

## Maissirankki lypsylehmien valkuaislisänä säilörehuruokinnalla

Mikko Tuori<sup>1,2)</sup>, Pirjo Pursiainen<sup>1)</sup> ja Merja Holma<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> *Helsingin yliopisto, Kotieläintieteen laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto, etunimi.sukunimi@helsinki.fi*

<sup>2)</sup> *Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Tervamäentie 179, 05840 Hyvinkää, etunimi.sukunimi@mtt.fi*

<sup>3)</sup> *Rehuraio Oy, PL 101 (Raisionkaari 55), 21201 Raisio, etunimi.sukunimi@raisio.com*

### Tiivistelmä

Valkuaispitoisen maissirankin tuotanto on lisääntynyt etanolin polttoainekäytön lisääntymisen myötä. Maissirankki on valkuaispitoista, joskin soijarouheeseen verrattuna vain keskinkertaista (n. 300 g vs. 500 g RV/kg kuiva-ainetta). Alhainen valkuaisen pötsihajoavuus kuitenkin parantaa rankin OIV-arvoa. Kuitua on vähemmän kuin kaurassa ja sulavuus ohran luokkaa. Maissirankin fosforipitoisuus on alempi kuin rypsirouheen, soijarouheen kanssa samalla tasolla. Maissirankin erityispiirre on suuri rasvapitoisuus 100-140 g/kg KA.

Lypsylehmillä suoritetussa ruokintakokeessa väkirehun soijarouhetta korvattiin maissirankilla. Kuivattu rankki (DDGS) oli etanoliprosessista sisältäen rankin nesteosan. Kuudella lypsylehmällä kahdessa 3x3 latinalaisessa neliössä oli kaksi väkirehuseosta: VR1 sisälsi 12,5 % soijarouhetta ja maissirankkia 0 %, ja VR3 sisälsi maissirankkia 25 % ja soijarouhetta 0 %. MR0-ruokinnalla lehmät saivat VR1-rehua ja pienen määrän ohraa, MR250-ruokinnalla väkirehua VR3 ja MR125-ruokinnalla MR0- ja MR250-ruokintojen väkirehuja suhteessa 1:1. Ohrapohjainen väkirehu sisälsi lisäksi rapsirouhetta ja seosmelassia kumpaakin 5 % sekä rehujauholeseseosta 20 %.

Maissirankin valkuaispitoisuus oli 310 g, raakarasvapitoisuus 139 g, raakakuitupitoisuus 76 g ja NDF-pitoisuus 359 g per kg kuiva-ainetta. VR1-väkirehu sisälsi 198 raakavalkuaista, 41 g raakarasvaa ja 216 g NDF per kg KA. VR3 sisälsi vastaavasti 196 g raakavalkuaista, 63 g raakarasvaa ja 248 g NDF-kuitua.

Väkirehua annettiin tasa-annos joko 12 tai 14 kg eri neliöille sekä nurmiheinäsäilörehua vapaasti koko kokeen ajan. Säilörehun syönti ruokinnoilla MR0, MR125 ja MR250 oli 11,58, 11,47 ja 11,40 kg KA/d. Soijarouheen syöntimäärät ruokinnoilla MR0 ja MR125 olivat 1,25 ja 0,62 kg KA. Maissirankin syöntimäärät olivat 1,42 ja 2,85 kg KA ruokinnoilla MR125 ja MR250. MR0-, MR125- ja MR250 -ruokinnoilla koko dieetin raakavalkuaispitoisuus oli 179, 180 ja 181 g/kg KA ja NDF-pitoisuus 330, 336 ja 343 g/kg KA.

AIA-merkkiainetta käyttäen määritettiin koko dieetin sulavuus kaikilla lehmillä. Soijan korvaus maissirankilla ei vaikuttanut dieetin orgaanisen aineen sulavuuteen merkitsevästi (75,7, 74,9 ja 74,9 % MR0-, MR125- ja MR250-ruokinta). Maissiranki paransi maitotuotosta. Ruokinnoilla MR0, MR125 ja MR250 maitotuotos oli 35,91, 36,75 ja 37,61 kg/d (lineaarinen vaikutus, P-arvo <0,10), ja energiakorjattu maitotuotos (EKM) 35,24, 35,40 ja 37,10 kg/d (lin. P-arvo <0,05). Maidon rasvapitoisuus oli vastaavasti 39,5, 37,8 ja 39,6 g/kg (3. asteen vaikutus, P<0,05). Soijarouheen korvaus maissirankilla alensi maidon valkuaispitoisuutta (34,7, 34,1 ja 34,0 g/kg, lin. p <0,05). Rehuvalkuaisen hyväksikäyttö oli 0,298, 0,299 ja 0,305 kg maitovalkuaista per kg rehun raakavalkuaista. Rehun hyväksikäyttöä maissirankki paransi : 1,55, 1,56 ja 1,64 kg EKM/kg KA (P<0,05).

