



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

KOLMANNEN NIITON NURMISÄILÖREHUN TUOTANTOVAIKUTUKSET

TEKIJÄ: Juliana Roivainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma			
Työn tekijä Juliana Roivainen			
Työn nimi Kolmannen niiton nurmisäilörehun tuotantovaikutukset			
Päiväys	19.3.2019	Sivumäärä/Liitteet	42/0
Ohjaajat Heli Wahlroos, Hilkka Kämäräinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit Luonnonvarakeskus LUKE Maaninka, NurmetRahaksi -hanke, Annu Palmio, Auvo Sairanen			
Tiivistelmä			
<p>Kolmen niiton strategia kasvattaa koko ajan suosiotaan ja lämpenevän ilmaston myötä kolmas niitto on mahdollista myös Suomen pohjoisosissa. Opinnäytetyössä tutkittiin lypsylehmien kolmannen niiton nurmisäilörehun syöntiä sekä sen vaikutusta lypsylehmien maitotuotokseen ja maidon pitoisuuksiin. Kolmannen niiton nurmisäilörehun tuotantovaikutuksia on tutkittu vähemmän kuin ensimmäisen ja toisen niiton tuotantovaikutuksia. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös kolmannen niiton strategian suunnittelu, nurmen korjuuajankohta sekä nurmen lannoitus kolmen niiton strategiassa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Nurmet Rahaksi-hanke.</p> <p>Koe oli toisinto vuonna 2017 tehdystä kokeesta, jossa säilörehut oli säilötty pyöröpaaleissa, kun taas opinnäytetyön kokeessa ne oli säilötty laakasiiloissa. Toisinnon tarkoitus oli minimoida yksittäisen vuoden sääolosuhteet. Kokeessa oli seosrehuina ensimmäisen, toisen ja kolmannen niiton nurmisäilörehuja. Insentec-vaakakupit punnitsivat syötyä seosrehumäärää eläinkohtaisesti, mistä saatiin data syönnin analysointiin. Kokeen aikana kerättiin näytteitä maidosta, säilörehusta ja väkirehusta. Kokeen 48 eläintä jaettiin blokkeihin poikimakerran, maitotuotoksen ja lypsykauden vaiheen perusteella.</p> <p>Kolmannen niiton nurmisäilörehua syötiin vähemmän kuin ensimmäisen ja toisen niiton säilörehua. Osa vähentyneestä syönnistä selittyi rehun kemiallisella koostumuksella, mutta huomattava osa jää määrittelemättömälle rehun maittavuuden alentumiselle. Ensimmäisen ja kolmannen niiton säilörehujen syönnin erot olivat kokeessa poikkeuksellisen suuria. Alhaisemman säilörehun syönnin vuoksi myös kolmannen niiton maitotuotos ja energiakorjattu maitotuotos olivat alhaisimmat verrattuna aikaisempiin satoihin. Eri niittojen rasvapitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi toisistaan. Maidon valkuaispitoisuus oli korkein ensimmäisen niiton säilörehulla rehun korkean D-arvon vuoksi. Myös aikaisempien kokeiden perusteella on havaittu, että kolmannen niiton tuotantovaikutukset ovat olleet oletettuja pienemmät.</p> <p>Kolmen niiton strategia on hyvä, jos tavoitteena on korkea kokonaissadon D-arvo. Kolmannen niiton syöttäminen voi olla käytännössä haastavaa etenkin erillisruokinnassa, koska sen laatu vaihtelee ja se ei välttämättä sovi korkeatuottoiselle, mutta sen sijaan sitä voisi sekoittaa aiempien niittojen satoihin sopivilla suhteilla. Kolmannen niiton säilörehun laatu on vaihtelevaa, minkä vuoksi se sopii parhaiten loppulypsykauden lehmille tai uudistuskarjalle. Kolmen niiton strategiaa voisi jatkossa tutkia niin, että kolmannen sadon korjuu olisi syyskuun sijasta elokuussa. Tällöin toinen sato jäisi pienemmäksi ja kolmannella sadolla olisi laadullisesti ja määrällisesti suurempi merkitys kuin toisella niitolla.</p>			
Avainsanat nurmisäilörehu, seosrehut, maidontuotanto, syönti			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Author Juliana Roivainen			
Title of Thesis Milk production potential of third-cut grass silage			
Date	19.3.2019	Pages/Appendices	42/0
Supervisors Heli Wahlroos, Hilikka Kämäräinen			
Client Organisation /Partners Natural Resources Institute Finland LUKE, NurmetRahaksi -project, Annu Palmio, Auvo Sairanen			
<p>Abstract</p> <p>The third-cut grass silage strategy is becoming more popular due to global warming, the third mowing is also possible in northern Finland. The thesis studies the third-cut grass silage and its effect on milk production and milk fat and protein contents. The third-cut grass silage production effects have been studied less than the first and second grass silage production effects. The thesis also discusses the design of the third-cut strategy, the date of harvest and the fertilization of grass in the three-cut strategy. The Thesis was commissioned by Nurmet Rahaksi -project.</p> <p>The experiment was a replica of the 2017 experiment where silage was preserved in round bales, while in this thesis they were preserved in silo. The purpose of the replication was to minimize the weather conditions of an individual year. The experiment had TMR from the first, second and third-cut grasses. The Insentec weighing cups weighed TMR per animal, and this data was analyzed. Samples of milk, silage and concentrate were collected during the experiment. The 48 animals in the experiment were divided into blocks based on the number of calvings, milk yield and milk stage.</p> <p>The third mowing grass silage was eaten less than the first and second mowing silage. Some of the reduced eating was explained by the chemical composition of the feed, but a considerable part remains in the undetermined decrease in the taste of the feed. The differences between the first and third meadow feeds were exceptionally high in the experiment. Due to the lower feed intake, the third mowing milk production and energy-adjusted milk yield were also the lowest compared to previous harvests. The fat content of the different meadows did not differ significantly from each other. The milk protein content was highest in the first mowing silage due to the high D-value of the feed. Also, previous experiments have shown that the third-cut production effects have been smaller than expected.</p> <p>The three mowing strategy is good if you target for a high D-value of the total crop. Feeding third-cut grass silage can be challenging in practice, especially in the case of separate meals, because its quality varies and may not be suitable for high milk yields, but instead it could be mixed with the previous cuts. The quality of the third-cut grass silage varies, and it suits best for the cows of the final lactation period or the reforming cattle. In the future, three-cut strategies could be explored so that the harvest of the third grass crop is in August instead of September. In this case, the second grass crop would be smaller and the third crop would have a qualitatively and quantitatively greater significance than the other.</p>			
Keywords grass silage, TMR, dairy production, feed intake			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	KOLMEN NIITON STRATEGIAN SUUNNITTELU	6
2.1	Säilörehun korjuuajankohta kolmen niiton strategiassa.....	6
2.2	Nurmen satotaso kolmen niiton strategiassa	8
2.3	Kolmannen sadon D-arvo	8
2.4	Nurmen kasvuunlähtö niiton jälkeen ja sadon muodostuminen	9
2.5	Kolmeen niittoon sopivat nurmiheinälajit Suomessa.....	11
2.6	Nurmen tarvitsemat pääravinteet.....	13
2.7	Nurmen lannoitus kolmen niiton strategiassa	14
3	SYÖNTI JA SYÖNTIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	16
3.1	Syöntiin vaikuttavat tekijät lehmässä ja säilörehussa	17
3.2	Syöntiin vaikuttavat tekijät navetassa ja olosuhteissa	19
4	MENETELMÄT	21
4.1	Koesuunnitelma	21
4.2	Tilastollinen analyysi	23
4.3	Luotettavuus ja eettisyys.....	23
4.4	Työn toteutus.....	24
5	TULOKSET.....	25
5.1	Koenurmien satotasot	25
5.2	Koerehujen kemialliset koostumukset ja rehuarvot.....	25
5.3	Säilörehujen kuiva-aine syönti	29
5.4	Maitotuotos ja energiakorjattu maitotuotos.....	31
5.5	Maidon pitoisuudet.....	32
5.6	Ravintoaineiden saanti, rehuhyötysuhde ja seosrehujen koostumukset.....	34
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	36
7	PÄÄTÄNTÖ	38
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	39
	KUVALÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Kolmen niiton säilörehun suunnittelun ja korjuun strategia lisää koko ajan suosiotaan. Kolmella korjuulla on korjuuaikastrategiatutkimuksen mukaan mahdollista päästä korkeaan satotasoon ja korkeaan sulavuuteen. Jos rehun sulavuuden haluaa pitää korkeana ja välttää talveksi peltoon jäävää odelmaa, olisi hyvä siirtyä kolmen korjuun taktikkaan lämpiminä syksyinä. Odelmalla tarkoitetaan nurmen jälkisatoa niiton jälkeen. Kolmannen niiton myötä kasvusto ei jää talveksi niin korkeaksi kuin kahden niiton strategiassa, jolloin keväinen kuloheinä on vähäisempi. (Hyrkäs, Virkajärvi, Sairanen ja Suomela 2016, 2.)

Kolmannen niiton säilörehuja on tutkittu aiemminkin, mutta sen tuotantovaikutukset eivät ole vielä aivan selvillä. Kokeissa on havaittu, että kolmannen niiton maidontuotantovaikutukset ovat olleet pienemmät kuin analyysien perusteella voisi odottaa. Kolmen niiton strategiaa on tutkittu muun muassa KARPE-hankkeessa vuosina 2009–2012. Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa on keskitytty lähinnä kokonaiskuiva-ainesatoon, nurmen talvehtimiseen ja D-arvoon. Kolmen niiton strategian toteuttamiseen vaikuttavat keväällä aikainen lannoitus ja ensimmäisen säilörehun korjuuajankohta, jonka tavoitteena on korkea sulavuus. (Virkajärvi, Hyrkäs ja Suomela 2011, 34–35.)

Opinnäytetyö toteutetaan ensimmäisen, toisen ja kolmannen niiton heinänurmisäilörehujen maidontuotantovaikutuskokeesta. Kokeen aikana mitattiin eläinten rehunsyöntiä sekä kerättiin rehu- ja maitonäytteitä. Kokeessa mitattiin, kuinka eri säilörehut vaikuttivat kuiva-ainesyöntiin, maitotuotukseen ja maidon pitoisuuksiin. Opinnäytetyössä käsitellään myös peltoviljelyä: millainen lannoitus ja korjuustrategia olisi paras kolmelle niitolle sekä mitkä nurmilajit soveltuvat kolmen niiton strategiaan.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on NuRa- eli Nurmet Rahaksi -hanke, ja koe suoritettiin Luonnonvarakeskus Maaningalla loppuvuodesta 2017. Yhteyshenkilöinä toimivat Luke Maaningalta tutkijat Annu Palmio ja Auvo Sairanen. NuRa- hankkeen toiminta-aika on 1.7.2015–30.4.2019, ja siinä on tarkoituksena tutkia nurmenviljelyn kannattavuuden ja kilpailukyvyn ylläpidon parantamista (Luke 2016). Koe on toisinto vuonna 2017 tehdystä kokeesta. Erona aiempaan kokeeseen on, että tämän opinnäytetyön kokeessa rehut oli säilötty laakasiiloissa, kun edellisessä ne olivat pyöröpaaleissa. Kokeiden säilörehut oli tehty peräkkäisinä vuosina eri sääolosuhteissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia kolmannen niiton nurmisäilörehun vaikutusta lypsylehmien maidon pitoisuuksiin, rehun syöntiin ja tuotukseen. Kolmannen niiton tuotospotentiaali ei ole vielä aivan selvillä ja sitä on tutkittu vähemmän verrattuna ensimmäiseen ja toiseen niittoon. Opinnäytetyössä käsitellään ruokintakokeen lisäksi kasvinviljelyn toimenpiteitä kolmen niiton strategiassa, joita ovat laji- ja lajikevalinnat, lannoituksen jakaminen eri sadoille sekä korjuuajankohta.

2 KOLMEN NIITON STRATEGIAN SUUNNITTELU

Nurmisäilörehun kolmen niiton strategian suosio kasvaa koko ajan ja se yleistyy myös Suomen pohjoisosissa. Lämpenevän ilmaston myötä kasvukaudet pidentyvät, minkä vuoksi kolmen niiton strategia on mahdollista lämpiminä syksyinä. Aikaisilla ja hyvän jälkikasvukyvyn omaavilla nurmilajeilla ja -lajikkeilla, joilla turvataan riittävä rehumassa ja korkea sulavuus sekä niiden lisäksi myös vähäisen odelman jättäminen talveksi peltoon. (Hyrkäs, Sairanen, Virkajärvi ja Suomela 2012, 4–6.)

Säilörehujen korjuu suunnitellaan karjan rehuntarpeen mukaan (Puurunen ja Mero 2010, 7). Yleensä säilörehun korjuussa tavoitellaan sopivaa D-arvoa, joka on lypsylehmälle 680–700 grammaa kilossa kuiva-ainetta. D-arvo tavoite on asetettava tilakohtaisesti nurmialan ja karjamäärän mukaan. Säilörehun korjuussa voidaan tavoitella myös suurta kuiva-ainesatoa. Hyvillä satotasolla saadaan tarvittava rehumäärä pienemmältä peltopinta-alalta. Pienimmät korjuukustannukset saadaan tavoittelemalla suurta kuiva-ainesatoa, mutta jos korkeampaa satotasoa tavoitellaan myöhästyttämällä korjuuta, pitää muistaa mahdollinen D-arvon aleneminen. Korjuustrategian suunnittelussa pitää ottaa huomioon sadon määrän ja laadun lisäksi myös tilan peltolohkojen ominaisuudet, käytettävissä oleva korjuukalusto sekä säilöntämenetelmä ja lannoitustavat. Korjuuajankohtaan vaikuttavat tavoitteiden lisäksi myös sääolosuhteet, kasvilaji ja -lajike sekä kasvuolot. (Hyrkäs ym. 2012, 4–6; Nousiainen, Niskanen, Kainulainen ja Toivakka 2010, 71.)

2.1 Säilörehun korjuuajankohta kolmen niiton strategiassa

Kolmen niiton strategiassa ensimmäinen sato tehdään hieman aiemmin kuin kahden niiton strategiassa. Toinen sato ajoittuu viidestä kuuteen viikkoa ensimmäisestä sadosta, tavallisesti heinäkuun puoliväliin, ja kolmas sato korjataan syyskuun alussa. Tällaisella niittorytmyksellä kolmannelle sadolle jää kuudesta seitsemään viikkoa kasvu-aikaa ennen talvehtimistä. (Virkajärvi ym. 2011, 34–35; Hyrkäs ym. 2012, 4–6.)

Myöhästyttämällä ensimmäistä niittoa saadaan suurempi kuiva-ainesato samalla, kun nurmen D-arvo alenee. Myöhästyneen ensimmäisen niiton heikompi D-arvo taas vaikuttaa toisen sadon korkeampaan D-arvoon, koska niittoväli lyhenee. Suomen olosuhteissa kolmas sato on mahdollista aikaistamalla ensimmäistä niittoa. Aikaisin korjatulla säilörehulla sulamattoman kuidun määrä on vähäinen. Sadon myöhästyttäminen nostaa iNDF:n osuutta eli kasvin vanhetessa siihen tulee enemmän sulamatonta kuitua. (Hyrkäs ym. 2012, 4–6.) Sulamatonta kuitua (iNDF) on NDF-kuidusta täysin sulamatonta osaa, joka ei hajoa ruoansulatuselimistössä (Mustonen 2013).



KUVA 1. Ensimmäisen sadon nurmen tyvi (Roivainen 2016-05-30).



KUVA 2. Kolmannen sadon nurmen tyvessä on paljon kuollutta kasvustoa (Roivainen 2018-09-08).

Jälkisadoissa kasvien kuolleen solukon määrä lisääntyy (kuvat 1 ja 2), mikä voi vaikuttaa heikentävästi nurmisadon ravitsemukselliseen laatuun, koska se on huonosti sulavaa. Kasvin kuolleen solukon syntyyn vaikuttavat lehden ikä ja valon määrä. (Virkajärvi, Kykkänen, Hyrkäs ja Parikka 2016, 1–8.) Timoteilla lehdet kuolevat 4–5 viikon kuluttua lehtien muodostumisesta, kun nurminadalla lehdet voivat elää syyskasvustossa viikosta kahteen pidempään (Virkajärvi ja Pakarinen 2010, 26). Heikon ravitsemuksellisen laadun lisäksi kuollut kasvusto aiheuttaa tappioita kuiva-ainesadoissa. Aikaisemman tutkimuksen mukaan kuolleen solukon määrä jälkisadoissa vaihtelee kolmesta prosentista 25 prosenttiin. (Virkajärvi, Hyrkäs, Pakarinen ja Suomela 2012, 188–189.)

Kolmen korjuun strategiassa pellon vesitalouden on syytä olla kunnossa, jotta nurmi kasvaa ja pelto kestää myös syksyllä koneiden painon. Syksyn märkyys voi koitua ongelmaksi korjuun aikana, koska raskas korjuukalusto voi särkeä pellon pintaa ja nostaa maata rehun mukaan, mikä aiheuttaa säilörehun pilaantumista (Hyrkäs ym. 2012, 4–6). Syysadon korjaamatta jättäminen jättää talveksi peltoon odelman, minkä ajatellaan heikentävän nurmen talvehtimistä. KARPE-hankkeessa on tutkittu, että odelman ei heikennä nurmen talvehtimistä, mutta se voi heikentää ensimmäisen sadon rehuarvoa, jos se pääsee koneiden mukana säilörehun sekaan. (Virkajärvi ym. 2011, 34–35.)

