



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 3/85

ELSI ETTALA

Pohjois-Savon tutkimusasema

**Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen
lypsykarjakokeissa 1970-luvulla**

**JOKIOINEN 1985
ISSN 0359-7652**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 3/85

ELSI ETTALA

Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen
lypsykarjakoikeissa 1970-luvulla

Pohjois-Savon tutkimusasema

71750 MAANINKA

(971) 511 162

SÄILÖREHU MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN LYPSEKARJAKOKEISSA 1970-LUVULLA

Kotoinen valkuaisuotanto nautakarjalle tuli tärkeäksi tutkimuskohteeksi, kun alkoi ilmetä tuotteiden ylituotantoa ja sen vuoksi ruvettiin rajoittamaan ulkolaisten valkuaisväkirehujen tuontia. Omavarainen ruokinta on tärkeä myös kriisiaikojen varalle. Pääosa kotoisesta valkuaisesta piti saada sellaisesta rehusta, joka menestyisi koko maassa. Tutkimuskohteeksi valittiin runsaasti typpilannoitettu nurmi ja siitä tehty säilörehu.

Laajat lypsykarjan säilörehukokeet aloitettiin 1960-70 -lukujen vaihteessa SITRAn rahoituksella. Aloitteen typpirikkaan nurmen viljelystä teki MTTK:n kasvinviljelyosaston johtaja, professori August Jäntti ja ruokintakokeiden aihearjan suunnitteli kotieläinhuolto-osaston johtaja, professori Martti Lampila.

1960-70 -luvun vaihe oli sikäli kiitollinen säilörehututkimuksen uudelleen alkamisen ajankohta, että oli edistytty rehun teknillisessä korjuussa, saatu kelasilppuri ja hapotinlaite sekä siirrytty uusiin säilöntäaineisiin. Kaiken pohjana oli luonnollisesti professori A. I. Virtasen säilöntäideologia, pH:n lasku ja rehumassan saaminen mahdollisimman ilmattomaan tilaan.

Tutkimussarja oli monipuolinen, koska lehmän valkuaisen saanti säilörehusta riippuu paitsi rehun valkuaispitoisuudesta, siis nurmen typpilannoituksesta ja korjuuasteesta myös rehun laadusta ja syönnin määrästä. Kyseisiä lypsykarjakokeita tehtiin MTTK:n kotieläinhuolto-osastolla Tikkurilassa ja Jokioissa sekä Pohjois-Savon, Hämeen ja Etelä-Savon tutkimusasemilla. Säilörehututkimuksia on samanaikaisesti tehty monissa muissakin laitoksissa ja koe-paikoissa ja niitä jatketaan edelleen.

Tähän tiedotteeseen on kuitenkin koottu vain MTTK:n 1970 -luvun lypsykarjakokeiden ja niitä sivuavien sulavuuskokeiden tulosjulkaisuja. Tutkimuksiin osallistuneet tutkijat ilmenevät julkaisuista.

Maaningalla 3. päivänä joulukuuta 1984

Elsi Ettala
Elsi Ettala

NURMEN TYPPILANNOITUKSEN JA KORJUUASTEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUUN

EITÄLA,E., TAKALA,M. & LAMPILA,M. 1974. Typpilannoitustasot lypsy- lehmien säilörehuruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 18: 51-59....	1
EITÄLA,E., LAMPILA,M., HUIDA,L., HUOKUNA,E. & POHJANHEIMO,O. 1971. Valkuaisrikkaiden nurmisäilörehujen laatu ja koostumus. Kehit- tyvä Maatalous 3: 3-14.	9
EITÄLA,E., RISSANEN,H. & LAMPILA,M. 1978. Säilörehun korjuuasteen vaikutus lehmien tuotantoon. Kehittyvä Maatalous 38: 17-33. ...	19
POUTIAINEN,E. & RINNE,K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. Kehittyvä Maatalous 3: 15-28.	34

SÄILÖNTÄÄTINEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUUN

EITÄLA,E., POHJANHEIMO,O., HUIDA,L. & LAMPILA,M. 1975. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä. I. Säilöntä- tulokset. II. Säilörehujen ruokinnallinen laatu. Kotieläinhei- don tutkimuslaitoksen tiedote 1. 50 p.	47
EITÄLA,E., POHJANHEIMO,O. & LAMPILA,M. 1972. Eri säilöntäasteilla valmistetut säilörehut lypsykarjan ruokinnassa. Kehittyvä Maa- talous 7: 3-15.	97
RISSANEN,H., EITÄLA,E. & LAMPILA,M. 1977. Eri menetelmillä valmis- tetut säilörehut nautakarjan ruokinnassa. I. Koiranheinävaltai- sesta nurmesta valmistetut säilörehut.	108
RISSANEN,H., POHJANHEIMO,O., VIRTANEN,E., EITÄLA,E. & LAMPILA,M. II. Raiheinästä ja monivuotisesta seosnurmesta valmistetut säi- lörehut. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote 8.	126
EITÄLA,E. & VIRTANEN,E. 1978. Muurahaihapon ja Viherhapon annos- tuksen vaikutus säilörehun arvoon. Kehittyvä Maatalous 38: 34-48.	148

VÄKIREHU LEHMIEN SÄILÖREHUVALTAISESSA RUOKINNASSA

EITÄLA,E., LAMPILA,M. & RISSANEN,H. 1976. Väkirehutason vaikutus lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. Kotieläinhoidon tutki- muslaitoksen tiedote 6: 26-44.	160
EITÄLA,E. 1977. Viljan käyttö säilörehuruokinnassa. Koetoim. ja Käyt. 29.11.1977.	179
RISSANEN,H. & EITÄLA,E. 1978. Valkuaisväkirehujen merkitys korkea- tuottoisten lehmien ruokinnassa. Koetoim. ja Käyt. 31.10.1978.	181
EITÄLA,E. 1979. "Sokerirehujen" käyttö lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. Koetoim. ja Käyt. 22.5.1979.	185

SÄILÖREHUIEN KIVENNÄISPITOISUUKSISTA

EITÄLA,E. & KOSSILA,V. 1980. Runsaasti typpilannoitetun ruohon ja siitä valmistettujen tuoresäilörehujen kivennäispitoisuuksista. Kehittyvä Maatalous 45: 3-17.	188
--	-----

SÄILÖNTÄTAPPIOT

- ETTALA, E., NENONEN, E. & LAMPILA, M. 1972. Nurmisäilörehujen säilöntätappioista. Kehittyvä Maatalous 7: 16-28. 201
- ETTALA, E. & KOSSILA, V. 1980. Orgaanisten aineiden, kivinäisten ja nitraattityypen hävikit valmistettaessa ruhosta tuoresäilörehuja. Kehittyvä Maatalous 45: 18-31. 213
- ETTALA, E. 1979. Säilöntätappiot tuoresäilörehuja valmistettaessa. Koetoim. ja Käyt. 27.11.1979 226

ESIKUIVATUN JA TUOREEN SÄILÖREHUN VERTAILU

- RISSANEN, H., KOSSILA, V., LAMPILA, M. & KIVINIEMI, J. 1980. Ruohon esikuivatuksen, korjuukoneen ja säilöntätyyppin vaikutus säilörehun koostumukseen, laatuun ja ruokinta-arvoon. I. Kehittyvä Maatalous 47: 3-11. 229
- RISSANEN, H., LAMPILA, M., PIIROINEN, E. & KIVINIEMI, J. 1980. Ruohon esikuivatuksen, korjuukoneen ja säilöntätyyppin vaikutus säilörehun koostumukseen, laatuun ja ruokinta-arvoon. II. Kehittyvä Maatalous 47: 12-18. 236
- ETTALA, E., VIRTANEN, E. & KIVINIEMI, J. 1980. Esikuivattu ja tuore säilörehu lypsykarjan ruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 47: 28-48. 241
- ETTALA, E. 1980. Esiuivattu ja tuore säilörehu lypsykarjan ruokinnassa. Koetoim. ja Käyt. 29.4.1980. 258
- VIRTANEN, E. 1980. Tuore kelasilputtu ja tuore tarkkuussilputtu säilörehu lypsykarjan ruokinnassa. Koetoim. ja Käyt. 29.4.1980 261
- VIRTANEN, E. & ETTALA, E. 1979. Esikuivatun säilörehun säilyvyys. Koetoim. ja Käyt. 6.11.1979. 264

SÄILÖREHUN SYÖNTIIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

- ETTALA, E. & LAMPILA, M. 1976. Lehmien säilörehun syöntiin vaikuttavista tekijöistä tiivistelmä ja tulosten tarkasteluosa. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote 6: 1, 14-20. 267

TYPPILANNOITUSTASOT LYPSYLEHMIEN SÄILÖREHURUOKINNASSA

Elsi Ettala, Mauri Takala ja Martti Lampila

TIIVISTELMÄ

Säilörehunurmille on käytetty 100, 200 ja 300 kg puhdasta typpeä hehtaarille kesässä. Typen lisääminen 100 kg:lla on kohottanut säilörehujen kuiva-aineen raakavalkuaisen ja sulavan raakavalkuaisen pitoisuutta noin 2-3 %-yksiköllä sekä nitraattityppipitoisuutta 0,03-0,04 %-yksiköllä. Kaikilla typpitasoilla tuotetut säilörehut ovat olleet hyvälaatuisia. Vaikka typpilannoituksen lisääminen on kohottanut merkittävästi rehujen ammoniumtyppipitoisuutta ja josain määrin myös liukenevan typen määrää, pH-arvoa ja etikkahappopitoisuutta, ovat kohonneetkin määrät olleet pieniä. Voihappoa rehuissa on ollut erittäin vähän.

Lehmät ovat syöneet kaikilla lannoitustasoilla tuotettuja säilörehuja runsaasti (keskimäärin 9,0-10,1 kg ka/lehmä/pv), eniten 100 kg:n typpimäärällä tuotettua. Säilörehujen sisältämä nitraatti ei ole aiheuttanut lehmille terveydellisiä häiriöitä. Lehmien keskimääräiset päivätuotokset ovat olleet 13,8-14,6 kg 4-%:sta maitoa. Eri typpimäärillä tuotetut säilörehut eivät ole aiheuttaneet merkittäviä eroja maidon määrässä, koostumuksessa eikä lehmien elopainojen muutoksissa. Lehmien keskimääräinen valkuaisen saanti on ylittänyt tarpeen 100-582 g/lehmä/pv. Runsaammilla (200 ja 300 kg N) typpimäärillä lannoitettaessa on säilörehun valkuainen riittänyt 20-30 maitokilon tuottamiseen.

JOHDANTO

Nautakarjatalouden valkuaisomavaraisuuteen pyrittäessä on päähuomio meillä kiinnitetty runsaalla typpilannoituksella tuotettuihin nurmisatoihiin. Tällaisesta nurmirehusta valmistetun säilörehun käyttöarvoa on selvitetty nyt esitettävässä tutkimuksessa.

Tutkittaviksi typpilannoitustasoiksi on otettu 100, 200 ja 300 kg puhdasta typpeä hehtaarille kesässä kolme kertaa satoa korjattaessa (oulunsalpietariksi laskettuna 133, 267 ja 400 kg/ha/sato). Ylärajaksi otettiin 300 kg sen tähden, että sekä kotimaisissa (HUOKUNA 1970, JÄNITI 1968) että ulkomaisissa (REID 1966, STEEN 1968) tutkimuksissa se on todettu kuiva-ainesadon suhteen kannattavan typpilannoituksen ylärajaksi. Nurmen tuoton kannalta pieni 100 kg:n typpimäärä on puolestaan valittu sen vuoksi, että typpierojen vaikutus säilönnässä ja ruokinnassa tulisi kyllin selvästi esille. Kokeet järjestettiin vuosina 1970-72 Hämeen koeasemalla ja v. 1972 Jokioisten kartanoiden Lintupajun tilalla. Edellisessä verrattiin 200 ja 300 kg:n typpimääriä, jälkimmäisessä kaikkia kolmea lannoitustasoa. Hämeen

koeasemalla oli koiranheinävaltainen, Jokioisissa useista kasvilajeista koostunut sekanurmi. Säilöntä suoritettiin AIV 2-liuoksella (4-5,5 l/tn).

Kokeissa selvitettiin seuraavia kysymyksiä:

- 1) miten lisääntyvä typpilannoitus vaikuttaa säilörehun koostumukseen ja laatuun
- 2) kuinka lehmät reagoivat eri typpimäärillä tuotettuun säilörehuun
- 3) voidaanko lehmien valkuaisstarve tyydyttää runsaan typpilannoituksen saaneella säilörehulla.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Säilörehujen koostumus

Typpilannoituksen lisääminen kohotti merkitsevästi säilörehujen valkuaispitoisuutta (taulukko 1). Nousu oli 100 lisättyä typpikiloa kohden 2-3 %-yksikköä kuiva-aineessa. Samalla säilörehujen nitraattityppipitoisuus kohosi 0,03-0,04 %-yksikköä kuiva-aineessa. Kuiva-aineen keskimääräiset nitraattityppipitoisuudet ($\text{NO}_3\text{-N}$) vaihtelivat 0,03-0,11 %, mitkä määrät vastaavat noin 0,14-0,50 %:n nitraattimääriä (NO_3).

Säilörehujen sokeripitoisuus oli selvästi alhaisempi 300 kg:n typpimäärää käytettäessä kuin alemmilla lannoitustasoilla. Kuiva-aine ja raakakuitupitoisuuksissa ei ilmennyt merkitseviä eroja.

Taulukko 1. Säilörehujen koostumusta kuvaavia lukuaroja.

Kokeet ja koerehut	Näyt-teitä	Ka-%	% kuiva-aineessa			
			r. valk.	r. kuitua	sokeria	$\text{NO}_3\text{-N}$
<u>Pälkäne 1970—72</u>						
200 N	17	20.8	19.6 ^e	27.5	9.9 ^e	0.07 ^a
300 N	17	20.6	21.8 ^f	27.8	6.1 ^f	0.11 ^b
<u>Jokioinen 1972</u>						
100 N	9	26.1	14.6 ^c	27.6	6.3	0.03 ^{ae}
200 N	9	24.9	17.3 ^d	28.4	6.7	0.06 ^{bc}
300 N	9	24.7	19.0 ^d	28.3	3.8	0.10 ^{df}

a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$, e-f: $P < 0.001$

Säilörehujen laatu

Kaikki säilörehut olivat hyvälaatuisia (taulukko 2). Vaikka typpilannoituksen lisääntyessä säilörehujen ammoniakkipitoisuus merkitsevästi kohosi, oli määrä enitenkin tyypeä saaneissa säilörehuissa ainoastaan 3,3-4,5 % kokonais-typen määrästä. Typpilannoituksen lisäys vaikutti jonkin verran myös säilö-

rehujen liukenevan typen määrään, pH-arvoon ja etikkahappopitoisuuteen. Voihappoa rehuissa ilmeni vain muutaman kerran ja silloinkin pieniä määriä.

Taulukko 2. Säilörehujen laatua kuvaavia lukuarvoja.

Kokeet ja koerehut	pH	% kuiva-ainessa			voih.	% kok. tpestä	
		maitoh.	etikkah.	prop.h.		NH ₃ -N	liuk. N
<u>Pälkäne</u>							
1970—72							
200 N	4.3 ^a	2.9	0.89 ^c	0.27	—	2.3 ^a	43.2 ^a
300 N	4.4 ^b	3.7	1.83 ^d	0.28	0.001	3.3 ^b	46.0 ^b
<u>Jokioinen 1972</u>							
100 N	4.1	4.5	1.07	0.25	0.07	3.2 ^c	47.1
200 N	4.2	3.7	0.90	0.33	0.09	3.6 ^{cd}	52.4
300 N	4.1	5.3	1.20	0.25	—	4.5 ^d	52.3

a-b: P < 0.05, c-d: P < 0.01

WIERINGA (1966) on esittänyt, että ruohon sisältämä nitraatti voi nitriitiksi muuttuessaan ehkäistä säilörehujen voihappokäymistä. Hänen tutkimuksissaan on säilörehujen voihappopitoisuus ollut pienimmillään silloin, kun ruohon nitraattipitoisuus (NO₃) on ollut 0,1-0,2 % (noin 0,6-1,0 % NO₃/ka eli 0,13-0,22 % NO₃-N/ka). Toisaalta hän esittää, että ruohon runsas nitraattipitoisuus voi säilönnän myöhäisemmässä vaiheessa luoda voihappokäymiselle suotuisatkin olosuhteet, kun nitriittivaiheen mentyä ohi ammoniakkipitoisuus kasvaa ja pH-arvo kohoaa. Kotimaassa ovat HEIKONEN ym. (1973) todenneet, että säilörehuissa ei ole ilmennyt voihappoa, olipa rehujen pH-arvo tai säilöntäaine mikä tahansa, jos säilörehun puristemehun nitraattipitoisuus on ylittänyt 0,07 %:n rajan.

On vaikea tietää, missä määrin nitraatit ovat vaikuttaneet tässä esitettyjen säilörehujen laatuun. Kuitenkin näyttää siltä, että hyvä säilöntätulos on pääasiassa ollut säilöntäaineen eikä nitraatin ansiota, koska laatu on ollut hyvä myös alinta typpimäärää käytettäessä ja koska ylemmillä tasoilla ei säilönnän myöhäisemmissä vaiheissa ole ilmennyt voihappoa. Säilöntäaika on ollut kyllin pitkä nitraattireduktion kaikkien vaiheiden läpikäymiseen, sillä Pälkäneen kokeissa (v. 1971-72) säilörehujen syöttö kesti seuraavaan satoon asti, siis koko vuoden.

Taulukko 3. Säilörehujen keskimääräinen rehuarvo

Kokeet ja koerehut	Näyt-teitä	Täyttä-vyys	Korvaus-luku	srv		
				ry:ssä g	ka:ssa %	tuoreessa %
<u>Pälkäne 1970—72</u>						
200 N	17	1.40	6.8	198 ^f	14.1 ^f	2.9 ^f
300 N	17	1.41	6.9	229 ^g	16.3 ^g	3.4 ^g
<u>Jokioinen 1972</u>						
100 N	9	1.39 ^a	5.4	132 ^{cf}	9.5 ^{cf}	2.5 ^{ac}
200 N	9	1.35 ^{bc}	5.5	168 ^d	12.4 ^d	3.1 ^b
300 N	9	1.40 ^{ad}	5.7	192 ^{eg}	13.7 ^{dg}	3.4 ^{bd}

a-b: $P < 0.05$, c-e: $P < 0.01$, f-g: $P < 0.001$

Säilörehujen rehuarvo

Kaikki tutkittavat säilörehut olivat verrattain täytettäviä (1,35–1,41 kg/ry) (taulukko 3). Pälkäneen koerehuissa keskimääräistä täyttävyyttä lisäsi ensimmäisen vuoden pitkälle kehitysasteelle ennättänyt koiranheinäkasvusto. Jokioisten rehujen kuitupitoisuutta puolestaan kohotti varhain tähkälle tullut niittynurmikka, jota nurmessa oli 17–35 %. Jokioisten koerehuissa oli 200 kg:n typpimäärällä tuotettu säilörehu merkitsevästi väkevämpää kuin muut rehut.

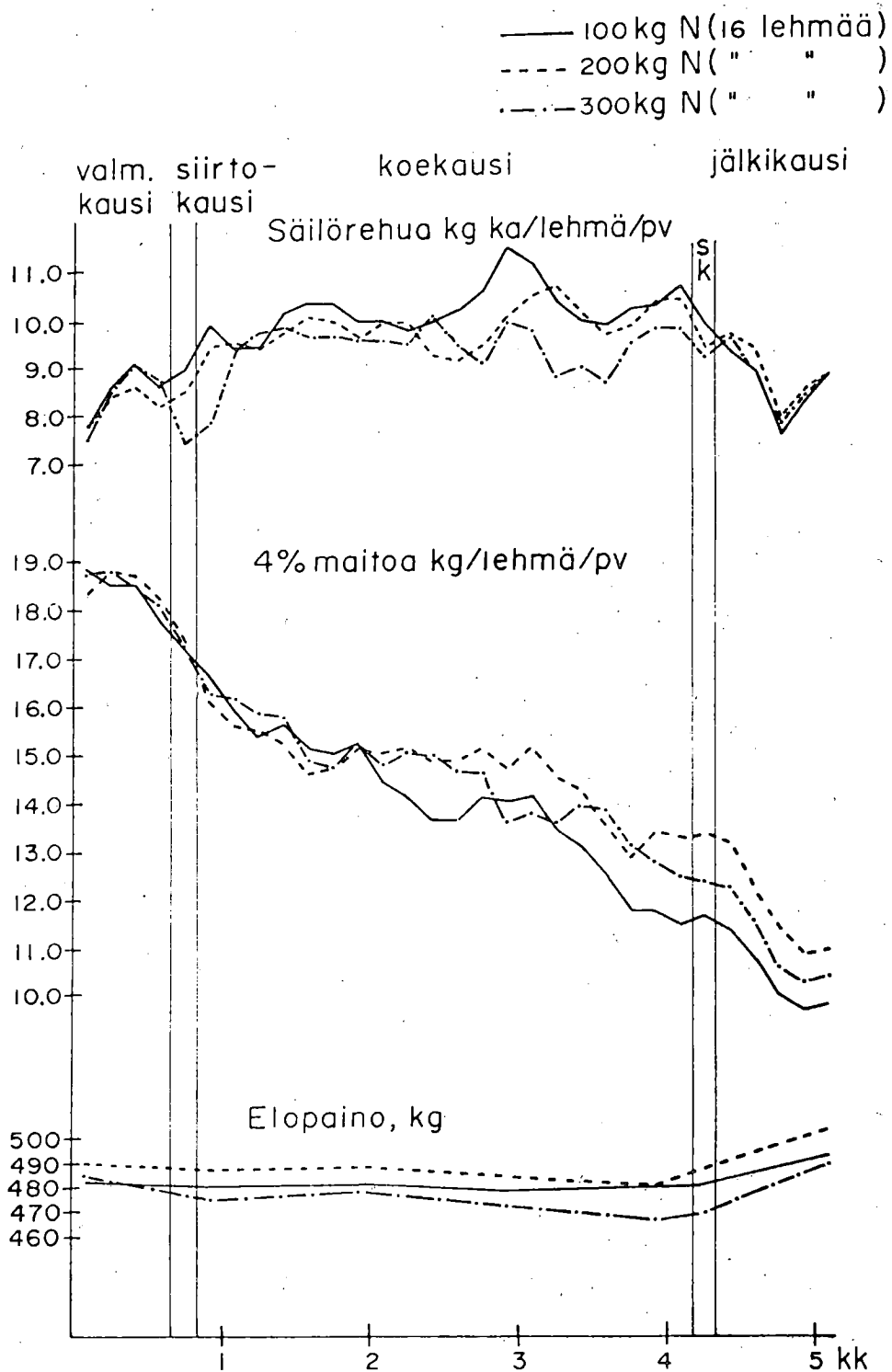
Säilörehujen srv-pitoisuuksien erot olivat likimain yhtä suuria kuin rv-pitoisuuksienkin (vrt. taulukot 1 ja 3), koska sulavuuserot olivat vähäisiä. Sulavuuskokeet suoritettiin pässeillä. Pälkäneen koerehun rehuyksikköä kohti lasketut srv-määrät ovat olleet poikkeuksellisen suuret. Tämä johtuu, paitsi rehujen korkeista valkuaispitoisuuksista, myös suhteellisen suuresta täyttävyydestä.

Lehmien säilörehun syönti

Koelehmät olivat noin 480–490 kg painavia ayrshire-eläimiä (taulukko 4). Niiden ruokinta koostui vapaan säilörehuruokinnan ohella pienestä heinä-määrästä (2 kg/eläin/pv) ja tuotoksen mukaisesta ohra-annoksesta (5 tai 10 maitokiloa ylittävän tuotoksen vaatimasta ry-tarpeesta 2/3 tai 3/3).

Lehmät söivät kaikkia säilörehuja runsaasti (keskimäärin 9,0–10,1 kg ka/lehmä/pv), eniten kuitenkin 100 kg:n typpitasolla tuotettua (taulukko 4, kuva 1). Kuvasta 1 voi todeta, että siirryttäessä jälkikaudella saman säilörehun syöttöön lehmien säilörehun syönti palautui yhteiselle valmistuskau-den tasolle, joten koekaudella ilmenneet erot ovat johtuneet erilaisesta säilörehusta.

Vaikka lehmät ovat syöneet säilörehua lähes 40-50 kg:n päiväannoksia, ei rehujen sisältämä nitraatti ole aiheuttanut terveydellisiä häiriöitä. Nitraatin myrkyllisyysrajoista on kirjallisuudessa vaihtelevia tietoja. AP GRIFFITH (1960) pitää vaarallisuusrajana 0,22 %:n nitraattityypipitoisuutta (NO₃-N) ruohon kuiva-aineessa, mikä määrä on kaksi kertaa suurempi kuin tässä esitetyissä säilörehuissa.



Kuva 1. Lehmien säilörehun syönti, maitotuotos ja elopainot syötettäessä eri tyypilannoitustasoilla tuotettuja säilörehuja (Jokioinen 1972).

Taulukko 4. Lehmien keskimääräinen syönti ja ravintotasapaino päivässä.

Kokeet ja koeryhmät	Elo-paino kg	Syönti				Saanti			Saanti-tarve	
		Säilörehu kg	kg	Ohra kg	Heinä kg	ka kg	ry	srv g	ry	srv g
<u>Pä 1970—72</u>										
200 N	490	47.8	9.9	1.5	1.8	12.6	9.2	1579 ^c	-0.2	+ 423 ^c
300 N	491	48.0	9.8	1.7	1.8	12.6	9.2	1783 ^d	-0.4	+ 582 ^d
<u>Jo 1972</u>										
100 N	480	38.6	10.1 ^c	2.1	1.7 ^{ac}	13.4 ^a	10.3	1261 ^c	+ 0.9	+ 100 ^c
200 N	485	38.4	9.5 ^{cd}	2.4	1.9 ^b	13.1 ^{ab}	10.4	1501 ^d	+ 0.7	+ 298 ^d
300 N	473	36.3	9.0 ^d	2.4	1.9 ^{bd}	12.6 ^b	9.7	1538 ^d	+ 0.2	+ 351 ^d

a-b: P < 0.05, c-d: P < 0.01

Van BURGIN (1966) tutkimusten mukaan eläinten veren methemglobiini alkaa nousta, jos ne saavat 100 mg nitraattityyppiä elopainokiloa kohti (n. 50 g/500 kg painavalle). Määrä on viisinkertainen siihen nähden, mitä tässä esitetyt lehmät ovat saaneet syödessään 50 kg päivässä korkeimmalla lannoitus-tasolla tuotettua säilörehua. Näin ollen on ymmärrettävää, ettei kokeissa ole ilmennyt nitraatin haittavaikutuksia.

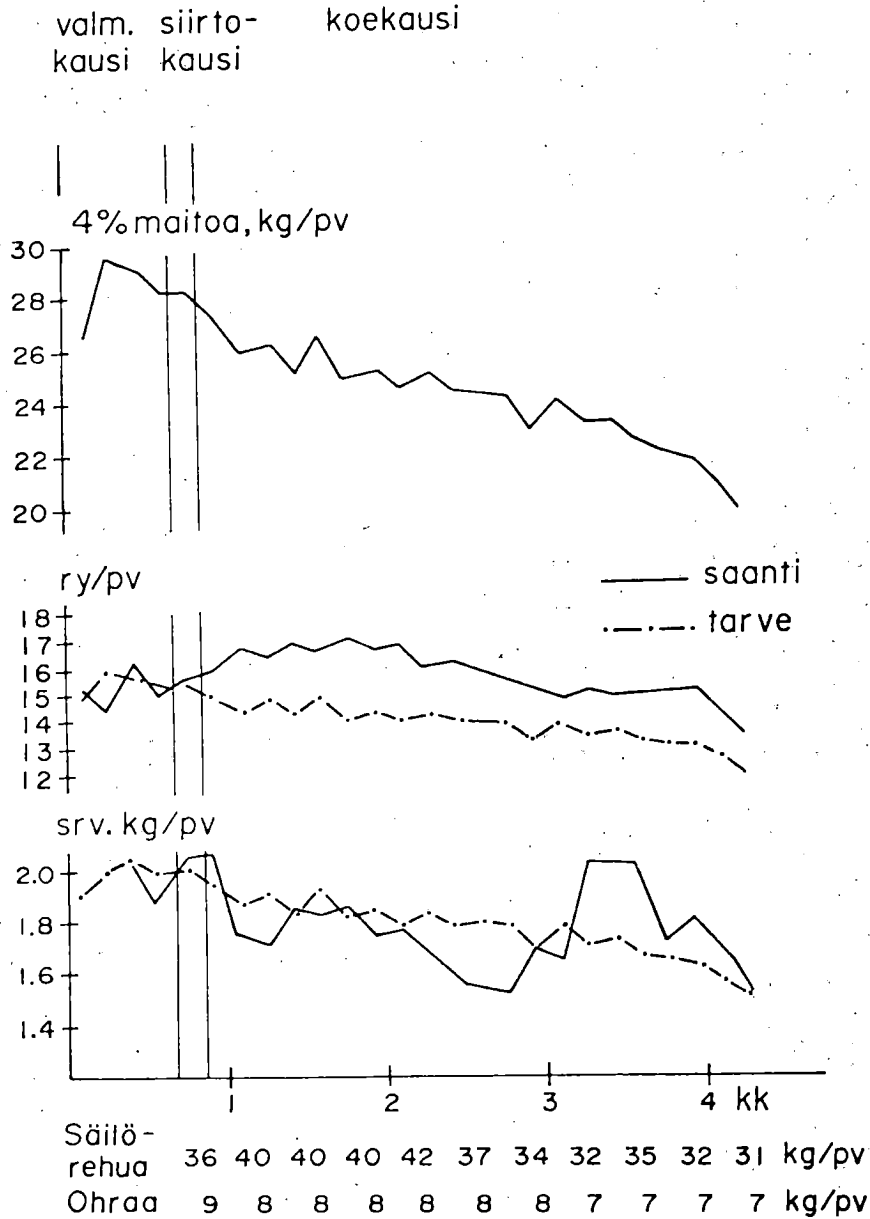
Lehmien tuotokset

Lehmien keskimääräiset päivätuotokset vaihtelivat 13,8-14,5 kg 4 % maitoa (taulukko 5). Merkitseviä eroja eri typpitasojen kesken ei ilmennyt. Tosin suuntaus on ollut se, että pienemmillä typpitasoilla, varsinkin 100 kg:n lannoitustasolla on saatu vähemmän maitoa kuin suuremmilla (taulukko 5, kuva 1). Tuotosten lasku on ollut 48, 26 ja 38 g lehmää kohti päivässä typpi-

Taulukko 5. Lehmien keskimääräiset tuotokset.

Kokeet ja koeryhmät	Lehmiä kpl	Maitoa kg	4 % maitoa kg	Maidon koostumus			Elop. muutos kg
				r-%	v-%	m.s-%	
<u>Pätkäne</u>							
<u>1970—72</u>							
200 N	17	13.3	13.8	4.29	3.32	4.54	+ 10
300 N	17	13.8	14.5	4.39	3.37	4.62	+ 13
<u>Jokioinen 1972</u>							
100 N	16	13.6	13.9	4.15	3.28	4.64	± 0
200 N	16	14.1	14.6	4.26	3.25	4.63	± 0
300 N	16	13.9	14.4	4.27	3.24	4.75	- 6

tasojen ollessa 100, 200 ja 300 kg. Lehmien poikimisesta oli kokeen alkuaessa kulunut aikaa noin 3-4,5 kk ja kokeet kestivät 60-105 pv, joten kokeet suoritettiin lehmien tasaisimpana tuotoskautena. Maidon koostumus ja elopainojen muutokset ovat eri ryhmillä olleet toisiaan vastaavia.



Kuva 2. "Napakan" maitotuotosta, ravinnonsaantia ja -tarvetta esittävät käyrät sekä säilörehun ja ohran syöntimäärät (Jokioinen 1972).

Lehmien ravintotasapaino

Lehmien keskimäärin syömät kokonaiskuiva-ainemäärät ovat vaihdelleet 12,5-13,4 kg päivässä (taulukko 4). Laskelmien mukaan on keskimääräinen energian saanti ollut likimain tarvetta vastaava ja sulavan raakavalkuaisen saanti suurempi kuin tarve. Taulukon 4 tuloksista voidaan todeta, että käytettäessä säilörehunurmille 100 kg typpeä kesässä on valkuaisen saanti

riittänyt keskinkertaiseen, noin 15 kg:n päivätuotokseen (srv-ylimäärä 100 g/lehmä/pv keskituotoksen ollessa 13,9 kg 4-%:sta maitoa). Korkeammilla typpitasoilla on valkuainen keskimäärin riittänyt vähintään 20 kg:n maitomäärän tuottamiseen (valkuaisylimäärä keskimäärin 297-582 g/lehmä/pv).

Kyseisissä kokeissa on ollut vähän runsastuottoisia lehmiä. Kuitenkin juuri niiden valkuaisen saantia ja tarvetta vertaamalla voitaisiin parhaiten selvittää, millaiselle tuotostasolle säilörehun valkuainen riittää. Esimerkkieläimenä on kuvassa 2 esitetty Napakka -nimisen lehmän päivittäistä tuotosta sekä ravinnon saantia ja tarvetta esittävät käyrät. Napakka on saanut 300 kg:n typpitasolla tuotettua säilörehua ja sen ohra-annos on kattanut 5 maitokiloa (4 %) ylittävän tuotoksen aiheuttaman energiatarpeen. Napakan tuotos on ollut korkeimmillaan noin 29 kg. Tuotoksen lasku on ollut tavanomainen, noin 50 g päivässä. Napakka on syönyt kuiva-ainetta 16-18 kg päivässä. Säilörehumäärä on vaihdellut 31-42 kg, ohra 7-9 kg ja heinää ollut 2 kg päivässä. Laskelmien mukaan Napakan energian saanti on ylittänyt tarpeen ja valkuaisen saanti ollut likimain tarvetta vastaava. Muutamien kokeissa olleitten eläinten perusteella voidaan päätellä, että säilörehun valkuainen riittää parhaimmillaan jopa 30 maitokilon tuottamiseen.

KIRJALLISUUTTA

- AP GRIFFITH, G. The nitrate nitrogen content of herbage. J. Sci. Fd. Agric. II: 626-629.
- BURG, P. F. J. van 1966. Nitrate as an indicator of the nitrogen nutrition status of grass. Proc. 10th Intern. Grassl. Congr., Helsinki, p. 267-272.
- HEIKONEN, M., MOISIO, T. & KREULA, M. 1973. Säilörehujen nitraattipitoisuus - eräs selittäjä ristiriitaisiin voihappohavaintoihin. Karjatalous 49, 10: 4-5.
- HUOKUNA, E. 1970. Heinäsäilörehun raaka-aineen laadunvaihtelu. Pellervo 71: 200-202.
- JÄNTTI, A. 1968. Runsaan typpilannoituksen hyväksikäyttö laidunsäilörehunurmilla. Karjatalous 44: 82-85.
- REID, E. 1966. The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates. Proc. 10th Intern. Grassl. Congr., Helsinki, p. 209-213.
- STEEN, E. 1968. Inverkan av kvävegödsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betesstadiet. Lantbrukshögsk. Medd. A 92: 1-27.
- WIERINGA, G. W. 1966. The influence of nitrate on silage fermentation. Proc. 10th Intern. Grassl. Congr., Helsinki, p. 537-540.

VALKUAISRIKKaidEN NURMISÄILÖREHujen LAATU JA KOOSTUMUS

Elsi Ettala, Martti Lampila, Lea Huida,
Erkki Huokuna ja Onni Pohjanheimo

TIIVISTELMÄ

Runsaan typpilannoituksen saaneilta heinäurmilta on voitu nykyisin käytettävissä olevin korjuu- ja säilöntämenetelmin varastoida väkevää ja valkuaisrikasta rehua. Säilörehujen keskimääräiset rehuarvot ovat olleet: korvausluku 5,3, sulavaa raakavalkuaista 3,5 % (kuiva-ainetta 23,4 %), täyttävyyttä 1,24 ka kg/ry, sulavaa raakavalkuaista 184 g/ry. Nurminata- ja koiranheinäsäilörehut ovat olleet kemiallisen koostumuksensa perusteella samanarvoisia, vaikka ne samaan aikaan korjattuina ovat poikenneet kehitysasteeltaan huomattavasti toisistaan. Nurminadalla vähäinen kehitysaste-ero (4 pv ennen tähkimistä/tähkiessä) on tullut selvästi esille ruohon kemiallisessa koostumuksessa, mutta erot ovat vähentyneet säilönnän aikana. Valkuaisrikkaan heinänumikasvuston säilöntä on onnistunut hyvin kaikilla tutkituilla säilöntäaineilla (AIV I, AIV II, Viherliuos, muurahaishappo). Runsaas typpilannoitus ei ole aiheuttanut käymisvirheitä.

JOHDANTO

Nurmien runsas typpilannoitus ja varhainen sadonkorjuu ovat tehneet mahdolliseksi valkuaispitoisten, väkevien ja runsaitten heinänumisatojen tuottamisen. Kun rehujen säilönnässä on lisääntyneen typenkäytön ohella samanaikaisesti siirrytty aikaisemmista poikkeavien lisäaineitten käyttämiseen, on Maatalouden tutkimuskeskuksessa ryhdytty selvittämään kyseisillä säilöntäaineilla valmistettujen säilörehujen käyttökelpoisuutta nautakarjan ruokinnassa.

Valkuaisrikkaan rehun säilöminen on tunnetusti epävarmempaa kuin rehun, jossa hiilihydraateilla on suhteellisen suuri osuus. Runsaan typpilannoituksen seurauksena voi ruohon nitraattipitoisuus kohota ja nitraatin pelkistymisen tuloksena säilörehun ammoniumtypen määrä nousta. Seurauksena on rehun pH-arvon kohoaminen. Hollannissa WIERINGAN (1966) tutkimusten mukaan ovat erittäin korkeat ruohon nitraattipitoisuudet (yli 0,2 % tuoreessa eli n. 1 % kuiva-aineessa) olleet säilönnälle epäedullisia. Keskimääräiset nitraattipitoisuudet (0,1-0,2 % tuoreessa ruohossa) ovat sitä vastoin vähentäneet säilörehun ammoniumtypen ja myös voihapsen määrää. Wieringan kä-

sityksen mukaan mainitun vähenemisen on aiheuttanut reaktion välivaiheena syntynyt nitriitti. Hän toteaa kuitenkin, että valmiin rehun ammonium- ja voihappopitoisuudet riippuvat sen pH:sta.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kyseisiä säilörehuja valmistettiin kesällä 1969 Maatalouden tutkimuskeskuksen Tikkurilan laitosten maatilalla sekä Etelä- ja Pohjois-Savon koeasemilla. Tikkurilassa verrattiin samanaikaisesti korjattujen koiranheinä- ja nurminatasatojen säilöntää ja rehuarvoa. Etelä-Savon koeasemalla olivat vertailujen kohteena eri kehitysasteella korjatut nurminatasadot. Pohjois-Savon koeasemalla tutkittiin eri säilöntäaineiden vaikutusta säilöntätulokseen, jolloin raaka-aine korjattiin samanaikaisesti samoilta nurmilta. Raaka-aine oli peräisin pääasiassa laidun-säilörehunurmilta, joille oli annettu typpeä keskimäärin 100 kg satoa ja hehtaaria kohti (taulukko 1). Säilöntä suoritettiin Tikkurilassa kahteen puurakenteiseen torniin (à 5 x 12,6 m² = 63 m³), Etelä-Savon koeasemalla kahteen vanerielementtitorniin (à 6 x 12,6 m² = 75 m³) ja Pohjois-Savon koeasemalla neljään lasikuituvahvisteiseen muovisiiloon (à 7,5 x 7,1 m² = 53 m³).

Säilörehujen valmistusajat, ruohomäärät, kasvilajikoostumukset ja säilöntäaineitten menekki on esitetty taulukossa 1. Kevätsadon korjuun aikana oli nurminata Tikkurilassa ruohoasteella (korkeus n. 30-40 cm) ja koiranheinä tähkälle tulossa (korkeus n. 50-55 cm). Etelä-Savon koeasemalla toinen osa nurminadan kevätsadosta oli osittain (n. 10 %) tulossa tähkälle ja toinen osa kauttaaltaan tähkällä. Silti kasvuaikaeroa oli vain 4 vrk. Eroa ylläpidettiin myöhempien niittojen aikana siten, että toiseen torniin niitettiin ruohoa kauemmin laiduntamatta olleilta lohkoilta. Pohjois-Savon koeasemalla eri torneihin säilöttyjen raaka-aineitten samanarvoisuudesta huolehdittiin siten, että niitto suoritettiin neljällä yhtäläisellä, peräkkäin kulkevalla kelasilppurilla. Ruoho oli tällä koepaikalla muilta osin (3/4) peräisin timotei-nurminatalaitumilta, mutta viimeiset niitot suoritettiin suoviljelykseltä, jossa ruoho oli miltei puhdasta timoteita.

Niitto tapahtui tavallisilla kelasilppureilla niin, ettei silppuamista juuri tapahtunut. Säilöntäaineet lisättiin rehuun niiton yhteydessä haponsekoittajaa käyttäen. Tikkurilassa ja Etelä-Savon koeasemalla säilöntä tapahtui AIV II -liuksella, Pohjois-Savon koeasemalla käytettiin kuhunkin torniin eri säilöntäainetta. Säilöntäliuokset ja niiden pitoisuudet olivat 100-prosenttisina aineina seuraavat:

Taulukko 1. Säilörehujen raaka-aineet ja säilöntä.

Kospaikka ja tutkimuskohde	Typpi- lannoitus kg N/ha	pv	Säilörehujen valmistus			Kasvilajikoostumus			
			säilöntä- aine l/tn	ruohoa tn/torni	ruohon ka-% 1)	nurmi- nata	% tuorepainosta		
							timo- tei	koiran- heinä	muut kasvit
TIKKURILA									
Nurminata	120	10-11/6	4.4	25.3	18.5	86	12	-	2
	90	11/8	4.8	4.8	27.0	94	4	-	2
	90	15-16/9	3.9	9.4	15.3	88	2	-	10
Koiranheinä	120	9-10/6	4.8	21.7	17.8	-	25	72	3
	90	11/8	4.6	6.0	26.9	-	2	94	4
	90	15/9	4.8	6.5	14.5	-	3	94	3
ETELÄ-SAVO									
Korjuu ennen täkkimistä	100	14/6	4.0	11.9	17.6	73	14	-	13
	100	16/7	4.4	9.8	19.5	70	15	-	15
	100	11/9	4.1	9.0	21.0	65	19	-	16
Korjuu täkkiessä	100	18/6	4.3	10.0	21.4	55	23	-	22
	100	6/8	3.9	14.5	20.1	55	28	-	17
	100	10/9	4.0	5.2	21.5	-	-	-	-
POHJOIS-SAVO									
Säilöntäaineet	80	31/7-4/8	4.0	24.0	21.5	34	45	-	21
	110	25-30/9	4.8	8.0	19.6	42	46	-	12
	75	"	4.8	6.6	20.8	-	95	-	5

1) Kuiva-aineprosentit on laskettu punnittuina keskiarvoina.

AIV I	(muurahaishappoa	25 % + suolahappoa 20 %)
AIV II	(" 80 % + ortofosforihappoa 2 %)
Viherliuos	(" 17 % + formaldehydiä 26 %)
muurahaishappo	(2 86 %)

Liuosten käyttö pyrittiin täsmäämään ohjeitten mukaiseksi (4,0-4,5 l/1000 kg) punnitsemalla kuormat ja tarkistamalla kuhunkin kuormaan kulunut liuosmäärä. Liuoksen annosteleminen haponsekoittajalla ei onnistunut niin, että kaikkiin kuormiin olisi tullut liuosta ohjeiden mukainen määrä. Kuttakin satoa kohti liuosmäärä oli kuitenkin riittävä; vähäistä yliannostustakin tapahtui varsinkin Pohjois-Savon koeasemalla syysatoa ja Tikkurilassa koiranheinää korjattaessa (vrt. taulukko 1). Säilörehujen painotus suoritettiin veden avulla joko muovialtaita tai tynnyreitä apuna käyttäen, ja painotus oli 300-350 kg/m².

Säilörehutorneista otettiin rehunäytteet ruokintakokeitten aikana kahden viikon väliajoin, pohjakerroksista epäsäännöllisemmin. Näyte pyrittiin saamaan edustavaksi siten, että kapea rehupatsas irrotettiin tornin keskeltä, laidasta ja näiden kohtien puolivälistä terävällä salaojalapiolla tai sahalla niin syvään (n. 0,5 m), että näyte vastasi eläinten kahden viikon syöntiä. Kullakin kerralla eri kohdista otetut osanäytteet yhdistettiin ja siitä lähetettiin edustava näyte Kotieläinhoidon tutkimuslaitokseen analysoitavaksi.

Näytteistä tehtiin normaalin rehuanalyysin lisäksi useita muita analyyssejä. Näytteen puristemehusta määritettiin rehun pH elektrometrisesti, veeuutoksesta haihtuvat rasvahapot ja maitohappo kaasukromatografisesti, ammoniumtyppi kolorimetrisesti, liukeneva typpi Kjeldahlin sekä sokeri SOMO-GYIn (1945) menetelmällä. SALOn (1965) muunnosta käyttäen. Sokeri laskettiin glukoosina.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Säilörehujen laatu

Säilörehujen keskimääräistä laatua kuvaavat lukuarvot on esitetty taulukossa 2. Laatuvertailun helpottamiseksi on kaikkien säilörehujen käymistulokset laskettu 20 %:n kuiva-aineelle. Säilörehujen onnistumista arvoitellaan yleensä pH:n, voihiappopitoisuuden ja ammoniumtyypipitoisuuden perusteella. Meillä on yleisesti käytetty pH-arvostelua, koska se on helppo suorittaa myös maatiloilla ja meijereissä sekä soveltuu erinomaisesti happamuuteen perustuville säilöntämenetelmille. Taulukosta kaksi voidaan

Taulukko 2. Säilörehujen laadun vertailu torneittain.

Koepaikka ja tutkimuskohde	pH	% tuoreessa rehussa (ka 20 %)					% kok. tuestä			
		Kuiva-aine 1)	Sokeri	Maitohappo	Etikka-happo	Voi-happo	Tyyppi	NH ₄ -N	NH ₄ -N	Liukeneva
TIKKURILA										
Nurminata	4.05	22.3	0.5	1.40	0.33	<0.005	0.67	0.04	5.6	62.5
Koiranheinä	4.13	20.5	0.4	1.61	0.33	0.017	0.73	0.04	5.4	51.7
ETELÄ-SAVO										
Ennen tähtkimistä	3.89	21.4	0.7	1.27	0.42 ^{a2)}	0.008	0.62 ^a	0.04	6.6	52.2
Tähtkiessä	3.93	21.6	0.8	1.11	0.34 ^b	<0.005	0.54 ^b	0.03	5.3	58.2
POHJOIS-SAVO										
AIV I	4.01 ^e	24.0	1.3	0.84	0.17	<0.005	0.62	0.02	3.2	45.4 ^e
AIV II	4.09 ^e	24.6	1.5	0.56	0.18	<0.005	0.59	0.02	3.3	44.2 ^e
Viiherluos	4.49 ^f	24.4	1.4	0.83	0.21	0.046	0.61	0.02	3.9	27.6 ^f
Muurahaishappo	4.08 ^e	24.3	1.5	0.60	0.17	0.028	0.61	0.02	3.1	39.7 ^e
Keskimäärin	4.11 ±0.02	23.4 ±0.3	1.1 ±0.1	0.93 ±0.07	0.24 ±0.01	0.015 ±0.005	0.62 ±0.01	0.03 ±0.001	4.2 ±0.3	45.3 ±1.1

1) Lämpökaapissa haihtuneiden rasvahappojen korvaamiseksi on kuiva-aineeseen lisätty voi-happo ja 80 % etikkahaposta (SAUE 1968, p. 9).

2) Erojen merkitsevyys testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukeyn testillä. Analysoinnissa on verrattu samassa kokeessa olleita säilörehuja keskenään.

a-b: P<0.05, c-d: P<0.01, e-f: P<0.001. Sama merkitsemistapa on taulukossa 3.

todeta, että Viherliuosrehua likuunottamatta säilörehujen keskimääräiset pH-arvot ovat olleet lähellä 4:ää (3,89-4,13), siis optimaalisia. Viherliuosrehun pH on ollut erittäin merkitsevästi korkeampi kuin muiden säilörehujen, varsinkin se on ollut sitä rehun ylimmissä kerroksissa (7 näytekerröksessä keskimäärin 4,78). Viherliuoksen teho perustuu suurelta osin formaldehydiin. Se on ehkäissyyt voihippo- ja mädätysbakteerien toimintaa korkean pH:n vallitessa, koska rehun ylimmissä kerroksissa ei ole ilmennyt voihippoa lainkaan ja ammoniumtyypen määrä on ollut yhtä vähäinen kuin muissakin säilörehuissa. Keskikerroksissa, syys- ja kesäsadosta tehtyjen säilörehujen rajamailla Viherliuosrehun voihippopitoisuus on ollut jonkin verran suurempi kuin muiden säilörehujen.

Voihippoa ja ammoniumtyypeä on ollut kaikissa säilörehuissa varsin vähän. Vertailun vuoksi mainittakoon, että norjalaisen arvostelutaulukon (BREIREM ja ULVESLI 1960) mukaan hyvän säilörehun voihippopitoisuus saa olla korkeintaan 0,1 % ja ammoniumtyypen osuus kokonaistypestä enintään 8 %. Hollantilaisessa arvosteluasteikossa (WIERINGA 1966) vastaavat raja-arvot ovat 0,2 % ja 8 %. Kaikissa tutkituissa säilörehuissa on alitettu mainitut raja-arvot. Ammoniumtyypen pieni määrä (keskimäärin 4,2 % kokonaistypestä) on huomion arvoinen siksi, että rehujen kokonaistyyppipitoisuus on ollut korkea (keskimäärin 0,62 % tuoreessa ruohossa). Liukenevan tyypin osuus kokonaistypestä on Viherliuosrehussa ollut erittäin merkitsevästi pienempi kuin muissa vastaavissa säilörehuissa. POUTAINEN ja HUIDA (1970) ovat tutkimuksessaan todenneet saman ilmiön ja päätelleet sen johtuvan formaldehydin valkuaisaineita kovettavasta vaikutuksesta. Liukenevaan tyyppiin kuuluu ammoniumtyypen lisäksi aminohappoja, amideja ja eriasteisia peptidejä.

Edellä jo mainittiin, että rehun laatu on Pohjois-Savon koeasemalla heikentynyt syysadosta valmistetun säilörehun vaihtuessa kesäadosta valmistettuun. Kesä säilörehuissa ilmenneisiin käymisvirheisiin on kenties osaltaan vaikuttanut se, että rehut joutuivat laitteiden rikkoutumisen vuoksi olemaan ilman painoja ja ilman uutta rehu kerrosta toista vuorokautta. Syysadosta valmistetut rehut ovat olleet laadultaan erinomaisia. Ehkä yöpakkasten alaisina olleen ruohon säilöminen nopeassa tahdissa sileä- ja tiiviseinäisiin torneihin on ollut syynä vähäiseen käymiseen, ehkä siihen on vaikuttanut myös säilöntäaineiden runsaampi käyttö (vrt. taulukko 1). Joka tapauksessa syksyllä valmistetuissa säilörehuissa on ollut harvinaisen runsaasti sokeria sekä vähän maito- ja etikkahappoa eikä lainkaan voihippoa. Myös ammoniumtyypen määrä on ollut erittäin vähäinen, vaikka ruohon tyyppipitoisuus on ollut syksyllä erittäin korkea. Tikkurilan ja Etelä-Savon koeaseman säilörehuissa on eri kerrosten välistä eroavuutta ilmennyt eniten

liukenevan tyypin kohdalla. Tyypestä on lähinnä tornien pohjakerroksissa muuttunut liukenevaan muotoon jopa 75-95 %. Yleisesti on todettava, että säilörehut eivät ole olleet tasalaatuisia kautta tornin, vaan laatu on jonkin verran vaihdellut jopa samallakin säilöntäkerralla valmistetuissa rehu-kerroksissa.

Säilörehujen kemiallinen koostumus

Säilörehujen kemiallinen koostumus riippuu raaka-aineen kemiallisesta koostumuksesta ja säilönnän aikana tapahtuneista ravintoaineiden hävikeistä. Raaka-aineiden ja vastaavien säilörehujen koostumusten vertailu on esitetty taulukossa 3. Siitä voidaan todeta, että säilörehujen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus on ollut 3,5 %-yksikköä suurempi kuin raaka-aineiden. Kesä 1969 oli vähäsateinen, ja siitä syystä myös ruohon ja säilörehujen kuiva-ainepitoi-

Taulukko 3. Raaka-aineiden ja vastaavien säilörehujen keskimääräiset kemialliset koostumukset.

Koepaikka ja tutkimuskohde	Kuiva-aine-%	% kuiva-aineessa				
		Tuhka	Raaka-alk.	Raaka-rasva	N-vap. uuteain.	Raaka-kuitu
TIKKURILA						
Raaka-aineet						
Nurminata	19.3	10.4	22.6	4.0 ^c	40.9	22.1
Koiranheinä	18.7	11.4	23.1	4.8 ^d	39.0	21.7
Säilörehut						
Nurminata	22.3	9.7	20.5	6.4	38.6	24.9
Koiranheinä	20.5	10.9	22.4	6.3	36.3	24.1
ETELÄ-SAVO						
Raaka-aineet						
Ennen tähkim.	20.0	9.9 ^e	20.9 ^e	3.3	44.1 ^c	21.9
Tähkiessä	20.9	8.4 ^f	15.9 ^f	3.1	49.0 ^d	23.6
Säilörehut						
Ennen tähk.	21.4	12.0 ^a	18.6 ^a	7.1	38.1	24.2
Tähkiessä	21.6	10.0 ^b	16.1 ^b	5.3	41.6	25.7
POHJOIS-SAVO						
Raaka-aineet	20.4	9.1	20.3	3.7	46.4	20.4
Säilörehut						
AIV I	24.0	10.6	18.6	5.5	40.6	24.7
AIV II	24.6	11.7	17.3	5.3	41.1	24.6
Viherliuos	24.4	12.1	18.1	5.1	40.0	24.8
Muurahaishappo	24.3	10.4	18.6	5.4	40.7	25.0
<hr/>						
Raaka-aineet	19.9	9.8	20.8	3.8	44.0	21.6
	±0.4	±0.2	±0.4	±0.1	±0.5	±0.3
Säilörehut	23.4	10.9	18.6	5.6	40.0	24.8
	±0.3	±0.3	±0.3	±0.1	±0.3	±0.2

suudet ovat olleet tavanomaista korkeampia. Taulukosta voidaan edelleen todeta, että säilörehujen kuiva-aine sisältää vähemmän raakavalkuaista ja tyypettömiä uuteaineita, mutta enemmän raakarasvaa, tuhkaa ja raakakuitua kuin raaka-aineiden kuiva-aine. Käymistäpahtumat ovat vähentäneet ennen kaikkea tyypettömien uuteaineiden määrää, ja käymistuloksena muodostuneet orgaaniset hapot ovat eetteriin liukenevina lisänneet raakarasvaa. Kuidun tuhkan lisääntyminen säilönnässä johtuu lähinnä siitä, että niiden hävikit ovat olleet suhteellisesti pienempiä kuin muiden ravintoaineiden.

Taulukosta 3 nähdään, että säilörehujen valkuaispitoisuudet ovat olleet varsin korkeita (16,1-22,4 % kuiva-aineessa) ja kuitupitoisuudet alhaisia (24,1-25,7 % kuiva-aineessa). Suurimmat erot säilörehujen kemiallisessa koostumuksessa ovat johtuneet siitä, että tutkittu heinälaji on ollut eri kehitysasteella. Etelä-Savossa on ennen tähkimistä korjatussa ruohossa ollut erittäin merkittävästi enemmän raakavalkuaista ja tuhkaa, mutta vähemmän tyypettömiä uuteaineita kuin myöhemmin (tähtiessä) korjatussa ruohossa. Erot ovat huomattavasti pienentyneet säilönnän aikana. Pohjois-Savon koeasemalla on syys- ja kesäsadoista tehtyjen säilörehujen välillä esiintynyt selvää kehitysaste-eroa, mikä ilmenee kemiallisessa koostumuksessa. Syysrehujen kuiva-aineessa on keskimääräinen kuitupitoisuus ollut 23,0 % ja kesä-säilörehujen kuiva-aineessa 26,6 %. Vastaavat raakavalkuaispitoisuudet ovat olleet 19,7 % ja 16,6 %. Yllättävää on, että Tikkurilassa ei ole ilmennyt merkittäviä eroja eri kasvilajeista valmistettujen säilörehujen koostumuksessa, vaikka nurminadan ja koiranheinän kasvuaste-ero oli huomattava (vrt. s. 4). Säilöntäaineet eivät ole aiheuttaneet säilörehujen koostumukseen merkittäviä eroja, kuten taulukosta 3 voidaan todeta.

Tutkittujen säilörehujen rehuarvot on laskettu kemiallisen koostumuksen ja sulavuusarvojen perusteella. Nurminatavaltaisten säilörehujen sulavuusarvot on saatu POUTTIAISEN ja HUIDAN (1970) tutkimuksesta ja koiranheinäsäilörehun pohjoismaisesta rehutaulukosta (NJF, Fodermiddeltabel 1969). Keskimäärin rehuarvot ovat olleet seuraavat:

korvausluku	kg/ry	5,3
täyttyvyys	ka kg/ry	1,24
sulavaa raakavalkuaista	%	3,5
"	g/kg ka	148
"	g/ry	184

Rehuarvoa kuvaavista luvuista voidaan todeta, että säilörehut ovat olleet varsin valkuaisrikkaita ja väkeviä.

Säilörehujen laadun ja koostumuksen väliset riippuvuussuhteet

Tutkittujen säilörehujen käymistulokset: maito-, etikka- ja voi-happo sekä ammonium- ja liukeneva tyyppi ovat olleet keskenään positiivisessa ja soke-riin nähden negatiivisessa vuorosuhteessa (taulukko 4). Rehun kuitupitoisuuden noustessa on happojen ja ammoniumtyypen määrä lisääntynyt. Merkille pantavaa on, että rehun kokonaistyyppipitoisuus on ollut negatiivisessa vuorosuhteessa käymistuloksiin, niin happoihin kuin raakavalkuaisen pilkkoutumistuloksiinkin. Kenties on mahdollista, että WIERINGAn mainitsema nitriitivaihe on vaikuttanut käymisilmiöihin etenkin Pohjois-Savon koeasemalla syysadosta tehdyissä säilörehuissa. Joka tapauksessa tässä esitetyt säilörehututkimukset ovat selkeästi osoittaneet, että valkaisu-rikasta heinä-nurmikasvustoa on kyseisillä säilöntäaineilla kyetty säilömään erittäin onnistuneesti.

Taulukko 4. Säilörehujen laadun ja koostumuksen välisiä vuorosuhteita.

	Etikka-happo	Voi-happo	Maito-happo	NH ₄ -N/kok.N	Liukeneva N/kok.N	Sokeri	Kuitu	Kokonais-N
Etikkahappo	1.00	+0.51 ^{xxx}	+0.78 ^{xxx}	+0.60 ^{xxx}	+0.45 ^{xxx}	-0.57 ^{xxx}	+0.55 ^{xxx}	-0.59 ^{xxx}
Voi "		1.00	+0.26 ^x	+0.32 ^{xx}	+0.00	-0.34 ^{xx}	+0.30 ^{xx}	-0.22 ^{xxx}
Maito "			1.00	+0.65 ^{xxx}	+0.46 ^{xxx}	-0.69 ^{xxx}	+0.59 ^{xxx}	-0.62 ^{xxx}
NH ₄ N/kok.N				1.00	+0.24 ^x	-0.60 ^{xxx}	+0.45 ^{xxx}	-0.54 ^{xxx}
Liuk.N/kok.N					1.00	-0.10	+0.12	-0.25 ^x
Sokeri						1.00	-0.64 ^{xxx}	+0.62 ^{xxx}
Kuitu							1.00	-0.71 ^{xxx}
Kokonais-N								1.00

x P < 0.05, xx P < 0.01, xxx P < 0.001

Säilörehun laadun vaikutus lehmien säilörehun syöntiin

Etelä- ja Pohjois-Savon koeasemilla suoritetut säilörehujen ruokintakokeet ovat osoittaneet, että säilörehujen laatu on erittäin merkittävästi vaikuttanut lehmien syömään säilörehumäärään. Säilörehun orgaanisten happojen ja kuitupitoisuuden lisääntyminen on merkittävästi vähentänyt säilörehun menekkiä. Sokeripitoisuus on sitävastoin lisännyt sitä. Ammoniumtyypen määrä on kyseisissä säilörehuissa ollut niin vähäinen, ettei sen negatiivinen vaikutus syöntiin ole ollut tilastollisesti merkittävä. Rehun kokonaistyyppipitoisuus ei ole vaikuttanut lainkaan säilörehujen maittavuuteen. Kaikkiaan säilörehun laatuominaisuuksien vaihtelu on selittänyt syönnin vaihtelusta noin 10 %. Kun hyvin onnistuneitten säilörehujen laatu on näinkin selvästi vaikuttanut syönnin määrään, on ilmeistä, että heikommin onnistuneitten vaikuttaa siihen huomattavasti enemmän.

KIRJALLISUUTTA

- BREIREM, K. & ULVESLI, O. 1960. Ensiling methods. Herb. Abstr. 30: 1-8.
- POUTAINEN, E. & HUIDA, L. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. Koetoin. ja käyt. 27: 2.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- SAUE, O. 1968. The effect of different methods of grass conservation on voluntary feed intake, body weight gains and expenditures in lambs. 135. Beretn. Landbrukshøgskolens Foringsforsk. p. 9.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.
- WIERINGA, G. W. 1966. The influence of nitrate on silage fermentation. Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki p. 537-540.

SÄILÖREHUN KORJUUASTEEN VAIKUTUS LEHMIEN TUOTANTOON

Elsi Ettala, Heikki Rissanen ja Martti Lampila

TIIVISTELMÄ

Säilörehun korjuuasteen vaikutusta lehmien tuotantoon tutkittiin kahdessa kokeessa. Ensimmäiset koerohut valmistettiin erittäin lämpimän kevään 1973 ja toiset viileän kevään 1974 jälkeen Jokioisten kartanoiden Lintupajun tilalla. Koiranheinävaltaiset nurmet saivat tyypeä 100 kg/ha ja sadolle. Korjuuasteet olivat: ruohoaste, röyhylletulon alku ja röyhyllä noin 50 %. Kokeessa 1 ruohoasteinen rehu saatiin vasta keskikesän sadosta.

Eri korjuuasteet ilmaisivat saman kevään säilörehujen ravintoarvon, varsinkin valkuaispitoisuuden muuttumista varsin selvästi. Myös lehmien tuotosten paremmuusjärjestys oli yhden mukainen ruohon kehitysasteen kanssa. Paras tuotos saatiin ruohoasteisella ja heikoin röyhyllä olevalla rehulla. Sen sijaan eri vuosien tai kevään ja keskikesän ruohosta tehtyjä säilörehuja vertaillaessa, tulokset eri kehitysasteilla vaihtelivat. Lämpimänä keväänä nopeasti kehittyneestä ruohosta aikaisin valmistettu säilörehu oli röyhylletulovaiheessa suunnilleen samanarvoista kuin viileänä keväänä kasvanut ruohoasteinen säilörehu. Hitaasti kuivuuden vuoksi kasvanut keskikesän rehu puolestaan oli ruohoasteella likimain samanarvoista kuin 50 % röyhyllä ollut ja nopeasti kasvanut saman kevään rehu.

Ruohoasteisesta ja röyhylletulon alkuvaiheessa korjatusta säilörehusta lehmät saivat valkuaisia riittävästi jopa yli 30 kilon tuotostasolle asti, kun muu ruokinta koostui ohrasta ja pienestä heinä määrästä. Röyhyllä noin 50-prosenttisesti ollut säilörehu sisälsi vain puolet siitä sulavan raakavalkuaisen määrästä, mikä oli ruohoasteisella säilörehulla, ja valkuainen riitti alle 20 kilon tuotoksiin.

Lehmät pysyivät korkeassa tuotosvaiheessa kauimmin ruohoasteisella ja lyhyemmän ajan röyhysteisellä säilörehulla. Ruohoasteisen säilörehun syöttö aiheutti alemmilla tuotostasoilla huomattavaa valkuaisylimäärää, joten käyttö soveltuu parhaiten korkeatuottoisille lehmille. Röyhyllä oleva säilörehu puolestaan sopii keskinkertaisesti tai vähän tuottaville eläimille. Röyhylletulon alkuvaiheessa korjattu säilörehu antoi valkuaisen ja energian suhteen tasapainoisimman ruokinnan kaikissa tuotosvaiheissa. Myös sadon määrä oli silloin suurempi kuin ruohoasteisena niitettäessä.

JOHDANTO

Ruohon nopea kasvu kevätkesällä johtaa lyhyeen ja kiireiseen säilörehun teko-aikaan. Jos tilan eläinmäärä on suuri ja ruokinta säilörehuvaltaista, alkaa säilörehun valmistus lyhyellä ajalla tuottaa voittamattomia vaikeuksia. Sen tähden on tärkeä tietää, kuinka pitkän ajan kuluessa voidaan saada ravintoarvoltaan vaatimukset täyttävää säilörehua. Kysymys on tärkeä myös sadon määrän kannalta, koska kuiva-ainesato lisääntyy kasvun edistyessä ja ylimääräiset korjuukerrat lisäävät kustannuksia.

Tämän kysymyksen selvittämiseksi suoritettiin lypsylehmillä kaksi koetta. Ensimmäiset koerehut tehtiin poikkeuksellisesti lämpimänä kesänä 1973, toiset taas viileän kevään 1974 jälkeen.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Rehut

Kokeet suoritettiin Jokioisten kartanoiden Lintupajun koetilalla. Koerehut korjattiin kolmella korjuuasteella. Korjuuasteet olivat:

1. ruohoaste
2. röyhylletulon alku
3. röyhyllä n. 50 %

Koerehujen määrät on esitetty taulukossa 1. AIV 2-säilöntäainetta käytettiin keskimäärin 5 l/tn. Korjuu suoritettiin kelasilppureilla tuoreena ja säilöttiin kumpanakin vuotena kolmeen torniin (halkaisija 5 m, korkeus 6-6,5 m). Typpeä koenurmille oli annettu 100 kg hehtaaria ja satokertaa kohden.

Koe 1.

Koenurmen pääkasvilaji, koiranheinä aloitti keväällä 1973 röyhylletulon poikkeuksellisen aikaisin, 4.6. Vuorokauden keskilämpötila Jokioisissa oli toukokuun 10 viimeisen päivän aikana ollut 13,0 °C ja kesäkuun 5 ensimmäisenä päivänä 15,7 °C.

Kevätruohosta ei saatu vuonna 1973 ruohoasteista säilörehua, koska 1 vuoden nurmi oli harvaa ja sitä niitettäessä olisi säilörehun sekaan tullut multaa ja edellisen vuoden viljan sänkeä. Sänki oli syksyllä niitetty, mutta sitä oli maassa irtonaisena. Sen tähden ruohoasteinen säilörehu valmistettiin toisesta niitosta, 10.-13.7. Tällöin ruoho oli kuitenkin tavallisuudesta poikkeavaa, koska kovan kuivuuden vuoksi toinen sato kasvoi kituen.

Taulukko 1. Ruohon ja säilöntäaineen määrä korjuuastekokeissa.

	Ruohoaste	Röyhylletulon alku	Röyhyllä n. 50 %
Koe 1			
Ruohoa tn/torni	95,1 ¹⁾	130,6	135,8
AIV 2-liuosta l/tn	5,1	5,0	4,9
Koe 2			
Ruohoa tn/torni	89,0	85,3	84,9
AIV 2-liuosta l/tn	4,9	5,0	5,1

¹⁾ toista niittokertaa

Röyhylletulon alussa tehtävä säilörehu niitettiin 4.-6.6. Röyhyllä oleva koerehu pyrittiin niittämään silloin kun noin 50 % koiranheinästä oli röyhyllä. Niitto tapahtui toisella loholla 6.-8.6., toisella 11.6. Säilötyissä rehuissa oli koiranheinää keskimäärin 71 % ja timoteita 15 %. Loppu koostui muista heinälajeista, apilasta (4 %) ja rikkaruohoista.

Koe 2.

Keväällä 1974 ruoho kasvoi huomattavasti hitaammin kuin edellisenä keväänä. Koiranheinä aloitti röyhylletulon 11.6. Toukokuun kymmenen viimeisen päivän keskiklämpötila oli silloin 7,6 °C ja kesäkuun viiden ensimmäisen päivän 9,9 °C.

Ruohoasteista säilörehua valmistettiin vuonna 1974 vanhemmilta nurmilta 5.-6.6. ja 1. vuoden nurmelta 10.-11.6. Vastaavat niittopäivät röyhylletulon alkuvaiheessa olivat 11.-12.6. ja 18.6. sekä 50-prosenttisesti röyhyllä ollessa 19.6. ja 24.6. Koiranheinää oli keskimäärin 73 % ja timoteita 10 %. Loppuosa oli muita heinäkasveja ja rikkaruohoja.

Eläinkokeet

Ruokintakokeet rehtiin molempina vuosina 36 ay-rotuisella lehmällä. Kussakin ryhmässä oli 12 eläintä. Kokeet olivat faktoriaalisia, joissa toisena tutkittavana tekijänä oli viljan käyttömäärä. Vilja oli ohraa ja sitä annettiin kutakin 5, 7,5 tai 10 kiloa ylittävää maitokiloa (4 %) kohti 400 g (EETALA ym. 1976).

Ruokintakokeissa oli 15-20 päivän pituinen valmistuskausi, jolloin kaikki lehmät saivat yhtäläisen ruokinnan. Valmistuskauden aikaisten tuotosten, säilörehun syöntimäärien, elopainojen ja poikimisesta kulu- neen ajan perusteella lehmät jaettiin mahdollisimman tasa-arvoisiin ryhmiin (taulukot 5 ja 6).

Ryhmittelyn ja 5 päivän mittaisen siirtokauden jälkeen siirryttiin koeruokintaan. Koekausi alkoi molemmissa kokeissa tammikuun viimeisenä päivänä ja kesti kokeessa 1 60 päivää ja kokeessa 2 85 päivää.

Koekaudella lehmät saivat vapaasti säilörehua, 2 kg päivässä heinää sekä tuotoskilojen ja annostustason mukaan ohraa. Kivennäisenä käytettiin nurmivaltaiseen ruokintaan sopivia rehusuolaseoksia.

Kunin lehmän maitomäärä punnittiin joka lypsykerralla. Maidon koostumus määritettiin rasvan osalta 5 päivän välein (Milko-Tester II, Maitotalouskoelaitos, Jokioinen), valkuaisen ja maitosokerin osalta 10 päivän välein (IRMA, Kuivamaito Oy, Lapinlahti). Määritykset tehtiin kunin

lehmän kahden päivän maidon yhteisnäytteistä. Ravinnontarvenormeina käytettiin 0,4 ry ja 60 g srv/4 %-maito-kg ja ylläpitoon 500 kg painavalle lehmälle 3,8 ry ja 320 g srv päivässä.

Lehmät punnittiin valmistus-, siirto- ja koekauden alussa sekä 30 päivän väliajoin koekaudella ja koekauden lopussa. Punnitus tehtiin kahtena perättäisenä päivänä ennen iltapäiväruokintaa.

Sulavuuskokeet suoritettiin pässeillä latinalaista neliötä (3x3) koekaaviona jättyä. Rehut sulavuuskokeeseen otettiin jokaisesta tornista samalla korkeudella olleesta yhdestä rehukerroksesta. Sulavuuskoe-rehut jäädytettiin ja säilytettiin jäädytettynä muovisäkeissä. Sulavuuskokeet tehtiin kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella Tikkurilassa.

Rehunäytteet ja niiden analysointi

Säilörehuista otettiin kutakin kahden viikon syöntiä edustavat etukäteisnäytteet sekoittamalla eri puolilta tornia alaspäin patsasmaisesti leikatut osanäytteet. Heinä- ja viljanäytteet kerättiin päivittäin ja edustava näyte niistä analysoitiin kerran kuukaudessa. Säilörehusta tehtiin sekä niiden koostumusta että laatua selvittävät analyysit (ETTALA ym. 1975), ohrasta ja heinästä normaali rehuanalyysi.

Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen, joka oli määritetty kuiva-ainekaapissa 105 °C:ssa, tehtiin haihtuvien aineiden osalta korjaus lisäämällä kuiva-aineseen 80 % etikkahapon määrästä sekä propioni-, voi- ja valeriaanahappomäärät kokonaan.

TULOKSET

Rehut

Säilörehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo on esitetty taulukossa 2. Keskikesän ruohoasteinen rehu kokeessa 1 oli poikkeuksellisen kuivaa (ka 29,2 %), koska sen kasvuaikana vallitsi kova kuivuus. Ruoho ei kyennyt silloin ottamaan myöskään tyypeä samassa määrin kuin kosteampana kevätkautena. Tämä ilmenee rehun raakavalkuaispitoisuudesta, joka oli pienempi kuin röyhylletulon alussa keväällä niitetyn säilörehun. Kyseinen kesäkesän rehu ei näin ollen ole täysin vertailukelpoinen muiden korsirehujen kanssa.

Samon vuoden kevätrehujen kehitysaste-erot näkyivät selvimmin valkuaispitoisuudesta. Kokeessa 2 säilörehujen kuiva-aineen raakavalkuaispitoisuus aleni 5,3 %-yksikköä, kun kehitysaste muuttui ruohoasteelta röyhylletulon alkuun. Kun röyhylletulon alkuvaiheesta siirryttiin 50 %:n

Taulukko 2. Koesäilörehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Koe 1			Koe 2		
	ruoho- aste ¹	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruoho- aste	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %
Kuiva-aine-%	29,2 ^e	21,4 ^f	22,2 ^f	23,6	23,5	23,2
Tuhkaa, %/ka	16,8 ^e	11,4 ^f	9,5 ^f	16,4 ^a	16,8 ^a	10,6 ^b
R. valkuaista, %/ka	19,8 ^e	20,6 ^e	17,1 ^f	23,8 ^e	18,5 ^f	14,2 ^g
R. rasvaa, %/ka	4,9 ^a	6,0 ^b	6,0 ^b	6,1	5,6	5,4
R. kuitua, %/ka	24,6 ^e	26,8 ^e	31,6 ^f	20,5 ^{ae}	25,8 ^{bef}	30,7 ^{cf}
Typpivap.uuteain. %/ka	33,9 ^e	35,2 ^f	35,9 ^f	33,1 ^e	33,3 ^e	39,1 ^f
Sulavaa r.valkuaista, %	4,2 ^e	3,3 ^f	2,7 ^g	4,2 ^e	2,8 ^f	2,0 ^f
Sulavaa r.valkuaista, %/ka	14,4 ^e	15,2 ^e	12,3 ^f	17,6 ^e	12,0 ^f	8,8 ^g
Sulavaa r.valkuaista g/ry	222 ^e	210 ^e	174 ^f	271 ^e	190 ^f	128 ^g
Korvausluku, kg/ry	5,3 ^e	6,4 ^f	6,4 ^f	6,5	6,7	6,3
Täytävyyys, kg ka/ry	1,54 ^e	1,38 ^f	1,41 ^f	1,53	1,57	1,46
Orgaanista ainetta kg/ry	1,28	1,22	1,28	1,28	1,31	1,30

¹) toista niittokertaa

a-b: P<0,05, e-f-g: p<0,01

röyhysteelle, aleneminen oli kokeessa 1 3,5 ja kokeessa 2 4,3 %-yksikköä.

Sulavan raakavalkuaisen aleneminen oli erittäin nopeaa kokeessa 2. Se johtuu paitsi raakavalkuaispitoisuuden alenemisestä myös raakavalkuaisen sulavuuden heikkenemisestä (taulukko 4). Kokeen 2 ääritapauksissa, kun kehitys eteni ruohoasteesta 50 %:n röyhysteelle asti, säilörehun srv-pitoisuus aleni puoleen, 17,6 %:sta 8,8 %:iin kuiva-aineessa. Ero on vieläkin suurempi, kun rehuja verrataan rehuyksikössä olleen sulavan raakavalkuaismäärän mukaan (271, 190, 128 g srv/ry, taulukko 2). Myös pässeillä tehty typpitase on tässä kokeessa merkittävästi alentunut ruohon kehitysasteen myötä (taulukko 4).

Kehitysaste-erot ilmenevät selvästi myös säilörehujen kuitupitoisuudesta (taulukko 2). Yleensä kuiva-aineen kuitupitoisuus kohosi n. 5 %-yksikköä seuraavaan kasvuasteeseen siirryttäessä. Poikkeuksen tekee kokeessa 1 ruohoasteisen kesärehun ja röyhylletulovaiheisen kevätrehun kui-

Taulukko 3. Koesäilörehujen laatu.

	Koe 1			Koe 2		
	ruoho- aste ¹⁾	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruoho- aste	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %
Tuoreessa rehussa %						
pH	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0
Etikkahappoa	0,39 ^e	0,16 ^f	0,18 ^f	0,46	0,43	0,40
Propionihappoa	0,05 ^a	0,09 ^b	0,08 ^{ab}	0,07	0,07	0,06
Voihappoa	0,02	—	—	—	—	—
Maitohappoa	2,28 ^e	0,48 ^f	0,75 ^f	1,38	1,43	1,47
Sokeria	0,65 ^e	1,86 ^f	1,77 ^f	1,17	0,84	0,97
Kokonaistyypeä	0,92 ^e	0,70 ^f	0,61 ^g	0,88 ^e	0,72 ^{ef}	0,55 ^f
Ammoniumtyypeä %/kok. tyyppi	5,4 ^e	2,6 ^f	3,3 ^f	3,7	4,0	4,2
Liukoista tyypeä %/kok. tyyppi	49,1	47,0	52,3	54,0	47,3	46,2

¹⁾ toista niittokertaa

a-b: P<0,05 e-f-g: P<0,01

tupitoisuuden ero, joka oli 2,2 %-yksikköä. Yllättävää on, että kuidun sulavuus on jonkin verran parantunut, kun on siirrytty pitemmälle kasvuasteelle. Erot eivät ole tilastollisesti varmoja, mutta suunta on molemmissa kokeissa ruohoasteisen ja muiden säilörehujen välillä sama (taulukko 4).

Säilörehujen tuhkapitoisuus oli nuoremmilla kasvuasteilla yllättävän korkea, yli 16 % kuiva-aineesta (taulukko 2). Se ei voi johtua mullan joutumisesta rehuun, koska kaikki säilörehut olivat laadultaan erinomaisia (taulukko 3).

Rehujen kuiva-aineen määrä rehuyksikössä eli ns. täyttävyyys oli kaikissa rehuissa korkea (taulukko 2). Varhaisemmilla kasvuasteilla suuri täyttävyyys (yli 1,5) selittyy rehujen korkealla tuhkapitoisuudella. Jos rehujen energiapitoisuutta mitataan orgaanisen aineen määrällä rehuyksikössä, voidaan todeta, että erot eri kehitysasteiden välillä olivat varsin pieniä (taulukko 2). Energiapitoisin oli kokeen 1 röyhylletulovaiheessa säilötty rehu, orgaanista ainetta 1,22 kg/ry. Sillä oli parempi sulavuus kuin muilla rehuilla (taulukko 4).

Taulukko 4. Koesäilörehujen sulavuus, typpitase ja maittavuus päseillä määritettynä.

	Koe 1			Koe 2		
	ruohoaste ¹⁾	röyhylletulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruohoaste	röyhylletulon alku	röyhyllä n. 50 %
Sulavuus, %						
kuiva-aine	64,2 ^a	69,3 ^b	66,0 ^{ab}	65,8	66,0	62,7
orgaaninen aine	69,2 ^a	72,7 ^b	69,6 ^a	69,7	68,5	67,7
raakavalkuainen	73,1	73,6	72,3	74,1	65,2	61,7
raakarasva	59,7 ^f	73,5 ^e	74,8 ^e	75,4 ^{ae}	69,8 ^f	71,7 ^{bef}
raakakuitu	65,5	72,1	71,4	64,5	67,5	68,2
typpettömät uuteaineet	71,1 ^{ab}	72,4 ^a	65,4 ^b	69,1	70,3	69,3
Syöty g/eläin/d						
säilörehua, ka	904	795	858	1 272	1 149	948
sulanutta orgaanista ainetta	530	508	544	802	705	550
sulanutta raakavalkuaista	130	120	117	223 ^e	105 ^f	94 ^f
Typpitase	4,4	5,0	5,5	8,5 ^{ae}	4,2 ^{bef}	1,8 ^f

1) toista niittokertaa

a-b: P < 0,05, e-f: P < 0,01

Koesäilörehujen säilönnällinen laatu oli kaikissa rehuissa hyvä (taulukko 3). Kokeen 1 ruohoasteisessa rehussa oli hieman voihippaa ja ammoniumtyypen määrä suurempi kuin muissa rehuissa, mutta määrät olivat pieniä. Tämä rehu oli enemmän käynyttä kuin muut rehut.

Ruokintakokeet

Tuotostulokset ja säilörehujen syöntimäärät

Lehmäryhmillä oli valmistuskauden tuotos- ja syöntimäärät hyvin samansuuruisia (taulukot 5 ja 6, kuva 1), joten ryhmät olivat koetta alettaessa tasavertaisia. Kokeessa 2 lähtötaso oli erittäin korkea; 36 lehmän keskituotos 20 päivän aikana oli 27,0 kg maitoa päivässä.

Kokeessa 1 saatiin korkein maitotuotos röyhylletulon alkuvaiheessa niitetyllä kevätkesän rehulla ja heikoin tulos ruohoasteisella keskikesän säilörehulla (taulukko 5, kuva 1). Keskimääräiset säilörehujen kuiva-aineen syöntimäärät olivat näillä rehuilla käytännöllisesti katsoen yhtä suuret (taulukko 6), joten röyhylletulon alussa niitetyn rehun parempi tuotantovaikutus johtuu sen suuremmasta energiapitoisuudesta (taulukko 2). Röyhyasteisella kevätkesän rehulla saatiin jonkin verran pa-

Taulukko 5. Lehmien tuotokset (12 lehmää/ryhmä).

	Koe 1			Koe 2		
	ruoho- aste ¹⁾	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruoho- aste	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %
Valmistuskausi:						
Maitoa (4 %) kg/ lehmä/d	21,7	21,7	21,7	27,1	27,1	26,9
Koekausi:						
Maitoa, kg/lehmä/d	17,4	19,1	17,6	20,2	19,7	19,2
Maitoa, (4 %) kg/ lehmä/d	18,1	19,6	18,6	21,4	20,3	20,1
Maidon rasva-%	4,34	4,25	4,48	4,48	4,26	4,40
Maidon valkuais-%	3,53	3,47	3,45	3,52	3,33	3,40
Maidon maitosoke- ri-%	5,03	4,97	4,98	4,97	4,99	4,93
Elopainon muutos, kg/lehmä	-1	+12	+2	-3	-1	+3

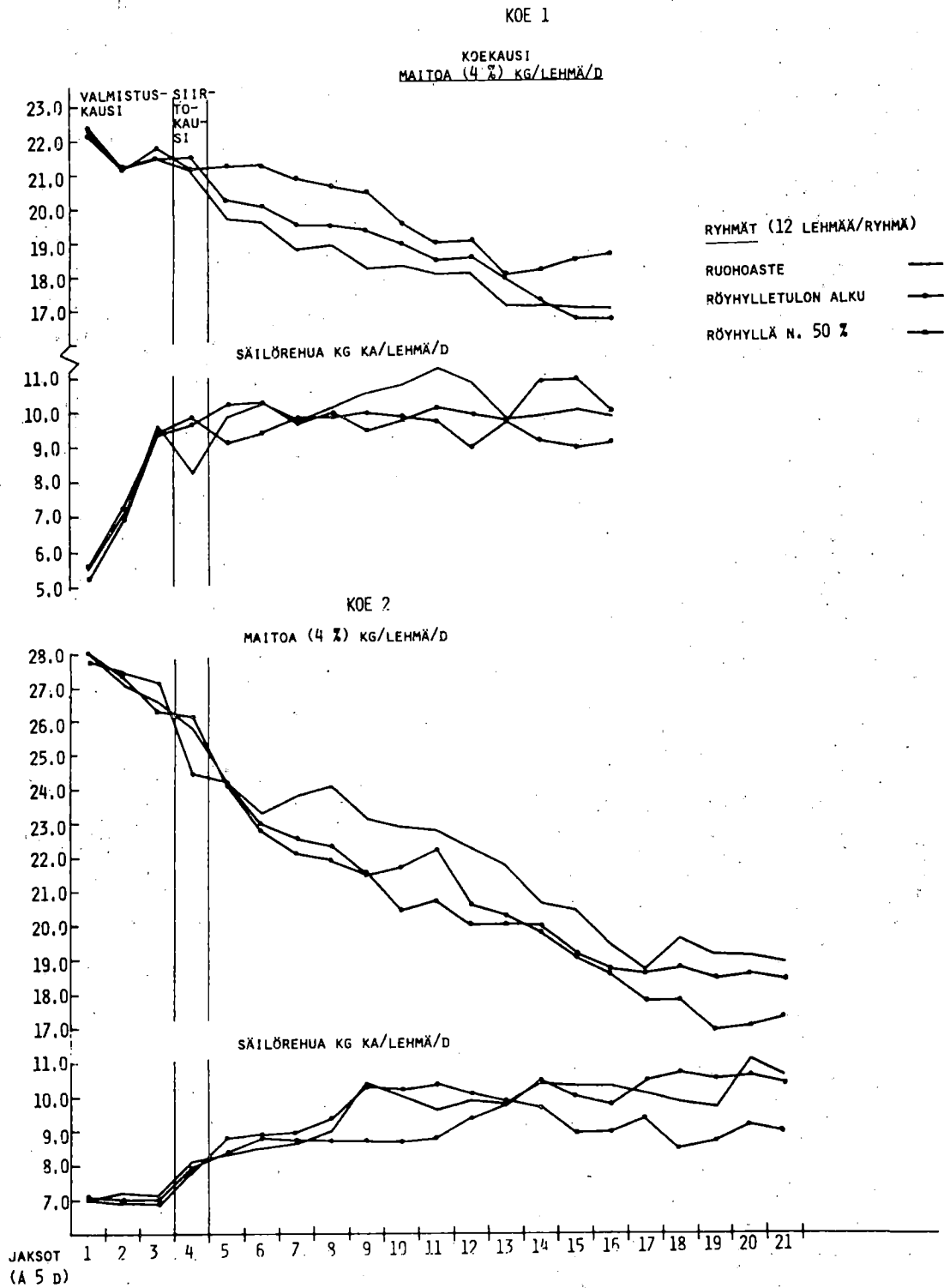
¹⁾ toista niittokertaa

rempi maitotuotos, kuin ruohoasteisella keskikesän rehulla, vaikka säilörehun syöntimäärä oli ensinmainitulla pienempi (taulukko 5, kuva 1).

Kokeessa 2 tuotosten paremmuusjärjestys oli yhden mukainen ruohon kehitystason kanssa. Paras tuotos saatiin ruohoasteisella ja heikoin röyhyllä olevalla rehulla (taulukko 5, kuva 1). Järjestys oli sama kuin pössien sulavuuskokeessa (kuva 2). Ryhmien väliset keskimääräiset maitotuotoserot olivat 0,5 kg lehmää kohti päivässä. 4-prosenttisenä maitona ruohoasteisen säilörehun paremmuus kasvoi ja toisten välinen ero pieneni. Röyhyasteisella rehulla maitotuotoksen lasku oli koekauden lopulla jyrkempi kuin muilla rehuilla (kuva 1). Ruohoasteista rehua lehmät söivät jonkin verran enemmän kuin röyhylletulevaa tai röyhyllä olevaa rehua (taulukko 6, kuva 1). Viimemainittujen välillä ero oli pieni.

Tuotos- ja syöntierot eivät olleet tilastollisesti varmoja, mikä johtuu suuresta hajonnasta ryhmien sisällä, ts. lehmien välisistä huomattavista eroista. Kun ryhmät kuitenkin saatiin keskimääräisesti hyvin tasavertaisiksi, ja ryhmien tuotokset muuttuivat kokeen kuluessa johdonmukaisesti (kuva 1), on ilmeistä, että syntyneet erot ovat todella johtuneet rehujen välisistä eroista.

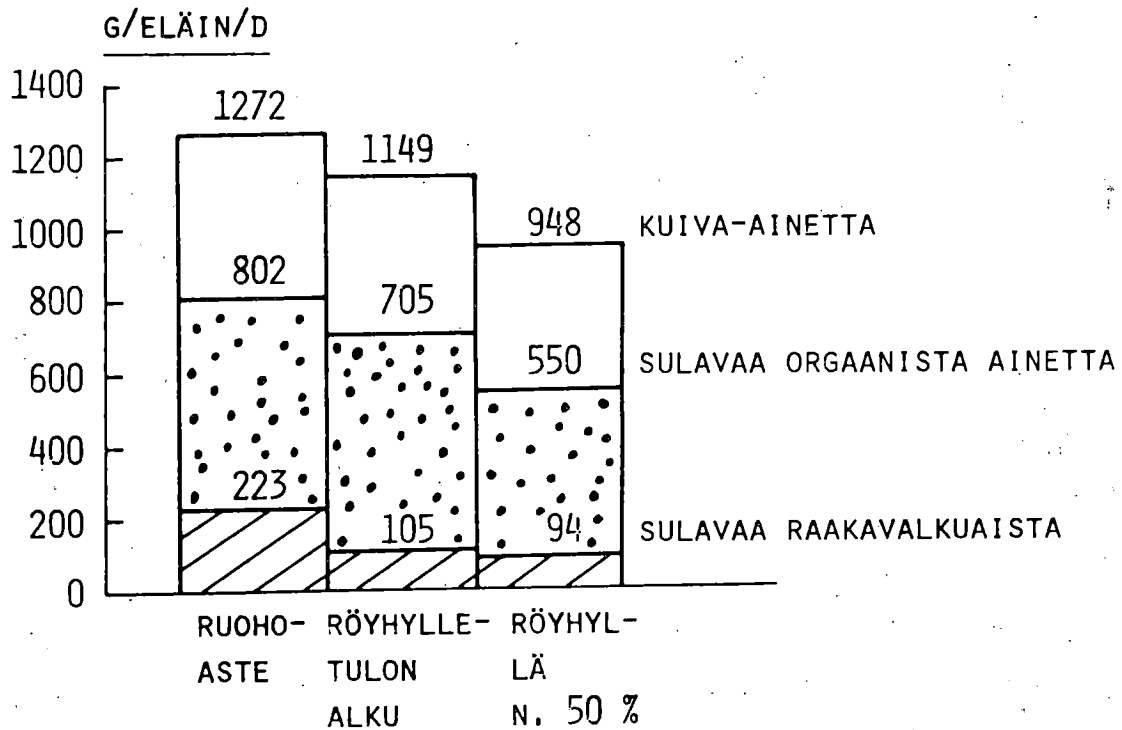
Maidon koostumuksessa ei ilmennyt johdonmukaista muuttumista. Kenties kuitenkin ruohoasteisilla rehuilla saatu korkein maidon valkuaispitoi-



Kuva 1. Eri korjuuasteilla saadut maitotuotokset ja säilörehun kuiva-aineen syöntimäärät. Pisteet viiden päivän keskiarvoja.

suus ilmentää samaa tulosta, mikä saatiin esiin suuremmasta aineistosta (ETTALA 1976), nimittäin sitä, että alhainen säilörehun kuitupitoisuus ja korkea valkuaispitoisuus kohottavat maidon valkuaispitoisuutta.

Lehmien elopaino pysyi muilla rehuilla käytännöllisesti katsoen ennallaan, kokeen 1 röyhylletulon alussa niitetyllä rehulla se kuitenkin kohosi huomattavasti (taulukko 5).



Kuva 2. Pässien keskimäärin syömät säilörehun kuiva-ainemäärät ja niistä saamat sulavan orgaanisen ja sulavan raakavalkuaisen määrät (koe 2).

Ravinnon saanti

Jokaisen ryhmän energian saanti on keskimäärin ollut vähän suurempi kuin tarve (taulukko 7). Suurin ero (1 ry /lehmä/d) oli kokeen 1 keski-ryhmällä, joka sai röyhylletulon alussa niitettyä energiapitoisinta rehua (taulukko 2). Energiaylimäärä selittää myös tämän ryhmän elopainon kohoamisen.

Sulavan raakavalkuaisen saanti oli keskimäärin suurempi kuin tarve muilla ryhmillä paitsi kokeen 2 röyhysteista rehua saaneella ryhmällä, jolla esiintyi valkuaisvajausta (taulukko 7). Molempia ruohoasteisia säilörehuja ja kokeen 1 röyhylletulon alussa niitettyä säilörehua syötettäessä lehmät saivat huomattavan valkuaisylimäärän keskituotostasolla.

Taulukko 6. Lehmien keskimäärin syömät rehumäärät (12 lehmää/ryhmä).

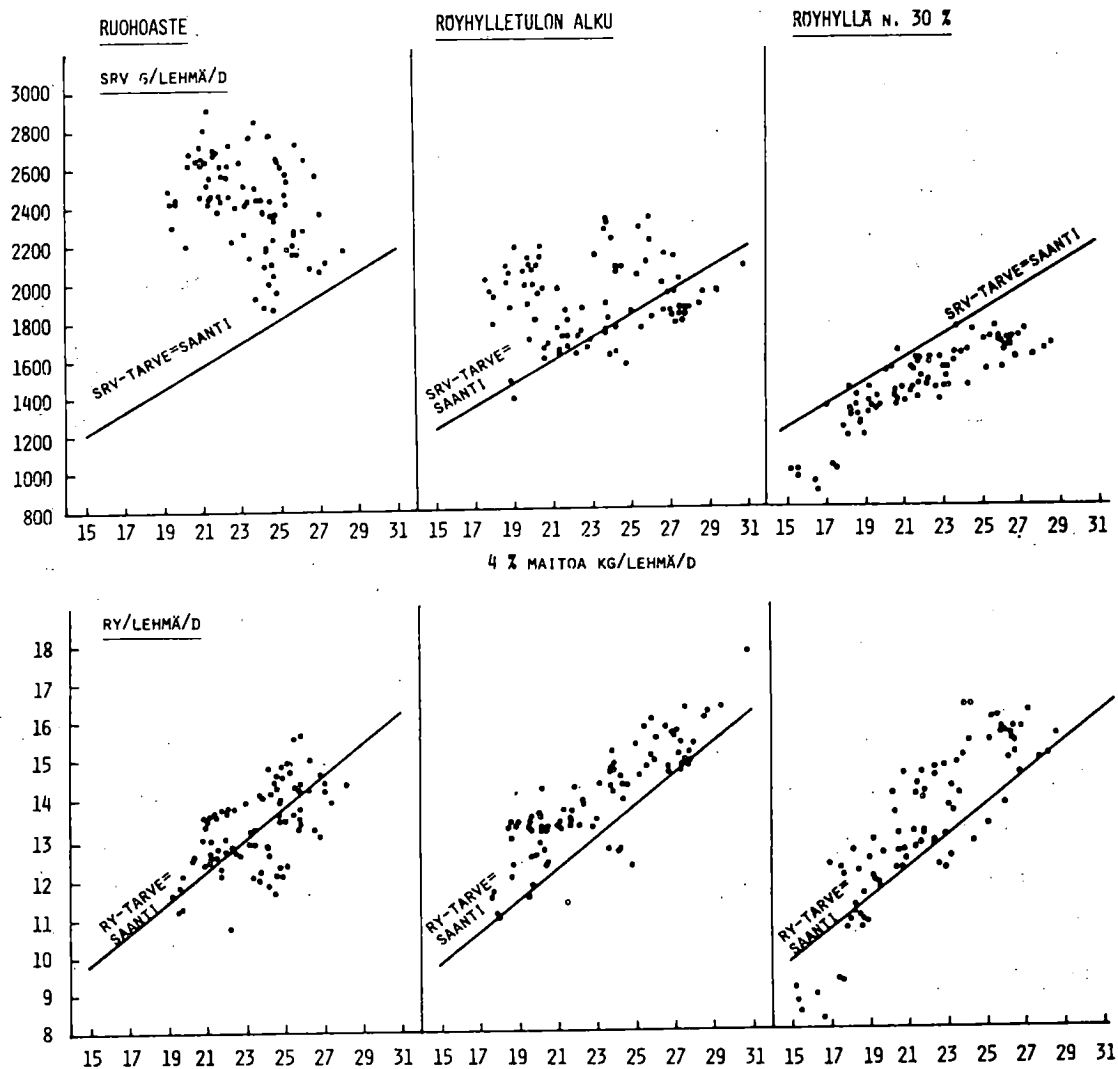
	Koe 1			Koe 2		
	ruoho- aste ¹⁾	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruoho- aste	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %
Valmistuskausi:						
säilörehua, kg/lehmä/d	32,4	31,5	32,5	30,5	30,1	30,2
Koekausi:						
säilörehua, kg/lehmä/d	35,2	45,9	44,0	42,5	40,7	40,9
säilörehua, kg ka/ lehmä/d	10,2	10,1	9,5	9,8	9,5	9,4
heinää, kg/lehmä/d	1,9	1,8	1,6	1,9	2,0	1,7
ohraa, kg/lehmä/d	4,0	4,7	4,3	5,5	5,1	5,1
kuiva-ainetta yht. kg/ lehmä/d	15,2	15,6	14,4	16,0	15,4	15,1
säilörehua ka-syön- nistä, %	67	64	65	61	62	62
ohraa ka-syönnistä, %	23	26	25	29	28	28
heinää ka-syönnistä, %	10	10	10	10	10	10

¹⁾ toista niittokertaa

Korkeatuottoisten lehmien ravinnon saannin ja tarpeen vertailu on esitetty kuvassa 3. Siinä on kultakin kokeen 2 ryhmältä esitetty 5 parhaan lehmän valkuaisen ja energian saanti tarpeeseen verrattuna 5 päivän keskiarvoina koko koekauden ajalta. Kyseiset lehmät lypsivät koekauden alkaessa n. 25-30 kg 4-prosenttista maitoa päivässä.

Kuvasta 3 voidaan todeta, että ruohoasteista rehua syötettäessä lehmät saivat korkeassakin tuotosvaiheessa valkuaista huomattavasti yli tarpeen. Röyhylletulon alussa valmistettua säilörehua syötettäessä oli valkuaisen saanti korkeatuottoisilla likipitäen tarvetta vastaava. Hyvin runsaasti säilörehua syöneet lehmät saivat tätäkin säilörehua annettaessa ylivalkuaista jopa 25-27 kg päivätuotostasolla. Röyhyasteista säilörehua syötettäessä valkuainen ei riittänyt millään näiden lehmien tuotostasolla.

Kuvasta 3 voidaan myös todeta, että energiansaanti oli useimmissa tapauksissa tarvetta jonkin verran suurempi. Vajausta ilmeni vähimmän röyhylle tulevaa säilörehua syötettäessä. Ruohoasteisella säilörehulla ener-



Kuva 3. Korkeatuottoisten lehmien (5 lehmää/ryhmä, koe 2) valkuaisen ja energian saanti tarpeeseen verrattuna eri kasvuasteilla valmistettuja säilörehuja syötettäessä. Pisteet viiden päivän keskiarvoja.

gianvajausta esiintyi eniten. Kuitenkin on huomattava, että ruohoasteisella säilörehulla kyseiset viisi korkeatuottoista lehmää pysyivät koko kokeen ajan yli 19 kg päivätuotoksissa, suurin osa 21-27 kg välillä. Røyhyllätulevaa säilörehua syötettäessä viiden korkeatuottoisen lehmän alimmat päivätuotokset olivat n. 18 kg ja jakautuminen 28 kg asti hyvin tasaista. Røyhyasteista säilörehua syöneillä lehmillä oli tuotosten aleneminen nopeampaa kuin muilla. Ilmeisesti on kysymys valkuaisvajauksesta, koska energiamäärä on tälläkin ryhmällä vastannut tarvetta varsin hyvin. Energian saantiin vaikuttaa oleellisesti myös käytetty viljamäärä. Ohran osuus koko energiansaannista oli keskituotostasolla vähän yli 40 %, korkeimmilla tuotostasoilla se oli jopa 60 % (taulukko 7).

