

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 1

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo, Lea Huida ja Martti Lampila:

**Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset
ruohon säilönnässä**

I Säilöntätulokset

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo ja Martti Lampila:

**Hapot sekä hapon ja formaldehydin seokset
ruohon säilönnässä**

II Säilörehujen ruokinnallinen laatu

TIKKURILA 1975

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

sivu

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo, Lea Huida ja Martti Lampila

I. SÄILÖNTÄTULOKSET 1 - 27

Elsi Ettala, Onni Pohjanheimo ja Martti Lampila

II. SÄILÖREHUJEN RUOKINNALLINEN LAATU 28 - 50

HAPOT SEKÄ HAPON JA FORMALDEHYDIN SEOKSET RUOHON SÄILÖNNÄSSÄ

I. SÄILÖNTÄTULOKSET

E. ETTALA, O. POHJANHEIMO, I. 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. Happoja 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 pääasiallisesti 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.

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 voimakkaai-
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 (Keskukosuusliike Valio) sekä formaldehydiä ja muurahaishap-
poa sisältänyt säilöntäaine, Viherliuos (Farmos 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 Ruotissa (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 ruohosäilönnän tehoa oli 1960-luvun loppuun men-
nessä tutkittu varsin vähän (KUCHLER ja WACHTER 1931, OZIGOV 1962,
THOMAS 1965). Suomessa formaldehydipitoista säilöntäainetta oli
kehitelty 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 lujitemuovisiiloon ($7,5 \times 7,1 \text{ m}^2 = 53 \text{ m}^3$) ja Jokioisissa kahteen betonitorniin ($6 \times 19,6 \text{ m}^2 = 117,6 \text{ m}^3$).

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/salo	Kasvilajikoostumus % tuorepainosta								
		timotei	nurmimata	koiranheinä	italianraiheinä	niitty-nurmikka	juola-vehnä	muut heinäkasvit	apila	2-sirkk. rikka-kasvit
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) Perustettavalle raiheinänurmelle on edellisenä syksynä lisäksi annettu 49 tn/ha karjanlanta.

Taulukko 2. Säilörehujen raaka-ainemäärät ja liuosten menekki niittikerroksittain (1-3) ja yhteensä

Kokeet ja säilöntäaineet	Raaka-ainetta tn/turni				Säilöntäainetta l/tn			
	1	2	3	Yhteensä	1	2	3	Keskivärtin ²⁾
Koe 1 ¹⁾	—	24.0	14.6	38.6	—	4.0	4.8	4.5
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	9.2	69.0	4.1	3.9	4.1	4.2
Muurahaishappo	33.6	25.1	8.5	67.2	4.1	4.2	3.3	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 säilöntäaineilla (AIV 1, AIV 2, muurahaishappo, Vihertius 1) on pyritty säilöntään saman suuruisen raaka-ainemäärä yhti suurin liuosmäärin.

2) Rehun pinnalle levitetty liuosmäärä mukana.

syn sadossa (3) ollut myös apilalla huomattava osuus (taulukko 1), koska apila syväjuurisena 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 annettut typpimäärät ovat vaihdelleet 44 - 104 kg N/ha (taulukko 1). Suurin osa tpestä 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 röyhyllä 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 kuormien kohdalla. Kolmannesta 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 puristeme hu ohjattiin seinää vasten asetettuja rei'itettyjä (3/4") muoviputkia pitkin siilon pohjalla oleviin poistoputkiin.

Puristeme hun määrää ei näissä tutkimuksissa ole voitu mitata, mutta osasta kokeita (1 - 3) on seurattu puristeme hun 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 korjuusajat 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 vesiutoksesta 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 korjaus lisäämällä kuiva-aineeseen voi- ja propionihappo 100 %:sesti sekä etikkahaposta 80 % (JARL ja HELLEDAY 1948, NORDFELDT 1955).

TULOKSET

Viherliuosrehujen puristemehun pH-arvot ovat olleet merkitsevästi korkeampia sekä kuiva-aine- ja raakavalkuaispitoisuudet merkitsevästi 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 merkitsevästi 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 rehussa. 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

