun säilönnän näkökulmasta

Siiloon ja paaliin korjattava esikuivattu säilörehu tulisi saadan vähintään 280 g/kg kuiva-ainepitoisuuteen, jotta puristenesteen muodostumisesta johtuvat hävikit ovat mahdollisimman pienet. Tulee myös huomata, että nykyaikaiset korjuuketjut on suunniteltu esikuivatulle säilörehulle. Kovin märkänä korjattu rehu muuttaa muotoaan etenkin paaleissa ja kosteus muodostaa kerrostumia painovoiman vaikutuksesta. Paalirehu on aina yksittäinen paalin tilavuuden ja rehun kaapitoisuuden mukaan vaihteleva, noin 600–1000 kg painoinen rehuvarasto. Myös kasvuston kasvuaste vaikuttaa paalirehun tiheyteen ja näin ollen paalin painoon. Paalit tulee kääriä 12 tunnin sisällä paalauksesta. Säilyvyyden kannalta tärkeintä on se, että paali on tiivis ja että muovi on tasaisesti levittynyt ja tarpeeksi kiristetty. Muuten ilmaa pääsee kosketuksiin rehun kanssa, eikä hapetonta tilaa muodostu



Paalirehun kohdalla tulisi muistaa vähintään seuraavat asiat: paalien tulee olla tarpeeksi tiiviitä ja ne tulisi heti käärimän jälkeen siirtää varastointipaikoille.

ja näin ollen lämpeneminen alkaa.

Pyöröpaalauksessa paalin pitää olla muodoltaan säännöllisen lieriön mallinen. Säännöllisen mallinen pyöröpaali saa alkunsa tasamallisesta

rehukarhosta. Oikea ajonopeus suhteessa karhon rehumäärään vaikuttaa paalintyyppin ohella paalin tiheyteen. Liian löysä (=alhainen tiheys) paali on seurausta siitä, että ajonopeus on ollut

Pyöröpaalauksessa paalin pitää olla muodoltaan säännöllisen lieriön mallinen. Säännöllisen mallinen pyöröpaali saa alkunsa tasamallisesta rehukarhosta.



Usein paalirehussa säilöntä pohjautuu pelkästään hapettomuuteen tai lisäksi biologisiin säilöntäaineisiin. Hapon käyttö ei ole suosituttua, sillä se helposti syövyttää koneen osia, ja on osaltaan myös työturvallisuusriski kuljettajalle, jos rehua pitää repiä pois koneesta.

liian suuri. Paalaimen toimintaperiaate (kiinteä- tai muuttuvakammioinen) vaikuttaa myös paalin tiiviyteen. Liian löysän paalin säilöntäedellytykset ovat heikkomat kuin tiukan paalin. Paalaimissa vastaterät silppuavat rehua ja lisäävät siten paalin tiivistymistä. Ehjät ja terävät vastaterät ovatkin avainasemassa, kun halutaan hyvin säilyviä, tiiviitä paaleja. Paalajaan huoltoon ja puhdistukseen kannattaa panostaa etenkin satojen välissä. Näin saadaan hygieeniseltäkin laadultaan hyvää rehua. Paalin tiiviyden voi määrittää laskeamalla paalirehun kuutiopainon paalin tilavuuden ja painon perusteella.

PAALAUKSESSA HUOMIO KÄÄRINTÄMATERIAALIEN LAATUUN

Paalauksessa ja käärinnässä on tärkeää kiinnittää huomiota sidontaverkon ja käärintämuovin laatuun. Sidontaverkon sijaan voidaan käyttää myös joissain paalajaissa sidontamuovia. Jotta paalin tasainen muoto ja ilmativiys voidaan taata, tulee verkon olla tasaisesti paalin leveydelle levittyvää ja muovin niin ikään tasalaatuista ja venytystä hyvin kestävä. Käärintämuovit ovat yleensä polyetyleniä, ja paalin ympärille

suositellaan 6–8 kerrosta muovia. Mitä pidempi varastointiaika paalilla tulee olemaan, sitä enemmän on syytä laittaa muovia. Samoin hyvin lämpimissä oloissa muovin määrää tulee lisätä. Usein paali kiedotaan paalikammiossa sidontaverkkoon, mutta on myös mahdollista kietoa se suoraan muoviin. Muovisidonnalla on oletettu yleistyvän, sillä yhtenäinen muovikerros paalin vaipassa voi parantaa rehun säilyvyyttä.