Taulukko 7. Lehmien keskimääräinen ravinnon saanti (12 lehmää/ryhmä).

	Koe 1			Koe 2		
	ruoho- aste ¹⁾	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %	ruoho- aste	röyhylle- tulon alku	röyhyllä n. 50 %
Koekausi:						
ry-tarve, ry/lehmä/d	11,1	11,7	11,3	12,4	12,0	11,9
ry-saanti, ry/lehmä/d	11,5	12,7	11,6	12,8	12,1	12,4
saanti-tarve, ry/lehmä/d	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,5
srv-tarve, g/lehmä/d	1 415	1 506	1 444	1 613	1 547	1 536
srv-saanti, g/lehmä/d	2 003	2 077	1 701	2 337	1 717	1 390
saanti-tarve, g/lehmä/d	+ 588	+ 571	+ 257	+ 724	+ 170	- 146
Osuudet ravinnon saannista:						
säilörehusta ry, %	58	57	58	50	51	53
ohrasta ry, %	34	36	36	42	41	41
säilörehusta srv, %	74	73	70	74	67	70
ohrasta srv, %	19	21	23	21	26	33

¹⁾ toista niittokertaa

TULOSTEN TARKASTELUA

Kokeista käy selville, että jos kevätkesän säilörehun teko kestää noin 2,5 viikkoa, saadaan hyvin eriarvoista rehua alku- ja loppuvaiheessa. Kasvin kehitysasteesta voi tällöin varsin hyvin päätellä säilörehun ravintoarvon muuttumista. Sen sijaan eri vuosien tai kevään ja keskikesän säilörehuja vertailtaessa tulos eri kehitysasteilla vaihtelee. Kuivuuden vuoksi hitaasti kasvanut keskikesän rehu oli ruohoasteella suunnilleen samanarvoista kuin saman kevään rehu 50 % röyhyasteella, ja lämpimällä säällä nopeasti kasvanut kevätrehu oli röyhylletulovaiheessa viileänä keväänä kasvaneen ruohoasteisen rehun veroista. Näyttää siltä, että hyvin nopeassa kasvussa solujen seinämäainesta ei kehity samassa määrin kuin hitaassa kasvussa.

Kokeen 2 tulokset osoittivat, että ruohoasteista säilörehua syötettäessä lehmien tuotokset pysyivät kauimmin korkeana ja sentähden keskimää-

räisetkin tuotostulokset olivat parhaat. Alemmissä tutoksissa valkuaisylimäärän saanti oli ruohoasteista säilörehua syötettäessä kuitenkin varsin suuri, joten tapahtui huomattavaa valkuai-stuhlausta. Tuotostulokset olisivat ilmeisesti olleet yhtä hyvät, jos alemmilla tutostasoilla olisi käytetty myöhemmin korjattuja säilörehuja. Haittavaikutusta valkuaisylimäärästä ei tosin todettu, mutta myöhemmin tehty rehu olisi edullista satotulosten kohoamisen ja puristenestetappioiden vähenemisen vuoksi. Kyseisen kevätsadon kuiva-ainemäärät hehtaarilta olivat seur.:

ruohoaste	röyhylletulon alku	röyhyllä n. 50 %
1109 kg	1819 kg	3000 kg

Valitettavasti tältä 30,9 ha:n alalta ei keskikesän ja syksyn satotulosta ole käytettävissä erikseen kunkin korjuuasteen mukaan jaoteltuna, joten eri korjuuasteiden jälkisatoa ei tunneta. Kuitenkin näyttää siltä, että ruohoasteisena tapahtuva varhaisniitto on edullista lähinnä vain korkeatuottoisille lehmille säilöttynä. Varhaisniittoa voidaan käyttää hyväksi varsinkin laidunruokintaa tasapainoitettaessa.

Röyhylletulon alussa valmistettu säilörehu antoi sekä valkuaisen että energian kannalta tasapainoisimman tuloksen. Keskituotos jäi kuitenkin jonkin verran (0,5 kg maitoa, 1,1 kg 4 %-maitoa) alhaisemmaksi kuin ruohoasteisella rehulla, mikä johtui nopeammasta tuotoksen laskusta korkeassa tuotosvaiheessa. Kokonaisuuden kannalta on röyhylletulon alkamisvaihetta pidettävä kuitenkin edullisimpana niittoaikana. Korjuu on aloitettava tällöin ennen röyhylletuloa. Edullisin korjuuaika kestää useimpina vuosina viikon verran. Samaan tulokseen POUTIAINEN ja RINNE (1971) ovat tulleet timotei-nurminatanurmella. Heidän tuloksensa mukaan säilörehunteon tulisi olla lopussa kun n. 20 % tähkistä on esillä. SUOMI ym. (1977) ovat tulleet siihen tulokseen, että myös teurasmulleille 20 %:n tähkäaste on sopiva, sillä hyvin typpilannoitetusta timoteinurmesta saadaan riittävän valkuaispitoista rehua 3-12 kuukauden ikäisille teurasmulleille, kun viljan käyttö ei ole hyvin runsasta.

Noin 50 % röyhyllä olevaa säilörehua syötettäessä jäi lehmille valkuaisvajausta 20 kg keskituotostasolla likimain 10 %. 10 % valkuaisvajausta voitaneen pitää suhteellisen vaarattomana, kun normina käytettiin 60 g srv/kg 4 %-maitoa. Korkeammassa tuotoksissa valkuaisvajausta oli suuermpi ja aiheutti varsin nopean tuotosten laskun. Kyseisen rehun energia-arvo oli kuitenkin suhteellisen hyvä, joten 20 kg tuotostasoon asti sitä voidaan hyvin käyttää. Jos röyhyllä olevaa säilörehua joudutaan syötämään korkeatuottoisille lehmille, on valkuaisen saanti turvattava kor-

vaamalla osa viljasta valkuaisväkirehuilla. Valkuaisväkirehujen käyttö tulee välttämättömäksi myös silloin, kun typpilannoitus on riittämätön tai säilörehu heikosti mauttavaa.

KIRJALLISUUTTA

- ETTALA, E. 1976. Factors affecting the composition of milk. Ann. Agric. Fenn. 15: 182-195.
- Maidon koostumukseen vaikuttavista tekijöistä I. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote 3: 1-23.
 - LAMPILA, M. & RISSANEN, H. 1976. Väkirehutaso vaikutus lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote 6: 26-44.
 - POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives I. Ann. Agric. Fenn. 14: 286-303.
 - POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä I. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote 1: 1-27.
- POUTAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. Kehittyvä Maatalous 3: 15-28.
- SUOMI, K., HAKKOLA, H. & KOSSILA, V. 1977. Säilörehun korjuuasteen vaikutus naudanlihantuotantoon. Pohjois-Pohjanmaan koeaseman tiedote 1. 15 p.

KORJUUASTEEN VAIKUTUS SÄILÖREHUN RAVINTOARVOON

Esko Poutiainen ja Kalle Rinne

TIIVISTELMÄ

Runsaasti typpilannoitetusta nurminata-timoteinurmesta on tehty ruoho säilörehuksi viikon välein seuraavilla neljällä korjuuasteella: I - ruoho 3-4-lehtiasteella; II - nurminadan röyhyr lähellä puhkeamista, timotei lehtiasteella; III - nurminadasta 20 % röyhyllä, timotein ensimmäiset tähkät tulossa näkyviin; IV - nurminata röyhyllä, timotei tähkällä. Kullakin niittokerralla säilötystä rehusta on määritetty säilöntätappiot, laatu ja ravintoarvo.

Ravintoainehävikit puristemehussa ovat pienentyneet kehitysasteen vanhetessa. Säilönnän aiheuttamat ravintoaineiden kokonaishävikit ovat kuitenkin olleet alhaisimmat korjuuasteilla II ja III.

Säilörehun kemiallinen koostumus on vastannut melko tarkoin raaka-aineen koostumusta, joka on määräytynyt korjuuasteen mukaan. Korjuuasteiden I ja IV välillä säilörehun kuiva-aineen raakavalkuaispitoisuus on laskenut keskimäärin 0,62 %-yksikköä ja raakakuitupitoisuus noussut 0,40 %-yksikköä vuorokaudessa. Kaikilla korjuukerroilla on saatu laadultaan moitteetonta säilörehua.

Korjuuasteen vanhetessa orgaanisen aineen sulavuus on laskenut 0,47 %-yksikköä ja raakavalkuaisen sulavuus 0,43 %-yksikköä vuorokaudessa korjuuasteelle III saakka. Tämän jälkeen sulavuuden lasku on ollut 1 %-yksikköä vuorokaudessa. Eläimeen pidättynyt typpimäärä on pienentynyt korjuuasteen vanhetessa.

Eri korjuuasteilla on saatu säilörehuille seuraavat arvot täyttävyydelle (kuiva-ainetta kg/ry) ja valkuaisväkevyydelle (sulavaa raakavalkuaista g/ry): I - 1,22 kg/ry, 274 g/ry; II - 1,29 kg/ry, 227 g/ry; III - 1,31 kg/ry, 185 g/ry; IV - 1,46 kg/ry, 144 g/ry. Täyttävyys on lisääntynyt merkitsevästi korjuuasteiden I-II ja III-IV välillä, mutta valkuaisväkevyyden on laskenut merkitsevästi kaikilla korjuuväleillä. Suositeltavin ajankohta runsaasti typpilannoitetun nurminata-timoteinurmen korjuussa säilörehuksi on korjuuasteiden II ja III väli, jolloin saadaan sekä energia- että valkuaisväkevyydeltään korkea-arvoista säilörehua.

JOHDANTO

Nurmikasvien vanhetessa tapahtuu niiden kemiallisessa koostumuksessa muutoksia, joilla tiedetään olevan huomattava vaikutus sadon rehuarvoon. Tyypillisimmät muutokset kasvin iän lisääntyessä ovat raakavalkuaispitoisuuden aleneminen ja raakakuitupitoisuuden nousu. Samalla kaikkien aineosien sulavuus laskee, mikä lisää rehun täyttävyyttä ja alentaa valkuaisen väkevyyttä.

Korjuuasteen merkitystä heinäsadon ruokinnalliseen arvoon ovat kemiallisten määritysten ja sulavuuskokeiden avulla selvittäneet mm. POIJÄRVI (1955) sekä KIVIMÄE (1965). Aikaisemmat tutkitut korjuuasteet ovat olleet juuri ennen tähkimisen alkua ja myöhäisimmät siemenen muodostuksen vaihe. Pyritäessä tyydyttämään lypsylehmien tai kasvavien eläinten ravinnontarve pää-

asiassa nurmikasveista tehdyllä säilörehulla jäävät tähkälletulon jälkeiset vaiheet vaille mielenkiintoa. Käytännössä ns. säilörehuasteella ymmärretään kehitysvaihetta, jolloin valtaosa heinäkasvien tähkistä ja röyhyistä alkaa työntyä esiin tupesta. Pääasiassa säilörehuun perustuvan ruokinnan vaatimusten mukaisen korkealaatuisen säilörehun tuottamisessa ei suositeltavinta korjuuastetta ole kuitankaan riittävästi selvitetty.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millä kehitysasteella heinäkasvivaltainen nurmi olisi meidän oloissamme tehtävä säilörehuksi, jotta saataisiin hyvä säilöntätulos sekä maittavaa ja ravintoarvoltaan korkealuokkaista rehua.

KOEJÄRJESTELYT

Tiedot koenurmesta ja korjuuasteiden kuvaus

Koe järjestettiin keväällä 1970 kolmannen vuoden nurminata-timoteinurmeen, joka oli tutkimuskeskuksen Tikkurilan laitosten maatilan talousviljelmä. Kevätlannoituksena oli annettu 660 kg/ha typpirikasta super Y-lannosta, jolloin typen määräksi tuli 132 kg/ha. Maalaji oli aitosavea. Koealueelta korjattiin vierekkäisiltä kaistoilta noin 1000 kg ruohoa niittosilppurilla säilörehuksi neljällä korjuuasteella täsmälleen viikon välein. Korjuuasteet määritettiin siten, että toinen korjuu pyrittiin suorittamaan ensimmäisten röyhyjen ja tähkien alkaessa tulla esille. Ensimmäinen korjuu tapahtui viikkoa ennen toisen niiton arvioitua ajankohtaa, ja kolmas ja neljäs korjuu vastaavasti yksi ja kaksi viikkoa toisen niiton jälkeen.

Ruohon korjuuaste määritettiin tarkoin niittoa edeltävänä iltapäivänä silmämääräisesti, mittauksilla sekä koealaniitoilla (taulukko 1). Kullakin korjuukerralla niitettävältä noin 10 aarin alalta otettiin 10 koealaa \bar{a} $0,25 \text{ m}^2$. Koealaniittojen ja näytteistä tehtyjen määritysten perusteella voitiin laskea tuoreen ruohon määrä sekä kuiva-ainemäärä pinta-alayksikköä kohti. Samoja näytteitä käytettiin myös nurmen kasvilajikoostumuksen määrittäisiin (taulukko 2).

Ruohon morfologiset kehitysasteet:

- I 3.6. Ruoho 3-4 -lehtiasteella
- II 10.6. Nurminadalla ensimmäiset röyhyt lähellä puhkeamista. timotei lehtiasteella.
- III 17.6. Nurminadasta 20 % röyhyillä ja timotein ensimmäiset tähkät tulossa näkyviin.
- IV 24.6. Nurminata täydellä röyhyillä, kukinta aivan alussa, timotei täydellä tähkällä.

Tässä kirjoituksessa käytetään korjuuasteista jäljempänä tunnuksia I, II, III ja IV.

Kesäkuun sää oli lämmin ja aurinkoinen. Sateet olivat vähäisiä, mutta kuivuus ei kuitenkaan ehtinyt haitata ruohon kasvua. Kaikki korjuupäivät olivat poutaisia, joten ruohon ei tullut sadevedestä aiheutunutta kosteutta.

Taulukko 1. Korjuuasteiden kuvaus ruohon määrän ja korkeuden perusteella.

Korjuuaste	Pvm	Tuoretta kg/ha	Kuiva-ainetta		Ruohon korkeus cm
			%	kg/ha	
I	3.6.	12000	20.5	2460	20-25
II	10.6.	12960	21.0	2722	35-40
III	17.6.	17200	23.0	3956	50-55
IV	24.6.	16000	27.5	4400	65-70

Taulukko 2. Nurmen kasvilajikoostumus prosentteina tuorepainosta.

Kasvilaji	3.6.	10.6.	17.6.	24.6.	Keskim.
Nurminata	49.0	47.0	45.7	42.5	46.0
Timotei	31.5	37.5	45.3	46.8	40.3
Puna-apila	14.5	10.0	4.0	8.8	9.3
Punanata	1.0	2.1	3.3		1.6
Juolavehna	2.0	1.5	0.5	1.3	1.3
Muut rikkaruohot		0.3	0.7	0.4	0.4
Kulottunut ruoho	2.0	1.6	0.5	0.2	1.1
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Säilönnän suoritus

Säilörehut tehtiin neljään samanlaiseen tilavuudeltaan noin 2 m³:n säilöön, kukin korjuuaste erikseen. Niittosilppurilla korjuu oli murskannut rehua vain vähäisessä määrin.

Säilöntäaineena käytettiin kaikilla korjuukerroilla muurahaishappoa, joka lisättiin vedellä laimennettuna (1:6) suoraan torniin. Väkevän muurahaishapon annostus oli 4,2 l/1000 kg rehua (taulukko 3). Painotus oli kaikissa säiliöissä 400 kg/m².

Säilörehujen maittavuuden ja ravintoarvon määrittäminen

Korjuuasteen vaikutus säilörehun maittavuuteen ja ravintoarvoon määritettiin neljällä kuohitulla pässillä sulavuus- ja typpitasekokeissa 4x4 lati-

nalaisen neliön mukaan. Koe alkoi 9/9 1970 ja päättyi 25/11 1970. Pässit saivat vuorotellen kutakin säilörehua kolme viikkoa yksinomaisena rehuna seuraavasti:

1. viikko, maittavuuskausi, säilörehua vapaasti
2. " , valmistuskausi, säilörehua 90 % 1. viikon 5 viimeisen vrk:n kuiva-aineen syönnistä
3. " , koekausi, kuten jaksolla 2

Säilörehun lisäksi eläimet saivat vapaasti vettä ja kivennäisseosta.

Taulukko 3. Säilönnän aiheuttamat ravintoainehävikit säilötyistä määristä.

Korjuuaste	I	II	III	IV
Niitto pvm	4/6	11/6	18/6	25/6
<u>Säilöntä</u>				
Muurahaishappo l/tn	4.2	4.2	4.2	4.3
Painotus kg/m ²	400	400	400	400
Raaka-ainetta kg	1000	1000	900	750
Kuiva-ainetta %	20.50	21.15	22.28	28.50
<u>Hävikit puristehussa %</u>				
Kuiva-aine	3.93	2.95	1.24	-
Org.aine	3.20	2.35	0.99	-
Tuhka	11.56	8.70	3.12	-
Raakavalkuainen	4.68	3.82	1.57	-
<u>Kokonaisravintoainehävikit %</u>				
Kuiva-aine	-13.6	- 8.7	- 7.9	-10.9
Org.aine	-14.3	- 8.8	- 8.0	-12.1
Tuhka	- 5.6	- 7.0	- 7.6	+ 1.7
Raakavalkuainen	-11.1	- 8.9	- 8.6	-10.0
Raakarasva	+33.3	+35.4	+15.4	+13.6
N-vap. uuteaineet	-24.6	-16.6	- 14.5	-16.6
Raakakuitu	- 7.0	- 2.4	± 0.0	- 8.6
Rehuyksiköt	-13.5	- 8.6	- 7.9	-10.9
Sulava raakavalk.	-11.0	- 8.8	- 8.5	-10.1

Analyysimenetelmät

Rasvahapot, maitohappo, sokeri, ammoniumtyppi ja liukoinen typpi määritettiin tuoreista ruoho- ja säilörehunäytteistä. Rasvahapot ja maitohappo määritettiin kaasukromatografisesti. Pelkistävien sokereiden määrä on laskettu glukoosina. Ammoniumtyppi määritettiin kolorimetrisesti ja liukoinen typpi

pi Kjeldahlin menetelmällä, molemmat vesiliukoisesta osasta. Rehuanalyysiin kuuluvissa määrityksissä käytettiin standardimenetelmiä. Säilörehun kuiva-ainepitoisuuteen (105 °C) tehtiin korjaus lisäämällä kyseisen rehun erikoisanalyysien perusteella kuiva-aineeseen 80 % etikkahapon määrästä sekä propioni-, voi- ja valerianahappo 100 %:sti.

TULOKSET JA TARKASTELU

Ravintoainehävikit säilönnässä

Puristemehussa rehusta poistuneet ravintoainemäärät ovat olleet sitä pienemmät, mitä myöhäisemmällä kehitysasteella ruoho on tehty säilörehuksi (taulukko 3). Kasvuston ollessa säilörehua tehtäessä lähes heinäasteella ja kuiva-ainepitoisuuden korkea (korjuuaste IV) puristemehua ei ole poistunut lainkaan. Kokonaisravintoainehävikit ovat olleet suurimmat korjuuasteella I ja pienimmät korjuuasteella III. Toiseksi suurimmiksi ravintoaineiden kokonaishävikit ovat muodostuneet korjuuasteella IV, vaikka puristemehutappioita ei silloin aiheutunut lainkaan.

Säilörehujen kemiallinen koostumus ja laatu

Raaka-aineen ja valmiin säilörehun kemiallinen koostumus kullakin korjuuasteella vastaavat hyvin toisiaan (taulukko 4). Puhdasvalkuaisen määrä on kuitenkin ollut säilörehussa selvästi alhaisempi kuin raaka-aineessa. Säilörehussa tapahtuvissa käymisissä pilkkoutuu valkuaisaineita yksinkertaisiksi typpiyhdisteiksi, joten varsinaisten valkuaisaineiden osuus tyellisistä aineista vähenee. Raakarasvan määrä on säilörehussa ollut korkeampi kuin raaka-aineessa, mikä johtuu orgaanisten happojen joutumisesta analyysissä raakarasvoin. Työttömien uuteaineiden osuus säilörehussa on ollut pienempi kuin raaka-aineessa käymisten vähentäessä helpoliukoisten hiilihydraattien, ennen kaikkea sokereiden määrää. Kuidun osuus säilörehussa on ollut jonkin verran korkeampi kuin raaka-aineessa, sillä sen osalta ei tapahdu juuri häviöitä puristemehussa tai käymisissä. Yllämainitut muutokset ovat olleet samanlaiset riippumatta siitä, mikä korjuuaste on ollut kyseessä.

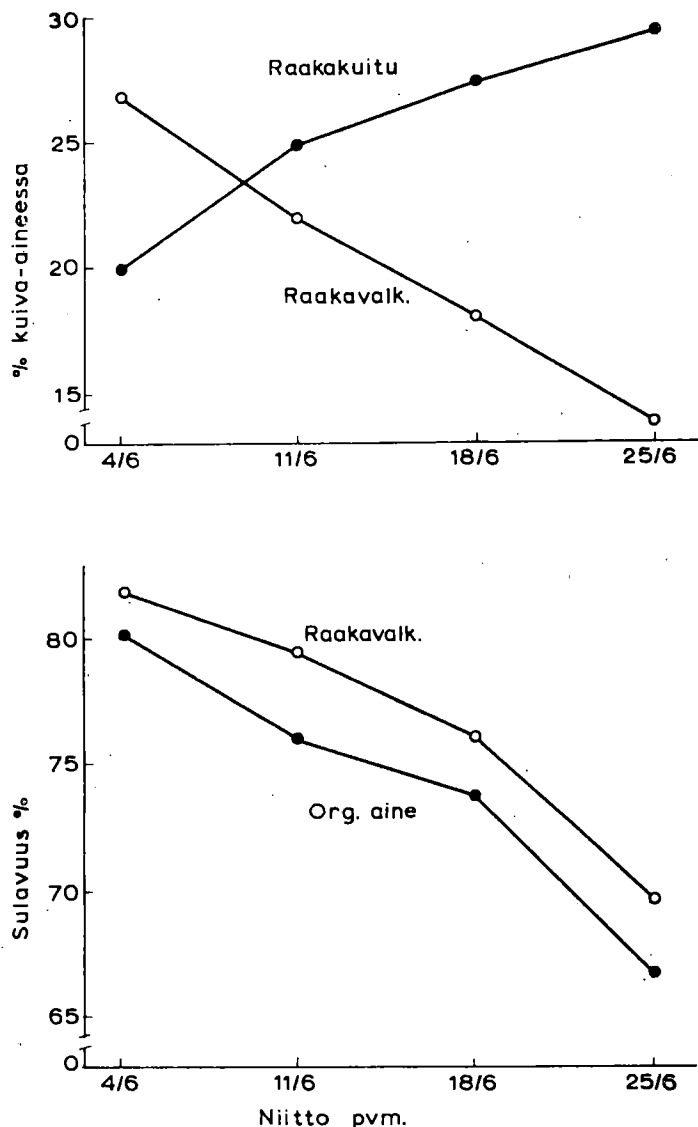
Myös kivennäisaineiden pitoisuus raaka-aineessa ja vastaavassa säilörehussa on ollut hyvin samanlainen (taulukko 4). Säilörehun fosforipitoisuus on kaikilla korjuuasteilla ollut jonkin verran alempi kuin raaka-aineessa.

Kasvien kehitysasteen vaikutus raaka-aineen ja siten myös säilörehun kemialliseen koostumukseen on ollut erittäin huomattava. Raakavalkuaispitoisuus on laskenut jokseenkin suoraviivaisesti 0,62 %-yksikköä päivässä. Raa-

Taulukko 4. Raaka-aineen ja säilörehun kemiallinen koostumus eri korjuuasteilla.

Korjuuaste Niitto pvm	I 4/6		II 11/6		III 18/6		IV 25/6		Keski- arvojen keski- virhe 1)
	raaka- aine	säilö- rehu	raaka- aine	säilö- rehu	raaka- aine	säilö- rehu	raaka- aine	säilö- rehu	
Prim.kuiva-aine %	20.5	20.4 ^d	21.2	19.7 ^d	22.3	20.5 ^d	28.5	26.4 ^e	±0.14
<u>Kuiva-aineessa %</u>									
Org.ainetta	91.4	90.6 ^a	90.6	90.4 ^a	91.5	91.4 ^b	92.0	90.8	±0.15
Raakavalk.	26.5	27.2 ^d	22.2	22.2 ^e	18.6	18.4 ^f	14.0	14.1 ^g	±0.32
Puhdasvalk.	20.9	11.9 ^d	17.4	9.9 ^e	14.6	8.8 ^e	10.6	6.8 ^f	±0.26
Raakarasvaa	4.1	6.3 ^{ad}	3.9	5.8 ^{ade}	3.9	4.9 ^{bef}	3.1	3.9 ^{cf}	±0.16
N-vap. uuteaineita	41.2	36.0 ^d	41.0	37.4 ^d	43.7	40.6 ^e	46.2	43.3 ^f	±0.24
Raakakuitua	19.6	21.1 ^d	23.5	25.0 ^e	25.3	27.5 ^f	28.7	29.5 ^g	±0.24
Ca	0.46	0.46	0.42	0.41	0.43	0.42	0.40	0.42	±0.01
Mg	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.20	±0.01
K	3.1	2.9 ^d	3.4	3.2 ^e	3.1	3.1 ^e	2.8	2.8 ^d	±0.03
P	0.36	0.34 ^{ad}	0.34	0.32 ^{bd}	0.31	0.29 ^e	0.24	0.23 ^f	±0.003
Na (ppm)	58	39 ^a	31	45 ^{ab}	50	38 ^a	38	53 ^b	—

1) Koskee vain säilörehuja. Erojen merkittävyydet säilörehujen koostumuksessa on testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukeyn testillä. Eri kirjaimilla varustetut arvot ovat tilastollisesti erisuuret. a - c : ($P < 0.05$), d - g : ($P < 0.01$). Muissa taulukoissa noudatettu samaa jakoa.



Kuva 1. Korjuuajan vaikutus heinänumrikasvustosta valmistetun säilörehun raakakuitu- ja raakavalkuaispitoisuuteen (ylempi piirros) sekä raakavalkuaisen ja orgaanisen aineen sulavuuteen (alempi piirros).

kakuitupitoisuus on sitä vastoin noussut hieman käyräviivaisesti, keskimäärin 0,40 %-yksikköä päivässä (kuva 1). Samanlaiset muutokset on KIVIMÄE (1965) todennut timotein korjuuajatutkimuksissa. Erilaiset sääolot, maalat ym. kasvien kehitysrytmiä muuttavat tekijät vaikuttavat myös kemiallisen koostumuksen muutoksiin. Määrätyssä kehitysvaiheessa on kasvin kemiallinen koostumus erilaisinakin vuosina kuitenkin suunnilleen sama.

Korjuuasteen vaikutus säilörehun kivennäispitoisuuksiin on ollut verrattain vähäinen. Kalsiumin ja erityisesti fosforin pitoisuus on kuitenkin laskenut kasvien kehitystasteen vanhetessa.

Taulukko 5. Raaka-aineiden ja valmiiden säilörehujen laatua kuvaavia lukuarvoja.

Niitto pvm	Korjuuaste	pH	% tuoreessa rehussa (ka 20 %)				% kokonaistypestä		
			Sokeri	Maito- happo	Etikka- happo	Voi- happo	Tyyppi	NH ₄ -N Liukoinen N	
4/6 I	raaka-aine	—	2.05	0.19	—	—	0.84	—	42.7
	säilörehu	4.3	1.71	1.55	0.27 ^d	<0.005	0.89 ^d	5.5	66.2
11/6 II	raaka-aine	—	2.08	—	—	—	0.71	—	38.7
	säilörehu	4.3	1.13	1.49	0.26 ^{ade}	0.005	0.73 ^{de}	6.5	65.4
18/6 III	raaka-aine	—	2.15	—	—	—	0.55	—	31.9
	säilörehu	4.3	1.15	1.28	0.20 ^{de}	<0.005	0.54 ^e	6.3	62.9
25/6 IV	raaka-aine	—	1.67	0.35	—	—	0.46	1.5	31.0
	säilörehu	4.2	1.57	1.18	0.13 ^{be}	<0.005	0.46 ^e	5.4	61.1
Keskisarvojen keskivirhe		±0.03	±0.20	±0.23	±0.02	±0.04	±0.43	±1.58	

Kaikilla korjuuasteilla on saatu samaa säilöntäteknikka käyttäen laadultaan moitteetonta säilörehua (taulukko 5). Voihappoa ei ole todettu missään säilörehussa mitattavia määriä, lukuun ottamatta yhtä näytettä korjuuasteella II. Ammoniumtyypen osuus kokonaistypestä on ollut kaikissa säilörehuissa pieni.

Korjuuasteen vaikutus sulavuuteen ja typpitaseeseen

Korjuuasteen vanhetessa säilörehun kaikkien aineosien sulavuus on selvästi laskenut (taulukko 6). Orgaanisen aineen ja raakavalkuaisen sulavuudet ovat laskeneet jokseenkin suoraviivaisesti, edellisen keskimäärin 0,47 ja jälkimmäisen 0,43 %-yksikköä vuorokaudessa korjuuasteelle III saakka. Tällöin n. 20 % nurminadasta oli röyhyllä ja timotein ensimmäiset tähkät alkoivat tulla näkyviin. Korjuuastetta III seuranneen viikon aikana orgaanisen aineen ja raakavalkuaisen sulavuuden lasku on ollut erittäin nopeata, noin 1 %-yksikkö vuorokaudessa (kuva 1).

Taulukko 6. Eri korjuuasteilla niitetystä ruohosta tehtyjen säilörehujen sulavuudet ja typpitaseet.

Korjuuaste Niitto pvm	I 4/6	II 11/6	III 18/6	IV 25/6	Keskiarvojen keskivirhe
Sulavuudet %					
Kuiva-aine	76.9 ^{ad}	73.4 ^{bde}	71.9 ^e	64.4 ^f	0.57
Org. aine	80.4 ^d	76.1 ^e	73.8 ^e	66.7 ^f	0.55
R-valkuainen	82.1 ^d	79.6 ^{ade}	76.1 ^{be}	69.6 ^f	0.60
R-rasva	75.8	74.4	73.6	70.8	1.14
N-vap. uuteain.	79.7 ^d	74.8 ^e	74.0 ^e	67.8 ^f	0.47
R-kuitu	80.8 ^d	75.3 ^e	72.1 ^e	63.1 ^f	0.72
Typpitase g/vrk	8.5 ^{ad}	6.1 ^{de}	4.6 ^{bde}	2.1 ^e	±0.63

Sulavuuden muutos kehitysasteen vanhetessa on useimmilla nurmiheinälajeilla muodoltaan jokseenkin samantyyppinen. Koiranheinän sulavuuden on todettu pysyvän verraten vakinaisena röyhyllä tuloon asti, mutta laskevan sen jälkeen vieläkin nopeammin kuin timotein ja nurminadan (MINSON ym. 1964).

Typpitase, joka ilmaisee eläinten hyödykseen saaman typpimäärän on pienentynyt säilörehun korjuuasteen vanhetessa. Tämä johtuu toisaalta eläimen saaman sulaneen raakavalkuaismäärän pienenemisestä ja osittain ehkä myös valkuaisen hyväksikäytön heikkenemisestä kuidun osuuden noustessa helppoliukoisten hiilihydraattien kustannuksella.

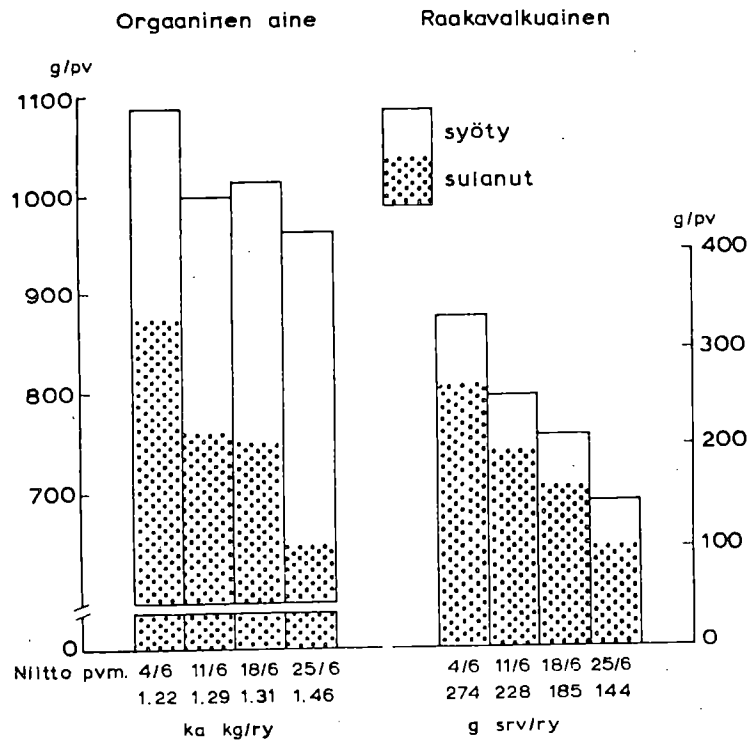
Korjuuasteen vaikutus säilörehun maittavuuteen ja ravintoarvoon

Säilörehun kuiva-aineen ja orgaanisen aineen syönnissä ei eri korjuuasteiden välillä ole todettu tilastollisesti merkitseviä eroja. Kaikkien säilörehujen syönti on ollut runsasta. Syöntimäärät vähenivät kuitenkin jonkin verran korjuuasteen vanhetessa (taulukko 7). Yleensä on säilörehun samoin kuin heinänkin syönnin todettu vähenevän korjuuajankohdan siirtyessä myöhäisemmäksi (MURDOCK 1967). Kuiva-aineen erilaisen kemiallisen koostumuksen johdosta raakavalkuaisen ja raakarasvan saanti on laskenut merkitsevästi korjuuasteen vanhetessa, mutta raakakuidun saanti on noussut.

Taulukko 7. Säilörehujen syönti, sulaneiden aineosien saanti sekä rehuarvoluvut.

Korjuuaste Niitto pvm	I 4/6	II 11/6	III 18/6	IV 25/6	Keskiarvojen keskivirhe
Syönti g/el/pv					
Kuiva-ainetta	1200	1110	1100	1060	± 37
Org.ainetta	1090	1000	1010	960	± 40
Raakavalkuaista	330 ^d	250 ^e	210 ^{aef}	150 ^{bf}	± 9
Raakarasvaa	80 ^{ad}	60 ^{bde}	55 ^{bef}	40 ^{cf}	± 2
Raakakuitua	250	280	300	310	± 13
Sulaneita aineita g/el/pv					
Kuiva-ainetta	920 ^a	810 ^{ab}	790 ^{ab}	680 ^b	± 33
Org.ainetta	870 ^d	760 ^{de}	740 ^{de}	640 ^e	± 29
Raakavalkuaista	270 ^d	190 ^e	160 ^{aef}	100 ^{bf}	± 8
Raakarasvaa	60 ^d	50 ^{de}	40 ^{aef}	30 ^{bf}	± 2
Raakakuitua	200	210	220	200	± 8
Rehuarvolukuja					
Korvausluku, kg/ry	6.0 ^d	6.5 ^e	6.4 ^e	5.5 ^f	± 0.05
Täyttävyyys, ka kg/ry	1.22 ^d	1.29 ^e	1.31 ^e	1.46 ^f	± 0.01
Srv % kuiva-aineessa	22.4 ^d	17.6 ^e	14.10 ^f	9.9 ^g	± 0.38
Srv g/ry	274 ^d	227 ^e	185 ^f	144 ^g	± 4

Säilörehun kaikkien aineosien sulavuudessa todettu lasku (taulukko 6) on aiheuttanut merkitsevät erot eläinten saamissa sulaneiden aineosien määrissä eri korjuuasteilla tehdystä säilörehusta, kuitua lukuun ottamatta. Sulavan orgaanisen aineen määrä eläinten syödessä tähkimisvaiheessa korjattua säilörehua on ollut noin 26 % ja sulavan raakavalkuaisen noin 60 % alhaisempi kuin korjuun tapahtuessa ruohoasteella (kuva 2).



Kuva 2. Korjuuajan vaikutus heinäkasvinurmesta valmistetun säilörehun syötiin, sulavuuteen, täyttävyyteen (ka kg/ry) ja valkuaisväkevyyteen (g srv/ry). Määritetty 4 x 4 latinalaisen neliön mukaan pässejä koe-eläiminä käyttäen.

Heinänuurmen korjuu säilörehuksi viikon välein on tuottanut sekä energia- että valkuaisväkevyydeltään hyvin eriarvoisia säilörehuja (taulukko 7). Täyttävyys, joka ilmaisee rehuyksikköön tarvittavan kuiva-ainemäärän, on lisääntynyt merkitsevästi korjuuasteiden I ja II sekä III ja IV välillä, mutta valkuaisväkevyyden laskenut jokseenkin suoraviivaisesti ensimmäisestä korjuusta alkaen. Aikainen säilörehunteko onkin otettava typpilannoituksen avuksi mikäli halutaan saada todella valkuaisrikasta säilörehua. "Vihreän linjan" ruokintakokeet ovat osoittaneet, että sekä lypsylehmien (LAMPILA ja ETTALA 1971) että kasvavien nautojen (HUILAJA ym. 1971) ravinnon-tarve korkeankin tuotannon vaiheessa voidaan tyydyttää pääasiassa nurmi-säilörehulla edellyttäen, että säilörehun sekä energia- että valkuaisväke- vyyden on suuri. Ruokintakokeiden perusteella on tavoiteltava täyttävyydessä arvoa 1,3 kg ka/ry ja valkuaisväkevyydessä noin 180 g srv/ry. Riittävän ai- kaiseen säilörehun tekoon on näin ollen kiinnitettävä aivan erityistä huo- miota. Toisaalta tehtäessä säilörehu hyvin nuorella ruohoasteella (korjuu- aste I) saadaan korjuukertaa kohti pienempi sato ja ylimääräiset korjuuker- rat lisäävät kustannuksia. Säilöntätappiot näyttävät muodostuvan jonkin ver-

ran suuremmiksi ruohoasteella kuin hieman myöhemmin korjattaessa.

Nurminata-timoteinurmi olisi suositeltavaa korjata säilörehuksi tässä kirjoituksessa kuvattujen korjuuasteiden II ja III välillä. Tämä merkitsee vaihetta, jolloin heinäkasvit ovat pääasiassa ruohoasteella, mutta ensimmäiset tähkät ja röyhyt alkavat työntyä esiin. Säilörehunteen olisi oltava lopussa viimeistään silloin, kun noin 20 % kukinnoista on esillä. Korjuun myöhästyessä tästä laskee saadun säilörehun ravintoarvo erittäin nopeasti.

KIRJALLISUUTTA

- HUILAJA, J., HAKKOLA, H. & HUIDA, L. 1971. Lihakarjan säilörehukoe Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Koetoin. ja käyt. 28: 6-8.
- KIVIMÄE, A. 1965. Timotejhöets sammansättning och smältbarhet vid framskridande skördestadier. Lantbrukshögsk. Medd. 37: 1-23.
- LAMPILA, M. ETTALA, E. 1971. Tillfredställande av mjölkkons proteinbehov huvudsakligen med protein från vallfoder. NJF:s XIV kongress i Uppsala. Förtryck av föredrag. Seksjon V. Husdyrbruk.
- MINSON, D. J., HARRISH, C. E., RAYMOND, W. F. & MILFORD, R. 1964. The digestibility and voluntary intake of S 22 and H. 1 ryegrass, S 170 tall fescue, S 48 timothy, S 215 meadow fescue and germinal cocksfoot. J. Br. Grassl. Soc. 19: 298-305.
- MURDOCK, J. C. 1967. Factors affecting the voluntary intake of silage and hay. J. Br. Grassl. Soc. 22: 95-99.
- POLJÄRVI, I. Korjuuajan, -tavan ja -säiden vaikutus nurmesta saadun rehusadon määrään ja ravintoarvoon. Maatal. ja Koetoin. 9: 197-205.

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)

KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 1

ESIPUHE

Tutkimus on suoritettu Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen ja Pohjois-Savon koeaseman yhteistyönä. Tutkimuksen suunnittelu ja ohjaus samoin kuin rehunäytteiden ja tulosten analysointi sekä kokeen 4 toteuttaminen Jokioisten kartanossa on tehty Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen toimesta. Kokeet 1 - 3 ja 5 on toteutettu Pohjois-Savon koeasemalla.

Tiedotteessa 1 on esitetty suomenkielisenä Ann. Agric. Fenn. sarjassa julkaistavat kirjoitukset: Ensilage of grass with acid-formaldehyde additives. I. Preservation and composition of silages. II. Intake and nutritional value of silages.

HAPOT SEKÄ HAPON JA FORMALDEHYDIN SEOKSET RUOHON SÄILÖNNÄSSÄ

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo, Lea Huida ja Martti Lampila	sivu
I. SÄILÖNTÄTULOKSET	47-73
Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo ja Martti Lampila	
II. SÄILÖREHUIEN RUOKINNALLINEN LAATU	74-96

HAPOT SEKÄ HAPON JA FORMALDEHYDIN SEOKSET RUOHON SÄILÖNNÄSSÄ

I. SÄILÖNTÄTULOKSET

E. ETTALA, O. POHJANHEIMO,^{1/} L. HUIDA ja M. LAMPILA
Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Hapoilla (muurahaishappo, AIV-1: muurahaishappo + suolahappo, AIV-2: muurahaishappo + fosforihappo) sekä formaldehydiä ja happoa sisältävillä säilöntäaineilla (Viherliuokset 1 - 3) on säilötty runsaasti typpilannoitettua ruohoa suuriin koesiiloihin. Hapvoja on käytetty 4 - 5 l, Viherliuoksia 5 - 6 l/tn. Kokonais-säilöntäaika (ensimmäisestä valmistuspäivästä viimeiseen syöttöpäivään) on ollut keskimäärin 295 pv.

Kaikilla säilöntäaineilla on saatu hyvälaatuista säilörehua. Laatu on ollut tasaisinta muurahaishappo- ja AIV-2-rehuissa. Viherliuoksen säilyttämistapa on ollut kaksijakoinen. Formaldehydin bakterisidinen vaikutus on ilmennyt voimakkaana säilytysajan ensimmäisinä kuukausina, jolloin käyminen on ollut vähäistä ja rehun pH korkea (n. 4.5 - 5.5). Myöhemmin on tullut mukaan pääasias-
sa maitohappokäymisen aiheuttama happovaikutus ja sen seurauksena muunkin käymisen voimistuminen. Haposäilörehuissa pH-arvot ovat koko ajan olleet samaa tasoa (n. 4.0 - 4.4) ja käyminen vähemmän muuttuvaa. Liukenevan typen osuus kokonaistypestä on Viherliuos-rehuissa ollut merkitsevästi ($P < 0.01 - 0.001$) alempi kuin happo-säilörehuissa.

1) Pohjois-Savon koeasema, Maaninka

JOHDANTO

Suomessa on valmistettu säilörehua noin 40 vuoden ajan alkupe-
räistä AIV-menetelmää (VIRTANEN 1929) käyttäen. Epäorgaanisilla
hapoilla (suolahappo ja rikkihappo) on rehumassan happamuus saatu
nopeasti pH 4:n tienoille ja siten kyetty pitämään säilörehun laa-
tutaso korkeana. 1960-luvun lopulla siirryttiin vähemmän voimakkai-
den säilöntäaineiden käyttöön, koska niiton yhteydessä tapahtuva
säilöntäaineiden levitys ja lisääntyneen käytön korostama maitta-
vuusvaatimus näyttivät sitä puoltavan. Markkinoille tuli puhdas
muurahaishappo, kaksi muurahaishappopitoista happoseosta, AIV-1 ja
AIV-2 (Keskukosuosliike Valio) sekä formaldehydiä ja muurahaishap-
poa sisältänyt säilöntäaine, Viherliuos (Farnos Oy). Kaikissa uu-
sissa säilöntäaineissa oli aluksi yhtenä aineosana muurahaishappo.

Muurahaishapon säilöntätehosta oli jo tällöin runsaasti tutkimus-
tuloksia. Norjalaisten tutkimusten mukaan muurahaishapolla oli
saavutettu likimain yhtä hyviä säilöntätuloksia kuin alkuperäisel-
lä AIV-liuoksella (BREIREM et al. 1959, SAUE 1968, ULVESLI ja SAUE
1965, ULVESLI et al. 1965). Vastaaviin tuloksiin oli jo aikaisemmin
tultu Ruotsissa (JARL 1948, JARL ja HELLEDAY 1948), myöhemmin myös
Tanskassa (NØRGAARD PEDERSEN et al. 1969). Muurahaishapon säilön-
täteho on vielä varmistunut kelasilppureitten yhteydessä suoritetun
ruohon silppuamisen ja säilöntäaineen ruiskuttamisen vuoksi. Muu-
rahaishapposäilöntä onkin 1960-luvun loppupuolella tullut Norjassa
yleiseen käyttöön (SAUE ja BREIREM 1969). Formaldehydipitoisten
säilöntäaineiden ruhosäilönnän tehoa oli 1960-luvun loppuun men-
nessä tutkittu varsin vähän (KUCHLER ja WACHTER 1931, OZIGOV 1962,
THOMAS 1965). Suomessa formaldehydipitoista säilöntäainetta oli
kehitetty vuodesta 1966 alkaen.

Samanaikaisesti kun uudet säilöntäaineet tulivat käyttöön, lisättiin
maassamme huomattavasti nurmien typpilannoitusta. Typen käytön li-
sääntyminen perustui JÄNTIN (1968) ja HUOKUNAN (1970) tutkimustu-
loksiin, joiden mukaan säilörehunurmien optimityppilannoitus Suomen
oloissa oli n. 300 kg puhdasta typpeä hehtaarille kolmessa erässä
annettuna. Valkuaisrikkaan rehun säilöminen on kuitenkin epävarmem-
paa kuin rehun, jossa hiilihydraateilla on suuri osuus (FOX ja BROWN

1969, GORDON et al. 1964, JACOBSON ja WISEMAN 1962, TOTH et al. 1956, WILSON ja WEBB 1937). Sen tähden on ollut tarpeellista selvittää uusien säilöntäaineiden teho runsaasti typpilannoitetun ruohon säilönnässä. Tässä esitettävät tulokset on saatu vuosina 1969 - 73 Maatalouden tutkimuskeskuksessa suoritetuista kokeista.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkittavien säilöntäaineiden pitoisuudet 100 %:sina aineina ovat olleet painoprosenteissa (W/W) seuraavat:

Muurahaishappo	86 %
AIV 1-liuos	(muurahaishappoa 25 % + suolahappoa 20 % + korr. estoain. 0,2 %)
AIV 2-liuos	(muurahaishappoa 83 % + ortofosforihappoa 2 %)
Viherliuos	
1. v. 1969	(formaldehydiä 22 % + muurahaishappoa 26 % + stabilisaattoreita 1 %)
2. v. 1970	(formaldehydiä 26 % + muurahaishappoa 17 % + stabilisaattoreita 1 %)
3. v. 1971-72	(formaldehydiä 20 % + etikkahappoa 24 % + stabilisaattoreita 3,5 %)

Kaikki säilöntäaineet (AIV-1 ja 2, muurahaishappo ja Viherliuokset 1 - 3) ovat olleet vertailtavina Pohjois-Savon koeasemalla vuosina 1969-71 suoritetuissa tutkimuksissa (kokeet 1 - 3). AIV-2:n ja Viherliuos 3:n keskinäistä vertailua on lisäksi suoritettu eri kasvilajeja käyttäen Jokioisten kartanoitten Lintupajun tilalla v. 1971 (koe 4) ja Pohjois-Savon koeasemalla v. 1972 (koe 5 a ja b). Säilöntä tapahtui Pohjois-Savon koeasemalla neljään samanlaiseen luji-temuovisiiloon ($4 \text{ } 7,5 \times 7,1 \text{ m}^2 = 53 \text{ m}^3$) ja Jokioisissa kahteen betonitorniin ($4 \text{ } 6 \times 19,6 \text{ m}^2 = 117,6 \text{ m}^3$).

Säilörehunurmet (1 - 7 v.) ovat olleet erilaisista heinäkasvilajeista koostuneita, joko sekanurmia (kokeet 1 - 3) tai lähes kokonaan yhtä kasvilajia edustavia (koe 5). Kokeessa 4 on keskikesän (2) ja syk-

Taulukko 1. Säilörehunurmien tyypilannoitus ja kasvilajikoostumus

Kokeet ja koevuodet	kg n/ha/sato	Kasvilajikoostumus % tuorepainosta								
		timotei	nurminata	koiranheinä	italianraiheinä	niitty-nurmikka	juolavehnä	muut heinäkasvit	apila	2-sirkk. rikkasvit.
Koe 1 1969	96	58	30			4	1		1	6
Koe 2 1970	104	60	14	4			18	2		2
Koe 3 1971	74	57	7	3		1	19	4	2	7
Koe 4 1971	44	39		12		2	4		33	10
Koe 5a 1972	91	81	4			11			1	3
Koe 5b 1972	51 ¹⁾				93					3

1) Korustettavalle raiheinänurmelle on edellisenä syksynä lisäksi annettu 49 tu/ha karjanlantaa

Taulukko 2. Säilörehujen raaka-ainemäärät ja liuosten menneki niittokerrittain (1-3) ja yhteensä

Kokeet ja säilöntäaineet	Raaka-ainetta tu/torni				Säilöntäaineita l/tu			
	1	2	3	Yhteensä	1	2	3	Keskimäärin ²⁾
Koe 1 ¹⁾	-	24.0	14.6	38.6	-	4.0	4.8	4.3
Koe 2								
AIV 1	33.8	25.0	8.2	67.0	4.0	3.8	4.0	4.1
AIV 2	33.7	27.1	8.2	69.0	4.1	3.9	4.1	4.2
Muurahaishappo	33.6	25.1	8.5	67.2	4.1	4.2	3.9	4.3
Vihertius 2	33.6	23.4	7.2	64.2	5.0	4.9	4.7	5.1
Koe 3								
AIV 1	40.2	16.1	6.8	63.0	4.9	4.9	5.3	5.2
AIV 2	41.2	16.0	7.3	64.4	5.0	5.2	5.2	5.3
Muurahaishappo	40.9	15.1	7.0	63.0	5.1	5.3	5.0	5.3
Vihertius 3	40.5	13.7	6.8	61.0	6.0	6.5	6.4	6.4
Koe 4								
AIV 2	68.1	52.8	9.4	130.3	5.6	4.6	6.8	5.3
Vihertius 3	58.5	52.3	9.8	120.6	4.7	5.3	7.0	5.1
Koe 5 a (timotei)								
AIV 2	44.8	18.3	8.2	71.3	5.0	5.3	5.4	5.3
Vihertius 3	44.9	17.1	5.7	67.7	5.7	6.5	7.0	6.2
Koe 5 b (raiheinä)								
AIV 2	39.9	34.6	19.9	94.4	4.8	4.9	5.1	5.0
Vihertius 3	40.1	34.6	18.3	93.0	5.4	6.1	5.5	5.8

1) Kokeessa 1 on vain osa kuornista punnittu. Kaikilla säilöntäainilla (AIV 1, AIV 2, muurahaishappo, Vihertius 1) on pyritty säilömaan samaan suuruiseen raaka-ainemäärä yhä suurin liuosmäärin.

2) Rehun pinnalle levitetty liuosmäärä mukana.

syn sadossa (3) ollut myös apilalla huomattava osuus (taulukko 1), koska apila syväjuurisenä kesti parhaiten ko. kesän kuivuutta.

Typpilannoitus on ollut 200 - 300 kg N/ha paitsi mainitulle apilapitoiselle nurmelle n. 130 kg N/ha. Satoa kohti keskimäärin annetut typpimäärät ovat vaihdelleet 44 - 104 kg N/ha (taulukko 1). Suurin osa typestä on annettu kalkkiammonsalpietarina (Oulunsalpietari), osa keskikesän lannoituksesta myös ureana. Fosforia on, etupäässä superfosfaattina, käytetty keskimäärin 35 kg P/ha (vaihtelu 31 - 37 kg). Kalin keskimääräinen käyttö on ollut 68 kg K/ha (vaihtelu 0 - 115). Nurmia perustettaessa on lannoitus käytetyn karjanlannan vuoksi ollut muista poikkeava (taulukko 1).

Sadot on pyritty korjaamaan ennen heinäkasvien tähkälle tai röyhylle tuloa. Kevätkesän sato on yleensä ennättänyt pisimmälle kehitystasteelle, pisimmällä se oli v. 1970 (koe 2), jolloin kevätkesän hyvien sääolosuhteiden lisäksi typpilannoitus oli runsas (taulukko 1) ja kasvu sen tähden erityisen nopea. Timotei oli silloin tähkälle tulossa, nurminata oli osittain ja koiranheinä kokonaan röyhyllä. Keski- ja syyskesän sadot ovat yleensä olleet ruohoasteella. Tosin keskikesän sadoissa on usein ollut harvaksen tähkällä tai röyhylle olevia, ensimmäisessä niitossa tähkänaiheensa säilyttäneitä korsiä. Koe 4 oli keski- ja syyskesän sadon suhteen varsin poikkeuksellinen, sillä kovan kuivuuden vuoksi timotei oli n. 30 - 40 cm:n korkuisena korjattaessa tähkällä ja apila kukassa. Kokeessa 5 timotei ja raiheinä olivat pääasiassa ruohoasteella, edellinen n. 50 - 60 cm:n ja jälkimmäinen n. 30 - 40 cm:n korkuista, joitakin tähkiä kuitenkin oli esillä. Timotein joukossa ollut niittynurmikka (vrt. taulukko 1) oli joko tähkällä tai tähkälle tulossa.

Korjuu suoritettiin yht'aikaa ja peräkkäisesti ajaen joko neljällä (kokeet 1 - 3) tai kahdella (kokeet 4 - 5) samanlaisella kelasilppurilla. Säilöntäaineet lisättiin niiton yhteydessä haponsekoittajaa käyttäen. Annostelu pyrittiin täsmäämään liuosten valmistajien ohjeiden mukaisiksi (4 - 5 l/tn). Ensimmäisenä koevuotena annostelun määrittäminen ei ollut tarkkaa, koska vain osa kuormista voitiin punnita. Myöhemmin kaikki kuormat punnittiin ja jokaiseen kuormaan mennyt liuosmäärä mitattiin. Liuoksen annosteleminen onnistui kes-

kimäärin varsin hyvin (taulukko 2), mutta vaihtelua ilmeni eri kuorien kohdalla. Kolmannelta kokeesta lähtien annostusta lisättiin, jotta minimimäärätkin olisivat täyttäneet ohjeannostuksen. Tällöin keskimääräiset liuosmäärät kohosivat 5 - 6 l:aan tonnille (taulukko 2). Kunkin säilöntäkerran jälkeen lisättiin n. 4 l liuosta rehun pinnalle.

Säilörehua valmistettiin kuhunkin torniin kolme kertaa kesässä (v. 1969 2 kertaa) (taulukko 2). Kevätkesän satoa säilöttiin keskimäärin 148 tn (54,2 %), jolloin säilöntä kesti 3 - 5 päivää, keskikesän satoa 93 tn (33,9 %, 2 - 3 pv) ja syyskesän 33 tn (11,9 %, 1 - 2 pv). Keski- ja syyskesällä rehua valmistettiin niin paljon kuin sitä painumisen jälkeen mahtui torneihin. Viherliuosrehu painui jonkin verran hitaammin kuin muut rehut, jonka vuoksi sen määrä jäi hieman muita pienemmäksi (taulukko 2). Rehujen painuminen tapahtui suurimmaksi osaksi ensimmäisten päivien aikana. Painotukseen käytettiin vesialtaita tai kiviä n. 350 kg/m². Ennen painotusta pantiin rehun pinnalle muovikelmu. Kokeessa 2 kelmut jätettiin pysyvästi rehukerrosten väliin. Ylempien kerrosten puristemehu ohjattiin seinää vasten asetettuja rei'itettyjä (3/4") muoviputkia pitkin siilon pohjalla oleviin poistoputkiin.

Puristemehun määrää ei näissä tutkimuksissa ole voitu mitata, mutta osasta kokeita (1 - 3) on seurattu puristemehun koostumusta ja happamuutta (taulukko 3). Ruohon keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet eri kokeissa ovat niittokerroittain ja keskimäärin olleet seuraavat:

	I niitto %	II niitto %	III niitto %	Keskimäärin %
Koe 1	-	21.5 ₁₎	20.2	21.4
Koe 2	18.0	14.0	15.6	16.2
Koe 3	19.2	18.5	17.0	18.8
Koe 4	22.7	21.8	24.6	22.5
Koe 5 a	16.3	13.8 ₁₎	15.4	15.5
Koe 5 b	12.5	12.3	12.5	12.4

1) Sadetta

Kuivina kesinä (kokeet 1 ja 4) ruohon kuiva-ainepitoisuus kohosi yli 20 %:n. Alhaisin kuiva-ainepitoisuus oli raiheinäkasvustolla (5 b). Yleensä korjuusäät olivat poutaisia ja paria poikkeusta lukuunottamatta sattuneet sadekuurot vähäisiä. Kesä-heinäkuun korjuuvuorokausien keskilämpötilat vaihtelivat 10,5 - 26,1°C (keskim. 16,8°C) ja elo-syyskuun 5,1 - 22,2°C (keskim. 14,2°C). Korkeimmat lämpötilat korjuupäivinä olivat vastaavasti 12,7 - 30,8°C (21,5°C) ja 10,3 - 26,8°C (19,2°C) (ANON 1969, 1970, 1971, 1972). Alhaisin lukema oli syksyllä 1969, jolloin esiintyi yöpakkasia ja rehu oli aamulla huurteista.

Syötön alkaessa rehua oli torneissa 5 - 6 m. Koesyöttö alkoi viimeisestä säilörehun valmistuspäivästä 24 - 80 vrk:n kuluttua ja kesti 90 - 165 pv. Ensimmäisen säilöntäpäivän ja viimeisen syöttöpäivän välinen aika, ts. rehun säilöntäaika tornien pohjakerroksissa vaihteli 209 - 330 pv ollen keskimäärin 295 pv. Säilörehuista otettiin näytteet kahden viikon välein irroittamalla sinä aikana syötettävästä rehusta (n. 0,5 m:n kerros) kapeat rehupatsaat läheltä tornin laitaa ja keskustaa sekä näiden kohtien puolivälistä. Osanäytteet yhdistettiin, sekoitettiin ja yhteisnäytteestä otettiin edustava näyte analysoitavaksi.

Tuoreiden säilörehunäytteiden vesiuutoksesta määritettiin haihtuvat rasvahapot, maitohappo, ammoniumtyppi, kylmään veteen liukeneva typpi ja sokeri. Rasvahapot määritettiin kaasugromatograafisesti (HUIDA 1973), maitohappo (BARKER ja SUMMERSON 1941), ammoniumtyppi (McCULLOUGH 1967) kolorimetrisesti, liukoinen typpi Kjeldahlin ja sokeri SOMOGYIn (1945) menetelmällä SALOn (1965) muunnosta käyttäen. Sokeri laskettiin glukoosina. Rehun pH ja nitraattityppi määritettiin elektrometrisesti, edellinen näytteiden puristemehusta, jälkimmäinen 60°C:ssa kuivatusta näytteistä (PAUL ja CARLSON 1968). Varsinainen rehuanalyysi suoritettiin standardimenetelmiä käyttäen. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen, joka määritettiin kuivattamalla näytteet kuiva-ainekaapissa 105°C lämpötilassa, tehtiin korjauslisäämällä kuiva-aineeseen voi-happo ja propionihappo 100 %:sesti sekä etikkahaposta 80 % (JARL ja HELLEDAY 1948, NORDFELDT 1955).

TULOKSET

Viherliuosrehujen puristemehun pH-arvot ovat olleet merkittävästi korkeampia sekä kuiva-aine- ja raakavalkuaispitoisuudet merkittävästi alhaisempia kuin happosäilörehujen, joiden puristemehut ovat olleet hyvin toistensa kaltaisia (taulukko 3). Viherliuosrehuissa puristemehujen pH-arvot ovat aluksi olleet varsin korkeita (yli 5), mutta alentuneet vähitellen lähes samalle tasolle kuin happosäilörehuissa, joiden pH-arvot ovat verrattain tasaisesti olleet lähellä 4:ää. Puristemehujen kuiva-ainepitoisuuden vuosittaiset vaihtelut ovat johtuneet ruohon kosteuseroista (vrt. s. 5 ja taulukko 3).

Säilörehunäytteissä on ilmennyt vastaavanlainen pH-eroavuus kuin puristemehuissakin. Happosäilörehujen pH-arvot ovat olleet keskenään samankaltaisia (keskimäärin 4,2) ja Viherliuosrehujen niitä merkittävästi korkeampia (keskimäärin 4,7) (taulukot 4 ja 5). Viherliuosrehujen pH-arvot ovat olleet säilöntäkauden alussa yli 5:n, mutta laskeneet säilytysajan jatkuessa sitä mukaa kuin maitohappokäyminen on edistynyt (kuva 1). Kokeessa 2 ovat AIV-1- ja Viherliuosrehujen pH-arvot vaihdelleet huomattavasti, mutta AIV-2- ja muurahaishapporehujen pysyneet verrattain tasaisina, tosin n. 0,2 pH-yksikköä korkeampina kuin kokeissa 1 ja 3 (kuva 1).

Käyminen on AIV-1 rehuissa ollut jonkin verran voimakkaampaa kuin muissa rehuissa. Tämä ilmenee AIV-1-rehujen muita korkeampina maitohappo- ja etikkahappopitoisuuksina sekä alhaisempina sokeripitoisuuksina (taulukko 4, kuva 1). Viherliuosrehujen etikkahappopitoisuudet ovat kokeesta 3 lähtien oleellisesti kohonneet, koska silloin siirryttiin etikkahappopitoisen Viherliuos 3:n käyttöön (taulukot 4 ja 5). Kaikkien säilörehujen käyminen on ollut hyvin vähäistä syksyllä 1969, jolloin ruoho oli (vrt. s. 5) kylmää ja säilytysaika lyhyt (24 vrk). Kokeessa 5 on maitohappokäyminen ollut suhteellisen vähäistä, mutta propionihapon muodostuminen runsaampaa kuin muissa kokeissa.

Voihappoa on ollut rehuissa hyvin vähän (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Lähinnä sitä on ilmennyt ensimmäisen ja toisen kokeen kesäsatojen rehuissa. Viherliuosrehuissa 1 ja 2 sitä on ollut jonkin verran useammin ja runsaammin kuin muissa rehuissa. Ero AIV-rehuihin on

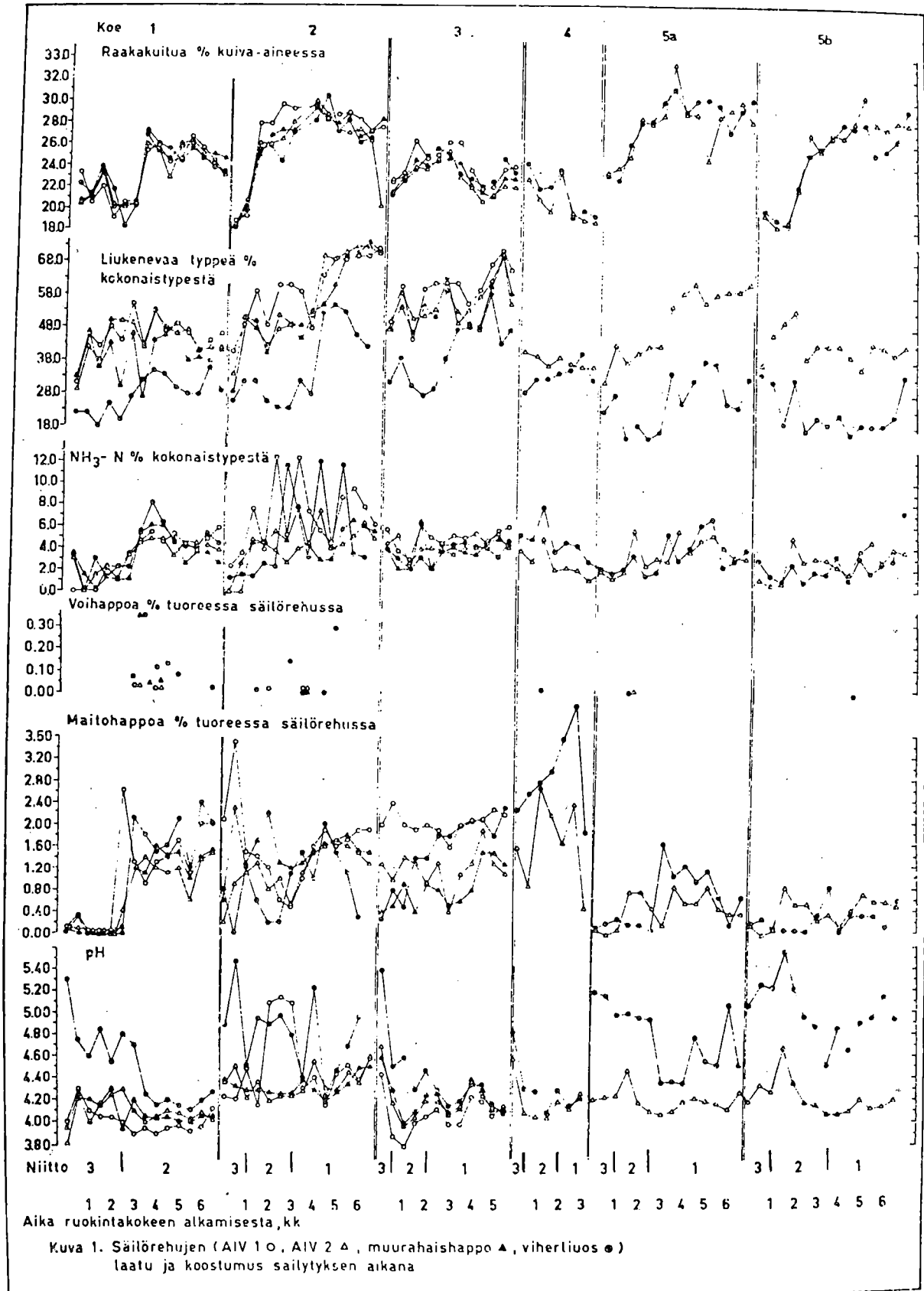
Taulukko 3. Puristemehujen koostumus- ja pH-arvoja

Kokeet ja säilöntäaineet	Näytteitä kpl	pH	Kuiva-aine %	Tuhka %	Raakavalk. %
Koe 1					
AIV 1	14	4.3 ¹⁾	8.4 ^{ab}	2.2	2.1 ^{c 1)}
AIV 2	14	4.4 ¹⁾	8.5 ^a	2.3	1.9 ^{c 1)}
Muurahaishappo	14	4.4 ¹⁾	8.2 ^{ab}	2.2	2.0 ^{c 1)}
Viherliuos 1	14	4.9 ¹⁾	7.7 ^b	2.3	1.4 ^{d 1)}
Koe 2					
AIV 1	22	4.52 ^c	5.8 ^{ab}	1.3	2.1 ^c
AIV 2	22	4.48 ^c	6.1 ^c	1.4	2.1 ^c
Muurahaishappo	22	4.53 ^c	6.1 ^a	1.3	2.1 ^c
Viherliuos 2	22	5.22 ^d	5.1 ^{bd}	1.3	1.3 ^d
Koe 3					
AIV 1	12	4.75 ^a	8.2 ^c	1.5	2.6 ^c
AIV 2	12	4.81 ^{ab}	8.1 ^c	1.4	2.4 ^c
Muurahaishappo	12	4.82 ^{ab}	8.1 ^c	1.5	2.4 ^c
Viherliuos 3	12	5.08 ^b	7.1 ^d	1.4	1.8 ^d
Kokeiden 2-3 erot					
AIV 1		x	xxx	-	-
AIV 2		xxx	xxx	-	-
Muurahaishappo		xxx	xxx	-	-
Viherliuokset		-	xxx	-	xxx

1) Määritetty 6 näytteestä.

Erojen merkitsevyys analysoitu kokeittain varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot säilöntäaineiden kesken testattu Tukeyn testillä (Steel ja Torrie 1960); a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$.

Erot kokeiden 2 ja 3 välillä ^x $P < 0.05$, ^{xx} $P < 0.01$, ^{xxx} $P < 0.001$.



ollut tilastollisesti merkitsevä kokeiden 1 - 3 keskimääriä analysoitaessa (taulukko 4). Kokeessa 3 ei voihippaa ole esiintynyt lainkaan.

Ammoniumtypen osuus kokonaistypestä on kaikilla säilörehuilla ollut pieni (keskiarvo 4,8 %) (taulukot 4 ja 5). Kokeessa 2 ovat AIV-1:n ja Viherliuosrehu 2:n ammoniumtyypipitoisuudet kuitenkin vaihdelleet suuresti (kuva 1).

Liukenevan typen osuus kokonaistypestä on Viherliuosrehuilla ollut erittäin merkitsevästi alhaisempi kuin happosäilörehuilla (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Korkein se on ollut AIV-1-rehuilla (kesim. 55 %). Eräitten kokeiden tornien pohjakerroksissa on liukenevan typen osuus kokonaistypestä kohonnut happosäilörehuilla jopa yli 70 %:n (kuva 1).

Rehujen koostumukseen eri säilöntäaineet ovat vaikuttaneet hyvin vähän (taulukot 4, 5, 6 ja 7). Viherliuosrehujen kokonaistyyppipitoisuus (vastaavasti raakavalkuaispitoisuus) on ollut jonkin verran korkeampi kuin muiden. Eräissä kokeissa ero on ollut tilastollisesti merkitsevä, eräissä vain suuntaa osoittava. Rehujen raakarasvapitoisuudessa on ollut jonkin verran käymisen voimakkuudesta johtuvia eroavuuksia, koska haihtuvia rasvahappoja on raakarasvaa analysoitaessa liuennut eetteriin.

Kokeiden väliset erot ovat olleet erittäin merkitseviä useimpien säilörehujen koostumusta kuvaavien aineosien kohdalla (taulukot 4, 5, 6 ja 7). Kokeissa 1 - 3 erot ovat lähinnä johtuneet korjuuasteeroista, kokeissa 4 - 5 sekä korjuuaste- että kasvilajieroista. Rehujen kuiva-ainepitoisuudet ovat olleet korkeimmat apilapitoisella säilörehulla (n. 27 %), (koe 4, taulukko 5) ja alimmat raiheinäsäilörehulla (n. 20 %), (koe 5 b). Kuitupitoisuudet ovat olleet korkeimmat kokeissa 2 ja 5 ja alhaisimmat kokeessa 4 (apilapitoinen säilörehu), (taulukot 6 ja 7, kuva 1). Heinäkasveista valmistettujen säilörehujen nitraattityypipitoisuudet ovat olleet runsaan typpilannoituksen vuoksi verrattain korkeita (keskim. 0,13 % ka:ssa), apilapitoisessa säilörehussa sen sijaan nitraattipitoisuus on ollut alhainen (keskim. 0,04 % ka:ssa). Eri kokeissa olleiden rehujen keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet eivät ole paljonkaan eroaneet

Taulukko 4. Säilörehujen laatu ja koostumusta kuvaavia lukuarvoja (kokeet 1-3)

Kokeet ja koorehut	Näyt-teitä kpl	Ka-%		pH		Sokeri		Maitohappo		Etikkahappo		Voihappo		Prop. happo		Kokonaiss-N		NO ₃ -N		NH ₃ -N		% kokonaistyypistä	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Koe 1																							
AIV 1	14	24.0	2.8	4.0 ^c	0.1	6.6	3.9	4.3	2.5	0.87	0.40	0.01	0.02	0.19 ^{ac}	0.5	3.1	0.5	3.2	0.10	0.06	2.2	45.7 ^c	5.9
AIV 2	14	24.6	2.9	4.1 ^c	0.1	7.6	4.7	2.8	2.3	0.92	0.36	0.01	0.02	0.01 ^{bd}	0.5	3.0	0.5	3.3	-	-	1.4	44.2 ^c	6.3
Muurahaihappo	14	24.3	2.9	4.1 ^c	0.1	7.5	4.0	3.0	2.6	0.89	0.53	0.14	0.41	0.00 ^{bd}	0.4	3.1	0.4	3.1	-	-	1.9	39.7 ^c	6.6
Vihertius 1	14	24.4	3.4	4.5 ^d	0.3	7.2	4.4	4.2	3.6	1.04	0.47	0.23	0.41	0.10	0.5	3.1	0.5	3.9	-	-	2.1	27.6 ^d	5.6
Koe 2																							
AIV 1	13	21.7	2.7	4.5 ^c	0.3	0.8 ^c	1.0	8.0 ^{ac}	3.3	2.65 ^c	1.34	0.01	0.02	0.18	0.6	3.5	0.6	6.5	0.10	0.06	2.8	60.2 ^c	13.4
AIV 2	13	22.2	2.1	4.4 ^c	0.1	4.6 ^{cd}	6.3	5.4 ^{ab}	1.7	1.10 ^d	0.52	0.00	0.01	0.04	0.3	3.3	0.3	4.1	0.14	0.05	2.1	54.5 ^c	15.6
Muurahaihappo	13	21.8	2.2	4.3 ^d	0.1	2.6 ^{cd}	3.3	7.3 ^a	2.2	1.35 ^d	0.36	0.00	0.01	0.00	0.4	3.3	0.4	4.4	0.14	0.05	1.8	53.5 ^c	15.3
Vihertius 2	12	21.7	2.3	4.8 ^d	0.4	7.3	6.2	4.0	2.8	1.02	0.79	0.32	0.74	0.10	0.4	3.6	0.4	4.9	0.12	0.05	4.3	34.1 ^d	11.6
Koe 3																							
AIV 1	12	22.4	2.5	4.1 ^c	0.2	1.7 ^c	1.4	9.2 ^c	1.2	1.85 ^{ac}	0.42	0.00	0.00	0.08	0.3	3.2 ^a	0.3	5.1 ^a	0.14	0.07	0.9	60.3 ^c	7.5
AIV 2	12	23.0	2.6	4.2 ^{cd}	0.2	5.5 ^{cd}	2.4	5.2 ^{ed}	1.5	1.40 ^{cd}	0.26	0.00	0.00	0.11	0.4	3.3 ^{ab}	0.4	4.3 ^{ab}	0.12	0.07	0.8	56.5 ^c	6.8
Muurahaihappo	12	23.2	2.5	4.2 ^{cd}	0.2	7.3 ^d	4.3	3.5 ^e	1.4	1.16 ^d	0.36	0.00	0.00	0.10	0.3	3.3 ^a	0.3	3.9 ^b	0.11	0.05	1.3	54.9 ^c	6.7
Vihertius 3	12	23.1	3.2	4.4 ^d	0.3	5.3	6.3	6.6	2.5	2.45 ^{be}	0.77	0.00	0.00	0.09	0.3	3.6	0.3	3.8	0.12	0.03	0.9	41.1 ^d	9.6
Keskimäärin																							
AIV 1	39	22.8	2.8	4.2 ^c	0.3	3.2 ^{ac}	3.6	7.0 ^c	3.6	1.76 ^c	1.11	0.01 ^a	0.02	0.14 ^a	0.5	3.3	0.5	4.9	0.12	0.07	2.5	55.0 ^{ac}	10.6
AIV 2	39	23.3	2.7	4.2 ^c	0.2	6.0 ^b	4.9	4.4 ^d	2.2	1.13 ^d	0.44	0.01 ^a	0.02	0.06 ^b	0.4	3.2	0.4	3.9	0.13	0.04	1.6	51.4 ^{cd}	11.6
Muurahaihappo	39	23.1	2.7	4.2 ^c	0.2	5.8 ^b	4.4	4.6 ^d	2.9	1.12 ^d	0.46	0.05 ^{ab}	0.25	0.05 ^b	0.4	3.2	0.4	3.8	0.13	0.03	1.7	49.0 ^{cd}	12.3
Vihertiuokset	38	23.1	3.2	4.6 ^d	0.4	6.6 ^{bd}	5.3	4.9 ^d	3.2	1.46 ^{cd}	0.94	0.19 ^b	0.49	0.07 ^{ab}	0.5	3.4	0.5	4.2	0.12	0.07	2.7	33.9 ^c	10.5
Kokeiden 1-3 erot																							
AIV 1		-	-	xxx		xxx	xxx	xxx		xxx		-	-	-	-	-	-	xx	-	-	xx	xxx	
AIV 2		-	-	xxx		-	xx	xx		x		-	-	xx	-	-	-	-	-	-	-	x	
Muurahaihappo		-	-	xxx		xx	xxx	xxx		x		-	-	xx	-	-	-	-	-	-	-	xxx	
Vihertiuokset		-	-	x		-	-	-		xxx		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	

1) Ei määritetty
 Erojen merkittävyys on analysoitu varianssianalyysillä kokeittain ja keskimäärin. Säilöntäaineiden erot on testattu Tukeyn testillä; a-b: P<0.05, c-e: P<0.01.
 Kokeiden yhdistäminen on suoritettu puulausta käyttäen.
 Kokeiden väliset erot *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Taulukko 5. Säilörehujen laatua ja koostumusta kuvaavia lukuarvoja (kokeet 4-5)

Kokeet ja koerohut	Näyt- teitä kpl	Ka-%		pH		Sekeri		Maitohappo		Etikkahappo		Voinappio		Prop. happo		Kokonais-N		NO ₃ -N		NH ₃ -N		Liuk. N		
		\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Koe 4																								
AIV 2	7	27.2	1.6	4.2	0.2	7.1 ^a	3.9	6.4 ^c	2.9	0.96 ^c	0.20	0.00	0.07	0.10	3.1	0.3	0.04	0.01	2.8 ^a	1.3	39.4 ^a	1.6		
Vihertius 3	7	27.1	3.6	4.3	0.2	2.4 ^b	2.3	11.0 ^d	2.6	2.76 ^f	0.73	0.02	0.06	0.07	3.2	0.3	0.04	0.02	4.8 ^b	1.6	35.5 ^b	3.7		
Koe 5 a (tinotei)																								
AIV 2	13	21.5	2.4	4.2 ^e	0.1	5.2	2.3	2.1	1.4	0.93 ^e	0.53	0.01	0.13	0.22	3.0	0.5	0.18	0.10	3.7	1.5	52.4 ^e	10.5		
Vihertius 3	14	21.1	2.7	4.8	3.3	5.3	4.1	2.9	2.4	1.98 ^f	0.84	0.01	0.16	0.23	3.2	0.4	0.16	0.11	3.5	1.7	27.7 ^f	9.1		
Koe 5 b (raihoinä)																								
AIV 2	14	20.0	2.4	4.3 ^e	0.2	6.8 ^d	4.2	2.3	1.4	0.96	0.66	0.00	0.26	0.37	3.2	0.4	0.13	0.04	3.1	1.4	44.9 ^e	4.7		
Vihertius 3	14	20.0	2.2	5.1 ^f	0.3	10.0 ^b	3.7	1.5	1.2	1.45	0.77	0.01	0.37	0.52	3.5	0.4	0.12	0.05	2.7	1.7	25.3 ^f	6.8		
Keskimmäin																								
AIV 2	34	22.0	3.5	4.2 ^e	0.1	6.3	3.5	3.1	2.4	0.95 ^e	0.53	0.00	0.17	0.28	3.1 ^a	0.5	0.13	0.08	3.3	1.4	46.7 ^e	8.6	xx	
Vihertius 3	35	21.9	3.8	4.8 ^f	0.4	6.6	4.7	4.0	4.1	1.92 ^f	0.91	0.01	0.23	0.37	3.3 ^b	0.4	0.12	0.08	3.5	1.8	28.3 ^f	7.7	x	
Kokeiden 4-5a - 5 b erot																								
AIV 2		xxx						xxx																xx
Vihertius 3		xxx					xxx	xxx			xx										x			x

Erojen merkittävyys analysoitu varianssianalyysillä kokettain ja keskinäisin ja säilöntäaineiden väliset erot testattu F-testillä.

a-b: P<0.05, c-d: P<0.01, e-f: P<0.001. Kokeiden yhdistämien suoritettu puulausta käyttäen.

Kokeiden väliset erot ^xp<0.05, ^{xx}p<0.01, ^{xxx}p<0.001

Taulukko 6. Säilörehujen kemiallinen koostumus kokeissa 1-3

Kokeet ja koerohut	% kuiva-aineessa											
	tuhka		org. aine		raakavalk.		raakarasva		raakakuftu		N-vapaat uutaineet	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Koe 1												
AIV 1	10.6	1.9	89.4	1.9	18.6	3.4	5.5	0.6	24.7	2.4	40.6	2.5
AIV 2	11.7	2.7	88.3	2.7	17.3	3.1	5.3	0.4	24.6	2.3	41.1	3.2
Muurahaishappo	10.4	2.8	89.6	2.8	18.6	2.4	5.4	0.7	25.0	2.7	40.7	2.5
Vihertiuos 1	12.1	3.3	87.9	3.3	18.1	2.6	5.0	1.3	24.8	2.5	40.0	3.1
Koe 2												
AIV 1	8.0	1.0	92.0	1.0	20.7	3.4	6.9 ^c	1.0	28.7	3.7	35.8	4.0
AIV 2	7.9	0.9	92.1	0.9	20.4	2.5	6.3 ^{ab}	0.7	27.4	3.5	38.1	3.4
Muurahaishappo	7.8	1.0	92.2	1.0	20.2	3.1	6.6 ^a	0.8	28.0	3.4	37.4	3.1
Vihertiuos 2	7.7	0.7	92.3	0.7	21.6	2.6	5.6 ^{bd}	0.4	27.5	3.5	37.5	3.2
Koe 3												
AIV 1	8.6	1.7	91.4	1.7	19.5 ^{ab}	1.5	6.3	0.8	25.9	1.8	39.6	2.7
AIV 2	7.8	1.3	92.2	1.3	19.6 ^{ab}	1.6	6.1	0.6	24.7	1.6	41.9	2.5
Muurahaishappo	7.7	1.5	92.3	1.5	19.4 ^a	1.7	5.9	0.7	24.9	1.5	42.0	1.9
Vihertiuos 3	8.0	1.6	92.0	1.6	21.3 ^b	1.8	5.6	0.6	25.3	1.4	39.9	2.4
Keskimäärin												
AIV 1	9.1	1.9	90.9	1.9	19.6	3.0	6.2	1.0	26.4	3.2	38.7	3.7
AIV 2	9.2	2.6	90.8	2.6	19.0	2.8	5.9	0.7	25.5	2.8	40.4	3.4
Muurahaishappo	8.7	2.3	91.3	2.3	19.4	2.5	6.0	0.9	26.0	3.0	40.0	3.2
Vihertiukset	9.4	3.0	90.6	3.0	20.2	2.9	5.4	0.9	25.8	2.8	39.2	3.0
Kokeiden 1-3 erot												
AIV 1	xxx		xxx		-		xxx		xx		xxx	
AIV 2	xxx		xxx		xx		xxx		x		xx	
Muurahaishappo	xx		xx		-		xxx		xx		xxx	
Vihertiukset	xxx		xxx		xx		-		x		-	

Yllästatollinen analysointi ja kokeiden yhdistäminen tapahtunut kuin taulukossa 4.

a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$

x $P < 0.05$, xx $P < 0.01$, xxx $P < 0.001$.

Taulukko 7. Säilörehujen kemiallinen koostumus kokeissa 4-5

Kokeet ja koerehut	% kuiva-ainessa											
	tuhka		org.aine		raakavalk.		raakarasva		raalakuitu		N-vap. uuteaineet	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Koe 4												
AIV 2	11.0	3.0	89.0	3.0	19.1	1.9	4.8	0.7	22.7	2.0	42.5 ^a	2.0
Viherriuos 3	11.6	2.5	88.4	2.5	19.6	1.0	5.1	0.9	23.3	2.2	40.4 ^b	1.4
Koe 5 a (timotei)												
AIV 2	7.1	1.2	93.0	1.2	18.6	3.4	6.0 ^c	0.4	30.2	3.0	38.1	2.4
Viherriuos 3	7.1	1.0	92.9	1.0	19.9	2.6	5.4 ^d	0.6	30.5	2.7	37.0	1.4
Koe 5 b (raihelänä)												
AIV 2	9.7	0.7	90.3	0.7	20.2	2.7	7.7 ^e	0.7	28.0	4.1	34.5	3.3
Viherriuos 3	10.1	0.7	89.9	0.7	21.3	2.1	6.8 ^f	0.6	27.3	3.7	34.6	2.9
Keskimäärin												
AIV 2	8.9	2.2	91.1	2.2	19.4	2.9	6.4	1.3	27.8	4.3	37.5	4.1
Viherriuos 3	9.2	2.3	90.8	2.3	20.4	2.2	5.9	1.0	27.8	4.0	36.7	3.0
Kokeiden 4-5 a - 5 b erot												
AIV 2	xxx		xxx		-		xxx		xxx		xxx	
Viherriuos 3	xxx		xxx		-		xxx		xxx		xxx	

Tilastollinen analysointi ja kokeiden yhdistäminen tapahtunut kuin taulukossa 5.

a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$, e-f: $P < 0.001$.

^x $P < 0.05$, ^{xx} $P < 0.01$, ^{xxx} $P < 0.001$.

toisistaan, vaikka käytetyt typpilannoitusmäärät ovatkin vaihdelleet. Kokeiden väliset erot ovat käymistulosten suhteen olleet huomattavasti vähäisempiä kuin koostumusta kuvaavien aineosien kohdalla (taulukot 4, 5, 6 ja 7).

Kun Viherliuksella ja hapoilla säilötyt rehut ovat eronneet eräissä suhteissa huomattavasti toisistaan, on käymistulosten ja niihin vaikuttavien aineosien keskinäisiä yhteyksiä selvitetty kahden korrelaatiomatriisin avulla ja niiden homogeenisuus testattu χ^2 -testillä (SNEDECOR ja COCHRAN 1971, s. 186). Tuloksista (taulukko 8) voidaan todeta, että muiden ominaisuuksien korrelaatiot ovat eronneet toisistaan suhteellisen vähän, mutta pH-arvojen korrelaatiot muihin ominaisuuksiin nähden ovat happo- ja Viherliuosrehuilla olleet erittäin merkittävästi toisistaan poikkeavia, jopa etumerkillään vastakkaisia. Haposäilörehujen pH-arvot ovat korreloituneet merkittävästi positiivisesti haihtuvien rasvahappojen, ammoniumtyypen ja liukenevan tyypen määriin, kun taas Viherliuosrehujen vastaavat korrelaatiot ovat olleet negatiivisia ja vain osittain merkittäviä. Viherliuosrehujen pH:n ja maitohapon välisestä erittäin merkittävästä negatiivisesta korrelaatiosta voidaan päätellä, että Viherliuosrehujen happamuus on johtunut pääasiallisesti maitohapon muodostumisesta. Haposäilörehuilla maitohapon vaikutus pH-arvoon on ollut vähäisempää kuin Viherliuosrehuilla, joten lisättyjen happojen vaikutus on ilmeisesti ollut huomattava.

Rehujen kuitupitoisuuden kohoaminen on lisännyt epäedullisia käymistuloksia, s.o. voihamon ja muiden haihtuvien rasvahappojen sekä ammoniumtyypen muodostumista (taulukko 8, kuva 1). Samansuuntaisesti on vaikuttanut kokonaistypen lisääntyminen. Nitraattityypen korrelaatiot kyseisiin käymistuloksiin ovat olleet negatiivisia.

Kun ominaisuuksien välillä on ollut monensuuntaisia keskinäisiä vuorosuhteita, on askeltavalla regressioanalyysillä (NENONEN 1971) pyritty selvittämään, mitkä rehun aineosista ja käymistuloksista ovat eniten itsenäisesti selittäneet virheikäymisiä. Valinnaisiksi selittäjiksi on analyysiin otettu 12 rehun koostumusta ja laatua kuvaavaa lukuarvoa (vrt. taulukot 4 ja 6). Voihamon muuntelua on haposäilörehuilla merkittävästi selittänyt ainoastaan rehun raaka-

Taulukko 8. Säilörehujen laatua ja koostumusta kuvaavien lukuarvojen välisiä korrelaatioita
 H = hapoilla (AIV 1, AIV 2, muurahishappo) säilöttyt (104 kpl)
 V = Viherjuosrehut (55 kpl)

Ominaisuudet	Rehutyypit		pH		Voihappo		Haihtuvat rasvahapot		Haittohappo		NH ₃ -N	Liuk. N	NO ₃ -N		Kok. N	Sokeri	R.kuiftu	
	H	V	r	r-erot	r	r-erot	r	r-erot	r	r-erot			r	r-erot				r
pH	H	V	1.00															
	V		1.00															
Voihappo	H	V	+0.13		1.00													
	V		+0.04		1.00													
Haihtuvat rasvahapot	H	V	+0.39	xxx	+0.31	x	1.00											
	V		-0.23		+0.62		1.00											
Haittohappo	H	V	-0.12	xxx	-0.06		+0.37	1.00										
	V		-0.75		+0.15		+0.52	1.00										
NH ₃ -N	H	V	+0.40	xxx	+0.22	x	+0.70	+0.49	1.00		1.00							
	V		-0.20		+0.58		+0.62	+0.36	1.00		1.00							
Liukeneva N	H	V	+0.31	xxx	-0.06	x	+0.44	+0.46	+0.67	1.00								
	V		-0.37		+0.33		+0.40	+0.51	+0.55	1.00								
NO ₃ -N	H	V	-0.14	xx	-0.10		-0.39	-0.00	-0.08	-0.14	1.00							
	V		+0.35		-0.13		-0.45	-0.43	-0.24	-0.23	1.00							
Kokenais-N	H	V	+0.27	xxx	-0.01		+0.24	+0.22	+0.32	+0.61	-0.25			1.00				
	V		-0.41		-0.06		+0.00	+0.29	+0.24	+0.75	-0.18			1.00				
Sokeri	H	V	+0.04	xxx	-0.08		-0.57	-0.69	-0.65	-0.45	-0.10			-0.16		1.00		
	V		+0.59		-0.30		-0.66	-0.71	-0.47	-0.33	+0.23			-0.08		1.00		
Raakakuiftu	H	V	-0.12		+0.24		+0.30	-0.02	+0.26	-0.03	+0.09			-0.45		-0.33		1.00
	V		-0.28		+0.21		+0.47	+0.19	+0.36	-0.07	-0.29			-0.17		-0.48		1.00

H-rehujen korrelaatioiden merkittävyys $P < 0.05$ $r > 20$, $P < 0.01$ $r > 20$, $P < 0.001$ $r > 0.33$
 V-
 $r > 28$, $r > 0.37$, $r > 0.46$

H- ja V-rehujen korrelaatioiden homoskeenisuus χ^2 -testillä määritettynä: $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$

kuitupitoisuus (R^2 % 5,8) ja Viherliuossäilörehuilla ammoniumtyypipitoisuus (R^2 % 33,2). Ammoniumtyypen vaihtelua ovat merkitsevästi selittäneet seuraavat muuttujat:

Askel	Happosäilörehut			Viherliuosrehut			
	Selittäjä	T-arvo	R^2 %	Askel	Selittäjä	T-arvo	T-arvo
1	pH	+6.67 ^{xxx}	15.6	1	Sokeri	-3.81 ^{xxx}	22.5
2	Raakakuitu	+3.72 ^{xxx}	4.8				
3	Sokeri	-3.67 ^{xx}	4.7				
4	Kokonaishappo	+3.09 ^{xx}	3.3				
5	Maitohappo	+2.78 ^{xx}	<u>2.7</u>				
	Kokonaisselitys		66.8				

Tuloksista voidaan todeta, että happosäilörehuilla pH-arvon nousu sekä raakakuitu- ja kokonaistyyppipitoisuuksien kohoaminen ovat lisänneet proteiinityypin hajoamista ammoniakiksi. Myös maitohappokäymisen voimistuminen on lisännyt sitä. Viherliuosrehuilla rehun sokeripitoisuus on ollut ainoa ammoniakityypin muuntelua merkitsevästi selittävä tekijä. Rehun kuiva-ainepitoisuus ei ole näissä tutkimuksissa vaikuttanut merkitsevästi käymistuloksiin.

TULOSTEN TARKASTELU

Esitetyt viisi koetta antavat varsin selvän kuvan siitä, että kaikilla kyseisillä säilöntäaineilla saadaan hyvänlaatuista säilörehua. Kuitenkin tutkimuksissa on ilmennyt tyypillisiä eroavuuksia, toisaalta happosäilörehujen, toisaalta formaldehydiä ja happoja sisältävien Viherliuosrehujen välillä.

Viherliuoksen säilyttämistapa on ollut kaksijakoinen. Formaldehydin bakterisidinen vaikutus on ilmennyt voimakkaana säilytysajan alkupuolella, n. 2 - 3 kuukauden ajan tornien aukaisemisesta, myöhemmin on tullut mukaan pääasiassa maitohapon aiheuttama happovaikeus (taulukko 8, kuva 1). Tätä kehitystä on seurannut pH-arvon

aleneminen ja kaikkinaisen käymisen voimistuminen. Säilönnän kaksijakoisuus on ilmennyt selvästi kokeissa 1, 3 ja 4, vähemmän selvästi kokeissa 2 ja 5. Haitallisia käymistuloksia on kokeessa 2 esiintynyt enemmän kuin muissa. Syitä on ilmeisesti ollut useampia. Rehu oli silloin suhteellisen kuitupitoista ja korjuusää keskikesän satoa korjattaessa sateinen (vrt. s. 6). Myös hapon suhte formaldehydiin oli tässä kokeessa pienempi (0,65 : 1) kuin muissa (n. 1,2 : 1). Kun kokeesta 3 lähtien Viherliuoksen annostus kohotettiin keskimäärin 6 l:ksi tonnia kohti ja muurahaihappo vaihdettiin etikkahapoksi, ei epäedullisia jälkikäymisiä juuri sen jälkeen esiintynyt (kuva 1).

PEDERSEN et al. (1973) ovat todenneet formaliini-happoseoksella (2 : 1) säilötessään säilytysajan lopulla kolimuotoisten bakteerien huomattavaa lisääntymistä ja päätelleet jälkikäymisen johtuneen säilönnän aikana tapahtuneesta formaldehydin hajoamisesta. HONIG ja ROHR (1973) ovat selvittäneet jälkikäymistä ja tulleet siihen tulokseen, että yksinomaisena käytetystä formaldehydistä on säilönnän aikana suurin osa hajaantunut, mutta käytettäessä formaliini-happoseosta (Farmos-liuokset) on formaldehydi sen sijaan säilynyt varsin hyvin. Hapon lisääminen formaldehydiin näyttääkin tärkeältä, sillä jälkikäymisten (BARRY ja FENNESY 1972) ohella yksinomaisena käytetyn formaldehydin annostustaso on osoittautunut ongelmalliseksi (BROWN ja VALENTINE 1972, WILKINS et al. 1973 a ja b).

pH-arvon vuorosuhteet käymistuloksiin ovat Viherliuos- ja happosäilörehuilla olleet toisilleen vastakkaisia (taulukko 8). Viherliuosrehulla korkea pH-arvo on yleensä ollut merkki kaikenlaisen käymisen vähäisyydestä, happosäilörehuilla sen sijaan virheikäymisestä. Tosin säilöntäkauden lopulla tapahtunut pH-arvon kohoaminen on myös Viherliuosrehuilla ollut epäedullisen käymisen merkki. Eri säilörehutyyppeiden eroavuudet pH:n suhteen ovat olleet siksi suuria, ettei Viherliuosrehujen laatua voida happosäilörehujen tavoin arvostella pH-arvon perusteella.

Erittäin selvästi Viher- ja happosäilörehut ovat eronneet toisistaan liukoisen tyypin määrän suhteen (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Varsinkin säilönnän alkupuolella, jolloin formaldehydin vaikutus on ollut tehokkaimmillaan, liukoisia tyyppiyhdisteitä on Viherliu-

osrehuissa ollut vähän. Tämä formaldehydin valkuaisaineita suojaava vaikutus on ilmennyt monissa muissakin tutkimuksissa (HUILAJA et al. 1971, KORHONEN et al. 1973, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, SYRJÄLÄ 1972). Eräissä tutkimuksissa sitä ei ole todettu (POUTIAINEN et al. 1972 ja WALDO et al. 1973 a). Viherliuosrehujen raakavalkuaisen pienempi liukoisuus on ilmennyt myös alhaisempana puristemehun typpipitoisuutena (taulukko 3) ja siitä johtuen jonkin verran korkeampana säilörehun kokonaistyyppipitoisuutena (taulukot 6 ja 7). Viherliuosrehujen ammoniumtyppipitoisuudet ovat vaihdelleet enemmän kuin AIV-2- ja muurahaishapporehujen. Keskimäärin ottaen ammoniumtyppipitoisuudet ovat kuitenkin kaikissa säilörehuissa olleet alhaisia. Vastaavanlaisia pitoisuuksia on saatu monissa muissakin kokeissa (BURSTEDT et al. 1971, HUILAJA et al. 1971, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, POUTIAINEN et al. 1972, SAUE et al. 1972, SYRJÄLÄ 1972, WALDO et al. 1973 a).

Voihappoa on Viherliuosrehuissa ollut jonkin verran runsaammin kuin muissa rehuissa, joskin määrä kaiken kaikkiaan on varsinkin Viherliuos 3-liuosta käytettäessä ollut vähäinen (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Tulos on ollut yhdenmukainen useiden muiden vastaavanlaisten tutkimusten kanssa (BURSTEDT et al. 1971, HONIG ja ROHR 1973, HUILAJA et al. 1971, POUTIAINEN et al. 1972, SAUE et al. 1972). Eräissä tutkimuksissa ei voihappoa ole esiintynyt lainkaan (KORHONEN et al. 1973, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, SYRJÄLÄ 1972, WILKINS et al. 1973 a).

Muurahaishapon ja AIV-2-liuoksen säilöntäteho on osoittautunut hyvin samanlaiseksi (taulukot 4 ja 5, kuva 1), mikä onkin liuosten yhtäläisyyden vuoksi luonnollista (s. 2). Pieni fosforihappolisä ei ole muuttanut oleellisesti säilöntätehoa, joskin viitteitä fosforilisän edullisuudesta on ilmennyt (taulukko 4, kuva 1). VIRTAISEN (1933) tutkimusten mukaan fosforihapon säilöntäteho on orgaanisten happojen luokkaa. BERGNER ja LANGE (1969) ovat fosforihappoa yksinomaisena käyttäessään saaneet verrattain hyviä säilöntätuloksia, jos käyttömäärä on ollut riittävä (n. 3 g P/kg rehua).

AIV-2- ja muurahaishapporehut ovat tässä tutkimuksessa olleet ta-

saisesti korkealaatuisia . Muurahaishapposäilöntään onkin viime vuosina alettu kiinnittää useissa maissa enenevää huomiota (BREI-REM 1969, CASTLE 1972). Sen säilöntätehoa on tutkittu sekä tuoreeseen että esikuivattuun ruuhon lisättynä ja tulokset ovat yleensä olleet hyviä (CASTLE ja WATSON 1970, 1973, DERBYSHIRE ja GORDON 1970, FOX et al. 1971, HENDERSON ja McDONALD 1971, HENDERSON et al. 1972, TAYLOR ja PHILLIPS 1970, WALDO et al. 1973 c, WILSON ja WILKINS 1973). Muurahaishapporehujen tasa- ja korkealaatuisuus on ilmennyt myös niissä viime vuosina julkaistuissa tutkimuksissa, joissa sitä on käytetty vertailuliuksena formaldehydipitoisten säilöntäaineiden tehoa selvitetessä (BURSTEDT et al. 1971, HONIG ja ROHR 1973, PEDERSEN et al. 1973, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, POUTIAINEN et al. 1972, SAUE et al. 1972, WALDO et al. 1973 b, WILKINS et al. 1973 a). Kyseisissä tutkimuksissa on muurahaishappoa (85 - 86 %) käytetty 0,22 - 0,88 % rehumäärästä. Hyviä tuloksia on saavutettu jopa 0,23 %:n käyttömäärällä (CASTLE 1972, WILSON ja WILKINS 1973). Tässä esitetyssä tutkimuksessa on AIV-2- ja muurahaishapolla saatu hyviä tuloksia jo 0,4 %:n happomäärällä (kokeet 1 ja 2) (taulukot 4 ja 5, kuva 1).

