# SÄILÖREHUA PINTAA SYVEMMÄLTÄ
## Opas kestävään säilörehun tuottamiseen 2025

Interreg
Co-funded by the European Union
Central Baltic Programme

Sustainable Silage

*Tämä opas on syntynyt Sustainable Silage hankkeen rajat ylittävän yhteistyön tuloksena. Hanke on osarahoitettu INTERREG Central Baltic 2014-2020 ohjelmasta.*

Interreg Co-funded by the European Union

Central Baltic Programme

Sustainable Silage

Toimittaja: Are Selge
Suomennos ja Suomen oloihin sovitus: Anna Okkonen, Saara Nikander ja Marketta Rinne (käännöksen tukena on käytetty tekoälyä)
Taittaja: Heigo Kütt
Etukansi kuva: Kristiina Märs
Takakansi kuva: Omar Ojakivi
© “Sustainable Silage” -hankkeen partnerit ja kirjoittajat, 2025

ISBN: 978-9908-9711-5-5

# Sisällys

1. Johdanto ..... 5

2. Mitä on säilörehu? ..... 6
*Ieva Krakopa (Latvia)*

3. Tarvittavan säilörehumäärän laskeminen ..... 8
*Kristiina Märs (Viro)*

4. Säilörehutuotannon kasvilajit ja lajikkeet ..... 12
*Sirje Tamm, Priit Pechter (Viro), Anu Ellä (Suomi) ja Iveta Gutmane (Latvia)*

5. Nurmen perustaminen ja uudistaminen ..... 27
*Sirje Tamm, Priit Pechter (Viro), Anu Ellä (Suomi), Iveta Gutmane (Latvia)*

6. Nurmien hoitaminen ja biologinen typensidonta ..... 32
*Sirje Tamm, Priit Pechter (Viro), Iveta Gutmane (Latvia)*

7. Maissi säilörehukasvina ..... 39
*Kristiina Märs (Viro)*

8. Lintujen ja villisikojen aiheuttamien tuhojen minimointi nurmi- ja viljapelloilla ..... 44
*Are Selge (Viro), Marketta Rinne (Suomi)*

9. Säilörehun korjuumenetelmät ..... 47
*Kalvi Tamm (Viro), Marcia Franco (Suomi), Andres Olt, Raivo Vettik, Taavi Võsa (Viro)*

10. Säilörehun varastointitavat ..... 67
*Pēteris Dambergs (Latvia), Andres Olt (Viro), Marcia Franco (Suomi)*

11. Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu ..... 71
*Marcia Franco, Marketta Rinne (Suomi), Andres Olt (Viro), Ieva Krakopa (Latvia)*

12. Säilärehuvaraston avaaminen ja syöttö ..... 83
*Ieva Krakopa (Latvia)*

13. Säilörehun puristeneste ..... 86
*Marketta Rinne (Suomi), Kalvi Tamm, Are Selge (Viro)*

14. Maatalousmuovien ja hävikkisäilörehun kestävä jatkokäsittely ..... 93
*Anna Okkonen (Suomi), Allan Kaasik, Kaisa Vahtmäe (Viro), Iveta Grudovska (Latvia)*

15. Säilörehutuotannon hiilitase ..... 100
*Nisola Ayanfe (Suomi)*

16. Loppusanat ..... 109

# Luettelo kirjoittajista

**Ayanfe, Nisola (PhD)**
*Tutkija, Luonnonvarakeskus (Suomi)*

**Dambergs, Pēteris**
*Kehityspäällikkö, Rilata Group (Latvia)*

**Ellä, Anu**
*Nurmentuotannon huippuasiantuntija, ProAgria Länsi-Suomi (Suomi)*

**Franco, Marcia (PhD)**
*Erikoistutkija, Luonnonvarakeskus (Suomi)*

**Grudovska, Iveta (Mg.Agr.)**
*Asijantuntija, Latvian viljelijäparlamentti (Latvia)*

**Gutmane, Iveta (PhD)**
*Agronomi, SIA "Latvijas Šķirnes Sēklas" (Latvia)*

**Kaasik, Allan (PhD)**
*Apulaisprofessori, Viron maatalousyliopisto (Viro)*

**Krakopa, Ieva (Dr.vet.Med)**
*Säilörehuasiantuntija, IK konsultācijas (Latvia)*

**Märs, Kristiina (M.Sc)**
*Säilörehuasiantuntija, Viron maatalous- ja kauppakamari. Kasvintuotantoasiantuntija, Viron maatalousyliopisto (Viro)*

**Okkonen, Anna**
*Hankevetäjä, ProAgria Länsi-Suomi (Suomi)*

**Olt, Andres (M.Sc)**
*Tutkija, laboratoriopäällikkö, Viron maatalousyliopisto (Viro)*

**Pechter, Priit (PhD)**
*Tutkija, Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (Viro)*

**Rinne, Marketta (PhD)**
*Tutkimusprofessori, Luonnonvarakeskus (Suomi)*

**Selge, Are (PhD)**
*Yliopistonlehtori, Viron maatalousyliopisto (Viro)*

**Tamm, Kalvi (PhD)**
*Yksikönjohtaja, tutkija, Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (Viro)*

**Tamm, Sirje (M.Sc)**
*Tutkija, Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (Viro)*

**Vahtmäe, Kaisa (M.Sc)**
*Asiakkuusjohtaja, Viron maatalous- ja kauppakamari (Viro)*

**Vettik, Raivo (PhD)**
*Erikoistutkija, Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (Viro)*

**Võsa, Taavi (M.Sc)**
*Tutkija, Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (Viro)*

# 1. Johdanto

Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) keskittyy nykyään suurelta osin ympäristön- ja luonnonsuojeluun, biodiversiteetin lisäämiseen sekä ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Tässä oppaassa keskitymme karjatilojen rehuntuotantoon. Muistutamme hyvistä nykykäytänteistä sekä täydennämme niitä uusilla näkemyksillä, jotta varmistetaan mahdollisimman ympäristöystävällinen ja kilpailukykyinen rehuntuotanto jatkossakin.

Säilörehun tuotanto on keskeinen osa kestävää ja tehokasta karjataloutta. Riippumatta siitä, onko kyseessä pieni perhetila vai suuri tuotantoyksikkö, lypsykarjatila tai lihakarjatila, säilörehun laatu vaikuttaa suoraan eläinten terveyteen, tuottavuuteen ja tilan taloudelliseen suorituskykyyn. Tämä opas on monikansallisen yhteistyön tulos, joka yhdistää vuosikymmenten kokemuksen, käytännön tiedon sekä tieteeseen perustuvan ymmärryksen Virosta, Latviasta ja Suomesta. Tutkijat ja neuvojat, jotka tuntevat oman maansa olosuhteet ja tuotannon rakenteen, ovat antaneet asiantuntemuksensa tämän oppaan koostamiseen.

Itämeren alueelta löytyy hyvin erilaisia karjatiloja. Pienen perhetilan tekniset ratkaisut eroavat merkittävästi suurtilan ratkaisuista. Silti rehuntuotannon periaatteet pätevät molemmissa tapauksissa. Käymisprosessi tapahtuu jokaisessa säilörehuvarastossa riippumatta sen koosta tai liiketoiminnan laajuudesta. Tässä oppaassa käydään läpi suosituksia, jotka mahdollistavat onnistuneen rehuntuotannon.

Nykyajan säilörehutuotantoa ei voi tarkastella erillään ympäristötavoitteista ja -velvoitteista. Resurssien tehokas käyttö, häviikin minimointi ja rehun laadun ylläpitäminen ovat tärkeitä tekijöitä sekä talouden että ympäristön kannalta. Nykyään maatalouden ympäristövaikutuksia arvioidaan yhä tarkemmin. Myös säilörehun tuotannolla on oma roolinsa ravinnehävikkien, kasvihuonekaasupäästöjen ja ostorehuriippuvuuden vähentämisessä.

Haasteisiin vastaaminen vaatii huomiota tuotantoketjun jokaisessa vaiheessa kasvilajivalinnasta ja sopivasta niittoajankohdasta siilotyöskentelyyn sekä jätehuoltoon. Lukujen sisällössä korostuu tiivis yhteistyö tutkijoiden ja käytännön toimijoiden välillä. Tietojen kokoamisen lisäksi tavoitteena on edistää oppimista ja vuoropuhelua viljelijöiden, neuvojien ja tutkijoiden kesken.

Toivomme, että tämä opas tarjoaa käytännön ohjeiden lisäksi myös yhteisen ymmärryksen siitä, miten nykyajan säilörehutuotanto voi tukea sekä viljelijän taloudellista kannattavuutta että ympäristön kestävää kehitystä. Tämä opas on kehitetty Suomen, Viron ja Latvian yhteistyöhankkeessa "Sustainable Silage". Hanke on saanut rahoitusta INTERREG Central Baltic 2014–2020 –ohjelmasta. Hankkeeseen sekä oppaan laatimiseen osallistuivat seuraavat kumppanit: Viron maatalous- ja kauppakamari (ECAC), Viron maaseutututkimus- ja tietokeskus (METK), Viron maatalousyliopisto (EMU), Latvian viljelijäparlamentti (Biedriba "Zemnieku saeima"), Latvian maatalousyliopisto (LBTU), ProAgria Länsi-Suomi ja Luonnonvarakeskus.

# 2. Mitä on säilörehu?

*Kirjoittaja: Ieva Krakopa (Latvia)*

Säilörehu on pH:ta eli happamuutta laskevaan prosessiin perustuva tapa säilyttää rehuna ravintoaineita ja mahdollistaa pitkäaikainen varastointi. Säilörehu tehdään tavallisesti nurmikasveista (nurmiheinät ja nurmipalkokasvit), mutta raaka-aineena voidaan käyttää myös viljakasvustoja (kokoviljasäilörehu, maissisäilörehu), maa- ja elintarviketalouden talouden sivutuotteita (mäski, sokerijuurikasleike) sekä väkirehuja (murskevilja).

Anaerobisten (hapettomien) olosuhteiden säilyttäminen läpi koko varastointiajan on välttämätöntä. Sokerit ovat ohjaavina tekijöinä säilönnän onnistumisessa, sillä niistä muodostuu pH:ta laskevia maitohappoja ja muita käymishappoja. Riittävä sokeripitoisuus voidaan saavuttaa rehun onnistuneella esikuivatuksella, mutta siihen vaikuttavat jonkin verran myös kasvuolosuhteet. Suuri kosteuspitoisuus ja korkea typpipitoisuus lisäävät tarvittavien käymishappojen määrää, mikä vaikeuttaa onnistunutta säilöntää.

*Säilörehusiilo. Kuvaaja Kristiina Märs*

Heinäksi kuivaamiseen verrattuna säilörehun sääriskit ovat pienempiä. Säilörehu on myös taloudellisempi säilöntämenetelmä, ja sen avulla laajempi valikoima viljelykasveja ja biomassoja on mahdollista säilöä. Suurin haaste säilörehuntuotannossa on hapettomien olosuhteiden ylläpitäminen varastoinnin aikana. Kunnollinen säilörehunteko parantaa eläinten ravintoaineiden saantia ja vähentää ostoväkirehujen tarvetta, mistä hyötyy sekä maatilan talous että ympäristö.

*Säilörehupaalit. Kuvaaja Ieva Krakopa*

Säilörehun edut:

- Kustannustehokas menetelmä rehukasvien sisältämien ravinteiden säilyttämiseen
- Tuotetaan yleensä paikallisesti, mikä vähentää rehunkuljetustarpeita
- Oikein tehtynä ympäristöystävällinen

Säilörehun haitat:

- Erittäin herkkä hapelle altistumiselle
- Vaatii investointeja korjuukoneketjuun, siiloihin ja/tai muoveihin sekä säilöntäaineisiin

*Säilörehutuubi. Kuvaaja Ieva Krakopa*

## Keskeiset huomiot

» Säilörehu on tehokas, joustava ja kustannustehokas menetelmä rehukasvien ja kosteiden sivutuotteiden ravintoaineiden säilyttämiseen.
» Onnistuminen riippuu hapettomien olosuhteiden luomisesta ja ylläpitämisestä, sopivien kasvien valinnasta sekä oikean kuiva-ainepitoisuuden saavuttamisesta.
» Toimiva säilörehuprosessi parantaa eläinten ravitsemusta ja tukee sekä ympäristöllisiä että taloudellisia päämääriä.

# 3. Tarvittavan säilörehumäärän laskeminen

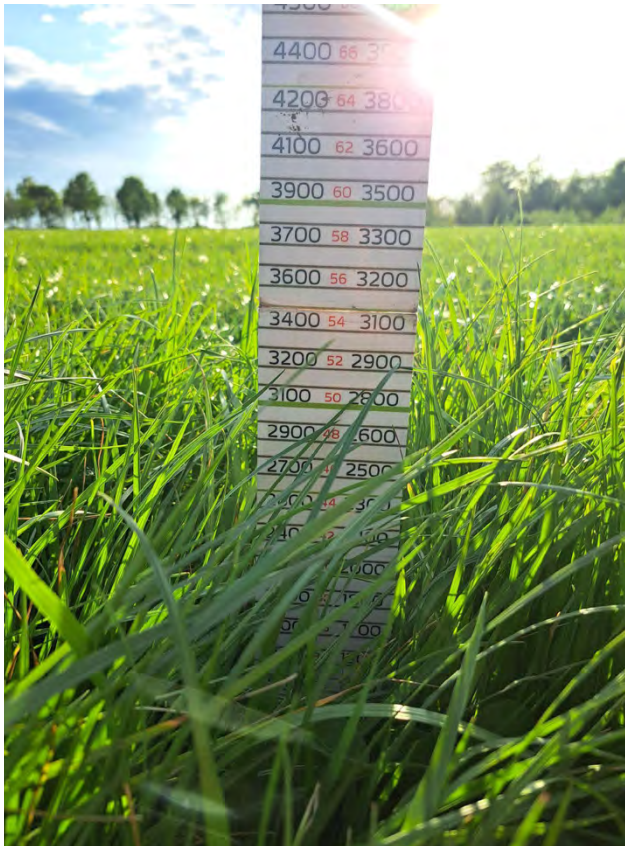
*Kirjoittaja: Kristiina Märs (Viro)*

Tarvittavaa säilörehumäärä laskettaessa on ensiksi huomioitava se, laidunnetaanko eläimiä. Virossa lypsäviä lehmiä ei yleensä laidunneta ja nuorkarjaakin suhteellisen harvoin. Toisaalta emolehmäkarja viettää laitumilla noin puolet vuodesta sääolosuhteista riippuen.

On tärkeää pitää jonkin verran vanhaa säilörehua varastossa, jotta juuri tehtyä säilörehuvarastoa ei tarvitse avata kesäkuussa ja käymisprosessi voidaan saattaa loppuun asti. Lypsykarjalle suositellaan pitämään jopa 20 % tarvittavasta säilörehun kokonaismäärästä varastossa, jos seuraavan kesän sato jää oletettua pienemmäksi. Lihakarjan rehuvaranto voi olla hieman pienempi.

Maissisäilörehussa tärkkelyspitoisuus on tärkeä tekijä rehuarvon kannalta. Tärkkelyksen on ehdittävä fermentoitua säilörehussa jonkin aikaa ennen kuin sitä kannattaa syöttää. Maissisäilörehun täydet edut saavutetaan, kun uuden kauden säilörehut saavat fermentoitua vähintään 2 kuukautta ja mieluiten 4 kuukautta ennen syötön aloitusta. Jos maissisäilörehun kuiva-ainepitoisuus on erityisen korkea, voi kestää jopa 6 kuukautta ennen kuin tärkkelyksen sulavuus on saavuttanut maksimin.

Karjan ruokintaan tarvittava säilörehumäärä riippuu ensisijaisesti väkirehun osuudesta rehuannoksessa sekä säilörehun kuiva-ainepitoisuudesta. Lypsylehmä syö arviolta 24-30 kg rehun kuiva-ainetta päivässä. Tilat päättävät itse, kuinka suuri osuus tästä kuiva-aineesta saadaan säilörehuna ja kuinka suuri väkirehuna. Virossa vuoden aikana noin 60 % lypsylehmän ruokinnasta koostuu karkearehun kuiva-aineesta (säilörehu, olki ja heinä). Kun lehmän paino on 650 kg ja keskimääräinen syönti 3,5 % ruumiinpainosta, saadaan rehun kuiva-aineen keskimääräiseksi kulutukseksi 23 kg, josta karkearehun kuiva-aineen osuus voisi olla 60 %. Tämä tarkoittaa päivää ja lehmää kohden 13,8 kg, josta noin 13,4 kg koostuu säilörehun kuiva-aineesta. Vuodessa eläintä kohden tarvitaan 4,9 tonnia rehun kuiva-ainetta. Lisäksi on syytä huomioida varmuusvara (noin 15 %) käymistappioiden (noin 3 %) ja mahdollisen säilörehun pilaantumisen takia. Tässä tapauksessa eläintä kohden tarvitaan 5,6 tonnia säilörehun kuiva-ainetta vuodessa.




*Kuvaaja Kristiina Märs*

Säilörehun kokonaistarvetta laskettaessa on otettava huomioon lypsylehmien lisäksi myös nuorkarja. Tarvittava rehumäärä riippuu käytössä olevasta kasvatustavasta ja ruokintamenetelmästä. Siksi suositellaan arvioimaan nuorkarjan säilörehuntarvetta erikseen todellisiin ruokintasuunnitelmiin perustuen yleisen vakion sijasta.

Lihakarjan säilörehuntarve vaihtelee suuresti rodun mukaan. Skotlannin ylämaankarjan rehun kulutus on merkittävästi pienempi verrattuna esimerkiksi charolais-rotuisiin eläimiin. Lihakarjalla yksinkertaisin nyrkkisääntö on, että eläin syö päivässä kuiva-ainetta 2 % ruumiinpainostaan. Näin ollen 500 kg painava nauta syö 10 kg kuiva-ainetta päivässä. Esimerkiksi 500 kg painavan naudan tulee syödä päivässä 30 kg säilörehua, jos sen kuiva-ainepitoisuus on 33 %.

Koska useimmilla lihakarjatiloilla säilörehu tehdään pyöröpaaleihin, lasketaan tarvittava säilörehumäärä paaleina. Esimerkki: Aberdeen Angus -nautoja laidunnetaan toukokuun alusta lokakuuhun, joten tarve on 6 kuukauden säilörehumäärälle. Kun säilörehun kuiva-ainepitoisuus on noin 30-35 %, eläintä kohden kuluu 10 kpl 500 kg painavaa paalia talvikauden aikana.

Tarvittavaa säilörehumäärää laskettaessa on muistettava, että säilörehupaalit saattavat pilaantua, jos linnut rikkovat muoveja. Myös siiloista voidaan joutua poistamaan pilaantuneita rehun pintakerroksia tai reunoja. Tämän lisäksi käymisen aikana tulee jonkin verran kuiva-ainetappioita. Siksi noin 15 % kokonaistappioihin on varauduttava säilörehuntuotannossa.

*Kuvaaja Kristiina Märs*

## Säilörehun tuotantoon tarvittavan peltoalan laskeminen

Säilörehun tuotantoon tarvittavan peltoalan laskeminen riippuu satotasosta, johon puolestaan vaikuttavat mm. maalaji, nurmikasviseos ja lannoitus. Myös tuotantotapa, eli onko kyseessä luomu- vai tavanomainen tila, vaikuttaa. Luomutiloilla nurmia ei lannoiteta mineraalilannoitteilla, minkä takia nurmen hehtaarisato on pienempi ja peltoalaa tarvitaan enemmän eläintä kohti.

Sääolosuhteilla on iso merkitys nurmikasvien satoon, ja erityisesti kuivuus voi merkittävästi pienentää nurmisatoja. Kuivuus todennäköisesti lisääntyy ilmastonmuutoksen myötä, joten kuivuudenkestävien kasvilajien käyttöä kannattaa suosia. Siemenseosta valittaessa on huomioitava pellon ominaispiirteet ja maaperän pH.

*Kuvaaja Kristiina Märs*

Yleisohje on, että lypsykarjatila tarvitsee enintään 1 ha viljeltyä nurmialaa eläintä kohden. Jos ruokinnassa käytetään maissisäilörehua, on suotuisissa olosuhteissa mahdollista pärjätä pienemmällä peltoalalla eläintä kohden.

**Taulukko 1.** Tärkeimpien säilörehukasvien keskiarvosadot nurmipelloilla Virossa.

| Säilörehukasvi | Keskimääräinen kuiva-ainesato t/ha | Tarvittava nurmiala 1000 t esikuivatun säilörehun tuottamiseen, ha |
|---|---|---|
| Puna-apila (seoksena heinäkasvien kanssa) | 5-7 | 50 |
| Sinimailanen (seoksena heinäkasvien kanssa) | 6-8 | 45 |
| Englanninraiheinä (seoksena muiden heinäkasvien kanssa) | 6-8 | 40 |
| Italianraiheinä | 7-8 | 40 |

## Maissisäilörehun tuotantoon tarvittavan peltoalan laskeminen

Virossa maissin tuoresato on 25-60 t/ha. Keskimäärin maissisäilörehua korjataan varastoon 35 t/ha. Rehun kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 27-30 % välillä. Virossa lypsylehmille käytettävä seosrehuruokinta koostuu 50 % väkirehusta ja 50 % säilörehusta. Säilörehun osuudesta puolet on maissisäilörehua ja puolet nurmisäilörehua. Kun ruokinnassa käytetään pelkästään nurmisäilörehua, yhtä lypsylehmää kohden tulisi varata rehun kuiva-ainetta 5 tonnia vuodessa. Tähän tarvitaan 15 tonnia säilörehua, jonka kuiva-ainepitoisuus on 30-32 %. Kun lisäksi otetaan huomioon nuorkarja, tarvittava säilörehumäärä on 17 tonnia. Jos tästä määrästä 50 % korvataan maissisäilörehulla, tarvitaan 8,5 tonnia maissisäilörehua ja 8,5 tonnia nurmisäilörehua eläintä kohden vuodessa. Tähän on lisättävä vielä 10 % varmuusvara.

## Keskeiset huomiot

- Lypsylehmää kohden tulisi laskea 5 tonnia säilörehun kuiva-ainetta vuodessa, kun eläin painaa keskimäärin 650 kg ja syöntimäärä on 3,5 % ruumiinpainosta.
- Laskettuun rehun kokonaismäärään on lisättävä noin 15 % varmuusvara (noin 3 % käymishäviöiden ja loput mahdollisen säilörehun pilaantumisen varalta). Tämän takia tarvittava vuosittainen säilörehun kuiva-ainemäärä lypsylehmää kohden on noin 5,6 tonnia.
- Ympäristön kannalta on tärkeää, että säilörehu tehdään erittäin huolellisesti ja rehu esikuivataan hyvin, jotta pilaantuneen säilörehun hävittämisestä koituvat ympäristö-vaikutukset vähenevät.

# 4. Säilörehutuotannon kasvilajit ja lajikkeet

*Kirjoittajat: Sirje Tamm (Viro), Priit Pechter (Viro), Anu Ellä (Suomi) ja Iveta Gutmane (Latvia)*

Karkearehutuotanto kohtaa uusia haasteita muuttuvassa ympäristössä. Korkeammat lämpötilat, muuttuvat sadantamäärät ja lisääntyvät kuivuusjaksot laskevat satotasoja, mikä on kasvava huoli viljelijöille. Ilmasto vaikuttaa suoraan kasvien selviytymiseen talven yli määrittämällä ympäristöllisten stressitekijöiden, kuten pakkasen ja lumipeitteisyyden, voimakkuuden. Täten ilmasto vaikuttaa kasvien kestävyyteen.

Ilmastollisten muutosten lisäksi myös vaihtelevat maaperäominaisuudet vaikuttavat rehutuotantoon. Viljelymaiden välillä on suuria eroja humus- ja turvepitoisuudessa, kosteuden pidätyskyvyssä, rakenteessa, ja ravinnetasoissa. Näiden vaihteluiden takia kylvöön täytyy valita erilaisia kasvilajeja sekä niiden seoksia tuottavuuden optimoimiseksi ja maan terveyden ylläpitämiseksi. Hyvän sadon ja talvenkestävyyden varmistamiseksi on suositeltavaa valita kasvilajeja, jotka ovat paikallisia tai niissä olosuhteissa testattuja. Tällaiset lajikkeet sopeutuvat todennäköisemmin alueen ilmastoon, maalajeihin ja viljelykäytäntöihin, mikä lisää mahdollisuuksia talvenkestävyyteen ja säilörehutuotannon onnistumiseen.

## 4.1. Palkokasvipitoiset nurmet

Nurmipalkokasvit sisältävät nurmikasveista eniten valkuaista. Nurmipalkokasvit ovat karjalle maittavia, ja ne sisältävät valkuaisen lisäksi kalsiumia, fosforia ja tärkeitä vitamiineja. Palkokasvien merkittävä etu on niiden kyky hyödyntää ilmakehän typpeä juurinystyräbakteerien avulla. Monivuotisia nurmipalkokasveja ovat puna-, alsike- ja valkoapila, mailaset, keltamaite ja vuohenherne.

**Puna-apila (*Trifolium pratense L.*)**

*Puna-apilakasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Puna-apila on satoisa ja rehuarvoiltaan hyvä kasvi säilörehuntuotantoon. Sen elinikä on tyypillisesti kahdesta neljään vuotta. Puna-apila menestyy parhaiten hyvin ojitetuilla ravinteikkailla mailla, joiden pH on 6,0-6,5. Kevyet hiuemaat ja tulvatasangot kuten myös happamat hiekkamaat ja turvemaat eivät sovi puna-apilan viljelyyn. Raskaalla kalustolla ajamista puna-apilakasvustossa märällä kelillä tulee välttää, jotta kasvi ei vahingoitu. Lajikkeet voidaan luokitella kukinnan ja ploidisuuden mukaan. On aikaisin ja myöhään kukkivia sekä di- ja tetraploidisia lajikkeita.

*Puna-apilan kukka. Kuvaaja Sirje Tamm*

Aikaiset lajikkeet alkavat kukkia kesäkuun puolivälissä ja myöhäiset lajikkeet 16-17 päivää myöhemmin. Aikaiset lajikkeet aloittavat kasvun aikaisemmin keväällä tuottaen ensimmäisessä niitossa noin 40 % koko vuoden sadosta. Satomäärät pienenevät progressiivisesti seuraavien niittojen osalta. Aikaisen tyypin puna-apila on kuivuudenkestävämpi kuin myöhäinen tyyppi, koska se kehittyy kasvun alkuvaiheessa nopeammin ja pystyy käyttämään paremmin maaperän kevätkosteuden. Myöhäisen tyypin rehevillä puna-apilakasvustoilla on taipumus lakoontua helpommin, mikä heikentää rehuarvoja alempien lehtien näivettyessä. Tämä vaikeuttaa myös sadonkorjuuta. Myöhäisen tyypin puna-apilan etuna on parempi talvenkestävyys aikaiseen tyyppiin verrattuna.

Tetraploidiset lajikkeet ovat usein suurempia kasveja, ja niillä on diploidisia lajikkeita suuremmat lehdet, varret ja kukat. Tetraploidilajikkeiden on todettu olevan kestävämpiä ja taudinkestävyydeltään parempia diploidilajikkeisiin verrattuna.

**Alsikeapila** (*Trifolium hybridum* L.)

*Alsikeapilakasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Alsikeapilan elinikä on tyypillisesti noin kaksi vuotta. Se voi selvitä jopa 6 viikkoa kestävistä kevättulvista. Alsikeapila kasvaa paremmin kosteilla ja happamilla mailla kuin toiset apilat puna-apila mukaan lukien. Alsikeapila on yksi harvoista nurmipalkokasveista, joka selviytyy myös turvemaille perustetuissa nurmissa. Alsikeapilalla on hyvä taudinkestävyys. Alsikeapilan jälkikasvu on puna-apilaa hitaampaa, mutta siihen vaikuttaa suurilta osin ensimmäisen sadon niittoajankohta. Ensimmäisen sadon korjuu kukka-aiheiden muodostumisvaiheessa ja niitto tavallista korkeammalta edesauttaa voimakasta jälkikasvua. Alsikeapilan erikoisominaisuutena on se, että lehdet eivät putoa tai rikkoonnu helposti korjuun aikana, ja korjattu vihreä kasvusto kuivuu puna-apilaa nopeammin. Alsikeapila ei ole vanhentuneena niin maittava kuin puna-apila kitkerän makunsa takia. Lisäksi sillä on myös huonompi ravitsemuksellinen arvo. Seoksissa ja oikea-aikaisesti korjattuna maittavuus kuitenkin tasoittuu.

**Valkoapila (*Trifolium repens L.*)**

*Valkoapilakasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Valkoapila on monivuotinen palkokasvi, jolla on maanmyötäinen rönsyilevä kasvutyyli. Tavallinen valkoapila harvoin kasvaa riittävän korkeaksi, jotta se voitaisiin korjata puhtaana kasvustona säilörehuksi. Kuitenkin valkoapila auttaa osana seosta täyttämään nurmikasvustojen aukkoja, jotka muuten täyttyisivät rikkakasvilajeilla. Valkoapila on erinomainen komponentti seoskasvustoihin johtuen pienestä kuitupitoisuudesta ja suuresta valkuaispitoisuudesta. Valkoapila säilyttää korkean sulavuuden läpi koko kasvukauden lehtien ja lehtiruotien jatkuvan uusiutumisen myötä.

Valkoapila kasvaa hyvin märillä mailla, ja sen kestävyys tällaisilla mailla on puna-apilaa parempi. Se menestyy hyvin myös kevyemmillä mailla. Valkoapila ei viihdy happamilla turvemailla, mutta kasvaa muuten jopa mailla, joiden pH on 5,6.

**Sinimailanen** (*Medicago sativa* Mart.)

*Sinimailaskasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Sinimailanen on pitkäikäinen ja syväjuurinen kasvi, joka kestää sopivalla kasvupaikalla viisi vuotta tai pidempään ja pystyy ylläpitämään kuiva-ainetuotantoa vähäsateisina ajanjaksoina.

Sinimailanen ei siedä happamia maita, mikä rajoittaa sinimailasen menestymistä Suomessa. Oikean peltolohkon valitseminen on tärkeää ja juurinystyröiden muodostamiseksi pH:n on oltava vähintään 6,0. Mailanen ei myöskään kestä veden kyllästämiä maita, mikä on yleisin syy sen tuhoutumiseen talven aikana. Myös jääpolte voi tuhota mailaskasvuston. Mailaselle on tyypillistä syvälle ulottuva juuristojärjestelmä (yli 1,5 m), joten sen viljelyä ei suositella paikoissa, joissa pohjaveden taso on korkea. Juuriston riittämätön kehittyminen vaikuttaa mailasen talvehtimiseen ja pitkäikäisyyteen.

Sopivat maalajit vaihtelevat hiuesavimaista kalkkikivimaihin. Mailaslajikkeen talvenkestävyys on yksi tärkeimmistä tekijöistä Baltiassa ja Pohjoismaissa. Mailanen on herkkä tallaukselle, mutta kestää erilaisia toimenpiteitä heti korjuun jälkeen maksimissaan viiden vuorokauden aikaikkunassa. Suomessa kolmannen niiton korjuuaika on kriittinen, sillä mailasen tulisi voida kasvattaa kunnollinen jälkikasvu ennen talven tuloa talvehtiakseen kunnolla. Syyskuun alun kolmas niitto on yleensä toimiva. Suojakasvin tai nurmiseoksen muiden kasvien voimakas varjostavuus heikentää mailasen kasvuedellytyksiä.

*Sinimailanen. Kuvaaja Sirje Tamm*

Mailasen dormanssiarvo

Dormanssi määritellään syksyn jälkikasvun määrän mukaan. Sitä mitataan asteikolla 1-10. Arvo yksi on ”hyvin talvidormantti” tarkoittaen, että kasvua ei tapahdu talvella. Arvo kymmenen on ei-dormantti, mikä ilmaisee suurta talviaktiivisuutta ja korkeaa jälkikasvukykyä. Alhaisemman dormanssiarvon lajikkeet voivat selviytyä paremmin Pohjoismaiden ja Baltian talviolosuhteissa. Kasvun heikkenemistä loppukesästä tai alkusyksystä on yleisesti pidetty karaistumisjakson ensimmäisenä vaiheena. Toisaalta korkean dormanssiarvon lajikkeet tuottavat korkeamman sadon. Mailasta viljelevien on tehtävä päätös, valitsevatko korkean sadon vai hyvän talvenkestävyyden. Siksi viljelijöitä neuvotaan valitsemaan paikallisia lajikkeita tai lajikkeita, jotka on testattu paikallisissa olosuhteissa.

**Keltamaite** (*Lotus corniculatus* L.)

*Keltamaitekasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Keltamaitteella on hyvä sopeutumiskyky eri maalajeihin ja ilmasto-olosuhteisiin, mutta se kasvaa parhaiten pH:n ollessa 6,2-6,5 tai korkeampi. Sillä on kestävyyttä märkiin turvemaihin (pH=4,5) sekä jonkin verran kuivuuteen. Keltamaite sietää myös osin suolaantuneita maita. Se viihtyy ja kasvaa paikoissa, joissa mailaset ja toiset nurmipalkokasvit eivät voi kasvaa maan happamuuden ja kosteuden takia. Keltamaite ei kestä varjostusta etenkään perustamisen alkuvaiheissa, ja sen kylvö tulisi tehdä yhdessä hitaasti kasvavien nurmikasvien kanssa.

Keltamaite on hyvälaatuinen nurmirehukasvi, jolla on korkea valkuaispitoisuus (150-280 g/kg ka). Sen ruokinnallinen arvo on korkea eli sama tai jopa korkeampi kuin mailasella ja apiloilla. Keltamaite sisältää tanniineja, jotka ehkäisevät puhaltumista märehtijöillä. Kondensoitujen tanniinien pitoisuus vaihtelee lajikkeittain, mutta niiden määrä lisääntyy kasvin vanhetessa. Myös

vuodenaikojen välillä on vaihtelua. Kondensoitujen tanniinien on esitetty vähentävän metaanipäästöjä ja virtsan typen eritystä lypsykarjalla. Keltamaite on bioaktiivinen nurmipalkokasvi, joka voi parantaa valkuaisen hyväksikäyttöä märehtijöillä. Lisäksi sillä voi olla myös suolistoloisia hillitseviä vaikutuksia. Keltamaitteen satotaso on usein vaatimaton. Suomessa keltamaitteen rehukäyttö on vähäistä.

**Vuohenherne** (*Galega orientalis* Lam.)

*Vuohenhernekasvusto. Kuvaaja Heli Meripõld*

Vuohenherne on hyvin satoisa, kestävä ja korkeatuottoinen kasvi. Se sisältää runsaasti ravintoaineita, etenkin raakavalkuaista. Sillä on hyvä talvenkestävyys mutta ei kestä pellon pinnalla seisovaa vettä, korkeaa pohjaveden tasoa tai happamia maita (pH alle 6). Vuohenherne viihtyy kuitenkin köyhillä, kivikkoisilla ja kuivilla mailla

Tähän mennessä vuohenherneellä ei ole havaittu mitään merkittäviä sieni-, virus tai bakteeritauteja. Se ei ole myöskään altis hyönteistuholaisille. Sen onnistuneen kylvön varmistamiseksi kylvösiemenet on hyvä ympätä Rhizobium galegae -juurinystyräbakteerilla ennen kylvöä. Perustamisvuonna kasvuunlähtö on hidasta. Satovuosina vuohenherne kehittyy aikaisin keväällä ja kasvaa nopeasti, mikä tekee sen araksi alkukesän pakkasille.

Muista palkokasveista poiketen vuohenherneen lehdet eivät haurastu tai putoa säilörehunteon aikana. Vuohenherneen viljelyn merkittävänä haasteena on sen riski lähteä leviämään hallitsemattomasti ympäristöön. Vuohenherneen käytön aloittaminen vaatii huolellisuutta ja jatkuva seuranta on tärkeää negatiivisten ympäristövaikutusten välttämiseksi. Suomessa vuohenherneen rehukäyttö on vähäistä.

## 4.2. Nurmiheinät

Nurmien tärkeys rehukasvina perustuu niiden biologisiin ja taloudellisiin ominaisuuksiin, joita ovat korkea pensomiskyky, hyvä jälkikasvukyky sekä korkea satopotentiaali. Nurmipalkokasveihin verrattuna nurmiheinillä on tyypillisesti suurempi typpilannoitustarve, pienempi valkuaispitoisuus ja pienempi positiivinen vaikutus maan viljavuuteen. Nurmilla on parempi talvenkestävyys, vastustuskyky kasvitaudeille ja epäsuotuisille kasvuympäristöille, joten ne ovat eliniältään pitkäkestoisempia nurmipalkokasveihin verrattuna.

Nurmilajit jaetaan korkeisiin ja lyhyihin nurmiin sen perusteella, millä korkeudella kasvupiste sijaitsee maanpinnan yläpuolella. Korkeilla nurmilla sato muodostuu pitkistä versoista (esimerkiksi timotei, nurmi- ja ruokonata, italian raiheinä, koiranheinä, ruokohelpi ja kattarat). Lyhyet nurmet muodostavat useita tyvilehtiä. Lyhyiden nurmien biomassa on keskittynyt maanpinnan tasolle tai lähelle sitä, ensisijaisesti tyvilehtien muodossa (esimerkiksi niittynurmikka, punanata ja englanninraiheinä).

## 4.2.1. Korkeat nurmet

**Timotei** (*Phleum pretense* L.)

*Timotei. Kuvaaja Sirje Tamm*

Timotei on löyhästi mätästävä korkeaksi kasvava nurmiheinä, jolla on hyvä satopotentiaali nurmirehukasvina. Se kasvaa hyvin hiue-hiekkamailla, savimailla ja hiekkaisilla savimailla kosteusolosuhteiden ollessa suotuisat. Myös vähintään kohtalaisesti maatuneet turvemaat ovat timoteille soveltuvia. Lisäksi timotei viihtyy väliaikaisesti vedenkyllästämillä keskisyvillä savi- ja hiekkamailla, heikosti hajonneilla turvemailla sekä tulvatasangoilla. Timotei ei kestä pitkään ravinneköyhillä, happamilla tai vähävetisillä mailla. Se kasvaa mieluiten mailla, joiden pH on 5,5-7,0.

Timotei on pitkäikäinen kasvi. Sen kilpailukyky seoksissa on vahva ensimmäisten vuosien aikana ja kesän ensimmäisessä niitoissa. Se kestää hyvin myös kilpailevia kasveja. Timotein hyvä talvenkestävyys tekee siitä sopivimman nurmilajin pohjoisimmille alueille.

Sadonkorjuun tapahtuessa ajoissa, timoteillä on hyvä maittavuus ja korkea ruokinnallinen arvo. Timotei korjataan säilörehuksi korrenkasvuvaiheen lopussa tai lippulehden turpoamisen aikana. Sen ruokinnallinen arvo laskee nopeasti kevätkasvun aikana. Timotei soveltuu parhaiten 2-3 korjuukerran systeemiin. Jälkikasvukyky on heikosta kohtalaiseen riippuen sademäärästä, typen saatavuudesta ja lajiketyypistä. Ilman lämpötilan ja vesistressin on ennustettu kasvavan lähitulevaisuudessa, mikä voi entisestään heikentää timotein jälkikasvua. Kahdesta kolmeen asteen nousu ilman lämpötilassa voi vaikuttaa negatiivisesti timotein tuottavuuteen ja ruokinnalliseen laatuun.

**Nurminata** (*Festuca pratensis* Huds.)

Nurminata on löyhästi mätästävä korkea kasvi, jolla on runsaasti tyvilehtiä. Se pysyy kasvustoissa lyhyemmän ajan timoteihin verrattuna. Nurminata hyötyy korkeasta maan kosteuspitoisuudesta mutta voi kasvaa menestyksekkäästi erilaisilla mailla. Kuivilla mailla sekä toisinaan tai pysyvästi vedenkyllästämillä mailla se tuottaa keskimääräisen sadon. Ohuilla savimailla, hiekkamailla ja heikosti hajonneilla turvemailla sato on pieni. Maan ilmavuuden suhteen nurminata on melko vaativa. Väliaikaisesti korkea pohjaveden taso ja tulvat eivät vahingoita nurminataa, mutta jos vesi seisoo pellon pinnalla pitkään tai maata peittää paksu jääkerros voi olla sille vahingollista. Nurminata on melko kestävä keväthallalle suoniityillä.

Nurminadan kevätkasvu tuottaa hyvän sadon ja jälkisadot koostuvat pääasiassa lehtevistä versoista. Tämän takia nurminata on erinomainen rehukäyttöön. Jälkikasvukyky on tyydyttävällä tasolla kuivinakin ajanjaksoina, jos kasvustolla on riittävästi ravinteita saatavilla. Paremman kuivuudenkestävyyden takia nurminadan jälkikasvukyky on parempi timoteihin verrattuna.

Nurminata korjataan säilörehuksi korrenkasvun aikana tai lippulehden turvotessa. Maittavuudeltaan ja ruokinnalliselta arvoltaan nurminata on keskimääräinen riippuen lajiketyypistä ja korjuuajasta. Ruokonataan verrattuna nurminadalla on parempi NDF-kuidun sulavuus, ja sen maittavuus on parempi. Kuitenkin ruokonadan sato on hieman korkeampi.

Nurminadan kilpailukyky seoskasvustoissa on keskinkertainen, mutta se on hyvä kumppanuuskasvi timotein kanssa. Nurminata tarvitsee myös vähemmän typpeä kasvuun kuin raiheinä.

**Ruokonata** (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Ruokonata on sinnikäs, pitkäikäinen, korkeatuottoinen ja syväjuurinen korkea kasvi. Joskus se saattaa muodostaa hyvin lyhyitä maansisäisiä ituja/versoja. Se on hyvin sopeutuva laji, joka kasvaa erilaisilla ja happamuudeltaan vaihtelevilla kivennäis- ja turvemailla. Ruokonata ei kuitenkaan kestä pellon tulvimista. Ruokonata on yksi kuivuudenkestävimmistä lajeista ja hyvän toistuvien kuivuusjaksojen sietokyvyn takia se on mahdollinen vaihtoehto timoteille. Ruokonata voi kasvaa melko hyvin vähäravinteisilla mailla, mutta parhaiten se sopii ravinteikkaisiin oloihin.

Ruokonadalla on alun perin ollut hyvin karkeat, eläimille huonosti sulavat lehdet. Rehun säilöntäprosessin on havaittu pehmentävän lehtiä. Lehtien karkeus on suurin laitumella, keskimääräinen heinällä ja alhaisin säilörehulla. Kasvinjalostus on johtanut pehmeämpiin lehtiin sekä korkeatuottoisimpiin lajikkeisiin, joiden maittavuus ja sulavuus on merkittävästi parantunut.

Ruokonadan jälkikasvukyky on erittäin nopeaa. Ensimmäisen niiton jälkeen se ei muodosta enää kortta vaan leveitä ja pystysuoria kasvullisia lehtiä.

