

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**12/95**

**Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen  
vaikutukset naudanlihantuotantoon**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 12/95

**Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen  
vaikutukset naudanlihantuotantoon**

*(Effects of silage quality and feed concentrate  
supplementation on beef production)*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Kotieläintuotannon tutkimuslaitos  
Eläinravitsemuksen tutkimusala  
31600 JOKIOINEN  
Puh. (916) 41 881

Jokioinen 1995  
ISSN 0359-7652

## SISÄLLYS

### MARKETTA RINNE

#### Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Yhteenveto

#### *Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production*

1 JOHDANTO . . . . .	7
2 TIEDOTTEEN RAKENNE . . . . .	7
3 NAUDAN KASVUN FYSIOLOGIAA . . . . .	7
4 LIHANAUTOJEN RAVINTOAINEIDEN SAANNIN MUUTTAMISEEN KÄYTETYT KEINOT . . . . .	8
4.1 Säilörehun korjuuaste . . . . .	8
4.2 Väkirehun määrä . . . . .	9
4.3 Väkirehun valkuaispitoisuus . . . . .	10
4.4 Säilörehunurmen typpilannoitus . . . . .	10
5 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	11
KIRJALLISUUS . . . . .	12

### MARKETTA RINNE, SEIJA JAAKKOLA, AILA VANHATALO, PEKKA HUHTANEN ja VESA TOIVONEN

#### Rehurmen typpilannoituksen ja kasvuasteen vaikutukset säilörehun sulatukseen naudalla

#### *Impact of nitrogen fertilization and growth stage of sward on silage digestion in cattle*

TIIVISTELMÄ . . . . .	13
SUMMARY . . . . .	14
1 JOHDANTO . . . . .	16
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	17
2.1 Säilörehujen korjuu, koe-eläimet ja koejärjestelyt . . . . .	17
2.2 Koetoimenpiteet . . . . .	17
2.3 Analyysimenetelmät . . . . .	18
2.4 Tulosten laskeminen . . . . .	18
2.5 Tilastolliset analyysit . . . . .	19
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU . . . . .	19
3.1 Typpilannoituskoe . . . . .	19
3.1.1 Rehujen koostumus ja rehuarvot . . . . .	19
3.1.2 Pötsifermentaatio ja rehukomponenttien sulavuus . . . . .	21
3.2 Kasvuastekoe . . . . .	23
3.2.1 Rehujen koostumus ja rehuarvot . . . . .	23
3.2.2 Pötsifermentaatio ja rehukomponenttien sulavuus . . . . .	26
3.2.3 Sulatuskinetiikka . . . . .	29
4 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	31
KIRJALLISUUS . . . . .	32

**ILMO ARONEN ja VESA TOIVONEN**

**Säilörehun korjuuasteen ja väkirehutäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla**

*Effects of state of maturity of silage and feed concentrate supplementation on production rate in cattle*

TIIVISTELMÄ . . . . .	35
SUMMARY . . . . .	36
1 JOHDANTO . . . . .	37
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	37
2.1 Säilörehujen korjuu, koe-eläimet ja niiden ruokinta . . . . .	37
2.2 Rehujen analysointi ja rehuarvojen laskeminen . . . . .	38
2.3 Tilastolliset analyysit . . . . .	38
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU . . . . .	39
3.1 Säilörehun koostumus ja rehuarvo . . . . .	39
3.2 Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti . . . . .	40
3.3 Eläinten kasvu ja rehun hyväksikäyttö . . . . .	45
4 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	46
KIRJALLISUUS . . . . .	47

**ILMO ARONEN, VESA TOIVONEN ja ERKKI JOKI-TOKOLA**

**Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla**

**A. Jokioisten kenttätutkimus**

*Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle*

**A. Jokioinen field trial**

TIIVISTELMÄ . . . . .	49
SUMMARY . . . . .	50
1 JOHDANTO . . . . .	51
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	51
2.1 Koerehut ja -eläimet . . . . .	51
2.2 Rehujen analysointi ja rehuarvojen laskeminen . . . . .	51
2.3 Tilastolliset analyysit . . . . .	52
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU . . . . .	52
3.1 Rehujen koostumus . . . . .	52
3.2 Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti . . . . .	54
3.3 Eläinten kasvu ja rehun hyväksikäyttö . . . . .	57
4 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	59
KIRJALLISUUS . . . . .	59

**ERKKI JOKI-TOKOLA, ILMO ARONEN ja HEIKKI VEKAOJA**

**Rehunurmen typpilannoituksen ja säilörehun korjuuajankohdan sekä väki-  
rehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla**

**B. Ruukin kenttätutkimus**

*Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed  
concentrate supplementation on silage utilization by cattle*

*B. Ruukki field trial*

TIIVISTELMÄ . . . . .	61
SUMMARY . . . . .	62
1 JOHDANTO . . . . .	63
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	63
2.1 Koerehut ja -eläimet . . . . .	63
2.2 Rehujen analysointi . . . . .	64
2.3 Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi . . . . .	64
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU . . . . .	65
3.1 Rehusadon määrä ja koostumus . . . . .	65
3.2 Rehujen syöti ja ravintoaineiden saanti . . . . .	68
3.3 Sonmien kasvu ja rehun hyväksikäyttö . . . . .	68
3.4 Ruokintojen taloudellinen kannattavuus . . . . .	70
3.5 Lannoite- ja rehutypen hyväksikäyttö . . . . .	70
4 PÄÄTELMÄT . . . . .	71
5 KIRJALLISUUS . . . . .	72

**RINNE, M. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Yhteenveto. (Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production. Summary). Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95 p. 7-12.**

## 1 JOHDANTO

Säilörehuvaltainen ruokinta soveltuu hyvin nautoille. Nurmiviljelyä puolestaan voidaan pitää osana ympäristön, maaperän ja maiseman hoitoa. Säilörehuruokintaan perustuvan naudanlihantuotannon on oltava myös biologisesti tehokasta ja taloudellisesti kannattavaa. Tässä tiedotteessa julkaistuissa tutkimuksissa selvitettiin naudanlihantuotannon biologista tehokkuutta, kun säilörehun laatua (erityisesti korjuuasteen ja typpilannoituksen suhteen) ja väkirehutäydennystä muunnettiin. Tässä tiedotteessa ei tarkastella poliittisia tuki-, hinnoittelu- ym. päätöksiä, jotka sinänsä vaikuttavat ratkaisevasti naudanlihantuotannon kannattavuuteen.

Tutkimustulosten valmistuessa Suomessa valmisteltiin rehuarvojärjestelmän uusimista. Uudet rehuarvot tulivat voimaan keväällä 1995. Artikkelissa 2 on käytetty uusia energia- ja valkuaisarvoja, mutta vanhat yksiköt on merkitty näkyviin vertailun vuoksi. Artikkelien 3 ja 4A tuloksia laskettaessa Suomessa käyttöönotettuja rehujen valkuaisarvojen laskentaperusteita ei vielä ollut vahvistettu, joten ne poikkeavat hieman virallisista arvoista. Artikkeleissa on tämän takia käytetty valkuaisarvojen skandinaavisperäisiä lyhenteitä eli lyhenteen OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen) sijasta lyhennettä AAT ja lyhenteen PVT (pötsin valkuaisaste) sijasta lyhennettä PBV. Rehujen valkuaisarvot ovat hyvin samankaltaisia kuin nykyisessä järjestelmässämme. Artikkelin 4B valkuaisarvot ovat nykyisen järjestelmämme (TUORI ym. 1995) mukaisia.

Tutkimusten valmistumisen aikaan maatalouden toimintaympäristöä muutti Suomen liittyminen Euroopan Unioniin. Taloudellisia laskelmia ei ole artikkelia 4B lukuunottamatta esitetty, mutta taloudellisia tunnuslukuja voi laskea taulukoissa esitetyistä tuotantotuloksista käyttäen voimassa olevia hintoja.

## 2 TIEDOTTEEN RAKENNE

Yhteenvetoartikkeli on kirjoitettu muissa artikkeleissa kuvattujen alkuperäisten tutkimusten tulosten perusteella. Tässä artikkelissa tiedotteen muihin artikkeleihin viitataan numeroin 2, 3, 4A ja 4B.

Artikkelissa 2 on luvattu kaksi nuorilla nautoilla tehtyä ravitsemusfysiologista koetta, joissa selvitettiin rehun sulatusta ja eläimen käytettäväksi tulevien ravintoaineiden määrää säilörehun laadun vaihdelta. Ensimmäisessä kokeessa nautoille syötettiin kolmella eri typpimäärällä lannoitetusta nurmesta tehtyä säilörehua, ja toisessa kokeessa neljällä eri kasvuasteella korjattua säilörehua.

Artikkelissa 3 kuvataan lihanautojen kasvatuskoe, jossa säilörehu korjattiin kahdella eri kasvuasteella. Lisäksi väkirehua syötettiin joko 1,5 tai 3,0 kg /pv. Se oli joko pelkkää ohraa tai siihen sisältyi 0,5 kg rypsiä/pv.

Artikkeleissa 4A ja 4B kuvatut kokeet tehtiin saman koesuunnitelman mukaisesti kahdessa eri paikassa eli Jokioisissa ja Ruukissa. Näissä lihanautojen kasvatuskokeissa, jossa eläimille syötettiin kahdella eri kasvuasteella korjattuja ja kahdella eri typpilannoitemäärällä lannoitetusta nurmesta valmistettuja säilörehuja, joita täydennettiin 1,5 tai 3,0 kg:lla ohraa päivässä.

## 3 NAUDAN KASVUN FYSIOLOGIAA

Nautojen kasvaessa niiden kudoksissa olevien solujen koko suurenee ja/tai niiden lukumäärä lisääntyy. Kudosten kasvupotentiaaliin ja valkuaisaineenvaihduntaan vaikuttavat lukuisat kasvutekijät ja hormonit. Toisaalta soluilla on oltava käytettävissä riittävästi energiaa ja aminohappoja kudoksissa tarvittavien makromolekyylien muodostamiseksi (BUTTERY ym. 1990).

GILL ym. (1987) osoittivat kokeessaan selvästi sekä kasvupotentiaalin että ravintoaineiden saannin tärkeyden lihanautojen kasvuille. He syöttivät nuorille härille säilörehun lisäksi kalajauhoa, ja lisäsivät niiden kasvupotentiaalia estradiolivalmisteella. Estradioli ei parantanut härkien kasvua, kun ne saivat vain vähän tai eivät lainkaan kalajauhoa. Tällöin ilmeisesti lihassolujen käytettäväksi ei tullut riittävästi aminohappoja. Runsaasti kalajauhoa saaneiden ryhmässä estradiolia saaneet härät kasvoivat paremmin. Ilman estradiolia jätettyjen eläinten kudokset eivät ilmeisesti pystyneet käyttämään kaikkia tarjolla olevia aminohappoja riittämättömän kasvupotentiaalin takia.

On mahdollista, että rehuperäiset tekijät vaikuttavat myös kudosten kasvupotentiaaliin aiheuttamalla muutoksia kasvutekijöiden pitoisuuksissa. Näitä vaikutuksia tunnetaan kuitenkin vielä melko huonosti.

Eri tutkimuksissa on saatu toisistaan poikkeavia tuloksia väkirehu- ja valkuaisäydennyksen vaikutuksista nautojen kasvuun. Tämä johtuu ainakin osittain siitä, että perusruokinnasta peräisin olevien kasvuun tarvittavien lähtöaineiden määrät vaihtelevat huomattavasti. STEENIN (1988) kirjallisuusyhteenvedon mukaan säilörehun täydentäminen valkuaislisällä parantaa nautojen kasvua selvästi, kun perusrehut ovat huonolaatuisia ja nautojen kasvu siksi hidasta. Samoin vaste väkirehutäydennykseen pienenee, kun säilörehun sulavuus paranee.

Säilörehun käymislaatu vaikuttaa voimakkaasti eläinten vapaaehtoisesti syömän rehun määrään eläinten käytettäväksi tulevien ravintoaineiden määrään ja suhteisiin. Suomessa suurin osa säilörehusta tehdään käyttämällä runsaasti käymistä rajoittavaa muurahaishappopohjaista säilöntäainetta. Tällainen säilörehu sisältää enemmän sokereita ja vähemmän käymishappoja kuin pitkälle käynyt rehu (painorehu, entsyymi ja/tai bakteerivalmisteilla säilötty rehu). Myös valkuaisen hajoaminen on siinä vähäisempää. Se tuottaa pötsikäymisessä vähemmän propionihappoa ja enemmän mikrobivalkuaisista kuin pitkälle käynyt rehu (JAAKKOLA 1992). Nämä tekijät vaikuttavat kudosten käytettäväksi tulevien ravintoaineiden määrään ja siten nautojen kasvuun. Vaikutukset eivät kuitenkaan ole yhtä hyvin tunnettuja kuin maidontuotannossa.

## 4 LIHANAUTOJEN RAVINTOAINEDIEN SAANNIN MUUTTAMISEEN KÄYTETYT KEINOT

### 4.1 Säilörehun korjuuaste

Nurmikasvien vanhetessa niiden soluseinäpitoisuus suurenee ja soluseinien eli kuidun sulavuus huononee. Siksi varhaisella kehitysasteella korjattu nurmi sulaa paremmin nautojen ruoansulatuskanavassa, sisältää siten enemmän eläimelle käytökelpoista energiaa ja eläimet syövät sitä enemmän.

Kaikissa tiedotteeseen kootuissa kokeissa naudat söivät varhain korjattua säilörehua enemmän ja kasvoivat nopeammin, kuin myöhemmin korjattua rehua saaneet. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä (Taulukko 1). Ulkomaisissa tutkimuksissa aikaisin korjattua säilörehua saaneet naudat ovat johdonmukaisesti kasvaneet nopeammin, kuin myöhemmin korjatulla rehulla ruokitut (STEEN & McILMOYLE 1982 ja 1985, FLIPOT ym. 1984, STEEN 1984, NORDANG & HOLE 1987, STEEN 1992). Mitä suurempi on ero rehujen korjuuajassa ja siten rehujen sulavuudessa ja kemiallisessa koostumuksessa, sitä suurempi on myös ero eläinten kasvussa. Tässä tiedotteessa esitettyjen tulosten perusteella nautojen kasvu ei hidastunut merkitsevästi, kun rehunurmen korjuuta siirrettiin hieman myöhäisemmäksi. Ukomaisissa tutkimuksissa on mitattu selvempää rehun sulavuuden huononemista ja merkittävää kasvun hidastumista.

Tiedotteessa selostetuissa kokeissa käytetyt rehut oli tehty kasvien fysiologisen kehityksen eri vaiheessa, sillä kokeiden välillä oli suurta vaihtelua mm. raakakuitupitoisuudessa (Taulukko 1). Kaikkia käytettyjä rehuja voidaan kuitenkin pitää rehuarvoltaan hyvinä. Esimerkiksi rehutaulukoissa (TUORI ym. 1995) ns. normaaliin aikaan korjatun nurmisäilörehun D-arvo on 68 ja se sisältää siten 0.92 rehuyksikköä kilogrammassa kuiva-ainetta.

Fysiologisessa kokeessa (2) säilörehua korjattiin neljä kertaa noin viikon välein. Ruokinnallista arvoa kuvaavat parametrit huononivat voimakkaimmin toisen ja kolmannen korjuukerran välillä. Myös mm. MURDOCKIN ym. (1961) ja RINTEEN ym. (1995) aineistoissa nurmen sulavuus huononi käyräviivaisesti kasvukauden edetessä. Ilmeisesti nurmikasvuston vanhenemisesta johtuvat muutok-

**Taulukko 1. Nurmen kasvupaikan ja korjuuajan vaikutus siitä valmistetun säilörehun koostumukseen ja lihanautojen kasvuun.**

Kasvupaikka (artikkelin no)	Jokioinen (3)		Jokioinen (4A)		Ruukki (4B)	
	I	II	I	II	I	II
Korjuu aika						
Kuiva-ainessa (g/kg ka)						
Raakavalkuaista	159	131	160	140	171	147
Raakakuitua	280	305	253	274	302	331
D-arvo (sulavaa orgaanista ainetta ka:ssa, %)	71	68	74	71	68	66
Ry/kg ka	0,98	0,93	1,01	0,97	0,94	0,90
Säilörehun syönti	4,31	4,02	5,65	5,58	5,18	5,01
Lisäkasvu (g/pv)	1112	1099	1330	1299	1160	1100

Ry = rehuyksikkö  
I = aikainen korjuu  
II = myöhäinen korjuu

set sadon ruokinnallisessa arvossa eivät ole täysin suoraviivaisia kaikkina vuosina johtuen vaihtelevista sääoloista. Nurmikasvien fysiologiset muutokset kasvukauden edetessä sekä niiden vaikutukset rehunurmen ruokinnalliseen arvoon edellyttävät lisätutkimuksia.

Varhain korjatun nurmikasvuston raakavalkuaispitoisuus (rv) on suurempi kuin myöhemmin korjatun. Kun pötsimikrobien tyyppien minimitarve on tyydytetty (n. 120–140 g rv/kg ka), ei pötsissä nopeasti hajoavasta säilörehun tyyppistä ole odotettavissa lisähyötyä mikrobivalkuaissynteesin suurenemisenä. Rehuperäisen ohitus- valkuaisen määrä ei myöskään lisääntynyt (2). Varhaisen korjuun merkitys perustuu rehun parempaan sulavuuteen, jolloin rehun energia-arvo on suuri. Naudat pystyvät myös syömään hyvin sulavaa rehua enemmän, jolloin sekä energian saanti että mikrobivalkuaisen tuotanto pötsissä (riippuu pötsissä fermentoituvan orgaanisen aineen määrästä) lisääntyvät. Artikkelin 2 kokeessa syöntimäärä oli rajoitettu, joten eläimet eivät voineet toteuttaa suurempaa syöntipotentiaalia.

#### 4.2 Väkirehun määrä

Lihaautojen kasvatuksessa nurmirehun laatu vaikuttaa voimakkaasti väkirehun syöttämisestä saatavaan hyötyyn. Jos nurmirehun sulavuus on hyvä (4A), korvaussuhde muodostuu suureksi eikä väkirehun energiasisältö juuri eroa nurmirehun energiasisällöstä. Lisäksi väkirehun runsas syöttö lisää usein nautojen rasvoittumista (3, 4A, ARONEN ym.

1994). Biologisen tehokkuuden kannalta väkirehun syöttö ei siis ole välttämätöntä. Artikkeleissa 3 ja 4B väkirehuannoksen suurentaminen nopeutti merkittävästi eläinten kasvu. Taulukkoon 2 on koottu yhteenveto väkirehun annostuksen vaikutuksista naudanlihan tuotannossa.

STEENIN (1988) kirjallisuusyhteenvetön mukaan väkirehutäydennyksen vaikutukset riippuvat säilörehun laadusta. Hyvin sulavaa säilörehua syötettäessä väkirehun kasvu nopeuttava vaikutus jää vähäiseksi. AROSEN ja VANHATALON (1992) fysiologinen tutkimus vahvistaa, ettei hyvälaatuisen säilörehun korvaaminen ohralla tai ohran ja valkuaisrehun seoksella välttämättä lisää märehtijän käytettäväksi tulevien ravintoaineiden määrää.

Kotimaisessa tutkimuksessa (ARONEN ja VANHATALO 1992) väkirehun syöttö suurensi propioni- ja voihiapon osuutta pötsissä muodostuvista haihtuvista rasvahapoista ja pienensi etikkahapon osuutta. Pötsin käymistyyppin vaikutuksia lihan tuotantoon ei tunneta kovin hyvin. Yleisesti propionihapolla on märehtijöiden aineenvaihdunnassa aminohappoja säästävä vaikutus, sillä ne molemmat ovat glukoosin esiaineita. Kun propionihappoa on runsaasti käytettävissä ei aminohappoja tarvitse käyttää glukoosin muodostukseen, jolloin märehtijä selviää vähäisemmälläkin aminohappojen saannilla. Etikka- ja voihiappoa käytetään kudoksissa energian lähteenä ja rasvahappojen esiaineina. Glukoosi tehostaa etikkahapon hyväksikäyttöä rasvan muodostukseen ja voi siten parantaa energian hyväksikäyttöä.



**Taulukko 2. Väkirehun annostuksen vaikutus lihanautojen väki- ja säilörehujen syöntiin ja kasvuun.**

Koepaikka (artikkelin no)	Jokioinen (3)		Jokioinen (4A)		Ruukki (4B)	
	Niukka	Runsas	Niukka	Runsas	Niukka	Runsas
Väkirehuannos						
Väkirehun syönti (kg ka/pv)	1,54	2,92***	1,71	2,88***	1,30	2,67***
Säilörehun syönti (kg ka/pv)	4,60	3,73***	6,13	5,10***	5,60	4,58***
Kokonaissyönti (kg ka/pv)	6,29	6,80**	7,98	8,13	6,90	7,25
Korvaussuhde <sup>3)</sup>		0,63		0,88		0,74
Lisäkasvu (g/pv)	1058	1153**	1294	1335	1100	1170*
Rehuhyötysuhde (ry/lisäkasvu-kg)	5,06	5,43***	5,45	5,63	11,4	11,3 <sup>1)</sup>
Rasvaluokka <sup>2)</sup>	2,2	2,6**	2,2	2,0*	1,1	1,5*

Tilastollinen merkitsevyys: \* (P <0,05), \*\* (P <0,01) tai \*\*\* (P <0,001)

<sup>1)</sup> Rehuhyötysuhde ilmaistu nettokasvu-kg:a kohti

<sup>2)</sup> 1 = rasvaton, 5 = erittäin ylipainainen

<sup>3)</sup> Ilmaisee, kuinka paljon yhden väkirehun ka-kg:n lisääminen vähentää säilörehun ka:n syöntiä  
ry = rehuyksikkö

### 4.3 Väkirehun valkuaispitoisuus

Artikkelissa 3 tarkasteltiin väkirehun valkuaispitoisuuden vaikutusta lihanautojen kasvuun. Ohran korvaaminen 0.5 kg:lla rypsiä/pv lisäsi eläinten säilörehun syöntiä ja kasvunopeutta. Rypsilisän vaikutus korostui varhaisella kasvuasteella korjattua säilörehua syötettäessä. Rypsirouheesta peräisin olevat aminohapot tasapainottivat mahdollisesti eläimen kudosten käytettäväksi tulevien ravintoaineiden suhdetta. Ne lisäsivät siten eläinten kasvun myötä potentiaalista kykyä syödä enemmän. Varhain korjattua säilörehua saaneet eläimet lisäsivätkin syöntiään. Pötsimikrobit voivat myös hyötyä rypsirouheesta peräisin olevista peptideistä ja aminohapoista, jolloin mikrobivalkuaisen tuotanto ja rehun sulavuus paranevat.

Nurmisäilörehun täydentäminen rypsirouheella on vaikuttanut vaihtelevasti lihanautojen kasvuun ilmeisesti perusrehujen laadusta riippuen. STEENin (1988) ja AROSEN (1992) kirjallisuusyhteenvetojen mukaan valkuaisrehun syötöstä on odotettavissa sitä suurempi vaikutus, mitä huonommin eläimet ovat kasvaneet perusrasvonnalla. Kokeessa 3 kävi päinvastoin, sillä rypsi näytti parantavan kasvua enemmän aikaisin korjattua kuin myöhemmin korjattua säilörehua syötettäessä. Rypsirouheen myönteinen vaikutus varhain korjattua säilörehua syötettäessä on havaittu myös lypsylehmillä (RINNE ym. 1995).

Rehuannoksen tyypipitoisuuden suurentaminen huonontaa rehuissa saadun ja tuotantoon pidättyneen typen suhteena laskettua rehutypen hyväksikäyttöä (3, 4A, 4B, JAAKKOLA 1995). Mikäli eläinten tuotanto paranee rehuannoksen tyypipitoisuuden suurentuessa, kuten yleensä tapahtuu säilörehun korjuuta aikaistettaessa ja toisinaan valkuaisrehua syötettäessä, voi seurauksena olla myös ympäristöä säästäviä muutoksia. Tuotannon suurentuessa tuotantopanostuksesta kuluu vähemmän ylläpitoon. Myös mm. kasvihuoneilmiötä vahvistavan metaanin tuotanto tuoteyksikköä kohti vähenee sekä maidon- että lihantuotannossa, kun yksittäisen eläimen tuotostaso nousee (KIRCHGEBNER ym. 1994).

### 4.4 Säilörehunurmen tyypilannoitus

Tyypilannoituksen lisääminen suurensi korjatun säilörehun rv-pitoisuutta, mutta sillä ei ollut arvoa naudanlihanuotannossa. Eläimet söivät tyypellä runsaasti lannoitettua säilörehua hieman vähemmän ja kasvoivat hitaammin kuin vähemmän tyypeä saaneesta nurmesta valmistettua säilörehua syötettäessä. Erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä (Taulukko 3). Myöskään fysiologisessa tutkimuksessa (2) tyypilannoituksella suurennettu säilörehun valkuaispitoisuus ei lisännyt nautojen käytettäväksi tulevien aminohappojen määrää.

**Taulukko 3. Säilörehunurmen typpilannoituksen vaikutus säilörehun koostumukseen sekä lihanautojen rehujen syöntiin ja kasvuun.**

Koeaikka (artikkelin no)	Jokioinen (4A)		Ruukki (4B)	
	80	120	80	120
Typpilannoitus, kg N/ha				
Säilörehussa, g/kg ka				
Raakavalkuaista	143	157	153	166
Raakakuitua	263	264	317	316
Säilörehun syönti (kg ka/pv)	5,74	5,49	5,18	5,00
Kokonaissyönti (kg ka/pv)	8,17	7,93	7,13	7,01
Lisäkasvu (g/pv)	1325	1303	1150	1120

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Aikaisin korjatun säilörehun korkean raakavalkuaispitoisuuden vähäinen arvo märehitijöiden ruokinnassa kävi kaikissa tutkimuksissa selkeästi ilmi (2, 3, 4A, 4B). Säilörehun varhaisen korjuun etu onkin rehun hyvä sulavuus, jolloin sen energia-arvo on hyvä ja eläimet voivat syödä sitä runsaasti. Tässä tiedotteessa kuvatut rehut erosivat kemialliselta koostumukseltaan ja sulavuudeltaan melko vähän. Se heijastui vastaavasti pienenä erona nautojen kasvussa. Ulkomaisissa tutkimuksissa on kuitenkin saatu suurempia samansuuntaisia vaikutuksia.

Säilörehunurmien typpilannoitusta lisäämällä suurennettiin säilörehun valkuaispitoisuutta. Vaikutukset rehua syöneiden eläinten ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrään (2) ja naudanlihan tuotantoon (4A, 4B) olivat silti vähäisiä. Kun pötsimikrobien typen tarve on tyydytetty (yleensä 120–140 g rv/kg ka), on rehumurmen typpilannoituksen määrää arvioitaessa syytä asettaa etusijalle muut tekijät kuin nautojen ravitsemukselliset vaatimukset. Tällaisia tekijöitä ovat saavutettava sadon lisäys, typpilannoitteiden hinta ja ympäristöön kohdistuva ravinnekuormitus.

Väkirehun annostuksen suurentaminen nopeutti kasvua merkittävästi tutkimuksissa 3 ja 4B, mutta ei tutkimuksessa 4A. Siinä perusrehut olivat erit-

täin hyvälaatuisia. Väkirehun valkuaispitoisuuden suurentaminen paransi nautojen kasvua myös silloin, kun säilörehun raakavalkuaispitoisuus oli suuri (3). Valkuaisrehujen vaikutukset lihanautojen kasvuun ovat vaihdelleet, joten valkuaisrehujen optimaalista käyttöä ei voida selkeästi määrittää.

Nautojen tuotantoonsa sitoman typen osuus rehussa saadun typen määrästä pieneni, kun rehuissa saadun typen määrä lisääntyi. Rehuista saadun typen määrä ruhotuotokseen suhteutettuna huononi, kun ruokinnan rv-pitoisuutta nostettiin nurmen korjuuta aikaistamalla (3, 4A, 4B), typpilannoitusta lisäämällä (4A, 4B) tai rypsirohetta syöttämällä (3). Typen hyväksikäyttö (ruhotuotos/rv-saanti) oli keskimäärin:

myöhään korjattua säilörehua syötettäessä	0,636
aikaisin korjattua säilörehua syötettäessä	0,578
säilörehunurmen typpilannoitustasolla 80 kg/ha	0,619
säilörehunurmen typpilannoitustasolla 120 kg/ha	0,589
väkirehun koostuessa pelkästään ohrasta	0,645
väkirehuannoksen sisältäessä 0,5 kg rypsiä/pv	0,587

Kasvavien nautojen kyky sitoa rehujen typpeä kasvuun ei siis riippunut lisätypen lähteestä. Väkirehuannoksen suurentaminen ja siten eläinten typen saannin pienentäminen suhteessa energian saantiin tehosti typen pidättymistä, joka oli 0,593, kun sonnit saivat niukasti väkirehua ja 0,619, kun väkirehua annettiin runsaasti.

## KIRJALLISUUS

- ARONEN, I. 1992. Quality of supplementary feed protein for growing cattle. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos. 46 p.
- & VANHATALO, A. 1992. Effect of concentrate supplementation to grass silage diets on rumen fermentation, diet digestion and microbial protein synthesis in growing heifers. *Agric. Sci. Finl.* 1: 177–188.
- , LAMPILA, M. & HEPOLA, H. 1994. Comparison of diets based on grass silage, hay or oat straw supplemented with four levels of concentrates in the feeding of growing Ayrshire bulls. *Agric. Sci. Finl.* 3: 15–26.
- BUTTERY, P.J., DAWSON, J.M. & HARPER, J.M.M. 1990. Exploiting the physiology of growth. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 50: 59–72.
- FLIPOT, P., WESLEY, M. & LALANDE, G. 1984. Chemical composition and animal performance of grass forage of varying maturity stored as hay or silage. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 11: 35–44.
- GILL, M., BEEVER, D.E., BUTTERY, P.J., ENGLAND, P., GIBB, M.J. & BAKER, R.D. 1987. The effect of oestradiol-17 implantation on the response in voluntary intake, live-weight gain and body composition, to fishmeal supplementation of silage offered to growing calves. *J. Agric. Sci., Camb.* 108: 9–16.
- JAAKKOLA, S. 1992. Silage fermentation in relation to the feeding value with special reference to enzyme-treated grass silage. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos. 54 p.
- 1995. Typen hyväksikäyttö ja sen tehostaminen nautakarjalla. Kotieläintieteen päivät 1995. Maaseutokeskusten Liiton julkaisuja no 888. p. 11–19.
- KIRCHGEBNER, M., WINDISCH, W. & MLLER, H.L. 1994. Nutritional factors affecting methane production. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 3: 177.
- MURDOCK, F.R., HODGSON, A.S. & HARRIS, J.R. 1961. Relationships of date of cutting, stage of maturity, and digestibility of orchardgrass. *J. Dairy Sci.* 44: 1943–1945.
- NORDANG, L.Ø. & HOLE, J.R. 1987. Feeding value of grass silage harvested 14 and 24 days after heading to growing bulls. *Norsk landbruksforskning* 1: 181–188.
- RINNE, M., JAAKKOLA, S., HEIKKILÄ, T., HUHTANEN, P. & TOIVONEN, V. 1995. Nurmirehun sulavuuden ja väkirehun yhdysvaikutukset lypsylehmillä. Kotieläintieteen päivät 1995. Maaseutokeskusten Liiton julkaisuja no 888. p. 41–46.
- STEEN, R.W.J. 1984. A comparison of two-cut and three-cut systems of silage making for beef cattle using two cultivars of perennial ryegrass. *Anim. Prod.* 38: 171–179.
- 1988. Factors affecting the utilization of grass silage for beef production. In: Frame, J. (ed.). Efficient beef production from grass.. Occasional Symposium No. 22. British Grassland Society. pp. 129–139.
- 1992. The performance of beef cattle given silage made from perennial ryegrasses of different maturity groups, cut on different dates. *Grass Forage Sci.* 47: 239–248.
- & MCILMOYLE, W.A. 1982. The effect of frequency of harvesting grass for silage and level of concentrate supplementation on the intake and performance of beef cattle. *Anim. Prod.* 35: 245–252.
- & MCILMOYLE, W.A. 1985. The effect of frequency of harvesting grass for silage on the intake and performance of beef cattle. *Grass Forage Sci.* 40: 341–347.
- TUORI, M., KAUSTELL, K., VALAJA, J., AILONEN, E., SAARISALO, E. & HUHTANEN, P. 1995. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. HY, KTTK, MTT. Yliopistopaino, Helsinki. 99 p.

**RINNE, M., JAAKKOLA, S., VANHATALO, A., HUHTANEN, P. ja TOIVONEN, V.** Rehunurmen typpilannoituksen ja kasvuasteen vaikutukset säilörehun sulatukseen naudalla. (*Summary: Impact of nitrogen fertilization and growth stage of sward on silage digestion in cattle*). *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95. p. 13–32.*

Avainsanat: Nauta, pötsifermentaatio, rehunsulatus, typpilannoitus, nurmen kehitysaste

## TIIVISTELMÄ

Säilörehun koostumuksen vaikutusta rehuannosten sulatukseen kasvavilla nautoilla tutkittiin kahdella ravitsemusfysiologisella kokeella. Erityisesti kiinnitettiin huomiota tyyppiä sisältävien aineiden sulatukseen, sillä nautojen tiedetään vain heikosti kykenevän käyttämään hyväkseen runsaasti raakavalkuaista (rv) sisältävän säilörehun tyyppiä. Säilörehun korkea rv-pitoisuus on väistämätön sivutuote, kun halutaan korjata runsas kokonaissato (kohtuullisen voimaperäinen typpilannoitus) hyvin sulavaa (aikainen niitto) rehua.