Tämän kokeen perusteella kuivattu maissirankki (DDGS) soveltuu korkeatuottoisilla lypsylehmillä hyvin soijarouheen korvaajaksi säilörehuun perustuvalla ruokinnalla. Tässä kokeessa suurin maissirankkimäärä väkirehussa oli 25 %. Suurempiakin määriä, 20 % ja yli koko dieetin kuiva-aineesta, maissirankkia on suositeltu, mutta tällöin rajoittavaksi tulee dieetin korkea raakavalkuaispitoisuus, jolloin karkearehuksi tulee kyseeseen lähinnä maissisäilörehu tai muu vähän valkuaista sisältävä karkearehu.

**Asiasanat:** Lypsylehmä, maissirankki, DDGS, valkuainen, OIV-PVT, pötsihajoavuus, sulavuus, rehun hyväksikäyttö

## Johdanto

Etanolin valmistuksessa viljasta hiivakäymisessä saadaan oheistuotteena rankkia, jota käytetään rehuna joko sellaisenaan tuoreena tai kuivattuna. Kuivajauhatuksen jälkeen mäskäyksessä viljan tärkkelys pilkotaan entsymaattisesti ja käytetään hiivalla etanoliksi. Etanolin erottamisen jälkeen rankista separoidaan kiinteä osa, jota voidaan käyttää rehuna sellaisenaan (WDG, wet distillers grains), tai kuivattuna (DDG dried distillers grains). Siirappimainen nesteosa voidaan lisätä kiinteään osaan, joka kuivattuna on DDGS (dried distillers grains with solubles). Etanoliprosessin lisäksi viljasta voidaan erottaa muita fraktioita. Prosessiin kuuluu tällöin märkäjauhatus, haluttujen fraktioiden kuten tärkkelyksen, maissisirapin, maissiöljyn tai maissigluteenin erotus, jäljelle jääneen tärkkelyksen hajotus ja hiivafermentaatio etanoliksi (Näsi 1988, Bothast ja Schlicher 2005). Maissirankin kiinteä osa on kuitupitoisempi ja sisältää enemmän raakavalkuaista kuin nesteosa, joka sisältää enemmän rasvaa ja kivennäisaineita kuten fosforia (mm. Cao ym. 2009). USA:ssa suositus maissirankin käytölle on 20 %, jopa 30 % dieetin kuiva-aineesta. Maissirankilla yleensä korvataan väkirehua, ja tuotos joko pysyy samanlaisena tai paranee verrattuna tavanomaiseen ruokintaan (Schingoethe ym. 2009).

Pyrittäessä vähentämään riippuvuutta fossiilista polttoaineista etanolin lisääminen bensiiniin on lisännyt etanolin ja samalla rankin maailman laajuista tuotantoa. EU:n asettama tavoite 5,75 %:n energiaosuus etanolin käytölle liikennepolttoaineissa vuoteen 2010 mennessä (European parliament 2003) edellyttäisi Suomessa 220 milj. litran etanolimäärän lisäämistä bensiiniin, jolloin viljaa tarvittaisiin kolminkertainen määrä, 660 milj. kiloa (ohrasato Suomessa 2000 milj.kg) (Lepistö ja Karppinen 2006). Tehokkainta etanolin tuottaminen on maissista. Bothast ja Schlicher (2005) laskivat, että kilolla maissia saadaan märkäjauhatusmenetelmällä 0,37 litraa ja kuivajauhatuksella 0,42 litraa etanolia. Ruotsalaisen etanolin valmistajan mukaan vehnäkilosta saadaan 0,30 kg (0,38 l) etanolia, 0,33 kg kuivattua rankkia ja 0,31 kg hiilidioksidia (Lantmännen 2009). Suomessa etanolia on tuotettu ohrasta Primalcon integroidussa etanoli-tärkkelysprosessissa Koskenkorvan tuotantolaitoksessa vuodesta 1987 lähtien. Prosessin lopputuotteet eroavat em. mainittujen prosessien tuotteista siten, että rankin kiinto-osa yhdistetään märkäjauhatuksen jälkeen erotetun kuituosan kanssa ja tuotetta käytetään kuivattuna lähinnä märehtijöille ohrarehu nimellä. Rankin nesteosa väkevöitynä on tiivistetty tärkkelysrankki, joka käytetään lähinnä sikojen ruokinnassa (Näsi 1988). Kuivatun tärkkelysrankin vaikutusta on tutkittu lypsylehmillä (Ala-Seppälä ym. 1988, Huhtanen ym. 1991, Huhtanen ja Miettinen 1992). Bertilsson (2007) on tutkinut ruotsalaista, lähinnä vehnästä valmistettua ruotsalaista etanolirankkia (Agrodrank) lypsylehmillä. Tässä selostettavassa kokeessa lypsylehmillä tutkittiin kuivatun maissirankin, johon nesteosa oli lisätty (DDGS), vaikutusta tuotokseen ja rehun hyväksikäyttöön nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla.

