

Sokeri- ja valkuaislisä korkeatuottoisten lypsylehmien väkirehussa nurmisäilörehuruokinnalla

JUHA SEPPÄLÄ, ESKO POUTIAINEN ja PÄIVI LUOMA
Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitos, 00710 Helsinki 71

Administration of sugar and protein supplements in concentrates to high yielding dairy cows fed on grass silage

JUHA SEPPÄLÄ, ESKO POUTIAINEN and PÄIVI LUOMA
Department of Animal Husbandry, University of Helsinki, 00710 Helsinki 71

Abstract. A feeding experiment was performed with high yielding dairy cows in order to study the effect of dried molassed beet pulp and soya bean meal supplied in concentrates.

Hay was given at the rate of 2 kg DM for groups I (S) and II (SM) and at 4 kg DM for group III (SS) with grass silage ad lib. For group I (S) the concentrate was a barley-oat mixture. The concentrate for group II (SM) was supplemented with 20 % of dried molassed beet pulp and for group III (S) with 11 % soya bean meal.

The average milk yield during the experiment (0-9 weeks post parturition) for group I (S) was 21.7 ± 4.5 , for group II (SM) 24.4 ± 5.1 and for group III (SS) 24.6 ± 6.5 kg FCM per day. Differences between the groups were not significant.

During the first 9 weeks after calving, feed energy provided 94 % of the calculated energy requirement of group I (S), 82 % of group II (SM) and 90 % of group III (SS). The intake of digestible crude protein exceeded the standard in all groups.

The calcium intake after calving provided 70-82 % of the calcium requirement. The intake of magnesium was 64-90 % of the magnesium requirement. The supply of other minerals exceeded the standards in all groups.

No differences between groups were detected in contents of haemoglobin, glucose or blood ketones. The inorganic phosphorus content of the plasma of group II (SM) was higher ($P < 0.01$) and the calcium content lower ($P < 0.05$) than the corresponding content of groups I (S) and III (SS).

Johdanto

Laajat kotimaiset ruokintatutkimukset ovat osoittaneet, että lypsylehmien ravinnontarve pystytään tyydyttämään korkealaatuisella nurmisäilörehulla ja kotoisella viljaväkirehulla (ETTALA ym. 1976). Tutkimukset on suoritettu pääasiassa tuotantokauden keskivaiheessa olevilla lehmillä.

Laktaatiokauden alun ruokintaa on vaikeinta tasapainoittaa vastaamaan lypsylehmän ravinnontarvetta. Säilörehuruokinnan yhteydessä on syytä selvittää, pystytäänkö runsaalla nurmisäilörehun käytöllä tyydyttämään lypsylehmien ravinnontarve myös korkeimman tuotannon vaiheessa. Säilönnän yhteydessä osa raaka-aineen valkuaisesta hajoaa yksinkertaisiksi tyypillisiksi yhdisteiksi. Sokerit käyvät orgaanisiksi hapoiksi ja puristemehun mukana poistuu arvokkaita ravintoaineita. Haitallisten muutosten määrä riippuu raaka-aineen vesipitoisuudesta ja säilönnän onnistumisesta.

Pötsikäymisessä muodostuva mikrobivalkuainen ei riitä tyydyttämään runsastuottoisen lehmän aminohappotarvetta (KAUFMANN ja HAGEMEISTER 1975). Hyvälaatuaista, etumahat ohittavaa rehuvalkuaisesta tarvitaan sitä enemmän mitä korkeampi on tuotantotaso. Rehuyhdistelmän energia- ja hiilihydraattikoostumus vaikuttaa mikrobivalkuaisen muodostukseen.

Ruokintakokeet ovat osoittaneet, että hyvälaatuisella rehuvalkuaisella saadaan tuotoslisää normit ylittävällä valkuaisruokinnalla silloin kun pääosa valkuaisesta on peräisin nurmisäilörehusta (MO ym. 1974, CASTLE ja WATSON 1974). Helppoliukoisten hiilihydraattien, erikoisesti sokerin on osoitettu parantavan nurmisäilörehun tyypellisten aineiden hyväksikäyttöä märehittijällä (SYRJÄLÄ 1972), varsinkin säilörehun ollessa runsaasti käynyttä (SYRJÄLÄ 1975).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää melassileike- ja soijalisän vaikutusta rehunkulutukseen, maitotuotokseen sekä eräisiin veriarvoihin tunnus-, poikimis- ja herutusvaiheessa lehmillä, jotka ovat säilörehuruokinnalla.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimus suoritettiin Viikin opetus- ja koetilalla kevättalvella 1973 ryhmäkokeena, missä kukin lehmä oli yksilöruokinnalla. Kokeessa oli kolme ruokintaryhmää. Ryhmiin II (SM) ja III (SS) kuului 6 ay-rotuista lehmää, kun ryhmässä I (S) oli sairastumisten vuoksi 5 kpl. Kussakin ryhmässä oli 2 kpl ensikkoo, 2 kpl toista lypsykauttaan lypsävää sekä 2 kpl kolmatta tai useampaa lypsykauttaan lypsävää lehmää. Valintaperusteina ryhmiin jaossa käytettiin elopainoa ja edellisen vuoden tietoja 4-% maitotuotoksesta ja laktaatiohuipusta.

Koe alkoi 2 viikkoa ennen laskettua poikimispäivää ja jatkui 9 viikkoa poikimisen jälkeen.

Rehut ja ruokinta

Perusrehuina olivat nurmisäilörehu ja heinä. Heinäannos oli ryhmillä I (S) ja II (SM) 2.0 kg heinän kuiva-ainetta ja ryhmällä III (SS) 4.0 kg. Säilörehuannos oli koesuunnitelman mukaan ryhmillä I (S) ja II (SM) 8 kg säilörehun kuiva-ainetta ja ryhmällä III (SS) 6 kg. Käytännössä alhaisen säilörehun syönin vuoksi koelehmät saivat nurmisäilörehua ad lib.