AIV-1-rehuissa on käyminen ollut jonkin verran voimakkaampaa kuin muissa happorehuissa (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Rehun maitohappo-, etikkahappo- ja propionihappopitoisuudet ovat olleet korkeampia ja sokeripitoisuus alempi kuin muissa happorehuissa. Voihappoa AIV-1-rehuissa on ollut hyvin vähän. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu muissakin laitoksellamme suoritetuissa kokeissa (KORHONEN et al. 1973, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, SYRJÄLÄ 1972). AIV-1-rehun pH-arvot ja ammoniumtyppipitoisuudet ovat kokeessa 2 vaihdelleet huomattavasti. Syitä etsittäessä on voitu havaita, että epäsäännöllinen hapon menekki, sadesää, muovikalvot rehukerrostojen välissä ja raaka-aineen suhteellisen korkea raakakuitupitoisuus ovat aiheuttaneet vaihtelua (ETTALA et al. 1972). Kun muut happorehut samoissa olosuhteissa ovat antaneet tasalaatuisen säilöntätuloksen, näyttää siltä, että AIV-1:n teho on ollut jonkin verran heikompi kuin muiden happojen. Kenties tämä on johtunut AIV-1-liuoksen alhaisemmasta väkevyydestä, vaikka siinä onkin mukana voimakkaasti disosioituva suolahappo. 14- normaalisesta AIV-1-liuoksesta

(7- n HCOOH + 7- n HCl) on rehukiloa kohti tullut happoa 0,06 - 0,07 g -ekvivalenttia, kun sitä n. 22- normaalisista muurahaishappo- ja AIV-2-liuksista on saatu 0,09 - 0,11 g -ekvivalenttia. NØR-GAARD PEDERSEN et al. (1969) ovat pitäneet 0,07 g -ekvivalenttia/kg suositeltavana määränä sekä alkuperäistä AIV-liuosta että muurahaishappoa käytettäessä. Viherliuksista on rehumassaan tullut happoa 0,02 - 0,03 g -ekvivalenttia kilolle.

Säilörehujen kokonaistyyppi- ja nitraattityppipitoisuudet ovat tässä tutkimuksessa olleet negatiivisessa vuorosuhteessa toisiinsa (taulukko 8). Tämä on kenties johtunut siitä, että rehun nitraattityppipitoisuus on säilönnän aikana alentunut nitraattireduktion seurauksena, mutta kokonaistyyppipitoisuus pysynyt ennallaan. WIERINGAn (1966) tutkimusten mukaan nitraattireduktiossa syntynyt nitriittivaihe on huomattava voihapsen muodostumista ehkäisevä tekijä, jos ruohon nitraattipitoisuus (NO_3) vaihtelee 0,6 - 1,0 % ka:ssa. Tässä tutkimuksessa ovat säilörehujen nitraattityppipitoisuudet ($\text{NO}_3\text{-N}$) vaihdelleet 0,02 - 0,38 % ka:ssa, mikä vastaa 0,09 - 1,68 %:n nitraattipitoisuuksia (NO_3), joten ruohon nitraattipitoisuudet ovat hyvinkin voineet vaihdella kyseisellä Wieringan mainitsemalla alueella. Myös HEIKONEN et al. (1973) ovat todenneet, että säilörehun nitraattipitoisuuden ollessa korkea voihapsen esiintyminen on vähemmän. Tässä tutkimuksessa ilmenneet negatiiviset vuorosuhteet nitraattityppipitoisuuksien ja käymistulosten välillä (taulukko 8) ovat voineet johtua myös siitä, että sisäruokintakauden alussa käytetyissä syyssäilörehuissa on sekä nitraattireduktio että käyminen ollut vähäistä kesäsilörehuihin verrattuna. Säilöntäaineiden välillä ei tässä suhteessa ole ollut eroavuutta.

H u o m a u t u s. Tutkimus on osittain SITRAn rahoittama. Säilöntäaineet on saatu lahjoituksina Keskusosuusliike Valiolta ja Farnos Oy:ltä, typpilannoitteet Typpi Oy:ltä (nykyisin Kemira Oy). Kiitämme taloudellisesta tuesta.

K I R J A L L I S U U T T A

- ANON 1969-72. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Kesä-syyskuu. Ilmatieteen laitos. Vuosikerrat 63-66.
- BARKER, S. B. & SUMMERSON, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J. Biol. Chem. 138: 535-554.
- BARRY, T. N. & FENNESY, P. F. 1972. The effect of formaldehyde treatment on the chemical composition and nutritive value of silage. I. Chemical composition. N.Z.J. Agric. Res. 15: 712-722.
- BERGNER, H. & LANGE, H. 1969. Phosphorsäuresilagen als P-Quelle für Wiederkäuer. Arch. Tierernähr. 19: 111-122.
- BREIREM, K. 1969. Internasjonal anerkjennelse av den norske utforming av maursyremetoden for ensilering. Norg. Landbr.høgsk. Saertr. 341: 1-8.
- HOMB, T., PRESTHEGGE, K. & ULVESLI, O. 1959. Some results from 15 years research on grassland products in the feeding of ruminanta. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 38, 9, 33 p.
- BROWN, D. C. & VALENTINE, S. C. 1972. Formaldehyde as a silage additive. Austr. J. Agric. Res. 23: 1093-1100.
- BURSTEDT, E., CISZUK, P. & LINGVALL, P. 1971. Ensileringsstudier med nya konserveringsmetoder. Lantbr. högsk. förs. ledarmöten, Husdjur 27, 15: 1-19.
- CASTLE, M. 1972. Acid additives for silage making. Scott. Agric. 51: 302-304.
- & WATSON, J. N. 1970. Silage and milk production, a comparison between grass silages made with and without formic acid. J. Brit. Grassl. Soc. 25: 65-70.
- & WATSON, J. N. 1973. Silage and milk production. A comparison between wilted grass silages made with and without formic acid. J. Brit. Grassl. Soc. 28: 73-80.
- DERBYSHIRE, J. C. & GORDON, C. H. 1970. Formic acid: its value in forage preservation and milk cow performance. Proc. 18th Intern. Dairy Congr. 1 st. Ed. p. 571. Sydney.
- ETTALA, E., POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1972. Eri säilöntäaineillä valmistetut säilörehut lypsykarjan ruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 7: 3-15.

- FOX, J. B. & BROWN, S. M. 1969. The effect of fertilizer nitrogen on silage fermentation. *J. Br. Grassl. Soc.* 24: 23-24.
- BROWN, S. M. & McCULLOUGH, I. I. 1971. Silage for beef production: the effects of formic acid and molasses on nutrient losses and feeding value of direct ensiled autumn grass. *Rec. Agric. Res.* 20: 45-51.
- CORDON, C. H., DERBYSHIRE, J. C., WISEMAN, H. G. & JACOBSON, W. C. 1964. Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. *J. Dairy Sci.* 47: 987-992.
- HEIKONEN, M., MOISIO, T & KREULA, M. 1973. Säilörehujen nitraattipitoisuus - eräs selittäjä ristiriitaisiin voi happohavaintoihin. *Karjatalous* 49, 10: 4-5.
- HENDERSON, A. R., McDONALD, P. 1971. Effect of formic acid on the fermentation of grass of low dry matter content. *J. Sci. Food Agric.* 22: 157-163.
- McDONALD, P. & WOOLFORD, M. K. 1972. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. *J. Sci. Food Agric.* 23: 1079-1087.
- HONIG, H. & ROHR, K. 1973. Über den Einfluss von Formalin und formalinhaltigen Zusatzmitteln auf den Silierverlauf und die Vormagenverdauung bei Milchkühen. *Wirtschaftseigene Futter* 19: 21-30.
- HUIDA, L. 1973. Haihtuvien rasvahappojen kvantitatiivinen määrittäminen pötsinesteestä ja säilörehusta kaasunestekromatograafisesti. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 45: 483-488.
- HUILAJA, J., HAKKOLA, H. & HUIDA, L. 1971. Lihakarjan säilörehukoeh Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. *Koetoim. ja Käyt.* 28: 2.
- HUOKUNA, E. 1970. Heinäsäilörehun raaka-aineen laadunvaihtelu. *Pellervo* 71: 200-202.
- JACOBSON, W. C. & WISEMAN, H. G. 1962. Relationship between chemical composition of orchardgrass forage and the chemical quality of the resulting silage. *J. Dairy Sci.* 45: 664.
- JARL, F. 1948. Ensileringsförsök och utfodringsförsök med ensilage I. *Stat. Husd.förs. Medd.* 32: 1-96.
- & HELLEDAY, T. 1948. Ensileringsförsök och utfodringsförsök med ensilage II. *Stat. Husd.förs. Medd.* 37: 1-63.

- JÄNTTI, A. 1968. Runsaan typpilannoituksen hyväksikäyttö laidunsäilörehunurmilla. Karjatalous 44: 82-85.
- KORHONEN, I., POUTIAINEN, E., TUORI, M. & LAMPILA, M. 1973. Eri menetelmillä tuoreena säilötty ohra lihanautojen rehuna. Kehittyvä Maatalous 15: 32-41.
- KUCHLER, L. F. & WACHTER, H. 1931. Die Sicherung der Grünfütterkonservierung in Silo durch chemisch un biologisch wirksame Zusatzmittel. Prakt. Bl. Pfl.bau. Pfl.schutz. 9: 118-133.
- MCCULLOUGH, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin. Chem. Acta 17: 297-304.
- NENONEN, E. 1971. Parhaan regressioyhtälön valitsemisesta. Thesis, 24 p. Helsinki.
- NORDFELDT, S. 1955. Ensileringsförsök. Prövning av kolhydratrika tillsatsmedel jämte salter av olika slag och AIV-vätska. Stat. Husd.förs. Medd. 58: 1-95.
- NØRGAARD PEDERSEN, E. J., MØLLER, E. & SKOVBOG, E. B. 1969. Forsøg med tilsætning af myresyre og AIV-syre ved ensilering af græsmarksafgrøder. Tidsskr. f. Planteavl. 72: 356-366.
- OZIGOV, E. 1962. Making silage with formalin and urotropin. Nutr. Abstr. Rev. 32: 1098.
- PAUL, J. L. & CARLSON, R. M. 1968. Nitrate determination in plant extracts by the nitrate electrode. J. Agr. Food Chem. 16: 766.
- PEDERSEN, T. A., OLSEN, R. A. & GUTTORMSEN, D. M. 1973. Numbers and types of microorganisms in silage and effluent from grass ensiled with different additives. Acta Agr. Scand. 23: 109-120.
- POUTIAINEN, E. & HUIDA, L. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. Koetoin. ja Käyt. 27: 2.
- TUORI, M. & LAMPILA, M. 1972. Lihasonnien ruokintakoe tuoreena säilötyllä ohralla sekä kunnostusruokinta runsaalla väkirehulla. Koetoin. ja Käyt. 29: 1.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- SAUE, O. 1968. The effect of different methods of grass conservation on voluntary feed intake, body weight gains and feed expenditures in lambs. Norg. Landbr.høgsk. Foringsfors. Ber. 135: 1-93.
- & BREIREM, K. 1969. Formic acid as a silage additive. Proc.

- 3rd Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed. 345: 161-172.
- NEDKVITNE, J. J. & BAEVRE, L. 1972. Ensilering med formalinholdige tilsetningsmidler. Norg. Landbr.høgsk. Foringsfors. 399: 1-7.
- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1971. Statistical methods. 593 p. Iowa.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. 481 p. New York.
- SYRJÄLÄ, L. 1972. Effect of different sucrose, starch and cellulose supplements on the utilization of grass silages by ruminants. Ann. Agr. Fenn. 11: 199-276.
- TAYLOR, M. M. & PHILLIPS, J. D. 1970. The bacterial flora of the four silages. J. Br. Grassl. Soc. 25: 70-71.
- THOMAS, R. O. 1965. Effects of various treatments on the preservation, composition, uniformity and nutritional qualities of alfalfa silage. Diss. Abstr. 25, 11: 6134-35.
- TÖTH, L., RYDIN, C. & NILSSON, R. 1956. Studies on fermentation processes in silage. Arch. Mikrobiologie 25: 208-218.
- ULVESLI, O. & SAUE, O. 1965. Sammenligning av tilsetningsmidler ved ensilering av engvekster 1953-1959. Meld. Norg. Landbr. høgsk. 44, 12: 1-39.
- SAUE, O. & BREIREM, K. 1965. Ensileringsforsøk på Stend Jordbruksskole 1955-1961. Surförkontroll i Hordaland 1953-1956. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 44, 13: 1-31.
- VIRTANEN, A. I. 1929. Uusi menettelytapa tuoreen rehun säilyttämissiksi. Valio Lab. Helsinki.
- 1933. The A. I. V. - Method for the preservation of fresh fodder. Acta Chemi Fenn. A 6: 1-15.
- WALDO, D. R., KEYS, J. J. E., Jr. & CORDON, C. H. 1973 a. Formaldehyde and formic acid as a silage additive. J. Dairy Sci. 56: 229-232.
- KEYS, J. E., Jr. & CORDON, C. H. 1973 b. Paraformaldehyde vs. formic acid as silage preservatives. Ann. Meet. Amer. Soc. Anim. Sci. Mimeogr. 6 p. Lincoln, Nebraska.
- KEYS, J. E., Jr. & CORDON, C. H. 1973 c. Preservation efficiency and dairy heifer response from unwilted formic and wilted un-

- treated silages. *J. Dairy Sci.* 56: 129-136.
- WIERINGA, G. W. 1966. The influence of nitrate on silage fermentation. *Proc. 10th Intern. Grassl. Congr.* 537-540. Helsinki.
- WILKINS, R. J., COOK, J. E. & WILSON, R. F. 1973 a. Non-fermented silage. *A. Rep. Grassl. Res. Inst.* 1972 p. 78-80.
- WILSON, R. F. & WOOLFORD, M. K. 1973 b. The effects of formaldehyde on the silage fermentation. *Proc. 5th Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed. Mimeogr.* 7 p. Uppsala.
- WILSON, J. K. & WEBB, H. J. 1937. Water soluble carbohydrates in forage crops and their relation to the production of silage. *J. Dairy Sci.* 20: 247-263.
- & WILKINS, R. J. 1973. Formic acid as a additive. I. Effects of formic acid on fermentation in laboratory silos. *J. Agric. Sci. Camp.* 81: 117-124.

HAPOT SEKÄ HAPON JA FORMALDEHYDIN SEOKSET RUOHON SÄILÖNNÄSSÄ

II. SÄILÖREHUIEN RUOKINNALLINEN LAATU

E. ETTALA, O. POHJANHEIMO¹⁾ ja M. LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Lehmät ovat syöneet AIV-1-, AIV-2-, muurahaishappo- ja Viherliuos-säilörehuja 1,90, 2,10, 2,02 ja 1,97 kg ka/100 elop. kg/pv 4 %:sten maitotuotosten ollessa 12,6, 13,9, 13,4 ja 13,4 kg/lehmä/pv (3 koetta) sekä AIV-2- ja Viherliuos-säilörehua 2,18 ja 2,15 kg ka/100 elop. kg/pv 4 %:sten maitotuotosten ollessa 15,7 ja 15,7 kg/lehmä/pv (2 koetta). AIV-1-rehun syöntimäärä on ollut jonkin verran (ei merkitsevästi) pienempi kuin muiden rehujen ja se on aiheuttanut tilastollisesti merkitsevän eron ($P < 0,05$) AIV-1 ja AIV-2 ryhmien 4 %:siin maitotuotoksiin. Maidon koostumuksessa on todettu merkitsevä ero ($P < 0,05$) AIV-2- ja Viherliuosrehua syöneiden lehmien maitosokeripitoisuudessa yhdessä kokeessa.

Neljässä kokeessa viidestä on Viherliuosrehujen raakavalkuaisen sulavuus ollut jonkin verran alhaisempi kuin muiden rehujen, mutta ero on ollut tilastollisesti merkitsevä ($P < 0,01$) vain yhdessä. Typpitaseessa ei ole ilmennyt merkitseviä eroja. Sulavuus- ja typpitasekokeet on tehty lampailla.

1) Pohjois-Savon koeasema, Maaninka

JOHDANTO

Maassamme viime vuosina suoritettujen säilörehututkimusten pää-
tavoitteena on ollut valkuaisomavaraisuus nautakarjan ruokinnassa.
Säilörehujen maittavuus, sulavuus, väkevyys ja valkuaispitoisuus
ovat sen tähden olleet säilönnällisen laadun ohella tärkeitä
tutkimuskohteita. Tämän tutkimuksen I osassa (ETTALA et al.
1974 s. 1-27) on todettu tutkittavilla säilöntäaineilla (AIV-1,
AIV-2, muurahaishappo ja Viherliuos) saadun hyvälaatuisia säilö-
rehuja. Tässä kirjoituksessa selvitetään kyseisten säilörehujen
ruokinnallisia ominaisuuksia. Tulokset perustuvat lypsylehmien
ruokintakokeisiin (5) ja lampailla suoritettuihin sulavuus- ja
typpitasekokeisiin (5). Kokeista on käytetty samoja merkintöjä
(1 - 5 b) kuin osassa I.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koe-eläimet ja ruokinta

Koelehmät (yhteensä 96) ovat olleet 400 - 500 kg painavia ayrshire-
lehmiä. Ne ovat saaneet säilörehua vapaasti, yksilöllisesti pun-
nituin annoksin. Lisäksi niille on annettu heinää 2 kg lehmää
kohti päivässä, kilo kummallakin ruokintakerralla. Väkirehua leh-
mät ovat saaneet 10 maitokiloa (4 %) ylittävän tuotoksen aiheutta-
masta energian tarpeesta 1/3, 2/3 tai 3/3, lukuunottamatta kokees-
sa 4 ilman väkirehua ollutta yhtä ryhmää. Väkirehuna on ollut oh-
ra. Ohra-annostus on määrätty edellisen 5-päiväjakson aikana tuo-
tetun, 4 %:seksi lasketun maitotuotoksen mukaan. Energian tar-
peena on käytetty 0,4 ry/kg 4 % maitoa (ry = 0.7 tärkkelysyksikköä).

Lehmien kivennäistarpeen tyydyttämisessä on otettu ohjeeksi edel-
lisen talven rehujen kivennäispitoisuudet. Natriumtarpeen tyy-
dyttämiseksi on ensimmäisessä kokeessa annettu soodaa, muissa ko-
keissa on tyydytty kivennäisseosten sisältämään ruokasuolaan tai
natriumfosfaattiin. Kivennäisseokset ovat useimmissa kokeissa
sisältäneet myös tarpeellisen D-vitamiinilisän, vain eräissä on
annettu erillisiä D-vitamiinivalmisteita.

Ruokintakokeissa on ollut 20 päivän pituinen valmistuskausi. Siinä aikana lehmät ovat saaneet yhtäläisen, säilörehuvoittoisen ruokinnan. Sen jälkeisen 5 tai 10 pv kestäneen siirtokauden aikana on asteittain siirrytty koeruokintaan. Koeaika on vaihdellut 80 - 160 pv. Ensimmäinen ruokintakoe on suoritettu latinalaisen neliön (4 x 4) koekaavion mukaisesti, jossa kunkin rehun syönti on kestänyt 30 pv. Rehujen pitempiaikaisen vaikutuksen selvittämiseksi muut ruokintakokeet on järjestetty joko faktoriaalisen koekaavion mukaisesti (kokeet 3, 4 ja 5) tai ryhmäkokeena (koe 2). Faktoriaalisissa kokeissa on säilöntäaineiden ohella ollut tutkittavana väkirehun annostustaso (kokeet 3 ja 4) tai kasvilaji (koe 5).

Valmistuskauden tuotostulosten ja säilörehun syöntimäärien sekä elopainon ja poikimisesta kuluneen ajan perusteella lehmät on jaettu mahdollisimman tasavertaisiin ryhmiin. Ryhmityshetkellä on lehmien poikimisesta kulunut aikaa keskimäärin 70 - 104 pv (taulukko 4). Koeaika on jaettu 5 päivän pituisiin jaksoihin, joiden mukaan on ajoitettu kaikki koetoimenpiteet.

Lehmien maitotuotokset on punnittu yksilöllisesti joka lypsykerällä. Maidon rasva on määritetty 5 päivän, valkuainen ja maitosokeri 10 päivän välein kukin kahden vuorokauden yhteisnäytteestä. Lehmät on punnittu valmistuskauden, siirtokauden ja koekauden alussa sekä 30 päivän väliajoin koekauden aikana samoin myös lopussa. Punnitus on suoritettu kahtena peräkkäisenä päivänä ennen ilta-päiväruokintaa.

Sulavuus- ja typpitasekokeet on suoritettu kokeiden 3, 4 ja 5 säilörehuista. Sulavuuskokeissa käytetyt rehuerät on säilytetty muovisäkeissä jäädytettynä. Kokeen 4 säilörehusta on suoritettu kaksi peräkkäistä latinalaisen neliön (2 x 2) mukaan järjestettyä sulavuuskoetta, jotta sulavuus- ja typpitasearvot on saatu erikseen aikaisemmalla kasvuasteella korjatusta timoteivaltai-sesta kevätkesän säilörehusta sekä apilan kukintavaiheessa korjatusta syyskesän säilörehusta (vrt. osa I s. 5). Muut sulavuuskokeet on suoritettu 4 x 4 latinalaisena neliönä. Sulavuuskokeissa on käytetty 21 päivän pituisia koekausia, joista 7 - 10 pv on ollut maittavuuskautta ja 7 - 10 pv keräyskautta. Lampaat

ovat saaneet säilörehua ainoana rehuna joko ad libitum-ruokintaa käyttäen tai keräyskaudella 1 kg ka/eläin/pv (koe 5). Lisäksi eläimet ovat saaneet vapaasti vettä ja kivennäisiä.

Kaikista koerehuista ei sulavuuskokeita ole voitu suorittaa. Näiden koerehujen sulavuudeksi on otettu lähinnä samanlaisten rehujen sulavuusarvoja. Kokeen 1 säilörehulle on sulavuusarvot otettu POUTIAISEN ja HUIDAN (1970) ja kokeen 2 säilörehulle POUTIAISEN ja RINTEEN (1971) sulavuuskokeista. Heinälle ja ohralle on sulavuudet otettu pohjoismaisesta rehutaulukosta (NJF, Fodermiddeltabel 1969).

Näytteet

Lehmien ruokintakokeiden säilörehunäytteet on otettu tornista kahden viikon syöntiä edustavina (osa I, s. 7). Heinä- ja ohranäytteet on kerätty päivittäin ja kootuista eristä otettu analysointiin kuukauden syöntiä edustavat näytteet. Sulavuuskokeiden säilörehunäytteet on kunkin koekauden rehuista kerätty rehun sulattamisen yhteydessä. Tarpeen vaatiessa on näytteet otettu myös jäterehuista. Sonta ja virtsa on punnittu päivittäin ja niitä edustavista eristä koottu kutakin lammasta ja koekautta vastaavat näytteet analysointia varten. Rehuista ja kuivasta sonnasta on tehty täydellinen rehuanalyysi (vrt. osa I, s. 7), virtsasta ja tuoreesta sonnasta kokonaistyyppimääritys.

Maidon rasvapitoisuuden määrittämisessä on käytetty Milko-Tester II laitetta tai Gerberin menetelmää. Maidon valkuainen on määritetty joko Pro-Milk-laitteella (koe 1) tai yhdessä maitosokeripitoisuuden kanssa Infra Red Milk Analyser-laitteella (kokeet 2 - 5).

Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksen tilastollinen analysointi on suoritettu IBM 1130 tietokonetta käyttäen. Eri rehujen aiheuttamien erojen tilastollinen merkittävyys on selvitetty pienimmän neliösumman varianssi-analyysillä (HARVEY 1966). Eläinten välisten erojen vaikutuksen eliminoimiseksi on analyysissä otettu lineaarisiksi regressio-

muuttujiksi eläinten valmistuskauden paino, maitotuotos, maidon koostumus, säilörehun syönti ja poikimisesta kulunut aika. Regressiomuuttujat ovat vaihdelleet analysointikohteesta riippuen. Latinalaisen neliön mukaan suoritetussa kokeessa 1 on lähtöeroavuuksien eliminoimiseksi otettu vastaavat regressiomuuttujat koekausien 10 ensimmäisen päivän tuloksista ja varsinaiset koetulokset laskettu ja analysoitu 20 päivältä. Rehjujen väliset erot on analysoitu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot testattu Tukeyn testiä (STEEL ja TORRIE 1960) käyttäen.

TULOKSET

Eri säilöntäaineilla valmistetut säilörehut ovat kemialliselta koostumukseltaan olleet hyvin samankaltaisia (taulukko 1), kuten osassa I on koko torneja edustavista näytteistä jo todettu (taulukot 6 ja 7, s. 14, 15). Vain Viherliuosrehujen raakarasvapitoisuus on kokeissa 2, 3 ja 5 b ollut merkittävästi pienempi kuin muiden rehujen. Sen sijaan eri vuosina valmistettujen säilörehujen koostumukset ovat eronneet huomattavasti toisistaan. Kuitupitoisuudet ovat vaihdelleet eniten. Kuitupitoisimpia säilörehut ovat olleet kokeessa 5 a (30,5 ja 30,7 % ka:ssa) ja vähiten kuitua sisältäviä kokeessa 4 (22,3 ja 22,8 % ka:ssa).

Tilastollisesti merkitseviä sulavuuseroja on eri säilörehujen välillä todettu vähän (taulukko 2). Kokeessa 3 on Viherliuosrehun raakarasva sulanut merkittävästi paremmin kuin muiden rehujen ja kokeessa 5 b sen useimmat aineosat merkittävästi heikommin kuin AIV-2-rehun. Kokeissa 4 a, 4 b ja 5 a on AIV-2-rehujen raakavalkuaisen sulavuus ollut jonkin verran, mutta ei merkittävästi parempi kuin Viherliuosrehujen. Eri säilörehujen tyyppitaseessa tai valkuaisen biologisessa arvossa ei ole ilmennyt merkitseviä eroja. Eri kokeiden kesken sulavuuserot ovat olleet huomattavan suuria. Kokeen 3 rehut ovat sulaneet parhaiten ja kokeen 4 b apilavoittoiset rehut heikoimmin.

Vähäisistä koostumus- ja sulavuuseroista johtuen eri säilöntäaineilla valmistettujen säilörehujen lasketut rehuarvot ovat olleet

Taulukko 1. Koorehujen keskinääräinen kemiallinen koostumus ja rehuarvo kokeissa 1-5

Kokeet ja koorehut	Näytteitä kpl	ka	-%	% kuiva-ainessa				H-vap. uuteain.	srv	ry:ssä		luoreessa	
				tuh-kaa	raaka-valk.	raaka-rasvaa	raaka-kuitua			srv g	ka kg	srv %	kg/ry
<u>Säilörehut</u>													
<u>Koe 1</u>													
AIV 1	9	23.3	10.9	18.8	5.6	23.9	40.9	15.2	188	1.23	3.5	5.3	
AIV 2	9	24.1	11.3	17.5	5.3	24.2	41.7	14.2	175	1.23	3.4	5.2	
Muurah.h.	9	23.7	9.8	19.2	5.5	24.4	41.1	15.3	188	1.23	3.6	5.2	
Viherliuos 1	9	23.8	11.8	18.5	5.3	24.4	40.0	14.5	179	1.28	3.3	5.4	
<u>Koe 2</u>													
AIV 1	11	21.5	7.9	20.3	6.9 ^{ac}	29.4	35.5	15.3	201	1.32	3.3	6.2	
AIV 2	11	22.0	7.8	19.9	6.4 ^{ab}	28.5	37.4	15.0	197	1.32	3.3	6.0	
Muurah.h.	11	21.8	7.6	19.6	6.7 ^a	28.5	37.3	15.0	196	1.31	3.2	6.1	
Viherliuos 2	11	21.8	7.6	21.4	5.7 ^{bd}	28.2	37.1	16.2	212	1.31	3.5	6.1	
<u>Koe 3</u>													
AIV 1	11	22.7	8.4	19.5	6.5 ^a	26.1	39.5	15.0	189	1.26	3.4	5.6	
AIV 2	11	23.4	7.6	19.5	6.1 ^{ab}	24.7	42.0	14.7	187	1.28	3.4	5.5	
Muurah.h.	11	23.6	7.4	19.3	6.1 ^{ab}	25.1	42.1	14.3	182	1.27	3.4	5.5	
Viherliuos 3	11	23.5	7.7	21.2	5.7 ^b	25.5	39.9	15.7	200	1.27	3.7	5.5	
<u>Koe 4</u>													
AIV 2	6	27.5	11.2	19.3	4.9	22.3	42.2	11.9	185	1.56	3.3	5.7	
Viherliuos 3	6	27.8	11.9	19.7	5.2	22.8	40.3	11.4	169	1.50	3.2	5.5	
<u>Koe 5a(tim.)</u>													
AIV 2	12	21.5	7.1	18.2	5.9	30.5	38.4	12.6	164	1.31 ^e	2.7	6.1	
Viherliuos 3	12	21.2	7.0	19.7	5.5	30.7	37.1	13.2	179	1.35 ^f	2.8	6.5	
<u>Koe 5b(r,h.)</u>													
AIV 2	12	19.9	9.6	20.0	7.7 ^e	28.2	34.5	15.0	186	1.24 ^e	3.0	6.3	
Viherliuos 3	12	20.0	10.0	21.2	6.7 ^f	27.2	34.9	14.2	188	1.33 ^f	2.8	6.7	
<u>Heinä</u>													
Koe 1	4	82.7	6.2	10.4	2.1	32.7	48.7	6.7	103	1.53	5.6	1.9	
Koe 2	5	82.7	6.4	13.9	2.9	30.0	46.8	9.7	136	1.40	6.0	1.7	
Koe 3	5	80.4	6.3	14.1	2.5	30.6	46.6	8.0	140	1.75	6.4	2.2	
Koe 4	8	81.0	6.4	9.0	2.3	30.3	52.0	6.4	95	1.49	5.2	1.8	
Koe 5	5	77.9	6.4	13.5	2.5	33.7	43.8	7.7	142	1.84	6.0	2.4	
<u>Ohra</u>													
Koe 1	4	85.3	2.7	11.2	1.8	5.1	73.2	8.2	72	0.97	7.0	1.0	
Koe 2	5	86.2	2.6	10.9	2.2	4.5	79.8	8.0	69	0.87	6.9	1.0	
Koe 3 1)	5	78.5	2.6	13.3	1.7	4.1	78.4	9.7	83	0.85	7.6	1.1	
Koe 4 1)	5	87.7	2.7	13.1	2.1	4.5	77.5	9.6	84	0.87	8.4	1.0	
Koe 5 1)	5	81.4	2.7	14.5	1.9	4.6	76.3	10.6	91	0.86	8.6	1.1	

1) Propionihapolla säilötty ohra (prop. corn)
 Erojen merkitsevyys on testattu kokeittain varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot testattu Tukeyn testillä. a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$, e-f: $P < 0.001$

Taulukko 2. Eri säilöntäainilla valmistettujen säilörehujen maittävyys, sulavuus ja tyypitase pässeillä määritettynä (Kokeet 3, 4 ja 5).

Kokeet ja koerehut	S u l a v u u d e t %						N-tase g/pv	Valk. biol. arvo	Syönti/pv	
	Kuiva-aine	Org. aine	Raaka-valk.	Raaka-rasva	N-vap. uuteain.	Raaka-kuitu			kg	kg ke
Koe 3										
AIV 1	75.4	76.6	76.8	71.0 ^a	78.1	75.6	3.83	34.0	5.5	1.37
AIV 2	73.5	75.0	74.7	68.0 ^c	76.3	74.8	4.35	33.7	5.4	1.35
Muurah.happo	73.6	75.1	74.3	67.3 ^c	76.3	75.9	4.08	33.3	5.6	1.42
Vihertuus 3	74.7	75.8	74.3	76.4 ^{bd}	74.5	79.0	5.84	37.6	4.8	1.20
Koe 4a										
AIV 2	60.8	64.3	64.5	73.5	61.9	63.1	2.89	29.6	3.8	1.10 ^a
Vihertuus 3	66.2	70.9	60.2	81.7	75.0	69.0	3.48	47.6	3.5	0.96 ^b
Koe 4b										
AIV 2	58.0	64.5	57.9	74.3	73.9	50.8	1.72	45.7	3.4 ^c	0.92
Vihertuus 3	60.1	63.7	55.1	73.9	68.8	60.8	1.68	45.6	3.6 ^d	0.88
Koe 5a										
AIV 2	70.1	73.3	69.4	75.7	70.4	78.0	2.16	52.1	5.4	1.12
Vihertuus 3	68.8	70.7	66.8	75.9	69.1	73.3	2.09	45.4	5.3	1.14
Koe 5b										
AIV 2	75.2 ^c	78.9 ^c	74.9 ^c	72.6	77.7 ^a	84.4	2.85	39.8	5.0	1.02
Vihertuus 3	70.7 ^d	74.7 ^d	67.5 ^d	67.6	72.4 ^b	83.8	1.68	39.0	6.1	1.18

Erojen merkitsevyys on testattu kuten taulukossa 1. a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$

hyvin samansuuruisia (taulukko 1). Vain kokeessa 5 on Viherliuosrehun täyttävyyys ollut merkittävästi suurempi kuin AIV-2-rehun. Sen sijaan eri kokeissa säilörehujen arvot ovat eronneet huomattavasti toisistaan. Rehu on ollut väkevintä kokeessa 1 (1,23 - 1,28 kg ka/ry) ja täyttävintä kokeessa 4 (1,50 - 1,56 kg ka/ry). Heinän täyttävyyys on vaihdellut 1,40 - 1,84 ja ohran 0,85 - 0,87 kg ka/ry.

Eri säilöntäaineilla valmistetut säilörehut ovat myös maittavuudeltaan olleet hyvin samanarvoisia. Pässien syömät AIV-2- ja Viherliuosrehun määrät ovat eronneet merkittävästi toisistaan kokeessa 4, mutta tulokset ovat olleet vastakkaisia kevät- ja syyskesän rehuissa (taulukko 2). Lehmien syömät säilörehumäärät eivät ole eronneet merkittävästi toisistaan (taulukko 3). Tosin kokeissa 2 ja 3 lehmät ovat syöneet AIV-1-rehua vähemmän kuin muita rehuja (taulukko 3 ja kuva 1). Ero ei kuitenkaan ole ollut tilastollisesti merkittävä. Syönnin punnitsemattomat keskiarvot ovat kokeissa 1 - 3 olleet AIV-1 - 8,4, AIV-2 - 9,2, muura-haishappo - 9,0 ja Viherliuosrehua 9,1 kg ka/lehmä/pv. Vastaavat luvut 100 elopainokiloa kohti laskettuna ovat olleet 1,90, 2,10, 2,02 ja 1,97 kg ka/pv. Kokeissa 1 - 5 lehmät ovat syöneet keskimäärin AIV-2-rehua 9,7 ja Viherliuosrehua 9,5 kg ka/lehmä/pv (2,13 ja 2,04 kg ka/100 elop. kg/pv).

Säilörehujen laadun vaikutusta lehmien syömiin säilörehumääriin on selvitetty happosäilörehuista, Viherliuosrehuista ja kaikista rehuista yhteensä. Kokeet on yhdistetty puulaamalla. Hapoilla säilötyistä rehuista on kahden viikon syöntiä edustavia näytteitä ollut 123 kpl ja lehmiä kokeissa 64. Vastaavat luvut Viherliuosrehuilla ovat olleet 61 ja 48. Syönnin ja rehun laadun väliset korrelaatiot ovat olleet seuraavat:

Rehujen ominaisuudet	Lehmien syömiä säilörehumäärä kg ka/pv/100 elop. kg		
	Happorehut	Viherliuosrehut	Kaikki rehut
Sokeripitoisuus	+0.27 ^{xx}	+0.27 ^x	+0.27 ^{xxx}
Etikkahappopitoisuus	-0.21 ^x	-0.21	-0.16 ^x
NH ₃ -N	-0.20 ^x	-0.20	-0.19 ^x
Voihappo	-0.08	-0.21	-0.12
Maitohappo	-0.14	-0.09	-0.12
pH	+0.06	+0.14	+0.09
Liukeneva N	-0.09	+0.07	-0.05
Kuitu	-0.23 ^x	-0.35 ^{xx}	-0.26 ^{xxx}
Kokonais N	+0.09	+0.18	+0.12
Kuiva-aine	-0.10	+0.07	-0.03

Korrelaatioista voidaan todeta, että käymisen voimistuminen on vähentänyt säilörehun syöntiä. Säilörehujen sokeripitoisuus on ollut positiivisessa ja käymistulokset negatiivisessa vuorosuhteessa lehmien syömiin säilörehumääriin. Happorehujen ja Viherliuosrehujen korrelaatiot ovat olleet hyvin samanlaisia. Happorehujen erittäin vähäiset voi happomäärät (vrt. osa I, kuva 1) ilmenevät korrelaation pienuutena. Maitohapon ja pH-arvon vaikutus syöntiin ei ole ollut merkitsevä. Säilörehun kuitupitoisuuden kohoaminen on vähentänyt syöntiä merkitsevästi. Sen sijaan rehujen kokonaisuuden, liukenevan tyypin ja kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin on ollut vähäistä.

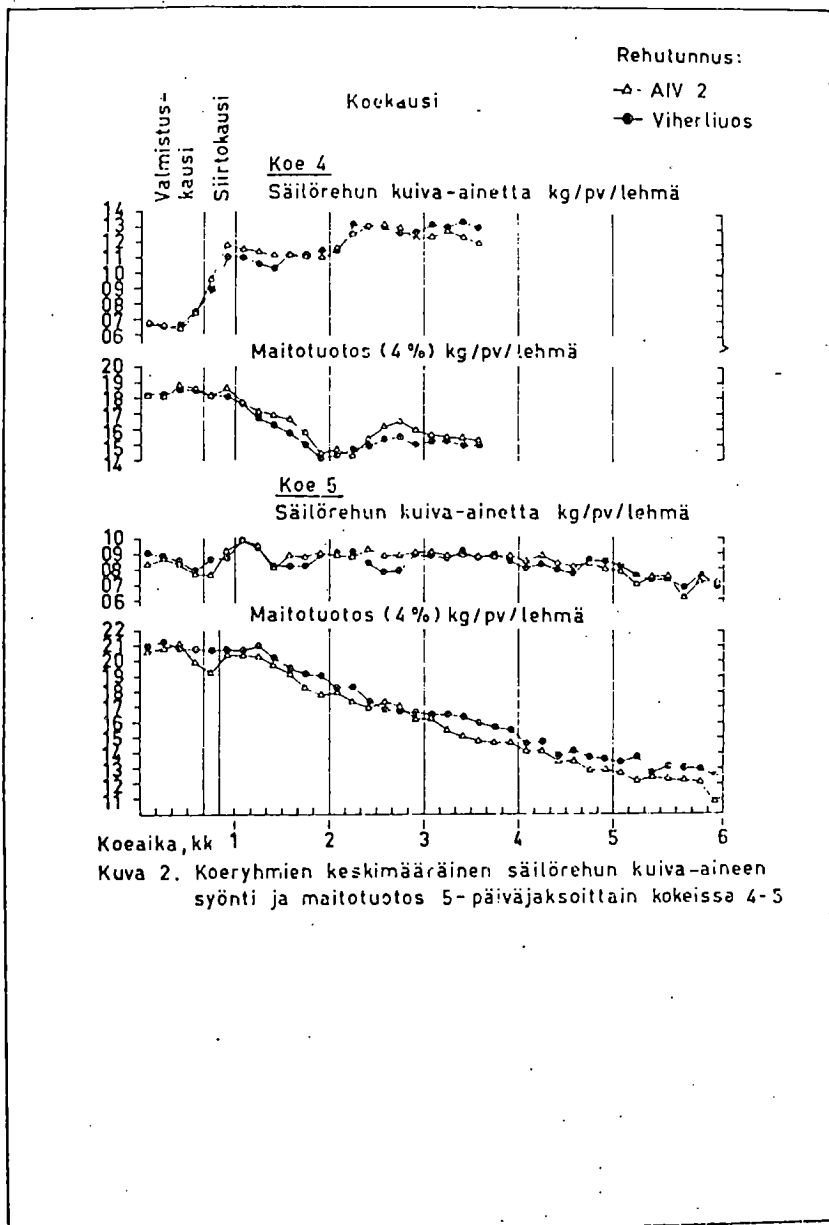
Korrelaatiot antanevat jonkin verran virheellisen kuvan syöntiin vaikuttavista tekijöistä sentähden, että koekauden edetessä säilörehun syöntiin on vaikuttanut sekä lisääntynyt käyminen (vrt. osa I, kuva 1) että alentunut maitotuotos. Tämän selvittämiseksi on säilörehun syönnin vaihtelua selvitetty askeltavalla regressioanalyysillä (NENONEN 1971), jossa pakolliseksi selittäjäksi on otettu 4 prosenttinen maitotuotos ja valinnaisiksi selittäjiksi säilörehun käymistä kuvaavat lukuarvot (7 ensimmäistä muuttujaa edelläolevasta yhdistelmästä). Analyysituloksen mukaan maitotuosoksen muuttuminen on selittänyt syönnin vaihtelua 7,1 % ja säilörehun sokeripitoisuuden muuntelu 3,1 %, yhteisen selityksasteen (R^2 %) ollessa 14,2 %. Käymistulokset ovat korreloituneet säilörehun sokeripitoisuuteen niin voimakkaasti (vrt. osa I, taulukko 8), etteivät ne ole antaneet syönnin vaihtelusta tilastollisesti merkitsevää itsenäistä lisäselitystä. Vähän käynyt säilörehu on siis ollut maittavinta.

Lehmät ovat syöneet säilörehuja 7,6 - 12,1 kg ka/lehmä/pv eli 1,74 - 2,51 kg ka/pv/100 elop. kg (taulukko 3). Kokeiden välillä on ilmennyt säilörehujen koostumuksesta, lehmien tuotostasosta, väkirehuannostuksesta ja mahdollisesti muista tekijöistä johtuvia eroavuuksia. Koostumuksen vaikutus syöntiin on näkynyt erittäin selvästi kokeessa 4, jossa syöntimäärät ovat lisääntyneet siirryttäessä apilapitoisen syyssäilörehun käytöstä varhaisemmalta kasvuasteella korjatun timoteivoittoisen säilörehun syöttöön (kuva 2).

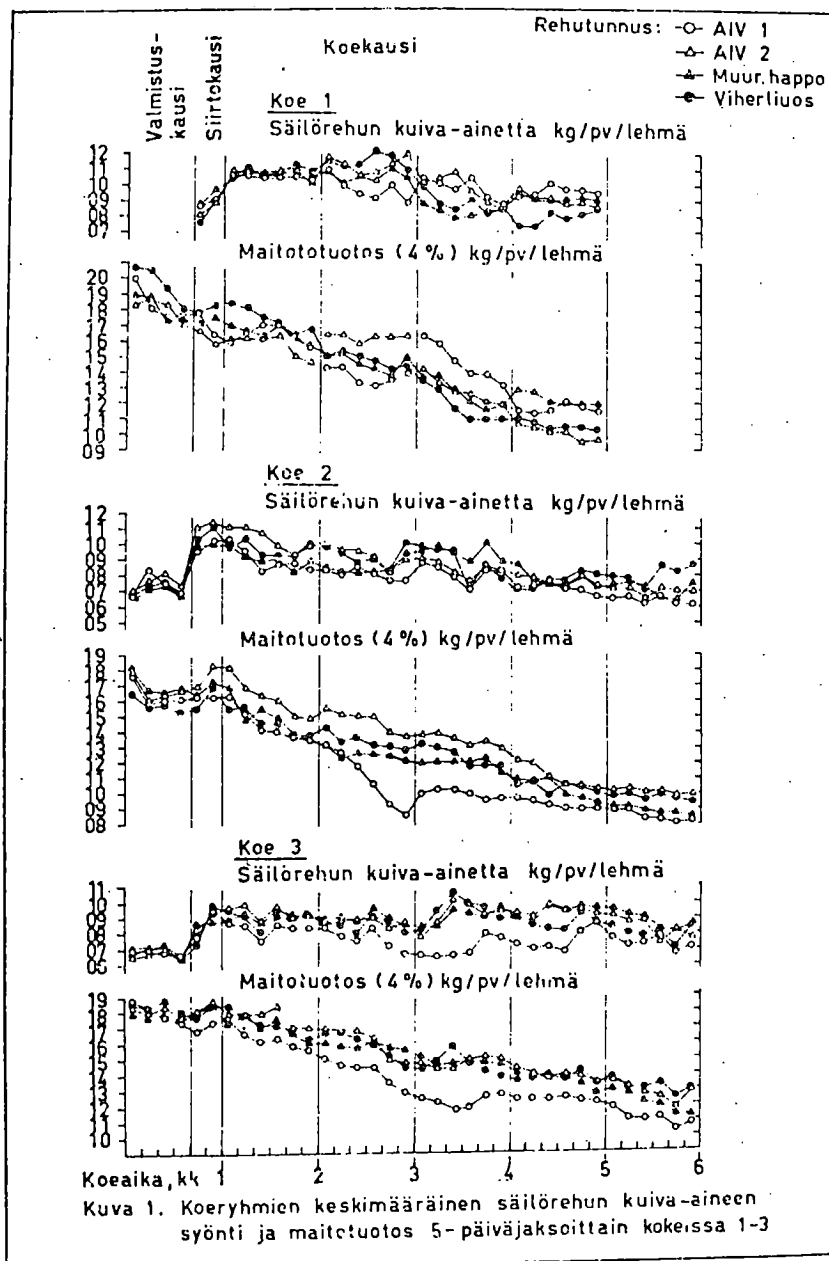
Taulukko 3. Lehmien keskimääräinen rehunsyönti päivässä

Kokeet ja kooryhmät	Lehmät		S ä i l ö r e h v		Ohra		Heinä		Yhteensä			
	kg	kg	kg ka	S	kg ka/100 elop.kg	kg	kg	kg	kg ka	kg ka		
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S		
Koe 1												
AIV 1	457	42.6	8.1	1.5	2.15	0.2	0.8	0.7	1.7	0.3	11.9	2.1
AIV 2	455	42.9	8.7	1.5	2.23	0.3	0.8	0.9	1.7	0.3	12.1	2.4
Muurahaishappo	458	41.8	10.0	1.8	2.14	0.3	0.7	0.6	1.7	0.4	11.7	2.3
Vihertius 1	459	42.1	10.6	1.9	2.16	0.4	0.7	1.0	1.8	0.2	11.9	2.6
Koe 2												
AIV 1	456	37.9	2.3	0.5	1.74	0.2	0.4 ^a	0.3	2.0	0.0	9.9	0.7
AIV 2	447	39.6	2.5	0.5	1.92	0.2	0.9 ^b	0.2	1.9	0.2	10.9	0.8
Muurahaishappo	442	39.1	4.3	0.9	1.69	0.2	0.6 ^{ab}	0.4	1.9	0.1	10.4	1.2
Vihertius	461	40.6	1.8	0.4	1.88	0.2	0.7 ^{ab}	0.3	1.9	0.1	10.8	0.6
Koe 3												
AIV 1	429	33.8	9.1	2.1	1.80	0.7	1.4	0.8	1.3 ^{ab}	0.3	9.6	2.6
AIV 2	429	39.5	2.4	0.5	2.15	0.4	2.0	0.7	0.9 ^a	0.1	11.3	1.1
Muurahaishappo	445	38.9	4.9	1.1	2.04	0.2	2.0	1.1	1.2 ^{ab}	0.3	11.6	0.5
Vihertius 3	464	38.0	6.1	1.4	1.88	0.1	1.9	1.1	1.5 ^b	0.3	11.5	1.5
Koe 4												
AIV 2	482	43.7	4.7	1.3	2.51	0.2	1.4	1.3	2.0	0.0	14.9	1.4
Vihertius 3	489	43.7	3.4	1.0	2.50	0.2	1.2	1.1	2.0	0.0	14.8	1.0
Koe 5 a+b												
AIV 2	460	41.8	4.6	1.1	1.85	0.3	2.6	1.6	1.0	0.3	11.3	1.5
Vihertius 3	462	41.3	5.3	1.0	1.80	0.2	2.8	1.4	1.2	0.2	11.5	1.7

Eri säilörehujen väliset erot on tutkittu kokittain. Erojen tilastollinen merkittävyys on tutkittu pienimmän neliosuuman varianssi-analyysillä (vrt. s.) ja keskiarvojen erot testattu Tukeyn testillä a - b : P<0.05, c - d : P<0.01.



Kuva 2. Koeryhmien keskimääräinen säilörehun kuiva-aineen syönti ja maitotuotos 5-päiväjaksoittain kokeissa 4-5



Säilörehun syönnin väheneminen on vaikuttanut nopeasti maitotuotoksiin, koska muun rehun käyttö on ollut vähäistä (kuvat 1 ja 2). AIV-1-rehun pienempi syöntimäärä kokeissa 2 ja 3 on aiheuttanut tilastollisesti merkitsevän eron AIV-1- ja AIV-2- ryhmien 4 prosenttiseen maitomäärään kokeessa 2 (taulukko 4) sekä yhteistuloksista laskettaessa kokeissa 2 - 3. Syönnin heikkeneminen on johtanut myös AIV-1-ryhmien elopainojen alenemiseen (taulukko 4). Maitotuotosten lasku on yleensä ollut tasaista ja normaalin tuotuskäyrän mukaista (kuvat 1 ja 2). Poikkeuksia ovat olleet paitsi AIV-1-ryhmien tuotospoikkeamat kokeissa 2 ja 3, säilörehun syönnin lisääntymistä seurannut tuotosten nousu kokeessa 4.

Maidon koostumus on kaikissa kokeissa ollut normaalin ja eri säilörehuryhmillä on ilmennyt merkitsevä ero vain AIV-2- ja Viherliuosryhmien maitosokeripitoisuuden välillä kokeessa 2 (taulukko 4). Eri säilörehuryhmissä olleiden lehmien elopainot eivät ole eronneet merkitsevästi toisistaan.

Lehmien ravinnon saannista ja tarpeesta suoritettut laskelmat on esitetty taulukossa 5. Lehmien ylläpitoon on laskettu POIJÄRVEN (1925, 1947) normien mukaiset energia- ja valkuaismäärät ja tuotukseen 0,40 ry ja 60 g srv 4 % maitokiloa kohti. Eri säilörehuryhmien ravinnon saannissa on tilastollisesti merkitsevä ero todettu vain kokeessa 4, jossa ilmeisesti ~~sulavuuseraista~~ johtuen on AIV-2-säilörehusta saatu vähemmän rehuyksiköitä ja enemmän sulavaa raakavalkuaista kuin Viherliuosrehusta.

Laskettu keskimääräinen energian saanti on tarpeeseen nähden vaihdellut +0,7 - -1,1 ry/lehmä/pv. Energian tarve on tullut tyydytetyksi niissä kokeissa, joissa säilörehu on ollut vähän kuitua sisältävää (kokeet 1 ja 4). Valkuaisen saanti on kaikissa kokeissa ollut keskimääräistä tarvetta suurempi (ylimäärä 181 - 561 g/lehmä/pv). Pienin valkuaisylimäärä on ollut kokeessa 5, jossa säilörehu on ollut kuitupitoisinta ja ohran saanti runsainta (taulukot 1, 3 ja 5). Siinä on säilörehun osuus energian saannista ollut 69 % ja valkuaisen saannista 80 %. Ohrasta vastaavat luvut ovat olleet 26 % ja 16 %. Suurimmillaan säilörehun osuus on ollut kokeessa 1, jossa säilörehusta on saatu 84 % energiasta ja

Taulukko 4. Lehmien keskimääräiset tuotokset

Kokeet ja koeryhmät	Lehmä kpl	Poikimi- sesta) pv	Koe- aika pv	Maitoa kg/lehmä/pv				Maidon koostumus				Eloperinnön muutos kg		
				\bar{x}		s		rasva-%		valkuaiss-%			m.sokeri-%	
				\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s		\bar{x}	s
Koe 1														
AIV 1	4x4	94	120	13.2	3.0	14.0	3.2	4.49	0.5	3.78	0.4	2)	+3	
AIV 2	"	95	120	13.0	4.4	13.6	4.2	4.49	0.5	3.75	0.4	2)	+0	
Nuorahaishappo	"	83	120	13.0	3.0	13.8	3.0	4.50	0.4	3.79	0.4	2)	-5	
Vihertilius 1	"	94	120	13.0	4.0	13.3	4.0	4.34	0.5	3.81	0.4	2)	-5	
Koe 2														
AIV 1	4	104	150	10.1	1.9	10.6 ^a	2.0	4.46	0.3	3.53	0.3	4.64 ^{ab}	0.2	-20
AIV 2	4	94	150	12.5	1.2	13.1 ^b	0.8	4.44	0.4	3.59	0.4	4.71 ^a	0.2	-17
Nuorahaishappo	4	97	150	10.7	1.4	11.7 ^{ab}	1.6	4.73	0.2	3.70	0.4	4.62 ^{ab}	0.1	-6
Vihertilius 2	4	104	150	11.7	1.3	12.1 ^{ab}	1.3	4.28	0.4	3.56	0.1	4.61 ^b	0.3	+7
Koe 3														
AIV 1	4	89	150	12.5	2.6	13.2	3.0	4.43	0.2	3.43	0.4	4.66	0.2	-22
AIV 2	4	76	150	13.8	1.8	15.0	2.0	4.68	0.5	3.68	0.1	4.79	0.2	+22
Nuorahaishappo	4	90	150	13.4	1.5	14.6	1.7	4.73	0.1	3.86	0.4	4.70	0.3	+33
Vihertilius 3	4	81	150	14.5	4.3	14.9	3.5	4.36	0.5	3.58	0.4	4.81	0.3	+13
Koe 4														
AIV 2	16	74	80	15.7	3.5	15.9	3.3	4.10	0.3	3.17	0.4	4.86	0.2	+8
Vihertilius 3	16	73	80	15.5	2.2	15.4	2.3	3.90	0.3	3.14	0.2	4.84	0.3	+5
Koe 5 a+b														
AIV 2	8	74	160	14.5	3.4	15.4	3.7	4.46	0.4	3.51	0.3	4.58	0.1	-13
Vihertilius 3	8	70	160	15.7	3.2	16.0	3.1	4.18	0.3	3.47	0.3	4.73	0.2	-7

1) Lehmien poikimisesta ryhmittelytietokella kulunut aika.

2) Ei määritetty.

Tilastollinen analysointi suoritettu kuten taulukossa 3, a-b: P < 0.05.

Taulukko 5. Lehmien laskettu keskimääräinen päivittäinen energian ja valkuaisen saanti ja tarve.

Kokeet ja koeryhät	S ä f l ö r e h u s t a				Chrasta				Heinästä				Saanti				Tarve				Saanti - tarve							
	r y		s r v g		r y		g		r y		g		r y		g		r y		g		r y		g		r y		g	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Koe 1																												
AIV 1	8.0	1.3	1523	314	0.7	54	0.9	96	9.6	1673	9.3	1158	+0.3	1.0	+515	237												
AIV 2	8.2	1.2	1523	435	0.8	57	0.9	89	9.8	1668	9.2	1136	+0.7	0.9	+533	315												
Kuurahaishappo	7.9	1.5	1533	364	0.6	48	0.9	93	9.4	1674	9.2	1146	+0.2	1.0	+528	284												
Vihერიuus 1	7.7	1.5	1423	389	0.7	50	1.0	96	9.3	1569	9.1	1122	+0.2	0.9	+447	285												
Koe 2																												
AIV 1	5.9	0.4	1226	73	0.4 ^a	32 ^a	1.2	160	7.5	1419	8.0	960	-0.4	0.5	+459	90												
AIV 2	6.5	0.4	1304	81	0.9 ^b	66 ^b	1.1	153	8.5	1523	8.9	1107	-0.4	0.4	+415	76												
Kuurahaishappo	6.3	0.7	1276	139	0.6 ^{ab}	43 ^{ab}	1.1	150	8.0	1470	8.3	1020	-0.3	0.6	+449	135												
Vihერიuus 2	6.5	0.3	1408	65	0.7 ^{ab}	48	1.1	155	8.3	1611	8.6	1050	-0.3	0.3	+561	65												
Koe 3																												
AIV 1	6.0	1.7	1132	318	1.3	108	0.6	81	7.9	1320	8.9	1110	-1.1	1.3	+210	211												
AIV 2	7.1	0.4	1324	76	1.8	154	0.4	58	9.3	1536	9.6	1217	-0.3	0.3	+319	33												
Kuurahaishappo	7.1	0.9	1286	155	1.9	157	0.5	74	9.5	1517	9.5	1198	-0.0	0.3	+319	148												
Vihერიuus 3	5.9	1.1	1375	221	1.8	149	0.7	98	9.4	1622	9.7	1219	-0.4	0.8	+403	242												
Koe 4																												
AIV 2	7.8 ^a	0.8	1473 ^c	153	1.4	115	1.1	99 ^a	10.2	1687 ^c	10.2	1278	+0.0 ^a	1.1	+409 ^a	223												
Vihერიuus 3	8.2 ^b	0.6	1397 ^d	111	1.2	102	1.1	100 ^b	10.5	1600 ^d	10.0	1249	+0.5 ^b	0.8	+351 ^b	144												
Koe 5 a+b																												
AIV 2	6.6	0.8	1171	137	2.5	228	0.4	58	9.5	1457	9.9	1244	-0.4	0.7	+214	170												
Vihერიuus 3	6.2	0.8	1145	153	2.7	248	0.5	71	9.4	1463	10.1	1282	-0.8	0.7	+181	133												

Tilastollinen analyysi suoritettu kuten taulukossa 3. a-b: P<0.05, c-d: P<0.01.

91 % valkuaisesta. Siinä ohran osuus on ollut vain 6 % ja 3 %.

TULOSTEN TARKASTELUA

AIV-1-, AIV-2-, muurahaishappo- ja Viherliuossäilörehut ovat ruokinnalliselta laadultaan osoittautuneet hyvin tasavertaisiksi. Tulos on yhdenmukainen osassa I esitetyn (ETTALA et al. 1974) säilönnällisen tasavertaisuuden kanssa. Noin 400 - 500 kg painavien ayrshirelehmien syömät säilörehumäärät, 7,6 - 12,1 kg ka/lehmä/pv eli 1,74 - 2,51 kg ka/pv/100 elop. kg (taulukko 3), ovat olleet varsin runsaita. Osittain siihen on vaikuttanut muun rehun vähäisyys (taulukko 3). Kuitenkin runsas syönti on myös merkki säilörehujen hyvästä maittavuudesta, sillä lehmät ovat hyvin herkästi reagoineet laadun vaihteluihin. Eri säilöntäaineiden välillä ei syöntimäärissä ole ilmennyt merkitseviä eroja. Eri kokeiden kesken sen sijaan on ollut rehujen täyttävyydestä, lehmien tuotoksista ja väkirehuannoksista ym. tekijöistä johtuvia eroavuuksia.

Vähän käynyt, runsaasti sokeria sisältänyt rehu on ollut maittavinta (s. 35). Ilmeisesti AIV-1-rehun jonkin verran muita pienemmät syöntimäärät kokeissa 2 ja 3 (taulukko 3, kuva 1) ovat johtuneet voimakkaammasta rehun käymisestä (vrt. osa I, taulukko 4). PIKE (1972) on AIV-1-liuosta muistuttavalla säilöntäaineella (suolahappo + etikkahappo) saanut vastaavanlaisen syöntieron muurahaishapporehuun verrattuna kuin mainituissa kokeissa. Vähän käynyt AIV-1-rehu kokeessa 1 on ollut yhtä maittavaa kuin muutkin rehut (taulukko 3). Ruohon kylmyys (vrt. osa I, s. 7) on siinä rajoittanut käymistä. AIV-1-rehun maittavuus on vaihdellut jonkin verran myös teuraskarjalla ja pässeillä suoritetuissa kokeissa (KORHONEN et al. 1973, KOSSILA ja LAMPILA 1974, SYRJÄLÄ 1972).

Maitohappopitoisuuden negatiivinen vaikutus syöntitulokseen ei erikseen tarkasteltuna ole ollut tilastollisesti merkitsevä koko aineistosta laskettuna (s. 35), mutta kylläkin, kun yhdistettiin kokeet 1 - 3. Maitohapon vaikutus syöntiin on ollut vaihteleva myös muissa tutkimuksissa. GORDON et al. (1964) ja WIL-

KINS et al. (1971) ovat todenneet maitohapon vaikuttaneen syöntiin positiivisesti, JACSON ja FORBES (1970) käyräviivaisesti ja HARRIS et al. (1966) sekä McLEOD et al. (1970) negatiivisesti. pH:n vaikutus ei ole ollut merkitsevä (s. 35). Eräitten tutkimusten mukaan pH:n kohoaminen on vaikuttanut syöntiä lisäävästi (BROWN ja RADCLIFFE 1972, HARRIS et al. 1966, McLEOD et al. 1970, WILKINS et al. 1971), toisten vähentävästi (GORDON et al. 1964). Etikkahapon ja ammoniakkin negatiivinen vaikutus syöntiin (s. 35) on yhdenmukainen muiden tutkimustulosten kanssa (BROWN ja RADCLIFFE 1972, JACSON ja FORBES 1970, GORDON et al. 1964, WILKINS et al. 1971). Voihappoa tutkituissa säilörehuissa on ilmennyt niin vähän, että sen vaikutus syöntiin on jäänyt tilapäiseksi. Propionihappoa ei ole määritetty ensimmäisessä kokeessa, joten sitä ei ole voitu ottaa regressioanalyysin muuttujaksi.

Muurahaishapposäilörehujen syöntimäärät ovat tässä tutkimuksessa olleet samaa tasoa kuin useissa muissa lypsykarjatutkimuksissa (CASTLE ja WATSON 1969, 1973, DERBYSHIRE ja GORDON 1969, 1970, FISHER et al. 1971). Muurahaishapporehut ovat olleet maittavampia kuin tuoreesta ruhosta ilman säilöntäainetta valmistetut (CASTLE ja WATSON 1970, FOX et al. 1971, WALDO et al. 1968, 1971) tai esikuivatetut (CASTLE ja WATSON 1973, DERBYSHIRE ja GORDON 1969, 1970) säilörehut. Eräissä kokeissa esikuivatetut rehut ovat puolestaan osoittautuneet muurahaishapporehujä maittavammaksi (FISHER et al. 1971, WALDO et al. 1970). Paremmuus on lähinnä riippunut esikuivatuksen onnistumisesta (WALDO et al. 1973 c).

Viherliuosrehujen maittavuus ei ole muuttunut, vaikka rehut ovat formaldehydin säilyttämästä vähän käyneestä säilörehusta muuttuneet runsaasti maitohappoa sisältäväksi rehuksi (vrt. kuvat 1 ja 2 sekä osasta I kuva 1, s. 16). Teuraskarjakokeissa (7 koetta) Viherliuosrehut ovat osoittautuneet keskimäärin jonkin verran maittavammaksi kuin happosäilörehut, joskin vaihtelua on ilmennyt (KOSSILA ja LAMPILA 1974). Lammaskokeissa Viherliuosrehut (Norjassa Casco) ovat olleet tasavertaisia happosäilörehujen kanssa (SAUE et al. 1972, SYRJÄLÄ 1972) tai vähän niitä maittavampia (BAEVRE 1974). Useimmiten formaldehydi + happo - seoksilla säi-

lötyt rehut ovat olleet vertailurehujaan maittavampia. Vertailurehuna on ollut ilman säilöntäainetta valmistettuja (HONIG ja ROHR 1973, WALDO et al. 1973 a) tai pelkällä muurahaishapolla tai formaldehydillä säilöttyjä säilörehuja (VALENTINE ja BROWN 1973, WILKINS et al. 1974). WILKINSin et al. (1974) tutkimusten mukaan maittavuus on riippunut formaldehydin ja hapon keskinäisestä suhteesta.

Pelkällä formaldehydillä valmistettujen säilörehujen syöntimäärät ovat riippuneet formaldehydin annostuksesta (BROWN ja VALENTINE 1972, WILKINS et al. 1974). BARRYn et al. (1973) kokeissa ja WILKINSin et al. (1974) kolmessa kokeessa kuudesta ovat formaldehydillä säilötyt rehut olleet maittavampia kuin ilman säilöntäainetta valmistetut. Suuret formaldehydimäärät ovat vähentäneet syöntiä huomattavasti (BROWN ja VALENTINE 1972, WILKINS et al. 1974). Paraformaldehydillä säilötty rehu on ollut tasavertainen muurahaishapporehun kanssa (WALDO et al. 1973 b, WALDO ja KEYS 1974).

Kiimostusformaldehydin käyttöön säilöntäaineena on johtunut paitsi sen käymistä ehkäisevästä ominaisuudesta myös sen proteiinille antamasta suojasta säilönnässä ja pötsissä tapahtuvaa hajoamista vastaan. Joissakin kokeissa formaldehydin proteiinisuoja on ilmennyt parempana typen pidättymisenä (POUTIAINEN ja HUIDA 1970, WALDO et al. 1973 a, WILKINS et al. 1974), eräissä pötsin ammoniakkipitoisuuden vähenemisenä (BAEVRE 1974, BARRY ja FENNESSY 1973, SAUE et al. 1972, WILKINS et al. 1974). BARRY ja FENNESSY (1973) sekä HONIG ja ROHR (1973) ovat todenneet formaldehydin nostaneen pötsin etikkahappo-propionihapposuhdetta. Valkuaisen sulavuus on formaldehydin vaikutuksesta jonkin verran heikentynyt niin tässä (taulukko 2) kuin monissa muissakin tutkimuksissa (BAEVRE 1974, BARRY ja FENNESSY 1973, BROWN ja VALENTINE 1972, POUTIAINEN ja HUIDA 1970, SAUE et al. 1972, SYRJÄLÄ 1972, WALDO et al. 1973 a, VALENTINE ja BROWN 1973, WILKINS et al. 1974). Formaldehydin vaikutus pötsissä on ilmennyt voimakkaammin syötetäessä formaldehydillä käsiteltyä nurmirehua (BARRY 1971, HEMSLEY et al. 1970) tai kaseinia (BARRY 1972, FERGUSON et al. 1967, MacRAE 1970) kuin säilörehuruokinnassa.

Tässä tutkimuksessa formaldehydin proteiinia suojaava vaikutus on tullut esille säilönnässä (vrt. osa I, taulukot 4 ja 5, kuva 1). Sen sijaan koe-eläinten tyypitase ei Viherliuosrehuilla ole ollut parempi kuin muillakaan säilörehuilla (taulukko 2). Tulos on ilmeisesti pääasiassa johtunut siitä, että täysi-ikäisten päässien typen tarve on ollut vähäinen ja säilörehuista saama typpimäärä huomattavasti tarvetta suurempi. Osittain syynä on mahdollisesti ollut se, että formaldehydin vaikutus rehun valkuaiseen on vähentynyt maitohappokäymisen myötä, kuten liukenevan typen määrästä säilöntäkauden edetessä voidaan todeta (vrt. osa I, kuva 1). Tämä ilmiö saattaa vähentää käytännön olosuhteissa formaldehydin suojavaikutuksen merkitystä, koska jälkikäymistä voi varastoinnin aikana tapahtua merkittävässä määrin. Toisaalta formaldehydin mahdollisten haittavaikutusten vaara pienenee (BECK ja GROSS 1973).

Maidontuotantoon on eri säilörehujen vaikutus tässä tutkimuksessa tullut korostetusti esille sen tähden, että muun rehun käyttö on ollut hyvin vähäistä (taulukot 3, 4 ja 5, kuvat 1 ja 2). Säilörehun syönnin väheneminen on johtanut energiavajaukseen (taulukko 5) ja elopainon alenemiseen (taulukko 4). Muurahaishapporehuilla on yleensä saatu parempia tuotoksia kuin vertailurehuina käytetyillä (CASTLE ja WATSON 1970, 1973, DERBYSHIRE ja GORDON 1970, FISHER et al. 1971, FOX et al. 1971, WALDO et al. 1968, 1970, 1971, 1973 a). Myös formaldehydipitoisilla säilöntäaineilla on monissa tutkimuksissa saavutettu parempia kasvu-, villa- ym. tuotoksia kuin vertailurehuilla osittain suuremmista syöntimääristä, osittain myös valkuaisen paremmasta hyväksikäytöstä johtuen (BAEVRE 1974, BARRY et al. 1973, BURSTEDT et al. 1971, KOSSILA ja LAMPILA 1974, WALDO et al. 1973 a ja b, VALENTINE ja BROWN 1973).

Tämän tutkimuksen tulokset ovat korostaneet varhaisen korjuuasteen edullisia vaikutuksia. Kuitupitoisuuden lisääntyminen on heikentänyt säilöntätuloksia (osa I, taulukko 8, kuva 1), vähentänyt säilörehun syöntiä (s. 35) ja vastaavasti energian saantia (taulukko 5). Väkevä säilörehu on korkean valkuaispitoisuuden, hyvän sulavuuden ja runsaan syöntimäärän ansiosta johtanut huomattavaan valkuaisylimäärään keskinkertaisella tuotostasolla (taulukko 5).

Väkevä säilörehu tekee myös mahdolliseksi entistä runsaamman viljaväkirehun käytön ja niin ollen energia- ja valkuaisainepainon saavuttamisen korkeillakin tuotostasoilla (ETTALA ja LAMPILA 1974).

KIRJALLISUUTTA

- BARRY, T. N. 1971. The effect of treating forage with formaldehyde during haymaking and methionine administration during feeding on the digestion and utilization of energy and nitrogen by sheep. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 31: 129-134.
- , 1972. The effect of feeding formaldehyde - treated casein to sheep on nitrogen retention and wool growth. N.Z. J. Agric. Res. 15: 107-116.
- , FENNESSY, P. F. 1973. Effect of formaldehyde treatment on the chemical composition and nutritive value of silage. N.Z.J. Agric. Res. 16: 59-63.
- , FENNESSY, P. F. & DUNCAN, I. J. 1973. Effect of formaldehyde treatment on the chemical composition and nutritive value of silage. N.Z.J. Agric. Res. 16: 64-68.
- BAEVRE, L. 1974. Kvaliteten av konserverter gras. NJF. grovforsymposium, Mimeogr. 19 p. Randers, Danmark.
- BECK, TH. & GROSS, F. 1973. Zur Frage der Rückstände bei der Verwendung Formaldehyd-haltiger Zusatzmittel bei der Gärfutterbereitung. Wirtschaftseigene Futter 19: 282-289.
- BROWN, D. C. & RADCLIFFE, J. C. 1972. Relationship between intake of silage and its chemical composition and in vitro digestibility. Austr. J. Agric. Res. 23: 25-33.
- & VALENTINE, S. C. 1972. Formaldehyde as a silage additive. Aust. J. Agric. Res. 23: 1093-1100.
- BURSTEDT, E., CISZUK, P. & LINGVALL, P. 1971. Ensileringsstudier med nya konserveringsmetoder. Lantbr.högsk.förs.ledarmöten, Husdjur 27, 15: 1-19.
- CASTLE, M. E. & WATSON, J. N. 1970. Silage and milk production, a comparison between grass silages made with and without formic acid. J. Brit. Grassl. Soc. 25: 65-70.
- & WATSON, J. N. 1973. Silage and milk production. A comparison

- between wilted grass silages made with and without formic acid. *J. Brit. Grassl. Soc.* 28: 73-80.
- DERBYSHIRE, J. C. & GORDON, C. H. 1969. Utilization of formic acid silages by milk cows. *J. Dairy Sci.* 52: 936.
- & GORDON, C. H. 1970. Formic acid: its value in forage preservation and milk cow performance. *Proc. 18th Intern. Dairy Congr.* 1st Ed. p. 571, Sydney.
- ETTALA, E. & LAMPILA, M. 1974. Konserverat gräs som energi- och proteinkälla för mjölkkor. *NJF Grovfodersymposium, Randers*, 2: F 1-11.
- , POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1974. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. I Preservation and composition of silages. *Ann. Agric. Fenn.* 00: 000-000.
- FERGUSON, K. A., HEMSLEY, J. A. & REIS, P., J. 1967. Nutrition and wool growth. *Aust. J. Sci.* 30: 215-217.
- FISHER, L. J., LESSARD, J. R. & LODGE, G. A. 1971. Utilization of formic acid treated sorghum-sudan silage by dairy cows.
- FOX, J. B., BROWN, S. M. & McCULLOUGH, I. I. 1971. Silage for beef production: the effects of formic acid and molasses on nutrient losses and feeding value of direct ensiled autumn grass. *Rec. Agric. Res.* 20: 45-51.
- GORDON, C. H., DERBYSHIRE, J. C., WISEMAN, H. G. & JACOBSON, W. C. 1964. Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. *J. Dairy Sci.* 47: 987-992.
- HARRIS, C. E., RAYMOND, W. F. & WILSON, R. F. 1966. The voluntary intake of silage. *Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki* p. 564-568.
- HARVEY, W. R. 1966. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. *ARS 20-8. Agric. Res. Service, U.S. Dept. of Agric.* 157 p.
- HEMSLEY, J. A., HOGAN, J. P. & WESTON, R. H. 1970. Protection of forage protein from ruminal degradation. *Proc. 11th Intern. Grassl. Congr.* 703-706. Surfers' Paradise.
- HONIG, H. & ROHR, K. 1973. Über den Einfluss von Formalin und formalinhaltigen Zusatzmitteln auf den Silierverlauf und die Vormagenverdauung bei Milchkühen. *Wirtschaftseigene Futter*

- 19: 21-30.
- JACKSON, N. & FORBES, T. J. 1970. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. Anim. Prod. 12: 591-599.
- KORHONEN, I., POUTIAINEN, E., TUORI, M. & LAMPILA, M. 1973. Eri menetelmillä tuoreena säilötty ohra lihanautojen rehuna. Kehittyvä Maatalous 15: 32-41.
- KOSSILA, V. LAMPILA, M. 1974. Grassurförets verdi med tanke på kjøttdyrets energi- och proteinbehov. NJF Grovfodersymposium, Randers, 2: G 1 - 17.
- MACRAE, J. C. 1970. Studies on the intestinal digestion of nitrogen by sheep fed formalin - treated casein diets. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 30: 218-227.
- MCLEOD, D. S., WILKINS, R. J. & RAYMOND, W. F. 1970. The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content. J. Agric. Sci. Camb. 75: 311-319.
- NENONEN, E. 1971. Parhaan regressioyhtälön valitsemisesta. Laudaturtyö, 24 p. Helsinki.
- PIKE, I. H. 1972. A nutritional evaluation of silage made using formic, acetic and hydrochloric, or hydrochloric acid. Proc. 54th Meet. Brit. Soc. Anim. Prod. 1972 p. 130.
- POIJÄRVI, I. 1925. Mjölkkornas näringsbehov. Maatal. koelait. Tiet. Julk. 26. 77 p. Helsinki.
- 1947. Lypsylehmien valkuaistarpeesta ja sen tyydyttämisestä. Käyt. Maatalous 9: 226-227.
- POUTIAINEN, E. & HUIDA, L. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. Koetoim. ja Käyt. 27: 2.
- & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. Kehittyvä Maatalous 3: 15-28.
- SAUE, O., NEDKVITNE, J. J. & BAEVRE, I. 1972. Ensilering med formalinholdige tilsetningsmidler. Norg. Landbr. høgsk. Foringsfors. 399: 1-7.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. 481 p. New York.
- SYRJÄLÄ, L. 1972. Effect of different sucrose, starch and cellulose supplements on the utilization of grass silages by rumi-

- nants. Ann. Agric. Fenn. 11: 199-276.
- VALENTINE, S. C. & BROWN, D. C. 1973. Formaldehyde as a silage additive. Aust. J. Agric. Res. 24: 939-946.
- WALDO, D. R. & KEYS, J. E. 1974. Paraformaldehyde compared to formic acid as a silage preservative. J. Dairy Sci. 57: 618-619.
- , KEYS, J. E. Jr. & GORDON, C. H. 1970. Direct cut formic acid silage, versus wilted silage for growth. J. Dairy Sci. 53: 677.
- , KEYS, J. E. Jr. & GORDON, C. H. 1973 a. Formaldehyde and formic acid as a silage additive. J. Dairy Sci. 56: 229-232.
- , KEYS, J. E. Jr & GORDON, C. H. 1973 b. Paraformaldehyde vs. formic acid as silage preservatives. Ann. Meet. Amer. Soc. Anim. Sci. Mimeogr. 6 p. Lincoln, Nebraska.
- , KEYS, J. E. Jr. & GORDON, C. H. 1973 c. Preservation efficiency and dairy heifer response from unwilted formic and wilted untreated silages. J. Dairy Sci. 56: 129-136.
- WALDO, D. R., KEYS, J. E. Jr., SMITH, L. W. & GORDON, C. H. 1971. Effect of formic acid on recovery, intake, digestibility and growth from unwilted silage. J. Dairy Sci. 54: 77-84.
- , SMITH, L. W. & GORDON, C. H. 1968. Formic acid silage versus untreated silage for growth. J. Dairy Sci. 51: 982.
- WILKINS, R. J., HUTCHINSON, K. J., WILSON, R. F. & HARRIS, C. E. 1971. The voluntary intake of silage by sheep. I Interrelationships between silage composition and intake. J. Agric. Sci. Camb. 77: 531-537.
- , WILSON, R. F. & COOK, J. E. 1974. Restriction of fermentation during ensilage: the nutritive value of silages made with the addition of formaldehyde. Proc. 12th Int. Grassl. Congr. Moscow, Sec., Techniques and forage conservation and storage. p. 237-253.

ERI SÄILÖNTÄAINEILLA VALMISTETUT SÄILÖREHUT
LYPSYKARJAN RUOKINNASSA

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo ja Martti Lampila

TIIVISTELMÄ

Eri säilöntäaineilla (AIV I, AIV II, Viherliuos, muurahaishappo) valmistetuissa säilörehuissa on ajoittainen liuosmäärien alittuminen aiheuttanut heikompilaatuisia rehukerroksia, vaikka liuosten menekki keskimäärin on ollut ohjeiden mukainen. AIV I- ja Viherliuosrehujen laatu on kärsinyt liuosmäärien alittamisesta enemmän kuin AIV II- ja muurahaishapporehujen. AIV I-liuksen säilöntäteho on heikentynyt myös hyvin märkää ruohoa säilöittäessä.

Lehmät ovat viisi kuukautta kestäneen ruokintakokeen aikana syöneet säilörehua keskimäärin 39,3 kg eli 8,4 kuiva-ainekiloa päivässä, kun muuna rehuna on käytetty 2 kg päivässä heinää ja 10 kiloa ylittävän maitotuotoksen osalta ohraa 270 g 4 %:ista maitokiloa kohti. Eri säilörehujen syönnissä ilmenneet erot eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä. Säilörehujen keskimääräinen syönti on vähentynyt 0,57 kiloa kuiva-ainetta 4 %:ista maitokiloa kohti tuotosten aletessa 16,7 kg:sta 9,0 kg:aan. Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on lisännyt syöntiä erittäin merkitsevästi, kun taas voihapsen esiintyminen on sitä merkitsevästi vähentänyt. AIV I -säilörehulla tuotetut 4 %:iset maitomäärät ovat olleet merkitsevästi pienempiä kuin AIV II- ja Viherliuosrehuilla tuotetut. Maidon koostumuksessa ei ole ilmennyt merkitseviä eroja.

Tutkittujen säilörehujen keskimääräinen korvausluku on ollut 6,1 kg/ry, täyttävyyysluku 1,31 kg ka/ry ja sulava raakavalkuaispitoisuus 204 g/ry. Sulavaa raakavalkuaista lehmät ovat saaneet huomattavasti yli tarpeen (ylitys 424-583 g/lehmä/ pv). Säilörehuilla on tyydytetty 78 % lehmien energian ja 87 % sulavan raakavalkuaisen tarpeesta.

JOHDANTO

Säilörehuvaltaisessa ruokinnassa joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota säilörehun laatuun, koska moitteeton rehu on maittavaa ja koska vain hyvää säilörehua käyttämällä voidaan huolehtia maitotaloustuotteiden korkeasta laadusta. Kotieläinhoidon tutkimuslaitos on yhdessä Pohjois-Savon koeaseman kanssa kahtena viime vuotena selvittänyt maassamme käytössä olevien säilöntäaineiden AIV I:n (muurahaishappoa 25 % + suolahappoa 20 %), AIV II:n (muurahaishappoa 80 % + fosforihappoa 2 %), Viherliuksen (formaldehydiä 26 % + muurahaishappoa 17 %) ja 86 %:isen muurahaishapon vaikutusta säilörehujen laatuun, maittavuuteen ja lehmien tuotoksiin. Ensimmäisessä kokeessa (ETTALA ja POHJANHEIMO 1970, LAMPILA ym. 1970) kyseiset säilöntäaineet osoittautuivat tasavertaisiksi.

Tosin formaldehydi aiheutti merkitseviä eroja Viherliuosrehun ja muiden rehujen välillä, mutta erot eivät vaikuttaneet lehmien syömiin säilörehumääriin ja maitotuotoksiin. Vastaavanlainen tulos saavutettiin säilörehujen sulavuus- ja typ-
pitasekokeessa (POUTIAINEN ja HUIDA 1970). Myös Ruotsissa on saavutettu hyvin samanlaisia tuloksia käytettäessä säilöntään muurahaishappoa tai formaldehydiä ja muurahaishappoa (BURSTEDT ym. 1971). Kun raaka-aineen laatu ja erilaiset olo-
suhteet vaikuttavat myös huomattavasti säilöntätuloksiin, on tutkimuksia jat-
kettu edelleen. Tässä esitettävä koe on suoritettu Pohjois-Savon koeasemalla
v. 1970-71.

KOEJÄRJESTELYT

Rehujen raaka-aine ja säilöntä

Ruohoa säilöttiin neljään lujitemuovisiiloon (halkaisija 3 m ja korkeus 7,5 m).
Vertailukelpoisen raaka-aineen aikaansaamiseksi korjuu suoritettiin yhtäaikaan
neljällä samanlaisella kelasilppurilla, joista kukin sekoitti rehuun eri säi-
löntäainetta. Viherliuosta pyrittiin sekoittamaan 5 l, muita 4 l rehutonnia
kohti. Jokaisen kuorman ruohomäärä punnittiin ja siihen sekoittunut liuosmää-
rä mitattiin. Jos liuosta kului tavoiteltua määrää vähemmän, pyrittiin vajeus
täyttämään seuraavien kuormien yhteydessä. Joskus sattui myös perättäisiä yli-
tyksiä tai alituksia. Keskimäärin säilöntäaineiden menekki oli lähellä tavoit-
tetta (taulukko 1).

Säilörehua valmistettiin kolme kertaa. Suurin osa tehtiin kesäkuun puolivä-
lissä, lähes sama määrä heinäkuun lopulla ja pieni määrä elo-syyskuun vaihteet-
sa. Ruoho oli pääasiassa timoteita ja peräisin osittain laidun-, osittain niit-
tonurmilta (taulukko 1). Se kasvoi kevätkesällä edullist-n säiden ansiosta erit-
tään nopeasti ja oli 1. niiton aikana n. 40-60 cm korkeata, timotei tähkälle
tulossa, nurminata ja koiranheinä yleisesti röyhylle tai tähkällä. Toisen nii-
ton kasvusto oli osaksi 35-40 cm:n korkuista sekanurmea, jossa timotei oli täh-
källe ja nurminata röyhylle tulossa, osaksi ruohoasteella olevaa 25-35 cm:n
korkuista timoteiodelmikkoa. Viimeksimainitussa nurmessa oli runsaasti (28-35 %)
juolavehnää. Kolmas niitto suoritettiin timoteiodelmikoilta, joissa ruoho oli
n. 30 cm korkeata, väriltään vielä tummahkon vihreää, mutta alimmilta lehdil-
tään ja latvoiltaan jo osittain (n. 5 %) kuihtunutta.

Kullekin niitetylle sadolle oli annettu hehtaaria kohti 100 kg typpeä eli
400 kg oulunsalpietaria. Edellisenä syksynä oli käytetty 400 kg superfosfaat-
tia ja 250 kg 60 %:ista kalisuolaa hehtaarille. Laidunsekanurmet olivat hieta-
maalla, timoteinurmet metsäsaraturvesuolla.

Taulukko 1. Säilörehujen raaka-aineet ja säilöntä.

Säilöntä- aine	Säilörehun valmistus- päivä	Raaka- ainetta kg/torni	Säilöntä- ainetta l/tn	Ruohon kuiva- aine-%	Kasvilajikoostumus % tuorepainosta				
					timo- tei	nurmi- nata	koiran- heinä	muut hei- näkasvit	2-sirkk. rikkar.
I niitto									
AIV I	15-18/6	33 850	4.0	18.0					
AIV II	"	33 650	4.1	18.1	58	20	6	14	2
Viherliuos	"	33 600	5.0	17.8					
Muurah.happo	"	33 650	4.1	17.9					
II niitto									
AIV I	29-31/7	25 000	3.8	13.8					
AIV II	"	27 150	3.9	14.1	58	10	4	26 ¹⁾	2
Viherliuos	"	23 350	4.9	14.0					
Muurah.happo	"	25 100	4.2	14.1					
III niitto									
AIV I	1/9	8 200	4.0	15.5					
AIV II	1/9	8 200	4.1	15.6	71	-	-	26 ¹⁾	3
Viherliuos	31/8	7 200	4.7	15.6					
Muurah.happo	31/8	8 450	3.9	15.7					
Yhteensä									
AIV I		67 050	3.9 (4.1) ²⁾	16.1					
AIV II		69 000	4.0 (4.2)	16.2					
Viherliuos		64 150	4.9 (5.1)	16.2					
Muurah.happo		67 200	4.1 (4.3)	16.2					

1) Pääasiassa juolavehnää

2) Kunkin säilöntäkerran jälkeen rehun pintaan levitetty liuosmäärä laskettu mukaan

Ensimmäistä satoa korjattaessa sää oli aurinkoinen, lämmin ja kuiva. Toisella säilöntäkerralla vain viimeinen korjuupäivä oli poutainen, muina päivinä joko satoi tai ruoho oli kasteen ja sumun kostuttamaa. Ruoho tuli tällöin siiloihin märkänä ja lämpimänä. Kolmannella korjuukerralla sää oli aamupäivällä pilvinen, iltapäivällä poutainen.

Välittömästi korjuun päätyttyä ruoho poljettiin tiiviiksi ja tasaiseksi sekä pinnaltaan hieman kuperaksi. Pinta kasteltiin laimennetulla (1:4) liuksella. Tämän jälkeen rehun päälle levitettiin muovipeite (paksuus 0,15 mm) sekä sen päälle painoallas, johon ensimmäisenä päivänä juoksutettiin n. 15 cm ja seuraavana n. 20 cm vettä. Siilon seinille oli asetettu rei'itetyt (3/4") muoviputket, joita pitkin oli tarkoitus ohjata ylemmän rehukerroksen puristemehu. Sitä varten välimuovit jätettiin pysyvästi paikoilleen. Puristemehun määrää ei voitu mitata, mutta toisella kerralla sitä erottui runsaasti. AIV I- ja AIV II-liuksilla sekä muurahaishapolla säilötyistä rehuista puristuneen mehun pH oli n. 4,1, Viherliuosrehusta puristuneen n. 5,1. Puristemehujen pH-asteet pysyivät kutakuinkin samoina aina seuraavaan täyttökertaan asti. Rehujen painuminen tapahtui yleensä nopeasti. Ensimmäisen täyttökerran jälkeen rehu laski kolmessa päivässä n. 1,7 m ja sen jälkeen vain n. 0,5 m. Syötön alkaessa oli siilossa rehua n. 6 m.

Ruokintakokeen järjestely ja eläinainees

Ruokintakoe aloitettiin 16 Ay-lehmällä 8.10.1970. Valmistuskaudella (20 pv) lehmät saivat yhtäläisen säilörehuvaltaisen ruokinnan. Sen jälkeen lehmät jaettiin neljään mahdollisimman tasavertaiseen ryhmään, jotka arvottiin eri säilörehujen kesken. Sama ryhmä sai määrättyä säilörehua koko koekauden ajan (150 pv). Koekaudelle siirryttiin 10 päivän pituisen siirtokauden aikana. Koeaika jaettiin 5 päivän pituisiin jaksoihin, joiden mukaan ajoitettiin kaikki koetoimenpiteet. Keskitalvella (6.1.1971) kokeeseen liitettiin 8 talvella poikinutta lehmää, jotka ennättivät olla kokeessa 65 päivää.

Lehmien maitotuotokset punnittiin yksilöllisesti kullakin lypsykerralla. Maidon koostumus määritettiin rasvan osalta 5 päivän, valkuaisen ja maitosokerin osalta 10 päivän välein. Näytteet koottiin kunkin lehmän kahden päivän maidosta. Valkuais- ja maitosokerimääritykset suoritettiin Kainuun Osuusmeijerissä Infra Red Milk Analyser -laitteella. Lehmät punnittiin valmistuskauden, siirtokauden ja koekauden alussa sekä 30 päivän väliajoin koekauden aikana ja myös koekauden lopussa. Punnitus suoritettiin kahtena peräkkäisenä päivänä ennen iltapäiväruokintaa.

Koekaudella lehmät saivat vapaasti, mutta punnituin annoksin säilörehua. Heinää lehmät saivat 2 kg päivässä, kilon kummallakin ruokintakerralla. Väkirehuna käytettiin ohraa. Sitä annettiin 10 maitokiloa ylittävän tuotoksen aiheuttamasta ry-tarpeesta 2/3. Ohra annosteltiin edellisen 5-päiväjakson aikana tuotetun 4-prosenttiseksi lasketun maitomäärän mukaan. Kivennäisrehuna käytettiin seosta, jossa oli 45 % Fosforilypsy- ja 45 % Hakas-rehusuolaa sekä 10 % ruokasuolaa. Seoksen suunnittelussa otettiin huomioon edellisenä talvena määritetyt rehujen kivennäispitoisuudet ja täydennettiin niitä tarpeiden mukaisiksi. Samalla pyrittiin ennalta ehkäisemään mahdollista seleenin puutetta, jota edellisenä talvena oli todettu koeaseman nuoressa karjassa. Kivennäinen sisälsi myös tarpeellisen D-vitamiinilisän. Kivennäisseosta annettiin tuotoksesta riippuen 150-250 g lehmää kohti päivässä.

Rehunäytteet kerättiin heinästä ja ohrasta päivittäin. Näin kootuista eristä lähetettiin edustavat näytteet kerran kuukaudessa Tikkurilaan. Säilörehusta otettiin kahden viikon syöntiä edustavat näytteet etukäteen irroittamalla träväreunaisella salaojalapiolla n. 0,5 m syvät, kapeat rehupatsaat läheltä tornin laitaa ja keskustaa sekä näiden kohtien puolivälistä. Osanäytteet yhdistettiin, sekoitettiin huolellisesti ja siitä lähetettiin edustava näyte Tikkurilaan.

Analyysimenetelmät

Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen laboratoriossa määritettiin tuoreiden säilörehunäytteiden vesiuutoksesta rasvahapot, maitohappo, ammoniumtyppi, liukoinen

typpi ja sokeri. Rasvahappo ja maitohapot määritettiin kaasukromatograafisesti, ammoniumtyppi kolorimetrisesti, liukoinen typpi Kjeldahlin ja sokeri SOMOXYN (1945) menetelmällä SALOn (1965) muunnosta käyttäen. Sokeri laskettiin glukosina. Rehun pH määritettiin elektrometrisesti näytteiden puristemehusta. Varsinainen rehuanalyysi suoritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa standardimenetelmiä käyttäen. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen (105 °C) tehtiin haihtuneiden aineiden osalta korjaus lisäämällä kyseisen näytteen erikoisanalyysien perusteella kuiva-aineseen 80 % etikkahapon määrästä sekä propioni-, voi- ja valeriaanahappo 100-prosenttisesti.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Säilörehujen laatu ja kemiallinen koostumus

Tarkasteltaessa säilörehujen laatua kuvaavia lukuarvoja taulukosta 2 voidaan todeta, että pH-arvot ovat ajoittain olleet verrattain korkeita (yli 4,2) myös happamuuteen perustuvissa säilörehuissa (AIV I-, AIV II- ja muurahaishapporehut). Varsinkin ne ovat olleet sitä AIV I -rehun näytekerroksissa 5-8. Viherliuosrehun pH-asteesta ei rehun laatua voida edellisten tavoin päätellä, koska Viherliuosrehan teho perustuu lähinnä formaldehydin vaikutukseen eikä happamuuteen.

Maitotaloustuotteiden laadun kannalta epäilyttävää voihappoa on esiintynyt pieni määrä muovikalvojen alapuolella 1. ja 2. korjuukerran välissä kaikissa säilörehuissa. Viherliuosrehussa sitä on ollut enemmän ja useammassa kerroksessa kuin muissa, mutta ero muihin ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä. Viherliuosrehussa on liukenevan tyypin osuus ollut merkitsevästi pienempi kuin muissa säilörehuissa. Ilmiö, joka on todettu myös aikaisemmissa kokeissa (POUTAINEN ja HUIDA 1970, LAMPIA ym. 1970), johtuu formaldehydin valkuaisaineita kovettavasta vaikutuksesta. Viherliuosrehussa on myös ollut merkitsevästi vähemmän maitohappoa ja enemmän sokeria kuin AIV I- ja muurahaishapporehuissa.

AIV I-rehun propioni- ja etikkahappopitoisuudet ovat olleet merkitsevästi korkeampia kuin muiden säilörehujen. Myös sen ammoniumtyppipitoisuus on eronnut merkitsevästi AIV II-rehun pitoisuudesta. Ammoniumtyppeä on esiintynyt runsaasti lähinnä niissä AIV I-rehun kerroksissa, joissa pH-astekin on ollut korkea. AIV II- ja muurahaishapporehut ovat olleet verrattain tasalaatuisia sekä hyvin toistensa kaltaisia, mikä luonnollisesti johtuu liuosten samankaltaisuudesta.

Kun vuoden 1969-70 kokeessa kaikilla säilöntäaineilla saatiin tasavertaisia säilöntätuloksia, on syytä selvittää, mistä tässä kokeessa ilmenneet laatuvaihtelut ovat johtuneet. Sitä varten on laskettu tornien eri näytekerroksiin kulu-

neet liuosmäärät (taul 2). Taulukosta nähdään, että useimmissa niissä tapauksissa, joissa säilörehun laadussa on ollut moitteen sijaa, on liuosten menekki ollut liian pieni. Vaikka liuosten keskimääräiset kulutukset ovat olleet lähellä tavoitteita (4 l ja 5 l/tn), se ei ole riittänyt takaamaan säilönnän omistumista koko korjuukerralla. Nesteiden tasoittumista on siis tapahtunut oletettua

Taulukko 2. Säilörehujen laatua ja koostumusta kuvaavia lukuaroja noin 0.5 m:n rehukerroksia vastaavista näytteistä määritettyinä sekä säilöntäaineiden menekki kyseisiin kerroksiin.

Säilöntä- aine	Korjuu- kerta	Näyte- kerros	Säilöntä- ainetta l/tn	pH	% tuoreessa rehussa						% kok. typestä		
					Kuiva- aine	Sokeri	Maito- happo	Etikka- happo	Voi- happo	Prop. happo	Kok. typpi	NH ₄ - typpi	Liuk. typpi
AIV I- liuos	3.	1	4.3	4.25	19.98	0.61	2.14	0.39	-	-	0.82	2.4	40.7
		2	4.5	4.22	20.40	0.38	3.50	0.42	-	-	0.84	3.6	48.7
		3	4.2	4.51	16.98	0.05	1.50	0.66	-	-	0.65	7.7	59.0
	2.	4	3.2	4.17	17.63	0.16	1.40	0.33	-	-	0.52	3.9	48.8
		5	3.6	5.10	18.20	0.04	1.22	0.94	0.01	0.09	0.81	12.4	60.8
		6	4.4	5.15	18.55	0.03	0.63	0.99	-	0.08	0.76	5.3	61.3
	1.	7	4.2	5.10	18.83	0.05	0.51	1.12	-	0.10	0.73	12.3	58.8
		8	1.7	5.17	20.13	0.05	1.12	0.98	-	-	0.74	14.9	60.4
		9	4.1	4.31	22.28	0.54	0.98	0.63	0.01	0.06	0.66	7.5	48.4
	1.	10	3.9	4.42	23.38	0.09	1.58	0.42	-	0.05	0.72	5.6	63.5
		11	4.2	4.17	24.30	0.07	1.90	0.37	-	0.03	0.67	4.5	69.0
		12	3.9	4.45	22.85	0.04	1.60	0.71	-	0.09	0.69	8.7	69.2
		13	4.0	4.53	23.25	0.08	1.68	0.48	-	0.08	0.74	9.5	70.0
		14	3.9	4.40	23.55	0.07	1.91	0.34	-	0.04	0.76	7.9	69.9
14		3.9	4.60	24.98	0.10	1.92	0.36	-	-	0.80	6.3	72.0	
Keskiarvot			3.9 (4.1) ³⁾	4.57 ^{cd}	21.43	0.16 ^c	1.57 ^a	0.61 ^c	0.00	0.04 ^c	0.73	7.5 ^a	60.0 ^c
AIV II- liuos	3.	1	4.1	4.38	20.63	3.48	0.19	0.06	-	-	0.82	0.0	34.0
		2	4.1	4.52	20.20	4.01	0.90	0.00	-	-	0.63	0.0	50.7
		3	4.1	4.23	19.13	1.18	1.10	0.25	-	-	0.63	4.8	48.3
	2.	4	3.7	4.38	20.03	0.76	1.27	0.22	-	-	0.66	4.6	42.9
		5	3.9	4.20	19.85	0.63	0.79	0.22	-	-	0.78	3.9	47.6
		6	3.9	4.25	21.13	0.71	0.95	0.35	-	-	0.73	2.7	48.6
	1.	7	4.4	4.25	21.98	0.90	0.47	0.20	-	-	0.73	4.1	45.3
		8	3.2	4.30	22.30	0.35	1.29	0.37	0.01	-	0.66	4.5	51.6
		9	3.1	4.57	22.65	0.18	1.50	0.44	-	0.03	0.67	7.5	69.7
	1.	10	3.7	4.33	24.85	0.21	1.56	0.28	-	-	0.76	4.0	69.3
		11	4.1	4.30	22.53	0.23	1.66	0.29	-	-	0.68	4.4	70.8
		12	4.0	4.46	24.25	0.17	1.58	0.26	-	-	0.77	5.2	73.1
		13	3.6	4.38	23.20	0.19	1.52	0.23	-	-	0.78	6.4	72.6
		14	4.3	4.61	25.40	0.31	1.33	0.22	-	-	0.80	5.0	71.3
14		4.0	4.37 ^c	22.00	0.95 ^{ab}	1.15 ^{ab}	0.24 ^d	0.00	0.00 ^d	0.72	4.1 ^b	56.8 ^c	
Viher- liuos	3.	1	4.9	4.90	20.15	2.92	0.81	0.17	-	-	0.77	1.3	26.4
		2	4.6	5.48	19.28	4.17	0.00	0.00	-	-	0.62	1.6	32.1
		3	5.0	4.53	18.53	0.98	1.20	0.31	-	-	0.67	1.5	32.1
	2.	4	4.7	4.96	19.68	1.36	0.55	0.17	0.02	0.03	0.76	2.6	26.3
		5	5.8	4.90	19.48	1.83	0.22	0.07	-	-	0.83	2.4	23.7
		6	5.0	4.98	21.05	1.83	0.20	0.10	-	-	0.77	11.7	24.0
	1.	7	4.1	4.80	22.80	0.63	1.06	0.36	0.15	0.02	0.79	7.6	32.3
		8	4.5	4.41	21.48	0.74	1.54	0.22	0.01	-	0.91	3.3	27.5
		9	3.7	5.25	21.65	0.16	0.99	0.57	-	0.06	0.66	12.1	52.9
	1.	10	4.7	4.25	23.75	0.23	2.01	0.21	0.01	-	0.76	4.0	54.7
		11	5.4	4.48	21.50	0.16	1.52	0.48	0.30	0.05	0.77	11.7	53.1
		12	5.1	4.71	24.08	1.27	1.10	0.24	-	-	0.83	3.6	45.6
		13	5.2	4.98	26.35	2.80	0.33	0.08	-	-	0.92	3.3	42.7
	Keskiarvot			4.9 (5.1) ³⁾	4.82 ^d	21.83	1.47 ^{ad}	0.89 ^b	0.23 ^d	0.08	0.01 ^d	0.77	5.1 ^{ab}
Muurahais- happo	3.	1	4.3	4.40	19.88	1.82	0.63	0.08	-	-	0.82	0.0	29.1
		2	3.6	4.35	20.38	2.06	2.25	0.27	-	-	0.74	2.7	50.9
		3	3.7	4.30	18.60	0.93	1.30	0.28	-	-	0.67	4.5	49.6
	2.	4	3.8	4.30	19.35	0.22	1.70	0.29	-	-	0.66	4.6	40.7
		5	4.7	4.28	19.53	0.26	2.20	0.36	-	-	0.72	5.6	51.6
		6	3.6	4.25	20.15	0.22	1.34	0.38	-	-	0.83	4.8	48.8
	1.	7	5.7	4.27	21.45	0.38	1.20	0.36	-	-	0.77	7.8	48.6
		8	4.4	4.39	24.28	0.36	1.32	0.32	0.01	-	0.72	4.2	52.9
		9	3.7	4.30	22.15	0.35	1.50	0.26	-	-	0.60	3.0	55.1
	1.	10	3.8	4.20	23.42	0.21	1.62	0.31	-	-	0.67	3.0	60.5
		11	3.6	4.30	24.25	0.14	1.72	0.34	-	-	0.69	5.8	70.0
		12	3.5	4.36	20.30	0.19	1.77	0.33	-	-	0.61	6.6	70.7
		13	4.0	4.51	24.78	0.09	1.49	0.28	-	-	0.82	6.1	73.8
		14	5.5	4.52	23.90	0.15	1.54	0.29	-	-	0.71	5.6	72.4
Keskiarvot			4.1 (4.3) ³⁾	4.34 ^c	21.76	0.53 ^b	1.54 ^a	0.30 ^d	0.00	0.00 ^d	0.72	4.6 ^{ab}	55.3 ^c
Kaikkien keskiarvot				4.52 ±0.04	21.75 ±0.31	0.75 ±0.14	1.30 ±0.08	0.35 ±0.03	0.01 ±0.00	0.01 ±0.00	0.73 ±0.01	5.4 ±0.4	52.6 ± 1.98

1) Kuiva-aineeseen on lisätty voi-happo, propionihappo ja 80 % etikkahapposta.