PAALIEN SIIRTO ON HYVÄ TEHDÄ HETI KÄÄRINNÄN JÄLKEEN

Paaleja ei tulisi siirtää tarpeettomasti säilöntäprosessin alettua, vaan ne olisi mahdollisuuksien mukaan siirrettävä heti käärinnän jälkeen sinne, missä ne aiotaan varastoida pidempään. Jos paaleja ei siirretä heti (2–3 päivän kuluessa) käärinnän jälkeen varastointipaikalle, on niiden säilönnällisen laadun kannalta parempi jättää ne kokonaan siirtämättä pidemmäksi aikaa. On tärkeää, että aina paaleja käsiteltäessä varotaan tekemästä reikiä muovin tai puristamasta niitä pihdeillä tarpeettoman lujaa. Mikäli reikiä kuitenkin tulee, täytyy ne heti teipata umpeen auma-teipillä.

SÄILÖREHUN PURISTENESTERAJA

Säilörehun puristenesteraja on noin 280 g/kg ka. Puristenesterajasta puhuttaessa tarkoitetaan niittomurskatun rehun kosteusastetta, jossa rehun sisältämä neste ei pääse vapaalla valunnalla pois rehumassan joukosta maan vetovoiman ja ympäröivän rehumassa painon vaikutuksesta.

Säilörehun kosteuspitoisuutta havainnoitaessa puristenesteraja on hyvä pitää mielessä, sillä kun rehua puristaa nyrkissä, vettä ei pitäisi saada puritettua käsivoimin rehusta, jonka kosteuspitoisuus on vähintään puristenesterajalalla.

SILPUN PITUUS VAIKUTTAA REHUN TIIVISTYMISOMINAISUUKSIIN

Säilönnän kannalta silpun pituus on ratkaisevassa asemassa, sillä se vaikuttaa tiivistymisominaisuuksiin. Mitä lyhempiä silppu on, sitä helpommin se tiivistyy. On tutkittu, että noukinvaunurehujen silpun pituus on noin 8–10 cm, kun taas tarkkuussilppurilla

silpun pituus on tyypillisesti noin 2–4 cm.

Rehun tavoitteellinen kuutiopaino riippuu kuiva-ainepitoisuudesta. Kuutiopainon avulla voidaan arvioida rehun tiivistymisen onnistuminen.



REHUN KUUTIOPAINO KERTOO TIIVISTYMISEN ONNISTUMISESTA

Rehun ka-pitoisuus g/kg ka								
250			350			450		
Tavoitepaino 170–180 kg ka/m ³			Tavoitepaino 205–215 kg ka/m ³			Tavoitepaino 240–250 kg ka/m ³		
Tuorepaino kg/m ³			Tuorepaino kg/m ³			Tuorepaino kg/m ³		
<680	680–720	>720	<590	590–610	>610	<540	540–560	>560
Välttävä	Hyvä	Erinomainen	Välttävä	Hyvä	Erinomainen	Välttävä	Hyvä	Erinomainen



Siilorehun onnistunut säilöntä alkaa siilon huolellisesta siivouksesta.

Siilosta tulee poistaa kaikki vanhat rehut, homeet ja muut epäpuhtaudet. Hygieeniseen laatuun voi vaikuttaa myös sillä, että siilolla käytettävät koneet ja etenkin niiden renkaat ovat puhtaat, samoin siilon välitön ympäristö. Tarpeen vaatiessa on tärkeää huolehtia myös siilojen reunamuoveista. Rehun teon aikana siilo tulee täyttää mahdollisimman nopeasti ja rehu levittää tasaisesti. Kaikki tämä on kuitenkin tehtävä niin, että rehu ehditään tiivistää kunnolla. Kunnollinen tiivistys on säilönnällisen laadun kannalta tärkein huomioitava asia. Tiivistystä varten rehukerrostun tulee olla mahdollisimman tasaisia ja sopivan paksuisia. Kunnollinen tiivistys minimoi siilossa olevan happimäärän nopeuttaen lopullisen säilöontymisen toteutumista ja onnistumista.



