

Säilörehun korjuuajan vaikutus nurmisatoon ja lypsylehmien väkirehutäydennykseen

Auvo Sairanen¹⁾, Elina Juutinen¹⁾, Maarit Hyrkäs¹⁾, Perttu Virkajärvi¹⁾ ja Raija Suomela²⁾

¹⁾Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Säilörehun korjuun ajoitus vaikuttaa merkittävästi sekä ensimmäisen että toisen sadon määrään ja laatuun. Nämä vaikutukset ovat käänteisiä. Niiton myöhästyttäminen kesäkuussa lisää ensimmäisen sadon määrää vähentäen samalla toisen sadon osuutta kesän kokonaissadosta. Vastaavasti myöhäistetyn ensimmäisen niiton heikompi sulavuus näkyy toisessa sadossa sulavuuden nousuna. Maatila käyttää molemmat sadot, joten niittojen summavaikutukset täytyy osata arvioida oikein. Lehmien maitotuotos voidaan pitää korkeana, jos väkirehutäydennys valitaan säilörehun laatuun nähden sopivaksi.

Säilörehun erilaisia korjuuaikoja tutkittiin kenttäkokeena MTT Maaningalla ja MTT Ruukissa vuosina 2009–2011. Vertailtavat käsittelyt olivat ensimmäisen niiton ajoituksessa A) aikainen (D-arvotavoite 690 g/kg ka), B) myöhäistetty (tavoite 650 g/kg ka), C) erittäin myöhäinen ensimmäinen niitto (tavoite 620 g/kg ka), sekä D) kolme niittoa kesää kohti (ensimmäisen niiton D-arvotavoite 690 g/kg ka). Toinen niitto tehtiin vaihtelevasti heinäkuun lopussa tai elokuussa käsittelystä, vuodesta ja paikkakunnasta riippuen. Koejäsenen D kolmas niitto tehtiin kasvukauden loppupuolella syyskuun lopussa tai lokakuun alussa.

Lypsylehmien ruokintakokeissa vertailtiin ensimmäisen sadon nurmisäilörehuja, joiden D-arvot olivat: koe 1) 692/654, koe 2) 635/618 ja koe 3) 718/670/621 g/kg ka. Väkirehun määrät olivat kokeissa välillä 9–15 kg/pv ja väkirehun valkuaispitoisuudet välillä 142–210 g/kg ka. Tuloksia laskettaessa kokeiden tulokset yhdistettiin.

Ensimmäisen niiton myöhästyttäminen lisäsi molemmilla paikkakunnilla sekä ensimmäisen sadon että kesän kokonaissadon määrää sekä kuiva-aineena että energiasatona mitattuna. Ensimmäisessä sadossa D-arvo aleni korjuuta myöhästyttäessä keskimäärin 4,7 g/kg ka/vrk (Maaninka) ja 6,3 g/kg ka/vrk (Ruukki). Kolmen niiton strategia toimi Ruukissa paremmin kuin Maaningalla. Energiasatona mitattuna kolmen niiton menetelmällä saatiin Ruukissa yhtä suuri sato kuin erittäin myöhäisellä ensimmäisellä niitolla. Kokeessa havaitut erot paikkakuntien välillä korostavat lohko- ja sääolosuhteiden vaikutusta korjuustrategian valinnassa.

Ruokintakokeiden perusteella säilörehun matalaa D-arvoa ei voi kompensoida väkirehun raakavalkuaispitoisuuden nostolla. Väkirehun raakavalkuaispitoisuuden lisääntyessä maitotuotosvasteet olivat selvästi yleistä valkuaisvastetta heikompia silloin, kun rehun D-arvo oli alle 650 g/kg ka. Väkirehumäärää nostamalla matalaa D-arvoa voidaan kompensoida D620 tasolle saakka, jos lehmien keskituotostavoite on 9000 ekm kg/v. Alle D650 säilörehuilla väkirehuprosentti nousee korkeaksi, mikäli tavoitellaan selvästi yli 9000 kg ekm/v keskituotostasoa. Ruokinnan riskitekijöiden merkitys kasvaa, jos yritetään yhdistää korkea keskituotos matalan sulavuuden säilörehustrategiaan.

Kokeet suoritettiin osana MTT:n ja Maito-Savon Karjatilan kannattava peltoviljely (KARPE) –hanketta, jossa on tarkoitus tarkentaa tilakohtaisia säilörehun korjuuaikasuosituksia. Tässä tekstissä käsitellään korjuuajan vaikutusta nurmisatoon sekä säilörehun sulavuuden vaikutusta lypsylehmien väkirehu- ja valkuaispäydyntäykseen. Säilörehun korjuuajan talousoptimoinnin tulokset julkaistaan toisaalla tässä julkaisussa (Vauhkonen ym. 2012).