Säilörehunurmen typpilannoituksen vaikutuksia siitä valmistetun rehun sulatukseen tutkivassa kokeessa kolmelle pötsi- ja ohutsuolifistelöidylle naudalle syötettiin säilörehua, jota kasvatettaessa käytettiin lannoitetyppiä 40 (N<sub>40</sub>), 80 (N<sub>80</sub>) tai 120 (N<sub>120</sub>) kg/ha. Typpilannoituksen lisääminen nosti säilörehun rv-pitoisuutta [142→198 g/kg kuiva-ainetta (ka)]. Kuitupitoisuus oli pienin suurimmalla typpilannoitustasolla [neutraalidetergenttikuitu (NDF) 474, 482 ja 456 g/kg ka rehuissa N<sub>40</sub>, N<sub>80</sub> ja N<sub>120</sub>]. Nurmen typpilannoitustaso ei vaikuttanut säilörehujen rehuyksikköarvoihin. Typpilannoituksen lisääminen ei vaikuttanut ohutsuolesta imeytyvien aminohappojen (OIV) pitoisuuteen, mutta pötsin valkuaisaste (PVT) muuttui positiivisemmaksi (19→72 g/kg ka) lisättäessä säilörehun typpilannoitusta.

Säilörehunurmen typpilannoituksen lisääminen lisäsi voimakkaasti eläinten typen saantia rehuista (142→187 g/pv), mutta erot ohutsuoleen virtaavan typen määrässä eivät olleet yhtä selkeitä (106, 114 ja 100 g/pv rehuilla N<sub>40</sub>, N<sub>80</sub> ja N<sub>120</sub>). Runsaasti rv:ta sisältävän rehun tyypestä suuri osa siis joutui hukkaan pötsistä. Kun säilörehunurmen typpilannoitusta lisättiin, rehua syöneiden nautojen pötsinesteen pH laski (6,3→6,23), ammoniakkipitoisuus suureni (8,6→14,5 mmol/l) ja typen näennäinen kokonaissulavuus parani (0.752→0.808). Rehunurmen typpilannoituksella ei ollut selvää yhteyttä pötsinesteen haihtuvien rasvahappojen suhteellisiin mooliosuuksiin.

Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutusten tutkimiseksi neljälle pötsi- ja ohutsuolifistelöidylle naudalle syötettiin säilörehuja, jotka oli korjattu 29.5., 6.6., 15.6. ja 25.6.1990. Etenevä kasvukausi näkyi rehujen rv-pitoisuuden pienenemisenä (187→109 g/kg ka) ja NDF-pitoisuuden suurenemisenä (409→623 g/kg ka). Säilörehujen sulavuus huononi raaka-ainekasvuston vanhetessa voimakkaasti (orgaaninen aine 0,821→0,747) heijastuen säilörehujen rehuyksikköarvojen huononemisenä. Myös laskennallinen OIV-pitoisuus pieneni (85 68 g/kg ka) ja PVT muuttui negatiiviseksi (42→-7 g/kg ka), kun säilörehun korjuuta siirrettiin myöhemmäksi.

Typen saanti rehuista oli merkittävästi suurempi (167,5→118,0 g/pv) aikaisin korjattuja rehuja syötettäessä, mutta ohutsuoleen virtaavan typen määrässä ei ollut enää merkittävää eroa, vaikka suuntaus olikin pienenevä (111,3→97,3 g/pv).

Typpitappiot pötsistä olivat siis huomattavia, kun syötettiin runsaasti rv:ta sisältäviä säilörehuja. Pötsinesteen pH nousi (6,17→6,49), ammoniakkipitoisuus pieneni (13,3→8,6 mmol/l), etikkahapon suhteellinen osuus pötsinesteen haihtuvista rasvahapoista suureni (602→664 mmol/mol) ja voihapon osuus pieneni (178→124 mmol/mol), kun rehu valmistettiin myöhemmin korjatusta nurmesta.

Säilörehunurmen typpilannoitusta muuttamalla ei voitu vaikuttaa rehulla ruokittavien eläinten käytettäväksi tulevan valkuaisen määrään. Rehun valmistaminen myöhään korjatusta nurmesta ei kovin paljon vähentänyt rehua syöneiden eläinten ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrää, mutta muut myöhäisestä korjuuajankohdasta johtuvat rehuarvoa huonontavat muutokset estävät korjuun siirtämisen kovin myöhäiseksi.

## SUMMARY

### *Impact of nitrogen fertilization and growth stage of sward on silage digestion in cattle*

*Two experiments were conducted to study the effects of grass silage composition on the digestion of silage-based diets in growing cattle. Special emphasis focused on the digestion of nitrogenous compounds, since the efficiency of N utilization has been found to be poor in silages rich in crude protein (CP). The high CP content of silage may be considered a necessary by-product when the aim is to produce high-digestibility (= early cut) silage at an acceptable dry matter (DM) yield (= reasonably high N fertilization).*

*To study the effects of N fertilization of silage swards, three ruminally and duodenally cannulated cattle were fed silages fertilized with 40 (N<sub>40</sub>), 80 (N<sub>80</sub>) or 120 (N<sub>120</sub>) kg N/ha. The CP content of the silages rose with the rate of N fertilization (142→198 g/kg DM). The cell-wall content of silages was lowest at the highest N fertilization level [neutral detergent fibre (NDF) 475, 482 and 456 g/kg DM in silages N<sub>40</sub>, N<sub>80</sub> and N<sub>120</sub>, respectively]. The N fertilization level of the sward affected neither the energy value nor the amount of amino acids absorbed from the small intestine (OIV), but the protein balance in the rumen (PVT) changed (19→72 g/kg DM) with the increase in the level of N fertilization.*

*N intake increased clearly (142→187 g/d) alone with the level of N fertilization, but the differences in the duodenal NAN were not as consistent (106, 114 and 100 g/d for N<sub>40</sub>, N<sub>80</sub> and N<sub>120</sub>, respectively). A noticeable proportion of the N in the silages rich in CP was thus lost from the rumen. When the level of N fertilization rose, the pH of the rumen fluid declined (6.35→6.23), the ammonia N concentration increased (8.6→14.5 mmol/l) and the apparent digestibility of N increased (0.752→0.808). The level of N fertilization did not clearly affect the molar proportions of volatile fatty acids (VFA) in the rumen fluid.*

*To study the effects of the maturity of grass for silage, four ruminally and duodenally cannulated cattle were fed silages harvested on May 29, June 6, June 15 and June 26 in 1990. The increasing maturity of grass led to a lower CP content (187→109 g/kg DM) and a higher NDF content (409→623 g/kg DM) in the*

*silages. When the harvest was delayed the digestibility of the silage-based diets, and thus the energy values of the silages, declined (organic matter 0.821→0.747). Moreover, the OIV content decreased (85→68 g/kg DM) and the PVT turned negative (42→-7 g/kg DM).*

*N intake decreased significantly with the maturity of grass (167.5→118.0 g/d), but duodenal NAN flow decreased from only 111.3 to 97.3 g/d, indicating greater N losses from the rumen with early-cut silages. The later the silage was harvested, the pH of rumen fluid increased (6.17→6.49), the ammonia N concentration decreased (13.3→8.6 mmol/l), the proportion of acetic acid from total VFA increased (602→664 mmol/mol) and the proportion of butyric acid decreased (178→124 mmol/mol).*

*The amount of amino acids available for the animal could not be manipulated by N fertilization. The advancing growth stage of silage did not significantly decrease the amount of protein flowing to the duodenum. Nevertheless, the adverse effects on other components of the feeding value were such that a marked delay in silage harvest should be avoided.*

*Keywords: Cattle, rumen fermentation, feed digestion, nitrogen fertilization, grass maturity*



Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään rehujen tuotantovaikutuksen mekanismeja (pötsikäyminen, ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrä, sulatuskinetiikka). Märehtijän oman aineenvaihdunnan lähtöaineista suurin osa on pötsimikrobien tuotteita eli haihtuvia rasvahappoja ja mikrobimassaa, ei re-huperäisiä yhdisteitä.

Tutkimuksessa käytettiin menetelmiä, joiden avulla pystytään aikaisempaa paremmin ymmärtämään märehtijöiden ruoansulatusfysiologiaa, ja siten eri rehujen tuotantovaikutusta. Säilörehuun perustuvaa ruokintaa on mahdollista kehittää niin, että ravintoaineet tulevat mahdollisimman tehokkaasti märehtijän käyttöön.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus koostui kahdesta kokeesta. Toisessa tutkittiin nurmen typpilannoituksen (N-koe) ja toisessa nurmen kasvuasteen (K-koe) vaikutuksia säilörehun sulatukseen kasvavilla nautoilla.

### 2.1 Säilörehujen korjuu, koe-eläimet ja kojärjestelyt

Säilörehunurmen typpilannoitustason vaikutusta tutkittiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa Kotieläintuotannon tutkimuslaitoksella Jokioisissa. Timotei-nurminata-nurmelle annettiin keväällä tyypeä 40 (N<sub>40</sub>), 80 (N<sub>80</sub>) ja 120 (N<sub>120</sub>) kg/ha. Säilörehut tehtiin kesän ensimmäisestä sadosta. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutusta selvittävä koe tehtiin Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella Viikin opetus- ja tutkimustilalla. Säilörehut korjattiin samalta peltolohkolta timotei-nurminata-nurmesta 29.5., 6.6., 15.6. ja 25.6. 1990. Rehuihin viitataan niiden korjuujärjestyksessä numeroin I, II, III ja IV. Tyypeä annettiin keväällä 92 kg/ha. Molempien kokeiden rehut säilöttiin tuoreena säilöntäainetta käyttäen (AIV 2, muurahaihappoa 80 %) 3 m<sup>3</sup> kokosiin koerehusiiloihin. Säilöntäainetta käytettiin N-kokeessa 4,8 ja K-kokeessa 4,0 l/t tuoretta ruohoa.

Eläinkokeet olivat malliltaan latinalaisia neliöitä. Koe-eläiminä oli N-kokeessa kolme ja K-kokeessa neljä pötsi- ja ohutsuolifistelöityä nuorta nautaa. Rehuannosten säilörehun ja väkirehun suhde oli 70:30 ja ruokintataso 70 g ka metabolistia elopaino-

kiloa ( $W^{0.75}$ ) kohti. N-kokeessa väkirehuna oli ohra ja K-kokeessa ohran ja rypsirouheen seos (80:20). Lisäksi eläimet saivat kivennäistä 150 g/pv ja vettä vapaasti. Eläimet ruokittiin päivittäin klo 7.00 ja 19.00.

### 2.2 Koetoimenpiteet

Typpilannoituskokeessa rehuannosten kokonaissulavuudet määritettiin merkkiainemenetelmällä. Merkkiaineena käytettiin happoon liukenematonta tuhkaa. Sontanäytteitä otettiin 5 pv ajan ruokinnan yhteydessä. Kasvuastekokeessa rehuannosten kokonaissulavuudet määritettiin 6 pv kestäneen sonnan kokonaiskeruun avulla. Molemmissa kokeissa pötsisulatuksen osuus kokonaissulatuksesta arvioitiin määrittämällä ravintoaineiden virtaus ohutsuoleen FAICHNEYN (1975) kaksoismerkkiainemenetelmän mukaisesti McALLANin ja SMITHin (1983) graafista muunnelmaa soveltaen. Kiinteän faasin merkkiaineena käytettiin olkeen kiinnitettyä kromia (Cr) ja nestefaasin merkkiaineena pötsiin jatkuvasti LiCo-EDTA-liuoksena infusoitua kobolttia (Co).

Pötsifermentaatiota tutkittiin ottamalla pötsinesteitä yhtenä päivänä juuri ennen aamu-ruokintaa sekä 1, 2, 3, 4, 6, 8 ja 10 tuntia ruokinnan jälkeen. Näytteistä määritettiin pötsinesteen pH ja NH<sub>3</sub>-pitoisuus sekä haihtuvien rasvahappojen kokonaispitoisuus ja suhteelliset mooliosuudet. K-kokeessa määritettiin samalla pötsin nestevirtaus kerta-annoksena annetun Co:n pitoisuuden pienenemistä seuraamalla.

Tuoreiden säilörehujen pötsihajoavuutta tutkittiin inkuboimalla rehuja nailonpusseissa tutkittavaa rehua syöneiden eläinten pötsissä. Inkubaatioajat olivat 0, 6, 12, 24, 48, 72, ja 96 tuntia. N-kokeessa nailonpussiuitoin määritettiin rv:n pötsihajoavuus ja K-kokeessa neutraalidetergenttikuidun (NDF) ja happodetergenttikuidun (ADF) sulatusnopeus. N-kokeessa määritettiin lisäksi säilörehujen rv:n suolisulavuus laittamalla pakastekuivattuja säilörehuja nailonpusseissa ohutsuolen alussa sijaitsevan fistelin kautta ruoansulatuskanavaan ja keräämällä pussit talteen sonnasta.

K-kokeessa tutkittiin rehun sulatuskinetiikkaa sekä seuraamalla kerta-annoksena annetun säilörehuun kiinnitetyn ytterbiumin (Yb) erityistä sontaan että pötsintyhjennyksin. Pötsit tyhjennettiin fistelin



kautta, sisältö punnittiin, siitä otettiin edustava näyte ja laitettiin takaisin pötsiin. Tyhjennykset tehtiin kolmena peräkkäisenä päivänä. Ensimmäisenä päivänä pötsit tyhjennettiin ennen ruokintaa klo 7.00, toisena päivänä klo 11.00 ja kolmantena klo 15.00, joten tyhjennysajat jakaantuivat tasaisesti ruokintavälille.

## 2.3 Analyysimenetelmät

Rehunäytteistä tehtiin Weenden rehuanalyysi (ka, tuhka, rv, raakakuitu, raakarasva) sekä NDF, ADF ja happodetergenttiligniini (ADL) (GOERING ja VAN SOEST 1970) laboratorioiden standardimenetelmin. Ohutsuolineste- ja sontanäytteet sekä K-kokeen pötsinsisältönäytteet analysoitiin samoin. Raakakuitu- ja raakarasvamäärityksiä ei tehty. Säilörehujen lämpökaappikuivauksella määritetty ka-pitoisuus korjattiin haihtuvien aineiden suhteen.

Cr, Co ja Yb määritettiin atomiabsorptiospektrofotometrillä (WILLIAMS ym. 1962) ja haihtuvat rasvahapot (VFA) kaasukromatografilla (HUIDA 1973). Ammoniumtyppi (McCULLOUGH 1967), vesiliukoiset hiilihydraatit (SOMOGYI 1945, SALO 1965), RNA:n puriinit (ZINN ja OWENS 1986) ja maitohappo (BARKER ja SUMMERSON 1941) määritettiin spektrofotometrisesti. K-kokeen säilörehujen sulavuudet määritettiin TILLEYN ja TERRYIN (1963) *in vitro* -menetelmällä sekä lähi-infrapunatekniikalla (NIR; KLEMETTI 1994).

Valkuaisen fraktiointia varten säilörehunäytteistä ja K-kokeessa myös säilörehujen raaka-ainenäytteistä määritettiin liukoisuus boraattifosfaattipuskuriin, saostettiin puskuriin liuennut puhdasvalkuainen sekä määritettiin NDF- ja ADF-keittojäännösten tyypipitoisuus Kjeldahl-menetelmällä. Analyysien perusteella näytteiden tyypilliset aineet jaettiin seuraaviin fraktioihin (SNIFFEN ym. 1992):

- A= NPN (puskuriliukoinen N - puskuriliuksesta saostunut N)
- B1= liukoinen puhdasvalkuainen (puskuriin liuennut saostunut puhdasvalkuainen)
- B2= liukenematon puhdasvalkuainen (NDF-keitossa liukeneva N - puskuriiin liukeneva N)
- B3= NDF-kuituun sitoutunut N (ADF-keitossa liukeneva N - NDF-keitossa liukeneva N)
- C= ADF-kuituun sitoutunut N (ADF-keitossa liukenematon N)

## 2.4 Tulosten laskeminen

Säilörehujen energia-arvot laskettiin kertomalla sulavien ravintoaineiden määrät nettoenergiaker-toimilla lihotusnettoenergiaan perustuvan vanhan rehuyksikköarvon (ry-arvo) saamiseksi (SALO ym. 1990). Rehuyksikköarvot laskettiin myös vuoden 1995 voimaan tulleen uuden muuntokelpoisen energiaan (ME) perustuvan energia-arvojärjestelmän mukaan (TUORI ym. 1995). Säilörehujen ME-pitoisuus saatiin kaavasta

$$ME, MJ/kg ka = 16 * D,$$

jossa D on säilörehun sulavan orgaanisen aineen osuus ka:sta. N-kokeen säilörehujen D-arvoina käytettiin taulukkoarvoja (SALO ym. 1990). K-kokeen säilörehujen D-arvot määritettiin kolmella eri menetelmällä: TILLEYN ja TERRYIN (1963) *in vitro* -menetelmällä, *in vivo* määritetyistä dieettien sulavuuksista johdetuista säilörehujen sulavuuksista siten, että väkirehujen sulavuus oletettiin samaksi eri dieeteillä sekä NIR-tekniikalla Valion tutkimus- ja tuotekehittelyosastolla (KLEMETTI 1994). Uusi ry-arvo saatiin suhteuttamalla säilörehun ME-arvo ohran ME-arvoon eli jakamalla säilörehun ME-arvo 11,7:llä.

Säilörehujen valkuaisarvot laskettiin vuonna 1995 käyttöön tulleen OIV-PVT -järjestelmän mukaisesti (TUORI ym. 1995). N-kokeen tyypin pötsihajoavuus (HVO) laskettiin nailonpussihävikkeistä KRISTENSENIN ym. (1982) mukaan. Tulokset korjattiin mikrobikontaminaation suhteen (MICHALET-DOREAU ja OULD-BAH 1989). K-kokeen säilörehujen valkuaisen pötsihajoavuutena käytettiin vakiota 0,85. Pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määränä käytettiin vakioarvoa 179 g/kg sulavia hiilihydraatteja ja pötsissä hajoavaa valkuaista. Näiden tietojen pohjalta arvioitiin ohutsuo-lesta imeytyvän valkuaisen (OIV) pitoisuus rehuissa. Pötsin valkuaisase (PVT) saatiin, kun vähennettiin pötsissä hajoavan rehuvalkuaisen määrästä pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määrä.

Valkuaisarvot laskettiin myös tyypifraktioihin perustuen (SNIFFEN ym. 1992). Cornellin nettohiilihydraatti- ja valkuaisjärjestelmän mukaisesti eri tyypifraktioiden pötsihajoavuus ja sulavuus ohutsuolessa vaihtelevat. Fraktio A hajoaa pötsissä välittömästi ja täydellisesti, B1 nopeasti, B2 keskivauhdilla ja B3 hitaasti. Fraktioiden B1 ja B2

sulavuus ohutsuolessa on 100 % ja fraktion B3 80 %. Fraktio C on ruoansulatuskanavassa sulamaton.

K-kokeessa kuidun sulatusnopeus laskettiin nailonpussihävikkeistä McDONALDIN (1981) esittämällä kaavalla. Pötsintyhjennyksien perusteella määritettiin kuitufraktioiden sulatuskinetiikkaa kuvaavat tunnusluvut (1/h) seuraavasti (ROBINSON ym. 1987):

Saapumisnopeus pötsiin:	$k_i = (\text{saanti rehussa} / \text{pötsin sisältö}) / 24 \text{ h}$
Virtausnopeus pötsistä:	$k_p = (\text{eritys sonnassa} / \text{pötsin sisältö}) / 24 \text{ h}$
Sulatusnopeus pötsissä:	$k_d = k_i - k_p$

Seuraamalla kerta-annoksena annetun Yb:n eritystä sotaan määritettiin ruoansulatuskinetiikkaa kuvaavia tunnuslukuja gammamalleilla (POND ym. 1988). Gammamalleja on neljä (G1G1, G2G1, G3G1 ja G4G1) ja reupartikkelien virtausnopeuden riippuvuus ajasta kasvaa mallien edetessä. Tulokset on laskettu valitsemalla paras malli (= pienin jäännösvaihtelu varianssianalyyseissä) kullekin havainnolle. Yleensä malli G3G1 oli paras.

## 2.5 Tilastolliset analyysit

Tulokset analysoitiin latinalaiselle neliölle soveltuvalla varianssianalyyseillä. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmaistu seuraavasti:

P <0.001	***	erittäin merkitsevä ero
P <0.01	**	hyvin merkitsevä ero
P <0.05	*	merkitsevä ero
P <0.10	o	suuntaa-antava ero
P <0.1	NS	ei merkitsevää eroa

Eri käsittelyjen vaikutusten neliösummat jaettiin ortogonaalisiin kontrasteihin. Tällöin N-kokkeessa pystyttiin erottamaan säilörehun typpilannoituksen suoraviivainen ja toisen asteen vaikutus ja K-kokeessa säilörehun kasvuasteen suoraviivainen, toisen ja kolmannen asteen vaikutus. Suoraviivainen vaikutus tarkoittaa, että käsittely aiheuttaa tutkittavan muuttujan suoraviivaisen eli lineaarisen pienenemisen tai suurenemisen ( $\swarrow$ ,  $\searrow$ ). Toisen asteen vaikutus tarkoittaa, että muuttujan arvot asettuvat paraabelin ( $\wedge$ ,  $\vee$ ) muotoisen käyrän tapaan ja kolmannen asteen vaikutus, että muuttujan arvot asettuvat kolmannen asteen tapaan muotoutuvalla käyrällä ( $\curvearrowright$ ,  $\curvearrowleft$ ).

## 3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 3.1 Typpilannoituskoee

#### 3.1.1 Rehujen koostumus ja rehuarvot

Typpilannoituskokeessa säilörehujen ka-pitoisuus pieneni ja rv-pitoisuus suureni, kun typpilannoitusta lisättiin (Taulukko 1). N<sub>120</sub>-rehun kuitupitoisuus oli raakakuituna tai NDF:na ilmaistuna pienempi kuin muiden rehujen. Kaikki rehut olivat säilönnälliseltä laadultaan hyviä (Taulukko 2). N<sub>40</sub>-rehun korkea vesiliukoisten hiilihydraattien (VLH) pitoisuus osoittaa sen käyneen siilossa vähemmän kuin muiden rehujen. Typpellisten aineiden koostumukseen typpilannoituksella ei ollut vaikutusta. Lisääntyvän typpilannoituksen aiheuttamat muutokset nurmik kasvuston ja sitä kautta säilörehujen koostumuksessa olivat tyypillisiä (vrt. SYRJÄLÄ-QVIST ym. 1984, THORVALDSSON ja ANDERSSON 1986, LINDBERG ja LINDGREN 1988).

Typpilannoitustasolla ei ollut vaikutusta säilörehujen ry-arvoihin, mutta vanhan rehuarvojärjestelmän mukaiset arvot olivat 16,7 % pienempiä kuin uuden (0,75 vs 0,90 ry/kg ka; Taulukko 3). Myöskään OIV-arvoihin typpilannoituksella ei ollut vaikutusta (nailonpussimäärittelyyn perustuen keskimäärin 74 g/kg ka), mutta PVT lisääntyi huomattavasti (19→72 g/kg ka). Positiivinen PVT-arvo osoittaa, että rehussa on tyyppiä enemmän kuin mikrobit pystyvät sitomaan sitä mikrobival-kuaiseksi rehusta saamallaan energialla.

Nailonpussiutoin määritetyt HVO-arvot olivat erittäin korkeita (keskimäärin 0,974) ja ilmeisesti virheellisiä johtuen puutteellisista korjaustekijöistä. Typpifraktioiden perusteella määritetyt HVO-arvot olivat huomattavasti pienempiä (keskimäärin 0,908). Tästä johtuen nailonpussimäärittelyyn perustuvat OIV-pitoisuudet olivat pienempiä ja PVT-pitoisuudet suurempia kuin typpifraktiotuloksiin perustuvat. Käytetty typpilannoitteiden määrä ei vaikuttanut säilörehujen HVO-arvoihin. LINDBERG (1988) sai vastaavan tuloksen ruohonäyteanalyyseissään.

**Taulukko 1. Typpilannoituksen vaikutus rehunurmen (R) ja siitä tehdyn säilörehun (SR) kemialliseen koostumukseen.**

	Säilörehunurmen typpilannoitus, kg/ha					
	40		80		120	
	R	SR	R	SR	R	SR
Kuiva-ainetta (g/kg)	257	255	238	252	225	243
Kuiva-aineessa (g/kg ka)						
Tuhka	75	81	80	84	79	79
Raakavalkuainen	139	150	165	175	206	211
Raakarasva	30	43	35	51	41	56
Raakakuitu	238	255	247	264	235	246
TUA	518	470	473	426	439	408
NDF		475		482		456
ADF		292		297		276
VLH	176	105	173	40	160	29
NDF-typpi (g/kg N)		80		69		72
ADF-typpi (g/kg N)		19		17		14
Typpifraktiot (g/kg N) <sup>1)</sup>						
A		625		651		632
B1		8		1		8
B2		287		280		289
B3		61		51		57
C		19		17		14

TUA = typettömät uuteaineet  
 NDF = neutraalidetergenttikuitu  
 ADF = happodetergenttikuitu  
 VLH = vesiliukoiset hiilihydraatit

1) Typpifraktiot määritetty Cornellin nettohiihydraatti- ja valkuaisjärjestelmän (SNIFFEN ym. 1992) mukaisesti: A = ei-valkuaisyyppi, B1 = nopeasti hajoava valkuainen, B2 = keskivauhdilla hajoava valkuainen, B3 = hitaasti hajoava NDF-kuituun sitoutunut valkuainen ja C = ruoansulatuskanavassa hajoamaton ADF-kuituun sitoutunut valkuainen

**Taulukko 2. Nurmen typpilannoituksen vaikutus säilörehujen käymislaatuun.**

	Säilörehunurmen typpilannoitus, kg/ha		
	40	80	120
pH	4,23	4,19	4,14
Kuiva-ainetta (g/kg)	255	252	243
Kuiva-aineessa (g/kg ka)			
VLH	105	40	29
Maitohappo	52	69	70
Etikkahappo	25	29	30
Voihappo	0,8	2,0	1,0
Hapot yhteensä	85	103	104
Etanoli	8	10	8
Kokonaistypestä (g/kg N)			
Ammonium-N	46	59	60
Liukoinen N	670	652	656

VLH = vesiliukoiset hiilihydraatit

**Taulukko 3. Nurmen typpilannoituksen vaikutus säilörehujen rehuarvoihin.**

	Säilörehunurmen typpilannoitus, kg/ha		
	40	80	120
Rehuyksikköä/kg ka			
Vanha	0,750	0,749	0,751
Uusi	0,904	0,903	0,906
Sulava raakavalkuainen (g/kg ka)	102	119	143
Ohutsuolesta imeytyvät aminohapot (OIV; g/kg ka)			
NP	73	74	75
TF	76	77	79
Pötsin valkuaisase (PVT; g/kg ka)			
NP	19	41	72
TF	11	33	62
Pötsissä hajoavan valkuaisen osuus rehuvalkuaisesta (HVO)			
NP	0,978	0,971	0,974
TF	0,903	0,912	0,910

Vanha = lihotusnettoenergiaan perustuva rehuyksikkö (SALO ym. 1990)

Uusi = muuntokelpoiseen energiaan perustuva rehuyksikkö (TUORI ym. 1995)

NP = hajoavan valkuaisen osuus määritetty nailonpussiutoin (KRISTENSEN ym. 1982)

TF = perustuu typpifraktiomäärityksiin ja Cornellin systeemin hajoavuuksiin (SNIFFEN ym. 1992)

### 3.1.2 Pötsifermentaatio ja rehukomponenttien sulavuus

Säilörehunurmen typpilannoituksen lisääminen laski merkittävästi rehua syöneiden nautojen pötsin pH:ta ja suurensi NH<sub>3</sub>-pitoisuutta pötsinesteesä (Taulukko 4). Pötsin NH<sub>3</sub>-pitoisuus oli koko ruokintavälin ajan pienin N<sub>40</sub>-rehua saaneilla ja suurin N<sub>120</sub>-rehua saaneilla naudoilla. Vaihtelut pötsin NH<sub>3</sub>-pitoisuudessa olivat hyvin voimakkaita (Kuva 1), mikä lisää typpihukan riskiä. Voihapon osuus oli pienin N<sub>80</sub>-rehua syöneillä eläimillä. Isovaleriaanahapon osuus suureni, kun eläimille syötettiin runsaasti lannoitetusta nurmesta valmistettua rehua. VAN VUURENIN ym. (1992) kokeessa rehunurmen typpilannoitusta nostettaessa rehulla ruokittujen lypsylehmien pötsinesteen NH<sub>3</sub>-pitoisuus suureni kuten tässäkin kokeessa, mutta pH ei laskenut. VFA:jen suhteellisiin osuuksiin rehunurmen typpilannoitus ei juuri vaikuttanut.

Eläinten typen saanti rehuista lisääntyi selvästi, kun rehunurmen typpilannoitusta lisättiin, mutta ero ohutsuoleen virtaavaan typen määrässä ei ollut yhtä selkeä (Taulukko 5). Pötsissä muodostuneen mikrobitypen määrään tai mikrobisynteesin tehokkuuteen syötetyn säilörehun typpilannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta. N<sub>120</sub>-rehuun perustuvilla dieeteillä rehun typen pötsihajoavuus oli suurinta, sillä rehun tyyppiä virtasi ohutsuoleen vähiten, vaikka sitä rehujen mukana saatiin eniten.

Ohutsuoleen virtaavan ei-ammoniakkitypen osuus typen saannista pienienkin selkeästi, kun rehunurmen typpilannoitusta lisättiin.

Raakavalkuaisen näennäinen kokonaissulavuus parani, kun rehunurmen typpilannoitusta lisättiin (Taulukko 5). Erityisesti N<sub>120</sub> erosi N<sub>40</sub>:stä ja N<sub>80</sub>:stä. Se voi osittain aiheutua N<sub>120</sub>-rehun suuremmasta valkuaispitoisuudesta eikä välttämättä kuvaa eroja rv:n todellisessa sulavuudessa. Muiden rehukomponenttien sulavuuksiin nurmen typpilannoitus ei vaikuttanut selväpiirteisesti. Nailonpussimenetelmällä määritetty säilörehujen rv:n suolisulavuus oli keskimäärin 585 g/kg. Typpilannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta siihen.

Säilörehunurmen typpilannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta eläinten orgaanisen aineen saantiin, mutta sen virtaus ohutsuoleen väheni typpilannoitusta lisättäessä (Taulukko 5). Orgaanisen aineen näennäinen sulavuus rehulla ruokittujen eläinten pötsissä siis parani kun nurmea oli lannoitettu voimakkaammin. Myös pötsisulatuksen osuus orgaanisen aineen kokonaissulatuksesta lisääntyi säilörehunurmen typpilannoitusta lisättäessä. Rehun sisältämän orgaanisen aineen sulavuuteen koko ruoansulatuskanavassa nurmen typpilannoitus ei vaikuttanut.