2.2 Nurmen satotaso kolmen niiton strategiassa

Kolmen niiton strategialla on mahdollista saada suuri määrä hyvin sulavaa säilörehua, sillä kuiva-ainesatotasotavoite voidaan asettaa kolmen niiton strategiassa kahden niiton strategiaa suuremmaksi. Syksyä kohti päivä lyhenee, jolloin myös kolmannen sadon kasvunopeus on ensimmäistä ja toista satoa huomattavasti hitaampaa. Tämän vuoksi kolmas sato jää yleensä pienemmäksi kuin ensimmäisen ja toisen niiton sato. Kolmannen niiton satotasoa on kuitenkin mahdollista nostaa aikais- tamalla toista korjuuta. Korkeaa kolmannen niiton satotasoa ei kannata tavoitella myöhästyttämällä kolmatta korjuuta, koska myöhään syksyllä kasvu on hidasta eikä sillä ole niin paljon satoa lisäävää vaikutusta. Kolmannen sadon määrään vaikuttaa sekä edellisen korjuun ajankohta että toisen niiton jälkeinen mahdollinen kuivajakso, jolloin kasvit menevät lepotilaan, joka alentaa kolmannen sadon määrää. (Hyrkäs ym. 2016, 1–7.)

Ensimmäisen ja kolmannen niiton sadot poikkeavat toisistaan merkittävästi sekä laadullisesti että määrällisesti, koska kesäkuun loppuun saakka päivä pitenee ja kasvien päivittäisen säteilyannoksen määrä suurenee, kun syksyllä on suuri ilmankosteus ja pidemmät yöt (Virkajärvi ja Pakarinen 2010, 27). Laadullisella sadolla tarkoitetaan nurmen korjuuta sulavuuden mukaan, jolloin sadon kuiva-ainemäärä voi jäädä alhaiseksi. Määrällisellä sadolla sen sijaan tarkoitetaan nurmen korjuuajankohtaa suuren kuiva-ainesadon saamiseksi, jolloin nurmen sulavuus laskee alle tavoitteen. Hyrkkään, Sairasen, Virkajärven ja Suomelan (2012, 4–8) mukaan määrällisen ja laadullisen sadon vaikutukset ovat käänteisiä, sillä myöhään tehdyn sadon määrä on suurempi kuin aikaistetun niiton, mutta sulavuus on alhaisempi myöhäisemmässä niitossa. Myöhäisen sadon seurauksena seuraavan sadon osuus on pienempi kuin aikaisen sadon seurauksena, mutta samalla sulavuus on myöhäisen sadon seurauksena aikaista satoa suurempi. (Hyrkäs ym. 2012, 4–8.)

Aikaisempien tutkimusten perusteella ensimmäisen niiton kuiva-ainesatotaso kolmen niiton strategiassa on yleensä 3 200–4 240 kiloa hehtaarilta, toisen niiton kuiva-ainesatotaso 2 815–3 700 kiloa hehtaarilta ja kolmannen niiton kuiva-ainesatotaso 1 677–2 740 kiloa hehtaarilta. Näiden tulosten perusteella ensimmäisen sadon osuus koko kasvukauden sadosta on ollut 36–46 prosenttia, toisen sadon osuus on ollut 32–37 prosenttia ja kolmannen niiton sadon osuus on ollut 21–31 prosenttia (Hyrkäs ym. 2012, 4–8; Nikander 2018, 22–23; Sairanen 2017, 5–6). Kolmannen säilörehusadon kehitysrytmi ja viljelytekniset ratkaisut -kokeessa (2009–2015) kolmannen niiton satotasot olivat vaihdelleet 790–4 130 kg ka/ha, mutta niittojen ajankohdat olivat vaihdelleet elokuun alusta loka-kuun loppuun saakka (Hyrkäs ym. 2016, 3–7).

2.3 Kolmannen sadon D-arvo

Yleensä ensimmäisen sadon D-arvo alenee viisi grammaa vuorokaudessa (Rinne ym. 2010, 9). KESTO-hankkeessa toisen sadon D-arvon lasku oli ollut keskimäärin 2,5 grammaa vuorokaudessa. Kolmannella sadolla sulavuuden lasku on yleensä hidasta, keskimäärin 0,5 grammaa päivässä. Myöskään D-arvon nouseminen korjuuta myöhästyttäessä ei ole epätavallista, sillä toisinaan on havaittu sekä toisen että kolmannen sadon sulavuuden nousseen. (esimerkiksi Virkajärvi, Hyrkäs, Pakarinen

ja Rinne 2012, 22–46; Kykkänen, Hyrkäs, Sairanen, Virkajärvi, Toivakka, Suomela, Isoahti 2016, 69–123). Kykkäsen ym. (2016, 69–123) mukaan D-arvon nousua niiton jälkeen selittää kasvien jälkiversonta.

Kokeissa on havaittu, että kolmannen niiton rehu on ollut lähes aina hyvin sulavaa, eikä D-arvo ole alittanut 680 g/kg ka suositusta, vaikka kuollutta solukkoa on toisinaan ollut runsaasti. (Hyrkäs ym. 2016, 5–7; Sairanen 2017, 6). Korkeasta kolmannen sadon D-arvosta on raportoitu myös KESTO-hankkeessa, jossa D-arvo oli kolmannella sadolla ollut 733 g/kg ka, vaikka kasvustossa oli ollut kuollutta kasvimassaa (Kykkänen ym. 2016, 69–123).

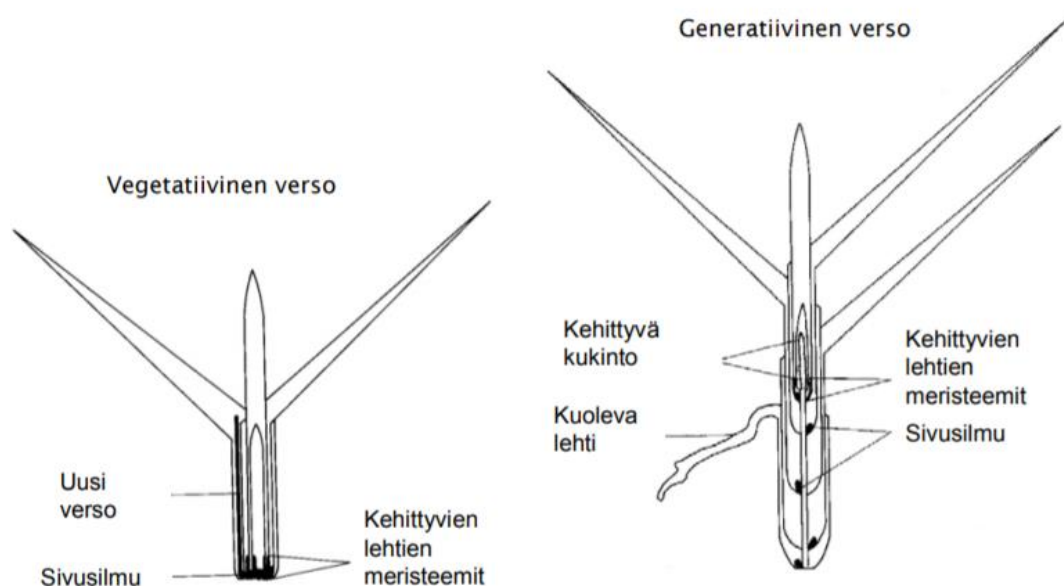
Syysniiton rehuarvon selvitys –kokeessa toisen niiton aikaistaminen oli nostanut energiakorjattua maitotuotosta 0,61 kilogrammaa jokaista kymmenen gramman D-arvon muutosta kohti. Aikaisen toisen niiton D-arvo oli 650 g/kg ka, myöhäisellä toisella niitolla se oli 612 g/kg ka ja kolmannella 681 g/kg ka. Vaikka rehujen D-arvossa oli huomattavia eroja, ei kolmannen niiton sadon suurin sulaavuus ollut lisännyt tuotosta yhtään aikaiseen toiseen niittoon verrattuna, koska kolmannen niiton sadon syönti oli ollut vähäisempää kuin aikaisen toisen niiton sadonsyönti. (Sairanen 2017, 6.)

KARPE-hankkeen tutkimuksen mukaan kolmannella niitolla sai kokonaisuudessaan korkeamman D-arvon omaavaa säilörehua verrattuna kahden niiton strategiaan. Kolmannen sadon kuolleesta kasvustosta huolimatta sen D-arvo oli yltänyt keskimäärin 720–750 g/kg ka. Kolmen niiton strategia ei kuitenkaan lupaa suoraan korkeampaa kokonaissatotasoa, vaan siihen vaikuttavat kasvukauden sääolosuhteet. (Virkajärvi ym. 2011, 34–35.)

2.4 Nurmen kasvuunlähtö niiton jälkeen ja sadon muodostuminen

Nurmen kasvutekijöitä on useita, jotka vaikuttavat nurmisadon kasvuun, määrään ja laatuun. Kasvutekijät voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoihin kasvutekijöihin. Sisäisiä kasvutekijöitä ovat kasvilajin ja –lajikkeen geenien perusteella määräytyvät ominaisuudet. Ulkoisia kasvutekijöitä ovat ympäristön aiheuttamat tekijät kuten esimerkiksi lämpötila, valon määrä, veden ja ravinteiden saatavuus, maan rakenne, maan happamuus ja kasvukauden pituus. (Seppänen, Yli-Halla, Stoddard ja Mäkelä 2008, 7; Yli-Halla 2009, 6.)

Säilörehunurmia kasvatetaan harvoin puhdaskasvustona, sen sijaan niitä viljellään yleensä sekakasvustoina, joissa on eri nurmilajeja sekaisin. Nurmikasvilajit eroavat toisistaan muun muassa jälkikasvunopeudeltaan niiton jälkeen, maittavuudeltaan, lehtevyydeltään, kehitysrytmiltään, talvenkestävyydeltään, satoisuudeltaan ja rehun laatuominaisuuksiltaan. Timotei-nurminatanurmi on yleinen säilörehunurmen seos. Timotei on talvenkestävyydeltään ja maittavuudeltaan hyvä, mutta hitaampi lähtemään kasvuun niiton jälkeen kuin nurminata. Nurminata on lehtevämpi, josta saa massaa nurmisatoon. Kolmen niiton strategiassa on tärkeää valita satoisia, monta niittoa kestäviä ja nopean jälkikasvukyvyyn omaavia lajeja. (Seppänen ja Yli-Halla 2008, 87–88.)



KUVA 3. Versojen poikkileikkaus, jossa sivusilmut ja kehittyvä kukinto eli kasvupiste (Davies 1988; suomennos Virkajärvi ja Pakarinen 2012.)

Niiton jälkeen nurmen kasvuunlähtöön vaikuttaa muun muassa lajin ja lajikkeen jälkikasvukyky. Kuvassa 3 on poikkileikkaus vegetatiivisesta ja generatiivisesta versosta, joissa on kuvattu sivusilmujen ja kasvupisteiden eli kehittyvien lehtien paikat. Vegetatiivisessa versossa kasvupiste sijaitsee maan pinnalla ja verso tuottaa vain uusia lehtiä. Generatiivisessa versossa kasvupiste tuottaa lehtien sijasta kukka-aiheita. Jälkikasvukyky on paras kasveilla, jotka säilyttävät kasvupisteensä niiton jälkeen. Nurminata on yksi lajeista, joka säilyttää jälkikasvukykyänsä niiton jälkeen, koska sen versoista suurin osa on säilyttänyt kasvupisteensä. Timotein jälkikasvu on yleensä hitaampaa, koska se aloittaa kasvunsa kokonaan uusista sivusilmuista. Timotein lajikkeilla on keskenään suuria eroja jälkikasvukyvyssä. Etenkin timotein eteläisillä lajikkeilla jälkikasvukyky on parempi kuin pohjoisilla. (Virkajärvi ja Pakarinen 2010, 25–30.)



KUVA 4. Vuonna 2018 toisen niiton säilörehut olivat hyvin kuivia hellejakson vuoksi (Roivainen 2018-07-18).

Nurmen kasvuun lähtemiseen vaikuttaa lajin ja lajikkeen lisäksi sääolot ennen niittoa sekä niiton jälkeen (kuva 4.). Erityisesti kasvin vedensaanti on ratkaiseva tekijä, sillä nurmikasvit kuluttavat vettä kuiva-ainekiloa kohti noin 400–900 kilogrammaa. Matalajuurisena kasvina timoteille on tyypillistä, että se menee poutasäällä lepotilaan niiton jälkeen, jos tulee pitkä kuivakausi. Tämän vuoksi voi kestää kaksikin viikkoa niiton jälkeen ennen näkyviä kasvuhavaintoja. Timotein jälkikasvukyky kärsii herkästi, jos niittohetkellä kasvin kasvupisteet ovat leikkuukorkeuden yläpuolella ja sivusilmut eivät ole kehittyneet tarpeeksi. Eri niittojen sadonmuodostuminen on erityyppistä, koska siihen vaikuttaa päivänpituus ja vuorokauden keskilämpötila. Toisen ja kolmannen niiton kohdalla päivänpituus lyhenee ja vuorokauden keskilämpötila voi olla yhä korkea, mutta päivittäisen säteilysumman määrä alenee. (Virkajärvi ja Pakarinen 2010, 29.)

Luonnonvarakeskuksen tutkimien nurmen korjuuaikastrategiakokeiden mukaan kolmannen sadon kasvunopeus on ensimmäisen ja toisen sadon kasvunopeuksia hitaampaa, koska nurmen kasvu hidastuu syksyä kohti. Ensimmäisen sadon kasvunopeus on noin 82 kg ka/vrk, kun toisen sadon kasvunopeus on noin 87 kg ka/vrk. Lämpösumman lisäksi edellisten satojen korjuuajankohdat vaikuttavat jälkisatojen kasvuun. Korjuuaikastrategiakokeessa kolmannen sadon kuiva-aineen päiväkasvu hehtaaria kohden oli ollut 35,3 kiloa kuiva-ainetta per vuorokausi. (Hyrkäs ym. 2016.)

2.5 Kolmeen niittoon sopivat nurmiheinälajit Suomessa

Nurmea perustettaessa laji- ja lajikevalinnoilla voidaan vaikuttaa sekä satotasojen- että sadonkorjuukertojen määrään. Kolmea satoa tavoiteltaessa kannattaa valita hyvän jälkikasvukykyyn omaavia lajeja ja lajikkeita. Timotei-lajikkeista parhaiten kolmen niiton strategiaan sopivat eteläisen tyyppin lajikkeet ja muut, joiden jälkikasvukyky on erittäin hyvä, esimerkiksi Grinstad. Jälkikasvukyvyltään hyvien lajikkeiden suuret rehumassat pääsevät oikeuksiinsa kolmessa niitossa. (Hyrkäs ym. 2012, 4–6.) Timotein ja nurminadan seokset ovat yleisimmin käytettyjä lajeja nurmen viljelyssä, mutta myös

ruokonataa käytetään timotein kanssa. Timotein ja nurminadan seokset sopivat nurmen viljelyyn hyvin niiden kasvurytmin ja laadun kehityksen ansiosta. Muita monivuotisia nurmiheinälajeja ovat ruokonata, rainata, koiranheinä ja englanninraiheinä. Italianraiheinä on myös monivuotinen nurmiheinälaji, mutta Suomessa sitä pidetään yksivuotisena, koska se talvehtii harvoin. Westerwoldinraiheinä on yksivuotinen nurmikasvilaji. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 31–32.)

Timotei (*Phleum pratense*) on matalajuurinen kasvi, minkä vuoksi se kärsii helposti kuivuudesta etenkin niiton jälkeen. Tämän vuoksi jälkisadot voivat kuivina kasvukausina jäädä normaalia alhaisemmaksi. Timotein jälkikasvukyky on hitaampi kuin nurminadalla, koska timotei aloittaa kasvunsa kokonaan uusista sivusilmuista. Timotei on maittavuudeltaan hyvä ja sillä on laaja lajikevalikoima, minkä perusteella timotein voi jakaa jälkikasvukyvyn perusteella karkeasti sekä eteläisiin että pohjoisiin lajikkeisiin. Eteläiset lajikkeet ovat jälkikasvukyvyltään pohjoisia lajikkeita parempia, minkä vuoksi eteläisiä lajikkeita kannattaa suosia kolmen niiton strategiassa. Toisaalta eteläisten lajikkeiden talvenkestävyys on heikompia kuin pohjoisten lajikkeiden. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 32.)

Nurminata (*Festuca pratensis*) kestää kuivuutta pitkän juuristonsa vuoksi. Nurminata on lehtevä, mutta sen maittavuus ei ole yhtä hyvä kuin timoteilla (Seppänen ja Yli-Halla 2008, 88). Nurminataa viljellään lähes aina seoksina, koska puhdaskasvuston ongelmana on märkinä kasvukausina jälkisadon laatua alentavat lehtilaikkutaudit (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 32).

Ruokonata (*Festuca arundinacea*) on satoisampi kuin nurminata ja sen viljely on lisääntynyt viime vuosina. Ruokonadasta tulisi korjata kolme satoa vuodessa, koska sen jälkikasvukyky ja kokonaisuus sato on nurminataa parempi. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 33.) Märkinä kasvukausina ruokonadan nopea odelman kasvu voi koitua ongelmaksi, jos kolmatta niittoa ei voida toteuttaa (Nykänen s.a.). Ruokonata kasvattaa vahvan ja laajan juuriston, minkä takia ensimmäisen niiton sato jää perustamisvuoden jälkeen nurminataa alhaisemmaksi (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 33).

Rainata (*Festulolium*) on uusi laji, joka on saatu aikaiseksi risteyttämällä ruoko- tai nurminata italian- tai englanninraiheinän kanssa. Risteytyksellä on haettu lajille natojen hyvää talvenkestävyyttä ja raiheinien hyvää jälkikasvukykyä. Rainadalla on kuitenkin pohjoisessa talvituhoja, joten sen viljely kannattaa Etelä- ja Keski-Suomessa. Ensimmäinen sato jää pieneksi, mutta rainadalla on voimakas pensomis- ja jälkikasvukyky, minkä vuoksi se tuottaa suuria satoja toisessa ja kolmannessa niitossa. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 33.)