Siilon puhtaudella ja huolellisella reunamuovituksella voidaan vaikuttaa sekä hygieeniseen laatuun että varmistaa täydellinen hapettomuus. Ylitäytössä seinän päälle ajettu rehu jää löyhemmäksi.



Huolellinen tiivistys on myös aumaa tehdessä tärkeää. Etenkin reunoihin tulee kiinnittää erityistä huolellisuutta.

Tiivistettäessä silloa tulee huomioida, että raskaankin traktorin kohdalla pyörien riittävä tiivistävä vaikutus ulottuu vain noin 20 cm kohtisuoraan pyörän alapuolelle. On myös tärkeää, että silloa ei ylitäytetä, sillä tiiviyys siilon seinien yläpuolella on vähintään 10 % heikompi kuin seinien välissä. Tämä on merkittävä luku myös ajatellen aumojen tiivistämistä. Kun rehu on saatu poljettua tarpeeksi tiiviisti, sillo tulee enintään vuorokau-

den kuluessa peittää. Happikalvojen käyttö säilönnällisen laadun varmistamiseksi on yleistynyt Suomessa ja maailmalla. Tavallinen etyleenimuovi läpäisee aina jonkin verran ilmaa aiheuttaen pintakerroksen hävikkejä. Happikalvo puolestaan estää ilman läpäisyn kokonaan ja näin ollen vähentää huomattavasti esimerkiksi hiivojen kasvua rehussa. On myös tutkittu, että happikalvot alentavat rehun lämpötilaa säilönnän aikana

ja vähentävät siten myös pintakerroksen kuiva-ainehävikkejä. Suositus on, että happikalvot laitettaisiin sekä siilon reunoihin, että lopuksi myös siilon päälle ennen muita mahdollisia muoveja ja/tai peitteitä. On myös suotavaa, että täyttövaiheessa sillo tai auma muotoillaan niin, ettei siihen jää painanteita, joihin sadevesi voi kertyä. Kun sadevesi johdetaan pois muovin päältä, estetään samalla sen kulkeutuminen rehuun siilon reunojen kautta.