Asiasanat: D-arvo, korjuu aika, raakavalkuainen, säilörehu, väkirehu

Johdanto

Säilörehun D-arvo on tärkein syöntiin, maitotuotokseen ja ravintoaineiden hyväksikäyttöön vaikuttava tekijä. Nykyiset korjuuaikasuositukset suosittelevat korjaamaan säilörehun, kun D-arvo on 680–700 g/kg ka (D680–700) (Artturi® -verkkopalvelu). Kaikkien säilörehujen osalta on kuitenkin vaikea päästä näin sulavaan säilörehuun, ellei rehua korjata kolmea kertaa kasvukauden aikana.

Säilörehun korjuun ajoitus vaikuttaa merkittävästi sekä ensimmäisen että toisen sadon määrään ja laatuun. Nämä vaikutukset ovat käänteisiä. Alkukesällä niiton myöhästyttäminen lisää sadon määrää ensimmäisessä niitossa ja vähentää toisen sadon osuutta. Vastaavasti myöhäistetyn ensimmäisen niiton heikompi sulavuus näkyy toisessa niitossa sulavuuden nousuna. Maatila käyttää molemmat sadot ja niittojen summavaikutukset täytyy osata arvioida oikein. Lehmien maitotuotos voidaan pitää korkeana, jos väkirehutäydennys valitaan säilörehun laatuun nähden sopivaksi.

Säilörehun syönti ja maitotuotos heikkenevät säilörehun sulavuuden pienentyessä. Alle D650 rehujen osalta koetointia on kuitenkin suhteellisen vähän ja D-arvon kvantitatiivisen vaikutuksen määrittäminen lehmien syöntiin ja maitotuotokseen on vielä epävarmaa. Matalaa D-arvoa voidaan kompensoida väkirehümäärää muuttamalla. Laskennassa täytyy huomioida väkirehun tuotosvasteen riippuvuus säilörehun D-arvosta. Väkirehun raakavalkuaispitoisuuden lisääntyessä syönti ja maitotuotos ovat lisääntyneet yhtä paljon säilörehun D-arvosta riippumatta (Huhtanen ym. 2008). Talousmalleissa on myös käytetty oletusta, että säilörehun matalaa D-arvoa voidaan korvata väkirehun valkuaispitoisuutta nostamalla (Wáthen ym. 2008, Martisson 2011).

Hankkeen tavoitteena on tutkia ensimmäisen niittoajankohdan myöhästyttämisen sekä kolmen niiton strategian vaikutusta tilan kokonaissatoon, maidontuotantoon sekä tuotannon kannattavuuteen lyhyellä aikavälillä. Tulosta voidaan hyödyntää suunniteltaessa säilörehun korjuuaikastrategiaa kasvukauden alussa. Investoinnit eivät kuulu tarkastelun aikajänteeseen.

Kokeet tehtiin osana MTT:n ja Maito-Savon Karjatilan kannattava peltoviljely –hanketta, jonka yksi tavoite on tarkentaa tilakohtaisia säilörehun korjuuaikasuosituksia. Hankkeen rahoittajana toimivat Pohjois-Savon ja Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (Euroopan maaseuturahasto).

Aineisto ja menetelmät

Ruutukokeet

Säilörehun korjuuajan vaikutusta sadon määrään ja sulavuuteen tutkittiin kenttäkokeella MTT Maaningalla ja MTT Ruukissa vuosina 2009–2011. Maaningalla koe perustettiin timotei-nurminataseoksena kolmena toistona ja Ruukissa puhtaana timoteikasvustona ja neljänä toistona. Vertailtavat koejäsenet olivat ensimmäisen niiton ajoituksessa A) aikainen (D-arvotavoite 690 g/kg ka), B) myöhäistetty (tavoite 650 g/kg ka), C) erittäin myöhäinen ensimmäinen niitto (tavoite 620 g/kg ka), sekä D) kolme niittoa kesää kohti (ensimmäisen niiton D-arvotavoite 690 g/kg ka). Kaksi kertaa niitettävät ruudut niitettiin toisen kerran vaihtelevasti elokuun aikana vuodesta ja koepaikkakunnasta riippuen. Ruukissa toinen sato niitettiin siten, että kasvuun vaikuttanut lämpösumma oli suunnilleen sama kaikilla koejäsenillä. Maaningalla koejäsenet niitettiin samana päivänä, jolloin ensimmäisessä niitossa aiemmin niitetyillä koejäsenillä oli pidempi kasvuaika toisessa sadossa. Poikkeuksena tästä koejäsenen A toinen niitto tehtiin vuonna 2009 muita aiemmin. Kolmen niiton strategiassa ensimmäinen niitto tehtiin samaan aikaan kuin koejäsenen A, toinen niitto heinäkuun loppupuolella ja kolmas kasvukauden lopussa syyskuun lopussa tai lokakuun alussa. Lannoituksena ruudut saivat ensimmäiselle ja toiselle sadolle 100 kg/ha N ja kolmannelle sadolle 50 kg/ha N sekä suositusten mukaisen P- ja K-lannoituksen. Maaningalla maalajina oli hieno hieta ja Ruukissa multamaa.