**Taulukko 4. Säilörehunurmen typpilannoituksen vaikutus nautojen pötsifermentaatioon.**

	Typpilannoitus, kg/ha			SEM	Tilastollinen merkitsevyys	
	40	80	120		L	Q
Pötsin pH	6,35	6,28	6,23	0,096	**	NS
Kokonais-VFA (mmol/l)	139,8	144,2	136,7	5,38	NS	NS
Mmol/mol VFA						
Etikkahappo	702	698	676	8,2	NS	NS
Propionihappo	148	152	159	7,1	NS	NS
Voihappo	126	118	132	2,9	NS	*
Isovaleriaanahappo	10,9	16,2	16,8	1,93	*	NS
Valeriaanahappo	13,3	15,1	15,5	1,76	NS	NS

SEM = keskiarvon keskiarvo

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L ja Q = kasvuasteen lineaarinen ja toisen asteen vaikutus

VFA = haihtuvat rasvahapot

**Taulukko 5. Säilörehunurmen typpilannoituksen vaikutus orgaanisen aineen ja typen sulatukseen naudoilla.**

	Typpilannoitus, kg/ha			SEM	Tilastollinen merkitsevyys	
	40	80	120		L	Q
Orgaaninen aine,						
Saanti rehuista (g/pv)	5759	5922	5962	87,0	NS	NS
Näennäinen pötsisulavuus	0,656	0,672	0,717	0,0064	*	NS
Näennäinen kokonaissulavuus	0,832	0,823	0,847	0,0046	NS	NS
Pötsisulatuksen osuus kokonaissulatuksesta	0,788	0,816	0,846	0,0037	**	NS
NH <sub>3</sub> -typpi (mmol/l)	8,6	10,6	14,5	1,125	***	*
Typpi (g/pv)						
Saanti rehuista	142,2	162,1	186,8	2,51	**	NS
Virtaus ohutsuoleen						
Yhteensä	106,2	114,1	100,1	0,82	*	**
NH <sub>3</sub> -typpi	2,3	2,9	2,9	0,19	NS	NS
NAN	103,9	111,1	97,2	0,89	*	**
Mikrobi-typpi	60,7	69,6	67,3	5,71	NS	NS
Rehun typpi	32,3	30,2	17,9	4,83	NS	NS
NAN/typen saanti rehuissa	0,73	0,68	0,53	0,003	***	**
Typen pötsihajoavuus	0,767	0,818	0,901	0,0421	NS	NS
Typen näennäinen kokonaissulavuus	0,752	0,760	0,808	0,0067	*	0
Mikrobityppi,						
g/kg OMADR	16,0	17,6	16,0	1,82	NS	NS
g/kg DCHO	15,3	18,0	17,6	1,91	NS	NS

SEM = keskiarvon keskiarvo

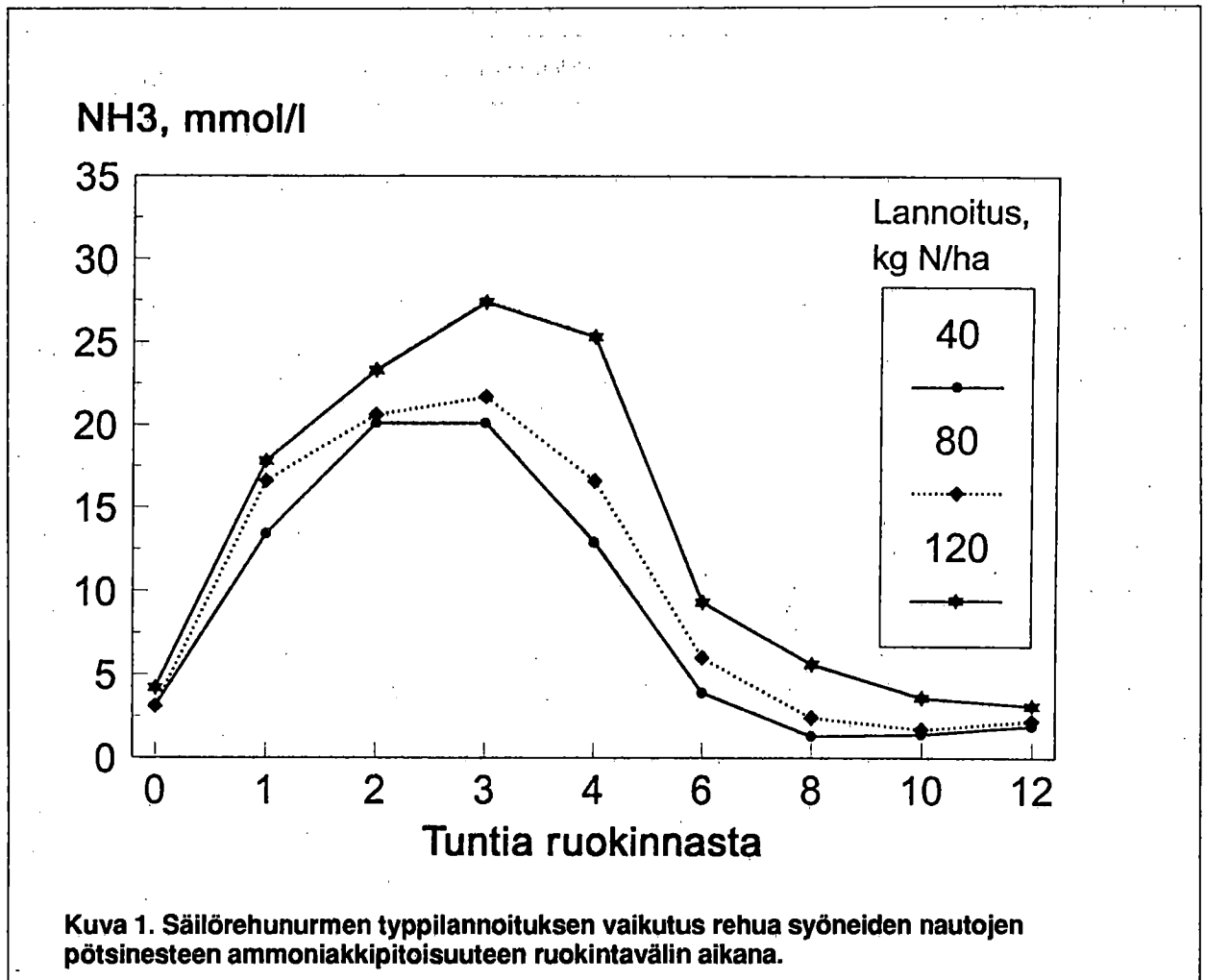
Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L ja Q = kasvuasteen lineaarinen ja toisen asteen vaikutus

NAN = ei-ammoniakkityppi

OMADR = pötsissä näennäisesti sulanut orgaaninen aine

DCHO = sulavat raakahiilihydraatit



Nurmen typpilannoituksen vaikutus rehun orgaanisen aineen sulavuuteen on yleensä ollut vaihteleva ja vähäinen. Esimerkiksi THORVALDSSONin ja ANDERSSONin (1986) aineistossa se huononi, LINDBERGIN ja LINDGRENin mukaan (1988) ei muuttunut ja VAN VUURENin ym. (1992) tutkimuksessa parani hieman, kun typpilannoitusta lisättiin. Raakavalkuaisen näennäinen sulavuus on sen sijaan johdonmukaisesti parantunut, kun rehunurmen typpilannoitusta on lisätty ja rehun rv-pitoisuus siten suurentunut (LINDBERG ja LINDGREN 1988, VAN VUUREN ym. 1992).

### 3.2 Kasvuastekoe

#### 3.2.1 Rehujen koostumus ja rehuarvot

Ruohojen ja säilörehujen rv-pitoisuus pieneni ja kuitufraktioiden (NDF, ADF ja ADL) pitoisuudet suurentuivat kasvukauden edetessä (Taulukko 6). Kasvuston vanhetessa suhteellisesti suurempi osuus ruohojen ja säilörehujen tyyppistä oli eläimelle

käyttökelpotonta ADF-tyyppiä. Muutokset nurmikasvuston ja säilörehujen koostumuksessa olivat tyyppillisiä vastaten mm. SALON (1977), THORVALDSSONin ja ANDERSSONin (1986), LINDBERGIN ja LINDGRENin (1988) sekä RINTEEN ym. (1995) tekemiä havaintoja.

Säilönnälliseltä laadultaan kaikki säilörehut olivat hyviä (Taulukko 7). Rehun happamuuteen (pH keskimäärin 3,82) tai NH<sub>3</sub>-tyypin osuuteen kokonaistyyppistä (keskimäärin 65 g/kg) raaka-ainenurmen kasvuasteella ei ollut selkeää vaikutusta. Raaka-ainekasvuston VLH-pitoisuus ja säilörehujen käymishappojen kokonaispitoisuus pienenevät, kun nurmen korjuuta siirrettiin myöhemmäksi.

Säilönnän aikana rehujen NDF-pitoisuus pieneni ja ADF- sekä ADL-pitoisuudet suurentuivat rehun valmistuksessa käytettyyn ruohoon verrattuna (Taulukko 6). Hemiselluloosaa hajoaa säilönnän aikana, mikä pienentää NDF:n osuutta. NDF-tyypipitoisuuden pieneneminen säilönnän aikana oli

**Taulukko 6. Nurmen kasvuasteen vaikutus rehunurmen (R) ja siitä tehdyn säilörehun (SR) kemialliseen koostumukseen.**

	Säilörehunurmen kasvuaste							
	I		II		III		IV	
	R	SR	R	SR	R	SR	R	SR
Korjuupäivä	29.5.		6.6.		15.6.		25.6	
Kuiva-aine (g/kg)	271	261	231	226	198	217	278	267
Kuiva-aineessa (g/kg ka)								
Tuhka	71	82	72	77	68	68	66	69
Raakavalkuainen	183	187	156	167	118	117	106	109
Raakakuitu	192	214	226	243	263	296	297	320
Raakarasva	38	47	37	45	32	39	29	34
NDF	464	409	555	497	600	579	648	623
ADF	202	229	242	264	277	313	311	326
ADL	12	18	14	17	18	22	22	23
Hemiselluloosa	262	181	313	233	323	265	337	304
Selluloosa	190	210	228	247	259	291	289	303
VLH	238	57	152	42	158	70	117	65
NDF-tyyppi (g/kg N)	342	100	445	120	408	166	371	183
ADF-tyyppi (g/kg N)	17	18	22	25	28	31	35	32
Typifraktiot (g/kg N) <sup>1)</sup>								
A	223	629	204	616	235	532	224	518
B1	59	59	31	64	39	68	42	44
B2	371	210	317	198	317	236	360	252
B3	329	83	425	97	381	135	338	152
C	18	19	23	25	29	30	36	33

NDF = neutraalidetergenttikuitu

ADF = happodetergenttikuitu

ADL = happodetergenttiligniini

Hemiselluloosa = NDF - ADF

Selluloosa = ADF - ADL

VLH = vesiliukoiset hiilihydraatit

NDF-N = NDF:un sitoutunut

<sup>1)</sup>Typifraktiot määritetty Cornellin nettohiilihydraatti- ja valkuaisjärjestelmän (SNIFFEN ym. 1992) mukaisesti: A = ei-valkuaisyyppi, B1 = nopeasti hajoava valkuainen, B2 = keskivauhdilla hajoava valkuainen, B3 = hitaasti hajoava NDF-kuituun sitoutunut valkuainen ja C = ruoansulatuskanavassa hajoamaton ADF-kuituun sitoutunut valkuainen

voimakasta ja sitä selvempää, mitä varhemmin rehu oli korjattu. NDF-pitoisuuden pieneneminen selittyy suureksi osaksi NDF-typen hajoamisella. Typen liukoisuus lisääntyi säilönnän aikana voimakkaasti, mitä kuvastaa myös A-fraktion osuuden huomattava lisääntyminen. Typen liukoisuuden lisääntyminen oli voimakkainta varhaisella kehitystasolla korjatuissa rehuissa.

Nurmen vanhetessa ry-arvot huononivat selvästi kaikkien laskentatapojen mukaan (Taulukko 8). Vanhan rehuarvojärjestelmän mukaiset säilörehun ry-arvot olivat keskimäärin 16,8 % pienemmät kuin *in vitro* määritettyyn D-arvoon perustuvat uuden järjestelmän mukaiset arvot. Ry-arvot pa-

ranivat edelleen, jos D-arvona käytettiin NIR-tekniikalla tai *in vivo* määritettyjä säilörehujen D-arvoja. Kasvukauden edetessä ry-arvot huononivat NIR-tekniikalla vain 12,8 % ja *in vivo* -määrittelyyn perustuen 12,0 %, mutta *in vitro* -määrittelyyn perustuen 21,0 %.

Uudessa rehuarvojärjestelmässä säilörehun ry-arvo perustuu D-arvoon, joten sen luotettava arviointi on erittäin tärkeää. K-kokeen tulosten perusteella näyttää siltä, että TILLEYN ja TERRYn (1963) *in vitro* -menetelmä antaa tyydyttävän tuloksen hyvin sulavien rehujen sulavuudesta, mutta aliarvioi runsaasti kuitua sisältävien huonommin sulavien rehujen sulavuuden. Mahdollisesti TILLEYn ja TERRYn

**Taulukko 7. Nurmen kasvuasteen vaikutus säilörehujen käymislaatuun (g/kg ka).**

	Säilörehunurmen kasvuaste			
	I	II	III	IV
Kuiva-ainetta (g/kg)	261	226	217	266
pH	3,85	3,79	3,74	3,90
VLH	57	42	70	65
<b>Käymishapot</b>				
Maitohappo	75	76	60	47
Etikkahappo	25	16	14	10
Propionihappo	1,2	2,3	0,1	1,2
Voihappo	0,2	1,9	0,4	0,2
Hapot yhteensä	102	96	75	59
<b>Kokonaistypestä (g/kg)</b>				
Liukoinen tyyppi	757	738	639	603
Ammoniumtyyppi	65	78	55	63

VLH = vesiliukoiset hiilihydraatit

**Taulukko 8. Nurmen kasvuasteen vaikutus säilörehujen rehuarvoihin.**

	Säilörehun kasvuaste			
	I	II	III	IV
<b>Säilörehun sulavan orgaanisen aineen osuus kuiva-ainessa (D-arvo)</b>				
<i>In vitro</i> (raaka-aine)	0,740	0,708	0,665	0,641
<i>In vitro</i> (säilörehu)	0,730	0,687	0,617	0,580
<i>In vivo</i> (naudat) <sup>1)</sup>	0,752	0,748	0,678	0,662
<i>In vivo</i> (pässit) <sup>1)</sup>	0,750	0,746	0,681	0,654
NIR	0,745	0,715	0,667	0,650
<b>Rehuyksikköä/kg ka</b>				
Vanha	0,826	0,779	0,702	0,659
Uusi perustuen D-arvon määrittystapaan:				
<i>In vitro</i>	0,997	0,940	0,844	0,793
<i>In vivo</i> (naudat)	1,028	1,023	0,927	0,905
NIR	1,019	0,978	0,912	0,889
<b>Sulavaa raakavalkuaista (g/kg ka)</b>	152	127	77	68
<b>Ohutsuoilesta imeytyvät aminohapot (OIV; g/kg ka)</b>				
NP	89	85	75	71
TF	84	80	73	70
<b>Pötsin valkuaisaste (PVT; g/kg ka)</b>				
NP	33,8	22,4	-10,0	-11,4
TF	42,1	27,3	-10,3	-13,6
<b>Pötsissä hajoavan valkuaisen osuus rehuvalkuaisesta (HVO), TF</b>				
Raaka-aine	0,615	0,519	0,551	0,571
Säilörehu	0,904	0,886	0,846	0,826

<sup>1)</sup> Laskettu dieettien kokonaissulavuuksista olettaen, että väkirehun sulavuus pysyy muuttumattomana (ohran sulavuus 0,84 ja rypsirouheen 0,75)

Vanha = lihotusnettoenergiaan perustuva rehuyksikko (SALO ym. 1990)

Uusi = muuntokelpoiseen energiaan perustuva rehuyksikko (KAUSTELL 1993)

NIR = määritetty lähi-infrapunaspektrometrillä

NP = hajoavan valkuaisen osuutena käytetty vakiota 0,90

TF = perustuu typpifraktiomäärittäisiin ja Cornellin systeemin hajoavuuksiin (SNIFFEN ym. 1992)



**Taulukko 9. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutus nautojen pötsifermentaatioon.**

	Säilörehunurmen kasvuaste					Tilastollinen merkitsevyys		
	I	II	III	IV	SEM	L	Q	C
pH	6,17	6,29	6,42	6,49	0,068	*	NS	NS
Kok, VFA (mmol/l)	111,3	108,2	101,5	101,9	2,99	*	NS	NS
Mmol/mol VFA								
Etikkahappo (EH)	602	633	653	664	5,4	***	NS	NS
Propionihappo (PH)	169	178	171	177	3,2	NS	NS	0
Voihappo (VH)	178	141	138	124	3,4	***	**	**
Isovoihappo	10,0	10,8	8,3	8,6	0,22	***	NS	***
Valeriaanahappo	19,7	16,2	14,3	13,1	0,51	***	0	NS
Isovaleriaanahappo	12,7	13,7	9,3	10,1	0,50	**	NS	**
Kapronihappo	8,1	6,8	5,9	3,6	0,68	**	NS	NS
(EH+VH)/PH	4,73	4,50	4,69	4,54	0,096	NS	NS	NS
Alkueläimet ( $\times 10^5$ /ml)	7,4	6,2	5,3	5,4	0,55	*	NS	NS

SEM = keskiarvon keskivirhe

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L, C ja Q = kasvuasteen lineaarinen, toisen ja kolmannen asteen vaikutus

VFA = haihtuvat rasvahapot

(1963) menetelmä yliarvioi solunsisällysaineiden ja aliarvioi soluseinäaineiden sulatuksen. Varhaisella kasvuasteella korjatussa rehussa nämä virheet kompensoivat toisensa, mutta myöhemmin korjatussa rehussa soluseinäaineiden osuuden lisääntyessä kokonaissulavuus jää liian alhaiseksi. MAN-NERKORPI ym. (1992) havaitsivat TILLEYn ja TERRYn menetelmän aliarvioivan sekä hyvin että huonosti sulavan säilörehun orgaanisen aineen sulavuuden.

Laskennallinen OIV-pitoisuus rehuissa pieni nurmen korjuuta myöhemmäksi siirrettäessä. PVT:ssa nurmen kasvuasteen vaikutukset näkyivät siten, että pötsissä hajoavan valkuaisen kohtuullisen runsas ylimäärä I-rehua syötettäessä (nailonpussi- ja typpifraktiomääritysten keskiarvo 38,0 g/kg ka) muuttui negatiiviseksi (-12,5 g/kg ka), kun dieetti perustui IV-rehuun (Taulukko 8).

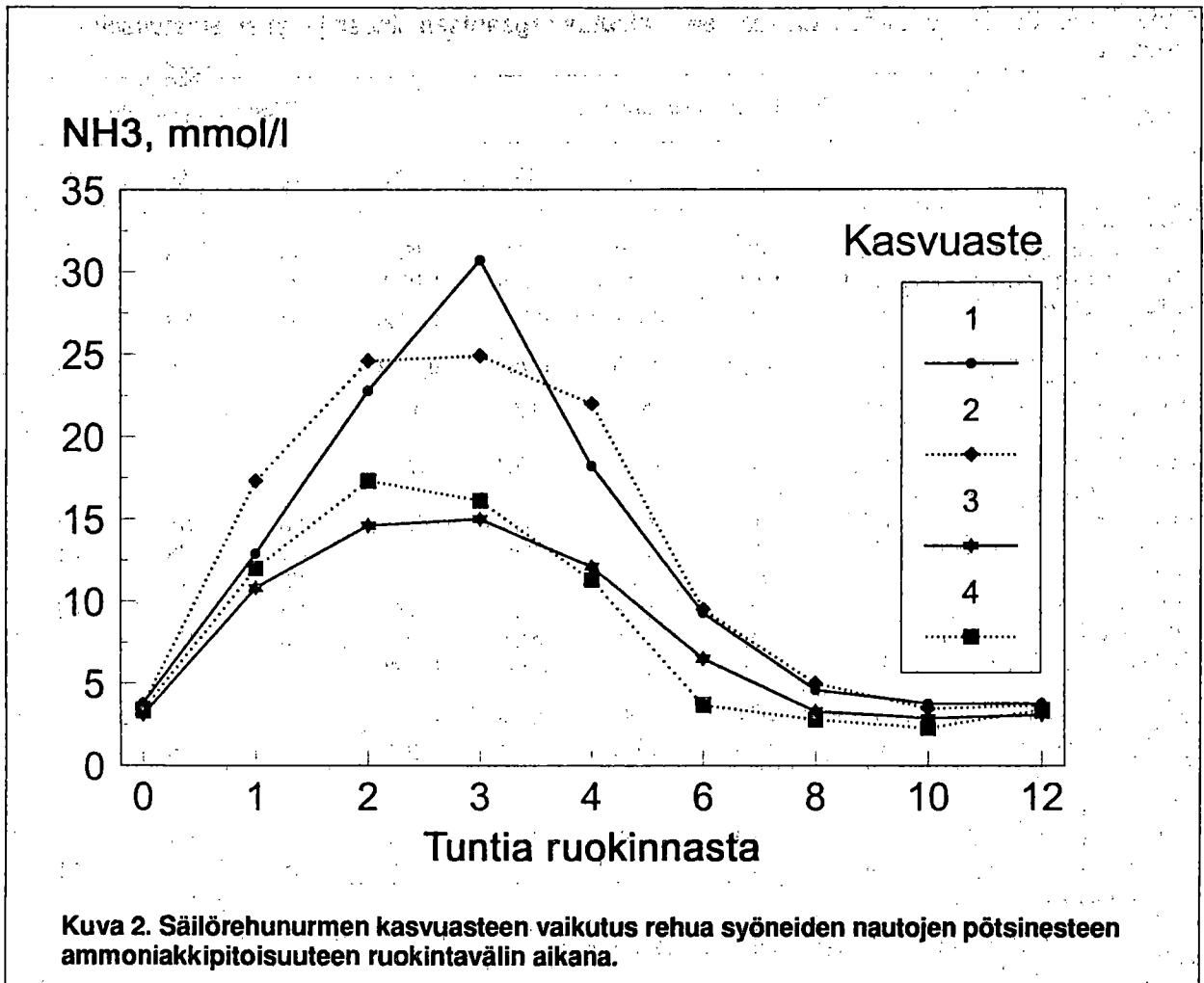
### 3.2.2 Pötsifermentaatio ja rehuosuuksien sulavuus

Pötsinesteen pH nousi rehun kasvuasteen edetessä (Taulukko 9). Varhaisimmalla kasvuasteella korjatun rehun sisältämän kuidun sulatus ei kuitenkaan heikentynyt pötsiolosuhteiden vuoksi, sillä kontrolliheinänäytteen nailonpussimenetelmällä määritetty pötsisulavuus oli sama kaikilla ruokinoilla (tuloksia ei esitetty). Väkirehun määrää lisäämällä kuidun sulatuksen kannalta haitallisen al-

hainen pötsin pH voidaan saavuttaa nuorena korjattua säilörehua syötettäessä pienemmällä väkirehuannoksella kuin myöhemmin korjattua säilörehua syötettäessä. Toisaalta nuorena korjattua rehua syötettäessä väkirehun tarve on pienempi.

Pötsinesteen VFA:en kokonaispitoisuus pieni, kun syötetty säilörehu oli korjattu myöhemmin. Etikkahapon suhteellinen mooliosuus suureni ja voihapon pieni, kun syötettiin myöhemmin korjattua rehua. Propionihapon osuus pysyi tasaisena. Etikkahapon suhteellinen osuus lisääntyy yleensä, kun dieetin kuitupitoisuus lisääntyy. Voihapon määrän väheneminen liittyy pötsinesteen alkueläinten määrän vähenemiseen ( $7,4 \rightarrow 5,4 \times 10^5$ /ml). Isovoihapon, valeriaanahapon ja isovaleriaanahapon pitoisuuksien merkitsevä pieneneminen johtui todennäköisesti pötsissä hajoavan rv:n määrän pienenemisestä, kun rehu oli korjattu myöhemmin. Näitä rasvahappoja muodostuu aminohappojen hajotessa. Pötsifermentaatioissa havaitut muutokset olivat samansuuntaisia kuin BOSCHIN ym. (1992b) ja RINTEEN ym. (1995) tutkimuksissa nurmisäilörehua saaneilla lypsylehmillä.

Pötsin rasvahapposuhteet vaikuttavat merkittävästi varsinkin lypsylehmien tuotantoon. Voihappoa käytetään maitorasvan esiaineena ja sen osuuden suureneminen näkyy maidon rasvapitoisuuden suurenemisena. Propionihaposta samoin kuin



aminohapoista märehtijä voi muodostaa glukoosia. Kun propionihappoa on runsaasti käytettävissä, aminohapot voidaan käyttää kudosten tai maitovalkuaisen muodostamiseen. Propionihapon osuuden lisääntyminen tehostaa yleensä valkuaisen hyväksikäyttöä ja lisää maitotuotosta sekä maidon valkuaispitoisuutta.

Typen saanti rehuista ja pötsinesteen NH<sub>3</sub>-pitoisuus pienenevät, kun eläimille syötettiin myöhemmin korjattua rehua. Ohutsuoleen virtaavan typen kokonaismäärässä ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa. Ammoniakkaa imeytyi todennäköisesti varhaisemmillä kasvuasteilla korjattua rehua syötettäessä runsaasti pötsin seinämän läpi ja suuri osa siitä menettiin virtsan mukana. Pötsin NH<sub>3</sub>-pitoisuuden vaihtelut ruokintavälin aikana olivat huomattavia (Kuva 2). Pötsin mikrobivalkuaisen synteesitehokkuuteen syötetyn säilörehun korjuuaste ei vaikuttanut (Taulukko 10).

Typen näennäinen kokonaissulavuus huononi, kun säilörehu oli korjattu myöhemmin. Typen todellinen sulavuus ei todennäköisesti huonontunut yhtä paljon, sillä rehujen rv-pitoisuus pieneni selvästi korjuuta myöhemmäksi siirrettäessä. Tällöin sonnassa erittyvän metabolisen typen suhteellinen osuus kasvaa eli sulavuus huononee näennäisesti. Lisäksi ruoansulatuskanavaan tulevan endogeenisen typen aiheuttamat tyypitappiot lisääntyvät, kun dietin sulavuus huononee (TAMMINGA 1992). Toisaalta tyrellisten aineiden C-fraktion eli ruoansulatuskanavassa sulamattoman ADF-typen osuus kokonaistypestä lisääntyi kasvukauden edetessä (Taulukko 6), mikä aiheuttanee myös typen todellisen sulavuuden huononemista.

Rehun sisältämän orgaanisen aineen (Taulukko 10) sekä NDF:n ja ADF:n (Taulukko 11) näennäinen pötsisulavuus ja näennäinen kokonaissulavuus huononivat selvästi, kun säilörehu korjattiin myö-

**Taulukko 10. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutus orgaanisen aineen ja typen sulatukseen naudoilla.**

	Säilörehunurmen kasvuaste					Tilastollinen merkitsevyys		
	I	II	III	IV	SEM	L	Q	C
Orgaaninen aine,								
Saanti rehuista, g/pv	5369	5404	5360	5438	75,1	NS	NS	NS
Näennäinen pötsisulavuus	0,634	0,644	0,580	0,584	0,0168	*	NS	NS
Näennäinen kokonais-sulavuus	0,821	0,816	0,758	0,747	0,0046	***	NS	**
Pötsisulatuksen osuus kokonais-sulatukselta	0,773	0,790	0,766	0,781	0,0173	NS	NS	NS
NH <sub>3</sub> -typpi (mmol/l)	13,3	13,8	8,5	8,6	1,0	**	NS	*
Typpi (g/pv)								
Saanti rehuista	167,5	156,7	121,4	118,0	1,93	***	NS	**
Virtaus ohutsuoleen								
Yhteensä	111,3	101,7	104,3	97,8	4,82	NS	NS	NS
NH <sub>3</sub> -typpi	3,0	3,1	2,6	2,9	0,30	NS	NS	NS
NAN	108,2	98,6	101,7	94,9	4,95	NS	NS	NS
Mikrobi-typpi	54,6	50,0	52,5	44,7	4,03	NS	NS	NS
Rehun tyyppi	41,7	33,1	37,2	38,3	4,66	NS	NS	NS
NAN/typen saanti rehuista	0,643	0,630	0,833	0,806	0,0340	**	NS	*
Typen pötsihajoavuus	0,753	0,790	0,694	0,675	0,0308	*	NS	NS
Typen näennäinen kokonais-sulavuus	0,784	0,794	0,715	0,724	0,0073	***	NS	**
Mikrobityppi,								
g/kg OMADR	16,0	15,4	16,9	14,2	1,50	NS	NS	NS
g/kg DCHO	16,0	15,5	15,6	13,4	1,25	NS	NS	NS

SEM = keskiarvon keskiarvo

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L, Q ja C = kasvuasteen lineaarinen, toisen ja kolmannen asteen vaikutus

NAN = ei-ammoniakkityppi

OMADR = pötsissä näennäisesti sulanut orgaaninen aine

DCHO = sulavat raakahiilihydraatit

**Taulukko 11. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutus neutraalidetergenttikuidun (NDF) ja happodetergenttikuidun (ADF) sulatukseen naudoilla.**

	Säilörehunurmen kasvuaste					Tilastollinen merkitsevyys		
	I	II	III	IV	SEM	L	Q	C
NDF (g/pv)								
Rehussa	2028	2357	2662	2913	47,4	***	NS	NS
Ohutsuolessa	490	460	828	880	39,1	***	NS	NS
Sönnässä	493	548	821	912	12,9	***	NS	***
Kokonaissulavuus	0,757	0,765	0,692	0,686	0,0055	***	NS	**
Pötsisulavuus	0,760	0,799	0,691	0,697	0,0149	**	NS	*
Pötsisulatuksen osuus	1,005	1,046	0,998	1,015	0,0174	NS	NS	NS
ADF (g/pv)								
Rehussa	1054	1186	1372	1446	26,4	***	NS	NS
Ohutsuolessa	283	256	435	474	23,1	***	NS	*
Sönnässä	270	285	420	471	6,1	***	*	**
Kokonaissulavuus	0,744	0,757	0,694	0,673	0,0058	***	*	**
Pötsisulavuus	0,735	0,778	0,685	0,671	0,0182	*	NS	o
Pötsisulatuksen osuus	0,989	1,030	0,987	0,997	0,0205	NS	NS	NS

SEM = keskiarvon keskiarvo

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L, Q ja C = kasvuasteen lineaarinen, toisen ja kolmannen asteen vaikutus

hemmin. Pötsisulatuksen osuuteen kokonaissulatuksesta syötetyn säilörehun kasvuaasteella ei ollut vaikutusta. Sulavuuden huononeminen oli erityisen voimakasta II- ja III-rehujen välillä. Dieettien sulavuudet määritettiin myös ylläpitotasolla ( $38 \text{ g ka/W}^{0.75}$ ) ruokituilla lampailla. Rehukomponenttien sulavuudet olivat identtiset naudoilla määritettyjen sulavuuksien kanssa (RINNE 1994).

Nurmikasvien sulavuuden ja energia-arvon huononeminen kasvukauden edetessä on todettu lukuisissa tutkimuksissa (mm. SALO 1977, THORVALDSSON ja ANDERSSON 1986, LINDBERG ja LINDGREN 1988, BOSCH ym. 1992). Sulavuuden huononemisen myötä rehun pötsintäyteisyyttä lisäävä vaikutus kasvaa, joten eläimet eivät voi syödä huonosti sulavaa rehua yhtä paljon kuin paremmin sulavaa. Useiden tutkimusten perusteella lypsylehmät lisäävät säilörehun syöntiä  $0,15 \text{ kg ka/pv}$  (HUHTANEN 1994a) ja maidontuotantoa  $0,26 \text{ kg/pv}$  (HUHTANEN 1994b), kun säilörehun D-arvo paranee 1 %-yksikön.

### 3.2.3 Sulatuskinetiikka

Gammamallit (POND ym. 1988) pystyvät yksinkertaisempia kinetiikkamalleja tarkemmin kuvaamaan rehupartikkelien todellista käyttäytymistä pötsissä. Pötsiin oletetaan kaksi erillistä rehupartikkelipoolia. Ensimmäisen poolin (non-escapable pool, NEP) partikkelit eivät pysty poistumaan pötsistä, sillä ne ovat liian suuria ja/tai niiden ominaispaino on liian pieni. Kevyet partikkelit eivät joudu verkkomahasatakerta-aukon lähelle, joten ne eivät pääse virtauksen mukana alempaan ruoansulatuskanavaan. NEP-partikkeleiden on siirryttävä pötsin toiseen pooliin (escapable pool, EP) poistukseen pötsistä. Gammamalleissa partikkelien siirtyminen NEP:sta EP:iin riippuu ajasta, jonka partikkelit ovat olleet pötsissä. Kokeessa käytettiin neljää mallia, joissa ajasta riippuvuus lisääntyi malli mallilta. Viipymäaika NEP:ssa ( $MRT_{NEP}$ ) ja EP:ssa ( $MRT_{EP}$ ) yhdessä muodostavat kokonaisviipymäajan pötsissä (CMRT).

Partikkeleiden viipyminen NEP:ssa pitenee, kun rehunurmi oli korjattu myöhemmin, mutta vastaavasti  $MRT_{EP}$  lyheni, joten CMRT ei muuttunut (Taulukko 13). Aikaisin korjatun säilörehun partikkelit näyttävät siis joutuvan virtaukselle alttiiksi nopeammin kuin myöhäisemmällä kasvuaasteella korjatun, mutta toisaalta virtausnopeus on pienem-

pi. Lyhyt  $MRT_{NEP}$  voi johtua siitä, että aikaisin korjattujen rehupartikkelien ominaispaino on suurempi tai lisääntyy pötsissä nopeammin, koska sulatusnopeus on suurempi. Mahdollisesti varhaisella kehitysasteella korjatun säilörehun partikkelikoko pienenee märehkimisen vaikutuksesta nopeammin. Vaikutukset voivat lisätä säilörehun syöntiä, mutta huonontaa sulavuutta.

Rehun virtausnopeus pötsistä ( $k_p$ ) suureni sekä pötsintyhjennyksin (Taulukko 12) että merkkiainemenetelmällä (Taulukko 13) määritettynä, kun syötettiin myöhemmin korjattua säilörehua. Tähän vaikutti osaltaan vanhempana korjatun rehun pienempi sulatusnopeus ( $k_d$ ). Eläinten rehuannokset olivat yhtä suuria ja koska rehu voi poistua pötsistä vain sulatuksen tai virtauksen avulla, on sulatusnopeuden pienetessä virtausnopeuden suurennuttava, jos pötsin poolikoon suureneminen ei kompensoi muutosta. Säilörehun kasvuaasteella ei ollut vaikutusta pötsin nestevirtaukseen.

Pötsintyhjennyksin määritetyt NDF:n ja ADF:n sulatusnopeudet olivat lähes kaksinkertaisia nailonpussimenetelmällä määritettyihin arvoihin verrattuna ( $0,076$  ja  $0,078$  vs  $0,036$  ja  $0,035/h$ ). Pötsintyhjennyksin määritetyt arvot lienevät lähempänä todellista sulatusnopeutta. Soluseinäainesta hajottavien entsyymien pitoisuuksien on havaittu olevan pienempiä nailonpussin sisällä kuin pötsin sisällössä (HUHTANEN ja KHALILI 1992). Nailonpussi siis näyttää rajoittavan rehun sulatusta.

Merkkiaineen läpikulku-aika (TT) kuvaa partikkeleiden viipymäaika suolistossa. Rehunurmen kasvuaasteella ei ollut vaikutusta siihen. Ruokasulan kokonaisviipymäaika ruoansulatuskanavassa (MRT) muuttui käyräviivaisesti ollen lyhin II-rehua syötettäessä (Taulukko 13).