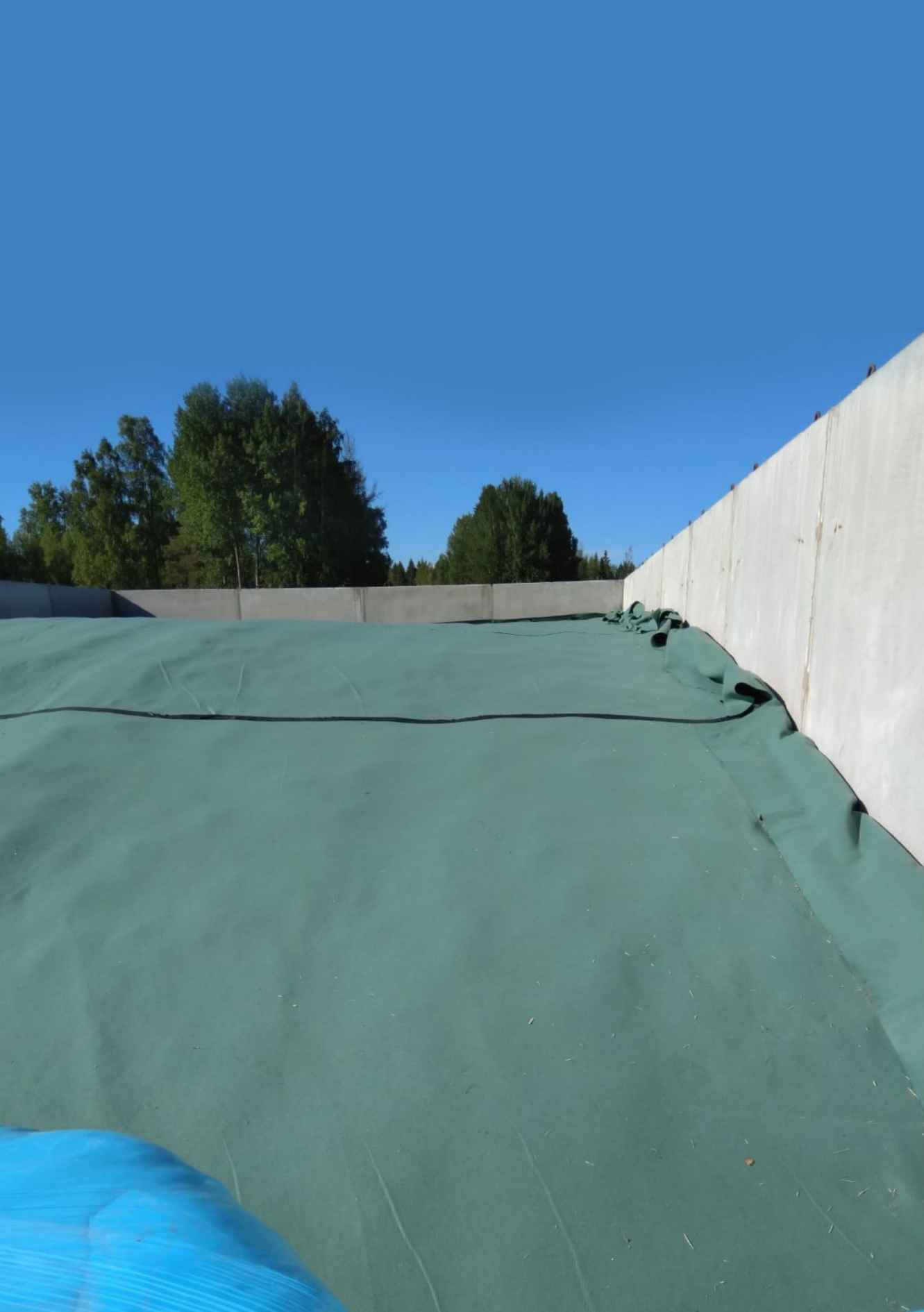


Auma voidaan peittää eri tavoin. Tärkeää on huolehtia riittävästä reunapainatuksesta, jotta muovit eivät lähde avautumaan talvella.

Aumoihin säilöittäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota, ettei maa-ainesta kulkeudu rehun joukkoon. Säilörehuaman paikka tulee valita huolella ja jos aumaa ei ole mahdollista tehdä kiinteän betoni-/asfalttilaatan päälle,

tulee valita kuiva ja tasainen paikka, jonne on helppo kulkea liikaamatta työkonoiden pyöriä. Auman alle voi tehdä tarvittaessa murskepohjan tai käyttää pohjamuovia. Näin vältetään rehun säilönnällistä laatua pilaavan maa-

neksen päätyminen aumarehuun, kuten myös mahdollinen ilman pääsy rehuun. Myös aumaa tehtäessä tiivistys on tehtävä huolella. Rehua tiivistetään kuorma kerrallaan tasaisiksi kerroksiksi mahdollisimman painavalla kalustolla.



Rehuvarastojen ja paalien suojaaminen

Säilönnällisen laadun pysyvyyden kannalta oleellista on varastojen asianmukainen suojaaminen. Paalirehuissa muovia tulee paalin ympärillä olla riittävästi, ja paalit tulee tarvittaessa myös suojata mahdollisilta lintu- ja jyrksijävaurioilta valitsemalla varastointipaikka huolellisesti.