Näytteistä analysoitiin tuhka ja orgaanisen aineen sulavuus pepsiini-sellulaasimenetelmällä MTT:n laboratoriossa. Näiden perusteella laskettiin D-arvo. Kokeen tulokset analysoitiin tilastollisesti käyttäen SAS 9.2.:n *Mixed*-proseduuria. Käytetyssä mallissa koejäsen, vuosi ja niiden yhdysvaikutus olivat kiinteitä muuttujia, kerranne ja kerranne*vuosi-yhdysvaikutus satunnaisuuttajia, sekä vuosi toistotekijä. Mallissa käytettiin Toeplitz-kovarianssirakennetta. Paikkakunnat analysoitiin erikseen.

Ruokintakokeet

Lypsylehmien ruokintakokeissa vertailtiin ensimmäisen sadon nurmisäilörehuja. Koetointia on kesken ja kokonaisuuteen tulee myöhemmin mukaan jälkisatojen vertailu sekä matalien väkirehutasojen vertailu. Kokeet tehtiin MTT Maaningalla vuosina 2008–2011. Säilörehu tehtiin timotei-nurminatakasvustosta, joka oli lannoitettu ympäristötuen ehtojen mukaisesti. Rehut esikuivattiin säästä riippuen ja paalattiin. Säilöntäainee-

na käytettiin muurahaishappopohjaista säilöntäainetta 5 l/tonni. Kokeiden koeasetelmat ja koerehut ovat taulukossa 1. Väkirehuna oli teollista täysrehua (Rehurasio Oy). Koeasetelmana oli Cyclic change over –malli (Davis & Hall 1969).

Taulukko 1. Ruokintakokeiden lähtötiedot.

	Koe		
	1	2	3
n	41	21	37
Kokeen kesto, vk	3 x 3	4 x 4	4 x 4
Aikaa poikimisesta, pv	176 ± 69	112 ± 27,6	77 ± 32
Maitotuotos kokeen alussa kg/pv	36,4 ± 4,65	33,6 ± 6,31	37,6 ± 6,49
D-arvo g/kg ka	692/654	635/618	718/670/621
Väkirehu kg/pv			
Ensikot	9	9/12	9/12
Useamman kerran poikineet	9 / 12	11/14	9/12/15
Väkirehun raakavalkuainen g/kg ka	142/183/210	152/183/208	180

Lehmät saivat säilörehua vapaasti. Maitomäärät mitattiin päivittäin ja maitonäytteet otettiin kolmena peräkkäisenä päivänä jakson viimeisellä viikolla. Tulosten laskennassa käytettiin jakson viimeisen viikon tuloksia. Säilörehusta otettiin viitenä peräkkäisenä päivänä näytteet, jotka yhdistettiin rehuittain ja jaksoitain. Säilörehuista analysoitiin kuiva-aine ja D-arvo ja väkirehuista raakavalkuainen. Analyysit tehtiin MTT Kotieläintuotannon laboratoriossa.

Ruokintakokeiden tulokset analysoitiin kovarianssianalyysillä käyttäen SAS 9.2. *Mixed*-proseduuria. Maitotuotosta laskettaessa mallissa väkirehun valkuaisen määrä, koe, eläin ja kokeen jakso olivat luokkamuuttujia ja säilörehun D-arvo, väkirehun syöntimäärä ja poikimisesta kulunut aika jatkuvia muuttujia. Kiinteinä muuttujina mallissa käytettiin poikimisesta kulunutta aikaa, D-arvon ensimmäisen ja toisen asteen termejä, väkirehun syönnin ensimmäisen ja toisen asteen termejä sekä D-arvon ja väkirehun syönnin ja D-arvon ja valkuaisen määrän yhdysvaikutuksia. Valkuaisen määrä oli kiinteä luokkamuuttuja. Satunnaismuuttujina mallissa olivat koe sekä jakso ja eläin kunkin kokeen sisällä. Säilörehun syöntimäärää laskettaessa malli sisälsi samat luokkamuuttujat kuin maitolaskenta, mutta jatkuvina selittävinä tekijöinä käytettiin säilörehun D-arvon ja väkirehumäärän lineaarisia vaikutuksia.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ruutukokeet