Sulatusnopeuden pieneminen ja virtausnopeuden suureneminen nurmirehun laadun huonotessa on havaittu myös muissa tutkimuksissa (WORREL ym. 1986, BOSCH ym. 1992a ja 1992b). Tutkimuksissa näkyi myös sulatuskinetiikan vaikutus nurmirehun syöntiin. WORRELIN ym. (1986) nuoret naudat söivät aikaisin korjattua heinää merkittävästi eniten ja kasvoivat nopeimmin. Myös lypsylehmät söivät enemmän varhaisella kehitysasteella korjattua säilörehua (BOSCH ym. 1992b).

**Taulukko 12. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutus pötsin nestevirtaukseen sekä neutraalidetergenttikuidun (NDF) ja happodetergenttikuidun (ADF) sulatuskinetiikkaan (1/h) naudoilla.**

	Säilörehunurmen kasvuaste					Tilastollinen merkitsevyys		
	I	II	III	IV	SEM	L	Q	C
Nestevirtaus (l/pv)	66,6	64,9	66,9	64,5	3,54	NS	NS	NS
Nestevirtaus (l/h)	0,113	0,106	0,124	0,121	0,0057	NS	NS	NS
<b>NDF</b>								
$k_i$	0,0683	0,0710	0,0628	0,0635	0,00277	NS	NS	NS
$k_p$	0,0167	0,0164	0,0194	0,0201	0,00084	*	NS	NS
$k_d$	0,0516	0,0546	0,0434	0,0434	0,00216	*	NS	*
<b>Sulava NDF</b>								
$k_i$	0,0906	0,0926	0,0839	0,0931	0,00481	NS	NS	NS
$k_p$	0,0137	0,0122	0,0143	0,0162	0,00103	o	NS	NS
$k_d$	0,0769	0,0804	0,0696	0,0769	0,00412	NS	NS	NS
<b>Sulamaton NDF</b>								
$k_p$	0,0234	0,0262	0,0280	0,0257	0,00150	NS	NS	NS
<b>ADF</b>								
$k_i$	0,0712	0,0740	0,0667	0,0630	0,00285	o	NS	NS
$k_p$	0,0184	0,0179	0,0204	0,0208	0,00090	o	NS	NS
$k_d$	0,0529	0,0561	0,0463	0,0422	0,00214	**	NS	NS
<b>Sulamaton ADF</b>								
$k_p$	0,0261	0,0299	0,0302	0,0271	0,00180	NS	NS	NS

SEM = keskiarvon keskivirhe

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

L, Q ja C = kasvuasteen lineaarinen, toisen ja kolmannen asteen vaikutus

 $k_i$  = saapumisnopeus pötsiin $k_p$  = virtausnopeus pötsistä $k_d$  = sulatusnopeus pötsissä**Taulukko 13. Säilörehunurmen kasvuasteen vaikutus parhaalla gammamallilla laskettuun sulatuskinetiikkaan naudoilla.**

	Säilörehunurmen kasvuaste					Tilastollinen merkitsevyys		
	I	II	III	IV	SEM	L	Q	C
$k_p$ (1/h)	0,0352	0,0482	0,0467	0,0501	0,00430	o	NS	NS
MRT <sub>NEP</sub> (h)	13,1	17,8	21,7	23,3	1,76	**	NS	NS
MRT <sub>EP</sub> (h)	28,9	21,0	21,5	20,5	1,99	*	NS	NS
CMRT (h)	42,0	38,8	43,3	43,7	1,76	NS	NS	NS
MRT <sub>EP</sub> /CMRT	0,69	0,54	0,50	0,47	0,036	**	NS	NS
TT (h)	12,7	12,6	10,3	12,0	1,02	NS	NS	NS
TMRT (h)	54,8	51,4	53,6	55,7	0,96	NS	*	NS

SEM = keskiarvon keskivirhe

Tilastollinen merkitsevyys: o (P &lt;0,10); \* (P &lt;0,05); \*\* (P &lt;0,01); \*\*\* (P &lt;0,001)

 $k_p$  = virtausnopeus pötsistäMRT<sub>NEP</sub> = viipymäaika pötsin 1. poolissa (*non-escapable pool*)MRT<sub>EP</sub> = viipymäaika pötsin 2. poolissa (*escapable pool*)CMRT = viipymäaika pötsissä (MRT<sub>NEP</sub> + MRT<sub>EP</sub>)TT = aika merkkiaineen ensimmäiseen erittymiseen (*transit time*)

TMRT = viipymäaika koko ruoansulatuskanavassa

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Typpilannoituksen lisääminen säilörehun rv-pitoisuuden suurentamiseksi ei lisännyt märehitjän käytettäväksi tulevien aminohappojen määrää. Sen sijaan säilörehunurmen typpilannoitusta vähentämällä voitiin parantaa rehun typen hyväksikäyttöä ja vähentää märehitjoiden jätösten mukana erittyvän typen määrää. Taloudellisessa mielessä typpilannoitus lienee parasta optimoida sadon tuoton eikä märehitjoiden valkuaisruokinnan kannalta. Säilörehun kovin suuri rv-pitoisuus on suorastaan haitallista, sillä eläimet joutuvat erittämään ylimääräisen typen virtsan mukana ja samalla kuluu energiaa sekä arvokkaita ravinto-aineita.

Nurmikasvuston rv-pitoisuus pienenee kasvukauden edetessä, joten säilörehun korjuuta myöhemmäksi siirtämällä voitiin rv:n hukkaa vähentää. Samanaikaisesti muuttuvat myös rehun muut ominaisuudet. Rehun kuitupitoisuus ja korjatun sadon kokonaismäärä kasvavat, kun taas rehun sulavuus ja energia-arvo huononevat. Vaikka typen hyväksikäyttö tehostuikin, rehun energia-arvo

huononee niin paljon, että korjuuta ei kannata siirtää kovin myöhäiseksi.

K-kokeessa säilörehun syönti oli kaikilla rehuilla rajoitettu samaksi, ja myös mikrobivalkuaisen virtaus oli lähes yhtä suuri kaikilla ruokinnoilla. Vapaasti ruokittaessa naudat syövät hyvin sulavaa rehua enemmän kuin myöhemmin korjattua huonosti sulavaa rehua. Tällöin pötsissä fermentoituu enemmän orgaanista ainetta ja märehitjän käytettäväksi muodostuu enemmän mikrobivalkuaista.

Tarvitaan lisätutkimuksia, jotta voidaan selvittää, onko mahdollista tehostaa pötsin mikrobisynteesiä ja lisätä propionihapon osuutta pötsin haihtuvista rasvahapoista. Kun propionihappoa on runsaasti käytettävissä, aminohappoja ei tarvita glukoosin raaka-aineeksi ja ne voidaan käyttää kudosis- ja maitovalkuaisen muodostamiseen. Nurmikasvuston koostumuksen lisäksi on selvitettävä säilörehun käymislaadun ja väkirehutäydennyksen laadun ja määrän vaikutukset. Vastaavat tutkimukset on tehtävä erikseen lypsylehmillä, joiden suurempi ravintoaineiden kulutus voi vaikuttaa tuloksiin.

## KIRJALLISUUS

- BARKER, S.B. & SUMMERSON, W.H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138: 535–554.
- BOSCH, M.W., LAMMERS-WIENHOVEN, S.C.W., BANGMA, G.A., BOER, H. & ADRICHEM, P.W.M. van 1992a. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 2. Rumen contents, passage rates, distribution of rumen and faecal particles and mastication activity. *Livest. Prod. Sci.* 32: 265–281.
- , TAMMINGA, S., POST, G., LEFFERING, C.P. & MUYLAERT, J.M. 1992b. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 1. Composition, nylon bag degradation rates, fermentation characteristics, digestibility and intake. *Livest. Prod. Sci.* 32: 245–264.
- CHAMBERLAIN, D.G. 1987. The silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. *Proc. Biochem.* 22: 60–63.
- FAICHNEY, G.H. 1975. The use of markers to partition digestion within the gastro-intestinal tract of ruminants. In: *Digestion and metabolism in the ruminant*. Ed. by I.W. McDonald & A.C.I. Warner. University of New England Publishing Unit, Sydney. p. 277–291.
- GOERING, H.R. & SOEST, P.J. VAN 1970. Forage fiber analyses. USDA. ARS Agriculture Handbook No. 379. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C.
- HUHTANEN, P. 1994a. Factors influencing forage intake. *Proceedings of the Nova Scotia Forage Conference*. October 29–30, 1993. Dartmouth, Nova Scotia. p.103–127.
- 1994b. Forage influences on milk composition. *Proceedings of the Nova Scotia Forage Conference*. October 29–30, 1993. Dartmouth, Nova Scotia Canada. p. 144–162.
- & KHALILI, H. 1992. The effect of sucrose supplements on particle-associated carboxymethylcellulase (EC 3.2.1.4) and xylanase (EC 3.2.1.8) activities in cattle given grass-silage-based diet. *Br. J. Nutr.* 67: 245–255.
- HUIDA, L. 1973. Quantitative determination of volatile fatty acids from rumen samples and silage by gas-liquid chromatography. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 45: 438–488.
- KLEMETTI, I. 1994. Henkilökohtainen tiedonanto. Valio Oy, Helsinki.

- KRISTENSEN, E.S., MØLLER, P.D. & HVELPUND, T. 1982. Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate. *Acta Agric. Scand.* 32: 123–127.
- LINDBERG, J.E. 1988. Influence of cutting time and N fertilization on the nutritive value of timothy. 2. Estimates of rumen degradability of nitrogenous components. *Swedish J. agric. Res.* 18: 85–89
- & LINDGREN, E. 1988. Influence of cutting time and N fertilization on the nutritive value of timothy. 1. Rumen degradability of cell walls, *in vivo* digestibility and estimated energy and protein values. *Swedish J. agric. Res.* 18: 91–98.
- MANNERKORPI, P., SUVITIE, M., TUORI, M. & HELLÄMÄKI, M. 1992. A comparison of different laboratory techniques for the prediction of the nutritive value of forages. *Proceedings of the 14<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation*. Lahti, Finland. p. 599–601.
- McALLAN, A.B. & SMITH, R.H. 1983. Factors influencing the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and abomasum of steers. *Br. J. Nutr.* 50: 445–454.
- McCULLOUGH, M.E. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clin. Chem. Acta* 17: 297–304.
- McDONALD, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 251–252.
- MICHAËLET-DOREAU, B. & OULD-BAH, M.Y. 1989. Estimation of the extent of bacterial contamination in bag residues and its influence on *in sacco* measurements of forage nitrogen degradation in rumen. XVI International Grassl and Congress, Nice, France. p. 909–910.
- POND, K.R., ELLIS, W.C., MATIS, J.H., FERREIRO, H.M. & SUTTON, J.D. 1988. Compartment models for estimating attributes of digesta flow in cattle. *Br. J. Nutr.* 60: 571–595.
- PRINS, R.A. 1977. Biochemical activities of gut microorganisms. In: Clarke, R.T.J. & Bauchop, T. (eds). *Microbial Ecology of the gut*. Academic Press, London. p. 73–183.
- RINNE, M. 1994. Nurmen kasvuasteen vaikutus säilörehun sulatukseen naudalla. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, Kotieläintieteen laitos. 99 p.
- , JAAKKOLA, S., HEIKKILÄ, T., HUHTANEN, P. & TOIVONEN, V. 1995. Nurmirehun sulavuuden ja väkirehun yhdysvaikutukset lypsylehmillä. *Kotieläintieteen päivät 1995*. Maaseutukeskusten liiton julkaisu no 888. p. 41–46.
- ROBINSON, P.H., TAMMINGA, S. & VUUREN, A.M. Van 1987. Influence of declining level of feed intake and varying proportions of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics ingesta turnover in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 17: 37–62.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. *Acta Agr. Fenn.* 105: 1–102.
- 1977. The carbohydrate composition and nutritive value of forages. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 49: 188–191.
- , TUORI, M. & KIISKINEN, T. 1990. *Rehutaulukot ja ruokintanormit*. Yliopistopaino, Helsinki. 70 p.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61–68.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., SOEST, P.J. Van & RUSSEL, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70: 3562–3577.
- SYRJÄLÄ-QVIST, L., PEKKARINEN, E., SETÄLÄ, J. & KANGASMÄKI, T. 1984. Effect of nitrogen fertilization on the protein quality of timothy grass and silage. *J. Agric. Sci. Finl.* 56: 193–198.
- TAMMINGA, S. 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* 75: 345–357.
- THORVALDSON, G. & ANDERSSON, S. 1986. Variations in timothy dry matter yield and nutritional value as affected by harvest date, nitrogen fertilization, year and location in Northern Sweden. *Acta Agric. Scand.* 36: 367–385.
- TILLEY, J. & TERRY, R. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 104–111.
- TUORI, M. 1992. Rapeseed meal as a supplementary protein for dairy cows on grass silage-based diet, with the emphasis on the Nordic AAT-PBV feed protein evaluation system. *Agric. Sci. Finl.* 1: 367–439.
- , KAUSTELL, K., VALAJA, J., AIMONEN, E., SAARISALO, E. & HUHTANEN, P. 1995. *Rehutaulukot ja ruokintasuositukset*. HY, KTTK, MTT. Yliopistopaino, Helsinki. 99 p.
- VARVIKKO, T., JAAKKOLA, S., RINNE, M. & HUHTANEN, P. 1995. Rypsiroheen ja lämpökosteuskäsitellyn rypsiuristeiden valkuaisarvo maidontuotannossa säilörehuruokinnalla. *Kotieläintieteen päivät 1995*. Maaseutukeskusten liiton julkaisu no 888. p. 35–40.
- VUUREN, A.M. VAN, KROL-KRAMER, F., LEE, R.A. VAN DER & CORBLIN, H. 1992. Protein digestion and intestinal amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. *J. Dairy Sci.* 75: 2215–2225.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J. & RIISMA, O. 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic spectrometry. *J. agric. Sci., Camb.* 59: 382–385.
- WORREL, M.A., CLANTON, D.G., STROUP, W.W. & NICHOLS, J.T. 1986. Effect of harvest date on meadow hay quality. I. Nutritional attributes, voluntary intake and rate of passage in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 63: 1527–1537.
- ZINN, R.A. & OWENS, F.N. 1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.* 66: 157–166.

**ARONEN, I. ja TOIVONEN, V. Säilörehun korjuuasteen ja väkirehutäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla. (Summary: Effects of state of maturity of silage and feed concentrate supplementation on production rate in cattle) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95. p. 33–45.**

Avainsanat: Naudanlihantuotanto, nurmen kehitysaste, väkirehutäydennys, valkuaispäydytys

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin, miten koiranheinä–timoteisäilörehun korjuuaste, väkirehutäydennyksen määrä ja rehun valkuaispitoisuus vaikuttivat ayrshiresonnien säilörehun syöntiin ja kasvunopeuteen.

Aikaisin korjatun säilörehun (A) raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin 159 ja kahdeksan päivää myöhemmin korjatun (M) 131 g/kg ka. Vastaavat raakakuitupitoisuudet olivat 278 ja 30,4 g/kg ka ja orgaanisen aineen sulavuudet 0,768 ja 0,736. Myös myöhemmin korjatun säilörehun sulavuus oli siis varsin hyvä. Tutkimuksen alussa A-ryhmän sonnit söivät enemmän säilörehua kuin M-ryhmän sonnit. Ero kuitenkin pieneni kokeen edetessä. Eläinten kasvu seurasi säilörehun syöntiä siten, että kasvatuskauden alun M-ryhmän sonnien hitaampi kasvunopeus kompensoitui kokeen edetessä. Keskimäärin A-ryhmän sonnit kasvoivat 1112 ja M-ryhmän sonnit 1099 g/pv.

Runsaasti (3,0 kg ka/pv) väkirehutäydennystä saaneet sonnit söivät vähemmän säilörehua kuin niukasti (1,5 kg ka/pv) väkirehutäydennystä saaneet sonnit ja kasvoivat nopeammin (1153 vs 1058 g/pv). Kasvuasteesta riippumatta säilörehun kuiva-aineen syönti väheni keskimäärin 0,63 kg lisättyä väkirehun kuivaainekiloa kohti.

Rypsirouheen sisällyttäminen rehuannokseen (500 g/pv koko kasvatuskauden ajan) lisäsi eläinten säilörehun syöntiä kasvuasteesta riippumatta. Myös sonnien kasvu nopeutui merkittävästi (1145 vs 1066 g/pv) ja rehun hyväksikäyttö oli tehokkaampaa ohra–rypsirouhe-ruokinnalla pelkkään ohra-ruokintaan verrattuna, mutta typen hyväksikäyttö huononi. Säilörehun valkuainen ei kuitenkaan yksinään näyttänyt riittävän tyydyttämään kasvavien nautojen valkuaisstarvetta.

Rypsirouheen säilörehun syöntiä lisäävä vaikutus viittaa siihen, että pötsimikrobit mahdollisesti hyötyivät rypsirouheen valkuaisesta. Tätä päätelmää tukee tutkimuksessa havaittu rypsirouheen rehuannoksen sulavuutta parantava vaikutus. Myös rypsirouheen pötsissä hajoomaton ohitusvalkuainen on voinut lisätä eläinten kasvua.



## SUMMARY

### *Effects of state of maturity of silage and feed concentrate supplementation on production rate in cattle*

*This study examined the effects of stage of maturity of grass for silage (EC = early cut, LC = late cut), and level (LL = low level, i.e., 1.5 kg dry matter (DM)  $\text{d}^{-1}$ , HL = high level, i.e., 3.0 kg DM  $\text{d}^{-1}$ ) and protein content (B = barley, BRSM = barley and heat-moisture treated rapeseed meal) of supplementary concentrates on feed intake, animal performance and diet digestion in Finnish Ayrshire bulls. The study was conducted as a 2<sup>3</sup> factorial experiment with six randomized complete blocks.*

*The average initial and final live weights of the bulls were 123 kg and 494 kg, respectively. The crude protein content of the ad libitum-fed EC and LC silages, cut at an interval of eight days, was 159 and 131 g kg<sup>-1</sup> dry matter (DM). However, the difference in the estimated AAT (=amino acids absorbed in the small intestine) supply between the two silages was small, whereas the PBV (=protein balance in the rumen) in EC silage was substantially higher than the PBV in LC silage. The respective values for crude fibre were 278 and 304 g kg<sup>-1</sup> DM and for organic matter digestibility 0.768 and 0.736. Thus LC silage also had high digestibility.*

*At the beginning of the experiment, the voluntary grass silage intake of the EC bulls was higher than that of the LC bulls. Towards the end of the experiment the difference in silage intake between the two stages of cut disappeared. This change in voluntary grass silage intake was followed by a similar change in the rate of daily live weight gain (LWG): the EC bulls started to grow faster than the LC bulls, but the initially slower LWG of the LC bulls had been compensated by the end of the experiment. The average LWG for EC bulls was 1112 and that for LC bulls 1099 g/d.*

*The LL bulls had a higher intake of silage than the HL bulls. The average substitution rate was 0.63 kg silage DM per concentrate DM, regardless of the stage of cut. HL feeding resulted in faster LWG than LL feeding (1153 vs 1058 g/d).*

*Owing, at least partly, to the improved diet digestibility, including of rapeseed meal in the diet increased silage intake throughout the experiment and led to faster LWG (1145 vs 1066 g/d). The positive effect of rapeseed meal was unaffected by the stage of cut of the grass silage and the level of concentrate supply.*

*The animals were not able to take full advantage of the high protein content of the EC silage. Inclusion of rapeseed meal in the diet, however, improved the rate of gain and resulted in more efficient feed conversion but impaired the utilization of N for gain.*

*Keywords: beef production, grass maturity, concentrate supplementation, protein supplementation*

## 1 JOHDANTO

Säilörehu on tärkein lihanautojen karkearehu Suomessa. Yleensä säilörehu korjataan varhaisella kasvuasteella. Varhaisella kasvuasteella korjatun säilörehun sulavuus ja sen myötä energia-arvo ovat korkeita. Myös rehun valkuaispitoisuus on suuri. Korjuun viivästyessä rehun energia- ja valkuaispitoisuudet pienenevät. Kilomääräinen hehtaarisato sen sijaan kasvaa nopeasti.

Tehokkaassa naudanlihantuotannossa säilörehun lisäksi syötetään aina väkirehua, jotta ravintoaineiden saanti vastaisi eläinten kasvupotentiaalia. Väkirehutäydennyksenä käytetään useimmiten ohraa. Rypsirouhe on nautojen valkuaisiivisteissä yleisesti käytetty valkuaisrehu.

Väkirehun lisääminen rehuannokseen on vähentänyt vapaaehtoista säilörehun syöntiä (ETTALA ja LAMPILA 1978, STEEN 1984). Joissain tutkimuksissa valkuaislisä on lisännyt karkearehun syöntiä (esim. CODY ym. 1990, DONALDSON ym. 1991). On esitetty, että valkuaisrehu tehostaa pötsimikrobien toimintaa, jolloin rehun sulatus nopeutuu ja tästä johtuen rehun syönti lisääntyy (NOCEK ja RUSSELL 1988). Myös muut mekanismit, kuten kudosten käytettäväksi tulevien aminohappojen suurempi määrä ja parempi tasapaino, voivat vaikuttaa.

Säilörehuruokinnasta saadut tutkimustulokset ovat olleet jossain määrin ristiriitaisia. Joissakin tutkimuksissa valkuaislisä ei ole vaikuttanut vapaaehtoiseen säilörehun syöntiin (HUHTANEN ym. 1985, STEEN 1988, ARONEN 1990 ja MOLONEY 1991), kun taas toisissa tutkimuksissa (esim. ARONEN 1991 ja ARONEN ja VANHATALO 1992) valkuaislisä on lisännyt säilörehun syöntiä ja eläinten kasvua. Kasvu on lisääntynyt, vaikka eläimet ovat ilman valkuaisiivisteitäkin saaneet vanhojen normien mukaan riittävästi raakavalkuaista. Tästä voidaan päätellä, että valkuaisnormit ovat joko olleet liian alhaiset tai valkuaisen laadulle on asetettava lisävaatimuksia. Suomessa onkin v. 1995 alussa otettu käyttöön uudet valkuaisarvojen laskentaperusteet ja lihanautojen ruokintanormit (TUORI ym. 1995).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten nurmen korjuuaste vaikuttaa siitä valmistettua säi-

löhun käyttökelpoisuuteen ayrshire-sonnien rehua. Lisäksi selvitettiin, mikä merkitys on toisaalta väkirehun määrällä ja toisaalta sen valkuaispitoisuudella eri kasvuasteilla korjattujen säilörehujen täydentäjänä. Haluttiin myös tutkia koetekijöiden välisiä yhdysvaikutuksia. Erityisesti tarkastettiin, oliko säilörehun korjuuasteen ja väkirehun valkuaispitoisuuden välillä yhdysvaikutusta, ts. antoiko valkuaislisä saman tuloksen säilörehun korjuuasteesta riippumatta. Lisäksi tutkittiin väkirehun määrän ja väkirehun valkuaispitoisuuden välillä yhdysvaikutusta. WATERHOUSEN ym. (1983) mukaan valkuaislisän vaikutus on sitä pienempi mitä suurempi on väkirehun osuus ruokinnassa. Osia tutkimuksestamme on julkaistu aikaisemmin (ARONEN ym. 1992a ja 1992b).

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Säilörehujen korjuu, koe-eläimet ja niiden ruokinta

Tutkimus järjestettiin  $2 \times 2 \times 2$  faktoriaalisena koekena, jossa vertailtavina koetekijöinä olivat säilörehun korjuuaste, väkirehutaso ja väkirehun valkuaispitoisuus. Säilörehun korjuuastevertailua varten koiranheinä-timoteisäilörehu korjattiin timotein tähkimisen alussa (keväsato) tai keskimäärin 8 päivää myöhemmin. Ensin mainitusta säilörehusta käytetään jatkossa lyhennettä A (aikaisin korjattu) ja jälkimmäisestä M (myöhään korjattu). A-säilörehujen korjuupäivämäärät olivat 5.–7.6.1989 (kaksi laakasiiloa) ja 2.–3.8.1990 (yksi laakasiilo). M-säilörehut korjattiin 14.–15.6.1989 (kaksi laakasiiloa) ja 8.–10.8.1990 (yksi laakasiilo). Säilörehut korjattiin kelasilppurilla. Säilöntäaineena käytettiin AIV 2 -liuosta 5 l/ruohotonni. Typeä, fosforia ja kaliumia annettiin seoslannoitteena ensimmäiselle niitolle 110, 22 ja 44 kg/ha ja toiselle niitolle vastaavasti 93 kg, 19 kg ja 37 kg/ha. Rehut valmistettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisten kartanoiden Lintupajun tilalla.

Väkirehutasovertailussa sonnit saivat keskimäärin joko 1,5 kg ka (niukka annostus, N) tai 3,0 kg ka (runsas annostus, R) päivässä. N-ruokinnalla väkirehun päiväannosta lisättiin vähitellen 1,5 kilosta 2,0 kiloon (ilmakuivaa rehua) ja R-ruokinnalla 1,5 kilosta 5,5 kiloon. Väki- rehun valkuaispitoisuuden vaikutusta tutkittiin antamalla väkirehuna joko oh-

## Koekaavio:

Korjuuaste:	Aikainen (A)				Myöhäinen (M)			
	Niukka (N)		Runsas (R)		Niukka (N)		Runsas (R)	
Väkirehumäärä:	O	OR	O	OR	O	OR	O	OR
Väkirehun valkuaispitoisuus: O=ohra; OR=ohra+rypsirouhe								
Eläinten lukumäärä/ryhmä:	6	6	6	6	6	6	6	6

raa sellaisenaan (O) tai ohran ja rypsirouheen seosta (OR) siten, että 500 g ohran päiväannoksesta korvattiin rypsirouheella (ÖPEX<sup>®</sup>) koko kokeen ajan. OR-ryhmän sonnien väkirehuannos oli 1,5 kg/pv ohran ja rypsirouheen seosta (seossuhde 66:34) koko kokeen ajan, ohraa lisättiin väkirehutasoon edellyttämä määrä. Kaikki eläimet saivat lisäksi kivennäisseosta 150 g/pv ja vettä vapaasti.

Koe-eläimiä oli yhteensä 48 ay-sonnia kuudessa kahdeksan eläimen toistossa. Eläimet arvottiin koeruokinnolle toistoittain. Tutkimuksen alkaessa eläimet olivat keskimäärin 123 kilon painoisia ja 119 päivän ikäisiä. Tutkimus kesti yhteensä 48 viikkoa (12 neljän viikon jaksoa). Eläimet olivat yksilöruokinnalla ja rehunkulutus mitattiin päivittäin. Rakeistettu väkirehu annosteltiin kahdesti päivässä ja säilörehu kerran päivässä. Sonnit punnittiin kokeen alussa ja jokaisen jakson lopussa. Kokeen lopussa eläimet teurastettiin LSO:n Forsan teurastamolla. Normaalin laatuoluokituksen lisäksi ruhot paloiteltiin anatomisella leikkumenetelmällä (ARONEN ym. 1992b). Kokeesta jouduttiin poistamaan kolme sonnia syistä, jotka eivät liittyneet tutkittaviin koetekijöihin.

## 2.2 Rehujen analysointi ja rehuarvojen laskeminen

Rehunäytteistä tehtiin Weenden rehuanalyysi MTT:n Kotieläintuotannon tutkimuslaitoksen laboratorion standardimenetelmin. Säilörehujen sulavuus määritettiin neljällä kastroidulla pässillä. Rehuarvon laskennassa ohran sulavuudelle käytettiin taulukkoarvoa (SALO ym. 1990) ja rypsirouheen sulavuudelle käytettiin päseillä määritettyä arvoa. Rehuille laskettiin nettoenergia-arvo (SALO ym. 1990) ja muuntokelpoisen energian arvo (MAFF,

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 1975).

Rehujen pötsihajoavuus määritettiin nailonpussi-tekniikalla. Väki rehujen hajoavuus määritettiin AROSEN (1991) ja säilörehujen hajoavuus VANHALON ym. (1992) mukainen. Pötsissä hajoavan rehuvalkuaisen osuus (HVO) laskettiin ØRSKOVIN ja McDONALDIN (1979) mukaan (säilörehuilla  $k=0,03$  ja väki rehuilla  $k=0,08$ ). Karkearehujen hajoamattoman rehuvalkuaisen mikrobikontaminaatio korjattiin MICHALET-DOREAU ja OULD-BAH'N (1989) mukaan ja pienten partikkelien hävikki WEISBJERGIN ym. (1990) mukaan. Eläinten AAT:n (ohutsuolesta imeytyvät aminohapot) saanti ja PBV (pötsin valkuaisaste) laskettiin MADSENIN (1985) mukaan. Pötsissä hajoamattoman rehuvalkuaisen ohutsuolisulavuus laskettiin HVELPLUNDIN ym. (1991) mukaan. Käytetyt laskentamenetelmät eivät täysin vastaa uusien rehutulukoiden (TUORI ym. 1995) menetelmiä.

## 2.3 Tilastolliset analyysit

Koemalli oli täysin satunnaistettu lohkokoe. Tulokset analysoitiin varianssianalyysillä, jolloin mallissa olivat selittävinä tekijöinä toisto, säilörehun korjuuaste, väkirehutaso, väkirehutyypin ja kolmen viimeksi mainitun koetekijän väliset yhdysvaikutukset. Tulokset analysoitiin myös multivariante-analyysillä, joka otti edellä mainittujen koetekijöiden lisäksi huomioon, vaikuttivatko tutkittavat koetekijät samalla tavalla koko kokeen ajan. Analysoidut tulokset on esitetty tutkimuksesta laaditussa julkaisussa (ARONEN ym. 1992a). Taulukoissa tuotantotulokset on esitetty sekä päävaikutuksittain että ruokintaryhmittäin.

### 3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### 3.1 Säilörehun koostumus ja rehuarvo

Jaksoilla 1–8 syötetty säilörehu oli korjattu kevät-sadosta. Rehun raakavalkuaispitoisuus laski 4,4 g/kg ka korjuun viivästyessä päivällä (Taulukko 1). Vastaava nousu rehun raakakuitupitoisuudessa oli 2,9 g/kg ka päivässä. Jaksoilla 9–12 syötettiin kesäsadosta korjattua rehua. Kesällä rehu vanhenee hitaammin: valkuaispitoisuus laski 3,7 ja kuitupitoisuus nousi 2,5 g/kg ka pv. Tässä tutkimuksessa säilörehunurmi vanheni hitaammin kuin POUTIAISEN ja RINTEEN (1971) tai SYRJÄLÄN ja OJALAN (1978) tutkimuksissa. Heidän tutkimuksissaan valkuaispitoisuus laski 6,2 ja 4,5 g/kg ka päivässä ja kuitupitoisuus nousi 4,0 ja 6,4 g/kg ka päivässä. Erot sääolosuhteissa ja kasvilajikoostumuksessa selittänevät eroja eri tutkimusten välillä.

A-säilörehun sulavuus oli parempi kuin M-säilörehun (Taulukko 2). Tulos on yhdenmukainen POU-

TAISEN ja RINTEEN (1971), SYRJÄLÄN ja OJALAN (1978) ja STEENIN (1984) tutkimustulosten kanssa. Korjuuasteen vaikutus on yleensä suurempi ensimmäisessä niitossa kuin toisessa niitossa (SYRJÄLÄ ym. 1978). Näin tapahtui myös tässä tutkimuksessa. Kevätsadossa orgaanisen aineen sulavuus laski 0,0049 yksikköä/pv ja kesäsadossa 0,0020 yksikköä/pv. Tässä kokeessa myös myöhään korjatun säilörehun sulavuus oli hyvä.

A-säilörehun valkuaispitoisuus sulavana raakavalkuaisena (srv) ilmoitettuna oli huomattavasti korkeampi kuin M-säilörehun (Taulukko 2). Ilmoitettaessa valkuaispitoisuus AAT:nä A- ja M-säilörehujen välinen ero oli huomattavasti pienempi. A-rehun PBV oli kuitenkin huomattavasti korkeampi kuin M-rehun. Kummankin säilörehun AAT-arvot olivat poikkeuksellisen matalia. Säilörehujen mataliin AAT-arvoihin vaikutti osittain se, että A- ja M-säilörehujen pötsissä hajoamattoman valkuaisen sulavuutena ohutsuolessa käytettiin arvoja 0,390 ja 0,250.