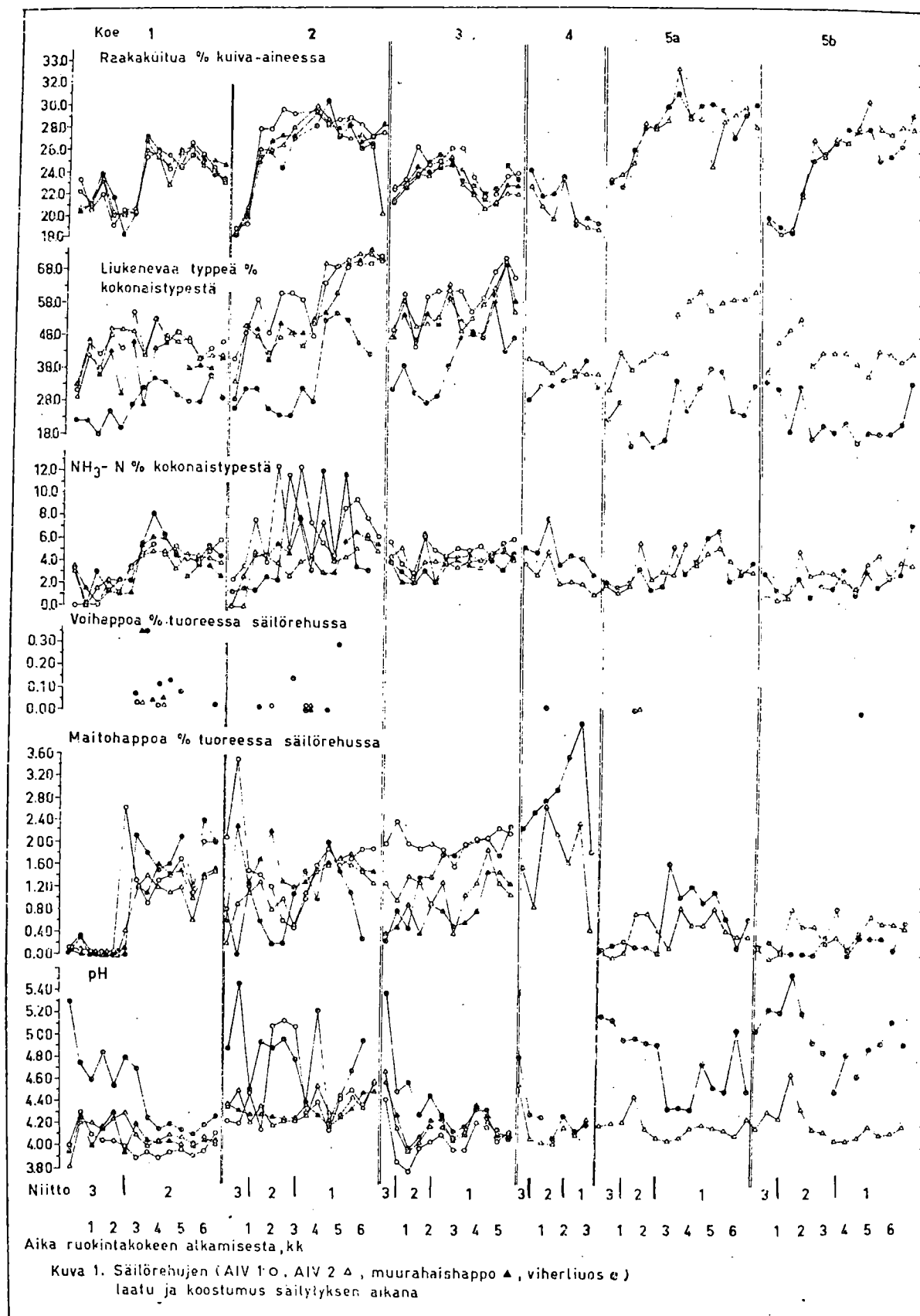
Taulukko 3. Puristonehujen koostumus- ja pH-arvoja

Kokeet ja säilöntäaineet	Häytteitä 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 ^a	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 voihatta 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 kokonaistypipitoisuus (vastaavasti raakavalkuaispitoisuus) on ollut jonkin verran korkeampi kuin muiden. Eräissä kokeissa ero on ollut tilastollisesti merkitsevä, eräissä vain suuntaa osoittava. Rehujen raakaravapitoisuudessa 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 kokonaistypipitoisuudet eivät ole paljoakaan eronneet

Taulukko 4. Säilörehujen laatua ja koostumusta kuvaavia lukuaroja (kokeet 1-3)