2) Viimeisiä rehukerroksia ei ole käytetty ruokintakokeessa.

3) Eri korjuukertojen jälkeen rehun pintaan lisätty liuosmäärä mukaan luettuna. Pystysarakkeille merkityt kirjaimet ilmaisevat säilörehuissa ilmenneet merkitsevät erot. Testaus on suoritettu varianssianalyysillä. a-b: P<0.05; c-d: P<0.01.

vähemmän. Säilörehuja valmistettaessa todettiin, että hapotinlaitetta nykyisin menetelmin käyttäen on melko mahdotonta saada säilöntäaineen kulutus joka kuormaan täsmälleen ohjeiden mukaiseksi. Ilmeisesti olisi pyrittävä saamaan alimmat määrät ohjeita vastaaviksi, vaikka keskimääräiset määrät siten kohoaisivatkin. AIV-liuosten käyttöohjeissa onkin valkuaisrikkaalle syysruoholle kehoitettu käytettäväksi AIV I-liuosta 5,0 l/tn ja AIV II-liuosta 4,5 l/tn. Määrät ovat ilmeisesti sopivia muulloinkin hyvin valkuaisrikasta ja kosteaa rehua säilöittäessä. Näyttää näet ilmeiseltä, että AIV I-liuoksen teho on oleellisesti heikentynyt silloin, kun ruohoa on jouduttu korjaamaan märkänä (kerrokset 5-8, taul.2). Kahden viime vuoden säilöntätuloksia vertailtaessa onkin muistettava, että vuoden 1969 ruoho oli poikkeuksellisen kuivaa (keskim. ka. 20,7 %) (EITALA ja POHJANHEIMO 1970), kun taas vuonna 1970 ruohon kuiva-ainepitoisuus oli varsin alhainen (keskim. 16,2 %, taul. 1). Ruohon märkyydestä johtuvaa säilöntätehon heikkenemistä ei näy muiden kuin AIV I-liuoksen kohdalla.

Liuosten säilöntätehoa vertailtaessa on myös todettava, että kaikkia säilörehuja valmistettaessa on liuosmäärien alitusten osuus ollut likimain yhtä suuri. Se ruohon määrä, johon on sekoitettu tavoiteltua määrää vähemmän säilöntäainetta, on ollut koko säilötystä ruohomäärästä eri silloissa seuraava: AIV I 52,9 %, AIV II 47,6 %, Viherliuos 52,3 %, muurahaishappo 59,5 %. AIV II- ja muurahaishapporehut ovat siis onnistuneet alemmilla liuosmäärillä paremmin kuin AIV I- ja Viherliuosrehut.

Eri korjuukertojen välikerroksissa usein ilmeneviä virhekäymisiä on tässä ko-keessa pyritty ehkäisemään muovikalvojen käytöllä. Se ei ole kuitenkaan johtanut toivottuun tulokseen.

Kyseisten säilörehujen raaka-aine on ollut erittäin valkuaispitoista, raakaval-kuasta 22,1 % kuiva-aineessa (taul. 3). Ruohon puhdasvalkuaisesta on suuri osa muuttunut säilönnän aikana liukenevaan muotoon ammoniakiksi, amideiksi, aminoha-poiksi ja eriasteisiksi peptideiksi. Viherliuosrehu poikkeaa tässä suhteessa mer-kitsevästi muista (taul. 3). Säilörehujen kuitupitoisuudet (keskim. 28,0 % ka:ssa) ovat olleet yllättävän korkeita, vaikka raaka-aineen kuitipitoisuus on ollut täh-kimisen alussa korjatulle ruoholle ominainen (keskim. 24,7 % ka:ssa). Ero johtuu siitä, että kuidun hävikit ovat olleet pienempiä kuin muiden ravintoaineiden. Re-hun rasvapitoisuuden kohoaminen säilönnän aikana riippuu siitä, kuinka paljon säi-lönnässä on muodostunut eetteriin liukenevia orgaanisia happoja. Eri säilörehujen raakarasvapitoisuudessa on ilmennyt merkitseviä eroja, suurin pitoisuus on ollut AIV I- ja pienin Viherliuosrehussa.

Säilörehujen ravintoarvoa laskettaessa on käytetty eri kehitystasteella korja-tusta ruohosta valmistettujen säilörehujen sulavuusarvoja (POUTAINEN ja RINNE

Taulukko 3. Koerehujen keskimääräinen kemiallinen koostumus ja rehuarvo

	Säilörehut						
	Raaka- aine	AIV I	AIV II	Viher- liuos	Muurah. happo	Heinä	Ohra
Kuiva-ainetta %	16.2	21.4	22.0	21.8	21.8	82.5	86.2
Kuiva-aineessa %:							
Tuhkaa	9.2	8.3	7.9	7.7	7.8	6.4	2.6
Orgaanista ainetta	90.8	91.7	92.1	92.3	92.2	93.6	97.4
Raakavalkuaista	22.1	20.6	20.3	21.6	20.2	14.1	11.2
Puhdasvalkuaista	16.4	10.4 ^c	11.3 ^a	15.2 ^{bd}	11.1 ^a		
Raakarasvaa	4.1	6.9 ^c	6.3 ^a	5.6 ^{ad}	6.6 ^b	3.0	2.2
Raakakuitua	24.7	28.8	27.8	27.5	27.8	28.7	4.3
N-vapaita uuteain.	39.9	35.4	37.7	37.6	37.6	47.8	79.7
Korvausluku, kg/ry		6.2	6.0	6.0	6.0	1.6	1.0
Täyttävyyys, kg ka/ry		1.32	1.31	1.31	1.31	1.36	0.87
srv %		3.35	3.40	3.59	3.35	8.2	7.1
g srv/ry		206	201	213	200	135	71

Säilörehujen väliset eroavuudet on testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukeyn testillä; a-b: $P < 0.05$; c-d: $P < 0.01$.

1971). Kehitysasteen seuraaminen on ollut aiheellista sen tähden, että ruohon kasvuaste on vaihdellut eri korjuukerroilla. Säilörehujen keskimääräiset kuitu- ja raakavalkuaispitoisuudet ovat eri niitoissa olleet seuraavat:

	Raakakuitua % ka:ssa	Raakavalkuaista % ka:ssa
Kevätkesän sato (1. niitto)	29,9	18,4
Keskikesän " (2. ")	28,6	22,8
Syyskesän " (3. ")	20,9	23,3

Eri säilörehujen keskimääräiset korvausluvut, 6,0-6,2 kg/ry, ja täyttävyyksluvut, 1,31-1,32 kg ka/ry, eivät ole eronneet merkitsevästi toisistaan. Sulavaa raakavalkuaista säilörehuissa on ollut 3,40-3,59 % eli 201-213 g/ry (taul. 3).

Heinän ja ohran sulavuusarvoina on käytetty pohjoismaisista taulukoista (NfF: Fodermiddeltabel Nr 1, 1969) saatuja kertoimia. Kokeessa käytetty heinä on ollut tavanomaista ravintorikkaampaa, korvausluku 1,6 kg/ry, ja täyttävyyksluku 1,36 kg/ry (taul.3). Täyttävyyksluku ilmaisee, että heinä on ollut lähes säilörehujen veroista. Sen valkuaispitoisuus (135 g/ry) on kuitenkin jäänyt säilörehujen vastaavia arvoja pienemmäksi.

Lehmien rehunkulutus ja tuotos

Syksyllä kokeeseen otettujen lehmäryhmien (4 lehmää/ryhmä) säilörehun syönnissä

ja tuotoksissa on ollut eroavuuksia (taul. 4, kuva 1) Kun tilastollisella analysoinnilla (pienimmän neliösumman varianssianalyysi) on tuloksista poistettu lehmien yksilöllisten eroavuuksien vaikutus perustuen niiden valmistuskauden tuotoksiin, syöntiin, elopainoihin ja poikimisesta kuluneeseen aikaan, on merkitseväksi osoittautunut ainoastaan AIV I- ja AIV II-rehuilla tuotettujen 4 %:isten tuotosten ero. Talvella kokeeseen otettujen lisälehmien (8 kpl) tuotosten yhdistäminen edellä mainittuihin on varmentanut tuloksia. Yhdistäminen on lisännyt Viherliuosrehulla saavutettuja 4 %:isia maitotuotoksia niin, että myös ne ovat eronneet merkittävästi AIV I-ryhmien tuotoksista. Maidon koostumuksessa ei ole ilmennyt merkittäviä eroja.

Taulukko 4. Lehmien keskimääräiset rehunkulutus- ja tuotostiedot eri säilörehuja syötettäessä (lehmiä 16, koeaika 150 pv)

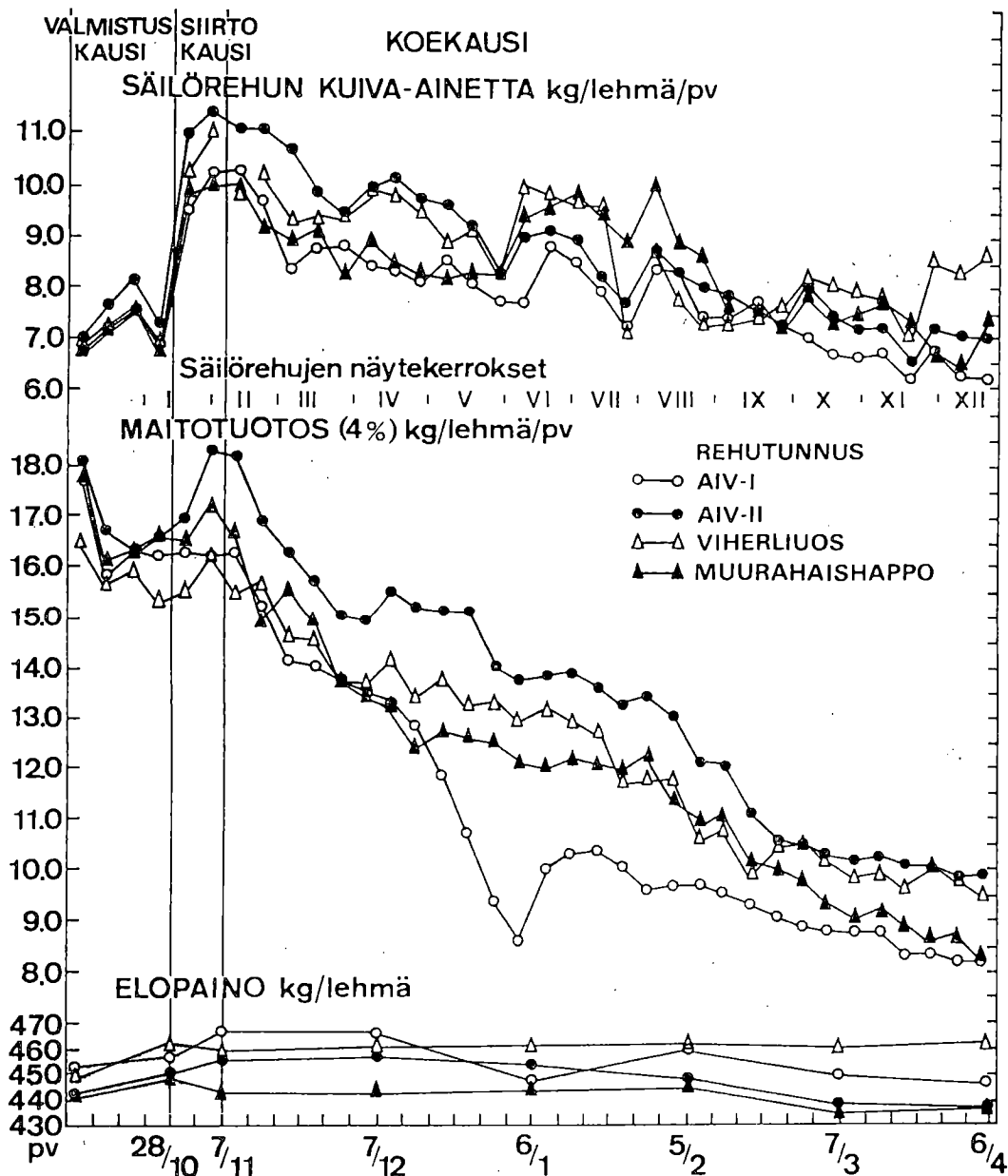
		AIV I	AIV II	Viherliuos	Muurah.happo
Säilörehua	kg/lehmä/pv	37.9	39.6	40.6	39.1
"	kg ka/ " / "	7.8	8.6	8.7	8.4
Heinä	kg/ " / "	2.0	1.9	1.9	1.9
Ohraa	kg/ " / "	0.4	0.9	0.7	0.6
Maitotuotos	kg/ " / "	10.1	12.5	11.7	10.7
Tuotos 4-prosenttisenä	kg/ " / "	10.6 ^a	13.1 ^b	12.1 ^{ab}	11.7 ^{ab}
Maidon rasva-%		4.46	4.44	4.28	4.73
" valkuais-%		3.53	3.59	3.56	3.70
" maitosokeri-%		4.64	4.71	4.61	4.62
Elopainon muutos koeaikana	kg/lehmä	-20	-17	+7	-6

Erojen tilastollinen merkitsevyys on testattu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä
a-b: $P < 0.05$.

Tuotoserot AIV I- ja AIV II-ryhmien välillä ovat olleet selviä koko koekauden ajan (kuva 1). AIV I-ryhmän tuotoksessa on tapahtunut jyrkkä lasku juuri niillä jaksoilla, jolloin rehua syötettiin kerroksista 5-8 (kuva 1, taul. 2). Rehun haju oli tällöin huono ja lehmät vähensivät sen syöntiä. Syönnin väheneminen on vaikuttanut nopeasti tuotoksiin, koska lehmät saivat muuta rehua vähän. Muidenkin säilörehujen kohdalta voidaan todeta, että lehmät ovat herkästi reagoineet rehujen laatuun. Esimerkiksi Viherliuosrehun syönti on vähentynyt ja lisääntynyt rehun voihapopitoisuuden mukaan rehukerroksien 7-11 aikana (kuva 1, taul. 2) ja palautunut ennalleen kokeen lopussa rehun laadun parantuessa. Voihapopitoisuuden syöntiä vähentävä vaikutus on tässä kokeessa ollut tilastollisesti merkitsevä ($P < 0,05$). Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on erittäin merkittävästi ($P < 0,001$) lisännyt säilörehun syöntiä.

Lehmät (16 kpl) ovat viisi kuukautta kestäneen kokeen aikana syöneet säilörehua

keskimäärin 39,3 kg eli 8,4 kuiva-ainekiloa päivässä. Syönti on ollut 1,5 kuiva-ainekiloa lehmää kohti päivässä pienempi kuin edellisessä kokeessa v. 1969-70 (ETTALA ja POHJANHEIMO 1970). Ero on ilmeisesti johtunut suurelta osin siitä, että nyt tehty koe on ollut kuukautta pitempi kuin edellinen. Lehmät ovat vähentäneet säilörehun syöntiä 0,57 kuiva-ainekiloa eli 0,43 ry 4 %:ista maitokiloa kohti tuotosten aletessa 16,7 kg:sta 9,0 kg:aan. Syönnin väheneminen on ollut hieman runsaampi kuin tuotoksen laskun aiheuttama energiatarpeen aleneminen. Tuotokset ovat laskeneet koeaikana normaalisti, 51 g/pv. POUTIAISEN ja RINTEEN (1971) määrittämien sulavuuskertoimien mukaan laskettuna on eri ryhmillä ollut keskimäärin 0,2-0,5 ry/lehmä/pv energiavajausta (taul. 5). Tulosta tukee varsinkin AIV -ryhmillä ilmennyt elopainojen lasku (taul. 4, kuva 1).



Kuva 1. Koeryhmien keskimäärin syömät säilörehujen kuiva-ainemäärät ja maitotuotokset 5-päiväjaksottain sekä elopainojen muutokset kokeen aikana. Valmistuskausi alkoi 8.10., siirtokausi 28.10. ja koekausi 7.11.

Taulukko 5. Lehmien keskimääräinen ravinnontarve ja niiden kaikista rehuista saamat energia-, srv- ja kuiva-ainemäärät eri säilörehuja syötettäessä (lehmä 16, koeai-
ka 150 pv)

Ryhmät	ry/lehmä/pv			srv g/lehmä/pv			Kuiva-ainetta kg/lehmä/pv
	tarve	saanti	erotus	tarve	saanti	erotus	saanti
AIV I	8.0	7.5	-0.5	960	1421	+461	9.8
AIV II	8.9	8.5	-0.4	1107	1531	+424	10.9
Viherliuos	8.6	8.4	-0.2	1050	1633	+583	10.9
Muurah.happo	8.3	8.1	-0.2	1020	1487	+467	10.5

Sulavaa raakavalkuaista lehmät ovat saaneet kaikissa ryhmissä huomattavasti yli tarpeen (ylitys 424-583 g/lehmä/pv). Valkuaisen saanti on ollut tarvetta suurempi myös kokeen alkuvaiheessa runsaamman tuotoksen aikana.

Viljan käyttö kokeessa on ollut vähäistä, keskimäärin 650 g/lehmä/pv (taul. 4). Keskinertaisessa tuotosvaiheessa (16,7-9,0 kg/lehmä/pv) olleet lehmät ovat siis tyydyttäneet ravinnontarpeensa miltei pelkästään nurmirehulla. Säilörehun osuus on ollut lehmien syönästä kuiva-ainemäärästä 80 %, ry-määrästä 78 % ja sulavan raakavalkuaisen kokonaissaannista 87 %.

KIRJALLISUUTTA

- BURSTEDT, E., CISZUK, P. & LINGVALL, P. 1971. Ensileringsstudier med nya konserveringsmetoder. Lantbrukshögskolans försöksledarmöten, Husdjur 27, 15: 1-19.
- ETITALA, E. & POHJANHEIMO, O. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen maittavuudesta ja vaikutuksesta lehmien tuotantoon. Koetoim. ja käyt. 27: 5.
- LAMPILA, M., ETITALA, E. & POHJANHEIMO, O. 1970. Ennätyksellistä säilörehun syöntiä lypsylehmien ruokintakokeessa. Karjalatous 46: 286.
- POUTAINEN, E. & HUIDA, L. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. Koetoim. ja käyt. 27: 2.
- & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. Kehittyvä Maatalous 3: 15-28.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.

ERI MENETELMILLÄ VALMISTETUT SÄILÖREHUT NAUTAKARJAN RUOKINNASSA

I. KOIRANHEINÄVALTAISESTA NURMESTA VALMISTETUT SÄILÖREHUT

HEIKKI RISSANEN, ELSI ETTALA ja MARTTI LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

I TIIVISTELMÄ

Jokioisten kartanoitten Lintupajun tilalla valmistettiin 22.08.-27.08.-73 säilörehua ilman säilöntäainetta sekä AIV-2-liuoksella, Viherliuoksella ja S -73-koeliuoksella (formaldehydin ja rikkihapon seos). Rehujen ruonkinta-arvoa tutkittiin Jokioisissa suoritettussa ruokinta-kokeessa ja Tikkurilassa suoritettussa sulavuus- ja typpitasekokeessa. Edellisessä kokeessa koe-eläiminä oli 16 lehmää (keskimääräinen paino valmistuskaudella 469 kg) ja 16 noin vuoden vanhaa hiehoa (paino vastaavasti 261 kg) sekä jälkimmäisessä 4 lammasta. Sulavuus- ja typpitasekokeessa säilörehu oli ainoana rehuna. Maittavuuskokeessa lehmät saivat säilörehun ohella ohraa 10 maitokiloa ylittävän tuotoksen aiheuttamaa energiatarvetta vastaavan määrän. Päivittäinen heinäannos oli lehmillä 2 kg ja hiehoilla 0,5 kg.

Kaikki rehut olivat laadultaan erinomaisia. Painorehun kemiallinen koostumus poikkesi selvästi muiden rehujen koostumuksesta, mikä johtui painorehun suhteellisen voimakkaasta käymisestä. Toisaalta AIV-2-rehun ja Viherliuosrehun sekä AIV-2- ja S -73-rehun välillä oli selviä eroja.

Lehmät söivät paino-, AIV-2-, Viherliuos- ja S -73-rehua keskimäärin 10.0, 12.3, 11.7 ja 12.3 ja hiehot 5.3, 7.5, 6.4 ja 7.0 kuiva-ainekiloa päivässä. Lehmien osalta painorehun ja muiden rehujen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä ($P < 0.05$). Hiehoilla AIV-2- ja Viherliuosrehun välinen ero osoittautui edellämainittujen erojen lisäksi merkitseväksi ($P < 0.05$). Lehmien päivittäin syömät kuiva-aineen kokonaismäärät olivat vastaavasti 14.3, 16.5, 16.0 ja 16.6 kg ja hiehojen 5.7, 7.9, 6.8 ja 7.4 kg. Suurista syöntimääristä johtui, että lehmät saivat energiaa ja valkuaista huomattavasti arvioitua tarvetta enemmän.

Eri rehuilla saadut maitotuotokset (4 %) olivat 16.8, 17.7, 18.4 ja 17.8 kg. Ero oli merkitsevä ($P < 0.05$) painorehun ja Viherliuosrehun

välillä. Ainoastaan painorehuruokinta johti lehmillä painon alenemiseen. Hiehojen paino kohosi kaikilla ruokinnoilla. Painorehulla saatu painonlisäys oli pienin. Toisaalta Viherliuos- ja S -73-rehuilla saatiin suurimmat painonlisäykset. Lisäksi Viherliuos- ja S -73-ruokinnalla lampaiden tyypitasearvot olivat korkeimmat.

Kaikki havainnot puoltavat säilöntäaineen käyttöä säilörehun valmistuksessa pyrittäessä säilörehun syötön maksimointiin. Laadultaan moitteettomankaan painorehun ruokinta-arvo ei yltänyt säilöntäaineilla valmistettujen rehujen tasolle.

II JOHDANTO

Säilörehun valmistus, ilman säilöntäainetta perustuu pääasiassa maitohappokäymiseen. Jos olosuhteet ovat otolliset, maitohappokäyminen johtaa nopeasti pH:n laskuun, jolloin haitalliset käymisilmiöt estyvät. Koska maitohappokäyminen ei aina takaa säilönnän onnistumista, on jo 1930-luvulta lähtien (VIRTANEN 1934) käytetty happoja käymisilmiöiden säätelijänä ja niiden vaikutuksen täydentäjänä.

Nykyisin A. I. Virtasen kehittämä säilöntämenetelmä on käytössä jonkin verran alkuperäisestä poikkeavassa muodossa: voimakkaat mineraalihat on korvattu osittain orgaanisilla hapoilla.

Happojen lisäksi Suomessa on käytetty 60-luvulta lähtien formaldehydin ja hapon seosta säilöntäaineena. Vaikutustapa poikkeaa selvästi edellämainitusta: säilönnän alkuvaiheessa vaikutus perustuu pääasiassa formaldehydin bakteerien kasvua estävään ominaisuuteen. Vasta muutaman kuukauden kuluttua pH:n vaikutus tulee esille (ETTALA ym. 1975 a).

Tässä selostettavan kokeen tarkoituksena oli verrata ilman säilöntäainetta ja eri säilöntäaineilla valmistettujen säilörehujen laatua ja ruokinta-arvoa. Koe oli jatkoa Maatalouden tutkimuskeskuksessa vv. 1969-73 suoritetuille laajoille säilöntäainevertailuille (ETTALA ym. 1975 a ja b) ja kuului osana Suomen itsenäisyyden juhlavuoden 1967 rahaston (SITRA) rahoittamaan projektiin no 6065 TS.

III AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Säilöntäaineet ja säilörehujen valmistus

Vertailtavien säilöntäaineiden koostumus oli painoprosentteina ilmaistuna seuraava:

AIV-2-liuos:	83,3 % muurahaishappoa + 1,7 % ortofosforihappoa + 15,0 % vettä
Viherliuos:	20,4 % formaldehydiä + 24,0 % etikkahappoa + 3,5 % stabilisaattoreita + 52,1 % vettä
S -73-koeliuos:	24,5 % formaldehydiä + 14,4 % rikkihappoa + 2,1 % stabilisaattoreita + 59,0 % vettä

Koesäilörehut valmistettiin 22.08.-27.08.-73 Jokioisten kartanoitten Lintupajun tilalla. Säilöntä tapahtui neljään betonisiiloon, joiden sisäpinta oli käsitelty lujitemuovilla. Siilojen korkeus ja halkaisija oli 5 m.

Koska käytössä oli neljä niittosilppuria, tornien täyttö pystyttiin suorittamaan samanaikaisesti. Tämä mahdollisti sen, että jokaiseen siiloon korjattu ruoho oli samanlaatuista. Säilöntäaineen sekoitus ruohon joukkoon tapahtui niiton yhteydessä kelasilppuriin liitetystä annostuslaitteesta ja säilöntäainetta pyrittiin käyttämään viisi litraa tuhatta raaka-ainekiloa kohti. AIV-2-liuosta kului keskimäärin 5,0, Viherliuosta 5,1 ja S 73-liuosta 5,1 l tuhatta kiloa kohti.

Ruoho korjattiin neljältä peltolohkolta, joiden maalaji oli savea. Kasvuston pääosa oli koiranheinää ja sen määrä vaihteli eri lohkoilla 57:stä 94 %:iin (taulukko 1). Kasvuston korkeus oli 55-70 cm. Kyseessä oli kahdella lohkolta kolmas ja kahdella neljäs korjuukerta. Satoa kohti oli lannoitteena käytetty 100 kg typpeä hehtaaria kohti. Mahdollisesti tässä vaiheessa kasvien käytettävissä oli suuri osa myös edelliselle sadolle annetusta typestä. Tämä johtui siitä, että kesäkuun loppupuoli oli melko vähäsateinen ja heinäkuun kaksi ensimmäistä viikkoa olivat täysin sateettomia (ANON 1973). Säilörehun raaka-aineen koostumusta koskevat tiedot on esitetty taulukossa 2. Korjuuaikana sää oli viileätä. Keskilämpötila vaihteli eri päivinä 7,3 ja 9,2 Celsius-asteen välillä (ANON 1973). Eri vuorokausien maksimilämpötilat olivat 11,5 - 13,2°C ja minimilämpötilat -1,5 - +6,6°C. Sademäärät olivat pieniä. Määrät olivat perättäisinä päi-

vinä 0,0, 0,9, 0,5, 0,1, 0,0 ja 0,5 mm. Syyskuussa sää jatkui edelleen kylmähkönä. Kuukauden keskilämpötila oli 6,4°C. Loka-, marras- ja joulukuun keskilämpötilat olivat 1,7, -4,0 ja -7,5°C.

Sulavuus- ja typpitasekoe

Rehujen sulavuus- ja typpitasekoe suoritettiin Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella Tikkurilassa käyttäen lampaita koe-eläiminä. Koekäyttö oli latinalainen neliö (4 x 4), jossa jokainen koekausi kesti kolme viikkoa. Koekausi jakaantui viikon kestäväseen maittavuus-, valmistus- ja keruukauteen.

Säilörehu oli ainoa kokeessa käytetty rehu ja eläimet saivat syödä sitä vapaasti maittavuuskaudella. Valmistus- ja keruukaudella eläimille tarjottavaa säilörehumäärää rajoitettiin 90 %:iin maittavuuskauden syöntimäärästä. Kivennäisseoksen (Kultalypsy, Keskusosuusliike Hankkija) ja veden saanti oli vapaa.

Ruokintakoe

Lintupajussa suoritettavaa ruokintakoetta varten koe-eläimiksi valittiin 16 lehmää ja 16 noin vuoden vanhaa hiehoa. Lehmien keskimääräinen paino oli 469 kg ja hiehojen 261 kg. Valmistuskausi alkoi 03.09.1973. Tällöin eläimet olivat laitumella. Siirtokauden alussa (17.09.-73) sekä hiehot että lehmät jaettiin neljään mahdollisimman samanarvoiseen ryhmään valmistuskauden tietojen perusteella. Ryhmittelyperusteena käytettiin lehmien osalta maitotuotosta (4 %), maidon rasvaprosenttia, eläinten painoa ja viimeisestä poikimisesta kulunutta aikaa. Hiehoilla vastaavat perusteet olivat eläinten ikä ja paino. Siirtokauden aikana siirryttiin laidun- ja ruohoruokinnasta säilörehuruokintaan. Koekausi alkoi 24.09.-73.

Sekä lehmien että hiehojen ruokintakoe toteutettiin latinalaisena neliönä (4 x 4). Kukin koekausi kesti kolme viikkoa ja jakaantui seitsemän päivän jaksoihin.

Säilörehua eläimet saivat syödä vapaasti. Tämän ohella annettiin lehmille 2 kg ja hiehoille 0,5 kg heinää päivässä. Väkirehuna käytetty ohra annosteltiin lehmille yksilöllisesti edellisen jakson maitomäärän (4 %) perusteella. Väkirehua annettiin määrä, joka vastasi kymmenen maitokiloa ylittävää tuotoksen osasta aiheutuvaa energiatarvetta. Hiehojen ruokintaan ei kuulunut väkirehua.

Kivennäisseoksina käytettiin Kultalypsyn ja ruokasuolan seosta (10 : 1) sekä Fosforilypsyä (Keskusosuusliike Hankkija). Lehmät saivat korkeilla tuotostasoilla (20 - 30 kg) edellistä sekä matalammilla (10 - 19 kg) jälkimmäistä seosta. Myös hiehojen kivennäisseoksena käytettiin Fosforilypsyä.

Tulosten kerääminen ja analysointi

poistuneet
Siiloista puristemehumäärät punnittiin. Puristemehuista koottiin edustavat näytteet, jotka lähetettiin analysointia varten Tikkurilaan. Näytteistä tehtiin pH-, kuiva-aine-, raakavalkuais-, tuhka- sekä ominaispainomääritykset.

Maito punnittiin joka lypsykerralla sadan gramman tarkkuudella. Vastaavasti punnittiin eläimille annetut rehuerät. Lehmien ja hiehojen punnitukset suoritettiin valmistuskaudella sekä siirtokauden ja jokaisen koekauden lopussa.

Kahden viikon välein säilörehuista otettiin edustavat näytteet, jotka edustivat kahden viikon syöntiä. Näistä määritettiin haihtuvien rasvahappojen pitoisuudet, maitohappo-, ammoniumtyppi-, liukeneva typpi-, kokonaistyyppi-, nitraattityppi- ja sokeripitoisuus sekä tehtiin tavanomainen rehuanalyysi (ETTALA ym. 1975 a).

Ohra- ja heinänäytteet kerättiin päivittäin. Kunkin koejakson osanäytteet yhdistettiin ja erästä otettiin näyte analyysiä varten. Joka jakson alussa maitonäytteistä (kahden päivän yhteisnäyte) tehtiin rasvamääritys Milko-Tester-II-laitetta käyttäen. Rehuarvot laskettiin heinän ja ohran osalta käyttäen hyväksi taulukoista (NJF, Fodermiddeltabel 1969) sekä säilörehujen osalta sulavuuskokeesta saatuja kertoimia.

Rehujen välisten erojen merkittävyydet testattiin pienimmän neliösumman varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukey'n testillä ($P < 0.05$ -taso). Maittavuuskokeen tulosten käsittelyssä kunkin koejakson ensimmäistä viikkoa pidettiin valmistuskautena. Valmistuskausien tietoja käytettiin regressiomuuttujina maitotuotosten ja maidon rasvapitoisuuden testauksessa. Näin saatiin kokeen alussa olleet eläinten väliset yksilölliset erot eliminoiduiksi.

IV KOETULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Puristemehut

Painorehun puristemehun talteenotto tuotti jonkin verran vaikeuksia, sillä puristemehu oli sakeata. Nähtävästi tästä syystä koko puristemehumäärä ei päässyt poistumaan normaalia tietä, vaan osa tihkui ulos rehunottoluukkujen raoista.

Rehusta erottuneet puristemehumäärät (0,0 - 0,3 % raaka-aineesta, taulukko 3) olivat erittäin pieniä aikaisemmissa tutkimuksissa (ETTALA ym. 1972) saatuun keskiarvoon (2,9 %) verrattuna. Ero saattaa johtua raaka-aineen kuiva-ainepitoisuuden eroista. ETTALAN ym. (1972) kokeessa keskimääräinen kuiva-aineprosentti oli 19,2, kun se sensijaan oli tässä kokeessa yli prosenttiyksikön korkeampi (20,5.). Tämä ei kuitenkaan selitä eroja eri säilöntämenetelmien välillä. Mahdollisesti rehun pH:n lasku ja sen vaikutuksesta tapahtunut solujen plasmolyysi ovat johtaneet paino- ja AIV-2-rehulla muita rehuja suuremman puristemehumäärän erottumiseen. Plasmolyysiin viittaa se havainto, että AIV-2-rehun painuminen oli säilöntävaiheen jälkeen kaikkein nopeinta. Sama painumisnopeuden ero on havaittu aikaisemmin (ETTALA ym. 1975 a) verrattaessa happorehuja (AIV-1-, AIV-2- ja muurahaishapporehu) sekä Viherliuosrehua. Kaikkein suurin määrä kuiva-ainetta ja raakaproteiinia poistui puristemehun mukana painorehusta.

Säilörehujen ruokintaopillinen koostumus ja laatu

Painorehun kuiva-ainepitoisuus oli merkittävästi alempi kuin muiden rehujen (taulukko 4). Tähän on vaikeata löytää selitystä varsinkin kun painorehusta erottui kaikkein suurin määrä puristemehua (taulukko 3).

Erot eri rehujen raakavalkuaispitoisuuden välillä eivät olleet tilastollisesti merkittäviä. Puhdasvalkuaisen määrä kuvaa lähinnä sitä valkuaisen määrää, joka on pystynyt välttämään mikrobien hajotuksen säilörehukäymisen aikana. Painorehun arvot olivat alhaisimmat ja S -73- ja Viherliuosrehun korkeimmat. Eri rehujen väliset erot olivat tilastollisesti merkittäviä. Painorehun alhaiset arvot johtuvat voimakkaasta käymisestä säilönnän aikana. Nähtävästi S -73 on suojannut valkuaista mikrobien hajotukselta Viherliuosta tehokkaammin.

Taulukko 1. Eri peltolohkoilta korjattu ruohomäärä

Lohko	Ruohoa korjattu kg	Kasvilajikoostumus, % tuorepainosta					Kaksisirkkaiset rikkakasvit
		Koiranheinä	Timotei	Punanata	Juola-vehnä	Apila	
L 1	86 100	94	2	2	2	-	-
L 3	96 200	77	5	1	-	4	12
L 4	56 400	57	5	1	15	6	16
L 5	23 200	92	1	2	-	-	4

Taulukko 2. Säilörehun raaka-aineen rehuopillinen koostumus sekä nitraattityypipitoisuus¹⁾

	Painorehu	AIV-2-rehu	Viherliuos-rehu	S -73-rehu
Kuiva-ainetta, %	20.82	20.09	20.46	20.93
Kuiva-aineessa, %:				
tuhkaa	11.78	12.21	12.11	11.40
org. ainetta	88.22	87.79	87.89	88.60
raakavalkuaista	19.21	18.17	18.37	18.76
puhdasvalkuaista	14.92	12.67	13.83	14.71
raakasvaa	2.98	3.91	3.02	3.37
raakakuitua	26.98	27.04	27.12	26.71
tyttömiä uuteaineita	39.04	38.67	39.38	39.76
nitraattityypä	0.15	0.24	0.20	0.18

1) Erojen merkitsevyyttä ei ole testattu

Taulukko 3. Sillosta poistuneen puristemehun määrä ja koostumus

	Puristemehua			pH	Puristemehussa, %				Puristemehun mukana poistunut, kg		
	raaka-ainetta kg	muodos- tunut kg	% raaka- aineesta		Omia- nais- paino	kuiva- ainet- ta	tuh- kaa	raaka- valk.	Kuiva- ainetta	tuh- kaa	raaka- valk.
Painorehu	64 000	181.7	0.3	4.54	1.029	5.82	1.82	1.25	10.6	3.3	2.3
AIV-2-rehu	65 700	161.8	0.2	4.34	1.031	5.57	1.78	0.99	9.0	2.9	1.6
Viherliuos-rehu	65 750	5.9	(0.01)	5.64	1.029	5.33	1.69	0.88	0.3	0.1	0.1
S -73-rehu	66 300	0.2	(0.0003)	5.73	1.030	5.38	1.77	0.82	(0.01)	(0.004)	(0.002)

Taulukko 4. Koerehujen keskimääräinen ruokintaopillinen koostumus ja rehuarvo

	Paino- rehu	AIV-2- rehu	Viher- liuos- rehu	S -73- rehu	Heinä	Ohra
Kuiva-ainetta, %	20.28 ^a	22.32 ^b	22.02 ^b	21.97 ^b	81.18	87.09
Kuiva-aineessa, %:						
tuhkaa	12.51 ^b	11.45 ^{ab}	11.39 ^{ab}	10.96 ^a	6.26	2.48
org. ainetta	87.49 ^a	88.55 ^{ab}	88.61 ^{ab}	89.04 ^b	93.74	97.52
raakavalkuaista	18.92	18.06	18.24	18.76	10.90	14.16
puhdasvalkuaista	9.83 ^a	11.14 ^b	12.49 ^c	13.30 ^d	7.71	12.28
raakarasvaa	5.50 ^b	4.69 ^a	4.37 ^a	4.31 ^a	2.23	1.75
raakakuitua	28.72	27.72	27.77	27.06	33.25	4.48
tytettämiä uuteaineita	34.35 ^a	38.08 ^b	38.23 ^b	38.91 ^b	47.37	77.13
Korvausluku, kg/ry	6.93 ^c	6.38 ^a	6.53 ^{ab}	6.76 ^{bc}	2.36	1.00
Täytävyyys, kg ka/ry	1.40 ^a	1.42 ^b	1.44 ^b	1.48 ^c	1.91	0.87
srv g/ry	204 ^b	188 ^a	181 ^a	184 ^a	121	90
srv g/kg	30 ^b	29 ^b	28 ^a	27 ^a	51	90

Säilörehujen erot on testattu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukey'n testillä ($P < 0.05$ -taso). Mikäli vaakasuoran rivin arvoja ei ole varustettu samalla kirjainmerkillä tai ne eivät ole ilman kirjainta, arvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero. Jäljempänä olevissa taulukoissa on käytetty samaa merkitsemistapaa.

Raakarasvamäärityksessä orgaaniset hapot joutuivat eetteriin liukenevina raakarasvan joukkoon. Tämä vaikutti erityisesti painorehun raakarasvapitoisuuteen. Käymisessä typettömät uuteaineet joutuvat ilmeisesti ensimmäisenä hajotuksen kohteeksi ja raakakuidun hajotus on vähäistä. Ilmiö näkyi painorehulla pienenä typettömien uuteaineiden määränä ja korkeana kuitupitoisuutena.

Säilörehujen pH-arvot pysyttelivät suhteellisen korkeina (taulukko 5). Näin oli myös varsinaisesti happamuuteen perustuvissa säilöntämenetelmissä (painorehu, AIV-2-rehu). Painorehun pH-arvot olivat vain hieman AIV-2-rehun arvoja korkeammat (painorehu: 4,41, AIV-2-rehu: 4,34). VIRTASEN (1934) mukaan säilörehun laadun kannalta kriittisenä rajana voidaan pitää pH-4-arvoa, minkä arvon molempien rehujen pH ylitti.

Viherliuos- ja S -73-rehu erosivat pH:n suhteen merkitsevästi painorehusta (edellisen keskiarvo 5,15, jälkimmäisen 5,22). Kyseisten säilöntäaineiden teho ei perustukaan säilönnän alkuvaiheessa happamuuteen vaan formaldehydin mikrobien kasvua estävään vaikutukseen. Vasta myöhemmin pH:n vaikutus tulee esille (ETTALA ym. 1975 a).

Käyminen rehuissa oli painorehua lukuunottamatta heikkoa. Tähän viittaavat jo edellämainitut pH-havainnot. Samasta syystä sokerimäärä oli AIV-2-, Viherliuos- ja S -73-rehuissa korkea ja orgaanisten happojen määrät olivat alhaiset. Painorehusta sokeri on kadonnut miltei tyystin ja etikkahapon ja maitohapon määrät olivat suuret muihin rehuihin verrattuna. Painorehun ja muiden rehujen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Voi-, valeriaana- ja isovaleriaanahappoa ei tavattu yhdestäkään näytteestä analyysissä havaittavaa määrää, joten rehuja voi pitää laadultaan erinomaisina. Myös ammoniumtyypin prosenttinen osuus kokonaistypestä, jota myös pidetään säilörehun laadun mittana, oli koerehuissa yleensä vähäinen. Kyseiset painorehujen arvot olivat merkitsevästi muiden rehujen arvoja korkeammat, mutta nämäkin olivat tyypillisiä hyvälaatuisen säilörehun arvoja. Alimmasta rehuarroksesta otettu painorehunäyte poikkesi kylläkin aiemmin otetuista. Aikaisempien näytteiden arvoja korkeampi $\text{NH}_4\text{-N}$ -pitoisuus ja pH viittaavat siihen, että jälkikäyminen oli päässyt alkuun.

Tuloksista nähdään lisäksi, että liukoisen tyypin prosenttinen osuus kokonaistypestä on ollut painorehulla merkitsevästi muiden rehujen

Taulukko 5. Eri rehukerroksista otettujen näytteiden koostumusta ja laatua kuvaavia lukuarvoja

Rehu	Näyte-kerros	Ka-%	pH	Tuoreessa rehussa, %						% kok. typestä		Rehun ka:asa % NO ₃ -N
				etikka-happo	propio-nihappo	voi-happo	maito-happo	soke-ri	kok. typpi	NH ₄ -typpi	liuk. typpi	
<u>Painorehu</u>	a ¹⁾	20.20	4.30	0.25	0.05	-	1.93	0.68	0.62	4.4	37.8	0.18
	b ¹⁾	17.72	4.30	0.29	0.04	-	1.62	0.25	0.51	4.3	38.3	0.12
	1	21.92	4.60	0.35	0.04	-	1.63	0.66	0.65	4.4	41.9	0.10
	2	20.13	4.30	0.40	0.06	-	2.35	0.32	0.64	4.7	46.2	0.12
	3	20.30	4.10	0.44	0.02	-	2.30	0.07	0.65	4.3	47.1	0.17
	4	20.62	4.16	0.44	0.02	-	2.70	0.07	0.61	5.4	47.4	0.21
	5	20.87	4.20	0.49	0.03	-	2.65	0.06	0.63	4.6	45.2	0.13
	6	18.99	4.42	0.74	0.07	-	1.75	0.04	0.59	7.6	49.4	0.17
	7	<u>19.10</u>	<u>5.12</u>	<u>1.10</u>	<u>0.12</u>	-	<u>0.84</u>	<u>0.03</u>	<u>0.60</u>	<u>12.3</u>	<u>53.6</u>	<u>0.02</u>
Keskiarvo ²⁾		20.28 ^a	4.41 ^a	0.57 ^b	0.05	-	2.03 ^b	0.18 ^a	0.63	6.2 ^b	47.3 ^c	0.13
<u>AIV-2-rehu</u>	a ¹⁾	25.28	4.40	0.01	0.07	-	0.09	2.61	0.73	1.1	20.8	0.12
	b ¹⁾	24.46	4.40	0.01	0.10	-	0.05	2.42	0.66	0.4	24.8	0.14
	1	22.30	4.40	0.02	0.10	-	0.22	3.42	0.60	1.2	31.7	0.12
	2	21.82	4.30	-	0.09	-	0.07	2.83	0.61	1.2	35.6	0.11
	3	22.54	4.36	0.03	0.12	-	0.13	2.70	0.66	1.5	36.2	0.17
	4	22.42	4.52	0.04	0.06	-	0.17	2.90	0.64	1.9	38.3	0.22
	5	21.98	4.31	0.04	0.05	-	0.07	3.00	0.63	1.0	37.0	0.20
	6	21.87	4.10	0.05	0.05	-	0.06	2.21	0.64	1.1	34.8	0.23
	7	<u>23.31</u>	<u>4.37</u>	<u>0.05</u>	<u>0.09</u>	-	<u>0.07</u>	<u>2.30</u>	<u>0.67</u>	<u>1.6</u>	<u>31.9</u>	<u>0.13</u>
Keskiarvo ²⁾		22.32 ^b	4.34 ^a	0.03 ^a	0.08	-	0.11 ^a	2.77 ^b	0.63	1.3 ^a	35.1 ^b	0.17
<u>Vihherliuosrehu</u>	a ¹⁾	23.71	5.40	0.08	0.10	-	0.13	2.94	0.41	1.9	33.3	0.18
	b ¹⁾	23.45	5.40	0.02	0.13	-	0.06	2.56	0.66	1.7	22.6	0.10
	1	22.36	5.51	0.19	0.08	-	0.25	3.17	0.62	2.3	29.1	0.17
	2	21.67	5.30	0.17	0.10	-	0.15	2.82	0.66	1.4	25.2	0.13
	3	21.61	5.21	0.19	0.06	-	0.13	2.83	0.66	2.1	25.4	0.18
	4	21.87	5.23	0.19	0.07	-	0.29	2.82	0.54	3.9	41.0	0.22
	5	22.37	5.10	0.19	0.04	-	0.31	2.78	0.67	2.5	30.2	0.20
	6	21.96	5.20	0.10	0.08	-	0.17	2.63	0.68	2.2	32.4	0.22
	7	<u>22.28</u>	<u>4.49</u>	<u>0.50</u>	<u>0.03</u>	-	<u>1.33</u>	<u>0.33</u>	<u>0.66</u>	<u>4.2</u>	<u>30.4</u>	<u>0.17</u>
Keskiarvo ²⁾		22.02 ^b	5.15 ^b	0.22 ^a	0.07	-	0.38 ^a	2.49 ^b	0.64	2.7 ^a	30.5 ^{ab}	0.18
<u>S-73-rehu</u>	a ¹⁾	23.20	5.45	0.02	0.08	-	0.06	2.19	0.72	0.6	17.1	0.13
	b ¹⁾	23.28	5.45	0.01	0.07	-	0.07	2.42	0.67	1.2	21.5	0.15
	1	22.51	5.42	0.02	0.11	-	0.20	3.42	0.62	1.1	24.8	0.12
	2	21.00	5.40	-	0.10	-	0.10	2.90	0.66	1.2	24.3	0.12
	3	21.42	4.70	0.18	0.05	-	0.60	1.92	0.70	3.4	31.5	0.18
	4	22.13	5.40	0.06	0.05	-	0.25	2.80	0.66	2.6	29.5	0.19
	5	22.31	5.22	0.07	0.05	-	0.19	2.72	0.66	2.1	29.6	0.18
	6	22.15	5.20	0.26	0.09	-	0.31	2.53	0.68	2.4	27.1	0.20
	7	<u>22.24</u>	<u>5.19</u>	<u>0.08</u>	<u>0.08</u>	-	<u>0.19</u>	<u>2.24</u>	<u>0.65</u>	<u>2.2</u>	<u>23.8</u>	<u>0.17</u>
Keskiarvo ²⁾		21.97 ^b	5.22 ^b	0.10 ^a	0.08	-	0.26 ^a	2.65 ^b	0.66	2.1 ^a	27.2 ^a	0.17

1) Näytteet a on otettu 04.09.73 tornin seinämän läpi 2,20 m:n korkeudelta ja näytteet b 1,20 m:n korkeudelta.

2) Näytteitä a ja b ei ole otettu mukaan keskiarvoon.

arvoja korkeampi. Mahdollisesti S -73:n sisältämä formaldehydi on alentanut kyseisen rehun liukoisen typen määrää, mikä näkyy merkitsevästi erona AIV 2:n ja S -73:n välillä.

BREIREM'in ja ULVESLI'n (1960) mukaan tuoreen ruohon ja apilan säilöntä ilman säilöntäainetta tuottaa usein huonolaatuista rehua. Vaikka heidän kokeissaan painorehunäytteiden laatu oli usein moitteeton, vaihtelua esiintyi erittäin paljon. ETTALAN ym. (1975 a) kokeissa vallitsi negatiivinen vuorosuhde rehun nitraattityppipitoisuuden ja käymistulosten määrän välillä. Mahdollisesti ruohon korkea nitraattipitoisuus on tässäkin kokeessa ehkäissyt käymistä (taulukko 5). Samaan suuntaan on vaikuttanut korjuuajan alhainen lämpötila (s. 3). Luonnollisesti myös rehun huolellisella säilönnällä (painotus) on ollut oma tärkeä osuutensa. Näistä syistä painorehu on kilpaillut menestyksellisesti laadussa muiden säilörehujen kanssa.

Säilörehujen sulavuus ja typpitase

Sulavuuskokeessa käytetty säilörehu oli peräisin sillojen pohjakerroksesta. Tämän rehukerroksen raaka-aine sisälsi analyysin mukaan keskimääräistä enemmän raakakuitua. Tämä näkyy mm. sulavuuskoerehujen suurena korvauslukuna (taulukko 6).

AIV-2-liuoksella säilötyn rehun kuiva-aineen syöntimäärät olivat maittavuuskaudella suurimmat (1,38 kg). Painorehulla sekä Viherliuos- ja S -73-rehulla arvot olivat vastaavasti 1,16, 1,31 ja 1,34 kg.

Säilöntämenetelmä näytti vaikuttavan selvästi useiden rehun aineosien sulavuuteen (taulukko 6). Painorehun sulavuuskertoimet olivat korkeimmat typettömien uuteaineiden sulavuutta lukuunottamatta. Toisaalta S -73-rehun kertoimet olivat alhaisimmat.

Erityisesti kuidun sulavuus oli painorehulla huomattavasti muilla rehuilla saatuja arvoja korkeampi. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä.

Myös raakarasvan sulavuudessa oli merkitseviä eroja eri rehujen välillä. Tällä ei ole kuitenkaan paljoa merkitystä, sillä säilörehun raakarasvapitoisuus on suhteellisen pieni.

Viherliuos- ja S -73-rehujen raakavalkuaisen sulavuudet olivat selvästi paino- ja AIV-2-rehulla saatuja arvoja alemmat. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä painorehun ja Viherliuosrehun, painorehun ja S -73-rehun sekä AIV-2-rehun ja S -73-rehun välillä. Alhaisesta valkuaisen sulavuudesta huolimatta Viherliuos- ja S -73-rehujen typpitasearvot (eläimeen päivässä pidätytty typpimäärä grammoina) olivat painorehun ja AIV-2-rehun arvoja korkeammat. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitsevät. Samanlaisia tuloksia on Viherlioksen vaikutuksesta saatu aikaisemminkin (POUTIAINEN ja HUIDA 1970).

Toisaalta eläinten valkuaisen saanti oli tässä kokeessa huomattavasti tarvetta suurempi, joten kokeen typpitasearvoihin on suhtauduttava tietyllä varauksella.

Säilörehujen maittavuus sekä energian ja valkuaisen tarve ja saanti

Säilörehun maittavuutta voidaan pitää rehun kemiallisen koostumuksen ja sulavuuden ohella rehun ruokinnallisen arvon mittana. Paino-, AIV-2-, Viherliuos- ja S -73-rehujen syöntimäärät (taulukko 7, kuva 1) olivat lehmillä suuria aikaisempiin tuloksiin (ETTALA 1975 b) verrattuna. Myös hiehojen syömiä määriä (taulukko 7, kuva 2) voidaan pitää suurina.

Pääasiallisin syy suuriin syöntimääriin on mahdollisesti ollut syys-säilörehujen vähäinen käyminen ja luonnollisesti rehujen hyvä laatu. Tätä käsitystä tukee ETTALAN ym. (1975 a ja b) vastaavanlaisista rehuista saama tulos. On todettu, että hyvälaatuisessakin säilörehussa syntyvät käymistulokset heikentävät maittavuutta (ETTALA ym. 1975 b).

Painorehun syöntimäärät olivat alhaisimmat. Painorehun ja AIV-2-rehun sekä painorehun ja S -73-rehun välillä erot olivat lehmillä tilastollisesti merkitseviä. Hiehoilla edellä mainittujen rehujen välisten erojen lisäksi AIV-2- ja Viherliuosrehun välinen ero oli merkitsevä. Säilörehun syöntimäärän ilmoittaminen kuiva-aineena selvensi edelleen eroja. Painorehun syöntimäärät poikkesivat lehmillä merkitsevästi muiden rehujen syöntimäärästä. Hiehoilla oli lisäksi AIV-2- ja Viherliuosrehun välinen ero merkitsevä.

Taulukko 6. Sulavuuskoerohujen sulavuudet, rehulla saadut tyypitaseet sekä rehuarvot

	Paino- rehu	AIV-2- rehu	Viher- liuosrehu	S -73- rehu
Sulavuus				
org. aine	72.82 ^b	70.28 ^{ab}	69.72 ^{ab}	67.03 ^a
raakavalk.	76.82 ^c	73.02 ^{cb}	69.15 ^{ab}	65.81 ^a
raakarasva	70.38 ^c	64.08 ^{ab}	64.68 ^b	59.42 ^a
typett. uutoain.	67.40	69.61	69.19	66.85
raakakuitu	76.15 ^b	70.47 ^a	71.46 ^a	69.15 ^a
Typitase, g/vrk	0.84	0.52	3.00	2.09
Rehuarvot				
korvausluku, kg/ry ¹⁾	8.47	7.46	7.35	7.88
täyttyvyys, kg ka/ry ¹⁾	1.65	1.65	1.67	1.75
srv g/ry ¹⁾	236	211	214	216

1) Erojen merkitsevyyttä ei ole testattu

Taulukko 7. Eri rehujen keskimääräiset syöntimäärät

	Paino- rehu	AIV-2- rehu	Viher- liuosrehu	S -73- rehu
Lehmät:				
säilörehua, kg	49.9 ^a	55.4 ^b	53.4 ^{ab}	56.4 ^b
" , kg ka	10.0 ^a	12.3 ^b	11.7 ^b	12.3 ^b
heinää, kg	2.0	1.9	1.9	2.0
ohraa, kg	3.0	3.0	3.1	3.1
kuiiva-aineen syönti, kg yht.	14.3 ^a	16.5 ^b	16.0 ^b	16.6 ^b
Hiehot:				
säilörehua, kg	26.3 ^a	33.6 ^b	29.0 ^{ac}	32.0 ^{bc}
" , kg ka	5.3 ^a	7.5 ^b	6.4 ^c	7.0 ^{bc}
heinää, kg	0.5	0.5	0.5	0.5
kuiiva-aineen syönti, kg yht.	5.7 ^a	7.9 ^b	6.8 ^c	7.4 ^{bc}

Taulukko 8. Energian ja valkuaisen saanti eri säilörehuruokinnolla sekä lehmien arvioitu energian ja valkuaisen tarve

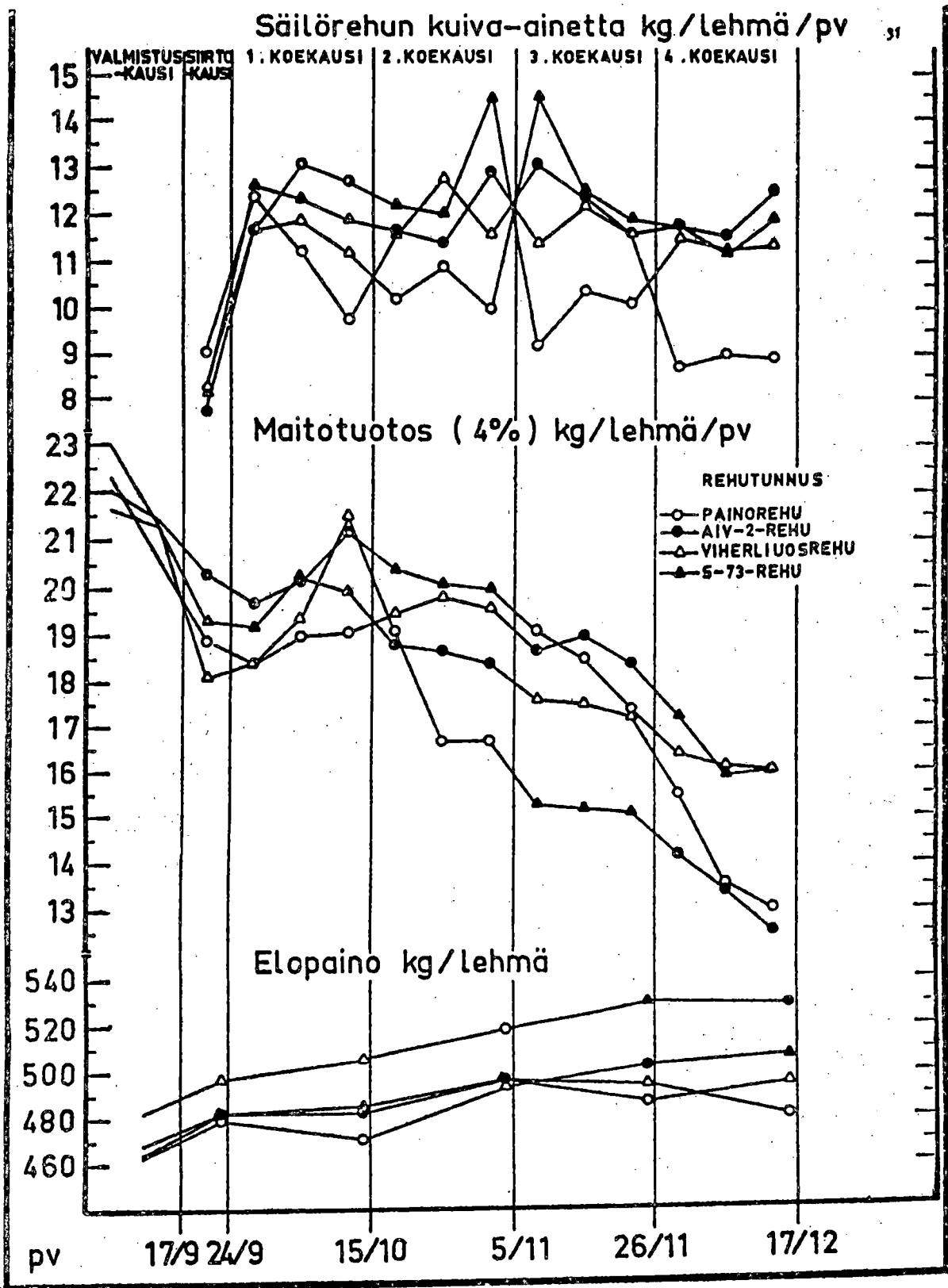
	Paino- rehu	AIV-2- rehu	Viher- liuosrehu	S -73- rehu
Lehmät:				
ry-tarve ¹⁾	10.6	11.0	11.2	11.0
ry-saanti	11.0	12.4	12.1	12.2
srv-tarve ¹⁾	1334	1394	1433	1400
srv-saanti	1850	2005	1874	1927
Hiehot:				
ry-saanti	4.0 ^a	5.4 ^c	4.6 ^b	4.9 ^{bc}
srv-saanti	806 ^a	1016 ^b	838 ^a	904 ^{ab}

1) Erojen merkittävyttä ei ole testattu

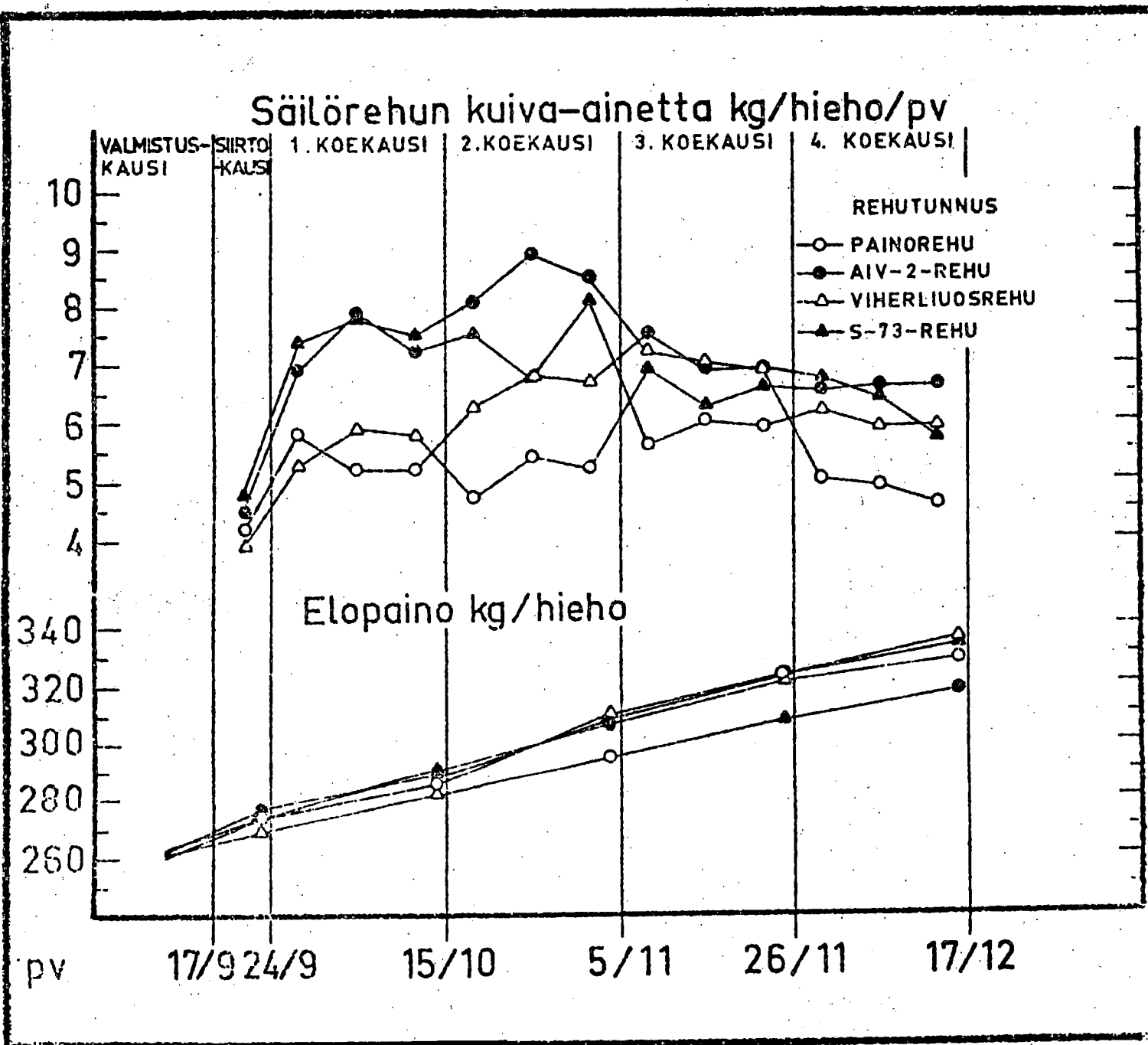
Taulukko 9. Eri säilörehuilla saadut tuotokset

	Paino- rehu	AIV-2- rehu	Viher- liuosrehu	S -73- rehu
Lehmät:				
maitoa, kg	16.5	16.8	17.6	17.2
maitoa (4 %), kg	16.8 ^a	17.7 ^{ab}	18.4 ^b	17.8 ^{ab}
maidon rasva-%	4.12	4.42	4.36	4.28
elopainon muutos, kg ¹⁾	-5	+5	+10	+8
Hiehot:				
elopainon muutos, kg ¹⁾	+11	+13	+16	+15

1) Erojen merkittävyttä ei ole testattu



Kuva 1. Lehmien päivittäin syöä säilörehun kuiva-ainemäärä ja maitotuotos (4 %) eri koejaksoilla sekä elopainon muutos eri koekausilla.



Kuva 2. Hiehojen päivittäin syönnä säilörehun kuiva-ainemäärä eri koejaksoilla sekä elopainon muutos eri koejaksoilla.

Voimakkaiden mineraalihappojen katsotaan huonontavan rehun maittavuutta. Koetulokset osoittavat kuitenkin S -73:n osalta, että kyseisen suuruisena määränä käytetty rikkihappo ei ole vaikuttanut rehun syöntimäärää alentavasti. Lehmien päivittäin syömiä kuiva-ainemääriä ylitti AIV-2-, Viherliuos- ja S -73-rehuilla 16 kg. Painorehulla määrä oli 1,7 - 2,3 kg edellisten rehujen keskiarvoja alempi. Suurista syöntimääristä johtui, että lehmät saivat energiaa ja valkuaista huomattavasti arvioitua tarvetta enemmän (taulukko 8).

Eri rehuilla saadut tuotokset

Painorehulla saatiin alhaisimmat maitotuotokset (taulukko 9, kuva 1). Ero muihin rehuihin verrattuna vaihteli neliprocenttisena maitona ilmaistuna 0,9 kg:sta 1,6 kg:aan. Painorehun ja Viherliuosrehun välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä. Edelleen painorehuruokinta johti lehmillä painon alenemiseen (taulukko 9, kuva 1). Muita rehuja käytettäessä painon alenemista ei tapahtunut. Hiehoilla rehujen tuotantovaikutus näkyi pelkästään painon muutoksena. Suurimmat lisäykset saatiin Viherliuosrehulla ja lähes yhtä suuret S -73-rehulla (taulukko 9, kuva 2). Tulos on Viherliuosrehun osalta yhdenmukainen KOSSILAN ja LAMPILAN (1974) saamien tulosten kanssa.

Varat kokeen järjestämistä varten on saatu osittain Farnos Oy:ltä perustuen Farnos/SITRA-sopimukseen (projekti no 6065 TS, tuorerehun säilöntäainetutkimus). Kiitämme taloudellisesta tuesta, minkä ansiosta kokeen järjestäminen on ollut mahdollista.

KIRJALLISUUSLUETTELO

ANON, 1973. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Kesä-joulukuu. Ilmatieteen laitos. Vuosikerta 67.

BREIREM, K. & ULVESLI, O. 1960. Ensiling methods. Herbage abstracts 30, 1: 1-8.

ETTALA, E., POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975 a. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä. I Säilöntätulokset. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no. 1, Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila.

- , POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1975 b. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä. II Säilörehujen ruokinnallinen laatu. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no. 1, Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila.

- , NENONEN, E. & LAMPILA, M. 1972. Nurmisäilörehujen säilöntätap-
pioista. Kehittyvä Maatalous 7: 16-28.

KOSSILA, V. & LAMPILA, M. 1974. Naudanlihan tuotanto vihreällä lin-
jalla. Kehittyvä Maatalous 19: 20-37.

POUTIAINEN, E. & HUIDA, L. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen
nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. Koetoim. ja Käyt. 27: 2.

VIRTANEN, A. I. 1934. 5 years' experience of A.I.V.-fadder.
Contributions from the laboratory of Valio No. 2. Helsinki.

ERI MENETELMILLÄ VALMISTETUT SÄILÖREHUT NAUTAKARJAN RUOKINNASSA

II. RAIHEINÄSTÄ JA MONIVUOTISESTA SEOSNURMESTA VALMISTETUT SÄILÖREHUT

HEIKKI RISSANEN, ONNI POHJANHEIMO¹⁾, ERKKI VIRTANEN¹⁾, ELSI ETTALA ja
MARTTI LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

I TIIIVISTELMÄ

Pohjois-Savon koeaseman ja Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen yhteistyönä vv. 1973-75 toteutetuissa kokeissa tutkittiin kasvilajin ja säilöntäaineen vaikutusta säilörehun koostumukseen, laatuun ja ruokinta-arvoon. Säilörehut valmistettiin Pohjois-Savon koeasemalla kesällä 1973 ja 1974 neljään lujitemuovisiiloon. Säilörehujen raaka-aineena oli yksivuotinen raiheinä sekä timotei- ja niittynurmikavaltainen seosnurmi. Säilöntäaineena käytettiin AIV-2-liuosta ja VL-73-koeliuosta (formaldehydin ja rikkihapon seos).

Talvella 1973-74 ja 1974-75 toteutetuissa ruokintakokeissa lehmät (16 ja 16) saivat säilörehua vapaasti, heinää 2 kg päivässä ja propionihapolla säilöttyä ohraa yli kymmenen maitokilon tuotoksesta aiheutuvaa energiatarvetta vastaavan määrän. Ruokintakokeet kestivät talvella 1973-74 135 ja talvella 1974-75 115 päivää. Talven 1973-74 kokeesta on lehmien tulostietoihin otettu vain 75 päivän keskiarvot mukaan, koska kaksi eläintä jouduttiin poistamaan kokeesta sairauden takia. Sulavuus- ja typpitasekokeet tehtiin Tikkurilassa päseillä.

Eri raaka-aineista ja eri säilöntäaineilla valmistettujen säilörehujen kemiallinen koostumus poikkesi toisistaan. Raaka-aineen vaikutus oli selvempi kuin säilöntäaineen. Rehujen laatua voidaan pitää hyvänä, sillä voihappoa ja valeriaanahappoa tavattiin vain muutamasta näytteestä, ja ammoniumtyypen prosenttinen osuus kokonaistyyppistä oli pieni.

Eri aineosien sulavuusarvot olivat AIV-2-rehussa yleensä korkeammat kuin VL-73-rehussa. Raiheinäsäilörehun eri aineosat osoittautuivat yleensä seosnurmesta valmistetun säilörehun aineosia paremmin sulaviksi.

1) Pohjois-Savon koeasema

Lehmät söivät AIV-2-rehun ja VL-73-rehun kuiva-ainetta vv. 1973-74 8.9 ja 8.6 kg sekä vv. 1974-75 7.3 ja 7.2 kg/el./pv. Kuiva-aineen kokonaissyöntimäärät olivat vastaavasti 13.7 ja 13.8 kg sekä 11.3 ja 11.1 kg. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Raiheinä- ja seosnurmisäilörehun syöntimäärien (8.3 ja 9.2 kg) välillä oli vv. 1973-74 tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.01$) ero. Myös kokonaiskuiva-aineen syöntimäärien (13.2 ja 14.4 kg) välinen ero oli merkitsevä samalla merkitsevyystasolla. Seuraavana talvena säilörehun kuiva-aineen ja kokonaiskuiva-aineen syöntimäärät olivat vastaavasti 7.1 ja 7.4 sekä 11.2 ja 11.2 kg.

Maitotuotosten (4 %) välillä ei ollut merkitseviä eroja. Keskimääräinen päivätuotos oli vv. 1973-74 AIV-2-ryhmällä 19.6 kg ja VL-73-ryhmällä 20.2 kg sekä vv. 1974-75 17.2 ja 16.5 kg. Vastaavat arvot olivat raiheinä- ja seosnurmiryhmällä 19.7 ja 20.1 sekä 17.5 ja 16.2 kg.

Vv. 1973-74 lehmien energian saanti vastasi keskimäärin tarvetta, mutta vv. 1974-75 energiavajaus oli huomattava. Sulavan raakavalikuaisen saanti oli sensijaan molemmissa kokeissa tarvetta suurempi.

II JOHDANTO

Tässä esitettävä koe kuului samaan tutkimusprojektiin kuin edellä selostettu säilöntäainevertailu (ss. 17 - 34).

III AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Säilöntäaineet ja säilörehujen valmistus

Kokeissa käytettyjen säilöntäaineiden koostumus paino-osina oli seuraava:

AIV-2-liuos:	83.3 % muurahaishappoa + 1.7 % ortofosforihappoa + 15.0 % vettä
VL-73-koeliuos:	19.8 % formaldehydiä + 24.0 % rikkihappoa + 3.5 % stabilisaattoreita + 52.7 % vettä

Monivuotisen nurmen kasvilajikoostumus oli eri vuosina seuraava:

	vuosi	
	1973	1974
timotei	62 %	37 %
niittynurmikka	19 "	38 "
muut heinäkasvit	9 "	13 "
voikukka, valko- ja alsikeapila ym.	10 "	12 "

Ensimmäisenä koevuonna korjatun yksivuotisen raiheinän joukossa oli hieman savikkaa. Seuraavana vuonna linnunkaalin ja muiden rikkakasvien osuus kasvuston tuorepainosta oli noin 3 %. Raaka-aineen ruokintaopillinen koostumus on esitetty taulukossa 1.

Koesäilörehut valmistettiin neljään lujitemuovisiiloon, joiden korkeus oli 7.5 m. ja halkaisija 3.0 m. Korjattu ruohomäärä ja säilöntäaineen kulutus tuhatta raaka-ainekiloa kohti oli seuraava:

vuosi	Torni I raiheinä/ AIV-2	Torni II monivuot. nurmi/ VL-73	Torni III raiheinä/ VL-73	Torni IV monivuot. nurmi/ AIV-2
Raaka-ainetta kg				
1973	70150	67650	67900	70650
1974	79510	58180	73700	60390
Säilöntäainetta l/1000 kg				
1973	4.9	4.8	5.1	5.4
1974	5.0	5.0	5.0	5.4

V. 1973 yksivuotisen raiheinän korjuu tapahtui 17-19.07., 20-22.08. ja 24-25.09. sekä monivuotisen seosnurmen 11-14.06., 23-24.07. ja 23.08. V. 1974 korjuuajat olivat vastaavasti 05-09.08. ja 04.-06.09. sekä 17-19.06. ja 29-30.07.

V. 1973 korjuuolosuhteet olivat hyvät. Sateet olivat vähäisiä. Raiheinän eri korjuujaksoina lämpötilat olivat 21.7-23.2, 8.8.-13.8 ja 2.7-2.8°C ja monivuotisen nurmen 8.4-13.9, 16.5-17.9 ja 8.8°C (ANON 1973 ja 1974). V. 1974 lämpötilat olivat vastaavasti 12.5-15.7 ja 15.3-16.6°C sekä 20.3-22.2 ja 13.4-15.0°C. Sade haittasi monivuotisen nurmen korjuuta 29-30.07. ja raiheinän korjuuta molemmilla korjuukerroilla.

Taulukko 1. Säilörehun raaka-aineen rehupöllinen koostumus

	AIV-2-liuos			VL-73-koeliuos			Keskimäärin		
	yksivuotinen raihelänä seosurmi	monivuotinen raihelänä seosurmi	yksivuotinen raihelänä seosurmi	VL-73-koeliuos monivuotinen raihelänä seosurmi	AIV-2- liuos	VL-73- koeliuos	yksivuotinen raihelänä seosurmi	monivuotinen raihelänä seosurmi	Keskimäärin
1973-74									
Kuiva-ainetta, %	13.83	15.64	13.73	15.48	14.87	14.77	13.78	15.56	
Kuiva-aineessa, %:									
tuhkaa	13.56	8.20	13.32	8.36	10.63	10.65	13.43	8.29	
org. ainetta	86.44	91.80	86.68	91.64	89.37	89.35	86.57	91.71	
raakavalkuaista	19.90	19.00	20.19	19.37	19.41	19.75	20.06	19.20	
raakaravua	4.28	3.92	3.95	3.63	4.08	3.78	4.10	3.76	
raakakuitua	19.97	25.65	20.20	25.82	23.07	23.22	20.09	25.74	
tytettäviä uuteaineita	42.30	43.23	42.34	42.82	42.81	42.60	42.32	43.01	
1974-75									
Kuiva-ainetta, %	11.15	15.19	11.02	15.36	12.97	12.62	11.09	15.26	
Kuiva-aineessa, %:									
tuhkaa	12.59	8.33	13.31	8.45	10.67	11.52	12.97	8.38	
org. ainetta	87.41	91.67	86.69	91.55	89.33	88.48	87.03	91.62	
raakavalkuaista	17.30	20.33	17.92	20.67	18.67	18.94	17.63	20.48	
raakaravua	4.26	3.79	4.06	3.83	4.05	3.97	4.15	3.81	
raakakuitua	23.52	25.16	22.41	26.18	24.25	23.80	22.94	25.60	
tytettäviä uuteaineita	42.34	42.39	42.30	40.87	42.36	41.77	42.32	41.72	

Sulavuus- ja tyypitasekoe

Sulavuus- ja tyypitasekokeet suoritettiin Tikkurilassa kevättalvella 1974 ja 1975 edellisessä kirjoituksessa s.20 (esitetyllä tavalla).

Ruokintakokeet

Molemmissa kokeissa koe-eläiminä oli 16 lehmää. V. 1973 ruokintakoe alkoi 23.10. ja v. 1974 17.11. Valmistuskauden pituus oli edellisellä vuonna 10 päivää ja jälkimmäisenä 20 päivää. Eläimet jaettiin ryhmiin valmistuskauden tietojen perusteella (vert. s.20). Viisi päivää kestäneen siirtokauden aikana siirryttiin asteittain koekauden ruokintaan.

Kokeet toteutettiin faktoriaalisina kokeina. Ne kestivät talvella 1973-74 135 ja 1974-75 115 päivää. Edellisen talven kokeesta jouduttiin poistamaan kaksi eläintä koekauden sairauden vuoksi, mistä syystä tuloksiin on otettu mukaan vain 75 päivän keskiarvot.

Eläimet saivat säilörehua vapaasti, heinää 2 kg/pv, propionihapolla säilöttyä ohraa yli kymmenen maitokilon (4 %) tuotoksesta aiheutuvaa energiatarvetta vastaavan määrän ja kivennäissuolaseosta. Heinän ja ohran koostumustiedot on esitetty taulukossa 2.

Analyysimenetelmät

Joka koejakson alussa määritettiin maidon rasvapitoisuus. Lisäksi maidosta tehtiin joka toisen jakson alussa valkuais- ja maitosokerimääritykset (vrt. ETTALA 1975 a). Rehuista tehtiin samat määritykset kuin aikaisemmin ja samoja menetelmiä käyttäen (ETTALA ym. 1975 b).

Säilöntäaineiden ja vastaavasti kasvilajien väliset erot on testattu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä. Pienimmän neliösumman varianssianalyysissä on eläinten tuotosten ja rehunsyöntierojen testauksessa lineaarisina regressiomuuttujina käytetty eläinten valmistuskauden painoa, maitotuotosta, maidon koostumusta, säilörehun syöntimäärää ja poikimisesta kulunutta aikaa. Näin saatiin kokeen alussa olleet eläinten yksilölliset erot eliminoiduiksi.

Taulukko 2. Heinän ja ohran keskimääräinen ruokintaopillinen koostumus ja rehuarvo

	1973-74		1974-75	
	Heinä	Ohra	Heinä	Ohra
Kuiva-ainetta, %	80.77	83.63	81.19	62.42
Kuiva-aineessa, %:				
tuhkaa	5.96	2.52	6.06	3.05
org. ainetta	94.04	97.48	93.94	96.95
raakavalk.	12.48	12.31	13.65	12.74
rankarasvan	2.59	1.85	2.18	1.72
raakakuitua	33.36	4.71	34.48	5.72
typett. uuteaineita	45.60	78.62	43.63	76.77
Korvausluku, kg/ry	2.36	1.04	2.28	1.42
Täyttyvyys, kg ka/ry	1.91	0.87	1.85	0.88
srv g/ry	138	78	144	82
srv g/kg	58	75	63	58

IV KOETULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Säilörehujen ruokintaopillinen koostumus ja laatu

Eri säilöntäaineilla valmistetut säilörehut

Vv. 1974-75 AIV-2-liuoksella valmistettu rehu sisälsi merkittävästi enemmän typettä uuteaineita kuin VL-73-koeliuoksella valmistettu rehu ja sen korvausluku oli merkittävästi VL-73-rehun arvoa pienempi (taulukot 3 ja 4). Molemmissa kokeissa VL-73-rehu oli täyttävämpää kuin AIV-2-rehu. Erot olivat tilastollisesti merkittäviä. Erot saattavat osittain johtua säilörehun raaka-aineen koostumuseroista (taulukko 1). Pääasiallisia syitä lienevät kuitenkin rehujen käymisen laatu ja voimakkuus (taulukot 5 ja 6). Korvauslukuihin ja täyttävyyteen ovat lisäksi vaikuttaneet rehujen erilainen sulavuus. AIV-2-rehun eri aineosien sulavuusarvot olivat yleensä korkeimmat (taulukko 7).

Eri säilöntäaineilla valmistettujen rehujen pH-arvot erosivat selvästi toisistaan (taulukot 5 ja 6). AIV-2-rehun arvot olivat hyvin merkittävästi VL-73-rehun arvoja alemmat. VL-73-rehussa käyminen on ollut voimakkainta. Tästä olivat osoituksena korkeammat etikka- ja maitohapon määrät. Erot olivat molempina vuosina merkittäviä. Samasta syystä VL-73-rehun sokerimäärät olivat pienemmät. Jälkimmäisenä vuonna ero oli hyvin merkittävä. Molempien rehujen laatu oli korkea. Vaihappoa ja valeriaanahappoa esiintyi hieman muutamassa näytteessä. Ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli pieni. Pienimmät arvot havaittiin AIV-2-rehulla. Jälkimmäisenä vuonna ero oli merkittävä. Luultavasti VL-73-koeliuoksen sisältämä formaldehydi on vähentänyt VL-73-rehun typen liukoisuutta ja aiheuttanut siten vv. 1973-74 merkittävän eron syntymisen VL-73- ja AIV-2-rehun liukoisen typen arvojen välille.

Eri kasvilajeista valmistetut säilörehut

Raiheinän ja monivuotisen seosnurmen väliset erot olivat yleensä huomattavasti selvempiä kuin säilöntäaineiden väliset erot. Raiheinäsäilörehun kuiva-ainepitoisuus oli alempi kuin vertailusäilörehun (taulukot 3 ja 4). Vv. 1974-75 aineistossa ero oli hyvin merkittävä. Raiheinäsäilörehu sisälsi enemmän tuhkaa, raakavalkuaista ja raakarasvaa sekä vähemmän orgaanista ainetta ja typettä uuteaineita. Vv. 1973-74 raiheinäsäilörehun raakakuitupitoisuus oli pienin ja 1974-75 suurin. Raiheinän ja monivuotisen

seosnurmen väliset erot olivat edellisessä koetulosaaineistossa merkittäviä kuiva-ainepitoisuutta ja typettömien uuteaineiden määrää lukuunottamatta ja jälkimmäisessä raakavalkuais- ja raakakuitupitoisuutta lukuunottamatta. Kuiva-ainepitoisuuserot johtuvat osittain erilaisista korjuuolosuhteista, osittain kasvilajista. Nähtävästi raiheinän joukkoon on joutunut korjuuvaiheessa suhteellisen runsaasti multaa, mikä näkyy korkeina tuhka-arvoina. V:n 1974 vaikeat korjuuolosuhteet lienevät erityisesti vaikuttaneet tähän. Huomiota herättää erityisesti se, että vv. 1974-75 raiheinäsäilörehun kuitupitoisuus on ollut korkein, vaikka raiheinäsäilörehun raaka-aine on sisältänyt vähemmän kuitua kuin seosnurmisäilörehun (taulukko 1). Syynä voivat olla raiheinän mätät korjuuolosuhteet, runsas puristemehun erittyminen ja helppoliukoisten ravinteiden huuhtoutuminen. Raiheinäsäilörehun täyttävyys oli merkittävästi alempi ja kiloa kohden laskettu sulavan raakavalkuaisen määrä suurempi kuin timoteiniittynurmikkavaltaisella säilörehulla. Edellisessä kokeessa rehuksikön srv-määrä oli lisäksi merkittävästi seosnurmisäilörehun arvoja korkeampi.

Raiheinäsäilörehun käyminen on ollut suhteellisen heikkoa monivuotisesta nurmesta valmistettuun rehuun verrattuna. Tästä syystä kyseisen rehun pH-arvot olivat korkeammat (taulukot 5 ja 6). Kasvilajien väliset pH-arvot olivat hyvin merkittäviä. Talvella 1973-74 raiheinäsäilörehu sisälsi merkittävästi vähemmän etikkahappoa ja maitohappoa. Jälkimmäisessä kokeessa tulos oli samansuuntainen, mutta vain maitohappopitoisuuksien ero oli merkittävä. ETTALAN (1975 b) mukaan sokerin ja käymistuotteiden välillä on voimakas negatiivinen korrelaatio. Ilmiö näkyy myös tässä kokeessa. Raiheinäsäilörehun soke-ripitoisuus oli suurin. Ero oli merkittävä vv. 1973-74. Ammonium-typen osuus kokonaistypestä oli pienin raiheinäsäilörehulla. Ero oli tilastollisesti merkittävä vv. 1973-74.

Näyttää siltä, että vuosien väliset pH-erot eivät johdu kokonaan käymistuotteiden määrästä. Mahdollisesti syynä on se, että säilöntäaineiden kulutusta ei ole aina pystytty pitämään samana (s.37). Tämä saattaa myös selittää NH_4 -typpipitoisuuksien eroja. Vv. 1974-75 raaka-aineella ja säilöntäaineella oli yhdysvaikutusta ($P < 0.001$) pH- ja maitohappoarvoihin sekä vv. 1973-74 etikkahappoarvoihin nähden.

Taulukko 3. Säilörehujen keskimääräinen ruokintaopillinen koostumus ja rehuarvo

	AIV-2-liuos				VL-73-koeliuos			
	yksivuotinen raiheinä		monivuotinen seosnurmi		yksivuotinen raiheinä		monivuotinen seosnurmi	
	X	S	X	S	X	S	X	S
1973-74 (11 analyysiä/rehu)								
Kuiva-ainetta, %	21.06	1.73	22.53	1.66	21.48	1.81	21.49	1.64
Kuiva-aineessa, %:								
tuhkaa	9.82	2.03	7.95	2.33	10.76	2.18	8.06	1.70
org. ainetta	90.18	2.03	92.05	2.33	89.24	2.18	91.94	1.70
raakavalk.	21.19	2.75	18.52	2.31	21.95	2.06	20.38	1.96
raakarasvaa	6.48	1.37	5.62	0.56	5.94	1.05	5.54	0.52
raakakuitua	24.65	5.94	28.87	3.18	23.04	5.34	28.85	2.97
typett. uuteaineita	37.86	5.58	39.04	1.46	38.30	5.04	37.17	1.53
Korvausluku, kg/ry	5.85	0.41	5.73	0.46	5.92	0.40	6.08	0.48
Täyttyvyys, kg ka/ry	1.23	0.03	1.29	0.03	1.27	0.03	1.30	0.03
srv g/ry	205	28	174	24	211	18	193	21
srv g/kg	35	4	30	3	36	3	32	2
1974-75 (8 analyysiä/rehu)								
Kuiva-ainetta, %	18.72	1.80	22.19	2.14	18.28	1.82	21.02	1.80
Kuiva-aineessa, %:								
tuhkaa	9.51	1.14	6.43	0.51	9.83	0.53	7.26	1.03
org. ainetta	90.49	1.14	93.57	0.51	90.17	0.53	92.74	1.03
raakavalk.	19.38	2.88	19.58	1.82	20.89	4.15	20.26	2.54
raakarasvaa	8.02	1.03	6.19	0.30	7.77	1.07	6.31	0.33
raakakuitua	30.14	2.08	30.48	2.43	31.93	3.41	30.81	1.93
typett. uuteaineita	32.95	2.81	37.31	1.93	29.57	3.57	35.36	2.31
Korvausluku, kg/ry	6.51	0.69	5.94	0.57	6.89	0.78	6.53	0.61
Täyttyvyys, kg ka/ry	1.21	0.02	1.31	0.01	1.25	0.02	1.36	0.01
srv g/ry	178	28	190	18	198	41	196	25
srv g/kg	27	3	32	5	29	4	30	5

X = keskiarvo

S = standardipoikkeama

Taulukko 4. Säilörehujen keskimääräinen ruokintaopillinen koostumus ja rehuarvo säilöntäaineen ja kasvilajin mukaan tarkasteltuna

	Keskimäärin		Keskimäärin	
	AIV-2- liuos	VL-73- koeliuos	yksivuotinen raihinä	monivuotinen seosnurmi
1973-74				
Kuiva-ainetta, %	21.79	21.49	21.27	22.01
Kuiva-aineessa, %:				
tuhkaa	8.88	9.41	10.29 ^f	8.00 ^e
org. ainetta	91.12	90.59	89.71 ^e	92.00 ^f
raakavalk.	19.86	21.17	21.57 ^d	19.45 ^c
raakarasvan	6.05	5.74	6.21 ^b	5.58 ^a
raakakuitua	26.76	25.95	23.85 ^e	28.86 ^f
tyypp. uuteaineita	38.45	37.74	38.08	38.10
Korvausluku, kg/ry	5.79	6.00	5.89	5.91 ^f
Täyttyvyys, kg ka/ry	1.26 ^c	1.28 ^d	1.25 ^e	1.29 ^f
srv g/ry	190	202	208 ^f	184 ^e
srv g/kg	33	34	35	31 ^e
1974-75				
Kuiva-ainetta, %	20.46	19.65	18.50 ^e	21.61 ^f
Kuiva-aineessa, %:				
tuhkaa	7.97	8.54	9.67 ^f	6.84 ^e
org. ainetta	92.03	91.46	90.33 ^e	93.16 ^f
raakavalk.	19.48	20.58	20.14 ^f	19.92 ^e
raakarasvaa	7.11	7.04	7.90 ^f	6.25 ^e
raakakuitua	30.31 ^d	31.37 ^c	31.03 ^e	30.65 ^f
tyypp. uuteaineita	35.13 ^d	32.46 ^c	31.26 ^e	36.34 ^f
Korvausluku, kg/ry	6.22 ^a	6.71 ^b	6.70	6.23 ^f
Täyttyvyys, kg ka/ry	1.26 ^c	1.31 ^f	1.23 ^e	1.34 ^f
srv g/ry	184	197	188 ^a	193 ^b
srv g/kg	30	29	28 ^a	31

Säilöntäaineiden ja vastaavasti kasvilajien väliset erot on testattu erikseen varianssianalyysillä. Mikäli vaakasuoran rivin arvoja ei ole varustettu samalla kirjainmerkillä tai ne eivät ole ilman kirjainta, arvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero.

a - b : $P < 0.05$, c - d : $P < 0.01$, e - f : $P < 0.001$.

Taulukko 5. Eri säilörehujen kemiallinen koostumus

	AIV-2-liuos				VL-73-koeliuos			
	yksivuotinen		monivuotinen		yksivuotinen		monivuotinen	
	raiheinä		seosnurni		raiheinä		seosnurni	
	X	S	X	S	X	S	X	S
1973-74								
Kuiva-ainetta, %	21.06	1.73	22.53	1.66	21.48	1.81	21.49	1.64
pH	4.28	0.32	4.12	0.22	4.71	0.40	4.28	0.22
Tuoreessa rehussa, %:								
etikkahappoa	0.11	0.11	0.12	0.07	0.10	0.09	0.36	0.16
propionihappoa	0.08	0.08	0.06	0.04	0.09	0.06	0.04	0.03
voihappoa	-	-	0.01	0.05	<0.01	<0.01	-	-
valeriaanahappoa	-	-	<0.01	<0.01	-	-	-	-
maitohappoa	0.30	0.32	0.59	0.52	0.57	0.63	1.34	0.78
sokeria	2.79	2.31	1.86	0.65	2.81	1.91	0.84	0.80
kokonais-N	0.72	0.08	0.66	0.08	0.76	0.08	0.70	0.04
liuk. N, %/kok. N	40.7	7.2	43.6	14.1	27.0	12.2	35.9	8.1
NH ₄ -N, %/kok. N	1.8	1.0	2.2	1.4	1.8	1.0	3.3	1.2
1974-75								
Kuiva-ainetta, %	18.72	1.80	22.19	2.14	18.28	1.82	21.02	1.80
pH	4.10	0.13	4.05	0.11	4.81	0.22	4.22	0.21
Tuoreessa rehussa, %:								
etikkahappoa	0.09	0.07	0.19	0.11	0.44	0.34	0.59	0.22
propionihappoa	0.08	0.03	0.08	0.03	0.09	0.03	0.07	0.03
voihappoa	-	-	<0.01	0.01	0.09	0.18	-	-
valeriaanahappoa	-	-	-	-	<0.01	0.01	-	-
maitohappoa	0.26	0.26	0.38	0.22	0.34	0.19	1.43	0.47
sokeria	1.68	0.46	1.43	0.66	0.59	0.69	0.20	0.38
kokonais-N	0.58	0.04	0.67	0.15	0.60	0.06	0.68	0.13
liuk. N, %/kok. N	42.1	14.4	46.6	11.0	32.0	10.1	42.8	9.4
NH ₄ -N, %/kok. N	1.7	1.1	3.1	1.1	5.4	5.6	5.4	2.2

X = keskiarvo

S = standardipoikkeama

Taulukko 6. Eri säilörehujen kemiallinen koostumus säilöntäaineen ja kasvilajin mukaan tarkasteltuna

	Keskimäärin		Keskimäärin	
	AIV-2- liuos	VL-73- koeliuos	yksivuotinen raiheinä	nonivuotinen seosnurmi
1973-74				
Kuiva-ainetta, %	21.79 ^c	21.49 ^d	21.27 ^d	22.01 ^c
pH	4.20 ^c	4.50 ^d	4.50 ^d	4.20 ^c
Tuoreessa rehussa, %:				
etikkahappoa	0.11 ^c	0.23 ^d	0.11 ^e	0.24 ^f
propionihappoa	0.07	0.07	0.08	0.05
voihappoa	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
valeriaanahappoa	<0.01	-	-	<0.01 ^d
maitohappoa	0.44 ^c	0.95 ^d	0.43 ^d	0.97 ^c
sokeria	2.32	1.83	2.80 ^b	1.35 ^a
kokonais-N	0.69 ^d	0.73 ^c	0.74 ^b	0.68 ^a
liuk. N, %/kok. N	42.2	31.4	33.8 ^a	39.8 ^b
NH ₄ -N, %/kok. N	2.0	2.6	1.8 ^a	2.8 ^b
1974-75				
Kuiva-ainetta, %	20.46	19.65 ^f	18.50 ^c	21.61 ^f
pH	4.08 ^e	4.51 ^f	4.45 ^f	4.14 ^e
Tuoreessa rehussa, %:				
etikkahappoa	0.14 ^e	0.52 ^f	0.27	0.39
propionihappoa	0.08	0.08	0.09	0.07
voihappoa	<0.01	0.04	0.04	<0.01
valeriaanahappoa	-	<0.01 ^f	<0.01 ^e	-
maitohappoa	0.32 ^e	0.88 ^f	0.30 ^e	0.91 ^f
sokeria	1.56 ^f	0.40 ^e	1.14	0.82 ^b
kokonais-N	0.63	0.64	0.59 ^a	0.68 ^b
liuk. N, %/kok. N	44.4	37.4 ^b	37.0	4.47
NH ₄ -N, %/kok. N	2.4 ^a	5.4 ^b	3.5	4.2

Erojen merkitsevyydet ilmoitettu samoin kuin taulukossa 4.

Säilörehujen sulavuus ja typpitase

VL-73-rehun eri aineosien sulavuudet olivat yleensä alemmat kuin AIV-2-rehun sulavuudet (taulukko 7). Poikkeuksena oli vain raakakuidun sulavuus ensimmäisessä kokeessa ja raakarasvan sulavuus jälkimmäisessä. Vv. 1974-75 typpettömien uuteneiden sulavuudet erosivat merkittävästi toisistaan. Vaikka VL-73-rehun raakavalkuaisen sulavuus oli alhaisin, typpitasearvot olivat korkeammat kuin AIV-2-rehulla. Mahdollisesti VL-73-liuoksen sisältämä formaldehydi on esittänyt valkuaisen liiallista hajotusta pötsikäymisten aikana ja parantanut siten eläinten typpitasetta. Typpitasearvojen erot eivät kuitenkaan olleet merkittäviä.

Raiheinä ja seosnurmi erosivat säilörehun raaka-aineena selvästi toisistaan. Raiheinän sulavuusarvot olivat yleensä korkeammat. Poikkeuksena oli raakarasvan sulavuus vv. 1973-74. Vv:n 1973-74 aineistossa kaikkien eri aineosien sulavuuksien välillä oli merkittävä ero. Vv. 1974-75 erot olivat merkittäviä, raakarasvan sulavuutta lukuunottamatta. Raiheinän typpitasearvot olivat alhaisimmat, mutta typpitase-erot eivät olleet merkittäviä. Kasvilajin ja säilöntäaineen yhdysvaikutus oli vv. 1974-75 merkittävä ($P < 0.001$) raakarasvan sulavuuden osalta.

Säilörehujen maittavuus

Molemmissa kokeissa syöntimäärät olivat selvästi Jokioisten kokeen (s.29) syöntimääriä alemmat (taulukko 8, kuvat 1 ja 2). Eläinten paino ei kyseisissä kokeissa poikennut merkittävästi toisistaan. (Keskim. paino valmistuskaudella: Jokioinen 469 kg, Maaninka: v. 1973 476 ja v. 1974 488 kg), joten syöntierot saattavat johtua mm. säilörehun koostumuseroista. Käyminen on ollut voimakkainta tässä kirjoituksessa selostettujen kokeiden säilörehuissa. Tiettyjen käymistuotteiden on havaittu vähentävän säilörehun maittavuutta (ETTA-LA 1975 c). Säilöntäaineiden välillä ei syöntimäärissä ollut tilastollisesti merkittäviä eroja. Vv. 1973-74 AIV-2-rehun syöntimäärä oli hieman suurempi ja vv. 1974-75 pienempi kuin VL-73-rehun syöntimäärä. Kuiva-aineena ilmaistuna AIV-2-rehun syöntimäärät olivat 0.1 - 0.3 kg suuremmat kuin VL-73-säilöntäaineella valmistetulla rehulla. Edellisessä kokeessa VL-73-ryhmän kokonaiskuiva-aineen syöntimäärät olivat korkeimmat ja jälkimmäisessä alhaisimmat.

