

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 15**

---

**Mikko Kommeri ja Markku Kontturi**

## **Kokoviljasäilörehun sadot, säilöntä ja rehuarvo**

**Mikko Kommeri, Martti Lampila, Vappu Kossila, Liva Söderhjelm,  
Merja Kommeri ja Liisa Tång**

## **Säilörehun puristemehun sidonta jätekuiduilla**

---

**JOKIOINEN 1981**

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)

KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 15

Mikko Kommeri ja Markku Kontturi

Sivu

KOKOVILJASÄILÖREHUN SADOT, SÄILÖNTÄ JA REHUARVO

1 - 28

Mikko Kommeri, Martti Lampila, Vappu Kossila,  
Liva Söderhjelm, Merja Kommeri ja Liisa Tång

SÄILÖREHUN PURISTEMEHUN SIDONTA JÄTEKUIDUILLA

29 - 51

1

KOKOVILJASÄILÖREHUN SADO T,

SÄILÖNTÄ JA REHUARVO

MIKKO KOMMERI

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

MARKKU KONTTURI

Kasvinviljelylaitos

Jokioinen 1982

## S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	Sivu
Tiivistelmä	3
Johdanto	5
Aineisto ja menetelmät	
I Viljelykokeet	6
II Säilöntäkokeet	6
Tulokset	
I Viljelykokeet	10
II Säilöntä ja tuotantokokeet	15
Tulosten tarkastelu	23
Päätelmät	25
Kirjallisuusluettelo	27

## TIIVISTELMÄ

Kokoviljan säilönnällä tarkoitamme viljakasvien korjuuta ja säilöntää jyvät ja oljet yhdessä. Korjuukoneisto voi olla sama kuin nurmisäilörehun valmistuksessa. Alentuneiden korjuu- ja säilöntäkustannusten ohessa saadaan tällä menetelmällä viljasta myös suuremmat rehuyksikkösadot hehtaarilta kuin traditionaalisella puinti- ja kuivatusmenetelmällä, jolloin olki yleensä jätetään hyödyntämättä.

Viljelykokeissa ohrasta ja kaurasta sekä kummankin sekakasvustosta herneen kanssa saatiin suurimmat kuiva-aine- ja rehuyksikkösadot kun vilja oli keltatuleentumisasteella. Niin ohran kuin kaurankin valkuaispitoisuus ja orgaanisen aineen sulavuus laskivat tuleentumisen mukana melko nopeasti. Ruohokasveista poiketen varsinkin ohrakasvuston raakakuitupitoisuus jyvän muodostuksen ansiosta aleni tuleentumisen myötä.

Tähkimisen alussa säilötty kokovilja sekä ohran tai kauran sekakasvustot herneen kanssa muistuttavat fysikaaliselta rakenteeltaan, kemialliselta koostumukseltaan kuin myöskin rehuarvoltaan hieman korsiantunutta nurmisäilörehua. Hyvästä tiivistymisestä huolehtimalla niiden säilöntä voitiin suorittaa happosäilönnällä kuten nurmenkin.

Keltatuleentuneena tai täysin tuleentuneena korjattua ohraa ja kauraa ei silputtunakaan saatu tiivistymään niin paljon, että jyvien homehtuminen olisi kokonaan estynyt. Sen sijaan ammoniakilla säilöittäessä päästiin kuivahkoilla raaka-aineilla 2,3 m<sup>3</sup>:n siiloissa hyvään säilyvyyteen. Ammoniakki paransi keltatuleentuneen kokoviljaohran orgaanisen aineen sulavuuden pässeillä peräti 76 %:iin (2 koevuotta). Laakasiiloissa, kun raaka-aineet olivat märempiä, eikä ammoniakki sen vuoksi levinnyt yhtä tasaisesti, säilötty rehumassa lämpeni aiheuttaen säilöntätappioita. Myöskään rehun orgaanisen aineen sulavuus ei ollut yhtä hyvä (71 - 74 %) kuin piensiiiloissa.

Ammoniakkisäilöntä ja rehun typpipitoisuuden lisäys toteutettiin myös urea tai urea-ureafosfaattilisäyksellä. Näitä kokeita jatketaan edelleen. Ensimmäisten koevuosien jälkeen tuntuu halpa urea kaikkein kiinnostavimmalta. Sillä valmistettua kokoviljasäilörehua saaneet mullit kasvoivat yhtä hyvin (= 1120 g/pv) kuin muilla säilöntäaineilla valmistettuja nurmisäilörehuja saaneet mullitkin. Ongelmana on ollut varsinkin urean ja ureafosfaatin seoksilla säilöttyjen rehujen korkea voihappopitoisuus, minkä vuoksi niiden käyttöä lypsykarjalle ei voi suositella.

## JOHDANTO

Nykyinen suomalainen viljankorjuumenetelmä, jossa vilja puidaan leikkuupuimurilla ja kuivataan sen jälkeen esimerkiksi öljyä lisälämmönlähteenä käyttävässä viljan-kuivurissa, kuluttaa erittäin runsaasti energiaa ja vaatii kalliita koneita ja laitteita. Vaihtoehdoksi kehitelty kokoviljan korjuu voidaan suorittaa samoilla koneilla ja osin samoilla menetelmillä kuin nurmen korjuu säilörehuksi. Paitsi että menetelmä vaatii vähemmän investointeja se takaa myöskin oljen tulemisen hyödynnetyksi rehuna.

Kiinnostusta menetelmään on varsinkin tiloilla, joilla viljellään runsaasti nurmia. Suojaviljaan perustetun nurmen kasvuunlähtö varmentuu, kun vilja olkineen poistetaan nurmen päältä jo paria viikkoa ennen kuin vilja on puintivalmista.

Epäedullisina kesinä kaura ei ehdi tuleentua lainkaan. Yksi mahdollisuus pelastaa sato tällaisina vuosina on korjata vilja kokoviljasäilörehuksi.

Aikaisemmin maassamme viljeltiin kauran ja virnan seosta säilörehun raaka-aineeksi. Korjuu suoritettiin tuolloin kauran tultua röyhylle. Tässä kehitysvaiheessa korjattaessa sato on kuitenkin vielä matalahko ja esimerkiksi maitotulentumisasteella olevan ohran sulavuus ja siten myös rehuarvo on heikoimmillaan.

Tuleentuneen viljan raakavalkuaispitoisuus on korkea-tuottoisille eläimille riittämätön. Sen vuoksi olemme näissä kokeissa keskittyneet runsaasti typpeä rehuun tuoviin säilöntäaineisiin: ammoniakkiin, ureaan ja urea-fosfaattiin. Lisäksi nämä säilöntäaineet parantavat varsinkin olkifraktion sulavuutta.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

## I VILJELYKOKEET

Kevätviljojen käyttöä säilörehun raaka-aineeksi tutkittiin Kasvinviljelylaitoksen kenttäkokeissa Tikkurilassa vuosina 1976 - 79. Sadonmäärän ja laadun kehitys selvitettiin korjuuaikakokeissa. Korjuuaikoja oli neljä. Ensimmäinen korjuu suoritettiin, kun puolet ohran tähkistä tai kauran röyhyistä oli tullut ulos lehtitupesta. Toinen korjuu tapahtui 20 päivää myöhemmin. Kolmas korjuu ajoitettiin viljan keltatuleentumisvaiheeseen (= jyvän kosteus 30 - 35 %). Viimeinen korjuu suoritettiin 15 - 20 päivää keltatuleentumisesta. Vuosina 1976 ja 1977 kokeessa oli kaksi typpitasoa, 100 ja 200 kg N/ha. Koekasveina olivat Pomo-ohra ja Heikki-kaura. Vuosina 1978 ja 1979 korkeampi typpitaso korvattiin viljan ja herneen seoskasvustolla. Seoskasvustoksi kylvettiin yhtä herneen siementä kohti 10 - 12 jyvää eli noin 80 kg pitkävartista hernettä ja 140 - 150 kg viljaa (VALLE 1946). Koekasveina olivat Kajsa-ohra ja Puhti-kaura sekä Kiri ja Riitto herneet. Kokeet järjestettiin osaruutumene-  
telmällä. Kerranteita oli kolme. Koeruudun koko oli 13,75 m<sup>2</sup>. Peruslannoitukseen käytettiin normaalia Y-lannosta (15-9-12) 670 kg/ha. Kokeiden korjuu suoritettiin nurmen korjuukoneella 4 - 5 cm pituiseen sänkeen.

Sadosta analysoitiin kuiva-aine-, raakavalkuais- ja raakakuitupitoisuus sekä in vitro -sulavuus. Vuonna 1977 kokoviljasta määritettiin myös NO<sub>3</sub>-typen pitoisuus.

## II SÄILÖNTÄKOKEET

Vuosina 1976 - 1978 säilöntäkokeet suoritettiin 2,3 m<sup>3</sup>:n betonisiiloissa. Vuosina 1979 ja 1980 päästiin säilöntä suorittamaan laakasiiloihin ja rehut syöttämään lihamulleille.



Raaka-aine ja koekaaviot:

Viljelykokeiden perusteella valittiin säilöntäkokeiden kasvilajiksi ohra. Vuonna 1978 säilöttiin myös ohran ja herneen (60 : 40 ka:sta) seosta. Lannoituksena säilötyt viljat saivat keskimäärin 100 kg N/ha. Satotaso oli keskimäärin noin 6000 kg ka/ha, josta jyvien osuus oli noin 60 %.

1976:

rehu 1:	ohra	tähkimisen alussa,	säilöntä	muurahaishapolla
" 2:	"	maitotuleentuneena,	"	" "
" 3:	"	keltatuleentuneena,	"	" "
" 4:	"	täysin tuleentuneena,	"	" "

1977:

rehu 1:	ohra	tähkimisen alussa,	säilöntä	muurahaishapolla
" 2:	"	maitotuleentuneena,	"	" "
" 3:	"	keltatuleentuneena,	"	" "
" 4:	"	täysin tuleentuneena,	"	" "

1978:

rehu 1:	ohra	keltatuleentuneena,	säilöntä	muurahaishapolla
" 2:	"	"	"	ammoniakilla
" 3:	ohra	" + herne,	"	muurahaishapolla
" 4:	"	"	"	ammoniakilla

1979:

rehu 1:	ohra	keltatuleentuneena,	säilöntä	ammoniakilla
" 2:	"	"	"	urea + ureafosfaatilla
" 3:	nurmisäilörehun	kontrolli,	"	muurahaishapolla

1980:

rehu 1:	ohra	keltatuleentuneena,	säilöntä	urea + ureafosfaatilla
				(3 + 1)
" 2:	"	"	"	urea + ureafosfaatilla
				(7 + 1)
" 3:	"	"	"	urealla
" 4:	"	"	"	ammoniakilla

## Korjuu ja säilöntämenetelmät

Kolmena ensimmäisenä koevuonna kokoviljojen korjuu suoritettiin tavallisella kelasilppurilla. Vuosina 1979 ja 1980 vilja niitettiin tarkkuussilppurilla. Mullan joutumista rehuun varottiin mm. säätämällä niittokorkeus = sängin pituus n. 15 cm:ksi.

Säilöntäainelisäykset suoritettiin vasta siilossa. Muurahais-happoa annosteltiin kastelukannusta 5 litraa tonnille rehua. Ammoniakkia ja vuonna 1980 myös ureaa sekä urean ja urea-fosfaatin seosta käytettiin määrät, joista tuli 25 kg typpeä raaka-aineen kuiva-ainetonnia kohti: ammoniakkia n. 30 kg, ureaa n. 54 kg, urean ja ureafosfaatin 7 + 1 seosta n. 58 kg ja urean ja ureafosfaatin 3 + 1 seosta n. 64 kg/tn ka.

Ammoniakki lisättiin raaka-aineeseen ammoniakkipistintä käyttäen. Ammoniakin tasaisen leviämisen varmistamiseksi pistokohdat pyrittiin saamaan noin 1 metrin päähän toisistaan, eli huomattavasti tiuhempaan kuin olkia ammonoitaessa. Urea ja ureafosfaatti olivat rakeisessa muodossa ja annosteltiin käsin vasta siilossa. Rehut peitettiin ilmatiiviisti muovilla. Piensiiloissa käytettiin myös kevyttä painotusta. Ennen sula-vuuskokeiden aloittamista rehut saivat olla siiloissa yli 2 kk:n ajan.

## Rehujen analysointi

Raaka-aineista ja säilörehuista määritettiin normaalin rehu-analyysin lisäksi myös in vitro -sulavuudet TILLEY:n ja TERRY:n (1963) menetelmällä. Säilörehuista määritettiin lisäksi tuoreiden näytteiden puristemehusta pH elektronisesti, näytteiden vesiuutoksesta etikkahappo-, propionihappo-, voi-happo-, valeriaanahappo- ja isovaleriaanahappopitoisuudet kaasukromatografisesti (HUIDA 1973), vesiuutoksesta edelleen maitohappo- (BAKER ja SUMMERSON 1941), sokeri- (SOMOGYI 1945, SALO 1965) ja ammoniumtyppipitoisuudet (McCULLOUGH 1967) kolorimetrisesti sekä liukoinen typpi Kjeldahl menetelmällä.

Kokonaistyyppi määritettiin Kjeldahl menetelmällä tuoreesta näytteestä. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus korjattiin lisäämällä 105°C lämpötilassa kuivattamalla saatuun arvoon 80 % etikkahapon ja 100 % propionihapon, voihiapon, valeriaanahapon ja isovaleriaanahapon määrästä.

#### Eläinkokeet

In vitro -sulavuuksien lisäksi määritettiin kaikista säilörehuista in vivo -sulavuudet kastruoiduilla pässeillä. Kokeet järjestettiin latinalaisen neliön mukaan. Rehujen sulavuuksien lisäksi määritettiin tyypitaseet sekä rehujen maittavuus. Säilörehun lisäksi pässit saivat 200 g/pv ohrajauhoja peruserhuna. Lisäksi huolehdittiin veden, kivennäis- ja hivenaineiden ja vitamiinien saannista.

Lihantuotantokokeissa käytettiin keskimäärin yli puolivuotiaita sonni- ja lehmävasikoita.

Koe-eläimet:	1979	1980
yhteensä kpl	44	46
ikä pv keskim.	126 - 251	244 - 320
paino kg keskim.	106 - 237	211 - 324

Yli puolet koe-eläimistä oli Ayrshire-sennivasikoita (1979: 28 kpl, 1980: 30 kpl). Loput koe-eläimet olivat joko Limousinin, Herefordin tai Aberdeen Anguksen risteytyksiä Ayrshiren kanssa. Eläimet jaettiin koerehulle rodun, sukupuolen, painon ja iän mukaan.

Vuoden 1979 kokeessa puolet eläimistä sai kokoviljasäilörehun ohessa 3 kg ohrajauhoja päivässä. Toinen puoli eläimistä sai puolet kokonaiskuiva-aineesta kokoviljasäilörehusta ja puolet ohrajauhusta. Lisäksi mullit saivat 100 g Seleenin-Terkin kivennäisseosta (Ca : P = 4 : 1) ja 50 g Deb-karjavitan vitamiiniseosta.

Vuoden 1980 kokeessa väkirehuannostus oli 50 tai 60 g/elopaino kg<sup>0,75</sup>. Muutoin ruokinta oli samanlainen kuin vuonna 1979.

## TULOKSET

## I VILJELYKOKEET

## Kuiva-ainesato ja sulavan kuiva-aineen sato

Kuiva-ainesato kohosi suoraviivaisesti ensimmäisestä korjuusta kolmanteen korjuuseen mentäessä (kuva 1). Ohran sato kohosi 1,5 - 3 kertaiseksi ja kauran sato 2 - 3 kertaiseksi vuodesta riippuen. Sulavan kuiva-aineen sato kohosi myös suoraviivaisesti tähkälletulosta keltatuleentumisvaiheeseen mentäessä, mutta loivemmin ts. noin kaksinkertaiseksi.

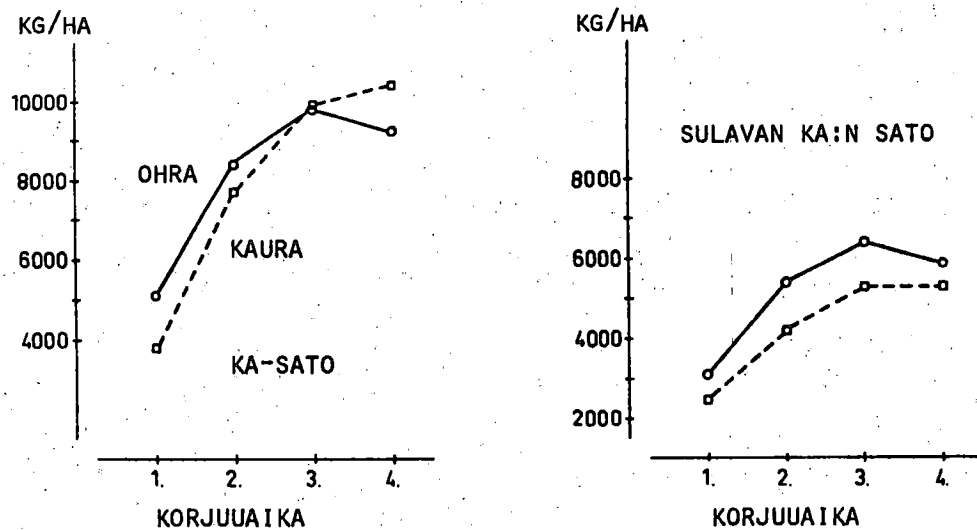
Typpilannoituksen lisääminen vaikutti vain vähän ohran kuiva-ainesatoon ja sulavan kuiva-aineen satoon. Kauralla N-lannoitus lisäsi tuleentuneen kasvuston satoja (kuva 3).

Ohran ja herneen seoskasvuston ka-sato ja sulavan ka:n sato jäivät alhaisemmiksi kuin puhtaana ohrakasvuston sato. Herneen lisääminen kaurakasvustoon kohotti sulavan ka:n satoa keltatuleentumisvaiheessa tapahtuneessa korjuussa. Keskimäärin 1/5 seosten sadosta oli hernettä.

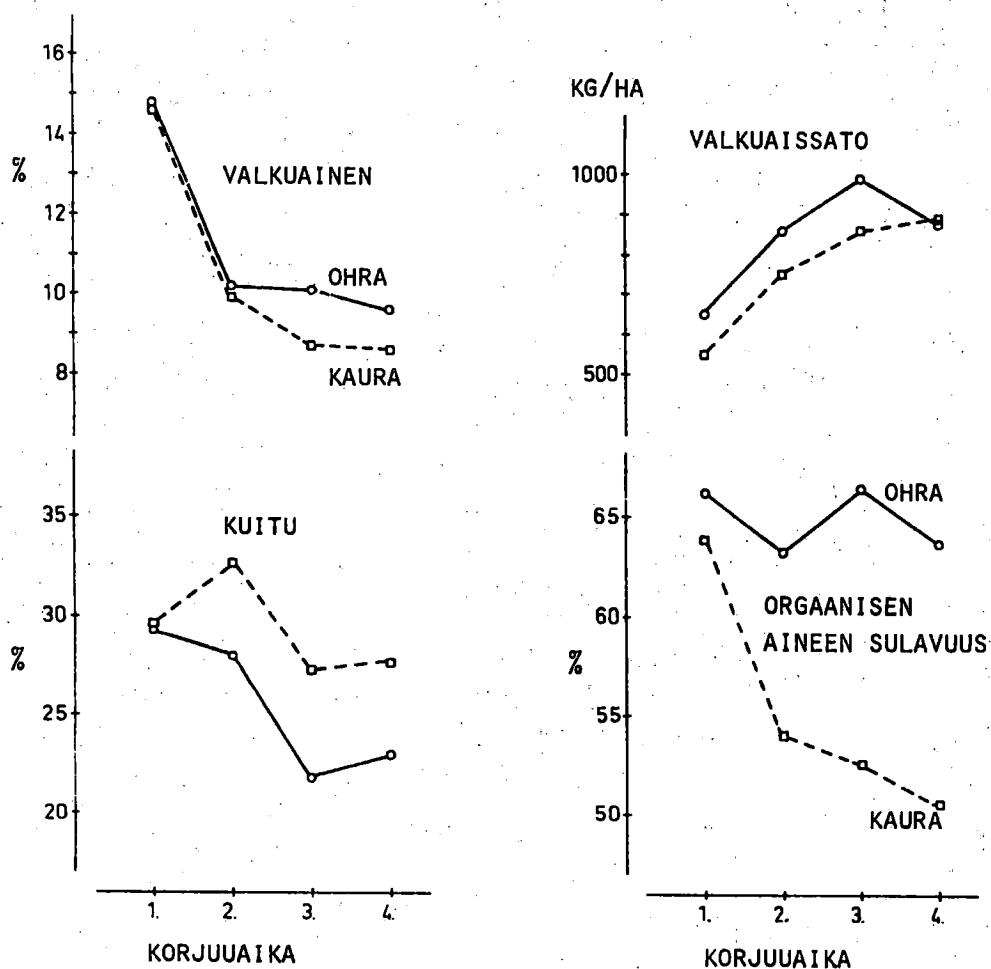
Kokoviljasadot ovat suhteellisen vakaat vuodesta toiseen keltatuleentumisvaiheessa (8,5 - 11 tn/ha). Kauran sadot vaihtelevat vähemmän kuin ohran. Toisaalta ohra on sulavuudeltaan parempaa kuin kaura, joten ohran sulavan kuiva-aineen sato on selvästi korkeampi kuin kauran. Typpilannoituksella tai herneen viljelyllä kauran joukossa voidaan keltatuleentuneena korjatun sadon sulavuutta parantaa. Kokeista saadut tulokset ovat yhdenmukaisia ulkomaisten tutkimustulosten kanssa (HOSTRUP & MØLLE 1975, FISHER & FOWLER 1975, CORRAL et al. 1977, CHERNEY & MARTEN 1982a, b).

## Valkuaispitoisuus

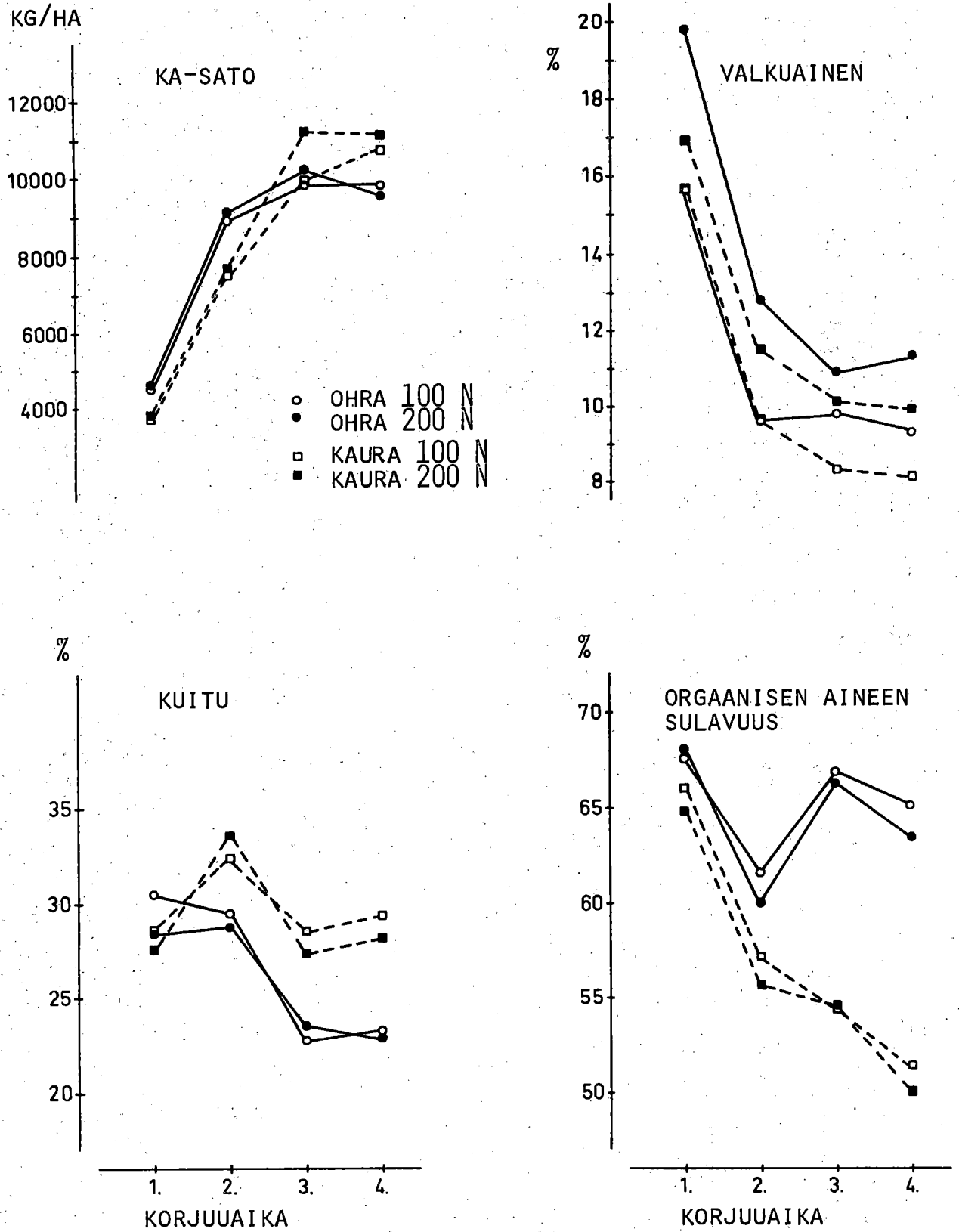
Tähkälletulovaiheessa kokoviljassa on 2/3 keltatuleentuneen sadon valkuaisesta, mutta vain 1/3 - 1/2 tuleentuneen sadon kuiva-aineesta. Voimakas kuiva-aineen muodostuminen tähkälletulon jälkeen laimentaa kokoviljan valkuaispitoisuuden (kuva 2



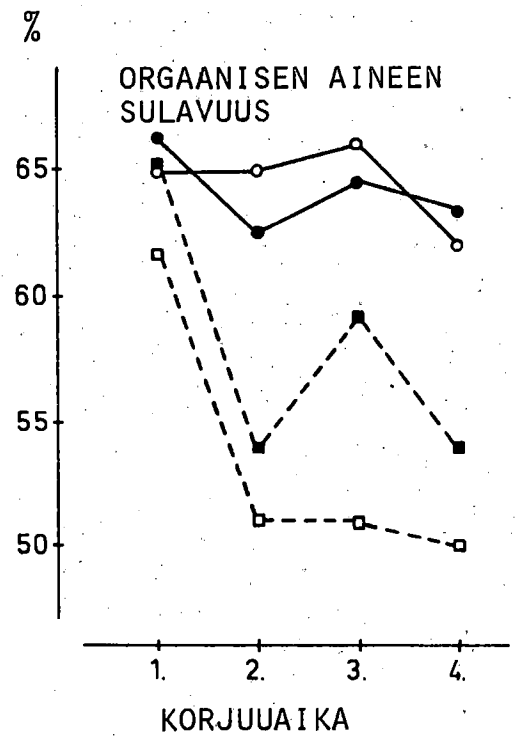
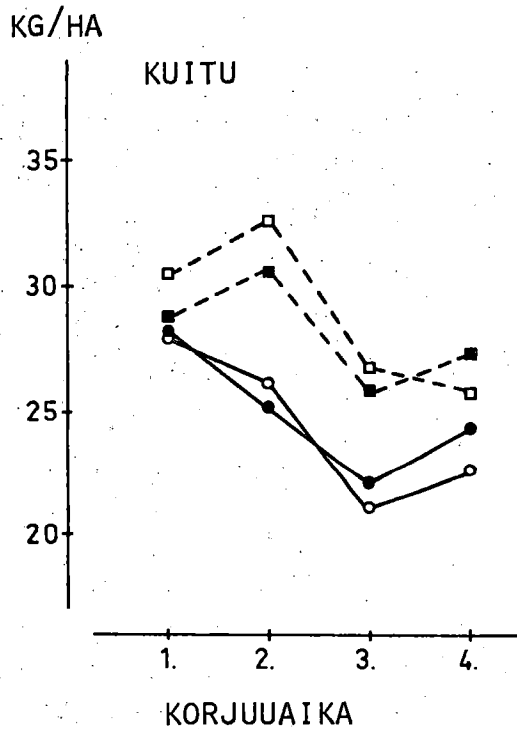
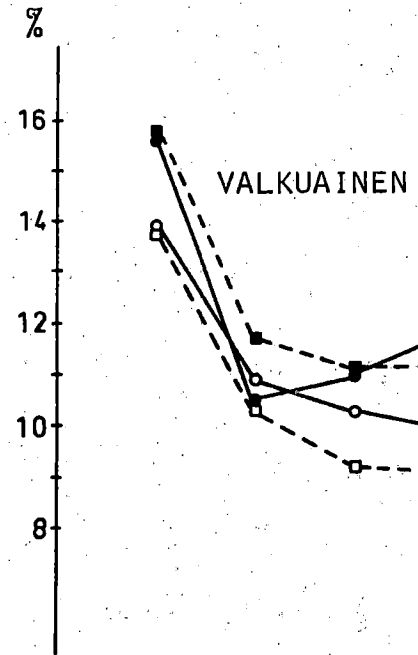
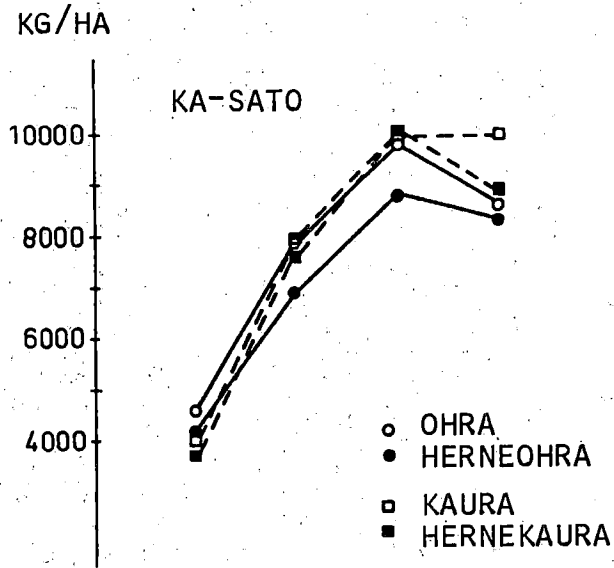
Kuva 1. Kokoviljan kuiva-ainesato ja sulavan kuiva-aineen sato. N-lannoitus 100 kg N/ha, 4 koetta.



Kuva 2. Kokoviljan valkuaispitoisuus, valkuaissto, kuitu-% ja orgaanisen aineen sulavuus. N-lannoitus 100 kg N/ha, 4 koetta.



Kuva 3. Typpilannoituksen vaikutus kokoviljan satoon, valkuaispitoisuuteen, kuituun ja orgaanisen aineen sulavuuteen. Tikkurila 1976 - 77, 2 koetta.



Kuva 4. Vilja ja viljaherneseokset kokoviljana: sato, valkuaispitoisuus, kuitu ja orgaanisen aineen sulavuus. Tikkurila 1978 - 79, 2 koetta.

Tuleentuneena korjatun kokoviljan valkuaispitoisuus onkin vain noin puolet hyvälaatuisen nurmisäilörehun valkuaispitoisuudesta. Sadon valkuaisen määrää voidaan hieman kohottaa lisäämällä N-lannoitusta (kuva 3) tai kasvattamalla hernetä viljan joukossa (kuva 4). Alhaisen valkuaispitoisuuden vuoksi kokovilja on luonteeltaan perusrehua, jota on täydennettävä valkuaisrehuilla.

#### Kuitupitoisuus ja orgaanisen aineen sulavuus

Kokoviljan kuitupitoisuus oli korkein tähkälletulovaiheessa ja sen jälkeen tehdyssä korjuussa. Viljan jyväsadon kehityessä kuitupitoisuus laski keltatuleentumisvaiheeseen tultaessa. Ohran kuitupitoisuus oli selvästi alhaisempi kuin kauran (kuva 2). Typpilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta kuitupitoisuuteen (kuva 3), mutta hernekaurakasvuston kuitupitoisuus oli alhaisempi kuin pelkän kauran (kuva 4).

Orgaanisen aineen sulavuus heikkeni kauralla selvästi tuleentumisen edistyessä, ohralla sulavuuden muutokset olivat vähäisiä (kuva 2). Typpilannoitus ei vaikuttanut orgaanisen aineen sulavuuteen (kuva 3). Herneohraseoksen sulavuus oli heikompi kuin pelkän ohran, mutta hernekauraseoksen sulavuus selvästi parempi kuin pelkän kauran (kuva 4).

Ohran parempi sulavuus kauraan verrattuna selittyy ohran lehtien ja tähkän alhaisemmasta ligniinipitoisuudesta sekä ohran tähkän suuresta osuudesta sadossa (CHERNEY & MARTEN 1982b).

Nitraattitypen määrä kokoviljassa oli vähäinen. Tähkälletulovaiheessa korjatussa ja 200 kg typpeä hehtaarille saaneissa sadoissa  $\text{NO}_3$  - N-pitoisuus vaihteli ohralla ja kauralla 0.21 - 0.22 % ka:sta. Myöhemmissä korjuissa pitoisuudet olivat huomattavasti alhaisemmat. Kokoviljan käytöstä ei täten koidu nitraattimyrkytsvaaraa karjalle.



Säilörehun raaka-aineen kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa käytettävään säilöntäteknikkaan. Vuosina 1976 - 79 ohran ja kauran ka-pitoisuudet eri korjuukertoina olivat keskimäärin (N-lannoitus 100 kg/ha):

	<u>ohra</u>	<u>kaura</u>
tähkälletulo	18,5	17,5
20 pv tähkälletulosta	25,2	23,6
keltatuleentuminen	40,5	31,5
2 viikkoa keltatuleentumisesta	47,7	38,1

Kahden ensimmäisen korjuun sato voidaan säilöä nurmisäilörehun tapaan. Tuleentuneen sadon säilönnässä on todennäköisesti turvaututtava ammoniakkiin perustuviin säilöntämenetelmiin ( $\text{NH}_3$ , urea, ureafosfaatti). Kuivahkon raaka-aineen riittävä tiivistäminen happosäilönnän onnistumiseksi näet tuottaa vaikeuksia.

## II SÄILÖNTÄ JA TUOTANTOKOKEET

Kemiallinen koostumus (taulukko 1) ja säilyvyys

Tähkimisen alussa ohra oli nurmen ja ohrasta valmistettu säilörehu vastaavasti nurmisäilörehun kaltaista kemialliselta koostumukseltaan. Massa sisälsi yli 80 % kosteutta ja oli struktuuriltaan pehmeätä. Ilman poistaminen raaka-aineesta tiivistämällä ja säilöntä muutoinkin onnistui kuten nurmea säilöittäessä. Raakavalkuaista muurahaishapolla säilötyssä rehussa oli vuonna 1976: 14,6 % ja vuonna 1977: 16,9 %. Raakakuitua tähkimisen alussa korjatuissa säilörehuissa oli kumpanakin vuonna keskimäärin 31 %.

Maitotuleentuneena korjatun ohran olki oli jo selvästi kovempaa ja massa vaikeammin tiivistettävää. Lähes 80 %:n kosteusisällön vuoksi pidettiin muurahaishappoa kuitenkin soveliaimpana säilöntäaineena. Raakavalkuaispitoisuus oli vuoden 1976 rehussa 9,8 % ja vuoden 1977 rehussa 11,5 % maitotuleentumisasteella korjatussa. Raakakuitupitoisuudet olivat vastavasti 31,5 % ja 28,7 %.

Keltatuleentuneena korjatun ohran olki ja lehdistö olivat jo menettäneet pääosan valkuaisisällöstään. Säilörehun keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli vuonna 1976 vain 8,4 %. Kaikkina seuraavina koevuosina säilöntään käytettiin muurahaishapon sijasta typpeä sisältäviä säilöntäaineita. Näillä saatiin säilörehun kuiva-aineen N x 6,25 pitoisuus nousemaan vuonna 1977: 15,8 %:iin vuonna 1978: 24,8 %:iin, vuonna 1979 keskimäärin 25,0 %:iin ja vuonna 1980 keskimäärin 22,1 %:iin. Jyvänmuodostuksen ansiosta oli keltatuleentuneesta viljasta valmistettujen säilörehujen raakakuitupitoisuus selvästi alhaisempi kuin maitotuleentuneesta viljasta valmistettujen säilörehujen raakakuitupitoisuus (taulukko 1).

Kovan rakenteen vuoksi ei keltatuleentuneena korjattua ohraa pystytty tiivistämään happosäilönnän edellyttämässä määrin. Muurahaishapolla säilötyssä rehussa oli homepesäkkeitä ja homeisia jyviä. Herne ohran sekakasvustona paransi hapolla säilöttävyyttä v. 1978. Ammoniakkisäilöntä onnistui vuosina 1976 ja 1977 keltatuleentuneessa ohrassa erinomaisesti. Ohran ja herneen seokseen ammoniakki ei massan kosteuden vuoksi levinnyt kuin puolen metrin säteellä pistokohdasta. Rehusta tuli sen vuoksi erittäin kirjavaa kun osassa rehua vallitsivat happamat ja osassa emäksiset olosuhteet. Tämä rehu poistettiin kokeesta myöskin huonon maittavuutensa vuoksi. Urean ja ureafosfaatin seoksilla tai pelkällä urealla samoin kuin ammoniakilla laakasiiloon vuosina 1979 - 1980 säilötyt kokoviljat lämpenivät ja niissä tapahtui myös homehtumista. Ainakin osasyyllisenä oli se, että säilöntäaineita ei saatu levitettyä tarpeeksi tasaisesti rehuun. Urean ja ureafosfaatin seoksilla säilötyissä rehuissa oli runsaasti voihippaa (taulukko 4). Lypsylehmien rehuksi myös urealla säilötyn kokoviljan voihippopitoisuus oli korkeahko.

Täysin tuleentuneena korjatusta kokoviljasta valmistetun säilörehun raakakuitupitoisuus oli vuonna 1976: 19,4 % ja vuonna 1977: 15,9 %, eli selvästi alhaisempi kuin muilla kehitysasteilla. Muurahaishapolla säilötyssä rehussa raakavalkuaispitoisuus oli noin 10 %.

Ammonointi lisäsi täysin tuleentuneena korjatussa rehussa typpipitoisuutta hieman vähemmän kuin keltatuleentuneena korjatussa rehussa (taulukko 1).

Taulukko 1. Kokoviljasäilörehjujen kemiallinen koostumus v. 1976 - 1980.

	Kuiva- ainetta %	K u i v a - a i n e e s s a %					
		Tuhkaa	Raaka- valkuaista (N x 6,25) <sup>1)</sup>	Raaka- rasvaa	N-vap. uuteain.	Raaka- kuitua	Raaka- hiili- hydr.
<u>v. 1976</u>							
Tähkimisen alkaessa/mhh <sup>2)</sup>	15,43	14,79	14,64	4,82	34,72	31,03	65,75
Maitotuleentuneena/mhh	20,73	7,76	9,78	3,25	47,75	31,46	79,21
Keltatuleentuneena/mhh	30,33	10,62	8,39	2,31	53,01	25,68	78,69
Täysin tuleentuneena/mhh	46,62	8,21	9,97	1,49	60,92	19,41	80,33
<u>v. 1977</u>							
Tähkimisen alkaessa/mhh	17,24	10,89	16,93	4,23	36,88	31,07	67,95
Maitotuleentuneena/mhh	23,25	8,30	11,49	3,14	48,41	28,66	77,09
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub> <sup>3)</sup>	46,93	6,94	15,77	1,37	56,95	18,97	75,93
Täysin tuleentuneena/NH <sub>3</sub>	71,31	5,71	12,83	1,49	64,12	15,85	79,98
<u>v. 1978</u>							
Keltatuleentuneena/mhh	40,27	8,36	10,09	2,53	60,40	18,62	79,02
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	43,44	7,86	14,58(24,93)	2,02	56,45	19,29	75,74
Keltatuleentuneena/mhh	28,74	7,58	15,10	2,55	51,97	22,80	74,77
<u>v. 1979</u>							
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	40,36	8,86	(24,90)	2,19	39,07	24,98	64,05
Keltatuleentuneena/3u+1uf <sup>4)</sup>	39,39	12,30	(25,14)	2,06	33,12	27,38	60,49
Nurmisäilörehu/mhh	22,44	10,75	13,04	3,87	38,78	33,55	72,33
<u>v. 1980</u>							
Keltatuleentuneena/3u+1uf	41,13	7,77	(21,63)	2,22	46,56	21,80	68,37
Keltatuleentuneena/7u+1uf <sup>5)</sup>	37,86	7,78	(26,64)	2,44	40,59	22,56	63,15
Keltatuleentuneena/urea	46,68	6,71	(21,65)	1,63	47,13	22,88	70,01
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	41,93	7,73	(18,55)	1,81	49,91	22,00	71,91

1) Suluissa tuoreen näytteen N x 6,25

2) mhh = muurahaishappo

3) NH<sub>3</sub> = ammoniakkikaasu

4) urean ja ureafosfaatin 3 : 1 seos

5) urean ja ureafosfaatin 7 : 1 seos

Säilöttyyn rehuun jäi kovan korsirakenteen vuoksi silppuamiseksi huolimatta runsaasti ilmaa. Sen vuoksi muurahaishapolla säilötyssä rehussa oli jonkin verran homemuodostusta varsinkin jyvissä. Raaka-aineen kuivuuden (yli 70 % kuiva-ainetta) ansiosta ammoniakki levisi hyvin täysin tuleentuneena korjattuun viljaan ja rehu säilyi hyvin.

#### Sulavuus pässeillä (taulukko 2)

Muurahaishapolla säilötyn kokoviljaohran sulavuus huononi selvästi korsintumisen mukana. Tähkimisen alussa orgaanisen aineen sulavuus oli pässeillä 72,8 % vuonna 1976 ja 73,3 % vuonna 1977. Maitotuleentuneena korjatun ohrasäilörehun orgaanisen aineen sulavuus oli enää 62,0 % vuonna 1976 ja 65,0 % vuonna 1977. Sulavuuden alentumista tapahtui niin hiilihydraattifraktion kuin valkuaisenkin kohdalla. Raaka-hiilihydraattien sulavuus oli tähkimisen alussa 73,9 % vuonna 1976 ja 72,5 % vuonna 1977. Maitotuleentumisasteella vastaavat sulavuudet olivat 61,9 % ja 64,1 %. Raakavalkuaisen sulavuus aleni tähkimisen alun 66,6 %:sta maitotuleentumisasteella 59,9 %:iin vuonna 1976 ja 76,6 %:sta 68,8 %:iin vuonna 1977. Alhaisin (53,7 %) raakavalkuaisen sulavuus vuonna 1976 oli keltatuleentuneena korjatussa kokoviljassa. Täysin tuleentuneena korjatussa vastaava sulavuus oli 57,3 %. Raakakuidun sulavuus heikkeni tähkimisen alun 76,8 %:sta jo 58,8 %:iin maitotuleentumisasteella ja edelleen 44,3 %:iin keltatuleentumisasteella ja 34,4 %:iin täysin tuleentuneena.

Keltatuleentuneena korjatuista ohrasäilörehuista oli parhaiten sulavaa vuoden 1980 kokeessa ureaa ja ureafosfaattia suhteessa 7 : 1 sisältäneellä seoksella säilötty rehu. Sen orgaanisen aineen sulavuus oli 74,0 % ja raakakuidun sulavuus 73,2 %. Ammoniakilla säilötyn rehun orgaanisen aineen sulavuus oli 71,5 % ja raakakuidun sulavuus 68,7 %. Ero raakakuidun sulavuuden osalta oli merkitsevä ( $P < 0,05$ ). Alhaisin raakakuidun sulavuus oli urean ja ureafosfaatin 3 : 1 seoksella säilötyssä rehussa.

Taulukko 2. Kokoviljasäilörehujen sulavuudet pässeillä sekä täyttävyydet vuosina 1976 - 1980.

	S u l a v u u s - %						Täyttävyydet kg ka/ry
	Orgaan. aine	Raaka- valk. (N x 6,25)	Raaka- rasva	N-vap. uuteain.	Raaka- kuitu	Raaka- hiili- hydr.	
<u>v. 1976</u>							
Tähkimisen alkaessa/mhh	72,8	66,6	76,4	71,1	76,8	73,9	1,43
Maitotuleentuneena/mhh	62,0	59,9	72,8	64,0	58,8	61,9	1,54
Keltatuleentuneena/mhh	59,5	53,7	59,2	66,5	44,3	59,7	1,66
Täysin tuleentuneena/mhh	64,3	57,3	68,8	74,6	34,4	65,4	1,49
<u>v. 1977</u>							
Tähkimisen alkaessa/mhh	73,3	76,6	74,8	70,9	74,3	72,5	1,35
Maitotuleentuneena/mhh	65,0	68,8	74,2	68,6	56,2	64,1	1,48
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	76,0	60,4	65,8	83,2	68,1	79,5	1,25
Täysin tuleentuneena/NH <sub>3</sub>	70,3	65,3	71,7	77,6	44,5	71,1	1,33
<u>v. 1978</u>							
Keltatuleentuneena/mhh	67,6	56,2	75,2	76,0	43,7	68,8	1,43
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	76,3	(78,0)	71,0	79,5	65,7	79,1	1,27
Nurmisäilörehu/mhh	67,6	69,0	76,7	76,2	45,9	66,9	1,41
<u>v. 1979</u>							
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	70,6	(58,1)	74,1	70,7	73,5	71,9	1,37
Keltatuleentuneena/3u+1uf	62,5	(62,3)	53,5	55,1	70,2	62,7	1,62
Nurmisäilörehu/mhh	60,6	61,9	66,6	55,9	64,6	60,0	1,63
<u>v. 1980</u>							
Keltatuleentuneena/3u+1uf	71,0	(69,9)	74,3	73,4	66,2	71,1	1,35
Keltatuleentuneena/7u+1uf	74,0	(75,4)	77,7	73,3	73,2	73,3	1,30
Keltatuleentuneena/urea	71,5	(63,0)	67,6	76,7	68,7	74,3	1,32
Keltatuleentuneena/NH <sub>3</sub>	73,8	(64,4)	73,9	78,8	70,0	76,1	1,30

Muurahaishapolla säilöttäessä oli rehun täyttävyyks alhaisin kun vilja oli vasta tähkimisen alussa (1,43 kg ka/ry). Myöskin täysin tuleentuneesta viljasta valmistetun säilörehun täyttävyyks oli niukasti alle 1,5:n. Sulavaa raakavalkuaista oli tähkimisen alussa vuonna 1976: 97,7 g/kg ka, eli 138 g/ry. Vastaavat lukemat maito-, kelta- ja täysin tuleentuneena korjatuissa rehuissa olivat 58,4/90, 44,9/75 ja 57,5/84. Ammoniakki ja ureakäsittelyt paransivat keltatuleentuneena korjatun rehun täyttävyyden noin 1,3:een kg ka/ry. Sulavan "raakavalkuaisen" (= N x 6,25) määrä nousi käsittelyjen ansiosta 150 - 250 g:aan/kg ka, säilönnän onnistumisesta riippuen.

Lihantuotantokoe mulleilla (taulukko 3)

Maitotuleentuneena korjattu kokovilja maittoi sulavuuskokeissa päseille heikoimmin. Keltatuleentuneena ja täysin tuleentuneena korjattu kokovilja maittoi yhtä hyvin kuin tähkimisen alussa korjattu kokovilja. Mulleille syötetty rehu ei ollut kaikilta osin säilynyt hyvälaatuisena, sen vuoksi eläimiä jouduttiin totuttamaan rehuun. Keskimääräiset syöntimäärät ja sitä kautta saavutetut päiväkasvut olivat siitä huolimatta varsin hyviä.

Vuoden 1979 kokeessa 126 - 251 päivän ikäiset mullit söivät ammoniakilla säilötyn kokoviljan kuiva-ainetta 2,1 kg/pv. Ureaan ja ureafosfaatin 3 : 1 seoksella säilöttyä rehua mullit söivät keskimäärin 2,2 kg ka/pv. Vertailuryhmän eläimet söivät samalla väkirehutasolla vain 1,6 kg ka/pv nurmisäilörehua. Nurmisäilörehun huonompi maittavuus näkyi myös kasvutuloksissa. Nurmisäilörehua saaneiden mullien keskimääräinen lisäkasvu oli 950 g/pv. Ureaseoksella säilöttyä kokoviljaa syöneiden mullien lisäkasvu oli 1020 g/pv. Parhaiten kasvoivat ammoniakilla säilöttyä viljaa saaneet mullit, joiden lisäkasvu oli keskimäärin 1130 g/pv. Viimeksi mainituilla eläimillä oli myöskin paras rehun hyväksikäyttö 3,93 kg ka ja 3,52 ry lisäkasvukiloa kohti. Molemmat muut ryhmät kuluttivat 3,8 ry lisäkasvukiloa kohti.

Taulukko 3. Tulokset lihantuotantokokeissa v. 1979 ja 1980

1979

Koerehu:	NH <sub>3</sub> -säilötty kokovilja	Urea + ureafosf. säilötty kokovilja	Nurmi- säilö- rehu
elopaino kg:			
- kokeen alussa	106	106	106
- kokeen lopussa	249	235	226
lisäkasvu kg/pv	1,13	1,02	0,95
rehunkulutus:			
- yhteensä kg ka/pv	4,46	4,48	3,96
- korsirehun kg ka/pv	2,10	2,22	1,61
- kg ka/lisäkasvu kg	3,93	4,48	4,19
- ry/lisäkasvu kg	3,52	3,84	3,82

1980

Kokoviljasäilörehu:	Urea + urea- fosf. 3 : 1	Urea + urea- fosf. 7 : 1	Urea	Ammoniakki
elopaino kg:				
- kokeen alussa	214	210	214	214
- kokeen lopussa	321	321	325	326
lisäkasvu kg/pv	1,09	1,13	1,12	1,13
rehunkulutus:				
- yhteensä kg ka/pv	5,55	5,76	5,92	5,77
- kokoviljan kg ka/pv	2,37	2,59	2,73	2,62
- kg ka/lisäkasvu kg	5,11	5,15	5,34	5,13
- ry/lisäkasvu kg	4,64	4,74	4,89	4,75

Vuoden 1980 kokeessa mullit olivat vanhempia kuin edellisessä kokeessa. Eläinten keskimääräinen ikä oli 224 - 320 pv. Kokoviljaa mullit söivät rehujen puutteellisesta laadusta (taulukko 4) huolimatta melko hyvin. Parhaiten maittoi pelkällä urealla säilötty kokovilja. Sitä mullit söivät keskimäärin 2,73 kg ka/pv. Heikoin maittavuus oli urean ja ureafosfaatin 3 : 1 seoksella säilötyssä rehussa 2,37 kg ka/pv. Lisäkasvu-kiloa kohti urealla säilöttyä rehua saaneet mullit söivät 5,34 kg kuiva-ainetta. Muilla ryhmillä keskiarvo vaihteli 5,11 ja 5,15 kg ka/lisäkasvu kg välillä. Mullien lisäkasvut eri kokoviljasäilörehuilla poikkesivat hyvin vähän toisistaan, keskimääräisten lisäkasvujen vaihdellessa 1,09 kg:sta 1,13 kg:aan.

Taulukko 4. Eri säilöntäaineilla säilöttyjen kokoviljasäilörehujen haihtuvat rasvahapot ja typpifraktiot vuonna 1980.

Kokoviljasäilörehu	Urea + urea- fosf. 3 : 1	Urea + urea- fosf. 7 : 1	Urea	Ammoniakki
Kuiva-aineessa %:				
- etikkahappo	1,25	1,35	0,68	0,94
- propionihappo	1,15	0,15	0,08	0,08
- voihappo	0,99	0,59	0,14	0,07
- valeriaanahappo	0,11	0,10	0,04	0,03
- maitohappo	0,28	0,28	0,22	0,29
- sokereita	0,96	0,99	2,26	3,43
- kokonaistyyppi	3,65	3,61	3,34	3,50
- ammoniumtyppi	1,97	1,95	1,54	1,85
Kokonaistypestä %:				
- liukoista-N	79,5	82,48	77,31	75,20
- ammonium-N	54,0	53,99	46,22	53,01



## TULOSTEN TARKASTELU

Keltatuleentuneena korjattujen kokoviljojen sadot (8,5 - 11 tn/ha) vaihtelivat kauralla vähemmän kuin ohralla. Paremman sulavuuden ansiosta saatiin ohrasta selvästi korkeammat sulavan kuiva-aineen sadot kuin kaurasta.

Kokoviljasäilörehua on tutkittu Euroopassa suhteellisen vähän. Pohjois-Amerikassa kokoviljasäilörehua tehdään yleisesti maissista. Korjuuhetken kasvuaste vaikuttaa kokoviljasäilörehujen rehuarvoon oleellisesti. Maissi on osoittautunut useissa vertailuissa vehnää, kauraa ja ohraa paremmaksi sadoltaan ja rehuarvoltaan. Meillä viljeltävien viljalajien väliset erot on todettu vähäisiksi (BURGESS ym. 1976, CORRALL ym. 1977 ja OLTJEN & BOLSEN 1980).

Kokoviljasäilörehujen heikkous on niiden alhainen valkuaispitoisuus. Typpilannoituksella ja herneen viljelyllä sekakasvustona voitiin valkuaispitoisuutta, sulavuutta ja rehuarvoa jonkin verran parantaa. Herneen etuna oli myöskin se että sekakasvustoja voitiin hyvin tuloksin säilöä hapoilla myöhemmällä kasvuasteella kuin pelkkää viljaa. Ohran ja herneen sekakasvustosta saatiin kuitenkin alhaisemmat sadot kuin puhtaasta ohrasta. Sen sijaan kun kauran ja herneen sekakasvusto korjattiin keltatuleentuneena saatiin siitä korkeampi sulavan kuiva-aineen sato kuin puhtaasta kaurasta. BRUNDAGEN ym. (1979) tutkimuksessa laski herne niin ohran kuin kaurankin kuiva-ainesatoja kaikilla kasvuasteilla.

Kokoviljakasvustojen kuiva-aine ja rehuyksikkösadot nousivat aina keltatuleentumisasteelle asti vaikka aikaisempien korjuuiden jälkeen saatavat jälkikasvustotkin otetaan huomioon. Korjuuvaiheen vaikutusta kokoviljojen laatuun ja satoihin on verrattu useissa tutkimuksissa. Hyvin samanlaisen sadonkehityksen kuin tässä tutkimuksessa ovat julkaisseet mm. CORRALL ym. (1977), BRUNDAGE ym. (1979) ja KRISTENSEN ym. (1979).

Kuiva-aineen koostumuksen muutokset kasvuasteen mukaan olivat tässä tutkimuksessa hyvin samanlaiset kuin CORRALLin ym. (1977), BRUNDAGEN ym. (1979) ja KRISTENSENin ym. (1979) tutkimuksissa.

Ohran orgaanisen aineen sulavuus oli alhaisin maitotuleentumisasteella. Tämä tulos poikkeaa CORRALLin ym. (1977), BRUNDAGEN ym. (1979) ja KRISTENSENin ym. (1979) vastaavista, joissa sulavuuden on todettu laskevan tasaisesti kasvuasteen edistyessä, kuten tässä tutkimuksessa kauralla. Tulos on kylläkin sopusoinnussa sen kanssa, että ligniinipitoisuus oli BRUNDAGEN ym. (1979) tutkimuksessa korkea maitotuleentumisvaiheessa.

Koska valkuaispitoisuus ja sulavuus ovat tähkimisen alusssä ja maitotuleentumisvaiheessa korkeimmat ovat useimmat tutkijat (THRUMAN ym. 1957, BRUNDAGE & SWEETMAN 1976, POLAN ym. 1968, MARTZ ym. 1959) suositelleet kokoviljan korjuuta ennen keltatuleentumisvaihetta. Toisena syynä tähän on todennäköisesti ollut kokoviljasäilörehujen arkuus lämpenemiseen säilöntä- tai ruokintavaiheessa kuten esim. KRISTENSEN ym. (1979) ovat todenneet. BOLSEN & BERGER (1976) ja BOLSEN ym. (1976) suositelivat korjuuta keltatuleentumisasteella kuten mekin, silloin kun säilöntäaineella voidaan estää rehun lämpiäminen.

Vastaavanlaisia happo- ja ammoniakki-säilöntöjen vertailuja emme kirjallisuudesta ole löytäneet. Urean ja ureafosfaatin seosta ei ehkä tätä ennen ole kokeiltukaan kokoviljan säilönnässä. Ureafosfaatin käytön korsirehujen säilönnässä aloitti maassamme maisteri Veli Tuomikoski Kemira Oy:stä. Myöskin nämä tutkimukset tehtiin yhteistyössä Kemira Oy:n kanssa.

Ammoniakki levisi kokoviljaan hieman epätasaisemmin kuin se leviää säilöttävään olkeen. Rakeisten urean ja ureafosfaatin leviäminen oli lähinnä puutteellisten mehetelmien vuoksi myöskin epätasaista. Urean ja ureafosfaatin liukeneminen ja hajoaminen ammoniakiksi tapahtui odotetun nopeasti.

Maidontuotantokokeissa lehmät ovat lypsäneet ohra-, vehnä- ja kaurasäilörehuilla huomattavasti enemmän kuin maissi- ja nurmisäilörehuilla (BURGESS ym. 1973, LASSITER ym. 1958, MARX 1971). MARX (1971) ei todennut eroja maitotuotoksissa kun lehmät saivat tähkimisen alussa tai keltatuleentuneena korjatuista ohrasta tai kaurasta valmistettuja säilörehuja. Ohrasäilörehulla saatiin hänen kokeessaan heikommät maitotuotokset kuin kaurasta tai sinimailasesta valmistetulla säilörehulla. KRISTENSENin ym. (1979) tutkimuksessa maitotuleentuneen ohrasäilörehun maittavuus oli heikoin. Myöskin maitotuotos oli tuolloin alhaisin. Sen sijaan keltatuleentuneena tai tähkimisen alussa korjattuja säilörehuja saaneiden lehmien maitotuotokset eivät poikenneet toisistaan.

OLTJEN ja BOLSEN (1980) syöttivät Hereford ja Aberdeen Angus rotuisille mulleille 84 % kokoviljasäilörehua sisältäneitä dieettejä. Maissi-, ohra- ja vehnäsäilörehut maittoivat heidän kokeessaan kaurasäilörehua paremmin. Parhaat päiväkasvut 1,24 kg/pv he saivat ohrasäilörehulla, joka oli korjattu keltatuleentumisasteella. Maito- ja keltatuleentuneena korjattujen kaurasäilörehujen välillä ei ollut tilastollisia eroja maittavuudessa ja rehun hyväksikäytössä.

#### PÄÄTELMÄT

Ohra soveltui hyvin korjattavaksi kokoviljasäilörehuksi. Siitä saatiin vähintään yhtä suuria sulavan kuiva-aineen satoja hehtaarille kuin kaurasta. Kun korjuu suoritettiin tähkimisen alussa tai maitotuleentumisasteella onnistui säilöntä samoin menetelmin happolisäystä käyttäen, kuin nurmirehun säilöntä. Happosäilöntä oli myös soveliaain herneen ja kauran tai ohran sekakasvustojen säilöntään.

Keltatuleentuneena korjattaessa niin kaurasta kuin ohrastakin saatiin runsaimmat kuiva-ainesadot. Korsi oli tällöin jo niin vahva ettei silputtuakaan massaa saatu riittävän tiiviiksi, vaan hapoilla säilöittäessä massa pyrki lämpenemään ja varsinkin jyvät homehtumaan.

Sisältämänsä typen ansiosta ammoniakki, urea ja ureafosfaatti sopivat periaatteessa erinomaisesti melko vähän valkuaista sisältävän kelta- tai täysin tuleentuneen kokoviljan säilöntä- aineeksi. Nämä ensimmäiset kokeet osoittivat ammonioitujen kokoviljasäilörehujen korkean rehuarvon ja tuotantovaikutuksen. Lisää tutkimusta tarvitaan säilöntäaineen annostelumenetelmien ja yleensä säilönnän kehittämiseksi.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- BAKER, S. B. & SUMMERSON, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138: 535-554.
- BOLSEN, K. K. & BERGER, L. L. 1976. Effects of type and variety and stage of maturity on feeding values of cereal silages for lambs. *J. Anim. Sci.* 42: 168.
- , BERGER, L. L., CONWAY, K. L. & RILEY, J. G. 1976. Wheat, barley and corn silages for growing steers and lambs. *J. Anim. Sci.* 42: 185.
- BRUNDAGE, A. L. & SWEETMAN, W. J. 1967. Comparative feeding value of oat-pea forages ensiled at two stages of maturity. *J. Dairy Sci.* 50: 696.
- , TAYLOR, R. L. & BURTON, V. L. 1979. Relative Yields and Nutritive Value of Barley, Oats, and Peas Harvested at Four Successive Dates for Forage. *J. Dairy Sci.* 62: 740-745.
- BURGESS, P. L., NICHOLSON, J. W. & GRANT, E. A. 1973. Yield and nutritive value of corn, barley, wheat and forage oat silage for lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 53: 245.
- CHERNEY, J. H. & MARTEN, G. C. 1982a. Small Grain Crop Forage Potential: I. Biological and Chemical Determinants of Quality, and yield. *Crop Sci.* 22: 227-231.
- , J. H. & MARTEN, G. C. 1982b. Small Grain Crop Forage Potential: II. Interrelationships Among Biological, Chemical, Morphological, and Anatomical Determinants of Quality. *Crop Sci.* 22: 240-245.
- CORRALL, A. J., HEARD, A. J., FENLON, J. S., TERRY, C. P. & LEWIS, G. C. 1977. Whole crop forages. Relationship between stage of growth, yield and forage quality in small grain cereals and maize. Grassland Research Institute. Technical Report No. 22: 1-35.
- FISHER, L. J. & FOWLER, D. B. 1975. Predicted forage value of whole plant cereals. *Can. J. Plant Sci.* 55: 975-986.
- HOSTRUP, Sv. B. & MØLLE, Kr. G. 1975. Byg havre og hestebønne dyrket som helsaed med udlæg af italiensk rajgraes. *Tidsskr. f. Planteavl.* 79: 643-669.

- HUIDA, L. 1973. Quantitative determination of volatile fatty acids from rumen sample and silage by gas-liquid chromatography. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 45: 438-488.
- KRISTENSEN, V. F., ANDERSEN, P. E. & SKOVBOG, E. B. 1979. Helseaedsensilage af byg høstet på forskellige udviklingstrin. Utbytte of fodervaerdi til malkekøer. *Stat. Husdyrbrugsförsög Medd.* 293.
- LASSITER, C. A., HUFFMAN, C. F., DEXTER, S. T. & DUNCAN, C. W. 1958. Corn versus oat silages as a roughage for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 41: 1282.
- MARTZ, F. A., NOLLER, C. H., HILL, D. L. & CARTER, M. W. 1959. Intake and value for milk production of oat silages ensiled at three stages of maturity and preserved with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.* 42: 1955.
- MARX, G. D. 1971. Feeding value of low moisture barley, oat, and alfalfa silages for lactating dairy animals. *J. Dairy Sci.* 54: 772.
- McCULLOUGH, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clin. Chem. Acta* 17: 297-304.
- OLTJEN, J. W. & BOLSEN, K. K. 1980. Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. *J. Anim. Sci.* 51: 958-965.
- POLAN, C. E., STARLING, T. M., HUBER, J. T., MILLER, C. N. & SANDY, R. A. 1968. Yields, composition and nutritive evaluation of barley silage at three stages of maturity for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 51: 1801.
- 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.
- THRUMAN, R. J., STAILCUP, O. T., STEPHENS, J. L. & JUSTUS, N. E. 1957. When to harvest oats for hay and silage. *Arkansas Agr. Exp. Sta. Bull.* 586.
- TILLEY, J. M. A. & TERRY, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18: 104-111.
- VALLE, O. 1946. Palkokasvien merkitys rehuviljan tuotannossa. *Maatalous ja Koetoiminta I:* 115-134.

S Ä I L Ö R E H U N P U R I S T E M E H U N  
S I D O N T A J Ä T E K U I D U I L L A

MIKKO KOMMERI<sup>1)</sup>

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

MARTTI LAMPILA

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

VAPPU KOSSILA

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

LIVA SÖDERHJELM

Keskuslaboratorio Oy

MERJA KOMMERI<sup>1)</sup>

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

LIISA TÄNG<sup>2)</sup>

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

Nykyinen työpaikka 1) Salpausselän keinosiemennysyhdistys  
2) Suomen Turkiseläinten Kasvattajain liitto r.y.

## TIIVISTELMÄ

Säilörehun puristemehutappioita vähennettiin sekoittamalla säilöttävään ruohoon kuivattua puunjalostusteollisuuden jätekuitua. Käytetyt jätekuidut olivat sellumassan valmistuksessa sekä paperi- ja kartonkiteollisuudessa syntyvistä jätevesistä saostusaltaisiin kerättyjä kuitulietteitä.

Jätekuituja otettiin eri puulajeja sekä sulfaatti- että sulfiittimenetelmillä käsitteleviltä tehtailta. Lähinnä koivua raaka-aineena käyttävän tehtaan kuituliete sisälsi melko vähän tuhkaa ja pihkaa eikä lainkaan kuorta ja mekaanista massaa. Siinä oli alhaisin ligniinipitoisuus ja korkein pentosaanipitoisuus. Näiden ominaisuuksien ansiosta tämä jätekuitu sitoi puristemehua tehokkaimmin ja sillä oli parhaan sulavuutensa ansiosta edullisin vaikutus valmistetun säilörehun rehuarvoon. Kuivatut kuitulietteet olivat hygroskooppisia ja sitoivat itseensä niin laboratorioskokeissa kuin ruohon seassakin parhaimmillaan lähes viisi kertaa oman painonsa nestettä. Puristeiden sidontateho oli riippuvainen raaka-aineen kosteudesta sekä jätekuidun määrästä seoksessa. Sopivaksi jätekuutumääräksi osoittautui 20-30 % seoksen kuiva-aineesta laskettuna. Tätä seosta käytettäessä rehut säilyivät hyvin. Puristemehuhävikin ohessa myöskin kokonaiskuiva-ainetappiot alenivat jätekuitujen ansiosta 3,5 %:iin kontrollirehujen 13,7 %:sta.

Ensimmäisessä kokeessa jätekuitu paransi säilörehun sulavuutta ja rehuarvoa selvästi. Muissa kokeissa jätekuitusäilörehut olivat keskimäärin kontrollirehujen kanssa energia-arvoltaan yhtä hyviä. Raakavalkuaisen määrää jätekuitu alensi säilörehussa sekä myöskin heikensi valkuisen hyväksikäyttöä kuluttamalla valkuaista omaan hajottamiseensa.

Mullit kasvoivat jätekuitusäilörehulla hyvin, vaikka jätekuitu sinänsä maittoi niin mulleille kuin pässeillekin muuta säilörehua huonommin.

Silputtu olki sitoi puristemehua ruoho- ja naattisäilörehuista keskimäärin yhtä hyvin kuin jätekuitu, mutta olki alensi säilörehun rehuarvoa.



## JOHDANTO

Lähinnä jäteongelmien vuoksi Suomen puunjalostusteollisuus on viimeisten vuosien aikana tutkinut laajasti erilaisten kiinteiden ja nestemäisten jätteidensä käyttömahdollisuuksia omassa tuotannossaan tai muussa teollisuudessa sekä myöskin maataloudessa. Maatalouden tutkimuskeskuksessa on selvitetty kuivattujen kuitulietteiden käyttöä säilörehun puristemehun sitojana erilaisten seosrehujen sidonkomponentteina sekä eläinten kuivikkeena. Erilaisia neste-mäisiä jätteitä on tutkittu märehitijöiden väkirehun osana sekä nurmisäilörehun säilöntäaineena.

Tässä selostettavat puristemehun sidontakokeet on suoritettu Keskuslaboratorio Oy:n ja Suomen Akatemian osarahoituksilla. Ensinmainitun rahoittama osakoe 1 on aikaisemmin julkaistu (SÖDERHJELM & LAMPILA 1976).

Vuoden 1975 arvion mukaan jäi maamme puunjalostusteollisuudelle vuosittain noin 180 000 ka-tonnia kiinteitä jätteitä (SÖDERHJELM 1976). Näistä noin kolmasosa saattaisi olla hyödynnettävissä märehitijöiden rehuna joko erilaisten teollisten rehujen komponenttina tai säilörehun puristemehun sitojana kuten tässä tutkimuksessa on selvitetty. Tämä perustuu kuivattujen kuitulietteiden kykyyn imeä itseensä nesteitä jopa 5 kiloa kuiva-ainekiltaan kohti.

Jätekuitujen käyttö puristemehun sitojana olisi kaksinkertaista ympäristönsuojelua. Normaalisti kaatopaikalle vietävä jätekuitu sitoisi maatalouden jätettä puristemehua. Lisäksi jätekuidun energia ja puristemehun ravinteet saataisiin märehitijöiden avulla hyödynnettyä.

Jätekuitujen käyttöä märehitijöiden rehuna ja jopa säilörehun osana on tutkittu varsinkin USA:ssa, mutta jätekuitujen käytöstä säilörehun puristemehun sidontaan ei julkaisuja ole saatavilla.

## AINEISTO JA MENETELMÄT.

Tutkimuksessa käytettiin neljän eri sellu- ja paperitehtaan jätekuitua. Jätevesien selkeyttimistä nostettu kuituliete kuivattiin aluksi erilaisilla puristimilla noin 20-30 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Tällaisena jätekuitu yleensä vietään kaatopaikalle. Kokeeseen otetut kuituliete-erät jatko-kuivattiin korkeassa lämpötilassa öljyä lämmönlähteenä käytävässä rumpukuivurissa. Öljynkulutus vaihteli kuivurista ja kuitulietteistä riippuen 166-740 kg/tn ka. Noin 90 %:n kuiva-ainepitoisuuteen kuivatut kuitulietteet pakattiin joko paaleihin tai muovisäkkeihin.

Yksi tehtaista (Kaukas) käytti raaka-aineenaan pääasiassa lehtipuuta, muiden tehtaiden jätekuitu oli peräisin havupuusta (taulukko 1). Jätekuiduista määritettiin normaalin rehuanalyysin lisäksi ligniinipitoisuus, kuitukoostumus, hiilihydraattikoostumus sekä kivennäis-, hivenaine- ja raskasmetallipitoisuudet.

Puristemehun sidontakokeita suoritettiin kaikkiaan neljänä kesänä. Raaka-aineena käytettyyn kelasilputtuun ruohoon tai sokerijuurikkaan naatteihin sekoitettiin määräerjiä kuivattuja kuitulietteitä. Lisäksi ruohosäilörehuissa käytettiin erilaisia happosäilöntäaineita 5 litraa raaka-ainetonna kohti. Useimmat koerehut valmistettiin 2,3 m<sup>3</sup>:n koesiiloihin. Rehumassaan kohdistuvaa painetta lisättiin painottamalla rehuja keskimäärin noin 1500 kg/m<sup>2</sup> kuormala.

Raaka-aineet ja puristemehut punnittiin ja niistä tehtiin normaaliin rehuanalyysiin kuuluvat määritykset. Puristemehuista analysoitiin pH, kuiva-aine, tuhka- ja raakavalkeaispitoisuus. Säilörehuista määritettiin normaalin rehuanalyysin lisäksi tuoreiden näytteiden puristemehusta pH elektrometrisesti, näytteiden vesiutoksesta etikkahappo-, propionihappo-, voihappo-, valeriaanahappo- ja isovaleriaanahappopitoisuudet kaasukromatografisesti (HUIDA 1973), vesiutoksesta edelleen maitohappo- (BARKER ja SUMMERSON, 1941), sokeri- (SOMOGYI 1945, SALO 1965) ja ammonium-

typpipitoisuudet (McCULLOUGH 1967) kolorimetrisesti sekä liukoinen typpi Kjeldahl menetelmällä. Kokonaistyyppi määritettiin Kjeldahl menetelmällä tuoreesta näytteestä. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus korjattiin lisäämällä 105 C° lämpötilassa kuivattamalla saatuun arvoon 80 % etikkahapon ja 100 % propioni-, voi-, valeriaana- ja iso-valeriaanahapon määrästä.

Sulavuuskokeet suoritettiin 4 x 4 latinalaisen neliön mukaan. Koe-eläiminä olivat kastroidut päässit. Rehujen sulavuuksien lisäksi määritettiin typpitaseet sekä rehujen maittävyys. Kokeissa eläimet saivat säilörehun lisäksi ainoastaan vettä, kivennäis- ja hivenaineseosta ja vitamiiniseosta.

#### Koe 1

Ensimmäisessä kokeessa haettiin sopivaa seossuhdetta ruoholle ja jätekuidulle säilörehussa. Aamukasteiseen ruohon sekoitettiin 50, 30, 10 tai 0 % seoksen kokonaiskuiva-aineesta lehtipuuta jalostavan tehtaan (Kaukas) kuivattua kuitulietettä.

#### Koe 2

Verrattiin kolmen eri tehtaan jätekuitua puristemehun si-tojana. Yksi jätekuiduista oli kokeen 1 lehtipuuta raaka-aineena käyttävän tehtaan kuituliete, muut olivat havupuuta käyttäviltä tehtailta saatuja melko tuhka- ja pihkapitoisia kuituja. Ruohon ja jätekuidun kuiva-aineiden seossuhde oli 3:1.

#### Koe 3

Jätekuidun maittävuutta pyrittiin parantamaan sekoittamalla siihen säilöntävaiheessa melassileikettä tai jäännösmelassia, jotka kummatkin ovat sokeriteollisuuden sivutuotteita. Ruohoa seokseen tuli keskimäärin 61,3 %, jätekuitua 28,2 % ja melassileikettä tai jäännösmelassia 10,5 % kuiva-aineesta. Jätekuitu oli havupuuraaka-ainetta käyttävältä tehtaalta (Rauma-Repola). Samalla kokeiltiin riittääkö melassilisä säilöntäaineeksi vai tarvitaanko lisäksi happoa.

Koe 4

Jätekuidun sidontatehoa verrattiin silputun oljen sidontatehoon. Säilörehujen raaka-aineena olivat ruoho ja sokerijuurikkaan naatit. Raaka-aineen kuiva-aineesta 2/3 tuli ruhosta tai naateista ja 1/3 oljesta tai jätekuidusta. Vain ruohoon lisättiin säilöntäaine (5 l/tn). Jätekuitu oli sekä havupuuta että lehtipuuta käyttävältä tehtaalta (Lielähti).

Kaikki nämä kokeet (1-4) suoritettiin edellä selostetulla tavalla 2,3 m<sup>3</sup>:n siiloissa ja rehuilla tehtiin sulavuuskoe 4 x 4 latinalaisen neliön mukaan päseillä.

Koe 5

Ainoastaan yksi erä säilöttiin talousmittakaavan siiloon. Havupuuta raaka-aineena käyttävän tehtaan (Rauma-Repola) jätekuitua lisättiin ruohoon 20 % seoksen kuiva-aineesta. Säilöntäaine 5 l/tn lisättiin ruohoon kelasilppurissa pelolla. Jätekuitu sekoitettiin ruohoon elevaattorissa. Rehu syötettiin neljälle 6-12 kk:n ikäiselle FrAy-sonnille. Mullit saivat vapaan säilörehun lisäksi 3 kg ohrajauhoja päivässä. Lisäksi huolehdittiin kivennäis- ja vitamiinitarpeesta.

Koekaaviot:

	Säilörehun raaka-aine	Jätekuidun osuus raaka-aineen ka:sta %	Käytetty jätekuitu	Säilöntä- aine (5 l/tn)	Makeutusaine
<u>Koe 1</u>					
rehu 1	ruoho	51	Kaukas	AIV-2 <sup>1)</sup>	
" 2	"	31	"	"	
" 3	"	11	"	"	
" 4	"	0	-	"	
<u>Koe 2</u>					
rehu 1	ruoho	25	Kaukas	AIV-2	
" 2	"	25	Rosenlew	"	
" 3	"	25	Rauma-Repola	"	
" 4	"	0	-	"	
<u>Koe 3</u>					
rehu 1	ruoho	28	Rauma-Repola	Viherhappo <sup>2)</sup>	Melässileike
" 2	"	28	"	"	"
" 3	"	28	"	Viherhappo	Jäännösmelassi
" 4	"	28	"	-	"
<u>Koe 4</u>					
rehu 1	ruoho	35	Lielähti	AIV-2	
" 2	"	36 olkea	-	"	
" 3	naatit	35	Lielähti	-	
" 4	"	36 olkea	-	-	
<u>Koe 5</u>					
rehu 1	ruoho	20	Rauma-Repola	Viherliuos <sup>3)</sup>	

1) AIV-2=80 % muurahai-shappoa+2 % ortofosfori-happoa 2) Viherhappo=20 % formaliniinia+45 % rikkihappoa  
+20 % muurahai-shappoa+15 % suoja-aineliuosta 3) Viherliuos=55 % formaliniinia+30 % etikkahappoa+  
15 % suoja-ainetta

## TULOKSET

Puristeiden sidontakokeisiin käytetyt jätekuidut sisälsivät yleensä vain noin 10 % vettä. Näin kuivana jätekuidut säilyivät homehtumatta. Jätekuitujen kemialliseen koostumukseen vaikuttivat jonkinverran tehtaalla käytetyt menetelmät sekä raaka-aineena käytetty puu. Lehtipuuta raaka-aineena käyttävän Kaukaan tehtaan jätekuitu sisälsi selvästi muita vähemmän pihkaa. Myöskin ligniinipitoisuus oli siinä alhaisin. Saman tehtaan jätekuitujen ligniinipitoisuuksien vaihtelu johtui käytetyn raaka-aineen lisäksi myöskin valkaistun massan osuuden vaihteluista. Kokeessa 1 todettiin melko korkea kadmiumpitoisuus jätekuidussa. Jatkotutkimuksissa otettiin usealta tehtaalta lisänäytteitä, mutta mitään hädäntyttävää ei raskasmetallipitoisuuksissa havaittu.

Taulukko 1. Kuitulietteiden keskimääräinen koostumus tehtaittain.

	Kaukas		Lielähti	Rauma-Repola		Rosenlew
	Koe 1	Koe 2	Koe 4	Koe 2	Kokeet 3,5	Koe 2
<u>Kuitukoostumus</u>						
Lehtipuusulfaatti	81	39				
Lehtipuusulfiitti			53	2		6
Havupuusulfaatti	19	61				
Havupuusulfiitti			46	86	53	94
Mekaaninen massa			1	12	47	
Ligniiniä %	5,8	6,2	11,9	11,8	18,0	9,7
Kuiva-aine %	90,4	82,2	78,4	97,1	91,7	87,2
Kuiva-aineessa %						
tuhka	5,2	3,3	3,2	7,2	7,3	6,5
raakakuitu	76,9	77,8	72,2	62,7	63,5	65,8
Pentosaanit %	18,5	12	4,6	4	3	8
Fe mg/kg	700	2050	420	1500	3940	2980
Ni "	7,0	8,6	2,0	9,3	26,7	20,0
Pb "	5,3	15,5	4,3	0,0	14,5	55,0
Cu "	3,4	8,5	150	31,0	20,6	82,0
Cd "	2,5	0,2	0,1	0,0	1,0	0,5
Hg "	0,05	0,07	0,1	0,07	0,15	0,07

Taulukko 2. Säilörehujen raaka-aineiden keskimääräinen koostumus.

	Kuiva- aine-%	tuhkaa	Kuiva-aineessa %			N-vap. uuteain.
			raaka- valk.	raaka- rasvaa	raaka- kuitua	
Ruoho						
- koe 1	13,3	9,98	17,7	4,22	26,4	41,7
- koe 2	19,6	9,45	21,5	2,59	22,3	44,2
- koe 3 ja 5	20,3	8,82	18,2	4,04	25,1	43,8
- koe 4	11,6	12,0	21,9	3,62	24,3	38,2
Naatti (koe 4)	12,5	18,5	20,5	2,47	14,3	44,3
Olki (koe 4)	83,4	8,30	4,29	1,52	41,7	44,3

Puristeiden erittyminen pyrittiin varmistamaan paitsi runsaalla painotuksella myöskin käyttämällä raaka-aineena aamukasteista, runsaasti vettä sisältävää ruohoa tai naatteja (taulukko 2). Muutoin ruoho oli normaalia säilörehun raaka-ainetta. Ilman jätekuitua tai olkea säilötyistä kontrollirehuista tulikin puristemehua 20-30 % raaka-aineen tuorepainosta (taulukko 3). Kontrollisiilojen puristemehumääristä vähennettiin jätekuituja sisältäneistä rehuista erittyneet puristemehumäärät. Erotuksen oletettiin sitoutuneen jätekuitujen ansiosta säilörehuun. Jakamalla erotus käytetyllä jätekuitumäärällä saatiin yhteen jätekuitukiloon sitoutunut puristemehumäärä (taulukko 3).

Ensimmäisessä kokeessa 20 kiloa kuivattua jätekuitua (90 % ka) tonnissa ruohoa alensi puristemehun erittymisen 30,3 %:sta 22,6 %:iin raaka-aineesta kontrollirehuun verrattuna. Kun raaka-aineeseen sekoitettiin 30 % seoksen kuiva-aineesta jätekuitua aleni puristemehun erittyminen 13,3 %:iin raaka-aineesta. Kun ruohoa ja jätekuitua oli yhtä paljon raaka-aineseoksen kuiva-aineesta, erittyi puristemehua enää 4,2 % raaka-aineesta. Jätekuidun puristeiden sidontateho kuiva-ainekiloaan kohti aleni 4,85 kg:sta 1,97 kg:n kun jätekuidun osuus seoksesta nousi 10:stä 50:een ja seoksen kuiva-ainepitoisuus nousi 14,3 %:sta 23,2 %:iin. Jätekuiduista Kaukaan kuituliete sitoi puristemehua kaksi kertaa niin paljon kuin muut kuitulietteet (taulukko 3). Silputtu olki ja jätekuitu

näyttivät olevan keskimäärin yhtä tehokkaita puristemehun sitoja. Kokeessa kolme jätekuitu esti puristemehun erittymisen kokonaan. Taloustornin säilörehusta puristemehua tuli 5 % raaka-aineen tuorepainosta. Tämä on vain puolet todennäköisestä puristemehun erittymisestä ilman jätekuitua (MO, 1975). Puristemehun koostumukseen jätekuidulla ei ollut vaikutusta.

Taulukko 3. Puristemehun erittyminen ja jätekuitujen sidontateho.

	Raaka-aineiden keskim. ka-%	Säilörehun ka-%	Puristemehua % raaka-aineen tuorepainosta	Puristetta sitoutunut kg/kg ka jätekuitua
<u>Koe 1</u>				
1.ruoho+50 % jätekuitu	23,2	27,1	4,2	1,97
2. " +30 % "	17,6	23,1	13,3	2,83
3. " +10 % "	14,3	18,2	22,6	4,85
4.kontrolli ruohosäilör.	13,0	16,7	30,3	-
<u>Koe 2</u>				
1.ruoho+Kaukas Oy:n jätek.	22,5	26,3	8,9	1,73
2. " +Rosenlew Oy:n "	22,7	28,6	14,1	0,84
3. " +Rauma-Repola Oy:n jätekuitu	22,9	28,3	14,0	0,86
4.kontrolli ruohosäilör.	18,1	22,6	20,7	-
<u>Koe 4</u>				
1.ruoho + jätekuitu	16,1	21,9	20,8	1,46
2. " + olki	16,4	19,7	17,6	1,89
3.naatit + jätekuitu	17,2	20,4	15,5	noin 2,6*
4. " + olki	17,6	19,4	19,2	" 2,0

\* Naateilla ei ollut omaa kontrollirehua

Kaikki säilörehut säilyivät hyvin. Voihappoa ja propionihappoa rehuista ei tavattu lainkaan. Jätekuituruohosäilörehuissa olivat myöskin etikkahappo- ja maitohappopitoisuudet alhaisia. Ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli koerehuissa yleensä alle 5 %:in. Kokonaistyyppipitoisuut-



ta ja sokeripitoisuutta jätekuitu luonnollisesti alensi rehussa. Jätekuituruohosäilörehussa oli alhaisempi pH kuin naattisäilörehuissa ja olkiruohosäilörehussa. Maitohappokäyminen oli naattisäilörehuissa runsaampaa kuin ruohosäilörehuissa (taulukko 4). Kokeessa kolme oli ilman säilöntäainetta säilötyissä rehuissa voimakkaampi maitohappokäyminen kuin hapon kanssa säilötyissä. Tämä näkyi myös alentuneina sokeripitoisuuksina. Ilman säilöntäainetta säilötyt olivat myöskin arempia homehtumiselle. Jätekuitu homehtui joskus, kun rehun pinta oli pitkään avoinna. Varsinkin taloustornin säilörehussa oli homeisia jätekuitupaakkuja.

Taulukko 4. Jätekuitulisäyksellä valmistettujen säilörehujen laatua osoittavat analyysitulokset.

Koe 1

Ruohon seassa jätekuitua % ka:sta	50	30	10	0
kuiva-aine %	27,1 <sup>c</sup>	23,1 <sup>b</sup>	18,2 <sup>a</sup>	16,7 <sup>a</sup>
pH	4,0	3,9	4,1	3,9
etikkahappo %	0,24	0,18	0,12	0,13
maitohappo %	0,81 <sup>b</sup>	0,69 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>
sokeri (gluk.) %	0,54 <sup>a</sup>	0,95 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	1,47 <sup>c</sup>
kokonais-N %	0,34 <sup>a</sup>	0,37 <sup>ab</sup>	0,43 <sup>bc</sup>	0,48 <sup>c</sup>
kokonaistypestä %				
ammonium-N	4,49 <sup>b</sup>	3,90 <sup>ab</sup>	3,93 <sup>ab</sup>	3,12 <sup>a</sup>
liukoinen-N	49,4	45,9	46,4	44,7

Koe 4

Rehuseos	Ruoho + jätekuitu	Ruoho + olki	Naatit + jätekuitu	Naatit + olki
Kuiva-aine %	21,9	19,7	20,4	19,4
pH	4,09 <sup>a</sup>	4,39 <sup>ab</sup>	4,43 <sup>ab</sup>	4,65 <sup>b</sup>
etikkahappo %	0,22	0,27	0,17	0,14
maitohappo %	0,10 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	0,91 <sup>b</sup>	1,02 <sup>b</sup>
sokeri (gluk.) %	1,75	1,72	1,48	1,61
kokonais-N %	0,41 <sup>ab</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,42 <sup>ab</sup>
kokonaistypestä %				
ammonium-N	3,63	5,31	4,45	4,51
liukoinen-N	49,2	54,4	47,4	38,0

Jätekuidun lisääminen alensi puristemehun muodossa tapahtuvia säilöntätappioita. Koska puristemehu sisältää runsaasti tuhkaa ja orgaanisen aineksen helppoliukoisia osia, oli luonnollista, että jätekuitu alensi varsinkin tuhkaan ja hiilihydraatteihin kohdistuvia tappioita. Tuorepainohävikki aleni suoraviivaisesti sitä pienemmäksi mitä enemmän raaka-aineseoksessa oli jätekuitua (koe 1). Yli-suuri jätekuituannostus (50 % ka:sta) aiheutti kuitenkin 20-30 %:n annostusta suuremman käymisen rehussa ja nosti orgaanisen aineen hävikkejä optimitasosta (taulukko 5).

Taulukko 5. Raaka-aineen säilöntähävikit % kokeessa 1.

	S ä i l ö r e h u			
	1	2	3	4
Jätekuitua %				
raaka-aineseoksesta	50	30	10	0
Hävikin kohde				
-tuorepaino	11,4	17,2	27,3	33,1
-kuiva-aine	10,0	3,6	13,3	18,0
-tuhka	3,0	1,8	18,9	26,0
-org.aine	10,5	3,8	12,7	17,2
-raakavalk.	23,5	14,9	15,8	17,6
-r-hiilihydr.	9,6	3,0	13,6	19,3

Kaikissa rehuissa päästiin jätekuitulisäyksillä pienempiin säilöntätappioihin kuin vastaavissa kontrollisäilörehuissa. Esimerkiksi kokeessa 1 kontrollisäilörehun kuiva-ainehävikki oli 18 %, mutta 30 % raaka-aineseoksen kuiva-aineesta jätekuitua sisältävän säilörehun vain 3,6 %. Kokeessa 2 jätekuitusäilörehujen keskimääräinen kuiva-ainetappio oli vain

1,6 % eli vajaa viidennes kontrollisäilörehun vastaavasta (9,3 %). Kokeessa 3 keskimääräinen kuiva-ainetappio oli 6,2 %. Kokeessa 4 jätekuituruohosäilörehun kuiva-ainehävikki oli 2,6 % ja vastaavan naattisäilörehun 6,0 %. Samassa kokeessa olki-ruohosäilörehun kuiva-ainehävikki oli 8,7 % ja olki-naattisäilörehun 17,3 %. Jätekuitulisäyksellä päästiin siis alempiin kuiva-ainehävikkeihin kuin oljella (taulukko 6).

Taulukko 6. Raaka-aineen kuiva-ainehävikit % säilönnän aikana.

	S ä i l ö r e h u			
	1	2	3	4
Koe 1	10,0	3,6	13,3	18,0
Koe 2	2,1	0,9	1,9	9,3
Koe 3	5,1	5,7	9,2	4,8
Koe 4	2,6	8,7	6,0	17,3

Jätekuitulisäys nosti säilörehun raakakuitupitoisuutta ja alensi raakavalkuaispitoisuutta. Vaikka jätekuitu sitoi-kin puristemehussa tuhkaa ja typpettömiä uuteaineita rehuun, alensi se ko. pitoisuuksia rehun kuiva-aineessa voimakkaasti, sillä se itse sisältää niitä kovin vähän (taulukko 7).

Ensimmäisessä kokeessa jätekuitulisäys paransi säilörehun sulavuutta ja rehuarvoa selvästi. Jätekuidun osuuden kasvassa rehun kuiva-aineen, orgaanisen aineen, raakakuidun ja raakahiilihydraattien sulavuus parani johdonmukaisesti. Jätekuidun ja puristemehun seoksessa oli näiden ainesten sulavuus siis parempi kuin ruohosäilörehussa. Raakavalku-aisen sulavuus aleni jätekuidun osuuden noustessa. Samanaikaisesti myöskin typpitase aleni korkeammilla jätekuitu-

annostuksilla jopa negatiiviseksi (taulukko 8). Hiilihydraattifraktion hyvän sulavuuden ansiosta jätekuitusseoksilla saatiin kaikissa kokeissa vähintään yhtä hyvä täyttävyyttä (1,06-1,49 kg ka/ry) kuin kontrollisäilörehuisissa. Rehun sulavan raakavalkuaisen määrä niin kuiva-aineesissa kuin rehuksiköissäkin sensijaan laski jätekuitulisyksestä (taulukko 8).

Lehtipuusulfaattitehtaan (Kaukas) jätekuidulla, joka oli tehokkain puristemehun sitoja, oli selvästi positiivisin vaikutus säilörehun sulavuuteen ja rehuarvoon. Muutkin jätekuidut paransivat rehun raakakuidun sulavuutta, mutta alensivat vastaavasti muiden ainesten sulavuutta yhtä paljon, joten niiden lisäämisellä ei ollut vaikutusta säilörehun energia-arvoon. Sulavan raakavalkuaisen määrää ne alensivat yhtä paljon kuin Kaukaan jätekuikutkin (taulukko 8).

Olkisäilörehujen orgaanisen aineen sulavuus oli merkittävästi huonompi kuin jätekuitusäilörehujen. Jätekuidun hiilihydraatit, varsinkin raakakuitu, näytti olevan selvästi oljen vastaavia paremmin sulavia. Jätekuitu-ruohosäilörehun täyttävyyttä (1,26 kg ka/ry) oli selvästi olkea tai naatteja sisältäneiden rehujen täyttävyyttä parempi (taulukko 8).

Jätekuitulisyys alensi säilörehun maittavuutta päseillä. Mikäli jätekuitu oli eroteltavissa rehusta pyrkivät eläimet jättämään jätekuidun viimeiseksi tai kokonaan syömättä. Melassileikejauhon ja jäännösmelassiliemen sekoittaminen tasaisesti jätekuituun oli vaikeaa, eikä näillä lisäaineilla parannettu jätekuidun maittavuutta ratkaisevasti.

Myöskin mullit pyrkivät erottelemaan jätekuitua säilörehusta. Kuitenkin mullit söivät säilörehua 3 kg:n ohra-annoksen ohessa keskimäärin 3,32 kg ka/pv. Tällä dieetillä ne saavuttivat peräti 1294 gramman keskimääräisen päiväkasvun. Keskimäärin 194-332,5 kiloisten eläinten kasvut olivat sulavuuskokeiden rehuarvot huomioiden normien ylärajoilta.

	R e h u			
	1	2	3	4
Koe 1 Jättekuitua % ka:sta	50	30	10	0
Kuiva-ainetta %	27,11 <sup>c</sup>	23,10 <sup>b</sup>	18,17 <sup>a</sup>	16,66 <sup>a</sup>
Kuiva-aineessa %				
tuhkaa	8,17	8,11	8,51	8,86
raakavalkuaiista	7,10 <sup>a</sup>	9,93 <sup>a</sup>	14,65 <sup>b</sup>	18,06 <sup>c</sup>
raakarasvaa	2,14 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>	4,86 <sup>b</sup>	6,13 <sup>c</sup>
raakakuitua	59,27 <sup>c</sup>	52,41 <sup>c</sup>	39,84 <sup>b</sup>	28,71 <sup>a</sup>
N-vap.uuteain.	23,31 <sup>a</sup>	26,48 <sup>a</sup>	32,12 <sup>b</sup>	38,24 <sup>c</sup>
raakahiilihydr.	82,58 <sup>c</sup>	78,89 <sup>c</sup>	71,96 <sup>b</sup>	66,95 <sup>a</sup>
Koe 2 Seoksen kuituliete	Kaukas	Rosenlew	Rauma-Repola	-
Kuiva-ainetta %	26,29 <sup>b</sup>	28,64 <sup>b</sup>	28,28 <sup>b</sup>	22,57 <sup>a</sup>
Kuiva-aineessa %				
tuhkaa	7,41 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>	7,87 <sup>a</sup>	8,34 <sup>b</sup>
raakavalkuaiista	14,26 <sup>a</sup>	14,88 <sup>a</sup>	13,50 <sup>a</sup>	21,74 <sup>b</sup>
raakarasvaa	3,15 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	5,79 <sup>c</sup>	4,33 <sup>b</sup>
raakakuitua	41,88 <sup>b</sup>	38,01 <sup>b</sup>	39,10 <sup>b</sup>	22,44 <sup>a</sup>
N-vap.uuteain.	33,30 <sup>a</sup>	35,96 <sup>a</sup>	33,73 <sup>a</sup>	43,15 <sup>b</sup>
raakahiilihydr.	75,18 <sup>b</sup>	73,97 <sup>b</sup>	72,83 <sup>b</sup>	65,60 <sup>a</sup>
Koe 3 Lisäaineet	Melassi- leiket+ Viherhappo	Melassi- leike	Jäännös- melassi+ Viherhappo	Jäännös- melassi
Kuiva-ainetta %	30,84	30,02	29,73	30,04
Kuiva-aineessa %				
tuhkaa	9,32 <sup>ab</sup>	8,94 <sup>a</sup>	10,26 <sup>c</sup>	10,08 <sup>bc</sup>
raakavalkuaiista	11,88	12,90	13,96	14,71
raakarasvaa	4,61	4,71	4,59	4,60
raakakuitua	37,36	34,25	35,40	33,78
N-vap.uuteain.	36,83 <sup>a</sup>	39,20 <sup>b</sup>	35,80 <sup>a</sup>	36,83 <sup>a</sup>
raakahiilihydr.	74,19	73,45	71,20	70,61
Koe 4 Raaka-aineet	Ruoho+ jätek.	Ruoho+ olki	Naatti+ jätek.	Naatti+ olki
Kuiva-ainetta %	21,87	19,67	20,42	19,40
Kuiva-aineessa %				
tuhkaa	7,08 <sup>a</sup>	9,51 <sup>b</sup>	10,84 <sup>bc</sup>	12,23 <sup>c</sup>
raakavalkuaiista	13,89 <sup>b</sup>	15,23 <sup>b</sup>	11,75 <sup>a</sup>	14,05 <sup>b</sup>
raakarasvaa	4,99	4,33	2,54	2,94
raakakuitua	43,24 <sup>b</sup>	31,22 <sup>a</sup>	39,82 <sup>b</sup>	27,11 <sup>a</sup>
N-vap.uuteain.	30,80 <sup>a</sup>	39,72 <sup>bc</sup>	35,05 <sup>ab</sup>	43,67 <sup>c</sup>
raakahiilihydr.	74,04	70,94	74,87	70,78

Taulukko 8. Säilörehujen sulavuudet in vivo ja rehuarvot <sup>44</sup>

Koe 1 Jättekuitua % ka:sta	R e h u				
	1	2	3	4	
	50	30	10	0	
Sulavuudet %					
kuiva-aine	75,43	73,00	72,46	69,91	
orgaaninen aine	79,66	77,51	76,06	74,30	
raakavalkuainen	47,44 <sup>a</sup>	57,37 <sup>ab</sup>	68,58 <sup>bc</sup>	69,64 <sup>c</sup>	
raakarasva	57,59 <sup>a</sup>	64,49 <sup>ab</sup>	69,68 <sup>ab</sup>	73,64 <sup>b</sup>	
raakakuitu	88,91 <sup>b</sup>	85,44 <sup>ab</sup>	81,74 <sup>ab</sup>	79,13 <sup>a</sup>	
N-vap.uuteaineet	69,40	71,33	73,56	72,94	
Kuiva-aineen syönti g/pv	743	814	794	845	
N-tase g/pv	-1,66 <sup>a</sup>	-0,70 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	3,18 <sup>b</sup>	
Täyttävyyys kg ka/ry	1,06 <sup>a</sup>	1,13 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>bc</sup>	1,23 <sup>c</sup>	
g srv/ry	37 <sup>a</sup>	65 <sup>b</sup>	119 <sup>c</sup>	155 <sup>d</sup>	
Koe 2 Seoksen kuituliete	Kaukas	Rosenlew	Rauma-Repola	-	
Sulavuudet %					
kuiva-aine	65,16	61,22	63,07	64,67	
orgaaninen aine	68,57	64,83	66,17	67,45	
raakavalkuainen	56,74 <sup>a</sup>	54,17 <sup>a</sup>	59,23 <sup>a</sup>	68,41 <sup>b</sup>	
raakarasva	71,90 <sup>ab</sup>	69,51 <sup>a</sup>	74,45 <sup>b</sup>	71,61 <sup>ab</sup>	
raakakuitu	73,35 <sup>b</sup>	67,93 <sup>b</sup>	67,62 <sup>b</sup>	57,30 <sup>a</sup>	
N-vap.uuteaineet	66,88 <sup>ab</sup>	63,88 <sup>a</sup>	66,32 <sup>ab</sup>	71,89 <sup>b</sup>	
Kuiva-aineen syönti g/pv	1216	1278	1248	1351	
N-tase g/pv	-1,95 <sup>a</sup>	-0,54 <sup>ab</sup>	-2,46 <sup>a</sup>	3,56 <sup>b</sup>	
Täyttävyyys kg ka/ry	1,39	1,49	1,44	1,43	
g srv/ry	113	120	115	213	
Koe 3	Lisäaineet	Melassi-leiket+ Viherhappo	Melassi-leike	Jäännös-melassi+ Viherhappo	Jäännös-melassi
Sulavuudet %					
kuiva-aine	66,87	65,39	67,76	67,30	
orgaaninen aine	69,51	68,05	69,79	69,64	
raakavalkuainen	56,70	61,01	63,84	65,40	
raakarasva	64,30	65,03	64,39	64,82	
raakakuitu	71,36	65,31	69,87	68,71	
N-vap.uuteaineet	72,40	72,80	72,56	72,34	
Kuiva-aineen syönti g/pv	881	988	885	885	
N-tase g/pv	-0,31	1,15	0,18	0,46	
Täyttävyyys kg ka/ry	1,40	1,43	1,42	1,42	
g srv/ry	94	113	126	137	

Koe 4	Raaka-aineet	Ruoho+ jättekuitu	Ruoho+ olki	Naatti+ jättekuitu	Naatti+ olki
Sulavuudet %					
	kuiva-aine	70,93 <sup>b</sup>	62,38 <sup>a</sup>	67,43 <sup>b</sup>	59,57 <sup>a</sup>
	orgaaninen aine	75,63 <sup>d</sup>	66,26 <sup>b</sup>	70,60 <sup>c</sup>	61,56 <sup>a</sup>
	raakavaalkuainen	64,93 <sup>b</sup>	71,03 <sup>b</sup>	53,82 <sup>a</sup>	64,96 <sup>b</sup>
	raakarasva	57,47 <sup>ab</sup>	60,61 <sup>b</sup>	13,14 <sup>a</sup>	52,82 <sup>ab</sup>
	raakakuitu	83,67 <sup>d</sup>	66,91 <sup>b</sup>	75,88 <sup>c</sup>	55,74 <sup>a</sup>
	N-vap.uuteaineet	71,13 <sup>ab</sup>	64,62 <sup>a</sup>	73,81 <sup>b</sup>	64,30 <sup>a</sup>
	Kuiva-aineen syönti g/pv	1055	894	1204	1001
	N-tase g/pv	2,90	1,60	1,70	2,67
	Täyttävyyys kg ka/ry	1,26 <sup>b</sup>	1,47 <sup>c</sup>	1,40 <sup>b</sup>	1,63 <sup>d</sup>
	g srv/ry	113 <sup>b</sup>	159 <sup>c</sup>	88 <sup>a</sup>	150 <sup>c</sup>

## TULOSTEN TARKASTELU

Koska jätekuitujen koostumus riippuu monesta tekijästä ja rehuna käytettäessä koostumus tulisi tietää tarkkaan, analysoitiin näytteitä tässäkin tutkimuksessa runsaasti. Rehuna jätekuidussa kiinnostaa sen hiilihydraattifraktio. Lehtipuissa on hemiselluloosaa ja pentosaaneja enemmän kuin havupuissa (BENDER, ym. 1970 ja SAARINEN, ym. 1959). Kaukaan tehdas käytti lehtipuuta raaka-aineena enemmän kuin muut. Sieltä saatujen jätekuitujen pentosaanipitoisuus olikin selvästi korkein. Ligniinipitoisuuteen vaikuttaa raaka-aineen ohessa myöskin massan valkaisu (BAKER, ym. 1973). Kuitenkin melko selvästi Kaukaan kuituliete sisälsi vähiten ligniiniä. Tuhkapitoisuuksissa oli melkoisia eroja tehtaiden välillä. Kuparista, lyijystä ja kadmiumista tehtiin yksi poikkeavan korkea havainto kustakin. Keskimäärin raskasmetallipitoisuudet olivat rehuihin sopivia ja USA:ssa (BELYEA, ym. 1979 ja MILLETT, ym. 1973) saatuja alhaisempia.

Kuivattujen kuitulietteiden puristeidensidontaominaisuuksista ei ole saatavilla aikaisempia koetuloksia. Lehtipuuta raaka-aineena käyttävän Kaukaan tehtaan jätekuitu oli muita kuohkeampaa. Kun se lisäksi sisälsi muita vähemmän tuhkaa ja pihkaa, oli odotettua, että se satoi puristemehua tehokkaimmin. Sama todettiin myöskin laboratorioskokeissa vedellä (SÖDERHJELM, 1977). Jauhamalla tosin muidenkin jätekuitujen sidontakykyä voitiin parantaa.

Jätekuitujen puristeidensidontateho ja siitä saatava hyöty riippuu luonnollisesti säilörehun raaka-aineen vesipitoisuudesta. Näissä kokeissa käytettiin märkää ruohoa ja naatteja. Tarvittava jätekuidun määrä riippuu raaka-aineen kosteudesta, sekä siitä kuinka tarkkaan puristemehu pitää sitoa. Tulosten perusteella ruohon seassa sopiva jätekuidun määrä on 20 - 30 % seoksen kuiva-aineesta. Kun ruohon kuiva-ainepitoisuus oli 20 % riitti 28 % jätekuitua raaka-aineseoksessa sitomaan kaiken puristemehun.



Edellämainitulla seoksella rehut säilyivät hyvin. Jätekuiduissa oli joskus hometta, mutta virheikäymistä ei tapahtunut. Päinvastoin käyminen ja säilöntätappiot olivat jätekuituja sisältäneissä rehuissa selvästi kontrollirehuja alhaisemmat. Keskimääräinen kuiva-ainehävikki neljänä koevuonna 20 - 30 % jätekuitua sisältäneissä säilörehuissa oli n. 4 %. Kontrolliruohosäilörehujen keskimääräinen kuiva-ainetappio oli 13,7 % (2 koetta).

Jätekuitujen sulavuus riippuu tehtailla käytetyistä menetelmistä ja puolajeista. Yleisesti ottaen totesi POIJÄRVI (1944) lehtipuista valmistetun sellun sulavan paremmin kuin havupuista valmistetun sellun. Lisäksi sulfaattimenetelmällä saatiin parempi sulavuus kuin sulfiittimenetelmällä. Jätekuidut ovat huonommin sulavia kuin sellumassa. Sulavuus on sitä huonompi mitä enemmän mukana on mekaanista massaa, kuorta tai sahajauhoja (MILLETT, ym. 1973).

Niinsanotut lajittelurejektijätteet ovat vähemmän kemiallisesti käsiteltyjä kuin varsinaiset kuitulietteet. Rejektijätteiden sulavuus onkin huonompi kuin kuitulietteiden (MILLETT, ym. 1973). Sellumassan ja kuitulietteiden sulavuus märehitijöillä on sitä parempi mitä vähemmän niissä on ligniiniä ja tuhkaa ja mitä enemmän niissä on hiilihydraatteja (SAARINEN, ym. 1959). Tämän vuoksi valkaistut massat ovat paremmin sulavia kuin valkaisemattomat. HVIDSTEN [1945, (ref. HEAD, 1961)] sai sulavuuden ja ligniinipitoisuuden väliseksi riippuvuudeksi: ka:n sulavuus-% =  $84,9 - 1,5 \times \text{ligniini-\%}$ .

Jos sellumassan ligniinipitoisuus on korkea, sulavat lehtipuista valmistetut massat paremmin kuin havupuista valmistetut massat. Jos ligniinipitoisuus on alle 7 %, on in vitro-sulavuus eri puolajeilla suunnilleen sama (BAKER, 1973).

Näissä tutkimuksissa käytetyt jätekuidut eivät sisältäneet kuorta ja sahajauhoja. Rejektijätteitä ja mekaanista massaa oli muutamissa erissä. Pässeillä parhaiten sulavaksi osoittautui Kaukaan kuituliete. Tulos oli odotettu, sillä

tämä kuituliete oli sulfaattimenetelmällä lehtipuuta käsittelevältä tehtaalta ja sen ligniinipitoisuus oli alempi kuin muiden. Se sisälsi myöskin eniten pentosaaneja, jotka ovat selluloosaa paremmin sulavia. Osa tuloksesta selittyy myös tämän kuitulietteen tehokkuudesta sitoa puristemehua. Ensimmäisestä kokeesta laskivat SÖDERHJELM ja LAMPILA (1976) Kaukaan kuitulietteen orgaanisen aineen näennäiseksi sulavuudeksi 83,5 % ja täyttävyydeksi 1,13 kg ka/ry. Laskentamenetelmän mukaisesti näihin lukuihin vaikuttaa kuidun pidättämä puristemehu. Keskimäärin kuitulietteiden kanssa valmistetut säilörehut olivat rehuarvoltaan yhtä hyviä kuin kontrollisäilörehut.

MILLETT, ym. (1973) tutkivat Saanen-vuohilla kolmen erilaisen jätekuidun sulavuutta pääasiassa sinimailasheinäjauhoa sisältävissä dieeteissä. Seosten sulavuus oli sitä parempi mitä enemmän seoksissa oli jätekuitua. Tulosten perusteella ekstrapoloiden he saivat jätteen kuiva-aineen ja hiilihydraattien sulavuuksiksi: lajittelurejekti 66 ja 80 %, parenkymijäte 50 ja 58 % sekä valkaistu lehtipuu-sulfiittijäte 80 ja 88 %. Viimemainitut olivat lähes puhdasta selluloosaa.

MILLETT, ym (1973) tutkivat mulleilla mäntyä käyttävän sellutehtaan jätekuidun sulavuutta 0 - 65 %:n jätekuituannostustasoilla. Jätekuitu korvasi dieeteissä lähinnä heinää. Jätekuitu alensi jonkin verran dieetin sulavuutta. Ekstrapoloiden saatiin jätekuidun kuiva-aineen, raakakuidun ja hiilihydraattien sulavuuksiksi 43, 33 ja 58 %. In vivo sulavuudet ovat alempia kuin in vitro sulavuudet varsinkin hienojakoisilla jätekuiduilla, jotka ilmeisesti kulkevat nopeasti ruoansulatuskanavan läpi.

DINIUS ja BOND (1975) tutkivat lehtipuuta käyttävän sellutehtaan kuitulietteen sulavuuden mulleilla. Mullit söivät keskimäärin 1,1 kg kuiva-ainetta päivässä. Mullit olivat tässä kokeessa lievästi negatiivisessa tyypitaseessa. Yleensäkin jätekuidun sulattaminen kuluttaa valkuaista ja alentaa myös perusrehun typen hyväksikäyttöä. POIJÄRVI (1943) on todennut kilon rehuselluloosan sulatukseen tarvittavan 20 - 40 grammaa lisää sulavaa valkuaista. HVIDSTEN (1940) totesi siihen tarvittavan 45 grammaa.

Jätekuitu maittoi päseille ja mulleille huonommin kuin muu säilörehu. Samanlaisen tuloksen sai MILLETT, ym. (1973) mulleilla. DINIUS ja BOND (1975) ja FRITSCHER, ym. (1976) sensijaan saivat nollakuidun maittamaan rehuseoksissa hyvin mulleille.

MILLETTin, ym. (1973) kokeessa kasvoivat mullit kontrollirehulla 0,77 kg/pv. Valkaisematonta sulfaattisellutehtaan jätekuitua saaneet eläimet söivät enemmän, mutta kasvoivat merkitsevästi ( $P < 0,05$ ) hitaammin (= 0,54 kg/pv) kuin kontrolliryhmän eläimet (taulukko 14 ja 18). Myös FRITSCHERin, ym. (1976) kokeessa kasvoivat alkupainoltaan keskimäärin 223 kiloiset mullit valkaisematonta ammoniumsulfiittitehtaan jätekuitua 72,5 % sisältäneellä dieetillä hitaammin (0,45 kg/pv) kuin sinimailasjauhoa sisältäneellä dieetillä (1,09 kg/pv).

Oma lihantuotantokokeemme on pienuutensa vuoksi vähämerkityksen. Kokeessa mullit pyrkivät lajittelemaan jätekuidun pois säilörehusta ja jättämään sen syömättä. Muutoin säilörehu maittoi hyvin ja mullit kasvoivat hyvin (1294 g/pv).

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- BAKER, A. J., MOHAUPT, A. A. & SPINO, D. E., 1973. Evaluating wood pulp as feedstuff for ruminants and substrate for *Aspergillus fumigatus*. *J. Anim. Sci.* 37, 1: 179 - 182.
- BAKER, S. B. & SUMMERSON, W. H., 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138: 535 - 554.
- BELYEA, R. L., MARTZ, F. A., McILROY, V. & KEENE, K. E., 1979. Nutrient composition and contaminants of solid cellulosic waste. *J. Anim. Sci.* 49, 5: 1281 - 1291.
- BENDER, F., HEANEY, D. P. & BOWDEN, A., 1970. Potential of Steamed Wood as a Feed for Ruminants. *Forest Products Journal* 20, 4: 36 - 41.
- DINIUS, D. A. & BOND, J., 1975. Digestibility, ruminal parameters and growth by cattle fed a waste wood pulp. *J. Anim. Sci.* 41, 2: 629 - 634.
- FRITSCHER, P. R., SATTER, L. D., BAKER, A. J., McGOVERN, J. N., VATTHAUER, R. J. & MILLETT, M. A., 1976. Aspen bark and pulp residue for ruminant feedstuffs. *J. Anim. Sci.* 42, 6: 1513 - 1521.
- HEAD, M. J., 1961. Cellulose digestibility and the rumen. In D. Lewis (Ed) *Digestive Physiology and Nutrition of the Ruminant*: Butterworths, London. 297 s.
- HUIDA, L., 1973. Quantitative determination of volatile fatty acids from rumen sample and silage by gas-liquid chromatography. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 45: 483 - 488.
- HVIDSTEN, H., 1940. Trecellulose som fôr till mjølkekyr. *Norsk Landbruk* 6: 434 - 439. (Ref. SAARINEN, P. ym. 1959).
- , 1940. Beretn. Foringsforsøk n:o 60; Meld. Norg. *Landbr. Høisk.* 26, 43 (Ref. HEAD, M. J. 1961).
- McCULLOUGH, H., 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clin. Chem. Acta.* 17: 297 - 304.
- MILLETT, M. A., BAKER, A. J., SATTER, L. D., McGOVERN, J. N. & DINIUS, D. A., 1973. Pulp and papermaking residues as feedstuffs for ruminants. *J. Anim. Sci.* 37, 2: 599 - 607.
- MO, M., 1975. Dep. Anim. Nutr., Agric. Univ. Norway. Report n:o 171.
- POIJÄRVI, J., 1943. Rehuselluloosasta hevosten ja märehtijäin rehuna. *Valt. maatal. koetoim. tied.* 196: 1 - 15. (Ref. SAARINEN, P. ym. 1959).

- POIJÄRVI, J., 1944. Beiträge zur Verdauung und Verwertung von Holzzellulose beim Schwein. Acta Agr. Fenn. 57: 1 - 53.
- SAARINEN, P., JENSEN, W. & ALHOJÄRVI, J., 1959. On the Digestibility of High Yield Chemical Pulp and its Evaluation. Acta Agr. Fennica. 94, 3: 1 - 23.
- 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.
- SÖDERHJELM, L., 1977. Kuitulietteen käyttö rehuna.. Keskuslaboratorio Oy:n seloste n:o 1310, 37 p.
- SÖDERHJELM, L. & LAMPILA, M., 1976. The use of waste fibres as absorption material in grass silage. Paper and Timber 58, 2: 41 - 46.