Kokeet ja koerohut	Näyt- teitä kpl	Ka-%	pH	% kuiva-aineessa								% kokonaistypestä				
				Sokeri	Haittohappo	Etikkahappo	Voihappo	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	
Koe 1																
AIV 1	14	24.0	2.8	4.0 ^c	0.1	6.6	3.9	0.87	0.40	0.01	0.02	1)	3.1	0.5	45.7 ^c	5.8
AIV 2	14	24.6	2.9	4.1 ^c	0.1	7.6	4.7	0.92	0.35	0.01	0.02	-	3.0	0.5	44.2 ^c	6.3
Muurehaishappo	14	24.3	2.9	4.1 ^c	0.1	7.5	4.0	0.88	0.53	0.14	0.41	-	3.1	0.4	39.7 ^c	6.6
Vieriliuos 1	14	24.4	3.4	4.5 ^d	0.3	7.2	4.4	1.04	0.47	0.23	0.41	-	3.1	0.5	27.6 ^d	5.6
Koe 2																
AIV 1	13	21.7	2.7	4.5 ^c	0.3	0.8 ^c	1.0	2.65 ^c	1.34	0.01	0.02	0.19 ^{ac}	3.5	0.6	63.2 ^c	10.4
AIV 2	13	22.2	2.1	4.4 ^c	0.1	4.6 ^{cd}	6.3	1.10 ^d	0.52	0.00	0.01	0.01 ^{bd}	3.3	0.3	54.5 ^c	15.6
Muurehaishappo	13	21.8	2.2	4.3 ^c	0.1	2.6 ^{cd}	3.3	1.35 ^d	0.35	0.00	0.01	0.00 ^{bd}	3.3	0.4	53.5 ^c	15.3
Vieriliuos 2	12	21.7	2.3	4.8 ^d	0.4	7.3 ^d	6.2	1.02	0.79	0.32	0.74	0.06 ^b	3.6	0.4	34.1 ^d	11.6
Koe 3																
AIV 1	12	22.4	2.5	4.1 ^c	0.2	1.7 ^c	1.4	1.85 ^{ac}	0.42	0.00	0.00	0.08	3.3 ^a	0.3	60.3 ^c	7.5
AIV 2	12	23.0	2.6	4.2 ^{cd}	0.2	5.5 ^d	2.4	1.40 ^{cd}	0.26	0.00	0.00	0.11	3.3 ^{ab}	0.4	56.5 ^c	6.8
Muurehaishappo	12	23.2	2.5	4.2 ^{cd}	0.2	7.3 ^{cd}	4.3	1.16 ^d	0.36	0.00	0.00	0.10	3.3 ^a	0.3	54.9 ^c	6.7
Vieriliuos 3	12	23.1	3.2	4.4 ^d	0.3	5.3 ^d	6.3	2.45 ^{de}	0.77	0.00	0.00	0.09	3.6 ^b	0.3	41.1 ^d	9.6
Keskimäärin																
AIV 1	39	22.8	2.8	4.2 ^c	0.3	3.2 ^{ac}	3.6	1.76 ^c	1.11	0.01 ^a	0.02	0.14 ^a	3.3	0.5	55.0 ^{ac}	10.6
AIV 2	35	23.3	2.7	4.2 ^c	0.2	6.0 ^b	4.9	1.13 ^d	0.44	0.01 ^a	0.02	0.06 ^b	3.2	0.4	51.4 ^{cd}	11.6
Muurehaishappo	39	23.1	2.7	4.2 ^c	0.2	5.8 ^b	4.4	1.12 ^d	0.46	0.05 ^{ab}	0.25	0.05 ^{ab}	3.2	0.4	49.0 ^{bd}	12.3
Vieriliuokset	36	23.1	3.2	4.6 ^d	0.4	6.6 ^{bd}	5.5	1.48 ^{cd}	0.94	0.19 ^b	0.49	0.07 ^{ab}	3.4	0.5	33.9 ^e	10.5
Kokeiden 1-3 erot																
AIV 1		-	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-	-	-	-	xx	xxx	xxx	xxx
AIV 2		-	xxx	xxx	-	-	xx	x	-	xx	-	-	-	x	xxx	xx
Muurehaishappo		-	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	-	xx	-	-	-	-	xxx	xx
Vieriliuokset		-	y	-	-	-	-	xxx	-	-	-	-	xx	-	xx	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 puolausta käyttäen.

Kokeiden väliset erot $^{xx}P < 0.05$, $^{xxx}P < 0.01$, $^{xxxx}P < 0.001$

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

Kokeet ja koerohut	Näyt-teitä kpl	Ka-% $\bar{x}$ S	pH $\bar{x}$ S	Sokeri		Maitohappo		Etikkahappo		Voihappo		Prop. happo		Kokonaais-N		NO ₃		NH ₃ -N		% kokonaistypestä	
				$\bar{x}$ 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	$\bar{x}$ 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 0.00	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 0.05	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 (timotei)																					
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 0.02	0.13 0.22	3.0 0.5	0.18 0.10	3.7 1.5	52.4 ^e 10.5									
Vihertius 3	15	21.1 2.7	4.8 ^f 0.3	5.3 4.1	2.9 2.4	1.98 ^f 0.84	0.01 0.03	0.16 0.23	3.2 0.4	0.16 0.11	3.5 1.7	27.7 ^f 8.1									
Koe 5 b (raihelina)																					
AIV 2	14	20.0 2.4	4.3 ^g 0.2	6.8 ^a 4.2	2.3 1.4	0.96 0.66	0.00 0.01	0.26 0.37	3.2 0.4	0.13 0.04	3.1 1.4	44.9 ^g 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 0.03	0.37 0.52	3.5 0.4	0.12 0.05	2.7 1.7	25.3 ^f 6.8									
Keskimäärin																					
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 0.01	0.17 0.28	3.1 ^a 0.5	0.13 0.08	3.3 1.4	46.7 ^e 8.6									
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 0.03	0.23 0.37	3.3 ^b 0.4	0.12 0.08	3.5 1.8	28.3 ^f 7.7									
Kokeiden 4-5a - 5 b erot																					
AIV 2		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-	-	-	xxx	-	xx							xx		
Vihertius 3		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-	-	-	xxx	x	x							x		

Erojen merkittävyys analysoitu varianssianalyysillä kokeittain ja keskimäärin ja säilöntäaineiden väliset erot testattu F-testillä.

a-b: $P < 0.05$, c-d: $P < 0.01$, e-f: $P < 0.001$. Kokeiden yhdistäminen suoritettu puolausta käyttäen.