## Aineisto ja menetelmät

Koe suoritettiin Viikin opetus- ja tutkimustilan karjassa kuudella ay-lypsylehmällä, jotka olivat kahdessa 3x3 latinalaisessa neliössä. Jakson pituus oli kolme viikkoa. Keskimääräinen aika poikimisesta kokeen alkuun oli 112,3 kg (keskihajonta 9,04) ja maitotuotos 43.3 kg/pv (keskihajonta 2,51). Koe alkoi 8.3.2004 ja päättyi 10.5.2004. Säilörehu, jota annettiin vapaasti, oli tehty timotei-nurminatanurmen syysadosta, lievästi esikuivattua ja tarkkuussilppurilla korjattua. Säilöntäaineena oli käytetty AIV2000 -liuosta. Väkirehun määrä oli 12/14 kg/pv neliöissä 1 ja 2. Kokeessa oli kaksi ohra-vehnärehupohjaista rehuseosta VR1 ja VR3, jotka oli valmistettu Rehuraisio Oy:n rehutehtaalla (Taulukko 1). VR1:n ohra-soijarouheos (25,0 %, 1:1) oli korvattu VR3:ssa samalla määrällä maissirankkia. Rankki (DDGS) oli kuivattua etanolirankkia, johon oli lisätty nesteosa, tuotantomaa USA. Koeryhmä MR0 sai väkirehua VR1 sekä pienen määrän ohraa, koeryhmä MR250 väkirehua VR3, ja koeryhmä MR125 sai ryhmien MR0 ja MR250 väkirehua suhteessa 1:1. Ohralisällä ryhmissä MR0 ja MR125 tasattiin alkuanalyysien mukaan valkuaispitoisuuksien eroa väkirehuseosten välillä. Väkirehu jaettiin kuudessa erässä (klo 5, 8, 11, 14, 17 ja 20), ja säilörehu kolmessa erässä (klo 5, 13 ja 20). Lehmät punnittiin kokeen alussa ja jokaisen jakson lopussa 2 peräkkäisenä päivänä.

Taulukko 1. Väkirohuseosten raaka-ainekoostumus

	VR1	VR3
Ohra	54,0	41,5
Rehujauholeseoseos	20,0	20,0
Seosmelassi	5,0	5,0
Soijarouhe	12,5	
Rapsirouhe	5,0	5,0
Maissirankki		25,0
Kalsiumkarbonaatti	1,8	1,8
Natriumkloridi	0,5	0,5
Natriumvetykarbonaatti	0,5	0,5
Magnesiumoksidi	0,3	0,3
Karja-esiseos	0,4	0,4

Väkirohuseoksista kerättiin näytettä jokaisesta säkistä, määritettiin kuiva-aine jaksoittain ja muut analyysit koko koeaikaa edustavista yhdistetyistä näytteistä. Raaka-aineista oli näytteet maissirankista, soijarouheesta ja rapsirouheesta sekä kokeessa syötetystä ohrasta. Jaksojen kolmannella koeviikolla säilörehunäytettä kerättiin päivittäin analyysiä varten. Viikon päätyttyä osanäytteet yhdistettiin, ja määritettiin kuiva-aine, pH ja pakastettiin näytteet edelleen analysointia varten. Säilörehujätteestä kerättiin samoin kolmannella viikolla jokaiselta lehmältä päivittäin näyte (5 % jätteen määrästä) kuiva-ainemäärittystä varten. Rehujen analysointi tehtiin standardimenetelmin. Analyysiä varten rehunäytteet kuivattiin +60°C. Säilörehujen fermentaatiota kuvaavat määritykset tehtiin tuoreen rehun vesiuutteesta. Säilörehujen pepsiini-sellulaasiliukoisuudesta (Nousiainen ym. 2003) laskettiin korjausyhtälöllä orgaanisen aineen sulavuus (Huhtanen 2006). Maissirankin ja väkirohujen VR1 ja VR3 iNDF-pitoisuus määritettiin 12 vrk:n pötsi-inkuboinnissa (nailonpussin huokoskoko 6 µm). Pitoisuudet korjattiin tuhkapitoisuuden mukaan. Pötsihajoavuus määritettiin kahdessa pötsifistelillä varustetussa lehmässä 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 ja 72 tunnin pötsi-inkubaatiolla, pussin huokoskoko oli 40 µm. Inkuboinnit tehtiin tuoreista säilörehunäytteistä. Rehujen partikkelihävikki määritettiin nailonpussin vesipesussa hävinneen aineen ja liukoisen osan (suodatus suodatinpaperin läpi) erotuksena (Weisbjerg ym. 1990). Rehujen pötsihajoavuusparametrit (Ørskov ja McDonald 1979) laskettiin alkuperäisistä ja partikkelikorjatusta hävikeistä eri inkubointiaikoina.

Maitotuotos mitattiin jokaisella lypsykerralla. Jakson viimeisellä viikolla lehmiltä kerättiin maitonäyte neljältä peräkkäiseltä lypsykerralta, ja lehmittäin yhdistetyistä näytteistä määritettiin rasva, valkuainen, laktoosi, urea ja solut.

Dieetin sulavuusmäärittystä varten kerättiin kaikilta lehmiltä sontanäytteet jokaisen jakson lopussa viitenä peräkkäisenä päivänä klo 7 ja 15. Merkkiaineena käytettiin suolahappoon liukenematonta tuhkaa. Typpimääritys tehtiin tuoreesta näytteestä, muut analyysit kuivatuista näytteistä.