Etenkin auma- ja siilorehun suojaksi on kehitetty erilaisia verkkoja ja kankaita, jotka suojaavat varsinaista aumamuovia paitsi linnuilta, myös esimerkiksi muiden eläinten ja ihmisten aiheuttamilta rei'iltä. Etävarastojen tarkastaminen vaurioiden varalta kannattaa tehdä säännöllisesti.

Muovin reikiintymiseltä suojaamisen lisäksi myös auman ja siilon painottaminen on tärkeää rehun laadun varmistamiseksi. Mitä painavampi päällyys saadaan, sen tiiviimmin au-

mamuovi painuu rehun pintaa vasten ja näin ollen väliin jää mahdollisimman vähän ilmaa. Tavallisesti painottamiseen on käytetty esimerkiksi renkaita, sahanpurua, olkea tai hiekkaa, mutta nykyään on saatavilla myös erityisiä painopeitteitä, jotka painottavat siiloa esimerkiksi 500g/m², ja näin ollen estävät muovin "aaltoilua". Joissain tilanteissa myös erittäin kostean rehun suojaaminen jäätymiseltä voi olla peittämissen tarkoitus.

Etävarastojen tarkastaminen vaurioiden varalta kannattaa tehdä säännöllisesti.



Nykyisin markkinoilla on tarjolla erilaisia verkkoja ja kankaita siilojen suojaksi. Flortex-peitteet paitsi suojaavat muovia reikiintymiseltä, myös painottavat siiloa niin, ettei erillisiä painoja tarvita. Hiekalla täytetyt reunapussit pitävät peitteen paikoillaan.

Rehuvarastojen avaaminen ja käyttö säilöntää vaarantamatta

Jo rehuvarastoja suunnitellessa olisi mietittävä, millä tahdilla niihin säilöttävää rehua tullaan syöttämään ja millä tahdilla siilon rintausta tulisi avata. Tyypillisesti suositellaan, että siiloa käytettäisiin 15 cm/pv. Mitä enemmän siiloa avataan kerralla, sitä nopeammin se myös pilaantuu. Nopean rintauksen etenemisen kannalta kapea ja pitkä siilo on leveää parempi valinta.

Kun siilo tai auma avataan, pääsee rehumassa tekemisiin hapen kanssa ja anaerobiset olot menetetään rintausten kohdalta. Tällöin alkaa vaihe kerrallaan etenevä pilaantumisprosessi, jossa hiivat alkavat hajottaa maitohappoa hiilidioksidiksi ja vedeksi ja samalla muodostuu lämpöä. Eri hiivalajit pääsevät yleistymään rehumassassa ja rehun pH nousee. Tämän jälkeen homet ja aerobiset bakteerit pääsevät niin ikään jatkamaan työtä. Aerobinen stabiilisuus kuvaa aikaa, jonka rehu vaatii lämmitäkseen 2-3 astetta yli ympäröivän lämpötilan. Kokeellisesti tämä ero määritetään tasaisessa yli 20 °C lämpötilassa, joten ero ei suo-

raan sovellu tilarehujen arviointiin. On hyvä tiedostaa, että siilojen keskustat pysyvät talvella luonnostaan lämpimämpinä kuin siilojen reunat. Kesällä siilon sisäosien korkeampi lämpötila taas on merkki rehun pilaantumisesta. Siilojen lämpöhavainnointia tehtäessä nämä vaihtelut on hyvä oppia erottamaan toisistaan.

Hyvä aerobinen stabiilisuus takaa sen, että avattaessa rintausten rehu pysyy mahdollisimman pitkään viileänä eikä lähde pilaantumaan. Valitseva ympäristön lämpötila voi joko hillitä tai nopeuttaa lämpenemisen alkamista. Oleellinen merkitys on myös rehun irrotustavalla. Hyvin re-

hua leikkaava ja tasaisen jäljen jättävä rehuleikkuri edesauttaa rehun laadun pysymistä stabiilina. Repivät pihdit ja tylsät leikkurit puolestaan saavat aikaiseksi hapen pääsyn syvemmälle rehurintaukseen.