Taulukko 7. Sulavuuskoerehujen sulavuudet, rehuilla saadut tyypitaseet sekä rehuarvot

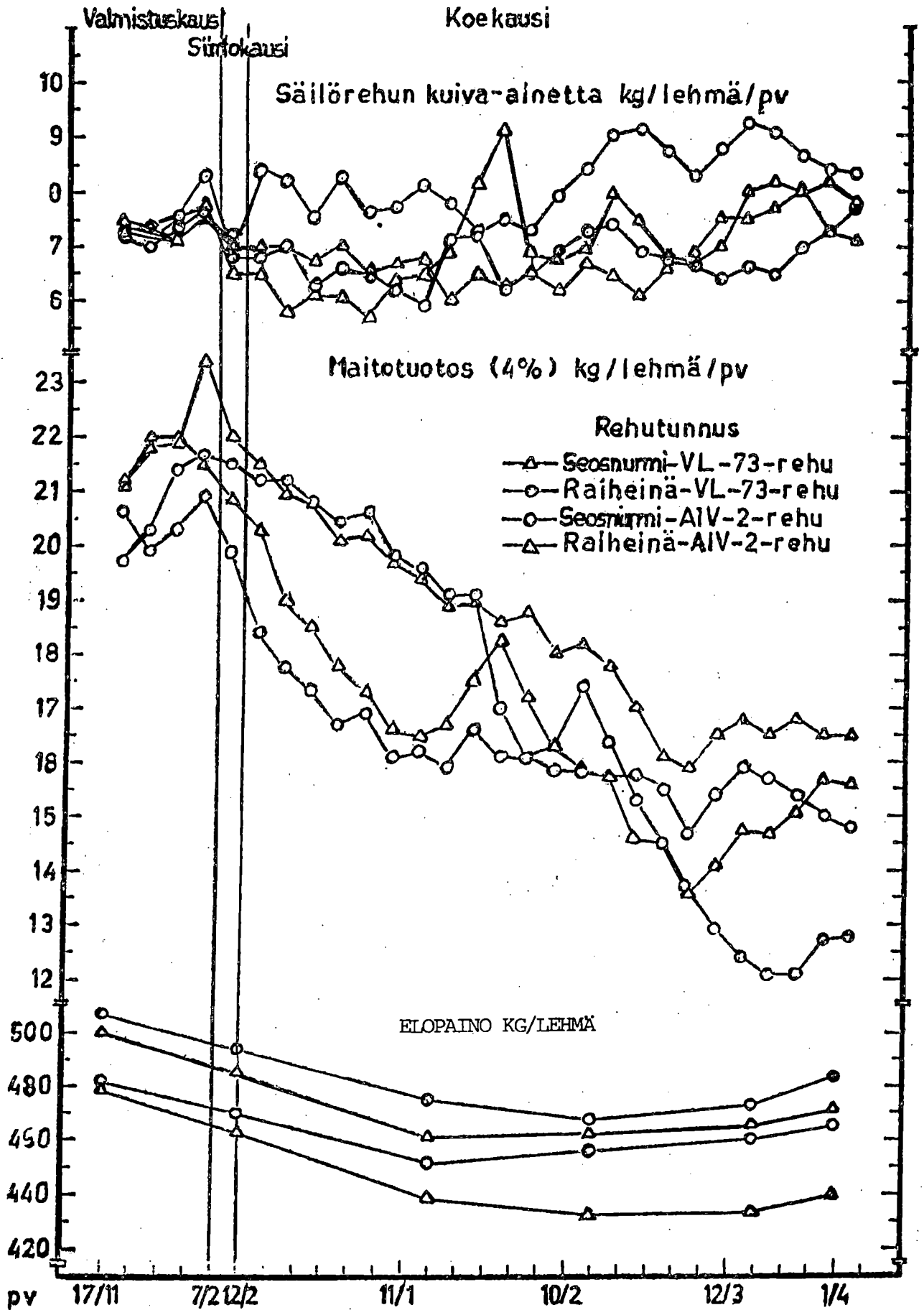
	AIV-2-liuos				VL-73-koeliuos				Keskinäirin			
	yksivuotinen nonivuotinen		yksivuotinen nonivuotinen		VL-73-koeliuos		AIV-2-liuos		VL-73-koeliuos		yksivuotinen nonivuotinen	
	raiheinä	seosnuri	raiheinä	seosnuri	raiheinä	seosnuri	liuos	liuos	raiheinä	seosnuri	raiheinä	seosnuri
1973-74												
Sulavuus, %												
org. aine	80.26	74.99	78.53	74.17	77.63	76.35	79.40 ^d	74.58 ^c				
raakavalik.	78.82	72.51	76.27	72.78	75.67	74.52	77.54 ^d	72.65 ^c				
raakarasva	71.08	74.60	66.57	74.79	72.84	70.68	68.83 ^c	74.69 ^d				
tyypp. uutsein.	79.81	74.30	77.52	70.71	77.06	74.11	78.66 ^d	72.51 ^c				
raakakuitu	83.87	77.02	84.57	78.50	80.44	81.54	84.22 ^d	77.76 ^c				
tyypitase, g/vrk	1.20	1.64	1.24	1.62	1.42	1.43	1.22	1.63				
Rehuarvot												
korvausluku, kg/ry	6.87	6.80	6.45	7.34	6.83	6.89	6.66	7.07 ^d				
täyttävyyys, kg ka/ry	1.41	1.46	1.33	1.50	1.44	1.42	1.37 ^c	1.48 ^d				
srv g/ry	219	156	236	186	187	211	227	171 ^c				
1974-75												
Sulavuus, %												
org. aine	81.05	72.66	78.65	70.14	76.85	74.40	79.85 ^f	71.40 ^e				
raakavalik.	76.33	73.74	76.41	70.90	75.03	73.66	76.37 ^d	72.32 ^c				
raakarasva	78.97	70.98	73.81	76.91	74.97 ^b	75.36 ^a	76.39 ^d	73.95 ^c				
tyypp. uutsein.	77.77	68.04	71.97	63.65	72.90	67.81 ^a	74.87 ^d	65.85 ^c				
raakakuitu	87.98	77.38	88.25	74.87	82.68	81.56	88.12 ^f	76.13 ^e				
tyypitase, g/vrk	-2.21	3.37	2.51	2.36	0.58	2.43	0.15	2.86				
Rehuarvot												
korvausluku, kg/ry	7.87	7.70	9.02	8.45	7.78 ^a	8.74 ^b	8.44	8.08 ^d				
täyttävyyys, kg ka/ry	1.33	1.53	1.37	1.66	1.43	1.52 ^d	1.35 ^c	1.59 ^d				
srv g/ry	210	202	263	217	206	240	237	210 ^a				

Erojen merkitsevyydet ilmoitettu samoin kuin taulukossa 4.

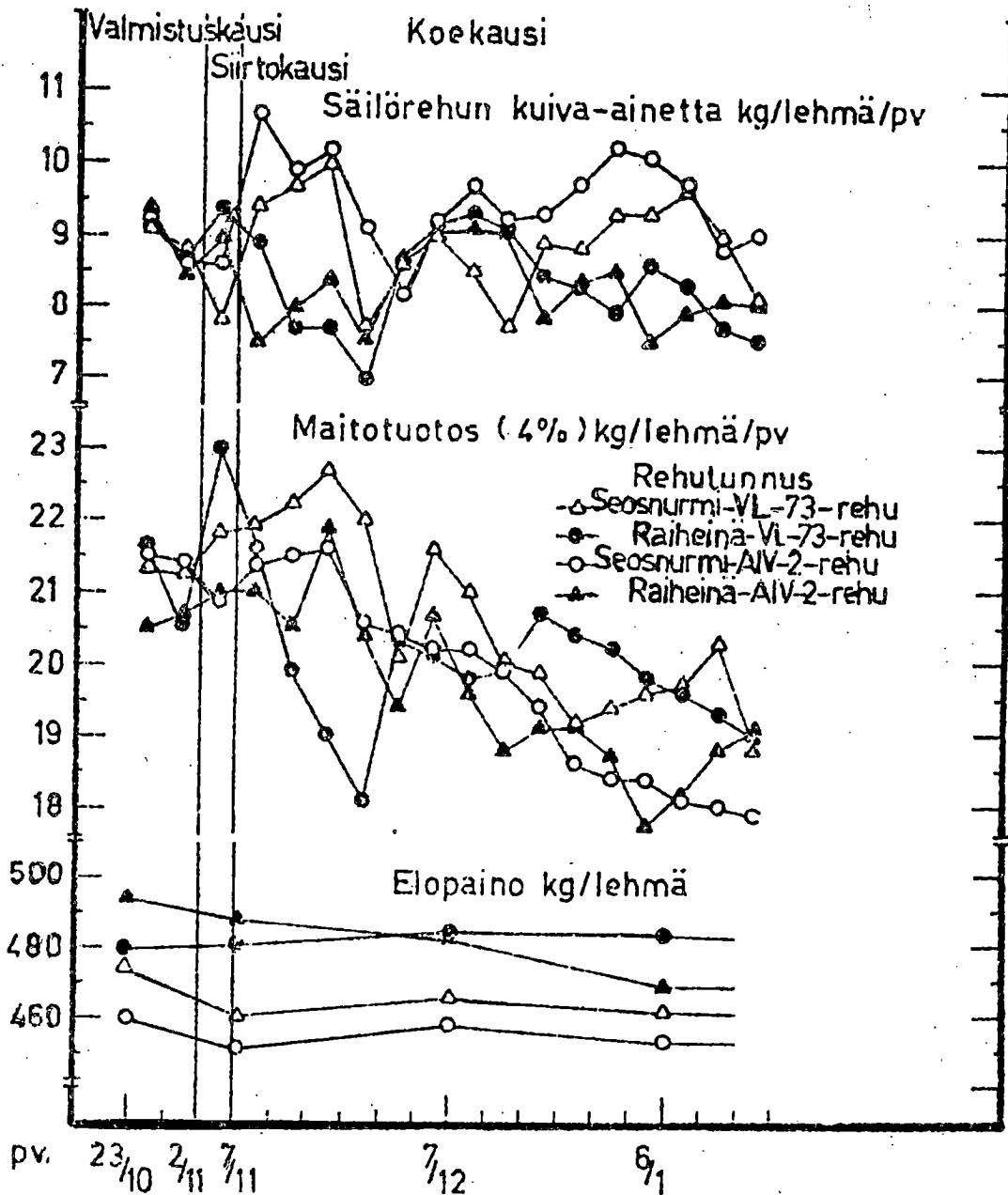
Taulukko 8. Eri rehujen keskinäiset syöttinäivät

	AIV-2-Liuos			VL-73-koeliuos			Keskinäisin				
	yksivuotinen monivuotinen		seosnurni	yksivuotinen monivuotinen		seosnurni	AIV-2-		VL-73-	keskinäisin	
	raiheinä	seosnurni		raiheinä	seosnurni		liuos	koeliuos		raiheinä	seosnurni
1973-74											
Säilörehua, kg/lehnä/pv	40.8	42.7	40.7	41.3	41.8	41.0	40.8	42.0			
" , kg ka/lehnä/pv	8.2	9.5	8.3	8.9	8.9	8.6	8.3	9.2			
Säilöohraa, kg/lehnä/pv	4.1	4.3	4.4	4.7	4.2	4.6	4.3	4.5			
Heinää, kg/lehnä/pv	1.6	1.6	1.8	1.7	1.6	1.8	1.7	1.8			
Kuiva-aineen syönti, kg/lehnä/pv	13.0	14.5	13.4	14.3	13.7	13.8	13.2	14.4			
1974-75											
Säilörehua, kg/lehnä/pv	37.0	35.2	40.7	34.3	36.1	37.5	38.9	34.8			
" , kg ka/lehnä/pv	6.8	7.7	7.3	7.1	7.3	7.2	7.1	7.4			
Säilöohraa, kg/lehnä/pv	5.0	3.7	4.1	3.9	4.3	4.0	4.5	3.8			
Heinää, kg/lehnä/pv	1.6	1.6	1.8	1.8	1.6	1.8	1.7	1.7			
Kuiva-aineen syönti, kg/lehnä/pv	11.2	11.4	11.2	11.0	11.3	11.1	11.2	11.2			

Erojen merkitsevyydet ilmoitettu sanoin kuin taulukossa 4.



Kuva 2. Lehmien päivittäin syöä säilörehun kuiva-ainemäärä ja maitotuotos (4 %) sekä elopainon muutos kokeen aikana v. 1974-75. Säilörehun syöntimäärä ja maitotuotos ovat 5 päivän keskiarvoja. Eläinten punnitseminen on suoritettu 30 päivän (6 jaksoa) välein.



Kuva 1. Lehmien päivittäin syöä säilörehun kuiva-ainemäärä, ja maitotuotos (4 %) sekä elopainon muutos kokeen aikana v. 1973-74. Säilörehun syöntimäärä ja maitotuotos ovat 5 päivän keskiarvoja. Eläinten punnitseminen on suoritettu 30 päivän (6 jaksoa) välein.

Tuoreen raiheinäsäilörehun syöntimäärä oli ensimmäisessä kokeessa pienempi ja jälkimmäisessä suurempi kuin seosnurmisäilörehun. Molemmissa kokeissa raiheinäsäilörehun kuiva-aineen syöntimäärä oli 0.3 - 0.9 kg pienempi kuin seosnurmisäilörehun. Ero oli tilastollisesti merkitsevä vv. 1973-74. Samassa kokeessa raiheinäsäilörehuryhmän kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä oli pienin. Ero oli merkitsevä. Vv. 1974-75 ryhmien kokonaiskuiva-aineen syöntimäärät olivat samat. Säilörehujen syöntimäärät olivat vv. 1974-75 selvästi pienemmät kuin vv. 1973-74. Tässäkin tapauksessa erot saattavat johtua rehujen koostumuseroista, sillä rehujen käyminen näyttää olleen voimakkainta vv. 1974-75.

Eri rehuilla saadut tuotokset

AIV-2- ja VL-73-rehua syöneiden eläinten maitotuotokset ja maidon koostumus eivät poikenneet tilastollisesti merkittävästi toisistaan (taulukko 9, kuvat 1 ja 2). Kun tuotostiedot korjattiin toisiaan vastaaviksi valmistuskausien tietojen perusteella, AIV-2-ryhmän maitotuotos oli ensimmäisessä kokeessa 0.6 kg alempi ja jälkimmäisessä 0.1 kg korkeampi kuin VL-73-ryhmän. Neliprosenttinen maitotuotos oli samoin edellisessä kokeessa alhaisempi (ero 0.5 kg) ja jälkimmäisessä kokeessa korkeampi (ero 0.6 kg).

Myöskään rehun raaka-aineen mukaan tarkasteltuna maitotuotoksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Raiheinäryhmän korjattu maitotuotos oli vv. 1973-74 0.3 kg ja vv. 1974-75 1.1 kg korkeampi kuin seosnurmiryhmän. Neliprosenttisena maitona ilmaistuna tuotokset olivat edellisenä talvena molemmilla ryhmillä samat, sensijaan jälkimmäisenä talvena raiheinäryhmän arvot olivat korkeimmat (ero 1.0 kg).

Raiheinäryhmän maidon sokeripitoisuus oli vv. 1974-75 merkittävästi seosnurmiryhmän arvoja korkeampi. Vv. 1973-74 raiheinäsäilörehua syöneiden eläinten maidon sokeripitoisuus oli sensijaan alhaisempi, mutta tämä ero ei ollut merkitsevä. Maidon rasva- ja valkuaispitoisuuserot eivät olleet merkitseviä. Vv:n 1973-74 aineistossa kasvivilajilla ja säilöntäaineella oli merkitsevä ($P < 0.05$) yhdysvaikutus maidon sokeripitoisuuteen. Vaihteluihin on vaikea löytää selitystä. ETTALA (1975 a) on todennut, että ruokinnan vaikutus maidon sokeripitoisuuteen on vähäinen.

Taulukko 9. Eri säilörehuilla saadut tuotokset

	ALV-2-liuos				VL-73-koeliuos				Keskinäärin					
	yksivuotinen nonivuotinen		yksivuotinen konivuotinen		yksivuotinen nonivuotinen		yksivuotinen konivuotinen		ALV-2-		VL-73-		Keskinäärin	
	raihena	seosnurni	raihena	seosnurni	raihena	seosnurni	raihena	seosnurni	liuos	koeliuos	raihena	seosnurni	raihena	seosnurni
1973-74														
<u>Tuotos</u>														
maitoa, kg/lehmä/pv	18.5	18.4	19.0	19.3	18.4	19.1	18.7	18.8						
" (4 %), kg/lehmä/pv	19.5	19.6	19.9	20.6	19.6	20.2	19.7	20.1						
naidon rasva-%	4.44	4.63	4.38	4.54	4.53	4.46	4.41	4.58						
" valkuais-%	3.63	3.45	3.84	3.47	3.54	3.65	3.73	3.46						
" maitosokeri-%	4.94	4.95	4.94	5.12	4.95	5.03	4.94	5.03						
Elopainon muutokset, kg koeik.	-19	+1	+2	+1	-9	+2	-8	+1						
1974-75														
<u>Tuotos</u>														
maitoa, kg/lehmä/pv	17.7	15.5	16.8	16.1	16.6	16.4	17.2	15.8						
" (4 %), kg/lehmä/pv	18.3	16.1	16.7	16.4	17.2	16.5	17.5	16.2						
naidon rasva-%	4.35	4.28	3.95	4.15	4.31	4.05	4.15	4.21						
" valkuais-%	3.36	3.40	3.26	3.18	3.38	3.22	3.31	3.29						
" maitosokeri-%	4.91	4.79	4.95	4.89	4.85	4.92	4.93 ^a	4.84 ^b						
Elopainon muutokset, kg koeik.	-22	-4	-11	-14	-13	-12	-16	-9						

Eröjen merkittävyydet ilmoitettu sanoin kuin taulukossa 4.

Taulukko 10. Energian ja valkuaisen saanti eri säilörehurukinnoilla sekä arvioitu energian ja valkuaisen tarve

	AIV-2-liuos		VL-73-liuos		Keskimäärin		Keskimäärin	
	yksivuotinen		yksivuotinen nonivuotinen		AIV-2-	VL-73-	Keskimäärin	
	raihcinä	nonivuotinen seosurni	raihcinä	seosurni	liuos	kosliuos	yksivuotinen raiheinä	nonivuotinen seosurni
1973-74								
ry-tarve/lehnä/pv	11.6	11.6	11.8	12.0	11.6	11.9	11.7	11.8
ry-saanti/lehnä/pv	11.4	12.2	11.6	12.0	11.8	11.8	11.5	12.1
srv-tarve/lehnä/pv	1497	1499	1518	1556	1498	1537	1507	1528
srv-saanti/lehnä/pv	1894	1812	1890	1812	1853	1851	1892	1812
1974-75								
ry-tarve/lehnä/pv	11.0	10.2	10.5	10.3	10.6	10.4	10.7	10.2
ry-saanti/lehnä/pv	9.8	9.3	9.5	8.7	9.5	9.1	9.6	9.0
srv-tarve/lehnä/pv	1416	1286	1326	1306	1351	1316	1371	1296
srv-saanti/lehnä/pv	1407	1443	1557	1369	1425	1463	1482	1406

Eriytyisesti talvella 1974-75 eläinten painon aleneminen oli koekaudella huomattavaa, mikä on selvä osoitus energian saannin niukkuudesta (taulukko 9).

Energian ja valkuaisen saanti eri säilörehuruokinnolla

Talven 1973-74 kokeessa AIV-2- ja VL-73-rehua syöneet eläimet saivat energiaa päivittäin keskimäärin lähes tarvetta vastaavasti (AIV-2-ryhmä: +0.2 ry, VL-73-ryhmä: -0.1 ry) (taulukko 10). Sensijaan 1974-75 kaikki eläinryhmät kärsivät energian puutteesta (AIV-2-ryhmä: -1.1 ry, VL-73-ryhmä: -1.3 ry). Sulavan raakavalkuaisen saanti oli tarvetta suurempi. Vv. 1973-74 ylitys oli AIV-2-rehuryhmällä 355 g ja VL-73-ryhmällä 314 g sekä vv. 1974-75 vastaavasti 74 ja 147 g eläintä kohti päivässä.

Vv. 1973-74 seosnurmiryhmän energian saanti ylitti tarpeen (+0.3 ry). Raiheinäryhmä kärsi energian puutteesta (-0.2 ry). Vv. 1974-75 energiavajaus oli raiheinäryhmällä -1.1 ry ja seosnurmiryhmällä -1.2 ry. Sulavan raakavalkuaisen saanti ylitti tarpeen edellisenä vuonna raiheinäryhmällä 385 ja seosnurmiryhmällä 284 g:lla sekä vv. 1974-75 vastaavasti 111 ja 110 g:lla.

Näyttää siltä, että väkirehuannostus olisi saanut olla runsaampi näissä kokeissa. Näin olisi välttytty energian puutteelta. Tämän päämäärän saavuttaminen olisi todennäköisesti ollut mahdollista, sillä ETTALAN ja LAMPILAN (1976) laajasta aineistosta tekemä yhteenveto osoittaa, että säilörehuvaltaisessa ruokinnassa yhden kilon suuruinen väkirehulisä alentaa säilörehun syöntiä vain noin 2.3 kg:lla.

Varat kokeen järjestämistä varten on saatu osittain Farnos Oy:ltä perustuen Farnos/SITRA-sopimukseen (projekti n:o 6065 TS, tuorerehun säilöntäainetutkimus). Kiitämme taloudellisesta tuesta, minkä ansiosta kokeen järjestäminen on ollut mahdollista.

KIRJALLISUUSLUETTELO

ANON, 1973 ja 1974. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Kesä-syyskuu. Ilmatieteen laitos. Vuosikerrat 67 ja 68.

ETTALA, E. 1975 a. Maidon koostumukseen vaikuttavista tekijöistä. I Energian ja valkuaisen saannin vaikutus maidon koostumukseen nurmikasvivoittoisessa ruokinnassa. Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no 3 23 s.

- , & LAMPILA, M. 1976. Lehmien säilörehun syöntiin vaikuttavista tekijöistä. Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no 6 ss. 1-25.

- , POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975 b. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä. I Säilöntätulokset. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no 1. Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila.

- , POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1975 c. Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset ruohon säilönnässä. II Säilörehujen ruokinnallinen laatu. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote no 1. Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila.

MUURAHAIHAPON JA VIHERRHAPON ANNOSTUKSEN
VAIKUTUS SÄILÖREHUIJEN ARVOON

Elsi Ettala ja Erkki Virtanen

TIIVISTELMÄ

Koerehujen säilönnässä käytettiin 3 ja 5 l muurahaishappoa sekä 3 ja 5 l Viherhappoa ruohotonnia kohti. Ruokintakokeessa oli 16 lehmää, 4 kussakin ryhmässä. Sulavuuskoe tehtiin pässeillä.

Kun säilönnässä käytettiin 5 l/tn muurahaishappoa, käyminen oli hyvin vähäistä. Sokeria oli jäljellä n. 11 % kuiva-aineessa ja maitohapon määrä pieni. Rehun pH oli tasaisesti 4 tienoilla. Pohjakerrosta lukuunottamatta ammoniakin määrä oli hyvin pieni. Kun säilönnässä käytettiin 3 l/tn muurahaishappoa, sokerista oli huomattava osa käynyt maitohapoksi. Rehun laatu oli tasaisen hyvä yhtä kerrosta lukuunottamatta, jossa oli voi-happoa. Viherhapporehuissa oli tapahtunut voimakas käyminen. Sokerista oli jäljellä n. 0,5 % kuiva-aineessa. Rehujen pH vaihteli. Ammoniakkia oli tornien pohjakerroksessa varsin runsaasti. Viherhapon annostus ei juuri vaikuttanut säilönnälliseen laatuun.

Muurahaishapporehut olivat maittavampia kuin viherhapporehut. Vähiten lehmät söivät rehua, joka oli säilötty 5 litran viherhappoannostuksella. Tämä ryhmä tuotti myös vähiten maitoa. Muiden ryhmien maitotuotokset olivat keskenään lähes samansuuruisia. 5 litran muurahaishappoannostus ei rehun tuotantoarvon suhteen osoittautunut paremmaksi kuin 3 litran annostukset.

JOHDANTO

Muurahaishapon maailmamarkkinahinta on viime vuosina huomattavasti kohonnut. Se on kohottanut myös muurahaishappopitoisten säilöntäaineiden, ennenkaikkea 80 % muurahaishappoa sisältävän AIV 2-liuoksen hintaa. Monet viljelijät ovat sen tähden pyrkineet halventamaan rehunsäilöntää vähentämällä säilöntäaineiden määrää. Toinen säästämistapa on siirtyä kotimaisiin rikkihappopitoisiin säilöntäaineisiin. Näitä on mm. Farnos Oy:n tuote Viherhappo, joka sisältää 60 % 70-prosenttista rikkihappoa, 25 % formaliinia ja 15 % suoja-aineita. Kun viljelijöiden taloudelle on kuitenkin kaikkein tärkeintä se, että säilörehu on laadultaan hyvää ja maittavaa, on ruokintakokeella pyritty selvittämään eri säilöntäaineiden ja annostusten vaikutus säilörehun arvoon.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Rehut

Koerehut valmistettiin Pohjois-Savon koeasemalla kesällä 1976. Rehut säilöttiin neljään samanlaiseen lujitemuovisiiloon (halkaisija 3 m, korkeus 7,5 m). Säilöntä-

aineet ja -annostukset olivat seuraavat:

1. muurahaishappoa 3 l/tn
2. muurahaishappoa 5 l/tn
3. Viherhappoa 3 l/tn
4. Viherhappoa 5 l/tn

Säilörehu tehtiin sekanurmilta. Ensimmäinen niitto oli kevätsadosta, toinen heinän odelmikosta (taulukko 1). Niitto suoritettiin neljällä samanlaisella peräkkäin kulkevalla kelasilppurilla ja säilöntäa-ine lisättiin niiton yhteydessä. Kevätsatoa korjattaessa ruoho oli erittäin märkää, koska teon aikana satoi 36,5 mm.

Taulukko 1. Koerehujen määrä.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Tuoretta ruohoa, kg				
I-niitto	34 700	35 500	35 100	36 200
II-niitto	24 400	26 050	23 100	23 300
Yhteensä	59 100	61 550	58 200	59 500
Ruohon kuiva-ainetta, kg				
I-niitto	5 309	5 432	5 405	5 611
II-niitto	4 929	5 288	4 597	4 567
Yhteensä	10 238	10 720	10 002	10 178

Eläinkokeet

Ruokintakoe tehtiin sisäruokintakaudella 1976-77 16 ay-lehmällä. Kussakin ryhmässä oli 4 lehmää. Kokeessa oli kolmen viikon pituinen valmistuskausi, viikon siirtokausi, 14 viikkoa kestänyt koekausi ja neljän viikon jälkikausi. Valmistuskauden lopussa lehmät jaettiin mahdollisimman tasavertaisiin ryhmiin.

Valmistus- ja jälkikaudella lehmät saivat samanlaisen säilörehuvaltaisen ruokinnan. Koekaudella kukin ryhmä sai omaa koesäilörehuaan, jonka syöttöön siirryttiin siirtokauden aikana. Lehmät saivat säilörehua vapaasti, mutta yksilöllisesti punnituin annoksin. Jätteet punnittiin. Muuna rehuna oli heinää 1 kg lehmää kohti päivässä sekä yli 5 kilon tuotoksille väkirehua 0,4 ry kutakin 4-prosenttista maitokiloa kohti (yläraja 10 kg/lehmä/d). Ryhmät jaettiin väkirehun suhteen kahtia. Toinen puoli sai pelkästään ohraa, toiselle annettiin 500 g lehmää kohti päivässä siirappimaista melassia, jolla korvattiin 400 g ohraa. Kivennäisrehuna oli Nurmituotos.

Lehmien maitomäärä punnittiin yksilöllisesti joka lypsykerralla. Jokaisen lehmän vuorokauden maitoa edustavat maitonäytteet tutkittiin kerran viikossa

Kuivamaito Oy:n laboratoriossa Lapinlahdella. Lehmät punnittiin valmistus-, siirto- ja koekauden alussa sekä neljän viikon välein koekaudella ja jälki-kauden lopussa. Punnitus suoritettiin kahtena peräkkäisenä päivänä ennen iltapäiväruokintaa.

Säilörehujen sulavuuskokeet tehtiin kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella. Koe-eläiminä olivat pässit ja koekaaviona 4x4 latinalainen neliö. Rehut sulavuuskokeeseen otettiin kevätkesän sadosta tornien puolivälistä. Sulavuuskoe-rehut jäädytettiin ja säilytettiin jäädytettynä muovisäkeissä.

Rehunäytteet ja niiden analysointi

Säilörehusta otettiin edustavat näytteet kahden viikon välein noin 0,5 m syvyyteen leikattuja osanäytteitä yhdistäen. Heinä- ja ohranäytteet koottiin päivittäin ja edustava näyte niistä analysoitiin kerran kuukaudessa. Melassinäyte otettiin joka astiasta ja kuukauden syöntiä edustavat näytteet analysoitiin. Kaikista rehuista ja säilörehun raaka-aineesta tehtiin normaali rehuanalyysi.

Säilörehuista tehtiin lisäksi rehun laatua selvittävät analyysit. Tuoreiden rehunäytteiden vesiuutoksesta määritettiin haihtuvat rasvahapot (HUIDA 1973), maitohappo (BARKER ja SUMMERSON 1941), ammoniumtyppi (McCULLOUGH 1967), kylmään veteen liukeneva typpi Kjeldahlin menetelmän mukaan ja sokeri SOMOGYIN (1945) menetelmällä SALON (1965) muunnosta käyttäen. Sokeri laskettiin glukosina. Rehun pH määritettiin elektrometrisesti näytteiden puristemehusta. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen, joka määritettiin 105 °C:ssa, tehtiin haihtuvien happojen osalta korjaus lisäämällä kuiva-aineeseen 80 % etikkahapon määrästä sekä propioni- ja voihiappomäärät kokonaan. Kaikki analysointityö tehtiin kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Raaka-aine

Ensimmäisen niiton ruoho sisälsi lähinnä sateesta johtuen kuiva-ainetta hyvin vähän, n. 15,5 % (taulukko 2). Siitä ja suhteellisen nuoresta kasvuasteesta johtuen puristenestettä erottui runsaasti, keskimäärin 35,5 % (taulukko 3). Toisen niiton odelmikkoraaka-aineessa kuiva-ainetta oli enemmän, mutta nuoren kasvuasteen (kuitua n. 22 %) vuoksi puristenesteen määrä myös siitä oli suuri, keskimäärin 36,7 %. Suurin puristenestemäärä (keskimäärin 38,2 %) oli rehussa, joka säilöttiin 5 litran muurahaihappoannostuksella. Niinpä tämän säilörehun kuiva-ainepitoisuus oli muita jonkin verran korkeampi (taulukko 9).

Taulukko 2. Koerehujen raaka-aineen koostumus.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Kuiva-ainetta, %				
I-niitto	15,3	15,3	15,4	15,5
II-niitto	20,2	20,3	19,9	19,6
Kuiva-aineessa, %				
tuhkaa				
I-niitto	7,2	7,0	7,7	7,7
II-niitto	8,3	8,3	8,8	9,2
raakavalkuaista				
I-niitto	18,5	18,1	18,5	18,0
II-niitto	21,3	20,9	20,5	21,5
raakarasvaa				
I-niitto	3,5	3,4	3,3	3,6
II-niitto	3,7	3,8	3,5	3,6
raakakuitua				
I-niitto	23,9	23,2	22,9	23,6
II-niitto	22,4	22,3	22,8	21,0

Säilöntätappiot

Puristeneste aiheutti suuret ravintoainetappiot. Puristenestenäytteistä (10 näyttä/rehu) määritettyjen kuiva-aine, raakavalkuaisaine- ja tuhkapitoisuuksien (taulukko 4) perusteella laskettuna puristenesteen aiheuttama kuiva-ainehävikki oli keskimäärin 10,6 %, raakavalkuaishävikki 16,9 % ja kivennäishävikki 28,7 % (taulukko 5). Muita jonkin verran pienemmät tappiot oli 3 litran muurahaishappoannostuksella säilötyssä rehussa.

Kokonaistappioiden (puristeneste- ja käymishäviöt) määrää selvitettiin ns. säkkirehuilla. Kuhunkin torniin asetettiin 4 jutesäkkiä à 15 kg ruohoa. Säkkien sisältö punnittiin ja analysoitiin sitä mukaa, kun ne tornien eri kerroksista tulivat esille.

Kokonaistappiot olivat suuret (taulukko 6). Tuorepainomenetys oli keskimäärin 43,9 % ja kuiva-ainetappio 24,4 %. Pienin kuiva-ainetappio (20,9 %) oli 3 litran muurahaishappoannostuksella ja suurin (27,9 %) 3 litran viherhappoannostuksella säilötyissä rehuissa. Raakavalkuaistappiot vaihtelivat 22,7 prosentista (5 l/tn muurahaishappoa) 26,9 prosenttiin (5 l/tn Viherhappoa). Kivennäisistä oli kaikissa rehuissa menetetty n. 36 %. Menetykset kohdistuivat lähinnä helppoliukoiisiin ravintoaineisiin, joten kuitutappiot olivat pienet. Raakarasvan osuus lisääntyi huomattavasti, koska käymistulokset olivat eetteriin liukenevia.

Taulukko 3. Koerehujen puristenestemäärä.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Puristenestettä, kg				
I-niitto	11 838	14 118	12 631	11 654
II-niitto	7 907	9 372	9 185	9 082
Yhteensä	19 745	23 490	21 816	20 736
Puristenestettä tuoreesta ruohosta, %	33,4	38,2	37,5	34,9

Taulukko 4. Puristenesteen koostumus ja pH.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
pH				
I-niitto	4,50	4,15	4,53	4,45
II-niitto	4,37	4,22	4,31	4,18
Kuiva-ainetta, %				
I-niitto	3,7	4,9	4,4	4,0
II-niitto	5,9	6,0	6,4	6,4
Tuhkaa, %				
I-niitto	0,9	0,9	1,0	1,0
II-niitto	1,2	1,2	1,3	1,5
Raakavalkuaista, %				
I-niitto	1,3	1,4	1,5	1,2
II-niitto	1,9	1,8	2,1	1,8

Taulukko 5. Puristenesteen aiheuttamat kuiva-aineen, kivennäisen ja raakavalkuaisten hävikit.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Kuiva-ainehävikki				
kg	904	1 254	1 144	1 047
%	8,8	11,7	11,4	10,3
Raakavalkuaishävikki				
kg	304	366	382	303
%	15,0	17,6	19,7	15,2
Kivennäishävikki				
kg	201	240	246	253
%	25,5	29,5	30,0	29,9

Taulukko 6. Säilöntätappiot ns. säkkimenetelmällä määritettynä (4 säkki/rehu).

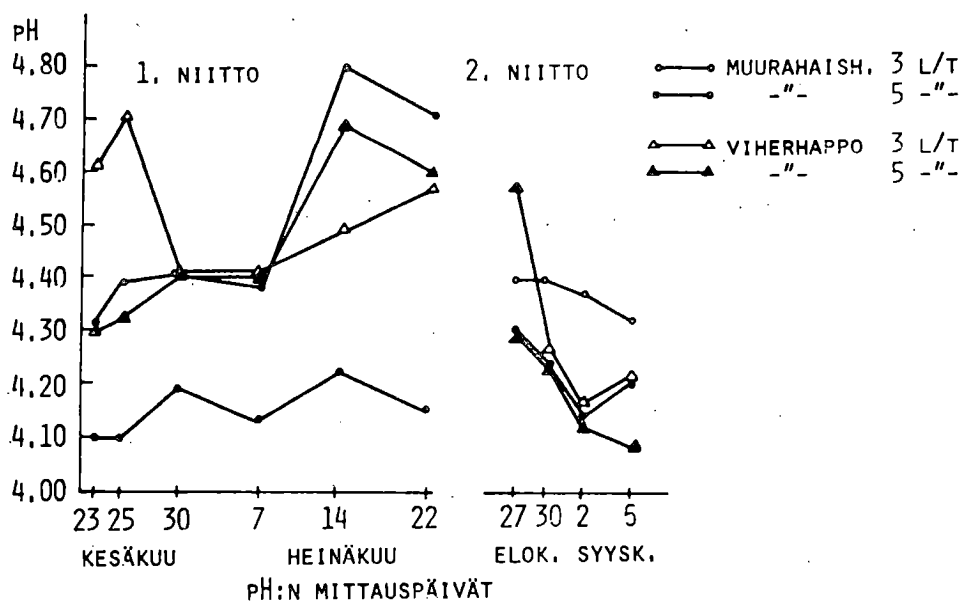
	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Tuoreen rehun painonmenetyt, %	41,9	44,0	46,2	43,4
Kuiva-ainetappio, %	20,9	22,4	27,9	26,3
Kivennäistappio, %	35,5	36,1	35,8	36,4
Raakavalkuaistappio, %	24,1	22,7	26,7	26,9
Raakakuitutappio, %	6,3	4,1	9,8	2,6
Raakasvan lisäys, %	56,6	45,4	62,9	49,2

Säilörehujen laatu

Kun säilöntä suoritettiin 5 litran muurahaishappoannostuksella, oli käyminen hyvin vähäistä (taulukko 7). Säilörehun kuiva-aineessa oli jäljellä sokeria yli 11 %. Maitohappoa oli alle 1,5 %. Vähäisestä käymisestä huolimatta pH oli tasaisen alhainen niin puristenesteessä (kuva 1) kuin säilörehussakin (taulukko 7), joten happamuus oli ilmeisesti lähinnä muurahaishaposta johtuvaa. Valkauisen hajaantuminen ammoniakiksi oli pohjakerrosta lukuunottamatta erittäin vähäistä. Pohjakerroksessa se oli yllättävän korkea.

3 litran muurahaishappoannostuksella käyminen oli selvästi voimakkaampaa kuin 5 litran annostuksella (taulukko 7). Käyminen oli etupäässä maitohappokäymistä. Etikkahapon määräkin oli suhteellisen alhainen. Toisessa rehukerroksessa oli kuitenkin tapahtunut virhekäymistä. Siinä oli selvä voi-happokäyminen. Ammoniakkipitoisuudet olivat tässä rehussa tasaisen alhaisia.

Viherhapolla säilötyissä rehuissa käyminen oli voimakasta. Rehujen kuiva-ai-



Kuva 1. Puristenesteen pH vaihtelu eri koerehuissa.

Taulukko 7. Säilörehujen laatua kuvaavia lukuarvoja 0,5 m rehukerroksia vastaavista näytteistä määritettynä

Säilöntäaine	Näytekerros	Jakso	pH	Kuiva-ainepros.	% kuiva-aineessa						% kok. typeistä	
					etikkah.	prop.h.	voih	maitoh.	sokeri	kok. N	liuk. N	NH4 N
Muurahaishappo 3 l/tn	1	4-5	4,11	20,54	1,56	-	-	3,21	8,42	3,50	45,0	3,5
	2	6-7	4,14	20,97	2,57	0,14	1,10	6,91	1,34	3,83	54,5	4,7
	3	8-9	4,12	22,38	2,50	-	-	6,35	0,89	3,85	54,5	4,3
	4	10-11	4,8	23,17	2,29	-	-	6,17	1,47	3,29	53,0	4,7
	5	12-13	3,90	22,94	1,70	-	-	5,23	5,32	2,52	50,7	4,0
	6	14-15	3,92	22,69	1,59	-	-	3,22	6,04	3,01	54,0	2,5
	7	16-17	4,00	23,38	1,75	-	-	2,44	5,52	2,99	55,2	2,6
	8	18-19	3,81	24,05	1,54	-	-	3,37	2,75	2,67	60,5	2,0
	9		4,10	22,72	1,76	-	-	2,64	4,23	2,99	59,1	1,0
Keskimäärin			4,02	22,50	1,92	0,02	0,12	4,39	4,00	3,18	54,0	3,3
Muurahaishappo 5 l/tn	1	4-5	3,80	20,22	0,54	-	-	0,45	10,83	3,83	33,9	2,3
	2	6-7	4,06	21,99	0,77	-	-	0,27	17,97	3,53	42,1	1,7
	3	8-9	4,18	22,78	0,53	-	-	0,44	15,81	3,80	48,8	1,7
	4	10-11	4,05	23,77	1,77	-	-	4,80	5,01	3,18	50,7	2,7
	5	12-13	3,90	23,65	0,97	0,08	-	3,09	10,06	2,60	52,4	3,1
	6	14-15	3,90	24,16	0,83	-	-	0,97	10,76	3,00	45,0	1,5
	7	16-17	4,10	24,10	1,16	-	-	0,41	10,54	3,11	50,7	0,9
	8	18	4,03	25,07	1,04	0,04	-	1,91	5,94	3,06	55,9	1,7
	9	20	4,00	24,03	0,83	0,08	-	0,42	12,90	2,74	56,5	10,3
Keskimäärin			4,00	23,30	0,94	0,02	-	1,42	11,09	3,21	48,4	2,9
Viherhappo 3 l/tn	1	4-5	3,89	20,35	3,19	-	-	7,13	1,52	3,45	53,1	5,0
	2	6-7	4,03	20,97	4,01	-	-	8,06	0,48	3,66	56,8	5,6
	3	8-9	4,02	21,02	4,14	0,19	-	8,28	0,33	3,65	57,7	5,1
	4	10-11	3,94	23,56	2,29	-	-	9,72	1,32	3,27	61,5	5,7
	5	12-13	3,96	23,79	3,03	0,25	-	8,41	0,42	2,78	59,6	5,3
	6	14-15	4,08	22,54	3,06	0,27	-	7,54	0,40	3,05	64,7	6,7
	7	16-17	4,74	20,77	5,01	0,67	-	2,31	0,24	3,61	64,7	9,2
	8	18	4,50	22,90	3,49	0,48	-	4,85	0,22	2,87	70,9	7,6
	9	21	4,42	22,51	4,53	0,71	-	2,67	0,13	2,75	70,4	10,8
Keskimäärin			4,18	22,00	3,64	0,29	-	6,55	0,56	3,23	62,1	6,8
Viherhappo 5 l/tn	1	4-5	3,98	19,40	2,99	0,21	-	7,11	0,72	3,65	52,9	4,4
	2	6-7	4,07	17,31	3,06	0,23	-	4,74	0,35	3,54	47,2	4,7
	3	8-9	4,05	21,93	2,60	0,09	-	8,48	0,32	4,47	57,1	4,9
	4	10-11	3,95	22,84	3,50	-	-	8,67	0,70	3,71	54,9	5,3
	5	12-13	3,80	23,00	2,70	0,09	-	6,83	0,78	2,58	59,3	4,2
	6	14-15	4,00	21,80	2,71	0,37	-	4,36	1,01	3,27	51,2	5,9
	7	16-17	4,53	20,45	3,47	0,39	-	2,01	-	3,58	64,3	5,9
	8	18	4,76	21,04	3,42	0,38	-	2,85	0,19	3,57	67,5	9,9
	9	22	3,85	24,50	1,75	0,12	-	6,37	0,45	2,88	62,9	8,8
Keskimäärin			4,11	21,40	2,91	0,21	-	5,71	0,50	3,47	57,5	6,0

neessa oli jäljellä sokeria vain n. 0,5 %. Maitohappoa oli n. 6 %. Myös etikkahapon ja propionihapon määrä oli suurempi kuin muurahaishapporehuissa. Viherhapporehujen pH vaihteli huomattavasti niin puristenesteessä kuin säilörehussakin (kuva 1, taulukko 7). Tornien pohjakerroksissa kohosi ammoniumtyypen osuus korkeaksi. Voihappoa ei viherhapporehuissa ollut lainkaan. Viherhappoannostus ei juuri vaikuttanut rehujen säilönnälliseen laatuun.

Säilörehujen sulavuus ja tyypitase

Sulavuus oli paras rehuilla, jotka oli säilötty 3 litran muurahaishappo- ja 5 litran viherhappoannostuksilla (taulukko 8). 5 litran muurahaishappoannostuksella säilötyn rehun sulavuus oli selvästi muita heikompi. Viimeksi mainitun rehun heikompi sulavuus oli yllättävä ja saattoi osittain johtua yhden pössin heikosta sulatuskyvystä tätä rehua syötettäessä. Kuitenkin sen täytyy johtua myös rehusta

koska muut kolme pässiä myös sulattivat tätä rehua huonommin kuin muita. Typpitase oli pienin 3 litran viherhappoannostuksella säilöttyä rehua syötettäessä.

Taulukko 8. Säilörehujen sulavuus ja typpitase päseillä määritettynä.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Sulavuus, %				
orgaaninen aine	74,1	67,7	71,1	74,0
raakavalkuainen	73,1	64,8	69,7	73,8
raakarasva	74,0	64,4	73,8	69,6
raakakuitu	76,9	74,0	74,5	74,3
typpetömät uuteaineet	72,4	65,0	68,7	74,7
Typpitase, g/eläin/d	3,2	2,4	1,5	2,3
Syönti g ka/eläin/d	1 042	1 053	981	981

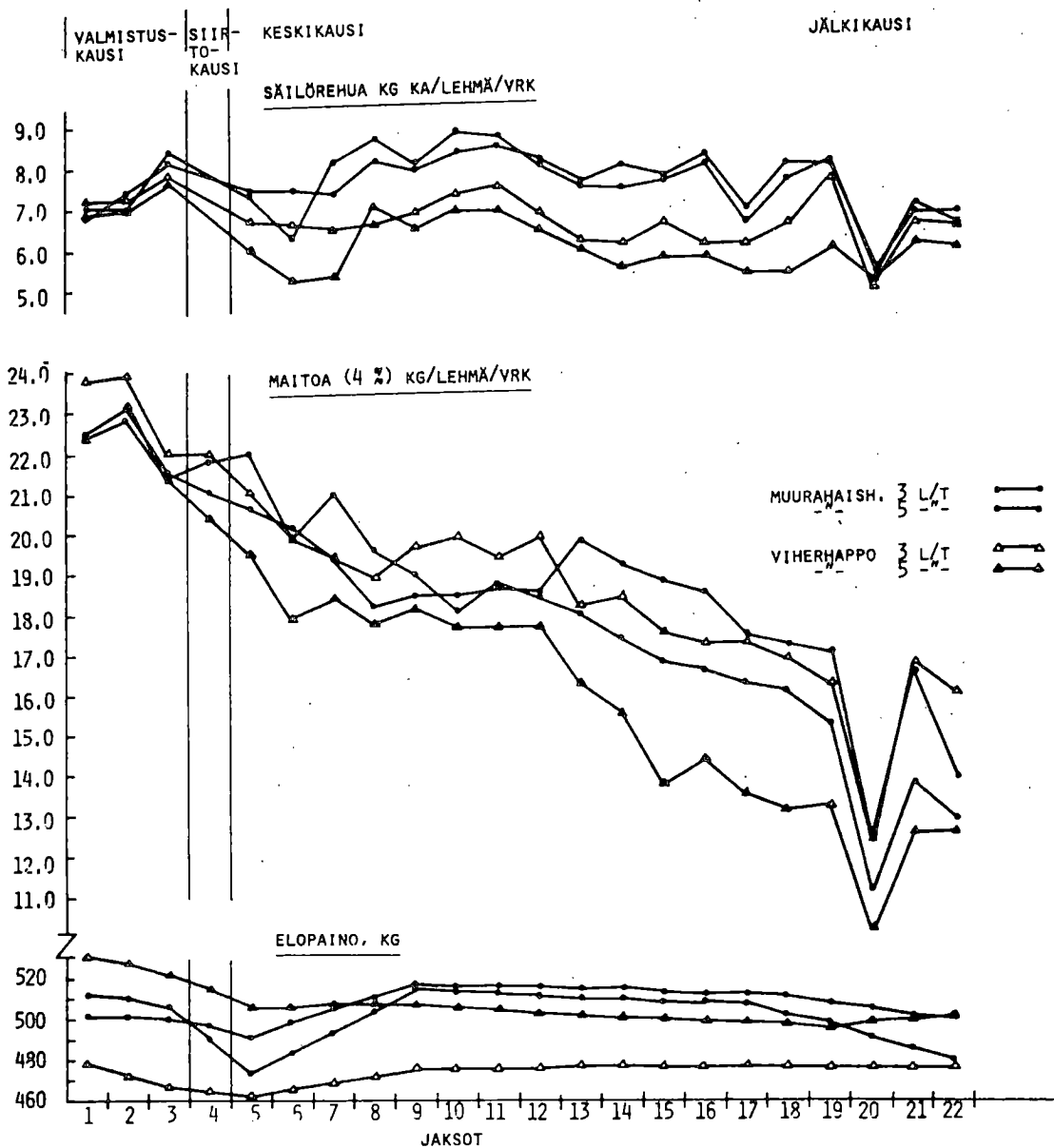
Rehut ja niiden syönti

Suurista säilöntätappioista johtui, että säilörehujen kuitupitoisuus oli huomattavasti korkeampi kuin raaka-aineen (taulukot 2 ja 9). Nuoren kasvuasteen ansios-ta säilörehujen ravintoarvo oli silti hyvä (taulukko 9). 5 litran muurahaishappo-annostuksella tehdyssä rehussa oli sulavaa raakavalkuaista vähemmän kuin muissa. Tämä johtuu lähinnä sulavuuseroista.

Eläimet söivät enemmän muurahaishapolla säilöttyjä kuin Viherhapolla säilöttyjä rehuja (taulukot 8 ja 11, kuva 2). Vähiten lehmät söivät 5 litran viherhappo-annostuksella tehtyä rehua.

Taulukko 9. Säilörehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Kuiva-ainetta, %	22,5	23,3	22,0	21,4
Kuiva-aineessa, %				
tuhkaa	6,7	6,4	7,8	6,7
raakavalkuaista	19,9	19,7	20,0	21,8
raakarasvaa	6,6	6,4	7,2	7,7
raakakuitua	28,6	27,8	29,3	28,7
typpetömät uuteaineet	38,1	39,7	35,7	35,1
Korvausluku, kg/ry	5,8	6,1	6,3	6,2
Täyttyvyys, kg ka/ry	1,29	1,40	1,35	1,28
srv-% tuoreessa rehussa	3,2	2,9	3,0	3,3
srv-% kuiva-aineessa	14,5	12,8	14,0	16,1
srv, g/ry	187	179	189	207



Kuva 2. Koeryhmien keskimäärin syömät säilörehujen kuiva-ainemäärät ja maitotuotokset viikoittain sekä elopainojen muutokset kokeen aikana.

Lehmien tuotos ja ravintotasapaino

Maitotuotos oli pienin ryhmällä, joka sai 5 litran viherhappoannostuksella säilöttyä rehua (taulukko 11, kuv a 2). Se on seuraus pienemmästä syöntimäärästä. Merkittävästi sitä parempi oli 4 prosenttinen maitotuotos ryhmällä, joka sai 3 litran muurahaishappoannostuksella säilöttyä rehua. Ero muiden ryhmien tuotoksiin ei ollut merkittävä, vaikka kilomääräisesti 3 litran viherhapporyhmä tuotti maitoa eniten. Sen paremmuus johtuu kuitenkin osittain ryhmityksestä (kuva 2) ja sen on tietokonelaskenta huomioinut.

Taulukko 10. Heinän ja väkirehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Heinä	Ohra	Melassi
Kuiva-ainetta, %	90,3	88,2	75,7
Kuiva-aineessa, %			
tuhkaa	7,6	2,6	10,2
raakavalkuaista	14,1	14,0	10,2
raakarasvaa	1,9	1,8	—
raakakuitua	34,2	4,2	—
typettömiä uuteaineita	46,1	77,4	75,7
			1,1
Korvausluku, kg/ry	2,1	1,0	0,85
Täyttyvyys, kg ka/ry	1,89	0,87	7,6
srv-% tuoreessa rehussa	5,2	9,0	10,0
srv-% kuiva-aineessa	5,8	10,2	85
srv, g/ry	108	89	

Mielenkiintoista on todeta, että ryhmä, joka sai 5 litran muurahaishappoannostuksella säilöttyä rehua, ei tuotostasoltaan ollut muita parempi, vaikka säilörehu oli laadultaan koko koekauden ajan ihanteellista (taulukko 7). Näyttää siltä, että tässä rehussa olleen sokerin on hyvin korvannut 3 litran annostuksella säilöttyjen rehujen maitohappo. Tämä onkin luonnollista, koska pötsin pieneliöstö käyttää maitohappoa ja osa sokerinkin hajoituksesta kulkee maitohapon kautta. Maidon valkuaispitoisuus oli paras 5 litran muurahaishappoannostuksella säilöttyä rehua saaneella ryhmällä.

Lehmien elopaino putosi koekauden alussa kaikilla ryhmillä, mutta nousi takaisin ensimmäisen kuukauden aikana. Sen jälkeen elopainot pysyivät varsin taseina (kuva 2).

Jälkikaudella kokeiltiin koerehujen maittavuutta vielä siten, että kaikille lehmille syötettiin kutakin koerehua viikon ajan. Ensimmäisellä viikolla käytettiin 3 litran muurahaishappoannostuksella tehtyä rehua. Tällöin koeaikana viherhapporehuja saaneet ryhmät nostivat syöntimääränsä ja heikoimman ryhmän tuotoksen aleneminen pysähtyi (kuva 2). Toisella viikolla oli käytössä 5 litran muurahaishappoannostuksella säilötty rehu. Tällöin tapahtui yllättävä syön-

nin ja tuotosten aleneminen. Myöhemmin syy löytyi tämän rehun pohjakerroksen suuresta ammoniakkipitoisuudesta (taulukko 7). Viimeiset kaksi viikkoa lehmät saivat viherhapporehua, ensin 3 litran, sitten 5 litran annostuksella säilöttyjä. Edellinen osoittautui tässäkin tapauksessa jonkin verran paremmaksi kuin jälkimmäinen.

Muurahaishapporyhmällä tuli lehmien keskimääräinen energiantarve tyydytetyksi ja valkuaisstarve ylityksi (taulukko 11). 3 litran viherhappoannostusryhmällä energian ja valkuaisen saanti vastasi likimain tarvetta. 5 litran viherhappoannostusryhmä kärsi sekä energian että valkuaisen vajausta.

Taulukko 11. Lehmien keskimääräiset syöntimäärät ja tuotokset sekä lasketu ravintotasapaino koekaudella.

	Muurahaishapporehut		Viherhapporehut	
	3 l/tn	5 l/tn	3 l/tn	5 l/tn
Syönti, kg/lehmä/d				
Säilörehua	35,1	33,8	30,5	28,8
Säilörehua, ka	7,9	7,9	6,7	6,1
Heinää	1,0	1,0	1,0	1,0
Väkirehua	4,6	5,2	5,4	4,1
Yhteensä ka	12,9 ^a	13,3 ^a	12,4 ^{ab}	10,6 ^b
Tuotos				
Maitoa, kg/lehmä/d	17,3	17,0	17,9	15,8
Maitoa (4 %) kg/lehmä/d	18,9 ^a	18,4 ^{ab}	18,9 ^{ab}	16,5 ^b
Maidon rasva-%	4,83	4,70	4,41	4,40
Maidon valkuais-%	3,52 ^{ab}	3,75 ^a	3,40 ^{ab}	3,43 ^b
Maitosokeri-%	5,02	4,98	4,97	4,88
Ravintotasapaino				
ry-saanti, ry/lehmä/d	11,3	11,3	10,9	9,3
ry-tarve, ry/lehmä/d	11,3	11,2	11,1	10,4
srv-saanti, g/lehmä/d	1 637	1 544	1 496	1 424
srv-tarve, g/lehmä/d	1 449	1 423	1 431	1 306

a-b: P < 0,05

Lopputuloksena voidaan todeta, että tässä kokeessa 3 litran muurahaishappo- ja viherhappoannostuksilla saavutettiin yllättävän hyvät tuotantotulokset. Noin 3 litran muurahaishappomäärällä ovat myös mm. CASTLE ja WATSON (1970) saavuttaneet hyviä tuloksia. On kuitenkin muistettava, että koerehut tehdään erittäin huolellisesti. Toisen kerroksen voihapsiintymä antaakin viitteen siitä, että 3 litran muurahaishappomäärää on pidettävä ehdottomana alarajana ja että säilöntätyö on tehtävä huolellisesti. Käytännössä säilöntäaineen annostelu ei voi olla

tarkkaa. Ilmeisesti esim. muurahaishappoa runsaasti sisältävän AIV 2-liuoksen annostelussa on paras pyrkiä ohjeiden mukaiseen 4 l määrään. Annostus käy tällöin varsin usein 3 litran tienoilla. Viherhapolla säilöntätyö on aina tehtävä huolella, koska säilönnällinen laatu perustuu lähinnä maitohappokäymisen onnistumiseen. 5 litran viherhappoannostus on liian suuri.

KIRJALLISUUTTA

- BARKER, S. B. & SUMMERSON, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J. Biol. Chem. 138: 535-554.
- CASTLE, M. E. & WATSON, J. N. 1970. Silage and milk production, a comparison between grass silages made with and without formic acid. J. Brit. Grassl. Soc. 25: 65-70.
- HUIDA, L. Haihtuvien rasvahappojen kvantitatiivinen määrittäminen pötsinesteestä ja säilörehusta kaasu-nestekromatograafisesti. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 45: 483-488.
- MCCULLOUGH, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin. Chem. Acta 17: 297-304.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.

VÄKIREHUTASON VAIKUTUS LEHMIEN SÄILÖREHUVALTAISESSA RUOKINNASSA

ELSI ETTALA, MARTTI LAMPILA ja HEIKKI RISSANEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa oli viisi ruokintakoetta ja 182 ay-rotuista lehmää. Lehmät saivat vapaasti säilörehua, 2 kg päivässä heinää ja eri väkirehutasojen mukaisesti ohraa. Kokeissa 1 ja 2 väkirehutasot olivat: 0, 133 g, 267g ja 400 g ohraa/4 % maito-kg yli 10 kg, kokeissa 3 267 g ja 400 g ohraa/4 % maito-kg yli 10 kg ja yli 5 kg sekä kokeissa 4 ja 5 400 g ohraa/4 % maito-kg yli 10 kg, yli 7 1/2 kg ja yli 5 kg. Kuiva-aineen syöntimäärästä oli ohraa keskimäärin 17 %, säilörehua 72 % ja heinää 11 %.

Ohra-annoksen lisääminen vähensi säilörehun ja lisäsi kokonaiskuiva-aineen syöntimäärää (kokeiden äärimmäisten väkirehutasojen mukaan laskettuna -490 g ja +550 g ka/lehmä/pv/kg ka ohraa). Äärimmäisten väkirehuryhmien säilörehumäärät erosivat toisistaan merkitsevästi kaikissa kokeissa; samoin erosivat kokeissa 1-3 2. ja 4. ryhmän sekä osittain 3. ryhmän säilörehumäärät. Kuiva-aineen syönnissä oli merkitseviä eroja alempia väkirehutasoja sisältäneissä kokeissa 1-3, mutta ei korkempien väkirehutasojen kesken kokeissa 4-5. Ohralisäys ei vaikuttanut heinän syöntimäärään.

Ohra-annostuksen lisääntyminen laski rehuannoksen raakavalkuaispitoisuutta varsin vähän (0.3-0.5 %-yksikköä/ka). Sen sijaan raakakuitupitoisuus laski ja typtettömien uuteaineiden määrä nousi huomattavasti (2.3-4.4 ja 4-7 %-yksikköä/ka).

Lehmien maitotuotos kohosi ohra-annosten lisääntyessä (kokeiden äärimmäisten väkirehutasojen mukaan laskettuna 730 g/lehmä/pv/kg ka ohraa). Merkitseviä eroja eri väkirehutasoilla saatujen maitotuotosten välillä ilmeni alempia väkirehutasoja sisältäneissä kokeissa 1-3. Maidon sokeripitoisuus kohosi merkitsevästi ohra-annosten lisääntyessä kokeissa 1-2 ja 4-5.

JOHDANTO

Valkuaisomavaraisuuteen tähtäävässä säilörehuvaltaisessa ruokinnassa on pyrittävä löytämään optimisuhte säilörehun ja viljaväkirehun välille. Kun säilörehu on ruokinnan pääasiallinen valkuaislähde, ei vilja-annos saisi suurestikaan vähentää säilörehun syöntimäärää. Toisaalta vilja-annoksen tulisi olla niin runsas, että rehuannoksen energiamäärä riittäisi runsaassakin tuotosvaiheessa oleville lehmille. Näin ollen on tärkeä selvittää, a) missä määrin vilja-annoksen lisääminen vähentää säilörehun syöntiä, b) muuttaa rehuannoksen täyttävyyttä ja valkuaispitoisuutta sekä c) kohottaa lehmien tuotantoa. Näitä kysymyksiä on selvitetty tässä julkaisussa esitettävässä ruokintakokeiden sarjassa.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksessa oli viisi ruokintakoetta (Jokioinen 1970-75) ja 182 ayrotuista lehmää. Lehmät saivat vapaasti säilörehua, 2 kg päivässä heinä ja eri väkirehutasojen mukaisesti ohraa. Kolmessa kokeessa oli neljä väkirehutasoa ja kahdessa kokeessa kolme tasoa.

Kahdessa ensimmäisessä kokeessa oli 0-taso sekä tasot, joissa annettiin 10 maitokiloa (4 %) ylittävän tuotannon osalle 1/3, 2/3 tai 3/3 ry-tarpeesta ohraa (0, 133 g, 267 g tai 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg). Kolmannessa kokeessa vastaavat maitotuotoksen raja-arvot olivat 10 kg ja 5 kg. Kummankin tuotostason ylittävälle 4 %:sille maitokiloille ohraa annettiin 2/3 tai 3/3 ry-tarpeesta (267 g tai 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg tai yli 5 kg). Kahdessa viimeisessä kokeessa kyseiset tuotosten raja-arvot olivat 10 kg, 7 1/2 kg ja 5 kg ja niissä koko ylittävän tuotannon aiheuttama energiatarve tyydytettiin ohralla (400 g/4 % maito-kg yli 10 kg, yli 7 1/2 kg tai yli 5 kg). Vertailutasona oli kaikissa kokeissa yhteinen taso, 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg. Ensimmäisessä kokeessa se oli korkein, keskimmaisessä kokeessa keskimääräinen ja viimeisissä kokeissa alin väkirehutaso (taulukko 2). Laskelmien pohjana käytettiin 0.4 ry ja 60 g srv/4 % maito-kg. Ylläpitoa varten laskettiin 500 kg painavalle lehmälle 3.8 ry ja 320 g sulavaa raakavalkauista päivässä (POIJÄRVI 1925, 1947) (ry = 0.7 tärkkelysyksikköä).

Ruokintakokeet toteutettiin faktoriaalisen koekaavion mukaisesti, jossa

väkirehutasot olivat toisena faktorina, erilaiset säilörehut toisena. Säilörehujen kohdalla tutkittiin erilaisten säilöntäaineiden (ETTALA et al. 1975 a ja b), eri suurten typpilannoitusmäärien (ETTALA et al. 1974) ja eri korjuuasteiden vaikutusta säilörehujen laatuun ja ruokinnalliseen arvoon. Säilörehut olivat yleensä hyvälaatuisia. Näytteet säilörehusta otettiin kahden viikon välein, ohrasta ja heinästä päivittäin. Ohra- ja heinänäytteet yhdistettiin kuukauden ruokintaa edustavaksi. Säilörehusta tehtiin sekä koostumusta että laatua selvittävät analyysit (ETTALA ja LAMPILA 1976), ohrasta ja heinästä normaali rehuanalyysi (taulukko 1).

Lehmille annettiin säilörehua kaksi kertaa päivässä yksilöllisesti punnituin annoksin. Myös ohra- ja heinäannos oli jaettu kahdelle ruokintakerralle. Lehmien maitotuotos punnittiin yksilöllisesti joka lypsykerralla. Maidon rasvapitoisuus määritettiin 5 päivän, valkuais- ja maitosokeripitoisuudet 10 päivän välein jokaisen lehmän kahden päivän maitoa edustavasta näytteestä (ETTALA 1976). Lehmät punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä ennen iltapäiväruokintaa kokeen alussa ja lopussa sekä koeaikana 30 päivän välein. Ennen koekautta lehmät saivat 15-20 päivän ajan säilörehua sisältävän yhtäläisen valmistuskauden ruokinnan, josta siirryttiin asteittain 5-10 päivän aikana koeruokintaan. Ennen siirtymistä lehmät jaettiin mahdollisimman tasavertaisiin ryhmiin. Ryhmittelyssä huomioitiin lehmien elopaino, päivätuotos, rasvaprosentti, poikimisesta kulunut aika ja säilörehun vapaaehtoinen syönti. Koeaikana jouduttiin kokeesta 1 sairauden vuoksi poistamaan kaksi lehmää (kts. väkirehutasot 2 ja 4, taulukko 2). Niiden tulokset poistettiin koko kokeesta.

Väkirehutasojen vaikutusta tutkittiin lehmien tuotantokausien keskivaiheissa. Poikimisesta oli koekausien alkaessa ja loppuessa kulunut aikaa seuraavasti:

Kokeet	Aikaa poikimisesta pv	Koekausien pituus pv
v. 1970-71	79-189	110
1971-72	73-153	80
1972-73	81-186	105
1973-74	95-155	60
1974-75	<u>69-154</u>	<u>85</u>
Keskimäärin	79-167	88

Tuloksia analysoitaessa käytettiin pienimmän neliösumman varianssianalyysiä (HARVEY 1966). Siinä käytettiin lineaarisina regressiomuuttujina

lehmien valmistuskauden tuloksia ja siten eliminoitiin lehmien välisten erojen vaikutusta. Faktoreina oli väkirehutasen ohella kokeisiin liittyvät erilaiset säilörehuryhmät. Analysointi suoritettiin kahteen kertaan, ensiksi siten, että eri faktoreiden yhdysvaikutukset olivat mukana ja kun yhdysvaikutukset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, analysoitiin ilman yhdysvaikutuksia. Kunkin kokeen tulokset analysoitiin ensin erikseen ja sitten toistokokeet (kokeet 1-2 ja 4-5) yhdistettiin käyttämällä vuotta lisäfaktorina.

TULOKSET

Rehunkulutus ja ravinnon saanti

Koerehujen koostumus ja laskettu rehuarvo on esitetty taulukossa 1. Säilörehujen keskimääräiset täyttävyyshluvut vaihtelivat 1.21-1.53 kg ka/ry ja srv-pitoisuudet 11.7-13.4 %/ka. Kuitupitoisuus vaihteli 22.6-30.5 %/ka. Kokeessa 2 säilörehun raaka-aineessa oli melkoisesti (33 %) apilaa, minkä johdosta sen kuitupitoisuus oli alhaisempi, mutta sulavuus heikompi kuin muiden, vain heinäkasveja sisältäneiden säilörehujen (ETTALA 1975 a ja b). Kolmessa ensimmäisessä kokeessa ohran ravintoarvo vaihteli hyvin vähän. Kokeessa 5 ohra oli poikkeuksellisen valkuaispitoista.

Taulukossa 2 on esitetty lehmien eri väkirehutasoilla syömät rehumäärät. Ohran keskimääräiset syöntimäärät ovat vaihdelleet 0-5 kg ka, säilörehumäärät 8.8-11.5 kg ka, heinä määrät 1.4-1.6 kg ka ja kokonaiskuiva-ainemäärät 12.4-15.8 kg. Kontrollina käytetyllä ohran annostustasolla, jossa tyydytettiin 10 maitokiloa ylittävän tuotoksen aiheuttama energiatarve kokonaan ohralla (kokeissa 1-2: taso 4, kokeessa 3: taso 2 ja kokeissa 4-5: taso 1), säilörehun kuiva-aineen syöntimäärät olivat: 10.5 kg, 9.9 kg ja 10.3 kg lehmää kohti päivässä. Eri kokeiden syöntimäärissä oli väkirehutasosta riippumattomia mm. lehmien tuotostasosta ja säilörehun koostumuksesta johtuvia eroavuuksia (ETTALA ja LAMPILA 1976). Syöntimäärien vertailu tapahtuu sen tähden kokeittain.

Ohra-annostuksen lisääntyessä säilörehun kulutus väheni (poikkeus kokeissa 1-2 tasot 1 ja 2) (taulukko 2). Äärimmäisten väkirehuryhmien säilörehun syöntimäärät ovat jokaisessa kokeessa eronneet toisistaan merkitsevästi ($P < 0.05$ - $P < 0.01$). Kolmessa ensimmäisessä kokeessa on merkit-

Taulukko 1. Rehujen koostumus ja laskettu rehuarvo

	Kuiva-		% kuiva-ainessa					ry:ssä		
	aine	tuh- kaa	raaka- rasvaa	raaka- kuitua	N-vap. uteain.	raaka- valk.	srv	kg	kg ka.	srv g
Säilörehut										
Koe 1. (1970-71) ¹⁾	23.2	8.7	6.0	30.5	38.2	16.6	12.1	5.3	1.21	146
Koe 2. (1971-72) ¹⁾	27.7	11.6	5.1	22.6	41.3	19.5	11.7	5.6	1.53	178
Koe 3. (1972-73)	25.2	10.3	5.4	28.1	39.3	16.9	11.9	5.5	1.38	164
Koe 4. (1973-74)	24.1	11.9	5.4	28.2	36.1	18.4	13.4	6.1	1.44	193
Koe 5. (1974-75)	23.4	14.3	5.6	26.0	35.5	18.5	12.7	6.5	1.52	193
Heinät										
Koe 1.	77.5	7.8	2.6	32.0	47.2	10.3	5.7	2.4	1.89	107
Koe 2.	81.0	6.4	2.3	30.3	52.0	9.0	6.4	1.8	1.49	95
Koe 3.	79.8	8.3	2.1	35.3	43.9	10.4	7.3	2.2	1.77	129
Koe 4.	81.7	6.7	1.8	34.1	44.8	12.6	8.8	2.1	1.69	149
Koe 5.	81.9	7.8	2.0	35.1	43.7	11.3	8.0	2.1	1.75	139
Ohre										
Koe 1.	86.9	3.1	2.2	5.2	75.6	13.9	10.1	1.0	0.88	89
Koe 2.	87.7	2.7	2.1	4.5	77.5	13.1	9.6	1.0	0.87	84
Koe 3.	87.3	2.7	2.0	5.0	76.1	14.2	10.4	1.0	0.85	89
Koe 4.	86.6	4.7	1.9	6.5	70.5	16.5	11.8	1.1	0.92	109
Koe 5.	85.4	4.4	1.7	7.1	68.4	18.4	14.3	1.1	0.93	133

1) mukane apilaa

Taulukko 2. Lehmien päivittäinen rehunkulutus

Kokeet ja ohran annostustasot	Leh- niä	Ohran kg ka		Säilörehue kg		Säilörehue kg ka		Heinä kg ka		Yhteensä kg ka	
		X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Kokeet 1-2											
1. 0-taso	16	-	-	43.5 ^{bcde}	4.6	11.2 ^{bcde}	1.5	1.6 ^a	0.1	12.8 ^d	1.5
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	15	0.6	0.4	44.7 ^{ce}	4.2	11.5 ^{ce}	1.5	1.6 ^a	0.0	13.7 ^e	1.7
3. 267 g/ -"-	16	1.6	0.7	41.9 ^{abde}	4.5	10.8 ^{abde}	1.8	1.6 ^a	0.0	14.0 ^e	1.8
4. 400 g/ -"-	15	2.1	1.0	40.7 ^{ad}	5.2	10.5 ^{ad}	1.6	1.6 ^a	0.1	14.2 ^e	1.7
Koe 3											
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	12	0.8	0.3	40.1 ^f	4.0	10.2 ^f	1.2	1.5 ^a	0.1	12.4 ^{ad}	1.2
2. 400 g/ -"-	12	1.5	1.4	39.2 ^{ef}	4.5	9.9 ^{ef}	1.2	1.4 ^a	0.1	12.9 ^{ade}	2.0
3. 267 g/ -"-	12	2.3	0.6	37.1 ^{de}	2.5	9.4 ^{de}	0.7	1.4 ^a	0.2	13.1 ^{abde}	1.0
4. 400 g/ -"-	12	3.4	1.3	34.7 ^d	4.2	8.8 ^d	1.1	1.5 ^a	0.1	13.7 ^{be}	1.7
Kokeet 4-5											
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	24	3.3	1.0	43.8 ^e	5.8	10.3 ^e	1.2	1.5 ^a	0.2	15.0 ^a	1.7
2. 400 g/ -"-	24	4.1	0.9	40.8 ^{de}	5.0	9.6 ^{de}	1.0	1.5 ^a	0.2	15.1 ^a	1.3
3. 400 g/ -"-	24	5.0	1.2	39.9 ^d	5.4	9.3 ^d	1.0	1.5 ^a	0.2	15.8 ^a	1.8

Erojen merkittävyys on tutkittu kokeittain pienimmän neliosuman varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot testattu Tukeyn testillä. Pystyriveillä eri kirjainmerkeillä varustetutarvot ovat olleet tilastollisesti eri suuria a-c : P < 0.05, d-f : P < 0.01.

sevä ero ollut myös 2. ja 4. väkirehuryhmien säilörehunkulutuksessa ($P < 0.01$). Merkitseviä eroja on ollut myös kokeissa 1-2 2. ja 3. väkirehuryhmän sekä kokeessa 3 1. ja 3. väkirehuryhman säilörehunsyönnissä ($P < 0.05 - P < 0.01$). Heinien syöntimäärään ei ohra-annostus ole vaikuttanut. Kokonaiskuiva-aineen syönti on ohramäärän kohotessa lisääntynyt. Kokonaiskuiva-aineen syönti on 0-tasolla ollut merkitsevästi ($P < 0.01$) pienempi kuin samojen kokeiden väkirehua saaneilla ryhmillä. Kokeessa 3 ovat merkitsevät ($P < 0.05 - P < 0.01$) erot muodostuneet kahden alimman väkirehutason (ohraa yli 10 kg:n tuotoksille) ja korkeimman väkirehutason (400 g ohraa/4 % maito-kg yli 5 kg:n tuotoksille) kuiva-aineen syöntimäärien välille. Korkeimmilla väkirehutasoilla (kokeet 4-5) ei kuiva-aineen syöntimäärissä ollut merkitseviä eroja.

Laskelmat lehmien keskimääräisestä energian ja valkuaisen saannista on esitetty taulukossa 3. Ohrasta saadut päivittäiset ry-määrät ovat vaihdelleet 0-5.8 ry, säilörehusta 6.3-8.5 ry ja heinästä 0.8-0.9 ry. Säilörehusta saadut ry- ja srv-määrät ovat kokeittain testattuna eronneet eri väkirehutasoilla toisistaan miltei samoin merkitsevyyseroin kuin vastaavat syöntimäärät (vrt. taulukot 2 ja 3). Kokonaisrehuysikkömäärien suhteen ovat kaikkien kokeiden äärimmäiset väkirehuryhmät eronneet toisistaan hyvin merkitsevästi ($P < 0.01$). Kokeissa 1-2 ovat myös tason 2 ja kokeessa 3 tasojen 2 ja 3 kokonaisrehuysikkömäärät eronneet korkeimman väkirehutason ry-määrästä merkitsevästi ($P < 0.05 - P < 0.01$). Sulavan raakavalkuaisen yhteismäärät ovat saman kokeen eri väkirehutasoilla olleet hyvin saman suuruisia. Merkitsevä ero ($P < 0.01$) on ollut vain äärimmäisten väkirehutasojen välillä kokeessa 3.

Rehuannoksen koostumus

Säilörehun osuus lehmien päivittäisessä rehuannoksessa on ollut keskimäärin 72 % kuiva-aineen syönnistä, 67 % ry-saannista ja 78 % srv-saannista. Heinän vastaavat osuudet olivat 11 %, 8 % ja 7 % ja ohran osuudet 17 %, 25 % ja 15 %. Karkearehun ja väkirehun suhde on muuttunut eri väkirehutasoilla lehmien keskimääräisessä tuotantovaiheessa taulukossa 4 esitetyn lukusarjan mukaisesti. Lähtökohta oli 100 : 0 ja korkein taso rehuysiköitten saannissa 56 : 44.

Ohra-annostuksen lisääntyessä laski rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus varsin vähän (eri kokeissa 0.3-0.5 %-yksikköä/ka), mutta raakakuitupitoi-

Taulukko 3. Lasketmat energia- ja valkuaismääristä lehmää kohti päivässä

Kokeet ja ohran annostustasot	Ohra		Säilörehu		Heinä		Yhteensä		Saanti-tarve	
	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g
Kokeet 1-2										
1. O-taso	-	-	8.3 ^{bde}	1317 ^{de}	0.9 ^a	93 ^e	9.2 ^{ad}	1410 ^a	-0.5 ^{ad}	+207 ^a
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	0.7	57	8.5 ^{ce}	1360 ^e	0.9 ^a	92 ^{de}	10.1 ^{de}	1510 ^a	+0.3 ^{bde}	+297 ^a
3. 267 g/	1.8	160	7.9 ^{abde}	1273 ^{de}	0.9 ^a	92 ^{de}	10.7 ^{bce}	1524 ^a	+0.1 ^{abde}	+186 ^a
4. 400 g/	2.4	210	7.7 ^{ad}	1239 ^d	0.9 ^a	91 ^d	11.1 ^{ce}	1540 ^a	+0.7 ^{be}	+242 ^a
Koe 3										
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	0.9	78	7.4 ^f	1187 ^{ce}	0.8 ^a	109 ^a	9.1 ^d	1374 ^d	+0.1 ^d	+268 ^a
2. 400 g/	1.8	159	7.2 ^{ef}	1167 ^{bce}	0.8 ^a	104 ^a	9.8 ^{de}	1430 ^{de}	+0.4 ^d	+259 ^a
3. 267 g/	2.7	233	6.8 ^{de}	1102 ^{abde}	0.8 ^a	105 ^e	10.3 ^e	1440 ^{de}	+0.5 ^d	+226 ^a
4. 400 g/	4.1	355	6.3 ^d	1027 ^{ad}	0.8 ^a	108 ^a	11.2 ^f	1490 ^e	+1.3 ^e	+245 ^a
Kokeet 4-5										
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	3.8	346	6.9 ^e	1377 ^e	0.9 ^a	126 ^a	11.6 ^d	1848 ^a	-0.0 ^{ad}	+354 ^a
2. 400 g/	4.7	432	6.5 ^{de}	1294 ^{de}	0.9 ^a	128 ^a	12.1 ^{de}	1854 ^a	+0.5 ^{bde}	+370 ^a
3. 400 g/	5.8	529	6.3 ^d	1260 ^d	0.9 ^a	122 ^a	12.9 ^e	1910 ^a	+0.9 ^{be}	+357 ^a

Erojen merkitsevyys on testattu kuten taulukossa 2. a-c : P < 0.05, d-f : P < 0.01.

suus huomattavasti (2.3-4.4 %-yksikköä/ka). Typettömien uuteaineiden määrässä on vastaavasti tapahtunut huomattavaa nousua (4-7 %-yksikköä/ka). Väkevimmässä keskimääräisessä rehmannoksessa on ollut raakavalkuaista 17 % ja raakakuitua 20.4 % (taulukko 4).

Lehmien tuotokset

Lehmät ovat tuottaneet säilörehulla ja 2 kg:n päivittäisellä heinäannoksella, siis ilman väkirehua, maitoa keskimäärin 14.8 kg päivässä 110 pv ja 80 pv kestäneiden koekausien aikana (taulukko 5, s. 3). Kyseisellä 0-tasolla maitomäärä laski heti koekauden alussa 16 kg:n keskimääräiseen päivätuotokseen (kuva 1). Myös lehmien paino laski koekauden alkupuolella. Ensimmäisen koekuukauden aikana energiavajaus 0-tasolla oli keskimäärin 1.5 ry/lehmä/pv. Koekauden myöhemmässä vaiheessa energian saanti vastasi tarvetta tai ylitti sen. Tällöin myös tuotos pysyi varsin tasaisena ja elopainossa tapahtui vähäistä nousua (kuva 1). Keskimääräinen energiavajaus 0-tasolla oli koko koekautena 0.5 ry/lehmä/pv (taulukko 3).

Kokeissa 1-2 on suurin maitotuotos saavutettu väkirehutasolla 3. Ero alempien tasojen maitotuotoksiin on ollut merkitsevä ($P < 0.05$ - $P < 0.01$). Sen sijaan 2. ja 4. väkirehutasoon ero lähinnä alempaan tasoon ilmeni vain elopainojen lisäyksenä (taulukko 5, kuva 1). Ilmeisesti 2. ja 4. tason tuloksiin on vaikuttanut myös ryhmien samanarvoisuutta heikentänyt yhden lehmän menetys.

Lehmien tuotostaso oli kokeessa 3 alempi kuin muissa kokeissa (taulukko 5, kuva 1). Tässä lehmien tuotokset seurasivat johdonmukaisesti ohran annostustasoja. Merkitsevä ero oli äärimmäisten väkirehuryhmien maitotuotoksissa ($P < 0.05$). Erot 4 % maitotuotoksissa olivat merkitseviä ($P < 0.05$) 1. ja 3. tason välillä ja hyvin merkitseviä ($P < 0.01$), 1. ja 4. tason välillä.

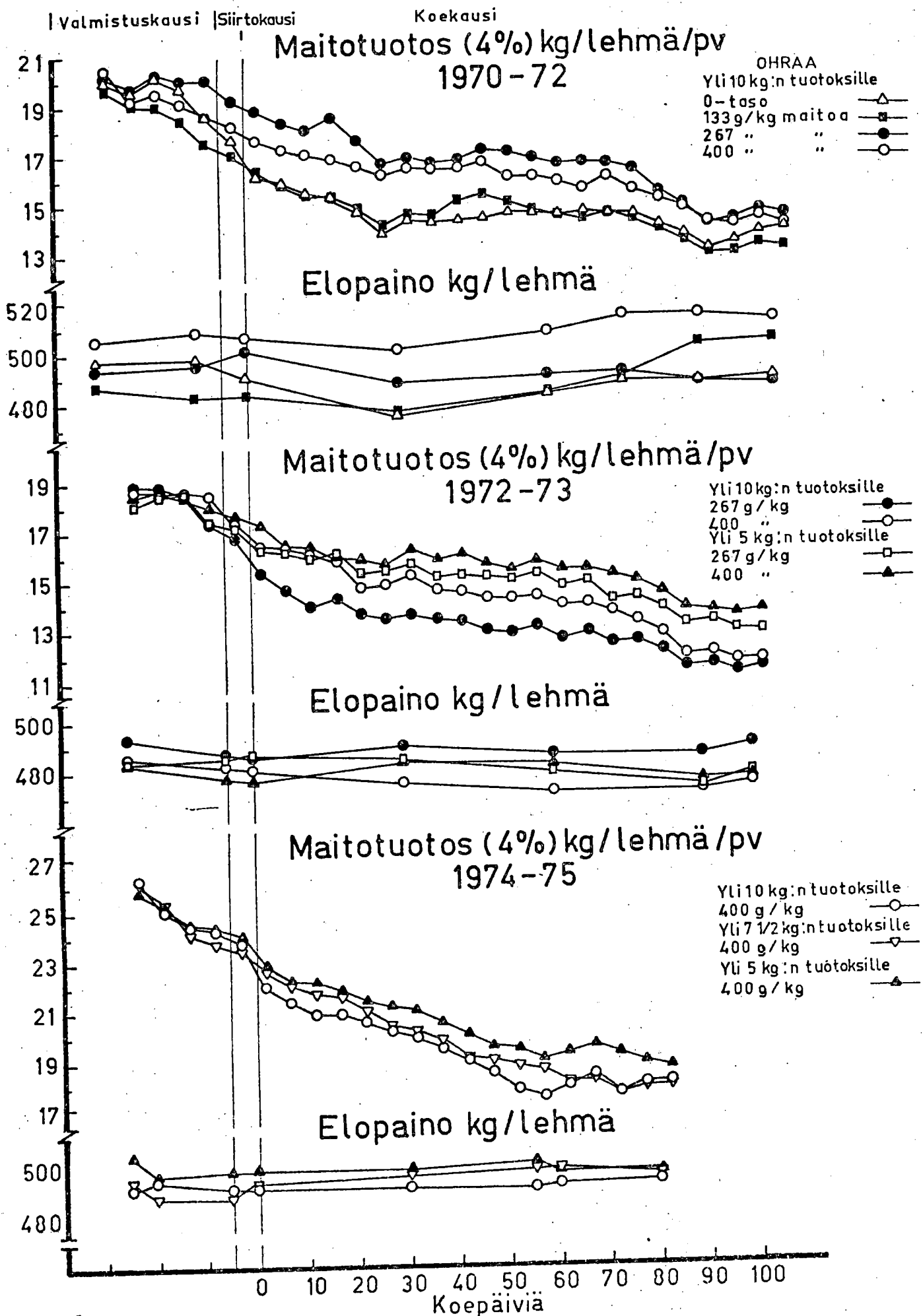
Kokeissa 4-5 on lehmien tuotostaso ollut korkeampi kuin muissa kokeissa. Se on johtunut lehmien suuremmasta tuotantokapasiteetista (kuva 1), runsaammasta ohra-annostuksesta (taulukko 5) ja lyhyemmästä koeajasta (s. 3). Suurin maitotuotos (keskimäärin 19.7 kg/lehmä/pv) saatiin korkeimmalla väkirehutasolla, jossa ohralla tyydytettiin yli 5 maitokilon (4 %) aiheuttama energiatarve. Ero muiden ryhmien maitotuotoksiin jäi jonkin verran vaille 5 %:n merkitsevyysrajan koko koekautena, mutta ensimmäisenä

Taulukko 5. Tuotokset lehmää kohti päivässä

Kokeet ja väki-rehutasot	Maitoa kg/lehmä/pv				raava				Maidon koostumus, %				Elopaino, kg						
	4 %		S		X		S		X		S		X		S		Nuutos		
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	
<u>Kokeet 1-2</u>																			
1. O-taso	14.8 ^{ad}	2.2	14.6 ^{ad}	2.4	3.89	0.20	3.02	0.25	4.79 ^{ad}	0.23	482	35	+ 1						
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	14.7 ^{abde}	3.4	14.8 ^{abde}	3.3	4.05	0.24	3.11	0.29	4.85 ^{ade}	0.14	482	44	+10						
3. 267 g/	16.8 ^{ce}	2.8	16.8 ^{ce}	2.8	4.03	0.36	3.09	0.39	4.87 ^{abde}	0.22	491	56	-10						
4. 400 g/	16.1 ^{bde}	3.0	16.1 ^{bde}	2.9	4.00	0.32	3.24	0.32	4.91 ^{be}	0.21	506	63	+ 6						
<u>Koe 3</u>																			
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	12.7 ^a	1.4	13.0 ^{ad}	1.6	4.13	0.23	3.23	0.27	4.62	0.23	486	59	+ 3						
2. 400 g/	13.8 ^{ab}	3.7	14.1 ^{abde}	4.1	4.14	0.31	3.23	0.32	4.59	0.24	473	43	- 6						
3. 267 g/	14.2 ^{ab}	2.8	14.8 ^{bde}	2.8	4.33	0.34	3.25	0.23	4.71	0.22	480	35	- 8						
4. 400 g/	14.8 ^b	3.5	15.3 ^{be}	3.6	4.31	0.27	3.31	0.23	4.77	0.25	479	34	+ 2						
<u>Kokeet 4-5</u>																			
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	18.5	2.5	19.4	2.9	4.39	0.33	3.40	0.20	4.95 ^a	0.15	490	38	+ 3						
2. 400 g/	18.4	2.8	19.3	2.5	4.39	0.32	3.50	0.24	4.98 ^{ab}	0.14	487	55	+ 1						
3. 400 g/	19.7	3.0	20.4	2.9	4.32	0.37	3.45	0.27	5.00 ^b	0.13	498	58	+ 7						

Erojen merkittävyys on tutkittu kokeittain pienimmän neliosuman varianssianalyysillä ja keskiarvojen ero testattu Tukey'n testillä. Pystyiveillä eri kirjainkerkeillä varustetut luvut ovat olleet tilastollisesti eri suuria. Luvut, joista kirjainmerkit puuttavat, ovat tilastollisesti samanarvoisia.

a-c : P < 0.05, d-e : P < 0.01.



Kuva 1.

Tuotosten ja elopainojen muuttuminen eri väkirehutasoilla Jokioisten kokeissa 1970-1975

koekuukautena ero 1. ja 3. väkirehuryhmien maitotuotoksissa oli merkitsevä ($P < 0.05$).

Keskimääräinen energiatarve tuli kaikilla muilla väkirehutasoilla tyydytetyksi paitsi 0-tasolla (taulukko 3). Kunkin kokeen korkeammilla väkirehutasoilla keskimääräinen ry-saanti oli suurempi kuin tarve. Valkuaisen saanti oli kaikissa kokeissa ja kaikilla väkirehutasoilla suurempi kuin keskimääräinen tarve. Ylimäärä vaihteli 186 g - 370 g/lehmä/pv (taulukko 3).

Väkirehulisän vaikutus maidon koostumukseen on esitetty taulukossa 5. Ohra-annostuksen lisääntyessä on maidon rasva-, valkuais- ja maitosokeripitoisuuksissa todettavissa nouseva suunta. Merkitseviä eroja on kuitenkin ollut vain maitosokeripitoisuuksien välillä kokeissa 1-2 ja 4-5. Merkitseviä yhdysvaikutuksia on ollut väkirehutasojen ja korjuuasteen välillä valkuaispitoisuuden kohdalla kokeessa 4 sekä väkirehutasojen ja typpilannoitustason välillä maitosokeripitoisuuden kohdalla kokeessa 3.

TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa kävi ilmi, että väkirehulisäys vähensi säilörehun, mutta kohotti kokonaiskuiva-aineen syöntiä (taulukko 2). Tulos on yhdenmukainen monien muiden tutkimusten kanssa, joissa jonkin karkearehun (säilörehu ja/tai heinä ja/tai ruoho) syönti on vähentynyt ja kokonaiskuiva-aineen syönti kohonnut väkirehuannostuksen myötä (CAMPLING ja MURDOCH 1966, CASTLE et al. 1958, CASTLE ja WATSON 1961, 1975, EKERN 1972 b ja FOOT ja LINE 1966, FORBES ja IRWIN 1970, HOLMES et al. 1957, 1960, MATHER et al. 1960, MURDOCK ja HODGSON 1967, MÄKELÄ 1956, WILKINSON 1969).

Jos tässä ohralisäyksen vaikutus säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiin lasketaan kunkin kokeen äärimmäisten väkirehuryhmien syöntimäärien erotuksesta, on tuoreen säilörehun syönti keskimäärin laskenut 1.9 kg ja säilörehun kuiva-aineen syönti 490 g sekä kokonaiskuiva-aineen syönti kohonnut 550 g/lehmä/pv yhtä lisättyä ohrakuiva-ainekiloa kohti. Kun vastaavat tiedot laskettiin suuremmasta aineistosta (tässä olevat kokeet mukana) regressioanalyysillä, ohrakuiva-ainekilon lisäys vähensi säilörehun syöntiä 2.7 kg ja säilörehun kuiva-aineen syöntiä 640 g sekä lisäsi kokonaiskuiva-aineen syöntiä 360 g lehmää kohti päivässä (ETTALA ja

LAMPILA 1976). Viimemainitussa tutkimuksessa oli eliminoitu muiden merkittävästi vaikuttaneiden tekijäin vaikutus syöntiin ja tulokset laskettu lehmien sisäisestä vaihtelusta. Väkiprehulisän vaikutuksen suuruus on vaihdellut eri tutkimuksissa; useimmiten karkearehun väheneminen on vaihdellut 0.2-1.0 kg ka/kg ka väkiprehua (CAMPLING ja MURDOCK 1966, CASTLE ja WATSON 1961, 1975, EKERN 1972 b, FOOT ja LINE 1966, FORBES ja IRWIN 1970, HOLMES et al. 1957, 1960, M. THER et al. 1960, MURDOCK ja HODGSON 1967, WILKINSON 1969). EKERN (1972 b) on todennut, että väkiprehukilon lisääminen on alentanut karkearehun syöntiä enemmän varhaisella kuin myöhemmällä laktaatiokaudella (0.9/0.3-0.5 kg ka/kg ka). HOLMES et al. (1957) puolestaan ovat todenneet kokonaiskuiva-aineen syönnin lisääntyneen väkiprehukilon lisääntymisestä enemmän korkeatuottoisilla kuin alhaisessa tuotostavaiheessa olevilla lehmillä.

Tässä tutkimuksessa on väkiprehun osuus ollut pieni ja säilörehun suuri verrattuna useimpiin muihin karkearehun ja väkiprehun suhdetta selvittäviin tutkimuksiin. KESLERIN ja SPAHRIN (1964) tutkimusten mukaan lehmien energian saanti on ollut suurimmillaan, kun väkiprehun osuus kuiva-aineen syöntimäärästä oli n. 50-60 % ja rehuannoksen kuitupitoisuus 14-16 %/ka. WIKTORSONIN ja BENGTSONIN (1973) tutkimusten mukaan korkeatuottoisten lehmien kuiva-aineen syönti oli suurimmillaan, kun väkiprehun osuus kuiva-aineen syöntimäärästä oli 45-60 %. Tällöin rehuannoksen kuitupitoisuus oli 16 %/ka. Tässä esitetyssä tutkimuksessa on vasta korkeimmalla väkiprehutasolla tultu lähelle mainittuja arvoja (taulukko 4). Korkeimmalle tasolle, jossa yli 5 kg:n tuotokset tuotettiin ohralta, oli n. 20 kg:n tuotostasolla chran osuus 31 % kuiva-aineen syönnistä ja rehuannoksen kuitupitoisuus 20.4 %. On huomattava, että karkearehu-väkiprehu-suhde muuttuu tässä tutkimuksessa käytetyllä annostustavalla tuotostasojen mukaan. Väkiprehun suhteellinen osuus kasvaa huomattavasti korkeammilla tuotostasoilla, koska ylläpitoon ja 5-10 kg:n tuotoksiin tarvittun, pelkätään karkearehulla tyydytetyn energian osuus pienenee tuotostason kohotessa.

Väkiprehun osuuden kasvu näkyy selvästi rehuannoksen kuitupitoisuuden alenemisena ja typettömien uuteaineiden määrän kohoamisena (taulukko 4). Ruokinnan kannalta on merkityksellistä myös se, että rehuannoksen valkuaispitoisuus on väkiprehulisäyksellä alentunut varsin vähän. Tämä on yhdessä lisääntyneen kuiva-aineen syönnin kanssa tehnyt mahdolliseksi valkuaisen saannin riittävyuden kaikilla väkiprehutasoilla (taulukko 3). Laskelmien mukaan valkuaisylimäärä (190-370 g/lehmä/pv) riittäisi vielä

3-6 maitokilon tuottamiseen eli parhaissa tapauksissa noin 25 kg:n päivätuotoksiin. Tällaisia yksilöitä on tutkimuksessa esiintynyt (ETITALA ja LAMPILA 1974). Valkuaisen riittävyttä arvosteltaessa on tosin huomattava, että viimeisessä kokeessa käytetty ohra on ollut poikkeuksellisen valkuaispitoista (taulukko 1).

Maitotuotos on lisääntynyt ohra-annostuksen kohotessa (taulukko 5). Jos vaikutuksen suuruus lasketaan kunkin kokeen äärimmäisillä väkirehutasoilla saavutettujen tuotosten erotuksesta, on yksi ohrakuiva-ainekilo lisännyt 4 % maitoa keskimäärin 730 g lehmää kohti päivässä. Eri tutkimuksissa ovat väkirehulisäyksellä saadut tuotoslisäykset vaihdelleet n. 0.5-1.7 lb/lb ka lehmää kohti päivässä (BROSTER et al. 1958, 1969, BROSTER ja TUCK 1967, BURT 1957, CASTLE ja WATSON 1961, HOLMES et al. 1957, 1960, MATHER et al. 1960). BROSTER et al. (1958, 1969) ovat todenneet väkirehulisän vaikuttaneen enemmän varhaisella kuin myöhemmällä laktaatiokaudella. HOLMES et al. (1957) ja MATHER et al. (1960) ovat todenneet voimakkaamman vaikutuksen korkeatuottoisilla kuin vähän tuottavilla lehmillä. Edellämainittujen lisäksi on myös monissa muissa tutkimuksissa todettu maitotuotoksen lisääntyneen väkirehuannostuksen kohotessa (BISHOP et al. 1963, BROSTER et al. 1967, CASTLE et al. 1958, 1959, CASTLE ja WATSON 1975, HUBER ja BOMAN 1966, MURDOCK ja HODGSON 1967).

Väkirehulisäys ei kuitenkaan ole laina lisännyt tuotosta. Jos väkirehun osuus rehuannoksessa on ollut liian suuri, tuotoksen lisäystä ei ole tapahtunut tai tuotos on jopa jäänyt alhaisemmaksi kuin pienempää väkirehumäärää käytettäessä (ELLIOT ja LOOSLI 1959, EKERN 1972 a, HOLMES et al. 1956, HOOGENDOORN ja GRIEVE 1970, KESLER ja SPAHR 1964, NELSON et al. 1968, NORDFELDT ja RUUDVERE 1963, NORDFELDT ja CLAESSION 1964). NORDFELDTin (1966) tutkimusten mukaan parhaat tuotantotulokset on saatu, kun väkirehun osuus ry-määrästä oli 60 %, jos karkearehuna oli pelkästään heinä tai säilörehu. Jos karkearehuna oli käytetty molempia, optimisuhde karkearehun ja väkirehun välillä oli 55 : 45. Tämä on vastaavaa tasoa kuin tässä tutkimuksessa parhaaseen tulokseen johtanut keskimääräinen karkearehu-väkirehu-suhde 56 : 44 (taulukko 4).

Maidon valkuais- ja rasvapitoisuus ei tässä tutkimuksessa ole kohonnut ohralisäyksellä merkittävästi vaikka kohoava suunta on todettavissa (taulukko 5). Kun ruokinnan vaikutusta maidon koostumukseen on selvitetty laajemmasta aineistosta (mukana osa tässä esitetyistä kokeista), todettiin, että ohralisä kohotti säilörehuvaltaisessa ruokinnassa maidon

valkuais- ja rasvapitoisuutta erittäin merkitsevästi, kun poikimisesta kuluneen ajan ja maitotuotoksen vaikutus oli eliminoitu (ETTALA 1976). Jopa energian ylikuukinta nosti valkuaispitoisuutta, mutta toisaalta laski rasvapitoisuutta. Myös monissa muissa tutkimuksissa on todettu, että väkirehulisäys on kohottanut maidon valkuaispitoisuutta tai rasvatonta kuiva-ainepitoisuutta, mutta vaikutus rasvapitoisuuteen on ollut vähäinen tai runsaan väkirehuruokinnan seurauksena negatiivinen (BISHOP et al. 1963, BROSTER et al. 1958, 1969, BROSTER ja TUCK 1967, BURT 1957, CASTLE et al. 1958, 1959, CASTLE ja WATSON 1961, 1975, HUBER ja BOMAN 1966, HOLMES et al. 1956, 1957, 1960, KESLER ja SPAHR 1964, MURDOCK ja HODGSON 1967, NELSON et al. 1968, NORDFELDT ja RUUDVERE 1963). Tässä tutkimuksessa väkirehulisäys kohotti merkitsevästi maitosokeripitoisuutta neljässä kokeessa viidestä, mutta yleensä väkirehun vaikutus maitosokeripitoisuuteen on ollut pieni (CASTLE ja WATSON 1975, ETTALA 1976, HOLMES et al. 1957, 1960, HUBER ja BOMAN 1966, NORDFELDT ja RUUDVERE 1963).