Ensimmäisen niiton myöhästyttäminen lisäsi molemmilla paikkakunnilla ensimmäisen sadon kuiva-ainesatoa ja ME-satoa myöhäisimpään korjuu aikaan saakka (Taulukot 2 ja 3, Kuva 1). D-arvo aleni korjuuta myöhästyttäessä keskimäärin 4,7 g/kg ka/vrk (Maaninka) ja 6,3 g/kg ka/vrk (Ruukki), mikä on samaa suuruusluokkaa aiempien tutkimusten kanssa (Kuoppala 2010). Sekä satotason että sulavuuden muutos oli lineaarista, mikä myös tukee aiempia tutkimuksia (Rinne ym. 2010). Toisessa sadossa paikkakunnat poikkesivat toisistaan mm. erilaisen niiton ajoituksen takia. Maaningalla sadon määrä ja laatu oli päinvastainen kuin ensimmäisessä sadossa, eli koejäsenellä A (aikainen) oli suurin sato ja matalin D-arvo. Ruukissa kaikilla kolmella kahden niiton strategialla kasvuaika oli keskimäärin yhtä pitkä, mikä pienensi niiden välisiä eroja. Koejäsenellä A oli pienin kuiva-ainesato myös toisessa niitossa. Toisessa sadossa D-arvo oli kaikilla koejäsenillä matala (630–640 g/kg ka). Ruukin koeruudut sijaitsivat eloperäisellä maalla, mikä yhdessä lämpimän loppukesän kanssa sai aikaan tautien ja lehtien kuoleman yleistymisen kasvuston alaosissa. Tämä näkyi sulavuuden nopeana laskuna. Kolmen niiton strategia onnistui Ruukissa hyvin kaikkina kolmena vuonna, mutta Maaningalla loppukesän 2010 kuivuus heikensi nurmen kasvua niin paljon, ettei kolmatta satoa olisi kannattanut niittää ollenkaan. Samana vuonna Maaningalla sattunut kolmannen sadon lannoitusvirhe alensi kolmannen sadon satotasoa vielä entisestään.

Molemmilla paikkakunnilla koejäsen C (erittäin myöhäinen ensimmäinen niitto) tuotti korkeimman kokonaiskuiva-ainesadon koko kesän ajalta. Vastaavasti aikainen ensimmäinen niitto tuotti pienimmän kuiva-ainesadon. Kolmen niiton strategia ylsi Ruukissa samaan satotasoon koejäsenen B (myöhäistetty) kanssa,

mutta Maaningalla satotaso jäi yhtä alhaiseksi kuin koejäsenellä A (aikainen). Energiasatojen osalta koejäsenten keskinäinen järjestys oli Maaningalla sama kuin kuiva-ainesadoilla. Ruukissa kolmen niiton strategia tuotti yhtä suuren energiasadon kuin erittäin myöhäinen ensimmäinen niitto.

Maaningan ja Ruukin kokeet poikkesivat toisistaan sijainnin lisäksi myös maa- ja kasvilajeiltaan. Korjuustrategian valinnassa on otettava huomioon peltolohkon ominaisuudet, sillä esimerkiksi helposti poutivilla mailla kuivuus voi haitata toisen sadon kasvuunlähtöä, Keskikesän kuivuus vähentää kolmen niiton strategian mahdollisuuksia. Ruukissa D-arvo laski nopeasti toisen sadon kasvun aikana, jolloin parhaimpiin energiasatoihin päästiin painottamalla ensimmäisen tai kolmannen sadon osuutta kokonaissadosta. Tällaisilla mailla on tärkeää seurata kasvuston kehitystä ja korjata toinen sato hyvissä ajoin, ennen kuin sen laatu on heikentynyt liiaksi. Kolmen niiton strategian onnistumiseen vaikuttaa osaltaan myös kasvilaji- ja lajikevalinta.

Taulukko 2. Eri korjuuaikastrategioiden energiasadot (ME-sato) niitoittain ja kasvuun vaikuttaneet lämpösummat (LS) Maaningalla.

