



## **Säilörehun korjuuajan ja lannoituksen vaikutus sadon laatuun ja määrään**

**Opinnäytetyö**

**Lasse Vanhanen**

**Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma**

Hyväksytty \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Koulutusala: Luonnonvara-ala	
Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	Suuntautumisvaihtoehto:
Työntekijä/tekijät: Lasse Vanhanen	
Työn nimi: Säilörehun korjuuajan ja lannoituksen vaikutus sadon laatuun ja määrään	
Päiväys:	Sivumäärä/liitteet: 48+1
Ohjaaja/ohjaajat: Sinikka Ripatti, Pirjo Suhonen, Petri Kainulainen	
Toimeksiantaja: MTT Maaninka, Yara Suomi	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten säilörehun korjuuaika ja lannoitus vaikuttavat sadon laatuun ja määrään. Lisäksi tarkastellaan, miten Artturi-korjuuaikapalvelu toimii Maaningalla keväällä 2008. Kenttäkoe on toteutettu yhteistyössä MTT Maaningan kasvintuotantotutkimuksen ja Yara Suomen kanssa.</p> <p>Säilörehunurmen kenttäkoe on perustettu vuonna 2007 ja kesä 2008 oli ensimmäinen satokausi. Koeasetelma oli lohkoittain satunnaistettu. Kerranteita oli neljä kappaletta. Korjuukertoja kasvukaudessa oli kaksi ja eri korjuuaikoja oli seitsemän, hyvin aikaisesta hyvin myöhäiseen molemmissa niitoissa. Lannoitustasot molemmilla niittokerroilla olivat 70 ja 100 typpikilon mukaisesti määritettyjä.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella säilörehunurmen korjuuaika vaikuttaa kuiva-ainesatoon erittäin merkittävästi molemmilla niittokerroilla. Nurmen rehuyksikkösatoon korjuuajalla ei ole niin suurta vaikutusta. Kevätsadossa nurmen sulavuus laskee nopeasti, jälkisadon sulavuuden muutos ei ole suoraviivaista. Sekä korjuuaika että lannoitustaso vaikuttavat merkittävästi sadon raakavalkuais- ja OIV-pitoisuuksiin sekä PVT:hen. Korjuuaika vaikuttaa lannoitustasojen merkittävämmiin nurmen fosfori- ja kaliumpitoisuuksiin. Artturi-korjuuaikapalvelun ennusteen ja niitoissa toteutuneen D-arvon erotus oli kesällä 2008 MTT Maaningalla keskimäärin 5,2 %-yksikköä.</p> <p>Tutkimustulokset on rajoitettu kesän 2008 MTT Maaningan kenttäkokeen tuloksiin, koska muualla tällaista tutkimusta ei ole suoritettu vastaavalla tarkkuudella ja 2008 oli ensimmäinen satokausi. Tutkimuksen tärkein käytännön merkitys on auttaa mietittäessä sopivaa säilörehun korjuuajankohdan valintaa ja typpilannoitustasoa.</p>	
Avainsanat: Säilörehu, korjuuaika, lannoitustaso, satotaso, rehuarvo	
Luottamuksellisuus: -	

Field of study: Natural resources and Environment	
Degree Programme: Agriculture and Rural industries	Option:
Author(s): Lasse Vanhanen	
Title of Thesis: Harvest time and fertilizing effect to quality and amount of silage	
Date:	Pages/appendices: 48+1
Supervisor(s): Sinikka Ripatti, Pirjo Suhonen, Petri Kainulainen	
Project/Partners: MTT Maaninka, Yara Suomi Ltd	
<p><b>Abstract:</b></p> <p>The aim of this scholarly thesis was to study the effects of the harvest time and the level of fertilization to the yield and quality of timothy – meadow fescue grass silage. In addition, the functionality of Artturi<sup>®</sup> forage harvest time information service during growing season 2008 was evaluated. The field experiment was conducted as a co-operation by MTT Agrifood Research Finland, Maaninka, and Yara Suomi Ltd.</p> <p>Experimental plots were established in 2007 and growing season 2008 was the first harvesting year. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates. The forage was cut twice per growing season in seven different timepoints per cut (from extremely early to extremely late timing). The two levels of fertilization for both cuts were calculated based on nitrogen levels 70 and 100 kg N<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>.</p> <p>Based on the results, the effect of the harvest time was significant to the forage yield (kg DM ha<sup>-1</sup>) in both cuts but did not clearly affect the feed unit yield (FU ha<sup>-1</sup>). In first cut the digestibility of the forage declined fast, but in the second cut the changes in digestibility were not rectilinear. Both the timing of harvest and the level of fertilization affected the content and quality of protein in the forage. The effect of harvest time to the concentrations of phosphorus and potassium was more evident than the effect of fertilization levels. The predicted D-values by Artturi<sup>®</sup> service at MTT Maaninka during growing season 2008 were 5,2 percentage units higher than the D-values actually observed in the field conditions.</p> <p>The data used in this thesis are limited to the results from the field experiment in 2008 at MTT Maaninka due to the restricted availability of similar field trial observations. The main practical implication of this study is to help in defining of the optimal timing of harvest and the level of nitrogen fertilization.</p>	
<p><b>Keywords:</b></p> <p>Silage, harvest time, fertilizing level, yield level, feed value</p>	
<p><b>Confidentiality:</b></p> <p>-</p>	

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	5
2 SÄILÖREHUN VILJELY .....	6
2.1 Nurmen viljely Suomessa.....	6
2.2 Kasvuolosuhteet Pohjois-Suomessa.....	7
2.3 Yleisimmät nurmikasvilajit Suomessa .....	7
2.3.1 Timotei .....	7
2.3.2 Nurminata.....	8
2.4 Nurmen koostumus .....	8
2.5 Nurmen sulavuus.....	9
2.6 Korjuuaikapalvelu .....	10
2.7 Lannoitus.....	10
2.8 Säilörehun korjuu .....	12
2.8.1 Säilörehun korjuuaste.....	12
2.8.2 Säilöntäaineet.....	13
2.8.3 Painorehu .....	13
2.8.4 Tuoresäilörehu .....	13
2.8.5 Esikuivattu säilörehu.....	14
3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	16
3.1 Aineisto ja menetelmät.....	16
3.1.1 Koeasetelma ja koekenttä.....	16
3.1.2 Mittaukset ja havainnot.....	18
3.1.3 Näytteenkeruu ja -käsittely .....	19
3.1.4 Kemialliset analyysit.....	19
3.2 Kasvukauden sääolot.....	20
3.3 Tulosten tilastollinen käsittely .....	21
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	24
4.1 Kuiva-ainesato.....	24
4.2 Rehuyksikkösato (ry-sato).....	26
4.3 D-arvon ja kasvuston korkeuden kehitys kesällä 2008 .....	29
4.4 Neutraalidetergenttikuidun (NDF-kuitu) pitoisuus .....	31
4.5 Raakavalkuainen .....	34

4.6 Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen (OIV) ja pötsin valkuaistase (PVT) .....	36
4.7 Sadon fosfori- ja kaliumpitoisuudet .....	40
4.8 Kevätsadon 2008 Artturi korjuuaikapalvelun toimivuus .....	44
5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
6 PÄÄTÄNTÖ .....	48
7 LÄHTEET .....	50
LIITTEET	

Liite 1. Koealueen kartta

## 1 JOHDANTO

Säilörehun laadulla ja määrällä on kotieläintilalle tärkeä merkitys. Määrällisesti suurella säilörehusadolla voidaan laskea viljelystä aiheutuvia kustannuksia rehuyksikköä kohden. Lehmän tuottama maitomäärä vähenee 0,5 kg/päivä nurmen D-arvon laskiessa 1 % (Artturi-korjuuaikatiedotus). Opinnäytetyössä käsitellään näihin asioihin liittyviä kysymyksiä. Nurmenviljelyllä Pohjois-Savossa on tärkeä merkitys maataloudelle (Punkki 2007, 3.) Asia on usein jäänyt taka-alalle, varsinkaan säilörehun toisen niiton kasvurytmiä ei ole tutkittu vastaavalla tarkkuudella, kuin ensimmäisen sadon kehitystä. Muutenkin Suomen oloissa tehty nurmitutkimus on vähänlaista verrattuna Keski-Euroopan tutkimukseen, eikä ulkomainen nurmitutkimus ole useinkaan vertailukelpoista Suomen tutkimustuloksiin verrattuna, pääosin erilaisten kasvuolosuhteiden ja kasvilajivalikoiman johdosta.

Tässä opinnäytetyössä raportoidaan tutkimuksen kulku kirjallisesti ja kenttäkoeaineiston tulokset analysoidaan ja pyritään tekemään tarpeelliset johtopäätökset.

Opinnäytetyön keskeisin kysymys, on se miten korjuuaika vaikuttaa säilörehun laatuun ja määrään sekä miten lannoitustason valinta vaikuttaa sadon laatuun ja määrään. Tutkimuksessa muuttujina on kaksi lannoitustasoa ja seitsemän eri korjuuajankohtaa sekä ensimmäisessä että toisessa sadonkorjuussa. Lisäksi tutkitaan miten säilörehun Artturi-korjuuaikapalvelu toimi kesällä 2008 sekä raportoidaan kokeessa käytetyt koemenetelmät.

Koeaineisto on rajattu kesän 2008 Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Maaningan tuloksiin, koska kyseessä oli kenttäkokeen ensimmäinen vuosi, eikä tuloksia aikaisemmilta kasvukausilta ole käytettävissä. MTT:n muilla koepaikoilla vastaavaa koetta ei ole suoritettu samalla tarkkuudella kuin Maaningalla eikä saatavilla ole siten kaikkia vastaavia tuloksia, joten aineiston laajentaminen useita koepaikkoja koskevaksi ei ollut järkevää.

## 2 SÄILÖREHUN VILJELY

### 2.1 Nurmen viljely Suomessa

Nurmiviljelyllä on suuri merkitys suomalaisessa karjataloudessa. Nurmirehut muodostavat noin 60 % lypsykarjan vuotuisesta rehunkulutuksesta. Ennen nurmien rehukäyttöön viljelyn aloittamista 1800-luvun lopulla sato korjattiin pääasiassa luonnonniityiltä. Alun alkaen kuiva heinä oli yleisintä ja myöhemmin myös laiduntaminen ja säilörehu lisäsivät osuuttaan. 1950-luvulla nurmipinta-ala oli parhaimmillaan yli puolet peltopinta-alasta, mutta nykyään sen osuus koko Suomen peltopinta-alasta on noin kolmannes. Suurimmat syyt osuuden pienentymiseen on ollut satotasojen kasvaminen ja eläinmäärän vähentyminen. Nurmen viljely on keskittynyt pääasiassa Itä-, Keski- ja Pohjois-Suomeen. Maan etelä- ja lounaisosissa nurmien osuudet peltojen pinta-alasta ovat pienempiä. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen. 1999, 11.)

Nurmirehujen käytössä viljelykierron on useita etuja, kuten viljelyvarmuus, maan rakenteen paraneminen, koko kasvukauden hyödyntäminen ja suuret satotasot. Suomen nurmisadot kilpailevat aika hyvin Keski-Euroopan satotasojen kanssa. Lisäksi nurmirehut ovat luonnollinen vaihtoehto märehijöille. Nurmirehujen tuottaminen tulee kuitenkin täällä paljon kalliimmaksi kuin Keski-Euroopassa. Laidunrehu on todettu edullisimmaksi nurmirehuksi. Vastaavasti säilörehun tuotantokustannus on kaksi kertaa ja kuivanheinän kolme kertaa suurempi verrattuna laitumeen. On olemassa erilaisia tapoja alentaa tuotantokustannuksia, esimerkiksi korjaamalla säilörehu kahdesti kasvukaudessa, pidentämällä nurmikiertoa ja tarkentamalla nurmien lannoitusta. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen. 1999, 11.)

## 2.2 Kasvuolosuhteet Pohjois-Suomessa

Pohjoisemmissa osissa Suomea nurmikasvien satoa yleensä verottavat kasvukauden lyhyys ja pieni tehoisa lämpösumma, mutta lämpösumma riittää kuitenkin hyvin nurmen kasvuun. Ero Etelä-Suomeen on pääasiassa kevään ja syksyn lyhydessä sekä talven ankaruudessa. Kun lämpösumma pienenee, niin silloin myös säilörehun satojen korjuukertojen lukumäärä vähenee. Lämpösumman ollessa yli 1000 °C on kolme korjuukertaa mahdollista. Syksyn lyhyys vaikeuttaa yleensä viimeisen niiton ajoitusta. Nurmen pitäisi ehtiä karaistumaan ennen talvea. Viileänä keväänä raakavalkuaispitoisuus jää yleensä alhaisemmaksi kuin lämpimänä keväänä. Alhaisemmat lämpötilat vaikeuttavat nurmen typenottoa ja lisäävät typen haihtumista, joten keväällä nurmia ei pitäisi lannoittaa liian aikaisin. Korkeampi lämpötila lisää nurmen kuitupitoisuutta. Pohjoisemmassa Suomessa nurmilla on yleensä enemmän kosteutta käytettävissä kasvukauden aikana kuin eteläisemmässä Suomessa pienemmän haihdunnan ja sulamisvesien ansiosta. Paksu lumipeite suojaa nurmia kylmältä, mutta lisää talvituhosienten määrää. (Nissinen, Hakkola. 1994, 14–15.)

## 2.3 Yleisimmät nurmikasvilajit Suomessa

### 2.3.1 Timotei

Timotei on vaatimaton ja talvenkestävä nurmikasvi. Se on myös tärkein Suomessa viljeltävistä nurmikasvilajeista. Satovuosina timotein alkukehitys keväällä on nopeaa. Eteläisessä Suomessa timotei käy parhaiten kuivaheinän raaka-aineeksi. Se on matalajuurinen ja kestää huonosti kuivuutta poutivilla maalajeilla. Se menestyy hyvin happamammilla turve- ja hikevillä maalajeilla (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen. 1999, 12). Timotei soveltuu parhaiten niitettäväksi kahdesti tai kolmesti kasvukaudessa. Se on nurmilajeistamme kaikkein maittavin. Se käy kasvurytmensä ansiosta hyvin seosviljelyyn nurminadan ja puna-apilan kanssa. (Hakkola. 1998, 21.)



### 2.3.2 Nurminata

Nurminata soveltuu sekä laitumeksi että säilörehun raaka-aineeksi. Se kestää paremmin kuivuutta ja tauteja kuin timotei. Nurminata on lehtevämpi kuin timotei. Nurminadalla niiton jälkeinen jälkikasvuun lähtö ja kehitys on nopeampaa kuin timoteilla. Sen maittavuus ei ole timotein tasoa. Soveltuu hyvin siemenseoksiin timotein kanssa. Nurminadan uudemmat lajikkeet ovat kohtalaisen hyviä talvehtijoita. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen. 1999, 22.)

### 2.3.3 Ruokonata

Ruokonata on voimakaskasvuinen nurmikasvilaji ja 10–20 prosenttia satoisampi kuin nurminata. Ruokonata on talvenkestävä ja viihtyy poutivillakin maalajeilla. Ruokinnalliselta laadultaan nurminadan tasoinen. Niiton jälkeinen kasvu nopeaa verrattuna muihin nurmikasveihimme.

### 2.3.4 Puna-apila

Puna-apila on tärkein nurmipalkokasvi maassamme. Puna-apila menestyy parhaiten kivennäismailla, joissa on hyvä ojitus ja korkea maan pH. Juuristonsa ansiosta kestää melko hyvin poutimista, mutta herkkä liian kosteille olosuhteille. Menestyy parhaiten satoa korjatessa kaksi kertaa kasvukaudessa. Puna-apila on melko herkkä talvituhoille. Puna-apila ei kestä suuria typpilannoitusmääriä. Puna-apila soveltuu parhaiten säilörehu seoksissa timotein kanssa. Niiton jälkeinen kasvuun lähtö on hitaampaa kuin muilla nurmikasvilajeilla.

## 2.4 Nurmen koostumus

Korrenkasvun alettua nurmikasveilla on ontto varsi, jota sanotaan korreksi, muita osia ovat lehtitupet, lehdet, versojuuret ja kukintona tähkä tai röyhy. Nurmet perustetaan yleensä käyttämällä erilaisia siemenseoksia. Niissä on yleensä kahta tai kolmea

erilaista kasvilajia. Yleisimpiä nurmikasvilajeja Suomessa ovat timotei, nurminata ja puna-apila. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen. 1999, 12,20.)

Suunniteltaessa nurmen siemenseoksia kannattaa ottaa huomioon eri asioita, kuten olemassa oleva maalaji, lajikkeen talvenkestävyys, eri kasvilajien yhteensopivuus ja tuleva käyttötarkoitus. Usein hikeville maille käy parhaiten timotein ja nurminadan seos ja ne soveltuvat viljeltäviksi koko maassa. Kasvilajien tulisi täydentää toisiaan, etteivät ne kilpailisi keskenään. Säilörehuun kannattaa valita lehteviä ja hyvin niiton jälkeen kasvavia nurmilajeja. Siemenseokset kannattaa aina koostaa mahdollisimman monipuoliseksi. Sillä lailla voidaan parantaa viljelyvarmuutta. (Hakkola. 1998, 27–28.)