Yhteenvetona tutkimuksesta voidaan todeta, että paras tuotantotulos on saavutettu korkeimmalla väkirehutasolla, jossa yli 5 kg:n maitomäärä on tuotettu viljalla. Ruokinnan väkevyys on tällöin ollut lähellä muiden tutkimusten mukaista optimitasoa (s. 7) ja valkuainen riittänyt n. 20-25 kg:n päivätuotoksiin. Erot alemmilla väkirehutasoilla saatuihin tuotoksiin eivät kuitenkaan ole olleet hyvin suuria, joten säilörehuvaltaisella ruokinnalla voidaan saavuttaa keskimääräisiä tuotoksia hyvinkin pienin väkirehumäärin.

KIRJALLISUUTTA

- BISHOP, S.E., LOOSLI, J.K., TRIMBERGER, G.W. & TURK, K.L. 1963. Effects of pelleting and varying grain intakes on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 46: 22-26.
- BROSTER, W.H., BROSTER, V.J. & SMITH, T. 1969. Experiments on the nutrition of the dairy heifer. VIII. Effect on milk production of level of feeding at two stages of the lactation. *J. Agric. Sci. Camb.* 72: 229-245.
- , RIDLER, B. & FOOT, A.S. 1958. Levels of feeding of concentrates for dairy heifers before and after calving. *J. Agric. Sci. Camb.* 25: 373-382.
- & TUCK, V.J. 1967. Experiments on the nutrition of the dairy heifer. VI. The effect on milk production of the level of feeding during the last six months of pregnancy and the first eight weeks of lactation. *J. Agric. Sci. Camb.* 69: 465-477.
- BURT, A.W.A. 1957. The effect of variations in nutrient intake upon the yield and composition of milk. I Variations in the amount and type of concentrates fed in winter rations. *J. Dairy Res.* 24: 283-295.
- CAMPLING, R.C. & MURDOCH, J.C. 1966. The effect of concentrates on the voluntary intake of roughages by cows. *J. Dairy Res.* 33: 1-11.
- CASTLE, M.E., MacLUSKY, D.S., MORRISON, J. & WATSON, J.N. 1959. The effect of concentrates of high or low starch equivalent, both fed at two levels on the milk production of dairy cows. *J. Dairy Res.* 26: 1-8.
- , MacLUSKY, D.S., WAITE, R. & WATSON, J.N. 1958. The effect of level of concentrate feeding and type of roughage on milk production. *J. Dairy Res.* 25: 365-372.
- & WATSON, J.N. 1961. The effect of level of concentrate feeding before and after calving on the production of dairy cows. *J. Dairy Res.* 28: 231-243.
- , WATSON, J.N. 1975. Silage and milk production. A comparison between barley and dried grass as supplements to silage of high digestibility. *J. Brit. Grassl. Soc.* 30: 217-222.
- EKERN, A. 1972 a. Feeding of high yielding dairy cows. II The effect of ad libitum versus restricted forage feeding on milk yield and composition. *Meld. Norg. Landbrhøgsk.* 51, 31, 31 p.
- 1972 b. Feeding of high yielding dairy cows. III. Roughage intake in high yielding cows when fed grass silage ad libitum. *Meld. Norg. Landbrhøgsk.* 51, 32, 30 p.

- ELLIOT, J. M. & LOOSLI, J. K. 1959. Effect of the dietary ratio of hay to concentrate on milk production, ration digestibility, and urinary energy losses. *J. Dairy Sci.* 42: 836-842.
- ETTALA, E. 1976. Factors affecting the composition of milk. I. Effect of energy and protein levels in grass silage- and pasture-based diets. *Ann. Agric. Fenn.* 15: 1 - 14.
- & LAMPILA, M. 1974. Konserverat gräs som energi- och proteinkälla för mjölkkor. NJF Grovfodersymposium, Randers, 2: F 1-11.
- & LAMPILA, M. 1976. Factors affecting voluntary silage intake by cows. *Ann. Agric. Fenn.* 15: 00-000.
- , POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975 a. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. I. Preservation and composition of silages. *Ann. Agric. Fenn.* 14: 286-303.
- , POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1975 b. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. II. Intake and nutritional value of silages. *Ann. Agric. Fenn.* 14: 304-318.
- , TAKALA, M. & LAMPILA, M. 1974. Typpilannoitustasot lypsylehmien säilörehuruokinnassa. *Kehittyvä Maatalous* 18: 51-59.
- FOOT, A. S. & LINE, C. 1966. The consumption of hay and grass silage by Friesian milking heifers on high and low intakes of concentrates. *Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki* p. 584-587.
- FORBES, T.J. & IRWIN, J. H. D. 1970. Silage for winter fattening. *J. Brit. Grassl. Soc.* 25: 96-103.
- HARVEY, W. R. 1966. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. *ARS 20-8. Agric. Res. Service, U. S. Dept. of Agric.* 157 p.
- HOLMES, W., ARNOLD, G.W. & PROVAN, A.L. 1960. Bulk feeds for milk production. I. The influence of level of concentrate feeding in addition to silage and hay on milk yield and milk composition. *J. Dairy Res.* 27: 191-204.
- , REID, D., MacLUSKY, D.S., WAITE, R. & WATSON, J.W. 1957. Winter feeding of dairy cows. IV. The influence of four levels of concentrate feeding in addition to a basal ration of grass products on the production obtained from milking cows. *J. Dairy Res.* 24: 1-10.
- , WAITE, R., MacLUSKY, D. S. & WATSON, J.N. 1956. Winter feeding of dairy cows. I The influence of level and source of protein and of the level of energy in the feed on milk yield and composition. *J. Dairy Res.* 23:1-12.
- HOOGENDOORN, A.L. & GRIEVE, C.M. 1970. Effects of varying energy and roughage in rations for lactating dairy cows on feed intake and milk production. *J. Dairy Sci.* 53:1028-1034.

- HUBER, J. T. & BOMAN, R. L. 1966. Effect of grain level and protein content of the grain for grazing cows on milk composition and yield and certain blood and rumen constituents. *J. Dairy Sci.* 49: 395-398.
- KESLER, E. M. & SPAHR, S. L. 1964. Effect of various levels of grain feeding. Physiological effects of high level concentrate feeding. *J. Dairy Sci.* 47: 1122-1128.
- MATHER, R. E., BREIDENSTEIN, C. P., POULTON, B. R. & BONNINGTON, Jr. G. H. 1960. High levels of grass silage for milk production with no grain, medium, and high grain feeding. 1. Intake, milk production and body weight changes. *J. Dairy Sci.* 43: 358-370.
- MURDOCK, F. R. & HODGSON, A. S. 1967. Milk production response of dairy cows fed high-moisture grass silage. 1. Effect of varying levels of hay and concentrate. *J. Dairy Sci.* 50: 57-61.
- MÄKELÄ, A. 1956. Studies on the question of bulk in the nutrition of farm animals with special reference to cattle. *Acta Agr. Fenn.* 85, 130 p.
- NELSON, B. D., ELLZEY, H. D., MORGAN, E. B. & ALLEN, M. 1968. Effects of feeding lactating dairy cows varying forage to concentrate ratios. *J. Dairy Sci.* 51: 1796-1800.
- NORDFELDT, S. 1966. Utilization of hay and/or silage by dairy cows. *Proc. 10th Int. Grassl. Congr. Helsinki* p. 588-592.
- & CIAESSON, O. 1964. Influence of various levels of roughage and concentrates and the effect of different planes of nutrition on milk production in dairy cows. *Lantbr.högsk. Ann.* 30: 517-545.
- , RUUDVERE, A. 1963. Influence of various levels of roughage and concentrate and the effect of different planes of nutrition on milk production in dairy cows. *Lantbr.högsk. Ann.* 29: 345-393.
- POIJÄRVI, I. 1925. Mjölkkornas näringsbehov. *Maatal. Koelait. Tiet. Julk.* 26. 77 p. Helsinki.
- 1947. Lypsylehmien valkuaistarpeesta ja sen tyydyttämisestä. *Käyt. Maatal.* 9: 226-227.
- WIKTORSSON, H. & BENGTTSSON, A. 1973. Feeding dairy cows during the first part of lactation. II. Comparison of ad lib. feeding of wilted hay crop silage and concentrate blended or separate. *Swed. J. Agric. Res.* 3: 161-166.
- WILKINSON, J. M. 1969. The voluntary intake of silage by ruminants. *J. Univ. Newcastle/Tyne Agric. Soc.* 23: 28-30.

VILJAN KÄYTTÖ SÄILÖREHURUOKINNASSA

Elsi Ettala

Maatalouden tutkimuskeskuksessa saatuihin koetuloksiin perustuen voidaan todeta, että täysin kotoisella ruokinnalla, jossa lehmillä on vapaasti säilörehua, vähän heinää (1-2 kg päivässä) sekä ainoana väkirehuna ohra, päästään yleisesti noin 26 kg päivätuotoksiin. Hyvätuottoiset lehmät, jotka syövät runsaasti säilörehua ovat päässeet huomattavasti sen ylikin.

Parhaat tulokset on saatu, kun viljan osuus päivän ry-määrästä on ollut n. 40 %. Yhdellä ohrakilolla saatu tuotoslisä on pienemmällä viljamäärillä saatuihin päivätuotoksiin verrattuna ollut keskimäärin 600 g. Aina ei viljalisän vaikutus ole ollut yhtä suuri, vaan säilörehun rehuarvo on vaikuttanut tulokseen. Jos säilörehu on ollut erittäin ravintorikasta ja maittavaa, on pienilläkin viljamäärillä päästy hyviin tuloksiin. Yhden ohrakilon lisäys ruokintaan on vähentänyt säilörehun syöntiä keskimäärin 2,5 kg päivässä.

TAVOITTEENA KOTOVARAINEN RUOKINTA

Suomessa on kansantaloudellinen tavoite päästä mahdollisimman suureen omavaraisuuteen nautakarjan ruokinnassa. Sama pyrkimys lisääntyy myös yksityistaloudellisesti sitä mukaa kuin kaupallisten väkirehujen hinnat kohoavat.

Maatalouden tutkimuskeskus on selvittänyt omavaraisen ruokinnan mahdollisuuksia aina vuodesta 1969 lähtien. Eräs selvityksen kohde on ollut se, kuinka paljon olisi syytä käyttää viljaa silloin kun säilörehu muodostaa lehmien pääasiallisen karkearehun. Heinää ruokinnassa on ollut vain sen verran (1-2 kg/lehmä/päivä), että pötsin toiminta varmistuu. Kokeet on tehtu kotieläinhuolto-osaston toimesta pääasiassa Jokioisten kartanoiden Lintupajun tilalla.

KOTOISILLA REHUILLA HYVIÄ TULOKSIA

Tutkimuksessa lähdettiin 0-tasosta, jolloin lehmät saivat vapaasti säilörehua ja 2 kg päivässä heinää eikä mitään muuta. Säilörehu oli ensiluokkaista. Lehmien (16 eläintä) keskimääräiseksi päivätuotokseksi saatiin 14,6 kg neliprosenttista maitoa 110 koepäivän aikana. Ilmeistä on, että jos säilörehu olisi ollut heikompilaatuista, olisi seurauksena ollut huomattava energiavajaus ja kenties asetonitauti. Koe kuitenkin hyvällä säilörehulla onnistui. Lehmät söivät säilörehua keskimäärin 43,5 kg päivässä.

Seuraavana tutkimuskohteena oli pienten viljamäärien käyttö. Ohraa annettiin vasta yli 10 kg päivässä tuottaville lehmille. Silloinkin jotkut ryhmät saivat siitä vain 1/3 ylityksen aiheuttamasta ry-tarpeesta, toiset ryhmät saivat 2/3 siitä, ja enimmäin saavilla korvattiin koko 10 kg ylittävän maitotuotoksen aiheuttama ry-tarve ohralla. Keskimääräiset ohramäärät näillä kolmella ryhmällä 110 koepäivän aikana olivat 0,7-1,9-2,5 kg päivässä ja vastaaviksi keskimääräisiksi neliprosent-

tisiksi maitomääräksi tuli 14,8-16,8-16,1 kg. Ensinmainitusta ja viimeisestä ryhmästä menetettiin yksi lehmä ja se valitettavasti vähensi tuotostulosten varmuutta. Tuotokset olivat kuitenkin varsin hyviä pieniin viljamääriin nähden, mutta säilörehu olikin erittäin hyvää.

Heikompilaatuista säilörehua syötettäessä viljan lisäämisen vaikutus tuli selvemmin esille. Jokioisissa 1972-73 sisäruokintakaudella tehdyssä kokeessa koeryhmien ohran saanti oli keskimäärin 0,9-1,8-2,6-3,9 kg ja vastaavat tuotokset olivat 13,0-14,1-14,8-15,3 kg neliprosenttista maitoa päivässä.

Seuraavassa koesarjassa otettiin niiksi tuotantorajoiksi joiden yli menevän maitomäärän aiheuttama energiantarve korvattiin ohralla, 5, 7,5, ja 10 kg. Kuttakin ylittävää maitokiloa kohti annettiin ohraa 400 g päivässä. Koska näillä määrillä saavutettiin suurimmat tuotokset on taulukossa 1 esitetty tarkemmin näiden koelehmien syönti- ja maitomäärät sekä kokeen aikana tapahtuneet painon muutokset. Kokeiden kesto aika oli keskimäärin 73 päivää (d) ja joka koeryhmässä oli 24 lehmää.

Taulukko 1. Yli 10, 7.5 ja 5 kg tuotostasoille annetun viljamäärän vaikutus lehmien syöntiin ja tuotoksiin (Jokioinen 1973-75).

	Lehmäryhmät		
	yli 10 kg	yli 7,5 kg	yli 5 kg
Syönti			
Ohraa, kg/lehmä/d	3,8	4,7	5,8
Säilörehua, kg/lehmä/d	43,8	40,8	39,9
Heinää kg/lehmä/d	1,8	1,8	1,8
Tuotos			
Maitoa (4 %), kg/lehmä/d	19,4	19,3	20,4
Elopainon muutos, kg/lehmä	+3	+1	+7

Taulukosta voidaan todeta, että eniten maitoa (20,4 kg/lehmä/d) tuotti ryhmä, joka sai viljaa yli 5 kilon tuotoksia varten. Viljaa käytettiin silloin noin 40 % energian tarpeesta. Säilörehulla ja heinällä tyydytettiin tällöin eläimiseen ja 5 maitokiloon kulunut energia. Maidon koostumus oli kaikissa ryhmissä hyvin samanlainen, esimerkiksi rasvaprosentti vaihteli 4,32-4,39.

VILJAN JA MAIDON HINTASUHDE RATKAISEE

Kun kaikisyyttä kokeista tehdään yhteenveto, voidaan todeta, että lisätyllä ohrakilolla saavutettiin 600 g maidonlisäys päivässä, samalla kun säilörehun syönti väheni 2,5 kg päivässä. Viljan ja maidon hintasuhteista samoin kuin säilörehun riittävydestä näin ollen riippuu, mitä viljamäärää kukin viljelijä käyttää. Ohran tilalla tai mieluummin sen rinnalla voidaan hyvin käyttää myös kauraa.

Edellä esitetyt tulokset ovat ryhmien ja koko koekauden keskimääräisiä tuloksia. Luonnollisesti energia- ja valkuaisvajaukset tulevat esteeksi lähinnä juuri korkeatuottoisilla eläimillä. Päivätuotokset ovat kohonneet 26 kiloon 71 tapauksessa. Pientä energia- ja valkuaisvajausta on silloin jo esiintynyt. Tosin valkuaisvajausta jää alle yleisesti hyväksytyyn 10 %. Muutamat korkeatuottoiset ja runsaasti säilörehua syöneet yksilöt pääsivät kuitenkin yli 30 kg päivätuotoksiin.

Kokeet osoittavat selvästi, että kotoisilla rehuilla voidaan päästä varsin huomattaviin tuotoksiin. Pohjois-Savon koeasemalla tätä ruokintaa on toteutettu koko karjalla vuodesta 1969 lähtien. Ostorehua on ollut vain D-vitamiinipitoinen kivennäinen. Karjan keskituotos on n. 5500 kg maitoa ja noin 250 kg rasvaa.

VALKUAISVÄKIREHUJEN MERKITYS KORKEATUOTTOISTEN LEHMIEN RUOKINNASSA

Heikki Rissanen ja Elsi Ettala

Lypsykarjakokeessa verrattiin ohran ja ohra-valkuastiivisteseoksen ruokinta-arvoa. Valkuastiivisteseoksen sisälsi valmistajan ilmoituksen mukaan 30 % sulavaa raakavalkuaista ja korvausluku oli 1,15. Ohran ja valkuastiivisteseoksen sekoitus-suhde oli 4:1. Maitotuotoksen mukaan annostellun väkirehun lisäksi lehmät saivat 2 kg heinää ja vapaasti säilörehua.

Lehmät söivät lähes täydellisesti tarjotut heinäannokset. Ohran syöntimäärä oli keskimäärin 6,3 kg ja ohra-tiivisteseoksen 6,7 kg päivässä. Ohra-tiivisteseoksen säilörehun kulutus oli runsainta, 34,5 kg päivässä (ohraryhmä 32,2 kg). Myös maitotuotokset erosivat selvästi toisistaan. Ohra-valkuastiivisteryhmän maitotuotos (4 %) oli 32,1 kg, ohraryhmän 21,4 kg.

Valkuastiivisteryhmän korkeammat maitotuotokset voivat johtua useasta eri syystä. Ryhmän säilörehun syöntimäärät ja siis myös energian saanti olivat suurimmat. Samoin valkuaisen saanti on ollut runsain johtuen tiivisteseoksen käytöstä ja suuremmasta säilörehun syöntimäärästä. Lisäksi saadun valkuaisen laadulla on voinut olla oma vaikutuksensa. Jatkokokeissa näyttäisikin tarpeelliselta selvittää, mikä vaikutus valkuaisen ohella tiivisteseoksen sisältämällä muilla aineosilla on ollut syöntimääriin ja tuotoksiin.

Laajat ruokintatutkimukset ovat osoittaneet, että lypsylehmien valkuaisen ja energian tarve voidaan tyydyttää varsin korkeisiin maitotuotoksiin asti kotoisin rehuin: nurmisäilörehulla, viljalla ja heinällä. Tämä edellyttää kuitenkin

sitä, että varsinkin säilörehun koostumus ja laatu ovat hyvät. Tässä selostetussa kokeessa verrattiin ohran ja ohra-valkuaistiiviste -seoksen arvoa lypsylehmien rehuna. Ruokinta perustui runsaaseen nurmisäilörehun käyttöön.

KOKEIDEN TOTTEUTUS

Ohran ja ohra-valkuaistiiviste -seoksen ruokinta-arvoa vertailevat osakokeet toteutettiin 1976 ja 1977. Kokeessa oli mukana kumpanakin vuonna kaksi 12 lehmän ryhmää. Kokeet aloitettiin valmistuskaudella, jolloin kaikilla eläimillä oli samanlainen ruokinta. Valmistuskauden lopulla eläinten poikimisesta oli kulunut keskimäärin 50 päivää ja maitotuotokset (4 %) olivat lähes 26 kg. Siirtokauden aikana siirryttiin asteittain koekauden ruokintaan.

Koekaudella eläimet saivat säilörehua vapaasti ja heinää kaksi kiloa päivässä. Koeryhmien ruokintakaaviot poikkesivat toisistaan väkirehun osalta. Toinen ryhmä sai väkirehuna pelkästään ohraa ja toinen ohran ja valkuaistiivisteeseen seosta (80 % ohraa, 20 % valkuaistiivistettä). Valkuaistiiviste koostui valmistajan ilmoituksen mukaan seuraavista aineosista:

soijarouhetta	46,0 %
ohrarehujauhoa	17,0 "
vehnälesettä	16,5 "
melassia	5,0 "
melassileikettä	5,0 "
ureaa	4,0 "
vitamiiniseosta	
ruohojauhossa.....	1,0 "
kivennäisseoksia	5,5 "

Valkuaistiivisteeseen korvausluku oli valmistajan ilmoituksen mukaan 1,15 kg/ry ja sulavan raakavalkuaisen määrä 30 %. Väkirehun käyttömäärä riippui eläinten maitotuotoksen suuruudesta niin, että eläimet saivat väkirehuna energiamäärän, joka vastasi 5 maitokiloa ylittävän tuotoksen osan tarvetta.

Eläinten tuottamat maitomäärät punnittiin päivittäin ja maidon rasvapitoisuus määritettiin joka viikko. Eläinten syömät rehumäärät määritettiin ja eläimet punnittiin valmistuskauden ja koekauden alussa ja koekaudella neljän viikon välein. Rehuista tehtiin säännöllisin väliajoin rehuanalyysi sekä säilörehusta lisäksi erikoismäärityksiä.

REHUIEN KOOSTUMUS JA LAATU

Heinän ja säilörehun kuitupitoisuus oli varsin alhainen (taulukko 1). Valkuaistiiviste lisäsi väkirehun raakavalkuaispitoisuutta niin, että seoksen pitoisuus oli kuiva-ainetta kohti laskettuna keskimäärin 4,65 %-yksikköä korkeampi kuin ohran. Säilörehun laatu oli hyvä. Rehun pH oli 3,97. Voihappoa tavattiin hieman vain muutamasta näytteestä ja ammoniumtyypen määrä oli vain 3,3 % kokonaistypestä.

Taulukko 1. Koerehujen keskimääräinen koostumus ja rehuarvo.

	Ohra	Ohra-tiivis- te -seos	Säilö- rehu	Heinä
Kuiva-ainetta, %	85,56	85,71	24,00	77,38
Kuiva-aineessa, %				
tuhkaa	2,61	3,89	9,12	7,77
org. ainetta	97,39	96,11	90,88	92,23
raakavalk.	12,61	17,26	19,10	11,60
raakarasvaa	1,96	2,04	6,71	2,11
raakakuitua	3,87	4,41	26,10	31,60
typett. uuteain.	78,95	72,40	38,97	46,92
Korvausluku, kg/ry	1,02		5,15	1,93
Täyttävyyys, kg ka/ry	0,87		1,24	1,55
srv g/ry	88		182	117

ELÄINTEN SYÖMÄT REHUMÄÄRÄT SEKÄ ENERGIAN JA VALKUAISEN TARVE JA SAANTI

Lehmät söivät tarjotut kahden kilon heinäannokset lähes kokonaan. Ohra-valkuais-tiivisterehua kului päivässä noin 400 grammaa enemmän eläintä kohti kuin ohraa (taulukko 2). Näytti siltä, että seosrehu oli maittavampaa kuin ohra. Maittavuutta ei kylläkään voida arvioida taulukossa ilmoitettujen väkirehunsyöntimäärien perusteella, sillä väkirehu annosteltiin maitotuotoksen mukaan. Ohra-valkuais-tiivisteryhmä söi säilörehua ja säilörehun kuiva-ainetta selvästi enemmän kuin ohra-ryhmä (taulukko 2, kuva 1). Tosin samansuuntainen ero oli eläinten välillä osaksi näkyvissä jo valmistuskaudella (kuva 1).

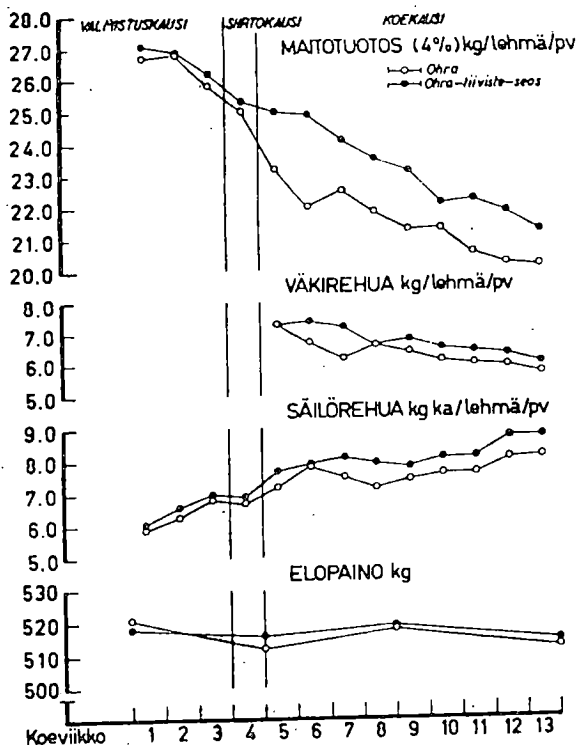
Taulukko 2. Eri rehujen keskimääräiset syöntimäärät kiloina.

	Ryhmä	
	Ohra	Ohra-tiivis- te -seos
Heinä	2,0	2,0
Säilörehua	32,2	34,5
Säilörehua, ka	7,6	8,1
Väkirehua	6,3	6,7
Kuiva-aineen syönti yhteensä	13,6	14,6

Molemmilla ruokinnoilla energian saanti oli noin rehuyksikön verran laskettua tarvetta suurempi (taulukko 3). Myös sulavan raakavalkuaisen saanti oli tarvetta suurempi ja ylitus oli luonnollisesti suurin käytettäessä ohra-valkuais-tiiviste-seosta.

ELÄINTEN TUOTOKSET

Ohra-valkuais-tiivisteryhmän maitotuotokset olivat korkeimmat (taulukko 4, kuva1).



Lehmien päivittäinen maitotuotos, väkirehun ja säilörehun syönti sekä painon kehitys.

Taulukko 3. Energian ja valkuaisen tarve ja saanti.

	Ryhmä	
	Ohra	Ohra-tiiviste-seos
ry-tarve	12,4	13,0
ry-saanti	13,3	14,0 ^{x)}
srv-tarve	1600	1700
srv-saanti	1780	2180 ^{x)}

^{x)} laskettu valkuais- ja tiivisteen osalta valmistajan antamien tietojen mukaan

Taulukko 4. Eri rehulla saadut tuotokset.

	Ryhmä	
	Ohra	Ohra-tiiviste-seos
Maitoa, kg	19,6	21,2
Maitoa (4%), kg	21,4	23,1
Maidon rasva-%	4,79	4,74
Elopainon muutos, kg	+1	-2

Neliprosenttisena maitona ilmaistuna ero oli 1,7 kg eläintä kohti päivässä. Molempien ryhmien maidon rasvapitoisuus oli lähes sama. Koko koeajan eläinten paino pysyi lähes vakiona, mikä osoittaa, että eläinten energian ja valkuaisen saanti on ollut riittävä.

TULOSTEN TARKASTELUA

Valkuaistiivisteruokinta piti maitotuotoksia korkeammalla tasolla suhteessa pelkkään ohra-säilörehuyhdistelmään. Valkuaisrehuseoksen monipuolinen koostumus (esim. melassi ja melassileike) on voinut vaikuttaa tulokseen. On myös mahdollista, että valkuais- ja tiivisteseos on lisännyt koko rehuyhdistelmän maittavuutta.

Laskelmien mukaan sulavan raakavalkuaisen saanti näytti riittävältä jo ilman valkuais- ja tiivistetäydennystä. Märehtijät pystyvät pötsin mikrobien ansiosta käyttämään hyväkseen valkuaisaineiden lisäksi myös muita tyypellisiä yhdisteitä. Eläimet olivat tässä kokeessa kuitenkin korkean maidontuotannon vaiheessa, joten raakavalkuaisen laadulla on voinut olla oma vaikutuksensa.

"SOKERIREHUJEN" KÄYTTÖ LEHMIEN
SÄILÖREHUVALTAISESSA RUOKINNASSA

Elsi Ettala

Ns. sokerirehut osoittautuivat säilörehuvaltaisessa ruokinnassa maidontuotannossa samanarvoiseksi tai hieman paremmaksi ja maidon koostumuksen suhteen hie-
man heikommaksi kuin hyvälaatuinen vilja.

Melassilisä, 0,5 kg siirappimaista melassia lehmälle päivässä, osoittautui samanarvoiseksi kuin vastaava määrä ohraa. Herajauheella, 0,5 ja 0,8 kg lehmää kohti päivässä, saatiin hieman suurempi maitotuotos kuin vastaavalla määrällä ohraa. Maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet olivat herajauheryhmällä hieman alhaisemmat kuin viljaryhmällä. Heralla (19 kg/lehmä/vrk) ja heratiivisteellä (6 kg/lehmä/vrk) saatiin yhtä suuri maitotuotos kuin vastaavalla viljamäärällä, mutta rasvaprosentti oli alhaisempi.

Pohjois-Savon koeasemalla on vuosina 1976-79 selvitetty ns. sokerirehujen merkitystä lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. Vuonna 1976-77 oli kokeessa siirappimainen melassi ja vuosina 1977-79 herajauhe. Lyhyt kokeilu järjestettiin myös nestemäisellä heralla ja ns. heratiivisteellä.

Siirappimaista melassia annettiin puoli kiloa eläintä kohti päivässä, mikä toiselle ryhmälle korvattiin puolella kilolla ohraa. Herajauhetta annettiin 1977-78 puoli kiloa ja 1978-79 0,8 kiloa lehmää kohti päivässä. Niitä vastaavat ohramäärät olivat 0,6 ja 1 kg, koska herajauhetta menee rehuyksikköön 0,8 kg ja ohraa 1,0 kg. Heraa käytettiin 19 kiloa ja heratiivistettä 6 kiloa lehmää kohti päivässä. Niillä korvattiin 1,6 kg ohra-kauraseosta.

MELASSI- JA HERAJAUHELISÄLLÄ SAADUT TULOKSET

Melassia ja herajauhetta annettiin suhteellisen pieniä määriä, jotta sokeri hitaammin käyvän viljatärkkelyksen ohella saisi aikaan mahdollisimman tasaisen pötsikäymisen. Ohraa annettiin 5 maitokiloa ylittävän tuotannon vaatima energiamäärä. Muuna rehuna oli vapaasti saatavilla oleva säilörehu ja 1-2 kiloa heinää päivässä.

Melassiryhmän maitotuotos ja maidon koostumus olivat käytännöllisesti katsoen yhtäläiset kuin ohraryhmän (taulukko 1). Tämä näkyy myös 4-prosenttisena maitotuotoksena pitkin koetta (kuva 1). Ainoa ero oli se, että ohraryhmän painonousi, melassiryhmän ei.

Herajauhetta saaneiden lehmien maitotuotokset olivat molempina vuosina hie-
man korkeammat kuin pelkästään ohraa saaneiden (taulukko 1). Pienempää herajauhemäärää käytettäessä ero oli 0,4 kg ja suurempaa käytettäessä 1,0 kg lehmää kohti päivässä, 4-prosenttisena maitona tuotostulokset lähenivät toisiaan (1978-79) tai jopa muuttuivat päinvastaisiksi (1977-78) (kuva 1). Tämä johtuu siitä,

Taulukko 1. Pelkästään ohraa tai ohraa + "sokerirehua" väkirehuna saavien lehmäryhmien keskimääräiset tuotokset.

Väkirehuryhmät	Leh- miä	Maitoa kg/vrk	Maidon rasva-%	Valk.-% Valk.-%	Elop. muutos kg
Melassikoe 1976 - 77					
ohraa	8	16,2	4,6	3,5	+ 14
ohraa+melassia (0,5 kg)	8	16,1	4,6	3,5	± 0
Herajauhokoe 1977 - 78					
ohraa	10	17,7	5,2	3,9	+ 9
ohraa+herajauhetta (0,5 kg)	10	18,1	4,9	3,7	+ 15
Herajauhekoe 1978 - 79					
ohraa	8	16,4	5,0	3,8	+ 3
ohraa+herajauhetta (0,8 kg)	8	17,4	4,9	3,6	- 18
Keskimäärin					
ohraryhmä	26	16,8	5,0	3,8	+ 9
ohra+"sokeriryhmä"	26	17,3	4,8	3,6	± 0

että maidon rasvapitoisuus oli herajauheryhmällä alempi kuin viljaryhmällä. Syynä voi olla erilainen pötsikäyminen tai vain suurempi maitotuotos. Myös maidon valkuaispitoisuus oli herajauheryhmällä alempi. Elopainon alenemista tapahtui herajauheryhmällä jälkimmäisenä koevuotena. Terveydellisiä häiriöitä ei esiintynyt.

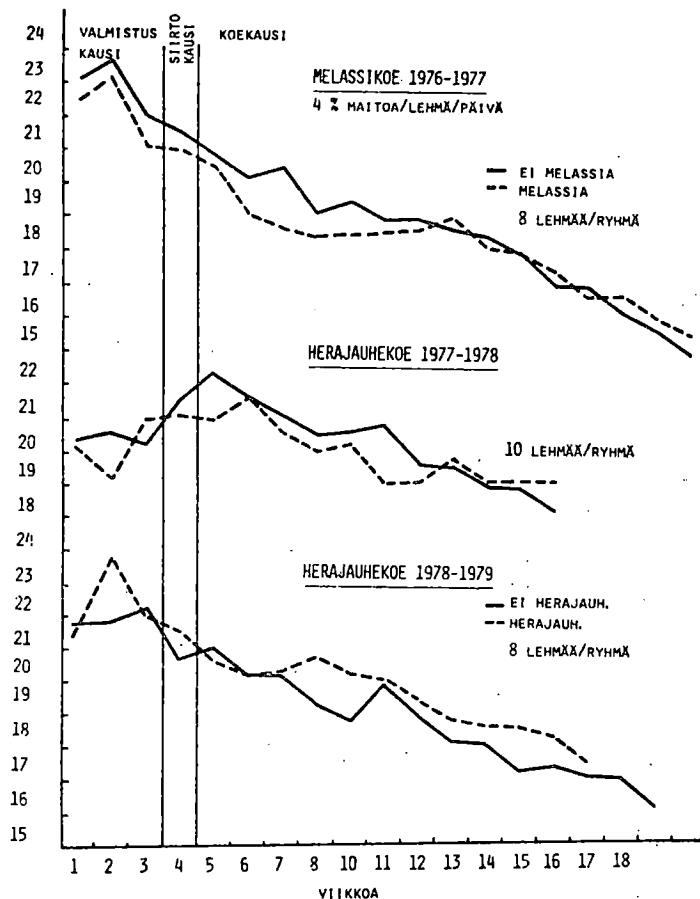
Melassia käytettäessä oli säilörehusta puolet pitkälle käyneitä (sokeria keskim. 0,53 % kuiva-aineessa), puolet sokeria melkoisesti sisältäviä (keskim. 7,5 % kuiva-aineessa). Melassilisä ei kohottanut tuotosta vähän sokeria sisältäviä rehuja syötettäessä. Säilörehun syöntimäärät olivat melassi- ja viljaryhmällä täsmälleen yhtä suuret, 31,2 kg tuoretta eli 7 kiloa kuiva-ainetta. Ohraa söi melassiryhmä keskimäärin 4,2 kg ja viljaryhmä 4,6 kg päivässä.

Herajauhokokeessa säilörehut olivat kaikki sokeririkkaita (keskim. 11,4 % kuiva-aineessa), joten herajauheen merkityksestä sokeriköyhiä säilörehuja syötettäessä ei saatu tietoa. Vuoden 1978-79 koe on vast'ikään päättynyt eikä säilörehujen analyysituloksia ole vielä tiedossa.

HERALLA JA HERATIIVISTEELLÄ SAADUT TUOTOKSET

Heraa meni rehuyksikköön 11,5-14,2 kg kun kuiva-ainepitoisuus vaihteli 6,8-5,5 %. Heran keskimääräiseksi korvausluvuksi tuli 13,0 kg. Sulavaa raakavalkuaist-herassa oli 100 g/ry eli 0,85 %.

Heratiivistettä saadaan, kun herasta erotetaan mekaanisesti vettä. Siinä herä kulkee paineen alaisena vesimolekyylejä läpäisevässä putkistossa. Tiiviste valmistettiin Laaksojen Maitokunnassa Ylivieskassa ja tuotiin sieltä muurahaishapolla säilöttynä kerran viikossa Maaningalle. Heratiivistettä meni rehuyksikköön 3,6-4,2 kg, kun kuiva-ainepitoisuus vaihteli 21,3-18,2 %. Sulavaa raakavalkuaista siinä oli 95 g/ry eli 2,7 %.



Kuva 1. Lehmien 4 % maitotuotokset säilörehuvaihtelussa ruokinnassa, kun väkirehuna on käytetty pelkkää ohraa (—) tai sokerirehua ja ohraa (- - -)

Heraa ja heratiivistettä pyrittiin käyttämään, päinvastoin kuin herajauheko-
keessa, mahdollisimman paljon. Lehmät saatiin opetetuksi niiden syöntiin kahdes-
sa viikossa valmistamalla niistä vilja-annoksen kanssa puuromainen massa. Heraa
käytettiin 19 kiloa ja heratiivistettä 6 kiloa ja niistä saatiin keskimäärin
1,5 ry päivässä eli korvatuksi 1,6 kiloa ohra-kauraseosta.

Maitotuotokset olivat käytännöllisesti katsoen yhtä suuret hera-, heratiivis-
te- ja viljaryhmällä (taulukko 2). Tosin koe kesti vain kolme viikkoa, koska ai-
kaa jäi laidunkokeen ja talvikokeen väliin vähän. Maidon rasvapitoisuus sen si-
jaan laski varsinkin heraryhmällä, mikä ilmentää sitä, että pötsikäyminen ei ol-
lut paras mahdollinen. Säilörehun syönti oli heraa saavilla ryhmillä hieman pie-
nempi kuin viljaryhmällä. Terveydellisiä häiriöitä ei esiintynyt.

Taulukko 2. Pelkästään ohraa tai ohraa + heraa saavien lehmäryhmien keskimääräiset tuotokset. Koekau-
si kolme viikkoa.

Väkirehuryhmät	Leh- miä	Maitoa kg	Maidon		Elop. muutos kg
			rasva-%	valk.-%	
Ohra-kauraa	5	17,4	4,8	3,7	+ 12
Ohra-kauraa+heraa 19 kg	5	17,3	4,4	3,7	+ 23
Ohra-kauraa+ heratiivis- tettä 6 kg	5	17,3	4,6	3,8	+ 15

RUNSAASTI TYPPILANNOITETUN RUOHON JA SIITÄ VALMISTETTUIJEN
TUORESÄILÖREHUJEN KIVENNÄISPITOISUUKSISTA

Elsi Ettala ja Vappu Kossila

TIIVISTELMÄ

Verraten runsaasti typpilannoitetusta ruohosta (82 % nurmista sai puhdasta typpeä 60-100 kg/ha/sato) valmistettiin ruokintakokeita varten säilörehuja vuosina 1971-72 viidessä koepaikassa: Tikkurilan koetilalla sekä Hämeen, Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin koeasemilla. Ruohossa oli raakavalkuaista keskimäärin 19,5 %, säilörehuissa 19,8 %.

Säilörehujen kuiva-aineessa oli keskimäärin kalsiumia 0,27 % ja fosforia 0,32 %. Ca/P-suhde oli keskimäärin 0,8, mitä eläinten kannalta on pidettävä alhaisena (optimi: 1-2). Magnesiumia oli keskimäärin 0,21 %/ka, joka vastaa suositusnormia. Kuitenkin kevät-kesän säilörehuissa ja Pohjois-Savon koeaseman rehuissa yleensä jäi Mg-pitoisuus alle suositusnormin.

Keskimääräinen kaliumpitoisuus oli säilörehussa 2,5 %/ka. K/(Ca+Mg)-ekvivalenttisuhte oli keskimäärin 2,24 ja kevätsadossa 2,78. Viime mainittu ylittää laidunhalvausvaaran merkkinä pidettävän 2,2 rajan. Säilörehun natriumpitoisuus oli keskimäärin 0,06 %/ka, joka eläinten tarpeeseen (0,15 %/ka) nähden oli erittäin pieni.

Vastaavat pitoisuudet ruohossa olivat: Ca 0,31 %, P 0,39 %, Mg 0,25 %, K 3,26 % ja Na 0,06 %/ka.

Säilörehuissa oli keskimäärin rautaa (Fe) 0,06 %/ka, mangaania (Mn) 97,9 mg, sinkkiä (Zn) 34,2 mg, kuparia (Cu) 11,2 mg, molybdeenia (Mo) 0,43 mg, seleeniä (Se) 0,015 mg ja kobolttia (Co) 0,26 mg kilossa kuiva-ainetta. Jodipitoisuus (J) vaihteli alle 1 mg:n tasosta 4 mg:aan/kg ka. Sinkki- ja seleenipitoisuudet olivat eläinten suositusnormeihin (Zn: 50 mg ja Se: 0,1 mg/kg ka) nähden liian alhaisia.

Kuparipitoisuus oli alle normin (10 mg/kg ka) pohjoisilla koeasemilla. Jodipitoisuus oli hyvin riittävä Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla (normi: 0,8-2,0 mg/kg ka). Jodiköyhimmät alueet olivat Tikkurila ja Pohjois-Savon koeasema. Muita mikrokivennäisiä oli eläimille riittävästi.

Ruohossa vastaavat mikrokivennäispitoisuudet olivat: Fe 0,05 %/ka, Mn 113,6 mg, Zn 45,1 mg, Cu 11,2 mg, Mo 0,38 mg, Se 0,014 mg, Co 0,22 mg/kg ka.

Kivennäisten puutteesta tai epäsuhteesta johtuvia sairauksia ei koe-eläimillä todettu. Vajaukset pyrittiin korvaamaan eläinten kivennäisseoksilla.

JOHDANTO

Nurmen runsas typpilannoitus vaikuttaa myös muiden ravinteiden ottoon. Erityisen voimakkaasti se vaikuttaa ruohon kaliumin ottoon nostaten ruohon kaliumpitoisuutta korkealla ja alentaen sitä kaliumvarojen ehtyessä alhaisella maan kaliumtasolla (KEMP 1960, RINNE ym. 1974 a, TÄHTINEN 1979).

Rehun korkea kaliumpitoisuus samoinkuin alhaiset magnesium-, kalsium- ja natriumpitoisuudet ovat nautakarjalle hypomagnesimia -vaaran vuoksi epäedullisia (KEMP 1960, KEMP ja HART 1957, METSON ym. 1966). Korkean kaloumpitoisuuden on todettu vähentävän ruohon magnesiumpitoisuutta ja alentavan magnesiumin imeytymistä eläi-

millä (FONTENOT ym. 1973, TOMAS ja POTTER 1976). Hypomagnesiumin vaaraa lisää vielä ruohon korkea typpipitoisuus (KEMP 1960, METSON ym. 1966).

Suomessa on viime aikoina käytetty verraten runsasta typpilannoitusta säilörehunurmille, koska on pyritty mahdollisimman suureen valkuaisomavaraisuuteen nautakarjalla. Koska säilörehun osuus ruokinnassa on erittäin suuri, on tärkeä tietää sen kivennäiskoostumus ja muutokset, kun noin 60-100 kg:n typpimäärää hehtaaria ja satokertaa kohti on käytetty muutaman vuoden ajan. Myös on syytä selvittää ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen kivennäispitoisuuksien ero. Kivennäispitoisuusselvitys on tehty ensimmäisiltä koevuosilta 1969-1970 (KOSSILA ym. 1973 ja 1974). Tässä esitetty on jatkotutkimusta edelliseen.

AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Koesäilörehuja valmistettiin eri puolilla Suomea viidessä eri koepaikassa. Koepaikat olivat Maatalouden tutkimuskeskuksen koetila Tikkurilassa, Hämeen koeasema Pälkäneellä, Pohjois-Savon koeasema Maaningalla, Pohjois-Pohjanmaan koeasema Ruukissa ja Lapin koeasema Rovaniemen maalaiskunnassa.

Säilörehunurmista oli suurin osa (84 %) timoteivaltaista sekanurmea. Koiranheinävaltaista nurmea oli n. 10 % ja italialaista raiheinää n. 6 %. Typpilannoitus oli suurimmalle osalle nurmista (45 %) 100 kg puhdasta typpeä hehtaaria ja satokertaa kohti, 37 % oli saanut 60-80 kg ja 18 % 33 kg/ha/sato. Säilörehuista oli kevätkesän satoa 43 %, keskipäivän satoa 28 % ja syyssatoa 29 %.

Ruoho korjattiin tuoreena kelasilppurilla ja säilöttiin etupäässä tornisiiloihin, Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla myös aumoihin (ETTALA ja KOSSILA 1980). Säilöntäainetta pantiin hapottimella silppuroinnin yhteydessä 4-5 l ruohotomia kohden. 21 % rehuista oli säilötty muraishapolla, 35 % AIV 2-liuoksella, 17 % AIV 1-liuoksella ja 25 % Viherliuoksella.

Toisiaan vastaavat ruoho- ja säilörehunäytteet saatiin siten, että sekoitetusta ruohoerästä otettiin raaka-ainenäyte ja samasta erästä sullottiin kahteen jutesäkkiin 15 kg ruohoa. Ne sijoitettiin samaan rehukerrokseen kuin asianomainen ruohokuorma. Torneissa säkit pantiin 1-2 m:n kerrosvälein. Säilörehunäytteet otettiin talvella, kun säkit syötön yhteydessä tulivat esille. Säkkien sisältö punnittiin, jolloin saatiin lasketuksi säilöntätappiot (ETTALA ja KOSSILA 1980).

Ruohosta ja kummastakin sitä vastaavasta säilörehunäytteestä suoritettiin rehuanalyysi ja kivennäismäärityksiä (ETTALA ja KOSSILA 1979).

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Rehut

Ruohonäytteiden keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 18,5 % ja vastaavien säilörehujen 21,5 % (taulukko 1). Tuhkaa oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 9,3

Taulukko 1. Ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen kemiallinen koostumus

ruoho: n = 153, säilörehu: n = 306

	Ruoho		Säilörehu	
	Keski-arvo	Hajonta	Keski-arvo	Hajonta
Kuiva-aine -%	18,5	3,6	21,5	2,9
Kuiva-aineessa, %				
tuhkaa	9,3	2,5	8,1	2,6
raakavalkuaista	19,5	3,0	19,8	2,8
raakarasvaa	3,8	0,6	6,1	1,1
raakakuitua	23,7	3,4	27,4	3,6
N-vapaita ureaineita	43,7	3,6	38,6	3,4

% ja säilörehujen kuiva-aineessa 8,1 %. Ruohon kuiva-aineen keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli 19,5 % ja säilörehujen 19,8 %. Vastaavat raakakuitupitoisuudet olivat 23,7 % ja 27,4 %.

Makrokivennäiset

Kalsiumia (Ca) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 0,31 % ja säilörehun kuiva-aineessa 0,27 % (taulukko 2).

Ca-pitoisuudet erosivat eri koepaikoilla toisistaan merkitsevästi (taulukko 2). Tikkurilassa pitoisuudet olivat ja Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla alhaisimmat. Syysadossa kalsiumia oli huomattavasti enemmän kuin kevätkesän ja keskikesän sadoissa. Myös aikaisemmissa kokeissa (v. 1970) säilörehujen Ca-pitoisuus oli korkein Tikkurilassa sekä syysadossa korkeampi kuin muissa sadoissa (KOSSILA ym. 1973 ja 1974).

Ruohon ja säilörehun Ca-pitoisuus on laskenut vuosien kuluessa. Vuonna 1970 säilörehua tehtiin samoissa koepaikoissa ja ruohon kuiva-aineessa oli kalsiumia keskimäärin 0,47 % (KOSSILA ym. 1973), v. 1971 sitä oli 0,36 % ja v. 1972 0,26 % (taulukko 2). Vastaavat pitoisuudet säilörehuissa olivat 0,43 % , 0,31 % ja 0,23 %. Tosin on todettava, että tuskin koesäilörehuja tehtiin joka vuosi täysin samoilta peltolohkoilta, mutta koska kyseisillä tiloilla käytettiin runsasta typpilannoitusta kaikille nurmille, Ca-pitoisuuden alenemissuunta vastanee yleistä kehitystä. Vertailukelpoisuutta v. 1970 tuloksiin heikentää myös se, että silloiset analyysimenetelmät (KOSSILA ym. 1973) poikkesivat jonkin verran vuosina 1971-72 käytetyistä (ETTALA ja KOSSILA 1979).

Fosforia (P) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 0,39 % ja säilörehun kuiva-aineessa 0,32 % (taulukko 2).

Taulukko 2. Ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen makrokivennäispiitoisuuksia

	Näytteitä kpl		% kuiva-aineessa														
	ruo- ho	säilö- rehu	Ca	ruoho	säilö- rehu	P	ruoho	säilö- rehu	Mg	ruoho	säilö- rehu	K	ruoho	säilö- rehu	Na	ruoho	säilö- rehu
Koepaikat																	
Tikkurila	27	54	0,54	0,39	0,36	0,29	0,26	0,22	4,28	2,88	0,06	0,03					
Hämeen koease- ma	17	34	0,29	0,29	0,41	0,34	0,24	0,20	3,52	2,90	0,05	0,05					
P-Savon koease- ma	49	98	0,28	0,24	0,36	0,28	0,21	0,17	3,61	2,54	0,05	0,03					
P-Pohjanm. koeasema	39	78	0,23	0,23	0,40	0,37	0,24	0,22	2,57	2,27	0,06	0,05					
Lapin koeasema	19	38	0,26	0,24	0,44	0,36	0,39	0,31	2,14	1,99	0,07	0,05					
Vuodet																	
1971	81	162	0,36	0,31	0,36	0,31	0,27	0,23	3,16	2,48	0,05	0,04					
1972	70	140	0,26	0,23	0,42	0,34	0,23	0,20	3,39	2,53	0,06	0,04					
Niittokerrat																	
1. niitto	65	130	0,27	0,21	0,39	0,31	0,20	0,17	3,51	2,46	0,05	0,04					
2. niitto	42	84	0,27	0,25	0,38	0,33	0,30	0,25	2,70	2,21	0,06	0,05					
3. niitto	44	88	0,42	0,37	0,38	0,35	0,28	0,25	3,44	2,85	0,05	0,04					
Keskiarvo	151	302	0,31	0,27	0,39	0,32	0,25	0,21	3,26	2,50	0,06	0,04					
Hajonta			± 0,17 ± 0,13		± 0,08 ± 0,07		± 0,09 ± 0,08		± 0,95 ± 0,60		± 0,04 ± 0,02						

Fosforipitoisuudet erosivat eri koepaikoilla vähemmän kuin Ca-pitoisuudet, mutta kuitenkin merkitsevästi (taulukko 2). P-pitoisuudet olivat päinvastoin kuin Ca-pitoisuudet korkeimmat pohjoisilla koeasemilla. Samaa suuntaa ei todettu v. 1970 koesäilörehuissa (KOSSILA ym. 1973), mutta kylläkin eri kasvinviljelyvyöhykkeiltä kootuissa timoteihin näytteissä (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978).

Niittokertojen väliset P-pitoisuuserot olivat ruoholla hyvin pieniä, mutta erot kasvoivat säilönnän aikana eri suurista fosforihävikeistä johtuen (EITALA ja KOSSILA 1980).

Ruohon fosforipitoisuus nousi vuosien myötä. Vuonna 1970 näiden koepaikkojen ruohon kuiva-aineessa fosforia oli keskimäärin 0,32 % (KOSSILA ym. 1973), v. 1971 0,36 % ja v. 1972 0,42 %. Vastaavissa säilörehuissa fosforipitoisuudet olivat 0,26 %, 0,31 % ja 0,34 %. Vastaavanlainen kehitys näkyy RINTEEN ym. (1974 a) tutkimuksessa samoin kuin KÄHÄRI:n ja PAASIKALLION (1978) timoteihinäytetutkimuksessa. Nousu johtuu ilmeisesti lisääntyneestä fosforilannoituksesta.

Magnesiumia (Mg) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 0,25 % ja säilörehun kuiva-aineessa 0,21 % (taulukko 2).

Koepaikkojen välisellä Mg-pitoisuudella oli merkitseviä eroja. Korkein Mg-pitoisuus oli pohjoisimmalla eli Lapin koeasemalla, alin Pohjois-Savon koeasemalla. Kevätsadon Mg-pitoisuus oli alhaisempi kuin kesä- ja syysatojen pitoisuudet. Tulokset ovat aikaisempina vuosina olleet vastaavanlaisia niin koepaikkojen kuin niittokertojenkin suhteen (KOSSILA ym. 1973 ja 1974).

Ruohon kuiva-aineen Mg-pitoisuus samoilla koepaikoilla oli vuonna 1970 keskimäärin 0,23 % (KOSSILA ym. 1973), v. 1971 0,27 % ja 1972 0,23 %, joten tiettyä yhden mukaista suuntaa ei vuosien aikana ole syntynyt. Vastaavat säilörehujen Mg-pitoisuudet olivat 0,18 %, 0,23 % ja 0,20 %.

Kaliumia (K) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 3,26 % ja säilörehun kuiva-aineessa 2,50 % (taulukko 2).

Ruohon K-pitoisuus laski erittäin selvästi etelästä pohjoiseen päin mentäessä (taulukko 2). Lapin koeasemalla ruohon keskimääräinen K-pitoisuus oli puolet (2,14 %/ka) Tikkurilassa esiintyneestä pitoisuudesta (4,28 %/ka). Säilörehujen K-pitoisuus oli säilönnän aikana tapahtuneesta suuresta K-hävikistä johtuen (EITALA ja KOSSILA 1980) huomattavasti alhaisempi kuin ruohon.

K-pitoisuuserot eri koepaikkojen välillä olivat säilörehussa pienemmät kuin ruohossa. Tulokset ovat olleet vastaavanlaisia aikaisempina vuosina (KOSSILA 1973).

Ruohon K-pitoisuus oli pienin keskikesän sadossa, mutta ero muiden satojen K-pitoisuuksiin ei ollut merkitsevää. Sen sijaan säilörehujen K-pitoisuudet erosivat eri niittokerroilla toisistaan merkitsevästi eri suurista hävikkimääristä johtuen (EITALA ja KOSSILA 1980). RINTEEN ym. (1974 a) kokeissa oli kesän ensimmäis-

ten satojen K-pitoisuus selvästi muiden satojen pitoisuuksia korkeampi.

Ruohon K-pitoisuus kohosi jonkin verran vuosien kuluessa. Vuonna 1970 kyseisten koepaikkojen ruohon kuiva-aineessa oli kaliumia keskimäärin 3,09 % (KOSSILA ym. 1973), v. 1971 3,16 % ja v. 1972 3,39 %. Vastaavat pitoisuudet säilörehussa olivat 2,30 %, 2,48 % ja 2,53 %. RINNE ym. (1974 a) totesivat ruohon K-pitoisuuden nousua hienoilla kivennäismailla. Sitä vastoin karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla sadon K-pitoisuus laski maan kalivarojen vuosien kuluessa ehtyessä (RINNE ym. 1974 a, SILLANPÄÄ ja RINNE 1975).

Natriumia (Na) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 0,06 % ja säilörehun kuiva-aineessa 0,04 % (taulukko 2).

Ruohon Na-pitoisuudessa ei ollut suuria eroja eri koepaikkojen, vuosien tai niittokertojen välillä (taulukko 2). Sen sijaan säilörehujen Na-pitoisuudet erosivat toisistaan merkitsevästi eri koepaikoilla, koska Na-hävikissä oli huomattavia eroja (ETTALA ja KOSSILA 1980).

Makrokivennäispitoisuudet ja eläinravitseminen

Ca/P -suhdetta pidetään eläimille sopivimpana, kun se sijoittuu 1-2 välille (JACOBSON ym. 1972, NJF 1975). Tässä esitettyjen säilörehujen keskimääräinen Ca/P-suhde oli 0,8. Se on etääntynyt optimaalisesta varsin nopeasti. Vuonna 1970 koesäilörehujen Ca/P-suhde oli keskimäärin 1,7, v. 1971 1,0 ja v. 1972 0,7.

RINTEEN ym. (1977) tutkimuksessa runsaasti typpilannoitetun ruohon Ca/P-suhde nousi vuosien myötä. Ero tässä esitettyyn kehitykseen johtuu siitä, että heillä korkein typpilannoitus oli kaksi kertaa niin suuri (600 kg N/ha/kesä) kuin tässä tutkimuksessa ja se johti maan vaihtuvan kaliumin nopeaan vähenemiseen, ruohon K-pitoisuuden alenemiseen ja samalla ruohon Ca-pitoisuuden nousuun. Itse asiassa myös heidän tutkimuksissaan ruohon Ca-pitoisuus oli alimmillaan tässä käytetyillä (60-100 kg N/ha/sato), käytännön viljelyä vastaavilla typpitasoilla.

Säilörehun Ca/P-suhteen pitäisi olla kalsiumpitoisempi, varsinkin kun yhä enenevä maitotuotos vaatii ruokinnan väkevöittämistä fosforipitoista väkirehuosaa lisäämällä ja kun myös heinässä suhde on muuttunut entistä fosforivoittoisemmaksi (keskim. 0,9, KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Ruohon Ca-pitoisuutta voitaisiin kohottaa kalkituksella ja säännöstelemällä kaliumlannoitus useampiin, kasvin minimitarpeen mukaisiin eriin (JOKINEN 1977 a, PELTOMAA 1979).

K/(Ca+Mg) -ekvivalenttisuhte on KEMPIN ja HARTIN (1957) tutkimuksissa todettu erääksi ruohon kivennäiskoostumuksen mittariksi ilmaisemaan hypomagnesimian vaaraa. Jos suhde ylittää luvun 2,2, on laidunhalvauksen ^{a/}vaara heidän tutkimustensa mukaan olemassa. RINTEEN ym. (1978) tutkimuksessa runsas typpilannoitus ensin nosti kyseistä suhdetta, mutta myöhemmin maan kalivarojen ehtyessä laski sitä. Tässä tutkimuksessa K/(Ca+Mg)-ekvivalenttisuhte keskimääräisten pitoisuuksien mukaan lasket-

taessa oli ruohossa 2,49 ja säilörehussa 2,24. Suhde oli korkein kevätkesän ruohossa, keskimäärin 3,24, säilörehulla 2,78. Suhde oli eläimille edullisin keski-kesän sadossa, ruohossa keskimäärin 1,92, säilörehussa 1,83. Kaikkein edullisin se oli Lapin koeaseman säilörehussa, keskimäärin 1,44.

Kouristushalvauksia ei koe-eläimillä esiintynyt. Eläimille annettiin kivennäis-seoksia, joilla pyrittiin korvaamaan kivennäispuutteet. Kivennäisseoksissa oli runsaasti magnesiumia ja natriumia. Eläinten kannalta on ollut edullista se, että säilönnän aikana on kaliumin hävikki ollut suurempi kuin muiden kivennäisten ja erittäin suuri nimenomaan runsaasti kaliumia sisältäneistä rehuista (n. 40 %, ETTALA ja KOSSILA 1980).

Myöhemmissä ruokintakokeissa, kun on tutkittu esikuivattuja säilörehuja, on Pohjois-Savon koeasemalla todettu ensimmäiset kouristushalvauksen oireet. Kun esikuivatusta säilörehusta ei poistu puristenesteen mukana kaliumia, on kaloumpitoisuus esikuivatuissa rehuissa suurempi kuin tuoreissa (ETTALA ja KREULA 1979).

Eläinten K-tarve tulee tyydytetyksi, jos sitä on 0,5-0,8 % kuiva-aineessa (NJF 1975). Ruoho puolestaan antaa maksimaalisen sadon, jos sen K-pitoisuus on vähintään 1,6 %/ka (REITH ym. 1964). Kaliumista johtuvia ruokintaongelmia ei yleensä ole ilmennyt, jos ruohon K-pitoisuus on ollut 2-3 %/ka, vaan epäilyttäviä ovat olleet yli 3%:n kaliumpitoisuudet (KEMP 1960, JACOBSON ym. 1972).

Eläinten Mg-tarpeen tyydyttämiseksi sitä tulisi olla vähintään 0,2 % kuiva-aineessa (KEMP 1960). Säilörehun Mg-pitoisuus jäi alle suositusnormin kevätkesän sadossa sekä Pohjois-Savon koeaseman rehuissa yleensä. Vajaus on pyritty täyttämään Mg-pitoisilla (5 % Mg) rehusuolaseoksilla. Nurmikasvien Mg-pitoisuutta voidaan kohottaa magnesiumlannoituksella (JAAKKOLA ja VOGT 1978, JOKINEN 1977 b) sekä dolomiittikalkituksella ja tasaisesti jaetulla pienehköllä kalilannoituksella (PELTOMAA ym. 1979).

Natriumia rehuissa oli eläinten tarpeeseen nähden erittäin vähän. SAALBACH ja AIGNER (1970) ovat todenneet, että timotein Na-pitoisuutta ei ole lannoituksella helppo kohottaa lehmien Na-tarvetta (0,15 %/ka) vastaavalle tasolle. Eläinten natriumin puute voidaan parhaiten poistaa sitä runsaasti sisältävillä kivennäis-seoksilla.

Mikrokivennäiset

Rautaa (Fe) oli ruohon kuiva-aineessa keskimäärin 0,05 % ja säilörehun kuiva-aineessa 0,06 % (taulukko 3). Rautapitoisuus oli eläinten tarpeeseen (noin 100 mg/kg ka, NJF 1975) nähden varsin suuri. Ehkä korkea rautapitoisuus johtuu osittain niiton yhteydessä tapahtuneesta multasaastumisesta. Ruohon rautapitoisuus erosi eri paikoilla merkittävästi, mutta ei eri vuosina eikä eri niittokerroilla. Rautapitoisuus ja pitoisuuserot kasvoivat säilönnän aikana. Tämä johtuu muiden ravin-

Taulukko 3. Ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen Fe-, Mn-, Zn- ja Cu pitoisuuksia

	% kuiva-ainessa				mg/kg kuiva-ainetta					
	Näytteitä		Fe		Mn		Zn ¹⁾		Cu	
	ruo- ho	säilö- rehu	ruoho	säilö- rehu	ruoho	säilö- rehu	ruoho	säilö- rehu	ruoho	säilö- rehu
Koepaikat										
Tikkurila	27	54	0,07	0,09	94,4	73,4	55,8	45,7	13,9	14,4
Hämeen koeasema	17	34	0,07	0,05	149,9	114,9	75,1	34,1	12,8	14,8
P-Savon koeasema	46	98	0,04	0,05	86,6	77,7	33,3	29,9	12,0	11,6
P-Pohjanm. koeasema	39	78	0,04	0,05	138,7	126,0	38,6	32,5	9,7	9,2
Lapin koeasema	19	38	0,06	0,08	126,3	112,1	59,0	32,4	6,6	6,5
Vuodet										
1971	81	162	0,05	0,07	113,9	98,1	46,4	35,7	11,0	11,2
1972	67	140	0,05	0,05	113,2	97,7	43,6	32,4	11,4	11,2
Niittokerrat										
1. niitto	65	130	0,06	0,08	97,1	81,7	42,9	34,0	10,0	10,9
2. niitto	42	84	0,04	0,06	127,2	111,1	41,7	31,0	9,9	9,1
3. niitto	44	88	0,05	0,05	124,9	109,3	52,5	38,1	14,0	13,5
Keskiarvo	148	302	0,05	0,06	113,6	97,9	45,1	34,2	11,2	11,2
Hajonta			± 0,04	± 0,05	± 37,2	± 34,0	± 17,9	± 8,8	± 6,9	± 3,6

¹⁾ Muutamia poikkeuksellisen korkeita Zn-pitoisuuksia hylätty maasaastumisesta epäiltynä.

toaineiden hävikkien vaihtelusta (ETTALA ja KOSSILA 1980) samalla kun rautamäärä pysyi likimain ennallaan. Rautapitoisuus nousi säilönnän aikana myös vuoden 1970 kokeissa, joskin pitoisuudet olivat pienempiä kuin tässä esitetyt (KOSSILA ym. 1973).

Mangaania (Mn) oli ruohossa keskimäärin 113,6 mg/kg ka ja säilörehussa 97,9 mg/kg ka (taulukko 3). Säilörehun Mn-pitoisuus oli kaikilla koeasemilla suositusnormeihin nähden (40-80 mg/kg ka, NJF 1975) riittävä. Pienimmät pitoisuudet olivat Tikkurilassa ja Pohjois-Savon koeasemalla. Samoin oli asianlaita v. 1970 (KOSSILA ym. 1975). Eri vuosina ei Mn-pitoisuudessa ilmennyt eroja, mutta kevät-sadot olivat merkitsevästi mangaaniköyhempiä kuin kesä- ja syyssadot. Viimemainittu seikka ilmeni myös v. 1970 (KOSSILA ym. 1974).

Sinkkiä (Zn) oli ruohossa keskimäärin 45,1 mg/kg ka ja säilörehussa 34,2 mg/kg ka (taulukko 3). Ruohon ja varsinkin säilörehun Zn-pitoisuus oli suositusnormien (50 mg/kg ka, NJF 1975) mukaan nautakarjalle riittämätön. Samoin oli asianlaita vuosien 1969-70 säilörehuissa (KOSSILA ym. 1973). Vajaukset on täytetty rehusuolaseoksiin lisätyllä sinkkimäärällä. Kaikkein pienin Zn-pitoisuus oli Pohjois-Savon koeasemalla. Ruohon Zn-pitoisuus ei vaihdellut merkitsevästi eri vuosina eikä eri niittokerroilla. Säilörehujen Zn-pitoisuus sensijaan vaihteli eri suurista sinkkihävikeistä johtuen (ETTALA ja KOSSILA 1979). Säilörehujen Zn-pitoisuus oli hyvin samaa luokkaa kuin keskimäärin eri puolilta maata koottujen heinien (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Heinäkasvien Zn-pitoisuutta voitaisiin kohottaa Zn-pitoisella lannoituksella (JAAKKOLA ja VOGT 1978).

Kuparia (Cu) oli ruohossa keskimäärin 11,2 mg/kg ka ja säilörehussa 11,2 mg/kg ka (taulukko 3). Keskimäärin Cu-pitoisuus oli suositusnormiin, 10 mg/kg ka (NJF 1975) nähden riittävä, mutta pohjoisilla koepaikoilla jäi alle sen. Samoin oli asianlaita v. 1970 säilörehussa (KOSSILA ym. 1973). Keskimääräinen Cu-pitoisuus oli ruoholla ja säilörehulla yhtä suuri. Toisilla koepaikoilla se säilönnän aikana hieman nousi, toisilla laski. Vuosien välillä ei Cu-pitoisuudessa ollut eroja. Syyssato oli kuparipitoisempaa kuin kevät- ja kesäsato.

Molybdeenia (Mo) oli ruohossa keskimäärin 0,38 ja säilörehussa 0,43 mg/kg ka (taulukko 4). NJF:n (1975) suositusnormien mukaan rehuissa tulisi olla molybdeenia 0,1-0,5 mg/kg ka, joten sitä on säilörehuissa ollut riittävästi. Mo-pitoisuudet ovat vaihdelleet huomattavasti. Alimpitoisuus oli Tikkurilassa. Syyssato oli Mo-pitoisempaa kuin muut sadot. Vuoden 1972 säilörehussa Mo-pitoisuus oli kaksi kertaa korkeampi kuin vuoden 1971 säilörehussa. Mo-pitoisuuden on todettu vaihtelevan huomattavasti myös eri puolilla maata kerätyissä heinänäytteissä keskimäärän ollessa samaa tasoa kuin tässä esitettyjen säilörehujen (KÄHÄRI ja PAASIKALLIO 1978).

Taulukko 4. Se-, Mo-, Co -pitoisuuksia ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen kuiva-ainessa.

	Mo		Se		Co							
	säilörehu		säilörehu		säilörehu							
	ruoho	n mg/kg ka	ruoho	n mg/kg ka	ruoho	n mg/kg ka						
Koepaikat												
Tikkurila	2	0,14	8	0,15	4	0,028	8	0,028	1	0,39	7	0,37
Hämeen koeasema	2	0,72	5	0,65	3	0,021	6	0,014	2	0,19	6	0,20
P-Savon koeasema	5	0,45	11	0,59	6	0,007	12	0,010	4	0,21	11	0,22
P-Pohjanm. koeasema	3	0,18	12	0,30	6	0,007	12	0,013	4	0,20	10	0,26
Lapin koeasema	1	0,43	4	0,65	2	0,016	4	0,016	1	0,32	4	0,28
Vuodet												
1971	9	0,24	25	0,31	12	0,011	23	0,017	9	0,22	23	0,29
1972	4	0,68	14	0,63	8	0,016	16	0,014	3	0,24	14	0,24
Niittokerrat												
1. niitto	7	0,27	21	0,33	11	0,015	22	0,016	7	0,26	18	0,30
2. niitto	3	0,21	8	0,39	4	0,008	8	0,008	4	0,17	6	0,19
3. niitto	3	0,80	11	0,64	6	0,016	12	0,019	5	0,27	10	0,25
Keskiarvo	13	0,38	40	0,43	21	0,014	42	0,015	12	0,22	38	0,26

Cu/Mo-suhde on todettu eläinravitsemuksessa tärkeäksi (NJF 1975). Cu-puutetta voi ilmetä suositusnormitasolla, jos rehun Mo-pitoisuus ylittää 2 mg/kg ka. Korkea rehun rikkipitoisuus (yli 0,25 %/ka) lisää kuparin puutosvaaraa. RINNE ym. (1977 a) ovat todenneet, että typpilannoitus on kohottanut Cu/Mo-suhdetta ja pitävät kohtuullisia typpilannoitusmääriä (200-250 kg/ha/3 satoa) tässä suhteessa edullisina. Tässä tutkimuksessa Mo-pitoisuudet olivat siksi alhaisia, että kuparin puutosvaaraa ei Cu/Mo-suhteen vuoksi ole pelättävissä. Rehun rikkipitoisuusmäärittämisä tehtiin rikkitason selvittämiseksi muutamia (9) ja keskimäärä oli 0,25 %/ka (vaihtelu 0,22-0,31 %). Se oli korkeampi kuin mitä eri puolilta Suomea kootuissa säilörehunäytteissä $0,14 \pm 0,05$ % (KREULA ja ETTALA 1976) on todettu. Mitään häiriöitä ei koe-eläimillä todettu. Kuparia oli eläinten kivennäiseseoksissa. Ruohon kuparipitoisuutta voitaisiin kohottaa kuparilannoituksella (JAAKOLA ja VOGT 1978).

Seleeniä (Se) oli ruohossa keskimäärin 0,014 ja säilörehussa 0,015 mg/kg ka (taulukko 4). NJF:n (1975) suositusnormien mukaan seleenin tarve nautakarjalla on 0,1 mg/kg ka, jote Se-lisä kivennäisrehuissa on välttämätön. Seleeniköyhimpiä alueita olivat Pohjois-Savon ja Pohjois-Pohjanmaan koeasemat. Seleenipitoisinta rehu oli Tikkurilassa.

Kobolttia (Co) oli keskimäärin ruohossa 0,22 ja säilörehussa 0,26 mg/kg ka (taulukko 4). NJF:n (1975) suositus nautakarjan rehujen Co-pitoisuudelle on 0,1 mg/kg ka. Eläinten Co-tarve on siis tullut säilörehulla tyydytetyksi. Rehujen Co-pitoisuus oli korkein Tikkurilassa, alin Hämeen koeasemalla. Keskikesän sato sisälsi kobolttia vähemmän kuin muut sadot. Vuosien välillä erot olivat pieniä. Eri puolilta Suomea kootuissa heinänteissä Co-pitoisuuden on todettu olevan huomattavasti pienempi (KÄHÄRI ja PAASIKALLIO 1978) kuin tässä esitetyissä ruoho- ja säilörehunäytteissä.

Jodipitoisuus (J) määritettiin 17 ruoho- ja 42 säilörehunäytteestä, mutta osassa (5:ssä ruoho- ja 12:ssa säilörehunäytteessä) jodipitoisuus oli niin alhainen, että se jäi alle määritystarkkuuden (1 mg/kg ka). NJF:n (1975) suositusnormien mukaan jodia tulisi olla ruohossa 0,8-2,0 mg/kg ka rehun gaitrogenipitoisuuden mukaan vaihdellen. Jodiköyhiä alueita oli Tikkurila ja Pohjois-Savon koeasema, joilla suurin osa näytteistä sisälsi jodia alle 1 mg/kg ka. Jodipitoisimmat rehut olivat Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla, jossa J-pitoisuus vaihteli 1-4 mg/kg ka. Siellä oli ruohon keskimääräinen J-pitoisuus 2,5 ja säilörehun 1,75 mg/kg ka. Hämeen ja Lapin koeasemilla pitoisuudet vaihtelivat alle 1 mg:n tasosta 3-4 mg:aan kilossa kuiva-ainetta.

Huomautus. Kivennäismääritykset on suoritettu Kemira Oy:n Oulun tehtaiden laboratoriossa. Kiitämme yhteistyöstä ja taloudellisesta tuesta.

KIRJALLISUUTTA

- EITALA, E. & KOSSILA V. 1979. Mineral content in heavily nitrogen fertilized grass and its silage. Selostus: Runsaasti typpilannoitetun ruohon ja siitä valmistettujen tuoresäilörehujen kivennäispitoisuuksista. Ann. Agric. Fenn. 18: 252-262.
- & KOSSILA, V. 1980. Orgaanisten aineiden, kivennäisten ja nitraattitypen hävikit valmistettaessa tuoresäilörehuja. Kehittyvä Maatalous 45: 19-32-
- & KREULA, M. 1979. Magnesiumvajaus voidaan todeta virtsanäytteestä. Karjatalous 55, 11: 55-57.
- FONTENOT, J. P. , WISE, M. B. & WEBB, K. E. Jr. 1973. Interrelationships of potassium, nitrogen and magnesium in ruminants. Fed. Proc. 32: 1925-1928.
- JAAKKOLA, A. & VOGT, P. 1978. The effect of mineral elements added to Finnish soils on the mineral contents of cereal, potato and hay crops. 1. Calcium, magnesium, phosphorus, potassium, copper, iron, manganese, sodium and zinc. Acta Agric. Scand. Suppl. 20: 53-68.
- JACOBSON, D. R., HEMKEN, R. W., BUTTON, F. S. & HATTON, R. H. 1972. Mineral nutrition, calcium, phosphorus, magnesium and potassium interrelationships. J. Dairy Sci. 55: 935-944.
- JOKINEN, R. 1977 a. Kalkituksen ja runsaan kalsiumlannoituksen vaikutus magnesiumlannoituksella saatavaan tulokseen. Maanvilj.kemian ja -fys. 1. tied.2: 1-29.
- 1977 b. Magnesiumlannoitus, kalkitus ja runsas kaliumlannoitus. Kehittyvä Maatalous 36: 12-25.
- KEMP, A. 1960. Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. Neth. J. Agric. Sci. 8: 281-304.
- & 'T HART, M. L. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. Neth. Agric. Sci. 5: 4-17.
- KOSSILA, V., EITALA, E., VIRTANEN, E. & KOMMERI, M. 1973. Säilörehujen kivennäis- ja hivenainepitoisuuksista. I. Karjatalous 49, 8: 16-19.
- , EITALA, E., KOMMERI, M. & VIRTANEN, E. 1974. Säilörehujen kivennäis- ja hivenainepitoisuuksista II. Karjatalous 50, 8: 19-21.
- KREULA, M. & EITALA, T. 1976. Rehujen rikki- ja kuparipitoisuuksista. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 48: 356-362.
- KÄHÄRI, J. & NISSINEN, H. 1978. The mineral element contents of timothy (*Phleum pratense* L.) in Finland. I. Calcium, magnesium, phosphorus, potassium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and zinc. Acta Agric. Scand. Suppl. 20: 26-39.
- PAASIKALLIO, A. 1978. Timoteiheinän kivennäispitoisuudet Suomessa. Kehittyvä Maatalous 47: 20-34.

- METSON, A. J., SAUNDERS, W. M. H., COLLIE, T. W. & GRAHAM, V. W. 1966. Chemical composition of pastures in relation to grass tetany in beef breeding cows. N.Z.J. Agric. Res. 9: 410-436.
- NJF 1975. Förslag till normer för makro- och mikromineraler till nötkreatur och svin. Foderzournalen 14: 55-106.
- PELTOMAA, R., POHJANHEIMO, O. & HUOKUNA, E. 1979. Pintakalkituksen ja K-lannoituksen vaikutus nurmen satoon ja sen N-, P-, K-, Ca- ja Mg-pitoisuuteen. Maantutkimuslaitoksen tiedote 6: 1-24.
- REITH, W. S., INKSON, R. H. E., HOLMES, W., MACLUSKY, D. S., REID, D., HEDDLE, R. G. & COPEMAN, G. J. F. 1964. The effects of fertilizers on herbage production II. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition. J. Agric. Sci. 63: 209-219.
- RINNE, S-L., SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S-L. 1974 a. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents in ley grasses. Ann. Agric. Fenn. 13: 96-108.
- , SILLANPÄÄ, M. HIIVOLA, S-L. & HUOKUNA, E. 1977. Effects of nitrogen fertilization on the Ca/P ratio of grass herbage. Ann. Agric. Fenn. 16: 177-183.
- , SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S-L. 1977 a. The effects of nitrogen fertilization on the copper/molybdenum ratio of grass herbage. Ann. Agric. Fenn. 16: 192-198.
- , SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S-L. 1978. The effect of nitrogen fertilization on K/(Ca+Mg) ratio in grass. Ann. Agric. Fenn. 17: 83-88.
- SAALBACH, E. von & AIGNER, H. 1970. Über die Wirkung einer Natriumdüngung auf Natriumgehalt, Ertrag und Trockensubstanzgehalt einiger Gras- und Kleearten. Landw. Forsch. Sonderh. 23: 264-274.
- SILLANPÄÄ, M. & RINNE, S-L. 1975. The effect of heavy nitrogen fertilization on the uptake of nutrients and on some properties of soils cropped with grasses. Ann. Agric. Fenn. 14: 210-228.
- TOMAS, F. M. & POTTER, H. J. 1976. The effect and site of action of potassium upon magnesium absorption in sheep. Austr. J. Agric. Res. 27: 873-880.
- TÄHTINEN, H. 1979. Tuorerehuniurmien kaloulannoituksen tarve. Koetoim. ja Käyt. 24.4.1979. p. 15.

NURMISÄILÖREHUJEN SÄILÖNTÄTAPPIOISTA

Elsi Ettala, Erkki Nenonen ja Martti Lampila

TIIVISTELMÄ

Säilöntätappiot on määritetty valkuaisrikkaista, hyvin onnistuneista nurmisäilörehuista ns. säkkimenetelmää käyttäen. Siinä ravintoainehävikit on laskettu tietystä säkkeihin sullotuista ja eri puolille torneja sijoitetuista rehueristä. Kaikkien koerehujen (16 tornia, 136 säkkinäytettä) keskimääräiset hävikit ovat olleet seuraavat: kuiva-aineen 17,3 %, orgaanisen aineen 16,5 %, raakavalkuaisen 20,8 %, tyypettömien uuteaineiden 23,8 %, raakakuidun 5,8 % ja tuhkan 24,9 %. Raakarvasmäärä on lisääntynyt säilönnän aikana 28,8 %:lla. Kokonaispainokato on keskimäärin ollut 32,4 %. Vertailemalla säkkirehuja ja vastaavia säilörehuja keskenään on voitu todeta, että säkkimenetelmä on antanut luotettavia tuloksia muiden ravintoaineiden paitsi tuhkan osalta.

Ruohon kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on vähentänyt ja kuitupitoisuuden lisännyt hävikkimääriä. Korkea raakavalkuaispitoisuus on lisännyt raakavalkuaishävikkiä. Tappiot ovat vaihdelleet eri rehukerroksissa ja olleet yleensä suuremmat pohja- kuin pintakerroksissa. Tornien laita- ja keskiosissa hävikit eivät ole merkittävästi eronneet toisistaan. Koepaikat ja -vuodet ovat aiheuttaneet merkittäviä hävikkieroja miltei kaikkien ravintoaineiden kohdalla.

JOHDANTO

Säilöntätappioiden suuruus vaikuttaa olennaisesti säilörehuruokinnan taloudellisuuteen, ja sen vuoksi niiden selvittäminen kuuluu tärkeänä osana säilörehututkimukseen. Tappiot syntyvät lähinnä kasvien hengityksen ja säilörehussa tapahtuvien käymisten tuloksena. Lisäksi ravintoaineita menetetään puristemehussa ja mahdollisesti hometappioina.

Käymistappioiden suuruus riippuu ennen kaikkea säilönnän onnistumisesta, joten säilöntämenetelmät vaikuttavat hävikkien määrään (JARL 1948, ULVESLI ja SAUE 1965, BURSTEDT ym. 1971). Tappiot vaihtelevat kuitenkin huomattavasti myös samaa säilöntämenetelmää käytettäessä, kun raaka-aineen koostumus ja säilöntäolosuhteet muuttuvat (ULVESLI ja SAUE 1965, POUTAINEN ja RINNE 1971).

Säilöntätappiot on yleensä selvitetty pienten koesiilojen avulla, koska raaka-aine ja säilörehu on niistä helposti punnittavissa ja analysoitavissa. Tässä esitettävät säilöntätappiot on saatu suurista koesiiloista, joihin vuosina 1969 ja 1970 on eri säilöntäaineilla säilötty valkuaisrikasta heinänumrikasvustoa (ETTALA ym. 1971, 1972). Tappiot on määritetty ns. säkkimenetelmää käyttäen, jossa pieniä rehueriä on säilötty säkeissä eri puolille torneja.

AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Kyseisiä säilörehuja valmistettiin neljässä koepaikassa nurminata-, timotei- tai koiranheinävaltaisista nurmista. Tikkurilassa säilöntä suoritettiin kahteen samantyyppiseen puurakenteiseen torniin (à $5 \times 12,6 \text{ m}^2 = 63 \text{ m}^3$), jotka vuorattiin 0,1 mm:n vahvuisella muovikalvolla. Toiseen torniin säilöttiin nurminata-, toiseen koiranheinävaltaista ruohoa AIV II -säilöntäainetta käyttäen. Pohjois-Savon koeasemalla säilöntä tapahtui neljällä säilöntäaineella (AIV I, AIV II, Viherlius ja muura-haishappo) neljään yhtäläiseen lujitemuovisiiloon (à $7,5 \times 7,1 \text{ m}^2 = 53 \text{ m}^3$). Raaka-aineena oli timotei tai timoteivoittoinen sekanurmi. Molemmissa mainituissa koepaikoissa säilöntä tapahtui samalla tavoin v. 1969 ja 1970. Etelä-Savon koeasemalla säilöttiin v. 1969 nurminatavaltaista laidunruohoa AIV II -liuoksella kahteen vanerielementtitorniin (à $6 \times 12,6 \text{ m}^2 = 75 \text{ m}^3$). Toiseen torniin säilöntä tapahtui ennen kasvuston tähkälle tai röyhylle tuloa, toiseen niiden aikana. Hämeen koeasemalla valmistettiin v. 1970 AIV I -liuoksella koiranheinävaltaista säilörehua kahteen lankkutorniin ($7,2 \times 20,4 \text{ m}^2 = 146,9 \text{ m}^3$ ja $7,2 \times 19,3 \text{ m}^2 = 139,0 \text{ m}^3$). Nämä, pontatusta lankusta 1930-luvulla tehdyt tornit koetettiin saada ilmanpitäviksi vuoraamalla ne muovipääilysteisellä erikoispahvilla. Niihin pantu raaka-aine oli saanut tyypeä eri suurina määriä, toinen 67 kg, toinen 100 kg hehtaaria ja satoa kohti (200 ja 300 kg/ha N kesässä).

Mainittua poikkeusta lukuunottamatta kaikki nurmet olivat saaneet kesän aikana 300 kg tyypeä hehtaaria kohti. Useimmissa koepaikoissa säilörehua valmistettiin kolme kertaa kesässä. Kevät- ja keskikesän sadot pyrittiin Etelä-Savon toista koejäsentä lukuunottamatta niittämään ennen ruohon tähkälle tai röyhylle tuloa, mutta paikoin oli tähkimistä kuitenkin esiintynyt. Syyssato oli ruohoasteella.

Säilöntätappioiden selvittämiseksi punnittiin harvahkoihin juuttisäkkeihin 15 kg ruohoa ja säkit sijoitettiin rehutorneihin määrätyn kerrosvälein (1-2 m). Kuhunkin kerrokseen asetettiin kaksi säkkiä, toinen lähelle laitaa, toinen keskustaan. Niiden sijaintia vaihdeltiin järjestelmällisesti eri kerroksissa, jotta ravintoainehävikit saataisiin selvitettyä eri puolilta tornia. Säkkien tultua talvella esille niiden sisältö punnittiin ja analysoitiin. Kun myös säkkiin pannun ruohon kemiallinen koostumus oli määritetty, voitiin laskea, paljonko eri ravintoaineista säilönässä oli hävinnyt.

Säkkirehuja on verrattu samoissa kerroksissa olleeseen säilörehuun, jotta on saatu käsitys siitä, onko käyminen ollut säkeissä samanlaista kuin ympäröivässä rehussa, ts. antavatko säkkimenetelmällä saadut hävikkiluvut oikean kuvan säilörehussa tapahtuneista tappioista. Tikkurilan kokeissa painokatoa voitiin vertailla myös niihin painoeroihin, jotka oli saatu punnitsemalla kaikki torniin pantu ja sieltä otettu rehu.

Puristemehun talteen otto oli mahdollista vain Tikkurilan kokeissa. Se koottiin puristemehukaivoissa olleisiin astioihin ja punnittiin aluksi joka päivä, myöhemmin sen mukaan miten mehua rehumassasta erottui. Samalla puristemehusta otettiin näytteet. Puristemehunäytteitä on otettu myös Pohjois-Savon koeasemalla tornien postajohtoputkista. Puristemehusta määritettiin pH sekä kuiva-aine, raakavalkuais- ja tuhkapitoisuudet.

Säkkirehujen ja vastaavien raaka-aineiden ja säilörehujen kemiallinen koostumus määritettiin rehuanalyysin standardimenetelmiä käyttäen. Lisäksi tehtiin säilönnän onnistumista selvittäviä erikoisanalyysseja kaikista säilörehuista sekä osasta säkkirehuja ja raaka-aineita. Määritykset ja määrittämistavat olivat samat, jotka on esitetty edellisen kirjoituksen kappaleessa "Analyysimenetelmät" (ETTA-LA ym. 1972, s. 7). Siinä esitetyllä tavalla on korjattu myös säkkirehujen kuiva-ainepitoisuudet haihtuneiden happojen osalta. Silloin kun säkkirehuista ei määritetty haihtuvien rasvahappojen määrää, on kuiva-ainekorjaus suoritettu saman kerroksen säilörehun rasvahappomäärien mukaan.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Puristemehun aiheuttamat hävikit

Tikkurilan koerehuista erottui puristemehua keskimäärin 2,9 % ruohon tuorepainosta (taul. 1). Puristemehua muodostui vähän, koska ruohon kuiva-ainepitoisuus poutaisen sään ansiosta oli varsin korkea, keskimäärin 19,2 %. Puristemehun vähyden vuoksi myös ravintoaineiden menetys puristemehussa oli pieni. Siinä poistui raaka-aineen kuiva-aineesta 1,1 %, raakavalkuaisesta 1,7 % ja tuhasta 2,6 %. Hävikit olivat pienempiä kuin on ilmennyt säilöittäessä vastaavanlaista raaka-ainetta pieniin koesiiloihin (POUTAINEN ja RINNE 1971).

Puristemehun ravintoainepitoisuus oli melkoisen suuri (taul. 2). Tikkurilan ja Pohjois-Savon koeaseman puristemehunäytteissä oli kuiva-ainetta keskimäärin 7,0 %, raakavalkuaista 2,1 % ja tuhkaa 1,8 %. Viherliuosrehun puristemehussa raakavalkuaispitoisuus oli jonkin verran pienempi kuin muissa, mikä todennäköisesti on johtunut formaldehydin valkuaissaineita kovettavasta vaikutuksesta.

Muut säilöntätappiot

Tikkurilassa suoritettujen punnitusten mukaan hyvänlaatuista säilörehua saatiin n. 72 % raaka-aineen tuorepainosta, joten kokonaispainokato oli n. 28 % (taul. 1). Kuiva-ainetappio, mukaan luettuna pilaantuneen rehun osuus, oli nurminata-säilörehussa 16,4 % ja koiranheinäsäilörehussa 21,9 %. Pilaantunutta säilörehua todettiin keskimäärin n. 2 % raaka-aineesta. Taulukossa 1 "erotuksena" mainitut luvut ilmaisevat lähinnä käymistappioita. Ne on saatu vähentämällä raaka-aineen

Taulukko 1. Hyvänlaatuisen ja pilaantuneen säilörehun sekä puristemehun määrät Tikkurilan koerehuissa v. 1969 ja 1970.

	Nurminata				Koiranheinä				
	tuoretta		kuiva-ainetta		tuoretta		kuiva-ainetta		
	kg	% raaka- aineesta	kg	% raaka- aineesta	kg	% raaka- aineesta	kg	% raaka- aineesta	
v. 1969									
Raaka-ainetta	39 450		7 248		34 194		6 442		
Hyvänlaatuisista säilörehua	27 928	70.8	6 032	83.2	24 799	72.5	4 985	77.4	
Pilaantunutta	1 270	3.2	274	3.8	501	1.5	101	1.6	
Puristemehua	1 133	2.9	104	1.4	1 622	4.7	123	1.9	
Erotus	9 119	23.1	838	11.6	7 272	21.3	1 233	19.1	
v. 1970									
Raaka-ainetta	51 088		10 038		53 331		10 025		
Hyvänlaatuisista säilörehua	37 377	73.2	8 410	83.8	38 393	72.0	7 909	78.9	
Pilaantunutta	211	0.4	47	0.5	1 152	2.2	237	2.4	
Puristemehua	897	1.8	54	0.5	1 577	3.0	97	1.0	
Erotus	12 603	24.6	1 527	15.2	12 209	22.9	1 782	17.7	

Taulukko 2. Puristemehun koostumus- ja pH-arvoja.

	Näytt. luku		Kuiva-aine-%		Tuhka-%		R. valkuais-%		pH	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970
TIKKURILA										
Nurminata	20	13	9.2	6.1	1.9	1.7	3.4	1.9	4.57	4.92
Koiranheinä	20	15	7.6	6.2	1.9	2.0	2.7	1.5	4.58	4.62
POHJOIS-SAVO										
AIV I	14	22	8.4	5.9	2.2	1.3	2.1 ¹⁾	2.1	- ²⁾	4.52
AIV II	14	22	8.5	6.1	2.3	1.4	1.9 ¹⁾	2.1	-	4.48
Viherluos	14	22	7.7	5.1	2.3	1.3	1.4 ¹⁾	1.3	-	5.17
Muurahaishappo	14	22	8.3	6.1	2.2	1.3	2.0 ¹⁾	2.1	-	4.53
Yhteensä tai keskimäärin	96	116	8.3	5.9	2.1	1.5	2.4	1.8		4.70

1) Määritetty 6 näytteestä

2) Ei ole määritetty

painosta hyvänlaatuisen ja pilaantuneen säilörehun sekä puristemehun osuus. Tosin erotukseen jäävät mahdolliset punnitusvirheet, joita on voinut syntyä punnitessa säilörehua pienin erin pitkin talvea.

Säkkimenetelmällä määritettynä (136 säkkinäytettä) tuli kaikkien koerehujen keskimääräiseksi kuiva-ainetappioksi 17,3 % (taul. 4). Suurin se oli Etelä-Savon koeasemalla (19,1 %) ja pienin Tikkurilassa (14,3 %). Säkkinäytteistä määritetty kuiva-ainehävikki oli Tikkurilan koiranheinäsäilörehussa huomattavasti pienempi kuin punnitsemalla saatu (taul. 1). Sen sijaan nurminatasäilörehun kuiva-ainehävikit olivat samaa suuruusluokkaa molemmilla menetelmillä määritettynä. Kaikkien koerehujen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus kohosi säilönnän aikana 4,1 %-yksiköllä (taul. 3). Kokonaispainokato oli keskimäärin 32,4 % ja orgaanisen aineen hävikki 16,5 %.

Tappioita on pidettävä varsin suurina kun otetaan huomioon, että kyseisten rehujen säilöntä oli onnistunut hyvin (ETTALA ym. 1971, 1972). Tosin JARLIN (1948) Ruotsissa mitaamat säilöntätappiot ovat olleet samaa suuruusluokkaa, jopa suurempiakin. Sen sijaan POUTIAISEN ja RINTEEN (1971) sekä BURSTEDTIN (1971) työtovereineen toteamat kuiva-ainehävikit ovat vaihdelleet 10 %:n molemmin puolin. ULVESLI ja SAUE (1965) ovat Norjassa pienten koesiilojen avulla tutkineet säilöntätappioiden muodostumista usean vuoden ajan ja todenneet vaihteluasteikon hyvin laajaksi sekä vuosien väliset erot suuremmiksi kuin säilöntäaineiden väliset.

Säkkirehujen keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus on ollut 1 %-yksikköä ja puhdasvalkuaispitoisuus 4,1 %yksikköä pienempi kuin vastaavien raaka-aineiden (taul. 3). Raakavalkuaistappio, 20,8 %, on ollut suuri. Puhdasvalkuaisten vähentyminen (41,8 %) johtuu pääasiassa valkuaisaineiden muuttumisesta liukoiksi typpiyhdisteiksi. Suurin osa niistä on märehtijöille käyttökelpoista ravintoa, joten muuttuminen ei ole varsinaista tappiota. Viherliuoksen formaldehydi on ehkäissyttä valkuaisaineiden muuttumista, ja sen tähden viherliuosrehussa on puhdasvalkuaisten hävikki ollut merkittävästi pienempi kuin muissa saman koepaikan säilörehuissa (taul. 4). BURSTEDT ym. (1971) ovat Ruotsissa todenneet erittäin pienet raakavalkuaishävikit formaldehydipitoisella liuoksella säilötyssä rehussa. Raakavalkuaishävikkien on todettu yleensä vaihdelleen runsaasti (ULVESLI ja SAUE 1965), mutta useimmiten ne kuitenkin ovat sijoittuneet 8-15 %:n välille.

Koska typpettömät uuteaineet sisältävät juuri niitä helppoliukoisia hiilihydraatteja, joita pieneliöt käymistapahtumissa hajottavat, on niiden hävikki säilönnässä runsasta. Näissä kokeissa typpettömien uuteaineiden hävikki on ollut keskimäärin 23,8 % ja määrä säkkirehun kuiva-aineessa 3,5 %-yksikköä pienempi kuin raaka-aineiden. Ruohon kuiva-aineen keskimääräinen sokeripitoisuus on säilönnän aikana alentunut 9,4 %:sta 2,4 %:iin (havaintoja 28 ja 56). Raaakkuidun hävikki sen sijaan on ollut pieni, keskimäärin 5,8 %. Kuiva-aineen raakakuitu-

Taulukko 3. Säkkirehujen ja vastaavien raaka-aineiden kemialliset koostumukset.

	Kuiva- aine %	% kuiva-aineessa					
		Tuh- kaa	Raak. valk.	Puhd. valk. ¹⁾	Raak. rasva	N-vap. uutea.	Raak. kuitu
TIKKURILA v. 1969-70							
Raaka-aine (n-nata)	18.9	10.8	22.4	14.9	4.4	39.7	22.7
Säkkirehu "	22.3	10.0	20.4	10.8	6.5	38.0	25.2
Raaka-aine (k-heinä)	19.0	11.9	21.5	15.1	5.0	37.3	24.3
Säkkirehu "	21.8	11.1	20.6	11.7	6.5	35.8	26.0
POHJOIS-SAVO v. 1969-70							
Raaka-aine (AIV I)	17.6	9.5	21.7	16.1	3.8	42.5	22.5
Säkkirehu "	22.6	8.0	20.3	9.3	6.6	37.9	27.2
Raaka-aine (AIV II)	17.8	9.1	21.2	15.8	3.9	43.1	22.8
Säkkirehu "	23.2	8.0	19.6	10.4	6.2	39.5	26.7
Raaka-aine (Viherl.)	17.6	9.3	21.4	17.6	3.7	42.9	22.7
Säkkirehu "	23.1	8.5	20.8	14.9	5.4	39.3	26.0
Raaka-aine (muur.h)	17.9	9.3	22.0	16.6	3.9	42.5	22.2
Säkkirehu "	24.1	7.7	20.5	10.5	6.5	39.4	25.8
ETELÄ-SAVO v. 1969							
Raaka-aine (ennen	19.1	9.6	19.0	—	3.4	45.6	22.3
Säkkirehu tähk.)	22.4	11.1	20.4	—	6.5	37.7	24.3
Raaka-aine (tähkiessä)	20.7	8.4	16.2	—	3.2	48.3	23.9
Säkkirehu "	21.6	8.2	15.9	—	5.4	43.5	26.9
HÄME v. 1970							
Raaka-aine (200 kg N)	16.1	10.3	17.8	13.4	5.2	38.1	28.5
Säkkirehu "	19.0	9.6	17.1	11.2	6.2	35.3	31.7
Raaka-aine (300 kg N)	16.7	10.8	16.6	12.7	4.6	38.7	29.4
Säkkirehu "	18.8	9.8	17.8	11.4	6.1	34.0	32.3
KESKIMÄÄRIN							
Raaka-aine	18.3	9.9	20.8	15.5	4.0	41.8	23.4
Keskiarvon keskivirhe	±0.33	±0.17	±0.36	±0.29	±0.09	±0.54	±0.38
Säkkirehu	22.4	9.0	19.8	11.3	6.2	38.3	26.7
Keskiarvon keskivirhe	±0.26	±0.16	±0.25	±0.33	±0.07	±0.34	±0.32

1) Puhdasvalkuainen on määritetty ainoastaan v. 1970.

Taulukko 4. Säilörehujen ravintoainehävikit juuttsäkkimenetelmällä määriteltynä.

	Sä- kien luku	Hävikit % raaka-aineen ravintoainemääristä						
		Kuiva- aine	Tuhka	Raaka- valk.	Puhdas- valk.	Raaka- rasva	N-vap. uuteain.	Raaka- kuitu
TIKKURILA v. 1969-70								
Nurminata	18	-15.5 ^a	-21.7	-22.8	-40.1	+25.8	-19.2	- 6.6
Koiranheinä	16	-13.0 ^b	-18.2	-16.6 ^d	-32.4 ^d	+15.4	-16.2	- 6.8
Keskimäärin	34	-14.3	-20.0	-19.9	-36.3	+20.9	-17.8	- 6.7
POHJOIS-SAVO v. 1969-70								
AIV I	18	-18.2	-30.7 ^{cd}	-23.1	-54.2 ^{ce}	+39.7 ^c	-26.8	- 1.7
AIV II	18	-17.9	-28.2 ^{cd}	-23.6	-47.2 ^{ad}	+33.1 ^a	-24.5	- 4.1
Viherluos	18	-16.2	-23.5 ^c	-17.6	-33.0 ^{cf}	+23.7 ^{bd}	-22.8	- 4.6
Muurahaishappo	18	-20.1	-33.5 ^d	-25.2	-51.8 ^{be}	+32.5 ^{ab}	-25.8	- 7.3
Keskimäärin	72	-18.1	-29.0	-22.4	-46.6	+32.3	-25.0	- 4.4
ETELÄ-SAVO v. 1969								
Ennen tähkimistä	8	-18.6	-12.8 ^a	-20.1	-	+54.3	-31.3	- 4.6
Tähkiessä	10	-19.6	-23.0 ^b	-21.1	-	+37.6	-27.1	- 8.7
Keskimäärin	18	-19.1	-18.4	-20.7	-	+45.0	-29.0	- 6.9
HÄME v. 1970								
200 kg N/ha	6	-19.4	-27.7	-17.9	-28.8	- 0.2 ^a	-25.9	-11.9 ^a
300 ”	6	-15.9	-20.9	-13.9	-27.5	+11.7 ^b	-25.0	- 7.6 ^b
Keskimäärin	12	-17.7	-24.3	-15.9	-28.1	+ 5.8	-25.4	- 9.7
Hävikkien keskiarvot								
Keskiarvojen keskiarvo	136	-17.3 ± 0.62	-24.9 ± 1.21	-20.8 ± 0.97	-40.7 ± 1.80	+28.8 ± 1.80	-23.8 ± 0.87	- 5.8 ± 0.60

1) Puhdasvalkuaisen hävikit on määritetty vain v. 1970 yhteensä 69 näytteestä. Erojen merkitevyys on testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukeyn testillä. Testaus on suoritettu kunkin koeaikan kokeista erikseen. a-b: $P < 0.05$; c-d: $P < 0.01$; e-f: $P < 0.001$.

pitoisuus on kohonnut säilönnän aikana 23,4 %:sta 26,7 %:iin. Kuituosan vähäisestä hävikistä muihin aineisiin verrattuna johtuu, että säilöntätappioiden suuressa säilörehun kuitupitoisuus nousee. Raakarasvan määrä on kohonnut säilönnän aikana 28,8 %:lla. Lisäys johtuu käymisessä muodostuneista orgaanisista hapoista, jotka eetteriin liukenevina joutuvat analysoinnissa raakarasvaan.