Kokeiden väliset erot $^{xx}P < 0.05$, $^{xxx}P < 0.001$

Taulukko 6. Säilörehujen kemiallinen koostumus kokeissa 1-3

Kokeet ja koerehut	% kuiva-aineessa											
	tuhka		org. aine		raakavalk.		raakarasva		raakakuitu		N-vapaat uuteaineet	
	$\bar{x}$	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
Viherliuos 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
Viherliuos 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
Viherliuos 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
Viherliuokset	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	
Viherliuokset	xxx		xxx		xx		-		x		-	

Tilastollinen analysointi ja kokeiden yhdistäminen tapahtunut kuin taulukossa 4.

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

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Taulukko 7. Säilörehujen kemiallinen koostumus kokeissa 4-5

Kokeet ja koerehut	% kuiva-aineessa											
	tuhka		org.aine		raakavalk.		raakarasva		raakakuitu		H-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
Viherliuos 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
Viherliuos 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 (raiheinä)												
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
Viherliuos 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
Viherliuos 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	
Viherliuos 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 Viherliuoksella 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 merkitsevästi toisistaan poikkeavia, jopa etumerkillään vastakkaisia. Happosäilörehujen pH-arvot ovat korreloituneet merkitsevästi positiivisesti haihtuvien rasvahappojen, ammoniumtypen ja liukenevan typen määriin, kun taas Viherliuosrehujen vastaavat korrelaatiot ovat olleet negatiivisia ja vain osittain merkitseviä. Viherliuosrehujen pH:n ja maitohapon välisestä erittäin merkitsevästä negatiivisesta korrelaatiosta voidaan päätellä, että Viherliuosrehujen happamuus on johtunut pääasiallisesti maitohapon muodostumisesta. Happosäilörehuilla 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 ammoniumtypen 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 happosäilörehuilla merkitsevästi selittänyt ainoastaan rehun raaka-

Taulukko 8. Säilörehujen laatua ja koostumusta kuvaavien lukuarvojen välisiä korrelaatioita

H = hapoilla (AIV 1, AIV 2, maurehaishappo) säilöttyt (104 kpl)

V = Viheriiruorehut (55 kpl)

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

H-rehujen korrelaatioiden merkitsevyys $P < 0.05$ $r > 20$, $P < 0.01$ $r > 0.26$, $P < 0.001$ $r > 0.33$
V- " " $r > 28$, " $r > 0.37$, " $r > 0.46$

H- ja V-rehujen korrelaatioiden homogeenisuus 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 ammoniakkityypin 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 tyyppillisiä 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 happovai-
kus (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 Viherliuksen annostus kohotettiin keskimäärin 6 l:ksi tonnia kohti ja muurahaishappo vaihdettiin etikkahapoksi, ei epäedullisia jälkikäymisiä juuri sen jälkeen esiintynyt (kuva 1).

PEDERSEN et al. (1973) ovat todenneet formalini-happo-seoksella (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 formalini-happo-seosta (Farnos-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 typen määrän suhteen (taulukot 4 ja 5, kuva 1). Varsinkin säilönnän alkupuolella, jolloin formaldehydin vaikutus on ollut tehokkaimmillaan, liukoisia typpiyhdisteitä 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 tyyppipitoisuutena (taulukko 3) ja siitä johtuen jonkin verran korkeampana säilörehun kokonaistyyppipitoisuutena (taulukot 6 ja 7). Viherliuosrehujen ammoniumtyyppipitoisuudet ovat vaihdelleet enemmän kuin AIV-2- ja muurahaishapporehujen. Keskimäärin ottaen ammoniumtyyppipitoisuudet 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 fosforilisan edullisuudesta on ilmennyt (taulukko 4, kuva 1). VIRTASEN (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 (BREIREM 1969, CASTLE 1972). Sen säilöntätehoa on tutkittu sekä tuoreeseen että esikuivattuun ruohoon 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 rehukerrosten 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 dissosioituva 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- normaalista muurahaishappo- ja AIV-2-liuoksista on saatu 0,09 - 0,11 g -ekvivalenttia. NØRGAARD PEDERSEN et al. (1969) ovat pitäneet 0,07 g -ekvivalenttia/kg suositeltavana määränä sekä alkuperäistä AIV-liuosta että muurahaishappoa käytettäessä. Viherliuoksista 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 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 ruminants. 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. Ensileringstudier 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 säilöntäaineilla 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 säilörehukoe Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Koetoin. 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. *Ke-hittyvä Maatalous* 15: 32-41.
- KUCHLER, L. F. & WACHTER, H. 1931. Die Sicherung der Grünfütter-konservierung 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. For-søg med tilsaetning af myresyre og AIV-syre ved ensilering af graesmarksafgrøder. *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 valmistettu-jen nurmisäilörehujen laatu ja sulavuus. *Koetoim. ja Käyt.* 27: 2.
- TUORI, M. & LAMPILA, M. 1972. Lihasonnien ruokintakoe tuoreena säilötyllä ohraalla sekä kunnostusruokinta runsaalla väkirehulla. *Koetoim. 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 conserva-tion on voluntary feed intake, body weight gains and feed ex-penditures 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. Surforkontroll 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. SÄILÖREHUJEN 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 tyypitasekokeisiin (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 olleet 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 iltapäiväruokintaa.