Kuiva-ainepitoisuus-prosentti kertoo rehun kuiva-aineen määrän veden poistamisen jälkeen. Tavoitteena tuoresäilytyssä rehussa on 20–25 % ja esikuivatussa 25–35 % ja torniin tai pyöröpaaliin säilytyssä sadossa 30–45 % kuiva-ainepitoisuus. Ry-arvo eli rehuyksikkö arvo kuvaa nurmen muuntokelpoisen energian määrää. NDF eli nurmen neutaraalidetergenttikuitu kertoo nurmen kokonaiskuidun määrän. NDF-kuituun sisältyy selluloosa, hemiselluloosa, pektiini ja ligniini. NDF-tavoitearvo on 540–580 g/kg ka. Raakavalkuaisarvo määrittelee nurmen raakavalkuaisen määrän. Tähän yleisenä tavoitteena pidetään 13–17 %:n arvoa. OIV-arvo määrittelee märehitjän ohutsuoletta imeytyvän valkuaisen määrää, eli nurmen valkuaisarvoa eläimille. Yleisesti OIV-tavoitearvo on nurmessa 82–87 g/kg kuiva-ainetta. PVT-arvo kuvaa pötsin valkuaisasetta ja kertoo nurmen valkuaisen riittävyttä pötsissä. Tavoitteena pidetään rehumassan PVT-arvoksi 0–25 g/kg kuiva-aineessa määrää. Ry-arvo eli rehuyksikkö arvo kuvaa nurmen muuntokelpoisen energian määrää. (Alasuutari, Manni, Rautala. 2006, 79.)

## 2.5 Nurmen sulavuus

D-arvo kuvaa parhaiten nurmen käyttökelpoisuutta nautakarjalle energiarehuna. D-arvo kertoo sulavan orgaanisen aineen määrää prosentteina rehun kuiva-aineesta. Rehun muuntokelpoisen energian määrä ja rehuyksikköarvo lasketaan Suomessa D-arvosta (Alasuutari ym. 2006, 79). Nurmikasveilla kevätsadossa D-arvo laskee

keskimäärin puoli prosenttiyksikköä vuorokaudessa, mutta suurimmillaan pudotus voi olla jopa yksi prosenttiyksikköä. Eri vuosina kasvien kehitysrytmi vaihtelee paljonkin, kasvu ja kehitys voi olla suoraviivaista tai esiintyä suuriakin heittoja. Kasvuolot vaikuttavat tähän suurimmaksi osaksi. Parhaan korjuuajan ennustus on usein vaikeata ja silloinkin nurmen koostumusta on vaikeata arvioida ja se ei onnistu muuten kuin teettämällä raaka-aineanalyysi laboratoriossa. Nurmipalkokasvit kehittyvät eri rytmissä kuin heinämäiset nurmikasvit ja niiden D-arvon heikkeneminen ei tapahdu niin nopeasti. Usein on järkevää korjata niistä kaksi nurmisatoa. Rehumassan D-arvon laskiessa usein myös maittavuus ja syönti huononee. Korkea D-arvo vähentää ostorehujen tarvetta. Väkirehua lisäämällä on usein vaikea paikata karkearehujen huonoa sulavuutta. (Nousiainen. 1999. 4–5.)

## 2.6 Korjuuaikapalvelu

Valio ja MTT ovat kehittäneet yhteistyönään Artturi-korjuuaikapalvelun. Nurmen sulavuuden ennustaminen Artturin käyttämässä mallissa perustuu lämpösummakertymän vaikutukseen. Korjuuaikapalvelusta saa myös tietoa neuvojien ottamien korjuuaikanäytteiden sulavuuden kehityksestä ja tulevan satomäärän ennusteesta. Tavoiteltaessa optimaalista nurmen sulavuutta (69%) korjuu olisi aloitettava lämpösumman ollessa 300–330 astetta. Myös monella muulla asialla kuin lämpösummalla on merkitystä nurmen kehitykseen. (Nousiainen. 1999, 6.)

## 2.7 Lannoitus

Nurmikasvit tarvitsevat vähintään 16 erilaista alkuainetta kasvuunsa. Niiden tarve kasvulla voi olla hyvin erilaista. Makroravinteiksi luokitellaan sellaiset ravinteet, joiden vuotuinen tarve on yli yksi kg/ha kasvukaudessa ja mikroravinteiksi ravinteet, joiden vuotuinen tarve on alle yksi kg/ha kasvukaudessa. (Hakkola. 1998, 39.)

Nurmirehuissa ei ole tarpeeksi useimpia kivennäisiä nautojen tarpeeseen nähden. Kaliumia ja mangaania on tosin ylikin eläinten tarpeeseen nähden. Puuttuvat kivennäiset täydennetään kivennäisrehuilla. Lannoituksella voidaan usein parantaa

nurmien kivennäispitoisuutta. Nurmien runsas fosforilannoitus on usein syynä säilörehun suuriin fosforipitoisuuksiin. Liika kalium vaikeuttaa nurmien magnesiumin ja kalsiumin saantia. Karjanlanta kannattaa käyttää nurmille kohtuullisia määriä. Tuoresäilötystä säilörehusta poistuu puristenesteen mukana paljon kaliumia, mutta tätä ei usein tapahdu esikuivatussa rehussa. (Hakkola. 1998, 39–41.)

Ennen uuden nurmikasvuston perustamista kannattaa pellon ravinnepitoisuus tutkituttaa. Se helpottaa nurmen satovuosien lannoitusta. Suojaviljaan perustettaessa typpeä ei saa antaa liian suuria määriä, ettei vilja mene lakoon. Puitavalle suojaviljalle sopiva määrä on 50-70 kg typpeä hehtaarille. Vihantana korjattavaa kasvustoa voidaan lannoittaa runsaammin 70–100 kg typpeä hehtaarille. Ilman mitään suojakasvia perustettaessa sopiva määrä on typpeä 50–60 kg/ha. Kaliumia ei voida antaa varastoon, vaan se on aina annettava vuotuislannoituksen yhteydessä. Tarvittavat hivenlannoitteet on kannattavaa antaa nurmen perustamisen yhteydessä. Karjanlannasta tulee tehdä analyysi, jotta saadaan selville oikeat ravinnepitoisuudet ja saadaan selville oikeat käyttömäärät. (Hakkola. 1998, 42–50.)

Euroopan Unioni on määritellyt ympäristötuen ehdoissaan raamit säilörehunlannoitukselle. Uusin ympäristötukikausi on alkanut vuonna 2007. Jos halutaan hyödyntää lannoituksen kaikki ravinteet, niin silloin myös pellon peruskunnon ja kalkituksen on oltava kunnossa. Kahdelle korjuukerralle pidetään hyvänä typen määränä 100+100 kilon lannoitustasoa hehtaarille. Satovuosina on kannattavaa välttää fosforin lannoitusta pintaan, koska näin estetään tehokkaasti fosforin valumista vesistöön. Maan fosforitason ollessa vähintään tyydyttävä, ei ole välttämätöntä antaa fosforia kevätlannoituksessa. Tämä tosin vaatii riittävän fosforin käyttömäärän nurmea perustettaessa. Erilaiset ravinnepuutokset voivat aiheuttaa laikkuja ja epämuodostumia nurmikasveilla. (Maisi. 2007, 17.)

Säilörehun kevätlannoituksessa annetaan puolet tpeestä, sekä koko kasvukauden fosfori. Kesälannoituksessa annetaan loput typen määrästä. Typpilannoituksen tasosta ei yleensä kannata tinkiä pyrittäessä laadukkaaseen rehuun. Kaliumlannoitus jaetaan yleensä molempiin kertoihin. Kaliumia kannattaa antaa yleensä kesälannoituksessa nurmen talvehtimisen varmentamiseksi, mutta sitä ei saa antaa liikaa, ettei nurmisadon laatu kärsi. Kesälannoitus kannattaa suorittaa heti ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen.

Lannoitteet on syytä levittää aina sateen alle. Silloin ravinteet kulkeutuvat paremmin kasvien juuriston lähelle. (Maisi. 2007, 17–18.)

## 2.8 Säilörehun korjuu

### 2.8.1 Säilörehun korjuuaste

Nurmitilalla säilörehun sadonkorjuun oikea-aikaisuuden valinta on yksi vuoden tärkeimpiä päätöksiä. Nurmisadon kehittyessä siinä tapahtuu laadullisia muutoksia sekä ilmastosta että viljelytoimien takia. Suuriin kuiva-ainesatoihin kannattaa pyrkiä, jotta tuotantokustannukset rehu-yksikköä kohden olisivat alhaisemmat. On kannattavaa korjata säilörehu nuorena, ellei peltopinta-ala rajoita tätä. Huono sulavuus rajoittaa nurmen hyväksikäyttökykyä. (Nousiainen. 1999, 2.)

Nurmirehun kasvuaste tarkoittaa sen fysiologista kehitysvaihetta. Säällä ja lämpötilalla on suuri vaikutus kasvuston kehitykseen. Nurmen kehitys ei ole suoraviivaista ja vuosien välinen vaihtelu on suurta. Eri kehitysvaiheiden koostumuksia on tutkittu aika paljon ja ne tunnetaan kohtalaisen hyvin. Kasvin vanhentuessa solunsisällysaineiden määrä pienenee ja solunseinäaineiden osuus kasvaa. Silloin rehun sokeripitoisuus usein kasvaa, mutta kokonaisuudessaan sulavuus laskee. Sään ollessa lämmin kasvi kehittyy nopeasti ja silloin myös sulavuus heikkenee nopeasti. Viileämmillä säillä kasvuston kehitys on hitaampaa. Kylmän kevään jälkeen tuleva lämmin jakso kesäkuussa vaikeuttaa monesti kasvuston sulavuuden ja koostumuksen ennustamista. Toisen nurmisadon sulavuus ei laske samalla lailla kuin ensimmäisen nurmisadon. (Nousiainen. 1999, 2–3.)

Päästäkseen hyvään taloudelliseen tulokseen säilörehunkorjuussa, on koko ketjun oltava yhteensopiva kokonaisuus rehujen ruokintaan asti. Ruokinnallisesti tärkeää rehulle on hyvä sulavuus, valkuaispitoisuus ja maittavuus. Korjuuaikaa valittaessa on tasapainoiltava hyvän sulavuuden ja suuren määrällisen satotason välillä. Sulavuus laskee sadon vanhetessa mutta kuiva-ainesato nousee. Valkuaisen lisäksi säilörehussa tavoitellaan suurta energia-arvoa, joka on täysin riippuvainen sulavuudesta ja siten

laskee sadon vanhetessa. Tavallisesti hyvänä säilörehun korjuuajankohtana pidetään sitä, että puolet kasvustosta on tähkällä kahdesti kasvukaudessa niitettäessä. Haluttaessa maksimoida säilörehun hyvä syönti on eduksi korjata sato ennen tätä ajankohtaa. Säilörehun sekaan ei saa joutua korjattaessa mitään epäpuhtauksia, koska silloin saattaa tulla ei-toivottua virhekäymistä. Hyvä säilörehun laatu on korjuutekniikalle yksi tärkeimmistä asetettavista kriteereistä. Korjuuaika ei saisi venyä yli viikkoa pitemmäksi, jotta sato ei pääsisi vanhenemaan. Oikeat korjuutekniikat, huolellisuus ja riittävä säilöntäaineen annostelu turvaavat laadukkaasti säilörehun korjuun. (Heikkilä. 1998, 61–63.)

### 2.8.2 Säilöntäaineet

Happopohjaiset säilöntäaineet ja niiden suolat ovat säilörehun käymistä rajoittavia valmisteita. Happojen tarkoituksena on pyrkiä estämään pieneliöiden kasvu rehussa. Biologisilla säilöntäaineilla pyritään tehostamaan säilörehun maitohappokäymistä. Hapoilla pyritään laskemaan rehun pH mahdollisimman nopeasti tavoitetasolle, ilman suurta käymisprosessia. Biologiset aineet aiheuttavat rehumassassa mahdollisesti suurtakin käymistä, jonka sivutuotteina syntyy usein happoja ja sitä kautta rehun pH laskee. (Heikkilä. 1998, 66.)

### 2.8.3 Painorehu

Painorehu on säilörehua, minkä valmistuksessa ei ole käytetty minkäänlaisia säilöntäaineita. Säilöntä tapahtuu luonnollisella maitohappokäymisen periaatteella. Hyvissä olosuhteissa tämä prosessi onnistuu usein hyvin. Rehussa on oltava paljon sokeria ja sen on oltava riittävän kuivaa tämän menetelmän onnistumiseksi. Säilönnän on tapahduttava laadukkaasti ja nopealla aikataululla. (Nousiainen. 1999, 7.)

### 2.8.4 Tuoresäilörehu

Yleisimmin tuoresäilörehun korjuussa käytettyjä korjuukoneita ovat kela- ja kaksoissilppurit. Ne ovat hankintahinnoiltaan suhteellisen edullisia. Suositeltu sängen

pituus edellä mainituilla koneilla on 8–10 cm. Sillä varmistetaan, ettei rehumassan sekaan joudu ei-toivottua maata ja se nopeuttaa nurmen kasvuun lähtöä. Hyvä perävaunukalusto on edellytys onnistuneelle sadonkorjuulle. Rehusiilon tiivistämiseen korjuun aikana on kannattavaa panostaa. Sadon peittämiseen on syytä käyttää aikaa ja vaivaa. Tarvittaessa voidaan käyttää kahtakin muovikerrosta ja sen päälle vielä soveltuva painatus, esimerkiksi sahanpuru. Onnistuakseen hyvin säilönnässä, syntyvä puristeneste on johdettava pois rehumassasta. Se voidaan sitten levittää peltoon uudelleen lietteen seassa. (Heikkilä. 1998, 67–69.)

#### 2.8.5 Esikuivattu säilörehu

Nykyaikana esikuivatulla säilöntämenetelmällä korjattu säilörehu on yleistynyt voimakkaasti. Esikuivatulla säilörehulla tavoitellaan pienempiä ylimääräisen veden aiheuttamia haittoja koko rehun korjuu- ja varastointiketjun aikana. Tutkimusten mukaan tavoiteltava kuiva-ainepitoisuus on 25–45 %. Näillä kuiva-ainepitoisuuksilla puristenesteen syntyminen vähenee tai jää kokonaan pois. Esikuivattu rehu on huomattavasti helpompaa käsitellä verrattuna tuoresäilörehuun. Rehukuormien määrä vähenee oleellisesti kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa. Esikuivatun säilörehun huono puoli on suuri riippuvuus korjuuajankohdan säästä ja suuremmat koneinvestoinnit verrattuna tuoresäilörehun korjuuseen. (Heikkilä. 1998, 69.)

Kasvusto niitetään niittomurskaimella 6–8 cm:n sänkeen. Tässä työvaiheessa on välttämätöntä estää maata joutumasta kasvimassan sekaan. Niittomurskauksen tarkoituksena on rikkoa kasvia peittävä vahakerros. Karhosta pyritään tekemään ilmava ja oikean muotoinen, koska tiivis karho ei kuivu kunnolla. Niitetyn karhon kuivumisaika vaihtelee paljon sadon määrästä ja säästä riippuen muutamista tunneista jopa yli vuorokauteen. Rehua ei saa päästää liian kuivaksi, koska sitten se ei enää tiivisty kunnolla ja pilaantuminen lisää säilöntätappioita merkittävästi. Esikuivattua säilörehua on ennen usein valmistettu tarkkuussilppureilla, mutta se onnistuu myös kaksoissilppureilla ja silppuavilla noukinvaunuilla. Rehun tiivistäminen on esikuivatun säilörehun korjuussa ensiarvoisen tärkeää. Jälkikäymisen riski on suurempi kuin tuoresäilötyssä rehussa. Rehusäilön mitoitus pitää osua kohdalleen, jotta rehu ei pääse lämpiämään. Rehun jälkikäyminen ja siten lämpiäminen johtuu

rehumassan hengittämisestä. Emaliset säilörehutornit soveltuvat hyvin esikuivatun säilörehun säilytykseen. Ne helpottavat ja vähentävät työnmenekkiä merkittävästi muihin säilöntämenetelmiin verrattuna. Tämä menetelmä tosin tarvitsee suuren vuotuisen korjuupinta-alan, jotta torni olisi kannattava investointi suurten hankintakustannustensa takia. (Heikkilä. 1998, 70–74.)



### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT tekee tutkimusta 14:ssa eri toimipisteessä ympäri Suomea. Pohjois-Savon tutkimusasemalla MTT Maaningalla (63° 10'N 27° 18'E) tehdään kotieläin- ja peltokasvitutkimusta.

Kenttäkoe Yara 267 Säilörehunurmen korjuuajan vaikutus sadon määrään ja laatuun toteutettiin MTT Maaningan peltokasvitutkimuksen Kauraniemi-nimisellä peltolohkolla kasvukaudella 2008. Kenttäkoesarja tulee jatkumaan tulevana satovuosina. Kokeen tarkoituksena on selvittää säilörehun korjuuajan ja lannoituksen vaikutus sadon laatuun ja määrään.

Suoritin työelämäharjoittelun kesällä 2008 MTT:n Maaningan tutkimusyksikössä ja samalla osallistuin tämän kokeen käytännön suoritukseen.