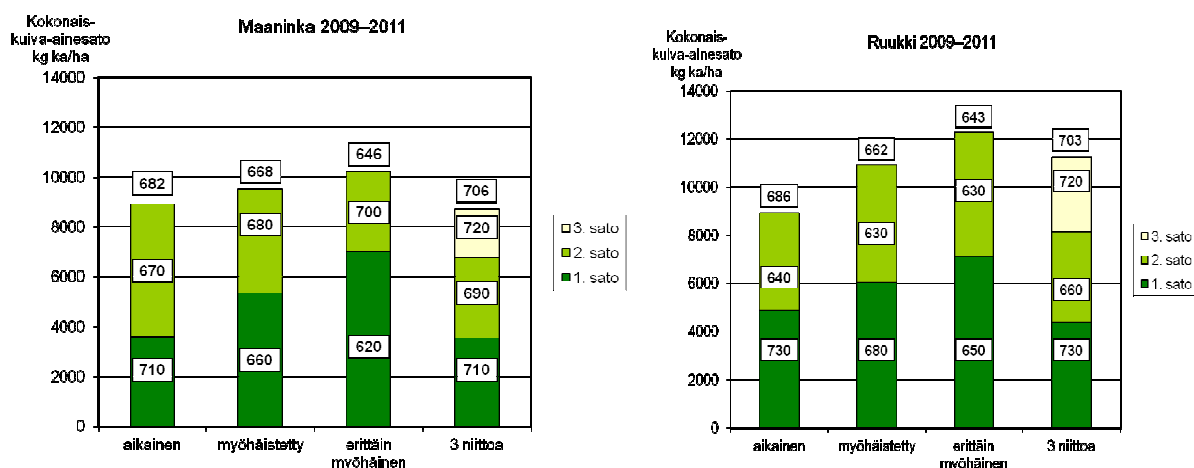
Maaninka	1. sato		2. sato		3. sato		Kokonaissato	
	LS	ME-sato	LS	ME-sato	LS	ME-sato	LS	ME-sato
	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha
A Aikainen	275	40682 a	781	56524 a			1056	97207 a
B Myöhäistetty	368	56395 b	715	45286 b			1083	101681 b
C Erittäin myöhäinen	481	69605 c	602	35784 c			1083	105389 c
D Kolme niittoa	275	40161 a	455	35655 c	652	22258	1382	98075 a
SEM		961,4		1118,8		1151,6		998,9
Korjuustrategia		***		***				***
Vuosi		***		***				**
Korjuustrategia*vuosi		***		***				**

LS = keskimääräinen kasvuun vaikuttanut lämpösumma, SEM = keskivirhe. Tilastolliset merkitsevyydet ***($P < 0,001$), **($P < 0,01$), *($P < 0,05$) ja o($P < 0,10$). Saman sarakkeen eri kirjaimella merkityt arvot poikkeavat toisistaan (Tukeyn testi).

Taulukko 3. Eri korjuuaikastrategioiden energiasadot (ME-sato) niitoittain ja kasvuun vaikuttaneet lämpösummat (LS) Ruukissa.

Ruukki	1. sato		2. sato		3. sato		Kokonaissato	
	LS	ME-sato	LS	ME-sato	LS	ME-sato	LS	ME-sato
	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha	° C vrk	MJ/ha
A Aikainen	278	56852 a	528	40953 a			805	97805 a
B Myöhäistetty	341	66032 b	548	49289 b			888	115321 b
C Erittäin myöhäinen	398	74001 c	553	52253 c			952	126254 c
D Kolme niittoa	278	51130 d	462	39298 a	506	35587	1246	126016 c
SEM		919,0		850,0		1019,7		1503,8
Korjuustrategia		***		***				***
Vuosi		**		o				o
Korjuustrategia*vuosi		***		***				***

Ruukissa niitoittain vuodet yhdistäen. LS = keskimääräinen kasvuun vaikuttanut lämpösumma, SEM = keskivirhe. Tilastolliset merkitsevyydet ***($P < 0,001$), **($P < 0,01$), *($P < 0,05$) ja o($P < 0,10$). Saman sarakkeen eri kirjaimella merkityt arvot poikkeavat toisistaan (Tukeyn testi).



Kuva 1. Eri korjuuajastrategioiden kuiva-ainesadot ja D-arvot Maaningalla ja Ruukissa. Pylväiden huipulla on kuiva-ainesadoilla painotettu kokonaissadon D-arvo.

Ruokintakokeet

Säilörehujen rehuarvo ja säilönnällinen laatu

Kokeen 1 säilörehujen säilöntälaatu oli hyvä. Ruokintakokeissa 2 ja 3 liukoisen typen määrä oli hiukan alle 600 g/kg N tai yli, joten rehuissa on voinut olla virhekyymistä. Lisäksi näissä kokeissa säilörehun pH oli $4,59 \pm 0,13$, mikä on suositusarvoa korkeampi. Rehuissa ei kuitenkaan ollut runsasta etikkahappokäymistä. Säilörehujen raakavalkuaispitoisuus alle D650 säilörehuissa oli $110 \pm 15,4$ g/kg ka ja sulavammissa säilörehuissa $143 \pm 21,0$ g/kg ka.

Säilörehun D-arvon ja väkirehumäärän vaikutus maitotuotokseen sekä syöntiin

Regressiomallin (Taulukko 4) mukaan maitotuotosero D610 ja D690 välillä oli 6,7 kg energiakorjattua maitoa (ekm), kun väkirehutaso oli 8 kg ka/vrk. Vastaavasti suurin tuotosero tutkimuksessa käytetyillä väkirehumäärillä oli 4,4 kg ekm (D610 säilörehu). Tämä tukee aikaisempia tutkimushavaintoja, joiden mukaan suurimmat erot maitotuotoksessa on saatu säilörehun D-arvoa muuttamalla. Väkirehumäärän muuttaminen 0–15 kg /pv toisi mukanaan vielä suuremman tuotosvaihtelun, mutta nollaväkirehumäärät eivät kuulu käytännön vaihtoehtoihin.