Koiranheinä (*Dactylis glomerata*) on syväjuurinen kasvi, minkä vuoksi se kestää kuivuutta. Koiranheinä ei sovellu hyvin seoksiin sen nopean kevään kehitysrytmin takia, koska se korsiintuu ja D-arvo laskee nopeasti. Koiranheinää voi käyttää seoksissa, mutta sen pitää olla valtakasvina, jolloin korjuun voi ajoittaa koiranheinän kehityksen mukaan. Koiranheinällä nurmen korjuu on noin viikkoa aiemmin kuin timoteilla. Sitä viljellään Etelä- ja Keski-Suomessa. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 33.) Koiranheinän heikkoutena etenkin kosteina syksyinä ja jälkisadoissa on sen huono kestävyys lehtilaikkutauteja vastaan. Lehtilaikkutaudit aiheuttavat lehtien kellastumista tai koko lehden

kuolemisen, jotka aiheuttavat sadon laadun menettämistä ja lehtimassan vähenemistä. (Naukkari-
nen, Hannukkala ja Seppänen 2017)

Englanninraiheinä (*Lolium perenne*) on Euroopan yleisin nurmikasvi, mutta Suomessa sitä rajoit-
taa heikko talvenkestävyys. Englanninraiheinä on monivuotinen ja sitä käytetään seoksissa pieninä
määrinä, sillä se lisää ensimmäisen vuoden satoa, mutta vanhemmista nurmista se häviää helposti.
(Niskanen ja Niemeläinen 2010, 34.)

Italianraiheinä (*Lolium multiflorum*) on Suomessa yksivuotinen nurmikasvi, sillä se talvehtii har-
voin. Italianraiheinä kärsii helposti kuivuudesta, mutta sillä on hyvä jälkikasvukyky. Italianraiheinän
sadot painottuvat toiseen ja kolmanteen niittoon, minkä takia ensimmäinen niitto kannattaa tehdä
ajoissa, jotta kasvin jälkikasvukyky voidaan hyödyntää. Italianraiheinää ei kuitenkaan suositella säi-
lörehun raaka-aineeksi, sillä sen kuiva-ainepitoisuus on matala. Westerwoldinraiheinä on myös yksi-
vuotinen nurmikasvi, minkä korjuu on noin kaksi viikkoa aiemmin kuin italianraiheinän. Westerwol-
dinraiheinä on kuiva-ainesadoltaan italianraiheinää parempi, mutta se ei ole niin maittava kuin ita-
lianraiheinä. Westerwoldinraiheinän valkuaispitoisuus ja sulavuus laskevat nopeasti, jotka on otet-
tava huomioon korjuuajankohdassa. (Niskanen ja Niemeläinen 2010, 34.)

2.6 Nurmen tarvitsemat pääravinteet

Pääravinteita ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K), näitä kutsutaan myös makroravinteiksi. Ravin-
teita poistuu paljon sadon mukana. Suosituksena toiselle ja kolmannelle lannoitukselle on lannoittaa
mahdollisimman pian niiton jälkeen, mutta lannoitusta kannattaa myöhästyttää, jos kasvusto kärsii
kuivuudesta ja pouta jatkuu pidempään. Säilörehusadon kannalta nurmen kasville tärkein ravinne
on typpi. Sen tehtävänä on muodostaa valkuaista ja lehtivihreää ja sen kautta yhteyttää. Liiallinen
typpilannoitus kuitenkin lisää talvituhoriskiä. (Virkajärvi, Saarijärvi ja Nykänen 2010, 58–64.)

Fosfori puolestaan on välttämätön ravinne, sillä se on mukana kasvin energiaa vaativissa proses-
seissa muun muassa sadonmuodostuksessa. Kasvin fosforin tarve riippuu saamansa typen määrästä,
etenkin kuivina vuosina fosforipitoisuus jää helposti matalaksi. Fosfori kehittää kasvin juuristoa, joka
on monivuotisilla nurmikasveilla laaja ja tiheä, joka auttaa ottamaan fosforia tehokkaasti maasta.
(Anttila-Lindeman 2017, 48–50; Mäkinie mi 2019.)

Kaliumilla on vaikutus sadon määrään ja laatuun, jota nurmet käyttävät yhtä paljon kuin typpeä.
Kalium myös säätelee hiilidioksidin ottoa kasveihin, mikä vaikuttaa yhteyttämistehokkuuteen, jolloin
kasviin tulee enemmän yhteyttävää massaa. Kaliumilla on vaikutus kasvin kuivuuden- ja kylmänkes-
tävyteen ja se lisää myös korren vahvuutta. (Anttila-Lindeman 2017, 48–50; Mäkinie mi 2019.) Nur-
mikasvit ottavat kaliumia maasta yli tarpeensa, jos sitä on runsaasti saatavilla (Virkajärvi ym. 2010,
58–64). Liiallisesta kaliumista ei ole kasville haittaa, mutta naudalle se on haitallinen. Rehun kalium-
pitoisuuden noustessa yli 30 g/kg ka, se häiritsee kalsiumin ja magnesiumin imeytymistä verenkie-
toon, mikä nostaa riskiä poikima- ja laidunhalvauksille. Nurmen kaliumlannoitustarvekokeen mukaan
kaliumlannoituksen lisäämisellä oli selvä vaikutus nurmen D-arvon alenemiseen. (Hyrkäs, Kykkänen,

Virkajärvi, Pehkonen, Hyvärinen, Järvenranta, Suomela ja Kurki 2014, 107.) Fosforin tavoin myös kaliumin tarve on riippuvainen typen määrästä (Virkajärvi ym. 2010, 58–64).

2.7 Nurmen lannoitus kolmen niiton strategiassa

Kolmen niiton strategiassa käytetyt lannoitteet voidaan käyttää maksimaalisesti, mutta usein lannoitusta rajoittaa ympäristötukiehdot, jotka määräytyvät maan multavuuden mukaan (Hyrkäs ym. 2016). Ympäristötukiehdot sallivat vähämultaisille ja multaville maille 240 kg typpeä per hehtaari, runsasmultaisille maille 230 kg typpeä per hehtaari, erittäin runsasmultaisille maille 220 kg typpeä per hehtaari ja eloperäisille maille 190 kg typpeä per hehtaari, kun nurmi korjataan kolme kertaa. Kahden niiton strategiassa typpilannoituksen maksimimäärät ovat maan multavuuden mukaan eloperäisistä maista vähämultaisiin ja multaviin maihin 160–200 kiloa typpeä hehtaarille. (ELY-keskus, s.a.)

Typpilannoitus jaetaan kolmen niiton strategiassa tyypillisesti niin, että ensimmäisen ja toisen sadon lannoitus ovat saman suuruiset, yleensä 90–100 kg typpeä per hehtaari ja kolmas lannoitus on vähäisempi, yleensä 30–50 kg typpeä per hehtaari. Typpilannoitusta painotetaan ensimmäiselle sadolle, koska nurmisadon satopotentiaali on ensimmäisellä sadolla suurin ja vastaavasti kolmannella sadolla pienin. Ensimmäisen ja toisen sadon typpilannoituksen painotus nostaa kasvukauden kokonaissatoa. Kykkäsen ja Virkajärven mukaan (2014) typpilannoituksen painottaminen syysasadolle voi hyvinkin olla järkevää, sillä se on huomattavasti sulavampaa kuin toinen sato. (Kykkänen ja Virkajärvi 2014, 32–36.)

KARPE-hankkeen mukaan kolmas niitto on mahdollista silloin, kun kevätlannoitus tehdään ajoissa ja ensimmäisen niiton tavoitteena on korkea D-arvo. Näin nurmi lähtee uudelleen nopeasti kasvamaan. (Virkajärvi ym. 2011, 34–35.) Aikaisella kevätlannoituksella on ensimmäisen sadon satotasoa nostava vaikutus. Samoin toiselle ja kolmannelle sadolle on havaittu keskimääräistä nopeampi kasvunopeus, jos lannoitus on tehty pian niiton jälkeen (Kykkänen ym. 2016, 69–123).

Syysniiton rehuarvon selvitys kokeessa vuonna 2014 typpilannoitus oli jaettu eri sadoille seuraavalla tavalla: 100 + 90 + 40 kilogrammaa typpeä per hehtaari. Tällöin kolmannen niiton sato oli ollut 1 677 kg ka, mutta Sairasen mukaan sadon muodostuksiin vaikutti lannoituksen jakaminen, joka olisi pitänyt tehdä tasaisemmin. (Sairanen 2017, 6.)

KESTO-hankkeessa Maaningalla ja Sotkamossa kolmen niiton strategiassa typpi oli jaettu satojen kesken 90 + 90 + 50 kg/ha. Kokeen kasvukaudet olivat olleet poikkeuksellisia sääolosuhteiltaan, jotka olivat eduksi kolmen niiton strategialle. Koevuosina kolmannen niiton kuiva-ainesadot vaihtelivat 2 190–3 800 kilojen välillä. Kokeen perusteella kolmen niiton strategiassa suurempiin typpimääriin panostaminen kannatti, sillä typpi oli hyödynnetty tehokkaammin ja kolmen korjuun strategiassa typen hyväksikäyttötehokkuus oli kahden korjuun strategiaan verrattuna korkeampaa. (Kykkänen ym. 2016, 72–90.)

KESTO-hankkeen niittorytmytys ja lannoitus kenttäkokeessa Maaningalla vuosina 2012 – 2014 osa koeruudut niitettiin ja lannoitettiin kolme kertaa. Koe oli tehty erikseen puhtaille timotei ja nurminata kasvustoille. Kokeen tarkoituksena oli testata toisen korjuun aikaistamista ja lannoituksen jakamisen vaikutuksia kokonaissatoon ja sadon laatuun. Kolmen niiton strategiassa oli käytetty kahta erilaista lannoitteen jakamista. Toisessa typpimäärä oli jaettu eri sadoille perinteisesti 100 + 100 + 30 kg/ha ja sitä verrattiin 120 + 70 + 40 kg typpeä/hehtaari lannoitukseen. Kokeessa kummankin kasvilajin kolmen niiton kasvukauden satotasot olivat molempina vuosina hyvät keskimäärin noin 9 000 kg ka/ha, kun taas kahden niiton satotasot olivat jääneet huomattavasti pienemmiksi molempina vuosina. Kahden niiton satotasot olivat alle 8 000 kg ka/ha molemmilla kasvilajeilla. Toisen niiton aikaistaminen mahdollisti pidemmän kasvuajan kolmannelle niitolle, joka nosti selvästi kolmatta satotasoa. Kokeen tuloksena oli, että lannoituksen jakamisella oli vähäiset vaikutukset sadon määrään, mutta niittoajankohdalla oli enemmän vaikutusta sadon määriin. (Kykkänen ym. 2016, 69–123.)

3 SYÖNTI JA SYÖNTIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Syönti ilmaistaan kuiva-aineina, koska silloin eri rehukomponentit ovat vertailukelpoisia. Lehmän syömä kuiva-aineen määrä vaikuttaa eniten maitotuotokseen, mutta myös maitotuotoksella on vaikutusta kuiva-ainesyöntiin (kuvio 1). (Kyntäjä, Karlström, Rinne, Nousiainen, Palva ja Nokka 2010, 39.) Lypsyssä oleva lehmä syö päivässä keskimäärin noin kolmesta viiteen prosenttia kuiva-ainetta elopainostaan, umpilehmät syövät lypsyssä olevia lehmiä vähemmän. Tällöin 700 kiloa painava lypsävä lehmä syö noin 21–35 kilogrammaa kuiva-ainetta päivässä. (Hulsen ja Aerden 2014, 12.)

Syöntiin vaikuttavia tekijöitä on runsaasti sekä lehmässä että navetan olosuhteissa kuin myös lehmien ruokintatavassa, säilö- ja väkirehussa ja näiden kaikkien yhteisvaikutuksissa. Lypsylehmän ominaisuuksista syöntiin vaikuttavat lehmän ikä, rotu, koko, perinnöllinen maidontuotantokyky, laktaation vaihe ja terveys. Säilörehusta syöntiin vaikuttavat sen sulavuus, käymisaste, kuiva-ainepitoisuus, kuitupitoisuus ja kasvilaji. Lypsylehmän säilörehun syöntiin vaikuttaa myös sen saama väkirehun määrä ja sen koostumus. Muina tekijöinä syöntiin on tarjolla olevan rehun määrä, syöntiaika ja -tila, navetan lämpötila ja rehun jakokertojen määrä. Mahdolliset syöntiä rajoittavat tekijät olisi syytä poistaa mahdollisuuksien mukaan. (Kyntäjä ym. 2010, 41.) Ruokinnansuunnittelun kannalta vapaaehtoisen syönnin määrittäminen olisi tärkeää sen suuren vaihtelun vuoksi, mutta tilatasolla sen arviointi on haastavaa. Mertensin mukaan rehujen ravintoaineiden vaihtelu ei vaikuta yhtä paljon lehmän saamiin ravintoaineisiin kuin syönnin vaihtelu. (Mertens 1994.)

Säilörehun syönti-indeksi kuvaa säilörehun syöntipotentiaalia, jonka tavoitearvo lypsylehmälle on 100–115 pistettä. Syönti-indeksin ollessa vähemmän kuin sata, säilörehun sulavuus tai säilönnällinen laatu voi olla heikko. Väkirehun määrä ruokinnassa vaikuttaa, kuinka paljon lehmä voi syödä karkearehua. Väkirehulla on oma syönti-indeksi, joka perustuu väkirehun koostumuksesta ja väkirehuannoksen suuruudesta. Suurentamalla väkirehuannosta se pienentää säilörehun syöntimäärää. (Kyntäjä ym. 2010, 41.) Syönti-indeksi lasketaan vertaamalla sitä standardisäilörehuun, minkä oletetaan olevan sulavuudeltaan 680 g/kg ka, hapoiltaan 80 g/kg ka, kuiva-ainepitoisuudeltaan 250 g/kg ka ja kuitupitoisuudeltaan 550 g/kg ka. Standardisäilörehu on myös ensimmäisen sadon nurmisäilörehu, joka ei sisällä palkokasveja tai kokoviljasäilörehua. Indeksillä ei suoraan kerro sitä, kuinka paljon lehmä syö rehua vaan indeksi kertoo sen, kuinka paljon syönti muuttuu säilörehun ominaisuuksien muuttuessa. (Rinne, Huhtanen ja Nousiainen 2008, 2.)

Väkirehulle ja koko rehuannokselle voidaan laskea oma syönti-indeksi, josta saadaan selville, kuinka paljon enemmän tai vähemmän lehmä voi syödä vapaasti tarjolla olevaa rehua. Väkirehuannoksen suuruus ja koostumus vaikuttavat väkirehun syönti-indeksiin. Väkirehun syönti-indeksi lasketaan vertaamalla sitä standardiväkirehuruokintaan, jossa väkirehun syönti on kahdeksan kuiva-ainekiloa päivässä, raakavalkuaispitoisuus 170 g/kg ka, hajoavan valkuaisen osuus 0,74 g/g, kuitupitoisuus 250 g/kg ja rasvapitoisuus 40 g/kg ka. Lisäksi mukaan lasketaan väkirehun määrän ja säilörehun syönti-indeksin yhdysvaikutus. Koko rehuannoksen syönti-indeksi muodostuu laskemalla yhteen säilörehun ja väkirehun syönti-indeksit ja vähentämällä sata. (Rinne ym. 2008, 5.)

MalliNurmi-hankkeessa Luke Maaningalla vuonna 2014 tehdyn syysniiton rehuarvon selvitystutkimuksen mukaan eläimet söivät kolmannen niiton säilörehua huonommin kuin toisen niiton, mutta kolmannen niiton rehun energiansaanti oli sama kuin myöhäisen toisen niiton. Tällöin kolmannen niiton korkea energiapitoisuus kompensoi pienempää syöntimäärää. Kokeessa energian hyväksikäyttö oli parasta kolmannella niitolla, joka johtui syöntimäärän alenemisesta. Hyvää energian hyväksikäyttöä on hyvä tavoitella, mutta se ei ole suositeltavaa lypsykauden alussa, jolloin lehmät purkavat kudosvarastojaan. Rehu olisi hyvä loppulypsykauden lehmille, koska silloin ne lihovat herkästi ja tällöin korkea energian hyväksikäyttö olisi eduksi. Kolmannen niiton korkeammasta D-arvosta huolimatta tuotos oli pienempi, mitä olisi voinut olettaa. Alentuneen syöntimäärän vuoksi tuotoskin oli vähäisempi. Kolmannen niiton korkea energian hyväksikäyttö voi aiheuttaa alkulypsykauden lehmillä energiavajetta, minkä vuoksi syysato olisi parempi loppulypsykauden eläimillä tai seoksena muiden niittojen kanssa. (Sairanen 2017, 6.)