Sulavuus- ja typpitasekokeet on suoritettu kokeiden 3, 4 ja 5 säilörehuista. Sulavuuskokeissa käytetyt rehuerät on säilytetty muovisäkeissä jäädytettyinä. 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 kevätke- sän 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, Foder-middeltabel 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 tilastollisen merkitsevyys on selvitetty pienimmän neliösumman varianssi-analyysillä (HARVEY 1966). Eläinten välisten erojen vaikutuksen eliminoinniseksi 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 suoritettussa kokeessa 1 on lähtöeroavuuksien eliminoimiseksi otettu vastaavat regressiomuuttujat koekausien 10 ensimmäisen päivän tuloksista ja varsinaiset koetulokset laskettu ja analysoitu 20 päivältä. Rehujen 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 merkitsevästi 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 merkitsevästi paremmin kuin muiden rehujen ja kokeessa 5 b sen useimmat aineosat merkitsevästi heikommoin kuin AIV-2-rehun. Kokeissa 4 a, 4 b ja 5 a on AIV-2-rehujen raakavalkuaisen sulavuus ollut jonkin verran, mutta ei merkitsevästi parempi kuin Viherliuosrehujen. Eri säilörehujen typpitaseessa 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. Koerehujen keskimääräinen kemiallinen koostumus ja rehuarvo kokoissa 1-5

Kokeet ja koarehut	Näytteitä kpl	kpl	-%	% kuiva-aineessa					N-vap. uuteosin.	srv	ry:ssä		tuoreessa	
				tuh- kaa	raaka- valk.	raaka- rasvaa	raaka- kuitua	srv g			ha kg	srv %	kg/ ry	
Säilörehut														
Koe 1														
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	11.0	18.5	5.3	24.4	40.0	14.0	179	1.28	3.3	5.4	
Koe 2														
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	19.8	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	
Koe 3														
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	19.6	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	
Koe 4														
AIV 2	6		27.5	11.2	19.3	4.9	22.3	42.2	11.9	186	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	
Koe 5a(tin.)														
AIV 2	12		21.5	7.1	18.2	5.9	30.5	38.4	12.6	164	1.31 ^e	2.7	5.1	
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	
Koe 5b(r.h.)														
AIV 2	12		19.9	9.6	20.0	7.7 ^g	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	
Heinä														
Koe 1	4		82.7	6.2	10.4	2.1	32.7	48.7	6.7	103	1.55	5.6	1.9	
Koe 2	5		82.7	6.4	13.9	2.9	30.0	46.8	9.7	136	1.40	8.0	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	1.6	
Koe 5	5		77.9	6.4	13.5	2.5	33.7	43.8	7.7	142	1.84	6.0	2.4	
Ohra														
Koe 1	4		85.3	2.7	11.2	1.8	5.1	79.2	8.2	72	0.87	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	5	1)	78.5	2.6	13.3	1.7	4.1	78.4	9.7	83	0.85	7.6	1.1	
Koe 4	5		87.7	2.7	13.1	2.1	4.5	77.5	9.6	84	0.87	8.4	1.0	
Koe 5	5	1)	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 säilöntäaineilla valmistettujen säilörehujen maittavuus, sulavuus ja typpitase pässeillä määritettynä (Kokeet 3, 4 ja 5).

Kokeet ja koorehut	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. materiaalin.	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
Vihertiliuos 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
Vihertiliuos 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
Vihertiliuos 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
Vihertiliuos 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
Vihertiliuos 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

Eräjen 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 kevä- 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 säilörehumääriä 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 kokonaistypen, liukenevan typen ja kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin on ollut vähäistä.