Tuhkahävikki on ollut keskimäärin 24,9 % raaka-ineen tuhkamäärästä. Suurin (37,7 %) se on ollut Pohjois-Savon koeasemalla v. 1970 ja pienin (18,1 %) samassa koepaikassa v. 1969. Kyseisten vuosien raaka-ineet poikkesivat kuiva-ainepitoisuudeltaan huomattavasti toisistaan (16,1 % ja 19,8 %), joten ero tuhkahävikissä on ilmeisesti johtunut erilaisesta puristemehumäärästä.

Säkkirehujen ja vastaavien säilörehujen vertailu

Luonnollisesti on kysymyksen alaista, ovatko säkeissä ja normaalisti torneissa säilötyt rehut laadultaan ja koostumukseltaan vertailukelpoisia ja niin ollen myös hävikit toisiaan vastaavia. Sen seikan selvittämiseksi on säkkirehujen ja niitä vastaavien säilörehujen laatu- (havaintoja 48 ja 24) ja kemialliset erot (havaintoja 115 ja 58) analysoitu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä (taul. 5). Taulukosta voidaan todeta, että käyminen on ollut samanlaista säkeissä kuin ympäröivässä säilörehussakin, joten rehut ovat laadultaan olleet samanarvoisia. Kemialliselta koostumukseltaan rehut ovat tuhkapitoisuuden suhteen poikenneet merkittävästi toisistaan. Typettömien uuteaineiden määrässä ilmennyt eroavuus on ollut seurausta tuhkapitoisuuksien eroista, koska typettömät uuteaineet saadaan vähentämällä muut aineosat 100:sta. Säkkirehujen pienempi tuhkapitoisuus voi todellakin johtua suuremmista tuhkahävikkeistä, mutta mahdollista

Taulukko 5. Säkkirehujen ja vastaavien säilörehujen vertailu.

Ominaisuudet	Säkkirehu		Säilörehu		Merkittävät erot
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	
pH	4.54	0.33	4.52	0.28	
Etikkahappoa % tuoreessa	0.34	0.26	0.34	0.22	
Propionihappoa % "	0.01	0.03	0.01	0.02	
Voihappoa % "	0.00	0.05	0.00	0.01	
Maitohappoa % "	1.37	0.57	1.43	0.57	
Sokeria % "	0.55	0.63	0.58	0.71	
Kokonaistyyppi % "	0.73	0.08	0.73	0.08	
Liuk.N % kokonaistypestä	54.2	13.3	53.7	17.1	
NH ₄ -N % "	5.7	3.5	5.8	3.2	
Kuiva-ainetta %	22.4	3.2	22.3	2.5	
Tuhkaa % ka:ssa	8.8	1.9	9.7	2.7	0.9 ^{xxx}
Raakavalkuaista % "	20.1	2.8	20.0	2.8	
Raakarasvaa % "	6.2	0.9	6.3	1.3	
N-vap.uuteain. % "	38.4	4.1	37.2	3.6	1.2 ^{xxx}
Raakakuitua % "	26.5	3.7	26.8	3.6	

Erojen merkittävyys on testattu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä.
xxx P < 0.001.

myös on, että säkkeihin otettu ruohonäyte ei tuhkan osalta ole ollut edustava. Kelasilppuri vetää epätasaisessa maastossa toisinaan ruohon joukkoon maata, ja siitä tullut kivennäisliä on rehussa paikoittaista. Muut ravintoaineet ovat säkki- ja säilörehuissa täysin toisiaan vastaavia, ja niin ollen säkkimenetelmä on antanut luotettavan kuvan säilörehun hävikeistä.

Säilöntätappioihin vaikuttavia tekijöitä

Raaka-ainekoostumuksen vaihtelut ovat selittäneet (R^2 %) 20,4-48,9 % eri ravintoainehävikkien kokonaismuuntelusta (taul. 6). Aineosien keskinäisistä vuorosuhteista johtuu, että eri ravintoaineiden itsenäiset, muista riippumattomat vaikutukset ja niin myös selitysasteet ovat jääneet suhteellisen vähäisiksi. Eniten itsenäistä vaikutusta on ollut ruohon kuiva-ainepitoisuuden vaihtelulla. Kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on merkittävästi vähentänyt kuiva-aineen, tuhkan ja raakakuidun hävikkejä. Kuitupitoisuuden nousu on puolestaan lisännyt kuiva-aineen ja raakavalkuaisen hävikkimääriä. Raakavalkuaispitoisuuden nousu on lisännyt raakavalkuais-hävikkiä.

Ravintoainehävikkejä voidaan siis vähentää ruohon kuiva-ainepitoisuutta kohottamalla. Kun ruohon esikuivatus tuo mukanaan omat ongelmansa, olisi pyrittävä ainakin siihen, että säilöntä suoritettaisiin poutapäivinä. Toinen mahdollisuus hävikkien vähentämiseen on ruohon korjaaminen sopivalla kasvuasteella. POUTAINEN ja RINNE (1971) ovat todenneet hävikkien olleen pienimmillään korjuun tapahtuessa viikon aikana ennen ruohon tähkälle tuloa. Hävikkimäärät lisääntyivät, kun säilöntä tapahtui tähkämisen jälkeen tai hyvin nuorella kasvuasteella. Tässä tutkimuksessa ruohoa ei ollut korjattu liian varhaisella kasvuasteella, mutta tähkälletulovaiheen se oli joissakin tapauksissa ohittanut.

Tutkimusaineiston perusteella pyrittiin selvittämään myös erilaisten olosuhteiden vaikutusta hävikkeihin (taul.6). Tällöin todettiin, että hävikit olivat yleensä suurempia tornien pohja- kuin pintakerroksissa. Tähän on ilmeisesti vaikuttanut sekä rehun asema tornissa että myös säilöamisen aika. Säilöntä on näet yleensä tehty pohjakerrokseen kevätkesällä ja pintakerrokseen myöhäissyksyllä. Raaka-aine-erot eri korjuukertojen välillä on eliminoitu tilastollisella analysoinnilla. Tornien laita- ja keskiosissa säilöntätappiot eivät ole merkittävästi eronneet toisistaan. Koepaikat ja -vuodet sen sijaan ovat vaikuttaneet merkittävästi miltei kaikkiin hävikkivaihteluihin. Erilaiset sääolot, tornit ja säilöntätö ovat ilmeisesti vaikuttaneet hävikkimääriin. Yhdessä raaka-aineen koostumuksen, säilöntäkerrosten sekä koepaikkojen ja vuosien vaihtelut ovat selittäneet 30,9-57,1 % eri ravintoainehävikkien kokonaismuuntelusta. Voi- ja propionihapon ilmeneminen rehussa sekä runsaat etikkahappomäärät ovat olleet merkinä suuremmista hävikkimääristä.

Taulukko 6. Säilöntätappioihin vaikuttaneiden tekijöiden osuudet F-arvoilla ja selityksasteilla ilmaistuna. Etumerkit osoittavat vaikutuksen suunnan.

Selittävät muuttujat	Kuiva-aineen hävikki		Tuhkan hävikki		R.valkuaisen hävikki		R.rasvan hävikki		N.vap.uut.a. hävikki		R.kuidun hävikki	
	F-arvo	R ² %	F-arvo	R ² %	F-arvo	R ² %	F-arvo	R ² %	F-arvo	R ² %	F-arvo	R ² %
Raaka-aine												
Kuiva-aine	(-)6.9 ^{xx}	3.1	(-)10.1 ^{xx}	4.5	(-)0.4	0.2	(-)0.9	0.3	(-)2.3	1.1	(-)4.9 ^x	3.1
R.valkuainen	(+)1.4	0.6	(+)0.1	0.1	(+)9.4 ^{xx}	4.5	(-)0.4	0.1	(+)0.1	0.0	(-)0.0	0.0
R.rasva	(-)1.4	0.6	(+)0.3	0.1	(+)0.0	0.0	(+)18.9 ^{xxx}	7.3	(-)3.2	1.5	(-)4.9 ^x	3.1
N.vap.uut.a.	(+)4.8 ^x	2.1	(+)2.3	1.0	(+)9.5 ^{xx}	4.6	(+)0.2	0.1	(+)1.4	0.6	(-)0.0	0.0
R.kuitu	(+)1.8	0.8	(-)0.0	0.0	(+)7.0 ^{xx}	3.4	(+)0.8	0.3	(+)0.0	0.0	(+)2.2	1.4
Raaka-aine		35.4		29.4		25.9		48.9		35.4		20.4
Kerrokset (5)	3.4 ^x	6.0	3.8 ^{xx}	6.7	5.9 ^{xxx}	11.3	3.2 ^x	5.0	2.0	3.8	1.4	3.5
Koeseamat ja vuodet (6)	3.9 ^{xx}	7.1	7.9 ^{xxx}	14.0	4.8 ^{xx}	9.1	2.2	3.4	3.1 ^x	6.0	2.8 ^x	7.1
Yhteinen selitysaste		50.7		51.2		47.1		57.1		47.6		30.9

Tilastollinen analysointi on suoritettu pienimmän neliosumman varianssianalyysillä, vapausasteita 110.

x P < 0.05; xx P < 0.01; xxx P < 0.001.

Vaikutukset eivät kuitenkaan ole olleet tilastollisesti merkitseviä, mikä ilmeisesti johtuu hyvin onnistuneesta säilönnästä.

KIRJALLISUUTTA

- BURSTEDT, E., CISZUK, P. & LINGV ALL, P. 1971. Ensileringsstudier med nya koserveringsmetoder. Lantbrukshögskolans försöksledarmöten, Husdjur 27, 15: 1-19.
- ETTALA, E., LAMPILA, M., HUIDA, L., HUOKUNA, E. & POHJANHEIMO, O. 1971. Val-
kuaisrikkaiden nurmisäilörehujen laatu ja koostumus. Kehittyvä Maatalous
3: 3-14.
- , POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1972. Eri säilöntäaineilla valmistetut säilö-
rehut lypsykarjan ruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 7: 3-15.
- JARL, F. 1948. Ensileringsförsök och utfodringsförsök med ensilage I. Lant-
brukshögsk. Husdjurförsöksanst. 32. 96 p.
- POUTAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoar-
voon. Kehittyvä Maatalous 3: 15-28.
- ULVESLI, O. & SAUE, O. 1965. sammenligning av tilsetningsmidler ved ensilering
av engvekster 1953-59. Meld. Norges Landbrukshøgsk. 44, 12. 39 p.

ORGAANISTEN AINEIDEN, KIVENNÄISTEN JA NITRAATTITYYPEN HÄVIKIT
VALMISTETTAESSA RUHOSTA TUORESÄILÖREHUJA

Elsi Ettala ja Vappu Kossila

TIIVISTELMÄ

Valkuaisrikkaan ruohon sisältämien ravintoaineiden säilöntätappioita selvitetiin talousmittakaavassa tehdyistä tuoresäilörehuista. Hävikit laskettiin tietyistä, jutesäkkeihin sullotuista ja eri puolille säiliöitä sijoitetuista rehueristä. Koesäilörehut valmistettiin vuosina 1971-72 säilöntäainetta käyttäen 24 siiloon ja 12 muoviamua. Säkinäytteitä oli 306.

Keskimääräiset hävikit olivat seuraavat: kokonaispainohäviö 31,9 %, kuiva-aineen 21,2 %, orgaanisen aineen 20,1 %, raakavalkuaisen 19,5 %, typettömien uuteaineiden 30,1 %, raakakuidun 8,4 %. Raakarasva lisääntyi keskimäärin 29,4 %. Nitraattityypin häviö oli keskimäärin 66,1 %.

Kivennäisaineiden kokonaishävikki oli keskimäärin 30,8 %. Erillisten kivennäisaineiden keskimääräiset hävikit olivat seuraavat: kalsiumin 30,3 %, fosforin 32,7 %, magnesiumin 31,9 %, kaliumin 36,2 %, natriumin 31,5 %, mangaanin 30,6 %, sinkin 33,8 % ja kuparin 15,1 %. Rautamäärä kohosi keskimäärin 12,8 %.

JOHDANTO

Säilöntätappiot vaikuttavat oleellisesti säilörehun ravintoarvoon ja säilörehuvaltaisen ruokinnan taloudellisuuteen. Käytännön olosuhteita vastaavia säilöntätappioita on kuitenkin suurista rehumääristä vaikea määrittää. Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään suurten säilörehumäärien säilöntätappioita ns. säkki-menetelmällä. Ravintoainehävikit on laskettu tietyistä, säkkeihin sullotuista ja eri puolille säiliöitä sijoitetuista rehueristä. Työ on orgaanisten ravintoaineiden osalta aikaisempien kokeiden jatkoselvitystä (EITALA ym. 1972). Eri kivennäisten hävikkejä ja nitraattityypin häviöitä ei aikaisemmin ole vastaavalla tavalla selvitetty.

AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Verraten runsaasti typpeä saanutta ruohoa säilöttiin viidessä koepaikassa eri puolilla Suomea. Säilöntä tapahtui tornisiiloihin (10 tornia $\hat{=}$ 53 m³ - 281 m³), kulmikkaisiin betonisiiloihin (3 kpl $\hat{=}$ 92 m³ - 120 m³) sekä aumoihin 12 kpl. Ruohomäärä vaihteli siiloissa 42 000-299 430 kg, aumoissa 15 150-146 700 kg. Keskimäärin 24 siilossa oli ruohoa 91 766 kg ja 12 aumassa 44 304 kg.

Selostus kyseisistä säilörehunurmista ja säilörehujen valmistuksesta on esi-

tetty julkaisussa ETTALA ja KOSSILA (1980). Säilörehu valmistettiin säilöntäainetta käyttäen ja ne olivat säilönnällisesti hyvin onnistuneita (ETTALA ja LAMPILA 1978, ETTALA ym. 1974, 1975).

Säilöntätappiot määritettiin siten, että otettiin edustava ruohoerä kuormasta ja siitä pantiin kahteen jutesäkkiin 15 kg:n ruohomäärä sekä otettiin raaka-ainenäyte. Säkit sijoitettiin samaan rehukerrokseen, johon kyseinen kuorma purettiin. Tornisiiloissa säkkejä pantiin 1-2 m:n kerrosväleihin, toinen säkki lähelle laitaa, toinen lähelle keskustaa. Säkkejä oli 306 kpl (taul. 1). Kun säkit tulivat talvella esille, niiden sisältö punnittiin ja niistä otettiin edustavat näytteet analysointia varten. Rehuista tehtiin rehuanalyysi, nitraattityypimääritys sekä kivennäismäärityksiä. Kun säkissä olevan ruohon ja vastaavien säilörehujen määrä sekä eri aineosien pitoisuudet tunnettiin, laskettiin ravintoainemäärien erotuksesta kunkin ravintoaineen hävikki prosentteina alkuperäisestä määrästä.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kokonaispainohäviö

Kokonaispainokato muodostuu säilönnässä puristenesteestä sekä käymisen ja hengityksen aiheuttamista tappioista. Kokonaispainokato oli keskimäärin 31,9 % (taul. 2). Vaihtelut eri koepaikkojen painohäviöiden välillä olivat suuria. Ääritapauksissa, Pohjois-Savon ja Pohjois-Pohjanmaan koeasemien rehuissa, keskimääräiset painohäviöt olivat 40,5 % ja 23,1 %.

Painohäviöiden suuret vaihtelut johtuivat lähinnä puristenestemäärien eroista, koska erot kuiva-ainehävikkeissä olivat huomattavasti pienempiä (taul. 2).

Puristeneste-erot puolestaan johtuvat ruohon kosteus- ja muista koostumuseroista sekä erilaisista säiliöistä. Säiliön merkitys näkyy erityisesti Pohjois-Savon koeasemalla, jossa ruoho oli kosteinta (ka 16,7 %), mutta säilörehu kuivinta (ka 22,3 % (taul. 1). Siellä lujitemuovisiilot olivat liukasseinäisiä ja korkeita, joten ruoho painui tiiviiksi rehupatsaaksi. Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla sensijaan on puristenestemäärä varsinkin aumoissa ollut hyvin pieni. Siellä ruohon ja säilörehujen kuiva-ainepitoisuudet olivat lähes yhtä suuria (20,0 % ja 20,7 %, taul. 1) eikä kokonaispainohäviö paljonkaan kuiva-ainehävikiä suurempi (23,1 %, 21,2 %, taul. 2).

Keskimääräinen painokato on eri vuosina seurannut ruohon kosteuseroja. V. 1971 painohäviö oli 30,2 %, v. 1969-70 32,4 % (ETTALA ym. 1972) ja v. 1972 34,0 %, kun vastaavat kuiva-ainepitoisuudet olivat 19,3 %, 18,3 % ja 17,5 %. Eri korjuukertojen painohäviöt sensijaan eivät ole muodostuneet kosteuserojen mukaisiksi. Painohäviö oli suurin (35,0 %) kevätkesän sadosta ja pienin (28,4 %) syysadosta, vaik-

Taulukko 1. Ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen kemiallinen koostumus

	% kuiva-aineessa													
	Kuiva-aine %				r. valkuaista				r. rasvaa		r. kuitua		N-vap. uuteain.	
	Säkkien luku	ruoho	säilö-rehu	ruoho	säilö-rehu	ruoho	säilö-rehu	ruoho	säilö-rehu	ruoho	säilö-rehu	ruoho	säilö-rehu	
Koepaikat														
Tikkurila	54	20,0	21,6	9,5	8,6	20,4	19,8	3,8	5,9	20,9	24,8	45,4	40,9	
Hämeen koeas.	34	17,3	20,9	10,3	8,8	20,2	20,9	4,7	6,9	24,8	27,3	40,0	36,2	
P-Savon koeas.	102	16,7	22,3	9,7	7,7	19,3	19,7	3,7	6,3	22,5	27,5	44,8	38,9	
P-Pohj. koeas.	78	20,0	20,7	8,9	8,5	19,6	19,8	3,5	5,5	24,7	28,2	43,3	38,1	
Lapin koeas.	38	18,8	21,6	8,2	7,2	18,2	19,0	3,7	6,4	27,5	29,6	42,5	37,8	
Vuodet														
1971	166	19,3	22,0	9,2	8,4	20,3	20,2	3,7	6,1	22,4	26,3	44,4	39,0	
1972	140	17,5	20,9	9,5	7,8	18,7	19,3	3,8	6,1	25,1	28,8	42,9	38,1	
Niittokerrat														
1. niitto	134	19,2	23,1	9,2	7,7	19,8	19,4	3,6	6,4	22,9	27,7	44,5	38,9	
2. niitto	84	18,0	20,5	8,7	7,6	18,2	18,7	3,8	5,9	26,2	29,3	43,2	38,5	
3. niitto	88	17,9	20,0	10,1	9,2	20,4	21,5	4,0	5,9	22,4	25,2	43,1	38,2	
Keskimäärin	306	18,5	21,5	9,3	8,1	19,5	19,8	3,8	6,1	23,7	27,4	43,7	38,6	
Hajonta		±3,6	±2,9	±2,5	±2,6	±3,0	±2,8	±0,6	±1,1	±3,4	±3,6	±3,6	±3,4	

Taulukko 2. Ravintoaineiden hävikit ruohon tuoresäilönnässä

	Hävikki-% alkuperäisistä määristä							
	Kokonais- paino	Kuiva- aine	Org. aine	Tuhka	Raaka- valk.	Raaka- rasva	N-vap. uuteain.	Raaka- kuitu
Koepaikat								
Tikkurila	26,2	19,1	18,2	27,1	21,1	+29,1	26,8	4,1
Hämeen koeasema	37,0	23,9	22,6	35,0	21,0	+11,5	31,1	16,1
P-Savon koeasema	40,5	21,7	20,0	36,9	20,0	+35,9	31,7	4,5
P-Pohj. koeasema	23,1	21,2	21,0	24,5	19,8	+23,9	30,5	10,2
Lapin koeasema	30,3	20,3	19,4	28,8	13,8	+39,9	28,6	14,0
Vuodet								
1971	30,2	20,9	20,2	27,7	20,9	+31,5	30,2	7,1
1972	34,0	21,5	20,0	34,4	17,8	+26,9	29,9	9,8
Niittokerrat								
1. niitto	35,0	22,0	20,6	34,8	23,2	+40,2	31,5	5,5
2. niitto	30,7	21,2	20,3	29,0	17,8	+24,7	29,3	11,7
3. niitto	28,4	20,0	19,2	26,3	15,4	+17,5	28,7	9,5
Kerrokset säilössä								
pintakerros	29,0	18,0	17,4	23,9	17,7	+16,6	25,5	6,2
2. kerros	28,1	19,9	19,0	28,0	18,5	+30,7	28,5	7,5
3. kerros	31,8	23,0	22,0	32,9	19,1	+28,2	31,8	11,3
4. kerros	36,6	23,5	21,9	36,1	21,8	+31,0	32,3	9,9
5. kerros	33,2	22,6	21,5	33,5	21,7	+30,2	31,6	9,5
pohja	32,3	20,4	19,3	30,3	17,9	+38,9	30,8	6,2
Keskiarvo	31,9	21,2	20,1	30,8	19,5	+29,4	30,1	8,4
hajonta	±13,5	±7,6	±7,4	±17,4	±11,9	±26,4	±10,1	±9,4

ka ruohon kuiva-ainepitoisuus oli kevätasadossa suurempi (19,2 %) kuin syysadossa (17,9).

Ristiriita painokadon ja kuiva-ainepitoisuuden välillä selittyy osittain rehujen sijoittamisesta torniin sekä muista olosuhteiden eroista. Kevätkesän sato korjattiin tornien pohjaosaan. Useimmiten sitä oli noin puolet tornien kokonaismäärästä. Keskikesän sato korjattiin edellisen päälle tornien keskivälistä ylöspäin ja syys-sato tornien pintakerrokseen. Pohjakerrokset joutuivat toisaalta kovimpaan puristukseen, toisaalta lämpimät kesäpäivät edistivät käymisilmiöitä, joten kevätkesän rehuista olivat sekä puristeneste- että käymistappiot suuremmat kuin syysrehusta.

Kuiva-ainehävikki

Kuiva-ainetappio oli keskimäärin 21,2 % (taul. 2). Se oli näinä vuosina suurempi kuin samalla tavalla mitatuissa edellisten vuosien, 1969-70, säilörehuissa, joissa se oli 17,3 % (ETTALA ym. 1972). Kuiva-ainehävikkien erot eri koepaikoissa eri vuosina, niittokertoina ja säilöjen eri rehukerroksissa olivat huomattavasti pienempiä kuin kokonaispainohäviön erot. Suunta on kuitenkin sama, joten myös kuiva-ainehävikit ovat vaikuttaneet kokonaispainokatoon.

Orgaanisten aineiden hävikit

Orgaanisten aineiden yhteishävikki oli keskimäärin 20,1 % (taul. 2). Se vaihteli verraten vähän. Suunta orgaanisten aineiden hävikkimäärissä oli yhdenmukainen kokonaispainohävikin kanssa. Edellisten vuosien, 1969-70, säilörehuissa orgaanisten aineiden hävikki oli selvästi pienempi (16,5 %) (ETTALA ym. 1972) kuin tässä esitetyissä rehuissa.

Raakavalkuaisen hävikki oli keskimäärin 19,5 % (taul. 2). Se oli jonkin verran pienempi kuin koko kuiva-aineen hävikki, joten rehun raakavalkuaispitoisuus kohosi säilönnän aikana (19,5 %/19,8 % ka:ssa, taul. 1).

Raakavalkuaishävikki oli huomattavasti muita pienempi Lapin koeasemalla, jossa myös ruohon raakavalkuaispitoisuus oli alhaisin. Ruohon raakavalkuaispitoisuuden ja raakavalkuaishävikin välillä olikin positiivinen vuorosuhde ($r = 0,36^{***}$). Kuitenkin syysadosta raakavalkuaishävikki oli muita pienempi (25,4 %), vaikka raakavalkuaispitoisuus oli korkeampi (20,4 %). Vähäinen käyminen viileään syysään vallitessa on ilmeisesti vähentänyt hävikkiä. Vuosien välillä oli raakavalkuaishävikissä erittäin merkitsevä ero. Vuonna 1971 se oli samaa tasoa (20,9 %) kuin edellisinä koivuina (20,8 %, ETTALA ym. 1972), mutta v. 1972 huomattavasti alhaisempi (17,8 %).

Raakarasva lisääntyi keskimäärin 29,4 % (taul. 2). Lisääntyminen johtuu säilönnän aikana syntyneistä hapoista, jotka eetteriin liukenevina menevät analysoinnissa raakarasvaan. Se ilmeni raakarasvapitoisuuden nousuna (3,8 %/6,1 % ka:ssa, taul. 1).

Typettömien uuteaineiden hävikki oli orgaanisista aineista suurin, keskimäärin 30,1 % (taul. 2). Tämän helppoliukoisen ja helposti käyvän aineosan osuus oli ruohosta keskimäärin 43,7 % ja säilörehusta 38,6 %/ka (taul. 1). Typettömien uuteaineiden hävikki erosi merkittävästi vain Tikkurilan ja Pohjois-Savon koeaseman rehuissa. Ilmeisesti ero johtui puristenesteen mukana liuenneista määristä.

Raakakuidun hävikki oli keskimäärin 8,4 % (taul. 2). Koska kuidun hävikki oli paljon pienempi kuin kuiva-aineen yleensä, on kuitupitoisuus säilönnän aikana kohonnut (taul. 1).

Kuituhävikissä oli eri koepaikkojen, vuosien ja niittokertojen välillä huomattavia eroja. Samoin on ruohon kuitupitoisuus vaihdellut eri tapauksissa erittäin merkittävästi (taul. 1). Tikkurilassa ja Pohjois-Savon koeasemalla kuitupitoisuus oli alhainen (20,9 ja 22,5 %/ka) ja kuitu hävikki vähäinen (4,1 ja 4,5 %). Lapin koeasemalla ruohon kuitupitoisuus oli suurin (27,5 %/ka) ja myös hävikki suuri (14,0 %). Ruohon kuitupitoisuuden ja kuituhävikin välillä olikin positiivinen vuorosuhde, 0,36^{***}.

Nitraattityppi ja sen hävikki

Ruohon kuiva-aineessa oli nitraattityppeä keskimäärin 0,13 ja säilörehun kuiva-aineessa 0,05 % (taul. 3). Nitraattitypestä hävisi säilönnän aikana keskimäärin 66,1 % eli lähes 2/3. Suurin häviö oli italialaisesta raiheinästä, keskimäärin 77,9 %. Nitraattityppipitoisuuden kasvaessa hävikki lisääntyi. Runsaan typpilannoituksen myötä ruohon nitraattityppipitoisuus oli alhaisimmalla typpilannoitustasolla (33 kg N/ha/sato) 0,07 %, keskimmaisella (60-80 kg N/ha/sato) 0,13 % ja korkeimmalla (100 kg N/ha/sato) 0,16 %. Säilörehuissa vastaavat pitoisuudet olivat 0,03 %, 0,05 % ja 0,06 %.

Suuri hävikki nitraattityypen osalta on eläimille eduksi. AP GRIFFITH (1960) pitää nitraattityypen myrkyllisyysrajana eläimille 0,22 %/ka. Kuitenkin myrkyllisyysrajoista on vaihtelevia arvioita. Tässä esitetyssä aineistossa on italialaisen raiheinän nitraattityppipitoisuus keskimääräisenäkin (0,23 %/ka) ylittänyt mainitun myrkyllisyysrajan, mutta vastaavassa säilörehussa nitraattityppeä oli vain 0,06 %/ka. Toiseksi suurin nitraattityppipitoisuus oli koiranheinällä (keskimäärin 0,19 %/ka), mutta sekin pitoisuus laski säilörehussa 0,06 %:iin/ka. Ruokintakokeissa ei nitraattitypestä todettu haittavaikutuksia.

Kivennäisten hävikit

Tuhkan hävikki oli keskimäärin 30,8 % (taul. 2). Se oli huomattavasti suurempi kuin orgaanisten aineiden hävikki. Suurimmat tuhkahävikit olivat samoissa koepaikoissa, Pohjois-Savon ja Hämeen koeasemilla, joissa ruohon kosteus (taul. 1) ja kokonaistappiot (taul. 2) olivat suurimmat. Ruohon kuiva-ainepitoisuuden nous-

Taulukko 3. Ruohon ja siitä valmistettujen säilörehujen nitraartityypipitoisuudet ja hävikit

	Näytteitä, kpl		NO ₃ -N %/ka		NO ₃ -N hävikki-%
	ruoho	säilörehu	ruoho	säilörehu	
Koepaikat					
Tikkurila	27	54	0,07	0,03	65,4
Hämeen koeasema	17	34	0,18	0,06	69,5
P-Savon koeasema	48	96	0,18	0,06	69,4
P-Pohjanmaan koeasema	39	78	0,11	0,05	61,4
Lapin koeasema	19	38	0,11	0,04	65,3
Vuodet					
1971	83	166	0,13	0,05	65,1
1972	67	134	0,15	0,05	67,2
Niittokerrat					
1. niitto	67	134	0,12	0,04	67,6
2. niitto	40	80	0,14	0,05	63,2
3. niitto	43	86	0,15	0,06	66,4
N-lannoitus					
33 kg N/ha/sato	27	54	0,07	0,03	65,4
60-80 kg N/ha/sato	54	108	0,13	0,05	67,5
100 kg N/ha/sato	67	134	0,16	0,06	66,1
Keskiarvo	150	300	0,13	0,05	66,1
hajonta			±0,09	±0,06	±43,8

tessa tuhkahävikki väheni erittäin merkitsevästi ($r = -0,40^{***}$).

Kivennäisiä on siis poistunut runsaasti suurten puristenestemäärien mukana. Tämä ilmenee myös koevuosien 1971 ja 1972 välisistä tuhkahävikkieroista. Sen sijaan eri niittokerroilla tuhkahävikki ei ole seurannut ruohon kosteuseroja, mutta kylläkin kokonaistappioita. Suurin tuhkahävikki oli kevätkesän ruhosta ja pienin syksyn sadosta, vaikka ruohon kosteuspitoisuus oli päinvastainen. Tämän ristiriidan selittänee ainakin osittain eri niittokertojen rehun sijoittaminen tornien eri kerroksiin (kts. kokonaispainohäviö).

Tässä tutkimuksessa saatu tuhkahävikki oli suurempi kuin edellisinä koevuosina 1969-70 todettu (keskim. 24,9 %, ETTALA ym. 1972). Silloin raaka-aineiden vaihtelu selitti tuhkahävikkien vaihtelusta 29,4 %. Sillojen eri kerrosten olosuhte-erot selittivät 6,7 % ja olosuhteiden vaihtelut eri koeasemilla ja eri vuosina 14,0 %. Yhteensä voitiin tuhkahävikkien vaihteluista selittää 51,2 % (ETTALA ym. 1972).

Kalsiumin (Ca) hävikki oli keskimäärin 30,3 % (taul. 4). Suurin Ca-hävikki (44 %) oli Tikkurilassa, jossa ruohon Ca-pitoisuus myös oli korkein (ETTALA ja

Taulukko 4. Makrokivennäisten hävikit ruohon tuoresäilönnässä

	Näytteitä		Hävikki-% alkuperäisestä määrästä				
	n		Ca	P	Mg	K	Na
Koepaikat							
Tikkurila	54	44,0	33,0	30,1	45,0	53,0	
Hämeen koeasema	34	25,4	35,4	36,0	36,7	18,1	
P-Savon koeasema	98	32,2	36,9	34,4	42,5	33,5	
P-Pohj. koeasema	78	22,0	26,3	25,7	28,3	17,4	
Lapin koeasema	38	26,9	32,1	37,4	22,8	36,6	
Vuodet							
1971	162	29,6	31,2	30,5	35,3	27,3	
1972	140	31,0	34,3	33,6	37,1	36,4	
Niitrokerrat							
1. niitto	130	37,4	37,8	34,0	43,1	40,4	
2. niitto	84	26,0	30,7	33,7	30,3	31,2	
3. niitto	88	23,7	27,0	27,1	31,5	18,5	
Kerrokset tornissa							
pintakerros	52	27,1	28,4	30,4	32,7	37,5	
2. kerros	48	25,7	31,3	24,4	30,6	22,8	
3. kerros	44	33,8	36,0	36,8	38,5	43,5	
4. kerros	50	34,7	35,2	36,4	40,2	40,4	
5. kerros	54	31,9	33,7	33,7	37,6	29,6	
pohja	54	28,7	32,1	30,3	37,3	17,3	
Keskiarvo	302 ¹⁾	30,3	32,7	31,9	36,2	31,5	
hajonta		±16,2	±14,7	±14,2	±19,0	±43,4	

KOSSILA 1980). Pienin Ca-hävikki (22 %) oli Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Ca-hävikki kohosi ruohon Ca-pitoisuuden noustessa ($r = 0,18$) ja kosteuden lisääntyessä. Eri vuosien välillä ei Ca-hävikkeissä ollut merkitsevää eroa (taul. 4). Syyssadosta hävikki oli merkitsevästi pienempi kuin muista sadoista. Muurahais-
hapolla säilötyistä rehuista Ca-hävikki oli merkitsevästi pienempi kuin AIV 1- ja Viherliuksella säilötyistä.

Fosforin (P) hävikki oli keskimäärin 32,7 % (taul. 4). Erot eri koepaikkojen välillä olivat pienempiä kuin Ca-hävikkeissä, mutta kuitenkin merkitseviä. P-hävikki lisääntyi ruohon P-pitoisuuden kohotessa ($r = 0,30^{***}$) ja väheni kuiva-ainepitoisuuden noustessa ($r = -0,26^{***}$). Eri vuosien P-hävikit eivät eronneet toisistaan merkitsevästi, mutta eri niittokertojen välillä erot olivat erittäin merkitseviä (taul. 4). Suurin hävikki oli kevätkesän ja pienin syksyn sadosta.

Magnesiumin (Mg) hävikki oli keskimäärin 31,9 % (taul. 4). Suurin Mg-hävikki oli Lapin koeasemalla, jossa myös ruohon Mg-pitoisuus oli korkein (ETTALA ja KOSSILA 1980). Mg-hävikki ja Mg-pitoisuus eivät kuitenkaan yleensä seuranneet toisiaan ($r = 0,07$), mm. vähiten magnesiumia sisältävästä kevätsadosta hävikki oli suurin. Sen sijaan ruohon kuiva-ainepitoisuuden kohotessa Mg-hävikki väheni ($r = -0,36^{***}$).

Kaliumin (K) hävikki oli keskimäärin 36,2 % (taul. 4). Se oli kivennäishävikkeistä suurin. Suurin K-hävikki oli Tikkurilassa (45,0 %) ja pienin Lapin koeasemalla. Vastaavasti oli eroa myös ruohon K-pitoisuudessa (4,28 % ja 2,14 %/ka, ETTALA ja KOSSILA 1980). Kevätsadon K-hävikki (43,1 %) oli merkitsevästi muiden satojen K-hävikkiä suurempi. Kevätsadossa oli myös muita korkeampi K-pitoisuus (ETTALA ja KOSSILA 1980).

Natriumin (Na) hävikki oli keskimäärin 31,5 % (taul. 4). Vaihtelut Na-hävikkeissä olivat erittäin suuret. Erot koepaikkojen välillä eivät kuitenkaan ole varmoja, koska vaihtelu oli suurta myös koepaikkojen sisällä. Na-hävikki kohosi ruohon Na-pitoisuuden noustessa ($r = 0,39^{***}$), mutta Na-hävikin ja ruohon kuiva-ainepitoisuuden välillä ei ollut selvää yhteyttä. Na-hävikki oli kevätsadosta enemmän kuin kaksi kertaa syyssadon Na-hävikkiä suurempi. Tämä ei kuitenkaan ilmene tornien eri rehukerroksissa, sillä pohjakerroksesta hävikki oli pienin. Tämäkin kuvastaa Na-hävikin epäsäännöllistä vaihtelua.

Raudan (Fe) määrässä tapahtui keskimäärin lisääntymistä +12,8 % (taul. 5). Vaihtelut olivat kuitenkin erittäin suuria. Eri koepaikkojen välillä Fe-määrä vaihteli 20,8 %:n häviöstä 31,7 %:n lisääntymiseen. Myös vuosien, niittokertojen ja tornien eri rehukerrosten rautamäärien muutokset vaihtelivat ilman tiettyä johdonmukaisuutta. Erilainen ruohon Fe-pitoisuus selittää osan vaihtelusta, sillä vuorosuhde ruohon Fe-pitoisuuden ja Fe-muutoksen välillä oli varsin kiinteä ($r = 0,36^{***}$). Sen sijaan Fe-hävikki ei ole seurannut ruohon kuiva-ainepitoisuu-

Taulukko 5. Mikrokiivennäisten hävikkejä tai rikastumista ruohon tuoresäilöinnässä.

	Näytteitä		Hävikki tai lisäys % alkuperäisestä määrästä			
	n	Fe	Mn	Zn	Cu	
Koepaikat						
Tikkurila	54	- 2,4	-36,8	-32,8	-12,8	
Hämeen koeaema	34	-20,8	-40,1	-63,5	-10,2	
P-Savon koeasema	98	+29,0	-27,4	-27,5	-12,5	
P-Pohj. koeasema	78	- 8,4	-26,3	-27,0	-20,4	
Lapin koeasema	38	+31,7	-30,7	-51,9	-20,0	
Vuodet						
1971	162	+20,8	-30,2	-32,3	-16,4	
1972	140	+ 3,5	-31,2	-35,7	-13,5	
Niitrokerrat						
1. niitto	130	+ 9,4	-32,1	-34,3	-12,5	
2. niitto	84	+29,0	-30,0	-35,8	-22,6	
3. niitto	88	+ 2,3	-29,1	-30,9	-11,9	
Kerrokset tornissa						
pintakerros	52	+18,6	-28,8	-29,3	-20,0	
2. kerros	48	+31,5	-27,2	-32,0	- 7,7	
3. kerros	44	- 0,1	-33,5	-41,5	-20,1	
4. kerros	50	+ 5,6	-33,8	-39,7	-17,2	
5. kerros	54	+ 9,7	-32,2	-31,9	-13,2	
pohja	54	+10,7	-28,6	-30,5	-12,5	
Keskisarvo	302 ¹⁾	+12,8 %	-30,6	-33,8	-15,1	
hajonta		±49,9	±16,2	±22,6	±24,4	

¹⁾ Zn:n 283, Cu:n 300.

den vaihteluja. Näyttää ilmeiseltä, ettei rauta ollut puristenesteeseen liukenevassa muodossa. Kuiva-aineen Fe-pitoisuus kohosikin säilönnän aikana niin tässä tutkimuksessa (ETTALA ja KOSSILA 1980) kuin aikaisempienkin vuosien kokeissa (KOSSILA ym. 1973).

Mangaanin (Mn) hävikki oli keskimäärin 30,6 % (taul. 5). Eri koepaikkojen ja niittokerojen MN-häviössä oli merkitseviä eroja, mutta ei eri vuosien eikä tornein eri rehukerrostojen välillä. Mn-hävikki kohosi ruohon Mn-pitoisuuden noustessa ($r = 0,26^{***}$), mutta ei kosteuden lisääntyessä.

Sinkin (Zn) hävikki oli keskimäärin 33,8 % (taul. 5). Hävikkivaihtelut olivat erittäin suuria. Suurin Zn-hävikki oli Zn-pitoisimmasta ruohosta Hämeen koeasemalla (63,5 %). Vuorosuhde ruohon Zn-pitoisuuden ja Zn-hävikin välillä oli varsin kiinteä ($r = 0,66^{***}$). Jossain määrin Zn-hävikki väheni ruohon kuiva-ainepitoisuuden noustessa ($r = -0,15$). Kuitenkin Zn-häviö oli syksyn sadosta pienempi kuin muista sadoista, vaikka syyssadon Zn-pitoisuus oli korkeampi (ETTALA ja KOSSILA 1980) ja kuiva-ainepitoisuus alhaisempi (taul. 1) kuin muissa sadoissa.

Kuparin (Cu) hävikki oli keskimäärin 15,1 % (taul. 5). Cu-hävikki oli suurin Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla, vaikka muut kivennäishävikit olivat siellä ilmeisesti vähäisistä puristenestemääristä johtuen pienimpiä (taul. 4 ja 5). Ruohon kuiva-ainepitoisuuden ja Cu-hävikin välillä ei ollutkaan vuorosuhdetta ($r = 0,05$). Sen sijaan Cu-hävikki nousi ruohon Cu-pitoisuuden kohotessa ($r = 0,39^{***}$). Vaihtelut Cu-hävikissä olivat verraten säännöttömiä.

Säilöntätappioiden luotettavuus

Tässä tutkimuksessa saadut ravintoainehävikit olivat varsin suuria. Kuitenkin ne ovat yhdenmukaisia ZIMMERin (1967) tekemän laajan kirjallisuuskatsauksen kanssa. ZIMMER sai ruohon keskimääräiseksi kuiva-ainetappioksi 60 korkeassa siilossa $21,6 \pm 6,17$ % ja 24 laakasiilossa $21,0 \pm 7,0$ %, kun ruohon kuiva-ainepitoisuudet olivat 18,6 % ja 18,4 %. Tässä tutkimuksessa korkeitten siilojen ja laakasiiloja muistuttavien muovialamojen keskimääräinen kuiva-ainetappio oli $21,1 \pm 6,9$ %, kun ruohon kuiva-ainepitoisuus oli 18,4 %.

Säkeissä saatujen hävikkien luotettavuutta selvitettiin siten, että samaan rehukerrokseen pantiin kaksi samasta ruohoerästä otettua ruohosäkkiä ja näitä verrattiin keskenään. Tulokset osoittivat, että säkeistä otettujen säilörehujen kuiva-ainepitoisuudessa (21,8 % ja 21,3 %) sekä kokonaishäviössä (32,7 ja 31,1 %) oli vähän eroavuutta, mutta kuiva-ainetappiot olivat miltei yhtäsuuret (21,2 % ja 21,1 %). Kivennäisten ja nitraattityypen hävikeissä oli jonkin verran, mutta ei merkitsevää eroavuutta (taul. 6).

Aikaisempien vuosien (1969 ja 1970) vastaavanlaisessa tutkimuksessa verrattiin myös säkkisäilörehujen ja niitä ympäröivien vapaasti torneihin säilöttyjen säilörehujen laatua ja koostumusta toisiinsa (ETTALA ym. 1972). Vertailu osoitti, että

Taulukko 6. Saman rehukerroksen säkeissä olleiden säilörehujen kivennäis- ja nitrattityypipitoisuudet sekä hävikit

	Pitoisuudet % tai mg/kg ka		Hävikki % alkuperäisistä määristä	
	keski- osissa	laita- osissa	keski- osissa	laita- osissa
Ca	0,27	0,27	30,8	29,7
P	0,32	0,32	32,9	32,5
Mg	0,21	0,21	32,3	31,6
K	2,47	2,53	37,2	35,2
Na	0,04	0,04	28,7	34,2
Fe	0,06	0,06	+ 12,1	+ 13,5
Mn	96,7	97,7	31,1	30,2
Zn	34,0	34,0	37,2	37,4
Cu	11,3	11,1	14,4	15,8
NO ₃ -N	0,05	0,05	64,3	69,2

molemmat rehut olivat hyviä ja tasavertaisia. Tässä tutkimuksessa ei vastaavanlaista vertailua tehty.

Tutkimuksissa on todettu, että laskemalla saadut hävikit ovat todellisia suurempia, jos säilörehujen kuiva-ainepitoisuus on määritetty uunikuivatuksella eikä haihtuvien aineiden osalta ole tehty tarpeellisia korjauksia. Tässä tutkimuksessa säilörehunäytteet kuivattiin 60 °C:ssa ja kuiva-ainepitoisuus määritettiin 105 °C:ssa. Kuiva-ainepitoisuus korjattiin lisäämällä siihen 80 % etikkahapon määräästä sekä propioni-, voi- ja valerianahappopitoisuudet kokonaan. Korjaukset on tehty JARL ja HEELEDAYn (1948) ja NORDFELDTin (1955) ehdotusten mukaisina.

Kuiva-ainekorjausta ei tässä tutkimuksessa ole tehty haihtuvan maitohapon, haihtuvan typen eikä alkoholipitoisuuden osalta. McDONALD ja DEWAR (1960) ovat todenneet, että maitohaposta voi uunikuivatuksessa haihtua 1,4-16,4 % keskiarvon ollessa 8,7 %. Myös typestä voi osa olla haihtuvassa muodossa lähinnä silloin, kun säilörehun pH on korkea (4,5-5,0) (McDONALD ja DEWAR 1960, MINSON ja LANCAS-TER 1963).

Näistä määrittämättä jääneistä haihtuvista aineista on ilmeisesti haihtuneen maitohapon osuus ollut merkittävin, koska säilörehujen maitohappopitoisuus on muita happopitoisuuksia huomattavasti suurempi. Sen sijaan näyttää ilmeiseltä, että typestä on haihtunut varsin vähän, koska haposäilörehujen pH oli keskimäärin 4,25 ja formaliini-happoseoksella säilötyissä rehuissa, joissa keskimääräinen pH oli korkeampi, 4,66, raakavalkuaishävikki, ilmeisesti formaliinin ansios- ta, oli keskimäärin pienempi (18,2 %/ka).

Myös on oletettavissa, että typpirikasta ja sokeria verraten vähän sisältävää ruohoa hyvin säilöittäessä on alkoholokäyminen ollut vähäistä. Ilmeistä kuitenkin on, että kaikki korjaukset huomioonotettuna säilörehujen kuiva-ainepitoisuus olisi jonkin verran kohonnut ja laskettu kuiva-ainetappio siten pienentynyt.

KIRJALLISUUTTA

- AP GRIFFITH, G. 1960. The nitrate nitrogen content of herbage. *J. Sci. Food Agric.* 11: 626-629.
- EITALA, E. & KOSSILA, V. 1980. Runsaasti typpilannoitetun ruohon ja siitä valmistettujen tuoresäilörehujen kivennäispitoisuuksista. *Kehittyvä Maatalous* 45: 3-17.
- & LAMPILA, M. 1978. Factors affecting voluntary silage intake by dairy cows. *Ann. Agric. Fenn.* 17: 163-174.
- , NENONEN, E. & LAMPILA, M. 1972. Nurmisäilörehujen säilöntätappioista. *Kehittyvä Maatalous* 7: 16-28.
- , POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975. Ensilage of grass with acids and acidformaldehyde additives I. *Ann. Agric. Fenn.* 14: 286-303.
- , TAKALA, M. & LAMPILA, M. 1974. Typpilannoitustasot lypsylehmien säilörehuruokinnassa. *Kehittyvä Maatalous* 8: 51-59.
- JARL, F. & HELLEDAY, T. 1948. Ensileringsförsök och utfodringsförsök med ensilage II. *Stat. Husd. förs. Medd.* 37: 1-63.
- KOSSILA, V., EITALA, E., VIRTANEN, E. & KOMMERI, M. 1973. Säilörehujen kivennäis- ja hivenainepitoisuuksista I. *Karjatalous* 49, 8: 16-19.
- MCDONALD, P. & DEWAR, W. A. 1960. Determination of dry matter and volatiles in silage. *J. Sci. Food Agric.* 11: 566-570.
- MINSON, D. J. & LANCASTER, R. J. 1963. The effect of oven temperature on the error in estimating the dry matter content of silage. *N.Z.J. Agric. Res.* 6: 140-146.
- NORDFELDT, S. 1955. Ensileringsförsök. Prövning av kolhydratrika tillsatsmedel jämte salter av olika slag och AIV-vätska. *Stat. Husd. förs. Medd.* 58: 1-95.
- ZIMMER, E. 1967. Nährstoffverluste bei der Vergärung von Futterpflanzen I. *Wirtschaftseigene Futter* 13: 271-286.

SÄILÖNTÄTAPPIOT TUORESÄILÖREHUJA VALMISTETTAESSA

Elsi Ettala

Suurin osa säilönnässä tapahtuvista häviöistä on todellista tappiota ja niitä on pyrittävä pienentämään nopealla ja huolellisella säilörehun valmistuksella. Nitraatin ja kaliumin poistumista säilörehusta on kuitenkin pidettävä eläimille edullisena tapahtumana.

Säilörehukokeiden tulokset osoittivat, että kokonaispainokato tuoresäilörehuja valmistettaessa oli keskimäärin noin 32 %, kun ruohossa oli kuiva-ainetta 18,5 % ja keskimääräinen kuiva-ainehävikki noin 21 % ja raakavalkuaishävikki 19,5 %. Koetulosten mukaan kivennäisistä hävisi keskimäärin noin 31 %, eniten kaliumia, ja nitraattitypestä poistui noin 66 %.

Säilöntätappioiden suuruus vaikuttaa olennaisesti säilörehuruokinnan taloudellisuuteen. Sen tähden niiden selvittäminen on kuulunut tärkeänä osana säilörehututkimuksiin. Ensimmäiset tappioluvut laskettiin vuosien 1969-70 koesäilörehuista (Kehittyvä Maatalous 7). Koska kuitenkin vuosien väliset erot ovat mm. rehun kosteudesta, kuitupitoisuudesta ja valmistuksen onnistumisesta riippuen huomattavia, on tutkimusta jatkettu vuosien 1971-72 rehuista. Mukaan on saatu eri kivennäisten ja nitraattitypen häviöt, koska Kemira Oy määrittä ne Oulun laboratoriossaan.

Säilörehuja valmistettiin viidessä koepaikassa: Tikkurilan koetilalla sekä Hämeen, Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin koeasemilla. Säilörehuja oli 24 siilossa ja 12 muoviaumassa. Hävikit laskettiin jutesäkkeihin sullotuista ja eri puolille säiliöitä sijoitetuista rehueristä. Säkkinäytteitä oli 306. Hävikit on ilmoitettu prosentteina alkuperäisestä ravintoainemäärästä.

KOKONAISPAINOKATO

Kokonaispainohäviö oli keskimäärin 31,9 %. Sen suuruus riippuu oleellisesti puristenesteen määrästä.

Tässä tutkimuksessa suurin kokonaispainohäviö (40,5 %) oli Pohjois-Savon koeasemalla, jossa ruoho oli kosteinta (kuiva-ainetta keskimäärin 16,7 %), mutta säilörehu korkeiden ja liukasseinäisten lasikuitusiilojen tiivistämänä kuivinta (kuiva-ainetta 22,3 %). Pienin kokonaispainokato (23,1 %) oli Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Siellä ruoho oli verraten kuivaa (20 %) ja säilöntä tapahtui suurelta osin mataliin muoviumoihin.

Kokonaispainohäviö riippuu myös säilörehussa tapahtuvista käymisistä. Niinpä kevätkesän ruohosta, jossa käyminen kesän lämpimien säiden takia on vilkasta,

kokonaispainokato oli suurin, 35 %. Syysadossa se oli 28,4 %. Vuosien 1969-70 säilörehuissa kokonaispainohäviö oli 32,4 %.

Näiden tutkimusten mukaan näyttää siltä, että viljelijän on tuoresäilörehuja valmistaessaan syytä laskea kokonaispainohäviöksi 1/3 ruohon painosta.

KUIVA-AINETAPPIO

Kuiva-ainetappio oli keskimäärin 21,2 %. Se oli suurempi kuin vuosien 1969-70 säilörehuissa (17,3 %), vaikka kaikki kyseiset säilörehut olivat hyvin onnistuneita. Kuiva-ainetappiot eivät eri koepaikoilla eronneet totisistaan kovinkaan paljon. Pienin tappio oli Tikkurilassa (19,1 %), suurin Hämeen koeasemalla (23,9 %). Kevätkesän sadosta kuiva-ainetappio oli 22 %, keskikesän 21,2 % ja syysadon 20 %.

Kuiva-aineessa olevan orgaanisen aineen tappio oli vähäisempää kuin kivennäisten (taulukot 1 ja 2). Eniten orgaanisista aineista hävisi helppoliukoisia ja helposti käyviä tynettömiä uuteaineita, keskimäärin 30,1 %. Syntyneet käymistuotteet lisäsivät raakarasvan määrää, koska ne eetteriin liukenevina tulevat analysoinnissa raakarasvaosaan.

Taulukko 1. Ruohon ja vastaavien säilörehujen ravintoainepitoisuudet ja hävikit. Näytteitä 306.

	Pitoisuudet		Hävikki %
	ruoho	säilö- rehu	
Kuiva-aine	18,5	21,5	21,2
Orgaaninen aine	90,7	91,9	20,1
Raakavalkuainen	19,5	19,8	19,5
Raakarasva	3,8	6,1	+29,4
Raakakuitu	23,7	27,4	8,4
Typett. uuteain.	43,7	38,6	30,1

Taulukko 2. Ruohon ja vastaavien säilörehujen kivennäispitoisuudet ja hävikit. Näytteitä 283-302.

	Pitoisuudet		Hävikki %
	ruoho	säilö- rehu	
<u>%/ka</u>			
Tuhka	9,3	8,1	30,8
Kalsium	0,31	0,27	30,3
Fosfori	0,39	0,32	32,7
Magnesium	0,25	0,21	31,9
Kalium	3,26	2,50	36,2
Natrium	0,06	0,04	31,5
Rauta	0,05	0,06	+12,8
<u>mg/kg ka</u>			
Mangaani	113,6	97,9	30,6
Sinkki	45,1	34,2	33,8
Kupari	11,2	11,2	15,1

Raakavalkauistappio oli keskimäärin 19,5 %. Kevätkesän rehussa se oli 23,2 %, keskikesällä 17,8 % ja syyskesällä 15,4 %. Raakavalkuaistappioita ei näy valkuaispitoisuuksissa, koska säilörehussa raakavalkuaista oli jonkin verran enemmän kuin ruohossa (taulukko 1). Tämä johtuu siitä, että raakavalkuaistappio oli pienempi kuin kuiva-ainetappio kokonaisuudessaan.

Kuiva-ainetappio oli varsin suuri. Olisikin vielä tutkittava se, onko laskettu tappio todellista suurempi sen tähden, että näytteiden uunikuivatuksessa haihtuu eläimelle käyttökelpoisia aineita enemmän kuin tällä hetkellä tiedetään. Nykyisten tulosten mukaan on tehtävä se johtopäätös, että tuoresäilörehuja valmistettaessa ruohon kuiva-aineesta häviää noin viidennes.

KIVENNÄISTAPPIOT

Kivennäistappiot olivat keskimäärin 30,8 %. Fosforista ja magnesiumista hävisi säilönnän aikana enemmän kuin kalsiumista (taulukko 2).

Kalsiumpitoisuus oli kuitenkin jo ruohossa eläinten tarpeeseen nähden alhainen, joten kivennäisten tulisi olla verraten kalsiumpitoisia. Eniten kivennäisistä poistui kaliumia (keskimäärin 36,2 %).

Kaliumin väheneminen oli eläinten kannalta eduksi, koska liian korkea kaliumpitoisuus ehkäisee eläimen magnesiumin saantia.

Sinkkiä oli eläinten tarpeeseen nähden riittämättömästi jo ruohossa ja siitä poistui säilönnässä vielä kolmannes, joten sinkkilisä on kivennäiseoksissa hyvin tarpeen.

Rauta sitä vastoin lisääntyi säilönnän aikana, ts. rautamäärä pysyi ennallaan, mutta muiden vähetessä sen suhteellinen osuus nousi.

Näiden tutkimusten mukaan eri kivennäisaineiden pitoisuudet olivat säilörehussa vain vähän alhaisemmat kuin ruohossa, mutta koko kivennäismäärästä oli säilönnässä kadonnut lähes kolmannes.

NITRAATTIKATO

Nitraattitypestä poistui säilönnän aikana keskimäärin 66,1 %, eli lähes 2/3.

Ruohossa oli keskimääräinen nitraattityppiösuus 0,13 % kuiva-aineesta ja säilörehussa 0,05 %. Korkeimmalla typpilannoitustasolla (100 kg N/ha/sato) luvut olivat 0,16 % ja 0,06 %.

Eräät tutkijat pitävät nitraattityypen myrkyllisyysrajana 0,22 % kuiva-aineessa. Suuren nitraattikadon ansiosta säilörehun nitraattityppipitoisuus on näin ollen hyvin kaukana myrkyllisestä.

RUOHON ESIKUIVATUKSEN, KORJUUKONEEN JA SÄILÖTYYPIN VAIKUTUS
SÄILÖREHUN KOOSTUMUKSEEN, LAATUUN JA RUOKINTA-ARVOON I

Heikki Rissanen, Vappu Kossila, Martti Lampila,
Mikko Kommeri ja Jaakko Kiviniemi

TIIVISTELMÄ

Kokeessa verrattiin tuoretta ja esikuivattua sekä kelasilppurilla ja tarkkuussilppurilla korjattua säilörehua, kun säilönä oli torni tai muoviauma. Kaikkien rehujen laatu oli hyvä. Esikuivattujen rehujen pH-arvot olivat korkeimmat ja ne sisälsivät eniten sokeria. Esikuivattujen ja tuoreiden käymisilmiöiden laatu poikkesi kuitenkin toisistaan. Virheellisiä käymisiä tapahtui eniten esikuivatusta rehussa, mistä ovat osoituksena korkeimmat liukoisen typen ja ammoniumtypen osuudet kokonaistypestä laskettuna. Jostakin syystä käyminen oli voimakkaampaa tornissa kuin aumassa. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa toisaalta osin se, että esikuivatuuissa rehuissa, erityisesti tornirehuissa esiintyi hometta. Samoin esikuivatut rehut pyrkivät lämpenemään syöttövaiheessa.

Lehmien syömät esikuivattujeb ja tuoreiden rehujen määrät olivat suunnilleen samaa tasoa. Myös kelasilppurilla ja tarkkuussilppurilla korjattujen rehujen sekä torni- ja aumarehujen väliset erot olivat tässä suhteessa pieniä. Maidontuotantovaikutukseltaan rehut olivat varsin samanarvoisia.

JOHDANTO

Kaikilla maatalouden sektoreilla pyritään löytämään menetelmiä, joilla pystytään tuottamaan korkealaatuisia tuotteita ihmistyötä säästävillä, kannattavilla menetelmillä. Säilörehun valmistuksen ja käsittelyn tekniikka ja talousprojekti on pyrkinyt selvittämään näitä seikkoja säilörehun valmistuksen tekniikan, rehuarvon ja laadun sekä ruokinnan taloudellisuuden kannalta.

Kesällä 1977 Jokioisten kartanoissa valmistettiin sekä esikuivattua että tuoretta säilörehua. Korjuussa käytettiin kelasilppuria ja tarkkuussilppuria ja säilöntä tapahtui torniin ja muoviaumaan. Rehut käytettiin talvella 1977-78 lypsy-lehmien ruokintaan.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Säilörehujen valmistus

Rehut valmistettiin 8.-11.6. 1977. Lohkojen maalaji oli pääasiassa savea. Nurmen valtalajeina olivat timotei ja koiranheinä. Tuoreiden rehujen korjuuseen käytettiin kelasilppuria ja tarkkuussilppuria. Esikuivattava ruoho niitettiin aamulla

telaniittomurskaimella ja korjattiin säilöön tarkkuussilppurilla iltapäivällä tai illalla. Tänä aikana ruoho ehti kuivua niin paljon, että kuiva-ainepitoisuus nousi vähän yli 10 prosenttiyksikköä (taulukot 1 ja 2).

Taulukko 1. Koesäilörehujen valmistusmenetelmät, korjatut raaka-ainemäärät, raaka-aineen kuiva-ainepitoisuus sekä säilöntäaineen käyttö.

Rehu	Käsittely pellolla	Korjuukone	Säilö	Korjattu raaka-ainetta
				yht. kg
1	tuore	kelasilppuri	torni	65 000
2	tuore	tarkkuussilppuri	torni	65 000
3	tuore	kelasilppuri	auma	65 000
4	tuore	tarkkuussilppuri	auma	59 000
5	esikuivattu	tarkkuussilppuri	torni	37 000
6	esikuivattu	tarkkuussilppuri	auma	38 000

Rehu	Raaka-aineen ka-%	Säilöntäaineen käyttö	
		AIV-2-liuosta l/1000 kg	AIV-2-liuosta l/1000 kg ka
1	20,1	4,2	20,9
2	21,1	3,9	18,5
3	21,3	4,0	18,8
4	19,4	3,8	19,6
5	31,6	3,9	12,3
6	33,4	4,1	12,3

Taulukko 2. Säilörehun raaka-aineen koostumus.

	TUORE				ESIKUIVATTU	
	Torni		Auma		Torni tarkk.	Auma silpp.
	kelasilpp.	tarkk. silpp.	kelasilpp.	tarkk. silpp.		
Kuiva-ainetta %	20,1	21,1	21,3	21,1	31,6	33,4
Kuiva-aineessa %						
tuhkaa	11,1	10,2	10,1	9,8	10,1	10,0
raakavalk.	19,0	18,3	19,3	18,4	17,5	17,8
raakarasvaa	4,16	4,04	4,19	4,07	3,36	3,65
raakakuitua	19,4	19,8	19,4	19,9	20,5	20,3
typett. uuteaineita	46,4	47,6	47,1	47,7	48,5	49,2

Säilöntäaineena oli AIV-2-liuos, jota kului 3,8-4,2 l tuhatta raaka-ainekiloa kohti (tuoreet rehut: 18,8-20,9 l/1000 kiloa kuiva-ainetta, esikuivatut rehut: 12,3 l/1000 kg ka).

Tornisiilot olivat halkaisijaltaan noin 5,5 m ja niiden korkeus oli 6,5 m. Tornien sisäpinta oli tiivistetty lasikuidulla. Tornien täyttö tapahtui pääasiallisesti itsepurkavalla perävaunulla. Rehun tasoitus ja tiivistys tehtiin ihmistyönä.

Rehu peitettiin muovikalvolla ja järjestettiin riittävä painotus. Aumat sijoitettiin tasaiselle pellolle. Rehu kasattiin muovikelmun päälle ja tiivistettiin traktorilla. Lopuksi toinen muovikelmu vedettiin auman yli ja reunat kaivettiin maan sisään. Rehun päälle tuli kerros sahajauhoa.

Ruokintakoe ja sulavuuskoe

Ruokintakokeen aloitti 3.10.1977 valmistuskausi, jolloin kaikilla lehmillä oli samanlainen ruokinta. Rehustus käsitti säilörehua, väkirehua ja heinää. Valmistuskaudella lehmien keskimääräinen maitotuotos oli 23,2 kg neliprosenttista maitoa ja kauden lopulla edellisestä poikimisesta oli kulunut keskimäärin 67,5 vrk (vaihtelu 37-123 vrk). Valmistuskauden lopulla lehmät jaettiin mahdollisimman samanarvoisiin ryhmiin valmistuskauden tietojen perusteella. Perusteina käytettiin mm. maitotuotosta ja poikimisesta kulunutta aikaa. Siirtokauden aikana siirryttiin vähitellen koekauden ruokintaa. Koekaudella lehmät saivat säilörehua vapaasti, heinää 2 kg päivässä ja väkirehuna ohraa maitotuotoksen mukaan. Koekautta seuranneella jälkikaudella kaikilla lehmillä oli samanlainen ruokinta. Valmistuskausi kesti kolme viikkoa, siirtokausi viikon, koekausi 11 viikkoa ja jälki-kausi 3 viikkoa. Ruokintakokeen lisäksi toteutettiin sulavuus- ja typpitasekoe lampailta. Säilörehu oli siinä ainoana rehuna.

Eläimet punnittiin säännöllisin väliajoin. Maitotuotokset punnittiin ja eri rehujen kulutus määritettiin päivittäin. Maitonäytteistä määritettiin rasva-, valkuais- ja maitosokeripitoisuus. Kaikista rehuista tehtiin normaali rehuanalyysi sekä säilörehusta lisäksi erikoismäärityksiä.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Rehujen koostumus ja laatu

Tuoreiden säilörehujen kuiva-ainepitoisuus vaihteli 22,3 prosentista 24,7 prosenttiin (taulukko 3). Esikuivattujen rehujen vastaavat arvot olivat 31,8 ja 32,9 %. Normaalin rehuanalyysin muissa arvoissa todettiin vain pieniä eroja. Tuoreet

Taulukko 3. Koerehujen koostumus.

	TUORE				ESIKUIVATTU		HEINÄ	OHRA
	Torni		Auma		Torni	Auma		
	kela-silpp.	tarkk. silpp.	kela-silpp.	tarkk. silpp.	tarkk. silpp.	silpp.		
Kuiva-ainetta %	24,7	23,9	23,6	22,3	31,8	32,9	80,4	86,3
Kuiva-aineessa %								
tuhkaa	9,8	9,0	10,9	10,2	11,5	10,5	7,5	3,2
raakavalk.	18,0	18,6	18,1	18,3	18,8	19,8	10,8	13,7
raakarasvaa	5,40	5,32	4,69	4,68	4,63	3,79	2,14	1,57
raakakuitua typtt.	24,3	24,2	23,4	23,5	22,6	21,5	35,1	6,1
uuteaineita	42,5	42,9	43,0	43,2	42,4	44,3	44,4	75,4

aumarehut sisälsivät jonkin verran enemmän tuhkaa kuin tomirehut, mikä voi johtua mullan joutumisesta rehun joukkoon auman täyttövaiheessa. Lisäksi se voi olla seurausta siitä, että tomirehusta poistui eniten kivennäisaineita puristemehun mukana. Esikuivatuissa rehuissa sen aiheuttaa ruohon käsittely ja pöyhintä pellolla sekä se, että puristemehua ei erityy. Tuoreiden rehujen raakakuitupitoisuudet ovat korkeimmat. Syynä voi olla se, että helppoliukoisia hiilihydraatteja on sekä poistunut puristemehussa että hävinnyt käymisen seurauksena. Tällöin on raakakuidun prosenttinen osuus lisääntynyt.

Kaikkien rehujen hyvää laatua kuvaa hyvin pieni tai analyysissä havaitsematon voihapsen määrä. Tuoreiden tomirehujen pH oli jonkin verran alhaisempi kuin aumarehujen (taulukko 4). Tämä on yhteydessä käymisen voimakkuuteen ja käymistuotteiden määrään. Käyminen tornissa oli voimakkaampaa kuin aumassa. Tämä voi johtua siitä, että aumarehun tiivistäminen traktorilla on ollut tehokkaampaa. Tomirehut sisälsivät enemmän etikkahappoa ja maitohappoa kuin aumarehut ja vastaavasti tomirehujen liukoisen tyypin osuus kokonaistypestä oli suurin. Voimakkaasta käymisestä oli lisäksi osoituksena alhaisin sokeripitoisuus. Jos verrataan keskenään kelasilppurilla ja tarkkuussilppurilla korjatusta raaka-aineesta valmistettuja rehuja, ei niiden välillä ole huomionarvoisia eroja. Sen sijaan tuoreet ja esikuivatut rehut erosivat selvästi toisistaan. Esikuivatujen rehujen sokeripitoisuus oli korkein ja niiden liukoisen tyypin osuus kokonaistypestä oli suurin. Vastaavasti ammoniumtyypin osuus kokonaistypestä oli suurin, mikä kuvastaa valkuaisen hajoamisen määrää säilönnän aikana.

Taulukko 4. Säilörehujen koostumus.

	TUORE				ESIKUIVATTU	
	Torni kela- silpp.	tarkk. silpp.	Auma kela- silpp.	tarkk. silpp.	Torni tarkk. silpp.	Auma silpp.
pH	4,2	4,2	4,3	4,4	—	—
Kuiva-aineessa %						
etikkahappoa	2,42	2,49	2,41	2,30	2,12	1,07
prop.happoa	0,03	0,03	0,04	0,02	0,00	0,01
voihappoa	0,01	0,00	0,00	0,10	0,01	0,04
maitohappoa	4,4	6,2	4,3	5,0	4,3	1,9
sokeria	9,1	5,4	10,2	6,2	16,3	19,1
kok. N	2,90	3,10	3,01	3,06	2,99	3,25
liuk. N % kok. typestä	54,3	53,3	48,9	49,0	61,9	58,4
NH ₄ —N % kok. typestä	3,1	3,2	3,1	3,1	5,0	4,5

Osaltaan kemiallisessa koostumuksessa havaitut erot voivat johtua rehun homehtumisesta säilönnän aikana sekä jälkikäymisestä siinä vaiheessa kun rehua otettiin pois tornista tai aumasta. Kaikissa säilöissä rehun pintakerroksesta osa oli pilaantunutta. Esikuivattu aumarehu oli paikoin vähän homeessa. Vastavassa tornirehussa homeen määrä oli huomattavasti suurempi. Homeetta esiintyi kerroksittain ja erityisesti tornin laidoilla. Mahdollisesti ilmaa oli päässyt rehun joukkoon. Vain pohjakerros oli homeetonta. Syöttövaiheessa tuoreet säilörehut eivät alkaneet lämmetä. Sensijaan esikuivatut rehut pyrkivät lämpenemään, kun niitä siirrettiin kolmen päivän välein ruokintapaikan lähelle. Osaltaan tämä johtui syksyn leudosta säästä. Lämpeneminen loppui pakkaskauden tultua.

Säilörehujen sulavuus ja rehuarvo

Säilörehujen sulavuutta tutkittiin lampailla. Sulavuusarvoissa havaitaan vaihtelua, mutta on vaikeaa sanoa, onko mukana eroja, jotka johtuvat korjuutavasta tai säilötyypistä (taulukko 5).

Kun näitä sulavuuskertoimia käytetään apuna rehuarvolaskelmissa, säilörehujen täyttävyydeksi saadaan 1,28-1,40 sekä sulavan raakavalkuaisen määräksi 156-189 g/ry (taulukko 6).

Taulukko 5. Koerehujen sulavuus, saadut typpitaseet sekä syöntimäärät lampailla.

	TUORE				ESIKUIVATTU	
	Torni		Auma		Torni	Auma
	kela-silpp.	tarkk. silpp.	kela-silpp.	tarkk. silpp.	tarkk. silpp.	
Sulavuus % org.aine	73,4	76,6	71,2	75,3	73,5	71,4
raakavalk.	65,0	68,2	63,4	65,6	63,0	64,8
raakarasva	72,3	72,1	66,5	73,7	72,4	61,1
raakakuitu	75,0	78,6	72,3	77,8	73,3	68,9
typett. uuteaineet	75,8	79,6	74,2	78,2	78,0	76,4
typpitase g/vrk	4,1	3,1	3,3	4,5	4,0	4,9
Kuiva-aineen syönti g/vrk	1199	1067	1198	1176	1291	1232

Taulukko 6. Koerehujen rehuarvo.

	TUORE				ESIKUIVATTU		HEINÄ	OHRA
	Torni		Auma		Torni	Auma		
	kela-silpp.	tarkk. silpp.	kela-silpp.	tarkk. silpp.	tarkk. silpp.			
korvausluku kg/ry	5,4	5,4	5,9	5,9	4,1	4,2	2,4	1,1
täyttävyyys kg ka/ry	1,34	1,28	1,40	1,31	1,32	1,39	1,92	0,93
srv g/kg ka	117	126	114	119	149	127	65	102
srv g/ry	156	161	159	156	189	176	125	95

Rehujen syöntimäärät

Lehmät söivät ohraa keskimäärin 5,5-6,3 kg päivässä (taulukko 7). Tuoreita säilörehuja kului 9,2-10,0 kuiva-ainekiloa päivässä ja esikuivattuja 8,2-10,2 kg. Yleensä koetulosten mukaan ruohon esikuivattaminen nostaa säilörehun syöntiä. Tästä kokeesta ei voi tehdä samanlaista havaintoa. Mahdollisesti esikuivatun säilörehun homehtuminen (erityisesti tornirehun) sekä lämpeneminen syöttövaiheessa ovat vaikuttaneet tulokseen. Tuoretta tarkkuussilputtua rehua kului enemmän kuin kelasilputtua. Kokonaiskuiva-aineen syönnit olivat käytettäessä tuoretta säilörehua 15,8-16,4 kg ja esikuivattua 14,6-17,0 kg.

Taulukko 7. Rehujen syöntimäärät.

	TUORE				ESIKUIVATTU	
	Torni		Auma		Torni	Auma
	kela-silpp.	tarkk. silpp.	kela-silpp.	tarkk. silpp.	tarkk. silpp.	
heinää kg	1,7	1,6	1,9	1,7	2,1 ¹⁾	1,8
ohraa kg	6,0	6,0	5,9	6,0	5,5	6,3
säilörehua kg	38,1	41,4	38,7	42,7	25,7	30,7
säilörehua kg ka	9,4	10,0	9,2	9,6	8,2	10,2
kokonaiskuiva- aineen syönti kg	15,9	16,4	15,8	16,1	14,6	17,0

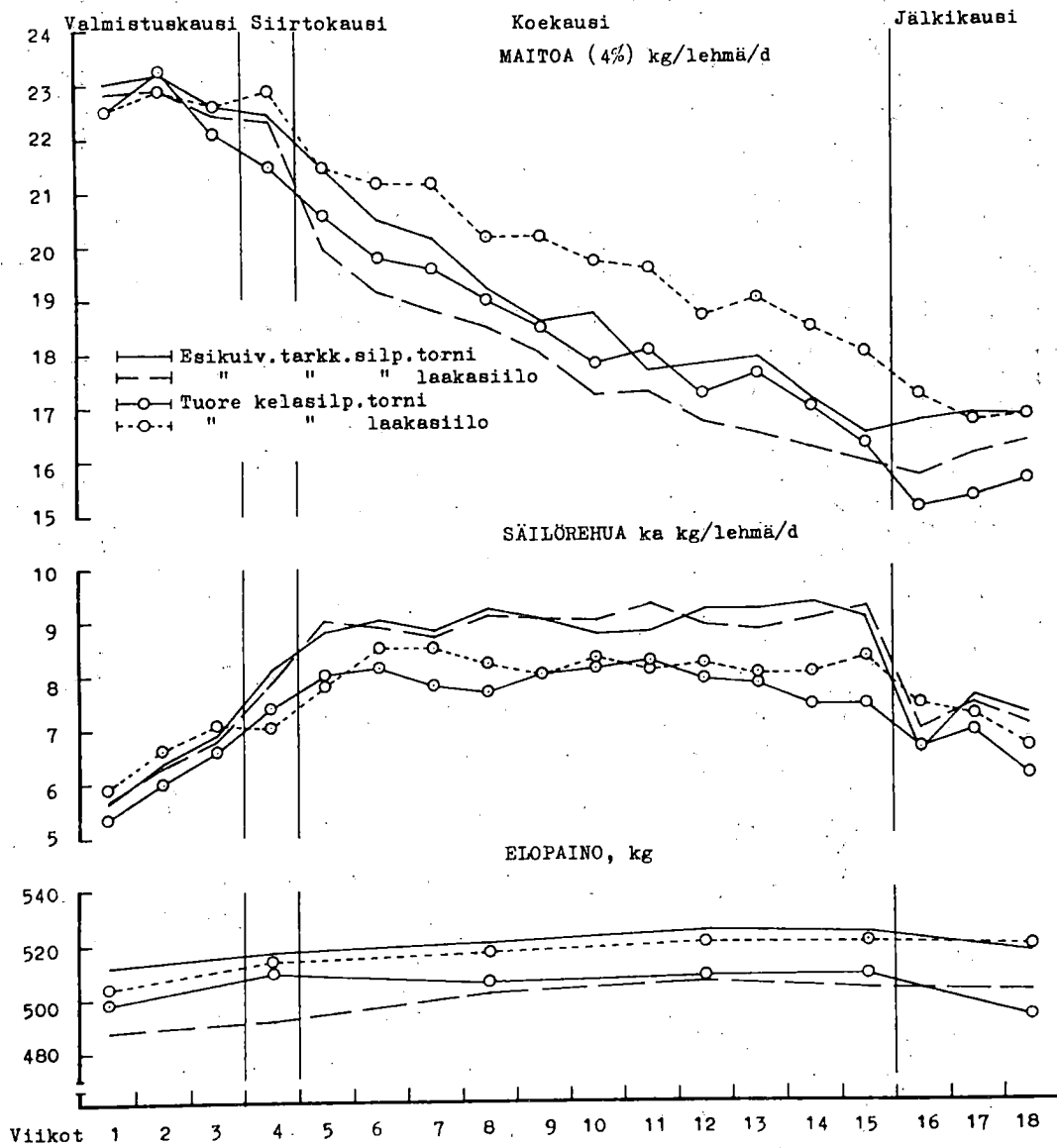
1) Yli 2:n oleva luku johtuu siitä, että ajoittain heinää jouduttiin terveydellisistä syistä käyttämään enemmän kuin ruokintasuunnitelma edellytti.

Lehmien tuotokset

Lehmien tuotokset seurasivat pitkälle säilörehun syöntiä. Kun säilörehun syöntimäärät olivat suuria, olivat myös maitotuotokset yleensä korkeimmat (taulukko 8, kuva 1). Tämän kokeen tulosten perusteella on kuitenkin vaikeaa mennä arvioimaan eri säilörehujen paremmuutta. Maidontuotantovaikutukseltaan rehut olivat varsin samanarvoisia, jos tuloksia tarkastellaan niin korjuutekniikan kuin säilötyypinkin kannalta.

Taulukko 8. Lehmien tuotokset.

	TUORE				ESIKUIVATTU	
	Torni		Auma		Torni	Auma
	kela-silpp.	tarkk. silpp.	kela-silpp.	tarkk. silpp.	tarkk. silpp.	
maitoa kg/pv	17,8	18,4	16,9	17,3	15,8	18,2
maitoa 4 % kg/pv	20,6	20,9	20,1	19,5	18,5	20,2
maidon rasvapit. %	5,25	5,06	5,50	5,00	5,41	4,87
maidon valk.- pit. %	3,79	3,68	3,92	3,92	3,80	3,71
maidon sok.- pit. %	5,11	5,08	5,16	5,02	5,09	5,04
elopainon muutos kg kokeen aikana	0	+33	+15	+41	+0,5	+24



Kuva 1. Lehmien maitotuotokset, säilörehun syöntimäärät sekä painon kehitys.

RUOHON ESIKUIVATUKSEN, KORJUUKONEEN JA SÄILÖTYYPIN VAIKUTUS
SÄILÖREHUN KOOSTUMUKSEEN, LAATUUN JA RUOKINTA-ARVOON II

Heikki Rissanen, Martti Lampila, Esa Piironen

js Jaakko Kiviniemi

TIIVISTELMÄ

Kokeissa verrattiin tuoreen ja esikuivatun sekä laakasiilo- ja tornirehun koostumusta, laatua ja rehuarvoa. Esikuivatut rehut sisälsivät enemmän tuhkaa kuin tuoreet. Myös niiden pH-arvot olivat korkeimmat. Näissä rehuissa tapahtui kuitenkin enemmän virheikäymiä kuin tuoreissa, mistä olivat merkinä korkeimmat ammoniumtypen ja liukoisen typen osuudet. Laakasiilo- ja tornirehujen koostumus-erot olivat pieniä. Lehmät söivät esikuivatua rehua (kuiva-aineena laskien) selvästi enemmän kuin tuoretta. Suuremmista syötimääristä huolimatta maitotuotokset eivät kohonneet vastaavasti, vaan jäivät jopa alemmiksi kuin tuoreella rehulla. Näissäkään suhteissa laakasiilo- ja tornirehujen välillä ei ollut eroja.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Säilörehun valmistus

Koesäilörehut valmistettiin Jokioisten kartanoissa 17.7. ja 19.-21.7.1978. Säilörehun raaka-aine sisälsi koiranheinää, timoteita, nurminataa sekä rikkaruohona juolavehnää. Lajien keskinäinen runsaus vaihteli lohkoittain. Tuoreen ruohon korjuuseen käytettiin kelasilppuria. Sen sijaan esikuivattavaksi tarkoitettu ruoho niitettiin aamulla telaniittomurskaimella ja korjattiin pellolta tarkkuussilppurilla iltapäivällä tai illalla. Tänä aikana ruohon kuiva-ainepitoisuus nousi yli 10 prosenttiyksikköä (taulukot 1 ja 2). AIV-2-liuosta kului 3,9-4,3 l/1000 kg (tuoreet rehut 26,0-26,7 l/1000 kg kuiva-ainetta, esikuivatut rehut 14,7-15,6 l/1000 kg ka). Kokeessa käytettiin samoja torneja kuin edellisenä vuonna ja myös rehun valmistus tapahtui samalla tavalla.

Laakasiilojen pituus oli n. 14 m, leveys 5 m ja korkeus n. 2 m. Laakasiilojen rehu tiivistettiin traktorilla. Rehut peitettiin muovilla ja sahanpurulla.

Ruokintakoe ja sulavuuskoe sekä koetulosten keruu

Ruokintakoe lehmillä alkoi 18.9.1978. Koejärjestelyt ja kokeen suoritus samoin kuin koetulosaaineiston keruu tapahtui saman kaavan mukaan kuin edellisenä vuonna (RISSANEN ym. 1980 a).

Valmistuskauden keskimääräinen maitotuotos oli 22,4 kg neliprosenttista

Taulukko 1. Koesäilörehujen valmistusmenetelmät, korjatut raaka-ainemäärät, raaka-aineen kuiva-ainepitoisuus sekä säilöntäaineen käyttö.

Rehu	Käsittely pellolla	Korjuukone	Säilö	Korjattu raaka-ainetta yht. kg
1	tuore	kelasilppuri	torni	120 000
2	esikuiv.	tarkkuussilppuri	torni	64 000
3	tuore	kelasilppuri	laakasiilo	119 000
4	esikuiv.	tarkkuussilppuri	laakasiilo	64 000

Rehu	Raaka-aineessa kuiva-ainetta, %	Säilöntäaineen käyttö	
		AIV-2-liuosta l/1000 kg	AIV-2-liuosta l/1000 kg ka
1	15,0	4,0	26,7
2	27,9	4,1	14,7
3	15,0	3,9	26,0
4	27,5	4,3	15,6

Taulukko 2. Säilörehun raaka-aineen koostumus.

	Tuore		Esikuivattu	
	torni	laakasiilo	torni	laakasiilo
Kuiva-ainetta %	15,0	15,0	27,9	27,5
Kuiva-aineessa % tuhkaa	11,0	11,0	11,8	12,0
raakavalk.	20,2	19,55	18,5	18,6
raakarasvaa	4,01	4,02	3,73	3,87
raakakuitua	25,1	26,2	25,9	26,3
typett. uuteain.	39,8	39,2	40,1	39,25

maitoa ja keskimääräinen poikimisesta kulunut aika valmistuskauden lopulla 57 päivää (vaihtelu 24-102 päivää). Valmistuskausi kesti kolme viikkoa, siirtokausi viikon, koekausi 11 viikkoa ja jälkikausi 3 viikkoa.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Koetulokset, rehujen koostumus ja laatu

Tuoreiden rehujen kuiva-ainepitoisuus oli 19,6-20,3 % ja esikuivattujen 26,5-28,0 % (taulukko 3). Esikuivattujen rehujen tuhkapitoisuus oli yli 1,5 prosent-

Taulukko 3. Koerehujen koostumus.

	SÄILÖREHU				HEINÄ OHRA			
	Tuore		Esikuiv.		Keskim.		tuore	esikuiv.
	torni	laakas.	torni	laakas.	tuore	esikuiv.		
Kuiva-ainetta %	20,3	19,6	28,0	26,5	20,0	27,3	79,0	87,2
Kuiva-aineessa % tuhkaa	10,1	10,5	11,7	12,2	10,3	11,9	10,0	2,9
raakavalk.	19,9	20,5	18,6	19,1	20,2	18,9	16,2	12,6
raakarasvaa	6,86	6,45	3,58	4,79	6,66	4,19	1,64	1,55
raakakuitua	29,8	29,6	26,6	26,0	29,7	26,3	31,7	5,5
typett. uuteain.	33,4	32,9	38,0	37,9	33,1	38,0	40,4	77,4

tiyksikköä korkeampi kuin tuoreiden, mikä kuvastanee mullan joutumista raaka-aineen joukkoon sekä sitä, että esikuivatusta rehusta ei ole poistunut kivennäisaineita puristemehun mukana. Mielenkiintoista on havaita, että tässä ko-keessa samoin kuin edellisessä esikuivatun rehun raakakuitipitoisuudet olivat alhaisimmat. Laakasiilojen tuhkapitoisuus oli korkeampi kuin tornirehujen. Myös tässä se johtunee mullan joutumisesta rehun joukkoon, mitä ehkä on tapahtunut siilon täytön yhteydessä. Lisäksi syynä voi olla laakasiilojen niukka puristemehun erityis torniin verrattuna. Laakasiilorehuissa oli enemmän raakavalkuaista ja vähemmän raakakuitua kuin tornirehuissa.

Silmävaraisesti arvosteltuna kaikkien rehujen laatu oli hyvä. Homeista rehua ei esiintynyt eikä myöskään rehun lämpenemisestä syötön aikana ollut haittaa. Voihapon puuttuminen oli merkki rehujen hyvästä laadusta. Esikuivattujen rehujen pH-arvot olivat korkeimmat (taulukko 4). Vaikkakin esikuivattujen rehujen käy-

Säilörehujen sulavuus ja rehuarvo. Tuoreen ja esikuivatun rehun sekä laakasiilo- ja tornirehun sulavuusarvot olivat suunnilleen samaa tasoa. Rehujen keskimääräinen täyttävyyden määrä oli 1,40—1,43 kg ka/ry ja sulavan raakavalkuaisten määrä 195—211 g/ry.

Taulukko 4. Säilörehujen koostumus.

	Tuore		Esikuivattu		Keskim.	
	torni	laakas.	torni	laakas.	tuore	esikuiv.
pH	4,1	4,2	4,5	4,4	4,2	4,5
Kuiva-aineessa %						
etikkahappoa	1,67	1,85	1,53	1,44	1,76	1,49
voihappoa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
maitohappoa	5,1	5,6	7,0	5,9	5,4	6,4
sokeria	1,6	3,0	7,7	8,3	2,3	8,0
kok.N	3,20	3,39	3,05	2,89	3,29	3,02
NH ₄ -N % kok.						
typestä	5,4	5,5	5,6	6,1	5,5	5,9
liuk. N % kok.						
typestä	52,3	48,1	55,6	54,5	50,2	55,1

Taulukko 5. Koerehujen sulavuus, saadut tyypitaseet sekä syöntimäärät lam-pailla.

	Tuore		Esikuivattu		Keskim.	
	torni	laakas.	torni	laakas.	tuore	esikuiv.
Sulavuus %						
org.aine	69,6	70,7	69,7	70,6	70,2	70,1
raakavalk.	73,0	74,4	71,1	72,0	73,7	71,6
raakarasva	72,9	72,6	64,2	69,5	72,8	66,8
raakakuitu	73,8	72,3	66,5	70,9	73,0	68,7
typett.uuteain.	62,8	66,7	72,0	69,9	64,8	70,9
Tyypitase g/vrk	3,3	3,3	3,2	5,1	3,3	4,2
Syönti g ka/pv	921	861	1052	1004	891	1028

minen oli heikkoa tuoreisiin verrattuna, näyttää siltä, että niissä tapahtuneet käymisilmiöt olivat rehun laadun kannalta vähemmän toivottuja. Ammoniumtyypen sekä liukoisen tyypen osuudet kokonaistypestä olivat korkeimmat esikuivatuilla rehuilla. Erot laakasiilo- ja tornirehujen välillä olivat pieniä.

Säilörehujen sulavuus ja rehuarvo

Tuoreen ja esikuivatun rehun sekä laakasiilo- ja tornirehujen sulavuusarvot olivat suunnilleen samaa tasoa. Rehujen keskimääräinen täyttävyyks oli 1,40-1,43 kg ka/ry ja sulavan raakavalkuaisen määrä 195-211 g/ry.

	Laakasiilo		Torni	
	tuore	esikuivattu	tuore	esikuivattu
Täyttävyyks kg ka/ry	1,40	1,43	1,42	1,43
Srv g/ry	211	195	206	187

Rehujen syöntimäärät

Maitotuotoksen mukaan jaettua väkirehua lehmät söivät 5,0-5,6 kuiva-ainekiloa päivässä (taulukko 6). Säilörehun kuiva-aineen syöntimäärät olivat 8,0-9,1 kg päivässä. Esikuivattua rehua kului keskimäärin 0,8 kuiva-ainekiloa enemmän kuin tuoretta. Laakasiilo- ja tornirehujen välillä ei ollut suuria eroja.

Taulukko 6. Rehujen syöntimäärät.

	Tuore		Esikuivattu		Keskim.	
	torni	laakas.	torni	laakas.	tuore	esikuiv.
Heinä ka	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3
Ohraa ka	5,1	5,6	5,2	5,0	5,3	5,1
Säilörehua kg ka	8,0	8,3	9,1	8,9	8,2	9,0
Kokonaiskuiva-aineen syönti kg	14,3	15,2	15,6	15,2	14,8	15,4

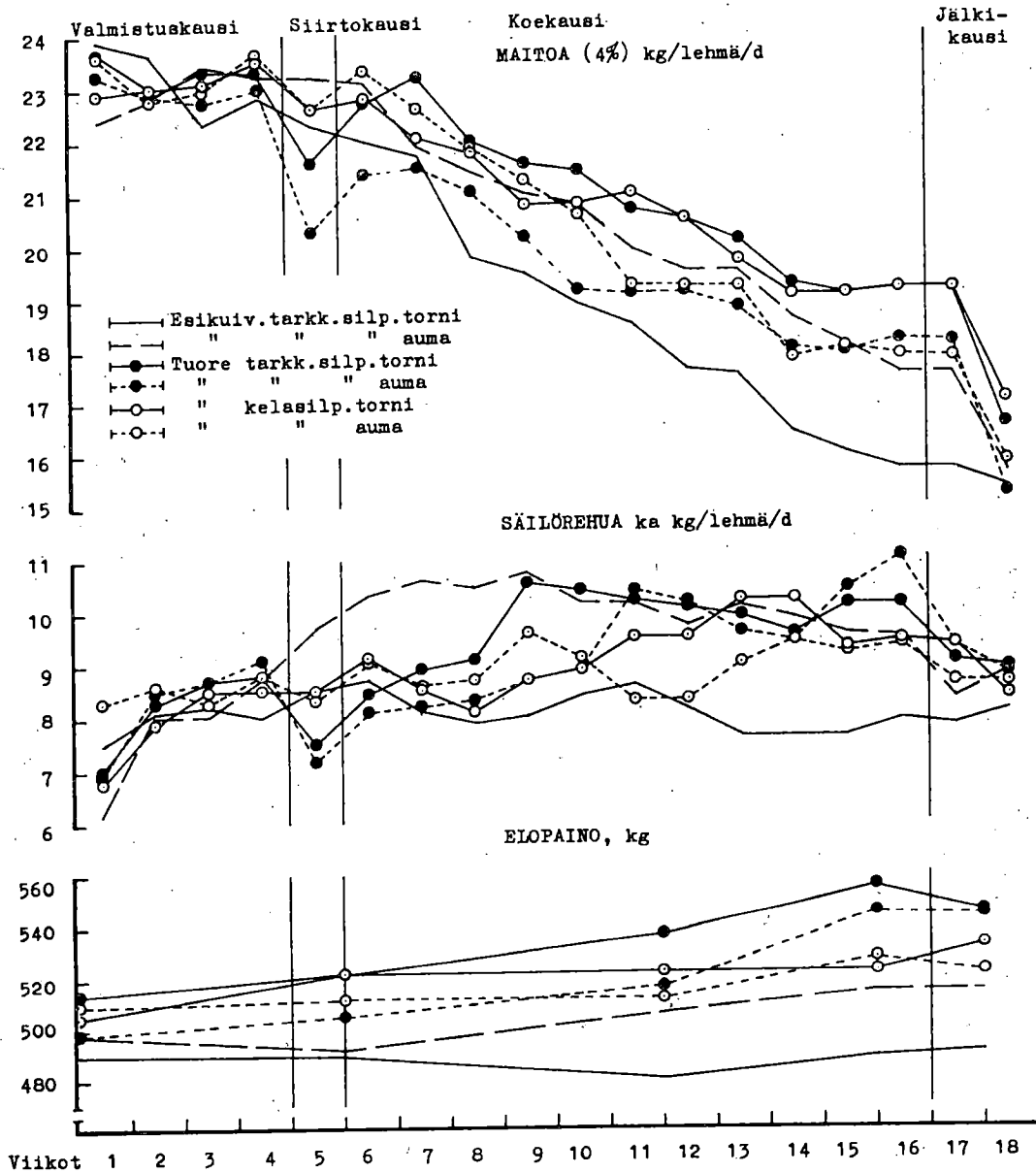
Lehmien tuotokset

Verrattaessa keskenään tornirehujä huomataan, että esikuivattua rehua saaneet lehmät ovat tuottaneet neliprosenttista maitoa 0,3 kg enemmän kuin tuoretta saaneet (taulukko 7). Tällöin esikuivatun rehun syönti on ylittänyt 1,1 kuiva-ainekilolla tuoreen rehun syönnin. Vastaavasti esikuivatun laakasiilorehujen syönti on

Taulukko 7. Lehmien tuotokset.

	Tuore		Esikuivattu		Keskim.	
	torni	laakas.	torni	laakas.	tuore	esikuiv.
Maitoa kg/pv	16,6	18,0	17,2	16,4	17,3	16,8
Maitoa 4 % kg/pv	18,3	19,8	18,6	17,8	19,0	18,2
Maidon rasvapit. %	4,90	4,79	4,69	4,70	4,85	4,70
Maidon valk.pit. %	3,68	3,54	3,65	3,65	3,61	3,65
Maidon sok-pit. %	5,04	5,04	5,07	5,01	5,04	5,04
Elopainon muutos kg kokeen aikana	-2	6	8	12		

ollut 0,6 kg enemmän kuin tuoreen ja maitotuotokset ovat jääneet 2,0 kg alemmiksi. On mahdollista, että eläinten väliset yksilölliset erot ovat vaikuttaneet tuloksiin. Eläinten maitotuotosten ja säilörehun syöntimäärien väliset erot olivat kuitenkin varsin pieniä valmistuskaudella. Näyttää siltä, että esikuivatun rehun runsaampi syönti ei välttämättä johda tuotosten lisääntymiseen (kuva 1).



Kuva 1. Lehmien maitotuotokset, säilörehun syöntimäärät sekä painon kehitys. Kokeessa 2 (Jokioinen 1977-78).

KIRJALLISUUTTA

RISSANEN, H., KOSSILA, V., LAMPILA, M., KOMMERI, M. & KIVINIEMI, J. 1980 a. Ruohon esikuivatuksen, korjuukoneen ja säilötyypin vaikutus säilörehun koostumukseen, laatuun ja ruokinta-arvoon I. Kehittyvä Maatalous 47: 3-11.

ESIKUIVATTU JA TUORE SÄILÖREHU LYPYKARJAN RUOKINNASSA

Elsi Ettala, Erkki Virtanen ja Jaakko Kiviniemi

TIIVISTELMÄ

Pohjois-Savon koeasemalla verrattiin esikuivattuja tarkkuussilputtuja säilörehuja tuoreisiin kela- tai tarkkuussilputtuihin rehuihin vuosina 1977-79 sekä kemiallisesti että lehmien ruokinnassa. Rehuja valmistettiin torneihin ja tasosäiliöihin (aumat ja laakasiilo). Säilöntäainetta (AIV 2) käytettiin 5-6 l/tn. Yhteen torniin tehtiin esikuivattua säilörehua myös ilman säilöntäainetta. Esikuiutus tapahtui 1-2 päivän aikana hyvien sääolosuhteiden vallitessa.

Esikuiuvatuissa säilöntäaineella tehdyissä säilörehuissa käyminen oli vähäistä ja laatu erinomainen. Käyttöpinnassa tapahtui kuitenkin lämpenemistä silloin kun päivittäinen rehun käyttökerros oli pieni. Pintarehun heikkenemistä ilmeni lähinnä esikuivatussa aumarehussa, jossa pinta rehun käyttömäärään nähden oli suurin. Myös tuoreissa säilörehuissa käyminen oli verraten vähäistä ja laatu hyvä. Tuoreissa tornirehuissa oli jonkin verran voihappoa. Ilman säilöntäainetta säilötyssä esikuivatussa säilörehussa oli runsaasti voihappoa ja valkuaisen hajaantumistuotteena ammoniumtyyppiä.

Säilöntätappiot olivat esikuivatuilla rehuilla pienemmät kuin tuoreilla. Sulavuus oli tuoreella jonkin verran parempi kuin esikuivatulla. Tämä ilmeni vain toisessa kokeessa.

Lehmät söivät esikuivattuja säilörehuja kuiva-aineeksi laskettuna keskimäärin hieman enemmän kuin tuoreita kelasilputtuja säilörehuja (7,9/7,7 kg ka päivässä), mutta maitotuotos oli päinvastoin esikuivatuilla vähän pienempi (17,1/17,4 kg). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Tarkkuussilputulla tuoresäilörehulla saadut syönti- ja tuotostulokset olivat vähän pienempiä kuin kelasilputulla. Elopainot pysyivät kaikilla ryhmillä varsin tasaisina.

Suurta eroa ei ollut sillä, tehtiinkö tuoreet säilörehut torniin tai aumaan ja esikuivatut torniin tai laakasiiloon. Sensijaan esikuivattu rehu ei soveltunut hyvin aumasäilytykseen.

JOHDANTO

Entistä tehokkaampi säilöntäteknikka on säilörehun käyttömäärän lisääntymisen myötä tullut erittäin tärkeäksi. Sen selvittämiseksi toteutettiin monien laitosten yhteistyönä tutkimussarja, johon lisärahoitusta saatiin maa- ja metsätalousministeriön yhteistyötutkimäärärahoista ja SITRALta. Tekniikkaa ja taloutta koskeva tutkimuksen osa on julkaistu Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen, Työtehoseuran ja Helsingin yliopiston toimesta (KIVINIEMI 1978, KIVINIEMI ja TERTSUNEN 1978, TERTSUNEN 1978, TURKKI ym. 1979).

Tehokas säilörehun valmistus johti ruohon esikuivatukseen sekä tarkkuussilpureitten ja tasosäiliöiden, so. aumojen ja laakasiilojen käyttöön. Koska tavoitteena on hyvälaatuinen, maittava ja ravintorikas säilörehu, oli menetelmien vai-

kutus rehuun selvitettävä paitsi kemiallisin analyyysein myös ruokinta- ja sula-
vuuskokein. Tämä osa tutkimuksesta suoritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa.
Pohjois-Savon koeasemalla tehtiin osa lypsykarjatutkimuksista vuosina 1977-79, ja
niiden tulokset on esitetty tässä kirjoituksessa.

AINEISTO JA KOEJÄRJESTELYT

Säilörehujen valmistus

Säilörehut valmistettiin Pohjois-Savon koeasemalla 17.-20.6.1977 ja 17.-20.6.
1978. Koerehut olivat seuraavat:

Koe 1, v. 1977

1. Esikuivattu tarkkuussilputtu säilörehu tornissa
2. Esikuivattu tarkkuussilputtu säilörehu aumassa
3. Esikuivattu tarkkuussilputtu säilörehu tornissa ilman säilöntäainetta
4. Tuore kelasilputtu säilörehu tornissa
5. Tuore tarkkuussilputtu säilörehu tornissa
6. Tuore kelasilputtu säilörehu aumassa

Koe 2, v. 1978

1. Esikuivattu tarkkuussilputtu säilörehu tornissa
2. Esikuivattu tarkkuussilputtu säilörehu laakasiilossa
3. Tuore kelasilputtu säilörehu tornissa
4. Tuore kelasilputtu säilörehu aumassa

Tornit olivat lujitemuovisia, halkaisijaltaan 3m, korkeudeltaan 7,5 m. Laakasii-
lo oli vesivanerista, 4,5 m leveä ja 16 m pitkä. Laakasiilon seinämät, aumojen
reunat ja kaikissa säiliöissä rehun pinta peitettiin muovilla. Säilöt olivat si-
ten mahdollisimman ilmatiiviitä.

