



## **Nurmen säilönnän haasteiden hallinta**

***- Rehun säilönnän perusteet ja säilöntäaineen annostuksen vaikutus rehun laatuun***

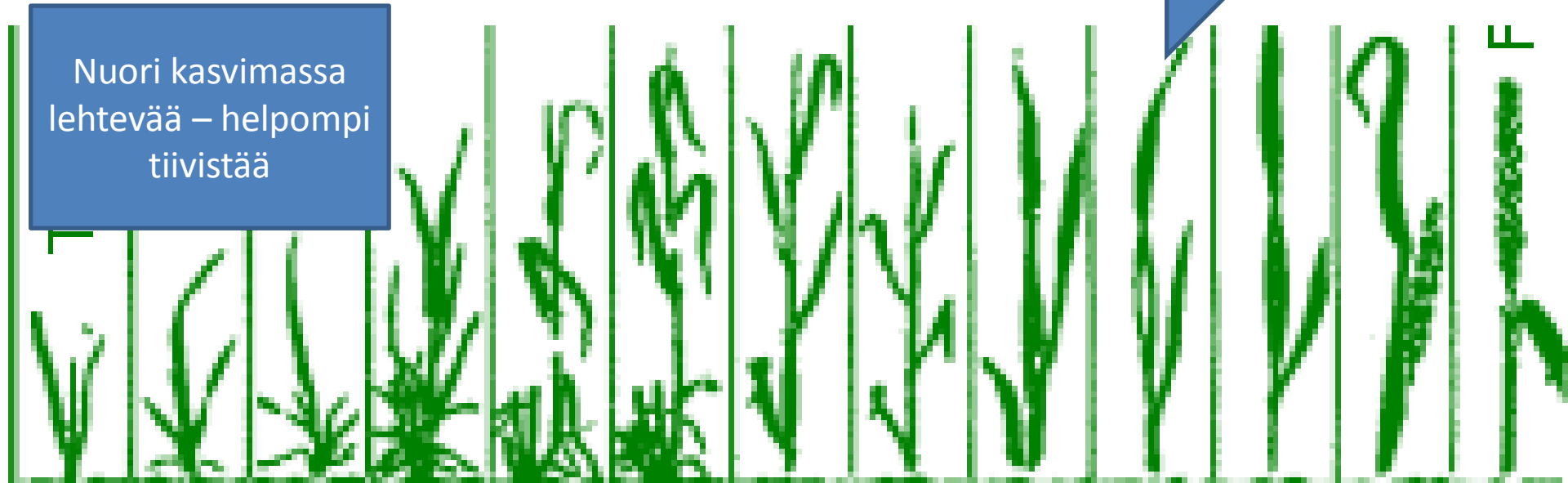
Arja Seppälä, Tutkija, MMM  
MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Jokioinen



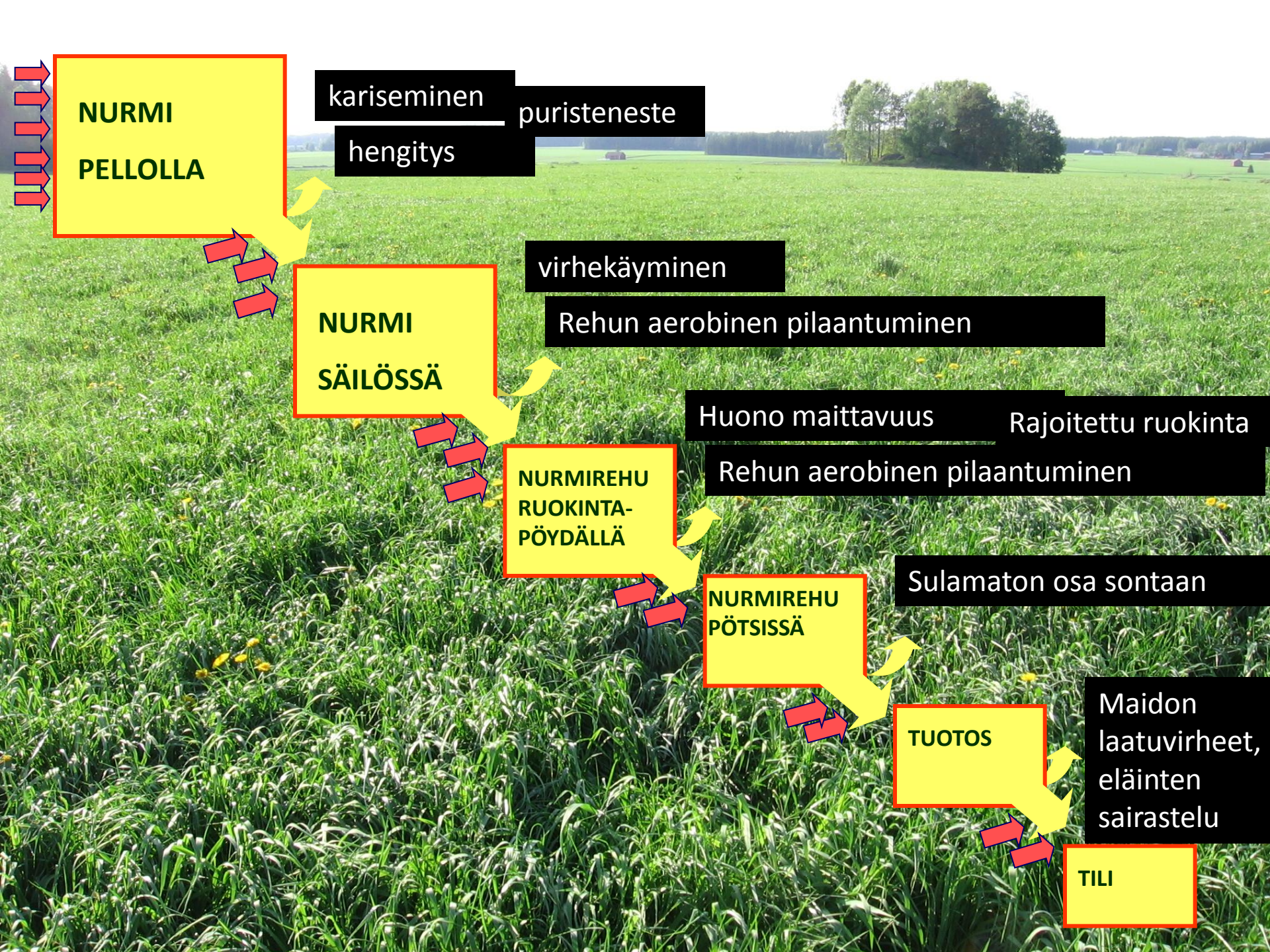
# Erota toisistaan säilönnällinen laatu ja rehun sulavuus, ne ovat kaksi eri asiaa.

Sulavuus huononee kasvuston vanhentuessa ja korsiintuessa, mutta siitä riippumatta on mahdollista saavuttaa hyvä säilönnällinen laatu

Nuori kasvimassa  
lehtevää – helpompi  
tiivittää







**NURMI  
PELLOLLA**

kariseminen puristeneste  
hengitys

**NURMI  
SÄILÖSSÄ**

virhekäyminen  
Rehun aerobinen pilaantuminen

**NURMIREHU  
RUOKINTA-  
PÖYDÄLLÄ**

Huono maittavuus Rajoitettu ruokinta  
Rehun aerobinen pilaantuminen

**NURMIREHU  
PÖTSSISSÄ**

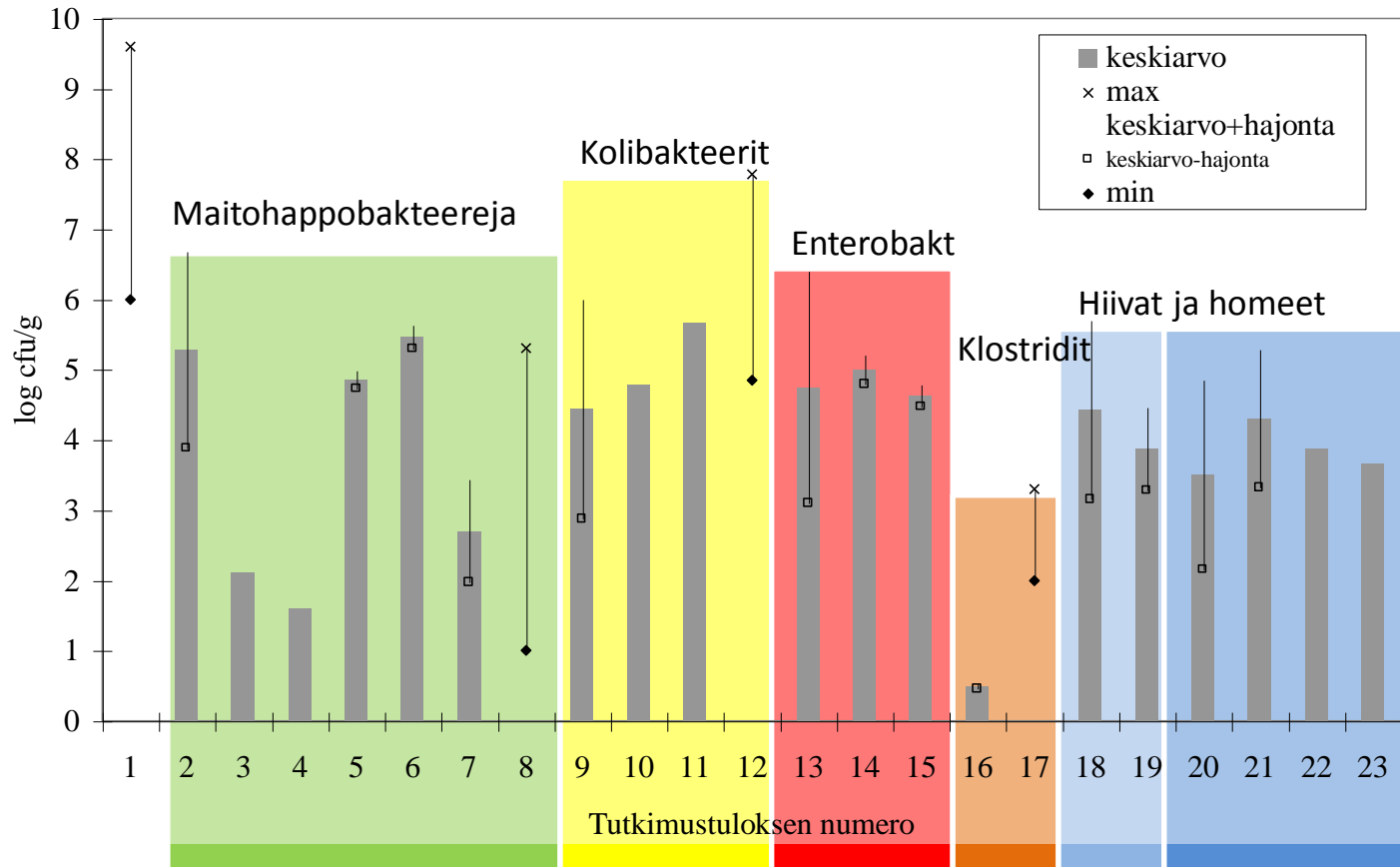
Sulamaton osa sontaan

**TUOTOS**

Maidon  
laatuvirheet,  
eläinten  
sairastelu

**TILI**





- Tutkimustuloksia **nurmen epifyttifloorasta**. (no 3, 4, 10, 11, 22 ja 23 WERMKE ym. 1973, no 1, 8, 12 ja 17 KASZUBIAK ja MUSZYŃSKA 1987, no 5, 6, 14 ja 15 ROOKE 1990, no 2, 13, 19 ja 21 MÜLLER ym. 1993, no 7, 9, 16, 18 ja 20 RAURAMAA 1996).
- 1. Bakteerien kokonaismäärä, 2-6. maitohappobakteerit, 7-8. laktobasillien kokonaismäärä, 9-12. kolibakteerit, 13-15. enterobakteerit, 16-17. klostridi-itiöt (log MPN/g), 18-19. homeet, 20-23. hiivat. (Lähde Seppälä 1997)

# Maitohappobakteereista

Kaikki maitohappobakteerit kasvavat **anaerobisesti**; useimmiten ne sietävät happeakin.

Energiaa ne voivat saada vain **sokereista** ja niiden kaltaisista käymiskelpoisista komponenteista, kuten eräistä orgaanista hapoista (mm. sitruuna- ja omenahappo). maitohappobakteerit eivät käytännössä ole proteolyttisiä

**Homofermentatiiviset** maitohappobakteerit tuottavat lähes ainoastaan maitohappoa ja **heterofermentatiiviset** lisäksi muita tuotteita, kuten etanolia ja hiilidioksidia.

Heterofermentatiiviset maitohappobakteerit tuottavat yhdestä glukoosimoolista yhden moolin ATP:a, kun taas homofermentatiiviset maitohappobakteerit tuottavat sitä kaksi moolia ja näin siten myös solumassaa kaksinkertaisen määrän.