**Taulukko 1. Koerehujen kemiallinen koostumus ja säilörehujen säilönnällinen laatu.**

	A-säilörehu	M-säilörehu	Ohra <sup>1)</sup>	Ohra + rypsirouhe <sup>1)</sup>
Jaksot 1–8 (kasvukauden ensimmäinen korjuukerta)				
Kuiva-aine (ka, g/kg)	228	244	877	876
Ka:ssa, g/kg ka				
Tuhka	68	73	27	41
Raakavalkuainen	160	127	149	222
Raakarvasva	53	41	25	37
Raakakuitu	279	310	42	70
Typettömät uuteaineet	444	451	757	631
Jaksot 9–12 (kasvukauden toinen korjuukerta)				
Ka	239	230		
Ka:ssa, g/kg ka				
Tuhka	91	89		
Raakavalkuainen	158	139		
Raakarvasva	52	43		
Raakakuitu	281	297		
Typettömät uuteaineet	437	431		
Säilörehujen säilönnällinen laatu <sup>1)</sup>				
pH	4,0	4,1		
Ka:ssa, g/kg				
Maitohappo	54	43		
Etikkahappo	16	17		
Propionihappo	0	1		
Sokerit	32	38		
Etanoli	8	9		
Kokonaistypessä, g/kg				
NH <sub>3</sub> -N	45	49		
Liukoinen N	507	521		

<sup>1)</sup>Keskiarvo koko kokeen ajalta (jaksot 1–12)

**Taulukko 2. Säilörehujen sulavuus ja koerehujen rehuarvot.**

	A-säilörehu	M-säilörehu	Ohra <sup>1)</sup>	Ohra + rypsirouhe <sup>1)</sup>
Jaksot 1–8 (kasvukauden ensimmäinen korjuukerta)				
Sulavuus				
Orgaaninen aine	0,784	0,743		
Raakavalkuainen	0,749	0,693		
Raakarasva	0,728	0,751		
Raakakuitu	0,808	0,745		
Typettömät uuteaineet	0,788	0,754		
Rehuarvo				
Ry/kg ka	0,83	0,79	1,14	1,09
ME, MJ/kg ka	11,7	11,2	13,3	13,0
Srv, g/kg ka	121	88	108	177
AAT, g/kg ka	65	62	103	126
PBV, g/kg ka	44	14	-17	25
HVO, %	91	92	72	58
Jaksot 9–12 (kasvukauden toinen korjuukerta)				
Sulavuus				
Orgaaninen aine	0,736	0,723		
Raakavalkuainen	0,715	0,674		
Raakarasva	0,726	0,713		
Raakakuitu	0,739	0,733		
Typettömät uuteaineet	0,742	0,731		
Rehuarvo				
Ry/kg ka	0,77	0,75		
ME, MJ/kg ka	10,9	10,6		
Srv, g/kg ka	114	95		
AAT, g/kg ka	59	60		
PBV, g/kg ka	50	27		
HVO, %	91	88		

1) Keskiarvo koko kokeen ajalta (jaksot 1–12)

Ry, rehuyksikkö; ME, muuntokelpoinen energia; MJ, megajoule; AAT, ohutsuoesta imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuais-  
tase; HVO, pötsissä hajoavan rehuvalkuaisen osuus.

### 3.2 Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti

Suunnitelman mukainen väkirehun syönti toteutui hyvin (Taulukot 3a ja 3b). Paremmasta sulavuudesta johtuen sonnit söivät enemmän A-säilörehua kuin M-säilörehua. Tulos on saman suuntainen STEENin (1984) ja MARTINSSONin (1990) havaintojen kanssa. Kokeen edetessä ero A- ja M-säilörehun syönnissä pieneni (Kuva 1a). Tämä johtuu todennäköisesti säilörehujen koostumuserojen ta-  
soittumista (vrt. Taulukko 1).

R-ryhmän sonnit söivät vähemmän säilörehua kuin N-ryhmän sonnit. Kokeen edetessä ero rehujen kokonaissyönnissä suureni R-ryhmän hyväksi (Kuva 1b). Kasvuasteesta riippumatta säilörehun kuiva-  
aineen syönti väheni keskimäärin 0,63 kg lisättyä väkirehun kuiva-ainekiloa kohti. STEENin (1984) tutkimuksessa väkirehun ja säilörehun kuiva-  
aineen välinen korvaussuhde oli aikaisin korjatulla

säilörehulla 0,65 kg ja myöhemmin korjatulla säilörehulla 0,61 kg. MARTINSSONin (1990) tutkimuksessa väkirehuannoksen lisääminen vähensi aikaisin korjatun säilörehun syöntiä enemmän (0,76 kg ka/kg väkirehun ka) kuin myöhään korjatun säilörehun syöntiä (0,64 kg ka/kg väkirehun ka). Martinssonin tutkimuksessa ero säilörehujen korjuuasteessa (20 pv) oli huomattavasti suurempi kuin tässä tutkimuksessa. Kun väkirehu ei sisältänyt rypsirouhetta, korvaussuhde oli 0,68 ja rypsirouhetta sisältävää väkirehua syötettäessä hieman pienempi eli 0,58.

Rypsirouheen sisällyttäminen rehuannokseen lisäsi säilörehun syöntiä merkittävästi koko tuotantokokeen ajan (Kuva 1c). Näin tapahtui sekä A- että M-säilörehua syötettäessä. Myös joissain aikaisemmissa tutkimuksissa rypsirouheen on todettu lisäävän säilörehun syöntiä (ARONEN 1991, ARONEN ja VANHATALO 1992). Lihantuotantokokeen yhteydessä järjestetyssä sulavuuskokeessa (ARO-

**Taulukko 3a. Säilörehun korjuujankohdan, väkirehun annostustason ja väkirehun valkuaispitoisuuden päävaikutukset rehujen syöntiin, sonnien kasvuun, rehuhyötysuhteeseen ja teuraslaatuun.**

Päävaikutus	Säilörehun korjuuaste			Väkirehun annostustaso			Väkirehun valkuaispitoisuus			Päävaikutusten tilastollinen merkisevyys		
	A n=22	M n=23	N n=23	R n=22	O n=21	OR n=24	SEM	Aste	Taso	Valk.		
Syönti, kg ka/pv												
Säilörehu	4,31	4,02	4,60	3,73	4,01	4,33	0,121	NS	***	0		
Väkirehu	2,21	2,24	1,54	2,92	2,21	2,24	0,017	NS	***	NS		
Yhteensä	6,67	6,41	6,29	6,80	6,37	6,72	0,120	NS	**	0		
Ry/pv	5,96	5,62	5,34	6,23	5,68	5,90	0,094	*	***	NS		
Srv, g/pv	791	651	693	749	656	785	12,4	***	**	***		
AAI, g/pv	509	492	456	545	475	526	7,5	NS	***	***		
PBV, g/pv	188	64	153	98	91	160	4,0	***	***	***		
Alkupaaino, kg	124	121	123	122	123	123	2,4	NS	NS	NS		
Loppupaaino, kg	497	490	478	510	481	507	8,3	NS	*	*		
Lisäkasvu (LK), g/pv	1112	1099	1058	1153	1066	1145	19,4	NS	**	**		
Ruhotuotos (RT), g/pv	605	600	571	633	584	621	10,6	NS	***	*		
Rehuhyötysuhde												
Ry/LK-kg	5,37	5,12	5,06	5,43	5,34	5,15	0,063	**	***	*		
Ry/RT-kg	9,88	9,38	9,37	9,89	9,76	9,49	0,127	**	**	NS		
Teuraspaino, kg	265	261	252	274	257	269	4,4	NS	**	0		
Teuras-%	53,3	53,2	52,7	53,8	53,5	53,0	0,29	NS	*	NS		
Laatuluokka <sup>1)</sup>	10,3	10,4	10,0	10,7	10,2	10,5	0,19	NS	*	NS		
Rasvaluokka <sup>2)</sup>	2,4	2,3	2,2	2,6	2,3	2,5	0,08	NS	**	**		

A, aikainen; M, myöhäinen; N, niukka; R, runsas; O, ohra; OR, ohra + rypsirouhe; SEM, keskiarvon keskivirhe; Ry, rehuyksikkö; Srv, sulava raakavaluainen; AAI, ohutsuolesta imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuaisaste; NS, ei tilastollisesti merkitsevä; \*, p<0,1; \*\*, p<0,05; \*\*\*, p<0,01; \*\*\*\*, p<0,001.

<sup>1)</sup>Laatuluokka: E + = 15, E = 13, I + = 11, I = 9, I- = 7, II = 5.

<sup>2)</sup>Rasvaluokka: R = 5, D = 4, C = 3, A = 2, T = 1.

**Taulukko 3b. Säilörehun korjuuajankohdan, väkirehun annostustason ja väkirehun valkuaispitoisuuden vaikutukset rehujen syöntiin, sonnien kasvuun, rehunhyötysuhteeseen ja teuraslaatuun ruokintaryhmittäin.**

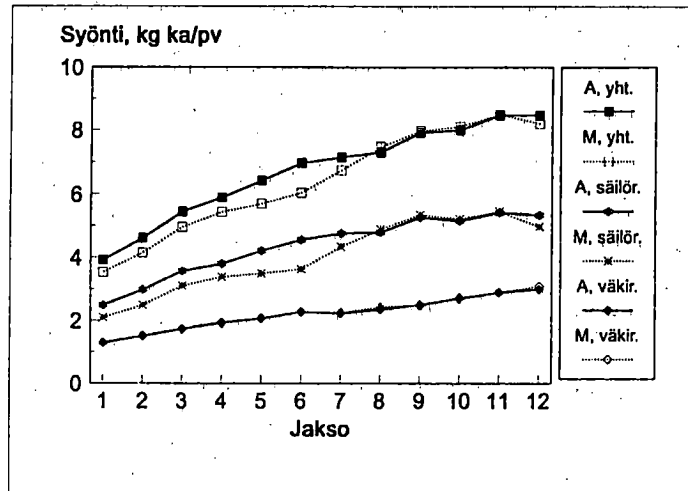
Säilörehun korjuuaste	Aikainen (A)				Myöhäinen (M)					
	Väkirehun annostus		Niukka (N)		Runsas (R)		Niukka (N)		Runsas (R)	
	O n=5	OR n=6	O n=5	OR n=6	O n=5	OR n=6	O n=6	OR n=6	O n=5	OR n=6
Syönti, kg ka/pv										
Säilörehu	4,51	4,95	3,57	4,22	4,42	4,52	3,52	3,62		
Väkirehu	1,54	1,54	2,90	2,86	1,54	1,54	2,88	3,02		
Yhteensä	6,20	6,64	6,62	7,23	6,10	6,20	6,55	6,79		
Ry/pv	5,39	5,66	6,18	6,60	5,15	5,16	6,00	6,16		
Srv, g/pv	699	841	732	891	565	666	630	742		
AAT, g/pv	438	494	520	584	429	464	513	562		
PBV, g/pv	182	260	112	196	56	115	15	69		
Alkupaino, kg	125	123	124	123	122	121	118	124		
Loppupaino, kg	465	503	491	531	457	487	509	508		
Lisäkasvu (LK), g/pv	1012	1130	1090	1214	997	1091	1164	1143		
Ruhotuotos (RT), g/pv	548	615	601	655	537	585	650	628		
Rehuyötysuhde										
Ry/LK-kg	5,33	5,01	5,70	5,44	5,17	4,73	5,17	5,40		
Ry/RT-kg	9,84	9,20	10,34	10,12	9,60	8,82	9,25	9,83		
Teuraspaino, kg	246	268	264	281	241	253	278	273		
Teuras-%	52,9	53,4	53,8	53,0	52,8	51,9	54,5	53,8		
Laatuoluokka <sup>1)</sup>	9,2	10,6	10,9	10,6	10,0	10,3	10,8	10,4		
Rasvaluokka <sup>2)</sup>	2,0	2,3	2,5	2,8	2,3	2,0	2,7	2,7		

O, ohra; OR, ohra + rypsirohhe; Ry, rehuyksikkö; Srv, sulava raakavalkuainen; AAT, ohutsuoleista imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuaistase.

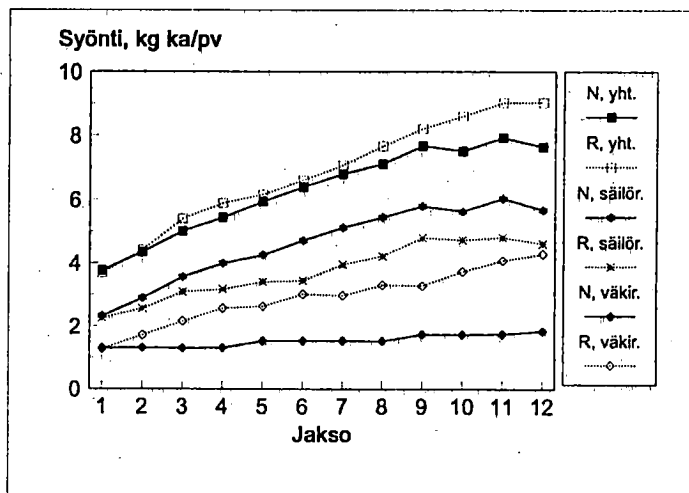
<sup>1)</sup>Laatuoluokka E + = 15, E = 13, I + = 11, I = 9, II = 7, III = 5.

<sup>2)</sup>Rasvaluokka: R = 5, D = 4, C = 3, A = 2, T = 1.

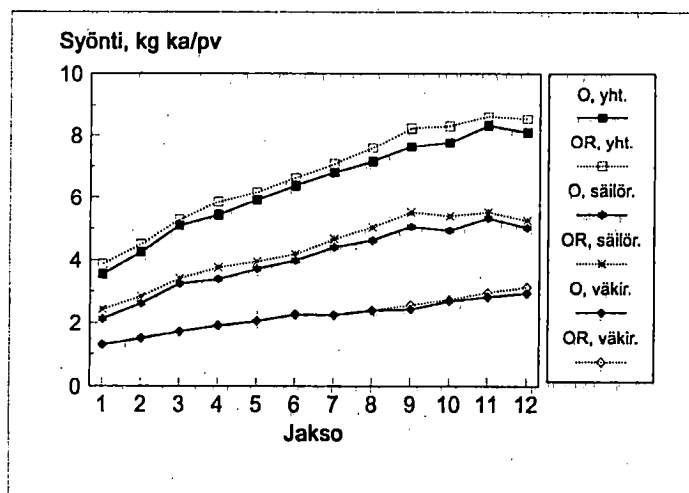
A



B



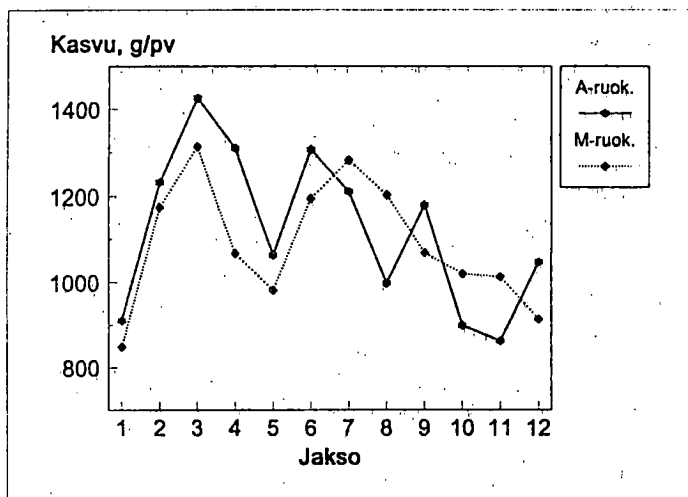
C



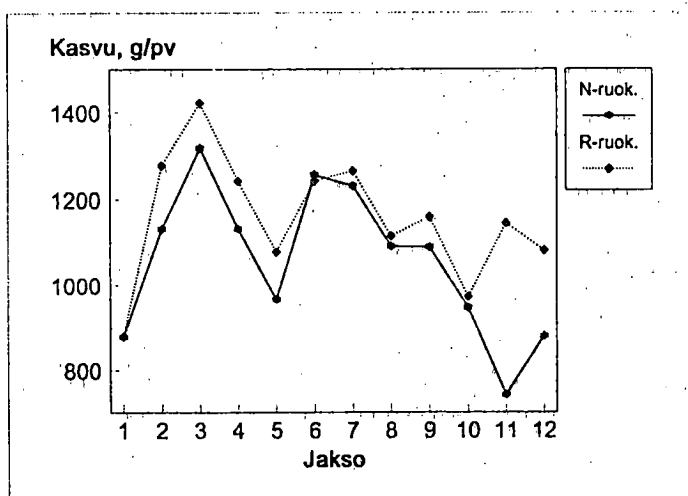
Kuva 1. Säilörehun korjuuasteen (a), väkirehun määrän (b) ja väkirehun valkuaispitoisuuden (c) vaikutus vapaaehtoiseen säilörehun syöntiin ay-sonneilla. Aikaisin (A) tai myöhään (M) korjattu säilörehu; niukka (N) tai runsas (R) väkirehun annostus; väkirehuna joko ohra (O) tai ohran ja rypsirouheen seos (OR).



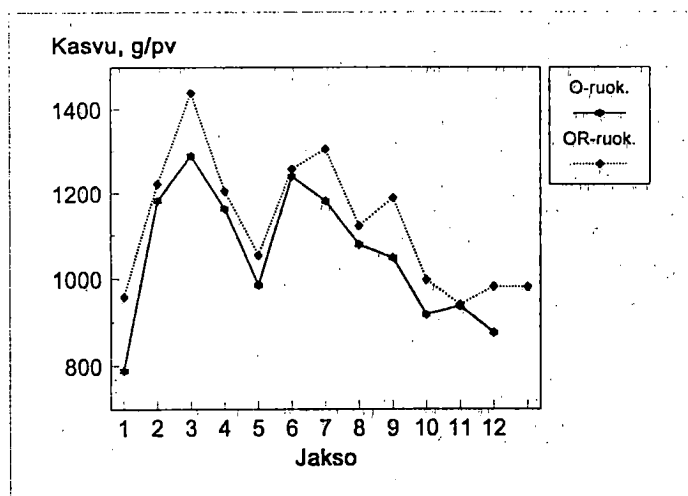
A



B



C



Kuva 2. Säilörehun korjuuasteen (a), väkirehun määrän (b) ja väkirehun valkuaispitoisuuden (c) vaikutus ay-sonnien kasvuun. Aikaisin (A) tai myöhään (M) korjattu säilörehu; niukka (N) tai runsas (R) väkirehun annostus; väkirehuna joko ohra (O) tai ohran ja rypsi-rouheen seos (OR).

NEN ym. 1992a) todettiin, että rypsirouheen lisääminen rehuannokseen paransi säilörehun kuidun sulavuutta. Kuidun sulavuus oli 0,720, kun väkirehuna oli pelkkä ohra ja 0,747, kun väkirehuna oli ohran ja rypsirouheen seos. On mahdollista, että rypsirouhe vaikutti myönteisesti pötsimikrobien toimintaan ja sitä kautta kuidun sulatukseen ja vapaaehtoiseen syöntiin (NOCEK ja RUSSELL 1988). Myös dieetin kuidun koostumus muuttui rypsirouheen syötön myötä. Rypsirouheen kuitu on paremmin sulavaa kuin ohran ja lisääntynyt säilörehun syönti pienensi väkirehusta peräisin olevan kuidun osuutta. Rehuannoksen orgaanisen aineen sulavuudessa dieettien välinen ero olikin pienempi eli 0,770 vs 0,777.

### 3.3 Eläinten kasvu ja rehun hyväksikäyttö

Kasvatuskauden alussa mitattu M-ryhmän sonnien hitaampi kasvunopeus kompensoitui kokeen edetessä (Kuva 2a). A-ryhmän eläinten keskimääräiseksi päiväkasvuksi laskettiin 1112 g/pv ja M-ryhmän 1099 g/pv (Taulukot 3a ja 3b). Ero oli varsin vähäinen. Näin ollen on ilmeistä, että A-ryhmän sonnit eivät pystyneet käyttämään hyväkseen kaikkea aikaisin korjatun säilörehun valkuaisista. A-ryhmän sonnien rehun muuntosuhte oli myös merkittävästi huonompi kuin M-ryhmän sonnien (Taulukko 3). Muissa säilörehun korjuuastetta koskevilla tutkimuksissa aikaisemmin korjatulla rehulla on yleensä saatu selvästi parempi kasvutulos kuin myöhemmin korjatulla rehulla (STEEN 1984, THOMAS ym. 1988, MARTINSSON 1990). Näissä tutkimuksissa korjuiden välillä on kuitenkin ollut selvästi pitempi aika kuin tässä tutkimuksessa.

Tässä tutkimuksessa havaittu kasvuerojen tasoittuminen kokeen edetessä ilmentää kasvavien eläinten kompensatorista kasvukykyä. Voidaan ajatella, että myöhemmin korjattu säilörehu rajoitti (suurempi täyttyvyys ja matalampi energiapitoisuus) M-ryhmän sonnien kasvua kokeen alkupuolella, mutta sonnit pystyivät kokeen loppupuolella kompensoimaan alkuvaiheen huonompaa kasvua. Myös BERGE ym. (1991) havaitsivat kompensatorista kasvua loppukasvatusvaiheessa friisiläissonneilla, joiden kasvu oli ollut hidasta kasvatuskauden alkuvaiheissa.

Runsas väkirehuruokinta lisäsi sonnien kasvua selvästi niukkaan väkirehuruokintaan verrattuna (Kuva 2b). Keskimääräinen päiväkasvu N- ja R-

ryhmien eläimillä oli 1058 ja 1153 g/pv (Taulukot 3a ja 3b). R-ryhmän eläimet kuitenkin rasvoituivat N-ryhmän eläimiä enemmän. Ruhon anatominen leikkuu paljasti, että R-ryhmän eläimillä oli N-ryhmän eläimiin verrattuna myös selvästi enemmän pintarasvaa ja lihasten välistä rasvaa (ARONEN ym. 1992b). Tästä syystä R-ryhmän sonnien rehuhyötysuhde oli N-ryhmän sonneja huonompi.

Aikaisin korjattua säilörehua ja ohraa syötettäessä rehuannoksen laskennallinen valkuaisväkevyyks oli vanhojen suomalaisten normien mukaan riittävä koko kasvatuskauden ajan. Kuitenkin rypsirouheen sisällyttäminen rehuannokseen lisäsi eläinten kasvua säilörehun kasvuasteesta riippumatta (Taulukot 3a ja 3b). O- ja OR-ryhmien eläinten keskimääräinen päiväkasvu koko kokeen aikana oli 1066 ja 1145 g/pv. Myös rehun hyväksikäyttö oli tehokkaampaa OR-ruokinnalla O-ruokintaan verrattuna. Tulos on yhdenmukainen aikaisempien tulosten kanssa (ARONEN 1991, ARONEN ja VANHATALO 1992). Rypsirouheen eläinten kasvua parantava vaikutus voi johtua lisääntyneestä säilörehun syönnistä ja sitä kautta energian saannista. On myös mahdollista, että tehostunut kasvu johtui lisääntyneestä ohitusvalkuaisen määrästä. Tähän viittaisi OR-ryhmän eläinten O-ryhmän eläimiä suurempi AAT:n saanti.

Rypsirouheen kasvua lisäävä vaikutus säilyi koko kasvatuskauden ajan (Kuva 2c). Aikaisemmissa tutkimuksissa rypsirouhe on lisännyt kasvua joko koko kokeen ajan (esim. HAKKOLA 1985, JOKI-TOKOLA 1991 ja ARONEN ja VANHATALO 1992) tai vain kasvatuskauden alussa (HUHTANEN ym. 1989, ARONEN 1990). Erot säilörehun laadussa tai ruokintasysteemissä (ruokinta 1 tai 2 kertaa päivässä) voivat selittää kokeiden välisiä eroja. Esimerkiksi AROSEN (1990) tutkimuksessa säilörehun valkuaispitoisuus oli korkea koko kokeen ajan kun taas AROSEN ja VANHATALON (1992) tutkimuksessa säilörehun valkuaispitoisuus pieneni kokeen edetessä. Toisaalta HUHTANEN ym. (1989) tutkimuksessa säilörehun valkuaispitoisuus oli melko pieni.

Yhdenmukaisesti WATERHOUSEN (1983) havaintojen kanssa rypsirouheen sonnien kasvua lisäävä vaikutus näytti olevan pienempi korkeammalla (52 g/pv) kuin matalammalla väkirehutasolla (105

g/pv). Tämä yhdysvaikutus ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

Merkitsevää yhdysvaikutusta ei havaittu myöskään rypsirouheen lisäämisen ja säilörehun korjuuasteen välillä. Voisi olettaa että rypsirouhe vaikuttaisi enemmän myöhään korjattua kuin aikaisin korjattua säilörehua syötettäessä. Kuitenkin rypsirouheen lisäämisellä näytti olevan enemmän vaikutusta aikaisin korjattua säilörehua kuin myöhään korjattua säilörehua syötettäessä. Rypsirouhe voi parantaa nautojen kasvua joko tehostamalla pötsimikrobien toimintaa, tarjoamalla pötsissä hajoamattomia aminohappoja eläimen käytettäväksi tai molemmilla tavoilla. Mikäli pötsimikrobien tyypin minimitarve tulee tyydytettyä, mikrobivalkuaisen muodostuminen riippuu enemmän mikrobien energian kuin tyypin saannista.

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kasvat sonnit eivät pystyneet käyttämään hyväkseen kaikkea aikaisin korjatun säilörehun typpeä. Tällaisessakin tilanteessa, jossa pötsissä nopeasti hajoavaa säilörehun valkuaista on runsaasti,

pötsissä hitaasti hajoavan valkuaisrehun (tässä tutkimuksessa rypsirouhe) sisällyttäminen rehuannokseen lisäsi sonnien kasvua. Vaikutus perustui suureksi osaksi säilörehun syönnin ja energian saannin lisääntymiseen. Nopeutunut kasvu voi myös olla seurausta lisääntyneestä ohitusvalkuaisen määrästä tai ohitusvalkuaisen paremmasta aminohappokoostumuksesta.

Aikaisin korjattua säilörehua syötettäessä dieetin PBV oli korkea. Väkiannoksen nostaminen pienensi PBV:tä ja paransi päiväkasvua, mutta lisäsi eläinten rasvoittumista. Väkiannostusta nostamalla voitiin tehostaa säilörehuun perustuvan rehuannoksen tyypin hyväksikäyttöä. Rypsirouheen syöttö suurensi dieetin PBV-pitoisuutta ja huononsi tyypin hyväksikäyttöä, vaikka paransikin eläinten kasvua.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että kasvavat sonnit pystyvät kasvatuksen loppuvaiheessa ainakin jossain määrin kompensoimaan alkuvaiheen rajoittunutta kasvua. Tässä kokeessa kompensatorinen kasvukyky selittää sen, että keskimäärin kahdeksan päivää myöhemmin korjattua säilörehua syöneet sonnit kasvoivat lähes yhtä hyvin kuin aikaisin korjattua säilörehua syöneet.

#### KIRJALLISUUS

- ARONEN, I. 1990. Barley protein and rapeseed meal as protein supplements for growing cattle. *Acta Agric. Scand.* 40: 297–307.
- 1991. Influence of frequency and accuracy of supplement feeding on rumen fermentation, feed intake, diet digestion and performance of growing cattle 1. Studies with growing bulls fed grass silage *ad libitum*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 34: 49–65.
- & VANHATALO, A. 1992. Heat-moisture treatment of rapeseed meal: Effect on digestibility of the diet, voluntary grass silage intake and growth rate of ayrshire bulls. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 42: 157–166.
- , TOIVONEN, V., KETOJA, E. & ÖFVERSTEN, J. 1992a. Beef production as influenced by stage of maturity of grass for silage and level and type of supplementary concentrates. *Agric. Sci. Finl.* 1: 441–460.
- , TOIVONEN, V., RÖPELINEN, A. & KETOJA, E. 1992b. The effect of date of cut of grass silage and type and amount of supplementary concentrates on carcass and meat quality of Ayrshire bulls. *Proceeding of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation Lahti, Finland, June 8–11, 1992.* p. 564–566.
- BERGE, P., GEAY, Y. & MICOL, D. 1991. Effect of feeds and growth rate during the growing phase on subsequent performance during the fattening period and carcass composition in young dairy breed bulls. *Livest. Prod. Sci.* 28: 203–222.
- CODY, R.F., MURPHY, J.J. & MORGAN, D.J. 1990. Effect of supplementary crude protein level and degradability in grass silage-based diets on performance of dairy cows, and digestibility and abomasal nitrogen flow in sheep. *Anim. Prod.* 51: 235–244.

- DONALDSON, R.S., McCANN, M.A., AMOS, H.E. & HOVELAND, C.S. 1991. Protein and fiber digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. *J. Anim. Sci.* 69: 3067–3071.
- ETTALA, E. & LAMPILA, M. 1978. Factors affecting voluntary silage intake by dairy cows. *Annales Agric. Fenniae* 17: 163–174.
- HAKKOLA, H.S. 1985. Barley and protected protein concentrate as supplements to timothy silage for growing bulls. The International Grassland Congress, XV. Kyoto, Japan.
- HUHTANEN, P., POUTAINEN, E. & MIKKOLA, T. 1985. The effect of supplementation of grass silage with rapeseed meal or Gasol-treated barley on the performance of growing cattle. *J. Agric. Sci. Finl.* 57: 75–84.
- HUHTANEN, P., NÄSI, M. & KHALILI, H. 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *J. Agric. Sci. Finl.* 61: 451–462.
- HVELPLUND, T., WEISBJERG, M.R. & ANDERSEN, L.S. 1991. Estimation of the true digestibility of rumen undegraded dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile bag technique. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 42: 34–39.
- JOKI-TOKOLA, E. 1991. Lihaluurehujauho ja rypsirouhe sonnien valkuaisrehuna. Koetoiminta ja käytäntö 29.10.1991.
- MADSEN, J. 1985. The basis for the proposed Nordic protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 25: 9–20.
- 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) Tech. Bull. 33, HMSO, London. 79 p.
- MARTINSSON, K. 1990. The effects of forage digestibility and concentrate supplementation on performance of finishing bulls. *Swedish J. Agric. Res.* 20: 161–167.
- MICHALET-DOREAU, B. & OULD-BAH, M.Y. 1989. Estimation of the extent of bacterial contamination in bag residues and its influence on *in sacco* measurements of forage nitrogen degradation in rumen. XVI International Grassland Congress Nice, France. p. 909–910.
- MOLONEY, A.P. 1991. Growth, digestibility and nitrogen retention in young Friesian steers offered grass silage and concentrates which differed in protein concentration and degradability. 6th International Symposium of Protein Metabolism and Nutrition Herning, Denmark. p. 342–344.
- NOCEK, J.E. & RUSSELL, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71: 2070–2106.
- ØRSKOV, E.R. & McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499–503.
- POUTAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. *Kehittyvä Maatalous* 3: 15–28.
- SALO, M.-L., TUORI, M. & KIISKINEN, T. 1990. Rehutaulukot ja ruokintanormit. Helsinki. 70 p.
- STEEN, R.W.J. 1984. A comparison of two-cut and three-cut systems of silage making for beef cattle using two cultivars of perennial ryegrass. *Anim. Prod.* 38: 171–179.
- STEEN, R.W.J. 1988. The effect of supplementing silage-based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. *Anim. Prod.* 46: 43–51.
- SYRJÄLÄ, L. & OJALA, R. 1978. Kevät- ja syysadosta eri kehitysasteilla valmistetun timoteisäilörehun ravintoarvo. *Kehittyvä Maatalous* 39: 36–49.
- SYRJÄLÄ, L., SUVITIE, M. & SEPPÄLÄ, J. 1978. Timoteinurmen sato, koostumus ja sulavuus kasvukauden eri aikoina. *Kehittyvä Maatalous* 39: 27–35.
- THOMAS, C., GIBBS, B.G., BEEVER, D.E. & THURNAM, B.R. 1988. The effect of date of cut and barley substitution on gain and on the efficiency of utilization of grass silage by growing cattle. *Br. J. Nutr.* 60: 297–306.
- TUORI, M., KAUSTELL, K., VALAJA, J., AIMONEN, E., SAARISALO, E. & HUHTANEN, P. 1995. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. HY, KTTK, MTT. Yliopistopaino, Helsinki. 99 p.
- VANHATALO, A., VARVIKKO, T. & ARONEN, I. 1992. The effect of type of additive on rumen fermentation and digestion of grass silage in cattle. *Agric. Sci. Finl.* 1: 163–175.
- WATERHOUSE, A., LAIRD, R. & HOLLIDAY, R.J. 1983. A response to protein supplementation of grass silage for growing and finishing cattle. (Abstr.). *Anim. Prod.* 36: 503.
- WEISBJERG, M.R., BHARGAVA, P.K., HVELPLUND, T. & MADSEN, J. 1990. Anvendelse af nedbrydningsprofiler i fodermiddelvurderingen. Beretn. 679 fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum, Tiele. 33 p.

ARONEN, I., TOIVONEN, V. ja JOKI-TOKOLA, E. Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla. A. Jokioisten kenttätutkimus. (Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle A. Jokioinen field trial). Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95. p. 47-58.

Avainsanat: Naudanlihatuotanto, typpilannoitus, nurmen kehitysaste, väkirehutäydennys

## TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten nurmen typpilannoitus, säilörehun korjuuajankohta ja väkirehutaso vaikuttavat säilörehun käyttökelpoisuuteen kasvavien lihanautojen ruokinnassa. Raportissa käytetään seuraavia lyhenteitä: MN = matala lannoitustaso, 80 kg N/ha; KN = korkea lannoitustaso, 120 kg N/ha; A = aikainen rehunurmen niitto; M = myöhäinen rehunurmen niitto; N = niukka väkirehutaso, 2 kg/pv; R = runsas väkirehutaso, 4 kg/pv. Säilörehut valmistettiin nurminata-timoteinurmesta kelasilppurilla, A-säilörehut timotein tähkimisen alussa ja M-rehut 7 päivää myöhemmin. Kokeeseen otettiin 48 ayrshiresonnia, jotka olivat kokeen alkaessa keskimäärin 235 päivän ikäisiä ja 240 kilon painoisia.

Sääolosuhteista johtuen säilörehunurmen kuiva-ainepitoisuus (ka) oli korkea ja puristenestettä muodostui vain vähän. Kaikkien säilörehujen sulavuus oli erittäin hyvä. A-säilörehujen sulavuus oli keskimäärin 3,6 %-yksikköä korkeampi kuin M-rehujen. Vapaasti syötettyjen A MN-, A KN-, M MN- ja M KN-säilörehujen raakavalkuaispitoisuudet olivat vastaavassa järjestyksessä keskimäärin 15,1, 16,8, 13,4 ja 14,5 %. Vastaavat raakakuitupitoisuudet olivat 25,1; 25,4; 27,4 ja 27,4 % ja orgaanisen aineen sulavuudet 79,9; 80,0; 75,7 ja 77,0 %.