Väkirehuna ryhmä I (S) sai pelkkää kaura-ohrajauhoseosta (50 : 50), ryhmä II (SM) sai sokerilisänä kuivattua melassileikettä 20 % väkirehussa ja ryhmä III (SM) valkuaislisänä 11 % soijarouhetta.

Väkirehuannos ennen poikimista oli ryhmillä I (S) ja II (SM) 3 kg sekä ryhmällä III (SS) 3.4 kg. Väkirehuannosta lisättiin poikimisen jälkeen kolmannelta päivästä lähtien 0.5 kg joka toinen päivä maitotuotoksen mukaan.

Kivennäisrehuna käytettiin fosforipitoista kivennäisseosta Fosfori-Lypsyä, mikä sisälsi Ca 10.5 %, P 11.8 % sekä Mg 1.5 %. Kivennäisrehuannostus oli 10 g/maitokg, kuitenkin vähintään 200 g/pv. Na-tarpeen tyydyttämiseksi lisättiin lypsäville lehmille väkirehussa ruokasuolaa 50 g/pv.

Lehmien ruokintanormeina käytettiin tuotantorehun osalta 0.4 ry ja 60 g srv per 4-%:inen maitokilo. Ylläpito-normina 500 kg painavalle lehmälle laskettiin 3.8 ry ja 320 g srv per päivä. Kivennäistarpeen laskemisessa käytettiin ARC:n (ANON. 1965) normeja.

Taulukko 1. Koerehujen keskimääräinen kemiallinen koostumus.

Table 1. Mean chemical composition of the feeds.

		Nurmisäilö- rehu <i>Grass silage</i>	Heinä <i>Hay</i>	Väkirehuseos <i>Concentrate mixture</i>		
				I (S)	II (SM)	III (SS)
ka %		32.1	85.3	90.1	89.1	90.2
DM %						
% kuiva-aineessa % in DM	Raakakuitu <i>CF</i>	26.3	32.9	7.4	8.6	8.1
	Raakavalk. <i>CP</i>	22.5	12.1	14.5	14.4	18.5
	Sokerit <i>Sugars</i>	1.4	5.0	2.0	6.7	2.9
rehuysikössä	kg ka kg DM	1.32	1.87	0.91	0.92	0.91
in feed unit	g srv g DCP	215	126	100	98	131
g/kg ka	Ca	4.9	2.4	0.8	2.0	1.3
g/kg DM	P	3.4	2.8	3.7	3.1	4.0
	Mg	1.0	0.6	1.0	1.5	1.2
% tuoreessa rehussa (20 % ka) % in fresh silage (20 % DM)	pH	4.3	—	—	—	—
	Maitohappo <i>Lactid acid</i>	1.15	—	—	—	—
	Etikkahappo <i>Acetic acid</i>	0.66	—	—	—	—
	Voihappo <i>Butyric acid</i>	0.04	—	—	—	—
% kok. N	NH ₃ -N	13.3	—	—	—	—
% in total N	Liukoinen N <i>Soluble N</i>	67	—	—	—	—

Näytteiden otto ja kemialliset analysit

Säilörehunäyte otettiin tornista kerran kahdessa viikossa niin, että se edusti vastaavana aikana kulutettua rehumäärää. Heinä- ja väkirehunäytteet otettiin päivittäin ja koottiin edustamaan neljän viikon näyte-erää. Kaikista rehynäytteistä tehtiin virallinen rehuanalyysi standardimenetelmien mukaan. Samoin määritettiin pelkistävät sokerit SALON (1965) menetelmällä. Rehujen kivennäis-pitoisuudet määritettiin atomiabsortiomenetelmällä, lukuunottamatta fosforia, mikä määritettiin molybdeenisinimenetelmällä. Säilörehusta määritettiin lisäksi pH, haihtuvat rasvahapot kaasukromatograafisesti Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksella (HUIDA 1973), maitohappo (BARKER ja SUMMERSON 1941), $\text{NH}_3\text{-N}$ (MCGULLOUGH 1967), sekä liukoinen typpi. Koerehujen kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 1.

Käytetty nurmisäilörehu sisälsi $\text{NH}_3\text{-N}$ keskimäärin 13.3 % kokonaistypestä, mikä ylittää hyvälaatuisen säilörehun rajana pidetyn 8 %. Voihappoa esiintyi vain kahdessa näytteessä kymmenestä. Alhainen sokeripitoisuus osoittaa säilörehussa tapahtuneen voimakasta käymistä lievästä esikuivatuksesta huolimatta (taulukko 1).

Maitotuotos punnittiin joka lypsykerta. Maitonäytteet otettiin kerran viikossa kahtena perättäisenä päivänä. Maidon rasvapitoisuus analysoitiin Gerberin menetelmällä ja valkuaispitoisuus Prot-O-Mat laitteella.

Verinäytteet otettiin jokaiselta lehmältä kahden viikon välein aamuruokinnan jälkeen. Verestä määritettiin hemoglobiini, hematokriitti, glukoosi NELSONIN (1944) ja SOMOGYIN (1945) menetelmällä, ketoaineet BAKKERIN ja WHITEN (1957) menetelmällä. Plasman kivennäisaineet määritettiin atomiabsorptio-menetelmällä lukuunottamatta epäorgaanista fosforia, mikä määritettiin TAUSSKYN ja SHORRIN (1953) menetelmällä.