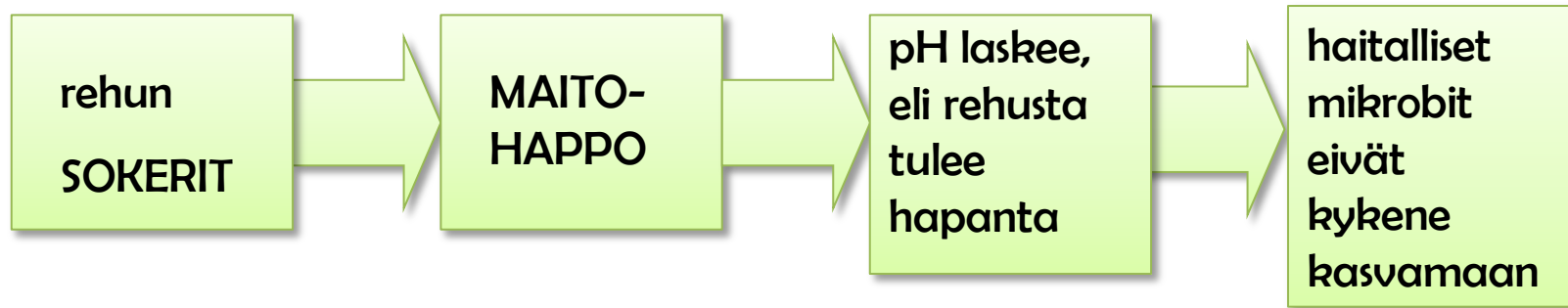
**Säilörehun käymisen onnistuminen riippuu maitohappobakteerien kasvunopeudesta saatavilla olevalla ravinnolla vallitsevissa ympäristöoloissa.** Säilörehussa on havaittu useita eri maitohappobakteerilajeja. Tärkein laji lienee homofermentatiivinen *Lactobacillus plantarum*, joka voi helpoimmin kolonisoida tuoreen vasta tehdyn rehun ja lisääntyä runsaslukuisesti ( $10^9$ /g). *Lactobacillus*-suvun ohella muita säilörehussa havaittuja maitohappobakteereita ovat *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* ja *Leuconostoc*, joista kaksi viimeistä ovat yleisimmät nurmesta löydetty maitohappobakteerit.

# Maitohappobakteeriympit

- Tyypillisesti sisältävät yhtä tai useampaa maitohappobakteerikantaa
- Annostelusuositus pmy/g säilörehua vaihtelee 200 000- 1 000 000, vaikka hinta tuotteella on likimain sama
- Uuden tuotteen tuominen markkinoille kallista!
- Useampaa kantaa sisältävän ympin kehittäminen kalliimpaa kuin pelkästään yhtä kantaa sisältävän ympin
- Onko yksi kanta riittävä varmistamaan maitohappobakteerien kilpailukyvn?
- Tuotteissa usein mukana entsyymejä, kuten sellulaaseja, vakuuttava näyttö niiden antamasta lisähyödystä puuttuu (Kung 2003).

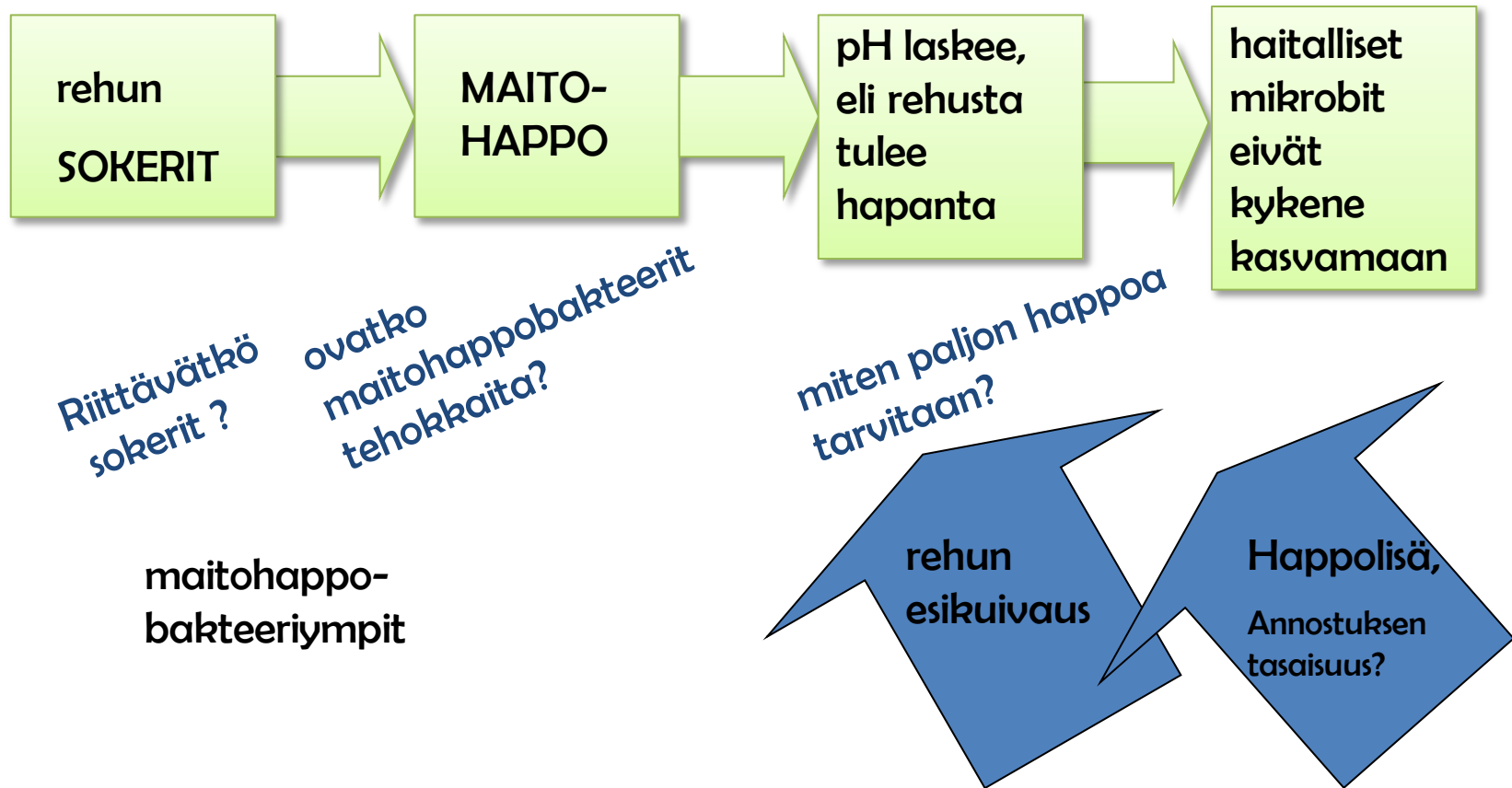
# Mitä säilörehun säilönnässä tapahtuu?

**Maitohappokäyminen ja hapettomat olosuhteet ovat säilörehun säilönnän perusta**



# Mitä säilörehun säilönnässä tapahtuu?

**Maitohappokäyminen ja hapettomat olosuhteet ovat säilörehun säilönnän perusta**





## Nurmi niitetään – elämä jatkuu:

**Kasvisolujen  
entsyymit pilkkovat  
sokereita ja  
valkuaisaineita**



**Sokereita kuluu  
mikrobien ja  
kasvisolujen  
hengityksessä**



**Aerobiset mikrobit  
jatkavat elämää, jos  
happea tarjolla –  
lisääntyvät ja  
kuluttavat sokereita**



**Pitkittyessään nämä prosessit  
heikentävät rehun ruokinnallista  
arvoa, homeiden ja hiivojen  
lisääntyminen tekee rehusta  
lämpenemisherkkää ja aerobiset  
mikrobit heikentävät säilönnän  
onnistumisen mahdollisuuksia**



# Nurmi niitetään – elämä jatkuu:

~~Kasvisolujen entsyymit ja sokereita valkuaisaineita~~

HAPPO vähentää entsyymien toimintaa

~~Sokereita kuluu mikrobien ja kasvisolujen hengitykseen~~

~~Aerobiset mikrobit jatkavat happea lisääntyvään kuluttavat sokereita~~

HAPPI pois, eli rehu tiiviisti siiloon/paaliin

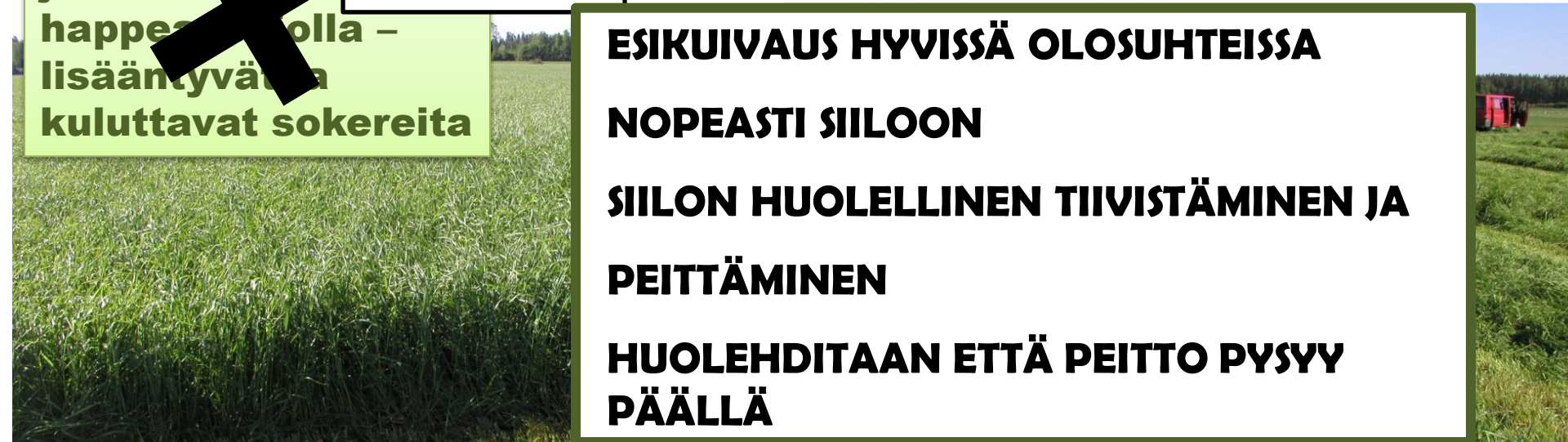
**Pitkittyessään nämä prosessit heikentävät rehun ruokinnallista arvoa, homeiden ja hiivojen lisääntyminen tekee rehusta lämpenemisherkkää ja aerobiset mikrobit heikentävät säilönnän onnistumisen mahdollisuuksia**

**ESIKUIVAUS HYVISSÄ OLOSUHTEISSA**

**NOPEASTI SIILON**

**SIILON HUOLELLINEN TIIVISTÄMINEN JA PEITTÄMINEN**

**HUOLEHDITAAN ETTÄ PEITTO PYSYY PÄÄLLÄ**





# Niiton ja esikuivauksen optimointi

- Aamukaste kuivaa pystykasvustosta parhaiten ja sokeripitoisuus nousee auringonpaisteessa – älä niitä turhan aikaisin.

## Esikuivauksen edut:

- Suuremmat hyötykuormat, enemmän sisältöä/paali
- Maitohappobakteeriympörien toimintaedellytykset parantuvat
- Ei puristenestetappioita, säilönnän onnistumisen edellytykset parantuvat tiettyyn rajaan asti

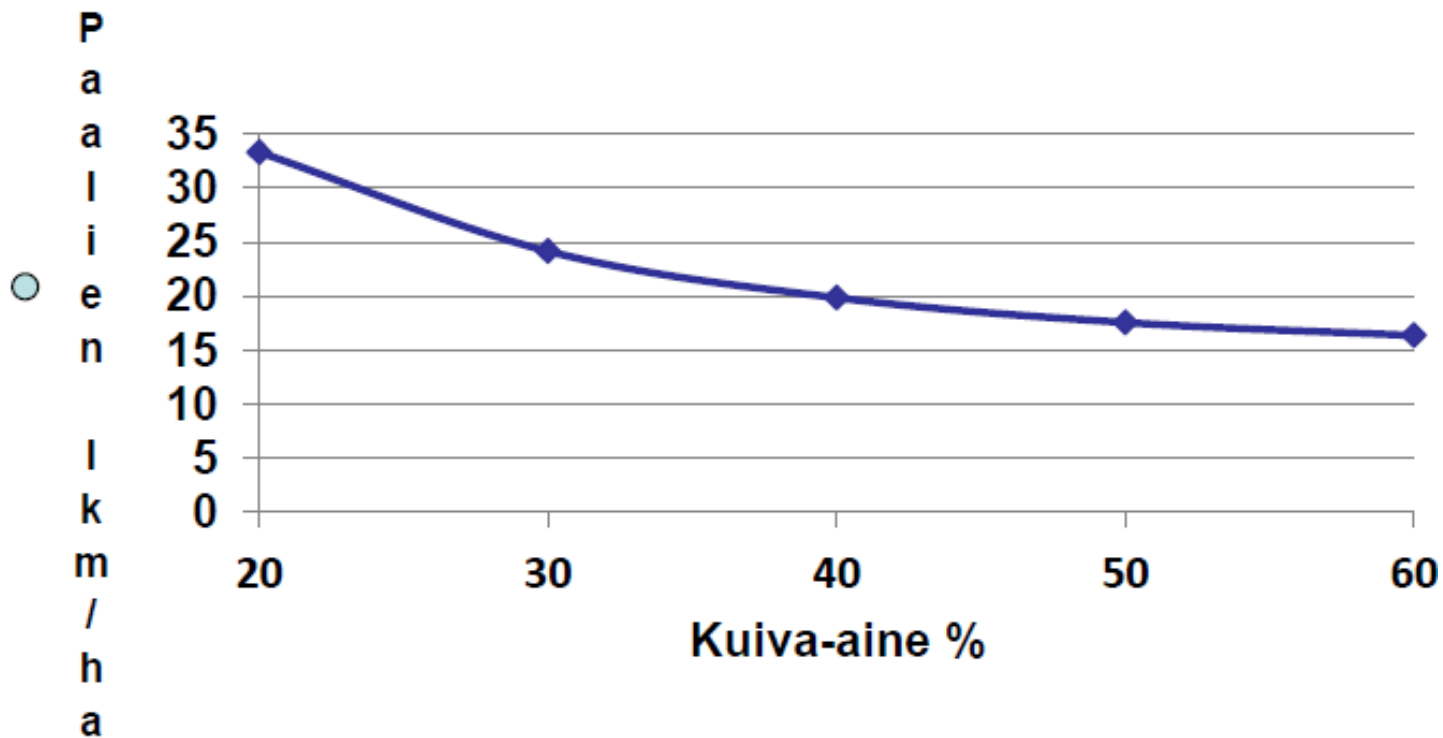
## Riskit:

- Jos kuivuminen hidasta, tulee hengitystappioita, kariseminen lisääntyy, rehun tiivistäminen voi olla hankalaa
- Pidentynyt esikuivaus lisää aerobisten mikrobien määrää rehussa, mikä voi altistaa nopealle lämpenemiselle avaamisen jälkeen



## Esikuivauksen merkitys - paaleja 30 vai 20 kpl/ha

**Sama ilmiö myös siilorehussa: siiloihin sopii enemmän rehun kuiva-ainetta, kun rehussa on vähemmän vettä, siilot riittävät paremmin, puristenestetappiot vähenevät**



Data: Tila-Artturi hanke, graafi, Auvo Sairanen



# Kuinka kuivaksi ?

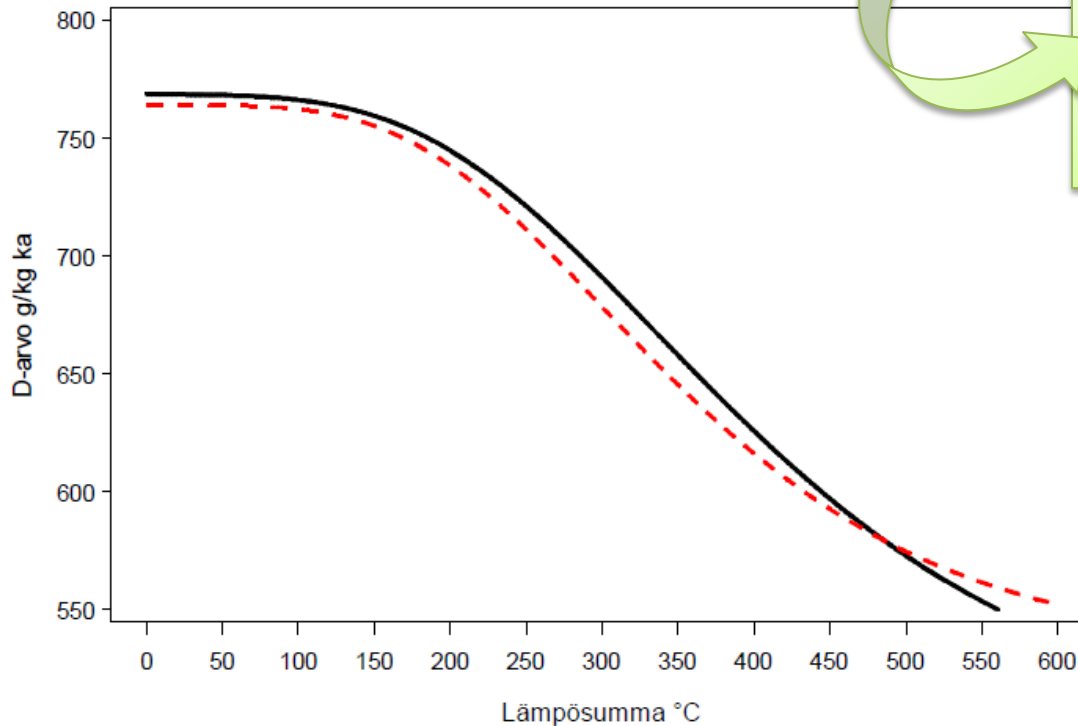
- Kuiva paali ei jäädy, mutta saattaa lämmitä avaamisen jälkeen
- Jos esikuivaaminen venyy tappiot lisääntyvät – karhotus lisää apilan lehtien karisemista
- Onko tuloksena herkästi lämpenevä rehu?

# Milloin rehua korjaamaan?

## Mikä ratkaisee?

- D-arvo eli sulavuus
- säätila ja kuiva-ainetavoite
- käytössä oleva korjuumenetelmä
- käytössä oleva ruokintamenetelmä
- nurmipinta-ala
- säilöntäainevalinta
- urakoitsijan saatavuus
- kasvilaji, edellisen niiton ajankohta
- ruokittavan eläimen tarpeet

# Nurmen ensimmäinen sato vanhenee nopeasti, sulavuus laskee keskimäärin 0.5 %-yksikköä päivässä



Esim. lypsylehmillä, jotta maitotuotos ei laskisi tarvitaan väkirehua 0.5 kg/vrk/lehmä lisää kompensoimaan tuo säilörehun sulavuuden heikkeneminen yhden päivän aikana.

MUTTA, kun huomioidaan kokonaisuus, asia monimutkaistuu

- Kakkossato – milloin se korjataan, sen sulavuus ja määrä?
- Onko tarkoitus korjata kolme satoa?

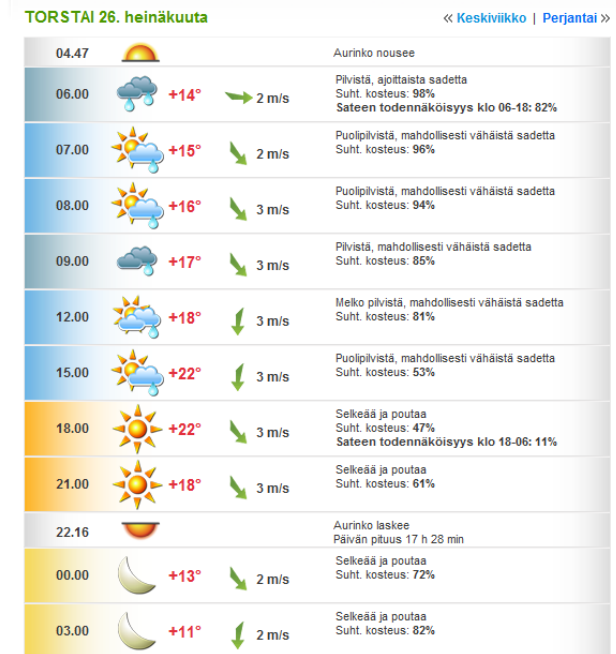
Miten sulavuudeltaan erilaiset rehut hyödynnetään ruokinnassa, muut rehut

**Nurmiheinien ensimmäisen sadon sulavuuden ja sadon määrän mallit nurmirehuntuotannon hallintaan**

Marketta Rinne1), Timo Pitkänen1), Laura Nyholm2), Juha Nousiainen2) ja Pekka Huhtanen3)

**Kasvuston tarkkailu (määrä ja sulavuus) ja sääennusteiden seuranta aivan jatkuvaa – urakoitsijoiden puhelinnumerot käsillä, aineet ja muovit valmiina, pellolle rynnätään heti kun riittävät reunaehdot täyttyvät:**

- eli on korjattavaa riittävästi, jotta korjuu on mielekästä
- sää kohdallaan





# Jotain käytännön näkemyksiä

**- Poutapäiviä ei ole vara tuhлата**

**Huonosta säilönnällisestä laadusta ei ole mitään iloa  
– tavoitteena aina hyvä tai kiitettävä säilönnällinen  
laatu**

**Analysoimalla rehut ja suunnittelemalla koko karjan  
ruokinnan rehut voidaan kohdentaa oikeille  
eläinryhmille.**



## Erilaatuisten rehujen kohdentaminen lammasryhmille:

### Kasvavat karitsat:

- Kiitettävä säilönnällinen laatu
- Huippusulavuus (mielellään D-arvo 700 g/kg ka)
- lyhyt silppu helpottaa syöntiä
- apilaa sopivasti (pelkkä apila voi lisätä ripulin riskiä)

Imettävät emot: näiden kahden ryhmän välissä,  
Nämä hyötyvät apilapitoisesta rehusta, eivätkä ole  
niin herkkiä ripulille kuin kasvavat karitsat

### Emot tiineyden alussa ja keskivaiheilla:

- hyvä tai kiitettävä säilönnällinen laatu
- myös korsiintuneempi rehu kelpaa
- lyhyt silppu helpottaa syöntiä, mutta ei välttämätöntä

Rajoita apilaa  
astutettavilla !



Kakkossato: Kuolleen kasvimassan  
osuuden lisääntyminen laskee sulavuutta  
– seuraa kasvuston kehittymistä







Esim. tämä kakkossadon apilanurmi oli päällisin puolin hyvän näköinen, mutta tyvellä paljon kuollutta kasvimassaa

- rehun D-arvo saattaa jäädä alle 600 g/kg ka
- lisäksi aerobisia mikrobeja PALJON, jotka voivat altistaa rehun virhekeymiselle tai nopealle lämpenemiselle siilon avaamisen jälkeen
- tyypillisesti kakkossadon esikuivausolosuhteet eivät ole optimaaliset – jos massaa paljon, kuivuminen tosi hidasta





# Märän rehun riskit

- Rehun pH:n tulisi laskea alle neljän, jotta voihappokäymisen riski vältetään. Rehun omat sokerit eivät ehkä tähän riitä ja pH ei laskekaan maitohappokäymisellä kyllin alas jolloin virhekäyminen voi alkaa. Tuloksena pahanhajuinen rehu, jossa mahdollisesti voihappobakteerien itiöitä ja rehun maittavuus heikentynyt.
- Biologisilla säilöntäaineilla rehun esikuivaus on onnistumisen ehto
- Märän rehun kanssa puristenestetappiot voivat olla suuret (jopa 10 % kuiva-aineesta) Puristenesteessä rehun arvokkaimpia ravintoaineita, lisäksi se rehevöittää voimakkaasti vesistöjä.

# Rehun puhtaus, rehun sekaan ei saa joutua epäpuhtauksia

- Vanha kulo voi pilata rehun laadun
- Samoin suojaviljan liian korkea sänki
- Lietteen levitys sijoittamalla, kasvuston pitää ehtiä puhdistua, lietejäämät laaturiskejä (listeria, enterobakteerit, voihappobakteerit)
- Etanat?
- Raadot?



**Riittävä ja huolellinen tiivistys!**

**Muista erityisesti reunat.**

Kuva: Eeva Saarisalo



**Onhan työvoimaa  
myös siilon  
peittämiseen?**

**Muista minimoida  
aerobinen vaihe!**





Paalirehu:  
käärintä mahdollisimman pian, ja riittävä määrä kerroksia



Paalit siirretään heti paalauksen ja käärintä yhteydessä varastointipaikalle. Paalien siirron suunnittelu siten, että keväällä/kesällä syötettävät paalit voidaan syöttää viikon sisällä siirrosta jälkilämpenemistappioiden minimoimiseksi.

Kuva: Eeva Saarisalo

# Kun rehu on säilössä

Rehu on **kasvisoluja**.

-**Kasvisolujen sisällä** ovat helposti sulavat ravintoaineet: sokerit ja valkuaisaineet

- **Kuitu** on solujen seinämärakenteissa, kuidun sulatus on hitaampaa, ja siihen pystyvät vain eräiden mikrobien tuottamat entsyymit.

Rehumassan seassa on myös **mikrobeja**, eli bakteereita, hiivoja ja homeita. Näistä hyödyllisiä säilönnän kannalta ovat **maitohappobakteerit**.

# Säilössä mikrobien toiminta jatkuu

- AEROBISET MIKROBIT:

- Sokerit + happi → hiilidioksidi

**Huolellisesti  
tiivistetyssä ja  
peitetyssä säilössä  
happi loppuu nopeasti,  
ja sokeria säästyy**

- ANAEROBISET MIKROBIT:

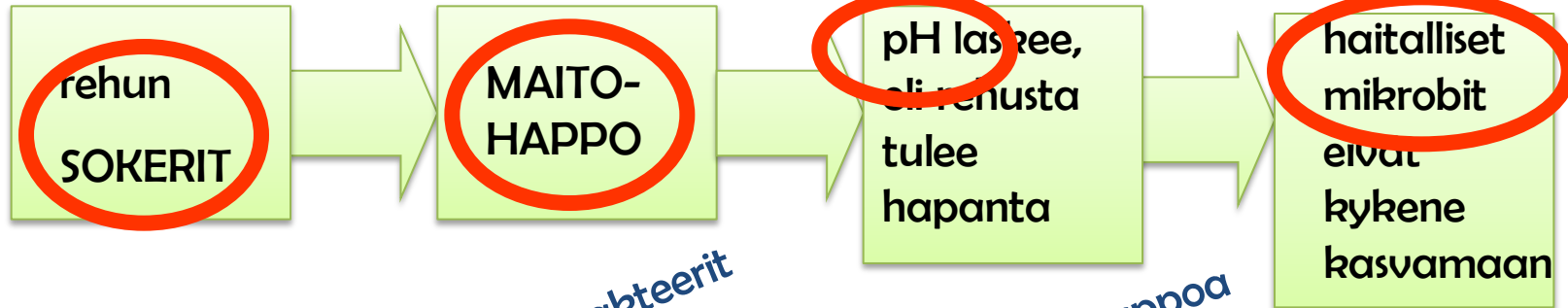
- Sokerit → käymistuotteet (maitohappo, etikkahappo, voi-happo, etanoli),

Maitohappobakteerien käymistuotteista pääosa on maitohappoa

# SÄILÖNNÄN ONNISTUMISEN MITTARIT

Haitallisten mikrobin toiminnasta kertovat:

- \* ammoniakkityppi
- \* haihtuvat rasvahapot
- \* Liukoisen typen osuus



Riittävätkö sokereita?  
ovatko maitohappobakteerit tehokkaita?

maitohappobakteeriympistöt

miten paljon happoa tarvitaan?

rehun esikuivaus  
happolisä



- >> Etusivulle
- >> Tietoja Artturista
- >> Palaute
- >> In English
- >> På svenska

# Rehuanalyysi

- >> Haku
- >> Laskurit
- >> Hevoset
- >> Lampaat

## Rehuanalyysi

- Näytteenotto
- Rehuanalyysin tulkinta / märehitjät
- Rehuanalyysin tulkinta / hevoset
- Säilörehun koostumus ja laatu -tilastoja
- Neuvojen Artturi-rehunäytekilpailu
- Hinnasto ja yhteystiedot
- Rehunäytteen saatekortti
- Rehunäytteen saatekortti Viljavuuspalveluun
- Rehutaulukot-verkkopalvelu

### Palvelun tuottavat:



[Artturi etusivu](#) » [Rehuanalyysi](#) » [Rehuanalyysin tulkinta / märehitjät](#)

## Rehuanalyysin tulkinta / märehitjät

Rehuanalyysi kertoo rehun kemiallisen koostumuksen, säilönnällisen laadun ja rehuarvot. Tulosten tulkinnassa kokonaisuus ratkaisee, mutta tulkinnan helpottamiseksi on laadittu raja-arvoja ja suosituksia. Säilönnällinen laatu, kemiallinen koostumus ja rehuarvot on käsitelty tarkemmin omilla sivuillaan. Taulukoissa olevista analyysien nimistä pääsee myös tarkempiin kuvauksiin.