A-rehulla ruokitut sonnit söivät hieman enemmän säilörehua kuin M-rehulla ruokitut. Sonnien kasvussa ei ollut merkittävää eroa, sillä A-ryhmän sonnit kasvoivat vain 31 g/pv M-ryhmän sonneja nopeammin. Kokeen alussa A-ryhmän sonnien kasvunopeus oli selvästi suurempi kuin M-ryhmän sonnien, mutta kokeen loppuvaiheessa M-ryhmän sonnit pystyivät osittain kompensoimaan alkuvaiheen hitaampaa kasvua.

R-ryhmän sonnit eivät syöneet kaikkea tarjottua väkirehua. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että vapaasti syötettyjen säilörehujen sulavuus ja maittavuus olivat poikkeuksellisen hyviä. Tätä ilmentää myös se, että säilörehujen kuiva-aineen syönti väheni keskimäärin 0,88 kg lisättyä väkirehun ka-kiloa kohti. R-ryhmän sonnit kasvoivat keskimäärin 41 g/pv N-ryhmän sonneja nopeammin.

Tulokset osoittavat, että sonnit eivät pystyneet käyttämään hyväkseen kaikkea aikaisin korjatun tai runsaasti lannoitetusta nurmesta korjatun säilörehun tyyppiä. Korjuun myöhästyttäminen viikolla ja väkirehuannoksen suurentaminen paransivat rehutypen hyväksikäyttöä.

## SUMMARY

### *Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle A. Jokioinen field trial*

*To obtain qualitatively and quantitatively maximum grass silage yields, N fertilization and cutting time have to be optimized. Beef output from silage-based diets is determined not only by factors within the silage but also by the level of concentrate supplementation. An experiment was conducted to study the voluntary grass silage intake and the rate of live weight gain (LWG) of Ayrshire bulls in relation to N fertilization and the stage of maturity of grass for silage as influenced by the level of concentrate supplementation. Forty-eight bulls within six blocks were randomly allotted to 2<sup>3</sup> factorial treatment combinations. The three factors were: stage of maturity of *Festuca pratensis*-*Phleum pratense*-grass for silage (EC, early cut; LC, late cut), level of N fertilization (LN, low nitrogen, i.e., 80 kg N/ha; HN, high nitrogen, i.e., 120 kg N/ha) and level of concentrates (LL, low level, i.e., 2 kg of barley/day; HL, high level, i.e., 4 kg of barley/day). The silages were direct cut, LC seven days later than EC, and ensiled in tower silos with a formic acid-based additive applied at a rate of 5 lt.*

*The weather was sunny at the time of harvest. The grass was therefore dry and the dry matter content of the resulting silages was unusually high and the amount of effluent low. The digestibility of the silages was very high. The apparent digestibility of the grass silages was determined on four sheep. The organic matter digestibility of the EC silages was, on average, 3.6 percentage units higher than the digestibility of the LC silages. As expected, the crude protein content was highest in the EC HN silage (16.8%) and lowest in the LC LN silage (13.4%).*

*The bulls on EC feeding had slightly higher voluntary grass silage intake and also grew faster than the bulls on LC feeding, although the difference in the rate of LWG was only 31 g per day and not statistically significant. The slower LWG of the bulls on LC feeding at the beginning of the experiment was partly compensated for by the end of the experiment.*

*The LN bulls had higher grass silage intake and higher LWG than HN bulls. Due to the good digestibility of the silages, the concentrate intake of bulls on HL feeding was lower than intended. For the same reason, the substitution rate was high, 0.88 silage DM per kg of concentrate DM. This finding is in accordance with the limited growth response (41 g/d) to increased concentrate feeding.*

*In conclusion, the results indicate that the bulls were unable to fully utilize the high protein content of the silages produced by early cutting and/or by the high level of N fertilization. Utilization of feed N improved when the harvest was delayed by one week from the beginning of the ear emergence stage. A higher level of concentrate feeding also improved the utilization of N.*

**Keywords:** *Beef production, nitrogen fertilization, grass maturity, concentrate supplementation*

## 1 JOHDANTO

Naudanlihantuotanto Suomessa perustuu tehokkaaseen nurmiviljelyyn. Nurmesta valmistetaan hyvälaatuista säilörehua. Yleensä säilörehu korjataan varhaisella kasvuasteella, jolloin rehun valkuaispitoisuus on korkea ja sulavuus ja energia-arvo hyvät. Korjuun myöhästyttäminen kasvattaa kuitenkin hehtaarisatoa. Säilörehusatoa voidaan optimoida nurmen typpilannoitusta ja säilörehun korjuuajankohtaa muuttamalla. Myös väkirehun annostustaso vaikuttaa lihanautojen kykyyn käyttää säilörehua hyväkseen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nurmen typpilannoituksen, säilörehun korjuuajankohdan ja väkirehutason vaikutusta lihanautojen vapaaehtoiseen säilörehun syöntiin, kasvuun ja rehun hyväksikäyttöön.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Koerehut ja -eläimet

Tutkimus järjestettiin  $2 \times 2 \times 2$  faktoriaalisena koekena, jossa vertailtavina tekijöinä olivat säilörehun korjuuaste, säilörehunurmen typpilannoitustaso ja ruokintaa täydentävä väkirehutaso. Säilörehun korjuuastevertailua varten nurminatimoteisäilörehu korjattiin aikaisin timotein tähkimisen alussa (A = aikaisin korjattu rehu) tai 7 päivää myöhemmin (M = myöhään korjattu rehu). A-säilörehujen korjuupäivät olivat 6.–8.6.1990 ja M-rehujen 13.–15.6.1990. Säilörehut korjattiin ke-lasilppurilla ja säilöttiin tornisiiloihin. Säilöntäaineena käytettiin AIV 2 -liuosta 5 l/ruohotonni. Toinen puoli nurmista lannoitettiin niukemmin, 80 kg N/ha (matala typpilannoitus, MN) ja toinen puoli voimakkaammin 120 kg N/ha (korkea typpilannoitus, KN). Säilörehut kasvatettiin ja valmistettiin Jokioisten kartanoiden Lintupajun tilalla (60°49' N, 23°30' E).

Koekaavio:

Korjuuaste:	Aikainen (A)				Myöhäinen (M)			
	MN		KN		MN		KN	
Lannoitustaso:	N	R	N	R	N	R	N	R
Väkirehutaso:	N	R	N	R	N	R	N	R
Eläinten lukumäärä/ryhmä:	6	6	6	6	6	6	6	6

Väkirehutasovertailua varten sonneille tarjottiin keskimäärin joko 2,0 kg (niukka annostus, N) tai 4,0 kg (runsas annostus, R) ohraa päivässä. N-ruokinnalla väkirehun päiväannosta lisättiin vähitellen 1,5 kilosta 2,5 kiloon ja R-ruokinnalla 3 kilosta 5 kiloonilmakuivaa rehua. Kaikki eläimet saivat lisäksi kivennäisosesta 150 g/pv ja vettä vapaasti.

Koe-eläiminä oli yhteensä 48 ay-sonnia kuudessa kahdeksan eläimen toistossa. Eläimet arvottiin koeruokinoille toistoittain. Tutkimuksen alkaessa eläimet olivat keskimäärin 240 kilon painoisia ja 235 päivän ikäisiä. Tutkimus kesti yhteensä 24 viikkoa (6 neljän viikon jaksoa). Eläimet olivat yksilöruokinnalla ja rehunkulutus mitattiin päivittäin. Alkuvaiheessa (3 ensimmäistä jaksoa) jauhettu, ja myöhemmin jauhettu ja rakeistettu ohra annosteltiin kahdesti päivässä ja säilörehu kerran päivässä. Sonnit punnittiin kokeen alussa ja jokaisen jakson lopussa. Kokeen lopussa eläimet punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä ja teurastettiin LSO:n Forssan teurastamolla. Yksi sonni jouduttiin poistamaan kokeesta halvaantumisen vuoksi kokeen alussa. Kahden muun sonnien tiedot puuttuvat teurastusta koskevasta aineistosta syistä, jotka eivät liity tutkittaviin koetekijöihin.

### 2.2 Rehujen analysointi ja rehuarvojen laskeminen

Kahden viikon syöttöä edustavista säilörehunäytteistä ja jaksottaisista ohranäytteistä tehtiin Weenden rehuanalyysi MTT:n Kotieläintuotannon tutkimuslaitoksen laboratorion standardimenetelmin. Säilörehujen sulavuus määritettiin neljällä kastruoidulla pässillä ( $4 \times 4$  latinalainen neliö) kahteen otteeseen (tornien alku- ja loppuvaiheessa). Rehuarvon laskennassa ohran sulavuudelle käytettiin taulukkoarvoa (SALO ym. 1990). Rehuille laskettiin nettoenergia-arvo (SALO ym. 1990) ja muunto-kelpoisen energian arvo (MAFF 1975).

Rehuvalkuaisen pötsihajoavuus määritettiin naitonpussitekniikalla. Ohran hajoavuus määritettiin AROSEN (1991) ja säilörehujen hajoavuus VANHALALON ym. (1992) menetelmien mukaan. Pötsissä hajoavan rehuvalkuaisen osuus (HVO) laskettiin ØRSKOVIN ja McDONALDIN (1979) mukaan ( $k=0,08$ ). Eläinten AAT:n (ohutsuoolesta imeytyvät aminohapot) saanti ja PBV (pötsin valkuaispitoisuus) laskettiin MADSENIN (1985) mukaan. Pötsissä hajoamattoman rehuvalkuaisen ohutsuolisulavuutena käytettiin arvoa 0,82 (MADSEN 1985).

### 2.3 Tilastolliset analyysit

Koemalli oli täysin satunnaistettu lohkokoe. Tässä esitettävät tulokset analysoitiin varianssianalyysillä, jolloin mallissa oli selittävinä tekijöinä toisto, säilörehun korjuuaste, lannoitustaso, väkirehutaso ja kolmen koetekijän väliset yhdysvaikutukset. Taulukoissa tuotantotulokset on esitetty sekä päävaikutuksittain että ruokintaryhmittäin.

## 3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 3.1 Rehujen koostumus

Sääolosuhteista johtuen säilörehunurmen kuiva-ainepitoisuus (ka) oli korkea ja puristenestettä muodostui vain vähän. Kaikkien säilörehujen ka oli korkea (Taulukko 1) ja sulavuus poikkeuksellisen hyvä. A-säilörehujen sulavuus oli keskimäärin 3,6 %-yksikköä korkeampi kuin M-rehujen (Taulukko 2). A MN-, A KN-, M MN- ja M KN-säilörehujen raakavalkuaispitoisuudet olivat vastaavassa järjestyksessä keskimäärin 15,1; 16,8; 13,4 ja 14,5 %. Vastaavat raakakuitupitoisuudet olivat 25,1; 25,4; 27,4 ja 27,4 % ja orgaanisen aineen sulavuudet 79,9; 80,0; 75,7 ja 77,0 %. Korjuun myöhästyttäminen viikolla laski säilörehujen raakavalkuaispitoisuutta keskimäärin 0,29 %-yksikköä/vrk, eli selvästi vähemmän kuin esim. SYRJÄLÄN ym. (1978) tutkimuksessa, jossa kevätsadosta niitetyn säilörehun valkuaispitoisuus laski 0,47 %-yksikköä/vrk. Rehujen raakakuitupitoisuudet olivat melko matalia ottaen huomioon rehujen valkuaispitoisuuden. Raakakuitupitoisuus nousi keskimäärin 0,31 %-yksikköä/vrk.

Säilörehujen pH jäi korkeahkoksi, mutta niiden säilönnällistä laatua voidaan pitää hyvänä (Tauluk-

ko 1). Etikkahappopitoisuus oli melko suuri, mutta toisaalta voihappoa ei muodostunut lainkaan. Ammoniumtyypen osuus säilörehun kokonaistypestä oli melko pieni kaikissa rehuissa ja liukoisen tyypen osuus poikkeuksellisen korkea. Tässä suhteessa rehut eivät poikenneet toisistaan. Toisin kuin tässä tutkimuksessa, POUTIAISEN ja RINTEEN (1976) ja SYRJÄLÄ-QVISTIN ym. (1984) tutkimuksissa nurmen tyypilannoitustason nostaminen lisäsi liukoisen tyypen osuutta säilörehun kokonaistypestä.

Hyvästä sulavuudesta johtuen säilörehujen energia-arvot olivat korkeita, myöhään korjatuilla tosin hieman aikaisin korjattuja matalampia (Taulukko 2). Säilörehujen AAT-arvot olivat erittäin korkeita, A-rehujen vähän korkeampia kuin M-rehujen. Korkeisiin AAT-arvoihin on vaikuttanut kolme tekijää. Ensiksikin säilörehujen sulavuudet olivat korkeita, jolloin AAT-arvon laskennassa mikrobi-alkuaisen osuus AAT:sta tuli suureksi (paljon mikrobien energian lähteenä toimivia sulavia hiilihydraatteja). Toiseksi, tässä tutkimuksessa ei mahdollisen mikrobikontaminaation aiheuttamaa virhettä pötsihajoavuuden määrittämisessä korjattu, jolloin säilörehujen valkuaisen pötsihajoavuudet on voitu aliarvioida. Kolmanneksi, pötsissä hajoamattoman rehuvalkuaisen sulavuutta ei määritetty rehukohtaisesti vaan sulavuutena käytettiin vakiota 0,82 (MADSEN 1985).

Typpilannoituksen lisääminen näytti nostavan säilörehun valkuaisen pötsihajoavuutta ja vastaavasti laskevan rehun AAT-pitoisuutta. Myöhään korjattujen säilörehujen PBV-arvot olivat matalampia kuin aikaisin korjattujen rehujen. Tulos on yhdenmukainen aikaisempien havaintojen kanssa (ARONEN ym. 1992), joskin tässä kokeessa arvot olivat keskimäärin matalampia. Typpilannoituksen lisääminen nosti myös säilörehujen PBV-arvoja.

Typpilannoituksen lisääminen nosti hehtaarisatoa keskimäärin 9 % ja korjuun myöhästyttäminen viikolla vastaavasti noin 19 %. Tutkimusvuonna Joki-oisten alueella pystyttiin korjaamaan vain kaksi satoa. Tällaisessa tilanteessa on ilmeistä, että ensimmäisestä sadosta saatava runsaampi hehtaarisato nostaa myös kokonaishehtaarisatoa, koska nurmi ehtii vielä hyvin tuottaa toisen runsaan sadon. Mikäli pyritään kolmeen niittoon, ensimmäisen sadon määrällinen maksimointi todennäköisesti vähentää myöhempien satojen määriä. Näin



**Taulukko 1. Koerehujen kemiallinen koostumus ja säilörehujen säilönnällinen laatu.**

	A MN	A KN	M MN	M KN	Ohra
Kuiva-aine (ka, g/kg)	279	273	274	267	868
Ka:ssa, g/kg ka					
Tuhka	74	76	66	68	27
Raakavalkuainen	151	168	134	145	143
Raakarasva	49	53	43	46	24
Raakakuitu	251	254	274	274	47
Typettömät uuteaineet	474	450	483	467	760
NDF	460	450	511	494	
ADF	254	253	280	274	
Hemiselluloosa	206	197	231	220	
Selluloosa	229	227	253	242	
Ligniini	25	25	27	32	
<b>Säilörehujen säilönnällinen laatu keskimäärin</b>					
pH	4,16	4,15	4,16	4,15	
Ka:ssa, g/kg ka					
Maitohappo	30	66	55	57	
Etikkahappo	31	33	32	30	
Sokerit	30	38	36	51	
Etanoli	6	8	8	8	
<b>Kokonaistypessä (N), g/kg N</b>					
NH <sub>3</sub> -N	52	54	52	55	
Liukoinen N	696	689	679	681	

Aikainen (A) ja myöhäinen (M) korjuu; Matala (MN) ja korkea (KN) typpilannoitustaso. NDF, neutraalidetergenttikuitu; ADF, happodetergenttikuitu.

**Taulukko 2. Säilörehujen sulavuus ja kaikkien koerehujen rehuarvot.**

	A MN	A KN	M MN	M KN	Ohra
<b>Sulavuus</b>					
Orgaaninen aine	0,799	0,800	0,757	0,770	
Raakavalkuainen	0,731	0,759	0,714	0,746	
Raakarasva	0,778	0,782	0,751	0,770	
Raakakuitu	0,799	0,804	0,740	0,756	
Typettömät uuteaineet	0,822	0,815	0,779	0,785	
<b>Rehuarvo</b>					
ry/kg ka	0,84	0,83	0,81	0,81	1,14
ME, MJ/kg ka	11,84	11,80	11,32	11,41	13,25
srv, g/kg ka	110	128	96	107	104
AAT, g/kg ka	81	78	78	77	88
PBV, g/kg ka	11	33	-3	12	-8
HVO, %	77	80	77	79	86
<b>Sato, tn ka/ha</b>	3,1	3,3	3,6	4,0	

Aikainen (A) ja myöhäinen (M) korjuu; Matala (MN) ja korkea (KN) typpilannoitustaso. Ka, kuiva-aine; Ry, rehuyksikkö; ME, muunto-  
kelppoinen energia; MJ, megajoule; AAT, ohutsuolesta imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuaiastase; HVO, pötsissä hajoavan  
rehuvalkuaisen osuus.

**Taulukko 3. Säilörehujen kivennäis- ja hivenainekoostumus.**

Säilörehu	A MN	A KN	M MN	M KN
Tuhka, g/kg kuiva-ainetta (ka)	81	83	72	74
Kivennäiset, g/kg ka				
Ca	4,5	4,5	4,0	4,1
Mg	1,7	1,7	1,7	1,8
P	3,3	3,5	3,0	3,1
K	24,6	26,1	22,1	22,4
S	2,6	3,0	2,4	2,6
Hivenaineet, mg/kg ka				
Na	383	332	215	314
Fe	244	283	184	196
Cu	15	19	12	22
Zn	30	31	25	34
Mn	57	77	38	58

Aikainen (A) ja myöhäinen (M) korjuu; Matala (MN) ja korkea (KN) typpilannoitustaso; Ka, kuiva-aine.

ollen tässä tutkimuksessa havaittua korjuuasteen vaikutusta hehtaarisatoon on tulkittava varovaisesti.

Korjuun siirtäminen myöhemmäksi näytti laskevan säilörehun kalsium-, fosfori- ja natriumpitoisuuksia (Taulukko 3). Myös hivenaineiden pitoisuudet laskivat hieman korjuun viivästyessä. SYRJÄLÄN ja OJALAN (1978) tutkimuksessa kasvuasteen edessä P-, K-, Fe- ja Mn-pitoisuudet laskivat ja Na-pitoisuus nousi.

Typpilannoitustasolla ei ollut rikkiä lukuunottamatta selvää vaikutusta säilörehujen kivennäispitoisuuksiin. Typpilannoituksen lisääminen näytti nostavan hivenaineiden pitoisuuksia.

Aineisto on varsin pieni, joten tuloksia voidaan pitää korkeintaan suuntaa antavina. Ne antavat kuitenkin viitteitä siitä, että säilörehujen kivennäispitoisuuksissa saattaa esiintyä suurtakin vaihtelua, joka tulisi ottaa huomioon eläinten kivennäistäydennystä määrittettäessä. Asia edellyttää lisätutkimuksia.

### 3.2 Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti

Syönti- ja tuotantotulokset on esitetty taulukoissa sekä päävaikutuksittain että ruokintaryhmittäin.

Sonnit söivät hieman enemmän A- kuin M-säilörehua (Taulukot 4a ja 4b). Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Korkeasta sulavuudesta ja hyvästä säilönnällisestä laadusta johtuen molempien säilörehujen syönti oli selvästi korkeampi kuin esim. MARTINSSONIN (1990) tai AROSEN ym. (1992) tutkimuksissa. Säilörehujen korkea kuiva-aine-pitoisuus sinänsä saattoi lisätä säilörehun syöntiä. Nautojen on yleensä havaittu lisäävän säilörehun syöntiä, kun sen kuiva-ainepitoisuus suurenee (HUHTANEN 1994).

Sulavana raakavalkuaisena (Srv) mitattuna aikaisin korjattua säilörehua syöneiden sonnien valkuaisen saanti oli huomattavasti suurempi kuin myöhään korjattua säilörehua saaneiden sonnien. Mitattaessa valkuaisen saantia AAT:lla ero oli huomattavasti pienempi. PBV oli A-ryhmän sonneilla huomattavasti korkeampi kuin M-ryhmän sonneilla. Tulos on samansuuntainen kuin ARONEN ym. (1992) säilörehun korjuuastetta käsitelleessä tutkimuksessa.

Sonnit söivät enemmän niukasti lannoitetusta kuin runsaasti lannoitetusta nurmesta valmistettua säilörehua (Taulukko 4a). Tämäkään ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta havainto oli kuitenkin johdonmukainen kummallakin korjuuasteella ja väkirehun annostustasolla (Taulukko 4b). Myös ETTALAN ym. (1974) kokeessa lypsylehmät söivät niukasti lannoitetusta nurmesta valmistettua säilörehua enemmän kuin runsaasti lannoitetusta nurmesta valmistettua rehua. Ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli KN-rehuissa hieman korkeampi kuin MN-rehuissa, mutta tämä eikä fermentaatiolaatu yleisemminkään yksin riitä selittämään eroa säilörehun syönnissä.

Srv:llä mitattuna valkuaisen saanti KN-ryhmän eläimillä oli selvästi suurempi, mutta AAT:lla mitattuna pienempi kuin MN-ryhmän sonneilla. Vastaavasti KN-ryhmän eläinten PBV oli huomattavasti korkeampi kuin MN-ryhmän eläinten. Suomessa vuoden 1995 alussa käyttöön otettu valkuaisarvojärjestelmä ottaa huomioon myös pötsissä hajoavan raakavalkuaisen mikrobivalkuaisyynteesin laskemisessa, mikä osaltaan vähentää virhemäärittelyksiä.

Runsaalla väkirehuruokinnalla olleet sonnit eivät syöneet kaikkea niille tarjottua väkirehua. Tämä johtui ilmeisesti vapaasti syötettyjen säilörehujen

**Taulukko 4a. Säilörehunurmen korjuuajankohdan, typpiannoitustason ja väkirehun annostustason vaikutus rehujen syöntiin, sonnien kasvuun, sonnien rehuyötyshuuteeseen ja teuraslaatuun. Tulokset esitetty päävaikutuksittain.**

Päävaikutus	Säilörehun korjuuaste				Nurmen typpiannoitustaso				Väkirehun annostustaso				Päävaikutusten tilastollinen merkitsevyys							
	A n = 23		M n = 24		MN n = 23		KN n = 24		N n = 23		R n = 24		SEM		Korjuuaste		Lannoitustaso		Väkirehutaso	
Syönti, kg ka/pv																				
Säilörehu	5,65	5,58	5,74	5,49	5,10	5,10	5,10	5,10	6,13	6,13	5,10	5,10	0,15	NS	NS	NS	NS	NS	***	
Väkirehu	2,30	2,29	2,29	2,30	2,88	2,88	2,88	2,88	1,71	1,71	2,88	2,88	0,07	NS	NS	NS	NS	NS	***	
Yhteensä	8,09	8,01	8,17	7,93	8,13	8,13	8,13	8,13	7,98	7,98	8,13	8,13	0,15	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Syönti, g/kg W <sup>0,75</sup>	99,6	99,4	100,5	98,5	100,1	100,1	100,1	100,1	98,9	98,9	100,1	100,1	1,44	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Ry/pv	7,35	7,11	7,32	7,14	7,47	7,47	7,47	7,47	6,99	6,99	7,47	7,47	0,13	NS	NS	NS	NS	NS	*	
MI/pv	97,4	93,9	96,9	94,4	97,5	97,5	97,5	97,5	93,8	93,8	97,5	97,5	1,76	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Srv, g/pv	908	810	833	885	864	864	864	864	854	854	864	864	16,7	***	***	*	NS	NS	NS	
AAT, p/pv	662	643	668	637	666	666	666	666	639	639	666	666	12,0	NS	NS	o	NS	NS	NS	
PBV, g/pv	100	21	16	105	50	50	50	50	71	71	50	50	3,3	***	***	***	***	***	***	
Alkupaano, kg	241	239	241	239	239	239	239	239	241	241	239	239	4,38	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Loppupaano, kg	464	457	464	458	464	464	464	464	458	458	464	464	7,78	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Lisäkasvu (LK), g/pv	1330	1299	1325	1303	1335	1335	1335	1335	1294	1294	1335	1335	0,15	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Ruhotonos (RT), g/pv	747	722	736	733	744	744	744	744	725	725	744	744	0,02	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Rehuyötyysuhde																				
Ry/LK-kg	5,58	5,49	5,58	5,49	5,63	5,63	5,63	5,63	5,45	5,45	5,63	5,63	0,10	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Ry/RT-kg	9,97	9,94	10,05	9,86	10,14	10,14	10,14	10,14	9,78	9,78	10,14	10,14	0,22	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Teuraspaano, kg	246	241	244	243	245	245	245	245	242	242	245	245	4,41	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Teuras-%	53,0	52,6	52,7	52,9	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	0,29	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Laatuokkka <sup>1)</sup>	10,1	9,8	10,1	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	10,1	10,1	9,8	9,8	0,29	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Rasvaluokka <sup>2)</sup>	2,1	2,1	2,0	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,0	2,0	0,05 <sup>2)</sup>	NS	NS	*	NS	NS	*	

A, aikainen; M, myöhäinen; Matala (MN) ja korkea (KN) typpiannoitus; N, niukka; R, runsas; SEM, keskiarvon keskivirhe; Ry, rehuyötyysuhde; Srv, sulava raakavaikkuainen; AAT, ohutsuolesta imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuaitase; NS, ei tilastollisesti merkitsevä; o, p<0,1; \*, p<0,05; \*\*, p<0,01; \*\*\*, p<0,001. Lannoitustason ja väkirehutason välinen yhdysvaikutus merkitsevä (p = 0,017).

<sup>1)</sup>Laatuokkka: E + = 15, E = 13, I + = 11, I = 9, J = 7, II = 5.

<sup>2)</sup>Rasvaluokka: R = 5, D = 4, C = 3, A = 2, T = 1.

**Taulukko 4b. Säilörehunurmen korjuuajankohdan, typpilannoitustason ja väkirehun annostustason vaikutus rehujen syöntiin, sonnien kasvuun, rehuhyötysuh- teeseen ja teuraslaatuun. Tulokset esitetty ruokintaryhmittäin.**

Säilörehun korjuuaste	Aikainen (A)				Myöhäinen (M)			
	Matala (MN)		Korkea (KN)		Matala (MN)		Korkea (KN)	
	N n = 5	R n = 6	N n = 6	R n = 6(5)	N n = 6	R n = 6	N n = 6(5)	R n = 6
Syönti, kg ka/pv								
Säilörehu	6,18	5,33	5,97	5,12	6,24	5,22	6,12	4,75
Väkirehu	1,69	2,97	1,71	2,84	1,72	2,76	1,72	2,94
Yhteensä	8,01	8,44	7,82	8,10	8,10	8,13	7,98	7,84
Syönti, g/kg W <sup>0,75</sup>	98,8	102,3	97,8	99,4	100,5	100,5	98,7	98,1
Ry/pv	7,12	7,85	6,93	7,51	6,98	7,34	6,92	7,19
MJ/pv	95,7	102,5	93,2	98,3	93,6	95,9	92,8	93,3
Srv, g/pv	857	897	934	946	784	795	840	819
AAT, g/pv	657	705	624	662	647	663	629	635
PBV, g/pv	54	36	173	139	-7	-16	66	41
Alkupaano, kg	242	242	241	239	239	243	241	234
Loppupaano, kg	463	476	450	468	459	458	460	453
Lisäkasvu (LK), g/pv	1318	1394	1245	1362	1311	1279	1301	1305
Ruhonotos (RT), g/pv	710	788	732	757	746	699	711	730
Rehuhyötysuhde								
Ry/LK-kg	5,55	5,67	5,58	5,54	5,34	5,77	5,33	5,54
Ry/RT-kg	10,2	10,1	9,6	10,0	9,36	10,57	9,92	9,92
Teuraspaano, kg	240	253	243	248	245	239	241	240
Teuras-%	51,9	53,2	54,1	52,9	53,4	52,2	51,9	52,9
Laatu luokka <sup>1)</sup>	10,1	10,7	10,3	9,4	10,0	9,7	10,0	9,3
Rasvaluokka <sup>2)</sup>	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0

N, niukka; R, runsas; SEM, keskiarvon keskivirhe; Ry, rehuyksikkö; Srv, sulava raakavalukuainen; AAT, ohutsuoilesta imeytyvät aminohapot; PBV, pötsin valkuaisaste.

<sup>1)</sup>Laatu luokka E + = 15, E = 13, I + = 11, I = 9, I - = 7, II = 5.

<sup>2)</sup>Rasvaluokka: R = 5, D = 4, C = 3, A = 2, T = 1.

poikkeuksellisen hyvästä sulavuudesta. Säilörehujen syönti kuiva-aineena mitattuna väheni keskimäärin 0,88 kg lisättyä väkirehun ka-kiloa kohti. Arvo on varsin korkea. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa on ollut vaikeuksia saada sonneja syömään suuria ohra-annoksia vapaalla säilörehuruokinnalla (HAKKOLA ym. 1975). Omassa tutkimuksessamme väkirehun ja säilörehun välinen korvaussuhde oli korkeampi kuin esim. STEENin (1984), MARTINSSONin (1990) ja AROSEN ym. (1992) raportoimissa tutkimuksissa, joissa säilörehun sulavuudet olivat huonompia. Väkirehun ja vapaaehtoisen säilörehun syönnin välistä korvaussuhdetta ei voida kuitenkaan arvioida yksinomaan säilörehun sulavuuden avulla. Väkirehuannoksen lisääminen laskee säilörehun syöntiä enemmän M-säilörehuja syötettäessä vaikka niiden sulavuus oli huonompi kuin A-säilörehujen. Lasku ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. THOMASin ja GILLin (1987) mukaan väkirehutaso nostaminen vähentää säilörehun syöntiä sitä enemmän mitä enemmän eläimet syövät pelkkää säilörehua. Säilörehun laatu vaikuttaa siis vapaaehtoisen syönnin määrään.

Väkirehutaso nostaminen lisäsi eläinten energian ja myös valkuaisen saantia, erityisesti AAT:na ilmoitettuna. Tulos on samansuuntainen mutta pienempi kuin AROSEN ym. (1992) tutkimuksessa. Pienempi vaikutus johtui siitä, että tässä tutkimuksessa väkirehutasojen välinen ero ei toteutunut suunnitellulla tavalla.

### 3.3 Eläinten kasvu ja rehun hyväksikäyttö

A-ryhmän sonnit kasvoivat nopeammin kuin M-ryhmän sonnit. Ero oli keskimäärin 31 g/pv (Taulukko 4a). Samoin kuin (AROSIN ym. 1992) tutkimuksessa, myös omassa tutkimuksessamme M-säilörehua syöneet sonnit pystyivät jossain määrin kompensoimaan kokeen alkupuolen hitaampaa kasvua kokeen loppupuolella (Kuva 1a). Ilmiötä testattiin monimuuttuja-analyysillä (ARONEN ym. 1992), joka ottaa huomioon myös aikatekijän eli, vaikuttavatko koetekijät samalla tavalla koko kokeen ajan. Eläinten kasvatusvaiheen ja säilörehun korjuuasteen välinen yhdysvaikutus oli merkitsevä ( $p=0,06$ ). Myös BERGE ym. (1991) havaitsivat kompensatorista kasvua kasvatuksen loppuvaiheessa friisiläissonneilla, joiden kasvu oli ollut rajoittunutta kasvatuskauden alussa.

Muissa säilörehun korjuuastetta koskevissa tutkimuksissa aikaisemmin korjatulla rehulla on yleensä saatu selvästi parempi kasvutulos kuin myöhemmin korjatulla rehulla (STEEN 1984, THOMAS ym. 1988, MARTINSSON 1990). Näissä tutkimuksissa korjuuaikojen väli oli huomattavasti pitempi kuin omassa tutkimuksessamme.

Erot rehuhyötysuhteessa ja teuraslaadussa A- ja M-ryhmien sonnien välillä olivat vähäisiä eivätkä tilastollisesti merkitseviä.

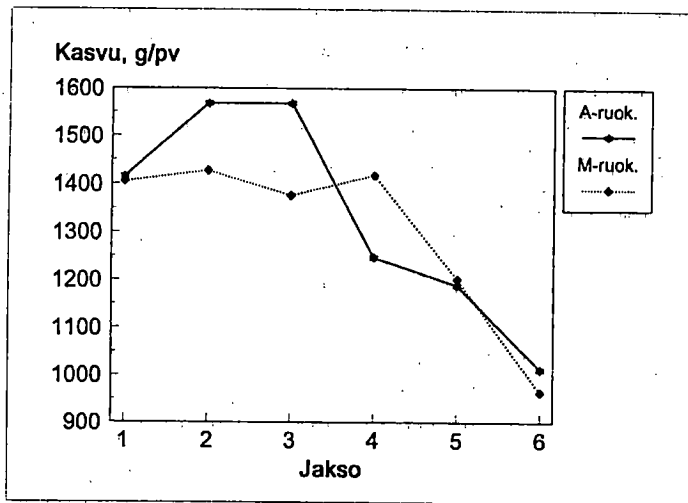
Vähäisemmästä säilörehun syönnistä johtuen KN-ryhmän sonnit myös kasvoivat hitaammin kuin MN-ryhmän sonnit. Ero oli hyvin pieni (Kuva 1b) eikä tilastollisesti merkitsevä. HAKKOLAN ym. (1975) tutkimuksessa sonnit, jotka söivät niukemmin typpilannoitetusta nurmesta (200 kg typpeä hehtaarille vuodessa) tehtyä säilörehua, kasvoivat 4 % paremmin kuin sonnit, jotka saivat runsaammin lannoitetusta nurmesta (300 kg N/ha) tehtyä säilörehua.