Tulokset

Rehunkulutus ja maitotuotos. Kuiva-aineen syönti ennen poikimista oli keskimäärin 1.5 ± 0.3 kg ka/100 elopainokg. Ryhmän I (S) lehmät söivät ennen poikimista merkitsevästi ($P < 0.05$) enemmän kuin ryhmän II (SM) lehmät (1.8 ± 0.2 ja 1.3 ± 0.3).

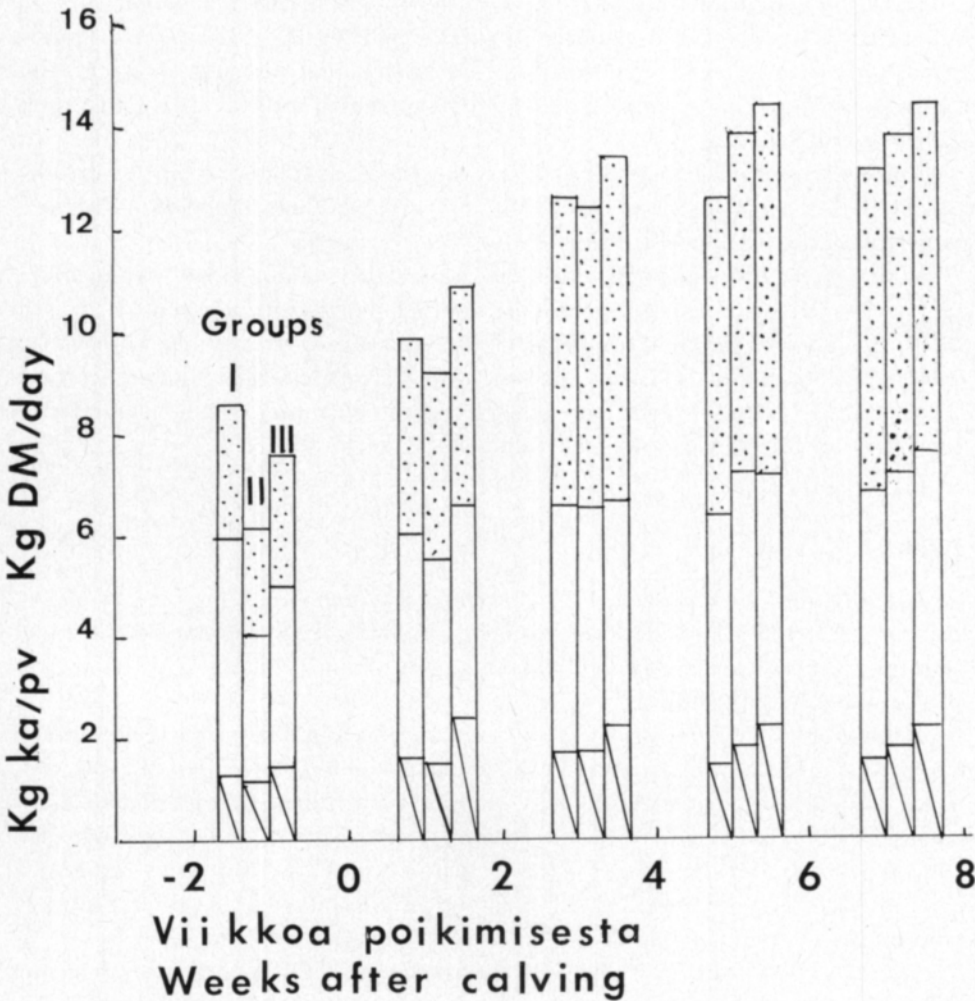
Rehuannoksen kuiva-aineen syönti lisääntyi voimakkaimmin ensimmäisen kuukauden aikana poikimisesta keskimäärin 40 g ka/100 elopainokg päivässä (kuva 1). Väkirehulisäys oli 250 g/pv. Rehun syönti oli korkeimmillaan kokeen lopussa 6–9 viikkoa poikimisesta. Ryhmittäiset keskiarvot olivat tällöin ryhmällä I (S), II (SM) ja III (SS) 2.8 ± 0.1 , 3.0 ± 0.2 ja 3.0 ± 0.4 kg ka/100 elop.kg tässä järjestyksessä. Erot eivät olleet merkitseviä. Keskimääräinen rehunkulutus on esitetty taulukossa 2.

Lehmät eivät syöneet koesuunnitelman mukaisia määriä nurmisäilörehua. Ryhmän I (S) lehmät söivät kokeen aikana keskimäärin 4.8 ± 1.3 kg ja ryhmän II (SM) 4.5 ± 1.4 kg säilörehun kuiva-ainetta. Ryhmän III (SS) lehmät söivät säilörehua 4.5 ± 1.1 kg ka. Väki-rehuannokset olivat suurimmillaan ryhmällä I (S) 6.3 ± 0.6 kg ka, ryhmällä II (SM) 6.7 ± 1.6 kg sekä ryhmällä III (SS) 7.1 ± 1.2 kg väkirehuseoksen kuiva-ainetta. Väki-rehun osuus kuiva-aineen

Taulukko 2. Ryhmien keskimääräinen rehunkulutus (kg ka/eläin) päivässä.
 Table 2. The mean daily feed consumption of the groups (kg DM/cow).