Ruokonadan valkuaispitoisuus on tyypillisesti timoteitä lukuun ottamatta pienempi muihin nurmiheiniin verrattuna. Oikea-aikaisesti korjattuna se sopii lypsylehmien ruokintaan. Ruokonata on hyvin sopiva rehukasvi seoskasvustoihin esimerkiksi sinimailasen kanssa.

Kun ruokonataa viljellään rehuksi puhtaissa kasvustoissa, on huomioitava monien lajikkeiden sisältämät haitalliset endofyyttisienet. Endofyytit voivat olla erittäin hyödyllisiä kasvien stressinsietokyvyn lisääjinä, mutta ne ovat myrkyllisiä eläimille, esimerkiksi hevosille. Endofyyttisienet heikentävät kasvien maittavuutta ja huonontavat eläinten tuotosta ja terveyttä. Saatavilla on myös endofyyttivapaita ruokonatalajikkeita.

**Italianraiheinä** (*Lolium multiflorum* Lam.)

Italianraiheinällä on kimppumainen muoto, jossa paljon pitkiä ja ohuita lehtiä kasvaa lähellä kasvin tyveä. Se on melko samanlainen tetraploidiin englanninraiheinään verrattuna, mutta se on Suomessa pääsääntöisesti yksivuotinen. Italianraiheinä kasvaa englanninraiheinää (erityisetsi diploidilajikkeita) korkeammaksi.

Italianraiheinä vaatii ravinnerikkaan ja kohtalaisen kostean maan, jossa pH on neutraali. Se ei siedä korkeaa pohjaveden tasoa tai happamia maita. Lisäksi italianraiheinällä

on heikko kuivan, kylmän ja pakkasen kestävyys. Se ei kestä kovia talvia ja selviytyy siksi harvoin Suomen talvesta. Talvehtinut italianraiheinä aloittaa kasvun aikaisin keväällä, ja sen intensiivinen vegetatiivinen kasvu jatkuu myöhäiseen syksyyn asti. Keskikesällä se säilyttää muita nurmilajeja, englanninraiheinä mukaan lukien, paremmin tuottavuuden. Sen jälkikasvu on nopeaa. Italianraiheinän ravintoarvo on korkeampi kuin muilla nurmiheinillä samalla kasvuasteella. Siitä saa laadultaan erinomaista, paljon sulavaa energiaa sisältävää rehua, jossa on suhteellisen hyvä laatu ja maittavuus. Lannoituksella on merkittävä sadon määrää lisäävä vaikutus. Typpilannoitus lisää raakavalkuaispitoisuutta enemmän toisiin nurmilajeihin verrattuna.

Italianraiheinää voi kylvää seoksiin kiihdyttämään nurmikasvuston muodostumista ja lisäämään hyvälaatuisen rehun määrää perustamisvuonna. Sen huonon talvenkestävyyden takia Baltian maissa ei suositella ylittää 30 % osuutta seoksissa, jotta vältytään aukoilta ja kasvuston tiheyden vähenemiseltä seuraavina vuosina.

**Koiranheinä** (*Dactylis glomerata* L.)

Koiranheinä on voimakkaasti kimppumainen, syväjuurinen ja tuottava pitkäikäinen korkea heinä. Se kasvaa hyvin mailla, joilla on suotuisat kosteusolosuhteet sekä tilapäisesti veden kyllästämillä mailla. Turvemailla sadontuotanto on epävarmaa, koska koiranheinä on altis myöhäiskevään halloille. Koiranheinä ei siedä jäätymistä, korkeaa pohjaveden tasoa, seisovaa vettä pellon pinnalla tai tulvimista. Vähälumisina talvina se ei kestä pakkasia.

Koiranheinän kasvu alkaa hyvin aikaisin keväällä, ja jälkikasvu niiton jälkeen on nopeaa ja koostuu pääasiassa lehtevistä ja maittavista versoista. Oikeaan aikaan korjattaessa koiranheinän maittavuus ja ravintoarvo ovat vain hieman nurminataa alemmat. Koiranheinästä on jalostettu myös myöhäisempiä lajikkeita, joiden rehuarvo säilyy Suomessa totuttuja lajikkeita paremmin timoteivaltaisten seosten kasvurytmissä. Kuivina kesinä koiranheinän sadontuotanto on suurempi kuin muiden nurmirehukasvien.

Koiranheinä käyttää typpilannoitteita erittäin tehokkaasti hyväkseen. Mailla, joiden typpivarannot ovat riittävät, se kilpailee tehokkaasti muiden kasvustossa olevien lajien kanssa ja tulee hallitsevaksi. Koiranheinä kestää varjostusta ja on ihanteellinen kumppaninurmikasvi palkokasveille pysyviin seosnurmiin.

**Ruokohelpi** (*Phalaris arundinacea* L.)

*Ruokohelpi. Kuvaaja Sirje Tamm*

Ruokohelpi on juurakollinen rehukasvi. Se menestyy hyvin hajonneilla turvemailla, humuspitoisissa ja ravinnerikkailla kivennäismailla sekä tulvatasangoilla. Se ei sovellu hyvin humusköyhille happamille maille. Se on kuivuuden, pakkasen ja kylmän kestävä laji. Ruokohelvelle suotuisa maan pH vaihtelee 5,5–7,5 välillä, ja on sopivin välillä 6,0–7,0.

Tyypillisenä niittylajina ruokohelpeä viljellään yleisesti pysyvissä nurmikasvustoissa. Sen kilpailukyky seoskasvustoissa on kohtalainen ensimmäisten vuosien aikana. Kylvön jälkeen sen kehitys on suhteellisen hidasta mutta kasvuun lähtö seuraavana keväänä alkaa aikaisin ja on nopeaa. Optimaaliseen aikaan korjattaessa (lippulehden tupen turvotessa) ruokohelven maittavuus on hyvä ja ruokinnallinen arvo korkea, mutta sen käyttötarkoitus on tyypillisimmin umpilehmien tai nuorkarjan karkearehut. Jälkikasvun satotaso vaihtelee kohtalaisesta suureen.

Suotuisissa olosuhteissa ruokohelpi pyrkii kilpailemaan muiden lajien, kuten rikkakasvien, kanssa ja voi tulla hallitsevaksi kasvustossa. Maatalouden valumavesien nitraattityppi saa aikaan ravinnerikastumia, mikä parantaa kasvuympäristöjen soveltuvuutta ruokohelvelle lisäten sen hallitsevaa asemaa. Liian matalaan ja usein tehty niitto laskee seuraavien satojen määrää sekä kasvien kestävyyttä.

**Rehukattara** (*Bromus inermis* L.)

*Rehukattarakasvusto. Kuvaaja Sirje Tamm*

Rehukattara on pitkäikäinen, tiheitä maarönsyjä muodostava korkea heinä. Se ei ole vaativa maaperän ravinteikkuuden suhteen, mutta on herkkä seisovalle vedelle. Ohuet ja hiekkaiset savimaat sekä huonosti hajonneet turvemaat eivät sovellu sille. Laji on erittäin kylmän, pakkasen ja tulvien kestävä. Rehukattara sietää myös kuivuutta ja kestää pidempiä yhtäjaksoisia kuumia kuivuusjaksoja toipuen niistä muita heinäkasveja paremmin. Rehukattara kasvaa parhaiten mailla, joiden pH on 6,0–7,5.

Seoskasvustoissa rehukattaran kilpailukyky on heikko ensimmäisinä vuosina, mutta myöhemmin se tulee hallitsevaksi sopivissa kasvuolosuhteissa. Kun korjuu tapahtuu lippulehden turvotessa tai tähkälle tulon alkuvaiheessa, on se erittäin maittava ja ravintoainepitoinen rehukasvi. Sen jälkikasvu on nopeaa jopa kuivissa olosuhteissa. Rehukattaran laatu on suomalaisissa tilakokeis-

sa vastannut timotein laatua. Rehukattaraa valitessa on tärkeää tarkistaa sen tieteellinen nimi, sillä erilaisia kattaroita on monentyyppisiä, eivätkä kaikki niistä sovellu säilörehuntuotantoon pohjoisissa olosuhteissa. Esimerkiksi ruiskattara on rikkakasvi.

## 4.2.2. Matalat heinät

**Englanninraiheinä** (*Lolium perenne* L.)

Englanninraiheinä on matalakasvuinen mätästävä heinälaji. Se kasvaa hyvin humuspitoisilla, kevytrakenteisilla kivennäismailla. Se ei sovellu erityisen hyvin turvemaille, hiekkamaille tai veden kyllästämille tulvatasangoille. Englanninraiheinä ei siedä korkeaa pohjavedentasoa eikä happamia maita. Sillä on heikko kuivuuden, kylmän, pakkasen ja ankarien talvien kestävyys. Englanninraiheinä menestyy parhaiten ravinteikkailla mailla, joiden pH on 5,5–6,5. Se tarvitsee runsaan typpilannoituksen hyvän tuotannon saavuttamiseksi. Englanninraiheinällä on erittäin hyvä pensomiskyky ja nopea jälkikasvu. Kuivissa olosuhteissa englanninraiheinä tuottaa jälkikasvussa lukuisia varsia.

Englanninraiheinärehulla on erittäin korkea ruokinnallinen arvo, korkea sokeripitoisuus ja hyvä maittavuus. Sen talvenkestävyydessä on suurta vaihtelua lajikkeiden ja lajiketyyppien välillä. Englanninraiheinät voivat olla joko diploidisia tai tetraploidisia. Diploidilajikkeita käytetään yleisesti laidunnurmilla ja pohjoisimmissa olosuhteissa. Tetraploidilajikkeet ovat voimakaskasvuisempia mutta talvenkestävyys on koko Suomessa epävarmaa. Diploideilla lajikkeilla talvenkestävyys on tetraploideja parempi, mutta myös kasvutapa on diploideilla vaatimattomampi.

**Niittynurmikka** (*Poa pratense* L.)

Niittynurmikka on monivuotinen, kasvutavaltaan löyhästi mätästävä matalakasvuinen heinälaji. Se viihtyy hyvin vettä läpäisevillä hiuemailla tai humuspitoisilla hiuesavilla, joiden maanparannusaineena on käytetty kalkkia. Se on herkkä kuivuudelle, liialliselle tulvimiselle, korkealle vedenpinnan tasolle ja huonosti ojitetuille maille. Kuitenkin ravinteikkailla mailla se sietää kohtalaisesti pakkasta, jäätymistä ja kuivuutta. Kasvun kannalta optimaalinen maan pH vaihtelee välillä 5,8–8,2. Suotuisissa kasvuolosuhteissa niittynurmikka voi tulla valtakasviksi, jolloin sen hallitsevuus saattaa heikentää nurmen kokonaislaatua. Niityillä nurmikan satopotentiaali vaihtelee matalasta kohtalaiseen, ja sen pysyvyys seoksissa on heikko alkuvuosina. Laji vastaa hyvin typpilannoitukseen ja kasvaa nopeasti niiton jälkeen. Niittynurmikka ei ole tyypillinen rehukasvi säilörehuntuotantoon, mutta sitä suositellaan punanadan tavoin laidunten perustamisessa käytettäviin nurmensiemenseoksiin turvemaille, joissa se lisää kasvuston tallauksenkestävyyttä.

**Punanata** (*Festuca rubra* L.)

Punanata on juurakollinen tai kimppumainen matala nurmiheinälaji. Se kasvaa monenlaisilla maalajeilla, mutta suosii kohtalaisen kosteita hiekkaisia hiuemaita, hiesusavimaita ja tilapäisesti veden kyllästämiä tulvatasankoja. Punanata on erittäin kestävä pakkaselle ja kylmälle. Punanata on suhteellisen hitaasti kasvava laji, joka sietää vähäravinteisia maita, joiden pH vaihtelee happamasta lievästi emäksiseen (pH 4,5-7,5). Se voi alkaa itää kohtalaisen nopeasti kylvön jälkeen, mutta suhteellisen hitaasti kasvavana nurmilajina se kehittyy hitaammin verrattuna raiheinään.

Punanadan runsas juuristo yhdessä laajasti haaroittuvan maanalaisen juurakon kanssa (rönsyilevissä alalajeissa) sijaitsee pääasiassa maan ylimmässä kerroksessa. Siksi punanataa suositellaan lisättäväksi nurmisiemenseoksiin laidunnurmien perustamiseksi turvemaille, missä se auttaa lisäämään kasvuston tallaamiskestävyyttä.

Punanadan kasvu alkaa aikaisin keväällä hidastuen yleensä keskikesällä. Kasvu jatkuu voimakkaana loppukesästä pakkasiin asti. Kasvu kesän aikana riippuu sademäärästä.

Niityillä punanata tuottaa satoa suhteellisen huonosti. Ravinteikkailla mailla se kilpailee niittynurmikan kanssa. Voimakkaan versomisen ansiosta punanata muodostaa tiheän ja vahvan kasvuston, joka sietää matalaa mutta ei usein tapahtuvaa niittoa. Vanhemmilla nurmilla se voi tulla valtakasviksi. Kun punanata muodostaa yli 40 % kasvustosta, erityisesti turvemailla, sen maittavuus heikkenee merkittävästi, koska tyvilehdillä on taipumus alkaa homehtua. Niittynurmikkaan verrattuna punanadalla on heikompi maittavuus ja ravintoarvo, mutta sen jälkikasvunopeus on tyydyttävä. Sitä käytetään usein siemenseoksissa, erityisesti alueilla, joilla viljelyolosuhteet ovat rajalliset tai turvemailla.

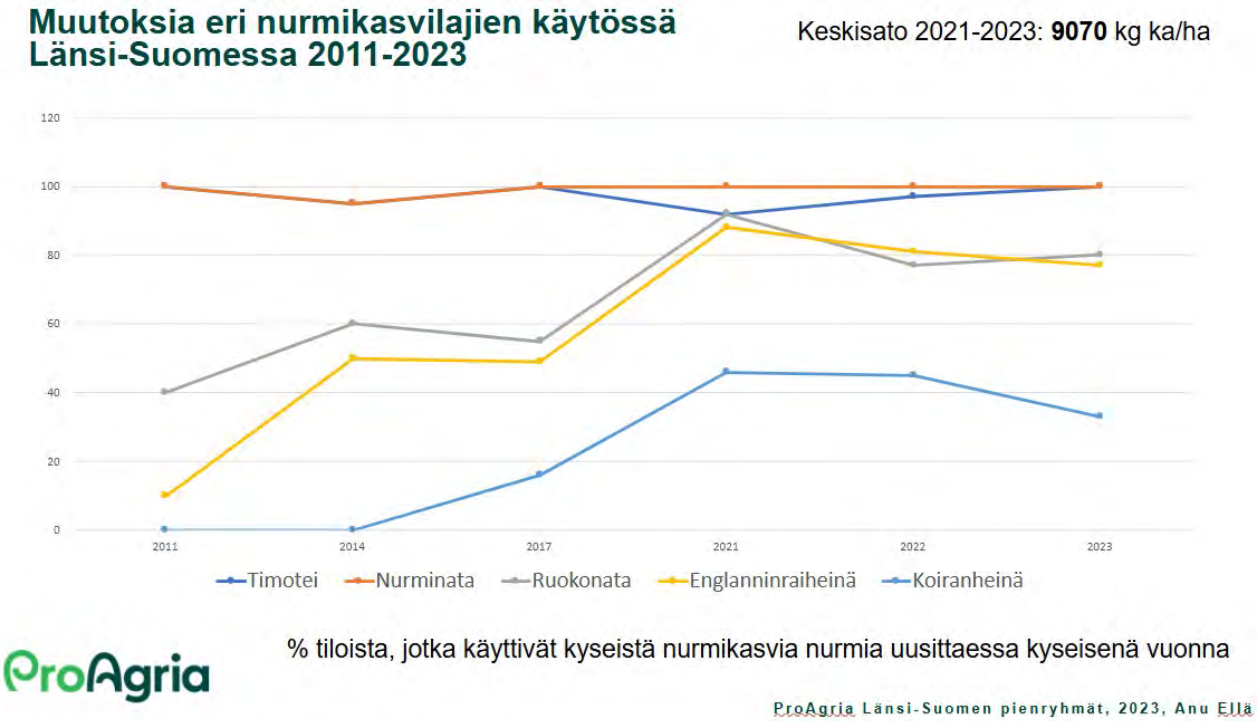
Sopivan rehunurmilajin valitseminen tietylle maalajille on tärkeää nurmen tuottavuuden ja kestävyyden optimoimiseksi. Taulukossa 1 on yleiskatsaus eri nurmirehuista ja niiden suosimista maalajeista.

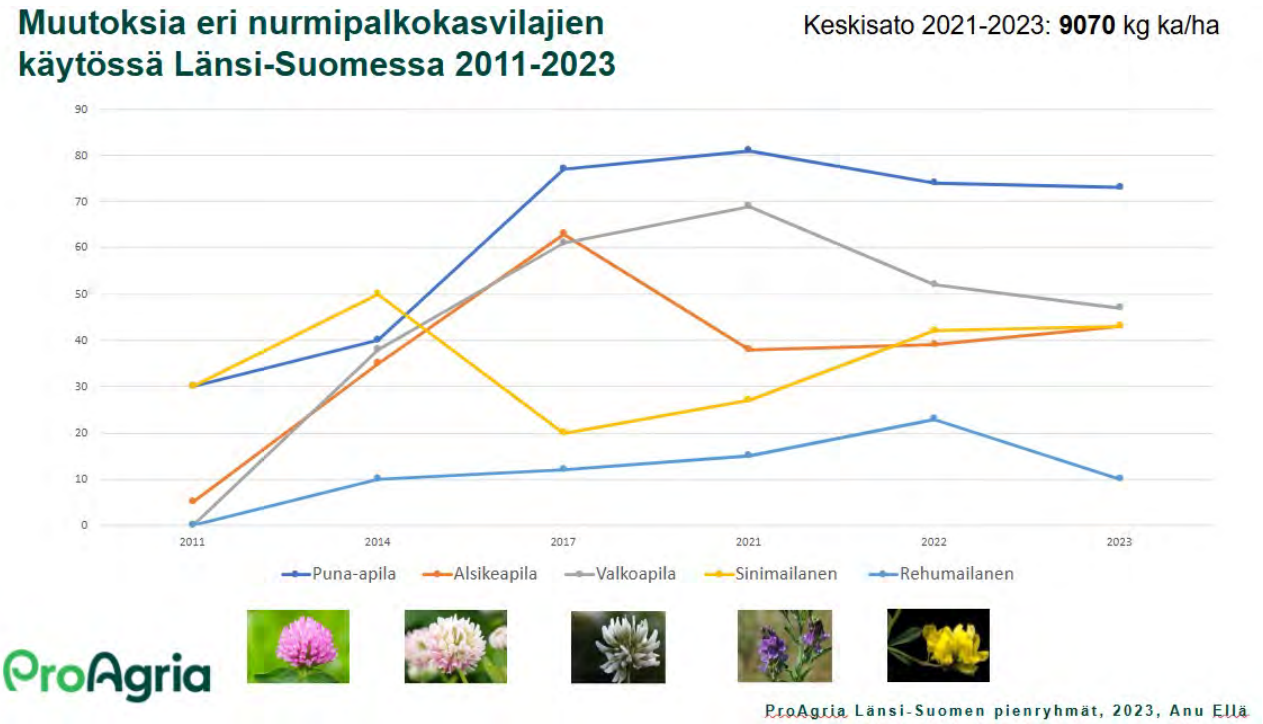
**Taulukko 1.** Eri nurmikasvilajien soveltuvuus eri maalajeille

| Lajit | Maan pH | Kuivat hiekkamaat | Kuivat sorahiuemaat | Kivennäismaat | Tulvatasangot | Turvemaat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nurmipalkokasvit* | | | | | | |
| Puna-apila | >5,5 | - | ×× | ××× | – | × |
| Sinimailanen | >6 | ×× | ××× | ××× | – | – |
| Alsikeapila | >5,5 | ×× | ×× | ××× | ×× | ×× |
| Valkoapila | >5,5 | - | × | ××× | ×× | × |
| Keltamaite | 4,5-7,0 | ×× | ××× | ××× | × | - |
| Rehuvuohenherne | >6 | × | ××× | ××× | - | - |
| | | | | | | |
| *Korkeat heinät* | | | | | | |
| Timotei | 5,5-7 | × | ×× | ××× | × | ××× |
| Nurminata | 5,0-7 | x | xx | ××× | × | ××× |
| Ruokonata | 5,5-6,5 | ×× | ×× | ××× | | |
| Italianraiheinä | >6,5 | - | - | ××× | - | - |
| Koiranheinä | 5,5-7,5 | ××× | ××× | ××× | - | - |
| Ruokohelpi | 5,5-7,5 | - | - | ×× | ××× | ×× |
| Rehukattara | 6,0-7,5 | x | ×× | ×× | ×× | ××× |
| *Matalat heinät* | | | | | | |
| Englanninraiheinä | 5,5-6,5 | x | xx | ××× | x | |
| Niittynurmikka | 5,5-8,2 | × | × | ××× | ×× | ××× |
| Punanata | 4,5-7,5 | ×× | ××× | | ××× | |

Ei sovellu; Soveltuvuus – × hieman; ×× kohtalaisesti; ××× hyvin

Seuraavat kuvat havainnollistavat suuntauksia rehunurmilajien käytössä säilörehunurmen perustamisessa Länsi-Suomessa vuosina 2011–2023. Timotei ja nurminata ovat edelleen valtalajeja, mutta ruokonata on saamassa jalansijaa. Puna-apila on säilynyt hallitsevana palkokasvina todennäköisesti sen korkean sadon ja typensidontahyötyjen vuoksi. Kasvava kiinnostus sinimailaseen viittaa siihen, että viljelijät etsivät paremmin kuivuutta kestäviä kasvilajivaihtoehtoja. Tulevaisuudessa viljelijöiden lajivalintaan vaikuttaa mahdollisesti yhä enemmän suuren satopotentiaalin sijasta kasvilajin kestävyys, typenkäytön tehokkuus ja sopeutumiskyky uusiin ilmasto-olosuhteisiin.



## Ympäristönäkökulma

*Nurmipalkokasveja käytetään laajalti parantamaan rehusatoa ja rehun laatua. Palkokasvit pystyvät sitomaan typpeä (N) omaan käyttöön symbioosissa Rhizobium-bakteerien kanssa. Bakteerit toimittavat typpeä kasville, kun taas kasvi tarjoaa hiiltä (C) bakteereille. Rhizobium-bakteerit kiinnittyvät kasviin muodostaen juurinystyröitä. Nurmiheiniin verrattuna nurmipalkokasveilla on yleensä korkeampi raakavalkuaispitoisuus (rv), joka vaihtelee välillä 150 – 250 g/kg kuiva-aineetta. Nurmipalkokasvien tuottama typpimäärä voi olla jopa 280 kg/ha, mikä parantaa merkittävästi maaperän viljavuutta. Lisäksi palkokasvien lisääminen nurmiseoksiin vähentää tarvetta mineraalityppilannoitukselle ja siten lannoitteiden tuotantoon liittyvät kasvihuonekaasupäästöt pienenevät.*

*Palkokasvien paalujuurella on tärkeä rooli maaperän ilmastuksessa. Palkokasveilla on yleensä syvät paalujuuret, jotka tunkeutuvat maaperään tehokkaammin kuin matalajuuriset kasvit. Tämä auttaa muodostamaan maaperään kanavia tai alueita, jotka mahdollistavat ilman (ja hapen) kulkeutumisen*

*Eri heinä- ja nurmipalkokasvien välillä en eroa niiden kuivuuden-, märkyyden- ja kylmänkestävyydessä. Paikalliseen ilmastoon ja maalajeihin sopivat seokset varmistavat kestävän ja tuottavan nurmikasvuston.*

## 4.3. Monilajiseokset ja yhdistämisperiaatteet

Uutta nurmea perustettaessa monilajiset seokset tarjoavat monia hyötyjä puhtaisiin kasvustoihin verrattuna:

» Monien lajien elinikä pitenee
» Talvenkestävyys paranee
» Kasvustot pysyvät pidempään vapaana rikkakasveista
» Kasvitautien aiheuttamat vahingot vähenevät
» Varmistavat pitkällä aikavälillä vakaamman ja korkeamman sadon
» Rehun ravitsemuksellinen arvo on parempi.

Sopivat heinälajit ja niiden osuudet määräytyvät maalajin (savi, hiue, hiekka tai kalkkikivi), kasvu- ja kehitysnopeuden, jälkikasvukyvyn jne. perusteella. Lajit, jotka sopivat tietylle maalajille tai kosteusolosuhteeseen, priorisoidaan valittaessa lajeja ja niiden osuutta seokseen. Tyypillinen säilörehuseoksen palkokasviosuus vaihtelee 20 %:sta 50 %:iin riippuen säilörehun tavoiteltavasta valkuaispitoisuudesta ja laadusta. Suurempi palkokasvipitoisuus tuottaa korkeamman raakavalkuaispitoisuuden, mutta saattaa johtaa pienempään kuiva-ainesatoon ja kuitupitoisuuteen. Paljon nurmiheinää sisältävästä seoksesta saadaan puolestaan enemmän kuitua ja energiaa sisältävää säilörehua. Jokaisella seokseen valitulla nurmiheinällä ja palkokasvilla tulisi olla tietty tarkoitus. Jos valitaan kasvilajiseos, jossa on paljon palkokasveja, säilörehun säilöntään on kiinnitettävä erityistä huomiota. Suurempi palkokasvipitoisuus voi johtaa korkeampaan rehun kosteuspitoisuuteen

(jos esikuivaus ei ole onnistunut hyvin) ja puristenesteen muodostumiseen säilönnän aikana.

Heinäkasvilajit soveltuvat ympäristöolosuhteisiin eri tavoin, mutta useimmat niistä suosivat kohtalaisen raskaita, puolikosteita, ravinteikkaita maita. Nurmipalkokasvit ovat vaativampia kasvupaikkansa suhteen kuin heinät.

Nurmikasvit luokitellaan niiden kasvurytmin perusteella seuraavasti:

» Nopeasti vanhenevat: koiranheinä, ruokonata
» Keskimääräiset: nurminata, timotei
» Hitaasti vanhenevat; puna-apila, valkoapila, sinimailanen

Nurmen kasvu- ja kehitysnopeuteen voidaan vaikuttaa valitsemalla seokseen sekä aikaisin että myöhään vanhenevia lajikkeita.

On tärkeää huomioida, että optimaalinen korjuuikkuna nurmikasvustoilla, joiden kasvunopeus on sama, kestää kolmesta viiteen päivään. Kasvustoa perustettaessa palkokasvit itävät nurmiheiniä hitaammin, joten etenkin kasvun alkuvaiheessa on tärkeää varmistaa, että heinät eivät peitä palkokasveja alleen. Korjuuaika määräytyy päälajin perusteella. Seoskasvustoissa nurmipalkokasvit parantavat ensisijaisesti ravintoarvoa ja lisäävät satoa.

Puna-apilan kanssa yhdessä viljeltävät heinälajit tulisi valita sen perusteella, kuinka monivuotista nurmea tavoitellaan osana tilan viljelykiertoa. Optimaalisen säilörehun laadun varmistamiseksi nurmiheinien tähkälletulopäivä tulisi osua samaan aikaan puna-apilan nuppu- tai kukintavaiheen alun kanssa. Myös valkoapila voidaan sisällyttää siemenseokseen. Valkoapila voi tulla hallitsevaksi, kun puna-apilan määrä vähenee 2 - 3 vuoden jälkeen. Säilörehunurmiin suositellaan yleisesti suurilehtisiä valkoapilalajikkeita, mutta niiden talvenkestävyys pohjoisissa oloissa on heikko. Suomessa pienilehtisemmät lajikkeet toimivat paremmin, mutta valkoapilan merkitys on ylipäätään vähäinen. Yksi valkoapilan hyödyistä nurmiheiniin verrattuna on sen ruokinnallisen laadun hitaampi lasku kasvin vanhetessa.

Aiemmin on raportoitu, että timotei voi parantaa puna-apilan pysyvyyttä kasvustoissa. Palkokasveille epäsuotuisten talviolosuhteinen jälkeen puna-apilan määrä oli suurempi puna-apila-timotei-seoksissa verrattuna puhtaisiin puna-apilakasvustoihin.

Perinteiset timoteihin ja nurminataan pohjautuvat säilörehukasvustot Suomessa ovat tarpeeksi sitkeitä kestämään ankarat talvet ja paksun lumipeitteen sekä niitä seuraavan intensiivisen kesäkauden ajoittaisine kuumine jaksoineen. Niiltä puuttuu kuitenkin pohjakasvusto, jolloin paljon paljasta maata jää kasvien väliin. Monipuolinen seos luo kasvustoa joka kasvustokerrokseen.

Heinälajeilla on eroja kilpailukyvyssä nurmipalkokasvien kanssa. Tämä vaikuttaa perustettujen kasvustojen nurmi-palkokasvisuhteeseen.

## Keskeiset huomiot

- Valitse lajeja ja lajikkeita, jotka sopeutuvat hyvin paikallisiin olosuhteisiin.
- Puhtaiden kasvustojen sijasta käytä monilajisia seoksia, jotka sisältävät myös palkokasveja.
- Valitse nurmisiemenseokseen kasvilajit peltomaan ominaisuuksien mukaan. Näitä ovat maan happamuus (pH), humuspitoisuus, rakenne ja kosteus.
- Palkokasvien lisäämisellä nurmiseokseen voi olla sekä ravitsemuksellisia että taloudellisia hyötyjä.
- Hyvin suunnitellut seokset ovat kestäviä haasteellisissakin ilmasto-olosuhteissa.
- Kun halutaan optimoida rehun laatu ja sato, avainasemassa on maalajin ja kosteusolosuhteiden perusteella tehty palko- ja nurmikasvien valinta sekä niiden suhteet seoksessa.

## Lähteet:


Aavola, R. 2005 Kõrrelised heintaimed. Bender, A. (koostaja) Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, 78–129

Adamovičs A. (2017) Zālāju ierīkošana un izmantošana. Mācību grāmata; otrs, papildinātais izdevums. Jelgava, LLU, 140 lpp.

Fribourg, H. A., D. B. Hannaway, and C. P. West (ed.) 2009. Tall Fescue for the Twenty-first Century. Agron. Monog. 53. ASA, CSSA, SSSA. Madison, WI. 540 pp. Also (http://forages.oregonstate.edu/tallfescuemonograph).

Hannaway, D. B.; Myers, D., 2004. Birdsfoot trefoil (Lotus corniculatus L.). http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_legume.php?SpecID=12

https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1347&title=georgia-forages-legume-species#title1

https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201251_5.PDF

https://www.teagasc.ie/media/website/crops/grassland/Grass-and-clover-Recommended-List-2024.pdf Prepared by Marvin

Richard, A.-M., Gervais, R., Tremblay, G.F., Bélanger, G.,.Charbonneau, É 2020. Tall fescue as an alternative to timothy fed with or without alfalfa to dairy cows. Journal of Dairy Science, Volume 103, Issue 9 p 8062-8073

Sanada, Y. Gras, M. C. ; van Santen, E., 2010. Cocksfoot. B. Boller et al. (eds.), Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding 5, Springer Science+Business, 317-328. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0760-8_13

www.pikk.ee

# 5. Nurmen perustaminen ja uudistaminen

*Kirjoittajat Sirje Tamm (Viro), Priit Pechter (Viro), Anu Ellä (Suomi) ja Iveta Gutmane (Latvia)*

Nurmen uudistaminen on tarpeen, kun satomäärä ja kasvuston lajikoostumus olisivat seuraavana satovuonna merkittävästi heikentyneet. Usein nurmen laadun heikkenemisen ensisijaisena syynä on muutokset kasvuston kasvilajikoostumuksessa: laadultaan arvokkaat heinät ja palkokasvit häviävät ja vähäsatoiset ja rehuarvoltaan heikot lajit valtaavat alaa ja lisääntyvät. Voikukan (*Taraxacum officinale* Wigg.) ja juolavehnän (*Elymus repens* (L.) Gould) leviäminen voi johtaa kasvuston laadun nopeaan heikkenemiseen. Nurmen uudistaminen on tehtävä ennen kuin satotappio realisoituu, eli lopetettavienkin nurmien tulee olla tiheitä.

Nurmen perustaminen kyntämällä ja uudelleen kylvämällä on nopein ja tehokkain menetelmä erityisesti vanhojen rikkakasvien valtaamien nurmien uudistamisessa. Tosin se on myös kallein menetelmä. Koska olemassa oleva nurmipeite tuhoutuu ennen kylvöä, tämä menetelmä mahdollistaa lannan tehokkaan hyväksikäytön, maanpinnan tasoittamisen sekä kasvilajien valitsemisen kasvuympäristön ja tuottajan tarpeiden mukaan.

Nurmen perustamista suunniteltaessa on tärkeää ymmärtää maaperän ominaisuuksia. Esimerkiksi humuspitoisuus, rakenne, pH ja kosteustasot vaikuttavat siihen, mitkä nurmikasvilajit sopivat parhaiten kyseiselle alueelle.

Paras sadontuotto saavutetaan, kun nurmi perustetaan hyvin muokattuun, rikkakasvivapaaseen peltomaahan. Vanha, rikkakasvien valtaama kasvusto tulee hävittää. Jos uudistettava alue sisältää merkittävän määrän ongelmallisia kasveja kuten juolavehnää, nokkosta ja voikukkaa tai kestäviä monivuotisia rikkakasveja, tulisi ne hävittää glyfosaattiruiskutuksella ennen kyntämistä.

Orgaanisista lannoitteista kuivalanta ja komposti tulisi levittää ennen kyntämistä ja lietelanta kevätmuokkauksen aikana. Orgaanisten lannoitteiden käyttö on erityisen tärkeää, kun nurmi perustetaan humusköyhälle ja eroosion vaivaamalle peltomaalle. Suositeltu orgaanisen lannoitteen levitysmäärä on 25–30 t/ha. Perustamisen yhteydessä ja satovuosina käytetty orgaaninen lannoite stimuloi mikrobiologista toimintaa kasvien juuriston ympärillä ja luovuttaa maahan tärkeitä ravinteita. Maaperäanalyysit antavat lannoite- ja kalkitussuosituksia parhaan taloudellisen tuloksen saavuttamiseksi.

Maaperän kalkitseminen vähentää lannoitekustannuksia, koska lannoitteiden hyväksikäyttötehokkuus paranee pH:n ollessa neutraali (pH 7). Tämä antaa myös sadonlisää. Rehusadot lähes kaksinkertaistuvat käytettäessä samaa lannoitetta maaperään, jonka pH on 6,2, verrattuna maaperään, jonka pH on 5,4. Happamien maiden (pH < 6,0) kalkitseminen on välttämätöntä perustettaessa palkokasvinurmia tai palkokasvipitoisia seoksia, koska palkokasvit ovat erityisen herkkiä maan happamuudelle. Kalkitus pitäisi tehdä, kun pintamaan pH (pHKCl) laskee alle arvon 6,0, vaikka palkokasveilla optimaalinen kasvu saavutetaan pH:n ollessa yli 6,2 ja nurmiheinillä yli 5,5. Turvemaat vaativat kalkitusta, jos pHKCl-arvo laskee alle arvon 5,0.

## 5.1. Kyntö ja kylvömuokkaus

Kyntö on laajalti käytetty ja erittäin tehokas menetelmä nurmen uudistamiseen. Koska riskinä on rikkakasvien lähteminen uudelleen kasvuun, on tärkeää antaa käännetylle nurmipeitteelle riittävästi aikaa hajota. Aikainen syyskyntö voi nopeuttaa hajoamisprosessia lämpimillä mailla, mutta se myös lisää ravinteiden huuhtoutumisriskiä ennen kuin ne saadaan kylvettyjen kasvien käyttöön. Siksi kyntämisen ajoittamisessa tulisi ottaa huomioon maaperän lämpötila sekä syyssateiden ja ravinnehävikin riski. Turvemailla ja raskailla savimailla kyntö tulisi tehdä heinäkuun loppuun mennessä, jotta varmistetaan vanhan kasvuston nopea hajoaminen maaperän pysyessä edelleen lämpimänä.

Peltomaan kunnollinen valmistelu ennen kylvöä on tärkeää hyvän itämisympäristön luomiseksi. Varhainen kevätmuokkaus parantaa olosuhteita oraiden kehitykselle edistämällä maan rakennetta ja kosteuden pidättymistä. Riittävä maaperän kosteus on yksi kriittisimmistä tekijöistä nuorten nurmikasvisiementen nopealle ja onnistuneelle orastumiselle.

Jos kylvö tapahtuu heti muokkauksen jälkeen, pellon jyrääminen on tärkeää ja suositeltavaa tasaisen kylvösyvyyden varmistamiseksi sekä maan kosteuden säilyttämiseksi. Näin mahdollistetaan siementen paremmat itämisolosuhteet ja tasaisen orastuminen. Heinien sopiva kylvösyvyys vaihtelee 0,5–2,5 cm välillä siementen koosta ja maan lajitekoostumuksesta riippuen. Yleisohje kylvösyvyydeksi on noin 2,5 kertaa siemenen pituus, mikä auttaa varmistamaan riittävän kosteuden, lämmön ja hapen saannin siementen itämistä varten. Eri lajien kylvösyvyydet tämän säännön perusteella: englanninraiheinä = 4 mm × 2,5 = 10 mm; niittynurmikka 2 mm × 2,5 = 5 mm.

## 5.2. Kylvöajat

Rehunurmet tulisi kylvää itämistä ja taimettumista tukevien kosteus- ja sääolosuhteiden aikana. Maaperän kosteus on nurmikasveilla lämpötilaa tärkeämpi kriteeri.

Virossa parhaat kylvöajat kivennäismailla ovat varhainen kevät ja kesän jälkimmäinen puolisko (elokuu). Sinimailasen ja apilan kylvö tulisi suorittaa elokuun ensimmäisinä päivinä. Useimpien palkokasvien taimien täytyy kehittää vähintään kolme kolmihaaralehteä ennen talvea selviytyäkseen.

Suomessa nurmipalkokasvien kylvö onnistuu keväästä loppukesään saakka, mutta kylvö elokuun alun jälkeen lisää epävarmuutta nurmipalkokasvien onnistumiselle. Heinäkasveja voidaan kylvää koko kasvukauden ajan, kuitenkin siten että varmistutaan riittävä juuriston kehitys ennen kasvukauden päättymistä.

Latviassa viimeisin suositeltu kylvöaika palkokasveille tai palkokasveja sisältäville seoksille on elokuun puoliväli.

## 5.3. Suojakasvit

Suojakasvit voivat estää nurmikasvien kasvua ja kehitystä, minkä vuoksi nurmet kylvetään Virossa ja Latviassa yleensä ilman niitä. Kylvö ilman suojakasvia parantaa perustetun nurmen onnistumista. Menetelmän haittapuolena on 20-40 % normaalia pienempi sadontuotto ensimmäisenä vuotena. Vaikka suojakasvit voivat tuoda taloudellista hyötyä perustamisvuonna, ne myös kilpailevat oraiden kanssa kosteudesta, valosta ja ravinteista. Kilpailu voi estää nurmen perustamisen onnistumisen, ja usein tämä pienentää rehusatoja tulevaisuudessa.

Suomen olosuhteissa ja kuivilla kasvupaikoilla nurmet kylvetään usein suojaviljan alle. Aikaisin tuleentuvat viljat, kuten kevätohra ovat hyviä vaihtoehtoja. Suositeltu kylvömäärä on noin 30 % normaalista viljan kylvömäärästä yhdistettynä niukempaan typpilannoitukseen. Jos vilja korjataan säilörehuksi, sopiva korjuuaika on taikinatuleentumisvaiheessa maitotuleentumisen sijasta. Näin vältytään liukoisten hiilihydraattien menetykseltä ja varmistetaan korkeampi säilörehun tärkkelyspitoisuus. Kun vilja korjataan aikaisin säilörehuksi, jää nurmikasveille enemmän aikaa kasvaa syksyllä. Tämä tukee nurmen perustamisen onnistumista.

Latvialaiset viljelijät käyttävät usein yksivuotista raiheinää (*Lolium multiflorum*) 12–15 kg/ha suojakasvina monivuotisille seoksille. Tämä käytäntö mahdollistaa nurmirehusadon korjuun jo kylvövuonna samalla estäen rikkakasvien taimettumista.

Puna-apila (*Trifolium pratense*), alsike-apila (*Trifolium hybridum*), timotei (*Phleum pratense*) ja nurminata (*Festuca pratensis*) sietävät hyvin suojakasveja. Perustuminen onnistuu suojakasvin alla, koska niillä on suhteellisen hyvä varjostuksen ja kilpailun sietokyky. Sinimailasen (*Medicago sativa*), keltamaitteen (*Lotus corniculatus*) ja koiranheinän (*Dactylis glomerata*) sietokyky suojakasveille on kohtalainen tai huono. Vaikka niiden perustuminen suojakasvin alla on mahdollista, kilpailu kosteudesta, valosta ja ravinteista voi heikentää perustamisen onnistumista.

## 5.4. Kylvömenetelmät

### 5.4.1. Rivikylvö

Heinänsiementen kylvämisessä tulisi käyttää erityisesti niitä varten suunniteltuja kylvökoneita. Rivivälin tulisi olla enintään 7,5 cm. Jos riviväli on suurempi, esimerkiksi 12 cm, tulee kasvuston tiheys varmistaa täydennyskylvöllä ensimmäisenä loppukesänä tai seuraavana keväänä. Sopiva kylvösyvyys heinillä on 0,5–2,5 cm. Pellon pinnan tasaisuuteen on tärkeää kiinnittää huomiota.

Hyviä tuloksia voidaan saavuttaa myös käyttämällä viljasiemenkylvökonetta, josta siemenvantaat poistetaan. Kylvökoneesta siemenet leviävät maahan putkia pitkin ja kylvökoneen perässä olevan jyrän avulla siemenet sekoittuvat maahan.

### 5.4.2. Hajakylvö

Hajakylvö on hyvä kylvömenetelmä ja se voidaan toteuttaa monenlaisilla piensiemenlaitteilla. Kylvön jälkeinen jyräys on ratkaisevan tärkeää, jotta heinän oraille saadaan luotua suotuisat kehitysolosuhteet. Jyräystä tulisi välttää heti sateen jälkeen maan ollessa märkää. Lisäksi on tärkeää valita painoltaan sopiva jyrä maalajin mukaan. Raskaampia jyriä tulisi käyttää turvemailla.

ProAgria Länsi-Suomen kyselyn mukaan 53 % lounaissuomalaisista viljelijöistä käyttää hajakylvöä ensisijaisena nurmen perustamismenetelmänä. Rivikylvöä käyttää 41 % ja lopuilla kylvötapa on rivimäinen, mutta kylvöjälki riviä hajanaisempi.