Rehunkulutus- ja tuotostulokset ovat jaksojen viimeisen viikon keskiarvoja. Tulokset käsiteltiin varianssianalyysillä kiinteinä tekijöinä neliö, jakso, dieetti ja neliön ja jakson yhdysvaikutus sekä satunnaistekijänä lehmä neliön sisällä. Analyysi tehtiin SAS:in Mixed-proseduurilla. Kontrasteilla tutkittiin maissirankin lisäyksen vaikutusta (lineaarinen tai 2. asteen mukainen).

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

### *Rehujen koostumus ja rehuarvo*

Maissirankin raakavaluonaispitoisuus (310 g RV/kgKA) oli 35 % pienempi kuin soijarouheen (474 g) ja 13 % pienempi kuin rapsirouheen (357 g/kgKA) (Taulukko 2). Väkirohuseoksen VR3 25 % maissirouhetta korvaamaan tarvittiin vastaava määrä soijarouheen ja ohran seosta (1:1) väkirohussa VR1 (Taulukko 1), jolloin seokset olivat raakavaluonais suhteen tasa-painoiset. Maissirankin kuitupitoisuus (359 gNDF /kgKA) oli yli kolminkertainen soijarouheeseen verrattuna (113 g NDF /kgKA), mutta ligniinipitoisuus oli matala (0,2 g/kg KA). Maissirankin rasvapitoisuus oli huomattavan korkea, 139 g/kgKA, jolloin rankin laskennallinen energia-arvo (1,280 RY/kgKA) oli 11 % korkeampi kuin ohran ja

13 % korkeampi kuin soijarouheen RY-arvo. Schingoethen ym. (2009) kokooma-artikkelin mukaan amerikkalaisissa maissirankeissa NDF-pitoisuus oli yleensä rajoissa 38 - 40 %. Matalan ligniinipitoisuuden vuoksi maissirankki on yleensä hyvin sulavaa (Schingoethe ym. 2009).

Taulukko 2. Rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo

	Säilö- rehu <sup>1)</sup>	VR1	VR3	Ohra	Soija- rouhe	Rypsi- rouhe	Maissi- rankki
Kuiva-aine, %	19,9	86,0	86,4	88,2	88,7	88,2	90,0
Kuiva-aineessa, g/kgKA							
Tuhka	84	66	65	30	62	84	39
Raakavalkuainen	167	198	196	138	474	357	310
Raakarasva	58	41	63	32	52	62	139
Raakakuitu	225	66	70	66	65	134	76
NDF	437	216	248	253	113	291	359
ADF	237	74	75	70	71	201	81
ADL	18,3	12,6	15,1	1,4	0,1	80,1	0,2
iNDF		47,8	45,6		2,9	152,4	10,7
Tärkkelys		356	305	515	30	29	36
Sokerit		82	63	40	125	106	31
D-arvo <sup>2)</sup>	665						
RY-arvo, RY/kgKA <sup>3)</sup>	0,910	1,089	1,120	1,128	1,135	1,006	1,280
OIV, g/kgKA <sup>4)</sup>	83,8	107,5	117,6	104,3	157,5	147,8	187,5
PVT, g/kgKA <sup>4)</sup>	24,2	24,6	8,4	-32,6	229,9	129,9	26,3
HVO, %	85,0	79,6	68,5	80,0	75,0	65,0	40,3

<sup>1)</sup> Säilörehun säilönnällinen laatu: pH 3,88; maitohappo 11,2 g/kgKA; haihtuvat rasvahapot yht. 10,5 g/kgKA, joista 0,08 g voi-happoa; etanoli 17,6 g/kgKA, sokerit 169 g/kgKA; kokonaistypestä liukoista 432 g/kg ja ammoniumtypeä 34 g/kg; syöinti-indeksi 97,9

<sup>2)</sup> D-arvo: (-0,154 + 1,12 \* orgaanisen aineen pepsiini-sellulaasiliukoisuus) \* orgaaninen aine (g/kgKA)

<sup>3)</sup> Käytetyt sulavuuskertoimet (RV, RR, RK ja TUA) maissirankki: 85,5, 91, 60 ja 87; VR1:79,4, 78,8, 40 ja 89,1; VR3: 79,1, 84,9, 43,2 ja 88,6

<sup>4)</sup> Valkuaisarvot MTTT2004

Rehujen raaka-aineiden ja väkirehuseosten raakavalkuaisen ja raakarasvan sulavuusarvot laskettiin käyttäen Lucasin periaatteen kaavoja (MTT2006). Raaka-aineiden raakakuidun ja typtöttöminen uuteaineiden sulavuudet haettiin rehutaulukoista (MTT2006). Kokeen maissirankille laskettiin seuraavat sulavuusarvoja: RV 85,5; RR 91; RK 60; TUA 87. Raakavalkuaisen ja raakarasvan sulavuus on laskettu Lucasin periaatteella, raakahiilihydraattien (RK+TUA) sulavuus on laskettu erotuksena, kun OA:n sulavuus on 85 % (tanskalainen rehutaulukko, Møller ym. 2000), ja raakakuidun ja typtöttömien uuteaineiden sulavuuksien suhde on peräisin saksalaisesta rehutaulukosta (DLG 1997). VR1- ja VR3-rehuseoksille raakakuidun ja typtöttömien uuteaineiden sulavuus laskettiin komponenttien sulavuuksien painotettuna keskiarvona. Rehujen valkuaisarvot OIV ja PVT laskettiin MTT2004:n mukaan.

