



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 23/91

ERKKI JOKI-TOKOLA
Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

**Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien
muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus
pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen**

JOKIOINEN 1991
ISSN 0359-7652

Maatalouden Tutkimuskeskus
Tiedote 23/1991

ERKKI JOKI-TOKOLA

Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien
muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus
pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema
92400 RUUKKI
982-271708

Jokioinen 1991
ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
TIIVISTELMÄ.....	3
1. JOHDANTO.....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	
2.1. Koerehujen korjuu ja säilöntä.....	6
2.2. Kokeessa otetut rehunäytteet.....	7
2.3. Ruokintakoe lehmävasikoilla.....	8
3. TULOKSET	
3.1. Säilörehujen raaka-aineen koostumus.....	8
3.2. Varastoinnin vaikutus rehun koostumukseen.....	10
3.3. Rehujen säilöntätappiot.....	11
3.4. Säilörehujen säilönnällinen laatu.....	12
3.5. Säilörehujen mikrobiologinen laatu.....	14
3.6. Ruokintakoe lehmävasikoilla.....	16
4. TULOSTEN TARKASTELU	
4.1. Raaka-aineen koostumus.....	17
4.2. Rehun koostumus.....	18
4.3. Säilöntätappiot.....	19
4.4. Säilörehujen säilönnällinen ja hygieeninen laatu.	22
4.6. Ruokintakoe.....	25
5. PÄATELMÄT.....	25
KIRJALLISUUS	26

TIIVISTELMÄ

Selostettavassa kokeessa tutkittiin keväällä rehun esikuivauksen sekä paalien muovitustavan ja syksyllä paalien varastointipaikan ja muovitustavan vaikutusta pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen.

Kevätrehun kuiva-ainepitoisuus oli lyhyemmän esikuivausajan jälkeen 26,2 % ja pitemmän esikuivausajan jälkeen 43,9 %. Rehupaalit säilöttiin muovisäkkiin tai ne käärittiin neljän tai kuuden muovikelmukerroksen sisään. Kaikki paalit varastoitiin ulos.

Syysrehujen kuiva-ainepitoisuus oli esikuivauksen jälkeen 26,2 %. Rehupaalit muovitettiin samoin kuin keväällä, mutta puolet paaleista varastoitiin ulos ja puolet rakennuksen sisälle.

Tuoreempana paalattujen kevätrehujen kuiva-ainepitoisuus oli varastoinnin päätyttyä 22,3 %. Kuivempana paalattujen rehujen kuiva-ainepitoisuus oli vastaavasti 37,5 %. Syksyllä paalattujen rehujen kuiva-ainepitoisuus oli varastoinnin jälkeen 22,8 %.

Keväällä tuoreempana korjattujen rehujen kuiva-ainehävikki oli 15,7 % ja kuivempana korjattujen rehujen 15,0 % säilötystä kuiva-ainemäärästä. Syksyllä ulos varastoitujen rehujen kuiva-ainehävikki oli keskimäärin 18,0 % ja sisään varastoitujen rehujen 11,0 %. Säkitettyjen rehujen kuiva-ainehävikki oli kevät-säilönnässä 15,0 % ja syyssäilönnässä 19,5 %. Kuuden muovikelmukerroksen sisään säilöttyjen kevätrehujen kuiva-ainehävikki oli 11,5 % ja syysrehujen 9,5 %. Neljän muovikelmukerroksen sisään säilöttyjen kevätrehujen kuiva-ainehävikki oli 19,5 % ja syysrehujen 14,5 %.

Keväällä kuivempana paalattujen käyminen oli selvästi tuoreempana säilöttyjen rehujen käymistä vähäisempää. Rehupaalien muovitustapa ei vaikuttanut käymistuotteiden pitoisuuteen rehussa.

Syysrehujen säilönnällinen laatu oli kevätrehuja heikompi. Rehupaalien varastointipaikka tai muovitustapa eivät vaikuttaneet rehun käymistuotteiden pitoisuuteen.

Kevätrehujen pinnasta otetun näytteen mikrobiologinen laatu oli selvästi paalien sisusrehun laatua heikompi. Kaikkien kevät-paalien sisältä otettujen näytteiden mikrobipitoisuus oli suurempi kuivemmissä rehuissa. Paalien pinnasta otettujen näytteiden mikrobimäärä ei riippunut samalla tavoin rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Rehupaalien muovitustapa ei vaikuttanut merkittävästi rehun mikrobiologiseen laatuun.

Useimpien syysrehuista määritettyjen mikrobien määrä oli suurempi ulos varastoiduissa rehupaaleissa. Rehupaalien kääriminen kuuden muovikelmukerroksen alle vähensi useimpien rehuista määritettyjen mikrobien määrää.

Ayrshire-hiehot söivät ruokintakokeessa eniten rehua, joka oli kääritty kuuden muovikelmukerroksen alle. Kevätrehujen maittavuus oli selvästi syysrehujen maittavuutta parempi.

1. JOHDANTO

Pyöröpaalainten käyttö säilörehun korjuukoneena on yleistynyt viime vuosina niin, että pyöröpaalauksesta on tullut pysyvä säilörehun korjuumenetelmä, jonka merkitys tulee edelleen lisääntymään. Paalaimen hankintaa perustellaan yleensä sillä, että pyöröpaalisäilörehun varastointi ei vaadi kiinteitä rehuvarastoja. Paalajaa voidaan käyttää säilörehun lisäksi myös heinän ja olkien korjuukoneena.

Pyöröpaalirehun käyttö tuo sujuvuutta eläinten ruokintaan siten, että kesän aikana korjattu nurmirehusato voidaan jakaa rehun korjuuasteen, nurmen koostumuksen tai kuiva-ainepitoisuuden mukaan eri osiin ja syöttää tiettyyn aikaan tai tietyille eläimille. Lisäksi alkukesän aikana korjattu säilörehu voidaan käyttää tarpeen vaatiessa lisärehuna myöhemmin kesällä laidunrehun mahdollisesti ehtyessä.

Pyöröpaalirehu ei ole työteknisesti pelkästään myönteinen ratkaisu. Rehun paalaus ja paalien muovitus pellolla sujuu vähällä työvoimalla ja suhteellisen nopeasti, mutta myöhemmin navetassa on kuitenkin varauduttava siihen, että silppuamaton rehu on raskasta käsitellä ja saattaa aiheuttaa ongelmia lietelantalaneve-toissa, joissa se kulkeutuu helposti lietekanaviin. Rehupaalien mahdollinen jäätyminen talvella saattaa myös vaikeuttaa rehun käyttöä ruokinnassa. Ruokintatyön helpottamiseksi on markkinoilla olemassa paalin silppuavia koneita.

Pyöröpaalisäilörehun laatu on kuitenkin sen mahdollisesti tarjoamia teknisiä etuja merkittävämpi kriteeri, kun arvioidaan menetelmän käyttökelpoisuutta. Pyöröpaalisäilörehun laatua voi oikeutetusti epäillä, sillä säilöntämenetelmä poikkeaa selvästi muista säilörehun korjuumenetelmistä. Pyöröpaalauksessa pyritään varsin korkeaan rehun kuiva-ainepitoisuuteen. Rehu korjataan silppuamatta ja varastoidaan ohuen muovikelmun alle ilman painotusta ja lisäpeitteitä. Rehun säilyminen perustuu paljolti sen korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen.

Aikaisemmin rehupaalit suljettiin muovisäkkeihin. Säkityksestä luovuttiin kuitenkin melko pian sen työläyden takia. Rehupaalit

muovitetaan nykyisin käärintälaitteen avulla. Käärintälaitteen avulla valmistetun pyöröpaalisäilörehun säilönnällisestä laadusta ja säilönnän aiheuttamista tappioista ei ole paljon kotimaisia tutkimustuloksia. Siksi Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla järjestettiin kesällä 1989 säilöntäkoee, jossa selvitettiin muovitusmenetelmien, rehun esikuivausasteen, paalien varastointipaikan ja säilöntäajankohdan vaikutuksia pyöröpaalisäilörehun laatuun ja säilöntätappioihin.

Tutkimukseen osallistuivat yhteistyökumppaneina Hankkija Maatalous OY toimittamalla korjuukokeessa käytetyt työkoneet ja Valio analysoimalla koerehut. Kokeessa olleen käärintälaitteen (Roll-Pack) käärivät rehupaalit.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. KOEREHUJEN KORJUU JA SÄILÖNTÄ

Rehut korjattiin kenttäkokeen tapaan koeruuduilta. Koeruutu muodostui kahdesta rinnakkaisesta karhosta. Kukin koejäsen sisälsi neljä kerrannetta. Koejäsenet arvottiin kentälle osaruutumallin mukaan (KUVA 1). Kevätsatoa (14.6.1989) korjattaessa kokeen pääruututekijä oli rehun kuiva-ainepitoisuus, ja osaruututekijä oli paalien muovitustapa. Syyskokeen pääruututekijä oli paalien varastointipaikka ja osaruututekijä oli paalien muovitustapa. Koe suunniteltiin tehtäväksi samalla tavoin keväällä ja syksyllä, mutta suunnitelmaa jouduttiin kuitenkin muuttamaan, koska syksyn sääolosuhteet (9.8.1989) estivät rehujen esikuivauksen.

Kevät Kuiva-ainepitoisuus						Syksy Varastointipaikka					
25 - 30 %			40 - 45 %			Ulos			Sisälle		
Muovitus- tapa			Muovitus- tapa			Muovitus- tapa			Muovitus- tapa		
Säk- ki	Kel- mu 3+3	Kel- mu 2+2	Säk- ki	Kel- mu 3+3	Kel- mu 2+2	Säk- ki	Kel- mu 3+3	Kel- mu 2+2	Säk- ki	Kel- mu 3+3	Kel- mu 2+2
n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4

KUVA 1. Keväällä ja syksyllä tehdyn pyröpaalisäilörehun säilöntäkokeen koejäsenet.

Rehut niitettiin niittomurskaimella. Puolet kevätrehuista korjattiin niittopäivänä noin kuusi tuntia kestäneen esikuivauksen jälkeen. Tuolloin korjatun rehun kuiva-ainetavoite oli 25-30 %. Loput kevätrehut paalattiin noin vuorokautta myöhemmin, jolloin rehun kuiva-ainetavoite oli 40-45 %. Lyhyemmän aikaa esikuivat-
tuja kevätrehuja kutsutaan jatkossa tuoreiksi ja pitempään kui-
vattuja rehuja kutsutaan vastaavasti kuiviksi rehuiksi.

Koerehut paalattiin muuttuvakammioisella pyöröpaalaimella (John Deere). Paalauksen yhteydessä rehuun lisättiin AIV 2-liuosta 2,5-3,0 litraa paalia kohti.

Paalit punnittiin välittömästi paalauksen jälkeen. Punnituksen jälkeen paalit suljettiin muovisäkkiin tai ne peitettiin muovikelmulla. Muovikeltu käärittiin paalin päälle niin, että paali pyöri käärinnän aikana kaksi kertaa pituusakselinsa ympäri. Ensimmäisen kierroksen aikana paalin peitti joko kaksi tai kolme muovikelmukerrosta ja toisen kierroksen jälkeen sen pinnalla oli siten tavoitellut neljä tai kuusi kelmukerrosta. Rehusäkin (Trioplast) paksuus oli 0,12 mm ja käärintämuovin (Norfolier) paksuus oli 0,025 mm.

Kevätrehut varastoitiin ulos ilman suojapeitettä. Syysrehupaaleista puolet varastoitiin ulos ja puolet rakennuksen sisälle. Varastorakennus oli heinälato.

2.2. KOKEESSA OTETUT REHUNÄYTTEET

Rehuista otettiin ensimmäinen näyte pellolla juuri ennen paalusta. Näytteestä määritettiin rehun kuiva-ainepitoisuus, kemiallinen koostumus sekä rehuarvo. Seuraava rehunäyte otettiin noin neljän varastointikuukauden jälkeen. Näytteestä määritettiin rehun kemiallinen koostumus, mikrobiologinen laatu ja rehuarvo. Kevätrehuista otettiin vielä myöhemmin ruokintakokeen yhteydessä näyte pintarehusta. Näytteestä analysoitiin rehun mikrobiologinen laatu.

Rehunäytteet otettiin näytekairalla, jonka pituus oli noin 400 mm ja läpimitta 57 mm. Näyte otettiin kaikista paaleista samasta kohtaa. Jos näyte otettiin rehun mikrobiologista laadunmäärittystä varten, näytekaira sterilisoitiin joka näytteenoton jälkeen. Rehunäytteet analysoi Valion Pohjois-Suomen aluelaboratorio Haapavedellä. Rehujen mikrobiologinen laatuanalyysin teki Valion Helsingin laboratorio.

2.3. RUOKINTAKOE LEHMÄVASIKOILLA

Koe-eläinten niukkuuden takia ruokintakokeessa ei käytetty samaa koemallia kuin säilöntäkokeessa. Ruokintakokeessa syötettiin ensimmäisen kuukauden ajan tuoreita ja toisen kuukauden ajan kuivia kevätrehuja. Kevätrehujen loputtua eläimet saivat kuukauden ajan ulos ja lopuksi kuukauden ajan sisälle varastoituja syysrehuja. Koe-eläimet olivat ay-lehmävasikoita, jotka ryhmiteltiin kolmeen ruokintaryhmään ryhmälle annetun rehun muovitus-tavan mukaan. Siten yksi ruokintaryhmä sai koko kokeen ajan sä-
kitettyä rehua, yksi ryhmä kuuden muovikelmukerroksen ja yksi ryhmä neljän muovikelmukerroksen alle säilöttyä rehua.

Eläimille annettiin säilörehun lisäksi ohraa kilo päivässä, ki-
vennäisrehua (100 g/pv) ja ADE-vitamiinilisä kerran viikossa.

3. TULOKSET

3.1. SÄILÖREHUJEN RAAKA-AINEEN KEMIALLINEN KOOSTUMUS

Rehujen raaka-ainenäyte otettiin karhosta juuri ennen paalausta. Rehun koostumukseen vaikutti siten kasvuston koostumuksen lisäksi myös niittomurskaus ja esikuivaus.

Aamulla niitetyn kevätrehun kuiva-ainepitoisuus oli iltapäivällä jo noin 26 %. Vuorokautta pitempään jatkettun esikuivauksen jäl-
keen rehun kuiva-ainepitoisuus oli lähes 44 %. Sateeton ja kuiva sää suosi esikuivausta (TAULUKKO 1).

Rehun kuiva-ainepitoisuus kohosi syksyllä puolitoista vuorokaut-
ta kestäneen esikuivauksen aikana saman verran kuin se kohosi
keväällä vain aamupäivän kestäneen kuivauksen aikana. Rehujen
esikuivausajan sää oli sateeton, mutta muutoin kostea
(TAULUKKO 1).

Keväällä kuivana neljän muovikelmukerroksen alle säilötyn rehun raaka-aine sisälsi merkitsevästi muita kevätrehuja enemmän tuhkaa (TAULUKKO 2). Säkkiin säilöttyjen syysrehujen sokeripitoisuus jäi puolestaan muita syysrehuja vähäisemmäksi (TAULUKKO 3).

TAULUKKO 1. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus kevät- ja syysrehujen korjuupäivinä.

	1. vrk			2. vrk		
	klo 9.00	15.00	21.00	klo 9.00	15.00	21.00
KEVÄT						
Lämpötila °C	11,3	15,8	14,1	14,0	19,4	19,0
Suht.kost.%	45	36	52	39	35	39
SYKSY						
Lämpötila °C	14,9	18,6	17,0	15,4	19,8	16,8
Suht.kost.%	95	84	90	91	69	80

TAULUKKO 2. Kevätrehujen raaka-aineen koostumus. Koekäsittelyjen erojen merkitsevyys on testattu varianssianalyysillä ja keskiarvojen erot Tukeyn testillä (* p<0,05 ** p<0,01). Keskiarvojen ero osaruututasolla on merkitsevä, jos keskiarvot on merkitty eri kirjaimin. Muissa taulukoissa käytetään samaa menettelyä.

KEVÄT	ESIKUIVAUS		Merk.	MUOVITUSTAPA			Merk.
	LYHYT	PITKÄ		SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	
Kuiva-aine %	26,2	43,9	***	35,1	35,1	35,0	
Kuiva-aineessa %							
Tuhka	7,4	9,0	**	7,3 ^a	7,3 ^a	9,9 ^b	*
Raakavalk.	18,7	18,6		18,9	18,7	18,4	
Raakakuitu	24,9	24,1		24,4	24,4	24,7	
Sokeri	13,5	13,2		13,4	13,4	13,2	

TAULUKKO 3. Syysrehujen raaka-aineen koostumus.

SYKSY	VARASTOINTI		MUOVITUSTAPA			
	ULOS	SISÄLLE	SÄKKI	KELMU	KELMU	Merk.
		Merk.		3+3	2+2	
Kuiva-aine %	25,8	26,5	*	26,1	26,3	26,1
<u>Kuiva-aineessa %</u>						
Tuhka	6,8	6,8	6,8	6,7	6,8	
Raakavalk.	14,9	15,3	15,3	15,0	15,1	
Raakakuitu	28,4	28,2	28,5	28,2	28,2	
Sokeri	11,4	11,4	10,6 ^a	11,8 ^b	11,7 ^b	*

3.2. VARASTOINNIN VAIKUTUS REHUN KOOSTUMUKSEEN

Kevätrehujen kuiva-ainepitoisuus väheni varastoinnin aikana. Rehun kuiva-ainepitoisuuden muutos ei riippunut merkitsevästi rehun korjuuhetken kuiva-ainepitoisuudesta tai rehupaalien muovitustavasta (TAULUKKO 4).

Neljän muovikelmukerroksen alle paalatun kevätrehun tuhkapitoisuus väheni merkitsevästi muita rehuja enemmän. Sen tuhkapitoisuus vastasi varastoinnin jälkeen muiden rehujen tuhkapitoisuutta.

Kaikkien kevätrehujen raakakuitupitoisuus kohosi ja sokeripitoisuus laski varastoinnin aikana. Rehujen raakavalkuaispitoisuus kohosi hiukan kuivempana korjatuissa, mutta laski tuoreempana korjatuissa rehuissa.

Syyrehujen kuiva-ainepitoisuus laski kevätrehujen tavoin varastoinnin aikana. Samoin rehujen varastointi vähensi niiden soke-ripitoisuutta, mutta lisäsi raakakuitupitoisuutta. Syysrehujen tuhkapitoisuus säilyi lähes samana. Rehujen varastointipaikka tai paalien muovitustapa eivät vaikuttaneet merkitsevästi rehujen koostumuksen muuttumiseen varastossa.

TAULUKKO 4. Kevät- ja syysrehun kemiallinen koostumus säilönnän ja varastoinnin jälkeen.

KEVÄT	ESIKUIVAUS		MUOVITUSTAPA				
	LYHYT	PITKÄ	Merk.	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
Kuiva-aine %	22,3	37,8	**	30,3	30,5	28,8	
<u>Kuiva-aineessa %</u>							
Tuhka	6,6	6,6		6,7	6,4	6,8	
Raakavalk.	18,3	19,3		19,0	18,6	18,7	
Raakakuitu	27,3	26,4		26,9	26,5	27,1	
Sokeri	11,4	9,7		11,3	10,6	9,7	

SYKSY	VARASTOINTI		MUOVITUSTAPA				
	ULOS	SISÄLLE	Merk.	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
Kuiva-aine %	22,0	23,6		22,6	22,6	22,3	
<u>Kuiva-aineessa %</u>							
Tuhka	7,1	6,8		7,2	6,7	6,8	
Raakavalk.	14,9	15,3		15,3	14,9	15,2	
Raakakuitu	30,7	30,6		31,0	30,4	30,6	
Sokeri	6,3	6,9		7,9	6,8	5,0	

3.3. REHUJEN SÄILÖNTÄTAPPIOT

Kevätrehujen varastoinnin aikainen kuiva-ainehävikki oli selvästi paalien painohävikkiä suurempi. Rehun kuiva-ainepitoisuus vaikutti paalien muovitustapaa vähemmän kuiva-ainehävikin määrään. Rehuista poistui kuiva-ainehävikin mukana eniten sokeria ja tuhkaa (TAULUKKO 5).

Syksyllä säilöttyjen ja käärintämuovilla peitettyjen rehupaalien paino ei keskimäärin muuttunut varastoinnin aikana. Säkitettyjen paalien paino väheni kuitenkin selvästi. Vaikka paalien muovitustapa vaikutti merkitsevästi paalien varastoinnin aikaiseen painohävikkiin, se ei kuitenkaan vaikuttanut merkitsevästi rehun kuiva-ainehävikin määrään. Kuiva-aineen mukana rehuista poistui suhteellisesti eniten sokeria. Sokerin osalta on kuitenkin kyseenalaista nimittää rehusta poistunutta sokerimäärää kokonai-

suudessaan hävikiksi, koska ainakin osa hävinneen sokerin energiasisällöstä säilyi reussa sen käymistuotteisiin sitoutuneena energiana (TAULUKKO 5).

TAULUKKO 5. Rehujen varastointitappiot.

KEVÄT	ESIKUIVAUS		MUOVITUSTAPA				
	LYHYT	PITKÄ	Merk.	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
<u>Rehu pellolla</u>							
kg/paali	716	652		686	685	681	
kg ka/paali	187	287	**	234	238	237	
ry/paali	145	220	**	184	186	178	
<u>Varastoinnin jälkeen</u>							
kg/paali	705	648	*	669	687	673	
kg ka/paali	157	243	*	200	208	193	
ry/paali	118	185	*	151	158	145	
<u>Hävikki (%:a säilötystä)</u>							
Paino	1,0	1,0		2,0 ^a	0 ^b	1,0 ^{ab}	*
Kuiva-aine	15,7	15,0		15,0	11,9	19,1	
Tuhka	25,0	34,0	*	22,9 ^a	23,7 ^a	41,8 ^b	*
Raakavalk.	17,6	12,3		14,5	12,5	17,9	
Sokeri	29,1	37,7		37,4	30,8	32,1	
Energia	18,9	15,9		18,0	14,5	19,7	
<hr/>							
SYKSY	VARASTOINTITAPA		MUOVITUSTAPA				
	ULOS	SISÄLLE	Merk.	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
<u>Rehu pellolla</u>							
kg/paali	767	749		739	750	764	
kg ka/paali	197	198		198	197	198	
ry/paali	143	145		144	144	145	
<u>Varastoinnin jälkeen</u>							
kg/paali	734	743		704	749	761	
kg ka/paali	162	176		160	177	169	
ry/paali	111	121		109	122	117	
<u>Hävikki (%:a säilötystä)</u>							
Paino	4,0	1,0		7,0 ^a	0 ^b	0 ^b	*
Kuiva-aine	17,8	10,9		19,3	9,5	14,3	
Tuhka	15,9,	11,3		15,4	9,6	15,7	
Raakavalk.	17,9	11,0		19,0	10,4	13,9	
Sokeri	53,7	46,2		60,5	39,9	49,5	
Energia	22,6	16,1		24,2	14,6	19,3	

Sekä kevät- että syysrehujen kuiva-ainehävikki kohdistui rehun energiarikkaisiin osiin, sillä rehun varastoinnin aiheuttama energiahävikki oli kuiva-ainehävikkiä suurempi. Kevät- ja syysrehujen kuiva-aine- ja energiahävikki oli suhteellisesti pienin rehupaaleissa, jotka peitettiin käärintämuovilla kuuden muovikelmukerroksen alle.

3.4. SÄILÖREHUIEN SÄILÖNNÄLLINEN LAATU

Kevätrehujen kuiva-ainepitoisuus vaikutti selvästi rehujen käymiseen, sillä tuoreena paalattujen rehujen käymistuotteiden pitoisuudet olivat, rehun ammoniakki- ja amiinipitoisuutta lukuun ottamatta, merkittävästi kuivana paalattujen rehujen pitoisuuksia korkeampia (TAULUKKO 6).

Käymistuotteiden pitoisuus jäi etenkin kuivana paalatuissa rehuissa vähäiseksi. Tuoreena paalattujen rehujenkin käyminen oli liian vähäistä, jos niiden käymisen voimakkuus ja laatu arvioidaan rehun pH-arvon perusteella.

Syksyllä ulos varastoitujen rehupaalien laatu oli sisälle varastoituja rehuja heikompi. Ulos varastoitujen rehupaalien laatua heikensi muutamien paalien säilönnän epäonnistuminen. Pahiten pilaantui yksi säkkiin säilötty paali. Sen pilaantumisen aiheutti säkin muovisiteen aukeaminen varastoinnin aikana. Rehupaalien varastointipaikka tai paalien muovitustapa eivät kuitenkaan vaikuttaneet merkittävästi rehujen pH-arvoon tai käymistuotteiden pitoisuuteen rehussa (TAULUKKO 6).

Vaikka syksyllä säilöttyjen rehujen kuiva-ainepitoisuus vastasi keväällä tuoreena säilöttyjen rehujen kuiva-ainepitoisuutta, jäi syysrehujen käyminen kevätrehujen käymistä vähäisemmäksi. Ero johtui ilmeisesti siitä, että syysrehujen varastointikausi oli kevätrehujen varastointikautta viileämpi.

TAULUKKO 6. Rehujen säilönnällinen laatu.

KEVÄT	ESIKUIVAUS		MUOVITUSTAPA			
	LYHYT	PITKÄ	SÄKKI	KELMU	KELMU	Merk.
		Merk.		3+3	2+2	
pH	4,26	5,05	**	4,65	4,65	4,67
<u>Kuiva-aineessa (%)</u>						
Maitohappo	6,10	3,24	**	4,79	4,71	4,51
Etikkahappo	0,80	0,42	*	0,66	0,59	0,59
Vapaat hapot	3,94	1,08	**	2,71	2,25	2,58
Liukoinen rv.						
%:a raakavalk.	55	41	*	48	49	47
Ammoniakki ja amiinit (%)						
liuk. rv.	24	21		24	23	21
SYKSY	VARASTOINTITAPA		MUOVITUSTAPA			
	ULOS	SISÄLLE	SÄKKI	KELMU	KELMU	Merk.
		Merk.		3+3	2+2	
pH	4,47	4,02		4,61	3,88	4,24
<u>Kuiva-aineessa (%)</u>						
Maitohappo	3,62	4,10		3,59	4,20	3,79
Etikkahappo	0,38	0,25		0,54	0,16	0,24
Vapaat hapot	3,40	3,67		3,16	3,89	3,57
Liukoinen rv.						
%:a raakavalk.	37	40		37	41	37
Ammoniakki ja amiinit (%)						
liuk. rv.	30	26		36	21	27

3.5. SÄILÖREHUJEN MIKROBIOLOGINEN LAATU

Kevätrehujen mikrobiologinen laatumääritys tehtiin sekä paalin pinnalta että sisältä otetuista rehunäytteistä. Mikrobien määrä oli aina suurempi pintanäytteissä. Rehupaalin sisältä otettujen näytteiden mikrobipitoisuus oli suurempi kuivissa kuin tuoreissa rehuissa. Ero oli kuitenkin merkitsevä vain kolibakteerien osalta. Rehupaalien muovitustapa vaikutti merkitsevästi vain hiivojen määrään pintarehussa (TAULUKKO 7).

Haitalliset voihamppo- ja kolibakteerit kykenevät lisääntymään hapettomassa ympäristössä, jos rehun puutteelliset säilöntäolosuhteet antavat siihen mahdollisuuden. Kaikkien kevätrehujen kolibakteerimäärä ylitti annetun tavoitearvon (RAURAMAA ym. 1986). Voihamppoitoiden määrä oli liian suuri vain säkitettyjen rehujen pintanäytteissä (TAULUKKO 7).

Rehun hiivojen tavoitemäärä (MUCK ym. 1991) oli homeiden määrää (RAURAMAA ym. 1986) suurempi. Hiivoja oli liian runsaasti vain kuivana säkitettyjen rehujen pintanäytteissä. Kaikkien rehujen pintanäytteet olivat puolestaan liian homeisia (TAULUKKO 9).

TAULUKKO 7. Rehujen mikrobimäärät ja mikrobien tavoitemäärä on ilmoitettu muodossa log kpl/g.

KEVÄT	ESIKUIVAUS		MUOVITUSTAPA			
	LYHYT	PITKÄ	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
Hiivat	<u>(tavoite < 5,0)</u>					
-pinta	4,2	5,3	**	5,9 ^a	3,4 ^b	4,9 ^{ab} **
-sisus	1,0	1,7		1,0	1,5	1,5
Homeet	<u>(tavoite < 2,0)</u>					
-pinta	3,6	3,4		4,0	3,4	3,0
-sisus	1,1	1,8		1,3	1,6	1,5
Klostridi-itiöt	<u>(tavoite < 2,2)</u>					
-pinta	1,9	2,0		2,3	1,9	1,6
-sisus	1,1	1,4		1,5	1,3	0,9
Kolibakteerit	<u>(tavoite < 1,0)</u>					
-pinta	3,2	2,4		3,1	1,9	3,4
-sisus	1,0	2,3	**	1,3	1,2	2,5
SYKSY	VARASTOINTITAPA		MUOVITUSTAPA			
	ULOS	SISÄLLE	SÄKKI	KELMU 3+3	KELMU 2+2	Merk.
			Merk.			
Hiivat						
-sisus	1,7	1,0	2,0	1,0	1,1	
Homeet						
-sisus	2,3	1,1	2,5	1,0	1,6	
Klostridi-itiöt						
-sisus	1,4	1,8	2,3	1,0	1,5	
Kolibakteerit						
-sisus	1,8	1,4	1,5	1,6	1,8	

Syysrehujen mikrobipitoisuuksien välillä ei ollut merkitseviä eroja. Kevätrehujen tavoin kaikkien syysrehunäytteiden kolibakteerimäärä ylitti tavoitearvon. Säkitettyjen rehupaalien klostриди-itiöiden ja homeiden määrä oli tavoitearvoa suurempi.

Useimpien syysrehuista määritettyjen mikrobien määrä oli pienempi sisälle kuin ulos varastoiduissa rehuissa. Samoin se oli pienempi kuuden muovikelmukerroksen alle säilötyissä kuin muilla tavoin muovitetuissa rehupaaleissa (TAULUKKO 7).

3.6. RUOKINTAKOE LEHMÄVASIKOILLA

Rehupaalien muovitustapa vaikutti säilörehun maittavuuten siten, että kuuden muovikelmukerroksen alle säilötyn rehun maittavuus oli paras ja säkitetyn rehun heikoin. Vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, kun säilörehun syönti laskettiin kuiva-aineen kulutuksena (kg ka/pv), mutta ero oli tilastollisesti merkitsevä ($P < 0,05$), jos eläinten säilörehun syönti suhteutettiin niiden elopainoon ($g\ ka/w^{0,75}$). Säilörehun syöntimäärien vaihtelu ei heijastunut suoraan eläinten kasvunopeuteen, koska heikoimmin maittanutta säilörehua saaneet eläimet lisäsivät energian saantiaan väkirehun syöntiä lisäämällä. Säilörehujen kemiallisen koostumuksen perusteella arvioitu maittavuus asetti rehut eläinten säilörehun syöntimäärien mukaiseen järjestykseen (TAULUKKO 8).

Vaikka taulukossa 11 ei ole esitetty erikseen kevät- ja syyrehujen syöntimääriä, on syytä todeta, että kevätrehujen maittavuus oli selvästi syyrehujen maittavuutta parempi. Rehupaalien muovitustavasta riippumatta eläimet söivät noin 25 % vähemmän syys- kuin kevätrehuja. Syysrehujen huono maittavuus johtui lähinnä syksyllä ulos varastoitujen rehujen heikosta laadusta. Kaikkien syysrehujen maittavuutta heikensi varmasti myös se, että rehupaalit jouduttiin sulattamaan ennen ruokintaa.

TAULUKKO 8. Ruokintakokeen tulokset.

	MUOVITUSTAPA		
	SÄKKI n=5	KELMU 3+3 n=5	KELMU 2+2 n=5
Alkupaino (kg)	130	132	133
Loppupaino (kg)	225	230	228
Päiväkasvu (g/pv)	785	810	788
Rehun kulutus (kg ka/pv)			
Ohra	0,80	0,75	0,75
Säilörehu	3,19	3,69	3,45
SÄILÖREHUN REHUARVOT:			
Täytävyyys	140	138	139
g srv/ry	165	160	163
SÄILÖREHUN MAITTAVUUSARVIO	96	100	98

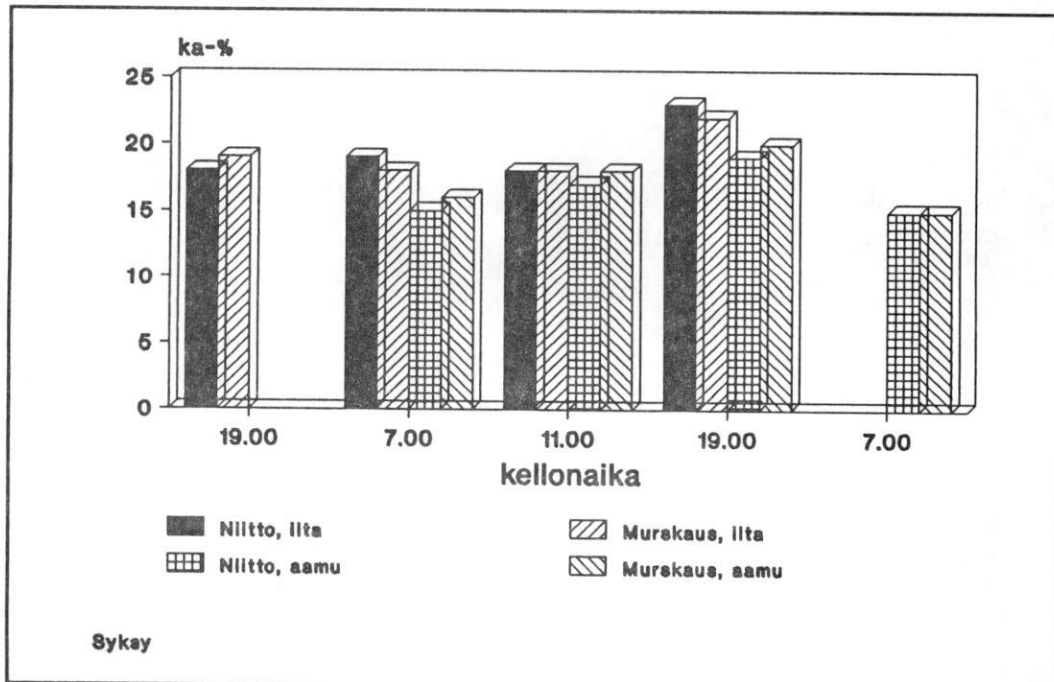
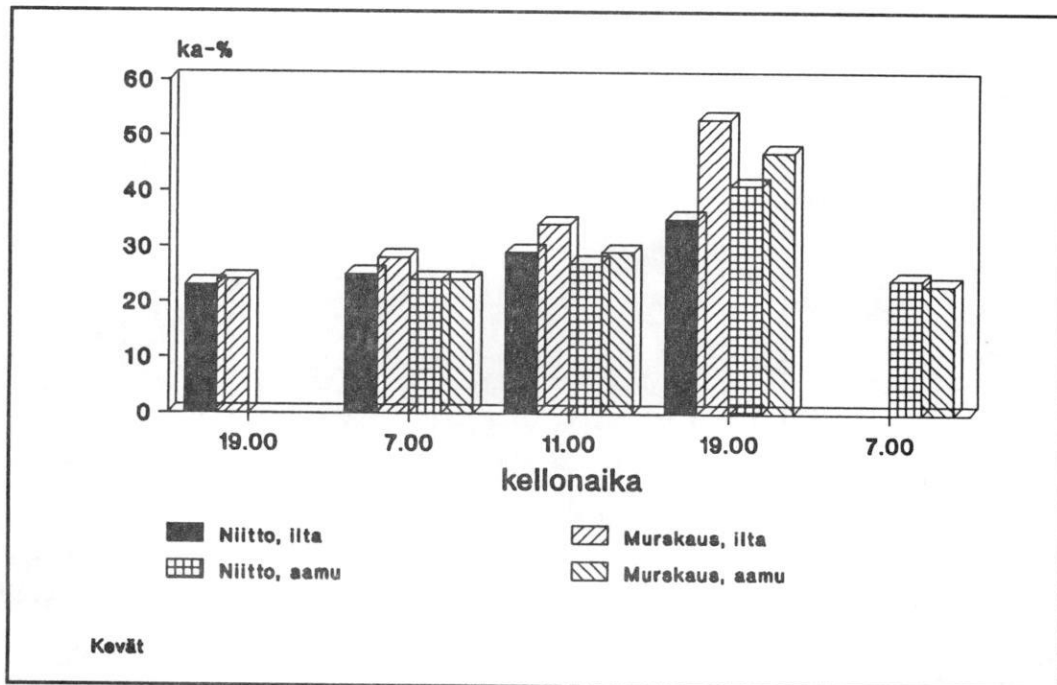
4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1. RAAKA-AINEEN KOOSTUMUS

Pyöröpaalisäilörehun haluttiin kuivata ennen paalausta 25 - 30 prosenttiin tai 40 - 45 prosenttiin. Esikuivaus onnistui kuitenkin vain keväällä.

Pyöröpaalirehun esikuivauksen pitää onnistua hyvin, sillä rehun sopiva kuiva-ainepitoisuus oli norjalaisten kokeiden mukaan 40-45 % (KJUS 1986). Ruotsalaisessa tutkimuksessa pyöröpaalisäilörehun sopivaksi kuiva-ainepitoisuudeksi todettiin 45-50 % (LINGVALL 1990). Jos rehun kuiva-ainepitoisuus ylitti 50 %, se heikensi säilörehun mikrobiologista laatua (KJUS 1986). Jos rehu paalattiin tavoiteltua kosteampana, säilöntäaineen (=muurahais-happo) käyttö paransi rehun laatua. Säilöntäaineesta oli hyötyä kuitenkin vain, jos rehun kuiva-ainepitoisuus oli alle 35 % (LINGVALL 1990).

Koska rehun kuiva-ainepitoisuus näytti olevan yksi pyöröpaalirehun laatuun keskeisemmin vaikuttava tekijä, tehtiin Ruukissa kesällä 1990 uusi koe, jossa tutkittiin säilörehun esikuivausta. Koe tehtiin kesäkuussa ja elokuussa siten, että rehu niitettiin aamulla (klo 7) ja illalla (klo 19) niittokoneella ja niittomurskaimella. Luo'on kuivumista seurattiin vuorokauden ajan. Sää muuttui molemmissa kokeissa sateiseksi kokeen loppupuolella.



KUVA 2. Niittoajan ja -laitteen vaikutus rehun kuivumisnopeuteen keväällä ja syksyllä.

Esikuivauskokeen tulos voitaneen tiivistää toteamalla, että niittomurskaus joudutti rehun kuivumista keväällä, jolloin rehu kuivui niittoajankohdasta riippumatta nopeasti. Syksyllä sää vaikutti rehun kuivumiseen paljon niittolaitetta enemmän (KUVA 2).

Niittomurskauksesta saattaa olla kuitenkin erityistä hyötyä juuri pyöröpaalisäilönnässä, koska niittomurskaus mahdollisesti lisää rehupaalien tiiviyyttä ja parantaa siten säilöntätulosta (NILSSON 1986).

4.2. REHUN KOOSTUMUS

Rehujen kuiva-ainepitoisuus laski säilönnän ja varastoinnin aikana. Saatu tulos johtui osittain rehujen kuiva-ainemäärityksen puutteellisuudesta, sillä koerehujen kuiva-ainemäärityksessä ei huomioitu veden lisäksi muiden rehusta haihtuneiden aineiden määrää. Yleensä uunikuivatun rehun kuiva-ainepitoisuutta korjataan niin, että saatuun kuiva-ainearvoon lisätään mm. osa käymistuotteina syntyneistä hapoista. Tässä kokeessa ei säilörehun kuiva-ainepitoisuutta kuitenkaan korjattu millään tavoin. Rehujen todellinen kuiva-ainepitoisuus oli siten tulosten laskennassa käytettyä pitoisuutta korkeampi.

Rehupaalien kuiva-ainepitoisuuden lasku oli jossain määrin myös todellista, sillä hiivojen ja homeiden kasvu rehussa tuottaa rehuun myös vettä (1M glukoosia+ 6M happea → 6M hiilidioksidia + 6M vettä + 677 kcal lämpöä). Homeiden ja hiivojen elintoiminnot eivät kuitenkaan kuluttaneet niin paljon rehun hiilihydraatteja, että rehun kuiva-ainepitoisuus olisi laskenut pelkästään sivutuotteena syntyneen vesimäärän takia.

Rehupaalien lisääntynyt vesimäärä saattoi olla peräisin myös ulkoilmasta. Muovikelmuilla peitetyistä paaleista pääsee ulos puristenestettä ja paaleihin puolestaan pääsee sisälle sadevettä (KJUS ja RANDBY 1990). Jos rehun lisääntynyt vesimäärä oli pelkästään sadevettä, olisi kokeessa eniten kuiva-ainepitoisuutta menettäneiden paalien muovikelmujen pitänyt läpäistä noin vii-

desosa kesäkuukausien aikaisesta sademäärästä. Sadeveden merkitys ei kuitenkaan ollut ainakaan syysrehujen osalta merkittävä, koska rehupaalien varastointi rakennuksen sisälle, ulos varastoinnin sijasta, ei hidastanut oleellisesti rehujen kuiva-ainepitoisuuden laskua varastoinnin aikana.

Pyöröpaalisäilörehun kuiva-ainepitoisuuden määrittäystä vaikeuttaa se, että rehun kuiva-ainepitoisuus paalissa vaihtelee. Myös säilöntämuovin väri vaikuttaa kosteuden jakaantumiseen paalissa (TAULUKKO 9).

TAULUKKO 9. Muovin värin ja näytteenottopaikan sijainnin vaikutus rehun kuiva-ainepitoisuuteen (OHLSSON 1986).

Muovin väri	Paalin osa	Kuiva-aine-%
MUSTA	ALAOSA	34
	YLÄOSA	36
LÄPINÄKYVÄ	ALAOSA	23
	YLÄOSA	47
VALKOINEN	ALAOSA	29
	YLÄOSA	35

Säilörehun säilöntäajankohta vaikutti näennäisesti rehun tuhkapitoisuuteen. Rehuanalyysitulosten mukaan kevätrehujen tuhkapitoisuus keskimäärin laski, kun syysrehujen tuhkapitoisuus puolestaan keskimäärin kohosi varastoinnin aikana. Ilmeisesti tuhkapitoisuuden muuttumiseen vaikuttava tekijä oli säilöntäajankohdan sijasta korjuulohkon maalaji. On nimittäin todennäköistä, että syysrehujen joukkoon pääsi multaa enemmän kuin kevätrehujen, koska syysrehut korjattiin korjuukoneita heikokosti kantaneelta turvemaalta. Rehun mukaan mahdollisesti tullut multa ei kuitenkaan näy rehun raaka-aineen kohonneena tuhkapitoisuutena, koska raaka-ainenäyte otettiin luo'olta ennen rehujen paalausta.

4.3. SÄILÖNTÄHÄVIKKI

Rehupaalien painohävikki jäi vähäiseksi. Samanlainen tulos saatiin myös aiemmassa kokeessa (OHLSSON 1986). Pyöröpaalirehun vähäinen painohävikki varastoinnin aikana johtuu siitä, että rehu ei tiivisty paalissa yhtä hyvin kuin aumassa, siilossa tai tornissa. Siksi huomattava osa rehun puristenesteestä jää rehuun lisäämään tuoreena paalattujen rehujen painoa. Norjassa tehdyssä säilöntäkokeessa tuoreena säilötystä rehusta (ka-% 14,4) irtosi puristenestettä 37,8 % säilötystä rehumäärästä, jos rehu säilöttiin siiloon. Jos vastaava rehu säilöttiin paaleihin, puristenestettä irtosi vain 4,8 % (KJUS ja RANDBY 1991). Pitkälle esikuivattujen rehupaalien painohävikki on puolestaan lähinnä kuiva-ainehävikkiä, jonka osuus paalin painosta on kuitenkin verrattain vähäinen.

Kevätrehujen kuiva-ainehävikki oli keskimäärin 15,4 % ja syysrehujen 14,4 %. Kaikkien säkitettyjen rehujen kuiva-ainehävikki oli keskimäärin 17,2 % ja kaikkien neljän muovikeltu alle säilöttyjen rehujen keskimäärin 16,7 % sekä kuuden kelmukerroksen alle säilöttyjen rehujen keskimäärin 10,7 %. Saadut tulokset vastasivat aiemmin saatuja tuloksia, sillä pyöröpaalirehun kuiva-aineen varastohävikki oli eräässä tanskalaisessa tutkimuksessa 11.1% tai 10.7%, kun rehun kuiva-ainepitoisuuden oli joko 30 % tai 50 % (SKOVBORG ja KRISTENSEN 1988). Skotlannissa tehdyssä tutkimuksessa pyöröpaalirehun kuiva-aineen säilöntähävikki oli 15-18 %, kun paalattun rehun kuiva-ainepitoisuus oli 30 % (WEDDELL ja MACKIE 1987). Ruotsalaisessa kokeessa rehun kuiva-ainehävikki oli 7-17 % (TAULUKKO 10).

Rehupaalien muovitustapa vaikutti jossain määrin kuiva-ainehäviikkiin määrään, sillä kuudella muovikelmukerroksella peitettyjen rehujen kuiva-ainehävikki jäi muita vähäisimmäksi. Paalin peitemuovin tarkoituksena on estää hapen pääsy ulkoilmasta rehuun. Muovin läpi kulkeutuvan hapen määrä riippuu kuitenkin muovin paksuuden lisäksi myös mm. muovin materiaalista, materiaalin tasalaatuisuudesta, sen valmistustekniikasta ja ympäristön lämpötilasta. Pelkästään muovipeitteen paksuutta kasvattamalla ei hapen kulkeutumista rehuun voida estää, vaan ratkaisevampaa on käytetty muovin laatu (TAULUKKO 10).

Koepaalien peittäminen käärintämuovilla ei onnistunut parhaalla mahdollisella tavalla. Syksyllä varastoitujen paalien muovikerrokset nimittäin irtaantuivat varastoinnin aikana toisistaan. Paalien tuulinen varastointipaikka vaikutti jossain määrin muovien kestävyYTEEN. Tuuli heikensi etenkin säkitettyjen rehujen säilyvyyttä, sillä voimakkaat syysmyrskyt avasivat säkkien siteitä. Yksi säkki jäi uudelleen sulkematta, mikä johti rehupaalin pilaantumisen.

Taulukko 10. Muovitustavan ja muovin laadun vaikutus säilörehun laatuun sekä säilönnän ja varastoinnin aiheuttamaan kuiva-ainehävikin määrään (LINGVALL 1990).

	Muovia kg/paali	Hapenläpäisy suhdeluku	Sieniä %:a rehun pinnasta	ka-tappio %
<u>SÄKKI 0,10 mm</u>				
1 Säkki			6	17
2 Säkkiä			9	18
<u>SÄKKI 0,12 mm</u>				
1 Säkki			5	11
2 Säkkiä			6	13
<u>MUOVIKALVO A. 0,025 mm</u>				
4 kerrosta	0,78	100	2	12
6 kerrosta	1,09	67	0	7
<u>MUOVIKALVO B. 0,025 mm</u>				
4 kerrosta	0,76	270	8	17
6 kerrosta	1,10	180	7	16

4.4. REHUJEN SÄILÖNNÄLLINEN ja MIKROBIOLOGINEN LAATU

Pyöröpaalirehun olosuhteet eivät ole otolliset rehun voimakkaalle maitohappokäymiselle. Maitohappobakteerit ottavat tarvitsemansa ravintoaineet vesiliuoksesta, johon ne vapautuvat kasvisolujen hajotessa. Kasvisolujen hajoaminen puolestaan nopeutuu, jos rehussa ei ole happea (HONIG 1978, NILSSON 1986). Rehu-paalien suhteellisen pieni tiheys kuitenkin aiheuttaa sen, että rehuun ei synny nopeasti hapetonta tilaa. Lisäksi paalirehun korkea kuiva-ainepitoisuus hidastaa ravintoaineiden kulkeutumisen.

ta rehussa, sillä kasvin solunesteiden vapautuminen ja anaerobisen maitohappokäymisen alkaminen viivästyy, kun rehumassan kuiva-ainepitoisuus ylittää 30 % (MARSH 1979).

Kevätrehujen säilyminen perustuikin ilmeisesti maitohappokäymisen lisäksi rehun korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen. Vaikka rehun kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen hillitsee myös maitohappokäymistä, se vaikuttaa onneksi vielä voimakkaammin voihapokäymiseen. Kun rehun kuiva-ainepitoisuus on 20-30 %, voihapobakteerien kasvu hidastuu rehun käymishappojen ja kosteuden puutteen takia. Jos rehun kuiva-ainepitoisuus on yli 30 % (WOOLFORD 1982) tai 40 % (JONSSON 1989), voihapobakteerien kasvu estyy kuivuuden takia

Syysrehujen säilyminen puolestaan perustui ilmeisesti maitohappokäymisen lisäksi siihen, että rehujen säilöntä tapahtui nimenomaan syksyllä. Syysrehujen varastointikausi oli viileä, mikä rajoitti ehkä hiukan rehujen virhekäymisiä.

Rehua pilaavien voihapo- ja kolibakteerien kasvu estyy, jos rehun happamuus kohoaa riittävästi. Hiivat ja homeet eroavat bakteereista siten, että ne kasvavat myös happamassa ympäristössä. Riittävästi happea saadessaan ne voivat käyttää ravintonaan käymishappoja, jolloin rehun happamuus vähenee ja rehun pilaantumisen mahdollistuu myös virhekäymisten kautta (LINDGREN 1991).

Hiivojen ja homeiden hapen saanti riippuu lähinnä paalin peitemuovin ilmatiiviyydestä, mikä puolestaan riippuu muovin laadusta, muovituksen onnistumisesta ja ympäristöolosuhteista. Ympäristöolosuhteista tärkeimpiä ovat ilmanpaineen ja lämpötilan vaihtelu sekä tuuli. Ilmanpaineen vaihtelu lisää etenkin käärintälaitteella muovitettujen rehupaalien ilmavuotoja. Tuuli puolestaan vaikuttaa enemmän säkkeihin (NILSSON 1991).

Kevätrehujen pintanäytteiden sisusnäytteitä suurempi hiiva- ja homemäärä johtui edellisen perusteella ilmeisesti siitä, että paalien peitemuovien läpäisemä happi riitti paremmin paalin pinnalla kuin sen sisässä olleiden hiivojen ja homeiden tarpeisiin. Hiivojen ja homeiden määrän lisääntyminen pintarehussa mahdollisesti samalla myös voihapo- ja kolibakteerien lisääntymisen.

Rehun silppuaminen ennen paalausta lisää merkitsevästi pyöröpaa-
lien tiheyttä ja estää siten rehun virheikäymisiä. Pohjois-Poh-
janmaan tutkimusasemalla tehtiin syksyllä 1990 säilöntäkoee, jos-
sa niittotuore nurmirehu paalattiin tavallisella kiinteäkam-
mioisella paalaimella tai vaihtoehtoisesti paalaimella, johon
rehu silputtiin paalauksen yhteydessä. Koerehuista otettujen
rehunäytteiden perusteella todettiin, että silputun rehun pH-
luku oli matalampi, sokeripitoisuus oli korkeampi ja rehun val-
kuainen oli hajonnut vähemmän kuin rehun, joka korjattiin ilman
silppuamista (TAULUKKO 11).

Norjalaisessa tutkimuksessa rehun silppuaminen paransi selvästi
sen säilönnällistä laatua (KJUS ja RANDBY 1990). Paalauksen yh-
teudessa silputun rehun pH-arvo oli selvästi alempi (3,7 ja 4,1)
ja ammoniakiksi asti hajonneen raakavalkuaisen pitoisuus hyvin
selvästi vähäisempi kuin silppuamattoman rehun (2,5 ja 6,6 %
kok.-N). Kokeessa todettiin, että pyöröpaalirehun silppuaminen
paransi esikuivausta enemmän rehun säilönnällistä laatua.

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla jatkettiin korjuuvaiheessa
silputun pyöröpaalirehun säilöntäkokeita edelleen kesällä 1991.
Tuolloin silputut rehupaalit suljettiin aumaan yhteisen muovi-
peitteen alle. Alustavien tulosten mukaan syksyllä tuoreena säi-
löttyt rehupaalit säilyivät tyydyttävästi. Vastaavalla tavalla
säilöttyt esikuivatut rehupaalit pilaantuivat kuitenkin täysin.

TAULUKKO 11. Korjuun yhteydessä silputun ja silppuamattoman
pyöröpaalirehun koostumus ja laatu.

Paaleja	Silputtu n=4	Silppuamaton n=4	Merk.
Kuiva-aine %	21.2	22.0	
<u>Kuiva-aineessa %</u>			
Raakavalkuainen	17.8	16.4	
Raakakuitu	25.6	25.5	
Sokeri	11.3	5.9	*
<u>Rehussa</u>			
pH	3.9	4.2	
Ammon.+amiineja %:a liuk. rv.	5	13	*
Paalin paino kg	948	715	*
Tiheys kg/m ³	677	511	*

4.6. RUOKINTAKOE

Pyöröpaalirehuun liittyvät epäkohdat tulivat selvästi esille ruokintakokeen siinä vaiheessa, kun kokeessa siirryttiin kevätrehujen syötöstä syysrehujen käyttöön. Koska syysrehu haluttiin korjata esikuivattuna kuten pyöröpaalirehu ohjeiden mukaan tulee korjata, jouduttiin rehun korjuuta siirtämään epävakaan sään takia viikkoa aiottua myöhäisemmäksi. Sopivan korjuusään odottele lisäsi rehun täyttävyyttä. Odottelusta huolimatta rehu jouduttiin palaamaan suhteellisen tuoreena, mikä puolestaan johti rehun voi happokäymiseen ja myöhemmin rehun jäätymiseen. Jäätymisten rehupaalien käsittely oli hankalaa, ja se heikensi osaltaan edelleen rehun laatua.

Pyöröpaalirehun eräs ongelma on rehun laatu vaihtelu, joka saattaa vähentää oleellisesti rehun syöntiä. Rehun koostumus- ja laatu vaihtelu johtuu siitä, että rehun raaka-aineen koostumus ja rehun säilöntäolosuhteet vaihtelevat helposti paaleittain.

5. PÄÄTELMÄT

Esikuivatun säilörehun valmistuksessa sääriski on suurempi kuin tuoreen rehun korjuussa. Pyöröpaalisäilörehun kuiva-ainepitoisuuden tavoitearvo (40-50 %) on niin korkea, että se voidaan varmuudella saavuttaa vain kevätrehua korjattaessa.

Jos pyöröpaalisäilörehun kuiva-ainepitoisuus jää suositeltua vähäisemmäksi, se heikentää rehun laatua. Pyöröpaalirehussa tapahtuva maitohappokäyminen on niin vähäistä, että se ei yksinään kykene estämään rehun virhe-ikäymisiä. Virhe-ikäymiset alentavat rehun maittavuutta ja lisäävät säilöntähävikkiä.

Rehun korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta on hyötyä myös ruokintavaiheessa, sillä se estää paalien jäätymisen ja rehun käsittely on muutoinkin kevyempää.

Koska ilmatiiviydellä on pyöröpaalirehun säilönnässä varsin suuri merkitys, paalien muovitustapa vaikuttaa helposti rehun

laatuun. Muovisäkkien siteiden aukeaminen sekä säkkien repeytyminen johtaa helposti koko rehupaalin pilaantumiseen. Vaikka käärintämuovin ilmanläpäisykyky riippuu enemmän muovin laatutekijöistä kuin muovipeitteen paksuudesta, käärintätulosta voidaan kuitenkin parantaa muovikerrosten lukumäärää lisäämällä.

Pyöröpaalien painohävikki säilönnän aikana on vähäinen, koska pitkälle kuivatuista rehuista ei erity puristenestettä. Puristenestettä erittyy tuoreena paalatustakin rehusta tavanomaista vähemmän, koska rehua ei painoteta. Vaikka pyöröpaalien painohävikki varastoinnin aikana jää tavanomaista pienemmäksi, se ei merkitse sitä, että rehun kuiva-ainehävikki olisi poikkeuksellisen vähäinen.

Pyöröpaalaukseen liittyviä ongelmia voidaan ilmeisesti vähentää, jos rehupaalien tiiviyyttä voidaan oleellisesti lisätä. Se on mahdollista, jos rehu silputaan paalauksen yhteydessä.

Pyöröpaalirehun käyttö ruokinnassa ei ole helppoa, jos rehupaalit jäätyvät. Muutoinkin silppuamattoman rehun käsittely on raskasta. Lisäksi se kulkeutuu helposti navetan lietekanaviin.

KIRJALLISUUSLUETTELO

HONIG, H. 1978. The influence of chopping on the fermentation process, losses and nutritive value of grass and maize silages. Fifth silage conference. Summary of papers. The Hannah Research Institute. Ayr Scotland.

JONSSON, A. 1989. The role of yeasts and clostridia in silage deterioration. Dissertation. Rapport nr. 42. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mikrobiologi, Uppsala. 160 p.

KJUS, O. 1986. Forsök med ensilering av gras i rundballer pakket i plast. NJF-seminar 92.

- & RANDBY, Å. 1990. Grass silage production by round bales. Aktuellt fra SFFL. Husdyrforsöksnytt 4.

- & RANDBY, Å. 1991. Faktorer som påvirker surförkvaliteten i rundballer. Ensilering i rundballer. NJF-seminar 201, Island.

- MARSH, R. 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. Grass and Forage Sci. 34: 1-10.
- MUCK, R.E., PITT, R.E. & LEIBENSPERGER, R.Y. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. Grass and Forage Sci. 46: 283-299.
- LINDGREN, S. 1991. Konserveringsmekanismen vid ensilering. NJF-seminar 201, Island.
- LINGVALL, P. 1990. Rundbalensilering: Rent och förtorkat en förutsättning. Husdjur 43,4: 8-9.
- NILSSON, E. 1986. Skördemetodens inflytande på grönmassans egenskaper. NJF -seminar 92.
- 1991. Inläckning av luft i ensilerde rundballer beroende på väderleksbetingelser. NJF -seminar 201.
- OHLSSON, M. 1986. Grofoder: forskning - tillämpning. SLU Rapp. Grass and Forage Reports 1.
- RAURAMAA, A., SETÄLÄ, J. & HELMINEN, J. 1986. Pyöröpaalaamallako hyvää rehua? Karjatalous 62,5: 51-52.
- SKOVBORG, E.B. & KRISTENSEN, V.F. 1988. New equipments for conservation of clovergrass. 12th General Meeting of the European Grassland Federation. Dublin.
- WEDDELL, J.R. & MACKIE, C.K. 1987. A comparison of bagged and wrapped big bale silage - storage losses and animal performance. The institute for grassland and animal production. Eight Silage Conference. Hurley.
- WOOLFORD, M.K. 1982. Additives to control silage fermentation. J. Sci Fd Agric. 33: 876.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.
2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteenä. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Hernekaurasta saatava typpilannoitusohyöty. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.

17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskoekiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykoekiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekoekiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.

9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koriste-
kasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus,
typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pih-
lajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen
itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyval-
vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-
kasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja
eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja
tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984.
29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turve-
maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-
kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoit-
uksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-
vinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri
kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoittelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p.
63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen
viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahin-
kojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu
kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset
väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa.
P. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo
säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden
huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä
v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.

23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980-85. 76 p. + 1 värikuvaliite.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasviperäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. p. 3-22, 2 liitettä.
EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttöolosuhteissa. p. 23-34, 1 liite.
ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 35-54.
ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 55-90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.
9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.

12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljosten siemenen orastumisko-
keet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-
kejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvö-
aika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkar-
jan vertailu vasikka- ja hiehokaudella säilörehu-vilja- ja
heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TAL-
VITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vai-
kutukset kevätiljosten satoon ja laatuun: kuuden koevuoden
tulokset. p. 1-61 sisältäen 3 liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality
of cereals: results after six years.
- PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin
ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. p. 62-167 sisältäen 3
liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemi-
cal properties of soil.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityy-
piltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONT-
TURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981-1988.
147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdolli-
suuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.

5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981-88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986-88. 36 p.
8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suomessa 1979-85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjakasvien tervetaimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPI, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985 - 1988. Toimittanut Katri Pakkala. 95 p.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan Ficus pumila L. pistokkaiden juurrutuksessa. p. 2-6.
 JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen ja taimien jatkokasvatusaikaan. p. 7-22.
 JUHANOJA, S. Ampelikasvien viljelyaikatauluja. p. 23-34.
 PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisäys. p.35-38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakoikeissa. 46 p.
15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä. Plasmacytos försämrad avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink. p. 1-17.
 ROUVINEN, K. Erilaisten rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla - emulgaattorien vaikutus. Fettsmältbarhet hos mink- och blårävsvalpar - inverkan av emulgerande ämnen. Digestibility of different fats in mink and blue fox kits - influence of emulsifying agents. p. 18-37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutus jätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. p. 54.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. p. 1-24.
 Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. p. 26-48.
 Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. p. 50-52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteiden ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.

21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
 22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.
 23. TOIVONEN, V. & LAMPILÄ, M. Juurikassäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. p. 2-43.
- TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Naattinauriin juurisäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. p. 44-62. Kirjallisuusluettelo p. 63-64. Liitteet p. 65-66.

1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
 2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953 - 1987. 58 p.
 3. KUMPULA, R. Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu. 61 p. + 2 liitettä.
 4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätviljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
 5. SALO, Y & PIETILÄ, E. Laari-kevätheinä. 32 p. + 2 liitettä.
 6. RIEPPONEN, L. & RINNE, S-L & HIIVOLA, S-L & SIMOJOKI, P. & SIPPOLA, J. ja TALVITIE, H. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
 7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982 - 1989. 129 p. + 2 liitettä.
 8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena p. 1-11
Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina p. 12-18
 9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59p. 9 liitettä.
 10. AURA, -E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93p.
 11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luomulajikkeet. p. 1-29.
- UUSITALO, M: Luumujen ja kirsikan virustaudit. p. 31-42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 1-24 + 1 liite.
 - JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. p. 25-32.
 - JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 33-37.

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTU-RI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983-1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevättrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe).
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli- ja puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyteen. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset siikatalouden tutkimusasemalta. 77 p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
22. AVIKAINEN, H. , HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pöyröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970-90. 116 p.