Säilörehun D-arvon noston vaikutus lehmien maitotuotokseen noudattaa vähenevän lisätuoton lakia (Kuva 2, taulukko 4). Maitotuotos pienenee melko voimakkaasti alle D650 säilörehuilla ja toisaalta yli D700 rehuilla tuotosnousu on vaatimattomampaa etenkin korkeita väkirehumääriä käytettäessä. Säilörehun D-arvolla on ratkaiseva merkitys maitotuotokseen, jos tila on valinnut matalan väkirehun ruokintastrategian. Toisaalta korkeita väkirehumääriä käytettäessä D-arvoltaan yli 690 g/kg ka säilörehujen käytöstä ei ole tuotannollista etua.

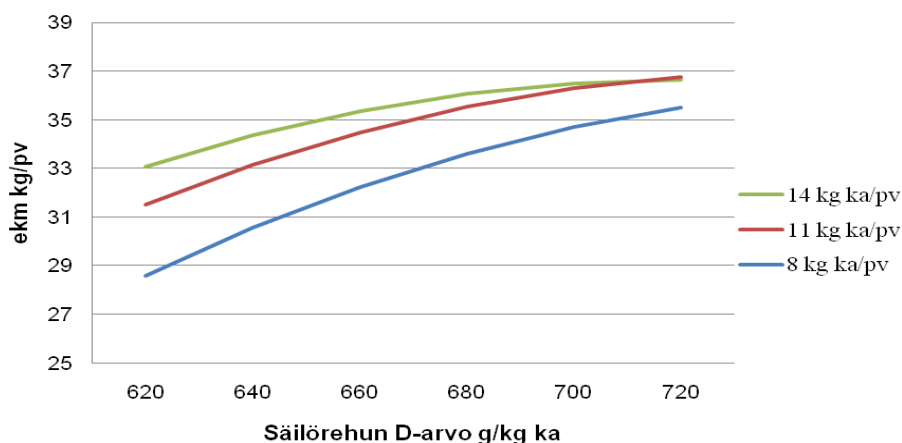
Korkeat väkirehumäärät pienentävät maidon rasvapitoisuutta. Kuvassa 2 väkirehuvasteet ovat korkeampia ja funktioiden käyräviivaisuus on pienempi, kun tuotokset lasketaan korjaamattomina maitokiloina. Ekm-laskenta vastaa kuitenkin paremmin todellisuutta, koska maidon hinnoittelu perustuu rasva- ja valkuaispitoisuuksiin. Litra-kohtainen tuotantotuki tulee myös maidon sisältämälle vedelle, mutta tämän merkitys on maidon pitoisuuksia pienempi.

Keskimääräinen laskennallinen 305 päivän tuotos on 29,5 kg, jos tilan keskituotostavoite on 9000 ekm kg/v. Vastaava maitomäärä saavutetaan mallin mukaan 10,1 kilon päivittäisellä väkirehuannoksella, kun käytetään D620 rehua. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kohtuullista keskituotosta tavoiteltaessa väkirehun määrää muuttamalla voidaan kompensoida hyvinkin matalaa säilörehun D-arvoa. Keskituotostavoitteen nostaminen 10 000 ekm kg/v vaatii jo 15,3 kilon päivittäisen väkirehuannoksen, jos säilörehun D arvo on 620 g/kg ka. Kokeessa 3 karkearehuperäinen NDF ei ollut ruokintaa rajoittava tekijä lukuun ottamatta yhdistelmää D720 ja 15 kg väkirehua, jossa karkearehuperäisen NDF:n osuus oli 260 g/kg ka. Ennustemallin mukaan D620 säilörehudieettien väkirehun osuus nousee 56 %:iin kuiva-aineesta, mikäli tavoitellaan 10 000 ekm kg/v keskituotosta. Käytännössä ruokinnan virhetilanteissa, esimerkiksi kun lehmä vähentää säilörehun syöntiä heikon säilöntälaadun vuoksi, väkirehuprosentti voi nousta vielä korkeammaksi. Tällöin ruokintape-

räisten sairauksien riski voi kasvaa. Erityisesti sulavuudeltaan heikoista säilörehuista tulee ottaa kattavat rehuanalyysit, jotta väkirehutäydennys voidaan suunnitella oikein.