	R y h m ä — G r o u p		
	I (S)	II (SM)	III (SS)
Heinä — Hay	1.5 ^b ±0.3	1.6 ^b ±0.3	2.1 ^a ±0.6
Säilörehu — Grass silage	4.8±1.3	4.5±1.4	4.5±1.1
Väkirehu — Concentrate	5.0±1.6	5.0±2.1	5.5±2.1
Kokonaisrehunkulutus — Total feed consumption	11.3±2.3	11.1±3.2	12.1±3.3

Merkitsevät erot ruokintaryhmien välillä a — b: P < 0.05
 Significant differences between feeding groups



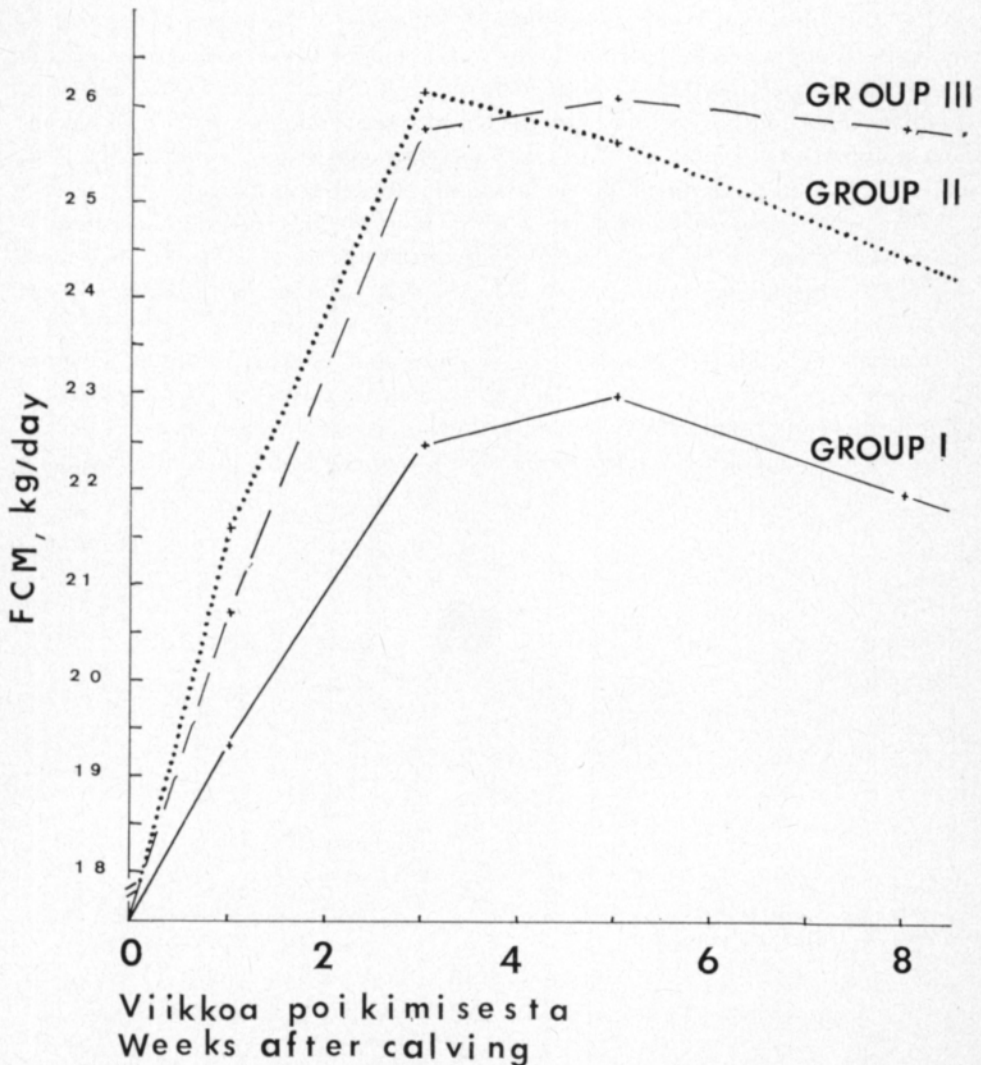
Kuva 1. Kuiva-aineen syönnin kehitys eri ruokintaryhmillä kokeen aikana. (väkirehu □, säilörehu □, heinä ▨).

Fig. 1. The increase in the daily dry matter intake (DM) for the different feeding groups during the experiment. (concentrate □, grass silage □, hay ▨).

syönnistä lisääntyi 6. viikkoon asti, jolloin väkirehun osuus oli 48–50 % kuiva-aineen syönnistä (kuva 1).

Pelkistäviä sokereita oli ryhmän I (S) rehuannoksessa 1.9 %, ryhmän II (SM) 4.0 % ja ryhmän III (SS) 2.5 % rehuannoksen kuiva-aineesta.

Maitotuotos oli keskimäärin kokeen aikana (0–9 vk) ryhmällä I (SS) 21.7 ± 4.5 , ryhmällä II (SM) 24.4 ± 5.1 ja ryhmällä III (SS) 24.6 ± 6.5 kg 4-%:ista maitoa päivässä (taulukko 3). Laktaatiohuippu saavutettiin ryhmillä I (S) ja III (SS) viidennellä viikolla (23.0 kg ja 26.1 kg 4-%:ista maitoa). Ryhmän II (SM) laktaatiohuippu (26.1 kg) osui neljännelle viikolle poikimisesta (kuva 2). Maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksissa ei ollut ryhmien välillä merkitseviä eroja (taulukko 3).



Kuva 2. Päivittäinen maitotuotos eri ruokintaryhmillä kokeen aikana (0–8 viikkoa).
 Fig. 2. Daily milk yield of the different feeding groups during the experiment (0–8 weeks).

Taulukko 3. Maitotuotokset ja maidon koostumus eri ryhmillä keskimäärin 0–9 viikkoa poikimisesta.