Väkirehuannoksen suurentaminen lisäsi päiväkasvua keskimäärin 41 g (Taulukko 4a). Lisättyä väkirehun kuiva-ainekiloa kohti kasvunlisäys oli 35 g, mikä on selvästi vähemmän kuin esim. MARTINSSONin (1990) tutkimuksessa, jossa kasvu lisääntyi 60 g/lisättyä väkirehun ka-kiloa kohti. Myös AROSEN ym. (1992) tutkimuksessa väkirehuannoksen lisääminen nopeutti kasvua (69 g/kg väkirehun kuiva-ainetta).

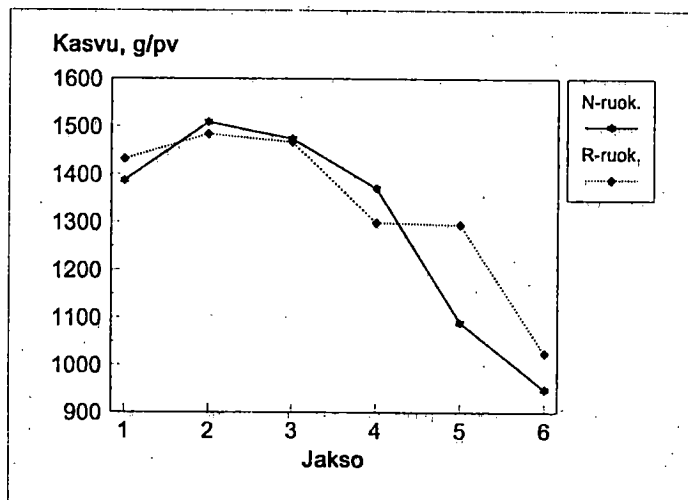
Väkirehuannoksen suurentamisen vaikutus riippuu myös väkirehun ruokintatasosta. AROSEN ym. (1992) tutkimuksessa ensimmäinen ohra-kilo (Ka) lisäsi kasvua keskimäärin 150 g, toinen kilo 84 g ja kolmas kilo 81 g. HAKKOLAN (1977) tulokset olivat samansuuntaisia. VIRKKUSEN ym. (1986) tutkimuksessa väkirehuannoksen nostaminen 0:sta 2,2 kg:an lisäsi päiväkasvua noin 90 g/kg ohran kuiva-ainetta. HEPOLAN ym. (1986) tutkimuksessa väkirehuannoksen nostaminen 0:sta 1,5 kiloon paransi päiväkasvua noin 160 g/kg ohran kuiva-ainetta.

Väkirehuannoksen kasvattaminen lisäsi tässä tutkimuksessa melko vähän kasvua. Säilörehun hyvästä sulavuudesta johtuen väkirehuannoksen suurentaminen vähensi säilörehun syöntiä melko paljon. Väkirehuannoksen lisääminen lisäsi eläinten nettoenergian saantia vain vähän, koska säilörehun

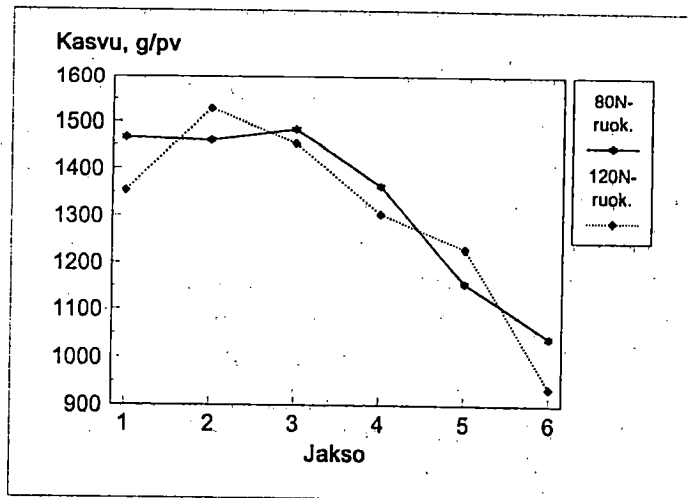
A



B



C



Kuva 1. Säilörehun korjuuasteen (a), väkirehun määrän (b) ja säilörehunurmen typpilannoituksen (c) vaikutus ay-sonnien kasvuun kunkin neljän viikon mittaisen jakson aikana. A-ruok. = aikaisin korjatulla rehulla ruokitut sonnit, M-ruok. = myöhään korjatulla rehulla ruokitut sonnit, N-ruok. = niukasti väkirehutäydennystä saaneet sonnit R-ruok. = runsaasti väkirehutäydennystä saaneet sonnit, 80 N-ruok. = niukasti typpilannoitetusta (80 kg N/ha) nurmesta valmistetulla rehulla ruokitut sonnit, 120 N-ruok. = runsaasti typpilannoitetusta (120 kg N/ha) nurmesta valmistetulla rehulla ruokitut sonnit

energiasisältö oli hyvin korkea. Näin ollen kasvu-kin lisääntyi vain vähän. Väkirehuannoksen lisäämisen voisi olettaa parantavan kasvua enemmän M-säilörehua syötettäessä. Tilanne näytti kuitenkin olevan päinvastainen (Taulukko 4b), joskaan yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Runsas väkirehuruokinta lisäsi kasvua enemmän kokeen loppupuoliskolla (Kuva 1b). Tämä on luonnollista, sillä väkirehun nousevasta annostustavasta johtuen väkirehutasojen välinen ero oli suurimmillaan juuri kokeen lopussa.

## KIRJALLISUUS

- ARONEN, I. 1991. Influence of frequency and accuracy of supplement feeding on rumen fermentation, feed intake, diet digestion and performance of growing cattle 1. Studies with growing bulls fed grass silage *ad libitum*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 34: 49–65.
- , TOIVONEN, V., KETOJA, E. & ÖFVERSTEN, J. 1992. Beef production as influenced by stage of maturity of grass for silage and level and type of supplementary concentrates. *Agric. Sci. Finl.* 1: 441–460.
- BERGE, P., GEAY, Y. & MICOL, D. 1991. Effect of feeds and growth rate during the growing phase on subsequent performance during the fattening period and carcass composition in young dairy breed bulls. *Livest. Prod. Sci.* 28: 203–222.
- ETTALA, E., TAKALA, M. & LAMPILA, M. 1974. Typpilannoitustasot lypsylehmien säilörehuruokinnassa. *Kehittyvä Maatalous* 18: 51–59.
- HAKKOLA, H. 1977. Väkihuutason vaikutus mullien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. *Koetoin. ja käyt.* 12.7.1977.
- HAKKOLA, H., HUILAJA, J., LAMPILA, M. & SUOMI, K. 1975. Säilörehun typpilannoitustasojen sekä kuivan ja propionihapolla säilötyn ohran vaikutus lihanautojen kasvuun. *Koetoin. ja käyt.* 27.2.1995.
- HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. 1986. Eri säilöntäaineilla tehdyt säilörehut mullien kasvatuksessa. *Koetoin. ja käyt.* 23.9.1986.
- HUHTANEN, P. 1994. Factors influencing forage intake. Proceedings of the Nova Scotia Forage Conference, October 29–30, 1993. Dartmouth, Nova Scotia, Canada. p. 103–127.
- MADSEN, J. 1985. The basis for the proposed Nordic protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 25: 9–20.
- 1975. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Tech. Bull.* 33, HMSO, London. 79 p.
- MARTINSSON, K. 1990. The Effects of Forage Digestibility and Concentrate Supplementation on Performance of Finishing Bulls. *Swedish J. Agric. Res.* 20: 161–167.
- ØRSKOV, E.R. & McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499–503.
- POUTIAINEN, E. & RINNE, K. 1976. Typpilannoituksen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. *Kehittyvä Maatalous* 29: 14–21.
- SALO, M.-L., TUORI, M. & KIISKINEN, T., 1990. Rehu-  
taulukot ja ruokintanormit, Helsinki. 70 p.
- STEEN, R.W.J. 1984. A comparison of two-cut and three-cut systems of silage making for beef cattle using two cultivars of perennial ryegrass. *Anim. Prod.* 38: 171–179.
- SYRJÄLÄ, L. & OJALA, R. 1978. Timoteiruohon ja siitä valmistetun säilörehun kivennäisainepitoisuus kevät- ja syysadon eri kehitysasteilla. *Kehittyvä Maatalous* 39: 50–57.
- , SUVITIE, M. & SEPPÄLÄ, J. 1978. Timoteinurmen sato, koostumus ja sulavuus kasvukauden eri aikoina. *Kehittyvä Maatalous* 39: 27–35.
- SYRJÄLÄ-QVIST, L., PEKKARINEN, E., SETÄLÄ, J. & KANGASMÄKI, T. 1984. Effect of nitrogen fertilization on the protein quality of dietary timothy grass and silage. *J. Agric. Sci. Finl.* 56: 193–198.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulokset vahvistavat aikaisemman havainnon, jonka mukaan kasvavat sonnit pystyvät kasvatuksen loppuvaiheessa jossain määrin kompensoimaan alkuvaiheen rajoittunutta kasvua. Puolen vuoden jaksolla laskettu keskimääräinen päiväkasvu oli seitsemän päivää myöhemmin korjattua säilörehua saaneilla sonneilla vain noin 30 g pienempi kuin aikaisemmin korjattua säilörehua saaneilla sonneilla.

Kasvatavat sonnit eivät pystyneet käyttämään hyväkseen kaikkea aikaisin korjatun tai runsaasti lannoitetun säilörehunurmen tyyppiä. Aikaisin korjattua säilörehua syötettäessä dieetin PBV oli korkea. Väkihuutoksen nostaminen pienensi PBV:tä. Säilörehuun perustuvan dieetin tyypin hyväksikäyttöä voitiin tehostaa väkihuutasoa nostamalla.

- THOMAS, C. & GILL, M. 1987. Principles of silage utilisation and supplementation. Efficient beef production from grass. Occasional Symp. No. 22, Br. Grassl. Soc. p. 115-128.
- THOMAS, C., GIBBS, B.G., BEEVER, D.E. & THURNAM, B.R. 1988. The effect of date of cut and barley substitution on gain and on the efficiency of utilization of grass silage by growing cattle. Br. J. Nutr. 60: 297-306.
- VANHATALO, A., VARVIKKO, T. & ARONEN, I. 1992. The effect of type of additive on rumen fermentation and digestion of grass silage in cattle. Agric. Sci. Finl. 1: 163-175.
- VIRKKUNEN, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. 1986. Säilörehu ja olki lihanautojen ruokinnassa. Koetoim. ja käyt. 18.2.1986.



**JOKI-TOKOLA, E., ARONEN, I. ja VEKAOJA, H.** Rehunurmen typpilannoituksen ja säilörehun korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla. **B. Ruukin kenttä-tutkimus. (Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle B. Ruukki field trial).** Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95 p. 59–70.

Avainsanat: Naudanlihantuotanto, typpilannoitus, nurmen kehitysaste, väkirehutäydennys

## TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa selvitettiin säilörehunurmen typpilannoituksen, nurmen korjuuajankohdan ja ruokinnan väkirehutason vaikutuksia naudanlihantuotantoon. Vuosina 1990 ja 1991 korjatun nurmen kevätsadon typpilannoitusmäärä oli 80 kg tai 120 kg N/ha. Kasvusto korjattiin säilörehuksi tähkimisen alkaessa (=aikaisin) tai 8 päivää myöhemmin (=myöhään). Koerehut syötettiin 32 ay-sonnille. Sonnit kasvatettiin vapaalla säilörehu- ja rajoitetulla ohraruokinnalla (ohra-annos 1,5 tai 3,0 kg/pv) noin vuodessa 160 kg elopainosta 300 kg teuraspainoon.

Nurmen typpilannoituksen lisääminen nosti nurmen rehuyksikkösatoa (3235 → 3768 ry/ha) ja sadon raakavalkuaispitoisuutta (15,3 → 16,6 %). Typpilannoitusmäärän lisääminen ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi sonnien säilörehun syöntiin (5,18 → 5,00 kg ka/pv) tai nettokasvunopeuteen (624 → 609 g/pv). Typpilannoituksen vähentäminen paransi sekä lannoite- (88 → 107 %) että rehutypen (17,35 → 16,16) hyväksikäyttöä, mutta heikensi tuotannon taloudellista kannattavuutta.

Myöhäinen korjuu lisäsi nurmen rehuyksikkösatoa (2955 → 4098 ry), pienensi rehujen raakavalkuaispitoisuutta (17,2 → 14,7 %) ja lisäsi raakakuutipitoisuutta (30,2 → 33,1 %) sekä vähensi säilörehun sulavuutta (68 → 66 D-arvo) ja syöntiä (5,18 → 5,01 kg ka/pv). Myöhäinen korjuu paransi lannoite- (86 → 110 %) ja rehutypen (16,31 → 17,21) hyväksikäyttöä, hidasti sonnien nettokasvunopeutta (638 → 596 g/pv), mutta oli silti taloudellisesti kannattavaa.

Väkirehukilon lisääminen ruokintaan vähensi sonnien säilörehun syöntiä 0,74 kg kuiva-ainetta/pv ja lisäsi nettokasvunopeutta 51 g/pv. Väkirehutäydennys lisäsi myös sonnien valkuaisen saantia (598 → 657 OIV g/pv), paransi rehutypen hyväksikäyttöä (16,29 → 17,22 %) ja kasvatuksen taloudellista kannattavuutta.

## SUMMARY

### ***Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle B. Ruukki field trial***

*Silage forms the basic diet for most dairy and beef cattle in Finland. Maximising the efficiency of silage usage and beef output is likely to have a major effect on the economics of milk and beef production. Beef output from silage based diets is determined by factors within the silage and by the level and quality of the concentrate supplement. Factors within silage include its digestibility and fermentation quality. The digestibility and the crude protein content (CP) of grass are largely determined by the growth stage at which the grass is harvested. The CP of highly fertilised young grass is characterised by a high extent and rate of rumen degradation, resulting in substantial nitrogen losses. The CP content of grass decreases when grass matures or when the nitrogen fertilization rate decreases. Varying the energy and protein content of grass by varying the herbage yields with different cutting regimes could have important implications for animal production per unit area of grassland and the financial returns of beef enterprise.*

*This study investigated the use of grass silage harvested from the primary growth of timothy sward fertilised with 80 (low) or 120 kg (high) N/ha. Grass was harvested at the beginning of the ear emergence stage of growth (early cut) or eight days later (late cut) in 1990 and 1991. Silage was fed ad libitum to 32 Ayrshire bulls supplemented with two levels (low=1.5 or high=3.0 kg/d) of rolled barley. The initial live weight of the bulls was 160 kg. The animals were slaughtered when their average carcass weight within the same treatment was calculated to be 300 kg.*

*Increasing N fertilisation increased the energy yield of the sward (3235 → 3768 fu/ha) and CP content of the silage (15.3 → 16.6%). It did not affect silage intake (5.18 → 5.00 kg) or the carcass gain rate of the bulls (624 → 609 g/d). Increasing N fertilisation decreased the effectiveness of using fertiliser N (88 → 107%) and feed N (17.35 → 16.16). High N fertilization was economically more profitable.*

*Late cuttings increased the energy yield of the sward (2955 → 4098 fu) and also the effectiveness of using fertilizer N (86 → 110%) and feed N (16.31 → 17.21%). It decreased the CP content (17.2 → 14.7%) and D-value (68 → 66) of the silage, and also the carcass gain rate of the bulls (638 → 596 g/d). Due to the high grass yield, late cutting was economically more profitable.*

*Increasing concentrate feeding led to a lower silage intake (0.74 DM kg/DM kg barley). It improved the daily carcass gain rate (51 g/DM kg barley). High concentrate feeding increased the supply of protein (598 → 657 g/d OIV=amino acids absorbed from the intestine), and it also improved the effectiveness of using feed N (16.29 → 17.22%).*

**Keywords:** Beef production, nitrogen fertilization, grass maturity, concentrate supplementation

## 1 JOHDANTO

Rehukustannus on suurin naudanlihantuotannon kustannuserä. Koska maamme naudanlihantuotanto perustuu säilörehuruokintaan, säilörehun hinta vaikuttaa keskeisesti naudanlihantuotannon kannattavuuteen. Säilörehun hinta riippuu rehusadon määrästä ja rehun laadusta. Nurmisadon määrä ja laatu vaikuttavat oleellisesti myös säilörehuruokinnan täydennykseksi tarvittavaan väkirehumäärään ja väkirehun koostumukseen.

Typpilannoitus vaikuttaa nurmisadon suuruuteen ja koostumukseen. Typpilannoitus lisää nurmisatoa eri tutkimusten mukaan annostustasolle 200–420 N kg/ha/vuosi (REID 1966, STEEN 1968, HUOKUNA 1970, LUOSTARINEN 1974, JÖNSSON 1987, BERINGER 1989). Raakavalkuaissadon huipun saavuttaminen edellyttää voimakkaampaa typpilannoitusta kuin kuiva-ainesadon huipun saavuttaminen (LUOSTARINEN 1974). Typpilannoitus vaikuttaa vain vähän rehun sulavuuteen (ETTALA ym. 1974).

Rehun korjuuajankohta vaikuttaa typpilannoituksen tavoin sekä nurmisadon määrään että koostumukseen. Nurmen kuiva-ainesadon määrä lisääntyy kasvuston kukintavaiheeseen asti, mutta sulavan kuiva-ainesadon määrä saavuttaa huippunsa jo tähkimisen aikana (BONIN ja TOMLIN 1968). Kasvuston vanheneminen vähentää rehun sulaavuutta ja valkuaispitoisuutta.

Säilörehunurmen taloudellisesti optimaalista typpilannoituksen määrää ja rehun korjuuajankohtaa on tutkittu paljon. Kotieläinten tuotanto-olosuhteiden merkittävien muutosten takia tutkimusaihe on jälleen ajankohtainen. Suomen liittyminen Euroopan Unioniin alensi oleellisesti sekä ostoväkirehun hintaa että naudanlihan tuottajahintaa, mutta ei vaikuttanut yhtä oleellisesti säilörehun tuotantokustannukseen. Myös rehuarvojärjestelmä muuttui. Uusi rehuarvojärjestelmä lisää nurmirehun suhteellista kilpailukykyä väkirehuihin nähden ja mahdollistaa lisäksi eläinten tasapainoisemman energia- ja valkuaisruokinnan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nurmen typpilannoituksen, säilörehun korjuuajankohdan ja ruokinnan väkirehutason vaikutusta nurmirehun satoon, rehun koostumukseen ja sonnien kykyyn käyttää rehua hyväkseen. Tutkimus sisäl-

tää rehujen tuotanto- että ruokintakokeen. Koerehut korjattiin vain nurmen kevätsadosta, koska nurmen korjuuajankohta vaikuttaa voimakkaasti erityisesti kevätrehun laatuun.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Koerehut ja -eläimet

Koesäilörehut korjattiin MTT:n tutkimusasemalla Ruukissa (64°41' N, 25°06' E) nurmen kevätsadosta vuosina 1990 ja 1991. Koeala (16 ha) koostui viidestä peltolohkosta, joista neljän maalaji oli turve (Ct) ja yhden kivennäismaa (KHt). Nurmet lannoitettiin keväällä, kun maasta 10 cm:n syvyydestä päivittäin mitatun lämpötilan summa ylitti 50 °C (Taulukko 1). Lannoitteen (N:P:K=20:4:8) levitysmäärä oli 400 kg/ha ja 600 kg/ha, jolloin saavutettiin tavoitellut typpitasot 80 ja 120 N kg/ha. Koealue jaettiin kahteen osaan nurmen lannoitustason perusteella. Molempien lannoitustasojen rehuista korjattiin puolet timotein tullessa tähkälle ja loput keskimäärin 8 päivää myöhemmin. Ensimmäistä korjuuajankohdaksi kutsutaan jatkossa aikaiseksi ja toista myöhäiseksi korjuuksi. Korjuukokeen koemalli oli osaruutukoe, jossa pääruutukäsittely oli nurmen typpilannoituksen määrä ja osaruutukäsittely rehun korjuuajankohta.

Säilörehuksi korjatut nurmikasvustot olivat timoteivaltaisia. Timotein lisäksi kasvustoissa oli mm. juolavehneä, polvipuntarpäätä ja niittyurmikkaa. Koealueiden nurmien ikä vaihteli 1–4 vuoteen. Timotein suhteellinen osuus kasvustossa väheni nurmen vanhetessa.

Vuoden 1990 koerehut korjattiin kaksoisilppurilla ja rehut varastoitiin laakasiiloon. Vuoden 1991 rehut korjattiin kelasilppurilla ja rehut varastoitiin aumaan. Rehuun lisättiin korjuun yhteydessä AIV II-liuosta (80 % muurahaishappoa ja 2 % ortofosforihappoa) noin 5 litraa rehutönä kohti. Korjuualoilta saatu sato mitattiin punnitsemalla rehuuorimat.

Koe-eläiminä oli 32 ayrshire-sonnivasikkaa. Ne jaettiin elopainon perusteella lohkoittain kahdeksaan ruokintaryhmään. Koejärjestely oli 2 × 2 × 2 faktoriaalinen koe, jossa vertailtavina koetekijöinä olivat säilörehunurmen typpilannoituksen määrä,

nurmen korjuuaste ja ruokinnan väkirehumäärä (1,5 kg/vrk ja 3,0 kg/vrk ilmakeivää, valssimyllyllä litistettyä ohraa). Ohran päiväannos lisääntyi matalammalla väkirehuruokinnalla kokeen aikana kilosta kahteen ja korkeammalla väkirehuruokinnalla kahdesta neljään kiloon. Eläinten elopaino oli kokeen alussa noin 160 kg ja ikä noin 18 viikkoa. Koetta edelsi neljän viikon siirtoruokinta. Sonnit saivat kokeen aluksi kahdeksan ruokintajakson ajan aikaisemman ja kokeen päätteeksi kuuden ruokintajakson ajan jälkimmäisen korjuuvuoden rehua.

Eläimet kasvatettiin parsissa ja ne saivat päivittäin rajoitetun väkirehuannoksen lisäksi vapaasti säilörehua. Kivennäisrehu (Ca:P=3,5:1) annettiin päivittäin (140 g/vrk) väkirehun mukana ja ADE-vitamiinilisä kerran viikossa. Sulavuuskokeen aikainen ruokinta poikkesi muiden jaksojen ruokinnasta siten, että eläimet saivat tuolloin väkirehun kaksi kertaa päivässä.

Sonnit punnittiin koeauden aikana neljän viikon välein. Ne teurastettiin ruokintaryhmittäin, kun ryhmän keskimääräinen elopaino ylitti 580 kg. Teurasruhojen laatu- ja rasvaluokitus tehtiin aistinvaraisesti teurastamoissa tuolloin käytetyllä menetelmällä (Lihateollisuuden tutkimuskeskus 1991). Ruokintakokeen tulosten laskennassa on jätetty pois yksi eläin, koska sen kasvu poikkesi selvästi ryhmän muista eläimistä. Poikkeama ei johtunut eläimen ruokinnasta.

## 2.2 Rehujen analysointi

Säilörehuista kerättiin koko ruokintakokeen ajan viikoittain näytteet, jotka yhdistettiin neljän viikon

välein kuluneen ruokintajakson rehun koostumusta ja laatua kuvaaviksi näytteiksi. Ohranäyte kerättiin vastaavalla tavalla ennen uuden viljaerän litistystä. Jaksoittaiset rehunäytteet analysoitiin Valion Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa Haapavedellä. Säilörehun säilönnällinen laatu määritettiin titraamalla (MOISIO ja HEIKONEN 1989). Säilörehujen raakakuitu- ja raakavalkuaispitoisuus sekä ohran raakavalkuaispitoisuus määritettiin NIR (Near Infrared Reflectance) -menetelmällä (HELLÄMÄKI & MOISIO 1983, HELLÄMÄKI 1985). Säilörehujen kuivaainemäärityksessä ei tehty kuiva-ainekorjausta.

Rehuannosten sulavuus *in vivo* määritettiin käyttämällä merkkiaineena suolahappoon liukenematon tuhkaa (VAN KEULEN ja YOUNG 1977). Ulostenäytteet kerättiin rektaalaisesti jokaiselta koe-eläimeltä viitenä peräkkäisenä päivänä ennen aamu- ja iltaruokintaa kello 7 ja 17. Päivittäin otetut näytteet yhdistettiin keruujaksoa kuvaavaksi näytteeksi. Sulavuuskokeen rehu- ja ulostenäytteistä analysoitiin MTT:n Lapin tutkimusasemalla standardimenetelmin tuhka-, raakakuitu- ja raakavalkuaispitoisuus sekä happoon liukenematon tuhka.

## 2.3 Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi

Ohran rehuarvot laskettiin vuoden 1995 alussa käyttöön tulevan uuden rehuarvojärjestelmän mukaan. Rehuarvot estimoitiin ohran hehtolitrapainon (hlp) perusteella (kaavat 1–4). Säilörehun rehuarvot estimoitiin vastaavasti kaavojen 5–9 perusteella.

- (Kaava 1) Rehuyksikköarvo, ry/kg ka = 1,311–10,655/hlp  
 (Kaava 2) Sulavat raakahiilihydraatit (srh), g/kg ka = 809,81–5800,16/hlp  
 (Kaava 3) Ohutsuolesta imeytyvät aminohapot (OIV), g/kg ka =  
 $(srh + 0,80 \times rv \times 10) \times 0,179 \times 0,595 + 0,20 \times rv \times 10 \times 0,697$ ,  
 missä rv = raakavalkuainen %:a kuiva-aineessa  
 (Kaava 4) Pötsin valkuaisaste, PVT, g/kg ka =  $0,80 \times rv \times 10 - (srh + 0,80 \times rv \times 10) \times 0,179$   
 (Kaava 5) Sulavan orgaanisen aineen osuus kuiva-aineessa (D-arvo), % =  
 $(100 - tuhka) / 100 \times (117,39 + 5,283 \times rv - 0,1329 \times rv^2 - 5,858 \times rk + 0,0907 \times rk^2)$ ,  
 missä rk = raakakuitu, %:a kuiva-aineessa  
 (Kaava 6) ry-arvo, ry/kg ka =  $(0,16 \times D - arvo) / 11,7$   
 (Kaava 7) Sulavat raakahiilihydraatit (srh), g/kg ka =  $116,78 + 8,30 \times D - arvo - 9,76 \times rv$   
 (Kaava 8) Ohutsuolesta imeytyvät aminohapot (OIV), g/kg ka =  
 $srh + hvo \times rv / 10 \times 0,179 \times 0,70 \times 0,85 + (100 - hvo) / 10 \times rv \times 0,65 \times 0,82$ ,  
 missä hvo = hajoavan valkuaisen osuus pötsivalkuaisesta, säilörehulla 85 %  
 (Kaava 9) Pötsin valkuaisaste, PVT, g/kg ka =  $(hvo / 100) \times rv - 179 \times (srh + hv) / 1000$

Eläimiin pidättynyt valkuaismäärä (kaava 10) laskettiin niiden ruuhossa kokeen lopussa ja alussa olleen valkuaismäärän erotuksena (ARC 1980). EBW (Empty Body Weight) laskettiin sonnien elopainon perusteella (ROHR ja LEBZIEN 1991).

$$\text{(Kaava 10) Ruhon valkuaismäärä (kg)} \\ = 10^{(-0,6375 + 0,9626 \times \log \text{EBW})}$$

$$\text{missä EBW} = e^{-0,5879 + 1,0716 \times \ln \text{elopaino}}$$

Ruokintakokeen tulokset testattiin varianssianalyysillä SAS-ohjelmaa käyttäen (SAS Institute 1990). Mallissa (kaava 11) oli selittävinä tekijöinä toisto, tyyppilannoitustaso, korjuuaste, väkirehutus ja edellä mainittujen tekijöiden yhdysvaikutukset.

$$\text{(Kaava 11) } Y_{ijkl} = R_i + A_j + B_k + AB_{jk} + C_l + AC_{jl} \\ + BC_{kl} + ABC_{jkl} + e_{ijkl}$$

Koska koetulosten laskennasta poistettiin yksi eläin, taulukoiden keskiarvot ovat LS (=least squares mean) -keskiarvoja. Käsittelykeskiarvojen väliset tilastolliset merkitsevyydet on ilmoitettu seuraavasti:

P < 0,001	***	erittäin merkitsevä ero
P < 0,01	**	hyvin merkitsevä ero
P < 0,05	*	merkitsevä ero
P < 0,05	NS	ei merkitsevä ero

### 3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### 3.1 Rehusadon määrä ja koostumus

Nurmen kasvu käynnistyi vuonna 1990 aiemmin kuin vuonna 1991 (Taulukko 1). Ero johtui ilmeisesti roudan paksuudesta, sillä talven 1989–90 aikana roudan paksuus oli enimmillään koalueen kivennäismailla 63 cm ja turvemailla 45 cm. Talven 1990–91 vastaavat lukuarvot olivat 94 cm ja 63 cm. Maan lämpötila vaikuttaa ratkaisevasti nurmen kasvun käynnistymiseen. LANDSTRÖMIN (1992) mukaan timoteinurmen kasvu käynnistyy keväällä 3–4 vuorokauden kuluttua sen jälkeen, kun maa on sulanut 20 cm:n syvyyteen. Tässä tutkimuksessa nurmen kasvun oletettiin kuitenkin käynnistyneen, kun vuorokauden keskilämpötila ylitti pysyvästi +5 °C. Nurmen kasvun käynnistymisenhän voidaan aikaisempien tutkimusten mu-

kaan ennustaa melko tarkasti myös ilman lämpötilan perusteella (HUOKUNA ja HAKKOLA 1984). Sääolosuhteet Ruukissa koevuosina sekä pitämällä aikavälillä on esitetty Taulukossa 2.

Säilörehun niitto alkoi vuonna 1991 noin viikkoa myöhemmin kuin edellisenä vuonna (Taulukko 1). Nurmisadon kehittyminen aikaisemmalle korjuuasteelle vaati kuitenkin molempina vuosina saman lämpö määrän ja kasvuaajan. Aikaisen ja myöhäisen korjuun välistä aikaeroa kasvatettiin jälkimmäisenä koevuonna, koska aikaeron vaikutus rehujen koostumukseen jäi edellisenä vuonna ennakoitua vähäisemmäksi. Rehun koostumuseroa tasoitti tuolloin ilmeisesti kuiva kevät. Nurmen kuiva-ainesato lisääntyi niittojen väliä aikana ensimmäisenä koevuonna 129 kg ka/ha/vrk ja jälkimmäisenä vuonna 178 kg ka/ha/vrk (Taulukko 3). Nurmen kasvu oli ilmeisesti niittojen välisenä jaksana kiihkeintä; timoteinurmen kasvunopeudeksi on mitattu kasvuston tähkimisvaiheessa parhaimmillaan jopa 300 kg ka/ha/vrk (RINNE 1977, HUOKUNA ja HAKKOLA 1984).

Nurmen tyyppilannoituksen lisääminen tasolta 80 kg/ha tasolle 120 kg/ha kohotti ensimmäisenä vuonna merkitsevästi säilörehun raakavalkuaispitoisuutta sekä rehun OIV-, PVT- ja ry-arvoja (Taulukko 4). Tyyppilannoituksen lisääminen lisäsi molempina vuosina nurmen kuiva-ainesatoa ( $p < 0,06$ ). LUOSTARISEN (1974) saraturvemailla tekemässä timoteinurmen lannoituskokeessa typen lisääminen nurmen kevätsadolle lisäsi nurmen kuiva-ainesatoa vain lannoitustasolle 100 kg/ha ja raakavalkuaisatoa vähintään tyyppilannoitustasolle 150 kg/ha saakka. Omassa kokeessamme tyyppilannoituksen kuiva-ainesatoa lisäävä vaikutus oli suurempi kuin LUOSTARISEN tutkimuksessa. Ero saattaa johtua siitä, että tämän kokeen rehut korjattiin myöhäisemmällä kasvuasteella.