Myös säilörehunurmen perustamistavassa on eroa Länsi-Suomen ja muun Suomen välillä. Koko Suomessa ohra on yleisimmin käytetty suojavilja. Muista viljoista kauraa, vehnää ja kokoviljaa käytetään Länsi-Suomessa muuta Suomea keskimääräistä enemmän. Esimerkiksi Länsi-Suomessa kokoviljasäilörehun osuus on 38 %, kun se kansallisesti on vain 23 %. Sen sijaan herneen osuus suojaviljakasvina on 9 % Länsi-Suomessa ja 13 % koko Suomessa. Nurmen perustaminen ilman suojaviljaa on harvinaista alueilla, joilla on runsaasti sa-

vimaita, kuten Varsinais-Suomessa. Koko Suomen tasolla 15 % tiloista perustaa nurmen ilman suojaviljaa.

### 5.4.3. Nurmen täydennyskylvö

Täydennyskylvön tavoitteena on parantaa nurmen tuottavuutta ja pitkäikäisyyttä sekä lisätä monimuotoisuutta. Sitä suositellaan korjaamaan nurmeen talvivaurioiden, kuten lumihomeen ja jääpoltteen, myötä muodostuneita aukkoja. Täydennyskylvöä on käytetty parantamaan tiheydeltään harvojen sekä lajistoltaan köyhien nurmikasvustojen tilaa. Ilmasto, kasvilajit ja maaperän olosuhteet vaikuttavat täydennyskylvön sopivan ajan valitsemiseen. Usein kasvustoihin täydennetään nurmipalkokasveja, koska niiden osuus vähenee usein muutamassa vuodessa. Apilan siemenet itävät nopeasti kosteassa maaperässä, ja niiden syvä juuristo parantaa maaperän rakennetta ja ravinteiden saatavuutta.

Kun nurmipeite on erityisen harvaa, nurmipalkokasvien kumppanuuskasveina toimivia timoteitä (*Phleum pratense*), nurminataa (*Festuca pratensis*) ja koiranheinää (*Dactylis glomerata*) on yleisesti käytetty täydennyskylvössä. Nopeasti taimettuvista ja kasvurytmiltään nopeista lajeista italianraiheinä (*Lolium multiflorum*) ja englanninraiheinä (*Lolium perenne*) ovat olleet erityisen tehokkaita harvenevien nurmikasvustojen aukkojen täyttämisessä. Sen sijaan hitaasti kasvavien ja matalakasvuisten heinälajien täydennyskylvö ei ole osoittautunut menestyksekkääksi. Näillä lajeilla on pitkä itämisaika ja hidas kehitys, minkä takia ne jäävät usein voimakkaampien lajien varjoon kasvustossa.

*Vredon suorakylvökone nurmien täydennyskylvöön. Kuvaaja Sirje Tamm*

Hyvien nurmen täydennyskylvötulosten saavuttamiseksi suositellaan käyttämään erityistä täsmäkylvön mahdollistavaa täydennyskylvötekniikkaa.

*Underhaugin suorakylvökone nurmien täydennyskylvöön. Kuvaaja Sirje Tamm*

Täydennyskylvö on yleinen käytäntö Suomessa, vaikka sitä usein haastavat kuivuus ja kylvetyn kasvuston heikko perustuminen erityisesti keväällä timotein kasvun ollessa voimakkainta. Länsi-Suomessa 59 % ja koko Suomessa 71 % viljelijöistä tekee täydennyskylvön varhain keväällä, loput myöhemmin keväällä tai kesällä. Useimmilla tiloilla täydennyskylvö tehdään alle 20 %:lle nurmikasvustoista ja vain muutamilla tiloilla 40 %:n osuus ylittyy.

*Raiheinän hajakylvö eri siemenmäärillä, esikäsittelyillä ja kylvöajoilla.*
*Kuvaaja Sirje Tamm*

## Ympäristönäkökulma

*Ympäristön näkökulmasta suorakylvö sekä kevennetty muokkaus auttavat vaalimaan maan kasvukuntoa, vähentämään maaperän eroosiota sekä estämään hiilen menetystä maaperästä.*

## Keskeiset huomiot

» Määritä maaperän pH ja ravinnepitoisuus viljavuusnäytteellä ja valitse siemenseos niiden perusteella.
» Maan kosteus on lämpötilaa kriittisempi tekijä kylvön aikana.
» Useimpia rehunurmikasveja ei tulisi kylvää 2,5 cm syvempään. Pienisiemeniset lajit tulisi kylvää 0,5 cm tai matalampaan.
» Täydennyskylvön tekeminen kosteaan maaperään on ratkaisevan tärkeää siementen onnistuneen orastumisen kannalta.
» Suojakasvit kilpailevat rehunurmien oraiden kanssa kosteudesta, valosta ja ravinteista, mikä heikentää perustumisen onnistumista ja pienentää määrällisesti tulevia rehusatoja.
» Valitse suojakasviksi aikaisin valmistuvia viljoja tai hyödynnä vihanta- ja kokoviljasäilörehuja suojakasvina.

## Lähteet:


www.pikk.ee

Selge, A. 2005 Rohumaade rajamine uuskülviga. Bender, A. (koostaja) Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, 378–384

Tamm, U. 2005. Rohumaade pealtparandamine. Bender, A. (koostaja) Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, 387–393

www.einboeck.eu. 2022 The grassland care handbook.

# 6. Nurmien hoitaminen ja biologinen typensidonta

*Kirjoittajat Sirje Tamm (Viro), Priit Pechter (Viro) ja Iveta Gutmane (Latvia)*

## 6.1. Nurmien hoitaminen perustamisvuonna

Kunnollinen viljelytekniikka on välttämätöntä onnistuneen ja pitkäikäisen nurmen perustamiseksi ja ylläpitämiseksi. Ensimmäinen tärkeä hoitotoimenpide uusille, ilman suojakasvia kylvetyille, kasvustoille on niittämällä tehty rikkakasvitorjunta. Rikkakasvit kilpailevat viljelykasvien kanssa ravinteista, valosta ja kosteudesta. Yksivuotiset rikkakasvit leviävät yleisesti uusissa kasvustoissa, minkä takia on tärkeää suorittaa puhdistusniitto noin 15 cm korkeudelta. Tällöin nurmikasvit pysyvät vahingoittumattomina, mutta rikkakasvien siementen kypsyminen ja leviäminen estyvät.

Riittävän aikainen puhdistusniitto on tärkeää, koska niiton viivästyessä niitetty biomassa voi tukahduttaa viljelykasvit muodostaen aukkoja nurmikasvustoon. Jos rikkakasvit eivät ole merkittävä ongelma, nurmen ensimmäinen sato voidaan korjata rikkakasveineen.

Vastaperustetuilla nurmilla voi olla tarpeellista käyttää kasvinsuojeluaineita yleisinä esiintyvien lyhytikäisten ja leveälehtisten rikkakasvien torjumiseen. Nurmipalkokasvien rikkatorjunta muuttuu haastavammaksi kylvön jälkeen torjunta-ainevaihtoehtojen rajallisuuden vuoksi. Rikkakasvit tulisikin torjua mahdollisuuksien mukaan kylvöä edeltävänä vuonna. Talvivaurioiden estämiseksi on tärkeää, että kylvövuoden nurmikasvusto korjataan ennen talvehtimista.

## 6.2. Vuosittaiset nurmen hoitotoimenpiteet

Haraus satovuosien aikana auttaa korjaamaan talvivaurioita, tasoittamaan myyrien ja jyrsijöiden aiheuttamia multakumpuja (hoitamattomina nämä voivat saastuttaa rehun niiton tai korjuun aikana), poistamaan kuolleita kasvijäänteitä sekä parantamaan maaperän ilmanvaihtoa. Haraaminen kuohkeuttaa maan pintakerrosta, mikä parantaa veden ja ravinteiden imeytymistä. Samalla se stimuloi nurmien versomista muodostaen tiheämmän ja terveemmän kasvuston.

## 6.3. Lannoitus

Rehusadon mukana nurmipellolta poistuneet ravinteet on palautettava maaperään. Lannoituksen ja ravinteiden käyttöintensiteetin on oltava tasapainossa. Muussa tapauksessa ravinnevarojen ehtymisen vuoksi vähemmän arvokkaat kasvilajit voivat saada hallitsevan aseman kasvustossa ja syrjäyttää toivottuja nurmikasveja. Lannoitussuunnittelussa tulee varmistaa, että se on yhdenmukainen ympäristöllisesti kestävän kasvintuotannon standardien ja vaatimusten kanssa.

Lannoitus parantaa nurmen satoa, valkuaispitoisuutta ja talvenkestävyyttä, mutta sen ei tulisi perustua pelkästään typpeen. Viljavuusanalyysin mukainen tasapainoinen lannoitus on tehokkaampaa kuin lannoittaminen pelkällä typellä. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää typen (N), fosforin (P),

kaliumin (K), rikin (S) ja magnesiumin (Mg) pitoisuuksiin ravinnepuutosten tunnistamiseksi. Optimaalinen maaperän pH-arvo nurmiheinillä ja palkokasveille on 6,0-6,5. Maan alhainen pH rajoittaa P:n, Mg:n, Ca:n, K:n ja N:n hyväksikäyttöä. Kalkitusta tulisi käyttää nurmipalkokasveille, jos pintamaan (0–15 cm) pH on alle 6,0 ja nurmiheinälajeille pH:n ollessa alle 5,5.

### 6.3.1. Typpi (N)

Ihanteellisissa kasvuolosuhteissa nopeasti kasvavat nurmet voivat ottaa maasta typpeä (N) jopa 2,5 kg hehtaaria kohden päivässä. Typen käytön tehokkuus kuitenkin heikkenee, jos kosteutta ei ole riittävästi typen imeytymiseen maaperään, ja sen kulkeutumiseen kasvien juurialueelle. Jos pelto tuottaa satoa 10 t kg ka/ha, tarvitaan noin 220 kg typpeä kasvukaudessa. Jokainen prosenttiyksikkö apilaa kasvustossa voi tuottaa noin 3–4,5 kg typpeä hehtaaria kohti. Siksi typentarve kasvustolle, joka sisältää 15 % apilaa, on noin 160 kg/ha. Määrät voivat kuitenkin vaihdella suuresti olosuhteiden mukaan.

Typpilannoitteiden levitysmääriin nurmelle vaikuttaa eniten vuosittaisten niittokertojen määrä. Tavoitteena on levittää oikea määrä typpeä juuri oikeina aikoina kasvun vauhdittamiseksi. Ylilannoittamisesta voi aiheutua myös ongelmia kuten liiallista vegetatiivista kasvua sekä typen huuhtoutumista ympäristöön.

Aikainen kevätlannoitus on erityisen tärkeää, koska silloin voidaan hyödyntää maaperän kosteutta kasvien juurten ravinteidenoton tehostamiseksi. Aikainen käyttö myös pidentää typen ja rikin imeytymisikkunaa parantaen rehun satotasoa ja laatua. Samalla riski nitraattien kertymisestä säilörehuun pienenee.

Typen kokonaismäärän jakaminen eri satojen kesken tulisi tukea sekä ensi- että jälkikasvua. Esimerkiksi kahden niiton strategiassa typpi suositellaan jaettavaksi satojen kesken seuraavasti:

» 50–60 % kokonaistypestä annetaan aikaisin keväällä nopean alkukasvun kiihdyttämiseksi.
» 40–50 % typestä ensimmäisen niiton jälkeen tukemaan jälkikasvua toista satoa varten.

Kolmen niiton strategiassa (niittoajankohdat esim. kevät, kesä ja syksy) typen levitysmäärät tulisi olla pienempiä ja hyvin ajoitettuja:

» 40–50 % typestä aikaisin keväällä.
» 30–40 % typestä ensimmäisen niiton jälkeen.
» 20–30 % typestä toisen niiton jälkeen edistämään kasvua kasvukauden lopulla sekä parantamaan talvesta selviytymistä.

Intensiivisissä neljän niiton strategioissa typpilannoitus tulee tehdä useammin, tasaisesti jaettuina kertamäärinä:

» 40 % typestä aikaisin keväällä.
» 25 % typestä ensimmäisen niiton jälkeen.
» 20 % typestä toisen niiton jälkeen.
» 15 % kolmannen niiton jälkeen vahvistamaan juuristoa ja valmistamaan nurmikasveja talvehtimista varten.

Lannoitteiden jakamisstrategia varmistaa nurmen riittävän ravinteiden saannin kaikissa kasvuvaiheissa. Tämä tukee sekä korkeaa rehun sadontuottokykyä että nurmikasvuston pitkän aikavälin kestävyyttä.

Usean niiton strategiassa typenkäytön tehokkuuden parantamiseksi ja nurmen liiallisten nitraattityppitasojen estämiseksi (yli 0,2 % kuiva-aineessa) typen määrän tulisi olla yhtä levityskertaa kohden enintään 110-120 kg/ha. Lisäksi typpeä ei tulisi levittää syksyllä viimeisen niiton jälkeen.

Turvemailla on huomattavasti suuremmat käyttökelpoisen typen varannot kivennäismaihin verrattuna. Tämän seurauksena turvemaiden nurmien tarvitsema typpilannoitusmäärä on huomattavasti pienempi, 100-130 kg/ha.

Palkokasvipitoisten nurmien lannoitus riippuu palkokasvien osuudesta kasvustossa. Jos palkokasvit muodostavat rehusta 30 % tai enemmän, korkeita typpilannoitemääriä tulisi välttää. Pieni määrä (20 kg/ha) voi stimuloida kasvien kasvua ja lisätä satoa.

Nurmiheiniä ja nurmipalkokasveja sisältävän seoskasvuston lannoittaminen typellä on haastavaa, koska typen levitys edistää nurmiheinien kilpailuasemaa suhteessa palkokasveihin. Koska lisäksi palkokasvit ottavat osan kasvustoon levitetystä typestä, heikentyy niiden kykyä sitoa ilmakehän typpeä. Sama ilmiö tapahtuu, jos palkokasvipitoisille nurmille käytetään liian korkeita typpitasoja. Tällöin menetetään palkokasvien etu typpilannoituskustannusten vähentäjänä. Seoskasvustojen satovaste typen levitykselle riippuu palkokasvien osuudesta kasvustossa, maan typpitasosta, maalajista sekä kasvilajikoostumuksesta. Yleisesti yli 50 % nurmipalkokasvia sisältävien seoskasvustojen vaste typpilannoitukselle on pieni. Satovasteet ovat suurimmat kasvustoissa, joissa on vähän palkokasveja ja maaperän kasveille käyttökelpoisen typen määrä on pieni.

### 6.3.2. Fosfori (P)

Fosfori on ratkaisevan tärkeä ravinne rehunurmille erityisesti kylvövuonna. Pieni määrä fosforia voi olla tarpeen myös vuosittain ylläpitolannoituksena. Fosfori tukee vahvan juuriston kehittymistä, mikä tarjoaa vankan perustan kasvien elinvoimaiselle kasvulle ja korkeille nurmien kevätsadoille. Satovuosina fosfori nopeuttaa kasvien kehitystä ja lisää nurmen kasvua, mikä on erityisen tärkeää vanhemmilla nurmilla. Varhain keväällä fosfori on sitoutuneena maaperään ja siten heikommin kasvien käytössä alhaisten maaperän lämpötilojen vuoksi.

Fosforin tarve riippuu sen pitoisuudesta maaperässä ja käyttökelpoisen fosforin osuus vaihtelee maalajin mukaan. Esimerkiksi happamilla mailla tämä osuus on pieni. Fosforia levitetään tyypillisesti 2–4 kertaa vähemmän kuin kaliumia. Optimaalinen P:K-suhde on noin 1:2,5. Koska lietelannassa suhde on liian suuri (1:5–6), suuria määriä lietelantaa käytettäessä nurmille tulisi levittää lisäksi fosforia mineraalilannoitteena.

### 6.3.3. Kalium (K)

Typen lisäksi nurmet ottavat myös suuria määriä kaliumia (K). Lietelannan levitys ennen kylvöä voi lisätä kaliumin määrää maaperässä. Koska kalium on helposti liikkuva ja huuhtoutuva ravinne, on tärkeää käyttää kaliumlannoitetta vuosittain. Erityisesti sinimailanen ottaa kaliumia enemmän kuin mitään muuta ravinnetta. Kasvit sisältävätkin 2–3 % kaliumia. Kaliumilla on useita tärkeitä tehtäviä kasvien kasvussa ja kehityksessä. Kalium parantaa nurmien kasvien talvenkestävyyttä ja lisää typensidontaa.

Turvemaat ovat erittäin fosfori- ja kaliumköyhiä, minkä takia niiden nurmikasvustot tarvitsevat fosforia 45–55 kg/ha ja kaliumia 170–200 kg/ha. Jos vuosittain käytetty kaliumin määrä ylittää 150 kg/ha, tulisi levitys tehdä kahdessa osassa. Tällöin estetään kaliumpitoisuuksien nousemisen liian korkeaksi ensimmäisessä sadossa (tunnetaan myös nurmien kaliumin luksusottona).

Nurmen epätasapainoinen K:(Ca+Mg) ravinnesuhde (yli 2,2) voi vaikuttaa negatiivisesti eläinten terveyteen.

### 6.3.4. Rikki (S)

Rikin (S) puute voi rajoittaa kasvien typen ottoa vähentäen satoa, ja sen valkuaispitoisuutta. Puutokset ovat yleisiä intensiivisesti viljellyillä tai huuhtoutumisalttiilla mailla, erityisesti hiekkamailla. Rikki parantaa nurmien typenottoa erityisesti keväällä. Magnesium auttaa fotosynteesissä mutta molemmat ravinteet ovat välttämättömiä sadon määrän lisäämiseksi. Intensiivisesti viljellyn nurmen vuotuinen rikin tarve on 40–60 kg/ha. Rikkilannoitus on parasta tehdä ennen kasvien kasvun alkamista aikaisin keväällä.

### 6.3.5. Lannoitus lietelannalla

Lietelanta on arvokas orgaanisen aineksen ja hivenravinteiden lähde. Ravinteikkaana orgaanisena lannoitteena lietelanta vähentää riippuvuutta kalliista teollisista lannoitteista. Kevätlannoitus lietelannalla voi merkittävästi lisätä satoja.

Keväällä optimaalinen aika lietelannan levitykselle on ennen nurmen kasvun alkamista. Myöhemmät levitykset tulisi sijoittaa suoraan kasvustoon. Näin estetään lietteen kontaminaatio kasvien kanssa, parannetaan säilörehun hygieenistä laatua ja minimoidaan typen haihtumistappiot. Lietelanta voidaan levittää myös niiton jälkeen kasvuston pintaan. Lantajäämien kontaminaation estämiseksi seuraavaan satoon tulee liete levittää viiden päivän kuluessa niitosta erityisellä levityslaitteistolla. Suuntaa antava levitysmäärä jokaisen niiton jälkeen on 25–30 t/ha.

Levitysmäärää hehtaaria kohti määritettäessä keskeisenä tekijänä on lannan sisältämä, helposti kasvien saatavilla oleva, ammoniumtypen ($NH_4$–N) pitoisuus. Loppuosa typestä (orgaaninen N) mineralisoituu hitaasti, ja sillä on vain vähän välitöntä vaikutusta sadon määrään. Lietelantaa käytettäessä nurmet tarvitsevat aina lisäksi täydennystä PK(S)-lannoitteilla, koska pelkkä typpi itsessään ei ole riittävä. Kasvit eivät myöskään saa lietelannasta tarpeeksi rikkiä (S) typen tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Typen ja orgaanisten lannoitteiden käyttömäärät ja sallitut levitysajankohdat määräytyvät kansallisen lainsäädännön mukaan. Nämä voivat vaihdella EU-maiden välillä. Lietelannan levittäminen pellolle ei ole sallittua 1. marraskuuta - 31. maaliskuuta välisenä aikana. Suurin sallittu levitysmäärä lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa olevalle kokonaistypelle on 170 kg/ha vuodessa.

## 6.4. Biologinen typensidonta

Nurmipalkokasvit ovat tärkeitä typensitojia. Typen sidonta tapahtuu yhteistyössä typpeä sitovien bakteerien, erityisesti Rhizobium-bakteerilajin, kanssa. Nämä siemenessä olevat bakteerit säilyvät aktiivisina nuorten juurien läheisyydessä. Nuoret kasvit sitovat juurinystyröiden avulla maan pintakerrosten läpi diffundoituvaa ilman typpeä. Ilmakehän typen ($N_2$) bakteerit muuntavat kasveille käyttökelpoiseksi ammoniakiksi ($NH_3$) nitrogenaasientsyymin avulla. Rehupalkokasvien biologinen typensidonta parantaa maan viljavuutta ja vähentää tarvetta synteettisten lannoitteiden käytölle. Näin kasvinviljelystä aiheutuva ympäristökuormitus pienenee.

Biologiseen typensidontaan vaikuttavat ympäristötekijät, kuten maaperän pH, kosteus, lämpötila ja ravinteiden saatavuus. Typpeä sitovat bakteerit viihtyvät yleensä mailla, joiden pH vaihtelee hieman happamasta neutraaliin (pH 6-7). Erittäin happamassa tai emäksisessä maaperässä typensidonta estyy. Typensidonta on herkkä äärilämpötiloille ja riittämättömälle kosteu-

delle. Korkeat lämpötilat voivat heikentää nitrogenaasientsyymin aktiivisuutta. Entsyymi tarvitsee aktivoituakseen vähintään 9 °C lämpötilan ja toiminta estyy yli 30 °C lämpötiloissa. Optimaalinen lämpötila-alue on 13–26 °C. Myös kuivuus tai veden kyllästämät olosuhteet estävät kokonaan bakteerien toiminnan juurinystyröissä. Riittävä fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden (molybdeeni, mangaani jne.) pitoisuus maaperässä parantavat palkokasvien biologisen typensidonnan tehokkuutta.

*Sinimailasen rhizobiumbakteeri voi sitoa 200-400 kg typpeä/ha vuodessa.*
*Kuvaaja Sirje Tamm*

Typen sidonta edellyttää sopivien typpeä sitovien bakteerien esiintymisen (Rhizobium tai vastaavat lajit). Eri palkokasvilajit vaativat tietyn typpeä sitovan bakteerikannan (*Rhizobium melilotii* muodostaa nystyröitä sinimailaselle, *Rhizobium galegae* rehuvuohenherneelle, *Rhizobium leguminosarum* biovar trifolii apilalle ja *Mesorhizobium loti* keltamaitteelle). Jos näitä bakteereja ei ole riittävästi tai kanta ei sovellu kasvilajille, typen sidonta kärsii. Happamien maiden kalkitseminen, orgaanisten lannoitteiden käyttäminen ja maaperän ilmavuuden parantaminen voivat lisätä typpeä sitovien bakteerien kehittymistä juurinystyröissä.

*Vuohenherneen rhizobiumbakteeri voi sitoa 100-300 kg typpeä/ha vuodessa.*
*Kuvaaja Sirje Tamm*

Kun perustetaan uutta palkokasvinurmea pellolle (jossa niitä ei ole aiemmin viljelty), siemenet on ympättävä ennen kylvöä sopivalla juurinystyräbakteerikannalla. Typensitojabakteerit edesauttavat rehupalkokasvien perustumisen onnistumista, mikä johtaa suurempaan valkuais- ja kuiva-ainesatoon.

**Taulukko 1.** Typen vuosittaiset sidontamäärät eri palkokasveilla (Havlin et al., 2017).

| ***Palkokasvi*** | ***Typensidonta (kg ha)*** |
|---|---|
| Puna-apila | 167–188 |
| *Sinimailanen* | 78–224 |
| *Alsikeapila* | 67–170 |
| *Valkoapila* | 129–202 |
| *Keltamaite* | 49–168 |

## Ympäristövaikutukset

*Nurmipalkokasvien typensidonnalla on tärkeä rooli maataloudessa ja maaperän hoidossa. Typensidonta parantaa maaperän viljavuutta ja maan rakennetta. Samalla vähentyy tarve synteettisten lannoitteiden käytölle.*

## Keskeiset huomiot

» Hallitse rikkakasveja kylvövuonna oikea-aikaisella puhdistusniitolla kilpailun ja aukkojen muodostumisen välttämiseksi.
» Vuosittainen haraus äkeellä lisää kasvien versomista, tasoittaa maan pintaa ja lisää nurmikasvuston tiheyttä.
» Puhtaat nurmikasvustot ja seokset, joiden palkokasvipitoisuus on alle 50 %, tarvitsevat typpeä. Levitä typpeä sisältävää lannoitetta aikaisin keväällä. Toista lannoitus jokaisen niiton jälkeen elokuun loppuun mennessä.
» Vaikka fosforin saanti on välttämättömin kylvövuonna, pieni määrä voi olla tarpeen myös vuosittaisena ylläpitolannoituksena.
» Kalium on tärkeä ravinne ylläpitämään rehukasvustoja. Lannoita kaliumia vuosittain.
» Lantaa käytettäessä vähennä kokonaislannoituksen määrää lannan koostumuksen ja käyttömäärän mukaan.
» Kun vanhempien nurmikasvustojen tuottavuus heikkenee, on taloudellisempaa uudistaa nurmi palkokasvilla tai palkokasvi-nurmiseoksella kuin jatkaa korkeiden typpilannoitustasojen käyttämistä.
» Typen ja orgaanisten lannoitteiden käyttömäärien ja levitysajankohtien osalta noudata aina kansallisia lainsäädäntövaatimuksia.
» Nurmipalkokasvien siemenet on ympättävä sopivilla Rhizobium-bakteereilla ennen kylvöä.
» Biologinen typensidonta vähentää tarvetta synteettisen typen käytölle ja tukee maaperän viljavuutta.

# Lähteet:

Peltonen, S., Puurunen, P. & Harmoinen, T. (2010). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132 (s. 49-70). Hämeenlinna: Karis-ton Kirjapaino Oy.

https://www.einboeck.at/fileadmin/user_upload/einboeck/user_upload/EINBOECK-The-grassland-care-handbook_EN.pdf

Viiralt, R. (2007). Heintaimede toitumine. Kogumik Rohumaaviljeluse, karjakasvatuse ja haljastuse integratsioon. (koostaja H. Older). Lk 61–83

https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019001

https://teabesalv.pikk.ee/taimekasvatus/rohumaaviljelus/rohumaa-vaetamine/

Havlin J.L., Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. (2017) Soil fertility and fertilizers an introduction to nutrient management. 529 p

Iantcheva, A., Naydenova, G. (2021) Biological nitrogen fixation in legumes. Understanding the process. https://www.legumehub.eu/is_article/biological-nitrogen-fixation-in-legumes/

Wagner, S. C.(2011). Biological Nitrogen Fixation. Nature Education Knowledge. https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/biological-nitrogen-fixation-23570419/

https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1347&title=georgia-forages-legume-species#title1

# 7. Maissi säilörehukasvina

*Kirjoittaja Kristiina Märs (Viro)*

Maissi (*Zea Mays* L.) on merkittävä säilörehukasvi virolaisten ja latvialaisten lypsykarjatilojen rehustuksessa. Suomessa maissin viljely on vielä harvinaisempaa, mutta aikaisin tuleentuvien lajikkeiden ansiosta sen suosio kasvaa erityisesti eteläisessä Suomessa. Maissi on lähtöisin Väli-Amerikasta, ja sitä kasvatetaan sekä jyviksi että säilörehuksi yli 160 maassa. Nurmisäilörehuun verrattuna maissin merkittävin etu on sen tuottama suuri satomäärä sekä korkea kuiva-aineen energiamäärä. Maissin kohtuullinen tärkkelyspitoisuus mahdollistaa viljasta saatavan tärkkelyksen korvaamisen maissilla rehustuksessa. Maissin etuna on myös sen helppo säilöttävyys, korjuu yhdellä ajokerralla, maittavuus sekä kyky kasvaa ja tuottaa satoa myös kuivina kesinä nurmien sadontuoton jäädessä heikommaksi.

Maissin hyvä ruokinnallinen arvo lypsylehmien rehustuksessa johtuu sen tärkkelyspitoisuudessa. Myös maissitärkkelyksen kemiallinen koostumus poikkeaa muiden viljojen tärkkelyksestä. Ohraan, vehnään ja rukiiseen verrattuna maissi sisältää merkittävästi enemmän amylopektiiniä. Siinä missä viljanjyvien tärkkelys sulaa suurimmaksi osaksi pötsissä, maissin sisältämästä tärkkelyksestä pötsissä sulaa vain noin 50% (riippuen maissin jyvän mahdollisesta käsittelystä). Loput tärkkelyksestä sulaa ohutsuolessa. Pötsissä mikrobit muodostavat tärkkelyksestä haihtuvia rasvahappoja, kun taas ohutsuolessa tärkkelys hydrolysoituu suoraan glukoosiksi. Glukoosi imeytyy helposti vereen ja kattaa eläimen glukoosin tarpeen paljon tehokkaammin (jopa 42 %) verrattuna pötsissä fermentoituvaan tärkkelykseen. Korkeatuottoisten lehmien ruokinnassa maissin sisältämä tärkkelys on erityisen arvokasta, koska pötsin ohi kulkeva tärkkelys pienentää hapanpötsiriskiä (De Boever et al., 1993).

## 7.1 Maissin kylvö

Maissista on saatavilla kasvuaikavaatimukseltaan monia erilaisia lajikkeita. Maissilajikkeiden aikaisuutta kuvataan FAO-arvolla. Mitä pienempi FAO-arvo, sitä aikaisempi lajike on. Virossa ja Suomessa suosituimpien maissilajikkeiden FAO-arvo on melko alhainen (140-170), mutta Latviassa myös korkeamman FAO-arvon lajikkeet onnistuvat. Lajikevalinta määrittää pitkälti esimerkiksi lopullista massisäilörehun tärkkelyspitoisuutta, sulavan kuidun määrää, maissin nokisienen (*Ustilago maydis*) esiintymistä sekä sivuversojen määrää. Suuren tärkkelyspitoisuuden ja pienen NDF-pitoisuuden omaavilla aikaisilla maissihybridilajikkeilla on mahdollisesti suurempi energiapitoisuus. Tämä mahdollistaa lypsylehmien maitotuotoksen kasvun tai aikaisempaan tuotostasoon tyydyttäessä kalliit täysrehut voidaan jättää hankkimatta (Diepersloot et al., 2020).

Maissi kylvetään kiekkomuokkaimella tai kaistakylvötekniikalla. Ennen maissin kylvöä pelto lannoitetaan lietelannalla (n. 35-45 m³/ha). Eloperäisten lannoitteiden lisäksi on käytettävä mineraalilannoitteita pellon viljavuusanalyysin mukaisesti. Keskimäärin lisättävän fosforimäärän tulisi olla noin 30 kg/ha ja kaliumin 140 kg/ha. Typpi (95–140 kg/ha) lisätään lietelannan mukana joko yhdellä kertaa tai jaettuna kahdelle eri kerralle esimerkiksi rikkaharauksen yhteydessä.

Fosforia voidaan lisätä lehtilannoitteena, jos puutosoireita havaitaan. Lehtilannoitteiden ravinteet auttavat kasveja myös hallan aiheuttamaa stressiä vastaan.

Tyypillinen siemenmäärä maissia kylvettäessä on 75 000 itävää siementä hehtaarille. Siemenmäärää merkittävästi kasvattamalla kasvustoon pääsee vähemmän auringonvaloa. Tämä johtaa pienempään tähkäkokoon ja myös säilörehun tärkkelyspitoisuus voi olla alhaisempi. Pienempää siemenmäärää käytettäessä kasvien lukumäärä hehtaarilla ja siten saavutettu satotaso jäävät pienemmiksi.

Sopiva kylvöajankohta riippuu maaperän lämpötilasta. Maaperän lämpötilan tulisi olla sekä kylvön aikana että sen jälkeen 8-10 °C. Virossa maissin kylvö ajoittuu yleensä toukokuun toiselle viikolle. Kylvösyvyys riippuu maan rakenteesta (Virossa 5-6 cm). Keväällä herkästi kuivuvilla kevyillä mailla kylvösyvyys voi olla 7 cm ja vastaavasti raskaammilla savimailla 3-4 cm.

Maissin merkittävimmät tuholaiset ovat hyönteiset (kirvat, *Chaetocnema mannerheimii* eli korsisippa, maissikoisa), seppäkuoriaiset, kurjet, villisiat ja peurat. Kurkien ja seppäkuoriaisten tekemiä tuhoja on mahdollista estää peittaamalla siemenet. Lisäksi maissipeltojen jyrääminen kylvön jälkeen on yleistynyt Virossa. Näin siemen saa varmemmin imettyä maaperän kosteutta kuivana keväänä. Myös lintujen nokkimisinto vaikuttaa olevan vähäisempää jyrätyillä peltolohkoilla.

## 7.2 Maissin korjuu

Oikean korjuuajankohdan määrittämiseksi tulee tarkastella sekä maissin tähkää että itse kasvia. Halkaise tähkä kahtia, irrota jyvät ja purista niitä kädessä. Jos niistä irtoaa nestettä, on odotettava rehunteon aloittamista. Toista toiminto ainakin kolmen eri tähkän kanssa, jotta saat riittävästi pohjatietoa korjuupäätöksen tekemiselle. Riippuen lohkon lannoitushistoriasta, taimitiheydestä ja muista tekijöistä, tähkät voivat olla eri tuleentumisvaiheessa.

Tähkän lisäksi tulee tarkastella koko kasvin tuleentumisastetta. Katkaise maissin varsi korjuukorkeudelta (n. 35 cm) ja väännä vartta. Jos varresta irtoaa paljon nestettä, on todennäköistä, että säilörehun kuiva-ainepitoisuus tulee olemaan suositeltua pienempi. Suuri nestemäärä korjattavassa maissirehussa kasvattaa riskiä sille, että pieneksi murskatun maissin jyvät sekä arvokas tärkkelys niiden mukana huuhtoutuvat pois rehusta puristenesteen mukana.

Koska maissin soluneste keskittyy varren alaosaan, yksi vaihtoehto on nostaa korjuukorkeutta ja myöhästyttää korjuuajankohtaa. Maissin korjataan yleisesti 30-40 cm korkeudelta, mutta jossain tapauksissa se voidaan nostaa 60 senttimetriin. Tällöin peltoon jää enemmän maissin alhaisen ruokinta-arvon osia ja korjatun rehun tärkkeylys- ja energiapitoisuus nousevat. Sustainable Silage-hankkeessa tehdyssä peltokokeessa osoitettiin, että korjuukorkeuden nostaminen 25 senttimetristä 45 senttimetriin nosti myös rehun kuiva-aineen määrää 9,3 %, tärkkelyksen määrää 117 g/kg ka ja energiamäärää 0,2 MJ. Pellolle jäänyt varsimassa oli punnittuna 3,43 t/ha. Tämä kasvimassa ei mene kuitenkaan hukkaan, vaan toimii maaperää rikastuttavana eloperäisenä lannoitteena.

*Maissinkorjuu. Kuvaaja Kristiina Märs*

Maissisäilörehun suositeltava kuiva-ainepitoisuus on 300-350 g/kg, jolloin niittosilpun pituuden tulisi olla 0.5-1.2 cm. Jos korjattava maissi on märempää, silpun pituutta tulisi kasvattaa 2 senttimetriin. Kaikki maissin jyvät tulee murskata huolellisesti sulavuuden varmistamiseksi eläinten ruoansulatuskanavassa. Pelkkä halkeama jyvän pinnassa ei riitä, vaan jyvän tulee murskautua useampaan eri osaan. Mitä kuivempi maissisäilörehusato, sitä enemmän on jyviä murskattava.

Maissin jyvien sisältämä tärkkelys saadaan eläimille parhaiten sulavaan muotoon säilörehun säilönnän aikana tapahtuvan käymisen (fermentaation) vaikutuksesta. Jyvien huolellinen murskaus korostuu kuivassa rehussa. Tällöin pieni rehusta erittyvä nestemäärä riittää "marinoimaan" jyvät ja tekemään maissin tärkkelyksestä sulavampaa. Siilon peittämisen jälkeen on tärkeää pitää maissisäilörehusiilo suljettuna vähintään 2 kk ennen syötön aloittamista, jotta käymisen vaikutus tärkkelykseen saavutetaan.

*Maissintähkä. Kuvaaja Kristiina Märs*

**Taulukko 1.** Maissisäilörehun tärkkelyksen sulavuus pötsissä riippuen säilörehun kuiva-ainepitoisuudesta. (Philippeau, Michalet-Doreau, 1999)

| Maissisäilörehun kuiva-ainepitoisuus, g/kg | Maissisäilörehun tärkkelyksen sulavuus *in sacco*, % |
|---|---|
| 250 | 83 |
| 300 | 65 |
| 360 | 50 |
| 390 | 50 |
| 400 | 48 |

**Taulukko 2.** Maissitärkkelyksen sulavuus pötsissä riippuen säilöntäajasta (Newbold et al. 2006)

| Säilöntäaika kk | Tärkkelyksen sulavuus, % | Valkuaisen sulavuus, % |
|---|---|---|
| 2 | 53 | 39 |
| 4 | 54 | 36 |
| 6 | 59 | 34 |
| 8 | 64 | 43 |
| 10 | 69 | 47 |

Maissisäilörehun riittävä säilöntäaika (vähintään 2 kk) on tärkeää myös siinä tapauksessa, jos rehussa on maissin nokisientä. Nokisienen sieni-itiöt kuolevat vasta oltuaan riittävässä kontaktissa happaman rehumassan kanssa. Liian aikaisiin syöttöön otetussa nokisienen saastuttamassa rehussa sieni-itiöt selviävät elinkelpoisina eläimen ruunsulatusjärjestelmän läpi ja päätyvät lannan mukana lietealtaan kautta lopulta takaisin pellolle. Maaperässä itiöt voivat säilyä elinkelpoisina jopa 3 vuotta myös lohkoilla, joilla maissia suunnitellaan viljeltäväksi vasta viljelykierron myöhempinä vuosina. Nokisienen esiintyminen liittyy kuumiin ja kuiviin kesiin, hyönteisvioituksiin, rae- tai sadekuurojen aiheuttamiin kasvustotuhoihin (sieni-itiöt tunkeutuvat kasviin vahingoittuneiden lehtien kautta) ja maissilajikkeeseen. Virossa vuonna 2024 toteutetussa peltokokeessa todettiin maissinoen olevan vahvasti tiettyjen lajikkeiden piirre (Märs et al., 2025).

*Maissin nokisieni. Kuvaaja Kristiina Märs.*

## 7.3 Maissisäilörehun korjuu

Maissikasvuston korjuu säilörehuksi tulisi tapahtua ennen tai heti ensimmäisten hallaöiden jälkeen. Halla hajottaa kasvisolut, mikä voi johtaa pilaantumisprosessin käynnistymiseen ja säilönnän epäonnistumiseen. Mitä kauemmin hallan vaurioittama maissikasvusto (kuolleita/kuivahtaneita lehtiä) seisoo pellolla, sitä suurempi on riski.

Maissisäilörehulle suositellaan käytettäväksi säilöntäainetta. Rehusiilon rintamuksen lämpeneminen siilon avaamisen jälkeen voi olla ongelma maissisäilörehun kanssa. Puutteellisen siilotyöskentelyn lisäksi lämpeneminen voi johtua suuresta hiivojen määrästä. Hiivojen kurissa pitämiseksi on suositeltavaa valita maissisäilörehulle heterofermentatiivistä maitohappobakteeri-

kantaa sisältävä biologinen säilöntäaine, ja lisätä sitä rehuun annosteluohjeen mukaisesti.

Siilon tiivistäminen on kriittinen vaihe maissisäilörehun teossa. Mikäli maissisäilörehuun jää happea, etanoli- ja etikkahappopitoisuus rehussa nousevat. Siiloa avattaessa on myös suurempi riski rehun lämpenemiselle. Tämä kaikki vaikuttaa maissin ruokinnalliseen arvoon eläinten rehustuksessa. Siiloa peitettäessä on ehdottoman tärkeää suojata maissisäilörehu kaksinkertaisella muovilla hapen eliminoimiseksi. Muovien päälle on lisäksi suositeltavaa laittaa lintutuhoja estävät verkot, koska maissinjyvät houkuttelevat helposti lintuja.

Harkitsetko maissin kasvatusta säilörehuksi? Taulukossa on listattu etuja ja haittoja verrattuna perinteiseen nurmisäilörehuruokintaan. Teksti: Ieva Krakopa (Latvia).

| Nurmisäilörehu | Nurmisäilörehu + maissisäilörehu |
|---|---|
| Tarvitaan väkirehutäydennystä rehuseokseen (voidaan syöttää enemmän tilan omaa viljaa) | Vähemmän tarvetta väkirehuille rehuseoksessa |
| Valkuaistarve saadaan tyydytettyä paremmin omasta säilörehusta | Lisävalkuaisen tarve kasvaa |
| Perinteinen korjuukalusto | Kylvöön ja korjuuseen tarvitaan erikoiskalustoa |
| Yksi rehuvarasto on syötössä kerrallaan (suhteuta varastojen koko karjakokoon/rehunkulutukseen) | Kaksi rehuvarastoa on syötössä samaan aikaan (suhteuta varastojen koko karjakokoon/rehunkulutukseen) |
| Karkearehut ja väkirehut voidaan syöttää erikseen | Täysaperuokinta tai osittainen aperuokinta on optimi |

*Maissisäilörehun tekoa. Kuvaaja Kristiina Märs.*

## Keskeiset huomiot

» Ympäristön näkökulmasta on tärkeää saavuttaa maissisäilörehun teossa riittävän korkea kuiva-ainepitoisuus. Tämä on tärkeää myös syksyn kosteissa olosuhteissa, ja se minimoi puristenesteen syntyä ja valumariskiä ympäristöön.

» Maissisäilörehun kuiva-ainepitoisuuteen on mahdollista vaikuttaa nostamalla korjuukorkeutta. Hyvin kostean maissikasvuston kohdalla korjuukorkeus voi olla jopa 60 cm.

» Maissitärkkelyksen sulavuus paranee säilörehun käymisprosessin aikana. Maissin tärkkelyksestä iso osa ohittaa pötsin ja imeytyy glukoosina ohutsuolesta, mikä on iso etu lypsylehmien ravitsemuksessa.

# 8. Lintujen ja villisikojen aiheuttamien tuhojen minimointi nurmi- ja viljapelloilla

*Kirjoittajat Marketta Rinne (Suomi) ja Are Selge (Viro)*

## 8.1. Linnut

Linnut voivat vahingoittaa rehuntuotantoa varten perustettuja nurmi- ja viljapeltoja. Hanhilajit, kuten tundra-, valkoposki- ja kanadanhanhet, ovat viime vuosina olleet viljelijöille ongelmallisimpia Baltian maissa ja Suomessa. Muita vahinkoa aiheuttavia lintulajeja ovat kurjet ja naakat sekä rannikkoalueilla lokit.