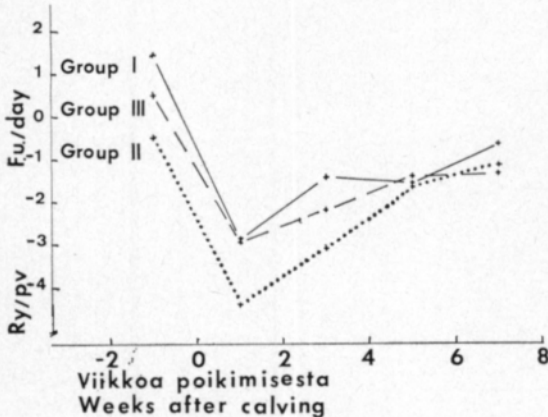
Table 3. The mean daily yields and milk composition of the different groups during 0–9 weeks after calving.

	R y h m ä — G r o u p		
	I (S)	II (SM)	III (SS)
Maitotuotos kg 4-% FCM — Milk yield	21.7±4.5	24.4±5.1	24.6±6.5
Rasva % — Fat %	5.0±0.5	5.1±0.6	4.7±0.5
Valkuais % — Protein %	3.8±0.5	3.6±0.5	3.6±0.4

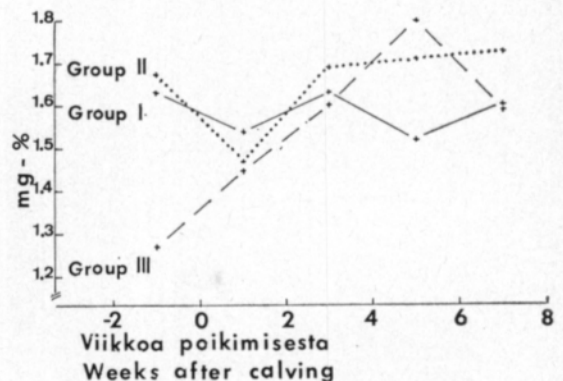
Ravintoaineiden saanti. Kaikilla ryhmillä oli poikimisen jälkeen energian saannissa vajeausta (kuva 3). Ryhmä I (S) sai kokeen aikana rehusta keskimäärin 94 %, ryhmä II (SM) 82 % ja ryhmä III (SS) 90 % lasketusta energian tarpeestaan. Energian vajeus oli suurimmillaan kahden ensimmäisen viikon aikana poikimisesta. Tällöin eläimet saivat rehussa keskimäärin vain 71 % lasketusta energiatarpeestaan. Elopainon muutos lehmää kohti oli ensimmäisenä kuukautena poikimisesta ryhmillä I (S) ja II (SM) 0.64 kg/pv sekä ryhmällä II (SM) 0.29 kg/pv. Kokeen loppuajana elopainon muutokset tasoittuivat.

Typellisten aineiden saanti ylitti normit. Ryhmä I (S) sai keskimäärin sulaavaa raakavalkuaista 83 g per 4-%:inen maitokilo, ryhmä II (SM) 75 g sekä soijalisän väkirehussa saanut ryhmä III (SS) 89 g päivässä. Soijarouheen osuus oli keskimäärin 11.4 %:a ryhmän III (SS) valkuaisen saannista.

Kaikilla ryhmillä oli kalsiumin ja magnesiumin puute poikimisen jälkeen. Rehuannoksen kalsium vastasi 70–82 % kalsiumtarpeesta. Kalsiumvajeus johtui säilörehun alhaisesta syönnistä ja kivennäisrehun alhaisesta Ca-pitoisuudesta. Ca/P-suhde oli 0.8–1.15. Magnesiumin saanti rehussa poikimisen jälkeen



Kuva 3. Laskennallinen energian saannin ja tarpeen erotus eri ruokintaryhmillä. Ryhmä I (S) x--x, ryhmä II (SM) x.....x, ryhmä III (SS) x---x. Fig. 3. Estimated difference between energy supply and requirement (f.u./day) for the different feeding groups.



Kuva 4. Plasman Mg-arvojen muutokset eri ruokintaryhmillä kokeen aikana. Ryhmä I (S) x--x, ryhmä II (SM) x.....x, ryhmä III (SS) x---x. Fig. 4. Changes in the magnesium content of plasma for different feeding groups during the experiment.

vastasi 64–90 % magnesiumin tarpeesta. Nurmisäilörehun alhainen Mg-pitoisuus ja alhainen syönti sekä kivennäisrehun alhainen Mg-pitoisuus olivat tärkeimmät syyt magnesiumin vajaukseen. Fosforia ja natriumia lehmät saivat rehussa tarvettaan vastaavasti.

Veriarvojen muutokset

Veren glukoosi- ja ketoainepitoisuuksissa ei ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (taulukko 4). Alhaisimmat glukoosiarvot ja korkeimmat ketoarvot keskimäärin kokeen aikana esiintyivät 15–28 päivää poikimisesta. Ketoarvojen ja glukoosiarvojen keskinäinen korrelaatio oli merkitsevä ($r = -0.58^{***}$). Epäedullisimmat glukoosi- ja ketoarvot esiintyivät ryhmällä I (S) jo 0–14 päivää poikimisesta, kun taas ryhmillä II (SM) ja III (SS) 15–28 päivää poikimisesta. Veriarvojen perusteella (glukoosi < 40 mg-% tai ketoarvot > 10 mg-%) sairasti ketoosia ryhmissä I (S) ja III (SS) yksi eläin kummassakin. Ryhmässä II (SM) nämä rajat ylitti kolme lehmää. Veren hematokriitti ja hemoglobiiniarvoissa ei ollut ryhmien välillä merkitseviä eroja. Molempien arvot alenivat kokeen kuluessa merkitsevästi ($P < 0.01$). Alimmat arvot esiintyivät kokeen lopussa.