Mallin tuloksia tulkittaessa täytyy pitää mielessä, että kokeessa mukana olevat lehmät ovat olleet terveitä, väkirehuna on käytetty teollista täysrehua ja säilöntälaadultaan vähintään kelvollista rehua on ollut vapaasti saatavilla. Mahdollisten sairaiden lehmien tulokset on poistettu aineistosta. Malli ei täten pysty huomioimaan tuotostason noston mukanaan tuomaa riskitason nousua. Lisäksi kokeissa ei ollut mukana alle 8 kg ka/vrk väkirehutasoja, joten tätä alhaisimmilla väkirehumäärillä mallin luotettavuus voi kärsiä. Käytännössä maatilat joutuvat käyttämään ennustemallia korkeampia väkirehumääriä mallia vastaavan maitomäärän tuottamiseksi. Tutkimuksen tuloksia täytyy tulkita enemmän suhteellisina eroina kuin absoluuttisina arvoina.

D-arvon vaikutus säilörehun kuiva-aineen syöntiin laskettiin mallin $y = 2,41 - 0,39 * \text{väkirehu (kg ka)} + 0,023 * \text{D-arvo (g/kg ka)}$, kun väkirehun raakavalkuainen on 210 g/kg ka. Syöntimäärästä vähennetään 0,40 kg ka, kun väkirehun raakavalkuainen on 180 g/kg ka ja 0,73 kg ka, kun väkirehun raakavalkuainen on 150 g/kg ka (Taulukko 5). Numeroarvoisesti D-arvolla ja säilörehun syönnillä oli käyräviivainen riippuvuus, mutta toisen asteen termi ei ollut merkitsevä ($p=0,25$). Kokeen 3 mukaan säilörehun syönti väheni kuitenkin voimakkaammin välillä D670–D620 verrattuna D720–D670. Tämä havainto tukee kuvan 2 mukaista tulosta, jossa maitotuotos vähenee käyräviivaisesti D-arvon alentuessa.



Kuva 2. Säilörehun D-arvon vaikutus energiakorjattuun maitotuotokseen väkirehumäärän muuttuessa.

Taulukko 4. Kolmeen ruokintakokeeseen perustuva energiakorjatun maitomäärän regressiomalli.

		Kerroin	s.e.	Til. merkitsevyys
Vakiotermit		-213	51,3	o
Aikaa poikimisesta	vrk	-0,04	0,004	***
Väkirehun syönti	kg ka	5,84	1,235	***
(Väkirehun syönti) ²		-0,08	0,033	*
D-arvo	g/kg ka	0,60	0,150	***
(D-arvo) ²		-0,0004	0,00001	**
Väkirehun syönti × D-arvo		-0,006	0,0015	***
Väkirehun valkuainen	15 %	16,86	7,068	*
	18 %	3,04	5,906	
	21 %	0		
D-arvo × Väkirehun valkuainen	15 %	-0,028	0,0109	*
	18 %	-0,005	0,0091	
	21 %	0		

Tilastolliset merkitsevyydet ***($P<0,001$), **($P<0,01$), *($P<0,05$) ja o($P<0,10$). s.e.=keskivirhe.

Mallin selityssaste on 0,89.

Väkirehun valkuaispitoisuuden vaikutus maitotuotokseen ja syöntiin

Muutamissa aikaisemmissa tarkasteluissa (Wáthen ym. 2008, Martinsson 2011) säilörehun matalaa D-arvoa on korvattu väkirehun valkuaispitoisuuden nostolla. Tämän tutkimuksen mukaan säilörehun D-arvolla ja väkirehun valkuaispitoisuudella oli yhdysvaikutus siten, että lisävalkuaisruokinnan ekm-vaste oli matalan D-arvon rehuilla heikompi verrattuna korkean D-arvon säilörehuun (Taulukko 4). Koska tulos perustuu vain kolmeen ruokintakokeeseen, on tuloksen kvantitatiivinen tulkinta epävarmaa. Valkuaisvaste rv 15 ja rv 18 välillä sekä D-arvo 690 g/kg ka rehulla oli 0,72 kg ekm/10 g/kg ka raakavalkuaispitoisuuden lisääntyessä. Vaste on huomattavasti korkeampi verrattuna aiemmin julkaistuihin (Rinne 2000, Khalili ym. 2005) tuloksiin. Sen sijaan mallin mukainen keskimääräinen valkuaisvaste D-arvoilla 620–690 g/kg ka 0,45 kg ekm/10 g/kg ka raakavalkuaisen lisääntymistä kohden on samaa suuruusluokkaa kirjallisuuden kanssa. On mahdollista, että tämän tutkimuksen valkuaisyhdysovaikutusestimaatti on liian voimakas. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että säilörehun matalaa D-arvoa ei voida kompensoida lisäämällä väkirehun valkuaispitoisuutta kuin hyvin pieneltä osin.