#### 3.1 Aineisto ja menetelmät

##### 3.1.1 Koeasetelma ja koekenttä

Kokeen monivuotinen timotei-nurminata-säilörehuseosnurmi oli perustettu kesällä 2007 ja kesä 2008 oli ensimmäinen satovuosi. Kenttäkokeessa (koealueen kartta liite 1) oli neljä kerrannetta, joista jokaiseen oli satunnaistettu yksi koeruutu kutakin koejäsentä sekä sijoitettu tarpeenmukaisesti kohtiin neljä suojaruutua. Kerranteita oli neljä, että rinnakkaisnäytteitä saataisiin riittävästi. Kerrannemenettelyllä pienennettiin lohkon maalajien vaihtelun ja pienilmaston aiheuttamaa vaikutusta. Koeruuduista oli tutkittu perusviljavuus- ja hivenanalyysit ennen kokeen perustamista. Kenttäkokeen kahden ensimmäisen kerranteen maalaji oli hienohieta, kolmannen ja neljännen hiesuinen hienohieta. Peltomaan pH oli 6,8. Koeruudun koko oli 12 m<sup>2</sup> (1,5 x 8 m) tai noin 6 m<sup>2</sup> (1,5 x noin 4 m) niittoajankohdasta riippuen. Koeasetelma oli lohkoittain satunnaistettu 7\*2 faktoriaalinen (korjuuaika x lannoitus). Kokeesta korjattiin kaksi satoa kasvukaudessa, joista kummankin sisällä korjuuaikoja oli seitsemän (erittäin aikaisesta hyvin myöhäiseen) ja lannoitustasoja kaksi, joten koejäseniä oli 14.

Ensimmäisen sadon niittoajankohdat määräytyivät sadon D-arvotavoitteiden mukaan ja toisen sadon niitot pyrittiin tekemään seitsemän viikon päästä ensimmäisen sadon niitosta säiden niin salliessa. Koejäsenet D-arvotavoitteineen ja korjuuaikoineen on esitetty taulukossa 1.

Koejäsenten lannoitustasot oli määritelty kevät- ja kesälannoituskerroilla 70 ja 100 typpikilon mukaan (taulukko 1) ja lannoitus tehtiin keväällä moniravinteisella Nurmen Y1-väkilannoitteella (NPK 20-3-5) ja kesälannoitus NK1-lannoitteella (20-0-7). 70 typpikilon lannoitustasolla lannoitteen määräksi tuli 350 kg/ha ja 100 typpikilolla 500 kg/ha hehtaarille kummallakin lannoituskerralla. Fosforia kertyi kevätlannoituksessa 10,5 kg/ha 70 typpikilolla ja 15 kg/ha 100 typpikilolla. Kaliumia tuli kevätlannoituksessa 17,5 kg/ha 70 typpikilolla ja 100 typpikilolla 25 kg/ha sekä kesälannoituksessa 24,5 kg/ha 70 typpikilolla typpeä ja 35 kg/ha 100 typpikilolla. Kevätlannoitus tapahtui 14.5.2008 ja toisen sadon lannoitus suoritettiin mahdollisimman pian ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen. Lannoitus tehtiin Öyjord-merkkisellä käsin työnnettävällä lannoituskoneella. Tasaisen talvehtimisen varmistamiseksi 1.10.2008 suoritettiin tasausniitto 10 cm:n sänkeen.

TAULUKKO 1. Koejäsenet ja niiden niittoajankohdat, lannoitustasot, etukäteenasetetut D-arvotavoitteet ja toteutuneet niittopäivät MTT Maaningalla säilörehun korjuuaika- ja lannoituskokeessa

Koejäsenet: numero ja nimi (niittoajankohta)	N-lannoitus-taso (kg/ha)	D-arvo-tavoite (%)	1. sadon niitto (pvm)	2. sadon niitto (pvm)
11 erittäin aikainen	70		3.6.	23.7.
21 hyvin aikainen	70		6.6.	25.7.
31 aikainen	70	yli 70	11.6.	30.7.
41 hieman aikainen	70		16.6.	4.8.
51 normaali	70	67–70	19.6.	7.8.
61 myöhäinen	70		26.6.	14.8.
71 hyvin myöhäinen	70	64–66	2.7.	20.8.
12 erittäin aikainen	100		3.6.	23.7.
22 hyvin aikainen	100		6.6.	25.7.
32 aikainen	100	yli 70	11.6.	30.7.
42 hieman aikainen	100		16.6.	4.8.
52 normaali	100	67–70	19.6.	7.8.
62 myöhäinen	100		26.6.	14.8.
72 hyvin myöhäinen	100	64–66	2.7.	20.8.

### 3.1.2 Mittaukset ja havainnot

Koeruuduilta saadusta sadosta mitattiin tuoresato (sato kg/ha) ja kuiva-ainesato (sato kg ka/ha). Ennen sadonkorjuuta arvioitiin lakoisuus-prosentti silmämääräisesti.

Ennen niittoja mitattiin kasvuston pituus. Kasvuston pituus mitattiin koeruudun keskimääräiseltä kohdalta tarttumalla kiinni noin 20 kasviyksilöstä ja valitsemalla niistä keskimääräisen pituinen kasviyksilöistä ja mittaamalla versonippuun osuneiden kasvien pisimpien lehtien keskimääräinen korkeus (cm) rullamitalla.

Ennen ensimmäisen sadon korjuuta oli tärkeää seurata lämpösumman kehitystä ja D-arvoennustetta päivittäin. Varsinkin ensimmäisessä sadonkorjuussa oikea-aikainen niittoajankohta oli erityisen tärkeä asia tässä kenttäkokeessa.

### 3.1.3 Näytteenkeruu ja -käsittely

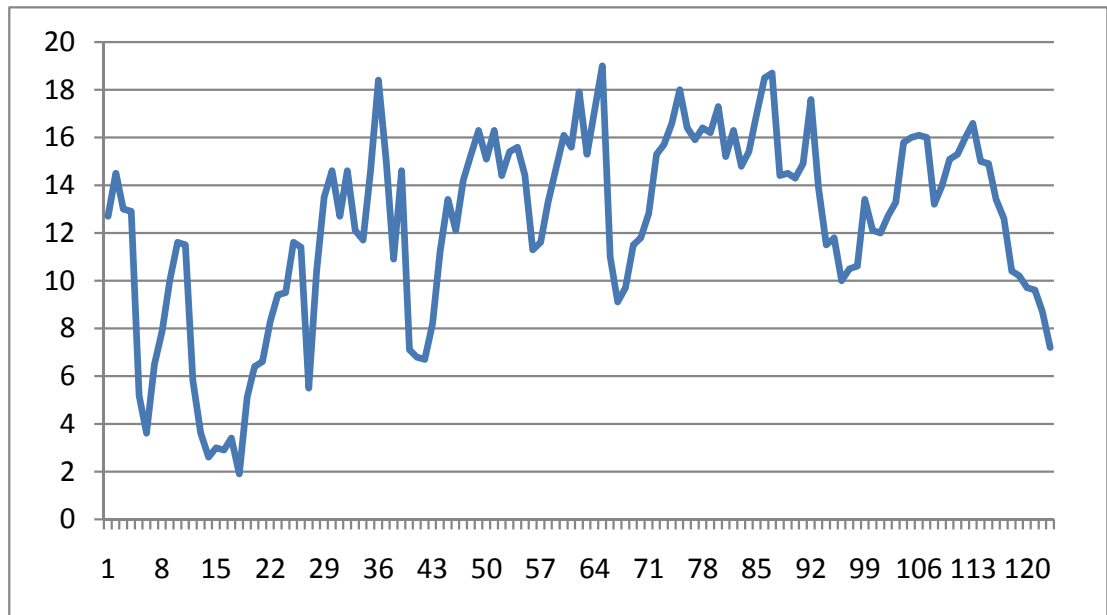
Sadonkorjuu aloitettiin 3.6.2008. Kaikki sadonkorjuu tapahtui niittämällä koeruutujen kasvusto Haldrup 1500-koeniittokoneella (työleveys 150 cm) 7 cm:n pituiseen sänkeen. Niitetyn ruudunosan pituus (cm) mitattiin rullamitalla, mikäli se poikkesi ruudun peruspituudesta (8,00 m). Niiton jälkeen jokaiselta koeruudulta punnittiin kasvuston tuorepaino koeniittokoneen vaa'alla ja kerättiin kasvustonäytteet koeruuduittain yksilöiden silputtuna koeniittokoneen silppuria hyväksikäyttäen. Näytteet vietiin pusseissa laboratorioon ja säilytettiin kylmiössä (+4 °C) näytteenkäsittelyyn saakka. Näytteeksi punnittiin tarkkuusvaa'alla 200–250 g silputtua tuorenäytettä ja näytteet kuivattiin ritiläpohjaisessa laatikossa kuivausuunissa +60 °C:ssa 36–48 tuntia kuiva-ainemääritystä varten. Kuivauksen jälkeen näytteet punnittiin uudelleen, pakattiin ja lähetettiin laboratorioon analysoitavaksi.

### 3.1.4 Kemialliset analyysit

Näytteet lähetettiin rehuarvoanalyyseja (säilörehun raaka-aineanalyysi) varten Valio Oy:n rehulaboratorioon Lapinlahdelle. Rehulaboratoriossa näytteistä määritettiin raakavalkuaispitoisuus (%), neutraalidetergenttikuidun pitoisuus (NDF, g/kg ka), sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa (D-arvo, %), ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen pitoisuus (OIV, g/kg ka), pötsin valkuaisosa (PVT, g/kg ka), ja rehuarvo (ry/kg ka) lähi-infrapunaspektroskopia-menetelmällä (NIRS) sekä rehun K- ja P-pitoisuus (g/kg ka) röntgenfluoresenssiin perustuvalla menetelmällä (XRF) (Artturi-hinnasto.)

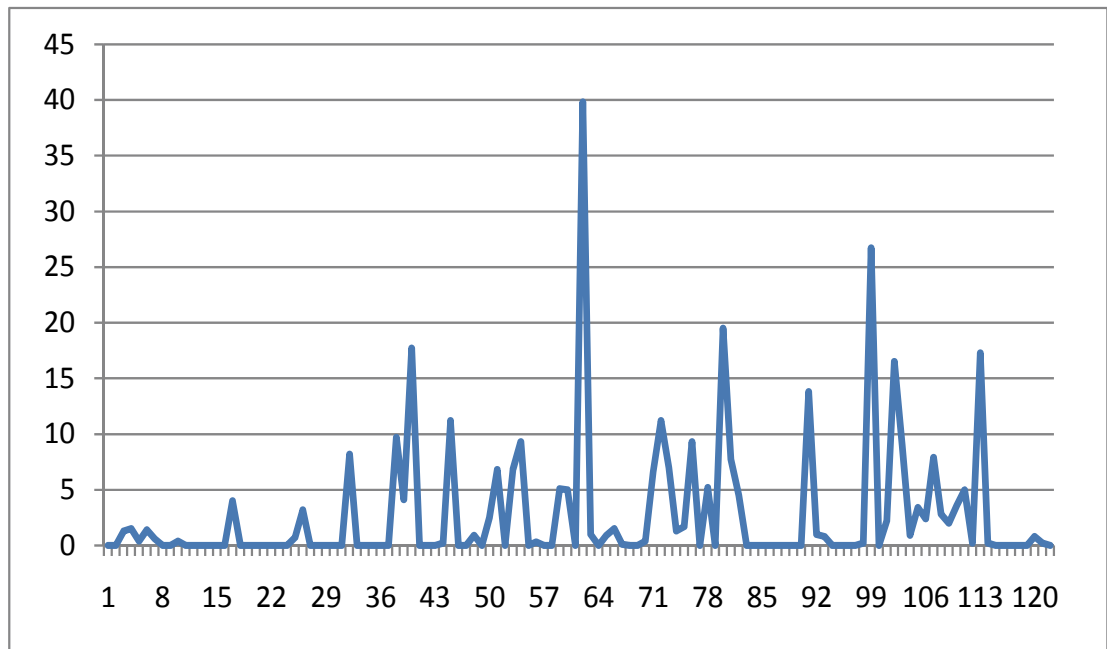
### 3.2 Kasvukauden sääolot

Kasvukausi alkoi keväällä 28.4.2008 ja päättyi 28.10.2008. Toukokuu oli vähäsateinen ja melko lämmin. Säähavaintotiedot saatiin MTT Maaningalla sijaitsevalta Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoasemalta tehdyistä havaintoraporteista. Kesän aikana oli vähän hellepäiviä ja heinä- ja elokuu olivat runsassateisia. Maaningalla satoi enimmillään 40 mm vuorokaudessa. Kuvio 1:ssä on esitetty vuorokausien keskimääräiset lämpötilat toukokuun alusta elokuun loppuun.



KUVIO 1. Kasvukauden 2008 vuorokauden keskilämpötilat (°C)

Sadanta mitattiin päivittäin tyhjennettävällä sademittarilla. Juhannuksesta eteenpäin ajoittuneet sateet vaikeuttivat ja pitkittivät ensimmäisen säilörehusadon korjuuta. Myös toisen sadon korjuun aikana satoi paljon vettä ja silloinkin sadonkorjuu venyi jopa useita viikkoja. Kuvio 2:ssä on esitetty vuorokausien sadannat toukokuun alusta elokuun loppuun asti.



KUVIO 2. Kasvukauden 2008 sademäärät (mm)

### 3.3 Tulosten tilastollinen käsittely

Kasvustonäytteiden kemialliset analyysitulokset tulivat Valion säilörehun raaka-aineanalyysistä. Sadon määriä ja ominaisuuksia koskevat määreet on laskettu seuraavilla kaavoilla:

ka-sato  $(ka \% / 100 * ruutusato \text{ kg/ha}) / (ruudun \text{ pituus cm} / 100 * 1,5) * 10000$

ry-sato  $D\text{-arvo} * 0,16 / 11,7 * ka\text{-sato}$

Koeasetelma voitiin käsitellä tilastollisen tarkastelun kannalta lohkoittain satunnaistetuksi kokeeksi, jolloin tilastollisessa mallissa koekäsittelyt (lannoitustaso ja korjuuaika) olivat kiinteitä selittäviä muuttujia, koska ne oli määritelty ennalta koeasetelmassa, mutta kerranne oli satunnainen selittävä muuttuja. Koska kokeessa pyrittiin osoittamaan koekäsittelyiden aikaansaamia eroja sadon määrään ja laatuun, käsitettiin nämä mitatut ja kemiallisesti määritetyt määreet tilastollisiksi vastemuuttujiksi. Koekäsittelyt olivat faktoriaalisia, joten tulosten laskennassa oli olennaista selvittää sekä niiden erillinen että yhteisvaikutus tuloksiin.

Työssä nollahypoteesi väittämänä käytettiin, ettei korjuuajalla ja lannoitustasolla (koekäsittelyt, selittävät muuttujat) ole vaikutusta sadon laatuun ja määrään (vastemuuttujat). Työn vastahypoteesi oli, että korjuuajalla ja lannoitustasolla on merkitystä sadon laatuun ja määrään. Hypoteeseihin saatiin tilastollisesti luotettava vastaus vertailemalla eri selittävien muuttujien aikaansaamia eroja vastemuuttujien tuloksiin varianssianalyysillä, jossa käytettiin seuraavaa tilastollista mallia (Pakarinen, 2009.)

$$y = \mu + kerr + korj + korj*kerr + lann + lann* kerr + korj* lann + \varepsilon$$

jossa

kerr = kerranne

korj = korjuuaika

lann = lannoitustaso

$\varepsilon$  = jäännösvirhe

Hypoteesien testauksen lisäksi työssäni vertailtiin D-arvon kehityksen riippuvuutta lämpösummakehitykseen. Tämä pystyttiin tekemään lineaarisella regressioanalyysillä, koska myös D-arvoennusteen taustalla oleva Artturi-malli perustuu lineaariseen regressiomalliin. Regressioyhtälönä käytettiin lineaarisen regression perusyhtälöä

$$y = a + bx \quad \text{eli} \quad \text{D-arvo} = a + \text{lämpösumma} * x$$

Tulokset laskettiin tilastollisesti SAS 9.1-tilasto-ohjelmalla (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) käyttäen SAS Enterprise Guide 4.1-käyttöliittymäohjelmaa. Varianssianalyysi suoritettiin kiinteitä ja satunnaisia muuttujia sisältäville sekamalleille soveltuvalla Mixed Models-proseduurilla ja lineaariset regressiot REG-proseduurilla.

Tuloksista on esitetty pääosin keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe (SEM eli standard error of mean). SEM kuvaa keskiarvon luotettavuutta. Lukuun vaikuttaa arvojen keskihajonta ja havaintojen lukumäärä. Keskihajonta, eli standardipoikkeama tarkoittaa sitä, miten paljon hajallaan eri havaintoarvot ovat keskiarvosta. Keskiarvo on keskihajonnan lisäksi yksi tärkeimmistä lähtökohdista tilastollisissa menetelmissä. Jos yksittäiset havaintoarvot ovat paljon erillään keskiarvosta, silloin keskihajonta-arvo kasvaa. (Heikkilä, 1998. 86,88.)

Tilastollinen merkitsevyystaso, eli  $p$ -arvo kertoo siitä, kuinka merkittävä on eri koekäsittelyiden keskiarvojen ero. Erot tuloksissa eri koekäsittelyn saaneiden koejäsenten välillä voivat johtua sattumasta tai koekäsittelystä.  $P$ -arvo mittaa havaittujen keskiarvoerojen tilastollista luotettavuutta. Tilastolliset tietokoneohjelmat laskevat automaattisesti testauksen yhteydessä merkitsevyystason, ennen ne laskettiin kuhunkin tilastolliseen malliin liittyvien kaavojen avulla. Mitä pienempi on saatu merkitsevyysluku, sitä tilastollisesti merkitsevämpi on havaittu ero keskiarvojen välillä ja sitä pienempi on mahdollisuus tehdä virheellinen johtopäätös, kun hylätään nollahypoteesi. (Heikkilä, 1998. 194.) Tässä tutkimuksessa tilastollisesti merkittävän keskiarvoeron rajana pidettiin  $p$ -arvoa  $< 0,05$ . Lisäksi ajateltiin, että keskiarvoeroissa on tendenssi, eli taipumus tilastolliseen merkitsevyyteen, kun  $p$ -arvo oli  $< 0,10$ .



## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

### 4.1 Kuiva-ainesato

Ensimmäisessä niitossa kesällä 2008 (kuvio 3) 70 typpikilon lannoitustasolla kuiva-ainesato oli pienempi kuin 100 typpikilon lannoitustasolla. 3.6. sadalla typpikilolla saavutettiin 263 kg ka/ha enemmän satoa kuin 70 typpikilolla. Normaaliin korjuu aikaan 19.6. 100 typpikilon lannoitustasolla satoa kertyi 6959 kg ka/ha, 70 typpikilolla 6282 kg ka/ha, eli 100 typpikilolla satoa kertyi 677 kg ka/ha enemmän kuin pienemmällä typpimäärällä. 2.7. niitetyssä ero kasvoi vieläkin suuremmaksi. 100 typpikilolla satoa tuli 7995 kg ka/ha ja 70 typpikilolla 7037 kg ka/ha, eli satomäärän määrän eroksi tuli 958 kg ka/ha. Kemiran säilörehunurmen kasvuohjelma-kokeessa (Isolahti, Nissinen, Virkajärvi. 2007, 53) Maaningalla vuonna 2004 ensimmäisessä niitossa saavutettiin 70 typpikilolla 5264 kg ka/ha ja 100 typpikilolla 5184 kg ka/ha sato, eli silloin pienemmällä lannoitustasolla saavutettiin suurempi satotaso. Säätekijät voivat selittää satotasoeroa (Isolahti ym. 2007, 5). Myöhempinä satovuosina kuitenkin 100 typpikilolla saavutettiin kuitenkin suurempi kuiva-ainesato kuten vuonna 2008.

Ensimmäisessä niitossa (kuvio 3) korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli suuri tilastollinen merkitys kuiva-ainesatoon. Korjuuajaa myöhäistämällä saatiin korkeampi kuiva-ainesato nurmesta. Lannoitustasolla ( $p 0,0004$ ) oli myös suuri merkitsevyys. Näiden yhteisvaikutuksella ei ollut vaikutusta kuiva-ainesatoon.

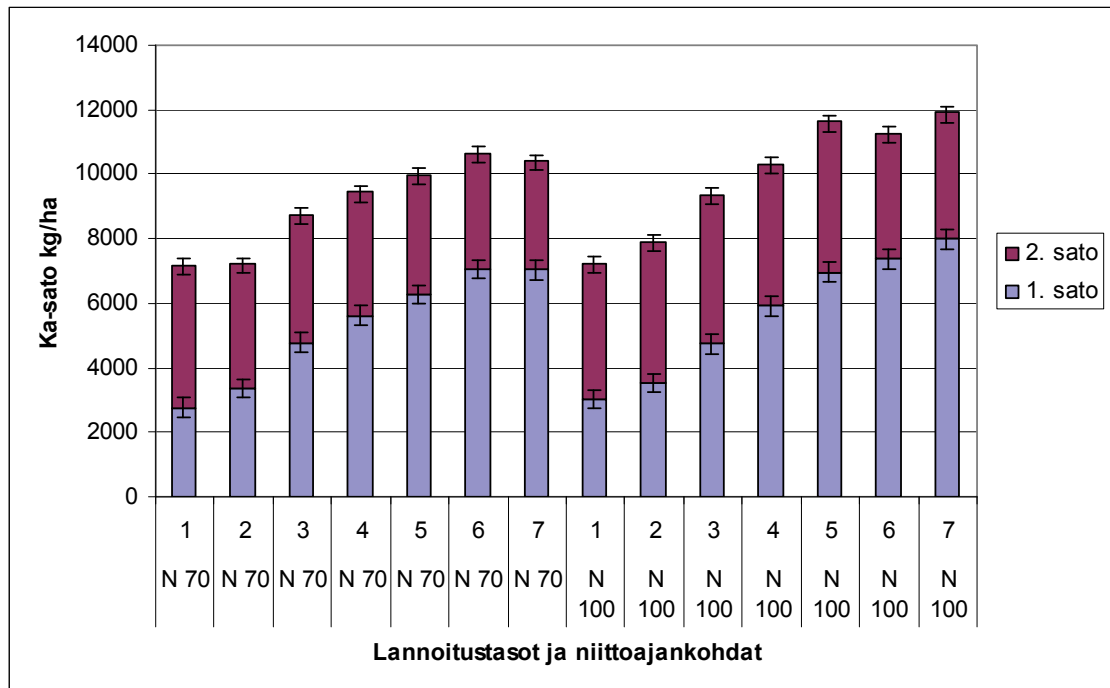
Toisessa niitossa kesällä 2008 kuiva-ainesadon kehitys oli epätasaista (kuvio 3). 23.7. 70 typpikilolla saavutettiin 4414 kg ka/ha ja 100 typpikilolla 4202 kg ka/ha, eli pienemmällä typpimäärällä tuli 210 kg ka/ha suurempi kuiva-ainesato kuin suuremmalla. 4.8. niitetyllä korjuuajalla 100 typpikilon lannoitustasolla kertyi 4404 kg ka/ha ja 70 typpikilolla 3811 kg ka/ha, suuremmalla typpimäärällä tuli 593 kg ka/ha enemmän nurmea. 20.8. korjatussa nurmessa 100 typpikilolla kertyi satoa 3920 kg ka/ha ja 70 typpikilolla 3380 kg. Suuremmalla lannoitustasolla saavutettiin silloin 540 kg ka/ha enemmän. Toisessa niitossa sateet ja kylmyys vaikuttivat sadon kehittymiseen ja satotasoissa oli eroja jo siitäkin syystä eri kehitysvaiheiden lisäksi. Kemiran Säilörehunurmen kasvuohjelma-kokeessa 2004 (Isolahti ym. 2007, 54)

Maaningalla toisessa sadossa 70 typpikilolla saavutettiin 100 kg ka/ha suurempi kuiva-ainesato kuin 100 typpikilolla. Seuraavina kahtena satokautena kuitenkin 100 typpikilolla korjattiin 869 kg ka/ha ja 598 kg ka/ha toisessa sadossa enemmän kuin 70 typpikilolla.

Toisella niittokerralla korjuuajalla ( $p = 0,0024$ ) oli suuri tilastollinen merkitys sadon kuiva-ainesadon määrään. Lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli vielä suurempi tilastollinen merkitys kuiva-aine sadon määrään. Siten korjuuaikaa myöhästyttämällä ja korkeammalla lannoituksella saatiin korkeampia kuiva-ainesatoja toisessa niitossa. Korjuuajan ja lannoituksen yhteisvaikutuksella ei ollut suurta tilastollista merkitystä.

Suurin kuiva-ainesato saavutettiin hyvin myöhäisellä korjuuajalla ja 100 typpikilon lannoitustasolla (11916 kg ka/ha). Pienimmäksi kuiva-ainesato jäi hyvin aikaisessa vaiheessa niitettäessä. Kasvukauden kokonaiskuiva-ainesato kasvoi tasaisesti korjattaessa myöhäisempinä korjuuaikoina. Kasvuston kehittyessä kuiva-ainesadot yli kaksinkertaistuvat ensimmäisestä niittoajankohdasta ensimmäisessä sadossa. Jos korjasi nurmen varhaisella kehitystasolla, niin satotaso jäi pieneksi. Toisessa niitossa ei tapahtunut näin radikaalia kuiva-ainesatotasojen kasvua, vaan aikaisilla korjuuasteilla päästiin lähelle tai samoihin satoihin. Koko kasvukautena saavutettiin suurimmat kuiva-aine sadot 100 typpikilolla. Suuremmilla satotasoilla saavutetaan pienemmät yksikkökustannukset tuotettua kuiva-aine kiloa, kun tuotantokustannukset jakautuvat suuremmalle tuotantomäärälle. Kemiran Säilörehunurmen kasvuohjelma-kokeessa (Isolahti ym. 2007, 55) Maaningalla 2004 70 typpikilolla saavutettiin 9890 kg ka/ha ja 100 typpikilolla 9710 kg ka/ha satotasot. Pienemmällä lannoitustasolla kertyi 180 kg enemmän kuiva-ainetta hehtaarilta, mutta seuraavina satokausina 100 typpikilolla tuli yli 1000 kg ka/ha enemmän kuiva-aine satoa.

Koko kasvukauden kuiva-aine satoon oli korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) ja lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri tilastollinen merkitsevyys. Myös vuoden 2004 kenttäkokeessa koko satokauden merkitsevyydet olivat samanlaisia (Isolahti ym. 2007, 55). Vuonna 2008 myös korjuuajan ja lannoituksen yhteisvaikutuksella ( $p = 0,0888$ ) havaittiin olleen taipumus vaikuttaa kuiva-ainesatoon. Korjuuaikaa myöhästyttämällä ja lannoittamalla nurmi suositusten mukaisesti saadaan suurempi kuiva-ainesato nurmesta.



KUVIO 3. Säilörehunurmen kuiva-ainesato (kg ka/ha) lannoitustasoilla N 70 ja N 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa kesällä 2008 MTT Maaningalla. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

#### 4.2 Rehuyksikkösato (ry-sato)

Ensimmäisellä korjuukerralla (kuvio 4) kesällä 2008 3.6. niitetyssä sadossa saatiin 70 tippikilolla 2830 ry/ha ja 100 tippikilolla 3081 ry/ha, eli eroa silloin 251 ry/ha 100 tippikilon hyväksi. 16.6. niitetyssä 70 tippikilolla saavutettiin 5174 ry/ha ja 100 tippikilolla 5435 ry/ha, ero kasvoi silloin 261 ry/ha tasolle. 2.7. 70 tippikilolla satoa tuli 5818 ry/ha ja sadalla tippikilolla 6561 ry/ha, eli 743 ry/ha enemmän korkeammalla lannoitustasolla. Molemmilla lannoitustasoilla rehuyksikkösato kasvoi tasaisen käyräviivaisesti kasvuston kehittyessä. 100 tippikilolla saavutettiin suuremmat rehuyksikkösadot kuin 70 tippikilolla.

Ensimmäisellä niittokerralla korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) ja lannoitustasolla ( $p 0,0004$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys nurmen rehuyksikkösadolle. Korjuuajan myöhästyessä

nurmen rehuyksikkösato alkoi laskea. Näiden yhteisvaikutuksella (p 0,10) ei ollut niin suurta tilastollista merkitsevyyttä.

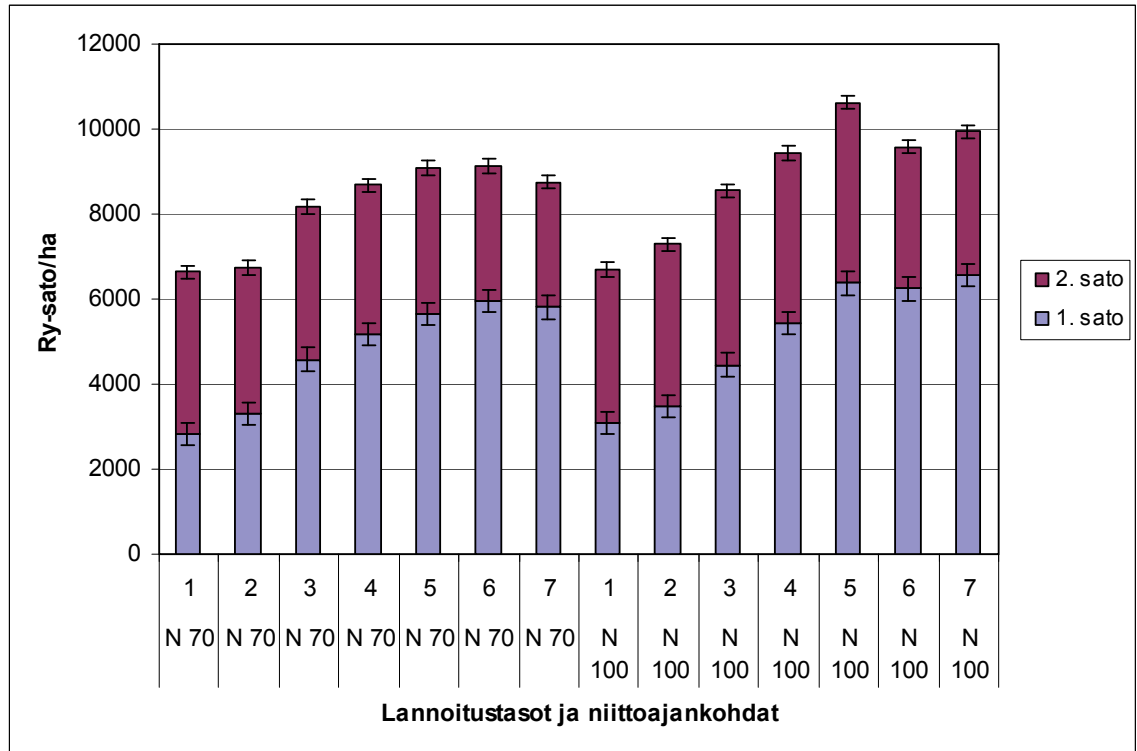
Toisessa sadossa (kuvio 4) kesällä 2008 23.7 korjatussa sadossa 70 typpikilolla saatiin 3804 ry/ha ja 100 typpikilolla 3599 ry/ha, eli 70 typpikilolla saavutettiin 205 ry/ha suurempi ry-sato. 4.8. 70 typpikilolla tuli 3504 ry/ha ja 100 typpikilolla 3987 ry/ha, silloin 100 typpikilolla saatiin 483 ry/ha enemmän satoa. 20.8. korjatussa nurmessa 70 typpikilolla päästiin 2942 ry/ha ja 100 typpikilolla 3376 ry/ha satoon. Eroa tuli silloin 434 ry/ha. Toisessa niitossa rehuyksikkösato ei kasvanut merkittävästi kasvuston kehittyessä kummallakaan lannoitustasolla ja rehuyksikkösato alkoi laskemaan kasvuston vanhetessa myöhäisillä korjuuasteilla.

Toisella niittokerralla korjuuajalla (p 0,0002) ja lannoitustasolla (p 0,0001) oli suuri tilastollinen merkitsevyys rehuyksikkösadossa. Korjuuajan myöhästyessä toisen sadon rehuyksikkömäärä ei käytännössä kasvanut. Näiden yhteisvaikutuksella (p 0,09) oli jonkin verran merkitsevyyttä rehuyksikkösadolle.

Koko kasvukautena korjuuajalla (p <0,0001) sekä lannoitustasolla (p <0,0001) oli erittäin suuri tilastollinen merkitsevyys rehuyksikkösadolle. Näiden yhteisvaikutuksella (p 0,06) oli jonkin verran merkitsevyyttä. Kemiran Säilörehun kasvuohjelma -kenttäkokeessa Maaningalla 2004 havaittiin samankaltaisia merkitsevyyksiä (Isolahti ym. 2007, 55).

Koko kasvukautena (kuvio 4) kertyi ensimmäisessä sadossa normaaliin korjuu aikaan (D-arvo tavoite 67–70) niitetyllä sadolla ja sen jälkisadolla 100 typpikilolla, 10627 ry/ha. Se oli 1532 ry/ha enemmän kuin vastaavaan aikaan korjatulla 70 typpikilolla lannoitetulla nurmella. Toiseksi korkein ry-sato saatiin korjaamalla ensimmäinen ja toinen sato hyvin myöhään ja käyttämällä 100 typpikilon lannoitustasoa, 9937 ry/ha. Vähiten satoa (6634 ry/ha) kertyi erittäin aikaiseen korjatusta nurmesta 70 typpikilon lannoitustasolla. Vuonna 2004 Kemiran Säilörehun kasvuohjelma -kenttäkokeessa ensimmäisen vuoden nurmessa 70 typpikilolla saavutettiin 8970 ry/ha ja 100 typpikilolla 8690 ry/ha kokonaissato. Pienemmällä lannoitustasolla kertyi silloin 280 rehuyksikköä enemmän satoa kuin suuremmalla lannoituksella. Myöhempinä satovuosina kuitenkin suuremmalla lannoituksella saavutettiin korkeammat ry-sadot.

Kolmen vuoden keskiarvona oli 679 ry/ha enemmän 100 typpikilon lannoituksella kuin pienemmällä lannoituksella. (Isolahti ym. 2007, 55.) Vuonna 2008 Maaningalla saavutettiin korkeampi ry-sato kuin vuosina 2004–2006 tehdyissä lannoituskokeissa. Erot voivat johtua sääolosuhteista ja erilaisesta koekentästä.