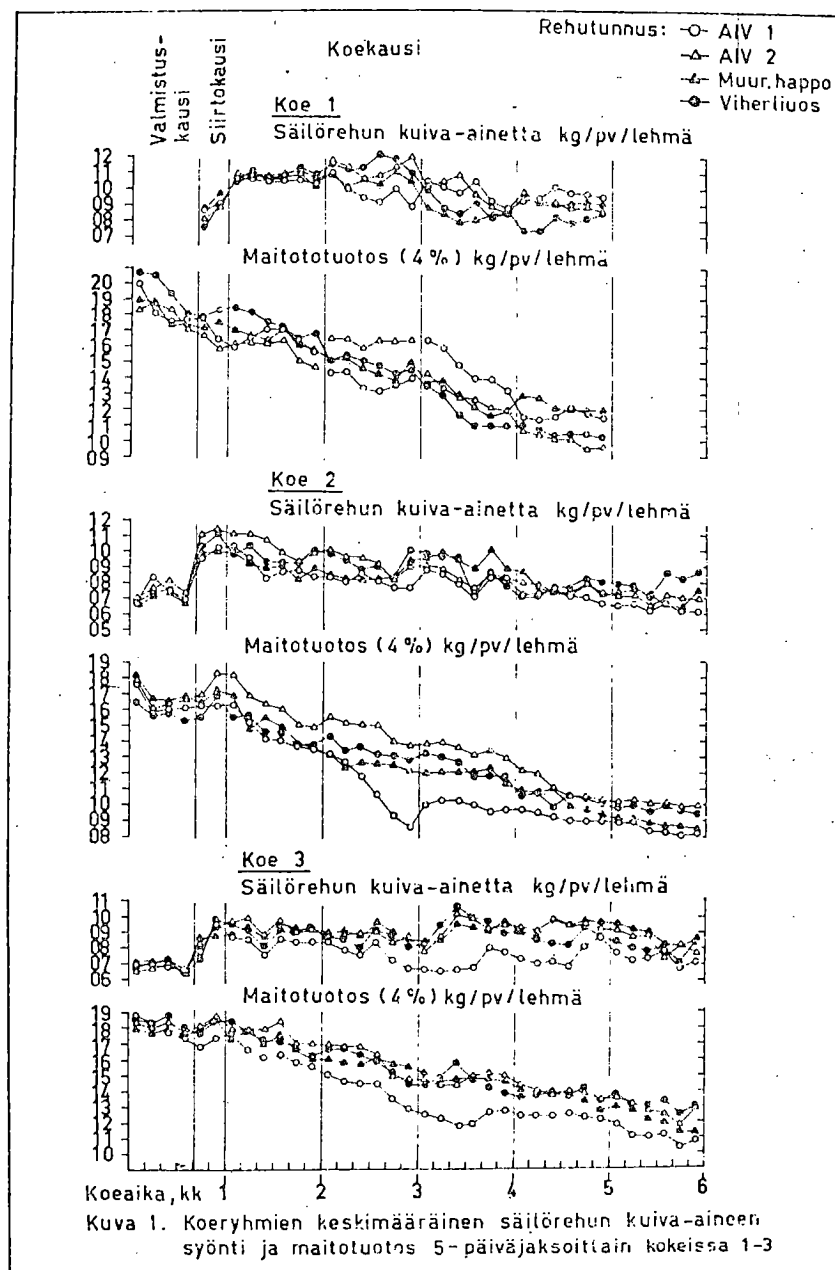
Korrelaatiot antanevat jonkin verran virheellisen kuvan syöntiin vaikuttavista tekijöistä sentähden, että koekauden edetessä säilörehun syöntiin on vaikuttanut sekä lisääntynyt käyminen (vrt. osa I, kuva 1) että alentunut maitotuotos. Tämän selvittämiseksi on säilörehun syönnin vaihtelua selvitetty askeltavalla 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 maitotuo-
toksen muuttuminen on selittänyt syönnin vaihtelua 7,1 % ja säilörehun sokeripitoisuuden muuntelu 3,1 %, yhteisen selitysasteen (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.