### **Valkuaisen pötsihajoavuus (HVO)**

Maissirankin valkuaisen pötsihajoavuus oli alhainen, 40,3 %, kun partikkelien virtausnopeutena pötsistä käytettiin arvoa 0,04 (Taulukko 3). Amerikkalaisissa tutkimuksissa kuivatun maissirankin valkuaisen hajoavuus eri etanolitehtaiden välillä on vaihdellut 46 - 28 %:n välillä (Firkins ym. 1984, Kleinschmidt ym. 2007). Schingoethe ym. (2009) esittävät keskiarvoksi 45 % maissirankin valkuaisen hajoavuudeksi. Tanskalaisissa rehutaulukoissa maissirankin valkuaisen pötsihajoavuus on 33 % ja AAT (OIV) 183 g/kg KA (Møller ym. 2000).

Maissirankin määritetty HVO-arvo 40,3 % ei vastannut VR3-rehuseoksen pötsi-inkubaatioissa määritettyä arvoa 68,5 %, koska seoksen komponenttien kautta laskettu HVO:n painotettu keskiarvo oli vain 63,3 %. VR3-rehun OIV-pitoisuus oli määritetyn HVO-arvon kautta laskettuna 107,5 g OIV/kg KA, mutta komponenttien painotettuna keskiarvona oli 122,5 g/kg KA käyttäen maissirankille määritettyä

OIV-arvoa 187,5 g.

Taulukko 3. Väkirehujen partikkelihävikki pötsi-inkubaatioissa ja pötsihajoavuusparametrit (%)

	Kuiva-aine			S.e	Raakavalkuainen			S.e
	Maissi-rankki	VR1	VR3		Maissi-rankki	VR1	VR3	
Vesipesuhävikki	30,5	41,7	40,8		18,3	34,0	32,2	
Vesiliukoinen	20,7	22,4	21,8		5,9	19,7	14,8	
Partikkelihävikki	9,9	19,3	19,0		12,4	14,3	17,4	
Korjaamattomat hajoavuusparametrit								
a	35,7	57,7	58,4	1,98	21,8	46,0	48,7	2,18
b	54,8	33,3	31,5	1,47	53,6	51,0	42,4	2,50
Hajoava osuus	61,5	81,7	78,3	0,34	48,2	83,3	75,0	0,36
Partikkelihävikkiporjatut hajoavuusparametrit								
	26,5	43,8	45,0	2,51	9,9	34,2	35,5	2,64
b	62,6	44,3	41,7	a	61,7	62,1	53,3	3,06
Hajoava osuus	56,0	75,6	71,3	0,34	40,3	79,7	68,5	0,47

S.e.: 2-suuntainen varianssianalyysi luokittelijoina rehu ja lehmä, n=6; Virtausvakioiden arvo 0,04

**Dieetin sulavuus**

Dieettien välillä ei ollut merkitseviä vaikutuksia ravintoaineiden sulavuudessa (Taulukko 4), joskin orgaanisen aineen ja typtettömien uuteaineiden sulavuuksilla oli trendi hieman pienentyä maissirankin osuuden lisääntyessä (lin. vaik. P=0,11 ja P=0,10). Laskennallisesti maissirankin orgaanisen aineen sulavuus oli kuitenkin samalla tasolla kuin ohra-soijarouheseoksen sulavuus.

Taulukko 4. Maissirankin vaikutus dieetin sulavuuteen

	MR0	MR125	MR250	SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)		
					Dieetit	Kontrastit	
						Lin.	2. aste
Kuiva-aine	73,7	72,9	73,0	0,42	0,25	0,17	0,35
Orgaaninen aine	75,7	74,9	74,9	0,41	0,18	0,11	0,32
Raakavalkuainen	70,1	68,9	69,6	0,57	0,39	0,53	0,23
Raakarasva	53,7	52,4	56,4	2,34	0,25	0,26	0,21
Raakakuitu	64,1	64,2	64,8	1,05	0,74	0,48	0,79
Typettömät uuteain.	82,5	82,0	81,6	0,37	0,24	0,10	0,99
Raakahiilihydraatit	78,7	78,3	78,0	0,46	0,55	0,29	0,91
NDF	65,3	64,6	64,8	0,86	0,87	0,72	0,72
ADF	64,3	63,9	64,2	0,97	0,97	0,96	0,82
Hemiselluloosa	66,1	65,2	65,3	0,85	0,70	0,50	0,64
Selluloosa	72,9	72,9	72,6	1,06	0,96	0,80	0,91
OA-NDF	81,5	80,8	80,9	0,54	0,51	0,41	0,50