3.1 Syöntiin vaikuttavat tekijät lehmässä ja säilörehussa

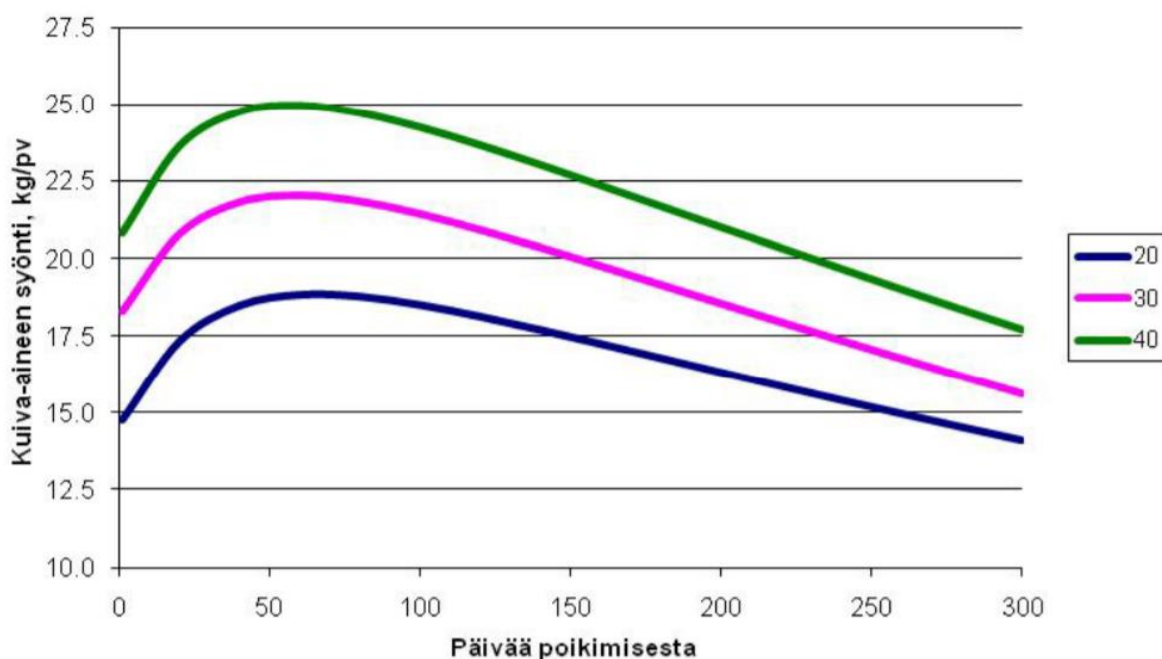
Suurilla ja avararunkoisilla lehmillä (kuva 5) on mahoissa enemmän tilaa rehulle kuin lehmillä, joilla on ahdas runko. Tähän vaikuttavat jalostuksen lisäksi lehmän rotu ja sen ikä. Ensikot eivät ole vielä kasvaneet täyteen kokoonsa, minkä vuoksi ne syövät usein vanhempia lehmiä vähemmän. (AHDB DAIRY 2018.)



KUVA 5. Kuvassa useamman kerran poikanut holstein-rotuinen lehmä (Roivainen 2017-06-04).

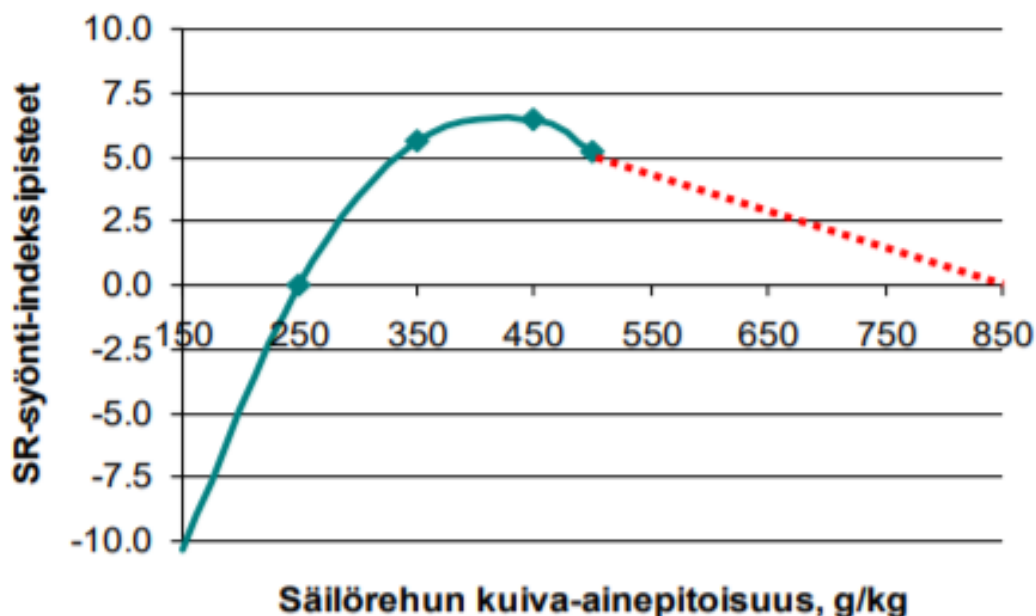
Naudan tuotosvaiheella on vaikutusta syöntiin, sillä korkean tuotannon vaiheessa lehmä kuluttaa paljon energiaa ja ravintoaineita maidon muodostukseen. Ravintoaineita tarvitaan maidon pitoisuuksien muodostamiseen ja energiaa siihen, ettei lehmä laihtuisi voimakkaasti korkean tuotannon

vaiheessa. Paljon tuottava lehmä syö enemmän, sillä kuvion 1 mukaan lehmän syömän rehumäärän ja tuottamansa maidon kanssa on suora yhteys. Kuvioista käy ilmi myös tuotantokauden vaikutus rehun kuiva-ainesyöntiin eri tuotostasoilla. Syönnin maksimi saavutetaan noin 80 päivän kuluessa poikimisesta, kun taas maitotuotoksen maksimi saavutetaan jo noin 35 päivän kuluttua poikimisesta. (Huhtanen, Rinne, Mäntysaari ja Nousiainen 2011; Kyntäjä ym. 2010, 41.)



KUVIO 1. Syönnin vaihtelu 20, 30 ja 40 kilogramman keskimääräisellä päivätuotoksella lypsykauden edetessä (Rinne 2014.)

Säilörehussa syöntiin vaikuttavat muun muassa sulavuus, kosteus, kuitupitoisuus, käymislaatu ja silpun pituus. Rehun D-arvon ollessa korkea se sulaa pötsissä nopeammin ja näin ollen se tulee nopeammin ulos ja sen ei tarvitse olla pötsissä niin kauan kuin rehun, jolla on matala D-arvo. Säilörehun ihanteellinen silpun pituus lehmälle on 4–6 senttimetriä, jolloin ne eivät valikoi rehua. (Hulsen ja Aerden 2014, 14–17.) Säilörehun syönti on korkeimmillaan kuiva-aineen ollessa 420 g/kg ka (kuvio 2). Kuiva-aineen ollessa 420 g/kg ka säilörehun syönti on päivässä 0,7 kg ka suurempi kuin rehun, joka olisi samanlainen, mutta kuiva-ainepitoisuus olisi 250 g/kg ka. Säilörehun kuitupitoisuudella on pieni vaikutus säilörehun vapaaseen syöntiin. Säilörehun kuidun vähentyessä 100 grammaa kilossa kuiva-ainetta (550 grammasta 450 grammaan) syönti-indeksi nousee 0,23 syönti-indeksipistettä, mikä tarkoittaa sitä, että säilörehun syönti lisääntyy noin 0,023 kiloa kuiva-ainetta päivässä. (Rinne ym. 2008, 3.)



KUVIO 2. Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin (Rinne ym. 2008, 4.)

Vapaasti tarjolla olevaan säilörehun syöntimäärään vaikuttaa eläimen väkirehuruokinta, sen suuruus ja koostumus. Suurentamalla väkirehuannosta säilörehun syöntimäärä vähenee samalla kun eläimen kokonaissyönti lisääntyy. (Kyntäjä ym. 2010, 41.) Väkirehun valkuais- ja kuitupitoisuuden suurentaminen lisäävät säilörehun syöntiä, mutta valkuaisen hajoavuuden lisääntyminen alentaa vapaata syöntiä. Myös väkirehun rasvapitoisuuden suureneminen vähentää säilörehun vapaata syöntiä (Rinne ym. 2008, 1).

3.2 Syöntiin vaikuttavat tekijät navetassa ja olosuhteissa

Rehua pitää olla aina saatavilla, kun lehmä menee syömään. Lehmät syövät enemmän, kun rehua on vapaasti saatavilla ja kun niiden ei tarvitse tunteksia ruokintapaikalle (kuva 6). Laumaeläimenä lehmä viihtyy, kun saa syödä yhtä aikaa lajitovereidensa kanssa. Eläin, joka ei mahdu syömään muiden kanssa yhtä aikaa, joutuu syömään nopeammin, joka aiheuttaa eläimelle stressiä ja näin ollen voi vähentää syöntiä. Rehun jakaminen ja eteen työntäminen innostavat lehmiä tulemaan syöntipaikalle, minkä vuoksi rehua kannattaa jakaa tai työntää eteen useita kertoja päivässä ruokintatavasta riippuen. Usean pienen annoksen syöminen on myös lehmän kannalta hyväksi, koska silloin pötsi pysyy täynnä ja pötsin pH:n vaihtelu on vähäisempää. (Hulsen ja Aerden 2014, 1–17.) Märehtiessä rehuun erittyy sylkeä, minkä bikarbonaatti neutralisoi pötsin happamuutta (Vanhatalo 2010, 22).

Vesi on tärkeä syöntiin vaikuttava tekijä, sitä pitää olla jatkuvasti ja helposti saatavilla ja sen pitää olla raikasta. Lehmä juo mieluiten laakeasta ja avoimesta astiasta, josta voi juoda useampi lehmä yhtä aikaa ja jonne voi upottaa turvan. Lypsylehmä juo syömäänsä kuiva-ainekiloa kohti neljästä viiteen litraan vettä. Paras veden lämpötila olisi 17–27 °C. (Hulsen ja Aerden 2014, 1–17.)

Liukkaat lantakäytävät voivat vähentää syöntiä, koska liukkailla käytävillä lehmien kävely on varovaisista, eivätkä ne uskalla liikkua riittämättömän pidon takia käytävillä niin paljon kuin haluaisivat. Tällöin lehmät viettävät kerralla enemmän aikaa makuuparsissa. Myös kapeat lantakäytävät ovat alempi arvoisille yksilöille ahdistavia, koska niillä ei ole tilaa väistää suurempi arvoisia lehmiä. Tällöin alempi arvoisen pitää odottaa, että käytävä on vapaa. Jokaiselle lehmälle on oltava makuupaikka, sillä lehmä viettää päivästä vähintään 12 tuntia makuullaan. Makuupaikkojen riittämättömyys lisää alempiarvoisten lehmien asemaa, jolloin ne joutuvat olemaan jalkeillaan enemmän, minkä vuoksi ne voivat syödä nopeammin, jotta pääsisivät makaamaan. (Hulsen ja Aerden 2014, 18–21.)



KUVA 6. Lehmät syövät säilörehua mieluiten väljässä tilassa, jonne ei tarvitse tungeksia (Roivainen 2016-06-24).

4 MENETELMÄT

Opinnäytetyössä käytettiin kvantitatiivisia eli määrällisiä menetelmiä, ja siinä perehdyttiin erityisesti kolmannen sadon tuotantovaikutuksiin. Tutkimusaineisto on kerätty Luke Maaningan tutkimuspihassa vuoden 2017 lopussa: kokeen ajankohta oli 22.11.2017–3.1.2018. Työn tavoitteena on tutkia kolmannen niiton nurmisäilörehun vaikutusta lypsylehmien maidon pitoisuuksiin, säilörehun syöntiin ja maitotuotokseen suhteutettuna ensimmäisen tai toisen sadon rehuihin.

Koe on toisinto vuoden 2017 alussa tehdylle kokeelle, minkä säilörehut oli tehty vuonna 2016. Kokeiden eroavuutena on, että tässä kokeessa säilörehut oli säilötty laakasiiloihin, kun aiemmassa kokeessa säilörehut olivat pyöröpaaleissa. Kokeessa otettiin huomioon myös lypsylehmien rotukohtaiset erot, mutta niiden välillä ei ollut tilastollisia eroja. Koetuloksia verrataan aikaisemman kokeen tuloksiin. Koetuloksissa analysoidaan maidon pitoisuuksien, tuotoksen ja syöntien lisäksi kokeen nurmen satotasoja.

4.1 Koesuunnitelma

Kolmen niiton kokeessa oli mukana 48 lypsyrotuista lehmää, joista 12 oli ayrshire-rotuisia ja 36 holstein-rotuista. Eläimet jaettiin neljään eri blokkiin poikimakerran, maitotuotoksen ja lypsykauden vaiheen perusteella. Blokkeja olivat ensikot, matalatuottoiset useasti poikineet, korkeatuottoiset useasti poikineet ja loppulaktaatiokauden eli loppulypsykauden lehmät. Blokilla tarkoitetaan osaa koeasetelmasta, jossa eläimet oli ryhmitelty ennen kokeen suorittamista niin, että jokaisessa ryhmässä eli blokkissa eläimet olisivat mahdollisimman yhtenäisiä suhteessa tutkittavaan muuttujaan.

Koe toteutettiin kaksijaksoisena cross over -kokeena, jolloin lehmien seosrehut vaihtuivat jaksojen vaihduttua. Kokeen koeruokintoina oli kolme erilaista seosrehua, jotka määräytyivät ensimmäisen, toisen ja kolmannen niiton mukaan. Jaksojen alussa oli kahden viikon mittaiset totuttelujaksot uusiin seosrehuihin, minkä jälkeen oli keruuviikko. Keruuviikolla tarkoitetaan viikkoa, jolloin maidosta, seosrehuista ja sen raaka-aineista otettiin näytteitä. Maito- ja rehunäytteet lähetettiin laboratorioon analysoitavaksi, lisäksi seosrehuista määritettiin kuiva-ainepitoisuudet Luonnonvarakeskus Maaningalla. Seosrehuissa väkirehuprosentiksi tavoiteltiin 40 prosenttia, joka toteutui kokeessa hyvin. Karkearehun lisäksi seosrehu sisälsi ohraa, rypsirouhetta ja jauheista kivennäistä. Kokeessa oli vapaa-ruokinta, jolloin seosrehua oli koko ajan saatavilla. Kahta lehmää kohden oli yksi Insentec-vaakakuppi (kuva 7). Vaakakupit tunnistavat eläimen korvanapista, minkä perusteella lehmät pääsivät syömään oikeaa koerehua.



KUVA 7. Insentec-vaakakuppi ja toisen niiton rehua (Roivainen 2018-01-06).

Ennen koetta kaikki eläimet olivat olleet samalla ruokinnalla, minkä jälkeen ne jaettiin tasoryhmiin. Taulukossa 1 on esimerkki lehmien ruokinnan sijoittumisesta arvontablokkiin yksi. Arvontablokkeja oli yhteensä kahdeksan. Kokeessa mahdollisia rehujen syöttöjärjestyksiä oli kuusi kappaletta, koska jaksoja oli kaksi ja rehuja kolme. Blokkien sisällä lehmät arvottiin kullekin ruokintajärjestykselle, jolloin blokkeja voidaan tarkastella sequensseina. Ruokintajärjestelmän periaatteena on, että blokin sisällä kaikki mahdolliset rehujärjestykset esiintyvät vain yhden kerran.

TAULUKKO 1. Esimerkki lehmien arvonnasta blokissa 1.

Korva	Nimi	Jakso 1	Jakso 2	Rotu	ArvontaBlokki
		Ruokinta 1	Ruokinta 2		
569	Maisa	A	B	HOL	1
571	Miisa	A	C	HOL	1
575	Manta	B	A	HOL	1
582	Manteli	B	C	AY	1
583	Metku	C	A	HOL	1
584	Muro	C	B	HOL	1

Ensimmäinen jakso alkoi 22.11.2017 ja päättyi 13.12.2017. Ensimmäisen jakson keruuviikko oli 7.12.–13.12.2017, jolloin seosrehusta ja sen rehukomponenteista otettiin näytteitä joka päivä. Toisen jakson ajankohta oli 14.12.2017–3.1.2018, josta keruuviikko alkoi 28.12.2017 ja päättyi jakson loputtua. Molemmilla jaksoilla keruuviikkoa edelsi kaksi kovariaattijaksoa, jolloin lehmät totuttelivat

koeseosrehuun. Keruuviikoilla maidosta otettiin näytteitä kahtena peräkkäisenä päivänä sekä aamu- ja iltalypsyiltä eli kahdeksan näytettä jokaisesta lehmästä.

TAULUKKO 2. Seosrehujen koostumukset

	Seosrehu		
	1	2	3
Kuiva-aine g/kg	355	306	272
Värikirehun osuus g/kg	415	401	395
Väkirehu %	41,5	40,1	39,5
NDF, kg	8,70	8,41	7,03
sr NDF% koko annoksesta	27,3	30,6	29,1
Raakavalkuainen g/kg ka	189	166	161
ME MJ/kg ka	11,7	11,2	11,4
OIV g/kg ka	99,1	92,1	92,3
PVT g/kg ka	43,9	30,5	25,3

Kokeen seosrehujen väkirehun määrän tavoite oli 40 prosenttia koko seosrehusta. Kokeen seosrehuilla päästiin hyvin lähelle tavoitetta (taulukko 2). Lypsylehmälle tavoitellaan koko rehuannoksen kuiva-aineesta karkearehusta peräisin olevaa NDF-kuitua vähintään 25 prosenttia pötsin normaalin toiminnan kannalta. Kokeen kaikilla seosrehuilla päästiin yli 25 prosentin. Seosrehun ongelmana voi joskus olla säilörehun vähäisempi syönti, joka laskee myös väkirehun syöntiä.

4.2 Tilastollinen analyysi

Koetulosten tilastolliseen analyysiin on käytetty SAS-ohjelmistoa. Kokeen kiinteitä muuttujia olivat koejakso, blokki, rotu, rehu sekä rehun ja blokin yhdysvaikutus. Rehun ja blokin yhdysvaikutuksella tutkitaan, onko jollakin rehulla erilainen tuotosvaste erityyppisillä eläimillä. Kokeen satunnaismuuttujina olivat lehmät. Kummankin jakson seosrehujen, säilörehujen sekä väkirehujen kemialliset koostumukset laskettiin keskiarvoina yhdistämällä keruuviikkojen näytteet. Koetulokset ovat myös ensimmäisen ja toisen jakson keskiarvoja.