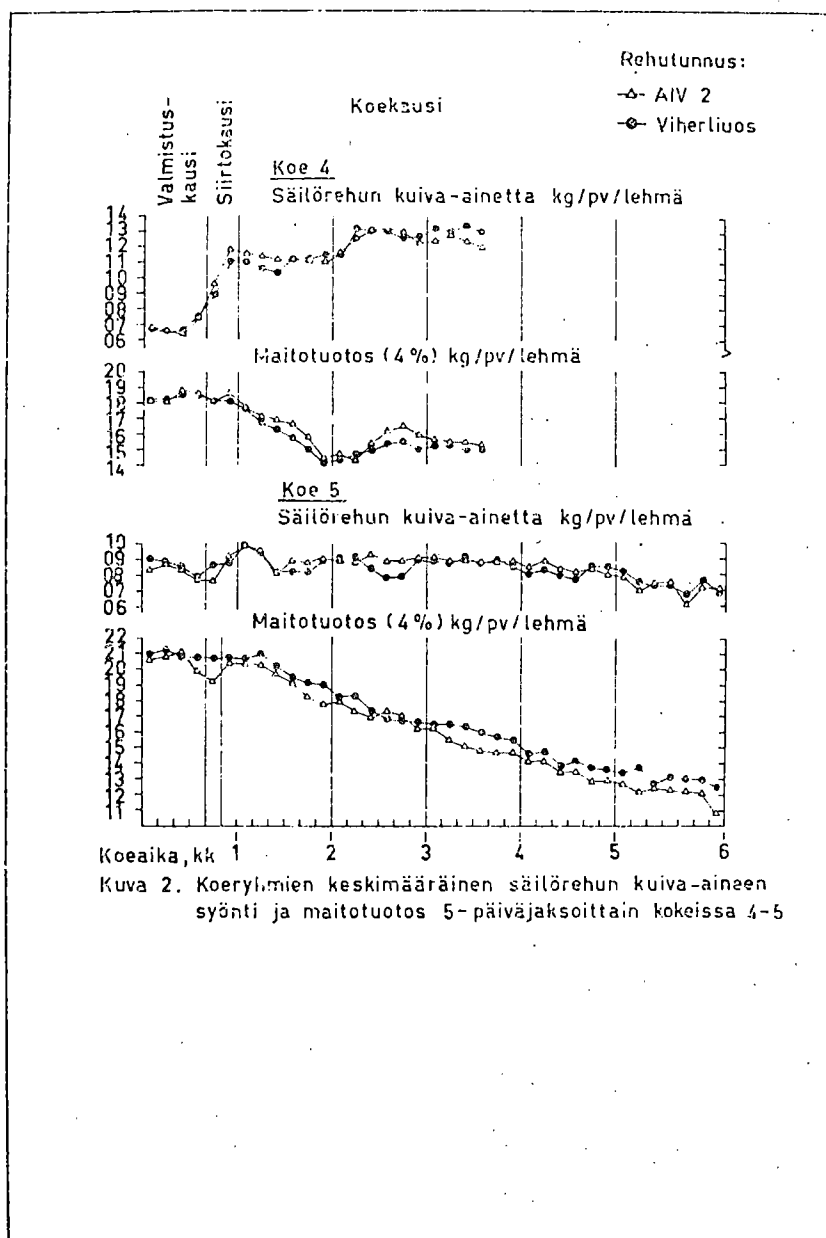
Lehmät ovat syöneet säilörehuja 7,6 - 12,1 kg ka/lehmä/pv eli 1,74 - 2,51 kg ka/pv/100 elop. kg (taulukko 3). Kokeiden välillä on ilmennyt säilörehujen koostumuksesta, lehmien tuotostasosta, väkirehuannostuksesta ja mahdollisesti muista tekijöistä johtuvia eroavuuksia. Koostumuksen vaikutus syöntiin 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 koeryhmitt	Lehnät kg	S ä t i l ö r e h u			Ohra			Heinä			Yhteensä		
		kg	kg	kg ka	kg ka/100 elop.kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg ka	kg	kg
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
Koe 1													
AIV 1	457	42.6	8.1	9.8	1.5	2.15	0.2	0.8	0.7	1.7	0.3	11.9	2.1
AIV 2	456	42.9	8.7	10.1	1.5	2.23	0.3	0.8	0.9	1.7	0.3	12.1	2.4
Muurehaishappo	458	41.8	10.0	9.7	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	9.9	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	7.8	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	8.5	0.5	1.92	0.2	0.9 ^b	0.2	1.9	0.2	10.9	0.8
Muurehaishappo	442	39.1	4.3	8.3	0.9	1.89	0.2	0.6 ^{ab}	0.4	1.9	0.1	10.4	1.2
Vihertius	461	40.6	1.8	8.6	0.4	1.88	0.2	0.7 ^{ab}	0.3	1.9	0.1	10.8	0.6
Koe 3													
AIV 1	429	33.3	9.1	7.6	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	9.1	0.5	2.15	0.4	2.0	0.7	0.9 ^a	0.1	11.3	1.1
Muurehaishappo	445	38.9	4.9	9.1	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	9.7	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	12.1	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	12.1	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	8.5	1.1	1.85	0.3	2.6	1.6	1.0	0.3	11.3	1.5
Vihertius 3	462	41.3	5.5	8.3	1.0	1.90	0.2	2.8	1.4	1.2	0.2	11.5	1.7

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





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

Säilörehun syönnin väheneminen on vaikuttanut nopeasti maitotuo-
toksiin, 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 pro-
senttiseen maitomäärään kokeessa 2 (taulukko 4) sekä yhteistulok-
sista laskettaessa kokeissa 2 - 3. Syönnin heikkeneminen on joh-
tanut myös AIV-1-ryhmien elopainojen alenemiseen (taulukko 4).
Maitotuotosten lasku on yleensä ollut tasaista ja normaalin tuo-
toskäyrän mukaista (kuvat 1 ja 2). Poikkeuksia ovat olleet pait-
si 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 Vi-
herliuosryhmien maitosokeripitoisuuden välillä kokeessa 2 (tau-
lukko 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 tuo-
tokseen 0,40 ry ja 60 g srv 4 % maitokiloa kohti. Eri säilörehu-
ryhmien ravinnon saannissa on tilastollisesti merkitsevä ero to-
dettu vain kokeessa 4, jossa ilmeisesti sulavuuseroista johtuen
on AIV-2-säilörehusta saatu vähemmän rehuyksiköitä ja enemmän su-
lavaa raakavalkuaisista kuin Viherliuosrehusta.