Erityisesti valkoposkihanhet tekevät tuhoja kevät- ja syysmuuttojen aikana. Suuret, jopa kymmentuhantiset, parvet hyödyntävät viljelyksiä, nurmipellot mukaan lukien, ravinnonlähteenä. Suurin uhka kohdistuu maissi- ja viljapelloille, kun linnut syövät kylvettyjä jyviä ja orastuvia kasveja. Koska satotappiot voivat olla yli 50 %, tarve täydennyskylvölle voi olla merkittävä.

Luonnonvarakeskuksen (Luke, 2024) politiikkasuositus sisältää yhteenvedon strategioista, joilla voidaan hallita valkoposkihanhien aiheuttamia tuhoja. Keskeisimpinä suosituksina on erityisten ruokinta-alueiden eli houkutuspeltojen perustaminen sekä karkotuskeinojen parantaminen.

*Hanhet pellolla. Kuva Viron ympäristövirasto, 2024.*

### Keskeiset tuhojen vähentämisstrategiat:

- Lintujen saaminen pois tuotantopelloilta houkutuspeltojen avulla.
- Erilaiset karkotustekniikat, kuten visuaaliset pelottelulaitteet, äänet ja droonit.
- Viljelijöiden ja ympäristöviranomaisten yhteistyön vahvistaminen.
- Hanhien muuton ja välilaskujen hallinta Euroopan tasolla.

### Muita lintujen karkotustoimenpiteitä:

- Siementen peittauksella on saatu rajallista hyötyä lintujen karkottamisessa.
- Visuaaliset karkotteet, kuten heijastava nauha, heliumpallot, linnunpelättimet sekä pysäköidyt ajoneuvot voivat auttaa pienillä pelloilla.

## 8.2. Villisiat

Villisikakannassa on ollut vaihtelua afrikkalaisen sikaruton takia. Kun villisikoja on Virossa ollut enemmän, nurmipelloille on aiheutunut merkittävää vahinkoa. Maissipelloilla tappiot voivat olla jopa 20 %. Suurin riski villisikojen aiheuttamille tuhoille on metsien lähellä olevilla pelloilla.

*Villisikatuhoja nurmella. Kuvaaja Kristiina Märs*

### Ennaltaehkäisevät toimenpiteet

» Yhteistyö metsästäjien kanssa, joka sisältää drooniavusteisen havainnoinnin sekä säännöllisen kannanhoidollisen metsästämisen.
» Pienten peltojen ympäröinti sähköaidalla (vaatii ylläpitoa).
» Maissikasvustojen sijoittaminen lähemmäs ihmisasutusta ja kauemmas metsistä.
» Karkottimien ja hajuesteiden käyttäminen.
» Äänipohjaisten karkottimien, kuten propaanikanuunojen, käyttäminen (vastaa äänenvoimakkuudelta kiväärin laukauksia).
» Säännölliset havainnointikäynnit pellolla kriittisinä ajanjaksoina (esimerkiksi maissipellot syksyllä).
» Vahinkojen dokumentointi riskiaikojen ja -kohteiden tunnistamiseksi ja nopean reagoinnin varmistamiseksi.

*Villisikatuhoja maissipellolla keväällä. Kuvaaja Kristiina Märs*

### Keskeiset huomiot

» Valitse karkotusmenetelmät, jotka sopivat parhaiten sinun tilallesi ja peltoolosuhteisiisi.
» Vaihtele karkotusmenetelmiä, jotta luonnoneläimet eivät ehdi tottua niihin.
» Varmista, että karkotukseen käytetty aika ja varat ovat järkevässä suhteessa sadonmenetyksiin.
» Käytä ylimääräisiä muovikerroksia tai verkkoa paaleissa. Sijoita paalit puiden lähelle lintujen laskeutumisen estämiseksi.
» Noudata paikallisia eläinsuojelulakeja ja varmista eläinten humaani ja eettinen kohtelu.
» Ole ennakkoon yhteydessä naapureihin äänikarkotteita käytettäessä.
» Tee yhteistyötä metsästäjien ja paikallisyhdistysten kanssa riistakannan hallitsemiseksi.
» Usean eri karkoitekeinon yhdistäminen on tehokkain tapa vähentää luonnoneläinten aiheuttamia vahinkoja viljelyksille.

# Lähteet:

Politiikkasuositus 1/2024: Hanhipellot ovat toimiva tapa hallita valkoposkihanhien maataloudelle aiheuttamia vahinkoja (https://jukuri.luke.fi/items/b04df8e5-1c39-4b5d-83c2-9370cfd7bccd)

# 9. Säilörehun korjuumenetelmät

*Kirjoittajat Kalvi Tamm (Viro), Marcia Franco (Suomi), Andres Olt (Viro), Raivo Vettik (Viro) ja Taavi Võsa (Viro).*

## 9.1. Johdanto

Rehun korjuumenetelmällä on merkittävä vaikutus säilörehun laatuun, satoon, kustannuksiin sekä ympäristöön. Kun suunnitellaan tilalla käytettävää nurmen korjuumenetelmää ja koneketjua, on otettava huomioon säilörehun raaka-ainevaatimukset, nurmien pinta-ala ja ominaisuudet, säilörehun tuotantokustannukset sekä kansalliset ympäristömääräykset. Tämä luku antaa yleiskatsauksen säilörehun korjuuteknologialle asetetuista vaatimuksista; korjuumenetelmät, työntekijöitä koskevat vaatimukset, korjuutoimet ja -laitteistot sekä säilörehuksi korjattavaan nurmirehuun liittyvät ympäristö- ja sosiaalinäkökohdat.

## 9.2. Säilörehun korjuuteknologian vaatimukset

Optimaalinen rehunkorjuumenetelmä mahdollistaa sekä korkean satotason että laadun. Korjatun raaka-aineen laatu on kriittinen tekijä ensiluokkaisen säilörehun tuottamisessa ja laadun säilymisenä varastointi- ja syöttövaiheiden aikana. Riittävä määrä laadukasta säilörehua edistää merkittävästi eläinten hyvinvointia ja tukee korkealaatuisen maidon ja lihan tuotantoa.

Rehun korjuumenetelmän valinnassa on otettava huomioon säilöttävälle rehulle asetetut laatuvaatimukset. Säilörehun ravitsemuksellisen ja hygieenisen laadun on säilyttävä, olipa se varastoitu siiloon, aumaan, tuubiin tai paaleina. Luku 11 ”Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu” antaa yleiskatsauksen säilörehun laatuvaatimuksista.

Korjuukoneiden on oltava edullisia ja kohtuullisen helppoja hoitaa ja käyttää. Ennen säilörehun korjuun alkua koneiden tulee olla käyttövalmiita, hyvässä kunnossa ja säädettyjä. Koneiden oikeilla säädöillä ja mahdollisilla toimintahäiriöillä on suora vaikutus säilörehun laatuun, mikä edellyttää hyvää ammattitaitoa korjuusta vastaavalta henkilöstöltä. Korjuukauden aikana on tärkeää varmistaa riittävät valmiudet korjaus- ja huoltotoimenpiteisiin sekä varaosien nopea saatavuus.

Rehun korjuuteknologia vaikuttaa kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin. Raaka-aineen tuottamiseen käytetyt resurssit menevät hukkaan jos niiden täyttä potentiaalia ei hyödynnetä nurmen korjuun ja säilörehuntuotannon aikana tehtyjen huonojen valintojen takia. Kustannukset (taloudelliset, resurssien käyttö, ympäristövaikutukset) kasvavat jokaisessa nurmen tuotannon ja säilörehuntekoprosessin vaiheessa. Jokaiseen vaiheeseen tulee siis suhtautua yhä lisääntyvällä vastuulla tehokkuuden parantamiseksi ja hävikkien minimoimiseksi. Rehun korjuuteknologian valinnassa on pyrittävä mahdollisimman pieniin tuotantokustannuksiin per tonni hyvää säilörehua.

Rehun korjuuprosessin pitää noudattaa ympäristöllisiä ja sosiaalisia kriteerejä. Näistä löydät lisätietoa tämän luvun lopusta “Korjuuteknologioiden ympäristövaikutukset” ja “Sosiaaliset näkökohdat säilörehunkorjuussa” otsikoiden alta.

Rehun korjuukoneissa on otettava huomioon säilörehun raaka-aineen niittoon ja kuljetukseen kohdistuvat kansallisen lainsäädännön vaatimukset tai rajoitukset. Lainsäädäntö määrittää rajat maatalous- ja kuljetuskaluston enimmäismitoille, painolle sekä akselikuormalle.

## 9.3. Yleiskatsaus nurmen korjuuteknologioista

Jos säilörehu varastoidaan siilossa, aumassa tai tuubissa (kts. lisää rehun eri varastointitavoista luvusta 10), prosessin vaiheet ovat seuraavat:

1. nurmen niittäminen
2. rehun esikuivattaminen
3. rehun karhottaminen
4. karhojen kerääminen
5. rehun kuljettaminen pellolta säilörehuvarastoon

Pyöröpaaleihin varastoitavan rehun korjuuketjun muodostavat seuraavat toiminnot:

1. nurmen niittäminen
2. rehun esikuivattaminen
3. rehun karhottaminen
4. rehun kerääminen karhoilta paaleihin
5. säilörehupaalien kääriminen muovikalvolla
6. säilörehupaalien kokoaminen pellolta
7. säilörehupaalien nostaminen kuljetusajoneuvoon ja siirtäminen varastointipaikalle
8. säilörehupaalien kuljettaminen syöttöön.

## 9.4. Korjuuhenkilöstöä koskevat vaatimukset

Korjuuseen osallistuvien henkilöiden pätevyysvaatimukset riippuvat työntekijän vastuulla olevasta työtehtävästä ja käytettävästä laitteesta. Työntekijöiden on tärkeä sisäistää miten säilörehun laatukriteerit täyttyvät.

Korjuuprosessissa työntekijöillä on eri rooleja: työnjohto, niittokoneen, pöyhimen, karhottimen, kuormausvaunun, pyöröpaalaimen, paalinkäärijän, kuormaajan ja siirtokaluston kuljettajat. Pienellä tilalla yksi henkilö voi toimia monessa roolissa ja suurella tilalla yhtä tehtävää voi hoitaa monta eri ihmistä. Jokainen rooli vaatii erityistä tietoa ja taitoja tavoitteiden täyttymiseksi.

Rehun kuljetukseen pellolta varastoon vaikuttavat:

- Nurmipellon ala, pinnanmuodot, ympäristö, maaperä ja muut ominaisuudet.
- Pellon ja varaston välinen etäisyys; yhdysteiden kunto.
- Arvio korjattavan materiaalin määrästä ja laadusta (katso luku 3 ”Tarvittavan säilörehumäärän laskeminen”).
- Varastointiteknologia ja toimenpiteet nurmen siirtämiseksi pellolta varastoon.
- Säilöttävän rehun laatuvaatimukset (katso luku 11 ”Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu”).
- Korjuuprosessiin osallistuvilta laitteilta vaaditut ominaisuudet ja laitteiden saatavuus.
- Eri vaiheissa tarvittavien tarvikkeiden (muovikalvot, säilöntäaineet jne.) tarve ja niiden hankkiminen.
- Laitteiden käyttäjien pätevyys.
- Mahdolliset riskit (liittyen säähän, työntekijöihin, laitteisiin, kulutustarvikkeisiin jne.) ja keinot niiden hallintaan sujuvan nurmen korjuuprosessin varmistamiseksi.
- Korjuuseen, laitteisiin ja työntekijöihin liittyvä lainsäädäntö.
- Säilörehuksi korjattavaan nurmeen liittyvät taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset näkökulmat.

Huomioitavia asioita nurmen korjuuvaiheessa korjuusuunnitelman lisäksi:

- Työntekijät ovat hyvin ohjeistettuja, jotta heillä on selkeä käsitys vastuualueestaan ja työn vaatimuksista.
- Korjuuseen osallistuvat työntekijät eivät

ole ylikuormitettuja.
» Kansallisia työaikalainsäädäntöjä ei rikota.
» Työturvallisuudesta huolehditaan.
» Työntekijät valvovat korjuulaitteiden kuntoa ja huoltavat niitä oikein.

Nurmen korjuuprosessin sujuvuus ja kustannukset riippuvat koneiden kunnosta ja työntekijöiden taidoista. Työnjohtaja vastaa siitä, että:
» Maatilan koneet tarjoavat vaaditun työtehon ja laadun jokaisessa nurmenkorjuun toimenpiteessä.
» Maatilan koneet ovat voimassa olevan lainsäädännön mukaisia (asiaankuuluva liikennelainsäädäntö).
» Työntekijät ovat hyvin ohjeistettuja ja koulutettuja käyttämään, säätämään ja huoltamaan laitteita.
» Maatilan koneille on olemassa riittävä tekninen tuki huollon, korjausten ja varaosien muodossa.
» Maatilan koneille on saatavilla helposti riittävästi tarvikkeita (polttoaineet, voiteluaineet jne.).
» Koneet täyttävät ympäristövaatimukset.

Korjuukoneiden käyttäjien on oltava tietoisia vastuualueeseensa kuuluvien toimien laatuvaatimuksista ja heillä on oltava mahdollisuudet niiden täyttämiseen.

On erittäin tärkeää välttää maa-aineksen ja epäpuhtauksien joutuminen säilöttävän rehun joukkoon. Tämän varmistamiseksi:
» Niitä riittävän korkealta (vähintään 8 cm, kumpuilevalla/epätasaisella maalla vähintään 10 cm), katso myös kohta “Niittäminen”.
» Pöyhittäessä säädä piikit tarttumaan rehuun korkeammalta maanpinnan yläpuolelta, katso myös kohta “Karkearehun esikuivattaminen”.
» Karhottaessa piikkien ei tulisi laahata jatkuvasti maata pitkin.
» Karhoja ei tulisi tehdä pellon pientareille tai kivien päälle.
» Suorien karhojen korjaaminen on aina tehokkaampaa kuin pellon muotoja myötäilevien.
» On parempi jättää hieman ruohoa karhon pohjalle, jotta noukinvaunun piikkeihin ei tartu maata.
» Minimoi ajo sekä kasvavan nurmen että niitetyn rehun päältä.

*Jos karhottimen piikit ovat liian lähellä maata, karhotuksen aikana syntyvä maapöly likaa rehun. Kuvaaja Andres Olt.*

Koneen käyttäjän on varmistettava, että laitteet on koottu, huollettu ja säädetty oikein. Työnopeus tulee valita parhaan työn laadun, turvallisuusvaatimusten, laitteiden työkyvyn ja maksimaalisen suorituskyvyn saavuttamiseksi.

Pyöröpaalaimen käyttäjän tulee huolehtia pyöröpaalien laatuvaatimusten täyttymisestä. Tavoitteena on tuottaa tiiviitä, hyvin muotoiltuja paaleja. Pyri paalaamaan nurmikasvustoa koko paalaimen leveydeltä. Hyvin muotoillut paalit on helpompi kääriä kunnolla ja käsitellä vaurioita aiheuttamatta (Beatty, C. 2018).

## 9.5. Nurmipellon valmistaminen korjuuta varten

Laadukkaan ja kustannustehokkaan nurmirehun edellytyksenä on, että pellon pinta on tasainen ilman ajouria tai ylimääräisiä kuoppia, kiviä, myyränkoloja, kantoja tai muita esteitä. Suuremmat ja pysyvät esteet sekä heikosti erottuvat kuopat tai kosteat paikat tulisi merkitä näkyvästi. Irtoaines kuten kuloheinä ja puunlehdet tulisi poistaa nurmelta. Salaojitus ja ojat tulisi pitää hyvässä kunnossa. Katso lisää luvusta 6 ”Nurmien hoitaminen ja biologinen typensidonta.

Edellä mainituilla varotoimilla vähennetään:

» Koneiden rikkoutumisten määrää sekä niiden korjaamiseen tarvittavaa aikaa ja rahaa.
» Koneiden osien kulumista sekä niiden huoltoon käytettyä aikaa ja rahaa.
» Korjaamatta jäävän nurmen osuutta.
» Maa-aineksen joutumista säilörehuun, mikä näkyy korkeana tuhkapitoisuutena.
» Vaurioituneen nurmen pintaa ja siten alhaisen tuottavuuden nurmia.

Pellon reunojen esiniitto:
Reunat niitetään erillisenä toimenpiteenä ennen korjuuta - laitumien, metsäsaarekkeiden, teiden, suurten esteiden ja ojien ympärykset. Tämä varmistaa korjuutoimien etenemisen sujuvammin ja vähemmillä keskeytyksillä. (eAGFF).

Varotoimenpiteitä on tehtävä nurmen seassa piileskelevien eläinten ja lintujen pelottelemiseksi pois korjuukoneiden työskentelyalueen ulottuvilta. Kun nurmi niitetään, muuttuvat siellä asuvien eläinten elinolosuhteet merkittävästi: yhtäkkiä ei ole ravintoa eikä suojapaikkoja petoeläimiltä. Lisäksi eläimet voivat loukkaantua tai kuolla korjuun aikana (eAGFF).

Metsäkauris on puoliksi avoimen maiseman ja metsän reunan asukas. Naaras synnyttää yleensä kaksi vasaa touko-kesäkuussa. Ensimmäiset 2-4 viikkoa poikimisen jälkeen vasa makaa korkean ruohon seassa ja pysyy siellä liikkumattomana, koska se ei vielä pysty juoksemaan. Naaras palaa säännöllisesti vasojensa luo imettämään niitä. Nurmen korjuu osuu usein tähän aikaan. Vasat voivat joutua niittokoneiden uhreiksi niiton aikana. Myös nuoret jänikset, maassa pesivät linnut ja jopa ketut ovat vaarassa joutua niittokoneen saaliiksi (eAGFF).

Toimenpiteitä eläinvahinkojen minimoimiseksi (eAGFF):

» Nurmen esiniitto edellisenä iltana: tämä varoittaa naarasta viemään vasan pois pellolta.
» Niittokoneeseen kiinnitetyt vasan pelastajat/ketjut. Ne haraavat seuraavaksi niitettävän kaistan läpi saaden vasat pakenemaan.
» Niiton eteneminen lohkon sisältä ulospäin tai yhdeltä puolelta toiselle, metsää kohden, poispäin tieltä. Tämä mahdollistaa eläinten pakenemisen pitämällä pakoreitit avoimina.
» Niittokorkeus vähintään 8 cm, mieluiten 10-12 cm. Tämä suojaa maassa pesiviä lintuja ja jäniksen pesiä.
» Eläinten pelottelu edellisenä iltana käyttämällä kangasta, säkkejä, foliota, rakennustyömaan varoitusvaloja, ilmapalloja jne. (yhteistyössä paikallisten metsästäjien kanssa).

Vaikka suuret villieläimet on helppo tunnistaa, pienet eliöt kuten liskot, sammakot, hämähäkit ja hyönteiset jäävät helposti huomaamatta. Nämä eläimet ovat suureksi hyödyksi viljelijälle, koska ne pölyttävät kasveja, syövät tuholaisia, hajottavat kuollutta kasvimateriaalia ja edistävät biodiversiteettiä. Siksi kannattaa huolehtia myös näistä eläimistä. Huomioi seuraavat seikat (eAGFF):

» Niitä aikaisin aamulla tai myöhemmin illalla. Monet pienet eliöt ovat aktiivisimpia päivän lämpimimpänä aikana.
» Jos mahdollista, jätä niittämättömiä kaistoja turvapaikoiksi. Intensiivisesti viljellyillä nurmipelloilla voi pyrkiä siihen, ettei kaikkia alueita niitetä samanaikaisesti.
» Mitä tehokkaampi niittokalusto, sitä enemmän pienet eliöt häiriintyvät. Älä siis käytä turhaan liian järeää niittokalustoa. Niittopalkkikoneiden käyttö on lempein menetelmä. Pyörivät niittokoneet luovat imuvaikutuksen korkean terän pyörimisnopeuden vuoksi. Menetykset ovat merkittävästi suurempia verrattuna niittopalkkikoneisiin. Murskain vähentää edelleen eliöiden selviytymismahdollisuuksia.
» Aloita niittäminen lohkon sisäosista ulko-osia kohti edeten. Näin pellon eläimistöllä on paremmat mahdollisuudet paeta.

## 9.6. Nurmen niittäminen

Nurmen niittämisen tarkoituksena on erottaa jokainen nurmipellolla kasvava kasvi kahteen osaan:

1. Sato-osa, joka niitetään, viedään pellolta pois rehun muodossa ja käytetään säilörehun tuottamiseen.
2. Lisääntymisosa, joka jää kasvamaan pellolle tuottamaan uutta satoa.

Niittäessä on huomioitava molempien osien vaatimukset. Jos seuraava sato on tarkoitus korjata nurmelta samana tai seuraavana vuonna, rehukasvien lisääntymisosan on säilytettävä hyvä sadontuottokyky (katso luku 6 ”Nurmien hoitaminen ja biologinen typensidonta”). Niittokone tulisi säätää leikkaamaan vaaditulta korkeudelta maanpinnan yläpuolelta koko työleveyden matkalta ja myötäilemään maanpinnan muotoja mahdollisimman tarkasti.

Jotta nurmikasvin hyvä sadontuottokyky palautuu nopeasti, on tärkeää varmistaa seuraavat niiton jälkeiset olosuhteet:

» Riittävän pitkäksi jäänyt sänki, jotta ravinteiden määrä kasveissa on riittävän suuri uusien lehtien muodostamiseen seuraavaa niittoa varten (Bender 2006, 1, 292).
» Leikkauspinta-alan jääminen mahdollisimman pieneksi kasvissa, mikä minimoi veden ja ravinteiden haihtumisen sekä taudinaiheuttajien pääsyn kasviin.
» Kasvien juuret vahingoittuvat mahdollisimman vähän.

Mahdollisimman pieni leikkauspinta-ala kasvissa saavutetaan käyttämällä teräviä niittoteriä ja riittävää terän toimintanopeutta. Niittoterien hyvä kunto auttaa myös varmistamaan tasaisen niittojäljen ja vähentää polttoainekulutusta. Tämän takia terät tulisi tarkistaa säännöllisesti ja tarvittaessa teroittaa tai vaihtaa uusiin.

Tylsät niittoterät vähentävät ravinnerikkaiden lehtien määrää rehussa erityisesti palkokasvien korjuun yhteydessä (Kass et.al., 2021). Tylsien terien käyttö lisää myös riskiä, että kasvit irtoavat maasta maa-aineksen ja juurien kanssa. Tämä lisää tuhkapitoisuutta ja rehuarvoltaan huonojen kasvinosien määrää säilörehussa. Lisäksi nurmen jälkikasvukyky heikkenee.

Nurmen sato-osan eli säilörehuksi tarkoitetun rehun laatuvaatimukset on kuvattu luvussa 11. ”Fermentaatio, kuinka varmistaa hyvä laatu”.

### Niittäminen

Nurmen niiton vaatimukset (Olt, 2015):

1. Niittäminen oikeaan aikaan (nurmisäilörehun osalta katso luku 11 ”Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu”).
2. Mahdollisimman lyhyt niittojakson pituus (enintään 5 päivää); ettei kasvusto vanhene korjuun aikana liikaa. Jotkut viljelijät

suosivat niittämisen aloittamista hieman aikaisemmin kasvuston vanhenemisen estämiseksi.
3. Niittäminen vaaditulta korkeudelta. Korkeus valitaan pellon pinnan laadun, kasvien kunnon ja säilörehuksi tarkoitetun rehun vaatimusten perusteella.
4. Puhdas niittojälki. Ei kasvien repimistä ja juurien irrottamista maaperästä. Mahdollisimman pieneksi jäävä leikkauspinta-ala.

## Niittoaika

Nurmen korjuun aloituspäivä riippuu sekä rehukasvin kehitysvaiheesta että säästä. Kun nurmen kasvu etenee, sadon määrä kasvaa, mutta sen ravintoarvo heikkenee. Tämä johtuu kasvien korsiintumisesta, jolloin kuidun määrä kasvaa ja sen sulavuus huononee. Korjuuaika on siis kompromissi sadon määrän ja laadun suhteen. Ajankohta riippuu ruokittavan karjan tyypin ja tuotostavoitteiden mukaan. Useimmat kasvit on parasta niittää noin viikko ennen tähkälle tuloa (Germinal. 2025). Suomessa on todettu lämpösummaan perustuvan ennusteen toimivan hyvin ensimmäisen sadon sopivan korjuuajan arvioinnissa.

Nurmisäilörehun ravitsemuksellinen arvo määräytyy pääasiassa sulavuuden (D-arvo) perusteella, Sulavuus laskee korrenkasvun ja tähkälle tulon aikaan jopa 5 g/kg ka päivässä. Vältä laadun uhraamista määrän vuoksi sadonkorjuuta viivyttämällä. Niittoajankohta on kriittinen tekijä myös toisen ja kolmannen sadon laadun kannalta. Laadun maksimoimiseksi seuraavat sadot niitetään mahdollisimman pian, jopa 30–35 päivän välein. Nurmisäilörehu voi olla vain niin hyvää kuin se kasvusto, josta se on tehty (Udall, E. 2023).

Nurmen sokeripitoisuuden tulisi olla yli 3 % ennen niiton aloittamista (katso luku 11 ”Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu”).

Sopivin aika niittää on keskipäivällä, kun aurinko on korkeimmillaan. Tällöin kasvien vesiliukoisten hiilihydraattien eli sokerien pitoisuus on suurin ja vesipitoisuus pienin (Kass et.al., 2021). Niitto on parempi tehdä vasta aamukasteen haihtumisen jälkeen, koska kaste haihtuu nopeammin niittämättömistä kasveista. Niittoa sateessa on vältettävä, koska kosteuden poistuminen niitetystä kasvustosta on hidasta, mikä johtaa suurempiin ravinnetappioihin.

Suotuisissa sääolosuhteissa tulisi suosia hajaniittoa, koska se nopeuttaa kuivumista ja yksi pöyhintäkerta voidaan jättää välistä. Jos tämä ei ole niittokoneen puolesta mahdollista, kone tulisi säätää niittämään mahdollisimman leveä karho.

## Niittokorkeus

Niittokorkeus määrittää nurmen tuoresadon määrän hehtaaria kohti, mutta se vaikuttaa myös säilörehun laatuun. Mitä matalampi niittokorkeus, sitä suurempi sato, mutta sitä suurempi on myös kuitupitoisen ja vähemmän sulavan korren osuus rehussa. Säilörehunurmen niittokorkeus vaihtelee 5-10 cm välillä. Niittokorkeus riippuu pellon tasaisuudesta ja kasvuston laadusta. Jos nurmipellon pinta on epätasainen, niittokorkeutta tulisi nostaa, jotta vältetään maa-aineksen joutumista säilörehuun. Jos kasvien alimmat lehdet ovat kuolleita tai pilaantuneita, niittokorkeutta tulisi nostaa virhekäymisen välttämiseksi. Käymislaadun takia suositellaankin usein vähintään 7-8 cm niittokorkeutta. Tällä tavoin niitetty nurmi ei joudu suoraan kontaktiin maan kanssa, vaan on nurmen sängen tukemana. Tämä myös nopeuttaa kuivumista. Sopivan niittokorkeuden valintaperusteena on myös viljeltävät nurmilajit. Esimerkiksi sinimailasen niittoa liian matalalta tulisi välttää, koska alempien versojen ja lehtisilmujen niittämisen takia sinimailanen ei ehdi toipua seuraavaa niittoa varten tai ei selviä talvesta kolmannen niiton jälkeen.

Vinkki: Käännä karho osittain ympäri niiton jälkeen. Jos yksittäiset korret ovat ruskeita leikkauspinnan kohdalta, niittokorkeutta tulisi nostaa. (Bonsilage. 2025.)

*Niitettyyn rehuun on sekoittunut maata. Kuvaaja Andres Olt*

## Niittolaitteen työnopeus

Jos yhden terän niittolaajuuden maksimi on 50 mm ja niittolautasen pyörimisnopeus on 3000 krt/min (yleinen useimmilla valmistajilla), niiton etenemisnopeus voi olla maksimissaan 18 km/h. Nopeuden ylittäessä 18 km/h osa nurmesta ei leikkaudu puhtaasti, vaan se repiytyy irti. Jos leikkuu ei ole puhdas, rehun hygieeninen laatu vaarantuu. Tämän takia 18 km/h on ehdoton maksiminopeus. Kun otetaan huomioon, että traktoriin kiinnitetty niittokone voi hieman heilua ja kääntyillä, 15-16 km/h on todennäköisesti ”turvallisempi” maksimi (Nash, J.).

Vaikka niittokoneilla on suuri nimellisnopeus, epäsuotuisat pelto-olosuhteet voivat pakottaa ajamaan hitaammin. Esimerkiksi pellon epätasaisuus, maassa olevat esteet sekä maaperän kosteus pakottavat hitaampaan ajoon. Esteet, kuten kivet voivat myös aiheuttaa merkittäviä vahinkoja niittokoneille.

Märissä oloissa ajaminen voi vahingoittaa myös peltoa. Renkaat voivat jättää syvät ajourat ja koneet voivat jäädä kiinni. Vauhdin hidastaminen auttaa jonkun verran märissä olosuhteissa. Lisäksi tiheä nurmikasvusto saattaa vaatia niittonopeuden hidastamista. Myös traktorin teho voi tulla rajoittavaksi tekijäksi tiheää kasvustoa niitettäessä. Haastavien tekijöiden tunnistaminen ja nopeuden säätäminen niiden mukaan auttaa määrittämään sopivan niittoaikataulun (Friedrichsen, A, 2025).

## Niittoteho

Niittoteho eli tunnissa niitettävä nurmiala (ha/h) on laskettava esikuivausajan perusteella. Käytännössä tämä määräytyy silppurin työtehon mukaan. Jos suunniteltu esikuivatusajan pituus on 24 tuntia ja silppurin työteho on 10 ha/h, niitto tulisi tehdä 10 - 24 tuntia etukäteen. Jos silppurin teho on vain 8 ha/h, korjuun aikana osa rehusta on liian kuivaa, osa liian märkää ja osa juuri sopivaa. Rehukäytön kannalta on pyrittävä tasaiseen kuiva-ainepitoisuuteen (Nash, J.).

Työkoneen potentiaalisen niittotehon (ha/h) laskemiseen ei riitä vain nimellisnopeuden (työleveys kerrottuna etenemisnopeudella) huomioiminen. Todellisen tehon laskemisessa on otettava huomioon seuraavat aikatappiot:

- Pellon avaaminen
- Kääntyminen päisteissä
- Pellon viimeistely
- Koneen siirtäminen kuljetustilaan ja takaisin
- Matka-aika työtehtävien välillä
- Huoltoihin, korjauksiin, epäsuotuisaan säähän ja kuljettajan taukoihin kuluva aika

Laskettaessa nurmen niiton työajan käyttötehokkuutta käytetään kertoimena 0,76-0,88 riippuen pellon pituudesta (200-2000 m) (Fortuna, 1985). Jos 500 m pitkällä pellolla nimellisteho ilman aikatappioita on 10 ha/h, aikatappioiden kanssa käytetään kerrointa 0,82. Tällöin niittotehoksi saadaan 10 ha/h × 0,82 = 8,2 ha/h.

## Niittokoneet

Niittokoneet jaetaan toimintaominaisuuksien mukaan yksinkertaisiin ja monitoimisiin (Bender, A. 2006, 2., 571). Molempia on sekä nostolaitesovitteisina että hinattavina versioina, ja ne voivat olla kiinnitettynä traktorin eteen, sivulle tai taakse. Yksinkertaisia niittokoneita voidaan käyttää vain niittämiseen, mutta monitoimikoneilla on mahdollista myös murskata ja karhottaa niitetty nurmi. Lisäksi on saatavilla ajettavia niittokoneita, joihin ei tarvita traktoria.

Niittokoneet voidaan jakaa myös käytössä olevan leikkuuterän mukaan. Näitä ovat sormiterä, lautanen tai lieriö/rumpu (Machinefinder). Sormiteräniittokoneissa edestakaisin liikkuva terälaite leikkaa nurmen ja leikkuukela kaataa nurmen terien yli. Lautasniittokoneet käyttävät koko leikkuuleveyden pituudella olevia napoja. Jokaisessa navassa on pieni pyörivä terän sisältävä lautanen. Lieriöniittokoneissa on kaksi tai kolme suurta lieriötä, jotka kulkevat maan päällä pyöriessään (Machinefinder).

Koska niittonopeutta ei voi lisätä kovin paljon, niittokoneiden työleveyden lisäämisellä voidaan tehostaa työsaavutusta. Suurilla aloilla käytetään jopa 9 m leveitä niittokoneita, joissa on kaksi niittolaitetta molemmilla sivuilla ja yksi edessä. Pienin leveys niittokoneissa on 1,2 m, mutta yleisimmät leveydet ovat 1,4, 2,1, 2,8, 3,2, 3,6, 4,0 ja 4,8 m (Bender, A. 2006, 2., 574).

Eri niittokonetyyppien edut ja haitat:
Sormiteräniittokoneet ovat vanhanaikaista tekniikkaa, mutta käyttökelpoisia pienellä tilalla (kuva 9.3 A). Ne ovat ensimmäisiä mekaanisia heinän niittokoneita ja niitä vedettiin alun perin hevosilla. Sormiteräniittokoneen kolmionmuotoiset terät liikkuvat edestakaisin paikallaan olevien suojasormien välissä. Jokainen edestakainen liike leikkaa pois kaiken sormien väliin tulevan kasvuston. Tämän muotoilun myötä niitä on huollettava usein. Nurmi leikkaantuu suhteellisen vähäisellä liikkeellä, jolloin niiton yhteydessä muodostuu vähemmän pölyä ja riski kivien lentämiselle vähenee. Niitetty nurmi muodostaa pellolle pidemmän kuivatusajan vaativan karhon, eli se ei sovellu kovin hyvin esikuivatun rehun tekoon.

Sormiteräniittokoneen edut (Styron, 2023):

- Vaatii traktorilta vähän hevosvoimia - Jos traktorilla on erittäin alhainen teho, 10 kW tai vähemmän, tämä on todennäköisesti ainoa vaihtoehto valittavaksi.
- Kevyempi painoltaan - Jos traktori on erittäin kevyt tai takapainoinen, sormiterä on painoltaan kevyimpänä paras vaihtoehto. Kevyempi paino tekee kääntymisestä helpompaa ja mahdollistaa pääsyn vaikeille alueille.
- Kulmikas niitto - Jos niitto tehdään ojan penkereen tai vesistön reunaa pitkin, sormiterät ovat ainoa toimiva niittokonemalli. Sormiteräniittokoneen muotoilu mahdollistaa niittämisen eri kulmissa, pienillä ja ahtailla alueilla sekä penkereillä.
- Tuottaa puhtaamman niiton. Lautas- ja lieriöniittokoneet nostavat helposti maa-ainesta nurmen joukkoon.

Sormiteräniittokoneen heikkoudet pyöriviä teriä käyttäviin lautas- tai lieriöniittokoneeseen verrattuna ovat (Olt, 2015; Goodwin, M. 2023):

- Suuri energian kulutus
- Hidas etenemisnopeus –Sormiteräniittokone voi niittää leveän kaistan, mutta sen nopeus on vain noin puolet muiden tyyppien nopeudesta.
- Heikompi rakenne– Sormiteräniittokoneessa on monia maanpinnan tasoa lähellä sijaitsevia pieniä ja kevyitä liikkuvia osia. Esteeseen osuminen sormiterällä aiheuttaa koneeseen muita leikkurityyppejä todennäköisemmin vakavaa vahinkoa. Kasvuston ollessa tiheää sormiteräniitto-

kone voi kulua nopeammin tai vahingoittua riittämättömän leikkuukapasiteetin takia.

» Alttius tukkeutumiselle –Sormiteräniittokone tukkeutuu helposti erittäin tiheää, kosteaa ja lakoontunutta kasvustoa niitettäessä, tai jos joukossa on jo niitettyä nurmea. Tylsät terät lisäävät tukkeutumisriskiä.

» Hankala terien vaihto – Tylsien terien vaihtaminen vaatii yleensä erikoistyökaluja ja mekaanista osaamista sekä on aikaa vievää ja kallista.

» Korkeammat korjauskustannukset – Esteeseen, kuten kiveen osumisesta aiheutunutta vaurioita voi olla kallista korjata. Niittokoneen monien pienten osien on toimittava täydellisessä yhteistyössä, minkä takia yhden osan vaurioitumisesta voi seurata kallis suurempi vaurio.

A

B

C

**Kuva 9.1.**

*A. Sormiteräniittokone (Goodwin, M. 2017a)*
*B. Lautasniittokone kumitelamurskaimella (K. Tamm)*
*C. Lieriöniittokone (Goodwin, M. 2017b)*

Lautasniittokoneen edut (Kuva 9.1B) sormiteräniittokoneeseen verrattuna (Goodwin, M. 2017):

Lautasniittokoneen joustavasti kiinnitetyt niittoterät taipuvat taaksepäin esteisiin osuessaan

» Teriä voidaan käyttää molemmilla puolilla
» Niittoterät on helpompi vaihtaa ja huoltaa
» Niittokone ei tukkeudu
» Suurempi ajonopeus niitettäessä
» Siirtymisen helppous. Hydraulinen nostolaite mahdollistaa siirtymisen työskentelyasennosta kuljetusasentoon ja takaisin traktorista käsin. Tämä säästää aikaa, jos niitetään useita pieniä peltoja.

Lautasniittokoneen huonot puolet (Goodwin, M. 2017):

» Paino. Ongelmana on kevytpainoinen traktori, jossa on hevosvoimia ja hydrauliikkajärjestelmä. Tämä voi olla turvallisuusriski, koska niittopalkki on paljon painavampi verrattuna sormiteräniittokoneeseen. Kun niittokone on pystysuorassa kuljetusasennossa, voi koko traktori kaatua odottamatta.
» Korjauskustannukset. Vaurioitunut lautasniittokone voi olla erittäin kallis korjattava. Rikkoontumisriski kasvaa, kun niitetään usein paikoissa, joissa on mahdollisuus osua kiinteään esteeseen, kuten kiveen tai aitatolppaan.

Lieriöniittokonetta (Kuva 9.1C) käytetään tyypillisesti heinän niittämiseen. Vakiomallisessa lieriöniittokoneessa on kaksi vastakkaiseen suuntaan pyörivää lieriötä, joiden voimanlähteenä toimii yläpuolella oleva vaihdelaatikko. Jokainen lieriö on halkaisijaltaan 25-35 cm ja pituudeltaan 38-60 cm kokoinen sylinteri, jonka pohjaan on kiinnitettynä suuri lautanen. Jokaiseen näistä lautasista on kiinnitettynä 3 tai 4 vapaasti heiluvaa terälappua. Toiminnassa ollessaan koko lieriö-lautas-terälappuyhdistelmä pyörii. Tämä raskas pyörivä massa luo suuren voiman, mikä auttaa niittokonetta kulkemaan pellolla tiheiden kohtien läpi.

Alempi lieriöyksikkö on jatkuvassa kosketuksessa maan kanssa ja siten ylläpitää tasaisen niittokorkeuden terille. Lieriön niittoyksikkö on kiinnitettynä ylhäältä keskinapaan, mikä mahdollistaa kahden lieriön kulkevan maanpinnan muotoja seuraten. Näin saadaan pidettyä niittokorkeus tasaisena myös epätasaisella maaperällä.

Lieriöniittokoneen liikkuessa pellolla toisiaan kohti pyörivät lieriöt kuljettavat niitetyt kasvit lävitseen ja pudottavat ne karheeksi niittokoneen taakse. Karhe on lopulta levitettävä pöyhimellä tai karhottimella, jotta heinä kuivuu kunnolla (Siromer).

Lieriöniittokoneen edut ovat (Siromer):

» Kestävyys. Lieriöniittokoneet ovat kestävimpiä heinän niittokoneista. Ne harvoin vaurioituvat edes osuessaan liikkumattomaan esteeseen. Tämä tekee niistä erinomaisen valinnan urakointina tehtävään niittoon tuntemattomilla pelloilla tai luonnonlaidunten niittoon.
» Suuret ajonopeudet. Lieriöniittokonetta voidaan käyttää suuremmilla nopeuksilla kuin lautasniittokonetta ja kaksinkertaisella nopeudella sormiteräniittokoneeseen verrattuna.
» Alhainen voimankäyttö. Tämä ominaisuus on erityisen tärkeä traktoreilla, joiden teho on vaatimaton.
» Ei koskaan tukkeudu – Kaksi suurta vastakkaiseen suuntaan pyörivää lieriötä saavat aikaan suuren vastavoiman kulkea tukkeutumatta tiheimpienkin heinäkasvustojen läpi.
» Helpompi terien huolto –Lieriöniittokoneessa on yhtä lieriötä kohden vain neljä edullista ja käännettävää terää, jotka voidaan helposti teroittaa tai vaihtaa.

Lieriöniittokoneen heikkoudet (Siromer):

» Niitto epätasaisilla pinnanmuodoilla. Koska lieriöt ovat erittäin raskaita, niittokonetta ei suositella riiputettavan alaspäin viettävällä rinteellä. Lieriöniittokoneet eivät

myöskään sormiteräniittokoneen tapaan käänny tarpeeksi tehokkaasti pystyäkseen kulkemaan kovin jyrkkien pinnanmuotojen mukaisesti.
» Paino. Lieriöniittokoneen raskas paino voi olla haitallinen kevyelle traktorille. Lieriöniittokoneet ovat erittäin raskaita suhteessa muihin saman levyisiin niittokonemalleihin. Tämä voi vaikeuttaa ohjattavuutta ja kuljettamista, jos painoa ei ole tarpeeksi pitämässä traktorin etupyöriä alhaalla.
» Karhottuminen. Lieriöniittokoneet karhottavat niitetyt kasvit. Karho ei kuivu ilman levittämistä.

## 9.7. Karkearehun esikuivattaminen

Niitetyn nurmen kuiva-ainepitoisuus vaihtelee välillä 150-250 g/kg riippuen kasvilajista, lajikkeesta, kehitysvaiheesta ja säästä sadonkorjuun aikana. Koska vesi lisää varastotilan tarvetta eikä sisällä ravintoaineita eläintä varten, ei sitä ole tarkoituksenmukaista jättää säilörehuun. Sopivissa sääolosuhteissa kosteuspitoisuutta voidaan vähentää esikuivauksella.

Esikuivattaminen lisää nurmen kuiva-ainepitoisuutta, mikä parantaa rehun säilöttävyyttä (Kass et.al. 2001). Rehun esikuivatus alkaa niitolla, ja sitä voidaan nopeuttaa erilaisilla tekniikoilla. Mitä ohuempi on niiton jälkeen muodostuva karho, sitä tehokkaampaa on kosteuden poistuminen.

Nurmipalkokasvien esikuivattaminen on erityisen vaikeaa paksussa karhossa, koska palkokasvien suurempi lehtipinta-ala estää veden haihtumisen karhosta. Vaikka sääolosuhteet olisivat suotuisat esikuivattamiselle ja karhon päällimmäisen kerroksen lehdet ovat jo niin kuivia, että ne putoavat, karhon sisällä oleva vihreä kasvusto voi edelleen olla hyvin märkää. Tällainen tilanne edistää myös ei-toivottujen mikrobien lisääntymistä nurmessa.