**Maissirankin vaikutus maidontuotannossa**

Maissirankki lisäsi dieetin rasva- ja kuitupitoisuutta. Rasvapitoisuus MR0-ruokinnalla oli 49 g, MR125-ruokinnalla 55 ja ja MR250 -ruokinnalla 60 g/kg KA. NDF-pitoisuudet olivat vastaavasti 330, 336 ja 343 g/kg KA. Dieettien raakavalkuaispitoisuus oli hyvin tasainen, 179, 180 ja 181 g/kgKA, vastaavasti. Maissirankin sisällyttäminen dieettiin ei vaikuttanut säilörehun tai kokonaiskuiva-aineen syöntiin (Taulukko 5), mutta lisäsi oli maitotuotosta. MR0-, MR125- ja MR250 -ruokinnalla EKM-tuotos oli 35,2, 35,4 ja 37,1 kg/pv (lin.vaik. P<0,05). Myös laktoosituotos suureni merkitsevästi. Maidon koostumukseen maissirankki vaikutti valkuaispitoisuutta alentavasti (lin. vaik. P<0,05). Vaikutus rasvapitoisuuteen ei ollut johdonmukainen, koska pitoisuus olin pienin MR125-ruokinnalla.

Taulukko 5. Maissirankin vaikutus rehun syöntiin ja tuotokseen

	MR0	MR125	MR250	SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)		
					Dieetit	Kontrastit	
						Lin.	2. aste
Rehunkulutus, kgKA/pv							
Säilörehu	11,58	11,47	11,40	0,63	0,89	0,64	0,95
Väkirehuseos	9,89	10,56	11,23	0,018			
Ohra	1,27	0,66					
Yhteensä	22,74	22,69	22,63	0,62	0,95	0,77	1,00
Tuotos per pv							
Maito, kg	35,91	36,75	37,61	1,77	0,17	0,07	0,99
EKM, kg	35,24	35,40	37,10	2,07	0,08	<0,05	0,28
Rasva, g	1402	1390	1486	108,5	0,10	0,08	0,17
Valkuainen, g	1233	1248	1275	46,4	0,20	0,09	0,75
Laktoosi, g	1594	1629	1690	111,8	0,120	<0,05	0,71
Maidon koostumus, g/kg							
Rasva	39,5	37,8	39,6	2,60	0,08	0,84	0,03
Valkuainen	34,7	34,1	34,0	0,81	0,06	0,04	0,23
Laktoosi	44,3	44,4	44,8	1,11	0,42	0,24	0,58
Urea, mg/dl	31,6	32,1	32,3	1,29	0,90	0,67	0,91
Solut (log)	1,82	1,87	1,56	0,23	0,51	0,38	0,48
Elopaino, kg	673,4	667,2	672,5	24,90	0,18	0,76	0,08
Elop. muutos, kg/pv	0,12	0,32	0,03	0,171	0,44	0,69	0,24
Maidontuotannon tehokkuus							
EKM/KA-syönti	1,55	1,56	1,64	0,079	0,05	0,03	0,20
Maitovalk/rehuvalk.	0,298	0,299	0,305	0,014	0,58	0,34	0,73

Maissirankki paransi merkitsevästi rehun hyväksikäyttöä, kun sitä mitattiin EKM-tuotoksella syötyä kuiva-ainekiloa kohti. Ruokinnoilla MR0, MR125 ja MR250 hyväksikäyttö oli 1,55; 1,56; 1,64 kg EKM/kgKA (lin. vaik.  $P < 0,05$ ). Osan tästä vaikutuksesta selittää painomuutos. Ruokinnoilla MR0 ja MR125 energiasta enemmän sitoutui painon lisäykseen verrattuna MR250-ruokintaan. Maissirankin osuus tässä kokeessa koko dieetin kuiva-aineesta oli 12,6 %. Vastaavat vaikutukset maitotuotokseen, maidon valkuaispitoisuuteen ja rehun hyväksikäyttöön havaitsivat Kleinschmit ym. (2006) dieetin sisältäessä 20 % maissirankkia (DDGS). Maidon valkuaispitoisuuden alentuminen maissirankkia annettaessa voi johtua dieetin suuremmasta rasvapitoisuudesta. Maissirankkiruokinnalla on lisäksi havaittu lysiinin olevan maitorauhasessa ensiksi valkuaispitoisuutta rajoittava aminohappo (Kleinschmit ym. 2006). Maissirankki on vaikuttanut maitorasvan koostumukseen. Rankkipitoisuuden ollessa 18,5 % dieetissä maitorasvan pitkäketjuisten ja monitydyttymättömien rasvahappojen osuus kasvoi, sekä *cis-9,trans-11*-konjugoidun linolihapon (CLA) osuus kaksinkertaistui (Sasikala-Appukuttan 2008).

Muuntokelpoisen energian (ME) saanti laskettiin sulavan energian (MTT2006) saannista, josta 0,82 oletettiin olevan muuntokelpoista. ME:n hyväksikäyttö parani maissirankin korvatussoijarouhetta ( $P < 0,05$ ), joskin dieetin vaikutus pieneni, kun huomioitiin elopainonmuutos (Taulukko 6).