Väkirehun valkuaispitoisuuden nosto lisää maitotuotosta sekä lisääntyneen ohitusvalkuaisen, että myös lisääntyneen säilörehunsyönnin kautta. Vastaava ilmiö näkyy myös tässä tutkimuksessa, mutta vaikutus ei ollut kovin selkeä (Taulukko 5). D-arvo \times väkirehun rv –yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä. Tämän perusteella heikkoa lisävalkuaisvastetta matalan D-arvon säilörehuilla ei voi selittää säilörehun syöntimäärän muutoksilla.

Taulukko 5. Säilörehun D-arvon ja väkirehun valkuaispitoisuuden vaikutus energiakorjattuun maitotuotokseen. Luvut perustuvat 10 kg ka/vrk väkirehumäärään, aikaa poikimisesta on 150 päivää.

Väkirehun raakavalkuaispitoisuus g/kg ka						
15		18		21		
Säilörehun D-arvo g/kg ka	Säilörehun syönti kg ka/pv	Ek m kg/pv	Säilörehun syönti kg ka/pv	Ek m kg/pv	Säilörehun syönti kg ka/pv	Ek m kg/pv
620	11,8	30,4	12,1	30,9	12,5	30,7
650	12,4	32,2	12,8	33,4	13,2	33,3
680	13,1	33,3	13,4	35,3	13,8	35,3
710	13,8	33,8	14,1	36,5	14,5	36,6

Johtopäätökset

Ensimmäistä niittoa myöhästyttämällä voidaan jonkin verran nostaa kasvukauden kokonaissatoa sekä kuiva-aineena että energiasatona mitattuna, mutta tämä tapahtuu keskimääräisen sulavuuden kustannuksella. Kolmen niittokerran strategialla voidaan tuottaa erittäin hyvin sulavaa rehua ja mikäli jälkikasvuolosuhteet ovat suotuisia, myös kokonaissato on korkea. Kokeessa havaitut erot paikkakuntien välillä kolmen niittokerran kokonaissadon määrässä korostavat lohko- ja sääolosuhteiden vaikutusta korjuustrategian valinnassa.

Väkirehun määrää nostamalla voidaan korvata suhteellisen heikosti sulaviakin säilörehuja tuotostasotavoitteesta riippuen. Nurmisäilörehun ensimmäisen sadon korjuu-aikaa voidaan myöhästyttää tavoitearvoa 680–700 g/kg ka myöhemmäksi, mikäli korjuuolosuhteet niin vaativat. Tuotostasotavoitteen noustessa säilörehu ei voi olla heikosti sulavaa, koska silloin dietin korkea väkirehuprosentti lisää tuotantosairauksien riskiä. Heikosti sulavaa säilörehua ei voi korvata väkirehun raakavalkuaispitoisuutta lisäämällä, vaan väkirehun raakavalkuaispitoisuus voi olla sama D-arvosta riippumatta.

Kirjallisuus

Artturi@-verkkopalvelu 2011. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/artturi>. Viitattu 25.11.2011.

Davis, A. & Hall, W.B. 1969. Cyclic change over designs. *Biometrika* 56: 283-293.

Huhtanen, P., Rinne M. & Nousiainen J. 2008. Evaluation of concentrate factors affecting silage intake of dairy cows: a development of the relative total diet intake index. *Animal* 2:6 942 – 953.

Khalili H., Sairanen A., Nousiainen J., Huhtanen P. 2005. Effects of silage made from primary or regrowth grass and protein supplementation on dairy cow performance. *Livestock Production Science* 96: 269–278.

Kuoppala, K. 2010. Influence of harvesting strategy on nutrient supply and production of dairy cows consuming diets based on grass and red clover silage. MTT Tiede 11: 50 s. Diss.: Doctoral Dissertation.

Martinsson K. 2011. Kannattava säilörehuntuotanto – seminaari, Maaninka 27.4.2011.

Rinne, M., Pitkänen, T., Nyholm, L., Nousiainen, J. & Huhtanen, P. 2010. Nurmiheinien ensimmäisen sadon sulavuuden ja sadon määrän mallit nurmirehujen tuotannon hallintaan. Teoksessa: Anneli Hopponen (toim.) Maataloustieteen Päivät 2010. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja no 26. 9 s.

Rinne, M. 2000. Influence of the timing of the harvest of primary grass growth on herbage quality and subsequent digestion and performance in the ruminant animal. University of Helsinki, Department of Animal Science. Publications 54. 42 p. + 5 encl. Academic dissertation.

Vauhkonen, E. & Sairanen, A. 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus maitotilan talouteen lyhyellä aikavälillä. Maataloustieteen päivät 2012. www.smts.fi.

Wathén, A., Rinne, M. & Heikkilä, A-M. 2008. Optimaalisesti rehua ja maitoa. Teoksessa: Anneli Hopponen (toim.) Maataloustieteen Päivät 10.-11.1.2008 [verkkójulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedotteita 23: 92 s.