Mitä nuorempina kasvit korjataan, sitä korkeampi on niiden vesipitoisuus ja vaikeampaa esikuivattaminen. Siksi hajaniitto on suositeltavaa. Hajaniiton etuna on yhden karhotuskerran pois jättäminen, mikä vähentää maan joutumista rehun sekaan. Jos niittokone ei salli hajaniittoa, tulisi muodostaa mahdollisimman leveä karho (Kass et.al. 2001).

Esikuivattaminen sopivan säilörehun kuiva-ainepitoisuuden saavuttamiseksi (300-350 g/kg aumassa ja 350-400 g/kg paalissa) tulisi ihannetilanteessa olla nopeaa ja lyhytkestoista (kestoltaan enintään 24-36 tuntia) (Germinal, 2025). Esikuivattaminen konsentroi sokeripitoisuutta, mikä parantaa säilöntätulosta ja estää säilörehun puristenesteen muodostumista (Kerins, 2021).

» Niittomurskaimen käyttö lisää esikuivatuksen nopeutta, vähentää sokeri-, valkuais- ja kuiva-ainetappioita nurmisäilörehussa, edistää nopeampaa käymistä ja vähentää puristenesteen määrää.
» Lehtihuokoset pysyvät auki vain kaksi tuntia niiton jälkeen. Kosteuden poistuminen on tällöin viisi kertaa suurempaa kuin huokosten sulkeutumisen jälkeen, joten rehu on hyvä levittää nopeasti niiton jälkeen.
» Levitä rehu koko pellon alueelle esikuivauksen nopeuttamiseksi.

Korkean apilapitoisuuden kasvustoja voidaan joutua esikuivattamaan jopa 48 tuntia. Huonolla säällä yritä niittää, levittää ja kerätä rehu saman päivän aikana (Udall, E. 2023).

### Niittomurskaimet

Niittomurskaimia on kolmea päätyyppiä: kumitela, terästela ja terässormiroottori. Telaniittomurskaimissa on kaksi vastakkaista telaa, joissa on kohotettu, toisiinsa lukittuva kuvio; nämä murskaavat rehun telojen välissä. Terässormiroottorimurskaimissa on teräksisiä V-piikkejä aseteltuna roottoriin. Nämä sormet lyövät rehun niittomurskaimen yläosaa vasten (Machinefinder).

Niittokoneen lisävarusteet edistävät kuivumista ja veden vapautumista kasveista. Murskaimia käytetään pääasiassa nurmipalkokasvien käsittelyssä. Murskaava niittokone ohjaa rehun telojen väliin rikkoen kasvien varsia ja lehtiä murskaamalla, taivuttamalla ja taittamalla.

Murskaimen tai levittimen käyttö tekee karhoista ilmavampia, mikä edistää kuivumista. Murskaavan niittokoneen suorituskyky voi olla alhaisempi ja energiankulutus suurempi, mutta kuivattamisen hyödyt kompensoivat tämän. Murskaimen käyttöä ei suositella, jos sää ei mahdollista rehun esikuivattamista. Murskausta ei kannata käyttää kasvien kehityksen varhaisessa vaiheessa tai tehdessä rehua tuoreesta kasvimateriaalista. Tällöin murskaaminen lisää ravinne- ja puristenestetappioita ja voi vaikuttaa negatiivisesti sekä käymislaatuun että rehun fyysiseen rakenteeseen.

*Pöyhintä (A) ja karhotus (B). Kuvaaja Andres Olt.*

Pöyhintä ja karhotus (Kass et.al., 2021)

Pöyhintä
Pöyhintä nopeuttaa veden haihtumista kasveista, ja sen avulla on mahdollista nopeuttaa rehun kuivumista sääolojen salliessa. Hyvän sään vallitessa yksi tai kaksi pöyhintäkertaa riittää sopivan kuiva-ainepitoisuuden saavuttamiseksi. Pöyhintä tarkoittaa kuitenkin lisää ajokertoja pellolla, mikä lisää myös riskiä maa-aineksen joutumisesta rehun sekaan. Mitä yhtenäisempi ja ohuempi niittokerros on saatu esikuivatusta varten aikaan, sitä pienempi on tarve pöyhinnälle. Kun niitettäessä rehu levittyy koko niittoleveydelle, ei aurinkoisella säällä välttämättä tarvita pöyhintää ollenkaan tai pöyhiminen vain kertaalleen voi riittää saavuttamaan halutun kuiva-ainepitoisuuden.

Karhotuksen ajankohta
- Karhotus kannattaa tehdä juuri ennen karhojen korjuuta parhaimman kuivumistuloksen saavuttamiseksi.
- Jos sää on hyvä, mutta rehun siirtämisessä siilolle on ongelmia, rehumassa voidaan karhottaa jo aiemmin liiallisen kuivumisen välttämiseksi.

Karhokoko
- Karhojen koko (leveys, korkeus) tulee sovittaa korjuukaluston korjuukapasiteettiin.
- Paalain tarvitsee pienemmän karhon kuin ajosilppuri tai noukinvaunu.
- Itsekulkevan ajosilppurin tehon täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää useiden pienempien karhojen yhdistämisen. Pöyhintä ja karhotus kannattaa tehdä aamukasteen haihduttua.

Milloin välttää pöyhintää?
Kaikkeen kasvien mekaaniseen käsittelyyn liittyy hävikkiriski. Pöyhintää ja karhotusta ei suositella silloin, kun kasvien lehdet ovat

jo päässeet liian kuiviksi ja vaarana on varisemisen myötä arvokkaiden ravintoaineiden menetys. Nurmipalkokasveilla tämä riski on erityisen suuri.

Epäedulliset sääolosuhteet ja toive nopeuttaa rehun kuivumista liiallisella pöyhinnällä lisää riskiä rehun likaantumiseen maa-aineksesta. Maa-ainesta saattaa joutua rehun joukkoon myös harvakasvustoisilla lohkoilla tai herkästi poutivilla mailla. Rehun maakontaminaatio voi johtaa voihappokäymiseen säilöntävaiheessa sekä rehuhävikin syntyyn.

Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla vähintään 250 g/kg, mutta mielellään 300 – 400 g/kg. Korjattavan raaka-aineen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla hieman (10 – 20 g/kg) valmiin säilörehun kuiva-ainetavoitetta korkeampi, koska käymisreaktioissa muodostuu jonkun verran vettä.

Mitä nopeammin niitetyn nurmirehun haluttu kuiva-ainepitoisuus saavutetaan, sen parempi. Hyvissä sääoloissa esikuivatus vie maksimissaan vuorokauden. Nopea ja tehokas esikuivaus tehostaa veden haihtumista kasveista, säästää sokereita, estää ei-toivottujen mikrobien lisääntymistä sekä edistää toivottua maitohappokäymistä rehussa.

Yli 48 h esikuivatusajan on todettu lisäävän virhekäymisriskiä. Mikrobit eivät odottele sopivan kuiva-ainepitoisuuden saavuttamista, vaan niiden toiminta alkaa heti niittohetkellä. Esikuivatusajan pidentyessä aerobiset mikrobit aloittavat käyttämään kasvin sokerivarastoja. Samalla ne lisääntyvät ja vesiliukoisten hiilihydraattien määrä vähenee. Epäsuotuisissa sääoloissa etenkin syysniittojen aikaan kannattaa luopua kuiva-ainetavoitteesta ja käyttää märän rehun säilönnässä happopohjaista säilöntäainetta.

## 9.8. Rehun silppuaminen

Niitetyn nurmen silppuamisella on suora vaikutus säilörehun fyysiseen rakenteeseen ja laatuun. Lyhyempää rehusilppua on helpompi tiivistää varastossa. Noukinvaunussa silputtu ruoho tarvitsee vähemmän tilaa tonnia kohden, jolloin kuljetustehokkuus on korkeampi ja erityisesti pitkillä matkoilla polttoainekulutus kuljetettua rehutonnia kohden on pienempi. Toisaalta itse silppuamiseen kuluu polttoainetta ja korjuuteho heikentyy. Kaikki argumentit ovat todennäköisesti yhtä päteviä, mutta ennen kaikkea silppuamisen on palveltava kahta päätarkoitusta: käymisprosessin tukemista ja kotieläinten ruoansulatusfysiologiaa (Kass et.al. 2021).

Mitä nopeammin ilma saadaan tiivistettyä pois rehusta, sitä nopeammin rehumassa muuttuu hapettomaksi ja maitohappobakteereille sopivaksi. Silppuaminen tukee säilörehun tiivistämistä ja maitohappokäymistä. Silpun pituus vaikuttaa myös eläinten ruoansulatusfysiologiaan. Liian lyhyt silppu vähentää märehtimistä ja syljen tuotantoa, mikä altistaa asidoosille eli hapanpötsille väkirehuannoksen ollessa liian suuri. Toisaalta liian pitkä silppu pidentää märehtimisaikaa ja hidastaa rehupartikkeleiden virtausnopeutta ruoansulatuskanavassa (Kass et.al. 2021).

Silppuaminen voidaan tehdä samanaikaisesti nurmen niiton tai korjuun (paalaaja, noukinvaunu, silppuri) kanssa. Silppurin kaikkien leikkuuterien on oltava ehjiä, paikoillaan ja teräviä, jotta saadaan tuotettua hyvää ja taloudellisesti optimaalista raaka-ainetta säilörehuksi. Silpun pituus on säädettävä sopivaksi säilöttävän materiaalin mukaan.

A

B

C

*Rehun kerääminen ja silppuaminen säilörehuksi A) kuormaamalla erilliseen vaunuun hinattavalla noukinsilppurilla (Kuvaaja Andres Olt), B) kuormaamalla keräävään noukinvaunuun (Kuvaaja Raivo Vettik) tai C) pyöröpaalaimella (paalain oikealla, paalinkäärijä vasemmalla) (Kuvaaja Andres Olt).*

Rehusilpun suosituspituus riippuu säilörehukasvista, sen kehitysvaiheesta sadonkorjuun aikana sekä kuiva-ainepitoisuudesta. Jos kasvi on hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa tai kasvimateriaali on rakenteeltaan pehmeää, säilörehu voidaan valmistaa silppuamattomasta nurmimassasta. Normaaliolosuhteissa korjattu nurmisato sekä kokoviljasäilörehut, maissi mukaan lukien, on silputtava ennen säilöntää (Kass et.al. 2021).

*Säilörehuksi tehtävän rehun kerääminen ja silppuaminen itsekulkevalla ajosilppurilla. Kuvaaja Raivo Vettik.*

Yleinen periaate on, että mitä kuivempaa materiaali on, sitä lyhyempää on silppu (Taulukko 1). Lyhyempi silppu helpottaa rehun tiivistämistä varastossa. Kuiva-ainepitoisuudesta riippuen hyvin lyhyt silppu voi menettää fyysisen rakenteensa (karkeutensa) tiivistämisen aikana. Jos kasvusto on hyvin nuorta ja kuiva-ainepitoisuus pieni, tulisi rehusilppu jättää pidemmäksi. Näin rehu ei muhennu liikaa ja puristenestetappiot vähenevät.

Esikuivatun ja vanhemmasta kasvimateriaalista tehdyn rehun silpun pituus voi olla lyhyempi. Tämä varmistaa suuremman tiheyden, paremman käymisen ja aerobisen stabiilisuuden siilon avaamisen jälkeen, jolloin säilörehu altistuu ilman hapelle. Kun säilörehu on kunnolla tiivistetty, ilma ei pääse tunkeutumaan syvemmälle siilon avatusta rintauksesta. Tämä vähentää säilörehun jälkilämpenemisen riskiä.

**Taulukko 1.** Silpun pituudet rehutyypin ja kuiva-ainepitoisuuden mukaan (Kass etal. 2021)

| Rehutyyppi | Kuiva-aine-pitoisuus, g/kg | Silpun pituus, mm |
|---|---|---|
| Hyvin märkä rehu | <200 | 50-80 |
| Esikuivaa-maton nurmi (yksisirkkai-set heinät ja palkokasvit) ja kokovilja | 200-250 | 25-30 |
| Esikuivattu nurmi ja ko-kovilja | >300 | 10-25 riippuen kasvuasteesta ja raakakuitupi-toisuudesta |
| Kokonainen maissikas-vusto | 300-350 | 9-30 |

Silpun pituuden säätäminen (Nash, J. 3)
Rehusilppurissa on vain kaksi silpun pituuteen vaikuttavaa tekijää: syöttökelan nopeus ja terien lukumäärä leikkuukelassa. Koneen etenemisnopeuden muuttamisella ei ole lainkaan vaikutusta silpun pituuteen. Silpun pituus lyhenee, kun kuljettaja vähentää kasvustoa leikkuupäähän syöttävän syöttökelan nopeutta. Tämä vähentää korjuukoneen "ruokahalua", mutta kiireessä kuljettajille tulee usein kiusaus lisätä syöttönopeutta suuremman alan korjaamiseksi lyhyemmässä ajassa. Tällöin ainoa vaihtoehto silpun lyhentämiseksi on asentaa enemmän teriä leikkuupään kelaan.

Jotkut laitevalmistajat käyttävät lähi-infrapunaspektroskopiaan (NIR) perustuvia analysaattoreita korjuukoneissa kasvustoanalyysin suorittamiseen. Järjestelmä voi mitata muun muassa sadon määrää sekä kuiva-ainepitoisuutta reaaliajassa ja tallentaa tiedot. Korjuukoneiden NIR-analysaattori voi säätää automaattisesti silpun pituutta.

## 9.9. Säilörehun säilöntäaineiden lisääminen rehuun

Yksi tapa vaikuttaa säilörehuprosessiin on käyttää säilörehun säilöntäaineita. Tämä vähentää laaturiskejä rehunteon, varastoinnin ja ruokinnan aikana. Säilörehun säilöntäaineet edistävät maitohappokäymistä ja/tai estävät varastoon kasvimateriaalin mukana tulleiden ei-toivottujen mikro-organismien toimintaa. Happopohjaiset säilöntäaineet laskevat suoraan rehun pH:ta.

Säilöntäainetta lisätään rehuun korjuun aikana pellolla. Tätä tarkoitusta varten noukinvaunuun, paalaimeen tai silppuriin asennetaan pumppu yhdessä suuttimien ja säiliön kanssa. Suuttimet on asennettava siten, että säilöntäaine leviää tasaisesti rehumassaan.

Ennen säilörehun korjuukauden alkua annostelusäiliö, letkujärjestelmä sekä suuttimet on pestävä huolellisesti ja tarvittaessa vaihdettava uusiin. Annostelutarkkuus on tarkistettava ja tarpeen mukaan säädettävä uudelleen. Annosteltavan säilöntäaineen määrä on oltava linjassa aineen valmistajan suositusten kanssa. Koska suuttimet tukkeutuvat helposti, on ne tarkistettava päivittäin ja mieluiten toistuvasti työpäivän aikana. Näin varmistetaan suutinten hyvä toimintakunto. Jos säilöntäaine vaihdetaan toiseen, tulee pidempiä käyttötaukoja sekä korjuukauden lopussa, koko annostelujärjestelmä on pestävä huolellisesti. Jos säilörehun lisäaineena käytetään happoa, on se levitettävä haponkestävillä annostelulaitteilla. Käyttöturvallisuustiedotteiden määräyksiä tulee aina noudattaa.

## 9.10. Rehun kerääminen ja kuljettaminen pellolta

Säilörehun raaka-aine kerätään karhoilta ja kuljetetaan pellolta rehuvarastoon. Tätä varten on olemassa erilaisia vaihtoehtoja. Nurmirehu voidaan korjata pellolta käyttämällä hinattavaa silppuria, itsekulkevaa ajosilppuria, noukinvaunua tai pyöröpaaliteknologiaa (Kass et.al 2021).

» Hinattava silppuri ja itsekulkeva ajosilppuri niittävät rehun tai keräävät säilörehun karholta samalla, kun silppuavat ja lastaavat sen rehukärryyn tai kuorma-auton lavalle.
» Noukinvaunu kerää rehun karholta, silppuaa ja lastaa sen vaunuun. Vaunu kuljettaa ja tyhjentää rehun säilörehuvarastoon.
» Rehupaalien tuottamiseen käytettävä paalain kerää rehun karholta, silppuaa ja muotoilee sen sitten sylinteriksi puristamalla. Muodostuneet paalit kääritään välittömästi.

Pellolta korjattavan rehun kerääminen, kuljettaminen ja purkaminen varastoon tulee tehdä nopeasti, jotta saadaan minimoitua säilötyn materiaalin altistuminen ilmalle. Korjuukoneiden suorituskyvyn ja niiden kuljetuskapasiteetin on oltava tasapainossa. Jos esimerkiksi rehusato on suuri tai etäisyys pellolta varastoon on pitkä eikä kuljetusajoneuvoja ole tarpeeksi, rehun tuotantoprosessiin tulee taukoja, korjuukoneiden suorituskyky jää hyödyntämättä ja niitetty rehu jää pellolle liian pitkäksi aikaa. Jos kuljetusmatka muodostuu liian pitkäksi, on hyvä harkita rehun varastoimista ja säilömistä lähemmäksi peltoa, koska pitkään kuljetusajoneuvossa oleva tuorerehu pilaantuu ja kuumenee nopeasti. On myös huolehdittava, että varastoon ei kuljeteta enempää rehua kuin mitä voidaan tiivistää. Rehun korjuu ja kuljetus on järjestettävä ensisijaisesti tiivistämiskapasiteetin perusteella.

Rehu ei saa kontaminoitua korjuun ja kuljetuksen aikana. On myös huomioitava, etteivät rehukuormia siilolle tai aumalle tuovat ajoneuvot likaa renkaillaan ja tuotavalla rehulla jo siellä olevaa rehumassaa. Myöskään öljyjä tai voiteluaineita ei saa päätyä rehun sekaan pellolla tai kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Pellolla tulisi välttää ajoa karhojen yli. Samoin likaisilla renkailla ei saa ajaa varastointialueelle ja varaston ympäristö on pidettävä puhtaana. Näin maa ei pääse saastuttamaan rehua, mikä johtaisi rehun virhekäymiseen ja pilaantumiseen. Työpäivän päätteeksi korjuukoneet ja perävaunut tulee puhdistaa kaikesta laitteisiin jääneestä kasvimateriaalista, koska ne nopeasti pilaantuvana voivat saastuttaa seuraavan päivän ensimmäiset rehukuormat. Korjuulaitteistossa oleva maa-aines, lanta, lietteet ja edellisen päivän rehujäämät sisältävät suuren määrän säilörehun laatua huonontavia mikrobeja. Niiden pääsy rehun sekaan on estettävä kaikin keinoin.

Varmista, että rehunkorjuukone kerää kaiken nurmelta niitetyn materiaalin ja puhaltaa sen perävaunuun eikä takaisin maahan. Huomioi turvallisuus kaikissa rehunkorjuun vaiheissa isojen koneiden liikenteessä. Korjaa paaleja pinottaessa mahdolliset rikkoutuneet muovit (Kerins, 2021).

## 9.11. Pyöröpaalaaminen

Pyöröpaalisäilörehun tekemiseen käytetään pyöröpaalin puristin- ja käärintäkonetta. Puristimet voidaan jakaa hihnallisiin, telallisiin ja ketjullisiin, joilla puolestaan voi olla joko kiinteät tai muuttuvat kammiot. Joissakin puristimissa on myös telojen ja hihnojen yhdistelmiä (Kass et.al 2021). Telojen ja hihnojen yhdistelmä varmistaa, että paalit muodostuvat täydellisesti ja tiiviillä keskustalla. Kauttaaltaan tiivis paali tekee niistä kestäviä voimakkaalle käsittelylle sekä parantaa säilörehun käymislaatua. Muuttuva-

kammioteknologia mahdollistaa paalin koon säätämisen 5 cm välein. Paalien koko voi siten vaihdella 90 cm ja 150 cm välillä jopa 180 cm asti, mikä tuo joustavuutta paalaukseen (NewHolland).

Hihnapuristimet soveltuvat paremmin heinä- ja olkipaalien tekemiseen. Säilörehupaalien tekemisessä tulisi suosia tela- tai ketjutyyppisiä puristimia, koska ne mahdollistavat paremman tiivistämisen. Kiinteäkammioiset paalaimet tiivistävät rehun paalauskammion täyttyessä, kun taas muuttuvakammioiset paalaimet aloittavat rehun paalaamisen lieriönmuotoiseksi heti ytimen muodostuttua. Tämän jälkeen lieriö sidotaan verkolla tai narulla.

Paalinkäärijä käärii paalin erikoismuovilla, jotta varmistetaan ilmatiivis ja anaerobinen olosuhde rehun korkealaatuiselle säilönnälle. Yhdessä säilörehupaalissa tulisi olla vähintään kuusi muovikerrosta.

Saatavilla on myös yhdistelmäpaalaimia, joissa paalain ja käärijä on yhdistettynä yhdeksi koneeksi. Kääritytt paalit varastoidaan joko pellon reunalla tai lähellä maatilakeskusta.

*Rehu karhotetaan, puristetaan pyöröpaaliksi ja paalit kääritään. Kuvaaja Raivo Vettik.*

Paalaimet ovat joko liikkuvia tai paikallaan olevia. Liikkuvia paalaimia vedetään traktorin perässä, ja ne keräävät rehun karhosta ajon aikana. Paikallaan olevat paalaimet toimivat traktorin voimalla mutta pysyvät yhdessä paikassa nurmipellolla. Rehu kuljetetaan pellolta paalaimeen kuljettimella, joka tyhjentää vaunun paalaimen syöttösuppiloon.

## 9.12. Täsmätekniikat ja automaatio rehunkorjuussa

Teknologisen kehityksen myötä traktorit, niittokoneet, rehunkorjuukoneet, paalaimet ja muut koneet ovat mullistaneet rehunkorjuuta tehden korjuuprosesseista tehokkaampia ja samalla taloudellisesti kannattavampia. Tarkkuusleikkuuterillä ja GPS-järjestelmillä varustetut tehokkaat itsekulkevat ajosilppurit ovat nykyään hyvin yleisiä.

Uudet korjuuteknologiainnovaatiot ovat keskittyneet tarkkuuteen ja automaatioon. Sensoripohjaiset järjestelmät antavat ajantasaista tietoa rehun kuiva-ainepitoisuudesta ja satomäärästä, mikä auttaa tekemään reaaliaikaisia säätöjä säilörehuntuotannon tehokkuuden ja laadun optimoimiseksi.

Tarkkuus- ja automaatioteknologioiden laajemmalla käyttöönotolla on mahdollisuuksia parantaa säilörehun korjuun tehokkuutta, vähentää työvoiman tarvetta ja parantaa toiminnan tarkkuutta. Tämä voidaan saavuttaa asianmukaisella koneiden integroinnilla, GPS-ohjatuilla järjestelmillä, robottityökaluilla sekä sensoripohjaisilla optimointimenetelmillä.

***Ympäristövaikutukset***

*Korjuukoneet ja niiden oheisteknologia ovat erittäin hyödyllisiä nostamaan tuotantotasoja, mutta ne toimivat pääsääntöisesti fos-*

*siilisilla polttoaineilla. Tämä lisää ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksia. Raskaat korjuukoneet voivat tiivistää maata ajaessaan samalla pellolla useita kertoja läpi tuotantokierron. Maaperän tiivistyminen heikentää ilmanvaihtoa maassa sekä veden imeytymistä maahan. Maatalouden täsmäviljelymenetelmien, uusiutuvien energialähteiden ja ympäristölle vähän vahinkoa aiheuttavien koneiden käyttö tarjoavat mahdollisuuksia lieventää rehunkorjuun haitallisia vaikutuksia ympäristöön.*

*Kasvihuonekaasupäästöjen minimointi rehunkorjuussa*

» *Vältä turhia ajokertoja ja toimintoja rehua korjattaessa.*
» *Korjuu tulisi tehdä säässä, joka mahdollistaa onnistuneen esikuivauksen. Tällöin vältytään tarpeettomalta veden kuljetukselta rehun mukana.*
» *Koneiden tulisi olla hyvässä kunnossa ja hyvin säädettyjä polttoaineenkulutuksen vähentämiseksi.*
» *Korjuuhenkilöstö tulee kouluttaa käyttämään työmenetelmiä ja ajoreittejä, jotka vähentävät polttoaineen kulutusta.*
» *Tieliikennekäytössä käytä koneissa korkeaa rengaspainetta liikkumisvastuksen* ja polttoaineenkulutuksen vähentämiseksi.

## 9.13. Nurmipeltojen maaperän tiivistymisen välttäminen korjuun aikana

Maaperässä luonnollisesti esiintyvien huokosten kautta tapahtuu veden ja hapen vaihtoa sekä kuljetusta läpi maaperän. Tämä toiminta on elintärkeää kasvien juurialueella. Maaperän tiivistyminen pienentää huokosten kokoa, jolloin vähemmän vettä ja ravinteita saadaan varastoitua maaperään. Tämä vaikuttaa negatiivisesti nurmen kasvuun. Maaperän tiivistymisen sekä heikentyneen nurmen kasvun ja pienemmän sadon välillä on vahva yhteys (Kuhn 2023).

Maaperän tiivistymistä on vaikea korjata, joten ennaltaehkäiseminen on parempi keino. Tiivistymisen vaikutusten lieventämiseksi tarvitaan syvämuokkausta, mutta tämä vaikuttaa maaperän luonnolliseen rakenteeseen. On siis parempi estää tiivistyminen kuin ratkaista sen aiheuttamat ongelmat myöhemmin.

Näin vähennät maaperän tiivistymistä:

» Työstä maata kuivissa olosuhteissa. Koska tämä ei ole aina mahdollista, on tärkeää harkita huolellisesti, mitä koneita käytetään. Ajokertojen määrän rajoittaminen ja toimintojen yhdistäminen (paalaus ja käärintä) vähentävät maaperän tiivistymisriskiä. Siirtämällä vastakäärittyjä paaleja mahdollisimman paljon käärijältä suoraan päisteelle saadaan rajoitettua raskasta koneliikettä, kuten paalivaunuja, kurottajia tai kuormaajia, pellolla paalien keruun aikaan.
» Jotta liikenteen vaikutuksia maaperään saadaan rajoitettua, on tärkeää minimoida yhdistelmien paino ja pienentää rengaspainetta mahdollisuuksien mukaan. Kevyt kone yhdistettynä työhön sopivaan hinattavaan laitteeseen on ihanteellinen tilanne. Perusperiaatteena on mahdollisimman pieni kokonaispaino rengasta kohden.
» Kevyiden yhdistelmien rengaspainetta voidaan vähentää pellolla ollessa. Katso rengasvalmistajan painetaulukkoa. Lisäakselin valitseminen mahdollistaa rengaspaineen alentamisen edelleen. Optimaalisella rengaspaineella (mieluiten alle 1 bar) maaperään kohdistuva paine neliösenttiä kohden ei kasva paalikammion täyttyessä nurmella tai paalin ollessa käärintäpöydällä. Painon kasvaessa rengas litistyy ja paino jakaantuu suuremmalle alueelle. Tämä minimoi vahingot nurmipellolle.

Jos rehunkuljetuslaitteet liikkuvat sekä pellolla että teillä, on suositeltavaa säätää laitteiden rengaspainetta alustan mukaan. Alhaista painetta käytetään nurmella ja korkeaa tiellä liikkuessa.

## 9.14. Sosiaaliset näkökohdat säilörehunkorjuussa

Rehu korjataan säilörehuksi yleensä 2-3 kertaa kesässä. Korjuuajat ovat hetkellisesti merkittäviä työhuippuja, joilla on vaikutuksia lähiympäristöön:

» Nurmipeltojen ja varastojen välillä kulkeva korjuuliikenne. Teillä liikkuessaan suuret ja raskaat korjuukoneet sekä kuljetusvaunut tuovat mukanaan likaa ja rehua sekä voivat hidastaa muuta liikennettä.

» Korjuutöistä aiheutuu jonkin verran melua ja kuivalla sekä tuulisella säällä myös pölyä kulkeutuu nurmipeltojen, teiden ja rehuvarastojen lähellä olevaan asutukseen.

Rehunkorjuulla on myös seuraavia sosiaalisia vaikutuksia:

» Maiseman muuttuminen tilan ja ajan mukaan. Rehunkorjuun myötä nurmipeltojen väri vaihtelee (muutama viikko korjuun jälkeen nurmi on väriltään vaaleamman vihreä tumman sijaan) ja sisältää erilaisia muotoja (muutaman päivän aikana pellolla olevat rehukarhot ja pyöröpaalit).

» Tien varteen varastoitujen pyöröpaalien käyttäminen yhteiskunnallisessa viestinvälityksessä käärintämuovin värin sekä muoviin tehtyjen piirrosten ja kirjoitusten avulla.

» Säilörehusta tietämättömät ihmiset oppivat rehun korjuuteknologioita, laitteita ja käytäntöjä. On suositeltavaa antaa korjuulaitteiden tai säilörehupaalien mukana viestejä, kuten esimerkiksi ”Tässä kulkee rehua lypsylehmille”, ”Tässä kulkee nurmea karjalle”, ”Me tuotamme maitoa”, ”Me tuotamme naudanlihaa”. Tämä antaa ihmisille ymmärryksen siitä, miten nämä työt liittyvät heihin.

### Keskeiset huomiot

» *Edistyneiden rehunkorjuuteknologioiden käyttöönotto tukee karjatalouden pidemmän aikavälin kestävyyttä ja taloudellista kannattavuutta.*

» *Tehokas säilörehun korjuuprosessi ja korjuuteknologioiden käyttö varmistavat korkealaatuisen säilörehun valmistamisen.*

» *Oikea-aikainen korjuuaika varmistaa rehun laadun ja määrän tasapainon.*

» *Sujuva ja tehokas korjuuprosessi varmistetaan ammattitaitoisella työvoimalla, työkoneiden hyvällä teknisellä kunnolla ja asianmukaisilla säädöillä sekä hyvällä työn organisoinnilla.*

» *Täsmäviljelymenetelmillä ja automaatiotekniikalla säästetään resursseja sekä parannetaan työn tehokkuutta.*

» *Ympäristöä ja maaperää vähemmän kuormittavan konekaluston ja uusiutuvan energian käyttö sekä maaperäystävällisten käytäntöjen hyödyntäminen ovat keinoja vähentää säilörehutuotannon ympäristöjalanjälkeä.*

# Lähteet:


Göweil. 2025. Silage baler. LT-Master F115 | Baler-wrapper combination. Göweil Maschinenbau GmbH. ()

Bender, A. 2006, 1. Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, I osa. 2006. Taru Ülikooli kirjastus. 2006., 1 - 340 lk.

Bender, A. 2006, 2. Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, II osa. 2006. Taru Ülikooli kirjastus. 2006., 341 -756 lk.

Olt, J. 2015. Põllumajandustehnika I. Põllumajandusmasinad. Õpik kõrgkoolile. Eesti Maaülikool. Kuma Print. 208 lk.

Kass, M., Olt, A. and Ots, M. 2021. Ohutu sööda tootmise hea tava juhend. Eesti Maaülikool. https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2021/11/Ohutu_sooda_tootmise_hea_tava_juhend_2021.pdf

Machinefinder. Mower Conditioners: What Are They, & How Are They Operated? John Deere. https://blog.machinefinder.com/33478/mower-conditioners-what-are-they-how-are-they-operated

eAGFF. eAGFF – Fachwissen im Futterbau. Die Wissensplattform der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus. 3.5 Wiesen für das Mähen vorbereiten. https://www.eagff.ch/files/images/bilder/Raufutter_konservieren/Kap_G2/G2_Seiten_28-31_aus_L2_I_A6.1_d_170614_UEbersicht.pdf

Kerins, N., 2021. Silage time on drystock farms. Teagasc. 14.06.2021.

Silage Note 4. 2008. Selecting pastures and crops for silage production. Topfodder Silage project by NSW DPI and Dairy Australia.

Germinal. 2025. How to make grass silage.

Udall, E. 2023. Making good grass silage – back to basics. AHDB.

Bonsilage. 2025. Der richtige Schnittzeitpunkt entscheidet über die Silagequalität.

Nash, J. How fast can you mow? The Silage Consultant.

Nash, J. 2. How to set the conditioner for better grass silage?

Nash, J. 3. The Effect of Silage Chop Length

Friedrichsen, A. 2021. How fast is too fast? Hay and Forage Grower.

Fortuna, V. 1985. Masinapargi ekspluatatsioon. Tln Valgus. 1985, 376 lk.

Goodwin, M. 2023. Drum Mowers vs Sickle Bar Mowers: Drum Mowers Win!

Goodwin, M. 2017. When is a Disc Mower the Right Choice for your Operation? https://tractortoolsdirect.com/blog/when-is-a-disc-mower-the-right-choice-for-your-operation/

Goodwin, M. 2017a. When is a Sickle Bar Mower the Right Choice for your Operation? https://tractortoolsdirect.com/blog/when-is-a-sickle-bar-mower-the-right-choice-for-your-operation/

Goodwin, M. 2017b. When is a drum mower the right choice for your operation? https://tractortoolsdirect.com/blog/when-is-a-drum-mower-the-right-choice-for-your-operation/

AS-Motor. AS-Motor Disc mowers.

Siromer. When is a drum mower the right choice for your operation?

Styron. 2023. When is a Sickle Bar Mower the Right Choice? Styron Ag Parts & Equipment.

NewHolland. Roll-Belt 150 I Roll-Belt 180.

Beatty, C. 2018. Tips for making good quality baled silage. Teagasc – the Agriculture and Food Development Authority.

Kuhn. 2023. Less soil compaction on grassland. Kuhn Center Ireland. https://kuhncenter.ie/less-soil-compaction-on-grassland/

# 10. Säilörehun varastointitavat

*Kirjoittajat Pēteris Dambergs (Latvia), Kristiina Märs (Viro), Andres Olt (Viro) ja Marcia Franco (Suomi)*

## 10.1. Johdanto

Tässä luvussa tarkastellaan viittä keskeistä säilörehun varastointiteknologiaa: paalit, rehutuubit, aumat, laakasiilot ja säilörehutornit. Jokainen teknologia arvioidaan niiden etujen, haittojen, toimintahaasteiden ja ympäristövaikutusten osalta. Tunnistamalla parhaat käytänteet ja innovaatiot, viljelijä pystyy tekemään tietoon perustuvia päätöksiä, jotka parantavat säilörehun laatua sekä edistävät ympäristön kestävyyttä ja kustannustehokkuutta.

## 10.2. Tausta

Pohjois-Euroopassa rehun säilöntähaasteita aiheuttavat lyhyt mutta intensiivinen korjuuaika sekä pitkät ankarat talvet. Viljelijän on valittava varastointiteknologia, joka sopii parhaiten oman tilan kokoon, viljelykasveille, ruokintamalliin ja ympäristöolosuhteisiin. Ympäristösäädökset ovat myös tiukentuneet viime vuosina. Viljelijöiden on otettava käyttöön kestävämpiä toimintatapoja, joihin kuuluvat muovijätteen määrän vähentäminen, puristenesteen keräys ja kasvihuonekaasupäästöjen minimointi.

## 10.3. Säilörehun varastointitavat

### 10.3.1. Paaliteknologia

Paaleihin säilöttävä rehu sopii erityisesti pienille ja keskisuurille tiloille. Paalaaminen sopii hyvin melko pitkälle esikuivatulle nurmirehulle, mutta ei kovin märälle raaka-aineelle tai maissisäilörehulle. Paalirehun etuna ovat joustavuus ja suhteellisen pienet investointivaatimukset. Menetelmässä paalit kääritään tiiviisti muoviin, jotta rehulle saadaan luotua käymistä ja säilymistä edistävät anaerobiset olot. Paalit voidaan kääriä yksitellen tai peräkkäin pitkäksi tuubiksi. Kestävän ja monikerroksisen muovin käyttäminen paalien käärimisessä on tärkeää.

Paalisäilörehun ehdoton etu on paalien helppo liikuteltavuus, joka mahdollistaa myös paalikaupan. Paaleja voidaan varastoida pelloilla tai katoksen alla ja siirtoon riittää normaali kuljetuskalusto. Alkuinvestoinnit ovat kohtuulliset.

Paalisäilörehuun liittyy kuitenkin joitakin ympäristöhuolia. Suuri muovimäärä aiheuttaa merkittävän haasteen jätteen määrän vähentämiseen pyrkiville maatiloille. Paalit ovat myös herkkiä lintujen ja jyrsijöiden aiheuttamille vaurioille. Paalien jatkuva tarkastaminen on tarpeen, jotta muovit pysyvät ehjinä rehuhävikin estämiseksi.

Vaikka säilörehupaaleja on helppo kuljettaa paikasta toiseen ja ruokinta voidaan suunnitella tarkasti avaamalla vain tietyt paalit, paalirehun haittapuoleksi muodostuu helposti sen työintensiivisyys. Resurssinäkökulmasta paalirehu vaatii vähemmän rakennettua infraa, mutta enemmän työvoimaa ja huolellista käsittelyä. Pyöröpaalisäilörehu ei yleensä lämpene ruokinnan aikana, koska rehu tulee syödyksi välittömästi avaamisen jälkeen. Poikkeuksena ovat erittäin pienet muutaman hevosen tallit, joissa paalin syönti voi pitkittyä usealle päivälle.

### 10.3.2. Tuubimenetelmä

Säilörehutuubimenetelmää käytetään pääasiassa keskisuurilla ja suuremmilla tiloilla. Menetelmässä pitkät muovituubit täytetään säilörehulla, minkä jälkeen tuubit suljetaan anaerobisten olojen luomiseksi. Tuubeissa saadaan varastoitua suuret määrät säilörehua pienemmällä muovimäärällä säilörehupaaleihin verrattuna. Tuubisäilöntä on siten ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Kuitenkin alkuinvestointi erikoistuneisiin muovituslaitteisiin voi olla este pienemmille tiloille. Koska rehutuubit jäävät täyttämisen jälkeen paikoilleen, varastointipaikan valitseminen vaatii huolellista harkintaa.

Rehun tiiviys on tuubien etuna, koska kunnollinen rehun pakkaaminen muovitusprosessin aikana eliminoi hapen ja varmistaa korkealaatuisen käymisen. On tärkeää sulkea tuubit hyvin ja varastoida ne hyvin ojitetulla alueella puristenesteongelmien välttämiseksi.

Vaikka tuubien siirtäminen ei ole mahdollista täyttämisen jälkeen, ruokinta on tehokasta ja säilörehun asteittainen altistuminen ilmalle vähentää pilaantumista. Tosin tuubit ovat myös alttiita lintujen ja villieläinten aiheuttamille rei'ille. Asianmukainen tuubien suojaus esim. verkoilla on välttämätöntä.

### 10.3.3. Aumatekniikka

Aumat ovat kustannustehokkaita ja skaalautuvia varastointiratkaisuja suuremmille maatiloille. Menetelmässä muodostetaan sopivaan paikkaan säilörehukasa, joka tiivistetään ja peitetään muovilla. Muovin päälle laitetaan painoksi raskasta materiaalia, kuten renkaita tai maata hapettomien olosuhteiden varmistamiseksi. Auman koko ja muoto voidaan määritellä joustavasti.

Rehuaumojen perustaminen ei vaadi suuria investointeja. Rehu on tiivistettävä huolellisesti ja se vaatii raskasta konekalustoa. Toinen kriittinen tekijä on auman peittäminen: muovikalvot on painotettava tehokkaasti anaerobisen ympäristön ylläpitämiseksi. Happisulkumuovikalvoista voi olla tähän lisäapua. Jos peittäminen on riittämätöntä, altistuminen hapelle voi aiheuttaa merkittävää rehuhävikkiä erityisesti auman pintakerroksissa.

Ympäristön näkökulmasta aumoihin liittyy huolia puristenestevalumiin liittyen. Ne voivat saastuttaa ympäröivää maaperää ja vesiä. Lainsäädäntö edellyttää asianmukaiset puristenesteen keruujärjestelmät myös aumoihin ja onnistuneella esikuivauksella voidaan estää puristenesteen muodostuminen. Paalisäilörehuun verrattuna muovia tarvitaan rehutonnia kohti vähemmän.

### 10.3.4. Laakasiiloteknologia

Laakasiilot ovat erittäin tehokas säilörehun varastointitapa, joka on käytössä erityisesti isommilla maatiloilla. Säilörehu varastoidaan maanpinnan tasolla tai osittain maan alla oleviin siiloihin, jotka lopuksi peitetään muovilla.

Laakasiilojen yhtenä etuna on mahdollisuus varastoida suuria määriä säilörehua minimoiden syntyvät kuiva-ainetappiot. Tämä mahdollistuu hapettomissa olosuhteissa hyvän tiivistämisen ja peittämisen seurauksena. Paremman happikontrollin ansiosta pilaantunutta rehua syntyy laakasiilossa vähemmän verrattuna aumoihin. Laakasiilot sopivat paremmin suuremmille tiloille, koska siilojen rakentamiseen tarvittava alkuinvestointi voi olla merkittävä.

Rehun tiivistäminen siiloissa on tärkeää, jotta säilörehua pilaavia happitaskuja ei muodostu. Raskaan konekaluston käyttäminen on välttämätöntä, jotta rehu saadaan tiivistettyä tehokkaasti. Siilo peitetään muovilla ja anaerobisia olosuhteita ylläpidetään muovin päälle laitetuilla painoilla. Vaik-

ka muovia tarvitaan vähemmän kuin pyöröpaaleihin, siilon peittämiseen on varattava riittävästi materiaaleja ja työvoimaa.

Laakasiilojen ympäristövaikutus on pienempi muovin käytön osalta, mutta puristenestevalumat ovat mahdollisia, jos rehu on kosteaa. Asianmukaiset puristenesteen keruujärjestelmät (katso luku 13) ovat ratkaisevan tärkeitä ympäristön saastumisen estämiseksi. Happisulkukalvot ja kehittyneet peittämistekniikat ovat merkittävästi vähentäneet pilaantuvan rehun osuutta laakasiiloissa lisäten laakasiilojen kustannustehokkuutta säilörehun varastointitapana. Laakasiilojen suuri rehun varastointikapasiteetti tekee niistä kustannustehokkaita isoille tiloille.

### 10.3.5. Säilörehutornit

Säilörehutorneihin voidaan varastoida suuri säilörehumäärä pienellä pinta-alalla. Ne ovat erityisen hyödyllisiä tiloille, joilla on rajallisesti maa-alaa käytössä. Koska säilörehutornien pystysuora muoto saa rehun tiivistymään erittäin ilmatiiviisti, ovat ne tehokkaita säilyttämään säilörehun laadun ja pitämään kuiva-ainetappiot pieninä. Tornissa rehu painottuu osittain luontaisesti painovoiman avulla. Tornin katto tulee sulkea tiukasti, jotta hapen pääsy tornin sisälle estyy.