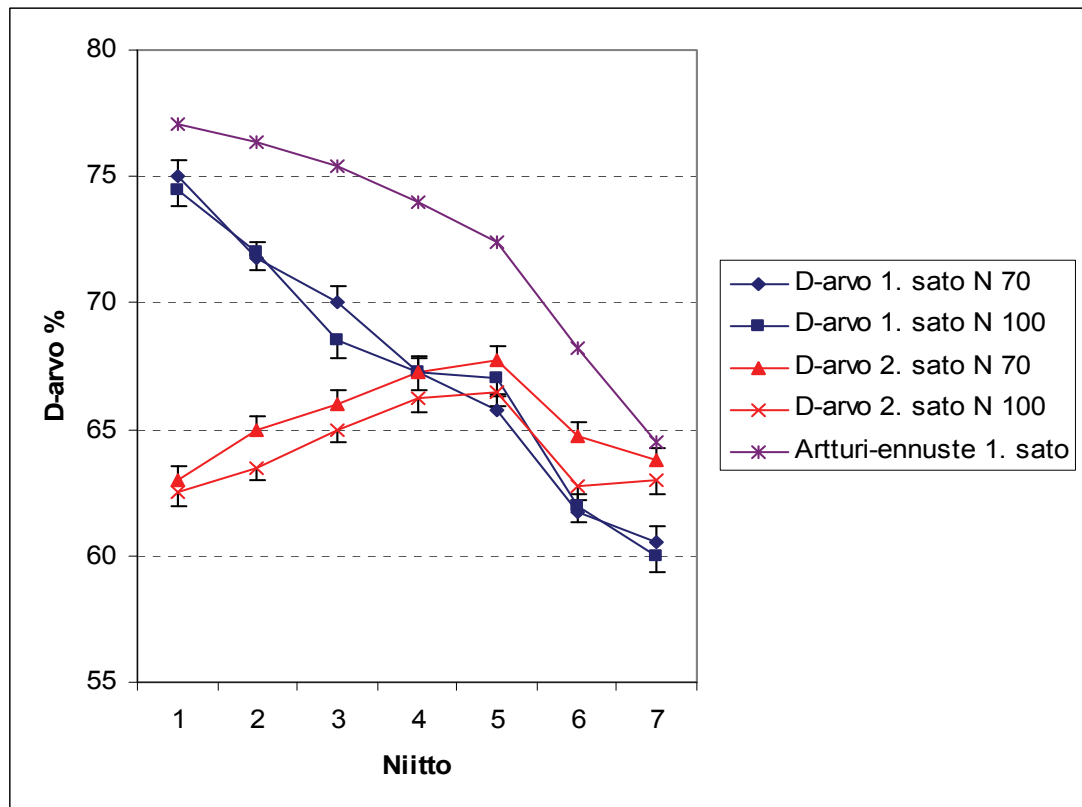
Kuvio 4. Säilörehunurmen ry-sato (ry/ha) lannoitustasoilla N 70 ja N100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa kesällä 2008 MTT Maaningalla. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

#### 4.3 D-arvon ja kasvuston korkeuden kehitys kesällä 2008

Kesäkuun 2008 alkupuolella kasvuston kuiva-aineen sulavan orgaanisen aineen pitoisuuden (D-arvo) pudotus oli nopeampaa kuin keski- ja loppupuolella kuukautta (kuvio 5). 3.6.2008 D-arvo oli 74,7 %. 16.6. D-arvo oli 67,2 %. 2.7. D-arvo oli 60,2 %. Maaningan kevät sadon 2008 sulavuuden kehitys eri korjuuaikoina oli samankaltainen kuin Rehutaulukoiden mukaan Suomessa keskimäärin (MTT 2006, 29.) Kasvuston D-arvoon vaikutti eniten ensimmäisessä niitossa (kuvio 5) korjuuaika, ( $p < 0,0001$ ). Lannoitustasolla tai lannoituksen ja korjuuajan yhteisvaikutuksella ei ollut vaikutusta kasvuston D-arvoon. Säilörehun D-arvolla on tärkeä merkitys maidontuotantoon. Lehmän tuottama maitomäärä vähenee 0,5 kg/päivä nurmen D-arvon laskiessa 1 %. (Artturi-korjuuaikatiedotus).

Toisessa sadossa (kuvio 5) kesällä 2008 70 typpikilolla oli jokaisena korjuuajankohtana korkeampi sulavuus kuin 100 typpikilon lannoitustasolla. Kasvuston D-arvo oli 23.7. 70 typpikilon lannoitustasolla 63 % ja 100 typpikilolla 62,5 %. Erotus 0,5 %-yksikköä. D-arvo nousi 4.8. asti jolloin D-arvo oli 70 typpikilolla 67,2 % ja 100 typpikilolla 68,2 %. Erotus 1 %-yksikkö. 20.8. nurmen D-arvo oli 70 typpikilolla 63,7 % ja 100 typpikilolla 63 %. Erotus 0,7 %-yksikköä. Kesäsadossa sulavuus vaihteli paljon. Sateilla ja viileällä säällä oli todennäköisimmin vaikutusta kasvuston sulavuuden käyttäytymisessä. Jos nurmella olisi ollut lämpöä enemmän tarjolla, silloin olisi D-arvon kehitys voinut olla toisenlainen. Maaningan kesän 2008 toisen sadon sulavuuden kehittyminen oli erilainen, kuin Suomessa keskimäärin rehutaulukoiden mukaan (MTT. 2006. 29.) Tyypillisesti kesäsadon sulavuus laskee suoraviivaisesti, mutta niin ei käynyt viime kesänä tässä kenttäkokeessa. Säilörehun toisen sadon sulavuuden kehittyminen oli erilaista kuin ensimmäisen. Eri satokertojen sulavuuslaadut usein täydentävät toisiaan ja toisen sadon korjuun ajoittaminen ei ole niin tarkkaa kuin ensimmäisen (Artturi-korjuuaikatiedotus).

Toisessa niitossa korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) ja lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli suuri tilastollinen merkitys säilörehun sulavuuteen, mutta näiden yhteisvaikutuksella ei ollut merkitystä. Nurmikasvuston kehittyessä D-arvo laski, mutta sadon ry-määrä kasvoi.



KUVIO 5. Säilörehunurmen raaka-aineen D-arvon kehitys lannoitustasoilla N 70 ja 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa MTT Maaningalla kesällä 2008. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

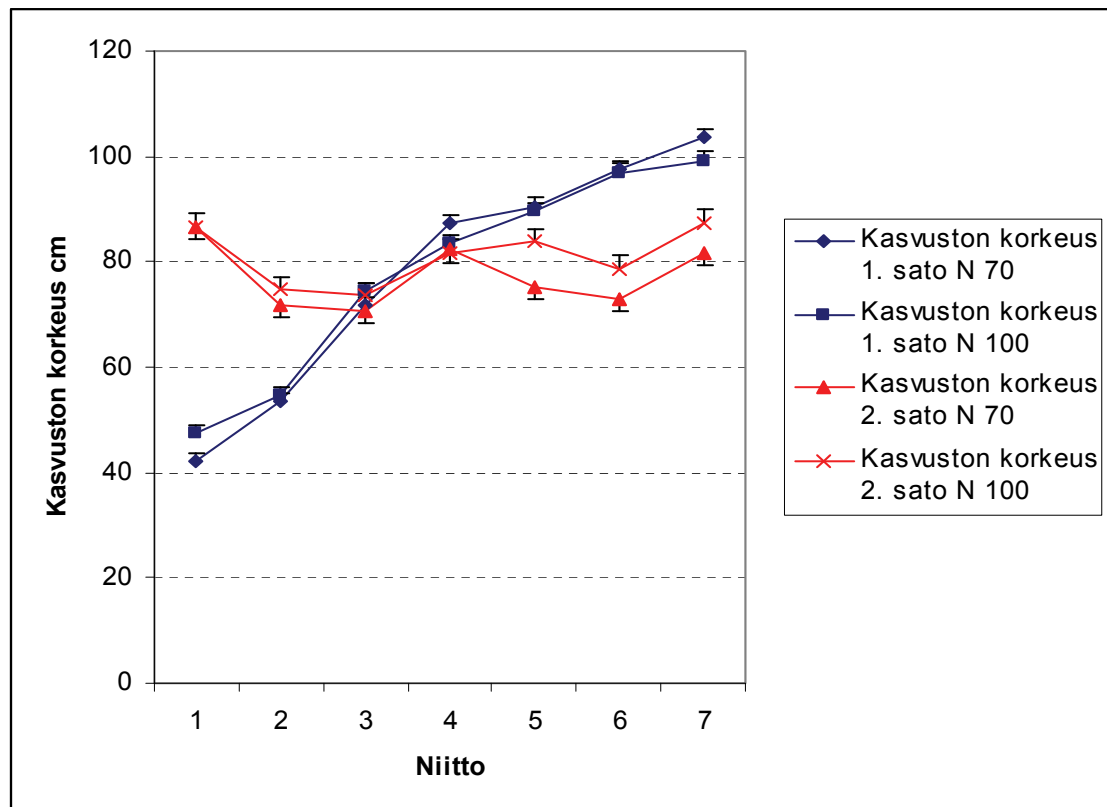
Säilörehunurmen kasvuston korkeus kasvoi suoraviivaisesti ensimmäisen sadon kasvuston kehittyessä (kuvio 6). Kesäkuun alkupuolella korkeus kasvoi nopeammin kuin loppupuolella. 3.6. kasvuston pituus oli 44 cm, 16.6. 85 cm ja 2.7. 101 cm.

Ensimmäisessä niitossa korjuuaika ( $p < 0,0001$ ) vaikutti merkittävimmin kasvuston korkeuteen, lannoitustasolla ei ollut merkitystä. Sen sijaan näiden yhteisvaikutuksella havaittiin tilastollinen merkitsevyys ( $p 0,04$ ).

Toisessa sadossa (kuvio 6) kesällä 2008 23.7. molemmilla lannoitustasoilla saavutettiin sama 86 cm kasvuston korkeus. 4.8. molemmilla lannoitustasolla kasvustojen pituus oli 82 cm. 20.8. 100 typpikilon lannoitustasolla kasvuston pituus oli 88 cm 70 typpikilolla 82 cm. Erotus 6 cm. Nuorempina korjuuaikoina kasvuston

pituudet olivat molemmilla lannoitustasoilla lähes samat, mutta kasvuston kehittyessä 100 typpikilon lannoitustasolla kasvustot olivat usemman cm korkeampia. Sateet kaatoivat nurmikasvustoja merkittävässä määrin, eikä kasvuston pituus kehittynyt kovinkaan suoraviivaisesti, kuten ensimmäisessä sadossa tapahtui. Joten kasvuston korkeudesta ei voitu suoraan päätellä sopivaa korjuuajankohtaa.

Toisessa niitossa kasvuston korkeuteen vaikuttivat korjuuaika ( $p < 0,0001$ ) sekä lannoitustaso ( $p 0,0076$ ) merkittävästi. Yhteisvaikutuksella ei ollut merkitystä ( $p 0,48$ ). Nurmikasvuston pituuden mittaus voisi olla hyvä apuväline korjuuajan määrittämisessä tilatasolla, kun olisi tutkimustuloksiin perustuvat keskiarvot, johon verrata saatuja pituuksia.



KUVIO 6. Kasvuston korkeus (cm) N 70 ja 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa MTT Maaningalla kesällä 2008. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoaajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

#### 4.4 Neutraalidetergenttikuidun (NDF-kuitu) pitoisuus

Kevätsadossa Maaningalla 2008 (kuvio 7) NDF-kuidun pitoisuus nousi melko suoraviivaisesti ylöspäin 3.6. NDF-kuidun pitoisuus oli 70 typpikilolla 51,7 g/kg ka ja



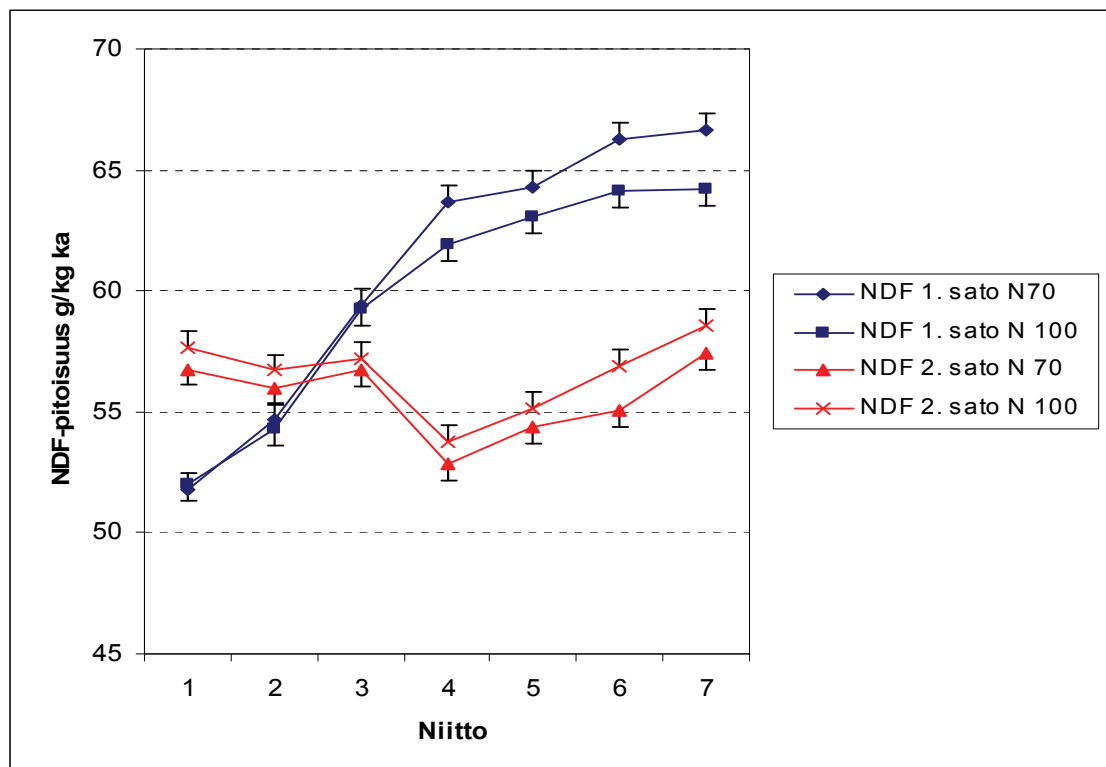
100 typpikilolla 52,0 g/kg ka. 16.6. 70 typpikilolla 63,7 g/kg ka ja 100 typpikilolla 61,7 g/kg ka. 2.7. 70 typpikilolla 66,2 g/kg ka ja 100 typpikilolla 64,2 g/kg ka. Rehutaulukoissa on samankaltaiset NDF-kuidun pitoisuudet kuin Maaningalla 2008 (MTT 2006, 29). Kesäkuun alussa NDF-kuidun pitoisuus nousi nopeasti. Muutoksen vauhti hidastui 16.6. jälkeen merkittävästi. Ensimmäisessä sadossa 70 typpikilolla saavutettiin keskimäärin korkeampi NDF-pitoisuus, kuin 100 typpikilolla. Kemiran Säilörehunurmen kasvuohjelma kenttä-kokeessa vuosina 2004-2006 70 typpikilolla saavutettiin keskimäärin 0,2 g/kg ka korkeampi NDF-pitoisuus kuin 100 typpikilolla (Isolahti ym. 2007, 62).

Ensimmäisessä niitossa korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys sadon NDF-kuitupitoisuudelle. Lannoitustasolla ( $p 0,002$ ) oli myös merkittävä tilastollinen merkitys. Korjuuajan ja lannoitustason yhteisvaikutuksella ( $p 0,0029$ ) oli myös melko suuri vaikutus sadon NDF-kuitupitoisuudelle. Kemiran kasvuohjelma kokeessa Maaningalla vuonna 2004 saavutettiin samanlaisia merkitsevyyksiä kuin kesällä 2008 (Isolahti ym. 2007, 62).

Toisessa niitossa kesällä 2008 (kuvio 7) NDF-pitoisuus vaihteli paljon. 30.7. asti NDF-pitoisuus pysytteli lähes samana, jonka jälkeen pitoisuus laski. Myöhempinä korjuuaikoina kuidun osuus nousi tasaisesti ylöspäin. 23.7. NDF-kuidun osuus oli 70 typpikilolla 56,7 g/kg ka ja 100 typpikilolla 57,6 g/kg ka. 4.8. 70 typpikilolla 52,8 g/kg ka ja 100 typpikilolla 53,8 g/kg ka. 20.8. 70 typpikilolla 57,4 g/kg ka ja 100 typpikilolla 58,6 kg ka. Rehutaulukoissa nurmen jälkikasvun NDF-pitoisuus keskimäärin on hieman erilainen kuin Maaningan vuoden 2008 toisen niiton tulokset. Maaningalla oli aikaisessa kehitysvaiheessa monta g/kg ka korkeampi NDF-pitoisuus kuin taulukoissa, mutta normaalilla ja myöhäisellä korjuuajoilla ero ei ollut enää niin suuri (MTT 2006, 29).

Toisella niitokerralla korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys sadon NDF-kuidun määrään. Lannoitustasolla ( $p 0,0088$ ) oli myös suuri tilastollinen merkitsevyys toisessa niitossa. Näiden yhteisvaikutuksella ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Kemiran Kasvuohjelma kokeessa tuli samankaltaisia merkitsevyyksiä vuonna 2004, kuin MTT Maaningalla kesällä 2008 (Isolahti ym. 2007 62).