Havaintodatasta käytiin kaikkien lehmien osalta syönnit ja tuotokset läpi ja huomattavat poikkeamat poistettiin tuloksen luotettavuuden säilymiseksi. Koedatasta piti poistaa kokonaan kaksi lehmää: Toisen lehmän tuotos ja syönti romahti kesken keruuviikon, jolloin luotettavia tuloksia ei saatu. Toinen lehmä onnistui varastamaan huomattavia määriä väärää koerehua toisista Insentec-vaakakupeista, minkä vuoksi tuloksia ei voitu pitää luotettavina.

4.3 Luotettavuus ja eettisyys

Kokeen reliabiliteetti eli luotettavuus on hyvä, koska se on toisinto aiemmin olleeseen kokeeseen, joten kokeista saadut tulokset ovat luotettavimmat. Kokeen tuloksia verrataan aiempaan kokeeseen, jonka perusteella toisinnon tulokset eivät ole sattumanvaraisia. Toisinnon tarkoituksena on minimoida yksittäisen vuoden sääolosuhteet, vaikka vuoden 2017 sääolot olivat haastavat kolmelle

niitolle. Kokeen luotettavuutta nostaa kokeesta oleva data, joka on käsitelty kaikkien muuttujien osalta, jolloin mahdolliset virheet on saatu poistettua tuloksia väärentämästä. Esimerkkinä virheiden poistamisesta on aiemmin mainittu kahden lehmän poistaminen kokeesta, jotta ne eivät vääristä tuloksia.

Ruokintakoe on luotettava, koska sen suunnittelusta vastasi Luke Maaningan tutkijat. Tutkimuksen toteutuksesta vastasivat tutkimuspihaton henkilökunta. Koe oli myös validi eli pätevä, koska kokeeseen oli valittu erilaisia eläinryhmiä, joiden tarkoituksena oli antaa mahdollisimman laaja ja todellinen otos karjasta. Tutkimuksen validiteettia nostaa se, että tuloksilla voidaan tarkastella haluttuja asioita. Tässä tapauksessa haluttuja tarkastuksen kohteita olivat eri niittojen seosrehujen syöty kuiva-aineen määrä, maitotuotos ja maidon pitoisuudet. Kerättyjen maito- ja rehunäytteiden osalta luotettavuus nousee, koska ne on tutkittu laboratorioissa ja molemman koejakson tuloksista on laskettu keskiarvot tulosten tarkasteluun.

Luonnonvarakeskuksen toimipiste noudattaa kokeessa heille asetettuja määräyksiä ja koe on tehty yleisesti hyväksytyjen periaatteiden ja eläinten hyvinvointimääräysten mukaisesti. Toisten henkilöiden tuottamia tietoja ei plagioida tai esitetä omina, vaan niihin viitataan lähdeviitteillä. Lähdeviitteiden avulla lähdeluettelosta löytää alkuperäisen lähteen, josta tiedon oikeellisuuden voi tarvittaessa tarkistaa.

4.4 Työn toteutus

Kokeen aikana seosrehujen karkearehukomponenteista määritettiin kuiva-aineet aina, kun seosrehua tehtiin. Valmiista seosrehuista kuiva-aineet määritettiin kahdesti viikossa, kun taas näytteiden keruuviikolla ne määritettiin joka päivä. Lisäksi ohrasta ja rypsirouheesta määritettiin keruuviikolla yksi kuiva-aine analyysi. Kuiva-aineiden määrittäminen tapahtui uunissa, jossa näytteet olivat vuorokauden. Ennen uuniin laittoa punnittiin kahteen eri astiaan samaa rehua, jotta tulos olisi luotettavampi ja seuraavana päivänä rehut punnittiin ja kirjattiin ylös. Säilörehuista ja väkirehuista otettiin lisäksi näytteet pakkaseen.

Säilörehuista määritettiin Jokioisilla primaarinen ja sekundaarinen kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen, kuitu (NDF), sellulaasiliukoisuus, pH, ammonium-N, maitohappo, muurahaishappo, haihtuvat rasvahapot eli VFA ja etanoli. Väkiureasta analysoitiin primaarinen ja sekundaarinen kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen, raakarasva, raakakuitu ja kuitu (NDF). Maitonäytteet otettiin keruuviikon aikana kahtena peräkkäisenä päivänä sekä aamu- että iltalypsyltä eli yhteensä kahdeksan näytettä lehmästä. Maitonäytteet toimitettiin Valion laboratorioon, jossa niistä määritettiin rasva, valkuainen, laktoosi, urea ja maidon soluluku.

5 TULOKSET

Tulosten tarkastelussa on käytetty kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmää, jossa korostetaan syytä ja seurausta. Määrällisen tutkimuksen apuna käytetään aiempia teorioita ja tutkimuksia. (Vilkkä 2007.) Tuloksissa käydään läpi eri niittojen rehujen kuiva-ainesyönnit, maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet, maidon urea sekä maitotuotos ja energiakorjattumaitotuotos. Edellä mainittuja tuloksia vertaillaan myös eri blokkien kesken.

Tuloksien merkitsevyyttä tarkastellaan p-arvon avulla, joiden perusteella voidaan kertoa esimerkiksi, onko tulos tilastollisesti merkitsevä, erittäin merkitsevä vai suuntaa antava. Tilastollisesti merkitsevän raja on $p < 0,05$. P-arvo $< 0,001$ tarkoittaa, että tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Tulosta voidaan pitää suuntaa antavana P-arvon ollessa suurempi kuin 0,05 mutta pienempi kuin 0,1. P-arvoa käytetään kuvaamaan kahden eri muuttujan välistä suhdetta (Vilkkä 2007, 13). Tilastollisesti erittäin merkitsevät erot voivat numeerisesti olla hyvin pieniä, eivätkä tulokset suoraan kerro mistä erot johtuvat. (KvantiMOTV 2003.)

5.1 Koenurmien satotasot

Kokeen ensimmäinen niittoajankohta oli 21.6.2017, toinen 27.7.2017 ja kolmas 25.9.2017. Ensimmäisen niiton satotaso oli 2 965 kg ka/ha. Toisen niiton satotaso oli 1 988 kg ka/ha ja kolmannen niiton satotaso oli 2 503 kg ka/ha. Vuoden 2017 kasvukauden satotaso oli yhteensä 7 456 kg ka/ha. Kokeessa koko kasvukauden sadosta ensimmäisen sadon osuus oli 39,8 prosenttia, toisen sadon osuus oli 26,7 prosenttia ja kolmannen sadon osuus oli 33,6 prosenttia.

Kokeessa ensimmäisen ja toisen niiton satotasot kg ka/ha olivat aikaisempiin kokeisiin verrattuina alhaisempia, mutta kolmannen niiton satotaso ylsi tavanomaisiin lukemiin. Vaikka ensimmäisen niiton kg ka/ha -satotaso oli tavanomaista alhaisempi, voidaan sitä pitää prosenttiosuusiensa puolesta tavanomaisena kasvukauden kokonaiskuiva-ainesadosta. Prosenttiosuusiensa puolesta kolmannen niiton satotaso oli hieman tavallista korkeampi, mutta tämä voi selittyä toisen niiton huomattavasti alhaisemmalla satotasolla. Kokonaissato jäi alhaisemmaksi verrattuna aiemman kokeen satotasoon, jossa kokonaiskuiva-ainesato kasvukaudelta oli ollut 8 800 kilogrammaa hehtaarilta (Nikander 2018).

5.2 Koerehujen kemialliset koostumukset ja rehuarvot

Taulukossa 3 on esitetty koerehujen kemialliset koostumukset ja rehuarvot. **Säilörehun happamuus eli pH** kertoo maitohappokäymisen tasosta. Säilörehulle tavoitellaan alle 4,0 pH-arvoa, koska silloin alkuvaiheen säilönnässä toimineet haitalliset bakteerit on saatu kuriin, joita tulee rehun sekaan lähinnä maaperästä. (Moisio ja Heikonen 1992, 130.) Vaikka säilörehulle on tavoite-pH, rehun happamuus on riippuvainen rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Kuivalla rehulla pH voi olla yli 4,0 ilman, että säilörehu olisi virhekäynyttä. Kokeessa ensimmäisen ja toisen niiton säilörehujen pH-arvot olivat 4,07 ja 4,06, kun kolmannen niiton säilörehun happamuus oli 3,89.

TAULUKKO 3. Koerehujen kemialliset koostumukset ja rehuarvot

	1. niitto	2. niitto	3. niitto	ohra	rypsi
Säilönnällinen laatu					
pH	4,07	4,06	3,89		
Ammoniumtyppi, g/kg ka	1,4	1,6	1,7		
Maitohappo, g/kg ka	64,9	60,8	84,5		
Muurahaishappo, g/kg ka	14,4	16,0	18,1		
Haihtuvat rasvahapot (VFA), g/ kg ka	18,4	23,0	13,3		
Josta etikkahappoa, g/kg ka	17,9	19,0	13,0		
Josta propionihappoa, g/kg ka	0,2	0,5	0,2		
Josta voi-happoa, g/kg ka	0,2	3,0	0,1		
Sokeri, g/kg ka	18,7	10,5	63,8		
Koostumus					
Kuiva-aine, g/kg ka	264	212	186	872	877
Raakavalkuainen g/kg ka	205	166	159	119	381
Kuitu (NDF) g/kg ka	466	510	482	210	270
D-arvo g/kg ka	728	655	671		
Tuhka g/kg ka	92,6	101,9	110,0	22,8	73,9
Raakarasva g/kg ka				15,9	34,7
Raakakuitu g/kg ka				46,2	125
Rehuarvot					
ME (energia-arvo) g/kg ka	11,7	10,5	10,7	13,3	11,3
OIV g/kg ka	92,8	81,4	82,2	97,9	170,0
PVT g/kg ka	68,6	45,0	36,3	-27,2	155,1
Säilörehun syöti-indeksi	112	86	92		

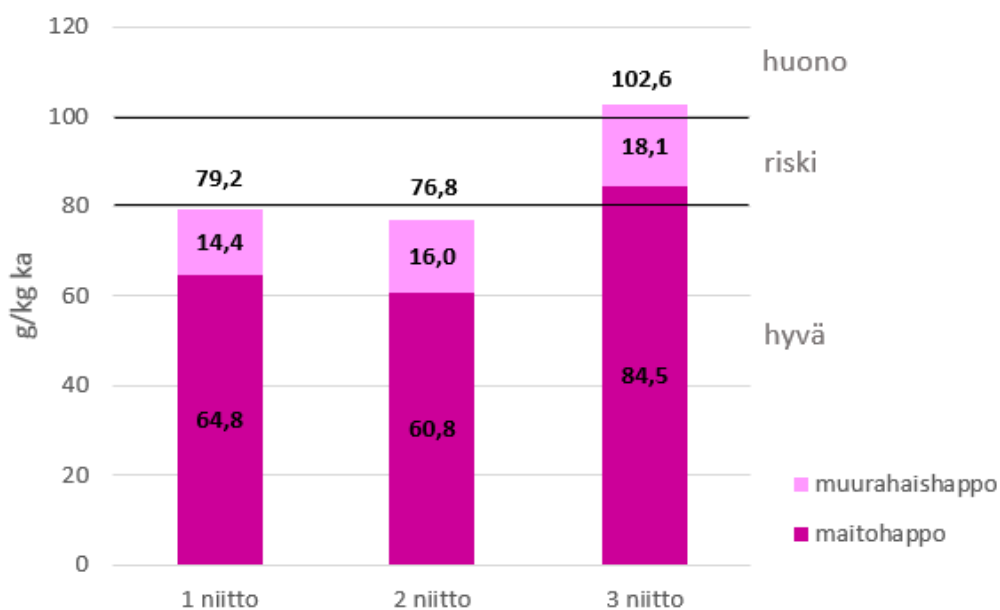
Säilörehun sokeripitoisuutta kannattaa tutkia säilymisen kannalta. Yleisesti tiedetään, että säilörehusta tulee huonoa ja se pilaantuu helposti, jos sokeri loppuu kesken maitohappokäymisen. (Jaakkola, Sairanen, Nousiainen ja Rinne 2010, 92; Moisio ja Heikonen 1992.) Kokeen toisen niiton säilörehun sokeripitoisuus oli alhainen 10,5 g/kg ka, kun tavoitteena on 50–150 g/kg ka. Kokeen rehuista tavoitearvoon pääsi vain kolmannen niiton säilörehu. Moisio ja Heikosen (1992, 104–127) mukaan säilörehun sokeripitoisuuden kasvaessa etikkahapon osuus pienenee ja säilörehun säilönnällinen laatu paranee. Rehuanalysien mukaan toisen niiton säilörehun säilymisessä on tapahtunut jotakin, joka on johtanut lievään virhekäymiseen. Virhekäymisestä kertoo muun muassa matala sokeripitoisuus. Kolmannen niiton rehun sokeripitoisuus oli 63,8 g/kg ka, joka on 53,3 g/kg ka suurempi kuin toisen niiton sokeripitoisuus ja 45,1 g/kg ka korkeampi kuin ensimmäisen niiton sokerimäärä.

Säilörehun säilönnällisen laadun arvioinnissa käytetään **haihtuvia rasvahappoja eli VFA** (*volatile fatty acids*), joista merkittävimmät ovat etikka-, propioni- ja voi-happo (Jaakkola 2010, 52–59). Muita haihtuvia rasvahappoja edellä mainittujen lisäksi on isovaleriaanahappo, isovoihappo, kapronihappo ja valeriaanahappo. Haihtuvien rasvahappojen määrä kuvaa säilörehun mahdollisen sivu- ja virhekäymisen määrän. Tavoitearvona hyvin säilyneelle säilörehulle on alle 20 g/kg ka (Nousiainen 2010, 93). Kokeessa toisen niiton säilörehussa oli haihtuvia rasvahappoja eniten, joista myös etikkahappoa oli enemmän kuin ensimmäisen ja kolmannen niiton säilörehuissa. Haihtuvista rasvahapoista propionihappoa oli toisen niiton säilörehussa 0,5 g/kg ka, kun ensimmäisen ja kolmannen niiton rehussa

sitä oli molemmissa 0,2 g/kg ka. Huuskosen mukaan säilörehun korkea ammoniumtyppi- ja voihapopitoisuus kertovat säilörehun virhekäymisestä, joka alentaa syöntiä (Huuskonen s.a.). Toisen niiton voihapopitoisuus oli 3,0 g/kg ka, kun ensimmäisessä niitossa se oli 0,2 g/kg ka ja kolmannessa niitossa 0,1 g/kg ka.

Säilörehun tavoitteena on mahdollisimman pieni etikkahapon pitoisuus, käytännössä sitä ei tarvitsisi ollenkaan (Moisio ja Heikonen 1992, 104–127). Poikkeuksena on säilörehun jälkilämpenemisen estäminen heterofermentoituneilla ympeillä, jotka nostavat säilörehun etikkahappopitoisuutta (Sairanen 2019). Etikkahapon ylärajana pidetään hyvässä ja hyvin säilyneessä säilörehussa 20 g/kg ka, johon kaikki kokeen kolme säilörehua sijoittuivat. Kokeessa paikkaansa piti sokeripitoisuuden ja etikkahapon välinen osuus, sillä kolmannen niiton säilörehussa sokeria oli eniten (63,8 g/kg ka) ja etikkahappoa vähiten (13,0 g/kg ka). Ensimmäisen niiton säilörehussa sokeria oli 18,7 g/kg ka ja etikkahappoa 17,9 g/kg ka. Toisen niiton säilörehussa sokeria oli 10,5 g/kg ka ja etikkahappoa 19,0 g/kg ka.

Rehun käymisen yhteydessä sokeri muuttuu maitohapoksi, joka on tehokkain pH:n laskija ja, joka määrää säilörehun happamuuden yhdessä **muurahaishapon** kanssa. Moisio ja Heikosen mukaan happamammassa rehussa on suurempi **maitohappopitoisuus**, vaikka säilörehun suuri maitohappopitoisuus ei suoraan kerro happamasta rehusta. (Moisio ja Heikonen 1992, 93.) Kuviossa 3 on kuvattu eri niittojen maito- ja muurahaishapon yhteismäärät. Kuviossa on säilörehun säilönnällisen laadun kannalta eritelty happojen yhteismäärän hyvä–riski–huono alueet. Kokeessa kolmannen niiton rehu oli selvästi happaminta (pH 3,89) verrattuna ensimmäisen ja toisen niiton rehuun (pH 4,07 ja 4,06) ja kolmannen niiton säilörehussa oli selvästi enemmän maitohappoa (84,5 g/kg ka) kuin ensimmäisen ja toisen niiton säilörehuissa (64,8 g/kg ka ja 60,8 g/kg ka). Muurahaishapon määrä oli korkein kolmannen niiton säilörehussa ja matalin ensimmäisen niiton säilörehussa.



KUVIO 3. Eri niittojen muurahaish- ja maitohappojen yhteismäärät

Kokeessa ensimmäisen niiton säilörehussa oli korkein **kuiva-ainepitoisuus** verrattuna jälkisatoihin. Ensimmäisen niiton säilörehun kuiva-aine oli 264 g/kg ka, toisen niiton säilörehun kuiva-aine oli 212 g/kg ka ja kolmannen niiton säilörehun kuiva-aine oli 186 g/kg ka (kuva 8). Kolmannen niiton alhainen kuiva-aine oli odotettavissa pidentyneiden öiden ja suuren ilmankosteuden vuoksi. Rinteen ym. (2008) mukaan säilörehun kuiva-ainepitoisuuden ollessa noin 420 g/kg ka säilörehun syönti on suurimmillaan.

Ensimmäisen niiton säilörehussa oli huomattavasti enemmän **raakavalkuaista** kuin toisen ja kolmannen niiton säilörehuissa. Toisen ja kolmannen niiton säilörehujen raakavalkuaispitoisuuksien vaihtelu oli vähäistä. Typpilannoituksen lisääminen ja korjuun aikaistaminen nostavat raakavalkuaispitoisuutta säilörehussa, kun taas kuiva-ainesadon lisääntyminen alentaa raakavalkuaispitoisuutta (Nousiainen 2010, 93).