Käytetyillä rehujen RY-arvoilla laskettu RY-saanti oli lähellä laskennallista tarvetta, johon oli tehty väkirehun osuuden mukainen korjaus (MTT2004, Taulukko 7). Ruokinnoilla MR0, MR125 ja MR250 RY-saanti tarpeesta oli 99,5, 99,7 ja 97,0 % kun painonmuutosta ei otettu huomioon. Rehuyksikkötarve maidontuotannossa oli vastaavasti 0,470, 0,471 ja 0,452 RY/kg EKM, ja 0,459, 0,439 ja 0,448 RY/kg EKM kun elopainon muutoksen tarve oli huomioitu. Kaikki energian hyväksikäyttöä kuvaavat parametrit osoittavat maissirankin parantavan rehun hyväksikäyttöä, mutta sitä selittää osittain energian pienempi kulutus painon lisäykseen MR250-ruokinnalla verrattuna muihin ruokintoihin.

Vaikka OIV:n hyväksikäytössä ei ollut merkitsevää eroa ruokintojen välillä, numerollisesti hyväksikäyttö huononi maissirankkia lisättäessä: 0,773; 0,751 ja 0,744 ruokinnoilla MR0, MR125 ja MR250. Dieettien PVT-pitoisuus oli vastaavasti 21,2; 18,8 ja 16,2 g PVT/kg KA, mikä ei osoita puutetta

pötsihajoavasta valkuaisesta. VR3-rehun ja maissirankin OIV-arvoa on saattanut heikentää ohitusvalkuaisen oletettua huonompi sulavuus, jos maissirankin valmistusprosessissa lämpötila olisi ollut liian korkea. ADF-kuituun sitoutunut tyyppi kuvaa valkuaisen laatua, mutta tässä ei sitä määritetty.

Taulukko 6. Maissirankin vaikutus energian saantiin (MJ/pv) hyväksikäyttöön

	MR0	MR125	MR250	SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)		
					Dieetit	Kontrastit	
						Lin.	2. aste
Energian saanti, MJ/pv							
Sulava energia <sup>1)</sup>	299,8	302,5	301,9	8,36	0,86	0,70	0,72
Muuntokelpoinen energia <sup>2)</sup>	245,8	248,1	247,6	10,48	0,84	0,77	0,62
ME-tarve, ylläpito	64,7	64,3	64,6	1,80	0,19	0,77	0,08
ME-tarve, maitotuotos	178,5	179,3	187,9	10,47	0,08	<0,05	0,28
ME-tarve, painonm.	4,4	10,9	1,9	5,20	0,43	0,71	0,23
k <sub>i</sub> <sup>3)</sup>	0,611	0,604	0,636	0,0291	0,04	<0,05	0,06
k <sub>i</sub> (sis. painonm.)	0,629	0,645	0,640	0,0218	0,73	0,59	0,59

<sup>1)</sup> Yhteis pohjoismainen sulava energia (MTT2006)

<sup>2)</sup> 0.82 \* sulavava energia

<sup>3)</sup> ME:n hyväksikäyttö maidon energiaksi

Taulukko 7. Maissirankin vaikutus energian ja valkuaisen saantiin ja hyväksikäyttöön

	MR0	MR125	MR250	SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)		
					Dieetit	Kontrastit	
						Lin.	2. aste
RY-saanti per pv	22,74	22,85	22,94	0,567	0,85	0,58	0,98
RY-tarve per pv <sup>1)</sup>	23,00	23,03	23,88	0,845	0,07	0,04	0,21
RY/EKM, kg	0,470	0,471	0,452	0,0195	0,18	0,12	0,31
Saanti/tarve	99,50	99,67	96,95	3,008	0,16	0,11	0,27
RY-tarve per pv <sup>2)</sup>	23,39	24,00	24,04	0,648	0,51	0,31	0,60
RY/EKM,kg	0,459	0,439	0,448	0,0149	0,56	0,56	0,38
Saanti/tarve	98,18	95,52	96,08	2,303	0,59	0,45	0,50
OIV-2004 <sup>3)</sup>							
OIV-saanti, g/pv	2166	2222	2275	52,1	0,04	0,01	0,97
PVT-saanti, g/pv	480	427	364	16,6	<0,001	<0,001	0,71
OIV-ylläpitotarve g/pv	564	562	562	13,8	0,94	0,76	0,91
OIV-tarve, tuotos, g/pv	1788	1810	1849	67,4	0,19	0,08	0,75
OIV-tarve yht. g/pv	2352	2372	2411	63,8	0,22	0,10	0,74
Saanti/tarve	92,6	93,9	95,1	3,34	0,33	0,15	0,99
OIV:n hyväksikäyttö							
OIV-hyv.käyttö	0,773	0,751	0,745	0,0339	0,30	0,15	0,64
g OIV/g maitovalk.	1,31	1,33	1,36	0,0634	0,31	0,14	0,85
OIV/EKM, g/kg	46,1	47,3	47,0	2,25	0,43	0,35	0,37

<sup>1)</sup> RY-tarve (MTT2004), korjaus väkirehun osuuden mukaan, ei painonmuutosta

<sup>2)</sup> RY-tarve (MTT2004), korjaus väkirehun osuuden mukaan, painonmuutoksen tarve lisätty RY-tarpeeseen

<sup>3)</sup> Rehujen OIV-arvot ja OIV-tarve (MTT2004)

## Johtopäätökset

Soijarouheen (11.1 % väkirehun kokonaismäärästä) korvaaminen maissirankilla (25 % DDGS) lisäsi energiakorjattua maitotuotosta 5,3 % ja paransi rehun hyväksikäyttöä 5,8 %. Maissirankin käyttö alensi

maidon valkuaispitoisuutta 2 %. Tässä kokeessa määritetyt maissirankin ja sitä sisältävän rehuseoksen valkuaisen pötsihajoavuus- ja OIV- arvot eivät olleet täysin johdonmukaisia, vaan vaativat lisätarkastelua.