Plasman kivennäispitoisuudet keskiarvoina on esitetty taulukossa 4. Plasman epäorgaanisen fosforin pitoisuudet olivat ryhmällä II (SM) merkitsevästi ($P < 0.01$) korkeampia ja kalsiumarvot merkitsevästi ($P < 0.05$) alhaisempia kuin ryhmillä I (S) ja III (SS). Plasman Ca-arvoihin lisääntyvä maitotuotos herumisvaiheessa ei vaikuttanut, joskin keskiarvot olivat normaaliarvoja (10 mg-%) alhaisempia. Epäorgaanisen fosforin arvot alenivat merkitsevästi ($P < 0.05$) poikimisen jälkeen. Alhaisimmat arvot kaikkien lehmien keskiarvona 5.32 mg-% saavutettiin 28–42 päivää poikimisesta.

Taulukko 4. Veriarvojen ryhmittäiset keskiarvot koko kokeen aikana.
Table 4. The mean haematological values of cows during the whole experiment.

Ryhmä Group	Lehmäluku Number of cows	Hemoglobiini Haemoglobin	Glukoosi Glucose mg-%	Ketoaineet Ketone bodies mg-%
I (S)	5	11.4±1.3	48.7±7.2	6.6±3.6
II (SM)	6	10.9±1.7	46.5±5.4	6.5±3.0
III (SS)	6	10.9±1.0	4.8±6.1	6.3±2.1

Ryhmä Groups	Plasmassa — In plasma			
	Ca mg-%	inorg. P mg-%	Mg mg-%	Na mg-%
I (S)	9.1±0.5 ^a	5.5±1.0 ^e	1.6±0.1	333±10.2 ^{ab}
II (SM)	8.6±0.5 ^b	6.6±0.8 ^d	1.7±0.2	330± 9.3 ^b
III (SS)	9.0±0.9 ^a	5.5±0.9 ^e	1.5±0.3	340±14.1 ^a

Merkitsevät erot ruokintaryhmien välillä
Significant differences between feeding groups

a — b: $P < 0.05$
d — e: $P < 0.01$

Plasman magnesiumipitoisuus jäi kaikilla ryhmillä hypomagnesemian rajana pidetyn 1.80 mg-% alapuolelle. Alhaisimmat arvot esiintyivät heti poikimisen jälkeen, jolloin kaikkien ryhmien keskiarvo 1.49 mg-% oli merkitsevästi ($P < 0.05$) alhaisempi kuin jaksolla 43–64 päivää poikimisesta 1.65 mg-% (kuva 4).

Tarkastelu

Rehun syönnin kehitys poikimisen jälkeen vastasi laktaatiokauden alkuvaiheessa suoritettuja tutkimuksia (WAGNER ja LOOSLI 1967, EKERN 1972, WIKTORSSON 1971, 1973).

Väkirehun syönti lisääntyi nopeimmin poikimisen jälkeen. Myös nurmisäilörehun syönti lisääntyi, mutta määrät suurimmillaankin (5.3 kg ka) olivat huomattavasti alhaisempia kuin mitä on esitetty pohjoismaisissa tutkimuksissa (ETTALA ym. 1975, MO 1974). Alhaisen säilörehun syöntiin lienee ollut syynä voimakas säilörehun käyminen, jonka seurauksena sokeripitoisuus oli alhainen ja $\text{NH}_3\text{-N}$ -pitoisuus korkea. Myös etikkahappopitoisuus oli tavallista korkeampi. Kaikkien em. seikkojen on todettu alentavan säilörehun maittavuutta (ETTALA ym. 1975).

Melassileike väkirehussa kohotti 4-%:ista maitotuotosta keskimäärin 2.7 kg/pv, joskaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä eläinaineksen heterogeenisyydestä johtuen. Tämä tulos tukee niitä tutkimuksia, joissa pienellä sokerilisäyksellä on havaittu lievää positiivista vaikutusta maitotuotokseen (HIRONAKA 1971, SALO ym. 1973). Kokeen päätyttyä lehmien siirtyessä samalle ruokinnalle (20 % melassileikettä väkirehussa), tuotoksien aleneminen kahden seuraavan viikon aikana oli ryhmillä II (SM) ja III (SS) 0.14 kg ja 0.13 kg päivässä. Pelkkää ohra-kauraseosta saaneella ryhmällä I (S) tuotos pysyi samana tai pyrki kohoamaan ($b = +0.05$).

Sokerilisän on todettu edistävän runsasvalkuaisen nurmisäilörehun tyypellisten aineiden hyväksikäyttöä märehitijällä tehokkaammin kuin tärkkelys (SYRJÄLÄ 1972). SYRJÄLÄ (1975) totesi sokerilisän parantavan nuorten karitsoiden kasvua tehokkaammin kuin tärkkelyslisä, silloin kun säilörehu on voimakkaasti käynyt. Tuotoksien yhtäsuuruus ryhmillä II (SM) ja III (SS) osoittaisi melassileikkeen edistäneen valkuaisaineiden saantia yhtä tehokkaasti kuin soija-alkuainen. Varhaisella kasvuasteella korjatusta ja runsaasti typpilannoitetusta nurmesta tehdyllä säilörehulla pystytään turvaamaan korkeatuottoisen lehmän määrällinen valkuaisstarve, mutta tämän tutkimuksen mukaan valkuaisen laatu voi muodostua tuotosta rajoittavaksi. Norjassa suoritettussa useampivuotisessa tutkimuksessa (MO 1974) öljyväkirehulisä paransi merkitsevästi maitotuotosta säilörehuruokinnalla, vaikka valkuaisen annostus jo ilman lisävalkuaista ylitti normit (67 g ja 76 g per kg 4-%:sta maitoa). Runsaalla typpilannoituksella kohotettu nurmisäilörehun valkuainen kohoitti myös hieman, muttei merkitsevästi maitotuotosta, vaikka valkuaisannostus oli suurempi kuin öljyväkirehulisäyksellä (67 g ja 80 g srv per kg 4-%:ista maitoa). Myös CASTLE ja WATSON (1974) havaitsivat hyvälaatuisen rehuvalkuaisen kohottavan merkitsevästi maitotuotosta apilasäilörehuruokinnalla.