KUVA 8. Kolmannen niiton seosrehu oli märkää (Roivainen 2017-12-31).

Ensimmäisessä niitossa oli korkein **sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa (D-arvo)** 728 g/kg ka, joka ennakoiki toisen niiton alemmaa D-arvoa. Toisen niiton D-arvo oli matalin sen ollessa 655 g/kg ka ja kolmannen niiton D-arvo oli 671 g/kg ka. Rehutaulukoiden mukaan kolmas sato on yleisesti ottaen hyvin sulavaa (D-arvo 700 g/kg ka) ja sen lasku on hyvin hidasta (Hyrkäs ym. 2016; Luonnonvarakeskus 2015). Kolmannen sadon D-arvon lasku on hidasta lyhentyneen

päivän pituuden ja viilenneiden sääolosuhteiden vuoksi, jolloin nurmi kasvaa hitaasti. Kuolleen kasvimaan ajatellaan heikentävän sulavuutta, mutta kolmannen niiton nurmessa on puolestaan vähän kortta, minkä vuoksi kolmannen sadon D-arvo pystyy pysymään korkeana (Hyrkäs ym. 2016).

Kertomalla D-arvo luvulla 0,016 saadaan karkearehun muuntokelpoinen energia (ME-arvo) (Luonnonvarakeskus 2019). Ensimmäisen niiton nurmisäilörehussa oli **muuntokelpoista energiaa** 1,2 MJ/kg ka enemmän kuin toisessa niitossa ja 1,0 MJ/kg ka enemmän kuin kolmannessa niitossa. Toisen ja kolmannen niiton säilörehujen energia-arvot poikkesivat toisistaan vain 0,2 MJ/kg ka, koska säilörehujen D-arvot poikkesivat toisistaan vain 16 g/kg ka.

Ohutsuoletta imeytyvän valkuaisen eli **OIV:n** määrä oli suurin ensimmäisen niiton säilörehussa verrattuna toiseen ja kolmanteen niittoon. **Pötsin valkuai-aste (PVT)** oli korkeimmillaan ensimmäisen niiton säilörehussa, jossa se oli 68,6 g/kg ka, kun matalimmillaan PVT oli kolmannen niiton säilörehussa sen ollessa 36,3 g/kg ka. Toisen ja kolmannen niiton PVT arvoissa oli 8,7 g/kg ka:n ero.

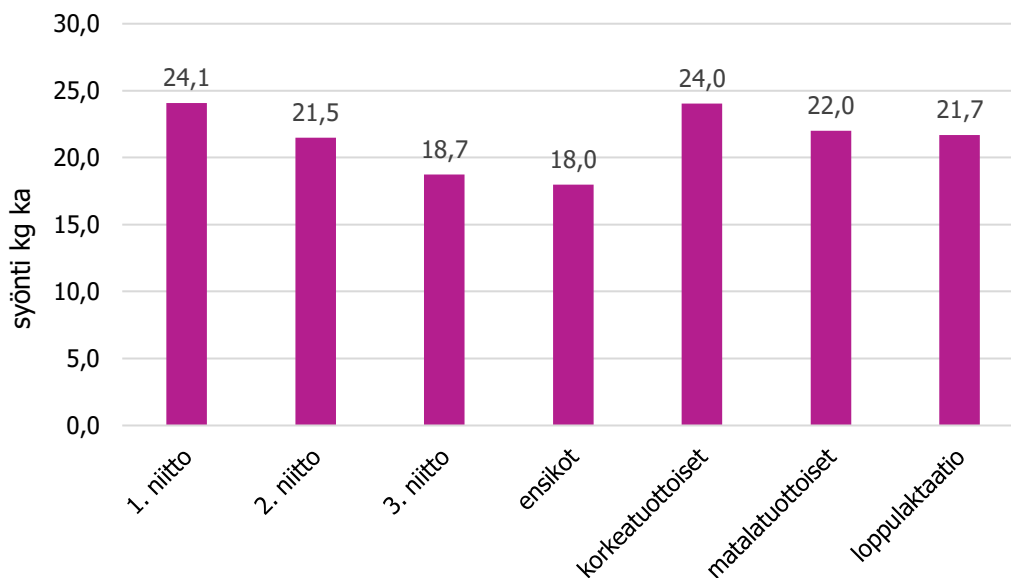
Neutraalidetergenttikuitu (NDF) eli soluseinäkuitu kuvaa rehun soluseinäaineksen kokonaispitoisuutta. Soluseinäkuitu koostuu hiilihydraattien lisäksi ligniinistä ja kuituun sitoutuneesta valkuaisesta. (Jaakkola 2010, 52–59.) Lyhenne NDF tulee sanoista *neutral detergent fibre*. Toisen niiton säilörehussa oli kuitua 28 g/kg ka enemmän kuin kolmannen niiton säilörehussa ja 44 g/kg ka enemmän kuin ensimmäisen niiton säilörehussa. Ensimmäisen niiton D-arvo oli 73 g/kg ka korkeampi kuin toisen niiton nurmisäilörehussa ja 57 g/kg ka enemmän kuin kolmannen niiton nurmisäilörehussa. Kolmannen niiton alhainen NDF-osuus on normaalia, koska syksyllä kasvin vanheneminen on varsin hidasta (Hyrkäs ym. 2016). Ensimmäisen sadon alhaisin kuidun osuus kertoo aikaisin tehdystä ensimmäisestä säilörehusta, jolloin kasvin lignifioituminen on ollut vähäistä. Ligniinin tehtävänä on sitoa kasvisolut toisiinsa sekä lujittaa kuitua ja heikentää soluseinässä olevien hiilihydraattien ja valkuaisen sulatusta. Ligniinin määrä lisääntyy kasvin vanhetessa, joten sitä on runsaasti myöhään korjatussa säilörehussa. (Jaakkola 2010, 52–59.)

5.3 Säilörehujen kuiva-aine syönti

Kuviossa 4 on kuvattu eri niittojen ja jokaisen blokin säilörehun kuiva-ainesyönnit. Kuvioista käy ilmi, että ensimmäisen niiton säilörehun syönti oli 24,1 kuiva-ainekiloa, joka oli 2,6 kuiva-ainekiloa enemmän kuin toisen niiton ($p < 0,001$) ja 5,4 kuiva-ainekiloa enemmän kuin kolmannen niiton ($p < 0,001$) säilörehun syönti. Ensimmäisen ja kolmannen niiton välinen ero on poikkeuksellisen suuri (Sairanen 2017). Toisen niiton säilörehua syötiin 2,8 kuiva-ainekiloa enemmän kuin kolmannen niiton ($p < 0,001$).

Ensikot söivät kokeen aikana säilörehua 6,1 kuiva-ainekiloa vähemmän kuin korkeatuottoiset lehmät ($p < 0,001$). Loppulaktaatiokauden lehmät söivät matalatuottoisia lehmiä 0,3 kuiva-ainekiloa vähemmän, mutta tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,971$). Korkeatuottoiset lehmät söivät matalatuottoisia lehmiä 2,0 kuiva-ainekiloa enemmän ($p = 0,044$). Rotukohtaiset erot kuiva-ainesyönneissä

olivat tilastollisesti merkitseviä. Ayrshire-rotuisten rehunkulutus oli 20,8, joka oli 1,3 kuiva-ainekiloa vähemmän kuin holstein-rotuisilla ($p=0,041$).



KUVIO 4. Rehujen syöntimäärät niitoittain ja blokeittain

Säilörehun syönti-indeksi lasketaan seuraavalla kaavalla (Huhtanen, Rinne ja Nousiainen 2007.):

$$\text{Säilörehun syönti-indeksi} = 100 + 10 \times [(D\text{-arvo} - 680) \times 0,0170 - (\text{hapot} - 80) \times 0,0128 + (0,0198 \times (KA - 250) - 0,00002364 \times (KA^2 - 250^2)) - 0,44 \times \text{jälkisatosäilörehun osuus} + 4,13 \times \text{palkokasvien osuus} - 2,58 \times \text{palkokasvien osuus}^2 + 5,90 \times \text{kokoviljasäilörehun osuus} - 6,14 \times \text{kokoviljasäilörehun osuus}^2 - 0,0023 \times (550 - \text{kuitu})].$$

Kokeessa ensimmäisen niiton säilörehun syönti-indeksiksi laskettiin 112, toisen niiton säilörehussa se oli 86 ja kolmannen niiton säilörehun syönti-indeksi oli 92. Hyvän säilörehun ohjeellisena syönti-indeksin arvona pidetään yli 100. Rinteen ja Nousiaisen mukaan ensimmäisen niiton rehua syödään enemmän kuin jälkisadon rehua, vaikka koostumus olisi samanlainen (Rinne ym. 2008). Kolmannen niiton vähäisempään syötiin vaikutti myös rehun märkyys (kuva 8), koska sen kuiva-aine oli 183 g/kg ka. Kolmannen niiton vähäisimmän syönnin synä voi märkyiden lisäksi olla säilörehun korkea maitohappopitoisuus, joka alentaa maittavuutta ja sitä kautta vähentää syöntiä. Aikaisempien kokeiden perusteella suuri maitohappopitoisuus säilörehussa vähentää maittavuutta (Seppälä 2012) sekä on todettu, että käymishappojen lisääntyessä 10 g/kg ka, syönti vähenee 128 g/kg ka päivässä (Rinne ym. 2008).

Säilörehujen syöntiä verrattuna aikaisempaan vastaavaan kokeeseen (Nikander 2018.), toisinnon eri niittojen kuiva-ainesyöntien erot olivat poikkeuksellisen suuria. Aiemmassa kokeessa ensimmäisen niiton seosrehua oli syöty toisen ja kolmannen niiton seosrehua vain 0,9 kg ka ja 1,0 kg ka enemmän. Aiemman kokeen kokonaiskuiva-ainesyönnin vaihteluväli oli ollut 21,4–22,4 kg ka, (Nikander 2018.) kun toisinnon eli tämän kokeen vaihteluväli oli 18,7–24,1 kg ka. Syönti-indeksit ja säilörehun

kemiallinen koostumus selittää vain osan kolmannen niiton heikommasta syönnistä, kun loput jäävät tarkemmin määrittelemättömälle maittavuudelle.

5.4 Maitotuotos ja energiakorjattu maitotuotos

Taulukko 4 kuvaa maitotuotoksia ja maidon pitoisuuksia niitoittain. Ensimmäisen niiton seosrehua syöneiden lehmien maitotuotos oli korkein, joka oli 33,4 kiloa. Tämä oli 2,7 kiloa enemmän kuin toisen niiton seosrehua syöneiden tuotos ($p < 0,001$). Kolmannen niiton säilörehua syöneiden tuotos oli 6,2 kiloa vähemmän kuin ensimmäisen niiton säilörehua syöneiden lehmien tuotos ($p < 0,001$). Ensimmäisen niiton säilörehun suurempi maitotuotos selittyy sen suuremmalla kuiva-ainesyönnillä ja rehun erittäin korkealla D-arvolla (726 g/kg ka) sekä hyvällä maittavuudella (syönti-indeksi 112). Näiden tekijöiden perusteella rehusta saa enemmän ravintoaineita, jotka vaikuttavat maitotuotokseen positiivisesti.

Energiakorjattu maitotuotos (EKM) lasketaan maitotuotoksen, maidon rasva-, valkuais- ja laktoosipitoisuuksien perusteella seuraavalla kaavalla (Sjaunja, Baevre, Junkkarinen, Pedersen ja Setälä 1990):

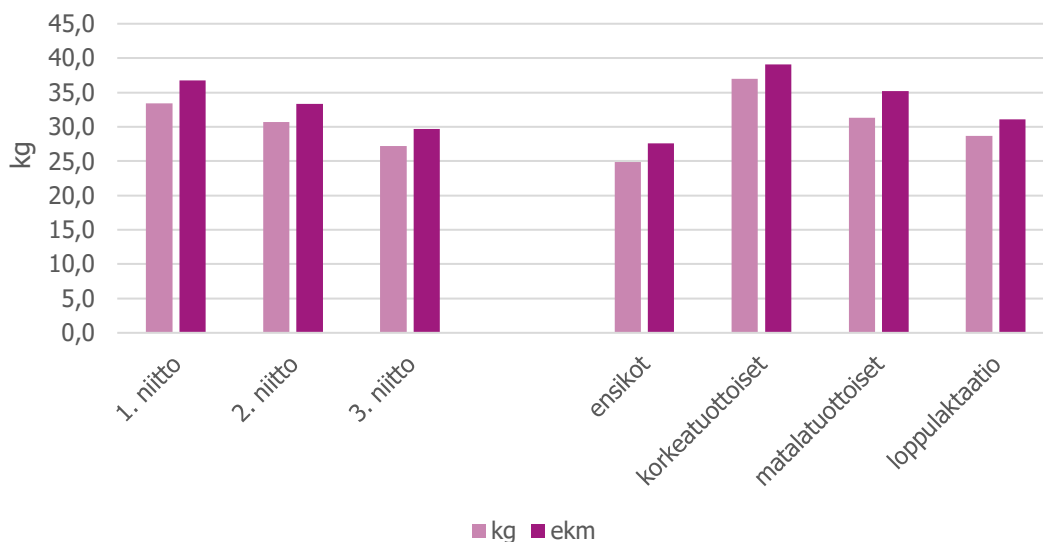
$$\text{Energiakorjattu maitotuotos (kg)} = \text{maitotuotos (kg)} \times (383 \times \text{rasva-\%} + 242 \times \text{valkuais-\%} + 165,4 \times \text{laktoosi-\%} + 20,7) / 3140.$$

Ensimmäisen niiton ruokinnalla energiakorjattu maitotuotos oli 36,7 kiloa, joka oli toisen niiton ruokintaa 3,3 energiakorjattua kiloa enemmän ($p < 0,001$) ja kolmannen niiton ruokintaa 7,1 kiloa enemmän ($p < 0,001$). EKM-tuotoksen vaihtelu oli vähäisintä verrattuna ensimmäiseen ja toiseen sekä toiseen ja kolmanteen niittoon, kun ensimmäisen ja toisen niiton säilörehujen ero oli 3,35 kiloa ja toisen ja kolmannen niiton säilörehujen ero oli 3,72 kiloa.

TAULUKKO 4. Tuotokset ja maidon pitoisuudet korjuukerran mukaan

	Korjuukerta			Tilastolliset merkitsevyydet		
	1	2	3	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
Maito, kg/pv	33,4	30,7	27,2	<0,001	<0,001	<0,001
EKM, kg/pv	36,7	33,4	29,7	<0,001	<0,001	<0,001
Rasvapitoisuus	4,76	4,72	4,76	0,816	0,999	0,808
Valkuaispitoisuus	3,70	3,59	3,53	0,003	<0,001	0,105
Urea, mg/100 ml	30,8	25,9	23,7	<0,001	<0,001	0,004

Kuvio 5 kuvaa maitotuotoksia ja energiakorjattuja maitotuotoksia niittojen lisäksi blokeittain. Korkeatuottoiset lehmät lypsivät matalatuottoisia lehmiä 5,6 kiloa enemmän, mutta tilastollisesti tulos oli suuntaa antava ($p = 0,007$). Ensikot lypsivät 24,9 kiloa päivässä, joka oli loppulaktaatiokauden lehmiä 3,8 kiloa vähemmän, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,115$). Ensikoiden alhaisempi maitotuotos selittyy niiden vähäisimmällä rehunsyönnillä. Ayrshire-rotuiset lehmät lypsivät päivässä holstein-rotuisia lehmiä 2,5 kiloa vähemmän ($p = 0,075$). Ayrshiren tuotokseen vaikutti osaltaan myös niiden pienempi rehunsyönti verrattuna holsteiniin, tulos oli tilastollisesti suuntaa antava.

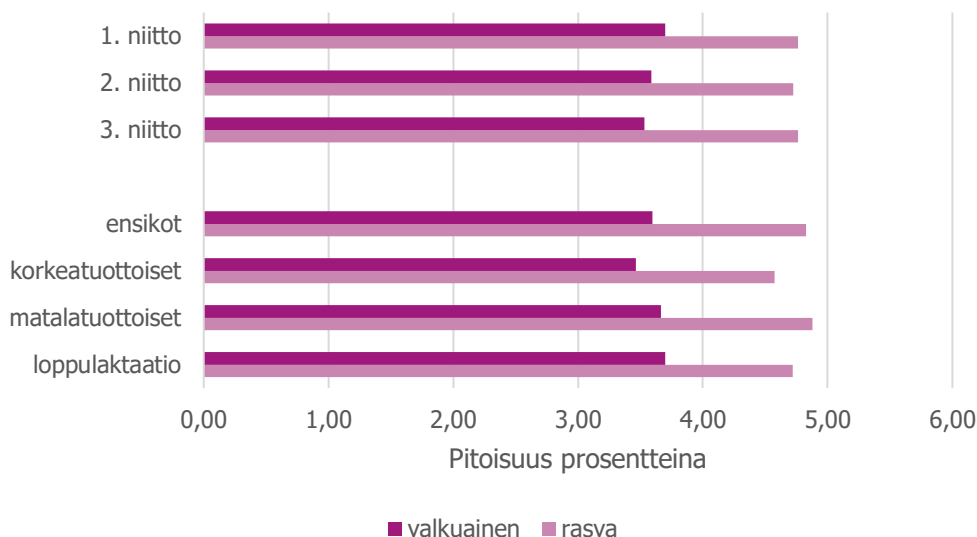


KUVIO 5. Maitotuotokset ja energiakorjatut maitotuotokset niitoittain ja blokeittain

Ensikoiden energiakorjattu maitotuotos kokeessa oli 27,6 kiloa, joka oli korkeatuottoisia lehmä 11,5 kiloa vähemmän ($p < 0,001$). Korkeatuottoisten lehmien EKM oli matalatuottoisten lehmien energiakorjattua maitotuotosta numeroarvoisesti 3,9 kiloa enemmän. Loppulaktaatiokauden lehmien energiakorjattu maitotuotos oli matalatuottoisten energiakorjattua maitotuotosta 4,1 kiloa vähemmän ($p = 0,041$), tulos oli tilastollisesti merkitsevä. Ayrshire-rotuisten energiakorjattu maitotuotos oli tilastollisesti merkitsevä verrattuna holstein-rotuisten 1,3 kiloa vähäisempään tuotokseen ($p = 0,292$). Vaikka ayrshireillä oli holstein-rotuisia alhaisempi maito- ja energiakorjattumaito tuotos, silti niiden EKM tuotos oli suhteessa suurempi maitotuotokseen kuin holsteinilla. Tämä selittyy ayrshire-rotuisten suuremmilla maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksilla, joka on ayrshireillä rotuominaisuus.