## Kirjallisuus

- Ala-Seppälä, H., Huhtanen, P. & Näsi, M.** 1988. Silage intake and milk production in cows given barley or barley fibre with or without dried distillers solubles. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 723-733.
- Bertilsson, J.** 2007. Agrodrank som foder til mjölkkor. <http://www-mat21.slu.se/publikation/pdf/Agrodrank%202007.pdf>.
- Bothast, R.J. & Schlicher, M.A.** 2005. Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology* 67:19-25.
- Cao, Z.J., Anderson, J.L. & Kalscheur, K.F.** 2009. Ruminant degradation and intestinal digestibility of dried or wet distillers grains with increasing concentrations of condensed distillers solubles. *Journal of Animal Science* 87: 3013-3019.
- European Parliament.** 2003. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. *Official Journal of the European Union* 17.5.2003.
- DLG1997.** DLG - Futterwerttabellen. Wiedekäuer. Julk. Universität Hohenheim, Dokumentationsstelle. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 212 p.
- Firkins, J.L., Berger, L.L., Fahey, G.C. Jr. & Merchen, N.R.** 1984. Ruminant nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds. *Journal of Dairy Science* 67: 1936-1944.
- Huhtanen, P. & Miettinen, H.** 1992. Milk production and concentrations of blood metabolites as influenced by the level of wet distiller's solubles in dairy cows receiving grass silage-based diet. *Agricultural Science in Finland* 1: 279-290.
- Huhtanen, P., Khalili, H. & Näsi, M.** 1991. A comparison of untreated and formaldehyde-treated barley distiller's solubles and rapeseed meal as protein supplements in dairy cows given grass silage ad libitum. *Journal of Agricultural Science in Finland* 63: 455-463.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M.** 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293-323.
- Kleinschmit, D.H., Anderson, J.L., Schingoethe, D.J., Kalscheur, K.F. & Hippen, A.R.** 2007. Ruminant and intestinal degradability of distillers grains plus solubles varies by source. *Journal of Dairy Science* 90: 2909-2918.
- Kleinschmit, D.H., Schingoethe, D.J., Kalscheur, K.F. & Hippen, A.R.** 2006. Evaluation of various sources of corn dried distillers grains plus solubles for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 4784-4794.
- Lantmännen.** 2009. Lantmännen Agroetanol Ab. Marknad produkter. <http://www.agroetanol.se/>. Viitattu 9.11.2009.
- Lepistö, E. & Karppinen, M.** 2006. Lännen Tehtaat suunnittelee polttoaine-etanolituotannon käynnistämistä. [http://www.farmit.net/farmit/fi/015\\_uutiset\\_ja\\_saa/00\\_uutiset/01tiedotteet/lt\\_etanoli.jsp](http://www.farmit.net/farmit/fi/015_uutiset_ja_saa/00_uutiset/01tiedotteet/lt_etanoli.jsp). 10.4.2006, viitattu 7.12.2009.
- Møller, J., Thøgersen, R., Kjeldsen, A.M., Weisbjerg, M., Søgaard, K., Hvelplund, T. & Børsting.** 2000. Fodermiddeltabel. Sammensætning og foderværdier af fodermidler til kvæg. Landbrugets Rådgivningscenter, Rapport nr. 91, Århus, Denmark.
- MTT2004.** 2004. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2004 märehitjät - siat - siipikarja - turkiseläimet - hevoset. MTT:n selvityksiä 86. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 82 p.
- MTT 2006.** 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2006 märehitjät - siat - siipikarja - turkiseläimet - hevoset. MTT:n selvityksiä 106. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 84 p.
- Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P.** 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. *Animal Feed Science and Technology* 103: 97-111.
- Näsi, M.** 1988. Evaluating barley feed fractions from integrated ethanol-starch production in diets of ruminants. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 701-709.
- Ørskov, E.R. & McDonald, I.** 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science* 92: 499-503.
- Sasikala-Appukuttan, A.K., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F., Karges, K. & Gibson, M.L.** 2008. The feeding value of corn distillers solubles for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 279-287.
- Schingoethe, D.J., Kalscheur, K.F., Hippen, A.R. & Garcia, A.D.** 2009. Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. *Journal of Dairy Science* 92: 5802-5813.
- Weisbjerg, M.R., Barghava, P.L., Hvelplund, T. & Madsen, J.** 1990. Anvendelse af nedbrydningsprofiler i fodermiddelvurderingen. Beretning no. 679. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, Denmark. 33 p.