Torneissa ruoho tasoitettiin ja tiivistettiin ihmisvoimin. Laakasiiloa täytet-
tiin traktorin etukuormaajalla rehurinnettä mahdollisimman jyrkästi ylöspäin aja-
en, jolloin rehumassa samalla tiivistyi.

Aumat tehtiin purkamalla kuormat tasaisesti rehumassan päälle ja tiivistettiin
edestakaisin traktorilla ajaen. Tornirehut peitettiin ja painotettiin muovisilla
vesialtailla (400 kg/m^2). Laakasiilot ja aumat peitettiin muovilla ja 15-20 cm
paksulla sahajauhokerroksella.

Nurmi oli timoteivoittoista, vähän nurminataa ja jonkin verran rikkaruohoja
sisältävää. Tyypeä annettiin 100 kg hehtaarille ja satokertaa kohti.

Tuore ruoho niitettiin kelasilppurilla (Varsta ja Tuhti/Gyro) tai tarkkuus-
silppurilla (JF). Esikuivattua säilörehua varten niitto suoritettiin telamurs-
kaimella ja korjattiin tarkkuussilppurilla (JF ja Valtra).

Säilöntäaineena käytettiin AIV 2-liuosta 6 l (1977) tai 5 l (1978) ruohotonna kohti (taulukko 1). V. 1977 tehtiin yhteen torniin esikuivattua tarkkuussilputtua rehua myös ilman säilöntäainetta (taulukko 2). Siinä syntyi kuitenkin niin voimakas voihiappokäyminen (taulukko 4), ettei sitä maidon voihiappobakteerisaastunnan pelosta voitu käyttää ruokintakokeeseen.

Taulukko 1. Säilöttävän ruohon, säilöntäaineen ja puristenesteen määrät.

Rehut	Ruohoa kg	AIV 2 l/tn	Puristenestettä %	
			1 raaka-aineesta	
Koe 1				
Esikuivattu, torni	23750	6,1	650	2,7
Esikuivattu, auma	33510	6,2	Ei mitattu	
Tuore kelasilp., torni	35950	6,0	8200	22,8
Tuore tarkk.silp., torni	37900	5,8	9300	24,5
Tuore kelasilp., auma	59050	5,7	Ei mitattu	
Koe 2				
Esikuivattu, torni	22800	4,9	310	1,4
Esikuivattu, laakasiilo	73000	5,1	Ei mitattu	
Tuore kelasilp., torni	34700	5,2	10600	30,5
Tuore kelasilp., auma	71250	5,2	Ei mitattu	

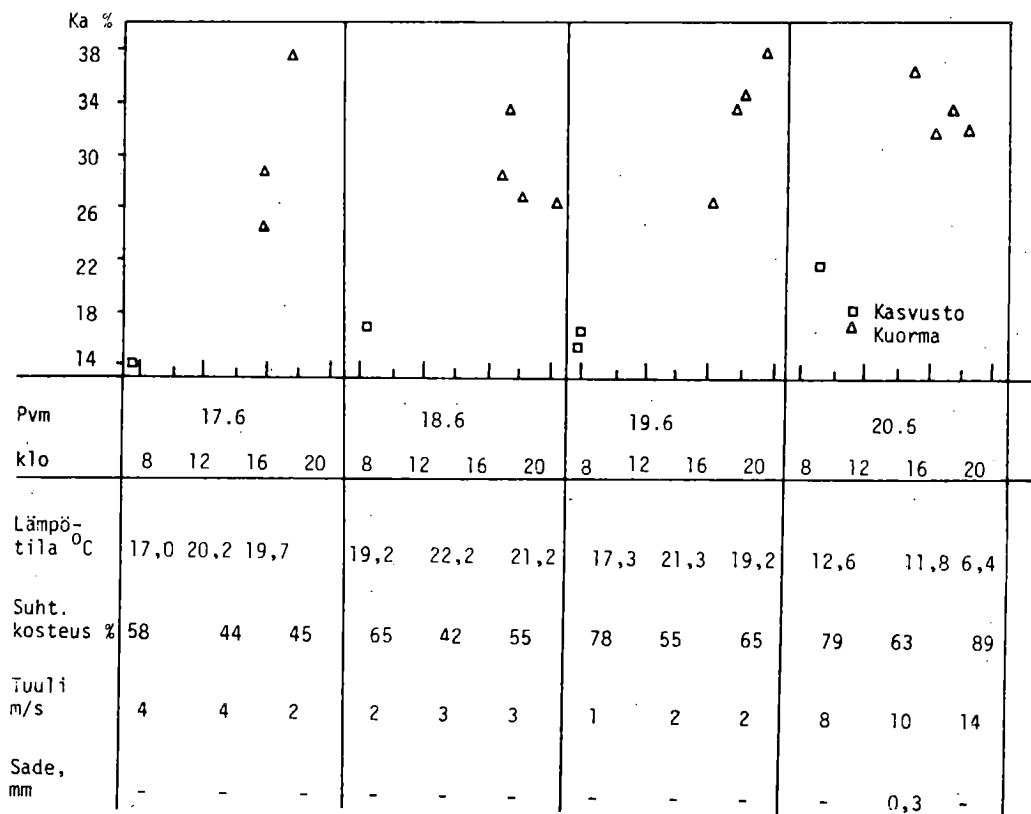
Taulukko 2. Ruohon keskimääräinen koostumus

Rehut	Kuiva- aine- %	tuhkaa	Kuiva-aineessa %			typett. uuteain.
			raaka- valk.	raaka- rasvaa	raaka- kuitua	
Koe 1						
Esikuivattu, torni	28,8	8,1	18,7	3,4	26,6	43,2
Esikuivattu, auma	31,0	8,3	18,5	3,5	26,0	43,7
Tuore kelasilp., torni	19,8	8,5	18,4	3,7	26,6	42,9
Tuore tarkk. silp., torni	19,0	8,3	18,6	3,7	27,0	42,4
Tuore kelasilp., auma	20,0	8,8	19,8	3,8	25,9	41,7
Esikuivattu tarkk.silp., torni, ilman säil.ainetta	30,0	8,1	19,4	3,0	26,4	43,3
Koe 2						
Esikuivattu, torni	36,6	8,7	16,4	3,1	26,3	45,4
Esikuivattu, laakasiilo	36,9	8,9	15,8	3,1	26,7	45,5
Tuore kelasilp., torni	17,9	8,3	17,0	3,5	25,3	45,8
Tuore kelasilp., auma	21,9	8,6	17,2	3,4	25,3	45,5
Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)						
Esikuivattu, torni	32,7	8,4	17,6	3,3	26,5	44,3
Esikuivattu, tasosäilöt ¹⁾	34,0	8,6	17,2	3,3	26,4	44,6
Tuore kelasilp., torni	18,9	8,4	17,7	3,6	26,0	44,4
Tuore kelasilp., auma	21,0	8,7	18,5	3,6	25,6	43,6

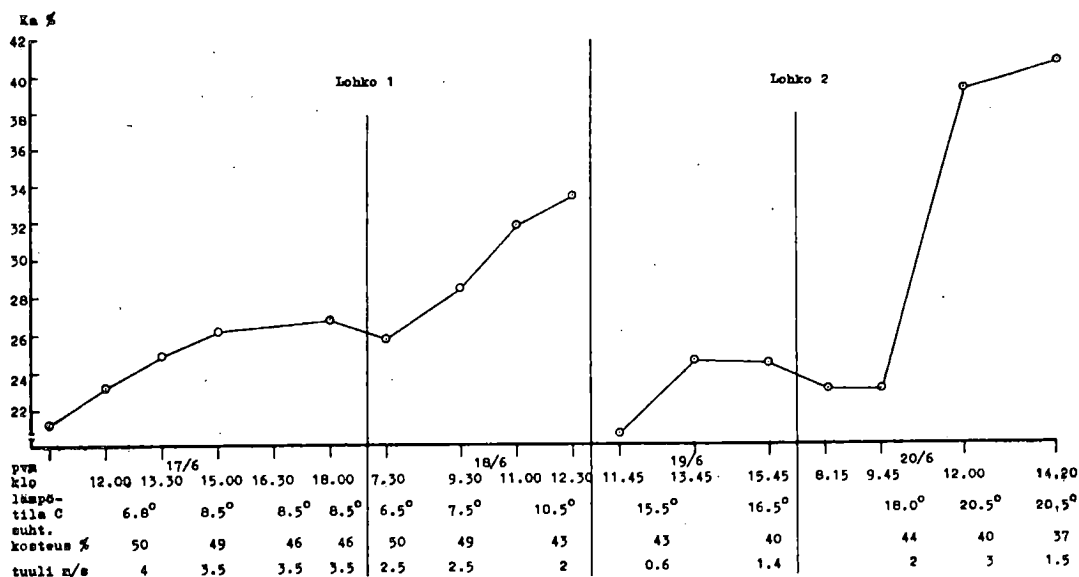
1) auma ja laakasiilo

Esikuivatusta säilörehussa pyrittiin 30-40 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Ensimmäisenä koevuotena se yritettiin saavuttaa yhden päivän aikana ja korjuu aloitettiin 6-8 tunnin kuluttua niitosta. Tavoitteen saavuttaminen tuotti hyvässä ruoho-

sadossa (18 500-25 500 kg/ha) vaikeuksia, vaikka sää oli erinomainen (kuva 1), ja keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus jäi vähän alle 30 %:n (taulukko 2). Toisena koevuotena ruoho jätettiin niiton jälkeen kuivumaan yön yli ja korjattiin seuraavana päivänä. Ruohon kostuminen yön aikana oli hyvällä säällä vähäistä (kuva 2) ja tavoite saavutettiin helposti (taulukko 2).



Kuva 1. Ruohon kuivuminen karholla Pohjois-Savon koeasemalla v. 1977.



Kuva 2. Ruohon kuivuminen karholla Pohjois-Savon koeasemalla v. 1978.

Säilöntätappioiden selvittämiseksi punnittiin jutesäkkeihin 15 kg ruohoa ja säkit sijoitettiin mahdollisimman tasaisesti eri puolille säilöjä. Kun talvella säkit tulivat syötön yhteydessä esille, niiden sisältö punnittiin ja analysoitiin. Ravintoainehävikit voitiin laskea, kun tiedettiin raaka-aineen ja säkissä olleen säilörehun määrä ja koostumus. Tappioiden selvittämiseen pyrittiin myös punnitsemalla säilöihin pantu ja niistä otettu rehu. Puristenesteen määrä voitiin mitata vain tornirehuista (taulukko 1).

Ensimmäisenä koevuotena yritettiin selvittää myös peltotappioita. Peltohehtaarilta otettiin 10-14 koealaa (\bar{a} 0,25 m²), joilta irtonainen ruoho kerättiin käsin ja lehtiharavalla, leikkaamatta jäänyt ruoho leikattiin 7-8 cm:n sänkeen.

Eläinkokeet

Sisäruokintakaudella 1977-78 ruokintakoe kesti 112 vrk ja 1978-79 126 vrk. Ensimmäisessä kokeessa oli 20, jälkimmäisessä 16 ay-lehmää, 4 kussakin ryhmässä.

Valmistuskaudella (21 vrk) lehmät saivat yhtäläisen säilörehuvaltaisen ruokinnan. Ensimmäisenä vuotena valmistuskauden säilörehu oli tuoretta, jälkimmäisenä esikuivattua. Valmistuskauden päätyttyä lehmät jaettiin mahdollisimman tasavertaisiin ryhmiin elopainon, maitotuotoksen, maidon rasvapitoisuuden, säilörehun syönin ja poikimisesta kuluneen ajan suhteen. Siirtyminen koeruokintaan tapahtui viikon aikana.

Koko kokeen ajan lehmät saivat säilörehua vapaasti yksilöllisesti punnituin annoksin. Heinää käytettiin 1 kg (koe 1) tai 2 kg (koe 2) eläintä kohti päivässä. Puolet kunkin ryhmän eläimistä sai väkirehuna pelkästään ohraa, puolet ohraa ja herajauhetta. Herajauhetta annettiin ensimmäisenä vuotena 0,5 kg, toisena 0,8 kg eläintä kohti päivässä (ETTALA 1979). Kummallakin ryhmällä käytettiin väkirehua 400 g jokaista 4 % maitokiloa kohti, joka ylitti 5 kilon päivätuotoksen.

Kivennäisliksinä käytettiin rehusuolaseoksia, joissa kalsiumia oli 1,4-2,0 kertaa enemmän kuin fosforia, natriumpitoisuus n. 9 % ja magnesiumpitoisuus 4-5 %. Kokeessa 2 käytettiin lisäksi ruokintadolomiittia n. 50 g/eläin/d, koska kalsiumia ja magnesiumia oli ruokinnassa niukasti.

Maito punnittiin kultakin lehmältä joka lypsykerralla. Maidon rasva- ja valkuaispitoisuus määritettiin kerran viikossa. Lehmät punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä valmistuskauden, siirtokauden ja koekauden alussa sekä 28 päivän väliajoin koekauden aikana ja koekauden lopussa.

Säilörehuista tehtiin sulavuuskokeet pässeillä latinalaista neliötä koekaaviona käyttäen. Koerehut jäädytettiin keskitalvella muovisäkkeihin ja lähetettiin sulavuuskokeisiin kotieläinhoidon tutkimuslaitokselle.

Rehujen analysointi

Säilörehuista otettiin edustavat näytteet irroittamalla kahden viikon syöntiä

vastaavasta rehukerroksesta teräväreunaisella salaojalapiolla näyte-eriä eri puolilta säilöjä. Osanäytteet yhdistettiin ja sekoitettiin analysoitavaa näytettä varten. Heinästä, ohrasta ja herajauheesta otettiin osanäytteet päivittäin ja kerääntyneistä eristä otettiin edustavat näytteet neljän viikon välein.

Varsinainen rehuanalyysi suoritettiin standardimenetelmiä käyttäen. Rasvahapot ja maitohappo määritettiin kaasukromatograafisesti, ammoniumtyppi kolorimetrisesti, liukoinen typpi Kjeldahlin ja sokeri SALOn (1965) menetelmällä. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen (105 °C) tehtiin haihtuvien happojen osalta korjaus lisäämällä kyseisen näytteen kuiva-aineeseen 80 % etikkahapon määrästä sekä propioni- ja voihiappo kokonaan. Esikuiuttujen säilörehujen pH-arvoa ei voitu määrittää, koska niistä ei saatu puristetuksi määrittämiseen tarvittavaa nestettä. E-vitamiini ja karoteenimääritykset tehtiin Valtion maatalouskemian laitoksella kunkin säilörehun yhdestä näytteestä.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Säilörehujen koostumus ja laatu

Keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet tuoreessa ruohossa ja vastaavissa tuoreissa säilörehuissa olivat v. 1977 19,6 %/21,9 % ja v. 1978 19,9 %/20,7 % sekä esikuivatussa ruohossa ja säilörehuissa 29,9 %/27,9 % ja 36,8 %/33,5 % (taulukot 2 ja 3).

Tuoreissa tornirehuissa kuiva-ainepitoisuus kohosi säilönnän aikana, koska niistä poistui puristenestettä. Tuoreilla kelasilputuilla tornirehuilla kuiva-ainepitoisuuden nousu oli kumpanakin vuonna 2,3 %-yksikköä, tuoreella tarkkuussilputulla tornirehulla 3,3 %-yksikköä (taulukot 2 ja 3). Puristenesteen määrä oli kelasilputulla tornirehulla v. 1977 22,8 % ja v. 1978 30,5 % raaka-aineen määrästä ja tarkkuussilputulla tornirehulla v. 1977 24,5 % (taulukko 1).

Puristenesteen määrää ei voitu mitata aumoista, mutta rehun kuiva-ainepitoisuuden muuttumisesta päätellen puristenestettä tuli huomattavasti vähemmän kuin tornirehuista; 1977 kuiva-ainepitoisuus nousi 1,4 %-yksikköä ja v. 1978 laski 0,7 %-yksikköä (taulukot 2 ja 3). Viimemainitussa tapauksessa samoinkuin kaikissa esikuivatuiissa rehuissa oli ruohonäytteiden keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus korkeampi kuin vastaavien säilörehujen. Tämä voi johtua siitä, että eivät olleet kyllin edustavia tai siitä, että säilörehuun on käymisen lopputuloksena syntynyt li-säkosteutta. Edustavan näytteen saaminen esikuivatusta ruhosta onkin hankalaa, koska paksuissa ruohokarhoissa kuiva-ainepitoisuus vaihtelee tavattomasti. Esikuivatuiista tornirehuista tuli puristenestettä vain 2,7 % ja 1,4 % raaka-aineen määrästä (taulukko 1). Aumasta ja laakasiilosta puristenesteen määrää ei voitu mitata.

Tuhkaa oli tuoreessa ja esikuivatussa ruohossa keskimäärin yhtä paljon (taulukko 2), mutta tuoreiden säilörehujen, varsinkin tornirehujen tuhkapitoisuus oli

huomattavasti alhaisempi kuin esikuivattujen (taulukko 3). Ero johtuu puristeneesteeseen liuenneista kivennäsiaineista (EITALA ja KOSSILA 1980).

Tuoreissa säilörehuissa oli myös työttömien uuteaineiden ja sokerin pitoisuudet alhaisempia kuin esikuivatuissa (taulukot 3 ja 4). Tämä voi osittain johtua puristeneesteeseen liuenneista ravintoainemääristä, osittain tuoreiden säilörehujen voimakkaammasta käymisestä. Viime mainittu näkyy tuoresäilörehujen korkeampana käymishappojen ja raakaravon pitoisuuksina (taulukot 3 ja 4).

Taulukko 3. Säilörehujen koostumus koekaudella.

Rehut	Kuiva- aine- %	Kuiva-aineessa, %				typpt. uuteain.
		tuhkaa	raaka- valk.	raaka- rasvaa	raaka- kuitua	
Koe 1						
Esikuivattu, torni	28,6 ^d	9,2 ^a	18,6 ^a	4,6 ^{ad}	26,6 ^a	40,9 ^a
Esikuivattu, auma	27,1 ^d	9,4 ^a	18,2 ^a	4,4 ^{ad}	27,4 ^a	40,7 ^a
Tuore kelasilp., torni	22,1 ^e	7,4 ^{ab}	18,2 ^a	5,5 ^{be}	28,9 ^a	40,0 ^a
Tuore tarkk.silp., torni	22,3 ^e	7,3 ^b	18,3 ^a	5,4 ^{be}	28,6 ^a	40,4 ^a
Tuore kelasilp., auma	21,4 ^e	8,3 ^{ab}	18,6 ^a	5,1 ^{abe}	27,7 ^a	40,3 ^a
Koe 2						
Esikuivattu, torni	33,4 ^d	9,6 ^e	16,1 ^a	3,8 ^d	27,1 ^d	43,4 ^{ab}
Esikuivattu, laakasiilo	33,6 ^d	9,3 ^e	16,7 ^{ab}	3,8 ^d	25,5 ^d	44,7 ^{ad}
Tuore kelasilp., torni	20,2 ^e	7,5 ^d	15,8 ^a	5,3 ^e	30,3 ^e	41,0 ^{be}
Tuore kelasilp., auma	21,2 ^e	8,4 ^{de}	17,9 ^b	4,6 ^{de}	27,2 ^d	41,9 ^b

Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)

Esikuivattu, torni	31,0	9,4	17,4	4,2	26,9	42,2
Esikuivattu, tasosäilöt ¹⁾	30,4	9,4	17,5	4,1	26,5	42,7
Tuore kelasilp., torni	21,2	7,5	17,0	5,4	29,6	41,0
Tuore kelasilp., auma	21,3	8,4	18,4	4,9	27,5	41,1

Erojen merkitsevyys on testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukey'n testillä saman kokeen sisäisesti. Eri kirjainmerkillä varustetut keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi.

a - b: P < 0,05, d - e: P < 0,01

1) auma ja laakasiilo

Keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli tuoreessa ja esikuivatussa ruohossa sekä säilörehuissa samaa tasoa (taulukot 2 ja 3). Valkuaistaso oli kokeessa 1 korkeampi kuin kokeessa 2. Kuitupitoisuus kohosi säilönnän aikana, jos käyminen oli huomattavaa. Käymisessä näet hävisi helposti käyviä työttömiä uuteaineita ja heikosti käyvän kuidun suhteellinen osuus rehussa kasvoi (taulukot 2 ja 3).

Kaikissa säilöntäaineella valmistetuissa säilörehuissa käyminen oli vähäistä ja säilörehujen laatu hyvä. Ilmeisesti tämä johtuu verraten runsaista säilöntäaineen määrästä. Voihappoa ilmeni hyvin pieniä määriä muutamissa näytteissä; ke-

Taulukko 4. Säilörehujen laatu koekaudella.

	Kuiva-ainessa, %					Kokonais- typestä %	
	sokeri	maito- happo	etikka- happo	voi- happo	prop. happo	NH ₄ - N	Liuk. N
Koe 1							
Esikuihattu, torni	12,2 ^d	0,6 ^{ad}	0,42 ^{ad}	0,00 ^a	0,00 ^a	1,3 ^d	51,4 ^{abde}
Esikuihattu, auma	9,3 ^d	1,5 ^{ad}	0,98 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,01 ^a	3,7 ^d	50,4 ^{abde}
Tuore kelasilp., torni	10,4 ^d	1,7 ^{ab}	0,76 ^a	0,15 ^{ab}	0,03 ^{ab}	2,4 ^d	54,5 ^{bde}
Tuore tarkk.silp., torni	9,3 ^d	2,9 ^b	0,78 ^a	0,01 ^a	0,01 ^a	2,1 ^d	55,8 ^{be}
Tuore kelasilp., auma	9,5 ^d	1,5 ^a	1,08 ^{ab}	0,01 ^a	0,00 ^a	2,2 ^d	42,8 ^{ad}
Koe 2							
Esikuihattu, torni	14,9 ^d	1,7 ^d	0,92 ^a	0,02 ^a	0,00 ^a	5,7 ^a	62,5 ^a
Esikuihattu, laakasiilo	15,0 ^d	1,1 ^d	1,00 ^a	0,01 ^a	0,04 ^a	5,4 ^a	55,9 ^a
Tuore kelasilp., torni	5,0 ^e	4,5 ^{ae}	1,52 ^a	0,31 ^a	0,04 ^a	6,2 ^a	60,6 ^a
Tuore kelasilp., auma	12,0 ^{de}	2,2 ^{bde}	1,04 ^a	0,01 ^a	0,01 ^a	3,1 ^a	51,3 ^a
Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)							
Esikuihattu, torni	13,5	1,2	0,67	0,01	0,00	3,5	57,0
Esikuihattu, tasosäilöt ¹⁾	12,2	1,3	0,99	0,04	0,03	4,6	53,2
Tuore kelasilp., torni	7,7	3,1	1,14	0,23	0,04	4,3	57,6
Tuore kelasilp., auma	10,8	1,9	1,06	0,01	0,01	2,7	47,1
Esikuihattu tornirehu ilman säil. ainetta (Koe 1, 6 näytettä)	2,8 ^e	4,4 ^{bce}	1,77 ^{be}	1,41 ^b	0,22 ^b	12,9 ^e	70,3 ^f

Erojen merkitsevyys testattu kuten taulukossa 3. Eri kirjainmerkillä varustetut keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi saman kokeen sisällä.

a - c: P < 0,05, d - f: P < 0,01

1) auma ja laakasiilo

lasilputuissa tuoreissa tornirehuissa muita enemmän (taulukko 4).

Kokeessa 1 oli ammoniakkipitoisuus erittäin pieni kaikissa rehuissa. Kokeessa 2 päästiin yhtä hyvään tulokseen tuoreessa aumarehussa. Aumarehujen hyvä laatu johtuu ilmeisesti traktorilla tehdystä huolellisesta tiivistämisestä.

Kun esikuihattua säilörehua tehtiin ilman säilöntäainetta, virhekäyminen oli voimakasta. Vaikka kyseinen painorehu tehtiin erittäin huolellisesti, muodostui runsaasti voi-happoa ja valkuaista hajaantui paljon ammoniakiksi (taulukko 4, alaosaa).

Erot tuoreen kelasilputun ja tuoreen tarkkuussilputun rehun koostumuksessa ja laadussa olivat vähäisiä (taulukot 3 ja 4).

Esikuivatut torni- ja laakasiilorehut olivat samanarvoisia, esikuihattu aumarehu hieman niitä heikompaa. Tuoreista rehuista kokeen 2 kelasilputtu tornirehu

oli sekä koostumukseltaan että laadultaan muita jonkin verran huonompaa (taulukot 3 ja 4). Näyttää siltä, että rehun tasoitus ja tiivistäminen on jäänyt tornissa huonommaksi kuin aumassa.

Kun säilörehujen laatua selvittävät näytteet otettiin etukäteen kahden viikon syöntiä vastaavasti, tuli näytteisiin suhteellisen vähän pintarehua. Kun rehun käyttö pienille eläinryhmille (4-6 eläintä/ryhmä) oli hidasta, esikuivattujen säilörehujen pinnalla ilmeni laadun heikkenemistä. Lähinnä esikuivatusta aumarehussa tapahtui lämpenemistä. Siksi seuraavana vuotena esikuivattu rehu tehtiin laakasii- loon ja sitä käytettiin koe-eläinten lisäksi nuorelle karjalle. Kokeessa tuli varsin selvästi esille se, että esikuivattua rehua tulee käyttää päivittäin enemmän kuin tuoretta. Esikuivattujen säilörehujen arkuus ilman pilaavalle vaikutukselle ilmeni myös silloin, kun suojaavaan muoviin oli rehun valmistuksen yhteydessä teippauksista huolimatta jäänyt reikiä. Reiän ympäriltä alkoi rehu pilaantua.

Säilörehujen karoteeni- ja E-vitamiinipitoisuudet määritettiin kunkin rehun yhdestä näytteestä kokeessa 2. Pitoisuudet olivat seuraavat:

	Karoteenia mg/kg ka	E-vitamiinia mg/kg ka
Esikuivattu, tornirehu	94,9	38,0
Esikuivattu, laakasii-lorehu	100,0	40,6
Tuore kelasilputtu, tornirehu	162,3	57,0
Tuore kelasilputtu, aumarehu	85,6	27,0

Säilöntätappiot

Säilöntätappioita selvitettiin rehumassaan sijoitettujen säkkien avulla. Kokeessa 1 säkkejä oli tornia kohti 4 kpl ja aumaa kohti 8 kpl sijoitettuna eri kerroksiin. Toisessa kokeessa säkkien määrä torneissa oli kaksinkertainen, aumassa 12 säkkiä ja laakasii- llossa 24 säkkiä, joista 15 tutkittiin. Tuoreiden kelasilputtujen säilörehujen säilöntätappioissa oli varsin suuri ero kokeen 1 ja kokeen 2 välillä. Esikuivattujen säilörehujen säilöntätappiot kokeissa 1 ja 2 eivät eronneet merkittävästi toisistaan. Säkkien lukumäärän ilmeisesti olisi pitänyt olla suurempi ainakin tuoreissa kelasilputuissa säilörehuissa, jotta säilöntätappiot olisi voitu luotettavammin selvittää.

Säkkien avulla määritetyt säilöntätappiot muodostuivat keskimäärin kokeessa 1 ja 2 taulukon 5 mukaisiksi. Tuoreissa säilörehuissa kuiva-ainepitoisuus nousi 2,4 %-yksikköä ja esikuivatuissa laski 2,3 %-yksikköä. Kuiva-ainetappio oli tuoreissa keskimäärin 17,2 %, esikuivatuissa 6,0 %. Kivennäistappio oli tuoreissa 26,6 % ja esikuivatuissa 2,9 %. Raakavalkuaistappio oli tuoreissa 16,8 % ja esikuivatuissa 6,1 %. Typettä hävisi tuoreesta keskimäärin 23,1 % ja esikuivatuista 11,3 %.

Ravintoainetappiot olivat tuoreissa säilörehuissa samaa tasoa kuin ETTALA ym.

(1972) saivat säkkimenetelmällä suurista siiloista vuosina 1969-70, mutta pienempiä kuin vuosina 1971-72 saadut tappiot (EITALA ja KOSSILA 1980). Myös esikuiva-
tuissa rehuissa tappiot olivat jonkin verran aikaisempia määrityksiä pienemmät
(SALO ym. 1972).

Säilöön pannun ja ruokintapöydälle tulleen rehun punnitusten perusteella las-
ketut tappiot muodostuivat selvästi säkeillä määritettyjä tappioita suuremmiksi.

Aineisto oli liian pieni, jotta voitaisiin saada luotettavia tuloksia torni-
ja tasosäiliöistä erikseen. Näyttää kuitenkin siltä, että tuoreiden säilörehujen
kokonaistappio oli aumoissa suurempi kuin torneissa, vaikka puristenestetappiot
jäivätkin pienemmiksi.

Pellolla tapahtuvia tappioita on vaikea määrittää. Sitäpaitsi niiden suuruus
riippuu monista tekijöistä, mm. säästä ja käytetystä kalustosta. Jonkinlaisina
suuntaa antavina tuloksina voidaan pitää v. 1977 saatuja mekaanisia hävikkimää-
riä. Ruohon kuiva-ainetta jäi keskimäärin hehtaarille:

- kelasilppurilla 215 kg
- niittävällä tarkkuussilppurilla 368 kg
- niittomurskaimen, esikuivauksen ja noukkijatarkkuussilppurin jälkeen 542 kg

Tarkkuussilputtujen rehujen suurempaan tappioon vaikutti varmasti se, että
itsepurkavien peräkärriä verkot olivat tarkkuussilputuille rehuille liian har-
voja. Tosin ulkomaalaistenkin tulosten mukaan esikuivatus aiheuttaa pellolla
merkittäviä tappioita (HÖNIG 1979, VAN BOCKSTAELE ym. 1979).

Taulukko 5. Säilöntätappiot tuoreessa kelasilputussa- ja esikuivatussa tark-
kuussilputussa säilörehussa keskimäärin kokeissa 1 ja 2.

	Tuore kela- silputtu säilörehu	Esikuivattu tarkk.silp. säilörehu
Kuiva-aineen muutos %-yksikköä	+2,4	-2,3
Tappio %		
Kuiva-aine	17,2	6,0
Tuhka	26,6	2,9
Raakavalkuainen	16,8	6,1
Raakarasva	+22,4	+24,4
Raakakuitu	8,7	2,2
Typettömät uuteaineet	23,1	11,3
Tuorepaino	25,1	5,8

Säilörehujen sulavuus ja rehuarvo

Tuoreena korjattujen säilörehujen keskimääräinen sulavuus oli kokeessa 2 parempi
kuin esikuivattujen (taulukko 6). Jonkin verran parempaa sulavuutta on tuoresäi-
lörehuilla ilmennyt muissakin tutkimuksissa (MARSH 1979). Kokeessa 1 oli muita
hieman parempi sulavuus tuoreella tarkkuussilputulla rehulla.

Taulukko 6. Säilörehujen sulavuus ja tyypitase sekä pässien säilörehun syönti.

	Sulavuus-%					Tyypitase g/vrk	Syönti g ka/ el./d
	org. aine	raaka- valk.	raaka- rasva	raaka- kuitu	typpit. uuteain.		
Koe 1							
Esikuivattu, torni	71,2 ^{de}	73,8 ^{de}	58,3 ^{ae}	70,4 ^{ab}	71,7 ^{be}	3,3 ^{ab}	1420
Esikuivattu, auma	71,7 ^{de}	74,7 ^{de}	62,7 ^b	72,3 ^{ab}	71,3 ^b	3,5 ^{ab}	1293
Tuore kelasilp., torni	71,1 ^{de}	74,4 ^{de}	62,3 ^{ab}	69,5 ^a	71,8 ^{be}	4,0 ^{ab}	1390
Tuore tarkk.silp., torni	72,6 ^e	76,3 ^e	66,4 ^{bd}	71,7 ^{ab}	72,0 ^{ce}	4,2 ^b	1377
Tuore kelasilp., auma	70,7 ^{de}	72,9 ^d	65,2 ^{bd}	72,7 ^b	69,1 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1251
Esikuiv.torni ilman säilöntäainetta	69,9 ^d	72,8 ^d	63,3 ^b	71,6 ^{ab}	68,2 ^{ad}	0,5 ^a	1272
Koe 2							
Esikuivattu, torni	71,1 ^{ad}	69,1 ^{ad}	68,6 ^a	69,5 ^d	72,9 ^{ad}	1,6 ^{ab}	899
Esikuivattu, laakasiilo	71,9 ^{ade}	69,7 ^{abd}	66,4 ^a	70,6 ^d	74,1 ^{ab}	2,9 ^b	963
Tuore kelasilp., torni	74,2 ^{bef}	71,7 ^b	71,2 ^a	75,0 ^e	74,8 ^b	0,4 ^a	628
Tuore kelasilp., auma	75,6 ^{bf}	74,8 ^{ce}	68,7 ^a	77,2 ^e	75,7 ^{be}	2,5 ^{ab}	739
Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)							
Esikuivattu, torni	71,2	71,5	63,5	70,0	72,3	2,5	1160
Esikuivattu, tasosäilöt ¹⁾	71,8	72,2	64,6	71,5	72,7	3,2	1128
Tuore kelasilp., torni	72,7	73,1	66,8	72,3	73,3	2,2	1009
Tuore kelasilp., auma	73,2	73,9	67,0	75,0	72,4	2,3	995

Erojen merkitsevyys on testattu saman kokeen säilörehujen välillä kuten taulukossa 3.

a - c: P < 0,05

d - f: P < 0,01

1) auma ja laakasiilo

Tyypitase oli selvästi muita heikompi tuoreella kelasilputulla tornirehulla kokeessa 2 ja esikuivatulla ilman säilöntäainetta valmistetulla tornirehulla kokeessa 1 (taulukko 6).

Pässit söivät kokeessa 1 tornirehuja vähän enemmän kuin aumoissa säilöttyjä (taulukko 6). Kokeessa 2 esikuivatut rehut olivat maittavampia kuin tuoreet. Vähiten pässit söivät kokeen 2 kelasilputtua tornirehua, joka laadultaan oli muita heikompaa (taulukko 4).

Esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen korvausluvut (keskimäärin 4,5/6,2 kg ry:ssä) eroavat toisistaan pääasiassa rehujen kosteuspitoisuuden mukaan. Kuiva-ainekorvausluvut eli täyttävyyshluvut sensijaan ovat vertailukelpoisia. Tuoreilla säilörehuilla se oli hieman parempi (keskimäärin 1,30 kg ka/ry) kuin esikuivatulla (1,35) (taulukko 7). Sulava raakavalkuaispitoisuus oli tuoreella aumarehulla kokeessa 2 muita saman kokeen rehuja merkitsevästi korkeampi, mikä johtuu sekä korkeammasta raakavalkuaispitoisuudesta (taulukko 3) että paremmasta sulavuudesta (taulukko 6).

Lehmien säilörehun syönti ja ravinnon saanti

Lehmät söivät esikuivattujen säilörehujen kuiva-ainetta keskimäärin 7,9 kg ja tuoreiden kelasilputtujen säilörehujen kuiva-ainetta 7,7 kg päivässä (taulukko 9).

Taulukko 7. Säilörehujen laskettu rehuarvo.

	Korvaus- luku kg/ry	Täyttä- vyys kg ka/ry	srv %		srv g/ry
			tuo- reessa	kuiva- aineessa	
Koe 1					
Esikuivattu, torni	4,8d	1,37be	4,0be	13,8a	189a
Eskuivattu, auma	5,1d	1,36be	3,7ab	13,7a	186a
Tuore kelasilp., torni	6,2e	1,35ab	2,9ad	13,5a	182a
Tuore tarkk.silp., torni	6,0e	1,32ad	3,1a	13,9a	184a
Tuore kelasilp., auma	6,5e	1,36be	2,9ad	13,5a	185a
Koe 2					
Esikuivattu, torni	4,1d	1,35ad	3,8e	11,3e	153a
Esikuivattu, laakasiilo	4,0d	1,33bd	4,0e	11,8e	157ab
Tuore kelasilp., torni	6,2e	1,25ce	2,4d	11,7e	146ad
Tuore kelasilp., auma	5,9e	1,26ce	2,9d	13,6d	171be
Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)					
Esikuivattu, torni	4,5	1,36	3,9	12,6	171
Esikuivattu, tasosäilöt ¹⁾	4,6	1,35	3,9	12,8	172
Tuore kelasilp., torni	6,2	1,30	2,7	12,6	164
Tuore kelasilp., auma	6,2	1,31	2,9	13,6	178

Erojen merkitsevyys on testattu saman kokeen säilörehujen välillä kuten taulukossa 3.

a - c: $P < 0,05$, d - e: $P < 0,01$

1) auma ja laakasiilo

Syöntierot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta vastaavanlaista esikuivattujen säilörehujen suurempaa syöntimäärää on ilmennyt muissakin tutkimuksissa (GORDON 1979, MARSH 1979). Säilörehua kului kokeessa 1 enemmän kuin kokeessa 2, koska siinä heinäannos oli pienempi (1 kg/2 kg).

Kokeessa 1 lehmät söivät vähiten tuoretta tarkkuussilputtua rehua, kokeessa 2 tuoretta kelasilputtua tomirehua (taulukko 9, kuvat 3 ja 4). Viimemainitun heikompi maittavuus ilmeni myös päseillä ja ilmeisesti johtuu heikommasta rehun laadusta (taulukot 4 ja 6). Eläimet reagoivat herkästi säilörehun laatuun. Tämä näkyi selvästi myös kokeessa 1 esikuivatun aumarehun syönnin suurena vaihteluna (kuva 3). Syöntimäärä seurasi pintavirheiden (kts. s. 33) esiintymistä.

Säilörehun osuus kokonaiskuiva-aineen syönnistä oli keskimäärin 56 % ja rehu-yksiköiden saannista 48 %. Eroja esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen osalta ei tässä suhteessa ollut. Väkirehun osuus oli 34 % kokonaiskuiva-aineen syönnistä ja 44 % ry:n saannista. Loppuosa ravinnosta tuli heinästä (taulukko 9). Sulavaa raakavalkuaista tuli säilörehusta kokeessa 1 65 % ja kokeessa 2 54 %, väkirehusta vastaavat luvut olivat 30 % ja 32 %. Heinän, ohran ja herajauheen koostumus on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Heinän, ohran ja herajauheen koostumus ja rehuarvo.

	Heinä		Ohra		Herajauhe	
	Koe 1	Koe 2	Koe 1	Koe 2	Koe 1	Koe 2
Kuiva-ainetta, %	80,1	75,7	88,1	86,9	88,2	93,9
Kuiva-aineessa, %						
tuhkaa	5,9	8,1	2,7	2,6	7,9	8,1
raakavalkuaista	13,2	15,3	14,5	15,8	11,9	12,6
raakarasvaa	2,5	2,3	1,8	2,0	0,2	0,1
raakakuitua	28,2	29,2	4,0	4,4	0,0	0,0
typett. uuteaineita	50,2	45,1	77,0	75,2	80,0	79,2
Korvausluku kg/ry	2,1	2,0	0,99	1,00	0,88	0,87
Täyttyvyys kg ka/ry	1,67	1,52	0,87	0,88	0,78	0,82
srv % tuoreessa	6,0	8,2	9,3	10,6	10,0	10,0
srv % kuiva-aineessa	7,6	10,8	10,6	11,5	11,3	11,3
srv g/ry	126	164	92	101	88	93

Esikuivattuja säilörehuja saaneet lehmät söivät yhteensä kuiva-ainetta keskimäärin 14,1 kg ja tuoreita säilörehuja saaneet 13,9 kg päivässä. Lehmien keskimääräinen energian ja valkuaisen saanti ylitti tarpeen kaikilla ryhmillä (taulukko 9).

Energian saannin ylittäminen ei kuitenkaan näkynyt elopainojen nousuna, vaan painot pysyivät jokseenkin tasaisina (kuvat 3 ja 4). Tosin kokeessa 1 esikuivatua tomirehua syöneiden lehmien paino välillä nousi. On mahdollista, että pelkällä säilörehulla tehdyt sulavuuskokeet antoivat jonkin verran todellisuutta parempia sulavuusarvoja ja lasketut rehuarvot olivat siten energiamäärältään liian hyviä eikä laskettu energiaylitys ollut todellista.

Lehmien maitotuotos ja terveys

Lehmien tutokset olivat kaikilla muilla rehuilla paitsi kokeessa 1 esikuivatulla aumarehulla erittäin tasaisia ja hitaasti laskevia (kuvat 3 ja 4). Siirtokauden tuotostasosta koekauden loppuun n. 2,5 kuukauden aikana laski 4 % maitotuotos kokeessa 1 tuoreella kelasilputulla tomirehulla 17 g ja aumarehulla 27 g, esikuivatulla tomirehulla 35 g ja aumarehulla 52 g sekä tuoreella tarkkuussilputulla tomirehulla 47 g päivässä. Kokeessa 2 oli maitotuotoksen lasku miltei yhtä suuri kaikilla ryhmillä (42-47 g päivässä 98 päivän aikana). Kun normaalina päivittäisenä tuotoksen laskuna pidetään 50 g päivässä, on tuloksia pidettävä erittäin hyvinä.

Esikuivatulla rehuilla saatiin keskimäärin maitoa 17,1 kg lehmää kohti päivässä ja tuoreilla kelasilputuilla 17,4 kg (taulukko 10). Vastaavat luvut 4-prosenttisena maitona olivat 19,2 kg ja 19,8 kg. Tuotoserojen tilastollinen varmuus

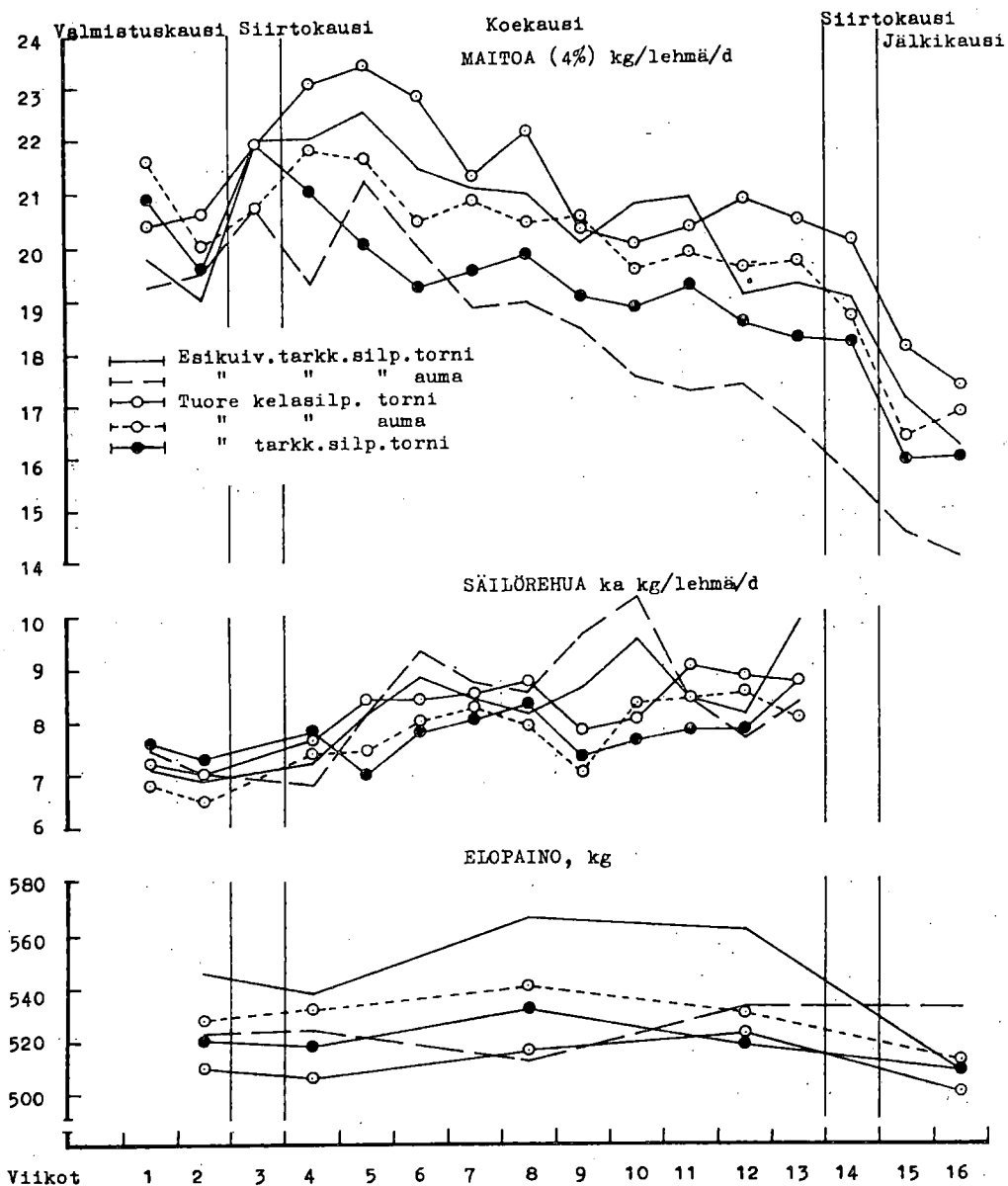
Taulukko 9. Koerehujen keskimääräinen syönti ja laskettu ravinnon saanti koekaudella.

	Rehua/eläin/d										Saanti-tarve					
	Säilörehua				Heinää				Väkirehua ¹⁾				Yhteensä			
	kg	kg	ka	ry	srv	g	kg	ry	kg	ka	ry	srv	g	ry	srv	g
Koe 1																
Esikuivattu, torni	28,8 ^{ad}	8,5 ^a	6,2 ^a	1221 ^a	1,0	0,5	56	5,5	6,4	595	14,8 ^a	13,1 ^a	1872 ^a	+0,7	+288	
Esikuivattu, auma	31,4 ^{ade}	8,6 ^a	6,3 ^a	1181 ^a	1,0	0,5	56	5,1	5,9	546	14,5 ^a	12,7 ^a	1783 ^a	+0,9	+368	
Tuore kelasilp., torni	37,7 ^{bf}	8,5 ^a	6,3 ^a	1157 ^a	1,0	0,5	56	5,5	6,3	590	14,7 ^a	13,1 ^a	1803 ^a	+0,6	+186	
Tuore tarkk.silp., torni	35,0 ^{abe}	7,8 ^a	5,9 ^a	1121 ^a	1,0	0,5	56	5,2	6,0	561	13,8 ^a	12,4 ^a	1738 ^a	+0,7	+245	
Tuore kelasilp., auma	37,9 ^{bf}	8,1 ^a	5,9 ^a	1085 ^a	1,0	0,5	56	5,3	6,0	563	14,0 ^a	12,4 ^a	1704 ^a	+0,3	+156	
Koe 2																
Esikuivattu, torni	20,4 ^d	6,9 ^{ab}	5,1 ^{ad}	778 ^d	2,0	1,0	170	5,0	5,7	571	13,3 ^a	11,7 ^a	1515 ^a	+0,1	+40	
Esikuivattu, laakasilo	21,6 ^d	7,3 ^{ab}	5,5 ^{ab}	868 ^d	2,0	1,0	170	4,8	5,5	549	13,6 ^a	11,9 ^a	1580 ^a	+0,7	+158	
Tuore, kelasilp., torni	32,7 ^e	6,7 ^a	5,4 ^a	786 ^d	2,0	1,0	172	4,7	5,4	537	12,8 ^a	11,7 ^a	1484 ^a	+0,4	+67	
Tuore, kelasilp., auma	34,6 ^e	7,4 ^b	5,9 ^{be}	1013 ^e	2,0	1,0	170	5,0	5,7	576	13,9 ^a	12,6 ^a	1751 ^a	+1,1	+282	
Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koerehuista)																
Esikuivattu, torni	24,6	7,7	5,6	1000	1,5	0,8	113	5,6	6,1	583	14,1	12,4	1694	+0,4	+164	
Esikuivattu, tasosäilöt	26,5	8,0	5,9	1025	1,5	0,8	113	5,0	5,7	548	14,1	12,3	1682	+0,8	+263	
Tuore kelasilp., torni	35,2	7,6	5,9	972	1,5	0,8	113	5,1	5,9	564	13,8	12,4	1644	+0,5	+127	
Tuore kelasilp., auma	36,3	7,8	5,9	1049	1,5	0,8	113	5,2	5,9	570	14,0	12,5	1728	+0,7	+219	

Säilörehujen ja kokonais-kuiva-aineen syönnin ja niistä saadun energian ja valkuaismäärän erot testattiin pienimmän nelösumman menetelmällä saman kokeen sisällä.

a - b: $P < 0,05$, e - f: $P < 0,01$

1) Puolet eläimistä sai väkirehuna pelkästään ohraa, puolelle korvattiin osa ohraasta herajauheella. Herajauhetta annettiin kokeessa 1 0,5 kg ja kokeessa 2 0,8 kg eläintä kohti päivässä.



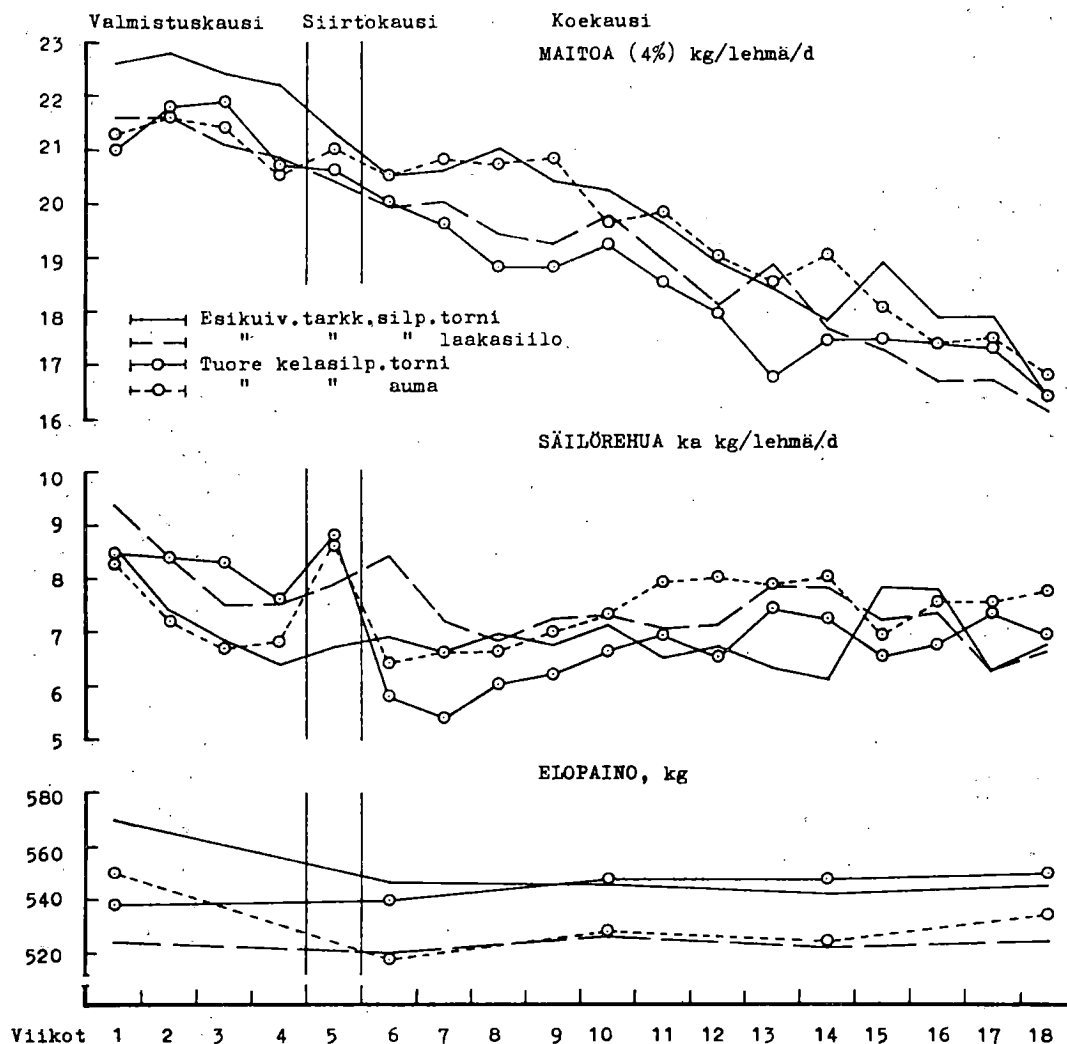
Kuva 3. Eri säilöntämenetelmien vaikutus lehmien maitotuotokseen, säilörehun syöntiin ja elopainoon kokeessa 1.

tutkittiin kokeittain, mutta erot eivät olleet merkitseviä. Sama ilmiö, että suuremmasta esikuivatun rehun syöntimäärästä huolimatta tuotostasoa ei vastaavasti kohonnut, ilmenee mm. GORDONin (1979) tutkimuksissa.

Ilmeisesti esikuivatun aumarehun pintaosien lämpeneminen johti ravintoaineiden vähenemiseen ja sentähden muita heikompaan maitotuotokseen.

Syynä ilmeisesti oli myös syönnin suuri vaihtelu, joka myös johtui käyttöpinnan laatuvaihteluista. Kokeessa 2 tuoreen tornirehun heikompi maittavuus johti heikompaan tuotokseen. Kokeen lopussa syönti ja tuotos paranivat.

Maidon rasvapitoisuus oli esikuivattuja ja tuoreita säilörehuja syöneillä lehmillä lähes yhtä suuri (keskimäärin 5,04 %/5,11 %), samoin maidon valkuaispitoisuus (3,83 %/3,77 %) (taulukko 10). Sen sijaan tornirehuja syöneiden lehmien



Kuva 4. Eri säilöntämenetelmien vaikutus lehmien maitotuotokseen, säilörehun syöntiin ja elopainoon kokeessa 2.

Taulukko 10. Lehmien keskimääräiset tuotokset.

	kg/lehmä/d		Maidon		Elopainon muutos, kg
	maitoa	4 % maitoa	rasva-%	vaik.%	
Koe 1					
Esikuivattu, torni	18,4	20,8	5,10	3,89	+25
Esikuivattu, auma	16,7	18,2	4,81	3,86	+14
Tuore kelasilp., torni	18,2	21,6	5,54	3,85	+15
Tuore tarkk. silp., torni	17,1	19,4	5,07	3,74	+2
Tuore kelasilp., auma	18,5	20,3	4,78	3,79	+4
Koe 2					
Esikuivattu, torni	16,8	19,1	5,28	3,76	-5
Esikuivattu, laakasiilo	16,5	18,3	4,97	3,80	+8
Tuore kelasilp., torni	16,0	18,1	5,05	3,65	+5
Tuore kelasilp., auma	16,9	19,1	5,08	3,75	+15

Keskimäärin (laskettu vain molempina vuosina olleista koejäsenistä)

Esikuivattu, torni	17,6	20,0	5,19	3,83	+10
Esikuivattu, tasosäilöt ¹⁾	16,6	18,3	4,89	3,83	+11
Tuore kelasilp., torni	17,1	19,9	5,30	3,75	+10
Tuore kelasilp., auma	17,7	19,7	4,93	3,77	+10

Erojen merkitsevyys on testattu pienimmän neliösumman varianssianalyysillä saman kokeen sisällä. Ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

1) auma ja laakasiilo

maidon rasvapitoisuus oli korkeampi (keskimäärin 5,27 %) kuin tasosäilörehuja syöneiden (4,90 %). Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kokeiden aikana ilmeni silloin tällöin heikkosyöntisyyttä ja ripulia. Oireet menivät ohi maitohappolääkityksellä. Tapauksia oli useammin esikuivattua kuin tuoretta säilörehua syöneillä lehmillä.

KIRJALLISUUTTA

- ETPÄLÄ, E. 1979. "Sokerirehujen" käyttö lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. Koetoim. ja käyt. 5.6.1979.
- & KOSSILA, V. 1980. Orgaanisten aineiden, kivennäisten ja nitraattityypen häviökäsitteet valmistettaessa ruohosta tuoresäilörehuja. Kehittyvä Maatalous 45: 18-31.
- , NENONEN, E. & LAMPILA, M. 1972. Nurmisäilörehujen säilöntätappioista. Kehittyvä Maatalous 7: 16-28.
- GORDON, F.J. 1979. The effect of interval between harvests and wilting of herbage for silage on milk production. Eur. Grassl. Fed., Forage conservation in the 80's. Brighton. p. 379-382.
- HONIG, H. 1979. Mechanical and respiration losses during pre-wilting of grass. Eur. Grassl. Fed., Forage conservation in the 80's. Brighton. p. 201-204.
- KIVINIEMI, J. 1978. Säilörehun esikuivatus. Karjatalous 54, 6-7.
- & TERTSUNEN, V. 1978. Nurmisäilörehun valmistuksen ja käsittelyn tekniikka. Säilörehutekniikka- ja talousprojektin väliraportti. 65 p.
- MARSH, R. 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. Grass and Forage Sci. 34: 1-10.
- SALO, M-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- , SORMUNEN, R. & IMMONEN, M. 1972. Esikuivatusta ja niittotuoreesta säilörehussa tapahtuvat ravinnetappiot. 1. Muutokset ja tappiot orgaanisessa aineessa. Koetoim. ja käyt. 29, 4: 15.
- , SUOMI, K. & SORMUNEN, R. 1972. Esikuivatusta ja niittotuoreesta säilörehussa tapahtuvat ravinnetappiot. 2. Kivennäis- ja hivenaineet. Koetoim. ja käyt. 29, 5: 18.
- TERTSUNEN, V. 1978. Säilörehun tekniikka ja talous. Karjatalous 54, 6-7.
- TURKKI, A., POKKI, J. & RYYNÄNEN, V. 1979. Nurmisäilörehun valmistuksen, käsittelyn ja ruokinnan talous. Helsingin yliopiston maanviljelystalouden laitoksen julkaisuja 2/1979.
- VAN BOCKSTAELE, J.E., BEHAEGHE, T.J. & BAETS de, A.E. 1979. Studies on the field losses of wilting grass. Eur. Grassl. Fed. Forage conservation in the 80's. Brighton. p. 205-209.

ESIKUIVATTU JA TUORE SÄILÖREHU LYPSYKARJAN RUOKINNASSA

Elsi Ettala

Esikuivatut tarkkuussilputut säilörehut ja tuoreet kelasilputut rehut olivat hyvin samanarvoisia lehmien ruokinnassa. Esikuivatuissa rehuissa oli käyminen vähäisempää kuin tuoreissa ja lehmät söivät niitä kuiva-aineksi laskettuna hieman enemmän kuin tuoreita. Sen sijaan maitotuotos oli tuoreilla säilörehuilla vähän parempi kuin esikuivatuilla. Esikuivatut rehut olivat arempia ilman pilaavalle vaikutukselle kuin tuoreet.

"Säilörehun tekniikka- ja talousprojektiin" liittyvänä suoritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen vertailua lehmien ruokinnassa vuosina 1977-79. Ruokintakokeet olivat kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella (H. Rissanen) ja Pohjois-Savon koeasemalla. Rehuja valmistettiin torneihin, aumoihin ja laakasiiloihin. Tuoreita rehuja oli sekä kela- että tarkkuussilputtuina. Esikuivatut olivat kaikki tarkkuussilputtuja (JF tai Valtra). Säilöntäaineena käytettiin AIV 2-liuosta 4, 5 tai 6 litraa ruhotonnia kohti. Yksi esikuivattu koerehu valmistettiin myös ilman säilöntäainetta, mutta siinä oli voihippaa niin runsaasti (1,8 %/ka), ettei sitä maidon voihippobakteerisaastun-
nan pelosta voitu ottaa ruokintakokeeseen.

Tässä tarkastelussa verrataan esikuivattuja säilörehuja tavanomaisiin tuoreisiin kelasilputtuihin rehuihin.

REHUT

Esikuivatus suoritettiin 1-2 päivän aikana erittäin hyvien sääolosuhteiden valitessa. Esikuivauksessa pyrittiin 30-40 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Niittöpäivänä korjattaessa pitoisuus jäi paksuissa karhoissa jonkin verran alle 30 prosentin. Keskimäärin kahdeksan erilaisissa säiliöissä säilötyn esikuivatun säilörehun kuiva-ainepitoisuus oli 30,2 %. Tuoreiden säilörehujen (8) kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 21,6 % (taulukko 1).

Esikuivatuista rehuista ei poistunut puristenestettä juuri lainkaan. Puristenesteseen liukenevia ravintoaineita, kuten kivennäisaineita oli siten enemmän esikuivatuissa kuin tuoreissa rehuissa (taulukko 1). Kuitupitoisuus oli tuoreissa säilörehuissa korkeampi kuin esikuivatuissa. Valkuaispitoisuus sen sijaan oli yhtä suuri molemmissa.

Taulukko 1. Esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen keskimääräinen koostumus.

	<u>Esikuivatut tarkk.silp.</u>	<u>Tuoreet kelasilputut</u>
Kuiva-aine-%	30,2	21,6
<u>Kuiva-aineessa, %</u>		
tuhkaa	10,4	9,1
raakavalkuaista	18,3	18,3
raakarasvaa	4,2	5,5
raakakuitua	25,4	27,7
typett.uuteain.	41,6	39,4
Korvausluku kg/ry	4,6	6,2
Täyttyvyys kg ka/ry	1,38	1,35
srv %/ka	13,1	13,1
srv g/ry	180	176

Esikuivatuissa rehuissa tapahtui vähäisempää käymistä kuin tuoreissa (taulukko 2). Tämä näkyy esikuivattujen säilörehujen korkeammasta sokeripitoisuudesta ja ty-pettömien uuteaineiden määrästä sekä alhaisemmasta käymishappojen ja raakarasvan määrästä. Voihappoa oli kaikissa rehuissa erittäin vähän. Samoin alhainen ammo-niakkipitoisuus ilmaisi rehujen hyvää laatua.

Taulukko 2. Esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen keskimääräinen laatu.

	<u>Esikuivatut tarkk.silp.</u>	<u>Tuoreet kelasilputut</u>
<u>Kuiva-aineessa, %</u>		
sokeria	12,9	7,7
maitohappoa	2,9	3,7
etikkahappoa	1,2	1,6
voihappoa	0,02	0,06
<u>Kokonaistypestä, %</u>		
ammoniakkitypeä	4,7	3,9
liukenevaa typeä	56,3	51,6

Esikuivattujen säilörehujen laatu kärsi kuitenkin syöttövaiheessa, ellei päi-vittäin voitu ottaa kyllin paksua rehukerrosta. Esikuivattu rehu oli näet erit-täin arka ilman pilaavalle vaikutukselle. Pinnassa tapahtui herkästi lämpenemis-tä ja/tai homehtumista. Ilman pääsyn estäminen oli tärkeä myös rehun valmistus-vaiheessa. Ehjän muovin käyttö säiliöissä ja runsas päivittäinen rehun otto ta-kasivat laadun säilymisen hyvänä.

Joissakin kokeissa tuoreiden säilörehujen sulavuus oli vähän parempi kuin esikuivattujen.

SÄILÖREHUN MAITTAUVUUS JA TUOTANTOVAIKUTUS

Säilörehuilla tehtiin neljä ruokintakoetta ja kyseisiä koerehuja söi 104 lehmää.

Lehmät söivät esikuivattujen säilörehujen kuiva-ainetta hieman enemmän kuin tuoreitten (taulukko 3). Jos käyttökerroksessa rehun laatu vaihteli, vaihteli myös maittavuus ja maidon tuotanto laski.

Taulukko 3. Esikuivattujen ja tuoreiden säilörehujen keskimääräinen maittavuus ja tuotantovaikutus.

	<u>Esikuivatut tarkk.silp.</u>	<u>Tuoreet kelasilputut</u>
Säilörehun syönti kg ka/lehmä/d	8,5	8,2
Maittoa, kg/lehmä/d	17,0	17,4
" (4%) " "	18,9	19,7
Maidon rasva-%	4,98	5,11
" valkuais-%	3,77	3,75
Elopainon muutos, kg	+ 11	+ 10

Lehmät tuottivat maittoa tuoreilla säilörehuilla vähän enemmän kuin esikuiva-
tuilla (taulukko 3). Ero oli vähän suurempi 4-prosenttisenä maittona, koska mai-
don rasvapitoisuus oli hieman korkeampi tuoresäilörehuja saaneilla lehmillä.
Maidon valkuaispitoisuus oli lähes täsmälleen yhtä suuri, samoin elopainon nou-
su kokeen aikana.

TUORE KELASILPUTTU JA TUORE TARKKUUSSILPUTTU SÄILÖREHU
LYPSYKARJAN RUOKINNASSA

Erkki Virtanen

Tuore kelasilputtu säilörehu ja tuore tarkkuussilputtu säilörehu osoittautuivat laadultaan, koostumukseltaan ja rehuarvoltaan hyvin samanlaisiksi. Myös maidon-tuotantovaikutukseltaan ne osoittautuivat toisiaan vastaaviksi. Sen sijaan näis-sä kokeissa maidon rasvapitoisuus oli selvästi ja valkuaispitoisuus jonkin ver-ran korkeampi kelasilputulla rehulla verrattuna tarkkuussilputtuun säilörehuun. Lehmien elopainon lisäys oli tuoreella tarkkuussilputulla säilörehulla jonkin verran suurempi kuin tuoreella kelasilputulla säilörehulla.

"Säilörehun tekniikka- ja talousprojektiin" liittyen suoritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa esikuivatun ja tuoreen säilörehun ja eri rehusäiliöiden vä-lisen vertailun lisäksi kesällä 1977 tuoreen kelasilputun ja tuoreen tarkkuus-silputun säilörehun vertailua lypsylehmien ruokinnassa. Ruokintakokeet suoritet-tiin kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella (H. Rissanen) ja Pohjois-Savon koease-malla. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan tuoreen kelasilputun ja tuoreen tark-kuussilputun säilörehun vertailusta saatuja tuloksia. On kuitenkin muistettava, että tämä vertailu suoritettiin vain yhtenä kesänä kahdella koepaikalla, joten aineistosta saadut tulokset ja tulosten perusteella tehdyt johtopäätökset ovat lähinnä suuntaa antavia.

REHUJEN VALMISTUS

Tuoreen kelasilputun säilörehun raaka-aine niitettiin kelasilppurilla ja vie-ttiin välittömästi säiliöihin. Tuoreen tarkkuussilputun säilörehun valmistukses-sa kasvusto korjattiin niittäväällä tarkkuussilppurilla ja vietiin välittömästi säiliöihin.

Rehut varastoitiin neljään torniin ja kahteen aumaan. Säilöntäaineena käytet-tiin AIV 2-liuosta, jota käytettiin 4 ja 6 litraa ruohotonna kohti. Säilörehut voitiin korjata kesällä 1977 hyvien säiden vallitessa.

Torneihin varastoiduista rehuista erittyneen puristenesteen määrä voitiin mi-tata. Pohjois-Savon koeasemalla tuoreesta kelasilputusta säilörehusta tuli puris-temehua 22,8 % torniin laitetun ruohon painosta ja tuoreesta tarkkuussilputusta säilörehusta 24,5 %. Tuoreesta tarkkuussilputusta rehusta puristemehu erittyi jonkin verran nopeammin kuin kelasilputusta rehusta.

SÄILÖREHUJEN LAATU

Sekä tuoreet kelasilputut että tuoreet tarkkuussilputut rehut olivat laadultaan hyviä. Voihapon esiintyminen oli vähäistä ja ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli kummassakin rehussa lähes sama. Käyminen oli tuoreessa tarkkuussilputussa rehussa hieman voimakkaampaa kuin kelasilputussa rehussa. Näin ollen näissä kokeissa kelasilputun säilörehun sokeripitoisuus muodostui korkeammaksi kuin tuoreessa tarkkuussilputussa rehussa. Laatua osoittavat tulokset on lähemmin esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tuoreiden kelasilputtujen ja tuoreiden tarkkuussilputtujen säilörehujen keskimääräinen laatu.

	Tuoreet kelasilputut	Tuoreet tarkkuussilputut
<u>Kuiva-aineessa, %:</u>		
sokeria	9,9	7,0
maitohappoa	3,5	4,7
etikkahappoa	1,87	1,86
voihappoa	0,05	0,04
propionihappoa	0,04	0,36
<u>Kokonaistypestä, %</u>		
ammoniakkityppeä	2,9	2,8
liukenevaa "	52,6	52,7

SÄILÖREHUJEN KOOSTUMUS JA REHUARVO

Tuore tarkkuussilputtu säilörehu oli hieman kosteampaa kuin kelasilputtu rehu. Ero kuiva-ainepitoisuudessa oli keskimäärin vain 0,7 %-yksikköä. Tuore tarkkuussilputtu säilörehu sisälsi 0,6 %-yksikköä vähemmän kuiva-aineessa tuhkaa kuin kelasilputtu rehu. Osa erosta saattaa johtua siitä, että tuoreesta tarkkuussilputusta säilörehusta on poistunut puristemehun mukana enemmän kivennäisaineita kuin kelasilputusta rehusta. Muutoin tuore kelasilputtu ja tuore tarkkuussilputtu säilörehu vastasivat koostumukseltaan hyvin tarkasti toisiaan.

Myös rehuarvoltaan tuore tarkkuussilputtu säilörehu oli aivan tuoreen kelasilputun veroista. Rehujen koostumus ja rehuarvot on tarkemmin esitetty taulukossa 2.

SÄILÖREHUN MAITTAUVUUS

Tuore kelasilputtu säilörehu ja tuore tarkkuussilputtu säilörehu osoittautuivat näissä kokeissa maittavuudeltaan täysin saman arvoisiksi. Kuiva-aineeksi lasketuna söivät lehmät keskimäärin päivässä tuoretta kelasilputtua säilörehua 9,0 kg ja tuoretta tarkkuussilputtua säilörehua 9,1 kg (taulukko 3). Tämä vastaa tuoreena säilörehuna n. 38 kg ja 40 kg säilörehua lehmää kohti päivässä.

Taulukko 2. Tuoreiden kelasilputtujen ja tuoreiden tarkkuussilputtujen säilörehujen keskimääräinen koostumus ja rehuarvo.

	Tuoreet kelasilpu- tut	Tuoreet tarkkuus- silputut
Kuiva-aine-%	23,5	22,8
Kuiva-aineessa, %:		
tuhkaa	9,4	8,8
raakavalkuaista	18,1	18,4
raakarasvaa	5,2	5,1
raakakuitua	25,5	25,4
typettäviä uuteaineita	41,8	42,2
Korvausluku kg/ry	5,9	5,8
Täyttävyyys kg ka/ry	1,36	1,30
srv %/ka	12,2	12,8
srv g/ry	166	167

Taulukko 3. Tuoreiden kelasilputtujen ja tuoreiden tarkkuussilputtujen säilörehujen keskimääräinen maittavuus ja tuotantovaikutus.

	Tuoreet kelasilpu- tut	Tuoreet tarkkuus- silputut
Säilörehujen syönti kg ka/lehmä/d	9,0	9,1
Maitoa, kg/lehmä/d	17,6	17,6
" 4% "	20,8	19,9
Maidon rasva-%	5,43	5,04
" valk.-%	3,85	3,78
Elopainon muutos, kg	+ 10	+ 25

Normaali maitotuotos lehmää kohti päivässä muodostui myös täysin samaksi. Sen sijaan maidon rasvapitoisuus oli selvästi korkeampi kelasilputulla säilörehulla. Näin ollen neliprosenttisen maidon tuotos muodostui kelasilputulla säilörehulla hieman korkeammaksi kuin tarkkuussilputulla säilörehulla. Myös maidon valkuaispitoisuudessa oli pieni ero kelasilputun hyväksi. Sen sijaan lehmien elopainon nousu oli voimakkaampaa tuoreella tarkkuussilputulla säilörehulla kuin tuoreella kelasilputulla säilörehulla (taulukko 3).

ESIKUIVATUN SÄILÖREHUN SÄILYVYYS

Erkki Virtanen ja Elsi Ettala

Esikuivattu säilörehu sisältää kuiva-ainetta 30-40 ja tuoresäilörehu 19-25 prosenttia. Säilöntäaineen käyttö on kunnollisen säilymisen perusedellytys myös esikuivatulla säilörehulla. Torni- ja laakasäiliöiden välillä esikuivatun säilörehun säilyvyydessä ei juuri ollut eroa, kun laakasäilön rehu oli hyvin tiivistetty ja peitetty muovilla. Aumassa esikuivattu säilörehu säilyi huonosti.

Esikuivatusta säilörehusta ei ravintoaineita poistu puristenesteen mukana, koska puristenestettä ei erity. Myös käyminen on ollut vähäisempää esikuivatuis-
sa kuin tuoreissa säilörehuissa. Esikuivattu säilörehu on sisältänyt enemmän sokeria kuin tuoresäilörehu, mutta valkuaisen hajoaminen oli hieman runsaampaa. Esikuivattu säilörehu on ilman vaikutukselle altista ja käsiteltäessä se lämpe-
nee tuoretta säilörehua herkemmin.

KÄYTÄ SÄILÖNTÄAINETTA

Pohjois-Savon koeasemalla tehtiin 1977 ja 1978 esikuivattuja ja tuoreita säilö-
rehuja torneihin ja tasosäilöihin.

Kesällä 1977 tehtiin esikuivattua säilörehua myös ilman säilöntäainetta tiiviseen lasikuitutorniin, jonka halkaisija oli 3 metriä. Pian teon jälkeen tun-
tui tavallisuudesta poikkeava haju säilöntäainetta säilötyn säilön läheisyydes-
sä. Vesipaino poistettiin lokakuun puolivälin paikkeilla jäätymisvaaran takia. Tämän jälkeen rehu alkoi pinnasta lämmetä ja homehtua. Tammikuun puoliväliin
mennessä lämpeneminen oli edennyt 1,5 metrin syvyyteen. Lämmennyt ja homehtunut
osa rehusta poistettiin. Suurin osa torniin ilman säilöntäainetta varastoidusta
rehusta oli lypsykarjan rehuksi kelpaamatonta lähinnä rehun sisältämän suuren
vaihappobasillien määrän vuoksi. Esikuivatun säilörehun kunnollisen säilymisen
vuoksi oli säilöntäaine siis välttämätön.

Valmistajan ilmoittamia säilöntäaineen käyttömääriä ei esikuivattuja säilö-
rehuja valmistettaessa ole syytä alittaa ja annostelun tasaisuutta on seurattava
huolellisesti. Kokeissa käytettiin AIV 2-liuosta 6 litraa (1977) ja 5 litraa
(1978) ruohotonna kohti. Rehujen säilyvyys oli tällöin hyvä.

TIIVIISEEN SÄILÖÖN TIIVIISTI

Esikuivatut säilörehut sisälsivät kuiva-ainetta tavallisesti noin 30 % tai enem-
män. Tällaisen ruohon kunnollinen tiivistäminen oli paljon vaikeampaa kuin taval-
lisen kelasilputun määrän ja noin 20 prosenttia kuiva-ainetta sisältävän ruohon.

Esikuivattua säilörehua tehtiin kesällä 1977 myös aumaan. Auman teossa ja tiivistämisessä oli vaikeuksia. Säilytyksen aikana auman reunoille muodostui hömettä ja talvella ankarista pakkasista huolimatta auman reunat 40-50 cm leveydeltä olivat lämpimiä. Täten pilaantuneen ja poistettavan rehun määrä oli suuri. Tuorepainotappioksi muodostui n. 40 % laskettuna aumaan laitettun ja aumasta syötetyn rehun tuorepainojen mukaan. Kaiken kaikkiaan esikuivattu rehu säilyi aumassa huonosti. Sen sijaan laakasiilossa esikuivattu säilörehu säilyi yhtä hyvin kuin tornissa, kun rehu tiivistettiin kunnollisesti ja suojattiin hyvin muovilla. Kokeissa laakasiilon ja auman muovin päälle laitettiin sahajauhoa 15-20 cm. Tornit painotettiin tavalliseen tapaan vesialtaalla, vettä oli 300-400 kg/m².

Torniin esikuivatun säilörehun päälle ei voi myöhemmistä sadoista tehdä tuoretta säilörehua. Vaikka esikuivatun säilörehun päälle laittaa muovin, niin tuoreesta säilörehusta erittyvä puristemehu kulkeutuu säilön seinustaa alas ja imeytyessään esikuivattuun säilörehuun heikentää sen laatua.

Säiliön riipeä täyttäminen ja huolellinen tiivistäminen ovat esikuivatun säilörehun laadun kannalta tärkeitä. Jos teko keskeytyy pitemmäksi ajaksi kuin yöksi, on syytä suorittaa painotus.

RAVINTOAINEIDEN SÄILYMINEN

Esikuivatusta säilörehusta ei käytännöllisesti katsoen tullut puristenestettä ollelleenkaan. Puristenesteen mukana ei näin ollen poistunut ravintoaineita. Tuoreesta säilörehusta poistui puristenesteen mukana helpoliukoisia hiilihydraatteja, helpoliukoista valkuaista ja kivennäisiä.

Esikuivatussa säilörehussa käyminen oli selvästi vähäisempää kuin tuoreessa säilörehussa. Käymisen voimakkuutta kuvaamaan käytetään käymistuotteissa syntyvien happojen määriä. Taulukossa on esitetty esikuivattujen säilörehujen laatua kuvaavia lukuja ja samoista raaka-aineista valmistettujen tuoreiden säilörehujen vastaavat arvot.

Taulukko 1. Esikuivatun ja tuoreen säilörehun laatu keskimäärin MTTK:n Pohjois-Savon koeasemalla 1977/78 ja 1978/79.

	Esikuivatut tarkkuussilputut säilörehut	Tuoreet kelasilputut säilörehut
Kuiva-aine %	30,7	21,2
<u>Kuiva-aineessa %</u>		
sokeria	12,9	9,2
maitohappoa	1,2	2,5
etikkahappoa	0,83	1,10
propionihappoa	0,01	0,02
voihappoa	0,02	0,12
muodostuneiden happojen summa	2,06	3,74
<u>Kokonaistypestä %</u>		
ammoniumtyypeä	4,0	3,5
liukoista tyyppiä	55,1	52,3

Maitohapon, etikkahapon, propionihapon ja voihapon yhteismäärä oli keskimäärin lähes puolta pienempi esikuivatuissa kuin tuoreissa rehuissa. Esikuivatun säilörehun käyminen vaihtelee jonkin verran riippuen rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Pienemmästä käymisestä johtuen esikuivatut säilörehut sisälsivät enemmän sokeria kuin tuoreet säilörehut (taulukko 1). Sen sijaan valkuainen näytti hajoavan helpommin kuin tuoreessa säilörehussa. Esikuivatuissa säilörehuissa oli tavallisesti ammoniumtyypen ja liukoisen typen osuus kokonaistypestä suurempi kuin tuoreissa säilörehuissa.

Esikuivattujen säilörehujen sulavuus näyttää olevan hieman alhaisempi kuin tuoreiden säilörehujen. Tämä on ilmennyt myös lypsykarjakokeissa. Tuoreilla säilörehuilla on suuremmista säilöntätappioista huolimatta saatu yhtä hyvät tai hieman suuremmat maitotuotokset kuin esikuivatuilla rehuilla.

SÄILYVYYS KÄYTÖN AIKANA

Säilyvyys käytön aikana tuli esille kun koetorneista jouduttiin poistamaan vesipainot jäätymisvaaran vuoksi ennen kuin säiliöistä otettiin rehua karjalle. Tällöin tornissa esikuivattu rehu alkoi pinnasta lämmetä.

Painotus pitäisikin järjestää niin, että painoja ei tarvitsisi ottaa pois ennen käyttöä.

Vähäinen päivittäinen käyttö johti myös rehun lämpenemiseen tai homehtumiseen. Päivittäinen käyttö tulisikin olla oikeassa suhteessa otettavaan pinta-alaan. Herkkyyks ilman vaikutukselle tuli näkyviin myös, kun navettaan otettiin usean päivän rehumäärä. On todettava, että esikuivatut säilörehut soveltuvat parhaiten suurille tai vähintään keskisuurille tiloille, joissa päivittäinen rehunkäyttö on suuri.

LEHMIEN SÄILÖREHUN SYÖNTIIN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

ELSI ETTALA ja MARTTI LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa oli 13 ruokintakoetta ja 296 ay-rotuista lehmää. Lehmät saivat vapaasti hyvälaatuista tuoretta säilörehua, 2 kg päivässä heinää ja 5 tai 10 maitokiloa ylittävän tuotannon aiheuttamasta energiatarpeesta 0, 1/3, 2/3 tai 3/3 ohraa. Keskimääräisestä kokonaiskuiva-aineen syönnistä oli säilörehua 73.6 %, heinää 10 % ja ohraa 15.4 %. Lehmät söivät säilörehun kuiva-ainetta 2.0 ± 0.4 kg ja kokonaiskuiva-ainetta 2.7 ± 0.5 kg 100 elopainokiloa kohti päivässä. Maitotuotos oli 15.9 ± 4.3 kg/lehmä/pv.

Eri tekijöiden vaikutus on laskettu lehmien sisäiseen muunteluun perustuen. Elopainon vaihtelu selitti 5.1 %, maitotuotoksen vaihtelu 6.5 % säilörehun kuiva-aineen syönnin muuntelusta. Poikimisesta kulueneen ajan vaikutus oli käyräviivainen. Poikimakerran vaikutus oli verraten vähäinen. Lehmien yksilölliset syöntierot olivat erittäin merkitsevät. Yhden ohra-kuiva-ainekilon lisäys vähensi säilörehun kuiva-aineen syöntiä n. 640 g ja vastaavasti heinäkilon lisäys n. 1150 g lehmää kohti päivässä (R^2 5.7 % ja 3.6 %). Ohralisäys kohotti kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 360 g/kg ka.

Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden nousu lisäsi säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 170 g/%-yksikkö/lehmä/pv. Raakakuitupitoisuuden ja sokeripitoisuuden kohoaminen vähensi ja typpipitoisuuden nousu lisäsi merkitsevästi säilörehun syöntiä. Etikkahapon, ammoniumtypen ja liukenevan typen pitoisuuksien nousut vähensivät merkittävästi säilörehun syöntiä ja pH:n nousu lisäsi sitä. Maitohapolla, voihapolla ja propionihapolla ei ollut syöntimääriin merkitsevää vaikutusta.

TULOSTEN TARKASTELU

Syöntimäärä ja sen vaihtelu

Tutkimuksen verrattain laajaan aineistoon nähden on keskimääräistä säilörehun syöntimäärää, 9.4 kg ka/eläin/pv eli 2 kg/100 elop. kg/pv, pidettävä varsin runsaana. Vastaavan suuruisia tai suurempia tuoreena säilötyn säilörehun syöntimääriä on esiintynyt joissakin kokeissa (CASTLE et al. 1975, GORDON et al. 1961), mutta useimmissa ne ovat olleet pienempiä (CASTLE ja WATSON 1969, 1970, 1974; EKERN 1972; GORDON et al. 1964; MURDOCK ja HODGSON 1967; PRESTHEGGE 1959). Koelehmien kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä, 13.0 kg ka/eläin/pv eli 2.7 kg ka/100 elop. kg/pv, on ollut muiden vastaavanlaisten ruokintakokeiden syöntimäärien keskivaiheilla (2.4-3.2 kg ka/100 elop. kg/pv, CASTLE ja WATSON 1969, 1970, 1973, 1974, 1975; DIJKSTRA 1958; EKERN 1972; MURDOCK ja HODGSON 1967). Tässä tutkimuksessa käytetty väkirehumäärä on yleensä ollut pienempi kuin muissa ja vaikuttaa sekä syödyn säilörehun että kokonaiskuiva-aineen määriin.

Säilörehun syönnin vaihtelut ovat olleet huomattavan suuria (taulukko 1). Kaksinkertaisten standardipoikkeamien mukaan laskettuna (95 % lehmistä) tuoreen säilörehun syöntimäärä on vaihdellut 25.8-56.6 kg, säilörehun kuiva-aineen syöntimäärä 5.8-13.0 kg (1.2-2.8 kg/100 elop. kg/pv) ja kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä 8-18 kg eläintä kohti päivässä (1.7-3.7 kg/100 elop. kg/pv). Luvut ovat kahden viikon keskiarvoa edustavia. Mainitut ääriarvot ovat yli tai alle keskiarvojen 37-38 %. Muutamat yksilöt ovat ylittäneet nämäkin raja-arvot. Mm. 10 lehmää on syönyt tuoretta säilörehua yli 60 kg päivässä, suurin määrä oli 65.2 kg (viiden päivän keskiarvoja). Suurin säilörehun kuiva-aineen syöntimäärä viiden päivän keskiarvona oli 15.8 kg/lehmä/pv eli 3.13 kg/100 elop. kg/pv. Suurin kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä viiden päivän keskiarvona oli 21.1 kg/lehmä/pv tai 3.86 kg/100 elop. kg/pv. EKERNin (1972) kokeissa parhaat lehmät söivät muunnettua karkearehun kuiva-ainetta 20-30 % enemmän ja heikoimmat 10-40 % vähemmän kuin vastaavien kokeiden keskimäärät. STONEn et al. (1960) tutkimuksessa vastaavat vaihtelut olivat tuoreen säilörehun syönnissä 26 % ja 20 % ja karkearehun syönnissä 34 % ja 52 %.

Syöntimäärien mukaan näyttää siltä, että 6.5 tunnin syöntiaika on ollut riittävä, koska rajattua syöntiaikaa käyttäneessä koepaikassa määrät olivat suurimmat (Jokioinen, taulukko 1). Koepaikkojen väliset erot on kuitenkin tulosten käsittelyssä eliminoitu.

Eläinten vaikutus syöntimääriin

Lehmien elopainon vaikutus lehmää kohti laskettuun säilörehun syöntiin on tässä tutkimuksessa ollut verraten suuri. Lehmän elopainon nousu esim. 10 kg:lla on lisännyt tuoreen säilörehun syöntimäärää n. 800 g:lla sekä säilörehun kuiva-aineen ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 200 g:lla päivässä (taulukko 5). Yleensäkin elopainon ja syönnin väliset korrelaatiot ovat olleet positiivisia ja kiinteitä (FOOT ja LINE 1966, HYPPOLÄ ja HASUNEN 1970; MATHER et al. 1960; McCULLOUGH 1961; SKOVBOG & ANDERSEN 1973). Tosin KESTLERin et al. (1968) tutkimuksen mukaan elopainon ja karkearehun syöntimäärän yhteys on ollut eri roduilla erilainen. Lehmien poikimakerralla on tässä tutkimuksessa ollut verrattain vähäinen vaikutus, kun maitotuotoksen ja elopainon vaikutus on eliminoitu (taulukot 5 ja 6). Vastaavaan tulokseen ovat tulleet myös mm. HUTH (1968) ja JOHNSON et al. (1966).

Maitotuotoksen vaihtelun vaikutus syöntiin on tässä tutkimuksessa ollut hieman suurempi kuin elopainon. Yksi kilo 4 % maitoa on lisännyt tuoreen säilörehun syöntiä n. 1.2 kg sekä säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 270 g lehmää kohti päivässä (taulukko 5). Muissa tutkimuksissa on maitotuotoksen ja karkearehun syönnin välinen yhteys ollut vaihteleva. McCULLOUGH (1961); JOHNSON et al. (1966) ja STONE et al. (1960) ovat saaneet niiden välille kiinteän positiivisen yhteyden, SKOVBERG ja ANDERSEN (1973) jonkin verran lievemmän, KESTLER et al. (1968) eivät ole todenneet merkittävää yhteyttä ja HYPPOLÄ ja HASUNEN (1970) ovat kirjallisuustutkimuksessaan tulleet siihen tulokseen, että maitotuotoksen kohotessa muunnetun karkearehun syöntimäärä nousee lievästi. EKERN (1972) on todennut negatiivisen vuorosuhteen maitotuotoksen ja muunnetun karkearehun syöntimäärän välillä laktaatiokauden alkuvaiheessa, mutta positiivisen 14 viikon jälkeen poikimisesta. Hänen tutkimustensa mukaan muunnetun karkearehun syöntimäärä oli suurin, kun päivätuotos normi-

ruokinnalla oli 24-26 kg 4 % maitoa ja voimakkaalla ruokinnalla 18-20 kg. Ilmeisesti erot eri tutkimusten välillä johtuvat suurelta osin erilaisesta väkirehun annostuksesta. Negatiivinen vuorosuhde laktaatiokauden alussa ilmeisesti johtuu ainakin osittain siitä, että maitotuotos saavuttaa huipputasonsa aikaisemmin kuin karkearehun syöntimäärä (EKERN 1972; HUTTON 1963; McCAFFREE ja MERRILL 1968; SWANSON et al. 1967).

Poikimisesta kuluneen ajan vaikutus syöntiin on tässä esitetty erillisenä, maitotuotoksesta riippumattomana. Se on ollut erittäin merkittävästi käyräviivainen. EKERNin (1972) tutkimuksissa ei eliminointia ole suoritettu ja siinä muunnetun karkearehun syönti oli suurinta, kun poikimisesta oli normiruokinnalla kulunut 16 viikkoa ja voimakkaalla ruokinnalla n. 18-19 viikkoa. JOHNSON et al. (1966) ovat todenneet karkearehun syönnin lisääntyneen n. 15 viikkoon asti ja sen jälkeen pysyneen melko vakiona. HUTTON (1963) on todennut syönnin yleensä nousseen 21 viikkoon asti.

Lehmien yksilölliset syöntierot ovat tässä tutkimuksessa olleet erittäin merkittävät vielä sen jälkeen, kun kaikkien muiden tekijöiden vaikutus on eliminoitu (taulukko 4). Suuria syöntieroja on todettu myös monissa muissa tutkimuksissa (COPPOCK et al. 1974; EKERN 1972; FOOT ja LINE 1966; JOHNSON et al. 1966; STONE et al. 1960; WICTORSSON 1973; WIKTORSSON ja BENGTTSSON 1973). KRESS (1970) ja KRESS et al. (1971) ovat todenneet rehunkulutuksessa genotyypin ja ympäristötekijäin yhdysvaikutusta. MATHER (1959) on koennut eri tutkimuksissa saatuja karkearehun syönnin toistuvuusarvoja ja todennut niiden vaihtelevan 0.22-0.55, kun eri vuosien syöntimääriä oli verrattu 3-4 viikon syöntijaksoina. Säilörehun syönnin toistuvuus oli 0.55. RIMM (1963) on saanut karkearehun syönnin toistuvuusarvoiksi 0.21 ± 0.14 ja 0.27 ± 0.12 sekä h^2 -arvioiksi 0.31 ± 0.33 ja 0.29 ± 0.35 . ENGLAND (1962) on todennut päivittäisen rehunkulutuksen h^2 -arvioksi naudalla 0.384. Edelläesitetyt tutkimukset viittaavat siihen, että karkearehun syöntikyky voi olla jossain määrin myös periytyvä ominaisuus, jota valinnalla voitaisiin parantaa.

Muiden rehujen vaikutus syöntimääriin

Ohralisäys on tässä tutkimuksessa vähentänyt säilörehun kuiva-aineen syöntiä n. 640 g/kg ka/lehmää kohti päivässä. Se on kenties hieman suurempi kuin eri tutkimuksissa keskimäärin saatu. Tavallisimmin vähennys on vaihdellut n. 0.2-1.0 kg ka/kg ka (CAMPLING ja MURDOCK 1966; CASTLE ja WATSON 1975; FOOT ja LINE 1966; FORBES ja IRWIN 1970; MATHER et al. 1960; McCULLOUGH 1961; MURDOCK ja HODGSON 1967; WILKINSON 1969). EKERN (1972) on todennut väkirehun alentaneen karkearehun syöntiä enemmän varhaisella laktaatiokaudella (n. 0.9 kg ka/kg ka) kuin laktaatiokauden keskivaiheessa (0.5-0.3 kg ka/kg ka). MÄKELÄ (1956) on tullut siihen tulokseen, että yhden väkirehukilon syöntimäärä vastaa 0.5 kg karkearehua. Kokonaiskuiva-aineen syöntiä ohralisäys on tässä tutkimuksessa kohottanut n. 360 g/kg ka/lehmää kohti päivässä. KESLER ja SPAHR (1964) ovat todenneet energian saannin sekä WIKTORSSON ja BENGTOSSON (1973) kokonaiskuiva-aineen syönnin olevan suurimmillaan, jos väkirehun osuus kokonaissyönnistä on n. 45-60 %.

Heinän syönnin lisääntyminen on vähentänyt säilörehun kuiva-aineen syöntiä vähän enemmän kuin mitä heinästä on saatu kuiva-ainetta (n. 1150 g/kg ka). Kokonaiskuiva-aineen väheneminen ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä. Vähemmän täyttävissä ruokinnoissa heinälisä ei ole vähentänyt säilörehun syöntiä yhtä voimakkaasti. McCULLOUGH (1961) ja MURDOCK ja HODGSON (1967) ovat todenneet yhden heinän kuiva-ainekilon laskeneen säilörehun syöntiä 0.3-0.7 kg ka/lehmä/pv, EKERN (1972) kokonais kuiva-aineen syöntiä n. 0.9 kg.

Säilörehun koostumuksen vaikutus syöntimääriin

Kuiva-ainepitoisuuden nousu yhdellä prosenttiyksiköllä on vähentänyt tuoreen säilörehun syöntiä n. 1.1 kg ja lisännyt säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä vastaavasti n. 170 g (taulukko 5). Kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on yleensä lisännyt säilörehun kuiva-aineen syöntimäärää (CHRISTIANSSEN et al. 1971; GORDON et al. 1961, 1964; HARRIS et al. 1966; HOFMANN et al. 1970; JACKSON ja FORBES 1970; KIRCHGESSNER et al. 1972; McCULLOUGH 1961; PRESTHEGGE 1959; THOMAS et al. 1961; SKOVBOG & ANDERSEN 1973; WARD et al. 1966; WELLMANN 1966;

WILKINS et al. 1971). Kuitenkaan sitä ei ole todettavissa kaikissa kokeissa (EKERN 1972; ETTALA et al. 1975 b). THOMAS et al. (1961) ovat tulleet siihen tulokseen, että kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin on osittain välillistä, koska se vaikuttaa säilörehun käymistuloksiin.

Säilörehun kuitupitoisuuden kohoaminen on vähentänyt erittäin merkittävästi niin tuoreen säilörehun kuin kuiva-aineenkin syöntimääriä (taulukot 2 ja 5). Myös muissa tutkimuksissa on kuitupitoisuuden tai yleensä soluseinämäaineiden lisääntyminen vähentänyt syöntiä (BERNER 1959, CHRISTIANSEN et al. 1971; McCULLOUGH 1961, 1962; Van SOEST 1964; WILSON ja McCARRICK 1966). Kenties tähän samaan ilmiöön liittyy se, että säilörehun typpipitoisuuden kohoaminen on lisännyt syöntiä (taulukko 5). Typpirikas säilörehu on näet ollut vähemmän kuitua sisältävää (taulukko 3). Myös McCULLOUGH (1961) ja WILKINS et al. (1971) ovat todenneet säilörehun typpipitoisuuden nousun lisänneen säilörehun syöntiä. Huomattava valkuaispitoisuuden nousu on aiheuttanut jonkin verran myös syönnin vähenemistä (CASTLE ja WATSON 1969; ETTALA et al. 1974; McCULLOUGH 1962), mikä ilmeisesti on yhteydessä erilaisiin käymistuloksiin runsaasti tai vähän valkuaista sisältäneissä rehuisissa (ETTALA et al. 1974; GORDON et al. 1964).

Säilörehun laadun vaikutus syöntimääriin

Etikkahappo, ammoniumtyppi ja liukeneva typpi ovat vähentäneet säilörehun syöntiä merkittävästi (taulukko 5), vaikka niiden määrät säilörehussa olivat vähäisiä (taulukko 1). Etikkahapolla ja/tai ammoniumtyypellä on todettu olleen vastaavanlainen vaikutus monissa tutkimuksissa (BROWN ja RADCLIFFE 1972; GORDON et al. 1961, 1964; JACKSON ja FORBES 1970; WILKINS et al. 1971).

Säilörehun sokeripitoisuus, maitohappopitoisuus ja pH-arvo ovat kytkeytyneet niin voimakkaasti toisiinsa ja muihin käymistuloksiin (taulukko 3), että niiden vaikutus syöntiin on riippunut oleellisesti siitä, onko muiden vaikutus eliminoitu vai ei (taulukot 2, 4 ja 5). Eliminoidussa aineistossa maitohappo ei ole vaikuttanut syöntiin merkittävästi (taulukko 4). Sen vaikutus on vaihdellut muissakin tut-

kimuksissa. GORDON et al. (1964); KIRCHGESSNER et al. (1972) ja WILKINS et al. (1971) ovat todenneet maitohapon vaikuttaneen syöntiin positiivisesti, JACKSON ja FORBES (1970) käyräviivaisesti ja GORDON et al. (1971) ei merkitsevästi. Ilmeisesti on kysymys erilaisista maitohappomääristä, sillä korkean kokonaishappamuuden on todettu merkitsevästi vähentäneen syöntiä (GORDON et al. 1961; WILKINS et al. 1971). Myös pH:n vaikutus syöntiin on vaihdellut. Sen nousu on lisääntynyt (BROWN ja RADCLIFFE 1972) tai vähentänyt (GORDON et al. 1964; McCULLOUGH 1961) syöntiä tai jäänyt vaille vaikutusta (GORDON et al. 1961; WILKINS et al. 1971). Vaihtelut ovat ymmärrettäviä, koska korkea pH voi toisaalta olla merkki vähäisestä käymisestä, toisaalta virheikäymisestä. Tämä kahdenlainen merkitys on tullut esille osassa tämän tutkimuksen aineistoa, koska osa rehuista on säilötty formaldehydipitoisilla säilöntäaineilla, osa hapoilla (ETTALA et al. 1975 a ja b).

Voihappo ja propionihappo eivät tässä tutkimuksessa ole vaikuttaneet merkitsevästi syöntimääriin (taulukko 4). Ilmeisesti se johtuu niiden vähäisestä esiintymisestä rehuissa (taulukko 1). GORDON et al. (1964) ja KIRCHGESSNER et al. (1972) ovat todenneet voihapsen, BROWN ja RADCLIFFE (1972) ja GORDON et al. (1961, 1964) propionihapon alentaneen merkitsevästi syöntiä.

Syönnin ennustaminen

Käytännössä ei voida huomioida monia eri tekijöitä eikä tunneta lehmiä välisiä eroja, kun suunnitellaan ruokintaa. Sentähden on tyydyttävä muutamaan helposti nääritettävissä olevaan ominaisuuteen. JOHNSON et al. (1966) ovat saaneet maitotuotoksen, elopainon ja elopainon muutoksen avulla selitetyksi 39 % ja STONE et al. (1960) 25 % karkearehun syönnin muuntelusta. Tässä on elopainon ja maitotuotoksen avulla kyetty selittämään säilörehun kuiva-aineen syöntivaihteluista vain 16.5 %, kokonaiskuiva-aineen syönnin vaihtelusta kuitenkin 61.6 % (s. 13). Kun edellämainittujen lisäksi selittäjiksi otettiin käytetty väkirehunäärä ja säilörehun kuiva-ainepitoisuus, vastaavat selitysasteet olivat 48.7 % ja 70.8 %, joita voidaan pitää jo varsin tyydyttävinä. McCULLOUGH (1961) on saanut elopainon, maitotuo-

toksen ja säilörehun kuiva-ainepitoisuuden avulla selitetyksi 54 % säilörehun kuiva-aineen syöntivaihteluista.

BREIREM et al. (1959) ovat suositelleet kuiva-aineen syönnin ylärajaksi kotovaraisessa ruokinnassa 3 kg/100 elop. kg/pv, kun on kysymys laskelmista käytännön olosuhteisiin. Tässä saadut tulokset tukevat tuota suositusta. Kenties säilörehun kuiva-aineen syönnin ylärajana voidaan käytännön olosuhteissa pitää tässä saatua keskimääräistä syöntimäärää 2 kg/100 elop. kg/pv.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailta. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määritys. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetmetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK :n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
 5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
 6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
 7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
 8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheininä ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
 9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
 10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
 11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
 12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
 13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
 14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
 15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
 16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
 17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
 18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
 19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
 20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
 21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
 22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. 52 p.
- I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
 - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
 - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjako-
keissa 1970 - luvulla. 270 p.