Lehmät saivat kokeen aikana (0–9 vk) rehussa keskimäärin 89 % lasketusta energiantarpeestaan. Maidontuotannon huippu osui 3–5 viikolle, kun taas re-

hun syönti oli suurimmillaan kokeen lopussa. Lehmillä energiavajaus heti poikimisen jälkeen on lähes väistämätön tosiasia, mutta tässä kokeessa energiavajaus oli pahempi kuin monissa muissa tutkimuksissa (EKERN 1972, WIKTORSON 1971) johtuen säilörehun huonosta maittavuudesta.

Korkeampi rehu sokeripitoisuus ei kohottanut veren glukoosipitoisuutta, mikä oli odotettuakin. Väkirehu-karkearehusuhteella on suurempi merkitys elimistön glukoosin saantiin (ERFLE ym. 1974). Tässä kokeessa väkirehu-karkearehusuhde oli lähes sama kaikilla ryhmillä.

Kokeessa kävi ilmi, että myös kivennäisruokinta voi muodostua kriittiseksi tekijäksi laktaatiokauden alussa. Rehun syönnin hidas lisääntyminen, nurmisäilörehun huono maittavuus ja kivennäisrehun alhainen Ca-sisältö olivat syytä poikimisen jälkeiseen kalsiumvajaukseen. Elimistön homeostaattinen mekanismi pystyi kompensoimaan kalsiumin puutoksen, mutta plasman Ca-arvot jäivät normaaliarvojen alapuolelle. Plasman Ca-arvojen on todettu reagoivan vasta pitempiaikaiseen kalsiumvajaukseen (PAYNE ym. 1970).

Magnesiumaineenvaihduntahäiriöt on todettu liittyvän poikimisen jälkeiseen energiavajaukseen (PEHRSON 1963) tai laidunkauden alkuun, jolloin ruokinnan ja olosuhteiden äkillinen muutos alentaa rehunsyöntiä (KOSSILA ym. 1972). Norjalaisten tutkimusten mukaan (HVIDSTEN ja LANGERBREKKE 1972) energiavajaus ei yksistään aiheuta hypomagnesemiaa, ainoastaan korostaa magnesiumin puutosta. Nyt selostettavassa kokeessa plasman Mg-pitoisuus kohosi energian saannin parantuessa. Erikoisesti ryhmän II (SM) plasman Mg-arvot noudattivat eläinten energiatasetta. Tärkein syy hypomagnesemiaan oli magnesiumin puute. Alhainen rehun syönti, säilörehun ja kivennäisrehun alhainen Mg-pitoisuus (1.5 %), aiheuttivat Mg-vajauksen. Säilörehun erittäin korkea N-sisältö erikoisesti $\text{NH}_3\text{-N}$ suuri osuus (WILCOX ja HOFF 1974) ja hieman normaalia korkeampi kaliumpitoisuus (HOUSE ja CAMPEN 1971) saattoivat osaltaan alentaa magnesiumin hyväksikäyttöä.

Yhteenveto

Lypsylehmillä suoritetussa ruokintakokeessa tutkittiin väkirehussa lisätyn melassileikkeen ja soijarouheen vaikutusta rehunkulutukseen, maitotuotukseen, ravintoaineiden saantiin sekä eräisiin veriarvoihin.

Kokeessa oli kolme ruokintaryhmää. Ryhmissä II (SM) ja III (SS) oli 6 lehmää, ryhmässä I (S) 5. Lehmät saivat perusrehuina heinää ja nurmisäilörehua. Väkirehuna ryhmä I (S) sai pelkkää ohra-kauraseosta (50 : 50). Ryhmä II (SM) sai sokerilisänä melassileikettä 20 % väkirehussa. Tämä kohotti koko rehuannoksen sokeripitoisuutta 1.9 %:ista 4.0 %:iin. Ryhmä III (SS) sai valkuaislisänä väkirehussa 11 % soijarouhetta. Soijarouheen osuus oli 11.4 % ryhmän koko rehuannoksen sulavasta raakavalkuaismäärästä.

Rehun syönti lisääntyi 40 g ka/100 elopainokiloa päivässä ensimmäisen kuu-kauden aikana poikimisesta. Rehun syönti kokeen lopussa (8 viikkoa poikimisesta) oli ryhmällä I (S) 2.8 ± 0.2 , ryhmällä II (SM) 3.0 ± 0.2 ja ryhmällä III (SS) 3.0 ± 0.4 kg ka per 100 elopainokiloa. Ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa rehunkulutuksessa.

Maitotuotos oli keskimäärin kokeen aikana (0–9 viikkoa poikimisesta) ryhmällä I (S) 21.7 ± 4.5 , ryhmällä II (SM) 24.4 ± 5.1 ja ryhmällä III (SS) 24.6 ± 6.5 kg 4-%:ista maitoa päivässä. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä suuresta hajonnasta johtuen.

Kaikilla ryhmillä oli poikimisen jälkeen energian saannissa vajausta. Ryhmä I (S) sai kokeen aikana 94 %, ryhmä II (SM) 82 % ja ryhmä III (SS) 90 % las- ketusta energian tarpeesta. Sulavaa raakavalkuaista ryhmä I (S) sai keskimäärin 83 g per 4-%:inen maitokilo, ryhmä II (SM) 75 g ja soijalisän saanut ryhmä III (SS) 89 g srv per 4-%:inen maitokilo.