Rehun aerobinen stabiilisuus kuvaa aikaa, jonka rehu vaatii lämmitäkseen 2-3 astetta yli ympäröivän lämpötilan.



Tasainen, terävällä rehuleikkurilla leikattu siilon rintausta luo hyvät edellytykset rintaustehon mahdollisimman pitkälle säilyvyydelle.

TEKIJÄT, JOTKA LISÄÄVÄT REHUN AEROBISTA PILAANTUMISTA:

KORKEA KUIVA-
AINEPITOISUUS

KORKEA
TÄRKKELYS- JA
SOKERIPITOISUUS

PUUTTEELLINEN
TIIIVISTYS TAI
RUNSASKUITUINEN
REHUMASSA

MATALA MAITO-
JA ERITYISESTI
ETIKKAHAPPO-
PITOISUUS

PUUTTEET
VARASTOINTI-
TEKNIKASSA
(MUOVIT, PAINOT)

KORKEA
YMPÄRISTÖN
LÄMPÖTILA

Vallitseva ympäristön lämpötila voi joko hillitä tai nopeuttaa lämpenemisen alkamista. Oleellinen merkitys on myös rehun irrotustavalla.

RFID-TUNNISTUKSELLA PAALISEURANTA HELPOTTUU

Paaleja käytävillä tiloilla törmää aika ajoin tilanteeseen, jossa havaitaan osan paaleista olevan pilalla. Paaleja merkitsemällä voidaan satotason ja laatutietojen lisäksi päästä käsiksi tietoon, miltä lohkolta ja mistä sadosta pilaantuneet paalit ovat lähtöisin ja kuinka laajasta ongelmasta on kyse. Jos esimerkiksi heikkolaa-tuiset paalit voidaan paikantaa

jollekin tietylle lohkolle, voidaan päästä käsiksi pilaantumisen juurisyihin.

Uutta paalikohtaista RFID-merkintä- ja seurantajärjestelmää on kehitetty Digipaali-hankkeessa vuodesta 2018 lähtien. Kehittämis- ja testaustoiminta on tehty yhteistyössä karjatilojen ja paa-lausurakoitsijoiden kanssa. Seu-



rantajärjestelmä tallentaa paali-en tiedot, kuten niiden painon ja kuiva-ainepitoisuuden sen lisäksi, että järjestelmä tallentaa yksilöllisesti paalin sijainnin sen lohkon kartalle, jolta paali on tehty.