Laskettu keskimääräinen energian saanti on tarpeeseen nähden vaih-
dellut +0,7 - -1,1 ry/lehmä/pv. Energian tarve on tullut tyydy-
tetyksi niissä kokeissa, joissa säilörehu on ollut vähän kuitua
sisältävää (kokeet 1 ja 4). Valkuaisen saanti on kaikissa kokeis-
sa 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 saannis-
ta ollut 69 % ja valkuaisen saannista 80 %. Ohrasta vastaavat lu-
vut 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 koerynnät	Lehmä kpl	Poikimi- susta pv	Koe- aika pv	Maittoa kg/lehmä/pv			Maidon koostumus						Elopainon muutos kg	
				$\bar{x}$	S	4-%	rasva-%		valkuais-%		E-sokeri-%			
							$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		$\bar{x}$
Koe 1														
AIV 1	4x4	94	120	13.2	3.0	14.0	3.2	0.5	4.49	3.73	0.4	2)		+3
AIV 2	8	95	120	13.0	4.4	13.6	4.2	0.5	4.49	3.75	0.4	2)		+0
Kaurahaishappo	8	83	120	13.0	3.0	13.8	3.0	0.4	4.50	3.79	0.4	2)		-5
Vieriliuos 1	8	94	120	13.0	4.9	13.3	4.6	0.5	4.34	3.81	0.4	2)		-5
Koe 2														
AIV 1	4	104	150	10.1	1.9	10.6 ^a	2.0	0.3	4.46	3.53	0.3	4.64 ^{ab}	0.2	-20
AIV 2	4	94	150	12.5	1.2	13.1 ^b	0.8	0.4	4.44	3.59	0.4	4.71 ^a	0.2	-17
Kaurahaishappo	4	97	150	10.7	1.4	11.7 ^{ab}	1.6	0.2	4.73	3.70	0.4	4.62 ^{ab}	0.1	-6
Vieriliuos 2	4	104	150	11.7	1.3	12.1 ^{ab}	1.3	0.4	4.28	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	0.2	4.43	3.43	0.4	4.66	0.2	-22
AIV 2	4	76	150	13.8	1.8	15.0	2.0	0.5	4.68	3.63	0.1	4.79	0.2	+22
Kaurahaishappo	4	90	150	13.4	1.5	14.6	1.7	0.1	4.73	3.86	0.4	4.70	0.3	+33
Vieriliuos 3	4	81	150	14.5	4.3	14.9	3.5	0.5	4.36	3.58	0.4	4.81	0.3	+13
Koe 4														
AIV 2	16	74	80	15.7	3.5	15.9	3.3	0.3	4.10	3.17	0.4	4.86	0.2	+8
Vieriliuos 3	16	73	80	15.5	2.2	15.4	2.3	0.3	3.30	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	0.4	4.43	3.51	0.3	4.58	0.1	-13
Vieriliuos 3	8	70	160	15.2	3.2	16.0	3.1	0.3	4.16	3.47	0.3	4.73	0.2	-7

1) Lehmien poikimäisestä ryhmästä helpotettulla kulunut aika.

2) Ei määritetty.

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

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

Kokeet ja koeryhmät	Säilörehusta						Ohrasta				Heinästä				Saanti				Tarve				Saanti - tarve							
	ry			srv g			ry			srv g			ry			ry			srv g			ry			ry			srv g		
	S			S			ry			g			ry			g			ry			g			ry			g		
	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{s}$			
Koe 1																														
AIV 1	8.0	1.3	1523	314	0.7	54	0.9	96	1673	9.6	1158	+0.3	1.0	+515	237															
AIV 2	8.2	1.2	1523	435	0.8	57	0.9	89	1668	9.8	1126	+0.7	0.9	+533	315															
Kuurehaishappo	7.9	1.5	1533	364	0.6	48	0.9	93	1674	9.4	1146	+0.2	1.0	+525	284															
Vihertius 1	7.7	1.5	1423	389	0.7	50	1.0	96	1569	9.3	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	1419	7.5	960	-0.4	0.3	+459	90															
AIV 2	6.5	0.4	1304	81	0.9 ^b	66 ^b	1.1	153	1523	8.5	1107	-0.4	0.4	+415	76															
Kuurehaishappo	6.3	0.7	1276	139	0.6 ^{ab}	43 ^{ab}	1.1	150	1470	8.0	1020	-0.3	0.6	+449	155															
Vihertius 2	6.5	0.3	1408	65	0.7 ^{ab}	48 ^{ab}	1.1	155	1611	8.3	1050	-0.3	0.3	+561	65															
Koe 3																														
AIV 1	6.0	1.7	1132	318	1.3	108	0.6	81	1320	7.9	1110	-1.1	1.3	+210	211															
AIV 2	7.1	0.4	1324	76	1.8	154	0.4	58	1536	9.3	1217	-0.3	0.3	+319	33															
Kuurehaishappo	7.1	0.9	1286	155	1.9	157	0.5	74	1517	9.5	1198	-0.0	0.3	+319	148															
Vihertius 3	6.9	1.1	1375	221	1.8	149	0.7	96	1622	9.4	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	1687 ^c	10.2	1278	+0.0 ^a	1.1	+409 ^a	223															
Vihertius 3	8.2 ^b	0.6	1397 ^d	111	1.2	102	1.1	100 ^b	1600 ^d	10.5	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	52	1457	9.5	1244	-0.4	0.7	+214	170															
Vihertius 3	6.2	0.8	1145	153	2.7	248	0.5	71	1463	9.4	1282	-0.8	0.7	+181	133															

Tilastollinen analysointi 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 täyttyvyydestä, 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 (auolahappo + 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 muurahaishapporehuja maittavammaksi (FISHER et al. 1971, WALDO et al. 1970). Paremmuus on lähinnä riippunut esikui-
vatuksen 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 säilötty 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 kaseiinia (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). Muurahaihashapporehuilla 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 valkuaistasapainon 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 konserveret 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, L. 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. Penn. 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.