5.5 Maidon pitoisuudet

Kuviosta 6 ja taulukosta 3 voidaan todeta, että ensimmäisen niiton ruokinnassa valkuaispitoisuus oli toisen niiton ruokintaan verrattuna tilastollisesti merkitsevä ollessaan 0,11 prosenttiyksikköä korkeampi ($p = 0,003$). Ensimmäisen ja kolmannen niiton välinen ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä, koska ensimmäisen niiton valkuaispitoisuus oli 0,16 prosenttiyksikköä korkeampi kuin kolmannen niiton ruokinnassa ($p < 0,001$). Toisen ja kolmannen niiton valkuaispitoisuudet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p = 0,105$). Maidon rasvapitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi eri niittojen säilörehuilla. Ensimmäisen ja kolmannen niiton ruokinnassa molemmilla rasvapitoisuus oli 4,76 prosenttiyksikköä, kun toisen niiton ruokinnalla se oli 4,72 prosenttiyksikköä.



KUVIO 6. Maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet niitoittain ja blokeittain

Korkein valkuaispitoisuus 3,70 prosenttiyksikköä oli loppulypsykauden lehmillä, joka oli numeraalisesti vain 0,03 prosenttiyksikköä korkeampi kuin matalatuottoisten lehmien valkuaispitoisuus, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,988$). Loppulaktaatiokauden korkein valkuaispitoisuus selittyy sillä, että yleensä maidon pitoisuudet nousevat loppulypsykautta kohti. Matalin valkuaispitoisuus oli korkeatuottoisilla lehmillä, joilla se oli 3,46 prosenttiyksikköä. Korkeatuottoisten valkuaispitoisuus oli tilastollisesti merkitsevä verrattuna matalatuottoisten lehmien valkuaispitoisuuteen, joka oli 0,2 prosenttiyksikköä vähemmän ($p=0,266$).

Korkeatuottoisilla lehmillä rasvapitoisuus oli 0,3 prosenttiyksikköä vähemmän kuin matalatuottoisilla lehmillä, tulos oli suuntaa antava ($p=0,487$). Numeraalisesti ensikoiden rasvapitoisuus oli 0,11 prosenttiyksikköä vähemmän kuin loppulaktaatiokauden lehmillä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,959$). Kokeessa korkeatuottoisten lehmien alhaisimmat maidon rasva-, valkuais- ja ureapitoisuudet selittyvät sillä, että maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet ovat alhaisemmat korkean tuotannon vaiheessa kuin matalatuottoisilla lehmillä ja loppulaktaatiokaudella.

Tässä kokeessa ayrshire-rotuisilla sekä rasva- että valkuaispitoisuus olivat korkeammat kuin holstein-rotuisilla lehmillä. Rotujen väliset valkuaispitoisuudet eivät olleet tilastollisesti merkittäviä. Ayrshirellä valkuaispitoisuus oli 0,05 prosenttiyksikköä enemmän ($p=0,600$), ja rasvapitoisuus 0,51 prosenttiyksikköä enemmän ($p=0,007$) kuin holstein-rotuisilla. Ayrshiren korkeammat pitoisuudet selittyvät rotuominaisuuksilla sekä jalostuksella, koska ayrshireilla on yleensä korkeammat pitoisuudet, kuin holsteineilla. Rotujen puolesta yksittäisen kokeen tuloksia ei voi verrata koko Suomen populaatioon, koska eläinten geneilla on vaikutusta esimerkiksi maidon pitoisuuksiin.

Ensimmäisen niiton ruokinnassa ureapitoisuus (taulukko 3) oli 30,8 mg/100 ml, joka oli toisen niiton ruokintaa 4,9 mg/100 ml korkeampi ($p<0,001$) ja kolmannen niiton ruokintaa 7,2 mg/100 ml korkeampi ($p<0,001$). Tulokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tämä selittyy ensimmäisen niiton säilörehun suurimmasta syönnistä ja sen korkeasta raakavalkuaispitoisuudesta. Blokkien väliset erot

eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, sillä ensikoilla oli numeraalisesti 0,9 mg/100 ml korkeampi ureapitoisuus kuin korkeatuottoisilla ($p=0,859$). Loppulaktaatiokauden lehmien ureapitoisuus oli 0,97 mg/100 ml pienempi ($p=0,853$) kuin matalatuottoisten lehmien ureapitoisuus, joka oli 27,4 mg/100 ml. Ureapitoisuudet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä rotujen välillä, sillä ayrshire-rotuisilla ureapitoisuus oli 0,35 mg/100 ml korkeampi kuin holstein-rotuisilla ($p=0,730$).

Pyörälän ja Tiihosen (2005,5) mukaan maidon ureapitoisuuden olisi hyvä olla 30–35 mg/ml, johon koerehuista päästiin vain ensimmäisen niiton säilörehulla. Heidän mukaansa ehdottomat hälytysrajat ovat kuitenkin maidon ureapitoisuuden laskiessa alle 20 mg/ml tai ylittäessään 40 mg/ml. Sekä toisella että kolmannella säilörehulla päästiin edellä mainittujen hälytysrajojen välille. Pyörälän ja Tiihosen mukaan rehujen valkuaispitoisuus on kuitenkin liian alhainen, jos maidon ureapitoisuus laskee alle 25 mg/ml. Sairasen mukaan nykytiedon mukaan ureapitoisuus voi olla alle 15 mg/100ml aiheuttamatta ongelmia eläimelle (Sairanen 2019).

5.6 Ravintoaineiden saanti, rehuhyötysuhde ja seosrehujen koostumukset

Rehuhyötysuhde lasketaan seuraavalla kaavalla (Luonnonvarakeskus 2015): EKM (kg/pv) / kuiva-ainesyönti (kg/pv). Ensimmäisen niiton rehuhyötysuhde oli 1,5 EKM kg/kg ka, kun toisella ja kolmannella se oli 1,6 EKM kg/kg ka. Kaikilla seosrehuilla EKM-tuotoksen suhde kuiva-ainekiloja kohti oli keskimääräistä suurempi, koska keskimääräisenä rehuhyötysuhteena pidetään 1,5 EKM kg/kg ka (Huhtamäki 2017). Rehuhyötysuhde vaihtelee tuotoskauden mukaan. Tuotoskauden alussa rehuhyötysuhde on 1,6 EKM kg/kg ka ja lopussa lopussa 1,4 EKM kg/kg ka. Kuitenkaan liian suurta rehuhyötysuhdetta ei kannata tavoitella. Rehuhyötysuhteen ollessa esimerkiksi 1,8 EKM kg/kg ka, lehmä laihtuu. (Sairanen 2019.)

TAULUKKO 5. Ravintoaineiden saanti eri niittojen seosrehuilla

	Korjuukerta			Tilastolliset merkitsevyydet		
	1	2	3	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
Seosrehu (kg ka)	24,1	21,5	18,7	<0,001	<0,001	<0,001
Josta säilörehua	14,1	12,9	11,3	<0,001	<0,001	<0,001
Josta väkirehua	10,0	8,6	7,4	<0,001	<0,001	<0,001
Raakavalkuainen, kg ka	4,54	3,56	3,01	<0,001	<0,001	<0,001
OIV, g	2388	1981	1727	<0,001	<0,001	<0,001
OIV-tarve, g	2295	2064	1842	<0,001	<0,001	<0,001
OIV-tase, g	96,79	-89,21	-105,96	<0,001	<0,001	0,783
PVT, g/kg ka	43,9	30,6	25,5	<0,001	<0,001	<0,001
ME-saanti (korjattu)	266	228	203	<0,001	<0,001	<0,001
ME-tase	10,7	-10,1	-15,0	<0,001	<0,001	0,235

Ensimmäisen niiton seosrehulla OIV-tarve on ylittynyt (taulukko 5), mutta jälkisadoilla ei ole päästy aivan OIV:n tarpeen tasolle. Jälkisatojen vähäisempään OIV-määrään vaikuttaa säilörehujen alhaisempi ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen määrä sekä vähäisempi syönti, etenkin kolmannella niitolla. Liiallinen OIV:n saanti lisää viljelijälle kustannuksia, minkä vuoksi se ei ole perusteltua (Rinne

ja Nousiainen 2010, 79). Lypsylehmä ei myöskään kärsi liian alhaisesta OIV:n saannista, mutta se voi rajoittaa sen maidontuotantoa, koska silloin maidon rakennusaineita ei ole riittävästi (Rinne ja Nousiainen 2010, 79; Rinne 2014). Pötsin valkuaistaseeksi tavoitellaan nolla tai enemmän, sillä silloin pötsillä on tarpeeksi tyypeä pötsimikrobien toiminnolle. Kokeen kaikkien seosrehujen PVT-arvot olivat positiivisia. Taulukosta näkee myös, että kolmannen niiton syöntimäärä ei ollut tarpeeksi riittävä, koska ME-tase on negatiivinen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli tutkia kolmannen niiton nurmisäilörehun vaikutuksia säilörehun kuiva-aine syöntiin, maidon pitoisuuksiin ja maitotuotukseen. Vuoden 2017 kasvukausi oli haastava normaalia viileämmän ja sateisemman sääolosuhteen vuoksi. Säiden vuoksi nurmen kokonaiskuiva-ainesatotaso jäi normaalia alhaisemmaksi, koska nurmen kasvu oli hitaampaa kuin yleensä. Kokeen kokonaiskuiva-ainesatotaso jäi edellisvuoden vastaavaa koetta alhaisemmaksi. Aikaisemman vastaavan kokeen satotaso oli ollut 8 800 kg ka/ha, kun vuoden 2017 kuiva-ainesatotaso oli vain 7 456 kg ka/ha.

Säilörehun korjuustrategia suunnitellaan tilakohtaisesti karjamäärän ja peltopinta-alan mukaan, mutta kuitenkin yleensä tavoitellaan sopivaa säilörehun sulavuutta. Kolmen niiton strategia on hyvä, jos tavoitteena on maksimoida koko kasvukauden sulavuus. Kolmella niitolla on mahdollista saada kokonaisuudessaan korkeamman D-arvon omaavaa säilörehua kuin kahden niiton strategialla. Kolmen niiton strategiassa pitää ottaa huomioon normaalia aikaisemmat ensimmäisen ja toisen sadon niittojen ajankohdat. Tällöin myös nurmien lannoittaminen on ajoitettava normaalia kahden korjuun strategiaa aikaisemmaksi, jotta nurmi ehtii kasvaa tarpeeksi ja sadoista saadaan suuremmat. Kolmanteen niittoon pitäisi valita jälkikasvukyvyltään hyviä lajikkeita, jotta nurmi alkaa niiton jälkeen nopeasti kasvaa ja takaa hyvän jälkisadon.

Lehmän tuotantokauden vaiheella ja maitotuotoksella on suora vaikutus säilörehun syöntiin. Kokeessa korkeantuotannon vaiheessa olevat lehmät söivät matalatuottoisia ja loppulaktaatiokauden lehmiä enemmän. Syödyllä säilörehulla puolestaan on suora vaikutus maitotuotukseen, sillä loppulaktaatiokauden lehmät söivät ja lypsivät vähemmän verrattuna matalatuottoisiin lehmiin. Kokeessa ensikot söivät odotetusti kaikista vähiten. Ensikot syövät useasti poikineita lehmiä vähemmän, koska ensikot eivät ole kasvaneet vielä täyteen kokoonsa, minkä vuoksi niiden syöntikyky on rajallinen. Syöntiin vaikuttavia tekijöitä on lehmän lisäksi myös säilörehussa.

Rehun syönti ja maitotuotos olivat suurimmat ensimmäisen niiton seosrehulla ja vastaavasti pienimmät kolmannen niiton seosrehulla. Kolmannen niiton alhaisempi syönti johtui osittain rehun märkyydestä ja suuresta maitohappojen määrästä, mutta loput jäävät selittämättömän maittavuuden osaksi. Ensimmäisen rehun suurin syönti selittyi sen korkealla sulavuudella. Säilörehun korkean sulavuuden ja syönnin takia ensimmäistä niittoa syöneiden lehmien tuotos oli korkein. Verrattuna aikaisempaan vastaavaan kokeeseen säilörehun syöntien ero oli poikkeuksellisen suuri. Säilörehuanalyysien mukaan kolmannen sadon syönti ei vastannut syönti-indeksiä, koska toisen niiton rehua syötiin enemmän, vaikka sen syönti-indeksi oli pienempi.

Kolmannen niiton säilörehua syöneiden eläinten valkuais- ja ureapitoisuudet maidossa oli alhaisimmat verrattuna ensimmäisen ja toisen niiton säilörehuihin. Kolmannen niiton alhaisempi valkuaispitoisuus voi osittain selittyä vähäisemmällä energiansaannilla, joka johtui alentuneesta syönnistä. Rasvapitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi toisistaan, sillä ensimmäisellä ja kolmannella niitolla saavutettiin sama rasvapitoisuus, kun toisella niitolla se jäi hieman alhaisemmaksi. Rotukohtaisina

eroina oli, että ayrshirellä oli holsteinia korkeammat pitoisuudet, mutta ruokintastrategian sijaan korkeat pitoisuudet selittyvät karjan hyvästä perimästä.

Kolmannen sadon syöttäminen voi käytännössä olla hankalaa etenkin erillisruokinnassa, koska märkinä syksyinä säilörehun kuiva-ainepitoisuus jää helposti alhaiseksi. Tällöin lehmät eivät syö rehua niin paljon, minkä seurauksena maitomäärä vähenee. Kolmannen sadon vaihtelevuuden vuoksi kolmas niitto sopii parhaiten loppulaktaatiokauden lehmille tai uudistuskarjalle. Aikaisempien kokeiden perusteella kolmannesta sadosta on mahdollista saada hyvissä olosuhteissa hyvää säilörehua kaikille lehmille. Kolmen niiton strategiasta saa ruokinnan optimoinnin kannalta parhaimman hyödyn seosrehuruokinnassa, jolloin sitä voi sekoittaa ensimmäiseen tai toiseen satoon sopivalla suhteella.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on raportoitu, että kolmannen sadon D-arvo on yleensä korkeampi kuin toisen sadon. Myös tämän tutkimuksen tulokset tukivat tätä teoriaa. Syksyllä nurmen kasvu on hidasta, minkä vuoksi sulavuus laskee hitaammin kuin toisen niiton sadossa. Lisäksi aiemmissa kokeissa on havaittu, että kolmannen niiton maidontuotantovaikutukset ovat olleet pienemmät kuin analyysien perusteella voisi odottaa. Myös tämä teoria vahvistuu tämän kokeen perusteella.

Kolmannen niiton nurmisäilörehun maitokokeita on toteutettu vähän, minkä vuoksi niitä voisi jatkossa tutkia lisää. Jatkossa kolmatta niittoa voi tutkia tekemällä ensimmäinen sato kesäkuussa, toinen heinäkuussa ja kolmas sato syyskuun sijasta elokuussa. Tällöin toinen sato jäisi pienemmäksi, mutta kolmannella sadolla olisi suurempi merkitys. Aikaistamalla kolmatta niittoa pitää huomioon ottaa myös lannoituksen jakaminen eri sadoille toisella tavalla kuin perinteisessä kolmen niiton strategiassa. Tällöin ensimmäisestä sadosta odotetaan edelleen suurinta satopotentiaalia, jonka takia sitä lannoitettaisiin eniten. Sen sijaan lopun lannoituksen voisi jakaa tasan toiselle ja kolmannelle niitolle.

7 PÄÄTÄNTÖ

Kolmatta niittoa on tutkittu aiemminkin, mutta aiemmissa tutkimuksissa on keskitytty lähinnä kokonaiskuiva-ainesatoon, D-arvoon ja nurmen talvehtimiseen tuotantovaikutusten sijaan. Nurmet Rahaksi-hankkeen ruokintakoe toteutettiin loppuvuodesta 2017 Luonnonvarakeskus Maaningan tutkimuspihatossa. Tutkimuksessa tarkasteltiin kolmannen niiton nurmisäilörehun tuotantovaikutuksia säilörehun kuiva-ainesyöntiin, maidon pitoisuuksiin sekä maitotuotokseen. Kokeessa oli kolmen eri niiton seosrehut, kaksi koejaksoa sekä neljä blokkia.

Ruokintakokeen tuloksena on se, että kolmannen niiton seosrehu ei nostanut tuotosta, koska sen kuiva-ainesyönti oli poikkeuksellisen alhainen johtuen alhaisesta rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Myöskään maidon pitoisuudet eivät nousseet kolmannen niiton säilörehulla. Aikaisemmissakin kokeissa on raportoitu, että kolmannen niiton maidontuotantovaikutukset ovat olleet pienemmät, mitä analyysien perusteella olisi voinut olettaa. Myös tämän kokeen tulokset tukevat tätä teoriaa.