Säilönnällinen laatu

Koostumus

Rehuarvot

Esimerkiksi säilörehu

Rehun laatu

pH

[www.mtt.fi/artturi](http://www.mtt.fi/artturi)

[+](#) [Jaa linkki](#) | [f](#) [t](#) [e](#)

### Ajankohtaista

#### Ruokinnan teemavuosi 2013

Tutustu aloitusseminaariin esityksiin!

#### Pohjois-Suomen nurmiseminaarin satoa

Tutustu esityksiin!

#### ARTTURI® UrakoitsijaPassi koulutukset urakoitsijoille!

Tutustu koulutusten materiaaleihin ja valitse rehu-urakoitsijasi täältä

**ARTTURI-**

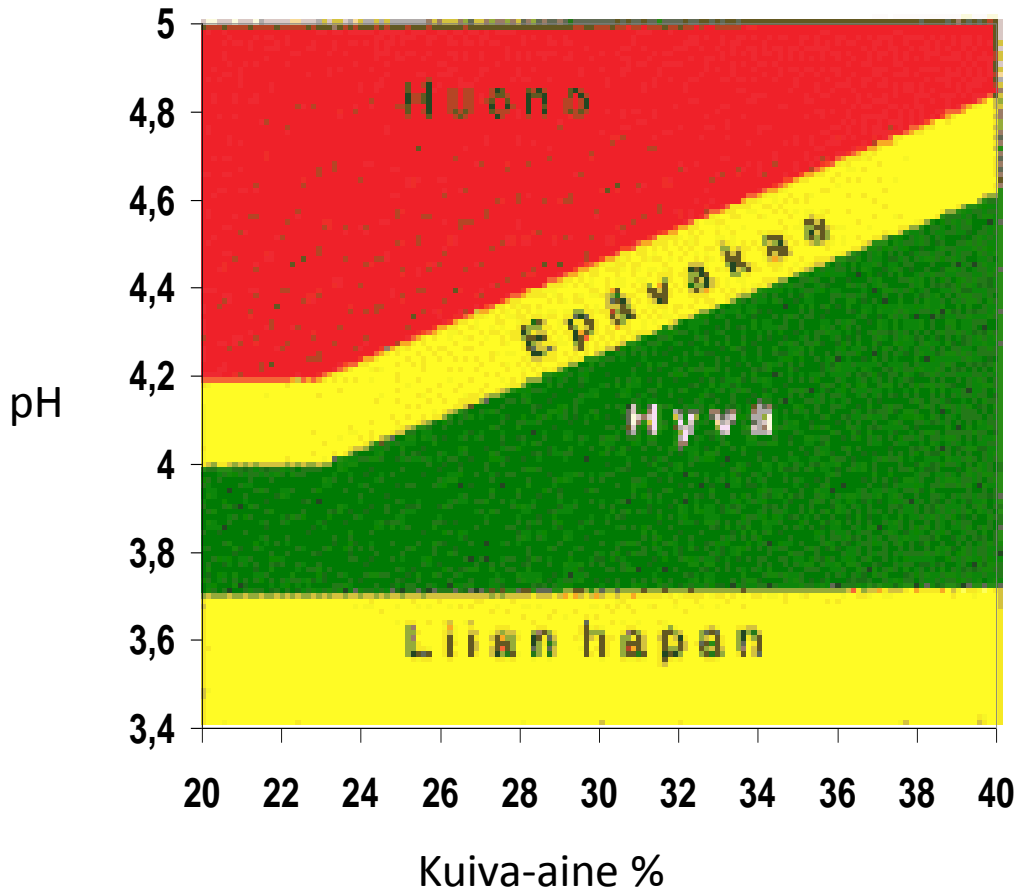


## ARTTURI<sup>®</sup> - rehuanalyysi

Hinnasto 1.1.2013 alkaen

Tutkimus	Tutkittavat näytteet	Tutkimuksen sisältö	Menetelmä	hinta € alv 0 %	hinta € alv 24 %
Säilörehuanalyysi	Nurmi-, apila-, vihan- ta- ja kokovilja- säilörehut	kuiva-aine raakavalkuainen, NDF, D-arvo, sokeri säilönnällinen laatu (pH, ammoniakki- typpi, maitohappo, haihtuvat rasvaha- pot, liukoinen typpi, laatuarvosana) rehuarvot	lämpökaappi NIR titraus  laskenta	16,80	20,83
Säilöheinäanalyysi	Säilötyt, paalatut heinät, kuivat paali- rehut	kuiva-aine raakavalkuainen, NDF, D-arvo, sokeri rehuarvot	lämpökaappi NIR laskenta	11,00	13,64
Nurmianalyysi	Nurmen korjuuaika, säilörehun raaka- aine laidun	kuiva-aine raakavalkuainen, NDF, D-arvo, sokeri	lämpökaappi NIR	11,00	13,64

**Happamuus (pH)** on tärkein säilörehun säilönnällisen laadun mittari



happamuus on yleistä hygieenisyyttä kuvaava termi, koska se on tärkein mikrobien kasvutekijä (A.I. Virtanen)

	Hyvä	Riski	Huono
pH	alle 4,0	4,0 - 4,5	yli 4,5



## Maito- ja muurahaishappo

Kumpikin rehua säilöviä happoja

kuvaa käymisen voimakkuutta ja/tai säilöntäaineen määrää rehussa

tavoitearvo riippuu säilöntämenetelmästä (säilöntäaine, esikuivaus)

- AIV-happosäilöntä 40-60 g/kg ka
- Biol. säilöntä 50-80 g/kg ka
  
- Jos paljon maitohappoa, maittavuus voi heikentyä

	Hyvä	Riski	Huono
<b>Maito- ja muurahaishappo g/kg ka</b>	35 - 80	80 - 100	yli 100

Haitallisten muutosten määrästä säilönnän aikana kertovat:

	Hyvä	Riski	Huono
Ammoniakkitypen osuus kokonaissyvästä, %	alle 7	7 - 10	yli 10
Liukoisen typen osuus kokonaissyvästä, %	alle 50	50-70	yli 70
Haihtuvat rasvahapot q/kg ka	alle 20	20 - 30	yli 30

**Kertovat valkuaisen hajoamisesta mikrobien toiminnan vaikutuksesta**

**Virheköymisen tuotteita, eivät ole yhtä voimakkaita happoja kuin maitohappo, joten eivät laske pH:ta yhtä tehokkaasti**

# Sokerit

- **Rehun sokeripitoisuuden tavoitearvo on 50 - 150 g/kg ka.**
- **Vaikka käyminen olisi onnistunut hyvin, pieni sokerivara on tarpeen.**
- **Märehtijällä ei sinänsä ole sokerin tarvetta, mutta jos säilörehussa on liian vähän sokeria, voihappokäymisen riski on varsin suuri.**



# Aerobinen stabiilisuus

- kertoo rehun lämpenemisherkydestä siilon avaamisen jälkeen
- = aika, jonka rehu säilyy lämpenemättä ja pilaantumatta sen jälkeen kun se on altistettu hapelle



SÄILÖ AVATAAN



Mikrobit  
saavat  
happea  
käyttöön

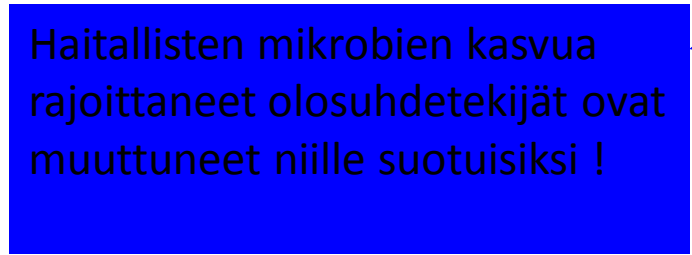
Maitohappoa ja  
 muita  
 käymistuotteita  
 hapetetaan

lämpötila nousee

pH nousee

Hengityksessä  
rehuun tulee  
kosteutta

Haitallisten mikrobin kasvua  
rajoittaneet olosuhdetekijät ovat  
muuttuneet niille suotuisiksi !



## OLOSUHTEET PILAANTUMISESSA:

- Ei liian hapanta,
- sopivasti kosteutta,
- happea tarjolla
- helposti sulatettavia ravintoaineita tarjolla

+ lämpötila

# HIIVAT

# BASILLIT YM. AEROBISET BAKTEERIT

# HOMEET

Hiilihydraatit ja  
orgaaniset hapot  
hapetetaan jne...

lämpötila nousee

ravintoainetappiot

Mykotoksiinit

Maittavuus heikkenee

Listeria, ym.

Seosrehussa ongelma kärjessä



# Seosrehussa ongelma kärjistyy:

- Seokseen lisätään helposti sulavia **hiilihydraatteja**
- Seokseen tulee mahdollisesti lisää **aerobisia mikrobeja** muiden rehukomponenttien mukana
- Sekoituksen yhteydessä myös **happea** sekoitetaan rehuun
- Laitteita vaikea puhdistaa kunnolla, jolloin vanha rehu ympää uuden erän **pilaajamikrobeilla**
- Rehuseos saattaa seisoa **ruokintapöydällä** parikin päivää
- Kesällä **lämpö** edistää hiivojen kasvua



Miksi rehu ei maita?

## **Aerobisen stabiilisuuden parantaminen:**

**Pilaajamikrobien kasvua on pyrittävä estämään kaikissa rehuntekovaiheissa (esikuivatus-, korjuu-, säilöntä- ja ruokinta)**

**Aerobista stabiilisuutta parantavat säilöntäaineet tai lisäaineet?**

**Edullisinta käyttää säilöntäaineita eri rehukomponenttien säilönnässä sen sijaan, että pyrkisi hillitsemään seosrehun lämpenemistä lisäämällä aineita seosrehuun.**



# LYPSYLEHMIEN SYÖNNIN VAIHTELU SELITTÄÄ PÄÄOSAN VAIHTELUSTA MAITOTUOKSESSA

Rehun sulavuus ratkaisee  
virtauksen sontaan

HELPOIMMIN  
VOIDAAN  
VAIKUTTAA  
SYÖNNIN  
MÄÄRÄÄN !



REHU

MAITO

SONTA

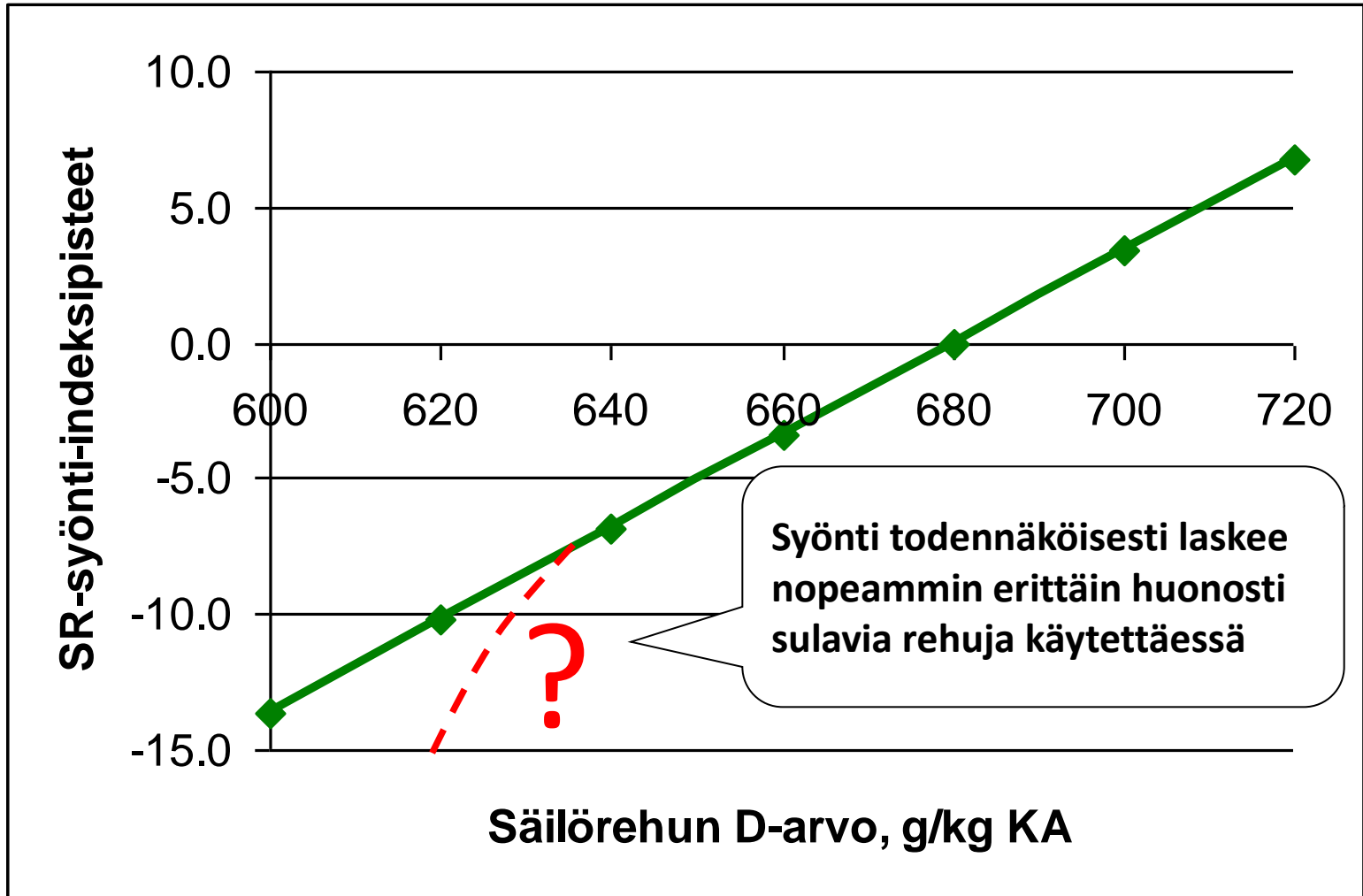
Sulaneiden ravintoaineiden  
hyväksikäyttö suhteellisen  
vakio tavanomaisilla  
ruokinnoilla