Lehmät eivät saaneet kalsiumia eivätkä magnesiumia rehussa poikimisen jälkeen tarvettaan vastaavasti. Rehuannoksen kalsium vastasi 70–82 % lehmien kalsiumin tarpeesta. Magnesiumin saanti rehussa oli 64–90 % tarpeesta.

Plasman hemoglobiini-, hematokriitti-, glukoosi- ja ketoainearvoissa ei ryhmien välillä ollut merkitseviä eroja. Hypoglykemiaa (glukoosi < 40 mg-%) esiintyi ryhmissä I (S) ja III (SS) yhdellä lehmällä sekä ryhmällä II (SS) kolmella lehmällä.

Plasman epäorgaanisen fosforin pitoisuudet olivat ryhmällä II (SM) 6.6 mg-% ja ryhmillä I (S) ja III (SS) 5.5 mg-%. Erot olivat merkitseviä ($P < 0.01$). Plasman kalsiumarvot olivat ryhmällä II (SM) merkitsevästi ($P < 0.05$) alhaisempia kuin ryhmillä I (S) ja III (SS). Plasman magnesiumarvot olivat hypomagnesemian rajan alapuolella koko kokeen ajan. Ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja. Plasman magnesiumarvojen muutokset noudattivat lehmien magnesiumin ja energian saantia.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANON. 1965. The nutrient requirements of farm livestock. No 2. Ruminants. London.
- BAKKER, N. & WHITE, R. R. 1957. A simplified micro-method for the colometric determination of total acetone bodies in blood. *N. Z. J. Sci.* 38: 1001–1008.
- BAKKER, S. B. & SUMMERSON, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138: 535–554.
- CASTLE, M. E. & WATSON, J. N. 1974. Red clover silage for milk production. *J. Br. Grassld Soc.* 101–108.
- 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.
- ERFLE, J. D., FISHER, L. J. & SAUER, F. D. 1974. Interrelationships between blood metabolites and an evaluation of their use as criteria of energy status of cows in early lactation. *Can. J. Anim. Sci.* 54: 293–303.
- ETTALA, E., LAMPILA, M. & RISSANEN, H. 1976. Väikirehutason vaikutus lehmien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. *Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen tiedote* 6: 26–44.
- — —, POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1975. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. II Intake and nutritional value of silages. *Ann. Agric. Fenn.* 14: 304–318.
- HIRONAKA, R. 1971. Dried molasses beet pulp in rations of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 51: 451–455.
- HUIDA, L. 1970. Haihtuvien rasvahappojen kvantitatiivinen määrittäminen pötsinesteestä säilörehusta kaasunestekromatograafisesti. *J. Sci. Agr. Soc. Finnl.* 45: 483–488.
- HOUSE, W. A. & CAMPEN, D. van. 1971. Magnesium metabolism of sheep fed different levels of potassium and citric acid. *J. Nutr.* 101: 1483–1492.

- HVIDSTEN, M. & LANGERBREKKE, A. 1972. Hypomagnesaemia in dairy cattle on stall rations restricted in magnesium and energy. Festskrift til 70. årsdag. Prof. K. BREIREM p. 83—97 Oslo-Ås.
- KAUFMANN, W. & HAGEMEISTER, H. 1975. Zur Verwertung von Harnstoff (NPN) beim Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 3 (1975): 33—65.
- KOSSILA, V., VIRTANEN, E. & AHTIAINEN, P. 1972. Laidunkauden alussa muutoksia kivennäis- ja hivenaineiden saannissa sekä lehmän veren koostumuksessa. Karjalous 48: 210—214.
- MCCULLOUGH, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin. Chim. Acta 17: 297—309.
- MO, M. 1974. Surfor fra moderat og sterkt gjødslet eng til melkekyr. NJF Grovfoder-symposium, Randers. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 45: H1—H10.
- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153: 375—380.
- PAYNE, J. M., DEW, S. M., MANSTON, R. & FAULKS, M. 1970. The use of a metabolic profile test in dairy herds. Vet. Rec. 87: 150—158.
- PEHRSON, B. 1963. Alimentärt betingad hypomagneseemi hos stallfodrade kor. Nord. Vet. Med. 15: 937—976.
- SALO, M.-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. Acta Agr. Fenn. 105: 1—102.
- —, IMMONEN, M. & LUOMAJÄRVI, U. 1973. Rehuyhdistelmän sokeripitoisuuden vaikutus lehmien maidontuotantoon ja veriarvoihin. J. Sci. Agr. Soc. Finl. 45: 519—527.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61—68.
- SYRJÄLÄ, L. 1972. Effect of different sucrose, starch and cellulose supplements on the utilization of grass silages by ruminants. Ann. Agric. Fenn. 11: 199—276.
- — 1975. Live-weight gain, feed intake and wool growth of lambs on different grass silage and sucrose and starch supplements. Ann. Agric. Fenn. 14: 338—348.
- TAUSSKY, H. H. & SHORR, E. 1953. A microcolometric method for the determination of inorganic phosphorus. J. Biol. Chem. 202: 675—685.
- WAGNER, D. G. & LOOSLI, J. K. 1967. Studies on the energy requirements of high producing dairy cows. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta Mem. 400.
- WIKTORSON, H. 1971. Input-output relationships in dairy cows. Uppsala.
- — 1973. Comparison of ad libitum restricted feeding of hay and concentrate. Swed. J. Agric. Res. 3: 153—160.
- WILCOX, G. E. & HOFF, J. E. 1974. Grass tetany. J. Dairy Sci. 57: 1085—1089.

Käsikirjoitus saapunut 30. 11. 1976