Koska rehutornien peittämiseen tarvitaan hyvin vähän tai ei lainkaan muovia, niiden ympäristövaikutus on pienempi verrattuna muovipohjaisiin varastointijärjestelmiin. Toisaalta tornin rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvät kustannukset ovat korkeat ja erikoislaitteita tarvitaan sekä tornin täyttämiseen että rehun purkamiseen tornista ruokintaa varten. Säilörehutorniteknologiaa käytettäessä on panostettava kunnolliseen tiivistämiseen ja peittämiseen sekä säännöllisiin rakennetarkastuksiin. Tornien kehittyneet peittämis- ja purkamismekanismit ovat vähentäneet työvoimakustannuksia ja parantaneet säilörehutornien kokonaistehokkuutta.

Säilörehutornit antavat erinomaisen suojan rehun pilaantumista vastaan, mutta niiden jälleenmyyntiarvo ja pitkän aikavälin kestokyky ovat merkittäviä huomioon otettavia tekijöitä pitkäaikaista varastointiratkaisua haluaville tiloille. Tornit eivät ole kovin joustavia ja ne soveltuvat parhaiten melko kostealle rehumassalle.

## Keskeiset huomiot:

- Jokaiseen menetelmään eli pyöröpaaleihin, rehutuubeihin, aumoihin, laakasiiloihin ja rehutorneihin liittyy omat edut, haasteet ja ympäristövaikutukset.
- Varastointitavan valinnassa viljelijöiden tulee ottaa huomioon muun muassa tilan koko, kasvilaji, käytössä olevat resurssit sekä ympäristösäädökset.
- Happisulkukalvot ja kehittyneemmät peittämistekniikat auttavat vähentämään pilaantumista ja rehuhävikkiä.
- Jokaisen varastointimenetelmän onnistuminen riippuu kunnollisista työmenetelmistä. Esimerkiksi rehun kunnollista tiivistämistä, peittämistä ja säännöllistä seurantaa tarvitaan kaikissa menetelmissä varmistamaan korkealaatuisin säilörehu ja minimoimaan ympäristöjalanjälki.

## 10.4. Yhteenveto

Säilörehun eri varastointitavoilla on omat hyötynsä ja haasteensa. Pyöröpaalit tuovat joustavuutta, mutta ympäristönäkökulmasta ne ovat ongelmallisia suuren muovimäärän käytön vuoksi. Rehutuubit mahdollistavat korkealaatuisen varastoinnin mutta vaativat merkittävän laiteinvestoinnin. Aumat ovat kustannustehokkaita mutta vaativat huolellista hallintaa rehun pilaantumisen ja puristenesteriskien välttämiseksi. Laakasiilot ovat ihanteellisia ratkaisuja suurille tiloille, mutta vaativat melko paljon työvoimaa ja investointeja. Säilörehutorneissa hapen hallitseminen on tehokkainta, mutta ne sopivat parhaiten suurille tiloille ja investointikustannukset ovat korkeat.

## Lähteet:


Bernardes, T. F., Daniel, J. L. P., Adesogan, A. T., McAllister, T. A., Drouin, P., Nussio, L. G., Huhtanen, P., Tremblay, G. F., Bélanger, G., & Cai, Y. (2018). Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. Journal of Dairy Science, 101(5), 4001–4019.

Scottish Executive. (2005). Prevention of Environmental Pollution from Agricultural Activity: A Code of Good Practice. Scottish Executive. ISBN: 0-7559-4106-3.

file:///C:/Users/peteris.dambergs/Downloads/ManagingSilageSeptember2024.PDF Environment Canterbury. (2024, September). Managing silage: Growing and storing silage and bale silage.

Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, Agriculture and Agri-Food Canada, & Manitoba Forage Council. (2008, February). Managing baled silage: Techniques and comparisons with chopped silage.

Jennings, J. (2011). Baled Silage for Livestock: FSA3051. University of Arkansas Cooperative Extension Service.

Amaral-Phillips, D. M., Roy, N., Lee, C., & Lehmkuhler, J. (2024). Practical Corn Silage Harvest and Storage Guide for Cattle Producers. University of Kentucky Cooperative Extension Service. Retrieved from Ivanovs, S., Gach, S., & Skonieczny, I. (2011, May).

Investigation into film consumption for sealing square silage bales. Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia University of Agriculture.

Saxe, C. (2007). Managing Forage in Silo Bags. University of Wisconsin Extension, Focus on Forage, Vol 9: No. 2.

Borreani, G., Tabacco, E., & Cavallarin, L. (2007). A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. Journal of Dairy Science, 90(10), 4701–4706.

Dolci, P., Tabacco, E., Cocolin, L., & Borreani, G. (2011). Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. Applied and Environmental Microbiology, 77(21), 7499–7507.

Pruteanu, A., Vanghele, N., Cujbescu, D., Nitu, M., & Gageanu, I. (2023, May). Review of effectiveness of visual and auditory bird scaring techniques in agriculture. Engineering for Rural Development, 22, 275-281. Jelgava: International Scientific Conference Engineering for Rural Development. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF056

Tan, F., & Dalmis, I. S. (2019). Compaction pressure and density profile in pile-type silos. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2), 2745-2754.

Roach, J. M., & Kammel, D. W. (1990). Drive-Over Silage Pile Construction. University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension. A3511. Available from Agricultural Bulletin, University of Wisconsin-Madison.

Bolton, K., & Holmes, B. J. (1990). Management of Bunker Silos and Silage Piles. University of Wisconsin-Extension.

Amaral-Phillips, D. M. (2024). Bunker Silo and Drive-Over Silage Pile Management. University of Kentucky Cooperative Extension.

Holmes, B. J. (2000). Managing Forage in Tower Silos. University of Wisconsin-Madison, Biological Systems Engineering Department.

Holmes, B. J. (1998). Choosing Forage Storage Facilities. Prepared for Dairy Feeding Systems Management, Components, and Nutrients (NRAES-116). Cornell University, Ithaca, NY.

# 11. Miten varmistetaan säilörehun hyvä käymislaatu

*Kirjoittajat Marcia Franco (Suomi), Andres Olt (Viro) ja Marketta Rinne (Suomi)*

Säilörehun hyvän laadun takaavat hyvät rehuraaka-aineen ominaisuudet sekä sadonkorjuun ja säilönnän asianmukainen tekninen toteutus. Niitä on käsitelty aikaisemmissa luvuissa. Tässä luvussa keskitytään itse säilöntäprosessiin ja sen arviointiin.

## 11.1. Miten rehuraaka-aineen säilöttävyyttä arvioidaan?

Kasvilaji, kasvien kehitysvaihe, käytetty lannoitus ja sääolosuhteet vaikuttavat rehuraaka-aineen kemialliseen koostumukseen ja vastaavasti säilörehun laatuun. Säilörehun säilyminen perustuu happamuuteen. pH laskee hapettomissa oloissa luontaisesti esiintyvien maitohappobakteerien käyttäessä rehun sokereita ja muodostaessa niistä maitohappoa. Säilöntää voidaan tehostaa lisäämällä rehuun happopohjaisia säilöntäaineita tai ymppäämällä rehuun tehokkaiksi tunnettuja maitohappobakteerikantoja (biologiset säilöntäaineet). Käymiseen eniten vaikuttavat raaka-aineen ominaisuudet ovat kuiva-aineen (tai kosteuden) ja vesiliukoisten hiilihydraattien eli sokerien pitoisuudet sekä puskurikapasiteetti.

Rehun kuiva-ainepitoisuus säilöntähetkellä ohjaa käymistä, koska veden aktiivisuus vaikuttaa mikrobien elinkykyyn kasvibiomassassa. Kuivuus rajoittaa käymistä. Suuri kosteuspitoisuus myös laimentaa niin sokereiden kuin käymishappojen pitoisuutta rehussa lisäten säilönnän epäonnistumisen riskiä.

Sokerit ovat maitohappobakteerien pääasiallinen ravinnon lähde, joita ne fermentoivat maitohapoksi. EFSA:n (2018) mukaan rehut, joissa on yli 30 g/kg sokereita tuorepainossa, luokitellaan helposti säilöttäviksi, kun taas 15-30 g/kg on kohtalaisen vaikeasti säilöttäviä ja alle 15 g/kg sokeripitoisuuden rehu määritellään vaikeasti säilöttäviksi. Suomessa käytetyt kasvilajit ja ympäristöolosuhteet johtavat siihen, että nurmiraaka-aineiden sokeripitoisuudet ovat tyypillisesti matalia, jolloin maitohapon tuotanto ei usein riitä laskemaan pH:ta tarpeeksi alas. Happopohjaiset säilöntäaineet laskevat osaltaan rehumassan pH:ta varmistaen rehun laadun myös näissä tilanteissa.

Rehun puskurikapasiteetti perustuu puskuroiviin yhdisteisiin, jotka vastustavat pH:n muutoksia rehumassassa. Nopeaa pH:n laskua tarvitaan estämään haitallisten mikrobien lisääntymistä ja edistämään säilörehun säilymisen kannalta hyödyllisten maitohappobakteerien aktiivisuutta. Puskuroivat yhdisteet kuten valkuais- ja kivennäisaineet neutraloivat säilörehuun muodostuvia happoja ja hidastavat pH:n laskua. Kasvimateriaalin korkea kosteuspitoisuus lisää puskurikapasiteettia laimentamalla käymishappoja, hidastamalla pH:n laskua ja lisäämällä kasvin komponenttien, kuten orgaanisten happojen ja kivennäisaineiden, liukoisuutta. Nurmipalkokasvien puskurikapasiteetti on yleensä suurempi kuin heinäkasvien.

Pahlow ja Weissbach (1999) kehittivät käymiskertoimen (fermentaatiokerroin), jolla arvioidaan säilörehun raaka-aineen ominaisuuksia säilörehuksi säilöttäessä kuiva-aineen ja sokerien pitoisuuksien sekä puskurikapasiteetin perustella seuraavasti:

$$\textit{Fermentaatiokerroin} = \textit{Kuiva-aine} + 8 \times \frac{\textit{Sokerit}}{\textit{Puskurikapasiteetti}}$$

Yhtälössä käytettävät yksiköt ovat: kuiva-aine: % tuoreesta; vesiliukoiset hiilihydraatit: % kuiva-aineesta ja puskurikapasiteetti: g maitohappoa/100 g kuiva-ainetta.

Rehut, joiden käymiskerroin on alle 35, luokitellaan vaikeasti säilöttäviksi, ja ne vaativat erityistä paneutumista säilöntään. Rehuja, joiden käymiskerroin on 35-45, pidetään keskinkertaisina ja rehut, joiden käymiskerroin on yli 45, ovat helposti säilöttäviä (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Esimerkki rehuraaka-aineiden koostumuksen vaikutuksesta säilöttävyyteen.

| | Rehu 1 | Rehu 2 | Rehu 3 |
|---|---|---|---|
| Kuiva-ainepitoisuus, g/kg | 200 | 250 | 300 |
| Sokerit, g/kg ka | 100 | 120 | 140 |
| Puskurikapasiteetti, g maitohappoa/100 g kuiva-ainetta | 6,5 | 6,0 | 5,5 |
| Käymiskerroin | 32 | 41 | 50 |
| Arvio säilöttävyydestä | Vaikea | Keskinkertainen | Helppo |

**Kuva 1.** Skenaariot, joissa käymiskerroin vaihtelee kuiva-aineen ja sokerien pitoisuuden mukaan, kun puskurikapasiteetti on 3 (skenaario 1) tai 8 (skenaario 2). Värikoodit kuvaavat säilöttävyyttä punaisesta eli vaikeasta säilöttävyydestä vihreään eli helppoon säilöttävyyteen.

Skenaario 1

| Ka | Puskurikapasiteetti = 3 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 350 | 43 | 51 | 59 | 67 |
| 300 | 38 | 46 | 54 | 62 |
| 250 | 33 | 41 | 49 | 57 |
| 200 | 28 | 36 | 44 | 52 |
| Sokerit | 30 | 60 | 90 | 120 |

Skenaario 2

| Ka | Puskurikapasiteetti = 6 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 350 | 39 | 43 | 47 | 51 |
| 300 | 34 | 38 | 42 | 46 |
| 250 | 29 | 33 | 37 | 41 |
| 200 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| Sokerit | 30 | 60 | 90 | 120 |

Ka: kuiva-aine, g/kg; Sokerit, g/kg ka.

Käymiskerroin on erittäin hyödyllinen parametri rehun säilöttävyyden arvioinnissa. Valitettavasti vain harvat laboratoriot mittaavat rutiininomaisesti puskurikapasiteettia, jota tarvitaan käymiskertoimen laskemisessa.

Vaihtoehtoinen yksinkertaisempi tapa arvioida rehun säilöntäominaisuuksia on raakavalkuaisen ja kuiva-aineen suhde:

- 0,4-0,5: Helposti säilöttävissä.
- 0,5-0,7: Kohtalaisesti säilöttävissä.
- 0,7-0,9: Vaikeasti säilöttävissä.
- yli 0,9: Rehu ei sovellu säilörehuksi.

## 11.2. Säilöntäaineet

Säilöntäaineita käytetään parantamaan säilörehun säilyvyyttä ja/tai aerobista stabiilisuutta syöttövaiheessa. Säilörehun säilöntäaineet voidaan jakaa seuraaviin luokkiin niiden vaikutusmekanismin perusteella (yksi valmiste voi kuulua useampaan luokkaan):

1. Käymistä stimuloivat aineet (esimerkiksi maitohappobakteeriympit eli biologiset säilöntäaineet).
2. Käymistä rajoittavat aineet (esimerkiksi muurahaishappopohjaiset valmisteet).
3. Aerobisen pilaantumisen (jälkilämpenemisen) estoaineet (esimerkiksi propionihappo, sorbaatti, bentsoaatti).
4. Ravinteet mikrobien kasvua edistämään (esimerkiksi melassi).
5. Imeytysaineet liiallista kosteutta vähentämään.

Perusteita säilöntäaineiden käyttöön:

» Aerobisten mikrobien kasvun estäminen.
» Kasvien ja mikrobien valkuaisaineita hajottavien entsyymien (proteaasien ja deaminaasien) toiminnan estäminen.
» Maitohappobakteerien käymiskelpoisten substraattien (eli sokerien) saannin parantaminen (entsyymit, happohydrolyysi).
» Hyödyllisten mikrobien ymppääminen käymisen ohjaamiseksi haluttuun suuntaan.
» Säilöntäolosuhteiden muuttaminen käymisen optimoimiseksi (esimerkiksi pH:n lasku happolisäyksen avulla, imeytysaineet kosteutta vähentämään).
» Eläimille hyödyllisten lopputuotteiden muodostaminen rehuun.
» Säilöntätappioiden vähentäminen.

## 11.3. Säilörehun valmistuksen eri vaiheet

1. *Aerobinen vaihe* alkaa rehun niittämisestä ja jatkuu esikuivauksen sekä siilon täyttämisen ajan, kunnes happi on kokonaan kulunut säilörehumassasta ja siilossa vallitsevat anaerobiset olosuhteet. Tämän vaiheen kesto vaikuttaa kasvien entsyymiaktiivisuuden ja aerobisten mikrobien aktiivisuuden kautta säilörehun käymislaatuun. Aerobisen vaiheen aikana kasvin solut hengittävät ja entsyymit hajottavat sokereita hiilidioksidiksi ja vedeksi, jolloin vapautuu lämpöä. Myös valkuaisaineet hajoavat eli liukoisen typen osuus lisääntyy. Aerobinen vaihe on hyvissä oloissa hyvin lyhyt, mutta jatkuu niin kauan kuin siilon sisälle pääsee happea esimerkiksi huonon peittämisen tai muoveissa olevien reikien kautta.
2. *Käymisvaihe* alkaa, kun happi on kulunut säilörehumassasta ja anaerobiset olosuhteet on saavutettu. Tämän vaiheen aikana sokerit muuttuvat orgaanisiksi hapoiksi, mikä laskee säilörehun pH:ta, rajoittaa haitallista mikrobien kasvua ja johtaa säilörehun säilymiseen. Jos rehuun on lisätty säilöntähappoa, se laskee osaltaan pH:ta ja käymishappoja tarvitaan vähemmän. Tällöin myös rehun sisältämää energiaa ja ravintoaineita säästyy.
3. *Vakaassa vaiheessa* rehun käymisen seurauksena rehumassa saavuttaa suhteessa kuiva-ainepitoisuuteen niin matalan pH:n, että mikrobitoiminta hiipuu. Vakaa vaihe pysyy niin kauan kuin siilo pysyy ilmatiiviinä.
4. *Syöttövaihe*: Kun siilo avataan syöttöä varten, säilörehumassa altistuu ilmalle, jolloin lepotilassa olleet aerobiset mikrobit aktivoituvat. Säilörehun ominaisuudet eli mikrobien kasvua rajoittavat (matala pH, etikkahappo) ja edistävät (korkea pH, runsaasti maitohappoa tai jäännössokereita) ominaisuudet, rehussa olevien pilaajamikrobien määrä ja hapen vaikutusaika rehurintauksessa sanelevat aerobisen pilaantumisen nopeuden.

Aerobinen pilaantuminen näkyy pilaajamikrobien aineenvaihdunnan tuottamana lämpönä, hiilidioksidina ja vetenä. Maitohapon hajoaminen johtaa pH:n nousuun, mikä kiihdyttää pilaantumista entisestään. Tietyt käymisen lopputuotteet, kuten etikkahappo, parantavat säilörehun aerobista stabiilisuutta estämällä hiivojen ja homeiden kasvua. Käymislaadultaan huono säilörehu, jossa on vähän maitohappoa ja/tai jäännössokereita, mutta runsaasti haihtuvia rasvahappoja, voi olla aerobisesti hyvin stabiili. Tämä johtuu siitä, että siinä on vähemmän mikrobien kasvuun sopivia ravintoaineita, mutta paljon aerobisten mikrobien kasvua rajoittavia käymistuotteita. Sitä vastoin käymislaadultaan hyvä säilörehu voi olla alttiimpi aerobiselle pilaantumiselle. Etanoli itsessään ei suoraan aiheuta jälkipilaantumista, mutta se voi kertoa suuresta hiivapopulaatiota, joka puolestaan altistaa aerobiselle pilaantumiselle.

## 11.4. Säilörehun analysointi antaa tärkeää tietoa

Säilörehujen laatu on syytä analysoida hyvissä ajoin ruokinnansuunnittelun pohjaksi, etenkin jos varastossa on useita säilörehueriä. Käymisprosessin on kuitenkin oltava valmis ennen näytteenottoa. Tämä kestää tyypillisesti kuusi viikkoa, mutta joskus kauemminkin. Lisäksi näytteenoton yhteydessä rehumassaan pääsee ilmaa, mikä voi aiheuttaa pilaantumista. Siksi näytteenotto tulee tehdä huolellisesti.

Näytteet otetaan rehukairalla. Edustavan näytteen saamiseksi on tärkeää ottaa useita osanäytteitä tasaisesti eri puolilta siiloa. Pyöröpaaleista otetaan näytteitä vähintään viidestä paalista 100 paalia kohden. Mitä enemmän osanäytteitä otetaan, sitä luotettavampi analyysitulos on. Näytteenoton jälkeen reiät paikataan muoviteipillä ja siiloissa näytteenottokohta peitetään uudelleen huolellisesti katemateriaalilla.

Osanäytteet yhdistetään ja sekoitetaan huolellisesti, minkä jälkeen otetaan lopullinen, koko rehuerää edustava näyte. Kooltaan sopiva näyte painaa noin 0,5–1,0 kg, ja se laitetaan muovipussiin. Ilma puristetaan pussista mahdollisimman huolellisesti pois, pussi suljetaan tiiviisti ja toimitetaan välittömästi laboratorioon säilörehun nopean pilaantumisen vuoksi.

Laboratoriomenetelmät voidaan jakaa kahteen pääluokkaan:

1. Märkäkemian menetelmät ovat tarkimpia menetelmiä ja pikamenetelmien kalibroinnin perusta. Märkäkemian menetelmät sopivat kaikenlaisille rehuille. Analyysitulokset ovat tarkkoja, mutta analyysit ovat aikaa vieviä ja kalliita.
2. Pikamenetelmät, kuten NIR ja titrausmenetelmä, ovat nopeampia ja edullisempia, mutta niillä on rajoituksia. NIR-analyysit ovat rehutyyppikohtaisia ja vaativat yksilöllisen kalibroinnin kullekin rehutyypille ja parametrille. Vaikka ne ovat vähemmän tarkkoja, ne sopivat päätöksenteon avuksi maatiloilla.

Tilalla tehtävät määritykset

Jos laboratorioanalyysejä ei voida käyttää, rehun kuiva-ainepitoisuutta voi arvioida kotikonstein. Nämä nopeat menetelmät voivat toimia päätöksenteon apuna esimerkiksi esikuivaukseen ja säilöntäaineiden käyttöön liittyen. Ne eivät ole kuitenkaan yhtä tarkkoja kuin laboratoriotulokset.

Kuvitellaan tilanne, jossa maanviljelijä seisoo pellolla ja haluaa tietää: ”Onko tämä ruoho tarpeeksi kuivaa korjattavaksi vai pitäisikö minun vielä odottaa?”. Tässä on neljä mahdollista tapaa päätöksenteon avuksi:

1. Oma keittiö laboratoriona eli *mikroaaltouunimenetelmä*: otetaan 100 grammaa silputtua rehua, joka asetetaan mikroaaltouunin kestävälle lautaselle. Punnitaan ensin näyte esimerkiksi digitaalisella keittiövaa’alla, ja kuumennetaan sitä mikroaaltouunissa keskiteholla noin 1–2 minuuttia. Näyte otetaan uunista varovasti niin, että yhtään ruohoa ei karise astiasta ja pun-

nitaan se uudelleen. Prosessi toistetaan uudelleen lyhyin väliajoin, kunnes painon muutos lakkaa. Painonpudotus on näytteestä poistunutta vettä. Rehun kuiva-ainepitoisuuden (g/kg) voi laskea seuraavalla kaavalla:

Loppupaino (g) / alkupaino (g) × 1000

2. *Uunimenetelmä* on hidas, mutta tarkka ja täsmällinen. Näyte kuivataan uunissa noin 60 °C:ssa 48 tuntia tai 105 °C:ssa 24 tuntia. Tämä menetelmä on yleensä tarkempi kuin mikroaaltouunimenetelmä, mutta se kestää kauemmin. Kuten mikroaaltouunimenetelmässä, painonpudotus edustaa vettä. Kuiva-ainepitoisuus lasketaan kuten yllä.

3. *Puristuskoe* on nopea, mutta epätarkka. Puristuskoe voi olla hyödyllinen, jos kuiva-ainepitoisuutta koskevia päätöksiä säilönnän aikana täytyy tehdä nopeasti eikä muita analyysimenetelmiä ole käytettävissä. Tässä tapauksessa otetaan kourallinen silputtua rehua, ja puristetaan sitä lujasti nyrkissä muutaman sekunnin ajan. Tulosten tulkinta:
   - Jos nyrkistä tippuu nestettä, kuiva-ainepitoisuus on hyvin pieni, alle 200 g/kg.
   - Jos ruohomassa muodostaa tiiviin, kostean pallon ilman nesteen valumista, kuiva-ainepitoisuus on noin 250-300 g/kg.
   - Jos rehumassa paakkuuntuu irtonaisesti, kuiva-ainepitoisuus voi olla noin 300-350 g/kg.
   - Jos rehumassa ei pidä muotoaan ja hajoaa, kuiva-ainepitoisuus on todennäköisesti yli 350 g/kg.

4. Tilakäyttöön soveltuva *NIR-analysaattori* (lähi-infrapunaspektrometri). Tämä menetelmä tuottaa välittömästi tiedon näytteen kuiva-ainepitoisuudesta ja/tai muista siihen kalibroiduista parametreistä. Laitteet ovat nopeita ja helppokäyttöisiä mutta kalliita, eikä niiden tarkkuus ole laboratorioanalyysien luokkaa.

## 11.5. Hyvän säilörehun laatukriteerit

Säilörehun laadun arvioinnilla on kolme päätavoitetta:

1. Rehun turvallisuuden varmistaminen.
2. Ruokinnansuunnittelun tukeminen.
3. Rehuntekomenetelmien arvioiminen (korjuun ajoitus, kasvinravitsemus, säilöntäkäytännöt), jotta niitä voidaan tarvittaessa parantaa jatkossa.

Säilörehun laatuparametrit voidaan jakaa kemialliseen koostumukseen ja rehuarvoihin. Kemiallinen koostumus perustuu raaka-aineen koostumukseen ja rehuarvoja käytetään ruokinnansuunnittelun tarpeisiin. Kemiallista koostumusta ja käymislaatua mitataan laboratoriossa. Rehuarvot lasketaan Suomessa kansallisen rehuarvojärjestelmän perusteella (www.luke.fi/rehutaulukot). Rehuarvojen laskentaan käytetään eri maissa eri menetelmiä, joten niiden suora vertailu on vaikeaa.

Laboratoriotuloksia tulkittaessa on oltava tarkkana, missä yksiköissä ne esitetään (% vai SI-järjestelmän mukainen g/kg), ja onko ne ilmaistu rehun tuorepainossa (g/kg) vai kuiva-aineessa (g/kg ka). Säilörehusta voidaan määrittää lukuisia eri analyysejä, jotka vaihtelevat käytetystä laboratoriosta riippuen. Yleisimmin tehtyjä analyysejä ovat:

- *Tuhka sekä kivennäis- ja hivenaineet*: tuhka (kivennäis- ja hivenaineiden kokonaismäärä), kivennäisaineet eli makromineraalit (Ca, P, K, Na, Mg, Cl, S) ja hivenaineet eli mikromineraalit (Mn, Zn, Cu, Fe, Mo, J, Bo, Co, Se).
- *Raakavalkuainen ja typpiyhdisteet*: Raakavalkuainen (typpipitoisuus × 6.25), puhdasvalkuainen, aminohapot, liukoinen valkuainen, ammoniumtyppi, nitraatit sekä biogeeniset amiinit.
- *Kuitujakeet/solunseinähiilidydraatit*: Raakakuitu, neutraalidetergenttikuitu (NDF), happodetergenttikuitu (ADF), ligniini (ADL) sekä sulava ja sulamaton NDF (iNDF).
- *Solunsisällyshiilihydraatit*: Tärkkelys, vesiliukoiset hiilihydraatit (sokerit, fruktaanit) ja pektiinit.

» *Käymistuotteet*: Maitohappo, pH, haihtuvat rasvahapot (etikka-, propioni-, voi-, isovoi- valeriaana-, isovaleriaana- ja kapronihappo) ja etanoli.
» *Homemyrkyt eli mykotoksiinit*: Esimerkiksi deoksinivalenoli (DON), zearalenoni (ZEA), T2-toksiini, okratoksiinit ja aflatoksiini.
» *Rehuarvot*: Sulavuus (D-arvo), muuntokelpoinen energia (ME), ohutsuolesta imeytyvät aminohapot (AAT) ja pötsin valkuaistase (PVT).
» *Säilörehun syönti-indeksi*: Suomessa kehitetty menetelmä, joka kuvaa säilörehuerän vapaaehtoista syöntiä lehmillä. Se perustuu säilörehun koostumukseen (kuiva-ainepitoisuus, D-arvo, NDF-kuitupitoisuus), sulavuuteen (D-arvo), käymisasteeseen (käymishappojen kokonaismäärä) ja muihin ominaisuuksiin (korjuukerta, kasvilaji).

Taulukkoon 2 on koottu säilörehujen ohjeelliset tavoitearvot Suomessa, Virossa ja Latviassa. Tavoitteet ovat varsin yhteneväisiä, mutta kertovat hienoisista eroista eri maiden tuotantojärjestelmissä ja säilörehuperinteessä.

**Taulukko 2.** Hyvän säilörehun ohjeelliset arvot eri maissa.

| | Suomi | Viro | Latvia |
|---|---|---|---|
| Kuiva-aine (ka), g/kg | 300 – 400 | 300 – 400 | 300 – 400 |
| pH, jos ka < 250 g/kg | 4,0 – 4,2 | 4,1 | 4,1 |
| pH, jos ka 250 – 400 g/kg | 4,2 – 5.0 | 4,3 | 4,3 |
| pH, jos ka 400 – 550 g/kg | 5,0 – 5,5 | 4,7 | 4,8 |
| Ammoniakki-N, g/kg N | < 40 | < 70 | <80 |
| Tuhka, g/kg ka | | | |
| Maissi | - | < 50 | 35 - 50 |
| Nurmiheinät | < 80 | < 80 | < 80 |
| Nurmipalkokasvit | < 100 | < 100 | < 100 |
| Raakavalkuainen, g/kg ka | 140 – 170 | 140 - 160 | 140 - 190 |
| Etanoli, g/kg ka | < 10 | < 10 | < 10 |
| Raakakuitu, g/kg ka | | < 260 | < 260 |
| Neutraalidetergenttikuitu, g/kg ka | < 520-580 | < 460 | 420 – 525 |
| Happodetergenttikuitu, g/kg ka | | < 330 | 240 - 290 |
| Maitohappo, g/kg ka | 30-70 | 30 - 100 | 30 - 70 |
| Etikkahappo, g/kg ka | < 15 | < 20 | 10 - 20 |
| Nurmisäilörehu | | < 30 | 10 - 16 |
| Maissisäilörehu | | | |
| Propionihappo, g/kg ka | < 1 | < 1 | <1 |
| Voihappo, g/kg ka | < 0,5 | < 0,5 | <0,5 |
| Orgaanisen aineen sulavuus, g/kg | > 680-700* | > 650** | 750 - 800*** |
| Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka | 11 | > 9,5 | |

* D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa. *In vitro* orgaanisen aineen sulavuuden määritysmenetelmä perustuen sellulaasientsyymiin: Nousiainen ym. (2003), Sellulaasiliukoisuusarvot korjattu vastaamaan lampaiden in vivo -sulavuuksia Huhtasen ym. (2006) mukaan.
** Orgaanisen aineen sulavuus lasketaan rehun sisältämien ravintoaineiden (raakavalkuainen, raakakuitu, raakarasva ja typettömät uutteet) ja aiemmista in vivo -sulavuuskokeista saatujen sulavuuskertoimien perusteella.
*** EUROFINS-yrityksen NIR-menetelmä, joka perustuu pötsinesteessä tehtyihin in vitro -arvoihin, jotka on kalibroitu in vivo -sulavuuksia käyttäen.

## 11.6. Säilörehun laatuhaasteita lehmän näkökulmasta

Listeria, basillit ja *Clostridium perfringens* ovat haitallisia mikrobeja, jotka voivat vaikuttaa merkittävästi säilörehun käymiseen ja laatuun. *Listeria monocytogenes* on patogeeninen bakteeri, joka viihtyy säilörehussa, jossa on korkea pH ja riittämättömät hapettomat olosuhteet. *Clostridium perfringens* tuottaa voihappoa ja ammoniakkityppeä, jotka nostavat pH-arvoa ja edistävät pilaantumista. Nämä mikrobit voivat myös aiheuttaa terveysriskejä karjalle ja jopa ihmisille, mikä kannustaa entisestään panostamaan säilörehun hyvään hygieeniseen laatuun.

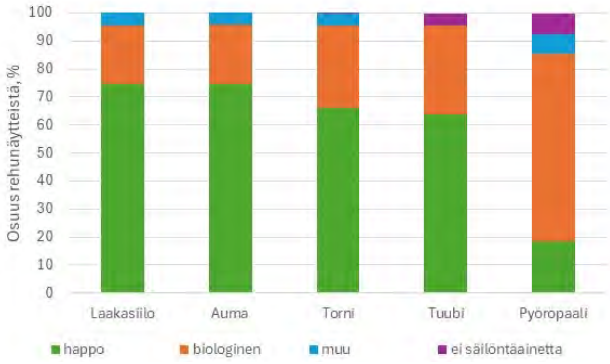
Homemyrkkyjen eli mykotoksiinien aiheuttamat huolet rehuissa ovat lisääntyneet viime vuosina. Säilörehuista on analysoitu lukuisia eri mykotoksiineja, esimerkiksi deoksinivalenolia (DON), zearalenonia (ZEA), T2-toksiinia, okratoksiineja ja aflatoksiinia. Valitettavasti tietämys mykotoksiineista on vielä puutteellista ja niiden analysointi kallista.

Biogeeniset amiinit ovat typpipitoisia yhdisteitä, joita mikrobit muodostavat säilörehussa dekarboksyloimalla aminohappoja. Esimerkkejä biogeenisistä amiineista ovat histamiini, tyramiini, putreskiini, kadaveriini ja fenyylietyyliamiini. Biogeenisten amiinien esiintyminen säilörehussa johtuu pääasiassa huonosta käymisestä (esimerkiksi klostridikäyminen), mikä johtaa pH:n nousuun ja valkuaisen voimakkaaseen hajoamiseen. Runsaasti biogeenisiä amiineja sisältävän säilörehun syönti voi aiheuttaa eläimille terveyshaittoja ja tuotannon vähenemistä. Biogeeniset amiinit saattavat häiritä normaalia aineenvaihduntaa, vähentää rehunsyöntiä, aiheuttaa pötsin toimintahäiriöitä ja allergisia reaktioita sekä pahentaa tulehduksia.

Rehujen runsas vapaaehtoinen syönti on niiden hyvän tuotantovaikutuksen perusta. Voimakkaan ja/tai virheellisen käymisen seurauksena rehuun muodostuu käymistuotteita (maitohappo, etikka-, propioni- ja voihappo, ammoniakki), jotka vähentävät rehujen syöntiä. Säilörehun laadun vaikutuksia vapaaehtoiseen syöntiin voi arvioida syönti-indeksin avulla (Huhtanen ym. 2007, Rinne ym. 2008).

## 11.7. Tilasäilörehun laatu käytännössä - tilastoja Suomesta

Tässä luvussa esitetään yleiskatsaus suomalaisten maatilasäilörehujen satokauden 2024 tuloksista. Säilötyyppi vaikutti selvästi siihen, mitä säilöntäaineita rehun teossa oli käytetty. Laakasiiloissa 75 % näytteistä oli säilötty happopohjaisilla säilöntäaineilla ja 21 % biologisilla säilöntäaineilla, kun pyöröpaaleista happopohjaisia säilöntäaineita oli käytetty 19 %:ssa näytteistä ja 7 % pyöröpaalirehuista oli tehty ilman mitään säilöntäainetta. Eroa selittää osaltaan se, että pyöröpaaleihin säilötään tyypillisesti pidemmälle esikuivattuja rehuja kuin muihin säilöihin.




**Kuva 2.** Säilöntäaineiden osuudet säilötyypeittäin suomalaisissa maatilasäilörehuissa (lähde: tilastoaineisto; käyttö luvan perusteella).

Taulukossa 3 on esitetty nurmiheinä- ja apilapitoisen säilörehun koostumus eri sadoissa. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus oli melko tasainen kaikissa rehutyypeissä. Jälkisatojen valkuaispitoisuus oli korkeampi 1. satoon verrattuna samalla kun NDF-kuidun pitoisuus pieneni. D-arvo pieneni ensimmäisestä sadosta toiseen (675 ja 655 g/kg ka), mutta suureni taas kolmanteen satoon (677 g/kg ka). Säilörehun syönti-indeksi oli korkein 1. sadossa. Satojen väliset erot on hyvä huomioida eri säilörehuerien käyttöä suunniteltaessa, mutta yksittäisissä tapauksissa rehueräkohtaiset analyysit ovat välttämättömiä.

**Taulukko 3.** Suomalaisten maatilojen nurmiheinäsäilörehun ja apilapitoisen säilörehun koostumus v. 2024 eri korjuukerroilla (lähde: tilastoaineisto; käyttö luvan perusteella).

| | Nurmisäilörehu | | | Apilapitoinen säilörehu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. sato | 2. sato | 3. sato | 1. sato | 2. sato | 3. sato |
| Kuiva-aine, g/kg | 346 | 344 | 336 | 348 | 342 | 326 |
| Raakavalkuainen, g/kg ka | 149 | 154 | 161 | 147 | 154 | 169 |
| NDF-kuitu, g/kg ka | 546 | 538 | 514 | 521 | 512 | 487 |
| D-arvo, g/kg ka | 675 | 655 | 677 | 665 | 649 | 665 |
| Syönti-indeksi | 106 | 97 | 101 | 113 | 107 | 109 |

Taulukkoon 4 on koottu tuloksia suomalaisista säilörehuista käytetyn raaka-aineen kasvilajin mukaan. Nurmisäilörehunäytteet ovat selkeästi yleisimpiä, seuraavaksi eniten on apilapitoisia näytteitä ja muita kasvilajeja on erittäin vähän.

**Taulukko 4.** Suomalaisten maatilojen eri kasvilajeista tehdyn säilörehun koostumus v. 2024 (lähde: tilastoaineisto; käyttö luvan perusteella).

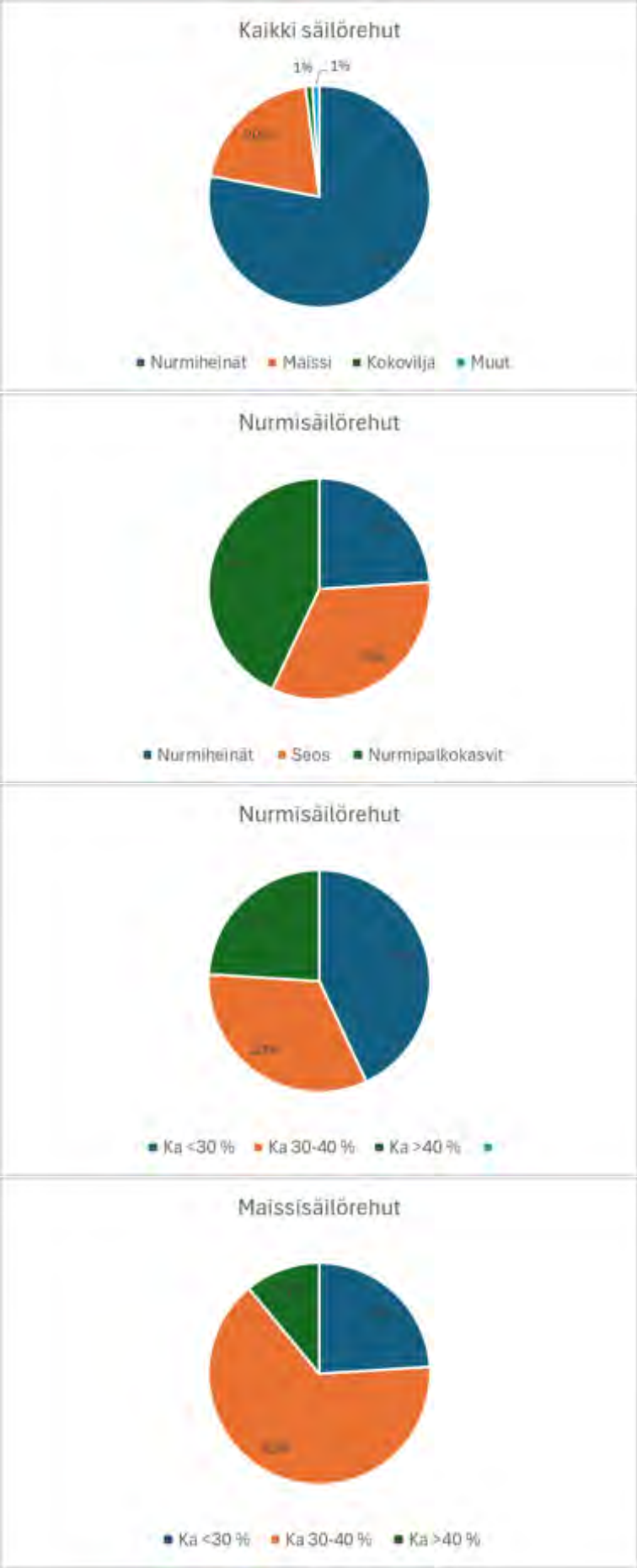
| | Nurmi | Apilapitoinen | Sinimailaspitoinen | Kokovilja | Palkokasvikokovilja | Vihantavilja | Maissi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kuiva-aine (ka), g/kg | 344 | 343 | 359 | 393 | 346 | 358 | 324 |
| pH | 4.23 | 4.26 | 4.37 | 4.19 | 4.17 | 4.24 | 3.78 |
| Ammoniakkityppi, g/kg N | 44 | 39 | 44 | 42 | 52 | 48 | 30 |
| Tuhka, g/kg ka | 74 | 78 | 82 | 73 | 79 | 76 | 43 |
| Raakavalkuainen, g/kg ka | 152 | 153 | 160 | 127 | 148 | 137 | 89 |
| Sokerit, g/kg ka | 57 | 54 | 46 | 52 | 41 | 51 | 23 |
| NDF-kuitu, g/kg ka | 538 | 513 | 500 | 509 | 479 | 534 | 421 |
| Sulamaton NDF-kuitu, g/kg ka | 70 | 78 | 91 | 123 | 131 | 120 | 77 |
| Maito- ja muurahaishappo, g/kg ka | 46 | 50 | 49 | 37 | 49 | 41 | 36 |
| Haihtuvat rasvahapot, g/kg ka | 16 | 17 | 19 | 12 | 15 | 14 | 16 |
| D-arvo, g/kg ka | 667 | 658 | 647 | 619 | 616 | 614 | 684 |
| Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 9.6 | 9.5 | 9.8 | 10.6 |
| Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen, g/kg ka | 81 | 86 | 86 | 78 | 81 | 74 | 79 |
| Pötsin valkuaistase, g/kg ka | 32 | 27 | 35 | 12 | 29 | 26 | -30 |
| Syönti-indeksi | 102 | 110 | 109 | 113 | 111 | 110 | 125 |

## 11.8. Tilasäilörehun laatu käytännössä – tilastoja Virosta

Virolaisten viljelijöiden säilörehuja koskevat tiedot ovat peräisin säilörehunäytteistä, jotka on analysoitu vuosina 2020-2024 Viron maatalousyliopiston (EMU) laboratoriossa.

Vuonna 2024 analysoiduista säilörehuista 78 % oli nurmisäilörehuja, 20 % maissisäilörehuja, 1 % kokoviljasäilörehuja ja 1 % muita säilörehuja (kuva 3). Viimeisten viiden vuoden aikana maissisäilörehunäytteiden määrä on kasvanut 5 prosenttiyksikköä nurmisäilörehun kustannuksella. Maissin viljely säilörehuksi on lisääntynyt joka vuosi, koska markkinoille on tullut lisää kylmänkestäviä lajikkeita ja sääolosuhteet ovat olleet maissille otolliset. Vuosi 2024 oli Virossa ensimmäinen kerta, kun osa maissipelloista puitiin jyväsadon korjaamiseksi.

Palkokasvivaltaisten säilörehujen osuus on Virossa kasvanut merkittävästi viimeisten viiden vuoden aikana. Tämä on johtunut pääasiassa sinimailasen viljelyn lisääntymisestä, sillä syväjuurisena kasvina sinimailasesta saadaan hyvä sato myös kuivina vuosina.




**Kuvio 3.** Virolaisten säilörehujen kuvailua kasvilajien ja rehujen kuiva-ainepitoisuuden osalta (EMU-tilastot, 2024).

**Taulukko 5.** Säilörehujen keskimääräinen laatu Virossa (EMU-tilastot, 2024).

| | Nurmisäilörehu | | Maissisäilörehu | |
|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2024 | 2020 | 2024 |
| Kuiva-aine, g/kg | 297 | 318 | 270 | 345 |
| pH | 4,4 | 4,5 | 3,8 | 3,8 |
| Ammoniakkityppi, g/kg N | 42 | 41 | 40 | 40 |
| Tuhka, g/kg ka | 81 | 88 | 36 | 32 |
| Raakavalkuainen, g/kg ka | 119 | 152 | 80 | 75 |
| Tärkkelys, g/kg ka | - | - | 260 | 348 |
| Raakakuitu, g/kg ka | 293 | 294 | 240 | 202 |
| Etanoli, g/kg ka | 5,0 | 2,9 | 10,0 | 8,6 |
| Neutraalidetergenttikuitu, g/kg ka | 494 | 500 | 491 | 400 |
| Kalsium, g/kg ka | 9,8 | 12,1 | 2,7 | 2,1 |
| Maitohappo, g/kg ka | 54,0 | 46,9 | 53,0 | 46,0 |
| Etikkahappo, g/kg ka | 19,0 | 17,9 | 21,0 | 15,7 |
| Propionihappo, g/kg ka | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,3 |
| Voihappo, g/kg ka | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Hapot yhteensä, g/kg ka | 83,0 | 74,7 | 79,0 | 64,0 |
| Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka | 9,1 | 9,1 | 10,4 | 10,9 |
| Muuntokelpoinen valkuainen, g/kg ka | 73,8 | 75,3 | 77,2 | 76,0 |

Maissisäilörehun kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuudet ovat kasvaneet vuosi vuodelta, Viimeisten viiden vuoden aikana maissisäilörehun kuiva-aineen mediaani on kasvanut 7,5 prosenttiyksikköä, Vuonna 2024 analysoitujen maissisäilörehunäytteiden kuiva-aineen mediaani oli 345 g/kg, Maissintähkät olivat kypsempiä ja tärkkelyspitoisuus näin ollen korkeampi, Vuonna 2020 maissisäilörehun tärkkelyspitoisuus oli 260 g/kg ka, kun se vuonna 2024 oli 348 g/kg ka. Vuosi 2024 oli poikkeuksellisen hyvä maissille. Vuosittaiset vaihtelut sääolosuhteista johtuen voivat olla suuria.

Virossa vuonna 2024 analysoiduista näytteistä 55 % tehtiin ilman säilöntäainetta, kun vuonna 2020 niitä oli vain 37 %. Syitä säilöntäaineiden käytön vähenemiseen ovat olleet esimerkiksi säilöntäaineiden korkea hinta, huonot käyttökokemukset, esikuivauksen lisääntyminen ja paremmat säät (säilörehun korkeampi kuiva-ainepitoisuus).

## Keskeiset huomiot

- Varmista, että käytät korkealaatuista raaka-ainetta, joka korjataan silloin, kun sadon sulavuus on hyvä. Korjuun viivästyminen johtaa energia-arvon heikkenemiseen kasvien korsiintumisen vuoksi.
- Pyri materiaalin korkeaan hygieeniseen laatuun, kuten mahdollisimman vähäiseen maaperän ja lannan kontaminaatioon.
- Silppua rehu sopivaan pituuteen tiivistymisen ja käymisen optimoimiseksi varastointimenetelmästä riippuen.
- Pyri optimaaliseen kosteuspitoisuuteen anaerobisen käymisen tukemiseksi. Liiallinen kosteus johtaa puristenesteen erittymiseen, kun taas liian kuiva materiaali rajoittaa käymistä ja lisää jälkilämpenemisriskiä.
- Tiivistä rehu huolellisesti käymiseen tarvittavien anaerobisten olosuhteiden edistämiseksi.
- Käytä säilöntäaineita, kuten happopohjaisia tuotteitta tai maitohappobakteeriymppejä, hyvän käymislaadun varmistamiseksi. Valitse sopiva tuote käyttötarkoitukseen ja noudata annosteluohjeita. Säilöntäaineet auttavat vähentämään laaturiskejä, mutta ne voivat vain osittain kompensoida huonoja olosuhteita ja/tai menetelmiä.
- Sulje säilörehu tiiviisti ilman poistamiseksi ja aerobisen pilaantumisen minimoimiseksi. Käytä happisulkukalvoja tai useita muovikerroksia ja painota vielä muovit huolellisesti painavalla materiaalilla.
- Säilörehujen analysoinnin päätavoitteina on varmistaa rehun turvallisuus, laatia tasapainoiset ruokintasuunnitelmat ja tunnistaa säilörehun valmistusprosessin aikana tapahtuneet mahdolliset ongelmat tai virheet

## Lähteet:


EFSA. 2018. Guidance on the assessment of the efficacy of feed additives. The EFSA Journal. 16: 5274. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5274

Huhtanen, P., Nousiainen, J., Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. Agricultural and Food Science, 15: 293-323. https://doi.org/10.2137/145960606779216317

Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. Animal 1: 758-770. https://doi.org/10.1017/S175173110773673X

Kung Jr, L., Shaver, R.D., Grant, R.J., Schmidt, R.J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. Journal of Dairy Science, 101: 4020-4033. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909

McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage, 2nd ed, Marlow, UK: Chalcombe Publications.

Muck, R.E., Nadeau, E.M.G., McAllister, T.A., Contreras-Govea, F.E., Santos, M.C., Kung Jr, L. 2018. Silage review: recent advances and future uses of silage additives. Journal of Dairy Science, 101: 3980-4000. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839

Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M., Huhtanen, P. 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. Animal Feed Science and Technology, 103: 97-111. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00283-3

Pahlow, G., Weissbach, F. 1999. New aspects of evaluation and application of silage additives. Landbauforschung Voelkenrode SH, 206: 141-158.

Rinne, M., Huhtanen, P. & Nousiainen, J. 2008. Säilörehun ja koko rehuannoksen syönti-indeksit auttavat lypsylehmien 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.

# 12. Säilörehuvaraston avaaminen ja syöttö

*Kirjoittaja Ieva Krakopa (Latvia)*

Säilörehu varastoidaan hapettomissa olosuhteissa, mutta se on hyvin altis jälkilämpenemiselle ja pilaantumiselle, kun rehu pääsee kosketuksiin ilman hapen kanssa. Tämän takia on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota rehun irrotukseen siilosta ja minimoida altistus ilmalle. Paalisäilörehun kanssa tätä ongelmaa ei käytännössä synny, koska tavallisesti paali avataan ja syötetään saman päivän aikana. Oikeaoppisella siilon avaamisella ja rehun irrotuksella on iso merkitys siihen kuinka paljon tilan taloutta ja ympäristöä heikentävää rehu- ja ravinnehävikkiä syntyy.

Huomioi siilon avaamiseen ja käyttöön liittyen:

1. Siilon koon tulee vastata syöttönopeutta (karjakoko).
2. Laske ja arvioi syöttönopeus uudelleen, jos syötössä on kaksi tai useampi rehuvarasto samaan aikaan (esim. maissi- ja nurmisäilörehu samanaikaisesti).
3. Nyrkkisääntö syöttönopeudesta: koko siilon rintamus tulee saada syötettyä maksimissaan kolmen päivän sisällä pilaantumisen estämiseksi.
4. Huomioi rehuvaraston sijoittelussa, että sen etureunaan ei kohdistu suoraa keskipäivän aurinkoa tai voimakasta tuulta.
5. Syötä talvikauden viileämmissä oloissa säilörehua, jossa on korkeampi kuiva-aine-, sokeri- ja tärkkelyspitoisuus. Kuumissa sääoloissa nämä rehut ovat alttiimpia lämpenemiselle ja jälkipilaantumiselle. Kuumina jaksoina märempi säilörehu säilyy paremmin.

*Ajettavan apevaunun rouhintapäällä irrotettua säilörehun siistiä rintamusta. Kuvaaja Ieva Krakopa*

*Laatikkoleikkurilla irrotetun säilörehun siisti rintamus. Kuvaaja Ieva Krakopa*

*Siisti siilon rintamus (etureuna suuntautuu poispäin auringosta).*
*Kuvaaja Ieva Krakopa*

*Rehua on irrotettu aumasta kauhalla, mikä on johtanut epätasaiseen ilmaa hyvin läpäisevään rintamukseen, jonka seurauksena rehun pilaantumiseen ja rehuhävikkiin.*
*Kuvaaja Ieva Krakopa*

*Maissisäilörehusiilon epätasainen rintamus altistaa rehun lämpenemiselle.*
*Kuvaaja Ieva Krakopa*

## Ympäristönäkökulma:

*Säilörehuvaraston avaaminen ja syöttö ovat ratkaisevan tärkeitä vaiheita rehu- ja ravinnehävikkien minimoimisen kannalta. Hävikkirehun mukana menetetään suuri määrä ravinteita lämpö-, vesi- ja hiilidioksiditappioiden myötä ja rehun kylvöön, lannoitukseen, korjuuseen ja käsittelyyn käytetyt resurssit.*

## Keskeiset huomiot

» Säilörehun käyttö ja syöttötahti tulee suunnitella karjan kulutuksen mukaan.
» Kiinnitä huomiota rehun irrotukseen siilosta. Tasaisen jäljen jättävä rehuleikkuri hidastaa ilman tunkeutumista rehuun ja pienentää rehuhävikkiä ennen seuraavaa rehuerän irrotusta.
» Negatiivisten ympäristövaikutusten lisäksi pilaantunut säilörehu vaikuttaa myös eläinten terveyteen ja tilan talouteen.

# 13. Säilörehun puristeneste

*Kirjoittajat Marketta Rinne (Suomi), Kalvi Tamm (Viro) ja Are Selge (Viro).*

## 13.1. Mitä on säilörehun puristeneste?

Kun kostea rehumassa pakataan tiiviisti, siitä irtoaa nestettä, joka erittyy siilosta ulos. Tätä nestettä kutsutaan säilörehun puristenesteeksi. Se sisältää rehun liukoisia ravinteita aiheuttaen rehun määrän ja ravintoarvon tappioita.

Osana Sustainable Silage -hanketta kerättiin suomalaisista säilörehukokeista ja suomalaisilta sekä virolaisilta maatiloilta koostuva aineisto puristenesteen keskimääräisen koostumuksen ja vaihtelun laajuuden selvittämiseksi (taulukko 1). Huomattavin tulos oli valtava vaihtelu puristenesteiden koostumuksessa. Tämä käy ilmi näytteiden kuiva-ainepitoisuudesta, joka oli pienimmillään 3 g/kg ja suurimmillaan 153 g/kg. Ilmeisin syy vaihteluun on sadeveden aiheuttama laimeneminen käytännön maatilojen siiloissa verrattuna koenäytteisiin, joihin ei ollut päässyt vettä ulkopuolelta.

Ravinnepitoisuudet puristenestetonnia kohti heijastivat vesikontaminaatiota siten, että ravinnepitoisuudet olivat käytännössä nolla kaikkein laimeimmissa näytteissä. Yksi lisätekijä, joka voi vaikuttaa maatilojen näytteiden alhaisiin ravinnepitoisuuksiin, voi olla edustavaan näytteenottoon liittyvät haasteet. Kiintoaine sedimentoituu jonkin verran säiliön pohjalle, ja jos säiliötä ei sekoiteta huolellisesti ennen näytteenottoa, kerätty näyte voi olla liian laimea.

Näytteiden alkuperän vaikutuksen osoittamiseksi tarkasteltiin erikseen koenäytteitä ja maatiloilta kerättyjä näytteitä (taulukko 1). Säilörehukokeista kerättyjen puristenesteiden kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 89 g/kg, kun maatiloilla se oli vain 29 g/kg.

Kun ravinnepitoisuudet esitetään osuutena kuiva-aineesta, laimenemisen vaikutus voidaan sulkea pois. Näin voidaan arvioida eri ravinteiden suhteita puristenesteessä. Tyypilliseen nurmibiomassaan verrattuna puristenesteessä on runsaasti kivennäisaineita (tuhkaa) ja typpeä, jotka ovat vesiliukoisia ja päätyvät siten puristenesteeseen. Vesiliukoisten hiilihydraattien koostumus vaihtelee sen mukaan, mikä niiden pitoisuus on rehussa ja kuinka iso osa niistä on fermentoitunut näytteenottohetkellä.

**Taulukko 1.** Suomalaisten ja virolaisten säilörehun puristenesteiden koostumus.

| | Keskiarvo | Keskihajonta | Minimi | Maksimi |
|---|---|---|---|---|
| Suomalaiset näytteet säilörehututkimuksista (n=85) | | | | |
| Kuiva-aine, g/kg tuoretta | 89 | 25.1 | 33 | 153 |
| pH | 3.96 | 0.696 | 3.21 | 5.39 |
| Tuhka, g/kg kuiva-ainetta (ka) | 177 | 56.1 | 97 | 297 |
| Raaka-valkuainen, g/kg ka | 205 | 67.5 | 99 | 332 |
| Sokerit, g/kg ka | 132 | 139.6 | 3 | 448 |
| | | | | |
| Tilanäytteet Virosta (n=8; eri kasvimateriaaleja) ja Suomesta (n=4 nurmisäilörehuja) | | | | |
| Kuiva-aine, g/kg tuoretta | 29 | 23.4 | 2 | 91 |
| pH | 5.51 | 1.231 | 4.19 | 7.80 |
| Tuhka, g/kg kuiva-ainetta (ka) | 529 | 127.0 | 273 | 677 |
| Raaka-valkuainen, g/kg ka | 261 | 196.4 | 8 | 519 |
| | | | | |
| Typpi, g/kg ka | 42 | 31.4 | 1 | 83 |
| Fosfori, g/kg ka | 9 | 9.2 | 0 | 34 |
| Kalium, g/kg ka | 57 | 46.7 | 0 | 132 |
| Magnesium, g/kg ka | 14 | 17.4 | 0 | 64 |
| Kalsium, g/kg ka | 45 | 68.7 | 0 | 260 |
| Kupari, mg/kg ka | 22 | 30.1 | 0 | 81 |
| Mangaani, mg/kg ka | 125 | 105.1 | 1 | 280 |
| Sinkki, mg/kg ka | 91 | 84.9 | 1 | 230 |
| Natrium, mg/kg ka | 16 | 23.2 | 2 | 56 |
| Boori, mg/kg ka | 8 | 4.7 | 0 | 13 |

## 13.2. Miten estää puristenesteen muodostuminen

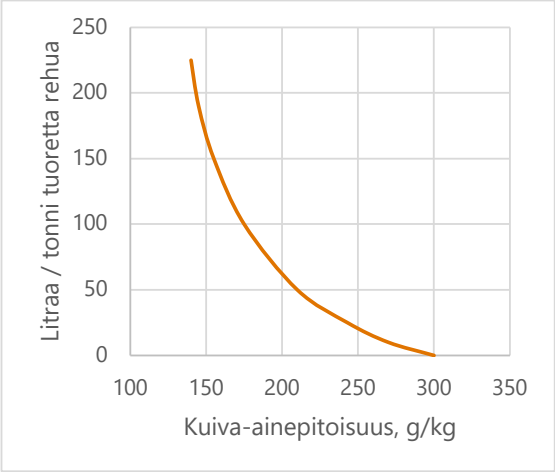
Viime vuosisadalla säilörehun puristenesteen muodostuminen oli hyvin yleistä, sillä tuolloin säilörehun valmistuksessa käytettiin kelasilppureita ja ruoho korjattiin tuoreena. 1900-luvun loppupuolella säilörehun valmistusmenetelmät muuttuivat nopeasti. Nurmi niitetään nykyään erikseen ja sen annetaan esikuivua pellolla ennen kuin se korjataan tarkkuussilppurilla, noukinvaunulla, suurpaalaimella tai ajosilppurilla, eikä tuoretta säilörehua enää juuri tehdä.

Esikuivaaminen on tehokas menetelmä, joka estää puristenesteen muodostumisen, kuten kuva 1 osoittaa. Puristenestettä ei erity lainkaan tai vain hyvin vähän, jos ruohon kuiva-ainepitoisuus korjuuhetkellä on yli 250 g/kg (McDonald et al. 1991). Myös muut tekijät vaikuttavat puristenesteen

erittymiseen, joten tämä arvo ei ole absoluuttinen. Tärkeitä puristenesteen erittymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat siilon tyyppi ja rehumassaan kohdistuva paine. Myös säilörehun säilöntäaineen valinta vaikuttaa puristenesteen tuotantoon. Muurahaishappopohjaiset säilöntäaineet rikkovat happohydrolyysin kautta kuitua, jolloin solujen sisältö vapautuu ja puristenesteen tuotanto lisääntyy (Jones & Jones 1995, Ayanfe et al. 2025).

Palkokasvit ovat luonnostaan mehevämpiä kuin heinäkasvit, joten puristenesteen erittymisen riski voi olla suurempi, jos säilötty materiaali sisältää runsaasti palkokasveja kuten apilaa. Maissisäilörehu korjataan tyypillisesti vähintään 300 g/kg:n kuiva-ainepitoisuudessa, mutta epäsuotuisissa olosuhteissa, kun sato on kypsymätön sadonkorjuun aikaan, puristenestettä voi syntyä myös maissisäilörehusta.

Esikuivauksen lisäksi puristenesteen erittymistä voi estää lisäämällä kosteaan rehuun imeytysaineena jotain kuivempaa materiaalia. Hvas et al. (2024) osoitti tämän lähestymistavan toimivaksi sokerijuurikkaan säilönnässä. He käyttivät useita rehuaineita (maissisäilörehu, nurmi-/apilasäilörehu, ruohonsiemenen olki, kuivattu sokerijuurikasleike, tuore sokerijuurikasleike, kuivattu rankki, vehnäleseet, rypsirouhe, auringonkukkarouhe ja maissigluteenirehu) nostamaan tuoreen sokerijuurikkaan kuiva-ainepitoisuutta noin 220 g/kg:n tasolta yli 300 g/kg:n tasolle, ja kaikki imeytysaineet estivät puristenesteen muodostumisen.




**Kuvio 1.** Säilörehun kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa puristenesteen tuotantoon (McDonald ym. 1991).

## 13.3. Puristenestettä säännellään lainsäädännöllä

Onnistunut esikuivaus edellyttää hyviä sääolosuhteita, sillä kosteissa/sateisissa sääolosuhteissa se ei onnistu. Ilmastonmuutoksen aiheuttama sään lisääntyvä vaihtelu voi vaikeuttaa rehunkorjuuta ja johtaa siihen, että liian kosteista olosuhteista huolimatta rehu on korjattava. Tällaisiin tapauksiin varautumiseksi säilörakenteet on suunniteltava siten, että puristeneste voidaan kerätä ja käsitellä hallitusti. Puristenesteen joutuminen ympäristöön on erittäin haitallista, koska se sisältää runsaasti ravinteita, on hapanta ja sillä on suuri biologinen hapenkulutus. Jos puristenestettä valuu vesistöihin, se johtaa hapen loppumiseen ja kalojen kuolemaan.

Puristenesteen aiheuttamien haitallisten ympäristövaikutusten estämiseksi on laadittu säädöksiä. Suomessa maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 9§ssä säädetään säilörehun puristenesteen keräilystä seuraavasti:

”Säilörehuvarasto on oltava rakenteeltaan vesitiivis ja muotoiltu siten, ettei puristeneste valu varaston ulkopuolelle. Säilörehuvarasto on rakennettava siten, että kertyvä neste johtuu keräilykaivoon. Säilörehuvaraston yhteydessä on oltava vähintään viiden kuutiometrin kokoinen puristenesteen keräilykaivo, josta neste pumpataan tai johdetaan putkella vesitiiviiseen puristenestesäiliöön, lietelantalaan tai virtsasäiliöön. Rakennussuunnitelmassa on osoitettava, minne puristeneste keräilykaivosta johdetaan.”

## 13.4. Puristenesteen käyttö kasvintuotannossa

Puristenesteen sisältämiä ravinteita voidaan käyttää kasvien lannoituksessa, mutta kuten taulukossa 1 on esitetty, ravinnepitoisuudet ovat hyvin pieniä erityisesti maatiloilla, joissa sadevettä oli päässyt puristenesteen joukkoon. Laimennuksesta voi olla hyötyä siinä mielessä, että puristeneste ei vahingoita maaperää ja kasveja, mutta toisaalta puristenestettä on levitettävä hyvin suuria määriä, jotta lannoitusvaikutuksesta saadaan hyötyä kasvintuotannossa.

Tilatasolla on useita vaihtoehtoja puristenesteen keräämiseksi ja varastoimiseksi. Usein puristeneste ohjataan lietesäiliöön ja levitetään pelloille lietteeseen sekoitettuna. Näin sen sisältämät ravinteet voidaan kierrättää takaisin kasvintuotantoon. Lisäksi puristeneste laimenee, mikä vähentää riskiä, että se vahingoittaa kasveja ja maaperää.

## 13.5. Miten puristenestettä kierrätetään eläinten rehuun

Puristeneste sisältää samoja arvokkaita ravinteita kuin rehu, josta se on peräisin. Liukoiset kivennäisaineet, proteiinit ja hiilihydraatit ovat arvokkaita ravintoaineita, ja puristenestettä voidaankin käyttää märehtijöiden (Randby 1997) tai sikojen rehuna. Naudoille puristeneste voidaan lisätä seosrehuvaunuun ja sioille liemirehuun. Uudessa nurmibiojalostamokonseptissa säilörehusta mekaanisesti erotettua nestettä on käytetty sikojen rehuaineena (Keto et al., 2021), ja spontaanisti erittyvä puristeneste on lähtökohtaisesti samantyyppistä rehua, jos se voidaan kerätä ja varastoida hygieenisesti ruokintaa varten.

Toinen vaihtoehto kierrättää puristeneste rehuun on levittää sitä siilon päälle, jos tilalla säilötään myös kuivempia rehueriä. Lisääntynyt kosteus ja käymiskelpoiset sokerit (tai orgaaniset hapot, jos sokerit ovat jo fermentoituneet) voivat mahdollisesti auttaa parantamaan kuivemman rehun käymislaatua ja aerobista stabiilisuutta.

Jos käytännössä mahdollista, märkä nurmimateriaali voitaisiin jopa täyttää siiloon aiemmin tehdyn kuivemman säilörehukerroksen päälle, jolloin märästä materiaalista erittyvä puristeneste imeytyy sen alla olevaan kuivempaan säilörehukerrokseen.

## 13.6. Miten puristenestettä käytetään biojalostamoissa

Kiinnostus nurmibiomassan aiempaa monipuolisempaan käyttöön niin sanotuissa nurmibiojalostamoissa on virinnyt viime aikoina (Gaffey et al. 2023). Nurmibiojalostamossa biomassa erotetaan mekaanisesti nestemäisiin ja kiinteisiin jakeisiin, ja niitä jalostetaan edelleen erilaisiksi lisäarvotuotteiksi. Spontaanisti muodostuvaa puristenestettä voitaisiin käyttää liukoisten ravinteiden, kivennäisaineiden, orgaanisten happojen jne. lähteenä samalla tavalla kuin tuoreesta tai säilötystä nurmesta erotettua nestettä (Rinne 2024).

Vähemmän lisäarvoa tuottava, mutta käytännössä helpommin toteutettava käyttötapa on puristenesteen käyttäminen biokaasulaitoksessa.

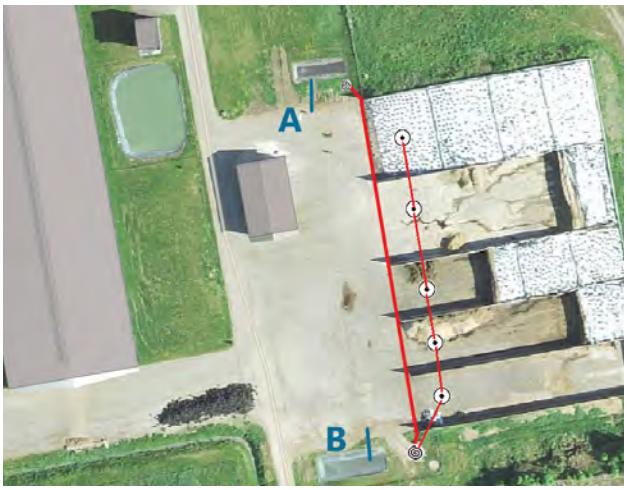
Seuraavat kuvat havainnollistavat puristenesteeseen liittyviä käytännön näkökohtia:

*Puristeneste valuu pyöröpaalista. Kuvaaja Luke / Kaisa Kuoppala.*

*Lypsylehmät juovat puristenestettä vapaasti altaista. Kuvaaja Luke / Marketta Rinne*

**Virolainen tapausesimerkki tehokkaasta jätevesien ja hulevesien hallinnasta maatilamittakaavassa (Hummuli Agro OÜ):**

Yritys toteutti vuonna 2020 seuraavat rakennustyöt, joilla pyrittiin poistamaan sadevesien valuminen ~1 hehtaarin suuruiselta piha-alueelta. Tälle asfalttialueelle kertyy väistämättä rehujätettä, jota sade huuhtoo pois alueelta. Pihalta kertyvän veden lisäksi on otettava huomioon myös säilörehun varastointialueilta valuva vesi.




*Maatilan säilörehun varastointialueet ja rehun käsittelyyn tarkoitettu piha-alue (~10 085 m²).*

Punainen viiva osoittaa mahdollisen säilörehun puristenesteen keräämisen (yleensä viimeisen säilörehunkorjuun aikaan syksyllä) säilörehusiilojen edessä olevan poikkikanavan ja puristenesteenkeräyskaivojen kautta maanalaisiin keräysaltaisiin (joiden kokonaistilavuus on 240 kuutiometriä ja jotka voidaan avata ylhäältä ja tyhjentää).

Sininen viiva osoittaa sadeveden kulkeutumisen ensisijaisesti vedenkeräysaltaisiin, joiden tilavuudet ovat 60 m³ (A) ja 80 m³ (B). Nämä altaat on vuorattu lietelantasäiliöiden rakentamiseen suunnitelluilla kalvoilla. Kalvojen liitokset on hitsattu yhteen ja ne ovat vesitiiviitä.

Koko säilörehuvarastoja ja tarhaa ympäröivä alue tasoitettiin korkeammalle, jotta varastojen ylivuodon sattuessa vesi ei pääse valumaan ympäristöön.

Keräysastiat ja -altaat tyhjennetään tarpeen mukaan. Kontaminoitunut vesi pumpataan pois ja kuljetetaan läheiseen lietelantavarastoon.

Neljän vuoden käytännön kokemus on osoittanut ratkaisun tehokkuuden eikä yhtään vuotoa ympäristöön ole tapahtunut. Merkittävä lisätyö on kuitenkin veden pumppaaminen keräysaltaista ja sen kuljettaminen lietealtaisiin sateisina aikoina. Tilalla uskotaan, että tämä investointi on ollut perusteltu. Tulevaisuudessa harkitaan bioottisten stabilointialtaiden rakentamista käyttäen energiapensaita keräilyaltaiden sijaan.

## Keskeiset huomiot

- Säilörehun puristeneste johtaa ravinnetappioihin ja on ympäristöriski, jos sitä ei hoideta asianmukaisesti.
- Puristenesteen koostumus vaihtelee suuresti riippuen sadeveden aiheuttamasta laimenemisesta ja näytteenottotekniikasta.
- Puristenesteen muodostuminen voidaan estää riittävällä esikuivauksella
- Puristenestettä voidaan hyödyntää viljelykasvien lannoituksessa, eläinten ruokinnassa sekä biokaasun tai nurmibiojalostamoiden raaka-aineena.
- Kaikissa säilörehuvarastoissa on oltava puristenesteen talteenotto ympäristömääräysten noudattamiseksi.
- Hummuli Agro OÜ:n käytännön ratkaisut osoittavat, että tehokkaalla infrastruktuurilla voidaan poistaa valumariski.

## Lähteet:


Ayanfe, N., Franco M., Jalava, T., Stefański, T. & Rinne, M. 2025. Fermentation quality, nutritional characteristics and biorefinery efficiency of timothy grass and pulp silage. *Manuscript submitted to Grass and Forage Science*.Gebrehanna, M.M., Gordon, R.J., Madani, A., Van der Zaag, A.C. & Wood, J.D. 2014. Silage effluent management: A review. Journal of Environmental Management 143:113e122. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.04.012.

Gaffey, J., Rajauria, G., McMahon, H., Ravindran, R., Dominguez, C., Ambye-Jensen, M., Souza, M. F., Meers, E., Aragonés, M. M., Skunca, D., & Sanders, J. P. M. (2023). Green Biorefinery systems for the production of climate-smart sustainable products from grasses, legumes and green crop residues. Biotechnology Advances, 66, 108168. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108168

Hvas, E.M.V., Larsen M., Andersen, L., Bedenk, U. & Weisbjerg, M.R. 2024. Ensiling sugar beets: Effect of mixer feed used for co-ensiling on fermentation products and losses when ensiled in vacuum bags. Animal Feed Science and Technology 318: 116101.

Jones, D.I.H. & Jones, R. 1995. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. Journal of Agricultural Engineering Research, 60, 73-81. https://doi.org/10.1006/jaer.1995.1001.

Keto, L., Perttilä, S., Särkijärvi, S., Immonen, N., Kytölä, K., Alakomi, H.-L., Hyytiäinen-Pabst, T., Tsitko, I., Saarela, M. & Rinne, M. 2021. Effect of silage juice feeding on pig production performance, meat quality and gut microbiome. Livestock Science 254: 104728. doi https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104728.

McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S. J.E. (1991). The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.

Randby, Å.T. 1997. Feeding of silage effluent to dairy cows, Acta Agriculturae Scandinavica A—Animal Sciences, 47:20-30, DOI: 10.1080/09064709709362366

Rinne, M. (2024). Novel uses of ensiled biomasses as feedstocks for green biorefineries. Journal of Animal Science and Biotechnology, 15(1), 36. https://doi.org/10.1186/s40104-024-00992-y

# 14. Maatalousmuovien ja hävikkisäilörehun kestävä jatkokäsittely

*Kirjoittajat Anna Okkonen (Suomi), Allan Kaasik (Viro), Kaisa Vahtmäe (Viro) ja Iveta Grudovska (Latvia)*

Maatalousmuovien ja pilaantuneen säilörehun jatkokäsittely on olennainen osa kestävää säilörehutuotantoa. Tässä luvussa tarkastellaan kuinka säilörehutuotantoon liittyvän muovijätteen ja hävikkirehun määrä voitaisiin minimoida ja kuinka hoitaa myös loppukäsittely mahdollisimman kestävällä tavalla Suomessa, Latviassa ja Virossa.

## 14.1. Käytännöt Suomessa

Suomessa syntyy vuosittain arviolta 12 000 tonnia maatalousmuovijätettä, joista paalimuovien osuus on noin 7000 tonnia. Suurin osa muovista poltetaan energiaksi. Vuonna 2021 arviolta vain noin 20 % maatalousmuoveista kierrätettiin. Suomen jätelaki edellyttää kaikkia yrittäjiä, maatalousyrittäjät mukaan lukien, ensisijaisesti vähentämään muovien käyttöä ja toissijaisesti uusiokäyttämään materiaalin. Muovien käytön vähentäminen on harvoin maatiloille mahdollista, joten oleellista on keskittyä siihen, miten muovien uusiokäyttöä voidaan tehostaa.

Jos viljelijä käyttää muoveja suojaamaan tai pakkaamaan tuotteita omaan käyttöön (esim. rehupaalien käärintään), on hänellä vastuu käytettyjen muovien, esimerkiksi paalimuovien, kierrättämisestä tai toimittamisesta jätteenkäsittelylaitokseen. Lisätietoa löytyy Ruokaviraston muovioppaasta Maatilojen ja puutarhojen muovioppaas - Ruokavirasto. Viljelijöille on tarjolla erilaisia vaihtoehtoja maatalousmuovien hävittämiseksi:

- Ajoittaiset muovinkeräyskampanjat (esim. 4H:n Reilu Teko säkkikeräys lannoite- ja siemensäkeille touko-elokuussa) tai muut alueelliset jätelaitokset, jotka vastaanottavat maatalousmuovijätettä.
- Itä-Suomen murskauskeskus (MTK-jäsenille sopimushinnat) Muovijäte - Itä-Suomen Murskauskeskus.
- SuMaKi Oy Suomen Maatalousmuovien Kierrätys Oy (maatalousmuovienkierratys.fi). Ilmainen palvelu viljelijöille 1.8.2024 alkaen.

SuMaKi on vapaaehtoinen tuottajaorganisaatio, jonka tavoitteena on maatalousmuovien kierrätysasteen kasvattaminen. Viljelijöille tarkoitettu ilmainen noutopalvelu aloitti elokuussa 2024 noutamaan paalimuoveja, jotka menevät kaikki uusiokäyttöön. SuMaKi raportoi, että ensimmäisen toimintavuoden aikana paalimuoveja kerättiin tiloilta kierrätykseen 2300 tonnia. Vuodelle 2025 tavoite on 4000 tonnia. Aumamuovien nouto ja kierrätys alkoi 1.4.2025. Tavoite on kerätä niitä 500 tonnia vuodessa. Muovien lajitteluohjeet löytyvät SuMaKin sivuilta Lajitteluohjeet – Suomen Maatalousmuovien Kierrätys Oy (maatalousmuovienkierratys.fi).

*SuMaKi:n ohjeiden mukaan valkoiset muovit lajitellaan erilleen muista väreistä. Kuvat SuMaKi.*

Muiden maatalousmuovipakkausten kierrättäminen on pakkauksen valmistajan vastuulla. Viljelijä voi siis palauttaa nämä pakkaukset paikalliselle hyötyjäteasemalle kuluitta. Muurahaishappopohjaisten säilöntäaineiden käyttö on tyypillistä Suomessa. Aineet toimitetaan 30, 200 tai 1000 litran muovikanistereissa. Myös nämä pakkaukset voi kierrättää kuluitta oman hyötyaseman kautta. Lisätietoja: AIV | Pakkausten kierrätys.

Suomen ympäristöministeriön mukaan hävikkisäilörehu tulee varastoida kuivalantalassa kiinteällä pohjalla ravinnevalumien minimoimiseksi varastoinnin aikana. Paalimuovit tulee erotella pois hävikkisäilörehusta. Pilaantunut säilörehu voidaan levittää pellolle lannoitteena hyödyntäen rehun sisältämät ravinteet viljelykierrossa. Vaihtoehtoisesti pilaantunut säilörehu voidaan toimittaa luvanvaraiseen jätteenkäsittelylaitokseen (esim. biokaasulaitos) jatkokäsittelyä varten.

Suomen pilottitilojen vinkkejä muovin ja säilörehujätteen vähentämiseksi tilatasolla:

» Optimaalinen siilon tiivistys.
» Optimaalinen säilörehun syöttönopeus.
» Siilon päällysmuovien käyttäminen uudelleen siilon reunamuoveina seuraavana vuonna.

Neuvojan vinkkejä säilörehuhävikin vähentämiseksi:

» Huolellinen siilon täyttö ja tiivistys. Sivualueet ovat kriittisimpiä alueita! Jos siilo on hyvin tiivistetty ja riittävästi painoa peitteen päällä, säilörehu ei pilaannu pintakerroksissa.
» Säilörehuleikkuri vähentää säilörehujätteen määrää.
» Optimaalinen säilörehun syöttönopeus.

## Lähteet:

Ympäristöministeriö, 2021, Ohjeet ympäristönsuojelusta kotieläintaloudessa: Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje (valtioneuvosto.fi)

Paalimuovien keräily tiloilta alkanut elokuussa 2024 - KiertoaSuomesta.fi

Maatiloilla syntyy vuosittain 12 000 tonnia jätemuovia – vain pieni osa jopa vuosia varastoidusta muovista päätyy kierrätykseen | Yle

Maatalousmuovijätteen kierrättäminen. Hytonen_Aija. Opinnäytetyö 2024. JAMK.

## 14.2. Käytännöt Latviassa

Maatalousmuovien keräys ei Latviassa ole valtion säätelemää vaan yksityistä liiketoimintaa. Viljelijät voivat luovuttaa käytettyjä maatalousmuovipakkauksia ilmaiseksi useille yrityksille Latviassa. Kierrätykseen soveltuvat mm. siilo- ja aumamuovit säilörehu- ja säilöheinätuotannosta, suursäkit, muovikanisterit ja muovitynnyrit.

Mitä tulisi huomioida, jotta viljely olisi ympäristöystävällisempää ja tuottaisi vähemmän jätettä:

- Jotta pakkausmateriaalit soveltuisivat kierrätykseen, niiden tulee olla mahdollisimman puhtaita ja kuivia ilman merkittäviä hiekan, mudan tai muun jätteen jäänteitä, mukaan lukien köydet, narut, rakennusjätteet jne. Ennen pakkausten luovuttamista kierrätykseen on tärkeää erottaa ne muista jätteistä ja sijoittaa ne kuivaan paikkaan säänsuojaan varastoinnin ajaksi.
- Jätteen vastaanottajaksi on parasta valita virallinen jätehuoltaja, jotta varmistetaan, että pakkaukset päätyvät kierrätykseen ja että tila saa valtion ympäristöpalvelulle esitettävän vahvistuksen pakkausten luovuttamisesta kierrätykseen. Virallinen kumppani pystyy myös neuvomaan ammattimaisesti eri pakkausten kierrätysmahdollisuuksista.

## 14.3. Käytännöt Virossa

Maatalousmuoveihin lasketaan kuuluvaksi tuotteet, joita käytetään viljelyssä, kuten säilörehupaalimuovit, aumamuovit, muovitunnelit, kiristekalvot, verkot ja narut. Maatalousmuovien käsittelyyn liittyy erityisiä velvoitteita mukaan lukien valmistajan, maahantuojan ja käyttäjän, joka tässä tapauksessa on viljelijä, vastuut.

Maatalousmuoveihin sovelletaan laajennettua tuottajavastuuta koskevaa vaatimusta, mikä tarkoittaa, että muovin valmistaja (mukaan lukien maahantuoja) on velvollinen keräämään ja kierrättämään tuotteistaan syntyvän maatalouden muovijätteen. Alla on lueteltuna maatalousmuovien valmistajien ja käyttäjien (viljelijöiden) velvoitteet.

Maatalousmuovien valmistajan (mukaan lukien maahantuojat) velvoitteet:

- Valmistajan on järjestettävä maatalouden muovijätteen keräys ja kierrätys siten, että vähintään 50 % jätteestä päätyy kierrätykseen. Keräys on järjestettävä siten, että maatalousmuovien käyttäjien on mahdollisimman helppoa hävittää jätteensä.
- Maatalousmuovien valmistajan on otettava vastaan heidän tuotteistaan syntyvä maatalouden muovijäte ilmaiseksi. Valmistajan on kerättävä muovijätettä vähintään sen verran mikä valmistajalta on tullut myyntiin edellisen kalenterivuoden aikana.
- Lajittelematon jäte käsitellään sekajättee-

nä, jonka käsittelykustannuksista vastaa maatalouden muovien käyttäjä.
- Valmistajan on annettava maatalousmuovien käyttäjille tietoa käsittelyvaatimuksista ja palautusvaihtoehdoista maatalouden muovijätteen osalta.

Maatalouden muovin käyttäjien (viljelijöiden) velvoitteet:
» Maatalousmuovin käyttäjien on kerättävä muovijäte erilleen muusta jätteestä ja vältettävä sen sekoittamista muiden jätteiden tai materiaalien kanssa.
» Kun maatalouden muovijätettä kuljetetaan keräyspisteeseen, käyttäjien on estettävä jätteiden sekoittuminen tai kontaminoituminen muiden jätteiden tai materiaalien kanssa.
» Maatalouden muovijäte on lajiteltava materiaalin tyypin mukaan ennen luovutusta: säilörehun peitemuovi erikseen, verkot erikseen, paalimuovi erikseen, nauhat erikseen, muovisäiliöt erikseen ja muut muovit erikseen.
» Maatalouden muovijätteen säilyttäminen mahdollisimman puhtaana ja kuivana on tärkeää kierrätyksen helpottamiseksi ja muovijätteen vähentämiseksi.

Tarkastellaan seuraavaksi säilörehupaalimuovin ja verkon poistamista ja keräämistä maatalousmuovien asianmukaisen käsittelyn varmistamiseksi:

Poista paalimuovi ja verkot säilörehupaaleista vedenpitävällä alustalla, jos mahdollista. Tämä estää muovien likaantumisen sekä vähentää riskiä puristenesteen valumiselle maahan. Huomaa, että lain mukaan säilörehupaaleja ei saa pinota pellolle. Säilörehupaalit voidaan pinota vedenpitävälle alustalle estämään puristenesteen pääsy ympäristöön.

Tavoittele rehunteossa korkeampaa kuiva-ainepitoisuutta (35-50 %). Tämä vähentää puristenesteen muodostumista.

Kun poistat säilörehupaaleista muovin, ravista se puhtaaksi. Vain puhdas muovi voidaan kierrättää. Likainen muovi on suhteellisen helppo puhdistaa jos sen tekee välittömästi. Jos viivytät tätä vaihetta, muovin puhdistaminen myöhemmin on erittäin vaikeaa, koska lika on kuivunut ja tarttunut muoviin jääden kerrosten väliin. Jos kuormassa on puhdistamatonta materiaalia, koko kuorma on lajiteltava kerros kerrokselta. Jotkut materiaalit voidaan puhdistaa jätteenkäsittelijän toimesta, mutta voimakkaasti likaantunut muovi, erityisesti jos sitä on varastoitu pitkään, ei välttämättä ole tarpeeksi puhdasta kierrätykseen.

Lajittele maatalouden muovijäte erilleen muusta jätteestä. Sitä ei tule sekoittaa renkaiden, muiden pakkausten tai roskien kanssa. Lajittele materiaalit välittömästi tyypin mukaan ja kerää ne erikseen. Tämä säästää aikaa ja vähentää myöhempää työmäärää, koska jäte on jo sopivassa kunnossa palautettavaksi. Huomioi säänkestävyys varastoinnin yhteydessä. Säilytä muovijäte kuivana, esimerkiksi isoissa säkeissä tai katon alla. Kerääminen isoihin säkkeihin edistää kiertotaloutta ja mahdollistaa esimerkiksi lannoitesäkkien uudelleenkäytön, jotka muuten päätyisivät jätteeksi.

Asianmukaisesti kerätty ja lajiteltu muovijäte voidaan kierrättää, jolloin käytetty muovi saa uuden elämän ja vähentää kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää sekä maatalouden ympäristöjalanjälkeä. Muista: maatalouden muovin kierrätettävyyden määrä riippuu sen puhtaudesta, varastointiolosuhteista ja asianmukaisesta käsittelystä.