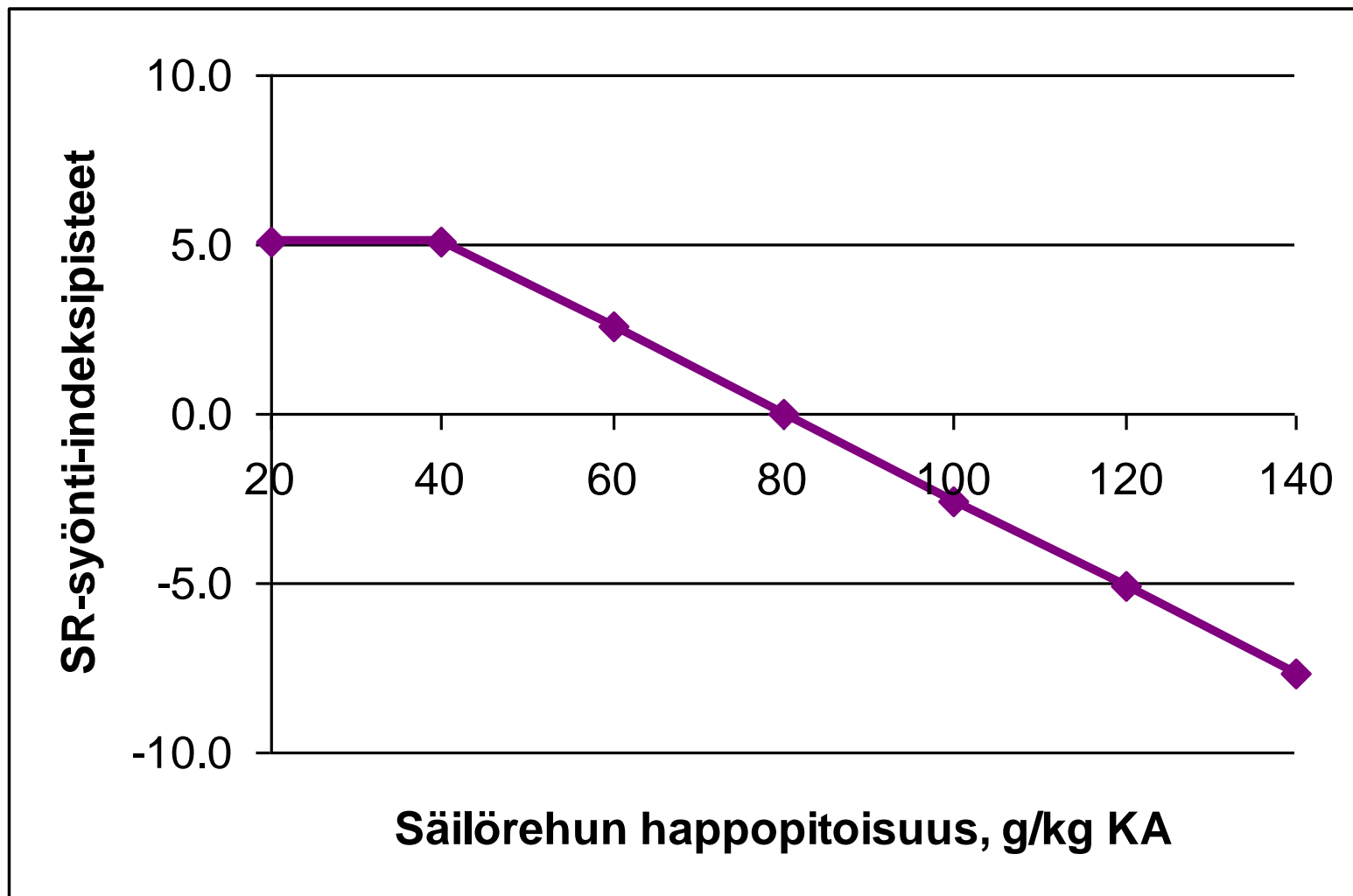
# Säilörehun syönti-indeksi

- rehun koostumuksen vaikutukset syönnin suhteelliseen muutokseen,
- Yksi indeksipiste vastaa 100 g eroa kuiva-ainesyönnissä/päivä
- **Syönti-indeksin vertailurehu:**
  - Nurmiheinäsäilörehu, joka korjattu kesän ensimmäisestä sadosta
  - Kuiva-aineen (KA) pitoisuus 250 g / kg
  - D-arvo 680 g/kg KA (68 %)
  - Kokonaishappoja 80 g / kg KA (Hapot) maitohappo + haihtuvat rasvahapot
  - Kuitupitoisuus (NDF) 550 g/kg KA

**Kun D-arvo kasvaa 10 g/kg KA (=1 prosentti- yksikön),  
säilörehun syönti lisääntyy 175 g KA/pv**



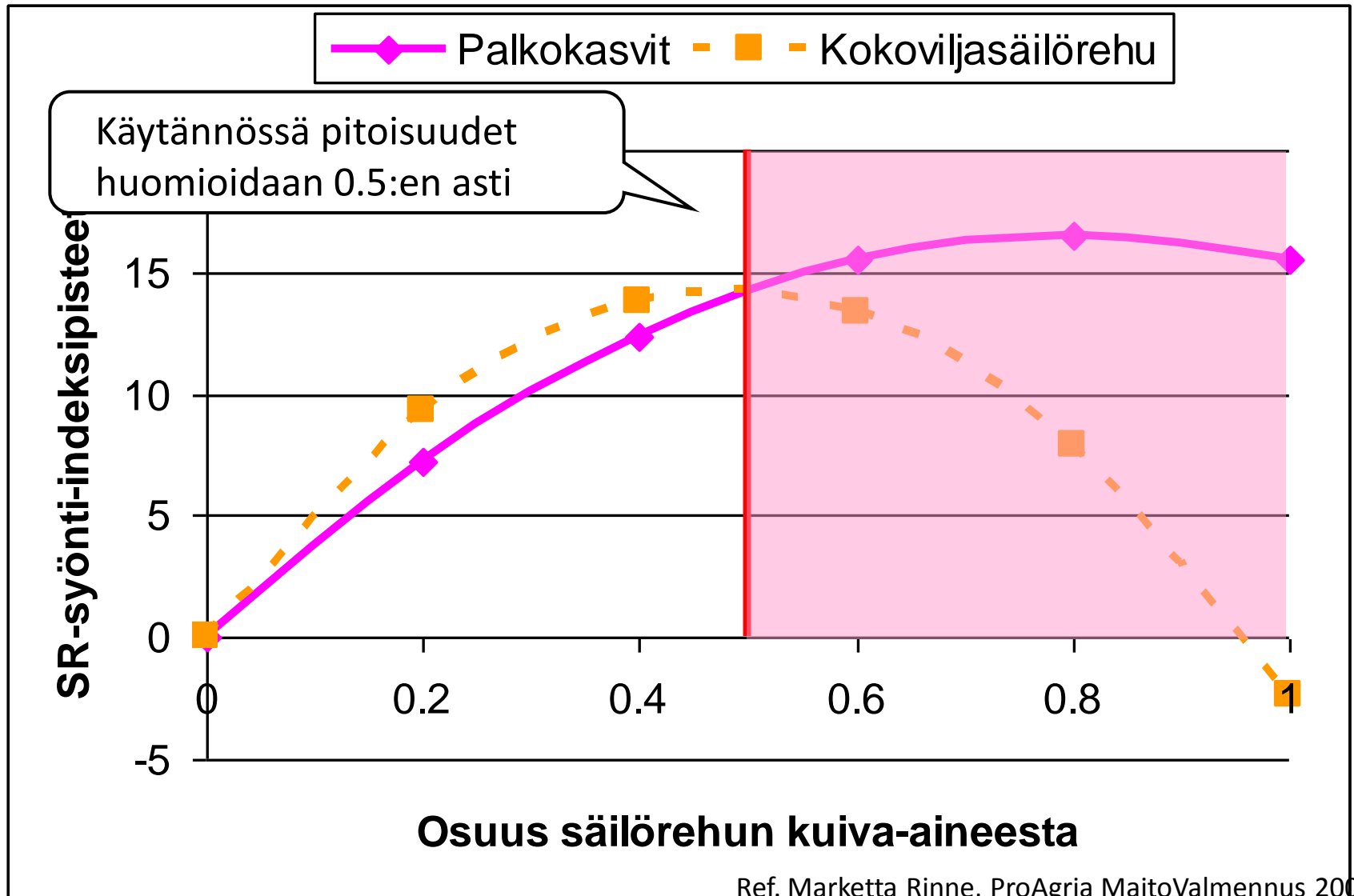
- Kun käymishappojen määrä lisääntyy 10 g/kg KA, syönti vähenee 128 g KA/pv
- Hyvitystä ei tehdä, kun pitoisuus alle 40 g/kg KA