Lähteet

- Bagg, J. 2012. Silage fermentation problems. *Field Crop News* [verkkojulkaisu]. Julkaistu 19.11.2012. Saatavilla internetistä: <https://fieldcropnews.com/2012/11/silage-fermentation-problems/>
- Franco, M., Stefanski, T., Jalava, T., Huuskonen, A. & Rinne, M. 2019. Effect of compaction, soil contamination and additive treatments on grass silage quality. 18th International Symposium Forage Conservation, 13 – 16 August 2019, Brno, Czech Republic. pp. 108-109. ISBN 978-80-7509-670-8.
- King, C., McEniry, J., Richardson, M. & O'Kiely, P. 2012. Yield and chemical composition of five common grassland species in response to nitrogen fertiliser application and phenological growth stage, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science*, 62: 644-658.
- Heikkilä, T., Jaakkola, S., Saarisalo, E., Suokannas, A., Helminen, J. 2001. Effects of wilting time, silage additive and plastic layer on the quality of big round bale silage. In: Nurmi 2001 symposium: esitykset ja tilastokuvauksia: MTT:n, SNY:n, Kemiran ja Valion Jokioisilla 6.6.2001 järjestämän NURMI 2001 symposiumin esitykset ja tilastokuvaukset / toim. Oiva Niemeläinen, Mari Topi-Hulmi, Eeva Saarisalo. Suomen Nurmihdistyksen julkaisu 15: p. 82.
- Heikkilä, T., Saarisalo, E., Jaakkola, S., & Taimisto, A. M. 2008. Kuiva-ainepitoisuuden ja säilöntäaineen vaikutus pyöröpaalutun säilörehun laatuun ja maidontuotantoon. In L. Rantamäki-Lahtinen (Ed.), Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote no 24 (pp. 159). (Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote; No. 24). Helsinki.
- Huhtanen, P., Jaakkola, S. & Nousiainen, J. 2013. An overview of silage research in Finland: from ensiling innovation to advances in dairy cow feeding. *Agricultural and Food Science*, 22: 35-56.
- Huuskonen, A. & Huhtanen, P. 2015. The development of a model to predict BW gain of growing cattle fed grass silage-based diets. *Animal*, 9: 1329-1340.
- Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2013. The development of a model to predict feed intake by growing cattle. *Livestock Science*, 158: 74-83.
- Huuskonen, A., Seppälä, A. & Rinne, M. 2017. Effects of silage additives on intake, gain and carcass traits of growing and finishing dairy bulls fed pre-wilted grass silage and barley grain based ration. *Journal of Agricultural Science*, 155: 1342-1352.
- Jaakkola, S., Saarisalo, E., Heikkilä, T., Nysand, M., Suokannas, A., Taimisto, A.-M. & Mäki, M. 2006. Maitoa siilo- vai paalirehulla? In: Eeva Saarisalo ja Mari Topihulmi (eds.). Rehuntuotantoteknologian kehitys - riski maidon laadulle?: Alkutuotannon ja maidonjalostuksen laaturiskit rehuntuotantoteknologian kehittyessä eli Amare-hankkeen loppuseminaari, Jokioinen 26.4.2006. Suomen Nurmihdistyksen julkaisu 24: 26-35.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd edition. Chalcombe, England. 340 p.
- Penttilä, K., Suokannas, A., Pölönen, I. 2019. Verification of RFID System Usability in Silage Bale Life Cycle Management. *Journal of Agricultural Science and Technology A* 9 2: 120-130.
- Piltz, J.W & Kaiser, A.G. 2004. Principles of silage preservation. pp. 25-57. In Kaiser, A.G., Piltz, J.W., Burns, H.M. & Griffiths, N.W (Ed.) *TopFodder successful silage*. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries. Orange, Australia. 391 p. ISBN 0734715835
- Rinne, M., Huhtanen, P. & Nousiainen, J. 2008. Säilörehun ja koko rehuannoksen syönti-indeksit auttavat lypsylehmiä ruokinnan suunnittelussa. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2008 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedotteita no 23. Toim. Anneli Hopponen. Julkaistu 9.1.2008. Saatavilla Internetissä: <https://journal.fi/smst/article/view/75909/37296>
- Sarlin, T. & Saarisalo, E. 2006. Säilörehujen homeet ja niiden aiheuttamat riskit. Suomen Nurmihdistyksen julkaisu 24: 36-42.
- Suokannas, A., Heikkilä, T., Jaakkola, S., Saarisalo, E., Toivonen, V., Helminen, J. 2001. Effects of swath dry matter and baler type on bale silage density. In: Production and utilization of silage with emphasis on new techniques: NJF seminar no. 326 Lillehammer 27.-28. September 2001. p. 102-105.
- Suokannas, A., Nysand, M., Niskanen, H. 2010. Korjuumenetelmät. In: Nurmirehujen tuotanto ja käyttö / Sari Pelttonen, Tapani Puurunen, Taina Harmoinen (toim.). Tieto tuottamaan, ProAgria Keskusten Liiton julkaisu 132, 1093: 77-85.
- Van Saun, R.J. & Heinrichs, J. 2008. Troubleshooting silage problems. PennState Extensions, College of Agricultural Sciences [verkkojulkaisu]. Julkaistu 15.2.2016. Saatavilla internetistä: <https://extension.psu.edu/troubleshooting-silage-problems>
- Wilkinson, J. M. & Davies, D.R. 2012. The aerobic stability of silage, key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.
- Wilkinson, J. M. & Rinne, M. 2018. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. *Grass and Forage Science*, 73: 40-52.



atriatuottajat.fi



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin