

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 6

Elsi Ettala ja Martti Lampila:

Lehmien säilörehun syöntiin vaikuttavista tekijöistä

Elsi Ettala, Martti Lampila ja Heikki Rissanen:

Väkirehutason vaikutus lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)

KOTIELÄINHOIDON TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 6

ESIPUHE

Tiedotteessa 6 on esitetty suomenkielisenä julkaisut:

- I. Factors affecting voluntary grass silage intake by cows.
- II. Effect of concentrate level in grass silage-based dairy cattle feeding.

	Sivu
Elsi Ettala ja Martti Lempila	
I. LEHMIEN SÄILÖREHUN SYÖNTIIN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ	1-25
Elsi Ettala, Martti Lempila ja Heikki Rissanen	
II. VÄKIREHUTASON VAIKUTUS LEHMIEN SÄILÖREHUVALTAISESSA RUOKINNASSA	26-44

LEHMIEN SÄILÖREHUN SYÖNTIIN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

ELSI ETTALA ja MARTTI LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa oli 13 ruokintakoetta ja 296 ay-rotuista lehmää. Lehmät saivat vapaasti hyvälaatuista tuoretta säilörehua, 2 kg päivässä heinää ja 5 tai 10 maitokiloa ylittävän tuotannon aiheuttamasta energiatarpeesta 0, 1/3, 2/3 tai 3/3 ohraa. Keskimääräisestä kokonaiskuiva-aineen syönnistä oli säilörehua 73.6 %, heinää 10 % ja ohraa 15.4 %. Lehmät söivät säilörehun kuiva-ainetta 2.0 ± 0.4 kg ja kokonaiskuiva-ainetta 2.7 ± 0.5 kg 100 elopainokiloa kohti päivässä. Maitotuotos oli 15.9 ± 4.3 kg/lehmä/pv.

Eri tekijöiden vaikutus on laskettu lehmien sisäiseen muunteluun perustuen. Elopainon vaihtelu selitti 5.1 %, maitotuotoksen vaihtelu 6.5 % säilörehun kuiva-aineen syönnin muuntelusta. Poikimisesta kulluneen ajan vaikutus oli käyräviivainen. Poikimakerran vaikutus oli verraten vähäinen. Lehmien yksilölliset syöntierot olivat erittäin merkitsevät. Yhden ohra-kuiva-ainekilon lisäys vähensi säilörehun kuiva-aineen syöntiä n. 640 g ja vastaavasti heinäkilon lisäys n. 1150 g lehmää kohti päivässä (R^2 5.7 % ja 3.6 %). Ohralisäys kohotti kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 360 g/kg ka.

Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden nousu lisäsi säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 170 g/%-yksikkö/lehmä/pv. Raakakuitupitoisuuden ja sokeripitoisuuden kohoaminen vähensi ja typpipitoisuuden nousu lisäsi merkitsevästi säilörehun syöntiä. Etikkahapon, ammoniumtypen ja liukenevan typen pitoisuuksien nousut vähensivät merkittävästi säilörehun syöntiä ja pH:n nousu lisäsi sitä. Maitohapolla, voihapolla ja propionihapolla ei ollut syöntimääriin merkitsevää vaikutusta.

Tutkittujen tekijöiden vaihtelut ovat yhdessä selittäneet 57.2 % tuoreen säilörehun, 44.6 % säilörehun kuiva-aineen ja 68.6 % kokonaiskuiva-aineen syönnin muuntelusta. Säilörehun kuiva-aineen syöntivaihtelun kumulatiivinen selitysastetasarja oli: lehmien ominaisuudet 18.9 %, muiden rehujen osuus 32.5 %, säilörehun koostumus 42.5 % ja säilörehun laatu 44.6 %.

JOHDANTO

Viime vuosina on Suomessa pyritty nautakarjan valkuaisomavaraisuuteen. Valkuaislähteenä on runsaasti typpilannoitetusta heinäkasvinurmesta valmistettu säilörehu. Runsas säilörehun syönti on tällaisen omavaraisen ruokinnan välttämätön edellytys ja sen tähden on tarpeellista selvittää, missä määrin eri tekijät vaikuttavat säilörehun syöntiin.

Syöntiin vaikuttavat tekijät voidaan jakaa neljään pääryhmään:

1) eläimistä, 2) muusta ruokinnasta, 3) säilörehun koostumuksesta ja 4) laadusta johtuviin. Erilaiset tekijät voivat olla hyvinkin kiinteässä yhteydessä keskenään ja sen tähden niiden vaikutuksen selvittämisessä on myös toisten osuus huomioitava. Tässä julkaisussa on pyritty selvittämään useiden tekijöiden vaikutusta sekä erillisenä että yhteisesti.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koejärjestelyt

Tutkimuksessa on ollut 13 ruokintakoetta. Niissä on ollut yhteensä 296 ay-rotuista lehmää. Viisi koetta (v. 1970-75) on ollut Jokioisten kartanoissa (182 lehmää) ja Pohjois-Savon koeasemalla (80 lehmää) sekä kolme koetta (v. 1970-73) Hämeen koeasemalla (34 lehmää).

Lehmät saivat säilörehua vapaasti kaksi kertaa päivässä yksilöllisesti punnituin annoksin. Syöntiaika oli Jokioisten kokeissa 6.5 t päivässä (aamulla n. 3 t, iltapäivällä n. 3,5 t). Muissa kokeissa oli säilörehua jatkuvasti saatavana. Säilörehun ohella annettiin kaksi kertaa päivässä heinää ja ohraa. Heinää annettiin 2 kg lehmää kohti

päivässä, ohraa 5 tai 10 maitokiloa (4 %) ylittävän tuotoksen aiheuttamasta energian tarpeesta 0, 1/3, 2/3 tai 3/3 (ETTALA et al. 1976). Normeina käytettiin 0.4 ry ja 60 g srv 4 % maitokiloa kohti (ry = 0.7 tärkkelysyksikköä). Ylläpitoa varten laskettiin 500kg painavalle lehmälle 3.8 ry ja 320 g srv päivässä (POIJÄRVI 1925, 1947).

Lehmien maitotuotos punnittiin yksilöllisesti joka lypsykerralla. Maidon rasvapitoisuus määritettiin 5 päivän, valkuais- ja maitosokeripitoisuudet 10 päivän välein jokaisen lehmän kahden päivän maitoa edustavasta näytteestä (ETTALA 1976). Lehmät punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä ennen iltapäiväruokintaa kokeen alussa ja lopussa sekä koeaikana 30 päivän välein.

Säilörehut valmistettiin etupäässä runsaasti typpeä saaneista (n. 100 N/ha/sato) heinäkasvinurmista, mutta myös eri suuria typpilannoitusmääriä käytettiin (ETTALA et al. 1974, 1975 a). Korjuu tapahtui kelasilppurilla ja säilöntäaineena käytettiin happoja tai hapon ja formaldehydin seoksia (ETTALA et al. 1975 a). Säiliöt olivat 50-100 tn vetäviä tornisiiloja. Suurin osa säilörehusta oli kevätkesän satoa, osa samoihin torneihin tehtyä keskikesän tai syksyn rehua. Koerehujen syöttö alkoi loka-marraskuulla (9 koetta) tai joulutammikuulla (4 koetta). Koekauden pituus vaihteli 60-155 pv (keskimäärin 102 pv). Lehmien poikimisesta oli koekausien alkaessa kulunut keskimäärin 91 pv ja lopussa 193 pv. Lyhin aika säilörehun valmistuksesta syöttöön oli 38 pv ja pisin 324 pv. Keskimäärin syöttö alkoi 97 päivää ja loppui 258 päivää säilörehun valmistuksesta.

Säilörehusta otettiin näytteet kahden viikon välein irroitamalla siinä aikana syötettävästä rehusta (n. 0.5 m:n kerros) kapeat rehupatsaat läheltä tornin laitaa ja keskustaa sekä näiden kohtien puolivälistä. Osanäytteet yhdistettiin, sekoitettiin ja yhteisnäytteestä otettiin edustava näyte analyysijä varten. Tuoreiden säilörehunäytteiden vesiuutoksesta määritettiin haihtuvat rasvahapot, maitohappo, sokeri, ammoniumtyppi ja kylmään veteen liukeneva typpi. Rasvahapot määritettiin kaasugromatograafisesti (HUIDA 1973), maitohappo (BARKER ja SUMMERSON 1941) ja ammoniumtyppi (McGULLOUGH 1967) kolorimetrisesti, liukoinen typpi Kjeldahlin ja sokeri SOMOGYIn (1945) menetelmällä SALOn (1965) muunnosta käyttäen. Sokeri laskettiin glukoosina.

Rehun pH määritettiin elektrometrisesti näytteiden puristemehusta. Varsinainen rehuanalyysi suoritettiin standardimenetelmiä käyttäen. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuuteen, joka määritettiin kuivattamalla näytteet kuiva-ainekaapissa 105°C lämpötilassa, tehtiin korjaus lisäämällä kuiva-aineeseen voi-happo ja propionihappo 100 %:sesti sekä etikkahaposta 80 % (JARL ja HELLEDAY 1948, NORDFELDT 1955). Näytteitä on otettu yhteensä 2094.

Ohrasta ja heinästä otettiin näytteet päivittäin. Näytteet yhdistettiin kuukauden ruokintaa edustavaksi ja niistä tehtiin normaali rehuanalyysi. Lehmien syönti- ja tuotostiedot laskettiin samoilta kahden viikon jaksoilta, joilta säilörehunäytteet analysoitiin. Havaintojen lukumäärä on niin ollen myös näiden osalta 2094.

Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksen tilastollinen analysointi on suoritettu IBM 1130 tietokonea käyttäen. Eri tekijöiden vaikutusta lehmien syömiin rehumääriin on selvitetty 1) yksinkertaisilla korrelaatioilla, 2) pienimmän neliösumman varianssianalyysillä (HARVEY 1966) ja 3) askeltavalla regressioanalyysillä (DRAPER ja SMITH 1966). Täten on saatu yksinkertaisten korrelaatioiden ohella tekijöiden itsenäinen, muista tekijöistä riippumaton vaikutus syöntiin sekä merkitsevästi vaikuttaneiden tekijöiden muodostaman mallin osuus syönnin kokonaismuuntelusta.

Lehmien yksilöllistä vaikutusta syöntiin on selvitetty jakamalla pienimmän neliösumman varianssianalyysillä kokonaismuuntelu lehmien välisiin ja sisäisiin osiin. Muiden tekijöiden vaikutus on laskettu lehmien sisäiseen muunteluun perustuen.

TULOKSET

Lehmien ja säilörehujen ominaisuudet sekä lehmien syömät rehumäärät on esitetty taulukossa 1. Lehmät ovat syöneet säilörehun kuiva-ainetta 100 elopainokiloa kohti 2.0 ± 0.4 kg päivässä ja kokonaiskui-va-ainetta vastaavasti 2.7 ± 0.5 kg. Säilörehun osuus kokonaiskui-

va-aineen syönnistä on ollut $73.6 \pm 10.3 \%$. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus on vaihdellut $23.3 \pm 3.7 \%$, kuitupitoisuus $27.2 \pm 3.7 \%/ka$ ja typpipitoisuus $3.1 \pm 0.5 \%/ka$. Säilörehut ovat olleet hyvälaatuisia, mikä ilmenee mm. pienestä voihappo- ja ammoniumtyppipitoisuudesta. Eri koepaikkojen välillä ei ole ollut kovin suuria eroavuuksia.

Lehmien syömien säilörehumäärien sekä lehmien ja rehujen ominaisuuksien väliset yksinkertaiset korrelaatiot on esitetty taulukossa 2. Eri tekijäin itsenäiset, muista tekijöistä riippumattomat vaikutukset syönnin muunteluun (lehmien sisäisesti) on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Taulukossa 4 on pienimmän neliösumman varianssianalyysin tulokset kaikkien tutkittujen tekijöiden vaikutuksesta syönnin muunteluun. Siinä väkirehun (ohran) osuus on jaettu kahteen osaan. Luokkamut-tujiksi on otettu samaa maitomäärää kohti annetut erilaiset väkirehu-tasot (kts. s. 3), regressiomuuttujaksi maitotuotoksen mukaan an-nostellut ohramäärät. Taulukossa 5 on multippeliregressioanalyysin tulokset syöntiin merkitsevästi vaikuttaneiden tekijäin erillisestä ja yhteisvaikutuksesta. Siinä on ohramäärä otettu yhdeksi muuttujak-si ts. yhdistetty väkirehutasojen ja maitotuotoksen mukaan annostel-lun ohramäärän vaikutus.

Pienimmän neliösumman varianssianalyysi on laskettu myös siten, että lehmien väliset erot ovat olleet mukana. Näin on saatu mallien neliö-summat, jotka ilmaisevat lehmäyksilöitten välisiä ja sisäisiä vaihte-luja ja voitu laskea yksilöitten väliset syönnin erot (taulukon 4 ala-osa).

Lehmien ominaisuuksien vaikutus syöntimääriin on ollut merkittävin (taulukot 4 ja 5). Elopainon muuttuminen on selittänyt 3.7% tuoreen säilörehun, 5.1% säilörehun kuiva-aineen ja 2.9% kokonaiskuiva-ai-neen syönnin muuntelusta, kun syönti on laskettu eläintä kohti päi-vässä ja muuntelu ollut lehmien sisäistä (taulukko 5). Elopainon vaikutus metabolista elopainoa kohti laskettuun syönnin vaihteluun on ollut vähäistä (taulukot 2 ja 4). Maitotuotoksen vaihtelu on vai-kuttanut syöntiin jonkin verran voimakkaammin kuin elopainon muutok-set. Tuoreen säilörehun, säilörehun kuiva-aineen ja kokonaiskuiva-aineen syönnin muuntelusta maitotuotos on selittänyt 4.9 , 6.5 ja 3.7% . Poikimisesta kuluneen ajan vaikutus on ollut erittäin merkitsevä ja

Taulukko 1. Lehmien ja rehujen ominaisuuksien sekä lehmien syömien rehummäärien keskiarvot ja hajonnat

	5 koetta			5 koetta			3 koetta			Yhteensä		
	Jokioinen			Pohjois-Savo			Häme			Yhteensä		
	X	S	X	X	S	X	X	S	X	X	S	X
Lehmien ominaisuudet												
Elopaino, kg	488	48.9	455	49.0	493	50.4	477	51.7				
Maitoa (4 %), kg/lehmä/pv	16.6	4.1	15.0	4.3	15.0	4.5	15.9	4.3				
Aikaa poikimisesta, pv	135	42.5	166	63.0	167	66.1	149	55.4				
Poikimäkerta	2.8	1.6	3.3	2.1	3.7	2.2	3.0	1.9				
Säilörehujen ominaisuudet												
Kuiva-aine-%	24.9	2.7	21.5	2.5	20.7	1.3	23.3	3.1				
Reakaluitu-%/ka	26.8	3.6	27.7	3.9	27.5	3.1	27.2	3.7				
Tyyppi %/ka	2.9	0.4	3.3	0.4	3.3	0.3	3.1	0.5				
Sokeri %/ka	4.8	3.3	5.8	5.9	8.2	4.8	5.5	4.6				
pH	4.2	0.2	4.4	0.4	4.3	0.2	4.3	0.3				
Mei tohappoa, %/ka	6.2	3.3	4.3	3.1	3.1	2.9	5.2	3.4				
Etikkahappoa, %/ka	1.5	0.7	1.5	1.0	1.3	1.2	1.4	0.9				
Propionihappoa, %/ka	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2				
Voihappoa, %/ka	0.12	0.62	0.04	0.28	0.00	0.00	0.08	0.49				
Liukeneva N/kokonais-N	47.2	7.5	44.7	15.0	44.6	4.3	46.1	10.7				
NH ₃ -N/kokonais-N	4.1	1.5	3.9	2.4	2.7	1.5	3.9	1.9				
Lehmien syömät rehummäärät/pv												
Säilörehue, kg/lehmä/pv	41.2	6.3	39.1	8.6	48.9	6.2	41.2	7.7				
" , kg ka/lehmä/pv	10.1	1.7	8.2	1.5	10.0	1.4	9.4	1.8				
" , kg ka/100 elop. kg/pv	2.1	0.35	1.8	0.4	2.0	0.2	2.0	0.4				
" , g ka/kg w ^{0.75} /pv	98	15.8	84	15.9	96	11.2	93	16.8				
Ohrae, ka kg/lehmä/pv	2.3	1.8	2.0	1.7	1.5	1.1	2.1	1.7				
Heinä, ka kg/lehmä/pv	1.5	0.2	1.2	0.4	1.4	0.3	1.4	0.3				
Yhteensä, kg ka/lehmä/pv	14.0	2.0	11.4	2.4	13.0	2.1	13.0	2.5				
" , kg ka/100 elop. kg/pv	2.9	0.4	2.5	0.5	2.6	0.4	2.7	0.5				
" , g ka/kg w ^{0.75} /pv	135	19.1	116	23.3	124	17.6	127	22.4				
Säilörehue % syödystä kuiva-aineesta	73.0	10.2	73.2	10.8	78.0	7.3	73.6	10.3				
Karkearehua % syödystä kuiva-aineesta	84.0	10.9	84.1	11.7	89.0	7.7	84.6	11.1				

Taulukko 2. Korrelaatiokertoimet lehmien syömien säilörehumäärien sekä lehmien ja rehujen ominaisuuksien välillä (lehmiä 296, havaintoja 2094)

Ominaisuudet	Säilörehun syöntimäärä	
	g/kg W ^{0.75} /pv	g ka/kg W ^{0.75} /pv
<u>Lehmien ominaisuudet</u>		
Elopaino, kg	-0.08	-0.02
Maitoa (4 %) kg/lehmä/pv	+0.26 ^{xxx}	+0.13 ^x
Aikaa poikinisesta, pv	-0.21 ^{xxx}	-0.10
Poikinakerta	-0.01	-0.07
<u>Säilörehun ominaisuudet:</u>		
Kuiva-aine-%	-0.34 ^{xxx}	+0.41 ^{xxx}
Raakakuitu-%/ka	-0.11 ^x	-0.37 ^{xxx}
Typpi-%/ka	+0.14 ^x	-0.02
Sokeri-%/ka	+0.25 ^{xxx}	+0.05
pH	+0.16 ^{xx}	-0.12 ^x
Maitohappo-%/ka	-0.11 ^x	+0.18 ^x
Etikkahappo-%/ka	-0.09	-0.05
Propionihappo-%/ka	+0.06	-0.09
Voihappo-%/ka	+0.02	+0.01
Liukeneva-N %/ka	-0.13 ^x	-0.08
NH ₃ -N %/ka	-0.20 ^{xxx}	-0.11 ^x

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

Taulukko 3. Korrelaatiokertoimet säilörehun eri ominaisuuksien välillä (n = 2094)

	% kuiva-aineessa			pH	% kuiva-aineessa					NH ₃ N
	Raaka- kuitu	Typpi %	Sokeri %		Etikka happo	Propioni- happo	Voi- happo	Maito- happo	liukeneva N	
Kuiva-aine-%	-0.36	-0.18	-0.24	-0.36	+0.04	-0.21	-0.01	+0.38	+0.08	+0.11
Raakakuitu %/ka		-0.49	-0.31	+0.11	+0.13	+0.07	+0.17	-0.13	-0.28	+0.09
Typpi %/ka			+0.13	+0.25	+0.09	+0.01	-0.19	-0.09	+0.50	+0.19
Sokeri %/ka				+0.15	-0.66	+0.33	-0.13	-0.67	-0.18	-0.58
pH					+0.22	+0.09	+0.22	-0.20	-0.21	+0.24
Etikkahappo-%/ka						-0.15	+0.20	+0.55	+0.14	+0.64
Propionihappo %/ka							+0.01	-0.40	-0.06	-0.12
Voihappo %/ka								+0.04	-0.11	+0.24
Maitohappo %/ka									+0.17	+0.42
Liukeneva-N %/ka										+0.39

P < 0.05, r ≥ 0.05; P < 0.01, r ≥ 0.06; P < 0.001, r ≥ 0.08

Taulukko 4. Pienimmän neliösumman varianssianalyysin tulokset lehmien ja rehujen ominaisuuksien vaihtelun vaikutuksesta lehmien syömiin rehumääriin (vaihtelet lehmien sisäisesti)

Ominaisuudet	Säilörehue.			Kuiva-ainetta yhteensä		
	kg/lehmä/pv F R ² %	kg ka/lehmä/pv F R ² %	g ka/kg W ^{0.75} /pv F R ² %	kg/lehmä/pv F R ² %	g/kg W ^{0.75} /pv F R ² %	
<u>Regressiomuuttujat</u>						
Elopaino, kg	xxx 2.04	xxx 2.11	xx 0.19	xxx 1.20	NS	0.00
Maitoa (4 %), kg/lehmä/pv	xxx 2.05	xxx 1.88	xxx 2.52	xxx 1.07	xxx	1.49
Aikaa poikimisesta, pv ²	xxx 1.61	xxx 1.44	xxx 1.86	xxx 0.82	xxx	1.11
Aikaa poikimisesta, pv	xxx 2.76	xxx 2.58	xxx 3.27	xxx 1.47	xxx	2.02
Onnea, kg ka/lehmä/pv	xxx 0.98	xxx 0.89	xxx 1.21	xxx 0.83	xxx	1.01
Heinää, kg ka/lehmä/pv	xxx 3.25	xxx 2.66	xxx 3.20	xxx 0.11	xxx	0.16
<u>Säilörehun</u>						
kuiva-aine-%	xxx 5.67	xxx 2.11	xxx 2.45	xxx 1.20	xxx	1.55
raakakuitu-%/ka	xxx 0.54	xxx 0.40	xxx 0.50	xxx 0.23	xxx	0.30
typpi-%/ka	xxx 0.49	xxx 0.24	xxx 0.33	xxx 0.14	xxx	0.23
sokeri-%/ka	xxx 0.25	xx 0.14	xx 0.16	xx 0.08	xx	0.10
pH	xxx 0.21	x 0.10	x 0.11	x 0.06	x	0.05
maitohappo-%/ka	NS 0.01	NS 0.03	NS 0.02	NS 0.01	NS	0.02
etikkahappo-%/ka	xxx 0.34	xx 0.16	xx 0.17	xx 0.09	xx	0.10
propionihappo-%/ka	NS 0.00	NS 0.01	NS 0.01	NS 0.00	NS	0.01
voihappo-%/ka	NS 0.07	NS 0.03	NS 0.05	NS 0.02	NS	0.03
liukeneva-N-%/ka	xxx 0.21	xxx 0.26	xxx 0.36	xxx 0.15	xxx	0.23
NH ₃ -N-%/ka	xxx 0.26	xx 0.14	xx 0.18	xx 0.08	xx	0.11
<u>Luokkamuuttujat</u>						
Väkirehutasot	xxx 0.77	xxx 0.85	xxx 1.05	xxx 0.48	xxx	0.62
Poikimäkerrat	xxx 0.40	xx 0.34	xxx 0.52	xx 0.19	xxx	0.33
Koepaikat	xxx 3.26	xxx 2.53	xxx 2.82	xxx 1.44	xxx	1.75
<u>Lehmien yksilölliset erot, n. 296</u>						
Mallien neliösummat:						
Lehmien väliset	70741	4421.7	0.3258	9943.1	0.7784	
Lehmien sisäiset	53562	2949.6	0.2032	6214.0	0.4133	
virhe	26933	1365.6	0.1353	1365.6	0.1351	
F-arvot	4.05xxx	6.84xxx	5.94xxx	17.34xxx	17.68xxx	

NS, ei merkitsevä; x P < 0.05; xx P < 0.01; xxx P < 0.001

Taulukko 5. Lehmien säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syönnin muuntelun selittäminen merkittävästi syönniin vaikuttavilla tekijöillä (lehmä 296, havaintoja 2094) (vaihtelut lehmien sisäisesti)

Ominaisuudet	Säilörehua			Kuiva-ainetta yhteensä					
	b	kg/lehmä/pv t-arvo	R ² %	b	kg ka/lehmä/pv t-arvo	R ² %	b	kg/lehmä/pv t-arvo	R ² %
<u>Lehmien ominaisuudet</u>									
Elopaino, kg	+0.079	+12.7 ^{xxx}	3.7	+0.019	+13.2 ^{xxx}	5.1	+0.019	+13.2 ^{xxx}	2.9
Maitoa (4 %), kg/lehmä/pv	+1.197	+14.6 ^{xxx}	4.9	+0.273	+14.8 ^{xxx}	6.5	+0.273	+14.8 ^{xxx}	3.7
Aikaa poikimisesta, pv ²	+0.089	+9.3 ^{xxx}	2.0	+0.019	+8.7 ^{xxx}	2.2	+0.019	+8.7 ^{xxx}	1.3
Aikaa poikimisesta, pv	-0.0003	-12.2 ^{xxx}	3.4	-0.00007	-11.9 ^{xxx}	4.2	-0.00007	-11.9 ^{xxx}	2.4
Poikimäkerta	-0.771	-4.3 ^{xxx}	0.4	-0.169	-4.2 ^{xxx}	0.5	-0.169	-4.2 ^{xxx}	0.3
<u>Muut rehut</u>									
Ohraa, kg ka/lehmä/pv	-2.724	-13.4 ^{xxx}	4.1	-0.638	-13.9 ^{xxx}	5.7	+0.362	+7.9 ^{xxx}	1.0
Heinää, kg ka/lehmä/pv	-5.525	-12.1 ^{xxx}	3.3	-1.146	-11.1 ^{xxx}	3.6	-0.146	-1.4 NS	0.0
<u>Säilörehun ominaisuudet</u>									
Kuiva-aine-%	-1.110	-18.0 ^{xxx}	7.4	+0.169	+12.1 ^{xxx}	4.3	+0.169	+12.1 ^{xxx}	2.5
Tyyppi-%/ka	+2.026	+5.7 ^{xxx}	0.7	+0.361	+4.5 ^{xxx}	0.6	+0.361	+4.5 ^{xxx}	0.3
Raakakuitu-%/ka	-0.226	-4.7 ^{xxx}	0.5	-0.039	-3.6 ^{xxx}	0.4	-0.039	-3.6 ^{xxx}	0.2
Sokeri-%/ka	-0.160	-4.3 ^{xxx}	0.4	-0.025	-3.0 ^{xx}	0.3	-0.025	-3.0 ^{xx}	0.1
Ettikahappo %-ka	-1.022	-5.4 ^{xxx}	0.7	-0.181	-4.2 ^{xxx}	0.5	-0.181	-4.2 ^{xxx}	0.3
pH	+2.108	+4.2 ^{xxx}	0.4	+0.364	+3.2 ^{xx}	0.3	+0.364	+3.2 ^{xx}	0.2
Liukeneva N %/ka	-1.192	-3.1 ^{xx}	0.2	-0.322	-3.7 ^{xxx}	0.4	-0.322	-3.7 ^{xxx}	0.2
NH ₃ -N %/ka	-8.222	-3.4 ^{xxx}	0.3	-1.320	-2.4 ^x	0.2	-1.320	-2.4 ^x	0.1
Yhteensä			57.2			44.6			68.6

NS, ei merkittävä; ^xp < 0.05; ^{xx}p < 0.01; ^{xxx}p < 0.001. Koepaikkojen väliset erot on eliminoitu.

käyräviivainen. Poikimakerran itsenäinen vaikutus syöntimääriin on ollut negatiivinen (taulukko 5). Jos lehmien elopainon ja maidotuotoksen vaikutusta ei eliminoida, on syönti ollut suurinta kaksi ja kolme kertaa poikineilla (taulukko 6). Edellämainittujen ominaisuuksien lisäksi lehmien yksilölliset syöntierot ovat olleet erittäin merkitsevät (taulukko 4).

Muiden rehujen osuus on ollut toiseksi tärkein säilörehun syöntiin vaikuttava tekijäryhmä (taulukot 4 ja 5). Yhden kuiva-ainekilon ohralisäys on vähentänyt säilörehun kuiva-aineen syöntiä n. 640 g lehmää kohti päivässä. Heinäkilon vastaava vaikutus on ollut n. 1150 g. Ohralisäys on kohottanut kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 360 g:lla, mutta heinäällä ei ole ollut merkitsevää vaikutusta (taulukko 5). Ohran vaikutus on ollut erittäin merkitsevä olipa sitten kysymys väkirehutasosta tai maitotuotoksen mukaan annostellusta ohramäärästä (taulukko 4).

Säilörehun koostumus on ollut kolmanneksi tärkein tekijäryhmä. Säilörehun kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on erittäin merkitsevästi alentanut tuoreen säilörehun ja lisännyt säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntimäärää (taulukot 2 ja 5). Raakakuitupitoisuuden nousu on alentanut sekä tuoreen säilörehun että kuiva-aineen syöntimääriä. Säilörehun typpipitoisuus on vaikuttanut positiivisesti syöntiin, kun on ollut kysymys sen itsenäisestä vaikutuksesta (taulukko 5). Eliminoimattomassa aineistossa typen merkitsevä positiivinen vaikutus on ilmennyt vain tuoreen säilörehun kohdalla. Säilörehun ominaisuuksien keskinäiset yhteydet (taulukko 3) ovat vaikuttaneet hyvin selvästi sokeripitoisuuden kohdalla. Eliminoidusta aineistosta laskettaessa sokeripitoisuuden lisäys on vaikuttanut syöntiin negatiivisesti, eliminoimattomassa aineistossa vaikutus on tuoreen säilörehun syöntiin ollut erittäin merkitsevästi positiivinen.

Säilörehun käymistä ja laatua kuvaavilla ominaisuuksilla on ollut syöntiin pienempi vaikutus kuin muilla edellämainituilla tekijäryhmillä (taulukot 2, 4 ja 5). Säilörehun etikkahappopitoisuus sekä liukenevan typen ja ammoniumtypen määrät ovat kukin erikseen vähentäneet syöntiä merkitsevästi (taulukko 5). pH:n nousu on eliminoidussa aineistossa vaikuttanut syöntiä lisäävästi. Maitohapon, pro-

Taulukko 6. Lehmien keskimäärin syömä säilörehumäärä ja kokonaiskuiva-ainemäärä eri tuotantovuosina (lehmiä 296, havaintoja 2094)

Havaintoja	Poikimakerrat					
	1	2	3	4	5	6 \bar{x}
	454	580	366	292	179	223
Lehmien elopaino,	438	472	498	494	493	499
Maitoa (4 %), kg/lehmä/pv	14.5	16.9	16.8	16.0	15.0	15.1
<u>Säilörehun syönti</u>						
kg/lehmä/pv	36.9	42.6	43.1	42.3	41.6	41.7
kg ka/lehmä/pv	8.5	9.7	10.3	9.6	9.1	9.4
kg ka/100 elop. kg/pv	1.96	2.06	2.07	1.94	1.85	1.88
g ka/kg W ^{0.75} /pv	89	96	97	92	87	89
<u>Kuiva-ainetta yhteensä</u>						
kg/lehmä/pv	11.7	13.5	14.0	13.0	12.4	12.8
kg/100 elop. kg/pv	2.68	2.87	2.82	2.64	2.53	2.56
g/kg W ^{0.75} /pv	122	133	133	124	119	121

Taulukko 7. Kumulatiiviset selityksasteet lehmien syönnin nuuntelusta ominaisuusryhmittäin (vaihtelu lehmien sisäisesti)

	Kumulatiivinen R ² %		
	Säilörehua		Kuiva-ainetta
	kg/lehmä/pv	kg ka/lehmä/pv	kg/lehmä/pv
Lehmien ominaisuudet	39.5	18.9	61.5
Muut rehut	45.8	32.5	61.8
Säilörehun koostumus	55.0	42.5	67.4
Säilörehun laatu	57.2	44.6	68.6

Koepaikkojen väliset erot on eliminoitu.

pionihapon ja voihapon vaikutus on jäänyt vaille tilastollista merkitsevyyttä (taulukko 4).

Edellämainituilla tekijöillä on yhteensä kyetty selittämään 57.2 % tuoreen säilörehun, 44.6 % säilörehun kuiva-aineen ja 68.6 % kokonaiskuiva-aineen syönnin muuntelusta, kun muuntelu on ollut lehmien sisäistä (taulukko 5). Eri omianisuusryhmät ovat kohottaneet kumulatiivisia selityksasteita taulukossa 7 esitetyn lukusarjan mukaisesti.

Syöntimäärien ennustaminen olisi runsaaseen säilörehuruokintaan perustuvassa ruokintamuodossa erikoisen tärkeää. Käytännössä ei kuitenkaan voida huomioida monia eri tekijöitä eikä myöskään tunneta lehmien välisiä eroja. Jos edellä esitetyistä huomioitaisiin vain lehmien paino ja päivätuotos, tulisi tuoreen säilörehun syönnin muuntelusta selitetyksi 19.4 %, säilörehun kuiva-aineen syöntivaihtelusta 16.5 % ja kokonaiskuiva-aineen 61.6 %. Lehmien väliset vaihtelut ovat näissä selityksasteissa mukana. Jos edellämainittujen lisäksi otetaan selittäjiksi käytetty ohramäärä ja säilörehun kuiva-ainepitoisuus, ovat vastaavat selityksasteet 42.3 %, 48.7 % ja 70.8 %. Tällöin regressioyhtälöt ovat seuraavat:

$$\begin{aligned}
 1. \quad y_1 &= 0.0495 x_1 + 1.51 x_2 - 3.365 x_3 - 0.82 x_4 \\
 2. \quad y_2 &= 0.0114 x_1 + 0.354 x_2 - 0.795 x_3 + 0.226 x_4 \\
 3. \quad y_3 &= 0.0127 x_1 + 0.369 x_2 + 0.176 x_3 + 0.247 x_4,
 \end{aligned}$$

joissa

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \text{tuoreen säilörehun syönnin muuttuminen, kg} \\
 y_2 &= \text{säilörehun kuiva-aineen syönnin muuttuminen, kg} \\
 y_3 &= \text{kokonais-} \quad \quad \quad \text{" -}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \text{elopainon muuttuminen, kg} \\
 x_2 &= \text{maitotuotoksen muuttuminen, kg/lehmä/pv} \\
 x_3 &= \text{ohran saannin muuttuminen, kg ka/lehmä/pv} \\
 x_4 &= \text{säilörehun kuiva-ainepitoisuuden muuttu-} \\
 &\quad \text{minen, \%}
 \end{aligned}$$

TULOSTEN TARKASTELU

Syöntimäärä ja sen vaihtelu

Tutkimuksen verrattain laajaan aineistoon nähden on keskimääräistä säilörehun syöntimäärää, 9.4 kg ka/eläin/pv eli 2 kg/100 elop. kg/pv, pidettävä varsin runsaana. Vastaavan suuruisia tai suurempia tuoreena säilötyn säilörehun syöntimääriä on esiintynyt joissakin kokeissa (CASTLE et al. 1975, GORDON et al. 1961), mutta useimmissa ne ovat olleet pienempiä (CASTLE ja WATSON 1969, 1970, 1974; EKERN 1972; GORDON et al. 1964; MURDOCK ja HODGSON 1967; PRESTHEGGE 1959). Koelehmien kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä, 13.0 kg ka/eläin/pv eli 2.7 kg ka/100 elop. kg/pv, on ollut muiden vastaavanlaisten ruokintakokeiden syöntimäärien keskivaiheilla (2.4-3.2 kg ka/100 elop. kg/pv, CASTLE ja WATSON 1969, 1970, 1973, 1974, 1975; DIJKSTRA 1958; EKERN 1972; MURDOCK ja HODGSON 1967). Tässä tutkimuksessa käytetty väkirehumäärä on yleensä ollut pienempi kuin muissa ja vaikuttaa sekä syödyn säilörehun että kokonaiskuiva-aineen määriin.

Säilörehun syönnin vaihtelut ovat olleet huomattavan suuria (taulukko 1). Kaksinkertaisten standardipoikkeamien mukaan laskettuna (95 % lehmistä) tuoreen säilörehun syöntimäärä on vaihdellut 25.8-56.6 kg, säilörehun kuiva-aineen syöntimäärä 5.8-13.0 kg (1.2-2.8 kg/100 elop. kg/pv) ja kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä 8-18 kg eläintä kohti päivässä (1.7-3.7 kg/100 elop. kg/pv). Luvut ovat kahden viikon keskiarvoa edustavia. Mainitut ääriarvot ovat yli tai alle keskiarvojen 37-38 %. Muutamat yksilöt ovat ylittäneet nämäkin raja-arvot. Mm. 10 lehmää on syönyt tuoretta säilörehua yli 60 kg päivässä, suurin määrä oli 65.2 kg (viiden päivän keskiarvoja). Suurin säilörehun kuiva-aineen syöntimäärä viiden päivän keskiarvona oli 15.8 kg/lehmä/pv eli 3.13 kg/100 elop. kg/pv. Suurin kokonaiskuiva-aineen syöntimäärä viiden päivän keskiarvona oli 21.1 kg/lehmä/pv tai 3.86 kg/100 elop. kg/pv. EKERNin (1972) kokeissa parhaat lehmät söivät muunnettua karkearehun kuiva-ainetta 20-30 % enemmän ja heikoimmat 10-40 % vähemmän kuin vastaavien kokeiden keskimäärät. STONEn et al. (1960) tutkimuksessa vastaavat vaihtelut olivat tuoreen säilörehun syönnissä 26 % ja 20 % ja karkearehun syönnissä 34 % ja 52 %.

Syöntimäärien mukaan näyttää siltä, että 6.5 tunnin syöntiaika on ollut riittävä, koska rajattua syöntiaikaa käyttäneessä koepaikassa määrät olivat suurimmat (Jokioinen, taulukko 1). Koepaikkojen väliset erot on kuitenkin tulosten käsittelyssä eliminoitu.

Eläinten vaikutus syöntimääriin

Lehmien elopainon vaikutus lehmää kohti laskettuun säilörehun syöntiin on tässä tutkimuksessa ollut verraten suuri. Lehmän elopainon nousu esim. 10 kg:lla on lisännyt tuoreen säilörehun syöntimäärää n. 800 g:lla sekä säilörehun kuiva-aineen ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 200 g:lla päivässä (taulukko 5). Yleensäkin elopainon ja syönnin väliset korrelaatiot ovat olleet positiivisia ja kiinteitä (FOOT ja LINE 1966, HYPPÖLÄ ja HASUNEN 1970; MATHER et al. 1960; McCULLOUGH 1961; SKOVBERG & ANDERSEN 1973). Tosin KESTLERin et al. (1968) tutkimuksen mukaan elopainon ja karkearehun syöntimäärän yhteys on ollut eri roduilla erilainen. Lehmien poikimäkerralla on tässä tutkimuksessa ollut verrattain vähäinen vaikutus, kun maitotuotoksen ja elopainon vaikutus on eliminoitu (taulukot 5 ja 6). Vastaavaan tulokseen ovat tulleet myös mm. HUTH (1968) ja JOHNSON et al. (1966).

Maitotuotoksen vaihtelun vaikutus syöntiin on tässä tutkimuksessa ollut hieman suurempi kuin elopainon. Yksi kilo 4 % maitoa on lisännyt tuoreen säilörehun syöntiä n. 1.2 kg sekä säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä n. 270 g lehmää kohti päivässä (taulukko 5). Muissa tutkimuksissa on maitotuotoksen ja karkearehun syönnin välinen yhteys ollut vaihteleva. McCULLOUGH (1961); JOHNSON et al. (1966) ja STONE et al. (1960) ovat saaneet niiden välille kiinteän positiivisen yhteyden, SKOVBERG ja ANDERSEN (1973) jonkin verran lievemmän, KESTLER et al. (1968) eivät ole todenneet merkitsevää yhteyttä ja HYPPÖLÄ ja HASUNEN (1970) ovat kirjallisuustutkimuksessaan tulleet siihen tulokseen, että maitotuotoksen kohotessa muunnetun karkearehun syöntimäärä nousee lievästi. EKERN (1972) on todennut negatiivisen vuorosuhteen maitotuotoksen ja muunnetun karkearehun syöntimäärän välillä laktaatiokauden alkuvaiheessa, mutta positiivisen 14 viikon jälkeen poikimisesta. Hänen tutkimustensa mukaan muunnetun karkearehun syöntimäärä oli suurin, kun päivätuotos normi-

ruokinnalla oli 24-26 kg 4 % maitoa ja voimakkaalla ruokinnalla 18-20 kg. Ilmeisesti erot eri tutkimusten välillä johtuvat suurelta osin erilaisesta väkirehun annostuksesta. Negatiivinen vuorosuhde laktaatiokauden alussa ilmeisesti johtuu ainakin osittain siitä, että maitotuotos saavuttaa huipputasonsa aikaisemmin kuin karkearehun syöntimäärä (EKERN 1972; HUTTON 1963; McCAFFREE ja MERRILL 1968; SWANSON et al. 1967).

Poikimisesta kuluneen ajan vaikutus syöntiin on tässä esitetty erillisenä, maitotuotoksesta riippumattomana. Se on ollut erittäin merkittävästi käyräviivainen. EKERNin (1972) tutkimuksissa ei eliminointia ole suoritettu ja siinä muunnetun karkearehun syönti oli suurinta, kun poikimisesta oli normiruokinnalla kulunut 16 viikkoa ja voimakkaalla ruokinnalla n. 18-19 viikkoa. JOHNSON et al. (1966) ovat todenneet karkearehun syönnin lisääntyneen n. 15 viikkoon asti ja sen jälkeen pysyneen melko vakiona. HUTTON (1963) on todennut syönnin yleensä nousseen 21 viikkoon asti.

Lehmien yksilölliset syöntierot ovat tässä tutkimuksessa olleet erittäin merkittävät vielä sen jälkeen, kun kaikkien muiden tekijöiden vaikutus on eliminoitu (taulukko 4). Suuria syöntieroja on todettu myös monissa muissa tutkimuksissa (COPPOCK et al. 1974; EKERN 1972; FOOT ja LINE 1966; JOHNSON et al. 1966; STONE et al. 1960; WICTORSSON 1973; WIKTORSSON ja BENGTTSSON 1973). KRESS (1970) ja KRESS et al. (1971) ovat todenneet rehunkulutuksessa genotyypin ja ympäristötekijöiden yhdysvaikutusta. MATHER (1959) on koornut eri tutkimuksissa saatuja karkearehun syönnin toistuvuusarvoja ja todennut niiden vaihtelevan 0.22-0.55, kun eri vuosien syöntimääriä oli verrattu 3-4 viikon syöntijaksoina. Säilörehun syönnin toistuvuus oli 0.55. RIMM (1963) on saanut karkearehun syönnin toistuvuusarvoiksi 0.21 ± 0.14 ja 0.27 ± 0.12 sekä h^2 -arvioiksi 0.31 ± 0.33 ja 0.29 ± 0.35 . ENGLAND (1962) on todennut päivittäisen rehunkulutuksen h^2 -arvioksi naudalla 0.384. Edelläesitetyt tutkimukset viittaavat siihen, että karkearehun syöntikyky voi olla jossain määrin myös periytyvä ominaisuus, jota valinnalla voitaisiin parantaa.

Muiden rehujen vaikutus syöntimääriin

Ohralisäys on tässä tutkimuksessa vähentänyt säilörehun kuiva-aineen syöntiä n. 640 g/kg ka/lehmää kohti päivässä. Se on kenties hieman suurempi kuin eri tutkimuksissa keskimäärin saatu. Tavallisimmin vähennys on vaihdellut n. 0.2-1.0 kg ka/kg ka (CAMPLING ja MURDOCK 1966; CASTLE ja WATSON 1975; FOOT ja LINE 1966; FORBES ja IRWIN 1970; MATHER et al. 1960; McCULLOUGH 1961; MURDOCK ja HODGSON 1967; WILKINSON 1969). EKERN (1972) on todennut väkirehun alentaneen karkearehun syöntiä enemmän varhaisella laktaatiokaudella (n. 0.9 kg ka/kg ka) kuin laktaatiokauden keskivaiheessa (0.5-0.3 kg ka/kg ka). MÄKELÄ (1956) on tullut siihen tulokseen, että yhden väkirehukilon syöntimäärä vastaa 0.5 kg karkearehua. Kokonaiskuiva-aineen syöntiä ohralisäys on tässä tutkimuksessa kohottanut n. 360 g/kg ka/lehmää kohti päivässä. KESLER ja SPAHR (1964) ovat todenneet energian saannin sekä WIKTORSSON ja BENGTTSSON (1973) kokonaiskuiva-aineen syönnin olevan suurimmillaan, jos väkirehun osuus kokonaissyönnistä on n. 45-60 %.

Heinän syönnin lisääntyminen on vähentänyt säilörehun kuiva-aineen syöntiä vähän enemmän kuin mitä heinästä on saatu kuiva-ainetta (n. 1150 g/kg ka). Kokonaiskuiva-aineen väheneminen ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä. Vähemmän täyttävissä ruokinnoissa heinälisä ei ole vähentänyt säilörehun syöntiä yhtä voimakkaasti. McCULLOUGH (1961) ja MURDOCK ja HODGSON (1967) ovat todenneet yhden heinän kuiva-ainekilon laskeneen säilörehun syöntiä 0.3-0.7 kg ka/lehmä/pv, EKERN (1972) kokonais kuiva-aineen syöntiä n. 0.9 kg.

Säilörehun koostumuksen vaikutus syöntimääriin

Kuiva-ainepitoisuuden nousu yhdellä prosenttiyksiköllä on vähentänyt tuoreen säilörehun syöntiä n. 1.1 kg ja lisännyt säilörehun ja kokonaiskuiva-aineen syöntiä vastaavasti n. 170 g (taulukko 5). Kuiva-ainepitoisuuden kohoaminen on yleensä lisännyt säilörehun kuiva-aineen syöntimäärää (CHRISTIANSEN et al. 1971; GORDON et al. 1961, 1964; HARRIS et al. 1966; HOFMANN et al. 1970; JACKSON ja FORBES 1970; KIRCHGESSNER et al. 1972; McCULLOUGH 1961; PRESTHEGGE 1959; THOMAS et al. 1961; SKOVBORG & ANDERSEN 1973; WARD et al. 1966; WELLMANN 1966;

WILKINS et al. 1971). Kuitenkaan sitä ei ole todettavissa kaikissa kokeissa (EKERN 1972; ETTALA et al. 1975 b). THOMAS et al. (1961) ovat tulleet siihen tulokseen, että kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin on osittain välillistä, koska se vaikuttaa säilörehun käymistuloksiin.

Säilörehun kuitupitoisuuden kohoaminen on vähentänyt erittäin merkittävästi niin tuoreen säilörehun kuin kuiva-aineenkin syöntimääriä (taulukot 2 ja 5). Myös muissa tutkimuksissa on kuitupitoisuuden tai yleensä soluseinäainemäärien lisääntyminen vähentänyt syöntiä (BERNER 1959, CHRISTIANSEN et al. 1971; McCULLOUGH 1961, 1962; Van SOEST 1964; WILSON ja McCARRICK 1966). Kenties tähän samaan ilmiöön liittyy se, että säilörehun typpipitoisuuden kohoaminen on lisännyt syöntiä (taulukko 5). Typpirikas säilörehu on näet ollut vähemmän kuitua sisältävää (taulukko 3). Myös McCULLOUGH (1961) ja WILKINS et al. (1971) ovat todenneet säilörehun typpipitoisuuden nousun lisänneen säilörehun syöntiä. Huomattava valkuaispitoisuuden nousu on aiheuttanut jonkin verran myös syönnin vähenemistä (CASTLE ja WATSON 1969; ETTALA et al. 1974; McCULLOUGH 1962), mikä ilmeisesti on yhteydessä erilaisiin käymistuloksiin runsaasti tai vähän valkuaista sisältäneissä rehuissa (ETTALA et al. 1974; GORDON et al. 1964).

Säilörehun laadun vaikutus syöntimääriin

Etikkahappo, ammoniumtyppi ja liukeneva typpi ovat vähentäneet säilörehun syöntiä merkittävästi (taulukko 5), vaikka niiden määrät säilörehussa olivat vähäisiä (taulukko 1). Etikkahapolla ja/tai ammoniumtyypellä on todettu olleen vastaavanlainen vaikutus monissa tutkimuksissa (BROWN ja RADCLIFFE 1972; GORDON et al. 1961, 1964; JACKSON ja FORBES 1970; WILKINS et al. 1971).

Säilörehun sokeripitoisuus, maitohappopitoisuus ja pH-arvo ovat kytkeytyneet niin voimakkaasti toisiinsa ja muihin käymistuloksiin (taulukko 3), että niiden vaikutus syöntiin on riippunut oleellisesti siitä, onko muiden vaikutus eliminoitu vai ei (taulukot 2, 4 ja 5). Eliminoidussa aineistossa maitohappo ei ole vaikuttanut syöntiin merkittävästi (taulukko 4). Sen vaikutus on vaihdellut muissakin tut-

kimuksissa. GORDON et al. (1964); KIRCHGESSNER et al. (1972) ja WILKINS et al. (1971) ovat todenneet maitohapon vaikuttaneen syöntiin positiivisesti, JACKSON ja FORBES (1970) käyräviivaisesti ja GORDON et al. (1971) ei merkitsevästi. Ilmeisesti on kysymys erilaisista maitohappomääristä, sillä korkean kokonaishappamuuden on todettu merkitsevästi vähentäneen syöntiä (GORDON et al. 1961; WILKINS et al. 1971). Myös pH:n vaikutus syöntiin on vaihdellut. Sen nousu on lisännyt (BROWN ja RADCLIFFE 1972) tai vähentänyt (GORDON et al. 1964; McCULLOUGH 1961) syöntiä tai jäänyt vaille vaikutusta (GORDON et al. 1961; WILKINS et al. 1971). Vaihtelut ovat ymmärrettäviä, koska korkea pH voi toisaalta olla merkki vähäisestä käymisestä, toisaalta virheikäymisestä. Tämä kahdenlainen merkitys on tullut esille osassa tämän tutkimuksen aineistoa, koska osa rehuista on säilötty formaldehydipitoisilla säilöntäaineilla, osa hapoilla (ETTALA et al. 1975 a ja b).

Voihappo ja propionihappo eivät tässä tutkimuksessa ole vaikuttaneet merkitsevästi syöntimääriin (taulukko 4). Ilmeisesti se johtuu niiden vähäisestä esiintymisestä rehuissa (taulukko 1). GORDON et al. (1964) ja KIRCHGESSNER et al. (1972) ovat todenneet voihamon, BROWN ja RADCLIFFE (1972) ja GORDON et al. (1961, 1964) propionihapon alentaneen merkitsevästi syöntiä.

Syönnin ennustaminen

Käytännössä ei voida huomioida monia eri tekijöitä eikä tunneta lehmien välisiä eroja, kun suunnitellaan ruokintaa. Sentähden on tyydyttävä muutamaan helposti määritettävissä olevaan ominaisuuteen. JOHNSON et al. (1966) ovat saaneet maitotuotoksen, elopainon ja elopainon muutoksen avulla selitetyksi 39 % ja STONE et al. (1960) 25 % kärkearehun syönnin muuntelusta. Tässä on elopainon ja maitotuotoksen avulla kyetty selittämään säilörehun kuiva-aineen syöntivaihteluista vain 16.5 %, kokonaiskuiva-aineen syönnin vaihtelusta kuitenkin 61.6 % (s. 13). Kun edellämainittujen lisäksi selittäjiksi otettiin käytetty väkirehumäärä ja säilörehun kuiva-ainepitoisuus, vastaavat selityksasteet olivat 48.7 % ja 70.8 %, joita voidaan pitää jo varsin tyydyttävinä. McCULLOUGH (1961) on saanut elopainon, maitotuo-

toksen ja säilörehun kuiva-ainepitoisuuden avulla selitetyksi 54 % säilörehun kuiva-aineen syöntivaihteluista.

BREIREM et al. (1959) ovat suositelleet kuiva-aineen syönnin ylärajaksi kotovaraisessa ruokinnassa 3 kg/100 elop. kg/pv, kun on kysymys laskelmista käytännön olosuhteisiin. Tässä saadut tulokset tukevat tuota suositusta. Kenties säilörehun kuiva-aineen syönnin ylärajana voidaan käytännön olosuhteissa pitää tässä saatua keskimääräistä syöntimäärää 2 kg/100 elop. kg/pv.

KIRJALLISUUTTA

- BARKER, S. B. & SUMMERSON, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138: 535-554.
- BERNER, W. D. 1959. Untersuchungen über die Ursachen der schwankenden Futteraufnahme bei Milchkühen. Diss. 101 p. Giessen.
- BREIREM, K., HOMB, T., PRESTHEGGE, K. & ULVESLI, O. 1959. Some results from 15 years research on grassland products in the feeding of ruminants. *Meld. Norg. Landbr. høgsk.* 38, 9, 33 p.
- BROWN, D. C. & RADCLIFFE, J. C. 1972. Relationship between intake of silage and its chemical composition and in vitro digestibility. *Aust. J. Agric. Res.* 23: 25-33.
- CASTLE, M. E. & WATSON, J. N. 1969. The effect of level of protein in silage on the intake and production of dairy cows. *J. Brit. Grassl. Soc.* 24: 187-192.
- & WATSON, J. N. 1970. Silage and milk production, a comparison between grass silages made with and without formic acid. *J. Brit. Grassl. Soc.* 25: 65-70.
- & WATSON, J. N. 1973. Silage and milk production. A comparison between wilted grass silages made with and without formic acid. *J. Brit. Grassl. Soc.* 28: 73-80.
- & WATSON, J. N. 1974. Red clover silage for milk production. *J. Brit. Grassl. Soc.* 29: 101-108.
- & WATSON, J. N. 1975. Silage and milk production. A comparison between barley and dried grass as supplements to silage of high digestibility. *J. Brit. Grassl. Soc.* 30: 217-222.
- CAMPLING, R. C. & MURDOCH, J. C. 1966. The effect of concentrates on the voluntary intake of roughages by cows. *J. Dairy Res.* 33: 1-11.
- CHRISTIANSEN, B., SKOVBOG, E. B. & ANDERSEN, E. 1971. Konserverede graesmarksafgrøder til malkekøer I. 2. beretn. Faellesudvalg. *Stat. Planteavl og Husd. brugsfors.* 46 p., København.
- COPPOCK, C. E., EVERETT, R. W., SMITH, N. E., SLACK, S. T. & HARNER, J. P. 1974. Variation in forage preference in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 39: 1170-1179.
- DIJKSTRA, N. D. 1958. Vergelijkende proefnemingen omtrent winning en voeding van melasse-silage, voordroogsilage en schuurgedroogd hooi. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 64: 1-44.
- DRAPER, N. R. & SMITH, H. *Applied Regression Analysis.* John Wiley & Sons, Inc. New York-London-Sydney (1966) 407 p.
- ENGLAND, N. C. 1962. Genetic and environmental factors influencing appetite in beef cattle and the relation of appetite to rate and efficiency of gain. Diss. Abstr. 22, 10, 3331. Oregon State University, U.S.A.
- EKERN, A. 1972. Feeding of high yielding dairy cows. III Roughage intake in high yielding cows when fed grass silage ad libitum. *Meld. Norg. Landbr. høgsk.* 51, 32, 30 p.

- ETTALA, E. 1976. Factors affecting the composition of milk. I. Effect of energy and protein levels in grass silage- and pasture-based diets. Ann. Agric. Fenn., painossa.
- , LAMPILA, M. & RISSANEN, H. 1976.
- , POHJANHEIMO, O., HUIDA, L. & LAMPILA, M. 1975 a. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. I. Preservation and composition of silages. Ann. Agric. Fenn. 14: 286-303.
- , POHJANHEIMO, O., LAMPILA, M. 1975 b. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. II Intake and nutritional value of silages. Ann. Agric. Fenn. 14: 304-318.
- , TAKALA, M. & LAMPILA, M. 1974. Tyypilannoitustasot lypsylehmien säilörehuruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 18: 51-59.
- FOOT, A. S. & LINE, C. 1966. The consumption of hay and grass silage by Friesian milking heifers on high and low intakes of concentrates. Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki p. 584-587.
- FORBES, T. J. & IRWIN, J. H. D. 1970. Silage for winter fattening. J. Brit. Grassl. Soc. 25: 96-103.
- GORDON, C. H., DERBYSHIRE, J. C., WISEMAN, H. G., KANE, E. A. & MELIN, C. G. 1961. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. J. Dairy Sci. 44: 1299-1311.
- , DERBYSHIRE, J. C., WISEMAN, H. G. & JACOBSON, W. C. 1964. Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci. 47: 987-992.
- HARRIS, C. E., RAYMOND, W. F. & WILSON, R. F. 1966. The voluntary intake of silage. Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki p. 564-568.
- HARVEY, W. R. 1966. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. ARS 20-8. Agric. Res. Service, U. S. Dept. of Agric. 157 p.
- HOFMANN, P., MÜLLER, H. L., KIRCHGESSNER, M., KESTLER, J. & AVERDUNK, G. 1970. Trockensubstanzgehalt von Grassilage und Silageverzehr bei Milchkühen. Wirtschaftseigene Futter 16: 253-257.
- HUTH, F-W. 1968. Futteraufnahmevermögen und Nährstoffverwertung bei schwarzbunten Kühen. Schriften d. MPI f. Tierz. u. Tierern. Mariensee, 34.
- HUIDA, L. 1973. Haihtuvien rasvahappojen kvantitatiivinen määrittäminen pötsinesteestä ja säilörehusta kaasunestekromatograafisesti. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 45: 483-488.
- HUTTON, J. B. 1963. The effect of lactation on intake in the dairy cow. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 23: 39-52.
- HYPPÖLÄ, K. & HASUNEN, O. 1970. Dry matter and energy standards for dairy cows. Acta Agr. Fenn. 116, 1, 59 p.
- JACKSON, N. & FORBES, T. J. 1970. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. Anim. Prod. 12: 591-599.

- JARL, F. & HELLEDAY, T. 1948. Ensileringsförsök och utfodringsförsök med ensilage II. Stat. Husd. förs. Medd. 37: 1-63.
- JOHNSON, W. L., TRIMBERGER, G. W., WRIGHT, M. J., VAN VLECK, L. D. & HENDERSON, C. R. 1966. Voluntary intake of forage by Holstein cows influenced by lactation, gestation, body weight and frequency of feeding. J. Dairy Sci. 49: 856-864.
- KESLER, E. M. & SPAHR, S. L. 1964. Physiological effects of high level concentrate feeding. J. Dairy Sci. 47: 1122-1128.
- KESTLER, J. von, KIRCHGESSNER, M., AVERDUNK, G., HOFMANN, P. 1968. Körpergewicht, Milchleistungen und Futteraufnahme bei Milchkühen. Züchtungskunde 40: 102-107.
- KIRCHGESSNER, M., MÜLLER, H. L. & HEMMINGER, R. 1972. Zum Einfluss der Gärssäuren in Grassilage auf die Futteraufnahme von Milchkühen. Wirtschaftseigene Futter 18: 114-118.
- KRESS, D. D. 1970. Genetic-environmental interactions for growth, feed consumption, reproductive performance and production traits of identical and fraternal twin beef cattle. Diss. Abstr. int.B, 31: 700 B. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 1972, 40, 3, 2982).
- , HAUSER, E. R. & CHAPMAN, A. B. 1971. Genetic-environmental interaction in identical and fraternal twin beef cattle. III. Weight change, feed consumption and production traits during lactation. J. Anim. Sci. 33: 1198-1205. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 1972, 40, 3, 2985).
- MATHER, R. E. 1959. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization. J. Dairy Sci. 42: 878-885.
- , BREIDENSTEIN, C. P., POULTON, B. R. & BONNINGTON, G. H. Jr. 1960. High levels of grass silage for milk production with no grain, medium, and high grain feeding. 1. Intake, milk production and body weight changes. J. Dairy Sci. 43: 358-370.
- MCCAFFREE J. D. & MERRILL, W. G. 1968. Effects of feeding concentrates to maintain body weight of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. 51: 561-566.
- MCCULLOUGH, M. E. 1961. A study of factors associated with silage fermentation and dry matter intake by dairy cows. J. Anim. Sci. 20: 288-291.
- 1962. Some factors influencing intake of direct-cut silage by dairy cows. J. Dairy Sci. 45: 116-117.
- MCCULLOUGH, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin. Chem. Acta 17: 297-304.
- MURDOCH, J. C. 1967. Factors affecting the voluntary intake of silage and hay. J. Brit. Grassl. Soc. 22: 95-99.
- MURDOCK, F. R. & HODGSON, A. S. 1967. Milk production response of dairy cows fed high-moisture grass silage. I. Effect of varying levels of hay and concentrate. J. Dairy Sci. 50: 57-61.
- MÄKELÄ, A. 1956. Studies on the question of bulk in the nutrition of farm animals with special reference to cattle. Acta Agr. Fenn. 85, 130 p.

- NORDFELDT, S. 1955. Ensileringsförsök. Prövning av kolhydratrika tillsatsmedel jämte salter av olika slag och AIV-vätska. Stat. Husd. förs. Medd. 58: 1-95.
- POIJÄRVI, I. 1925. Mjölkkornas näringbehov. Maatal. koelait. Tiet. Julk. 26. 77 p. Helsinki.
- 1947. Lypsylehmien valkuaistarpeesta ja sen tyydyttämistä. Käyt. Maatalous 9: 226-227.
- PRESTHEGGE, K. 1959. Forsøk med grasprodukter til storfe. 93. beretn. Landbr. høgsk. Føringförsök 237 p.
- RIMM, A. A. 1963. Some effects of heredity and environmental on appetite in dairy animals. Diss. Abstr. 23, 11, 4046. Rutgers-The State University, 1962. U.S.A.
- SALO, M. L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1-102.
- SKOVBORG, E. B. & ANDERSEN, P. E. 1973. Konserverade graesmarksafgrödor til malkekøer II. 4. beretn. Faellesudvalg. Stat. Planteavl. og Husd. bruksfors. 46 p., København.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. 481 p. New York.
- STONE, J. B., TRIMBERGER, G. W., HENDERSON, C. R., REID, J. T., TURK, K. L. & LOOSLI, J. K. 1960. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 43: 1275-1281.
- SWANSON, E. W., HINTON, S. A. & MILES, J. T. 1967. Full lactation response on restricted vs. ad libitum roughage diets with liberal concentrate feeding. J. Dairy Sci. 50: 1147-1152.
- THOMAS, J. W., MOORE, L. A., OKAMOTO, M. & SYKES, J. F. 1961. A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. J. Dairy Sci. 44: 1471-1483.
- VAN SOEST, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24: 834-843.
- WARD, G. M., BOREN, F. W., SMITH, E. F. & BRETHOUR, J. R. 1966. Relation between dry matter content and dry matter consumption of sorghum silage. J. Dairy Sci. 49: 399-402.
- WELLMANN, U. 1966. A comparison of the dry-matter intake of silage and hay by cattle. Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki p. 568-570.
- WIKTORSSON, H. 1973. Feeding dairy cows during the first part of lactation. I. Comparison of ad libitum versus restricted feeding of hay and concentrate. Swed. J. Agric. Res. 3: 153-160.
- & BENGTTSSON, A. 1973. Feeding dairy cows during the first part of lactation. II. Comparison of ad lib. feeding of wilted hay crop silage and concentrate blended or separate. Swed. J. Agric. Res. 3: 161-166.

- WILKINS, R. J., HUTCHINSON, K. J., WILSON, R. F. & HARRIS, C. E.
1971. The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. *J. Agric. Sci. Camb.* 77: 531-537.
- WILKINSON, J. M. 1969. The voluntary intake of silage by ruminants. *J. Univ. Newcastle/Tyne Agric. Soc.* 23: 28-30.
- WILSON, R. K. & McCARRICK R. B. 1966. Apparent dry-matter digestibility, voluntary food-intake and yields of dry matter of mixed swards, conserved as artificially dried grass and tetrapod hay, at progressive stages of maturity. *Proc. 10th Int. Grassl. Congr. Helsinki* p. 371-379.

VÄKIREHUTASON VAIKUTUS LEHMIEN SÄILÖREHUVALTAISESSA RUOKINNASSA

ELSI ETTALA, MARTTI LAMPILA ja HEIKKI RISSANEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

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

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

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

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

JOHDANTO

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

AINEISTO JA MENETELMÄT

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

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

Ruokintakokeet toteutettiin faktoriaalisen koekaavion mukaisesti, jossa

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

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

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

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

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

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

TULOKSET

Rehunkulutus ja ravinnon saanti

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

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

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

Taulukko 1. Rehujen koostumus ja laskettu rehuarvo

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

1) mukana apilaa

Taulukko 2. Lehmien päivittäinen rehunkulutus

Kokeet ja ohran annostustasot	Lehmiä	Ohraa		Säilörehua		Heinää		Yhteensä			
		kg ka	S	kg	X	kg ka	S	kg ka	S		
<u>Kokeet 1-2</u>											
1. 0-taso	16	0	-	43.5 ^{bode}	4.6	11.2 ^{bode}	1.5	1.6 ^a	0.1	12.8 ^d	1.5
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	15	4.4	0.6	44.7 ^{ce}	4.2	11.5 ^{ce}	1.5	1.6 ^a	0.0	13.7 ^e	1.7
3. 267 g/	16	11.4	1.6	41.9 ^{abde}	4.5	10.8 ^{abde}	1.8	1.6 ^a	0.0	14.0 ^e	1.8
4. 400 g/	15	14.8	2.1	40.7 ^{ad}	5.2	10.5 ^{ad}	1.6	1.6 ^a	0.1	14.2 ^e	1.7
<u>Koe 3</u>											
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	12	6.75	0.8	40.1 ^f	4.0	10.2 ^f	1.2	1.5 ^a	0.1	12.4 ^{ad}	1.2
2. 400 g/	12	11.6	1.5	39.2 ^{ef}	4.5	9.9 ^{ef}	1.2	1.4 ^a	0.1	12.9 ^{ade}	2.0
3. 267 g/	12	17.6	2.3	37.1 ^{de}	2.5	9.4 ^{de}	0.7	1.4 ^a	0.2	13.1 ^{abde}	1.0
4. 400 g/	12	24.2	3.4	34.7 ^d	4.2	8.8 ^d	1.1	1.5 ^a	0.1	13.7 ^{be}	1.7
<u>Kokeet 4-5</u>											
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	24	22.0	3.3	43.8 ^e	5.8	10.3 ^e	1.2	1.5 ^a	0.2	15.0 ^a	1.7
2. 400 g/	24	27.2	4.1	40.8 ^{de}	5.0	9.6 ^{de}	1.0	1.5 ^a	0.2	15.1 ^a	1.3
3. 400 g/	24	31.6	5.0	39.9 ^d	5.4	9.3 ^d	1.0	1.5 ^a	0.2	15.8 ^a	1.8

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

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

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

Rehuannoksen koostumus

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

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

Taulukko 3. Laskelmat energia- ja valkuaismääristä lehmää kohti päivässä

Kokeet ja ohran annostustasot	Ohra		Säilörehu		Heinä		Yhteensä		Saanti-tarve	
	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g	ry	srv, g
<u>Kokeet 1-2</u>										
1. 0-taso	-	-	8.3 ^{bde}	1317 ^{de}	0.9 ^a	93 ^e	9.2 ^{ad}	1410 ^a	-0.5 ^{ad}	+207 ^a
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	0.7	57	8.5 ^{ce}	1360 ^e	0.9 ^a	92 ^{de}	10.1 ^{de}	1510 ^a	+0.3 ^{bde}	+297 ^a
3. 267 g/	1.8	160	7.9 ^{abde}	1273 ^{de}	0.9 ^a	92 ^{de}	10.7 ^{bce}	1524 ^a	+0.1 ^{abde}	+186 ^a
4. 400 g/	2.4	210	7.7 ^{ad}	1239 ^d	0.9 ^a	91 ^d	11.1 ^{ce}	1540 ^a	+0.7 ^{be}	+242 ^a
<u>Koe 3</u>										
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	0.9	78	7.4 ^f	1187 ^{ce}	0.8 ^a	109 ^a	9.1 ^d	1374 ^d	+0.1 ^d	+268 ^a
2. 400 g/	1.8	159	7.2 ^{ef}	1167 ^{bce}	0.8 ^a	104 ^a	9.8 ^{de}	1430 ^{de}	+0.4 ^d	+259 ^a
3. 267 g/	2.7	233	6.8 ^{de}	1102 ^{abde}	0.8 ^a	105 ^a	10.3 ^e	1440 ^{de}	+0.5 ^d	+226 ^a
4. 400 g/	4.1	355	6.3 ^d	1027 ^{ad}	0.8 ^a	108 ^a	11.2 ^f	1490 ^e	+1.3 ^e	+245 ^a
<u>Kokeet 4-5</u>										
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	3.8	346	6.9 ^e	1377 ^e	0.9 ^a	126 ^a	11.6 ^d	1848 ^a	-0.0 ^{ad}	+354 ^a
2. 400 g/	4.7	492	6.5 ^{de}	1294 ^{de}	0.9 ^a	128 ^a	12.1 ^{de}	1854 ^a	+0.5 ^{bde}	+370 ^a
3. 400 g/	5.8	529	6.3 ^d	1260 ^d	0.9 ^a	122 ^a	12.9 ^e	1910 ^a	+0.9 ^{be}	+357 ^a

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

Taulukko 4. Lehmien keskimääräisten rehuannosten karkearehu-väkiarehu-suhde ja koostumus

Kokeet ja väkiarehutasot	karkearehu : väkiarehu		rehuannoksen ka:ssa, %	
	kuiiva-aine	ry	raakavalk.	raakakuitu N-vap. uuteain.
<u>Kokeet 1-2</u>				
1. 0-taso	100 : 0	100 : 0	16.8	26.5
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	96 : 4	94 : 6	16.8	25.4
3. 267 g/	88 : 12	83 : 17	16.4	24.0
4. 400 g/	85 : 15	78 : 22	16.3	23.1
<u>Koe 3</u>				
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	94 : 6	90 : 10	15.9	27.6
2. 400 g/	89 : 11	83 : 17	15.8	26.4
3. 267 g/	83 : 17	74 : 26	15.7	25.0
4. 400 g/	75 : 25	65 : 35	15.4	23.2
<u>Kokeet 4-5</u>				
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	79 : 21	68 : 32	17.3	22.7
2. 400 g/	73 : 27	61 : 39	17.1	21.4
3. 400 g/	69 : 31	56 : 44	17.0	20.4

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

Lehmien tuotokset

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

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

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

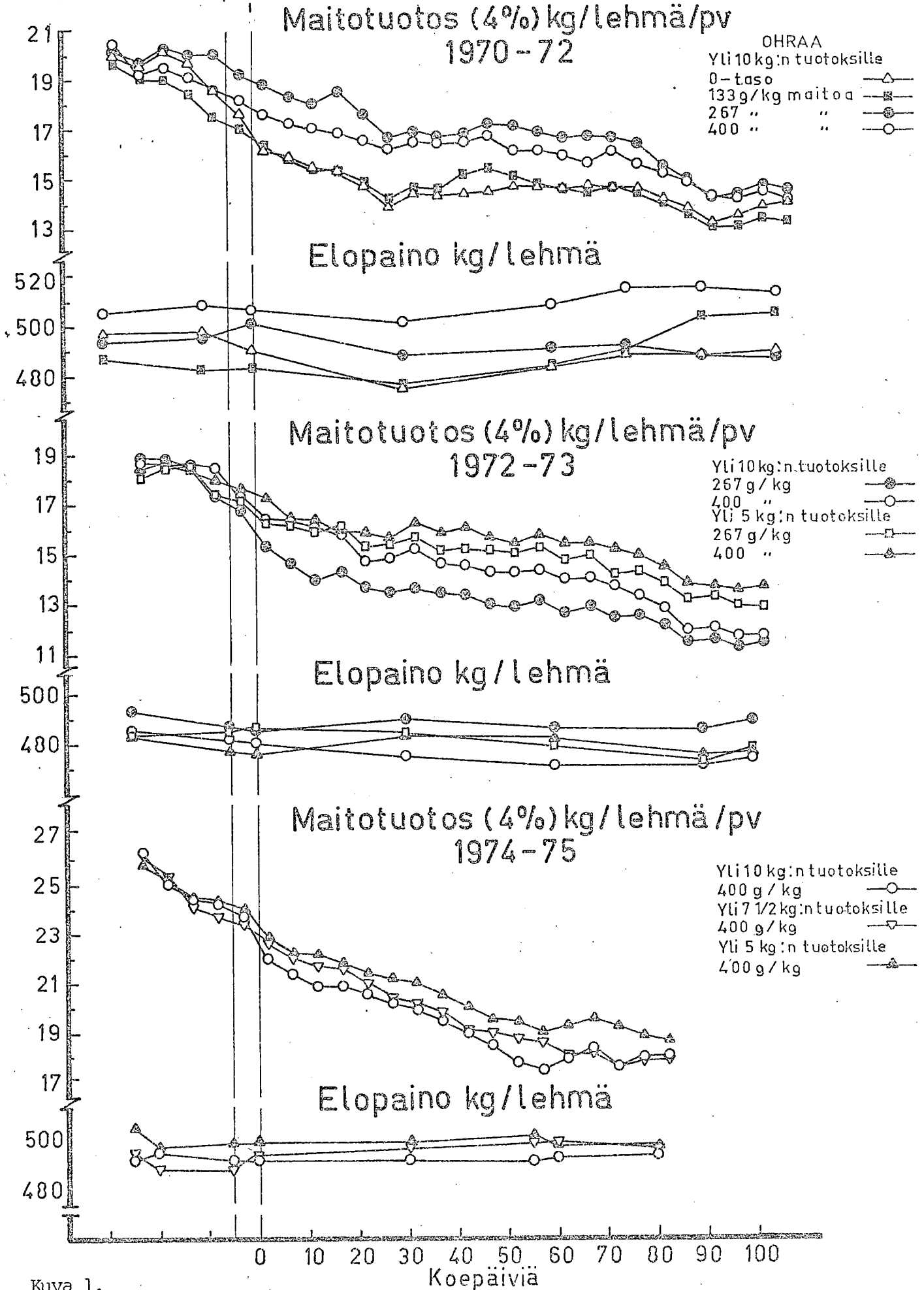
Kokeissa 4-5 on lehmien tuotostaso ollut korkeampi kuin muissa kokeissa. Se on johtunut lehmien suuremmasta tuotantokapasiteetista (kuva 1), runsaammasta ohra-annostuksesta (taulukko 5) ja lyhyemmästä koeajasta (s. 3). Suurin maitotuotos (keskimäärin 19.7 kg/lehmä/pv) saatiin korkeimmalla väkirehutasolla,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

Taulukko 5. Tuotokset lehmää kohti päivässä

Kokeet ja väki-rehutasot	Maitoa kg/lehmä/pv				Maidon koostumus, %				Elopaino, kg					
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	rasva	valkuainen	naitosokeri	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	Muutos
<i>Koe 1-2</i>														
1. O-taso	14,8 ^{ad}	2,2	14,6 ^{ad}	2,4	3,89	0,20	3,02	0,25	4,79 ^{ad}	0,23	482	35	+ 1	
2. 133 g/4 % maito-kg yli 10 kg	14,7 ^{abde}	3,4	14,8 ^{abde}	3,3	4,05	0,24	3,11	0,29	4,85 ^{ade}	0,14	482	44	+10	
3. 267 g/ -"-	16,8 ^{ce}	2,8	16,8 ^{ce}	2,8	4,03	0,36	3,09	0,39	4,87 ^{abde}	0,22	491	56	-10	
4. 400 g/ -"-	16,1 ^{bode}	3,0	16,1 ^{bode}	2,9	4,00	0,32	3,24	0,32	4,91 ^{be}	0,21	506	63	+ 6	
<i>Koe 2</i>														
1. 267 g/4 % maito-kg yli 10 kg	12,7 ^a	1,4	13,0 ^{ad}	1,6	4,13	0,23	3,23	0,27	4,62	0,23	486	59	+ 3	
2. 400 g/ -"-	13,8 ^{ab}	3,7	14,1 ^{abde}	4,1	4,14	0,31	3,23	0,32	4,59	0,24	473	43	- 6	
3. 267 g/ -"-	14,2 ^{ab}	2,8	14,8 ^{bde}	2,8	4,33	0,34	3,25	0,23	4,71	0,22	480	35	- 8	
4. 400 g/ -"-	14,8 ^b	3,5	15,3 ^{be}	3,6	4,31	0,27	3,31	0,23	4,77	0,25	479	34	+ 2	
<i>Kokeet 4-5</i>														
1. 400 g/4 % maito-kg yli 10 kg	18,5	2,5	19,4	2,9	3,3	0,33	3,40	0,20	4,95 ^a	0,15	490	38	+ 3	
2. 400 g/ -"-	18,4	2,8	19,3	2,5	4,1	0,32	3,50	0,24	4,98 ^{ab}	0,14	487	55	+ 1	
3. 400 g/ -"-	19,7	3,0	20,4	2,9	5,0	0,37	3,45	0,27	5,00 ^b	0,13	498	58	+ 7	

Erojen merkittävyys on tutkittu kokeittain pienimmän neliösumman varianssianalyysillä ja keskiarvojen ero testattu Tukey'n testillä. Pystyriiveillä eri kirjainmerkeillä varustetut luvut ovat olleet tilastollisesti eri suuria. Luvut, joista kirjainmerkit puuttuvat, ovat tilastollisesti samanarvoisia.

a-c : P < 0,05, d-e : P < 0,01.



Kuva 1.

Tuotosten ja elopainojen muuttuminen eri väkirehutasoilla Jokioisten kokeissa 1970-1975

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

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

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

TULOSTEN TARKASTELU

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

KIRJALLISUUTTA

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

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

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