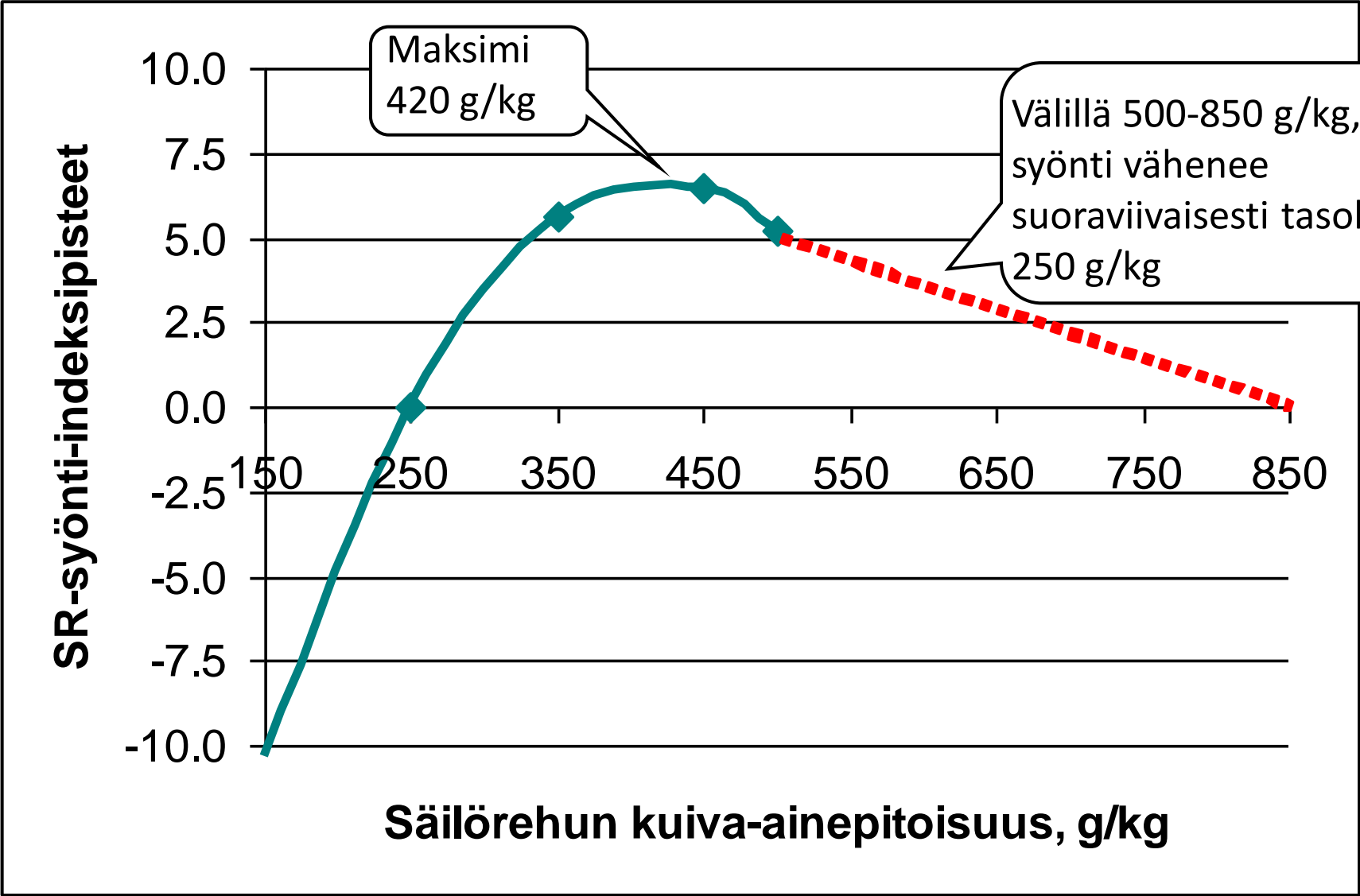


# Palkokasvien ja kokoviljasäilörehun lisääminen vaikuttavat säilörehun syöntiin käyräviivaisesti

- Oletus, että koostumus muuten vakio

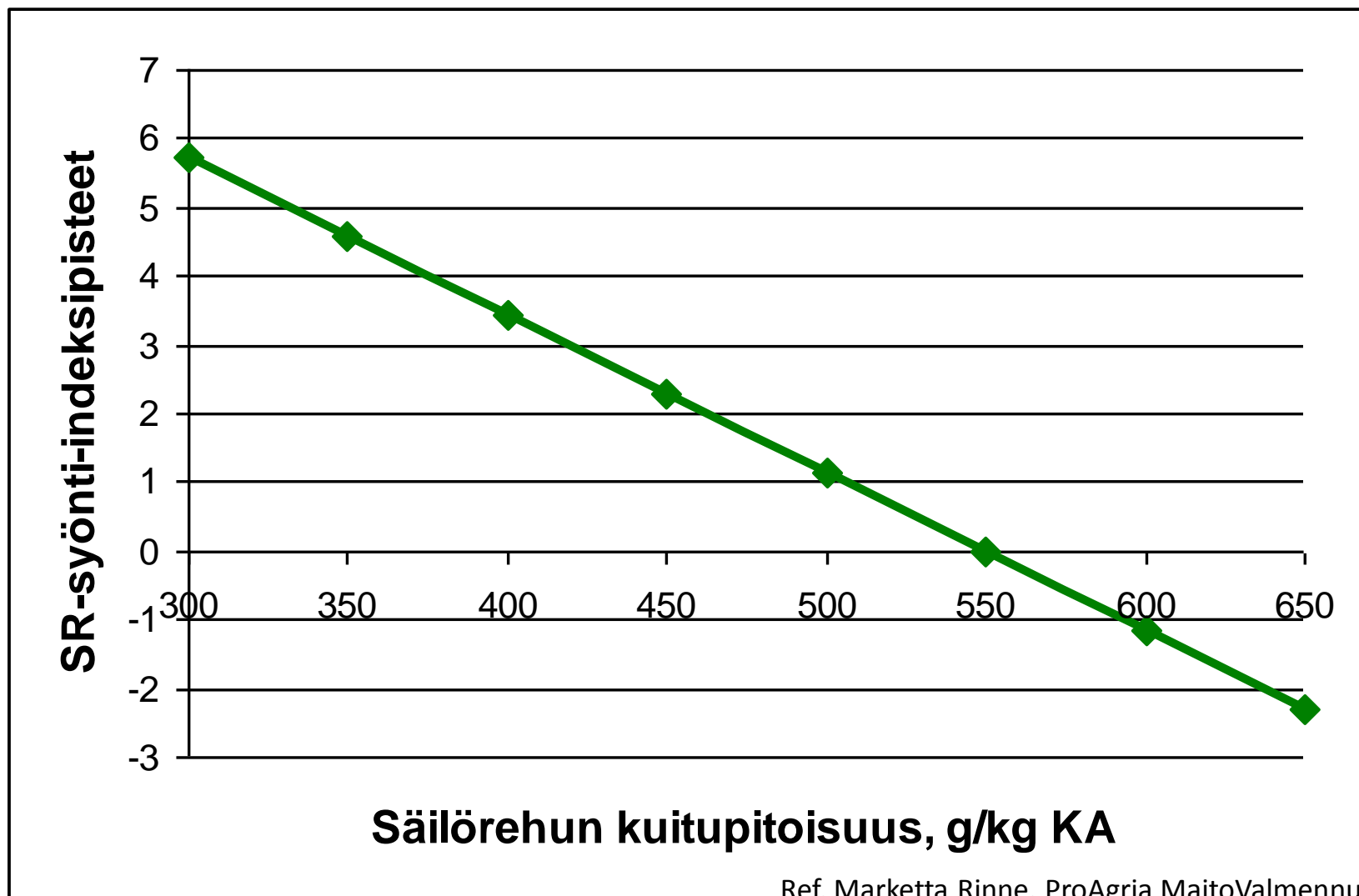


# Säilörehun kuiva-ainepitoisuudella on itsenäinen käyräviivainen vaikutus syöntiin



Ref. Marketta Rinne, ProAgria MaitoValmennus 2008

Säilörehun kuitupitoisuudella on lievä itsenäinen vaikutus rehun syöntiin





# Lisäksi lampailla

- Lyhyt silppu helpottaa syöntiä ja parantaa siten karitsoiden kasvua



# Rehujen analysointi auttaa suunnittelussa

**NURMI  
PELLOLLA**

**KORJUUAIKA-NÄYTE**

**RAAKA-AINE**

**NURMI  
SÄILÖSSÄ**

**SÄILÖREHU-ANALYYSI**

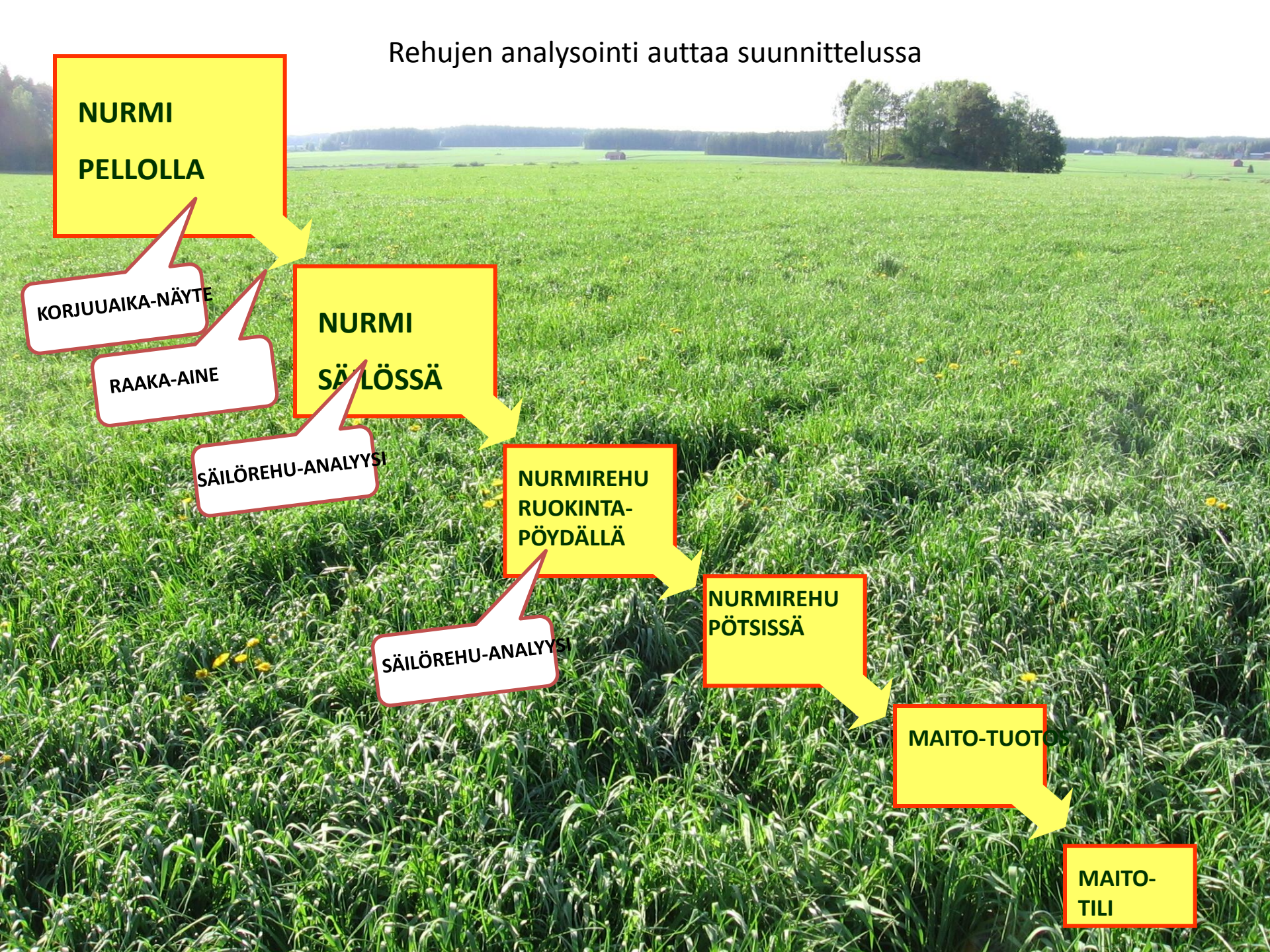
**NURMIREHU  
RUOKINTA-  
PÖYDÄLLÄ**

**SÄILÖREHU-ANALYYSI**

**NURMIREHU  
PÖTSSISSÄ**

**MAITO-TUOTOS**

**MAITO-  
TILI**





# Säilöntäaineen valinta

- Markkinoilla kymmeniä erilaisia aineita

## **Hapot:**

- pääasiassa muurahaishappoa sisältävät
- Vähemmän syövyttävät happopohjaiset
- Lisäksi aerobista stabiilisuutta parantavat happopohjaiset

## **Biologiset**

- Pelkästään homofermentatiivisia kantoja sisältävät tuotteet
- Myös heterofermentatiivisia kantoja sisältävät tuotteet
- Useiden kantojen yhdistelmät
- Mahdollisesti lisänä suola (bentsoaatti, sorbaatti) parantamassa aerobista stabiilisuutta

## **Suolat** (bentsoaatti, sorbaatti ym.)

- Vaikutus aerobiseen stabiilisuuteen



# Säilöntäaineen valinta

- Nykyisin Suomen markkinoille tulevia säilöntäaineita ei ole pakko testata enää Suomessa, EU-tason hyväksyntä riittää
- Säilöntäainemarkkinoilla on kova kilpailu elintilasta, ja markkinointiargumenttien tueksi valmistajat teettävät tutkimuksia myös puolueettomilla tutkimuslaitoksilla
- Esim. 2010 tehtiin vertailu säilöntäaineiden tehokkuudesta/toimintavarmuudesta



9 käsittelyä × 2 esikuivaustasoa × 3 rinnakkaista = 54 siloa

# Lactic acid bacteria and enzymes

## Kemira AIV® LactoFast

### *Lactobacillus plantarum*

issa testattu  
sikuivatun  
läviin

*Lactobacillus plantarum* -maitohappobakteereihin. Nämä tuottavat erittäin tehokkaasti maitohappoa heti säilönnän alusta alkaen, mikä on säilönnän kannalta kriittinen aika. Tästä on tuloksena nopea pH:n lasku ja runsas maitohappopitoisuus. Tämän ansiosta haitallisten bakteerien



## Feedtech™ F18



*Pediococcus acilacti*  
*Lactobacillus plantarum*  
cellulase

Naturally ahead

**Biomini**

**Biomini®**  
**BioStabil**

Naturally ahead in silage production!

*Enterococcus faecium* BIO 34 (DSM 3530)  
*Lactobacillus brevis* IFA 92 (DSM 19456)  
*Lactobacillus plantarum* IFA 96 (DSM 19457)"



*Lactobacillus plantarum* (DSM No 11672)  
*Pediococcus acidilactici* (DSM No 11673),  
cellulase

# Salts etc.



*Lactobacillus plantarum* (LSI ja L-256),  
*Pediococcus acidilactici* (P6 ja P11),  
*Lactococcus lactis* (SR3.54 NCIMB 30117)  
*Enterococcus faecium* (M74 NCIMB 11181),  
cellulase, sodiumbentsoate



**Safesil**<sup>®</sup>  
NEXT GENERATION IN SILAGE ADDITIVES

-sodiumbentsoate  
-potassiumsorbate  
-sodium nitrite

SALINITY  
agro

# Acids

## Kemira AIV<sup>®</sup> Nova

Formic acid	44%
Sodium formiate	20%
Propionic acid	12%
Bentsoic acid	1,5%
Glyseroli	1 %
Water	21,5%



Formic acid	60%
Ammoniumformiate	20%
Water	20 %





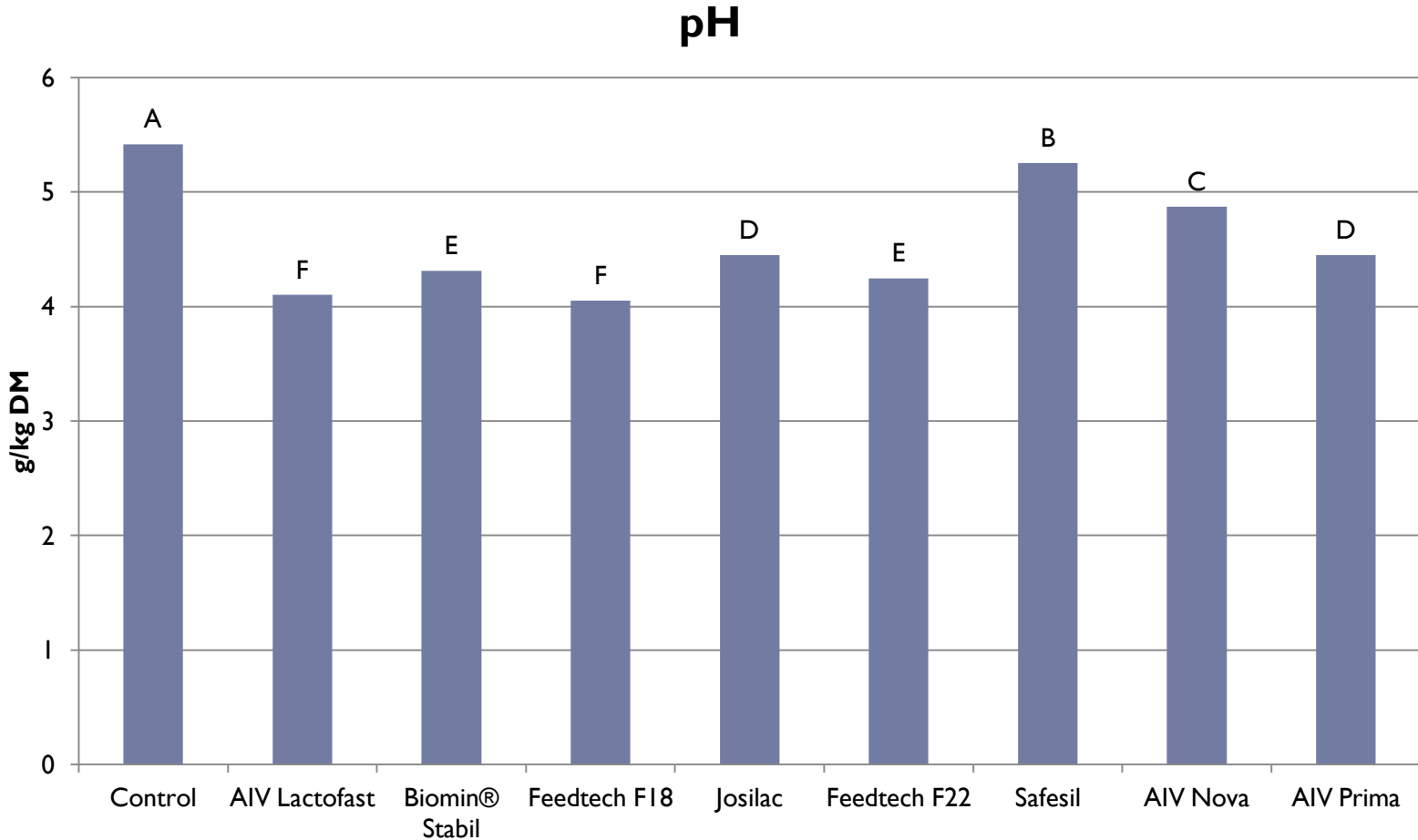
Nurmen ensimmäinen sato, olosuhteet täydelliset, rehu taatusti puhdasta, Alempi esikuivaustaso (ka 22%) korjattiin lähes heti niiton jälkeen, korkeampi esikuivaustaso (ka 54 %) seuraavana aamuna