NDF-kuitupitoisuus oli ensimmäisessä niitossa kesällä 2008 korkeampi kuin toisella niittokerralla. Ainoastaan erittäin aikaisessa ja hyvin aikaisessa niitossa NDF-kuidun osuus oli toisessa sadossa korkeampi kuin ensimmäisessä sadossa. Ensimmäisessä sadossa aluksi molemmilla lannoitustasoilla oli lähes sama NDF-pitoisuus, mutta neljässä myöhemmässä korjuuajankohdassa matalammalla typpitasolla saavutettiin korkeampi NDF-pitoisuus. Toisessa sadossa 100 typpikilolla oli korkeampi NDF-pitoisuus. Kemiran Kasvuohjelma kokeissa (Isolahti ym. 2007 62) 2004 ensimmäisessä niitossa saavutettiin noin keskimäärin 2 g/kg ka korkeampi NDF-pitoisuus samoilla 70 ja 100 typpikilon lannoitustasoilla kuin toisella niittokerralla. Kesän 2008 NDF-kuidun pitoisuuksissa ensimmäisen ja toisen niittokerran välillä oli suurempi ero kuin vuonna 2004. Varsinkin 70 typpikilolla ero oli yli 5 g/kg ka ja 100 typpikilolla 3 g/kg ka keskimääräisesti (Isolahti ym. 2007, 62.)



KUVIO 7 Säilörehunurmen NDF-pitoisuus (g/kg ka) lannoitustasoilla N 70 ja 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa MTT Maaningalla kesällä 2008. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoaajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

#### 4.5 Raakavalkuainen

Ensimmäisessä niitossa (kuvio 8) kesäkuun 2008 alkupuolella raakavalkuaispitoisuus laski nopeasti kasvuston kehittyessä. 100 typpikilon lannoitustasolla saavutettiin kevätsadossa korkeampi raakavalkuaispitoisuus kuin 70 typpikilon lannoitustasolla. 3.6. 100 typpikiloa saaneen kasvuston raakavalkuaispitoisuus oli 18,8 % ja 70 typpikiloa saaneen 16,2 %. Erotus oli 2,6 %-yksikköä. Ero kuitenkin tasoittui kasvuston kehittyessä, sillä 16.6. 100 typpikilolla lannoitetussa 11,9 % ja 70 typpikilolla 10,2 %, erotus oli 1,7 %-yksikköä. 2.7. korjatussa 100 typpikiloa saaneen raakavalkuaispitoisuus 8,1 % ja 70 typpikilolla 7,4 %, erotus enää 0,7 %-yksikköä.

Korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) ja lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri tilastollinen merkitsevyys rehun raakavalkuaispitoisuudelle, lisäksi niiden yhteisvaikutuksella ( $p 0,0062$ ) oli suuri merkitys säilörehun raakavalkuaisen pitoisuuteen. Kemiran aikaisemmissa lannoituskokeissa oli havaittu vastaavanlaisia merkitsevyyskärsymiä (Isolahti, Nissinen, Virkajärvi. 2007, 61). Kemiran säilörehunurmen kasvuohjelmakenttäkokeessa (Isolahti. ym. 2007, 61) 100 typpikilolla oli saavutettu ensimmäisen vuoden nurmessa 12,8 %:n raakavalkuaispitoisuus ja 70 typpikilolla 11,3 % raakavalkuaispitoisuudet. Ne olivat siten samankaltaisia kuin kesällä 2008 Maaningalla tulleet raakavalkuaispitoisuudet. Myös kaikkien kolmen 2004–2006 vuosien keskiarvo raakavalkuaispitoisuudessa oli lähellä samaa kuin vuonna 2008.

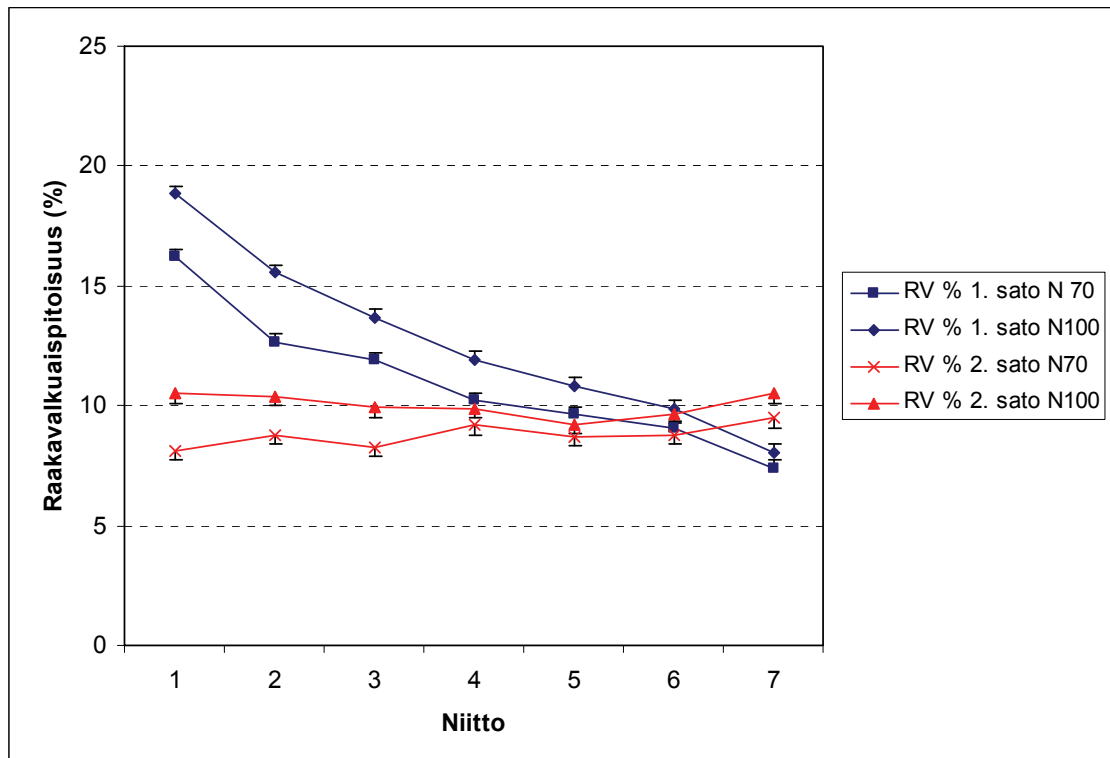
Mitä korkeampi raakavalkuaispitoisuus on rehussa, sitä enemmän lehmä saa tarvitsemaansa valkuaista elintoimintoihinsa ja maidontuotantoon. Rehun korkea raakavalkuaispitoisuus vähentää yleisimmin ostovalkuaisrehujen tarvetta. Tavoitteena yleisesti raakavalkuaispitoisuudeksi suositellaan 13–17 % arvoa (Alasuutari ym. 2006, 79).

Toisessa niitossa kesällä 2008 (kuvio 8) kasvuston raakavalkuaispitoisuus ei käyttäytynyt samalla tavalla kuin ensimmäisellä korjuukerralla. Raakavalkuaistason eri korjuuaikojen välillä ja tilastollinen hajontavaihtelu oli suurempaa toisessa niitossa

kuin ensimmäisessä. MTT Maaningan 2008 toisen sadon raakavalkuaispitoisuudet olivat matalammat kuin rehutaulukoiden keskimäärin (MTT 2006, 29).

Sadalla typpikilolla saavutettiin toisessakin niitossa korkeampi raakavalkuaispitoisuus. 23.7. 100 typpikilolla raakavalkuaispitoisuus oli 10,5 %:n raakavalkuaispitoisuus, 70 typpikilolla 8,1 %:n pitoisuus. Erotus oli tällöin 2,3 %-yksikköä. 4.8. erotus oli 0,7 %-yksikköä ja 20.8 1,0 %-yksikköä. Kasvuston raakavalkuaisen pitoisuuden ero tasoittui kasvuston vanhentuuessa. Maaningalla vuonna 2004 toteutetussa Säilörehun Kasvuohjelma-kenttäkokeessa toisessa niitossa (Isolahti ym. 2007, 61) 70 typpikilolla saavutettiin 8,2 % ja 100 typpikilolla 9,1 % raakavalkuaispitoisuudet. Keskimäärin vuonna 2008 päästiin lähelle näitä tuloksia.

Toisella niitokerralla (kuvio 8) korjuuajalla (p 0,22) ei ollut merkitystä sadon raakavalkuaispitoisuuteen. Lannoitustasolla (p <0,0001) oli merkittävä tilastollinen merkitys. Kesällä 2008 100 typpikilolla saavutettiin vain hieman korkeampi raakavalkuaispitoisuus kuin 70 typpikilolla, joten ei ollut järkevää tavoitella korkeampaa raakavalkuaispitoisuutta korkeammalla lannoitustasolla. Maaningan 2008 toisen sadon keskimääräiset raakavalkuaispitoisuudet olivat matalammat kuin yleiset ohjearvot (Alasuutari ym. 2006, 79.) Toisessa sadossa korjuuajan ja lannoitustason yhteisvaikutuksella (p 0,30) ei ollut merkitsevyyttä. Säilörehun Kasvuohjelma-kenttäkokeessa Maaningalla vuonna 2004 oli samankaltaiset merkitsevyydet kuin vuonna 2008 (Isolahti ym. 2007, 61).



KUVIO 8. Säilörehunurmen raakavalkuaispitoisuus (%) N 70 ja N 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa MTT Maaningalla kesällä 2008. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

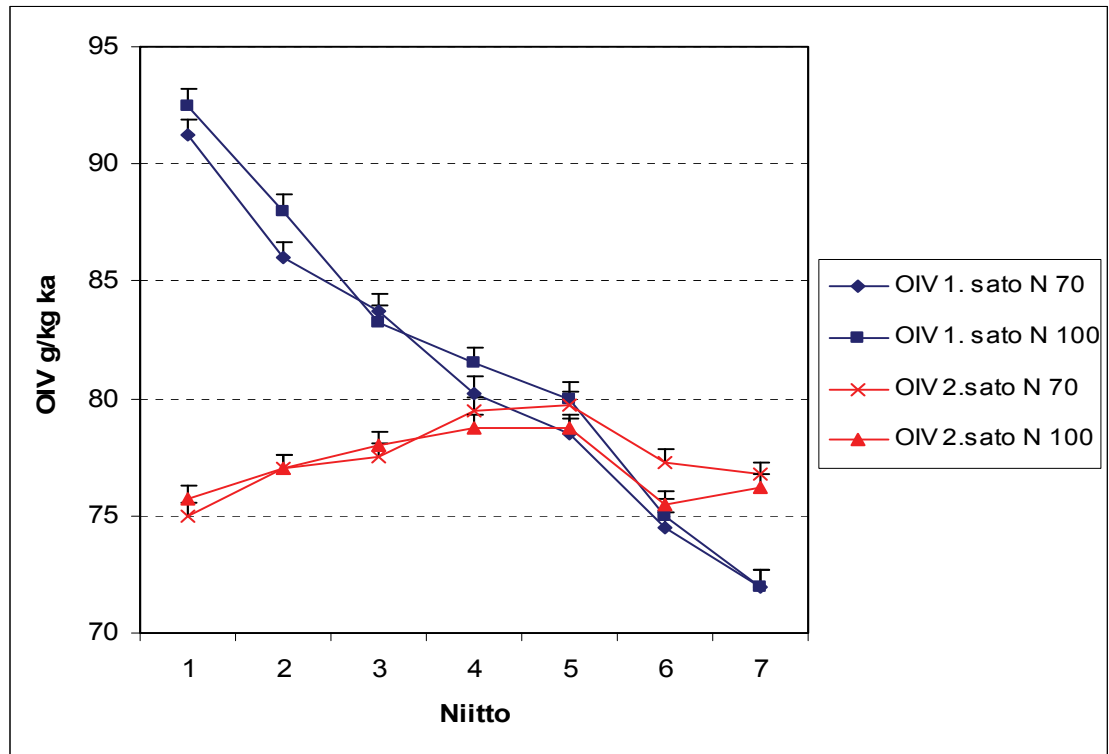
#### 4.6 Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen (OIV) ja pötsin valkuaiastase (PVT)

Ensimmäisessä niitossa (kuvio 9) kesällä 2008 nurmen ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen pitoisuus (OIV-pitoisuus) laski suoraviivaisesti. Sama asia tulee myös ilmi MTT:n rehutaulukoissa (MTT 2006, 29). 3.6 korjatussa sadossa 70 typpikilolla saavutettiin 91,2 g/kg ka ja 100 typpikilolla 92,5 g/kg ka. 16.6. oli OIV 70 typpikilolla 80,2 g/kg ka ja 100 typpikilolla 81,5 g/kg ka. 2.7. korjatussa sadossa sekä 70 typpikilolla että 100 typpikilolla OIV-pitoisuus oli 70 g/kg. 100 typpikilolla saavutettiin 2.7. niitettyä satoa lukuun ottamatta korkeampi OIV-pitoisuus ensimmäisessä sadossa. Vaikka 100 typpikilolla saavutettiin korkeampi OIV-pitoisuus kuin 70 typpikilolla, niin sillä ei ole suurta käytännön eroa ruokinnassa. Rehutaulukoissa ensimmäisen sadon keskimääräiset OIV-pitoisuudet olivat samankaltaiset kuin MTT Maaningalla 2008 (MTT 2006, 29).

Ensimmäisellä niittokerralla korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) ja lannoitustasolla ( $p 0,0105$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys nurmen OIV-pitoisuudelle. Näiden yhteisvaikutuksella ( $p 0,37$ ) ei ollut merkitsevyyttä.

Toisella niittokerralla (kuvio 9) kesällä 2008 OIV-määrä vaihtelikin enemmän kuin ensimmäisessä sadossa. OIV-pitoisuus laskee Suomen oloissa tyypillisesti tasaisesti aikaisesta korjuuajasta myöhäiseen (MTT 2006, 29). 23.7. korjatussa näytteessä 70 typpikilon lannoitustasolla OIV-pitoisuus oli 75 g/kg ka ja 100 typpikilolla 75,7 g/kg ka OIV. 4.8. niitetyssä 70 typpikilolla kertyi 0,7 g/kg ka enemmän OIV:ta (79,5 g/kg ka) kuin 100 typpikilolla (78,7 g/kg ka). 20.8. niitetyllä korjuuajalla 70 typpikilolla tuli 0,5 g/kg ka korkeampi OIV-pitoisuus kuin 100 typpikilolla.

Toisessa niitossa korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys rehun OIV-määrälle. Käytännössä erot eivät kuitenkaan olleet suuret OIV-pitoisuudessa. Lannoitustasolla tai korjuuajan yhteisvaikutuksella ei ollut merkitsevyyttä. Kesäkuun alkupuolella OIV-pitoisuus oli korkea, toisen korjuukerran aikaisiin korjuuasteisiin verrattuna. Myöhemmin ero tasoittui lähes samoihin määriin molemmissa sadoissa. Toisen niiton viimeisimmillä korjuuasteilla saavutettiin jopa korkeampi OIV-pitoisuus kuin ensimmäisen korjuukerran vastaavilla kehitysasteilla. Toisessa sadossa Suomessa on keskimäärin korkeammat OIV-pitoisuudet ja pitoisuus laskee tasaisesti, toisin kuin Maaningalla 2008 (MTT 2006, 29).



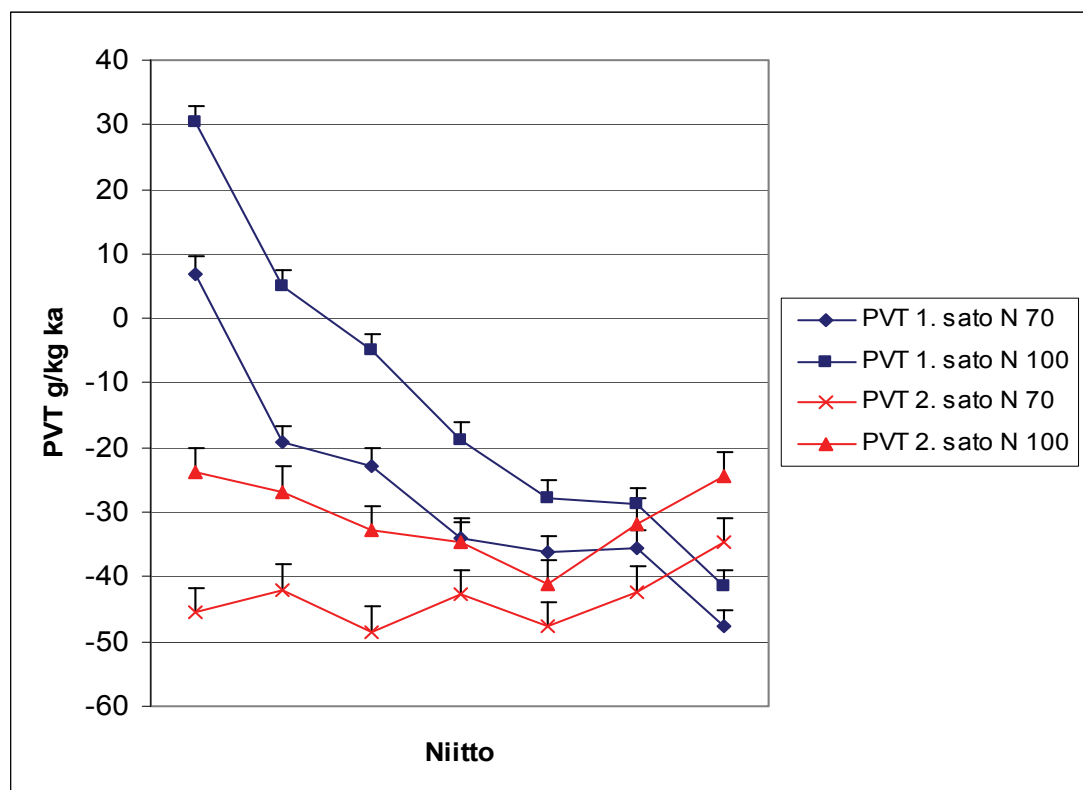
KUVIO 9. Säilörehunurmen OIV-pitoisuus (g/kg ka) lannoitustasoilla N 70 ja N100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa kesällä 2008 MTT Maaningalla. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoaajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

Ensimmäisessä niitossa (kuvio 10) kesällä 2008 nurmen PVT laski samalla tavalla kasvuston kehittyessä 70 ja 100 typpikilon lannoitustasoilla. MTT Rehutaulukoissa esiintyi PVT:n lasku korjuuajankohdan myöhästyessä (MTT 2006, 29). Ensimmäisessä sadossa korkeammalla lannoitustasolla saavutettiin korkeampi PVT kuin matalammalla lannoitustasolla. 3.6. niitetyssä sadossa 70 typpikilolla PVT oli 7 g /kg ka ja 100 typpikilolla 30,2 g/kg ka. 16.6. korjatussa nurmessa PVT oli 70 typpikilolla -34 g/kg ka ja 100 typpikilolla -18,2 g/kg ka ja 2.7. niitetyssä nurmessa PVT oli 70 typpikilolla -47,7 g/kg ka ja 100 typpikilolla -41,5 g/kg ka.