Nurmen myöhäinen korjuu laski säilörehun raakavalkuaispitoisuutta ja rehun OIV- ja PVT-arvoja. Säilörehun raakavalkuaispitoisuus pieneni 0,10 %-yksikköä/vrk vuonna 1990 ja 0,46 %-yksikköä/vrk vuonna 1991. Jälkimmäisen vuoden arvo vastasi paremmin aiemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia, joiden mukaan raakavalkuaisen pitoisuus rehussa alenee 0,20–0,62 %-yksikköä päivässä (POUTIAINEN ja RINNE 1971, SYRJÄLÄ ja OJALA 1978, HUOKUNA ja HAKKOLA 1984). Vuonna

**Taulukko 1. Nurmen kasvuaika koevuosina 1990–91.**

	1990		1991	
	Aikainen korjuu	Myöhäinen korjuu	Aikainen korjuu	Myöhäinen korjuu
Kasvukausi alkoi, pvm	2.5.	2.5.	11.5.	11.5.
Lannoitus, pvm	6.5.	6.5.	12.5.	12.5.
Korjuu, pvm	18.–20.6.	25.–29.6.	26.–30.6.	8.–10.7.
Kasvuaika, yrk	48	54	48	58
Tehoisa lämpötilasumma, C°	222	303	228	346

**Taulukko 2. Vuosien 1990 ja 1991 keskilämpötila ja sademäärä sekä muuttujien pitkän aikavälin (1961–90) keskiarvot Ruukissa.**

	Keskilämpötila	Sademäärä
1990		
toukokuu	7,2	7,8
kesäkuu	12,9	43,0
1991		
toukokuu	5,4	54,5
kesäkuu	12,0	73,7
heinäkuu	15,6	27,5
1961–1990		
toukokuu	7,7	36,0
kesäkuu	13,2	49,0
heinäkuu	15,4	61,0

**Taulukko 3. Koerehujen kuiva-aine-, energia- ja raakavalkuaissadot. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

Lannoitustaso	80 kg N/ha		120 kg N/ha		Merkitsevyys	
	A	M	A	M	Typpilannoitus	Korjuuaste
Korjuuajankohta						
1990						
Kuiva-aine, kg	3209	4300	3921	4632	NS	NS
Energia, ry	2952	3827	3686	4261	*	NS
Raakavalkuainen, kg	475	619	654	727	*	NS
1991						
Kuiva-aine, kg	2488	4248	2813	4977	NS	***
Energia, ry	2339	3823	2644	4479	NS	***
Raakavalkuainen, kg	440	824	548	717	NS	***

**Taulukko 4. Koerehujen keskimääräinen kemiallinen koostumus, säilörehujen säilönnällinen laatu ja rehujen rehuarvot. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

	80 kg N/ha				120 kg N/ha				Ohra
	A		M		A		M		
Vuosi	90	91	90	91	90	91	90	91	
Näytämäärä, kpl	9	6	9	6	9	6	9	6	15
Kuiva-aine (%)	23,12	19,30	22,23	21,90	22,73	17,82	23,00	20,76	88,0
Kuiva-aineessa (%)									
Raakavalkuainen	14,83	17,74	14,37	14,38	16,68	19,48	15,69	14,38	12,9
Raakakuitu	29,41	31,12	32,61	33,54	30,47	29,76	31,80	34,46	6,43
Säilönnällinen laatu									
pH	3,74	3,96	3,84	3,96	3,81	3,88	3,77	3,94	
g/kg ka									
Maitohappo	62	37	54	35	57	44	51	40	
Etikkahappo	24	24	17	23	21	21	16	23	
Vapaat hapot	81	65	66	60	71	65	65	63	
Sokeri	42	40	35	38	34	48	29	36	
Raakavalkuaisesta (%)									
Liukoinen rv	39	33	43	39	38	34	39	41	
Liukoisesta raakavalkuaisesta (%)									
Ammoniakki + amiinit	24	17	21	16	22	16	19	20	
Rehuarvo									
D-arvo	67	68	65	66	68	69	67	66	
Ry-arvo (ry/kg ka)	0,92	0,94	0,89	0,90	0,94	0,94	0,92	0,90	1,14
OIV g/kg ka	82	85	80	80	84	86	82	80	105
PVT g/kg ka	8	32	7	6	22	46	17	6	-44

D-arvo, sulavaa orgaanista ainetta, %:a ka:ssa; OIV, ohutsuolesta imeytyvä valkuainen; PVT, pötsin valkuaisosa

1990 nurmen raakavalkuaispitoisuus oli suhteellisen pieni jo aikaisin korjatussa rehussa, koska kuiva sää vaikeutti kasvien typensaantia.

Myöhäinen korjuu kohotti säilörehun kuitupitoisuutta ja pienensi rehun ry-arvoa. Säilörehun raakakuitupitoisuus lisääntyi vuosina 1990 ja 1991 vastaavasti noin 0,32 ja 0,29 %-yksikköä/vrk. Tulokset vastasivat HUOKUNAN ja HAKKOLAN (1984) saamaa tulosta 0,30 %-yksikköä/vrk. POUTIAISEN ja RINTEEN (1971) ja SYRJÄLÄN ja OJALAN (1978) tutkimuksissa nurmen kuitupitoisuus lisääntyi kuitenkin nopeammin, eli 0,40 ja 0,64 %-yksikköä/vrk.

Myöhäinen korjuu vähensi rehujen D-arvoa keskimäärin 0,25 %-yksikköä vuorokaudessa. HUOKUNAN ja HAKKOLAN (1984) tutkimuksessa säilörehunurmen kevätsadon orgaanisen aineen sulavuus laski nopeammin, keskimäärin 0,48 %-yksikköä

vuorokaudessa. Sulavuuden laskunopeus väheni kuitenkin selvästi noin 50 kasvupäivän jälkeen. Tässä kokeessa rehun aikaisempi niitto tehtiin molempina koevuosina nurmen 48 kasvupäivän jälkeen.

Nurmen typpilannoitusmäärä ei vaikuttanut rehun säilönnälliseen laatuun. Myöhäinen korjuu pienensi hiukan säilörehun vapaiden happojen pitoisuutta ja kohotti liukoisen typen pitoisuutta. Säilörehujen säilönnällinen laatu oli keskimäärin hyvä (Taulukko 4), sillä säilörehun laatua kuvaavien muuttujien (pH, maitohappo, etikkahappo, vapaat hapot, liukoinen ja hajonnut raakavalkuainen) arvot pysyivät vähintään vaihtelun perusalueella (MOISIO ym. 1988). Jälkimmäisen koevuoden rehujen hiukan heikompi laatu johtui siitä, että rehut säilöttiin edellisestä vuodesta poiketen aumaan eikä laakasiiloon. Lisäksi rehu niitettiin kelasilppurilla eikä kaksoissilppurilla kuten edellisenä vuonna.

### 3.2 Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti

Sonnit söivät hiukan vähemmän runsaammin lannoitetusta nurmesta korjattua säilörehua (Taulukko 6). Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Vaikka nurmen typpilannoituksen lisääminen paransi hiukan säilörehun sulavan orgaanisen aineen määrää (Taulukko 4), voimakkaammin lannoitetusta nurmesta valmistettua säilörehua sisältäneiden ruokintojen sulavuus oli kuitenkin heikompi (Taulukko 5). Sulavuuskokeen tulokseen on suhtauduttava tietyllä varauksella, sillä typpilannoituksen vaikutus rehun sulavuuteen on ollut aikaisemmissa tutkimuksissa yleensä vähäinen (POUTIAINEN ja RINNE 1976).

Myöhäinen niitto heikensi säilörehun orgaanisen aineen sulavuutta (Taulukko 4), mutta se ei kuitenkaan vähentänyt rehujen suhteellisen vähäisen sulavuuseron takia tilastollisesti merkitsevästi sonnien säilörehun syöntiä (Taulukko 6). Säilörehun sulavuuden (D-arvo) kohoaminen yhdellä %-yksiköllä lisäsi sonnien säilörehun syöntiä vain 0,009 kg ka/pv.

Ohrakilon lisääminen ruokintaan vähensi myöhään korjatun säilörehun syöntiä 0,78 kg ka ja 0,70 kg ka aikaisin korjatun säilörehun syöntiä. Myös SUOMEN ym. (1977) kokeessa ruohoasteella korjattua säilörehua sisältäneen ruokinnan korvaussuhde oli (0,68 kg ka) tähkäasteella korjattua säilörehua sisältäneen ruokinnan korvaussuhdetta (0,77 kg ka) pienempi, vaikka korvaussuhteen olettaisi pienenevän säilörehun sulavuuden heikentyessä. Esimerkiksi MARTINSSONIN (1990) tutkimuksessa aikaisin ja myöhään korjatun säilörehun korvaussuhteet olivat 0,76 ja 0,64. Kokeemme poikkeava tulos saattaa johtua siitä, että säilörehujen sulavuusero oli pieni.

Nurmen typpilannoitusmäärä tai rehun korjuuajankohta eivät vaikuttaneet merkitsevästi sonnien laskennalliseen energian tai valkuaisen (OIV) saantiin. Myöhäinen korjuu tai nurmen vähäisempi lannoitus pienensi säilörehujen PVT-arvoja siten, että näitä säilörehuja sisältäneiden ruokintojen PVT-arvot olivat negatiivisia (Taulukko 6). Koska negatiivinen PVT-arvo vähensi sonnien laskennallista OIV-saantia, tulokset laskettiin myös siten, että otettiin huomioon ruokinnan negatiivisen PVT-arvon vaikutus sonnien OIV-saantiin. Kor-

jaus tehtiin vähentämällä OIV-arvosta 0,60 kertaa PVT-arvo, jos PVT-arvo oli negatiivinen. Korjattujen tulosten mukaan myöhäinen korjuu vähensi selvästi ( $p < 0,02$ ) sonnien OIV-saantia.

Väkirehutasoin kohottaminen lisäsi sonnien energian ja valkuaisen saantia (Taulukko 6). Enemmän väkirehua saaneiden sonnien laskennallista valkuaisen saantia vähensi ruokinnan negatiivinen PVT-arvo. Väkirehutasojen ero olisi säilynyt tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,03$ ), vaikka tulokset olisi laskettu siten, että korkeamman väkirehutasoin sonnien OIV-saannissa olisi huomioitu ruokinnan negatiivinen PVT-arvo.

### 3.3 Sonnien kasvu ja rehun hyväksikäyttö

Nurmen lannoituksen lisääminen vähensi sonnien päiväkasvunopeutta, koska sonnit söivät hiukan vähemmän runsaammin lannoitettua säilörehua (Taulukko 6). Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

Säilörehun myöhäinen korjuu vähensi rehujen sulavuutta (Taulukko 5) ja sonnien nettokasvunopeutta (Taulukko 6). Sonnien nettokasvunopeus väheni noin 34 g, kun rehujen sulavuus väheni yhden %-yksikön. STEENIN (1984) tutkimuksissa vastaava luku oli keskimäärin 30 g.

Väkirehuannoksen lisääminen lisäsi sonnien päiväkasvunopeutta noin 51 g ruokintaan lisättyä väkirehun kuiva-ainekiloa kohti. AROSEN ym. 1992 tutkimuksissa vastaava kasvulisä oli suurempi eli 69 g ja MARTINSSONIN (1990) tutkimuksessa 60 g. Väkirehun lisääminen lisäsi odotusten vastaisesti hieman enemmän ( $p < 0,07$ ) aikaisin kuin myöhään korjattuja säilörehua saaneiden sonnien kasvua. Väkirehulisän vaikutus sonnien kasvuun riippuu säilörehun koostumuksen lisäksi väkirehuruokinnan voimakkuudesta ja väkirehun koostumuksesta.

Väkirehun lisääminen ruokintaan paransi sonnien teurasprosenttia, mutta lisäsi samalla ruhojen rasvoittumista (Taulukko 6).

### 3.4 Ruokintojen taloudellinen kannattavuus

Kokeessa tuotetun nautanlihan tuoton ja kustannusten laskennassa käytettiin kokeesta saatujen tulosten lisäksi eräitä oletuksia. Lihan tilityshinnaksi



**Taulukko 5. Ruokintojen *in vivo*-sulavuudet. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

	N kg/ha		Korjuuaste		Ohra kg/d		SEM	Merkitsevyys		
	80	120	A	M	1,5	3,0		Typpi-lannoitus	Korjuu-aste	Ohra-määrä
Eläimiä (kpl)	16	16	16	16	16	16				
Kuiva-aine	76,21	70,00	73,71	72,50	72,95	73,25	0,75	***	NS	NS
Orgaaninen aine	77,16	71,38	74,95	73,59	74,06	74,49	0,76	***	NS	NS
Raakavalkuainen	73,84	66,68	71,27	69,25	70,89	69,63	0,94	***	NS	NS
Raakakuitu	75,89	70,25	74,89	71,25	75,13	71,00	0,90	***	**	**

**Taulukko 6. Säilörehunurmen lannoituksessa käytetyn typpimäärän, rehun korjuuajankohdan ja ruokinnassa käytetyn väkirehumäärän vaikutus rehujen syötiin, eläinten kasvuun, rehuhyötysuhteeseen ja teuraslaatuun. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

	N kg/ha		Korjuuaste		Ohra kg/d		SEM	Merkitsevyys		
	80	120	A	M	1,5	3,0		Typpi-lannoitus	Korjuu-aste	Ohra-määrä
Eläimiä (kpl)	15	16	15	16	15	16				
Rehunkulutus										
Ohra (kg ka/d)	1,95	2,01	1,92	2,04	1,30	2,67	0,05	NS	NS	***
Säilörehu (kg ka/d)	5,18	5,00	5,18	5,01	5,60	4,58	0,12	NS	NS	***
Yhteensä (kg ka/d)	7,13	7,01	7,10	7,05	6,90	7,25	0,12	NS	NS	NS
Energian ja valkuaisen saanti										
Energian saanti(ry/d)	6,96	6,92	7,01	6,87	6,63	7,25	0,11	NS	NS	**
OIV (g/d)	627	628	636	618	598	657	10,45	NS	NS	***
PVT (g/d)	-25	20	37	-42	39	-44	3,03	***	***	***
Eläinten kasvu ja rehuhyötysuhde										
Alkupaino (kg)	160	159	160	159	160	159	1,82	NS	NS	NS
Loppupaino (kg)	591	585	585	591	587	589	8,86	NS	NS	NS
Ruokintapäiviä	377	383	366	393	391	369	-	-	-	-
Päiväkasvu (g/d)	1150	1120	1160	1100	1100	1170	17,86	NS	NS	*
Nettokasvu (g/d)	624	609	637	596	586	650	13,68	NS	*	**
ry/ruho-kg	11,16	11,45	11,03	11,58	11,37	11,25	0,16	NS	*	NS
Teurastulokset										
Teuraspaino (kg)	315	311	313	313	308	318	5,32	NS	NS	NS
Teurasprosentti	53,2	53,2	53,5	52,9	52,5	53,9	0,31	NS	NS	**
Ruhon rasvaluokka <sup>1)</sup>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,5	0,74	NS	NS	*
Ruhon laatuokka <sup>2)</sup>	11,6	11,0	11,6	11,0	10,7	11,9	0,62	NS	NS	NS

1) 1 = A-laatu, 2 = C-laatu; <sup>2)</sup>10-11 = 1+, 12-13 = E

**Taulukko 7. Säilörehun hinta ja nurmisadon rahallinen arvo. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

	N kg/ha		Korjuuaste		Ohra kg/d		Merkitsevyys			
	80	120	A	M	1,5	3,0	SEM	Typpi-lannoitus	Korjuu-aste	Ohra-määrä
Eläimiä	15	16	15	16	15	16				
Teurastuotto, mk	7050	6936	6975	7011	6839	7147	150,90	NS	NS	NS
Ohra, mk	813	839	770	883	561	1091	18,85	NS	***	***
Säilörehu, mk	3247	3233	3221	3259	3653	2828	75,83	NS	NS	***
Työ, mk	1162	1180	1129	1213	1203	1139	—	—	—	—
Rakennus	241	245	234	252	249	236	—	—	—	—
Vasikka	1200	1200	1200	1200	1200	1200	—	—	—	—
Erotus, mk	387	237	421	203	-27	652	105,67	NS	NS	**
Säilörehun jalostusarvo mk/ry	2,06	1,99	2,09	1,96	1,80	2,25	0,06	NS	NS	**
Nurmisadon arvo mk/ha	6700	7398	6091	8007	6256	7842	228,38	NS	***	**

oletettiin 30 mk/kg, mikä vastasi tammikuun 1995 markkinahintaa tukineen. Ohran hinnaksi oletettiin 84 p/kg, säilörehun hinnaksi 1,82 mk/ry, vasikan hinnaksi 1200 mk. Hoito- ja ruokintatyön tuntipalkka oli 46 mk/t ja työmenekki 4 min/sonni/vrk. Rakennuskustannus oli 2000 markan hintaisen paripaikan vuotuiskestä.

Lannoituksen lisääminen tai myöhäinen korjuu vähensivät hiukan lihan myynnistä saadun tuoton ja sonnien ruokinta- ja hoitokustannusten välistä erotusta, eli heikensivät tuotannon taloudellista kannattavuutta. Väkihuannoksen lisääminen puolestaan paransi sonnien kasvua, vähensi ruokintakustannusta ja lisäsi siten selvästi kannattavuutta (Taulukko 7). Ruhojen tilityshinnassa ei otettu huomioon ruhojen rasvoittumista, mikä alentaisi hieman väkihuannoksen kannattavuutta.

Edellisessä laskelmassa säilörehun hintana käytettiin karjantarkkailutiloilla vuosina 1989–1993 tehtyjen säilörehun tuotantokustannuslaskelmien keskimääräistä hintaa (SEPPÄNEN 1994). Säilörehulle laskettiin lisäksi sonnien syömästään rehusta 'maksama' hinta, eli säilörehun jalostusarvo. Jalostusarvo saatiin kun tuotosta vähennettiin säilörehua lukuunottamatta muut tuotantokustannukset. Jalostusarvona ilmoitettuun säilörehun hintaan vaikutti siten oleellisesti rehun tuotantovaikutus kasvatuksessa. Säilörehun jalostusarvo oli kaikilla koeruokinnolla suurempi kuin karjantarkkailutiloilla tuotetun säilörehun keskimääräinen tuotantokustannus (Taulukko 7).

Kokeessa korjatun nurmisadon rahallinen arvo laskettiin siten, että nurmisadon ry-määrä kerrottiin vastaavan säilörehun jalostusarvolla. Vaikka nurmen voimakkaampi lannoitus vähensi hiukan säilö-rehulle laskettua jalostusarvoa, se lisäsi kuitenkin selvästi nurmisadon rahallista arvoa (Taulukko 7). Lannoitustasojen välisen satomäärän rahallinen arvo kattoi hyvin lannoitus-kustannusten välisen eron. Rehun myöhäinen korjuu vähensi lisälannoituksen tavoin säilörehun jalostusarvoa ja lisäsi nurmisadon rahallista arvoa. Myöhäinen korjuu ei kuitenkaan lisännyt nurmen tuotantokustannusta.

### 3.5 Lannoite- ja rehutypen hyväksikäyttö

Lannoitetypen hyväksikäyttö laskettiin pellolle levitetyn typpimäärän ja säilörehun typpisisällön perusteella (Taulukko 8). Nurmen lannoitetypen laskennallinen hyväksikäyttöaste oli keskimäärin korkea. Lannoituksen lisääminen heikensi ja myöhäinen korjuu paransi lannoitetypen hyväksikäyttöä. HUOKUNAN ja HAKKOLAN (1984) mukaan nurmen kevätsato ottaa usein koko saamansa lannoitetypimäärän jo ennen kasvuston tähkiintymis-

**Taulukko 8. Nurmen lannoitetypen ja sonnien rehutypen hyväksikäyttö. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu**

	80 kg N/ha		120 kg N/ha	
	A	M	A	M
Lannoite N kg/ha	80	80	120	120
Rehu N kg/ha	73	98	96	115
Hyväksikäyttö (%)	91	123	80	96

**Taulukko 9. Sonnien laskennallinen rehutypen hyväksikäyttö. A = aikainen korjuu, M = myöhäinen korjuu.**

	N kg/ha		Korjuuaste		Ohra kg/d		SEM	Merkitsevyys		
	80	120	A	M	1,5	3,0		Typpi-lannoitus	Korjuu-aste	Ohra-määrä
Eläimiä (kpl)	15	16	15	16	15	16				
Typen saanti, kg	62,35	66,00	65,21	63,14	66,75	62,60	1,11	*	NS	NS
Pidättynyt typpi, kg	10,80	10,64	10,62	10,82	10,68	10,76	0,21	NS	NS	NS
Hyväksikäyttö, %	17,35	16,16	16,31	17,21	16,29	17,22	0,17	***	**	**

tä. Korjuun myöhäistäminen voi siten johtaa siihen, että typen näennäinen hyväksikäyttöaste ylittää 100 %. On kuitenkin muistettava, että kasvin ottamasta tpeestä on osa peräisin kyseiselle ja osa jo aikaisemmille sadoille levitetystä lannoitteesta.

Sonnien ohrasta ja säilörehusta saamasta typpimäärästä pidättyi vain vajaat 17 % niiden kasvuun (Taulukko 9). Nautojen rehutypen hyväksikäyttöaste on yleensä 15–25 % (TAMMINGA 1992). Rehutypen laskennallista hyväksikäyttöä lisäsi lannoituksen vähentäminen, myöhäinen korjuu ja väkirehun lisääminen ruokintaan, eli kaikki sonnien valkuaisen saantia vähentäneet koekäsittelyt. Säilörehun typen hyväksikäytön parantaminen ruokinnassa rehun typpipitoisuutta vähentämällä voi kuitenkin heikentää tuotannon taloudellisuutta, koska typpiköyhien rehujen sulavuus on heikko. OLDHAMIN (1984) mukaan lehmien rehujen sulavuus paranee kunnes ruokinnan raakavalkuaispitoisuus ylittää 18 %. Lehmän rehutypen hyväksikäyttöaste heikkenee TAMMINGAN (1992) mukaan merkittävästi jo aiemmin, eli ruokinnan raakavalkuaispitoisuuden ylittäessä 15,0 %. Tämän tutkimuksen ruokintojen raakavalkuaispitoisuus vaihteli välillä 13,7–15,6 %.

#### 4 PÄÄTELMÄT

Lannoituksen lisääminen tai nurmen myöhäinen korjuu lisäsivät selvästi nurmisadon määrää ja sa-

don rahallista arvoa, vaikka rehusadon hinnoittelussa otettiin huomioon voimakkaammin lannoitetun tai myöhään korjatun rehun heikompi tuotanto-vaikutus. Nurmen lannoituksen lisääminen tai rehun myöhäinen korjuu ei olisi ollut taloudellisesti kannattavaa, jos arvio olisi tehty ainoastaan ruokintakokeen tulosten perusteella. Säilörehuruokintaan sisältyy kustannuksena kuitenkin myös rehun viljely.

Säilörehuruokinnan täydentäminen väkirehulla oli sonnien kasvunopeuden lisääntymisen ja erityisesti väkirehun edullisen hinnan takia taloudellisesti kannattavaa. Tuotannon parempi kannattavuus näkyi mm. siten, että säilörehun jalostusarvo parani, kun väkirehuruokintaa lisättiin. Kokeen korkeampi, käytännön ruokintoja vastaava väkirehunannostelu, lisäsi kuitenkin sonnien ruhojen rasvoittumista. Väki-rehun koostumuksen monipuolistaminen olisi saattanut vähentää rasvoittumista, mutta olisi samalla kohottanut huomattavasti myös väkirehun hintaa.

Typpilannoituksen vähentäminen tai nurmen myöhäisempi korjuu paransivat molemmat lannoitetypen hyväksikäyttöä. Myöhäinen korjuu oli nurmiviljelyn talouden kannalta parempi vaihtoehto, koska se lisäsi samalla myös nurmisadon määrää. Koska sonnien kasvuun pidättyi parhaimillaankin vain vajaa viidennes rehutypestä, rehutypen lopulliseen hyväksikäytön tilatasolla ratkaisee ulosteissa poistuvan typen jatkokäyttö.

## KIRJALLISUUS

- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal, Slough. 350 p.
- ARONEN, I., TOIVONEN, V., KETOJA, E. & ÖFVERSTEN, J. 1992. Beef production influenced by stage of maturity of grass for silage and level and type of supplementary concentrates. *J. Agric. Sci. Finl.* 1: 441-460.
- BERINGER, H. 1989. Fertilizers and grass quality. Paper read before The Fertilizer Society, December 1989. London.
- BONIN, S.G & TOMLIN, D.C. 1968. Effects of nitrogen on herbage yields of timothy harvested at various development stages. *Can. J. Plant Sci.* 48: 501-509.
- ETTALA, E., TAKALA, M. & LAMPILA, M. 1974. Typpilannoitustasot lypsylehmien säilörehuruokinnassa. *Kehittyvä Maatalous* 18: 51-59.
- HELLÄMÄKI, M. 1985. Prediction of silage digestibility by NIR in Finland. C. E. C. seminar on forage digestibility by NIRS, 3-4 December 1985, Brussels. 8p.
- 1992. Estimation of the nutritive value of silage using NIR digestibility. In: Murrayl, I. & Cowe, I.A. (eds.) Making light work; Advances in Near Infrared Spectroscopy. p. 264-268.
- & MOISIO, T. 1983. Prediction of protein and fiber contents in silage by near infrared reflectance analysis. *Milchwissenschaft* 38: 14-15.
- HUOKUNA, E. 1970. Heinäsäilörehun raaka-aineen laadunvaihtelu. *Pellervo* 71: 200-202.
- & HAKKOLA, H. 1984. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. *Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote* 8/84. 54 p.
- JÖNSSON, N. 1987. Försök i slättervall. *Literaturöversikt och sammanfattning av 25 års försöksverksamhet i södra och mellersta Sverige. Grovfoder, Rapport Nr 2/1987. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.* p. 3-26.
- KEULEN, J. VAN & YOUNG, B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282-287.
- LANDSTRÖM, S. 1992. Growth analysis of timothy, meadow fescue and red clover mixture in northern Sweden. SLU Dept. of Crop Production. Report 17. Uppsala 1992. p.
- Lihateollisuuden tutkimuskeskus 1991. Ruhojen laatu- luokitusohjeet. Hämeenlinna. 8 p.
- LUOSTARINEN, H. 1974. Koetuloksia säilörehunurmien typpilannoituksesta saraturvesoilla. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 46: 220-231.
- MARTINSSON, K. 1990. The effects of forage digestibility and concentrate supplementation on performance of finishing bulls. *Swedish J. Agric. Res.* 20: 161-167.
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. & SALMINEN, K. 1988. AIV-rehun uusittu laadunarvostelu. Valion tutkimus- ja tuotekehittelyosasto. Helsinki.
- & HEIKONEN, M. 1989. A titration method for silage assesment. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 22: 341-353.
- OLDHAM, J. D. 1984. Protein-energy relationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67: 1090.
- PUOTIAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. *Kehittyvä Maatalous* 3: 15-28.
- & RINNE, K. 1976. Typpilannoituksen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. *Kehittyvä Maatalous* 29: 14-21.
- REID, E. 1966. The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates. *Proceeding of the 10th International Grassland Congress, Helsinki, Finland.* p. 209-213.
- RINNE, K. 1977. Korjuuasteen vaikutus nurmen satoon ja sadon laatuun. *Koetoim. ja käyt.* 12.7.1977.
- ROHR, K. & LEBZIEN, P. 1991. Present knowledge of amino acid requirement for maintenance and production. *Proceeding of the 6th International Symposium of Protein Metabolism and Nutrition. Herning, Denmark.* p. 127-137.
- SAS Institute 1990. *STAT User's Guide. Version 6, 4th Edition Volume 2.* Cary, NC, USA.
- SEPPÄNEN, H. 1994. Nurmirehun käytön taloudelliset perusteet. *Tieto tuottamaan no 69. Maaseutukeskusten liitto.* Helsinki 1994. p. 4-7.
- STEEN, E. 1968. Inverkan av kvävegödsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betestadiet. *Lantbrukshögskolans Meddelande. A 92:* 1-27.
- STEEN, R. W. 1984. A comparison of two-cut and three-cut systems of silage making for beef cattle using two cultivars of perennial ryegrass. *Anim. Prod.* 38: 171-179.
- SUOMI, K., HAKKOLA, H. & KOSSILA, V. 1977. Säilörehun korjuuasteen vaikutus naudanlihantuotantoon. *Pohjois-Pohjanmaan koeaseman tiedote N:o 1.*
- SYRJÄLÄ, L. & OJALA, R. 1978. Kevät- ja syysadosta eri kehitysasteilla valmistetun timoteisäilörehun ravintoarvo. *Kehittyvä Maatalous* 39: 27-35.
- TAMMINGA, S. 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* 75: 345-357.

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

### 1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., ÄHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyYTEEN ja kestävyYTEEN nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvialustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloja Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuoreherukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hieho kasvatuskokeiden tuloksia.**  
SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyschiehot. P. 4–23.  
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HÄKKÖLÄ, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSLÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu–vilja- ja heinä–vilja–urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausi. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. ( *Summary: The significance of culinary herbs to bees.* ) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. ( *Summary; Sammanfattning.* ) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. ( *English summary.* ) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profitability.* 52 p. + 3 liitettä.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7–43.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. ( *Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.* ) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.  
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. ( *Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.* ) p. 7–23.  
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. ( *Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.* ) p. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. ( *Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.* ) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. ( *Summary: Management of alfalfa.* ) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.



17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristösuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

## 1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.

10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.
11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuhtoutumat karjatiljoilla. (*Summary: Leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.
16. KEMPPAINEN, E. Naudan lietelannan ja ketun lannan ravinteiden huuhtoutuminen lysimetrikokeessa. (*Summary: Leaching of nutrients from cow slurry and fox manure in a lysimeter trial.*) 46 p. + 2 liitettä.
17. ALAKUKKU, L. & ELONEN, P. Syksyn kuljetusajon aiheuttama savimaan tiivistyminen. (*Summary: Compaction of a heavy clay soil by transport traffic in autumn.*) 30 p. + 13 liitettä.
18. KOIKKALAINEN, K. Luonnonmukaisen viljelyn talousseuranta. (*Summary: Economic follow-up of ecological farming.*) 23 p.
19. NISSINEN, O. & HAKKOLA, H. Korjuutavan ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyyn Pohjois-Suomessa. (*Summary: The effect of the harvesting method and plant species on the grassland productivity in North Finland.*) 48 p.

## 1995

1. LEPPÄNEN, A. & ESALA, M. Keväisen mineraalityypianalyysin käyttö lannoitustarpeen enustamisessa. Esitutkimus. (*Summary: Analysis of mineral nitrogen in soil in spring for assessing nitrogen fertilizer requirement in Finland. A preliminary study.*) 29 p. + 1 liite.
2. JÄRVI, A., KANGAS, A., MUSTONEN, L., SALO, Y., TALVITIE, H., VUORINEN, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1987–1994. 126 p.
3. AULA, S. & TALVITIE, H. Ruis- ja kevätvehnälaajikkeiden soveltuvuus luonnonmukaiseen viljelyyn. (*Summary: The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation.*) 46 p. + 6 liitettä.

4. **Lammas ja laidun.** (*Summary: Sheep production on pasture.*) (*Sammandrag: Får på betet.*) 60 p.  
SAIRANEN, S. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Laidun lampaiden ruokinnassa. Kirjallisuuskat-  
saus. (*Sheep grazing. Literature review.*) p. 8–40.  
SORMUNEN-CRISTIAN, R., SAIRANEN, S. & PAASIKALLIO, A. Lampaiden ruokintatutkimuk-  
set laitumella. (*Grazing experiments with sheep.*) p. 41–60.
5. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maiseman- ja ympäristönhoito osana maaseudun kehittämistä. Delfoi-tutkimuksen tulokset. (*Abstract: Landscape and environmental management as a part of the rural development. Results of the Delphoi study.*) 33 p. + 2 liitettä
6. JUHANOJA, S. & HEIKKILÄ, M. Hallitusti liukenevan lannoitteen käyttö alppiruusujen taimikasvatuksessa. (*Summary: Effect of three modifications of controlled-release fertilizer (Osmocote) on the growth and flowering of micropropagated plantlets of rhododendrons.*) 22 p. + 4 liitettä.
7. HUOKUNA, E., DALMAN, P., NYKÄNEN-KURKI, P., GALAMBOSI, B., HÄKKINEN, S. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Etelä-Savon tutkimusasema 75 vuotta. Tutkimusta ja koetoimintaa viljelijän hyväksi vuodesta 1919. 69 p.
8. **Kasvunsäätöiden käyttökelpoisuus rukiilla.** (*Summary: The effect of plant growth regulators on rye.*) 31 p.  
ERVIÖ, L-R., VANHALA, P., KONTTURI, M. & KANGAS, A. Kasvunsäätöiden käyttökelpoisuus rukiilla. (*Summary: The effect of plant growth regulators on rye.*) p. 1–19.  
JUNNILA, S. Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätöinä. (*Summary: Moddus 250 EC as a plant growth regulator in rye.*) p. 21–27.  
Viljojen kasvunsäätöitä käsittelevää kirjallisuutta. (*Litterature concerning plant growth regulators in cereals.*)
9. ERVIÖ, R. Sokerijuurikas raskasmetalleilla saastuneen maan puhdistajana. Kirjallisuuskat-  
saus. (*Summary: Sugar beet as a cleaner of contaminated arable soil. A literature survey.*)  
14 p
10. KEMPPAINEN, R. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina. (*Summary: Biotite and rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys.*) 21 p.
11. **Viljelymaan humuspitoisuuden muuttuminen ja siihen vaikuttaminen.** (*Summary: Change in and ways of affecting the humus content of arable land.*) 18 p. + liite.  
ERVIÖ, R. Viljelymaan humuspitoisuuden muuttuminen ja siihen vaikuttaminen. (*Summary: Change in and ways of affecting the humus content of arable land.*) p. 1–12.  
ERVIÖ, R. ja TALVITIE, H. Viljelymaan humuspitoisuuteen ja fysikaaliseen rakenteeseen vaikuttaminen viljelyn keinoin. (*Summary: Affecting the humus content and physical structure of arable land by cultivation.*) p. 13–18 + liite.

**12. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon.**

*(Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production).*

RINNE, M. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Yhteenveto. *(Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production. Summary).* p. 7–12.

RINNE, M., JAAKKOLA, S., VANHATALO, A. HUHTANEN, P. ja TOIVONEN, V. Rehunurmen typpilannoituksen ja kasvuasteen vaikutukset säilörehun sulatukseen naudalla.

*(Summary: Impact of nitrogen fertilization and growth stage of sward on silage digestion in cattle).* p. 13–32.

ARONEN, I. ja TOIVONEN, V. Säilörehun korjuuasteen ja väkirehutäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla. *(Summary: Effects of state of maturity of silage and feed concentrate supplementation on production rate in cattle).* p. 33–45.

ARONEN, I., TOIVONEN, V. ja JOKI-TOKOLA, E. Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuu-ajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla A. Jokioisten kenttätukimus. *(Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle).* p. 47–58.

JOKI-TOKOLA, E., ARONEN, I. ja VEKKAOJA, H. Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuu-ajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla B. Ruukin kenttätukimus. *(Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle B. Ruukki field trial).* p. 59–70.

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 41881, telekopio (916) 4188 339

**HINTA: 50 mk (+ alv.)**