## Millaisia rehuista tuli, kuiva-aine 22 %

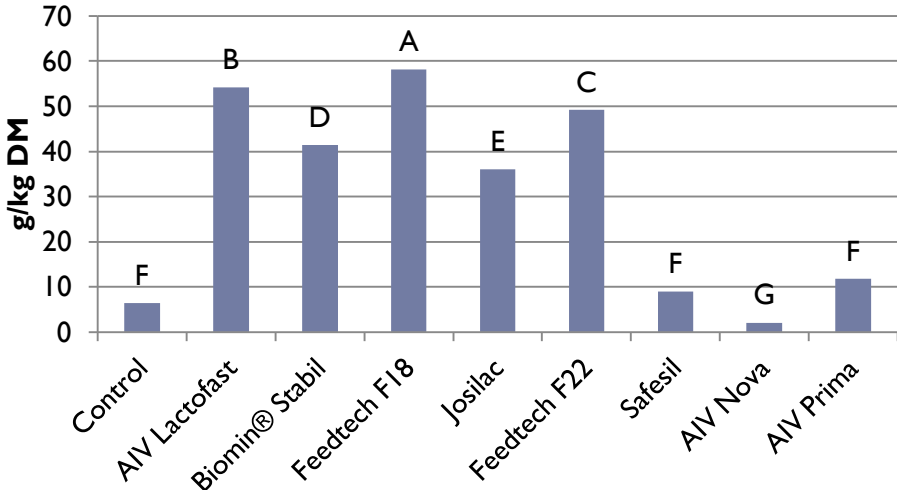
Aine	Millainen rehu	Laatu-arvosana	Syönti-indeksi	Aerobinen stabiilisuus
Ilman säilöntäainetta	pH 4,3 jäi hieman liian korkeaksi sokerit likimain loppuivat, käymisessä syntyi paljon etikkahappoa ja etanolia	6-7	96	Hyvä, yli 300h
Lactofast, Feedtech F18, Josilac, Feedtech F22	pH alle 4, sokereita jäljellä 50 g/kg ka, runsaasti maitohappoa, muita käymistuotteita vähän	9	95-97	Rehut lämpenivät nopeasti (30-50h) avaamisen jälkeen
Biomin Stabil	pH alle 4, sokereita vähän, runsaasti maitohappoa ja etikkahappoa	7-8	95	Parempi aerobinen stabiilisuus (130h) kuin homofermentatiivisilla ympeillä
Safesil	pH alle 4, sokereita vähän, maitohappoa ja etikkahappoa, etanolia	7	97	Hyvä, yli 300h
Hapot, Nova ja Prima	pH alle 4, sokereita vähän, maitohappoa ja hieman etikkahappoa, etanolia	7-8	102-103	Varsin hyvä, yli 200h

# Säilörehut, kuiva-ainetta 54 %

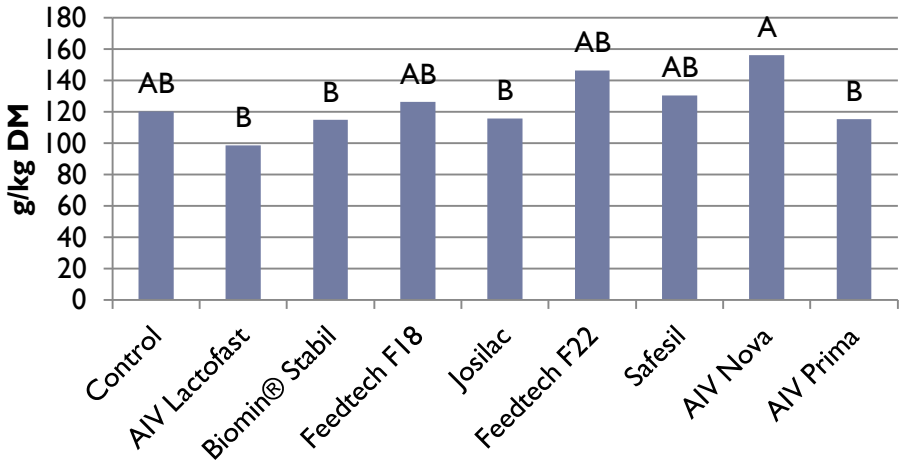


# Säilörehut, kuiva-ainetta 54 %

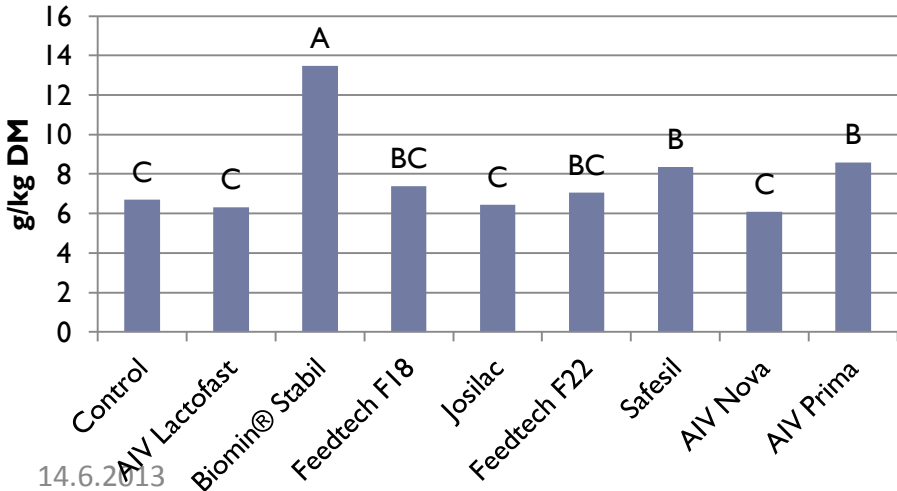
**Lactic acid**



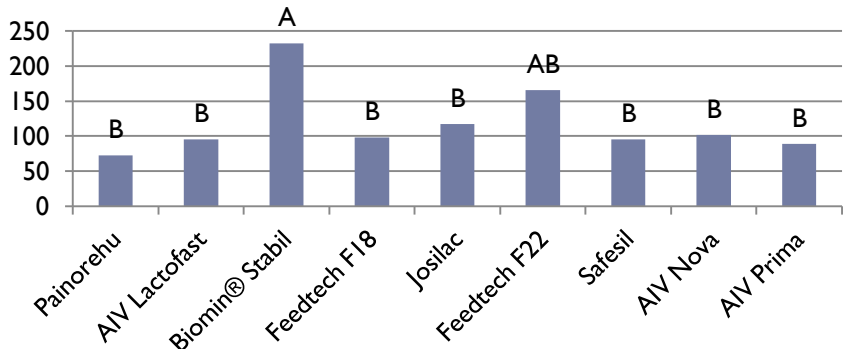
**Sugar**



**Acetic acid**



**Rehuista tehtyjen seosrehujen aerobinen stabiilisuus**





# Säilöntäaineen valinta

- - happopohjaiset aina varmimmat jos  $ka < 25\%$  tai jos esim. esikuivaus on venynyt epäsuotuisissa oloissa
- - maitohappobakteeriymppeillä vain esikuivattua rehua ( $ka > 25\%$ ) ja suotuisissa säilöntäolosuhteissa
- MUISTA: APILA on haasteellisempaa säilöttävää kuin heinäkasvit
- Jos huolta rehun lämpenemisongelmasta, erityishuomio, että aerobisten mikrobien kasvu jää mahdollisimman vähäiseksi säilönnän eri vaiheissa, myös säilöntäaine voidaan valita erityisesti ottaen tavoitteeksi hyvä rehun aerobinen stabiilisuus, heijastuu myös seosrehuun.  
Aerobista stabiilisuutta parantavat: bentsoaatti, sorbaatti, propionihappo, etikkahappo, heterofermentatiiviset maitohappobakteerit
- Entä jos hankkisi useampia aineita erilaisia tarpeita varten?

# Entäpä säilöntäaineen annostelu ?

Meneekö ainetta oikea määrä?

- Ovatko karhonkoko, korjuukoneen teho/ajonopeus ja säilöntäainepumpun teho sopivassa suhteessa toisiinsa ? Pumpun skaala saattaa loppua kesken tilanteiden vaihtuessa – Mittaa !

Meneekö säilöntäaine rehuun?

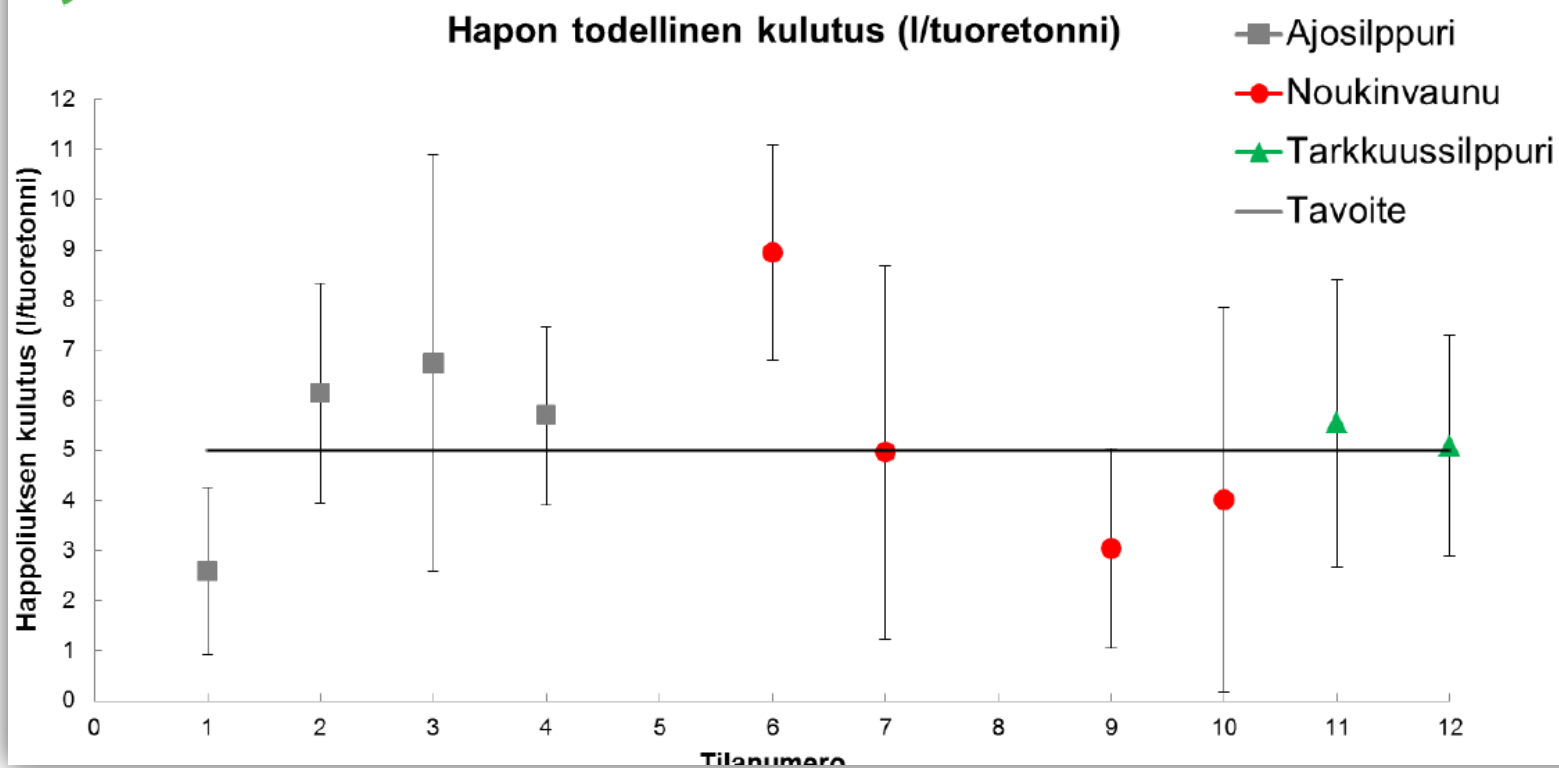
- Suuttimien sijainti – erityisesti, jos karho on kapea suhteessa noukinpöytään
- Haihtumistappiot?