Kevätsadossa korjuuajalla (p 0,0001) ja lannoitustasolla (p 0,0001) oli molemmilla suuri tilastollinen merkitsevyys nurmen PVT:n suhteen. Näiden yhteisvaikutuksella (p 0,002) oli myös suuri tilastollinen merkitsevyys. Ensimmäisessä sadossa käytännössä PVT:ssa ei ollut suurta eroa eri lannoitustasojen välillä.

Toisessakin niitossa (kuvio 10) 100 typpikilolla tuli korkeampi PVT kuin 70 typpikilolla. MTT Rehutaulukoissa nurmen jälkisadon PVT laskee tasaisesti korjuuajankohdan myöhästyessä (MTT 2006, 29). PVT:ssa oli tosin vaihtelua eri korjuuajakojen välillä verrattuna ensimmäiseen satoon, jossa määrä laskee tasaisesti. 23.7 niitetyssä sadossa 70 typpikilolla PVT oli -45,5 g/kg ka ja 100 typpikilolla -23,7 g/kg ka. 20.8. korjatulla nurmella 70 typpikilolla PVT oli -34,7 g/kg ka ja 100 typpikilolla -24,5 g/kg ka.

Kesäsadossa korjuuajalla (p 0,0129) ja lannoitustasolla (p <0,0001) oli molemmilla suuri tilastollinen merkitsevyys nurmisadon PVT:een. Näiden yhteisvaikutuksella ei ollut merkitystä.



KUVIO 10. Säilörehunurmen pötsin valkuaisase (PVT g/kg ka) 1. ja 2. sadossa lannoitustasoilla N 70 ja N 100 MTT Maaningalla kesällä 2008. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoaikajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1



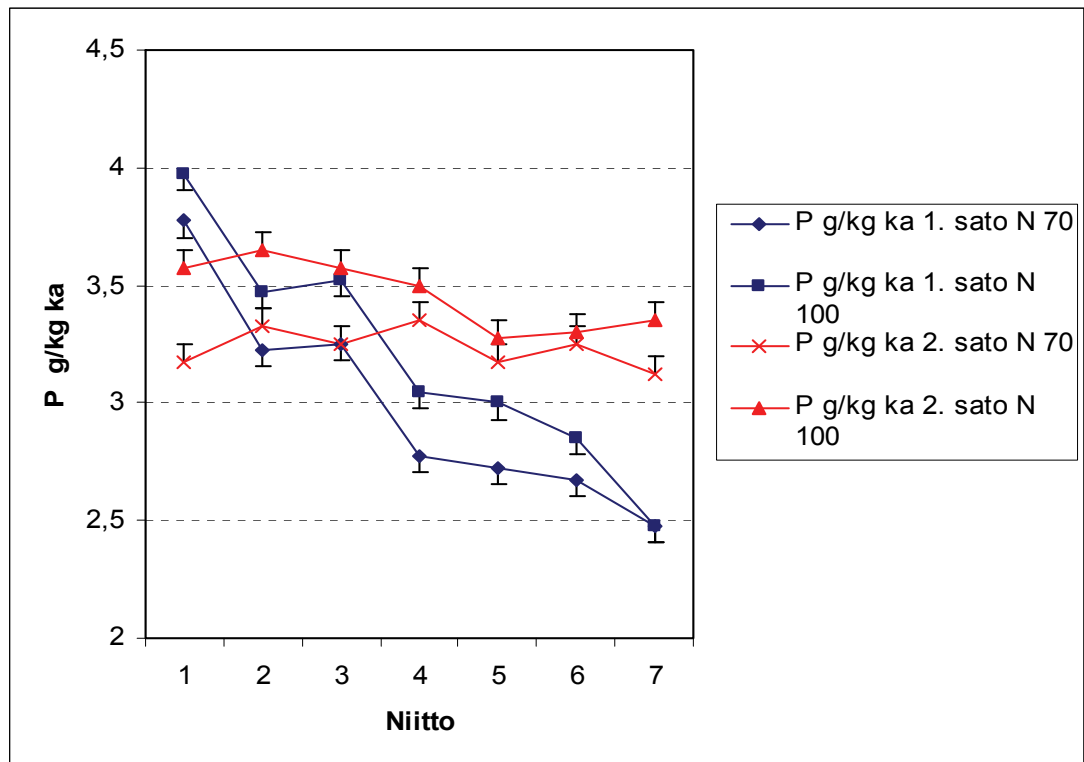
#### 4.7 Sadon fosfori- ja kaliumpitoisuudet

Ensimmäisellä niittokerralla (kuvio 11) Maaningalla kesällä 2008 nurmen fosforipitoisuus (p-pitoisuus) laski molemmilla eri lannoitustasoilla samankaltaisesti kasvuston kehittyessä. 3.6. 100 typpikilolla saavutettiin 3,9 g/kg ka ja 70 typpikilolla 3,7 g/kg ka, eroa kertyi 0,2 g/kg ka. 16.6. 100 typpikilolla tuli 3,0 g/kg ka ja 70 typpikilolla 2,7 g/kg ka nurmea, ero silloin 0,3 g/kg ka. 2.7. korjatussa nurmessa molemmilla lannoitustasoilla kertyi sama määrä fosforia 2,5 g/kg ka, kaikilla muilla korjuuajoilla korkeammalla lannoitustasoilla saavutettiin korkeampi fosforin määrä. Rehutaulukoissa oli hieman matalammat fosforimäärät kuin Maaningan kenttäkokeessa 2008 (MTT 2006, 54).

Ensimmäisessä niitossa korjuuajalla ja lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri tilastollinen merkitsevyys fosforin määrälle nurmessa. Niiden yhteisvaikutuksella ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Prosentuaalisesti sadon fosforimäärä lähes puolittui kasvuston kehittyessä ensimmäisessä niitossa ja sillä on jo käytännön merkitystä karjan ruokinnassa. Varsinaisesti lannoitustasojen fosforin erolla ei ole vielä käytännön merkitystä.

Toisella niittokerralla (kuvio 11) kesällä 2008 P-pitoisuus ei laskenut yhtä paljon kuin ensimmäisellä korjuukerralla, vaan pysytteli varsin tasaisella tasolla. 23.7. korjatussa nurmessa 100 typpikilolla kertyi fosforia 3,6 g/kg ka ja 70 typpikilolla 3,2 g/kg ka, eroa 0,4 g/kg ka. 4.8. korjatussa 100 typpikilolla lannoitetussa nurmessa oli fosforia 3,5 g/kg ka ja 70 typpikilolla 3,4 g/kg ka, eroa silloin 0,1 g/kg ka. 20.8. eroksi jäi 0,3 g/kg ka. Toisessa niitossa 100 typpikilolla saavutettiin korkeampi P-pitoisuus kaikilla niittoajankohdilla kuin 70 typpikilolla. Rehutaulukoissa oli keskimäärin useamman g/kg ka matalammat fosforipitoisuudet kuin Maaningan 2008 kenttäkokeessa eri korjuuajankohtina (MTT 2006, 55).

Toisessa niitossa korjuuajalla ( $p 0,0035$ ) oli suuri tilastollinen merkitsevyys nurmen fosforipitoisuudelle. Lannoitustasolla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri merkitsevyys. Näiden yhteisvaikutuksella ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Toisen sadon eri lannoitustasojen ja korjuuajakojen välisillä tuloksilla ei ole suurta merkitystä käytännön ruokinnassa.



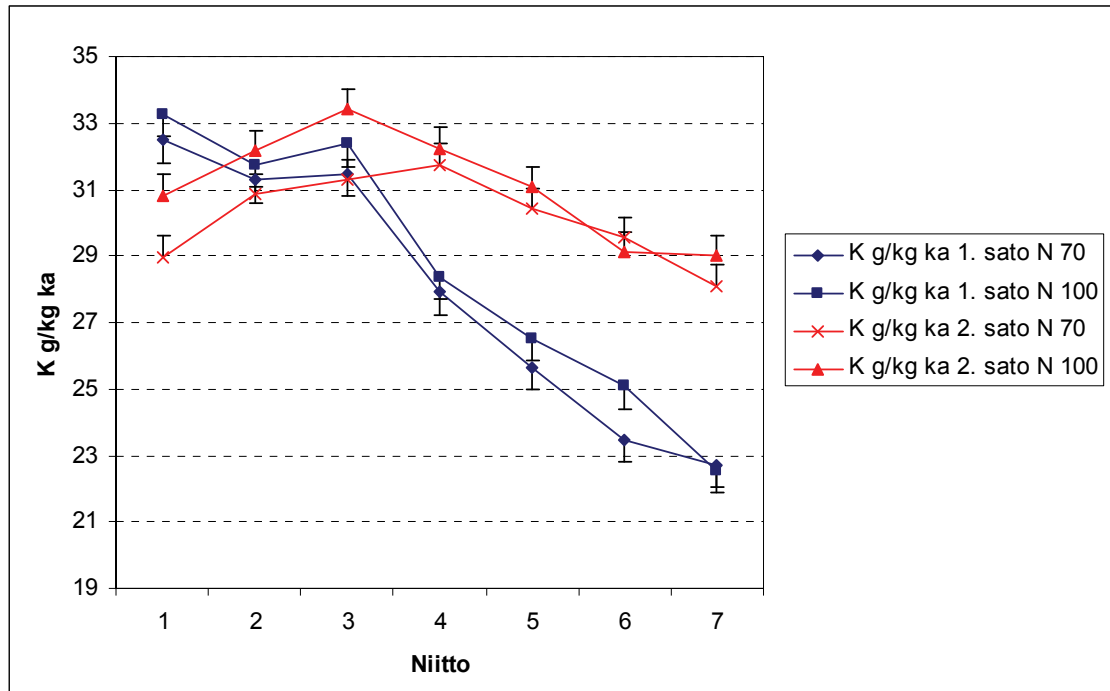
KUVIO 11. Säilörehusadon fosforipitoisuus P, g/kg ka lannoitustasoilla N 70 ja N 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa kesällä 2008 MTT Maaningalla. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

Ensimmäisessä sadossa (kuviokuva 12) kesällä 2008 sadon kaliumipitoisuus (K-pitoisuus) laski nurmessa varsin jyrkästi 11.6. jälkeen. 3.6. korjatussa nurmessa 100 typpikilolla lannoitetussa nurmessa oli kaliumia 33,2 g/kg ka ja 70 typpikilolla lannoitetussa 32,5 g/kg ka, eroa 0,7 g/kg ka. 16.6 100 typpikilolla lannoitetulla ruudulla 28,3 g/kg ka ja 70 typpikilolla 28 g/kg ka kaliumia, eroa 0,3 g. 2.7 niitetyssä molemmilla lannoitustasoilla saavutettiin sama 22,5 g/kg ka kaliumipitoisuus. Lähes kaikilla korjuuajoilla korkeammilla lannoitustasoilla tuli korkeampi kaliumipitoisuus. Rehutaulukoissa kaliumipitoisuuden kehittyminen oli samankaltaista kuin Maaningalla kesällä 2008 (MTT 2006, 54).

Ensimmäisellä korjuukerralla korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri tilastollinen merkitsevyys kaliumpitoisuudelle. Lannoitustasolla ( $p = 0,068$ ) oli taipumus olla tilastollisesti merkittävä. Yhteisvaikutuksella ei ollut merkitsevyyttä. Säilörehun kaliumpitoisuudella on merkitystä lypsylehmien ruokinnassa ja aikaisella korjuuasteella korjattaessa nurmessa on jonkin verran enemmän kaliumia kuin myöhäisellä korjuuajalla. Korkea kaliumpitoisuus kannattaa huomioida lypsylehmien ruokintaa suunniteltaessa.

Toisessa sadossa (kuviokuva 12) sadon kaliumpitoisuuden lasku ei ollut niin suoraviivaista kuin ensimmäisessä sadossa. Kaliumpitoisuus nousi aikaisilla kehitysasteilla ja alkoi laskea 100 typpikilolla lannoitetulla 30.7. ja 70 typpikilolla 4.8. alkaen. 4.8 korjatussa sadossa 100 typpikilolla kertyi kaliumia 30,8 g/kg ka ja 70 typpikilolla 29,0 g/kg ka, eroa 1,8 g/kg ka. 4.8. korjatussa nurmessa 100 typpikilolla 32,2 g/kg ka ja 70 typpikilolla 31,7 g/kg ka, eroa 0,5 g/kg ka. 20.8 korjatussa nurmessa 100 typpikilolla 29,0 g/kg ka ja 70 typpikilolla 28,1 g/kg ka, eroa 0,9 g/kg ka. Lähes jokaisena korjuuaikana 100 typpikilolla tuli korkeampi kaliumpitoisuus kuin 70 typpikilolla, poikkeuksena 14.8 niitetyssä. Rehutaulukoissa kaliumpitoisuuden valtakunnalliset keskiarvot ovat matalammat kuin toisessa sadossa Maaningalla 2008 tulleet.

Toisella niittokerralla korjuuajalla ( $p < 0,0001$ ) oli erittäin suuri merkitsevyys nurmen kaliumpitoisuudelle ja lannoitustasolla ( $p = 0,0019$ ) suuri tilastollinen merkitsevyys. Yhteisvaikutuksella ei ollut merkitsevyyttä. Toisella niittokerralla korkeammalla lannoitustasolla ei saavutettu käytännössä paljonkaan korkeampaa kaliumpitoisuutta kuin matalammalla lannoitustasolla, eikä kaliumpitoisuus laskenut niin merkittävästi kuin ensimmäisessä sadossa.



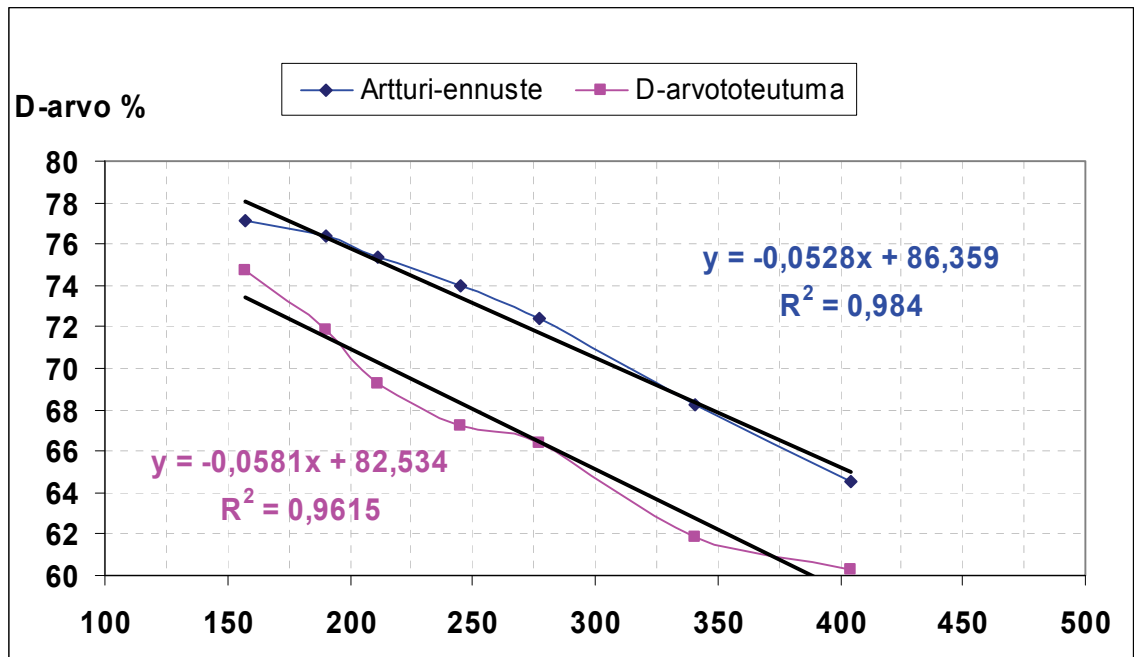
KUVIO 12 Sadon kalium (K) (g/kg ka) lannoitustasoilla N 70 ja N 100 ensimmäisessä ja toisessa sadossa kesällä 2008 MTT Maaningalla. Keskiarvojen keskivirheet (SEM) ilmaistu virhepalkeilla. Niittoajankohtia vastaavat niittopäivämäärät kts. taulukko 1