Nopeat vinkit maatalouden muovijätteen keräämiseen ja säilyttämiseen:
» Lajittele materiaalit välittömästi tyypin mukaan: säilörehun peitemuovi erikseen, verkot erikseen, paalimuovi erikseen, narut erikseen, astiat erikseen ja muut muovit erikseen.

» Jos mahdollista, ravista muoveista ylimääräinen kosteus pois estääksesi likaantumisen maa-aineksen, säilörehujäännösten jne. kanssa.

» Kerää maatalouden muovijäte erilleen muusta jätteestä: sitä ei tule sekoittaa renkaiden, muiden pakkausten tai roskien kanssa. Säilytä maatalouden muovijäte kuivana: esimerkiksi isoissa säkeissä tai katon alla.

*Eri muovilaatujen varastointia maatilalla Virossa.*
*Kuvaaja Kaisa Vahtmäe.*

1.5.2013 Virossa tuli voimaan laki, joka määrittelee maatalousmuovista syntyvän jätteen keräyksen, palauttamisen valmistajalle sekä kierrätyksen tai hävittämisen vaatimukset ja menettelyt. Tavoitteena on ohjata maatalousmuovijäte materiaalikierrätykseen uusien tuotteiden valmistamiseksi, vähentää ympäristökuormitusta ja ylläpitää Viron puhdasta ympäristöä. Viljelijät voivat palauttaa saman määrän maatalousmuovia, jonka he ovat ostaneet, ilmaiseksi. Tavallisesti viljelijä täyttää muovien noutolomakkeen muovit myyneen yrityksen nettisivuilla ja sen jälkeen muovit noudetaan sovittuna ajankohtana ilmaiseksi.

Laki velvoittaa maatalousmuovien valmistajaa ottamaan takaisin tai järjestämään markkinoille saattamansa maatalousmuovin takaisinoton ja kierrätyksen. Tähän kategoriaan kuuluvat paali- ja aumamuovit, tunnelimuovit, peiteverkot ja muovinarut. Viljelijän velvollisuutena on varmistaa, että käytetyt ja palautetut muovimateriaalit ovat puhtaita, eli ne eivät sisällä säilörehujäämiä, maata jne.

**Taulukko 1.** Viron ympäristöviraston (Kansallinen jätehuoltosuunnitelma 2023-2028) tietojen mukaan vuosina 2015-2020 markkinoille saatetun ja kierrätetyn maatalousmuovin määrä.

| Vuosi | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Markkinoille saatettu muovimäärä (t) | 921 | 907 | 1 209 | 1 358 | 1 355 | 1 502 |
| Kerätty muovimäärä (t) | 727 | 639 | 1 018 | 1 002 | 1 181 | 691 |
| Kierrätetty muovimäärä (t) | 322 | 550 | 561 | 1 240 | 648 | 449 |
| Väliaikainen muovin varastointimäärä (t) | 649 | 1 229 | 1 487 | 1 086 | 1 217 | 1 012 |

Pääongelmat maatalousmuovien keräämisessä ja kierrätyksessä Virossa:
*Keräyspisteiden puute:* Valmistajilla ei ole keräyspisteitä maatalousmuovijätteelle jokaisessa Viron maakunnassa. Muovien käyttäjät voivat ilmaista halunsa kierrättää muovit ja valmistaja järjestää maatalousmuovijätteen keräyksen. Keräyspisteiden puutteen vuoksi keräyskierrokset ovat kuitenkin pitkiä, mikä aiheuttaa käyttäjille varastointiongelmia.

*Likaiset muovit:* Maatalousmuovijäte sisältää usein suuren määrän epäpuhtauksia. Käyttäjien on kerättävä tämä jäte erilleen muusta jätteestä ja vältettävä sen sekoittamista muihin materiaaleihin. Jätteen asianmukaisen käsittelyn varmistamiseksi jäte on varastoitava säänkestävästi ja pidettävä erillään muusta jätteestä.

## Säilörehujätteen käsittely Virossa

Viljelijöiden vastuulla on minimoida tai mieluiten estää säilörehutuotantoprosessin aikana syntyvän jätteen pääsy ympäristöön. Puristenesteen valumisen estäminen luontoon on tärkeää. Esikuivatusta säilörehusta (yli 30 % kuiva-ainepitoisuus) ei muodostu puristenestettä tai sitä muodostuu hyvin vähän. Säilörehun syöttöprosessin aikana maahan päätyvä rehu voi kuitenkin edelleen aiheuttaa ympäristöriskejä. Esimerkiksi apetta sekoitettaessa osa apekomponenteista säilörehu mukaan lukien väistämättä päätyy maahan, josta se huuhtoutuu sadeveden mukana eteenpäin aiheuttaen ravinteiden valumariskin. Virossa säilörehun varastointia ja käsittelyä säätelee ympäristöministeriön asetus (https://www.riigiteataja.ee/akt/104102019004), jota määrittää vesiasetus (https://www.riigiteataja.ee/akt/111062024017).

## Säilörehujätteen hyödyntäminen

Heikkolaatuisen tai pilaantuneen säilörehun hyödyntäminen on ongelmallista. Virossa nurmisäilörehun laatu määritellään heikoksi, jos sen kuiva-aineen sisältämä muuntokelpoinen energia on alle 8 MJ, raakavalkuaispitoisuus alle 12 % tai orgaanisen aineen sulavuus alle 50 %. Tällaisen säilörehun syöttäminen korkeatuottoisille eläimille on rajallista. Ravintoarvoltaan heikkolaatuista nurmisäilörehua voidaan hyödyntää raaka-aineena biokaasulaitoksissa, mutta sen korkea kuitupitoisuus ja alhainen sulavuus rajoittavat sen käyttöä johtuen mikrobien kyvyttömyydestä hajottaa rehua riittävissä määrin prosessin aikana. Sen vuoksi suurien nurmimassojen käyttö biokaasulaitosten raaka-aineena vähentää biokaasuprosessin tehokkuutta. Pilaantuneen säilörehun käyttö biokaasulaitosten raaka-aineena on ongelmallista, koska suuri määrä pilaantunutta rehua aiheuttaa biokaasuprosessin mikrobitasapainon häiriintymisen. Pilaantuneen säilörehun lisääminen appeeseen voi puolestaan aiheuttaa jopa hengenvaarallisen myrkytystilan eläimille. Viron maatalousyliopistossa tehty tutkimus vuonna 2023 osoittaa, että nurmi- ja hävikkisäilörehun käytön osuus virolaisissa biokaasulaitoksissa oli 5,7-9,3% kokonaisraaka-ainemassasta (http://hdl.handle.net/10492/8812).

## Lähteet:

The Estonian Environmental Agency (National waste plan 2023-2028)
https://www.riigiteataja.ee/akt/117032023037
https://www.riigiteataja.ee/akt/104102019004
https://www.riigiteataja.ee/akt/111062024017

## Keskeiset huomiot

- Maatalousmuovin ja säilörehujätteen jatkokäsittely on ratkaisevan tärkeässä roolissa kestävään säilörehutuotantoon tähdättäessä.
- Vain puhdas ja hyvin lajiteltu muovi voidaan kierrättää tehokkaasti. Muovien kierrätys vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta ja parantaa näin myös säilörehuntuotantoketjun ravinnetehokkuutta.
- Pilaantuneen säilörehun määrä tulisi minimoida huolehtimalla oikeaoppisesta siilon tiivistyksestä ja ruokintanopeudesta. Jos säilörehua pilaantuu, se voidaan käyttää biokaasulaitoksen raaka-aineena tai lannoitteena lain sallimissa rajoissa.
- Suomessa kansalliset kierrätysjärjestelmät, kuten vapaaehtoinen tuottajaorganisaatio SuMaKi, mahdollistavat paalimuovien ja aumamuovien ilmaisen keräyksen tiloilta. Asianmukainen muovien lajittelu ennen noutoa tiloilla on kierrätyksen edellytys.
- Latviassa luotetaan yksityisten kierrätyslaitosten keräysjärjestelmään, joka mahdollistaa viljelijöille muovien ilmaisen noudon tilalta.
- Virossa muovituotteiden valmistajien on järjestettävä maatalousmuovijätteen keräys ja kierrätys, ja vähintään 50 % jätteestä on käsiteltävä kierrätykseen. Viljelijöiden on palautettava puhdasta ja lajiteltua maatalousmuovia.
- Muovin valmistajien, käyttäjien ja jätteenkäsittelijöiden välinen yhteistyö on olennaista tehokkaan kierrätyksen ja ympäristövaikutusten vähentämisen kannalta.

# 15. Säilörehutuotannon hiilitase

*Kirjoittaja Nisola Ayanfe (Suomi)*

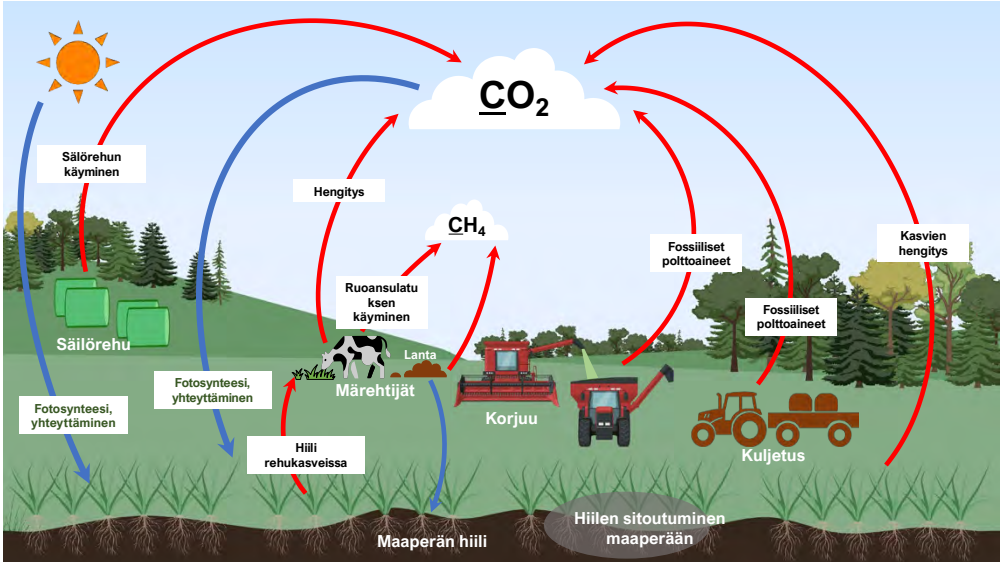
Säilörehun tuotantoprosessi voi aiheuttaa haitallisia ilmasto- ja ympäristövaikutuksia johtuen päästöistä ja ravinnehävikistä, joita syntyy säilörehutuotantoprosessin aikana. Säilörehu vaikuttaa suoraan ilmaston lämpenemiseen hiilidioksidin ($CO_2$) ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) vapautumisen kautta, vaikka niiden vaikutus on pienempi verrattuna karjan märehtimisen aiheuttamiin metaanipäästöihin. Hiilijalanjäljen pienentämiseksi ja kestävyyden parantamiseksi on tärkeää ymmärtää hiilen kierto ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostuminen säilörehutuotannossa sekä optimoida rehunteon käytänteitä.

## 15.1. Säilörehun tuotantovaiheet, jotka vaikuttavat hiilitaseeseen.

Säilörehun tuotantoprosessi sisältää useita hiilitaseeseen vaikuttavia vaiheita (Kuva 1). Nämä vaiheet ovat:

**Nurmirehukasvien viljely:** nurmikasveilla on erilaisia positiivisia ympäristövaikutuksia. Niiden viljely parantaa maaperän rakennetta, lisää orgaanisen aineen määrää maaperässä ja kasvattaa maan vedenpidätyskykyä. Lisäksi nurmirehujen tuotanto estää maaperän eroosiota ja vähentää ekotoksisuutta johtuen torjunta-aineiden vähäisestä käytöstä nurmilla. Nurmipalkokasvien avulla päästään myös hyödyntämään kasvien biologista typensidontaa ja palkokasvit toimivat mahdollisesti myös hiilen ja metaanin sitojina. Nurmikasvien viljely myötävaikuttaa lisäksi positiivisesti luonnon monimuotoisuuteen ja maisemanhoitoon.

Hiilen kierto alkaa yhteyttämisestä, kun rehukasvit sitovat hiilidioksidia ($CO_2$) ja muuttavat sen orgaanisiksi yhdisteiksi veden ja ravinteiden avulla auringon säteilyenergiaa hyväksikäyttäen. Hiili muuttuu kasvissa hiilihydraateiksi, valkuaiseksi ja rasvoiksi. Toimivassa nurmirehuntuotannossa, erityisesti monivuotisia kasveja tai




**Kuvio 1.** Hiilen kierto säilörehuntuotannossa: punaiset nuolet edustavat hiilipäästöjä ja siniset nuolet osoittavat hiilen sitoutumista.

kerääjäkasveja sisältävässä tuotantotavassa, hiili sitoutuu paremmin maaperään vähentäen ilmakehän $CO_2$-pitoisuutta. Toisaalta typpilannoitteiden käyttö voi johtaa dityppioksidin ($N_2O$) vapautumiseen, joka on voimakas kasvihuonekaasu ja jolla on paljon suurempi ilmaston lämpenemisvaikutus kuin $CO_2$:lla. Liiallinen lannoitteiden käyttö voi lisätä $N_2O$-päästöjä. Hiilidioksidia vapautuu lisäksi säilörehukasvien viljelyn aikana fossiilisten polttoaineiden ja koneiden käytön vuoksi.

**Korjuu:** Rehukasvien niitto-, esikuivaus- ja tiivistämisvaiheessa syntyy hiilidioksidipäästöjä polttoaineen palamisesta ja mikrobitoiminnasta. Hiilihävikkiä syntyy lisäksi soluhengityksen ja korjuuprosessin hävikin vuoksi. Soluhengityksen suuruuteen vaikuttavat rehukasvien ominaisuudet, esikuivauksen kesto ja olosuhteet, aika korjuun, tiivistämisen ja siilon peittämisen välillä sekä tiivistämisen laatu. Soluhengitys vähenee, kun rehukasvien kuiva-ainepitoisuus kasvaa, mutta lisääntyy lämpötilan noustessa. Lisäksi palkokasveilla on suurempi hengitysnopeus kuin heinillä.

**Soluhengitys: Vesiliukoiset hiilihydraatit + happi --> hiilidioksidi + vesi + lämpö (16 MJ/kg sokereita)**

**Rehun säilöntä/varastointi:** Säilöntäprosessin aikana kasvimateriaali käy läpi anaerobisen maitohappokäymisen joko luontaisten (epifyyttisten) tai ympättyjen mikrobien toiminnan tuloksena. Ne tuottavat orgaanisia happoja, erityisesti maitohappoa, jotka alentavat pH:ta ja mahdollistavat rehun säilymisen.

Ennen käymisprosessin alkamista on aerobinen vaihe, jossa tiivistetyn rehun sisällä oleva happi mahdollistaa biologisten ja kemiallisten prosessien kuluttaa ravinteita ja energiaa, tuottaen vettä, lämpöä, hiilidioksidia ja vapaata ammoniakkia (NH3-N) (McAllister ja Hristov, 2000). Kaasujen vaihtoon säilörehussa vaikuttavat paine-erot fermentaatiokaasujen (yleensä $CO_2$) ja ilman välillä. Tämä paine-ero johtuu $CO_2$:n ja ilman ominaispainojen erosta ja se voi aiheuttaa säilörehun lämpötilan nousun ja johtaa kuiva-aineen ja energian menetyksiin sekä laatutappioihin (Taulukko 1).

Käymistappiot johtuvat pääasiassa $CO_2$:n tuotannosta, joka vaihtelee 2-4 % välillä (Zimmer, 1980) riippuen pääasiallisesta mikrobilajista ja säilöttävästä raaka-aineesta (Taulukko 1). Hiili vapautuu hiilidioksidina mikrobihengityksen aikana anaerobisessa käymisvaiheessa. Säilöntätappion suuruus arvioidaan yleensä olettamalla, että säilörehun painon menetys säilönnän aikana on arvio $CO_2$:n tuotannosta. Jokaisesta tuotetusta 1 moolista hiilidioksidia syntyy 1 mooli vettä. Siten hiilidioksiditappiosta johtuva yhden gramman painon pienentyminen merkitsee kuiva-aineen menettämistä 0,44 grammaa vetenä. Tämä lasketaan säilöntätappioksi, vaikka vesi olisi edelleen siilossa. Kokonaiskuiva-ainehävikiksi arvioitiin siten siilon painon vähenemisen määrä kerrottuna 1,44:llä (Knický ja Spörndly, 2015).

Kuiva-aineen menetykset säilönnän aikana tapahtuvat usein kahdella tavalla; sokerien käyminen pääasiassa hiilidioksidiksi ja etanoliksi sekä puristenesteen muodostuminen, erityisesti jos materiaali on hyvin kosteaa. Jos muut mikrobit kuin maitohappobakteerit eli enterobakteerit, klostridit ja hiivat vaikuttavat merkittävästi käymisprosessiin, kuiva-aineen menetys $CO_2$:n muodossa on yleensä suuri.

**Taulukko 1.** Kuiva-aineen ja bruttoenergian menetykset säilörehun käymistyypeissä, mukautettu Borreani et al. (2018).

| Mikrobi | Käymis-tyyppi | Substraatti (lähtöaine) | Lopputuotteet | Tappio (% substraatista) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Kuiva-aine | Brutto-energia |
| LAB[1)] | Ho[2)] | Glukoosi | 2 maitohappoa | 0 | 0,7 |
| LAB | He[3)] | Glukoosi | 1 maitohappo, 1 etanoli, 1 $CO_2$ | 24 | 1,7 |
| LAB | He | 3 fruktoosia | 1 maitohappo, 1 etikkahappo, 2 mannitolia, 1 $CO_2$ | 4,8 | 1 |
| LAB | Ho/He | 2 sitraattia | 1 maitohappo, 3 etikkahappoa, 3 $CO_2$ | 29,7 | -1,5 |
| LAB | Ho/He | Malaatti | 1 maitohappo, 1 $CO_2$ | 32,8 | -1,8 |
| Entero-bakteerit | | 2 glukoosia | 2 maitohappoa, 1 etikkahappo, 1 etanoli, 2 $CO_2$ | 17 | 11,1 |
| Klostridit | | 2 maitohappoa | 1 voihappo, 2 $CO_2$, 2 $H_2$ | 51,1 | 18,4 |
| Hiivat | | Glukoosi | 2 etanolia, 2 $CO_2$ | 48,9 | 0,2 |

[1)]Maitohappobakteeri (lactic acid bacteria)
[2)]Homofermentatiivinen
[3)]Heterofermentatiivinen

**Siilon avaaminen/syöttö:** Siiloa avattaessa säilörehu altistuu ilmalle, jolloin aerobiset mikrobit, kuten hiivat ja homeet voivat aktivoitua ja tuottaa hiilidioksidia aiheuttaen rehu- ja energiahävikkiä. $CO_2$:n tuotanto vaikuttaa myös säilörehun aerobiseen stabiilisuuteen. Riittämätön rehun tiivistäminen, hapen tunkeutuminen rehuun ja pitkäaikainen varastointi voivat johtaa lisääntyneeseen hiilidioksidin vapautumiseen ja ravinnehävikkiin. Säilörehun laatua arvioidaan useilla tavoilla: aistinvaraisesti (ulkonäkö, haju ja koostumus; Taulukko 2), kuiva-ainetappiot, pH-tasot, käymistuotteet, kuten maitohappo ja haihtuvat rasvahapot (VFA), valkuaisen hajoaminen ja mikrobiologinen laatu.

| **Lähtöaineet** | | **Lopputuotteet** | | **Seuraukset** |
|---|---|---|---|---|
| Maitohappo, etikkahappo, jäännössokerit | → | $CO_2$, vesi, lämpö | → | Kohonnut lämpötila ja pH, homeiden kasvu, säilörehun pilaantuminen |

**Taulukko 2.** Aistinvaraiset havainnot ja yleisten säilörehun laatuongelmien syyt, mukautettu Mahanna ja Chase (2003).

| Havainto | Mekanismi | Syy rehuntekomenetelmissä |
|---|---|---|
| Eltaantunut maidon haju | Klostridifermentaatio ja voihappotuotanto | Korkea kosteuspitoisuus, alhainen vesiliukoisten hiilihydraattien (sokerien) pitoisuus, maitohappobakteerien riittämätön kilpailukyky. |
| Etikan haju | Bakteerit fermentoivat vesiliukoiset hiilihydraatit etikkahapoksi | Märkä säilörehu, maitohappobakteerien riittämätön kilpailukyky, alhainen vesiliukoisten hiilihydraattien pitoisuus |
| Alkoholin haju | Hiivat fermentoivat vesiliukoiset hiilihydraatit alkoholiksi | Kuiva ja huonosti tiivistetty säilörehu, liian hidas ruokintanopeus |
| Homeinen rehu | Hapen läsnäolo ja sopiva substraatti | Stressaantuneet kasvit, hidas siilon täyttö ja ruokintanopeus, pitkä silpun pituus, liian kuiva rehu ja huono tiivistys |
| Lämmin rehu | Pitkittynyt soluhengitys, hiivojen, homeiden ja bakteerien kasvu | Hidas siilon täyttö, hapen pääsy siiloon, hidas ruokinta, liian kuiva rehu, vanhentunut kasvusto, pitkä silpun pituus, huono tiivistys |

## Ympäristövaikutukset

» ***Rehuntuotanto**: Kevennetty muokkaus, täsmälannoitus ja viljelykierto voivat edistää hiilen sitoutumista maahan ja vähentää päästöjä. Kevennetty muokkaus voi auttaa ylläpitämään maaperän rakennetta ja estämään maaperän orgaanisen hiilen vapautumista.*

» ***Tehokkaat säilörehun tuotantotekniikat**: Käymisprosessin tehostaminen, hiilihävikin vähentäminen ja säilörehun laadun paraneminen edellyttää oikeaa korjuuajankohtaa hyvissä sääolosuhteissa ja sopivassa kuiva-ainepitoisuudessa, asianmukaista siilon tiivistämistä ja siilon peittämistä sekä tehokkaiden säilöntäaineiden (biologiset tai kemialliset) käyttöä. Biologisten säilöntäaineiden käyttö edistää käymisprosessia lisäämällä maitohapon tuotantoa, kun taas happopohjaiset säilöntäaineet rajoittavat käymisprosessia. Kemiallisten säilöntäaineiden tuotannon ja kuljetuksen hiilijalanjälki on todennäköisesti suurempi kuin biologisten aineiden. Mikäli kemiallisilla säilöntäaineilla saavutetaan parempi säilörehun laatu ja vähemmän rehuhävikkiä, voivat ne olla kuitenkin ympäristön kannalta parempi vaihtoehto.*

» ***Ravinteiden hallinta**: Hyvä sulavuus ja sopiva ravintoainekoostumus säilörehussa auttaa optimoimaan rehun hyväksikäyttöä naudan ruuansulatuselimistössä ja vähentämään märehtimisestä johtuvaa $CH_4$-tuotantoa, mikä voi vähentää säilörehun ruokinnasta aiheutuvia kokonaispäästöjä.*

» *Hyvä rehumanagementti vähentää **rehuhävikkiä**.*

» ***Energiaa säästävät käytännöt**: Säilörehun viljelyyn, korjuuseen ja varastointiin tarvittavat energiapanokset vaikuttavat säilörehutuotannon hiilitasapainoon. Uusiutuvien energialähteiden (esim. biokaasu, joka käyttää metaania lannasta, aurinkoenergia) käyttö säilörehutuotannossa, kuten korjuussa ja kuljetuksessa, voi auttaa vähentämään säilörehun hiilijalanjälkeä. Energiatehokas toimintatapa auttaa vähentämään polttoaineenkulutusta ja siihen liittyviä $CO_2$-päästöjä. Säilörehukasvien käyttö bioenergiatuotannon (biokaasu) raaka-aineena voi edistää hiilineutraaliutta korvaamalla fossiiliset polttoaineet uusiutuvilla energialähteillä, mikä vähentää todellisia hiilipäästöjä pitkällä aikavälillä.*

» ***Parempi rehun hyötysuhde**: Korkealaatuisen säilörehun käyttö parantaa rehuhyötysuhdetta. Hyvin säilöttyä, ravinnerikasta säilörehua syövät eläimet tuottavat vähemmän metaania tuoteyksikköä (maito, liha) kohden.*

» ***Lannan hallinta**: Säilörehun parempi rehuhyötysuhde tuottaa vähemmän lantaa ja pienemmät metaanipäästöt, mikä vähentää maatalouden ympäristövaikutuksia.*

## 15.2. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC, volatile organic compounds) ovat ryhmä yhdisteitä, joita syntyy säilörehun tuotannon aikana ja jotka haihtuvat ilmakehään. Niiden tuotanto alkaa viljelykasvien kasvun aikana, lisääntyy korjuun/kuljetuksen, siilon tiivistämisen ja peittämisen aikana ja jatkuu käymisprosessin, varastoinnin ja ruokinnan aikana. Vaikka haihtuvia orgaanisia yhdisteitä muodostuu luonnostaankin aina jonkin verran säilörehun käymisprosessin aikana, suuret määrät kertovat huonosta säilörehun laadusta tai käsittelymenetelmistä ja voivat johtaa haitallisiin ympäristövaikutuksiin.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet voivat myös vaikuttaa negatiivisesti rehun syöntiin niiden epämiellyttävän hajun vuoksi, mikä vaikuttaa lehmien aineenvaihduntaan ja tuotokseen. Säilörehuun liittyvät VOC-päästöt muodostavat noin 5 % kaikista ihmisen aiheuttamista VOC-päästöistä sekä Yhdysvalloissa että EU:ssa (Howard et al., 2010). Nämä päästöt aiheuttavat savusumua ja alailmakehän otsonin muodostumista, mikä heikentää ilmanlaatua ja aiheuttaa terveysongelmia kuten hengityselinsairauksia ja ennenaikaisia kuolemia.

Maissisäilörehussa VOC-pitoisuus vaihtelee välillä 30 - 40 g/kg kuiva-aineessa. Säilörehusta voi poistua haihtuvia orgaanisia yhdisteitä käymisprosessin aikana syntyvän hiilidioksidin mukana kaasujen virtauksesta johtuen. VOC-päästöihin vaikuttavat VOC-pitoisuus säilörehussa, lämpötila ja säilörehun kosteus. Suurin osa haihtuvista orgaanisista yhdisteistä muodostuu säilörehun käymisprosessin ja varastoinnin aikana, kun taas suurin osa päästöistä tapahtuu ruokintavaiheen aikana. Vaikka suuri osa haihtuvista orgaanisista yhdisteistä vapautuu ilmaan, on niillä myös ravitsemuksellista merkitystä, koska ne sisältävät paljon energiaa. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tutkimusta on maissiin enemmän kuin nurmisäilörehuun. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen vähentäminen säilörehusta on tärkeää paitsi ympäristösyistä myös säilörehun laadun ja eläinten tuotannon ylläpitämiseksi.

Säilörehusta on löydettävissä noin 50 haihtuvaa orgaanista yhdistettä ja ne voidaan ryhmitellä neljään ryhmään:

- Orgaaniset hapot
- Alkoholit
- Aldehydit
- Esterit

**Hapot**: Tähän ryhmään kuuluvat säilönnän aikana muodostuvat tärkeimmät käymishapot eli maitohappo ja haihtuvat rasvahapot (etikka-, propioni-, voi-, isovoi- ja isovaleriaanahappo). Nämä ovat toiseksi suurin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ryhmä (VOC), ja ne haihtuvat sekä reagoivat heikosti. Useat mikrobit kuten heterofermentatiiviset maitohappobakteerit sekä entero- ja klostridibakteerit tuottavat näitä happoja (McDonald et al., 1991). Maissisäilörehussa etikkahappopitoisuus voi olla 10-50 g/kg, kun taas propionihapon 1-10 g/kg.

**Alkoholit**: Hallitsevin osa haihtuvista orgaanisista yhdisteistä on alkoholeja. Kun happoja ei oteta huomioon, alkoholien osuus maissisäilörehun sisältämästä VOC-massasta on noin 70 %. Etanoli ja propanoli ovat merkittävimpiä säilörehun alkoholeja, ja lisäksi säilörehusta voi löytyä metanolia, 1-propanolia sekä 1-butanolia. Korkean haihtuvuuden takia alkoholeilla on suurin vaikutus ilmanlaatuun. Yleisimmin näitä alkoholeja tuottavat hiivat ja heterofermentatiiviset maitohappobakteerit fermentoimalla sokereita. Varastoinnin jälkeen maissisäilörehun etanolipitoisuudet voivat olla yli 10 g/kg ja 1-propanolipitoisuudet vaihtelevat 0,1-10 g/kg välillä. Metanolipitoisuus on alle 10 % etanolipitoisuudesta. Maissisäilörehussa yleisin VOC-yhdiste on etanoli ja sinimailassäilörehussa metanoli.

**Aldehydit**: Aldehydit voidaan muodostaa suoraan tai etikkahapon ja alkoholin (kuten asetaldehydi ja propionialdehydi) hapettuessa. Aldehydejä tuottavat tietyt maitohappobakteerit ja hiivat käyttämällä sokereita ja aminohappoja lähtöaineina. Vaikka säilörehun aldehydipitoisuudet ovat usein alle 1 g/kg, suuri reaktiivisuus tekee niistä merkittäviä ilman laadun kannalta.

**Esterit**: Estereillä on hyvin vähäinen reaktiivisuus, mutta ne voivat vaikuttaa negatiivisesti syöntiin. Esteriyhdisteitä voi muodostua maitohappobakteerien toiminnan ja alkoholien kanssa tapahtuvan esterifikaatioreaktioiden kautta. Esterituotanto riippuu etanolin ja asetyylikoentsyymiA:n pitoisuuksista. Lisäksi vaikuttavia tekijöitä ovat rehun pH, lämpötila sekä hiivamäärä ja –kanta.

## Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostumiseen vaikuttavat tekijät

VOC-pitoisuus säilörehussa määräytyy pääasiassa rehunkäsittelymenetelmien ja käytetyn kasvilajin mukaan.

**Kasvien stressi**: Kasvit vapauttavat haihtuvia orgaanisia yhdisteitä abioottisen tai bioottisen stressien seurauksena kommunikoidakseen hyönteisten ja muiden kasvien kanssa. Korjuuvaihe laukaisee tämän stressivasteen, mikä lisää VOC-päästöjä. Metanoli on hallitseva haihtuva orgaaninen yhdiste, joka vapautuu ennen korjuuta ja sen aikana kasveista, ja se lisääntyy välittömästi niiton jälkeen. Niiton ja siilon peittämisen välisen ajan lyhentäminen (ihanteellisesti yhden päivän sisällä) auttaa vähentämään näitä VOC-päästöjä.

**Ruokintavaihe**: Hidas siilon syöttönopeus yhdistettynä riittämättömään tiivistymiseen, korkeaan lämpötilaan ja suureen tuulen nopeuteen lisäävät haihtuvien orgaanisten yhdisteiden hävikkiä. Esimerkiksi siilon 15 cm:n päivittäinen syöttönopeus voi aiheuttaa noin 10 % etanolin häviön.

**Säilörehun käsitteleminen**: Rehun riittämätön tiivistäminen tai huonot varastointiolosuhteet voivat johtaa rehun aerobiseen pilaantumiseen ja kohonneisiin VOC-pitoisuuksiin rehussa. Käymisprosessia ohjaavat pääasiassa maitohappobakteerit hapettomissa olosuhteissa. Hapen pääsy rehun sekaan voi kuitenkin johtaa aerobisten mikrobien kukoistamiseen, mikä johtaa ei-toivottujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostumiseen. Lisäksi ei-toivottujen mikrobien, kuten klostridien ja enterobakteerien, esiintyminen (jotka viihtyvät hapettomissa olosuhteissa) voi johtaa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja muiden haitallisten yhdisteiden muodostumiseen. Viivästynyt siilon peittäminen voi myös lisätä pilaantumismikrobien riskiä, mikä johtaa korkeisiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrään rehussa.

**Kasvivalinta**: Rehun koostumus vaikuttaa merkittävästi VOC-tuotantoon. Tärkkelyspitoiset rehut, kuten maissi, käyvät läpi nopean käymisprosessin, mikä johtaa etanolin ja muiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tuotantoon. Jos rehun puskurikapasiteetti on suuri, se ei välttämättä fermentoidu riittävästi, mikä voi lisätä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostumista.

## Ympäristövaikutukset

» ***Oikein ajoitettu korjuuhetki***: *Rehun korjuu oikeassa kosteuspitoisuudessa ja kehitysvaiheessa auttaa vähentämään kasvien stressiä ja VOC-päästöjä.*

» ***Säilöntäaineiden käyttö***: *Homeiden ja hiivojen kasvua estävien kemiallisten säilöntäaineiden käyttö (esim. kaliumsorbaatti ja natriumbentsoaatti) on tehokas tapa vähentää etanolin ja etyyliesterien muodostumista. Myös maitohappobakteerien käyttö on vähentänyt joidenkin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää käymisprosessia parantamalla. Säilörehun säilöntäaineiden kyky vähentää haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää on kuitenkin rajallinen.*

» ***Parantunut säilörehukäsittely***: *Tämä käsittää sopivan säilörehun partikkelikoon ja tiheyden, nopean siilon täytön, tehokkaan tiivistämisen ja siilon peittämisen säilörehun valmistuksen aikana. Hyvä siilotyöskentely vähentää hapen pääsy rehun joukkoon, mikä rajoittaa etikkahapon muodostumista. Tämä voi kuitenkin lisätä etanolituotantoa, koska etikkahappo estää hiivojen kasvua.*

» ***Käymisprosessin optimointi***: *Vakaan ja nopean käymisprosessin saavuttaminen on avain VOC-päästöjen minimoimiseksi. Varmistamalla, että säilöntäolosuhteet pysyvät hapettomina, vähennetään ei-toivottujen mikrobien kuten hiivojen ja homeiden toimintaa, mikä auttaa vähentämään haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostumista.*

» ***Säilörehun laadun seuranta***: *Lämpötilan ja pH:n säännöllinen seuranta varastoinnin ja ruokinnan aikana voi auttaa havaitsemaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden muodostumisen varhaisessa vaiheessa.*

» ***Tehokkaat ruokintakäytänteet***: *Rehua on poistettava riittävän paksu kerros siilosta päivittäin ja huolehdittava, että rehu ei altistu ilmalle pitkiä aikoja peittämällä siilon pinta muovilla. Näin voidaan minimoida rehuhävikin määrää ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä. VOC-päästöjä muodostuu myös ruokintapöydällä.*

## Keskeiset huomiot

- Käytä suorakylvöä tai kevennettyä muokkausta maaperän kasvukunnon vaalimiseksi, maaperän eroosion välttämiseksi ja maaperän hiilihävikin estämiseksi.
- Hyödynnä viljelykiertoa ja täsmälannoitusta maaperän hiilivarantojen lisäämiseksi sekä ja ravinnevalumien vähentämiseksi.
- Korjaa viljelykasvit oikeassa kasvuvaiheessa ja kosteuspitoisuudessa säilörehun laadun parantamiseksi.
- Riittävän lyhyt niittosilpun pituus (1-3 cm) mahdollistaa rehun hyvän tiivistymisen ja hapen poissulkemisen rehusta.
- Valitse sopivat säilöntäaineet, jotka auttavat hallitsemaan käymisprosessia ja pitämään säilörehun laadukkaana.
- Käytä hiivojen ja homeiden kasvua estäviä tuotteita, kuten kaliumsorbaattia tai natriumbentsoaattia haitallisten bakteerien vähentämiseksi säilörehussa ja aerobisen stabiilisuuden parantamiseksi.
- Hoida siilon täyttövaihe niin nopeasti kuin mahdollista, jotta ylimääräinen happi saadaan eliminoitua ja rehu säilyy paremmin.
- Kun siiloon ei jää ilmaa, etikkahappo pääsee toimimaan, mikä auttaa pitämään hiivojen kasvun kurissa ja estää liiallisen etanolin tuotannon. Huolehdi siitä, että siilomuoveihin ei synny reikiä ja korjaa reiät heti, kun niitä havaitaan.
- Tiivistä rehu huolellisesti ja sulje säilö nopeasti tiivistämisen jälkeen ravinteiden häviämisen estämiseksi ja käymisprosessin parantamiseksi.
- Tarkista säännöllisesti säilörehun lämpötila ja pH ongelmien havaitsemiseksi varhaisessa vaiheessa ja pilaantumisen estämiseksi.
- Tarkkaile säilörehun laatua aistinvaraisesti.
- Estä mikrobien kasvu ja rehuhävikki huolehtimalla riittävästä siilon syöttönopeudesta. Siilon koko etureunan alueelta tulisi irrottaa päivittäin rehua 10-15 cm.
- Suunnittele siilojen koko vastaamaan sopivaa rehun päivittäistä syöttötahtia.
- Poista rehusta homeiset ja heikkolaatuiset kohdat.
- Hyödynnä rehunkorjuuprosessissa uusiutuvaa energiaa (esim. biokaasua tai aurinkoenergiaa) polttoainekulutuksen ja päästöjen minimoimiseksi.
- Huolehdi, että rehustuksen ravinteet ovat tasapainossa optimaalisen rehunhyötysuhteen takaamiseksi ja metaanipäästöjen minimoimiseksi.

## 15.3. Hiilijalanjäljen arviointi

Viljelijöille on saatavilla useita laskureita karjatalouden hiilijalanjäljen määrittämiseksi:
**Valio Carbo®** ympäristölaskuri liittyy Valion tavoitteeseen edetä kohti hiilineutraalia maitoketjua vuoteen 2035 mennessä. Laskurin avulla tila voi selvittää oman hiilijalanjälkensä ja tehokkaimmat keinot sen pienentämiseksi. Laskurissa hyödynnetään kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) menetelmiä ja Valion omaa dataa. Laskurin haittapuolena on se, että se ei huomioi maaperän hiilitasetta. Tutustu tarkemmin: Carbo® Ympäristölaskuri edistää kotimaisen maidon ja naudanlihantuotannon päästöjen pienentämistä – yhteinen laskentamalli kattaa lähes 90 % suomalaisista nautatiloista - Valio

**Y-HIILARI** on yksinkertainen työkalu yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan. Työkalu on kehitetty Suomen ympäristökeskuksen Kohti hiilineutraalia kuntaa -hankkeessa. Laskuri huomioi lämmöntuotannon, sähköntuotannon, jätehuollon, kuljetusten ja liikematkustamisen päästöt. Tutustu tarkemmin: Y-HIILARI – hiilijalanjäljen laskentaan yrityksille - Hiilineutraalisuomi

**Biocode** on Suomessa kehitetty hiilijalanjäljen laskuri elintarvikeyrityksille. Tutustu tarkemmin: Biocode — Hiilijalanjälkilaskuri maalaisjärjellä

**GHG-protokolla** (engl. *greenhouse gas protocol*) on maailmanlaajuinen standardi, joka auttaa yrityksiä ja viljelijöitä laskemaan ja raportoimaan hiilijalanjäljestään yhdenmukaisella ja vertailukelpoisella tavalla. Tutustu tarkemmin: Homepage | GHG Protocol

**Cool Farm Tool** on Hiilijalanjälki-laskuri, joka auttaa hahmottamaan oman tilan hiili-, vedenkäytön ja biodiversiteetin jalanjälkeä. Tutustu tarkemmin: Carbon Footprint Calculator | Measure Water & Biodiversity

**Arlan FarmAhead™ Check hiililaskuri**: How We Measure Dairy Farming's Carbon Footprint | Arla

## Lähteet:


Borreani G. I., Tabacco E. R., Schmidt R. J., Holmes B. J., and Muck R. A. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. Journal of Dairy Science, 101(5), 3952-79.

Howard, A., Botlaguduru, V. S., Du, H., Kommalapati, R.R., and Huque, Z., 2019. Measurements and comparative air quality analysis of a goat farm operation. Transactions of the ASABE, 62(6), pp.1723-1733.

Knický, M., and Spörndly, R. 2015. Short communication: Use of a mixture of sodium nitrite, sodium benzoate and potassium sorbate in aerobically challenged silages. Journal of Dairy Science 98: 5729-5734.

Mahanna, B., and Chase L. E. 2003. Practical applications and solutions to silage problems. Pages 855–895 in Silage Science and Technology. Vol. 42. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

McAllister, T. A., and Hristov A. N. 2000. The fundamentals of making good quality silage. Adv. Dairy Technol. 12:381–399.

McDonald, P., Henderson, A. R., and Heron, S. J. E., 1991. In: The Biochemistry of Silage, 2nd ed. 1991. Chalcombe Publications, Marlow, UK, p. 340.

Zimmer, E. 1980. Efficient silage systems. Pages 176–194 in - Forage Conservation in the '80s - Occasional Symposium, British Grassland Society Conference, No. 11, Brighton, UK.

# 16. Loppusanat

Tämä opas on kolmen Itämeren maan eli Suomen, Viron ja Latvian tutkijoiden ja käytännön toimijoiden yhteistyön tulos. Maatalous kehittyy jatkuvasti ja tämä yhteinen säilörehuopas on hyvä esimerkki yhteistyön voimasta. Yhteistyön avulla luomme tietoa ja saamme uutta näkemystä, mikä hyödyttää viljelijöitä, eläimiä ja ympäristöä.

Suomen, Viron ja Latvian ilmasto-olot ovat suotuisat karjatalouden rehuntuotannolle. Meiltä löytyy tarvittavat luonnonvarat ja ennen kaikkea koulutetut ja ammattitaitoiset viljelijät. Tämä tarjoaa meille vahvan aseman maailmanlaajuisella näyttämöllä — aseman, jota meidän on ylläpidettävä ja vahvistettava. Vaikka Viron, Latvian ja Suomen karjatilat eroavatkin toisistaan tilakoon ja historian suhteen, meillä on yhteisiä haasteita: muuttuvat ilmasto-olosuhteet, ympäristösäädökset, nousevat tuotantopanoshinnat ja tarve huolehtia huoltovarmuudesta.

Laadukasta rehua ei koskaan synny sattumalta. Se on tietoon perustuvan managementin, kokemuksen ja tarkan ajoituksen tulos. Onnistunut säilörehutuotanto edellyttää halua hankkia ja soveltaa tieteeseen perustuvia taitoja, oppia naapurimaiden parhaista käytänteistä ja usein myös menneistä virheistä. Tämä opas on yksi esimerkki siitä, miten rajat ylittävällä yhteistyöllä luodaan lisäarvoa elintarviketuotantoon. Vilpitön kiitoksemme kaikille, jotka ovat antaneet aikaansa, tietonsa ja kokemuksensa tähän työhön!

*Are Selge*
*Toimittaja*