# Juha Luhtanen, NurmiArtturi-hanke

## ProAgria Maitovalmennus 2012

PRO  
Agria

### Liuoksen todellinen kulutus



## Säilöntäainemääritykset TilaArtturi-tiloilla v. 2008

Tila	Säilöntä- aine	Korjuu- menetelmä	1. sato (l/tn)	Ka	2. sato (l/tn)	Ka
A	AIV 2 Plus	Ajosilppuri	3.5 – 7.0	<b>4.9</b>	0.8 – 10.3	<b>6.3</b>
B	AIV 2 Plus	Tarkk.silppuri	4.4 – 6.9	<b>5.4</b>	4.2 – 7.9	<b>6.3</b>
C	AIV Ässä	Pyöröpaalaaja	4.4 – 4.5	<b>4.4</b>		
D	AIV 2 Plus	Noukinvaunu	4.1			
E	AIV 2 Plus	Noukinvaunu	3.8			



# Matts Nysand, MTT

## Artturi-urakoitsijakoulutus 2011



### Päätelmät

#### Traktorikäyttöinen tarkkuussilppuri

- Paras levityskohta on torven alaosa.
- Käytä siinä kolmea tai vähintään kahta pistesuutinta.
- Viuhkasuuttimet, nyrkkisääntö:  
nimellisläpivirtaus yhteensä suunnilleen = pumpun tuotto,  
jos suurempi niin enintään = 2 x pumpun tuotto

#### Noukinvaunu

- Reikäputki vähentää säilöntäainehävikkiä viuhkasuuttimiin verrattuna.
- Reikäputki ja viuhkasuuttimet antavat samanlaisen levitystasaisuuden.
- Levitys myös rehun alapuolelta parantaa levitystasaisuutta.

#### Tarkkuussilppuri vastaan noukinvaunu

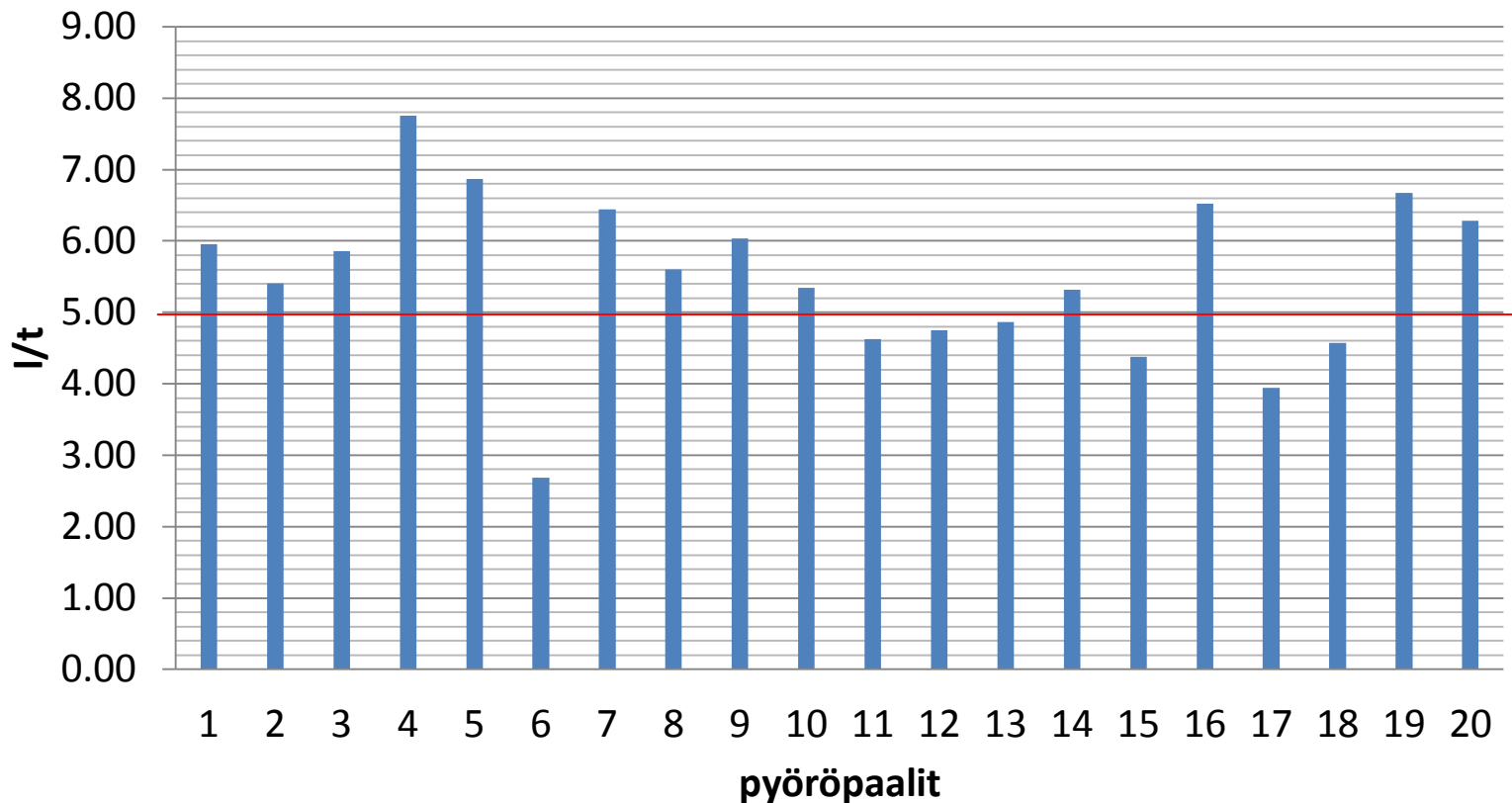
- Levitettäessä noukinvaunussa vain rehun päälle, sen tulos on epätasaisempi kuin tarkkuussilppurin.
- Hävikit ovat tarkkuussilppurissa pienemmät, jos käytetään suositeltavimpia menetelmiä

#### Ajosilppuri

- Levitystasaisuus on paras syöttökanavassa

# Meneekö säilöntäaine todella rehun sekaan?

- Paalisäilöntäkokeessa vaihtelu paalien säilöntäainemäärissä oli melkoista, vaikka ajettiin koko ajan samanlaisen kasvuston suht. Vakiolevystä karhoa – maataloissa vaihtelu isompaa!



# Säilöntäaineen annostelutarkkuus paalauksessa, vaikuttavia tekijöitä

- Happopumpun tuotto suhteessa karhon paksuuteen ja ajonopeuteen
- Suuttimien sijoittelu – osuvatko karhoon
- Suuttimien muoto – haihtuuko aine ilmaan?
- Paksu karho – aine ei ehkä sekoitu tasaisesti massaan
- Rehun kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu säilöntätyön edetessä

# Klostridit eli voihappobakteerit (1)

- kyky muodostaa **lepoitiöitä** eli endosporeja, joiden avulla ne selviytyvät epäsuotuisten ajanjaksojen yli
- kasvavat ehdottoman anaerobeissa oloissa
- voidaan luokitella fermentoimansa ravinnonläh-teen mukaan neljään ryhmään:
  - 1) sakkarolyyttiset,
  - 2) **proteolyyttiset**,
  - 3) sekä sakkaro- että proteolyyttiset ja
  - 4) spesialistit.
- Muutamat klostridit fermentoivat sokereita tuottaen päätuotteenaan **voihappoa**. Eri lopputuotteiden suhteet riippuvat myös ympäristön olosuhteista: happamassa ympäristössä käyminen tuottaa enemmän neutraaleja lopputuotteita, kuten **asetonia** ja **butanolia**, ja vähemmän happoja. Aminohappojen käymisessä syntyneet lopputuotteet ovat usein **pahanhajuisia**.



# Klostridit eli voihappobakteerit (2)

- Klostridien alkuperäinen kasvuympäristö on **maaperä**. Tämän ohella joukko klostrideja on sopeutunut elämään nisäkkäiden **suoliston** hapettomissa oloissa. Useat pääasiassa maassa elävät klostridit voivat aiheuttaa sairauksia, kuten **ruokamyrkytyksiä** tai **jäykkäkouristusta**. Säilörehussa yleisimmin havaittu klostridi on ***Clostridium tyrobutyricum***, joka fermentoi glukoosin ja fruktoosin ohella myös maitohappoa, ja koska käymistuotteiden pKa on korkeampi, rehun pH nousee.
- Säilörehuun klostrideja joutuu **vanhentuneiden kasvinosien** mukana sekä käsittelyjen yhteydessä myös ympäristöstä: **maasta**, työkoneista ja -välineistä, jalkineista jne. Mahdollinen kontaminaation lähde on myös **lietelanta**, koska siinä voi olla merkittäviä määriä klostridi-itiöitä.

# Basillit

- Muodostavat myös lepoitiöitä
- joko aerobeja tai fakultatiivisesti anaerobeja
- Energiaa ne saavat orgaanisista yhdisteistä joko käymisen tai hengityksen avulla
- Niiden itiöitä löytyy lähes kaikkialta, mutta tuoreessa kasvustossa niitä ei kuitenkaan ole suuria määriä
- Eivät tuota maitohappoa yhtä tehokkaasti kuin maitohappobakteerit
- Voivat olla osallisia säilörehun aerobisessa pilaantumisessa

# Enterobakteerit

- voivat kasvaa sekä aerobeissa että anaerobeissa oloissa
- Eivät muodosta itiöitä
- fermentoivat sokereita monenlaisiksi lopputuotteiksi
- maaperässä ja vesissä ja ne kuuluvat osana myös ihmisten ja monien eläinten suolistoflooraan. Ne elävät kuollutta orgaanista materiaalia hajottaen.

Enterobakteerit lisääntyvät runsaasti säilönnän ensimmäisinä päivinä. Niiden kasvu säilörehussa on kuitenkin epäsuotuisaa, sillä lisääntyessään ne kuluttavat ravintoa maitohappobakteereilta ja tuottavat rehuun **endotoksiineja** ja **ammoniakkia**.

# *Listeria monocytogenes*

- fakultatiivisesti anaerobi bakteeri, ei muodosta itiöitä
- **pilaantuvassa kasvimateriaalissa, lietteissä, vesissä, ulosteissa, maassa** ja säilörehussa, mutta kuitenkin yleensä pieniä määriä. Tavallisesti ne elävät kuollutta orgaanista ainetta hajottaen, mutta ovat myös **patogeenejä**, jotka sairastuttavat immuunijärjestelmältään heikentyneitä eläimiä.
- Listeria voi aiheuttaa mm. aivokalvontulehdusta, aivotulehdusta, verenmyrkytystä ja luomisia. Koska listeria on luonnossa laajalle levinnyt, on todennäköistä, että sitä aina joutuu mukaan säilörehuun pieniä määriä. Listeria voi lisääntyä rehusa, mikäli olosuhteet käyvät sille suotuisiksi. Listeria säilyy hengissä äärioloissa eli alhaisessa pH:ssa, pienessä veden aktiivisuudessa ( $a_w$ ) sekä pienessä happipitoisuudessa ja lisääntyy nopeasti, kun olot paranevat. **Tehokkain tapa estää listerian kasvu säilörehussa on estää hapen pääsy rehuun** (McDONALD ym. 1991, p. 131-136).



## Lampaat ja listerioosi

- Listerian itämisaika 2 vk, ei parane ilman antibioottikuuria. Eikä aina antibiootillakaan
- Ensimmäinen oire: korva roikkuu, lammas kävelee kuin juopunut
- Listerioositapaukset liittyneet yleensä säilörehun heikkoon laatuun
- Lammas säilörehun laadun suhteen tarkempi kuin nauta!
- Kuitenkin suomessa lammastalouden kasvaessa meidän on opittava hallitsemaan myös lampaiden säilörehuruokinta



# Hiivat

- Yksisoluisia sieniä
- Nurmi-kasvuston hiivat ovat pääasiassa aerobisia lajeja. Ne korvautuvat säilörehussa lajeilla, jotka voivat tuottaa energiaa käymisen avulla. Säilörehussa havaittuja hiivasukuja ovat mm. *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* ja *Toryloopsis*
- JONSSON (1989) toteaa yhteenvedossaan hiivojen määrän säilörehussa vaihtelevan hyvin säilyneen rehun alle 10 kpl:sta/g pilaantuneen rehun  $10^{12}$  kpl:seen/g tuoretta rehua.
- Tyypillisesti hiivat aloittavat rehun lämpenemisprosessin siilon avaamisen jälkeen, eli hapettavat maitohappoa

# Homeet

- rihmamaisia sieniä
- muodostaa itiöitä
- Huolellisesti säilötyssä säilörehussa olosuhteet (alhainen pH, anaerobisuus) ovat homeiden kasvulle epäsuotuisat. Säilörehussa homeita onkin yleensä vain siellä, minne happea on päässyt tihkumaan, eli siilon laidoilla tai pintaosissa.
- Homeet hajottavat rehun sokereita, maitohappoa ja jopa solunseinämäaineita hengitykseen perustuvan aineenvaihduntansa avulla.  
-> **Rehun ravintoarvo laskee**
- Lisäksi muutamat homeet tuottavat ihmisille ja eläimille myrkyllisiä yhdisteitä **mykotoksiineja**, kuten aflatoksiinia, patuliiniä ja zearalenonia.
- Säilörehun aerobisessa pilaantumisessa homeet yleensä seuraavat hiivoja. Kuitenkin ta-vallisesti rehuarvon huononemisen ja eläinten myrkytystapaukset aiheuttaa *Aspergillus*-, *Fusarium*- tai *Penicillium*-homeiden kasvu rehussa