#### 4.8 Kevätsadon 2008 Artturi korjuuaikapalvelun toimivuus

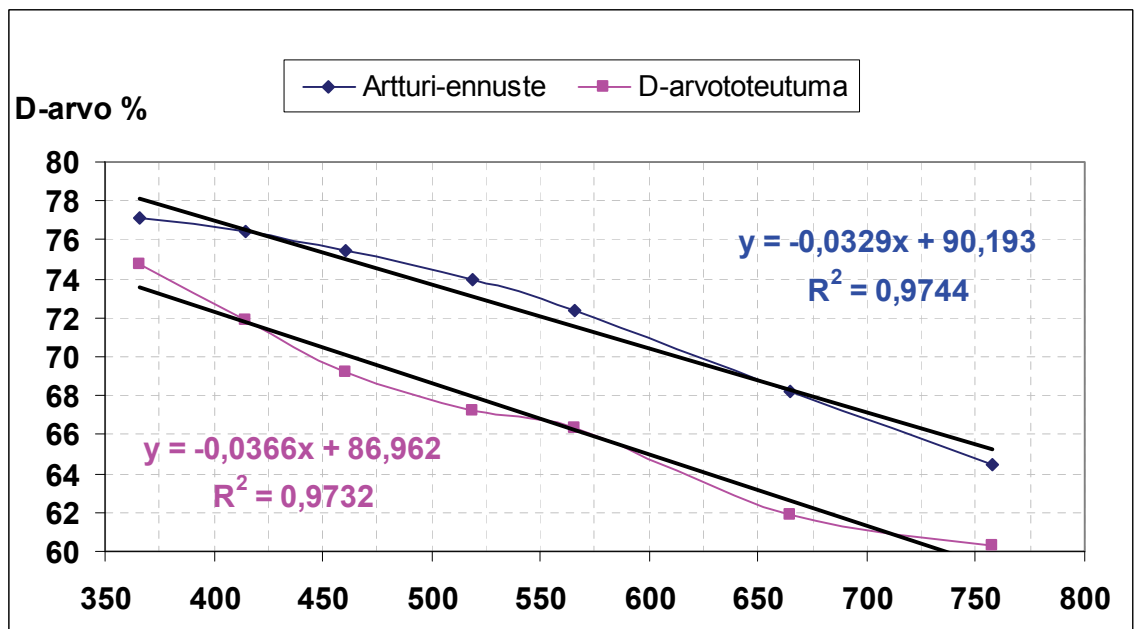
Maaningalla säilörehun kevätsadon D-arvoennusteessa verrattuna toteutuneeseen oli kesällä 2008 varsin merkittävä ero (kuvio 13 ja 14). 9.6. D-arvoennuste oli 4,1 %-yksikköä korkeampi kuin toteutunut ja 16.6. jo 5,4 %-yksikköä korkeampi kuin toteutunut arvo. 2.7. ero tasoittui 4,2 %-yksikön tasoon. Suurimmillaan ero oli 16.6. 6,7 %-yksikköä. Keskimäärin D-arvoennusteen ja toteutuman ero oli tämän kokeen korjuuaikoina 5,2 %-yksikköä.

Regressioanalyysin tulosten perusteella voitiin todeta, että vuoden 2008 kevätsadossa (kuvio 13 ja Kuvio 14) 0 °C:sta lämpösummasta alkaen laskettu D-arvoennuste vastasi Maaningalla toteutunutta D-arvon kehitystä vain hieman paremmin kuin +5 °C:sta alkaen laskettu, sillä 0 °C:sta alkaen lasketulla ennusteella oli hieman korkeampi selitysaste ( $R^2$  0,97), kuin +5 °C:sta alkaen lasketulla ennusteella ( $R^2$  0,96). Tämä tukee teoriaa, että nurmi käytti keväällä 2008 Maaningalla jo alle +5 °C:n lämpötilaa hyväkseen kasvussaan. D-arvoennusteen ja toteutuneen sulavuuden välillä oli aivan liian suuri tasoero käytännössä, joten olisi ehkä järkevää muuttaa vakioarvoa. Tosin tämä on vain yhden satokauden tulosten pohjalta tehty päätelmä.

Artturi-ennuste aloittaa D-arvoennusteen lämpösumman kerryttämisen yleisen periaatteen mukaisesti +5 °C:sta alkaen keväällä. Muita nurmen D-arvo kehitykseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla myös erilaiset maalajit, erilaiset nurmilajikkeet, pienilmasto ja monet muut tekijät nurmen kehityksessä (Huhtanen. ym. 2001). Kanadalaisessa nurmitutkimuksessa on todettu, että timotei tuottaa viileämmässä ilmanalassa paremman kuiva-ainesadon (Belanger ym. 2008, 430). Tämäkin tukee teoriaa siitä, että nurmi aloittaa kasvun jo varsin viileissä olosuhteissa.



KUVIO 13. Artturi-ennuste ja D-arvo -toteuma kevätsadossa Maaningalla kasvukaudella 2008, kun lämpösummakertymä lasketaan alkaen +5°C:sta.



KUVIO 14. Artturi-ennuste ja D-arvo -toteuma kevätsadossa Maaningalla kasvukaudella 2008, kun lämpösummakertymä lasketaan alkaen +0°C:sta

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä raportoidussa kenttäkokeessa korjattiin kaksi satoa kasvukaudessa, joista kummankin sisällä oli seitsemän (ensimmäisen sadon korjuuaika erittäin aikaisesta hyvin myöhäiseen ja toisen sadon korjuu seitsemän viikon päästä ensimmäisen jälkeen) ja lannoitustasoja kaksi, 70 ja 100 typpikilon mukaan määritetyt. Tulosten perusteella voitiin päätellä seuraavaa:

Säilörehun korjuuaika vaikuttaa todella paljon kuiva-ainesadon määrään sekä ensimmäisellä että toisella korjuukerralla. Korjuuajan merkitys nurmen rehuyksikkösadon määrään on pienempi. Suurin kuiva-ainesato saadaan korjatessa nurmi hyvin myöhäisellä korjuuasteella ja korkein rehuyksikkösato korjaamalla nurmi normaaliin (D-arvo tavoite 67–70) korjuu aikaan.

Säilörehun korjuuaika vaikuttaa D-arvon kehitykseen ensimmäisessä sadossa erittäin merkittävästi. Säilörehun toisen sadon sulavuus ei laske yhtä suoraviivaisesti ja nopeasti, kuin ensimmäisen sadon sulavuus ja korjuuajan ajoitus ei ole yhtä merkityksellinen kuin ensimmäisen niiton. Molemmilla niittokerroilla kannattaa pyrkiä normaaliin korjuu aikaan, jotta saataisiin hyvin sulava ja riittävä sato.

Lannoitustaso vaikuttaa säilörehun kuiva-aine- sekä rehuyksikkösatoon molemmilla korjuukerroilla erittäin merkittävästi. Molemmissa sadoissa korkeammalla lannoitustasolla saavutetaan korkeampi sekä kuiva-aine- ja rehuyksikkösatotasot kuin matalammalla typpilannoituksella.

Kasvuston korkeus kehittyy keväällä suoraviivaisesti kasvuston kehittyessä. Toisella niittokerralla kasvuston korkeuden kehitys ei ole enää niin nopeaa. Ensimmäisessä sadossa lannoituksella ei ole juuri merkitystä kasvuston korkeuteen, mutta toisessa sadossa myöhäisemmällä korjuu aikoina korkeammalla lannoitustasolla saavutetaan suurempi kasvuston korkeus. Nurmikasvuston korkeuden mittausta voisi olla toimiva apuväline korjuuajan määrittämisessä tilatasolla, kun olisi tutkimustuloksiin perustuvat keskiarvot, joihin voisi verrata saatuja korkeuksia.

Keväällä nurmen NDF-kuidun pitoisuus nurmessa kehittyy nopeasti kasvuston kehittyessä. Toisessa sadossa NDF-pitoisuus ei enää lisääntynyt nurmessa niin nopeasti kuin kevätsadossa. Korjuuajalla on suurempi merkitys NDF-pitoisuudelle kuin eri tyypilannoitusmäärillä. Rehumassan raakavalkuaispitoisuus laskee kevätsadossa melko nopeasti ja suoraviivaisesti kasvuston kehittyessä. Syyssadossa raakavalkuaispitoisuus ei laske yhtä nopeasti. Suuremmalla lannoitustasolla saavutetaan korkeampi raakavalkuaispitoisuus molemmissa sadoissa. Korjuuajalla on suurin merkitys säilörehun kevätsadon OIV-pitoisuudelle ja PVT:lle, mutta syyssadossa ei ole niin suurta merkitystä. Tyypilannoitustasojen eroilla ei juuri ole käytännön merkitystä sadon OIV-pitoisuudelle. PVT:lle tyypilannoituksella on suurempi merkitys.

Säilörehusadon fosfori- ja kaliumpitoisuudet laskevat korjuuajan myöhästyessä kevätsadossa. Syyssadossa korjuuajalla ei ole vastaavaa vaikutusta. Lannoitustason nosto lisää sekä fosfori- että kaliumpitoisuutta, mutta havaituilla eroilla ei ole suurta käytännön merkitystä kummallakaan korjuukerralla.

Keväällä 2008 MTT Maanigan tutkimusasemalla Artturi-korjuuaikaennusteen ja toteutuneen erotus oli keväällä merkittävä. Korjuuaikaennuste olisi vastannut käytäntöä vain hiukan paremmin, jos lämpösummaa olisi aloitettu kerryttämään jo 0° C:stä alkaen, eikä vasta +5° C:stä. Suurempi vaikutus voisi olla korjuuaikaennusteen pohjana olevan mallin päivittämisellä esimerkiksi siinä käytettävän vakioarvon osalta.



## 6 PÄÄTÄNTÖ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten korjuuaika ja lannoitus vaikuttavat säilörehun määrään ja laatuun. Molemmilla muuttujilla on merkittävä vaikutus nurmen viljelyssä ja sitä kautta karjan ruokinnassa. Nurmiviljelyn tavoitteena on tuottaa määrällisesti riittävä ja laadullisesti erinomainen karkearehusato karjalle sisäruokintakauden ajaksi. Nykyään säilörehun osuus lypsylehmän ruokinnassa on kasvanut tilakoon suurentuessa. Ostoväkirehun hintojen noustessa laadullisesti hyvän säilörehun merkitys ruokinnassa kasvaa.

Tutkimustulosten luotettavuutta laskee se, että tutkimus on tehty ainoastaan yhdellä koepaikalla ja yhtenä vuotena, eli pitemmän aikavälin tutkimustuloksia ei ole ollut käytössä. Lisäksi kesä 2008 oli keskimääräistä sateisempi kuin aikaisemmat. Tutkimuksen luotettavuutta lisää samankaltaiset tulokset valtakunnallisten keskiarvojen kanssa ja samantyyppiset aiemmat tutkimukset. Aiempia tutkimuksia ei ollut kuitenkaan tehty vastaavalla tarkkuudella kuin tässä kenttäkokeessa Maaningalla kesällä 2008. Tutkimuksen ulkopuolelle jäi säilörehun kivennäispitoisuudet, lehtialaindeksimittaukset ja ympäristönäkökulma, joista saisi mahdollisesti vielä materiaalia jatkotutkimukseenkin.

Tutkimuksen tärkein merkitys on auttaa pohdittaessa sopivaa säilörehun tyyppilannoitustasoa ja valittaessa korjuuajankohtaa käytännön nurmenviljelyssä. Nurmenviljely ja -tutkimus on Suomessa aina jäänyt viljanviljelyn varjoon. Kaikkihan tietävät ammattilehdistä viljan satokilpailujen voittajat, mutta kuka tietää kyvyikkäimmät säilörehunvalmistajat? Valitettavasti nurmenviljelyn arvoa ei ole vielä kukaan ymmärretty kaikkialla ammattipiireissäkään. Nurmitutkimus tarvitsisi paljon enemmän resursseja toimintaansa jo pelkästään suuren taloudellisen ja alueelliseen merkityksensä vuoksi.

Tehokas nurmenviljely on kotieläintuotannon avainkysymyksiä. Suomen keskimääräiset säilörehusadot ovat luvattoman pieniä verrattuna, mitä ne voisivat olla jos viljelyyn panostettaisiin kunnolla. Erityisesti nurmien lannoitukseen ja peltojen kalkitukseen tulisi kiinnittää huomiota nykyistä enemmän, myös kasvinsuojelu on jäänyt turhan pienelle huomiolle. Tehokas nurmenviljely on lisäksi ympäristöystävällistä.

Tulen suhtautumaan tulevina vuosina varauksellisemmin Artturi-korjuuaikapalvelun ennusteeseen. Vaikka Artturi-malli on tällä hetkellä ehkä toimivin tapa ennustaa oikeaa säilörehun korjuuajankohtaa, niin olisi hyvä päivittää sitä aina tarpeen vaatiessa. Nurmitutkimus on mielestäni mielenkiintoinen osa-alue. Koetoinnilla saatu uusi tieto oli minulle hyödyllistä ja opin paljon uutta tietoa nurmiviljelystä. Uusien nurmilajikkeiden ja viljelymenetelmien tutkimusta pitäisi pystyä lisäämään.

## 7 LÄHTEET

Painetut lähteet:

Alasuutari S., Manni K., Rautala H. Lypsylehmän ruokinta ja hoito. 2006. Opetushallitus. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Belanger G., Bertrand A., Castonguay Y., Tremblay F., Pelletier S. 2008, Yield and nutritive value of timothy as affected by temperature, photoperiod and time of harvest. Grass and forage science 63/2008. Blackwell Publishing Ltd.

Hakkola H., Heikkilä H., Kemppainen, E., Seppänen, H., Siitonen, M., Jern, M., Komulainen, M., Poutiainen, E. ym.1998. Nurmenviljely. Tieto tuottamaan 77. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja no 920. Kokemäki: Satakunnan Painotuote Oy

Hellämäki M., Helminen J., Nousiainen J., Rauramaa A. Paremmän rehun puolesta. Säilörehun laatuopas. 2. painos. 1999. Valio Alkutuotannon ja Jäsensuhteiden julkaisuja nro 1/2000.

Heikkilä, T. 1998. Tilastollinen tutkimus. 4. painos. Helsinki: Edita Prima Oy

Heikkinen A-M., Pakarinen K., Punkki P., Rossi A., Puurunen T., Sairanen A., Virkajärvi P. Pohjois-Savon nurmiopas. Pelto tuottamaan – Pohjois-Savoon parhaat nurmet –hanke. 2007.

Huhtanen P., Mattila I., Nikander H., Nousiainen J., Rinne M. Digestibility estimates based on a grass growth model are distributed via internet to finnish farmers. Proceedings of XIX International Grassland Gongress 2001.

Hyytiäinen T., Hedman-Partanen R., Hiltunen S. Kasvintuotanto 2. 2. painos. Kirjayhtymä Oy Helsinki 1999.

Isolahti M., Nissinen O., Virkajärvi P. 2007, Säilörehunurmen kasvuohjelma (KEM N2). Lannoitus- ja kasvinsuojelukokeiden tuloksia 2006..

Nissinen O., Hakkola H. Korjuutavan ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyyn Pohjois-Suomessa. Jokioinen. 1994.

Painamattomat lähteet:

Artturi-hinnasto 1.1.2008 alkaen [Viitattu: 16.3.2009] Valio. Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/ARTTURI2006\\_KEH\\_NAVIGOINTI/ARTTURIhinnasto2009.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/ARTTURI2006_KEH_NAVIGOINTI/ARTTURIhinnasto2009.pdf)

Artturi-korjuuaikatiedotus. Toisen sadon korjuu. [Viitattu 24.3.2009] MTT, Valio. Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Korjuuaikatiedotus/Toisen\\_sadon\\_korjuu](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Korjuuaikatiedotus/Toisen_sadon_korjuu)

Artturi-korjuuaikatiedotus. D-arvo tavoite [Viitattu 28.3.2009] MTT, Valio. Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Korjuuaikatiedotus/Korjuuaikatiedotus\\_palveluksessasi/darvotavoite](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Korjuuaikatiedotus/Korjuuaikatiedotus_palveluksessasi/darvotavoite)

MTT 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 14.2.2006, [Viitattu: 23.3.2009] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/rehutaulukot/>.

Pakarinen, Kirsi 2009. Nurmitutkija. Muistiinpanot. 23.3.2009. MTT Maaninka.

## LIITTEET

## Liite 1: Koekentän kartta

KOE 267 (YARA N5)

SÄILÖREHUNURMEN KORJUUAJAN VAIKUTUS SADON MÄÄRÄÄN JA LAATUUN  
Kauraniemi, yläosa (perustettu 2007)

2008

		2	6									2	6			
		1	4									1	4			
sr		N70	N70	sr		11	32	31	21	12	22	sr		N 100	N 100	sr
		2	6									2	6			
		1	4									1	4			
sr		N 100	N 100	sr		22	12	32	11	21	31	sr		N70	N70	sr
		2	6									2	6			
		1	4									1	4			
sr		N70	N70	sr		11	12	21	32	31	22	sr		N 100	N 100	sr
		2	6									2	6			
		1	4									1	4			
sr		N 100	N 100	sr		31	32	22	12	21	11	sr		N70	N70	sr

## KOEJÄSENET

Koejäsen	Korjuuaika	N-taso		
11	aikainen	70 + 70	4	satomääritysniitto
12	aikainen	100 + 100	6	satomääritysniitto
21	normaali	70 + 70		
22	normaali	100 + 100		
31	myöhäinen	70 + 70		
32	myöhäinen	100 + 100		
1	satomääritysniitto			
2	satomääritysniitto			

→ T.as