Kolmannen niiton seosrehu sopisi hyvin seosrehuun ensimmäisen niiton nurmisäilörehun kanssa. Ensimmäistä ja kolmatta satoa sekoittamalla voidaan kompensoida mahdollisesti heikkoa kolmannen sadon laatua, mikäli varastotilanteen vuoksi syys-satoa on pakko syöttää korkeatuottoisille lehmille. Sekoittamalla kolmatta satoa ensimmäiseen satoon voitaisiin hyödyntää paremmin ensimmäisen sadon korkea raakavalkuaispitoisuus. Tällöin lehmät eivät saisi valkuaista yli tarpeensa, koska ylimääräisen valkuaisen käyttö ei ole perusteltua sen vuoksi, että lehmä ei voi hyödyntää sitä. Ylimääräinen valkuainen tulee lehmästä virtsan kautta ulos ja näin ollen se on viljelijälle hukkaan heitettyä rahaa. Näiden tulosten sekä aiempien kokeiden perusteella voidaan todeta, että kolmatta niittoa on mahdollista käyttää maidontuotantoon etenkin loppulypsykauden lehmille. Jatkossa olisi kuitenkin hyvä tehdä enemmän kolmen niiton ruokintakokeita, jotta kolmannen niiton syönti- ja maitotuotospotentiali saataisiin tarkemmin selville.

Opinnäytetyössä otettiin ruokintakokeen lisäksi huomioon kolmannen sadon toteutus aina suunnittelusta lannoitukseen ja sadon korjaamiseen. Ongelmana on, että keväällä ei voida tietää millainen syksy tulee olemaan, joten kolmannen niiton suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy ottaa riski. Jatkossa olisikin mielenkiintoista tutkia lisää sitä, jos kolmatta korjuuta ei ole mahdollista tehdä esimerkiksi märän syksyn vuoksi, että kuinka pitkää nurmiheinä voi olla ennen, kun se haittaa talvehtimistä ja heikentää merkittävästi ensimmäisen sadon laatua. Toisaalta tähän ongelmaan voisi olla ratkaisu siinä, että kolmas sato tehtäisiin perinteisen syyskuun sijasta elokuussa.

Luulen, että tulevaisuudessa kolmannen niiton suosio kasvaa entisestään, koska sillä on mahdollista saada suurempi kokonaissato kuin kahden niiton strategialla. Kolmen niiton strategialla voidaan myös hyödyntää paremmin koko kasvukausi. Etenkin lämpiminä kesinä kolmen niiton strategialla on mahdollista päästä korkeisiin satotasoihin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AHDB DAIRY 2018. Feed intake & utilisation [verkkodokumentti]. Dairy AHDB. [Viitattu 2018-01-30.] Saatavissa: <http://dairy.ahdb.org.uk/technical-information/feeding/planning-your-nutrition/feed-intake-and-utilisation/#.Wm31gKhI9PZ>
- ANTTILA-LINDEMAN, Helena 2017. Kalium uhkaa jäädä muiden ravinteiden varjoon. Maatilan Pellervo 2017-3, 48–50.
- ELY-KESKUS s.a. Ympäristökorvauksen lannoitussäännöt [verkkodokumentti]. ELY-keskus. [Viitattu 2019-02-04.] Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/8697221/Ymp%C3%A4rist%C3%B6korvauksen+lannoituss%C3%A4n%C3%A4n%C3%B6t.pdf/11f24d9b-fbf5-41c4-ab31-1b6474721f53>
- HUHTAMÄKI, Tuija 2017. Ruokinta tuotosseuranta tiloilla vuonna 2016 [verkkojulkaisu]. ProAgria Keskusten liitto: Maito Tulosseminaari 23.3.2017. [Viitattu 2019-02-10.] Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuse_karjojen_rehustus_vuonna_2016_huhtamaki_tuija_net.pdf
- HUHTANEN, P., RINNE, M., ja NOUSIAINEN, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows. [verkkodokumentti.] The Animal Consortium. [Viitattu 2019-02-24.] 758–770. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/221973262_Evaluation_of_the_factors_affecting_silage_intake_of_dairy_cows_A_revision_of_the_relative_silage_dry-matter_intake_index
- HUHTANEN, P., RINNE, M., MÄNTYSAARI, P. ja NOUSIAINEN, J. 2011. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. Julkaisussa: The Animal Consortium 5, 691–702.
- HULSEN, Jan ja AERDEN, Dries 2014. Ruokintahavainnot, 12–17. Vaasa: Oy Fram Ab.
- HUUSKONEN, Arto s.a. Nurmisäilörehun laadun merkitys lihanaudan ruokinnassa [verkkodokumentti]. KARPE-hanke. [Viitattu 2018-12-28.] Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Nurmis%C3%A4il%C3%B6rehun%20laadun%20merkitys%20lihanaudan%20ruokinnassa.pdf>
- HYRKÄS, Maarit, KYKKÄNEN, Sanna, VIRKAJÄRVI, Perttu, PEHKONEN, Arto, HYVÄRINEN, Tiina, JÄRVENRANTA, Kirsi, SUOMELA, Raija ja KURKI, Päivi 2014. Nurmien kaliumlannoitustarve [verkkodokumentti]. Julkaisussa: Kehitystä naudanlihantuotantoon – loppuraportti. MTT Raportti 167. Jokioinen: MTT Jokioinen, 91–126. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti167.pdf>
- HYRKÄS, Maarit, SAIRANEN, Auvo, VIRKAJÄRVI, Perttu ja SUOMELA, Raija 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun [verkkodokumentti]. Julkaisussa: PAKARINEN, Kirsi (toim.) Nurmesta se kaikki lähtee! Karjatilan kannattava peltoviljely KARPE -hanke 2009–2012. Maaninka: MTT Maaninka, 4–6. [Viitattu 2018-03-13.] Saatavissa: <http://www.karpe.fi/materiaalit/karpekirjasto/paatosjulkaisu.pdf>
- HYRKÄS, Maarit, VIRKAJÄRVI, Perttu, SAIRANEN, Auvo, SUOMELA, Raija, LUOMA, Sirkka ja TOIVAKKA, Minna 2016. Kolmannen säilörehusadon kehitysrytmi ja viljelytekniiset ratkaisut [verkkodokumentti]. Suomen Maataloustieteellinen Seura. [Viitattu 2018-01-06] Saatavissa: http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Hyrkas_ym_2016.pdf
- JAAKKOLA, Seija 2010. Rehujen koostumus. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 133. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 52–59.
- JAAKKOLA, Seija, SAIRANEN, Auvo, NOUSIAINEN, Juha ja RINNE, Marketta 2010. Säilöntä ja rehujen laatu. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 87–98.

- KYKKÄNEN, Sanna ja VIRKAJÄRVI, Perttu 2014. Nurmen lannoitussuositukset muuttuvat [verkko-dokumentti.] Nauta 5/2014. [Viitattu 2019-02-24.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Nurmikasvit/Nurmen%20lannoitussuositukset_%20kykk%C3%A4nen.pdf
- KYKKÄNEN, Sanna, HYRKÄS, Maarit, SAIRANEN, Auvo, VIRKAJÄRVI, Perttu, TOIVAKKA, Minna, SUOMELA, Raija ja ISOLAHTI, Mika 2016. Nurmen korjuustrategiat. Julkaisussa: PALMIO, Annu, NISKANEN, Olli, KAJAVA, Sari, KYKKÄNEN, Sanna, HYRKÄS, Maarit ja SAIRANEN, Auvo (toim.) Kestävä karjatalous: KESTO-maidon- ja nurmentuotannon tutkimuksen tuloksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke), 69–123.
- KVANTIMOTV 2003. Menetelmäoppaat. [verkkojulkaisu]. Hypoteesien testaus. [Viitattu 2019-02-15.] Saatavissa: <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/testaus.html>
- KYNTÄJÄ, Juho, KARLSTRÖM, Tiina, RINNE, Marketta, NOUSIAINEN, Juha, PALVA, Reetta ja NOKKA, Sanna 2010. Pitkän tähtäimen ruokinnan suunnittelu. Julkaisussa: Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 133. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 39–51.
- LUONNONVARAKESKUS 2015. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkodokumentti]. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2015. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: https://juku.luke.fi/bitstream/handle/10024/486395/luke-luobio_40_2015.pdf?sequence=4
- LUONNONVARAKESKUS 2016. Nurmet Rahaksi -hanke [verkkojulkaisu]. Tehokkuutta ja kilpailukykyä pelloilta pankkiin [Viitattu 2018-01-05.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/nurmetrahaksi/>
- LUONNONVARAKESKUS 2018. Rehutaulukot [verkkoaineisto]. Energia-arvo, märehittäjät ja hevoset. [Viitattu 2019-02-20.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/laskentaperusteet/energia_arvo_marehtijat
- MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy. Madison: WI, USA.
- MOISIO, Tauno ja HEIKONEN, Matti 1992. AIV-Rehun perusteet. Kirjayhtymä Oy, Helsinki. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- MUSTONEN, Arja 2013. Nurmikasvien kehitysrytmi hallintaan. [verkkojulkaisu]. ProAgria Pohjois-Savo. [Viitattu 2018-05-09.] Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/arja_mustonen_nurmikasvien_kehitysrytmi_hallintaan.pdf
- MÄKINIEMI, Kirsi 2019-02-05. Kasvinviljelyn lehtori. [Suullinen tiedonanto.] Iisalmi: Savonia-ammattikorkeakoulu. Luonnonvara-ala.
- NAUKKARINEN, Jenni, HANNUKALA, Asko ja SEPPÄNEN, Mervi 2017. Kasvitaudit kiinnostavat nurmillakin. Käytännön maamies: Nurmi2017 [digilehti], 14. Saatavissa: <http://kaytannonmaamies.fi/digilehti/nurmi-2017/kasvitaudit-kiinnostavat-nurmillakin>
- NIKANDER, Saara 2018. Nurmisäilörehun korjuukerran vaikutus lypsylehmien maidontuotantoon. Helsinki: Helsingin yliopisto, kotieläinten ravitsemustiede. [Viitattu 2019-01-18.] Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/233322/Nikander_Saara_pg_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- NISKANEN, Markku ja NIEMELÄINEN, Oiva 2010. Nurmikasvilajit. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 31–42.
- NOUSIAINEN, Juha, NISKANEN, Heikki, KAINULAINEN, Pertti ja TOIVAKKA, Minna 2010. Korjuun ajoitus. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 71–76.
- NOUSIAINEN, Juha 2010. Säilöntä ja rehujen laatu. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 87–98.

- NYKÄNEN, Arja s.a. Palkokasvinurmien siemenseokset. [verkkojulkaisu]. ProAgria Etelä-Savo. [Viitattu 2019-01-15.] Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/lutune_nurmi-seokset.pdf
- PUURUNEN, Tapani ja MERO, Henna 2010. Nurmiviljelyn suunnittelu. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 7–10.
- PYÖRÄLÄ, Satu ja TIIHONEN, Tiina 2005. Nautojen sairaudet [verkkoaineisto]. Typpimetabolia ja sen häiriöt. [Viitattu 2019-01-25.] Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/08_typpimetabolia_ja_sen_hairiot.pdf?sequence=12
- RINNE, Marketta, HUHTANEN, Pekka ja NOUSIAINEN, Juha 2008. Säilörehun ja koko rehuannoksen syönti-indeksit auttavat lypsylehmien ruokinnan suunnittelussa [verkkojulkaisu]. Maataloustieteen päivät 2008. [Viitattu 2018-08-07.] Saatavissa: www.smts.fi
- RINNE, Marketta, PITKÄNEN, Timo, NYHOLM, Laura, NOUSIAINEN, Juha ja HUHTANEN, Pekka 2010. Nurmiheinien ensimmäisen sadon sulavuuden ja sadon määrän mallit nurmirehutuotannon hallintaan. Julkaisussa: HOPPONEN, Anneli (toim.) Maataloustieteen päivät 2010. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote. Helsinki: Viikki, esitelmät, posterit, 1–9.
- RINNE, Marketta ja NOUSIAINEN, Juha 2010. Rehuarvot ja rehujen sulavuus. Julkaisussa: Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 133. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 75–81.
- RINNE, Marketta 2014. Lehmien ruokinnan perusteet ja peruskäsitteet [verkkoaineisto]. Lypsykarjan nykyaikainen ruokinta, Eläinterveyden tekijät -hanke. [Viitattu 2019-02-14.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuarvot_MRinne_4.11.2014.pdf
- SAIRANEN, Auvo 2017. Nurmirehujen syönti- ja kasvumallien hyödyntäminen maidontuotannossa [MalliNurmi loppuraportti]. Maidontuotantokokeet syysniiton rehuarvon selvittämiseksi. 5–6.
- SAIRANEN, Auvo 2019-02-12. Erikoistutkija. [Suullinen tiedonanto.] Maaninka: Luonnonvarakeskus.
- SEPPÄLÄ, Arja 2012. Nurmen säilönnän haasteiden hallinta [verkkojulkaisu]. MTT Kotieläintuotannon tutkimus. [Viitattu 2019-02-03.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esitely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Nurmikasvit/26.7.2012_seppala.pdf
- SEPPÄNEN, Mervi ja YLI-HALLA, Markku 2008. Nurmet ja nurmipalkokasvit. Julkaisussa: SEPPÄNEN, Mervi (toim.) Vammala: Opetushallitus, 87–106.
- SEPPÄNEN, Mervi, YLI-HALLA, Markku, STODDARD, Fred ja MÄKELÄ, Pirjo 2008. Kasvutekijät. Julkaisussa: SEPPÄNEN, Mervi (toim.) Vammala: Opetushallitus, 7–26.
- SJAUNJA, L. O., BAEVRE, L., JUNKKARINEN, L., PEDERSEN, J. ja SETÄLÄ, J. 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ecm) formula. Teoksessa: Performance recording of animals: State of the art, 1990. [viitattu: 2018-11-12.] PUDOC: Wageningen, Alankomaat.
- VANHATALO, Aila 2010. Ruoansulatus. Julkaisussa: Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 133. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 19–26.
- VILKKA, Hanna 2007. Tutki ja mittaa [digiversio.] Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi. Saatavissa: <http://hanna.vilkka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>
- VIRKAJÄRVI, Perttu ja PAKARINEN, Kirsi 2010. Nurmikasvien sadonmuodostus. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 25–30.
- VIRKAJÄRVI, Perttu ja PAKARINEN, Kirsi 2012. Nurmen kasvuprosessien esittely. Julkaisussa: HYRKÄS, Maarit ja VIRKAJÄRVI, Perttu (toim.) Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit NURFYS-hankkeen 2006–2011 loppuraportti. Jokioinen: MTT Jokioinen, 11–21.

VIRKAJÄRVI, Perttu, HYRKÄS, Maarit ja SUOMELA, Raija 2011. Kannattaako säilörehun kolmas korjuu? [digilehti] Leipä Leveämmäksi. [Viitattu 2018-01-05.] Saatavissa: http://www.karpe.fi/materiaalit/karpekirjasto/kannattaako_sailorehun_kolmas_korjuu.pdf

VIRKAJÄRVI, Perttu, HYRKÄS, Maarit, PAKARINEN, Kirsi ja SUOMELA, Raija 2012. Importance of senescence and dead material on nutritive value of grass silage. Julkaisussa: KUOPPALA, K., RINNE, M. and VANHATALO, A. (toim.) XVI International Silage Conference. Hämeenlinna: MTT Agrifood Research Finland, University of Helsinki, 188–189.

VIRKAJÄRVI, Perttu, SAARIJÄRVI, Kirsi ja NYKÄNEN, Arja 2010. Lannoitus. Julkaisussa: PELTONEN, Sari, PUURUNEN, Tapani ja HARMOINEN, Taina (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. 132. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten liitto, 58–70.

VIRKAJÄRVI, Perttu, HYRKÄS, Maarit, PAKARINEN, Kirsi ja RINNE, Marketta 2012. Timotein ja ruokonadan erot sadontuottoprosessissa. Julkaisussa: HYRKÄS, Maarit ja VIRKAJÄRVI, Perttu (toim.) Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit. MTT Raportti. Jokioinen: MTT, 22–46.

VIRKAJÄRVI, Perttu, KYKKÄNEN, Sanna, HYRKÄS, Maarit ja PARIKKA, Päivi 2016. Lehtilaikkutautien ja niiden kemiallisen torjunnan merkitys säilörehunurmien sadontuottoon. Helsinki: Maataloustieteen Päivät 2016, 1–8.

YLI-HALLA, Markku 2009. Kasviravinteet. Julkaisussa: PELTONEN, Jari ja HARMOINEN, Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. 127. Keuruu: ProAgria Keskusten Liitto, 6–24.

KUVALÄHTEET

DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass swards. Julkaisussa: JONES, LAZENBY (toim.) The grass crop. The Physiological basis of production. CHAPMAN, HALL, 85–127.

ROIVAINEN, Juliana 2016-05-30. Ensimmäisen nurmisadon tyvi. [digikuva.] Sijainti: Luonnonvarakeskus Maaninka, Halola.

ROIVAINEN, Juliana 2016-06-24. Lehmät syövät enemmän väljässä tilassa [digikuva.] Sijainti: Luonnonvarakeskus Maaninka, Halola.

ROIVAINEN, Juliana 2017-06-04. Avararunkoinen lehmä [digikuva.] Sijainti: Kuopio

ROIVAINEN, Juliana 2017-12-31. Kolmannen niiton seosrehu oli märkää [digikuva.] Sijainti: Luonnonvarakeskus Maaninka, Halola.

ROIVAINEN, Juliana 2018-01-06. Insentec-vaakakuppi [digikuva.] Sijainti: Luonnonvarakeskus Maaninka, Halola.

ROIVAINEN, Juliana 2018-07-18. Vuonna 2018 toisen niiton säilörehut olivat hyvin kuivia hellejakson vuoksi. [digikuva.] Sijainti: EuroMaito-hankkeen pilottitila.

ROIVAINEN, Juliana 2018-09-08. Kolmannen sadon nurmen tyvässä on paljon kuollutta kasvustoa. [digikuva.] Sijainti: EuroMaito-hankkeen pilottitila.