

Rehuyhdistelmän sokeripitoisuuden vaikutus lehmien maidontuotantoon ja veriarvoihin

MAIJA-LIISA SALO, MATTI IMMONEN ja ULLA LUOMAJÄRVI
Yliopiston kotieläintieteen laitos, Helsinki

Saapunut 18. 5. 1973

Effect of the sugar content in the rations of dairy cows on their milk production and haematological values

MAIJA-LIISA SALO, MATTI IMMONEN and ULLA LUOMAJÄRVI,
Department of Animal Husbandry, University of Helsinki

Abstract. Low sugar (A) and medium sugar (B) rations were compared in lactating cows. The sugar content (monosaccharides + sucrose + fructosan) of diet A was ca. 300 g per cow per day and of diet B 1250 g. Diet A was composed of high moisture grass silage, barley, and a small amount of timothy hay and torula yeast or Brewers' grain. Diet B was composed of timothy hay, barley, molasses-beet pulp, and a small amount of silage and soya bean meal. For group A, the average ratio of roughage to concentrate in the feeds consumed was ca. 60:40 and for group B 40:60. The supply of energy and protein exceeded the standard in both groups. The experiment was carried out during the first six weeks with six cows per group, and during the following six weeks with 4–3 cows per group.

The average milk production for group A was 18.8 ± 1.2 kg fat corrected milk per cow per day for the first six weeks and 17.9 ± 1.3 kg for the whole twelve weeks. The corresponding figures for group B were 20.3 ± 1.2 and 19.2 ± 1.6 . The milk fat contents were, group A: 4.25 ± 0.02 and 4.40 ± 0.02 %, group B: 4.28 ± 0.09 and 4.44 ± 0.02 %, respectively. The differences between group A and B were not significant ($P > 0.05$). The palatability of the rations was good. When the maintenance requirement was deducted, the energy consumption per 1 kg FCM was 0.47 fu for group A and 0.45 fu for group B (fu = 0.7 starch units).

No differences between groups were detected in the content of haemoglobin, glucose, ketone bodies, calcium, magnesium and inorganic phosphorus of blood ($P > 0.05$). Haematocrit was higher for group A ($P < 0.01$).

Yleensä katsotaan, että märehittäjien rehuissa pitää olla jonkin verran sokeria. HOF LUND ja SANDBERG (1959) arvioivat pässikokeittensa perusteella lypsylehmien optimiannoksen olevan noin 400 g päivässä. Sulavuuskokeilla on toisaalta todettu, että joskin pieni sokerimäärä saattaa parantaa rehun

sulavuutta, suurempi määrä jo huonontaa sitä (SWIFT ym. 1947, CHAPPELL ja FONTENOT 1968, SYRJÄLÄ 1972). Sokerilisäysten vaikutuksesta maidontuotantoon ja maidon koostumukseen on ristiriitaisia tuloksia. OWEN ym (1967) totesivat että 6 %:n sokerilisäys alensi rehun hyötysuhdetta maidontuotannossa sekä 40 %:n että 60 %:n väkirehutasolla, ei tosin merkitsevästi. KELLOGG ja OWEN (1969) saivat tulokseksi, että 30 %:n väkirehutasolla sakkaroosilisäys (3–9 %) paransi dieetin maidontuotantotehoa, 70 %:n tasolla alensi. ES ym. (1971) kokeissa 50 %:n väkirehutasolla 4 %:n sakkaroosilisäys oli maidontuotannossa saman arvoinen kuin 4 % tärkkelystä. LOFGREEN ja OTAGAKIN (1960) mukaan lehmä käyttää rehuannokseen lisätyn melko suuren sokerimäärän maidontuotannossa heikosti hyväkseen ja myös BROSTER ym. (1970) mukaan heikommin kuin saman määrän väkirehun sulavaa energiaa — valkuaisvajauksella saattoi tosin olla osuutta näihin tuloksiin. Maidon rasvaprosenttia sokerilisän mainitaan sekä nostavan (BROWMAN ja HUBER 1967, KELLOGG ja OWEN 1969) että laskevan (LOFGREEN ja OTAGAKI 1960, OWEN ym. 1967, BROSTER ym. 1970).

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, vaikuttaako lehmien maidontuotantoon ja veriarvoihin rehun sokeripitoisuus. Kokeessa ei käytetty sokeria vaan rehuyhdistelmät valittiin siten, että ryhmä A sai mahdollisimman sokeriköyhän dieetin (n. 300 g/pv), ryhmä B varsin sokeririkkaan (n. 1250 g/pv). Määriin sisältyvät kaikkien rehujen monosakkaridit, sakkaroosi ja fruktosaanit.

Kokeellinen osa

Eläimet, rehut ja koetekniikka

Kokeeseen otettiin 12 lehmää, jotka olivat poikineet 1.5–6.5 kk eli keskimäärin 3.5 kk ennen kokeen alkamista. Koetta edelsi kahden viikon tuotantokontrolli, minkä tulosten ja lehmien poikimisaikojen mukaan lehmät jaettiin kahdeksi mahdollisimman tasaiseksi ryhmäksi. Kuuden koeviikon jälkeen kummastakin ryhmästä poistettiin kaksi lehmää ja 10 viikon jälkeen kummastakin ryhmästä vielä yksi. Koe kesti siten koko ryhmällä kuusi viikkoa ja lisäksi vajaalla ryhmällä toiset kuusi viikkoa.

Koeajan rehut olivat pääasiassa samoja, mitä lehmät olivat syöneet ennen koetta, valinnassa vain kiinnitettiin nyt huomiota ry- ja srv-arvon lisäksi sokeripitoisuuteen. Ryhmä A sai mahdollisimman sokeriköyhän yhdistelmän, ryhmä B suhteellisen runsaasti sokeria sisältävän. Kivennäisrehua kumpikin ryhmä sai normien mukaan.

Taulukko 1 on mallina rehuista. Syödyn rehun korsirehu: väkirehu suhteeksi tuli ryhmällä A keskimäärin noin 60:40, ryhmällä B 40: 60. Rehuyhdistelmien syödyn osan kemiallinen koostumus käy ilmi kuvasta 1. Taulukossa 2 vuorostaan esitetään syöty ry-, srv-, sokeri-, tärkkelys- ja raakakuitumäärä/eläin/pv koko koeajan keskiarvona. Siinä on lisäksi laskettuna, paljonko rehuyksiköitä jäi per 1 kg 4 % maitoa, kun ylläpito- ja kasvutarve vähennettiin.

Rehuannokset punnittiin ruokintakerroittain, samoin tähteet. Säilörehusta

Taulukko 1. Esimerkkinä rehuyhdistelmistä ensimmäinen kahden koeviikon jakso. Suluissa sokeripitoisuus, % k.a:sta. A = niukasti, B = runsaanlaisesti sokeria.

Table 1. The first two week test period as example of diets. In parenthesis, sugar content % of dry matter. A = low sugar group, B = medium sugar group.

		A		B	
		Syönyt kg/lehmä/pv Intake kg/cow/day		Syönyt kg/lehmä/pv Intake kg/cow/day	
Säilörehu — Silage	(0.8)	33.6	8.1 ¹⁾	12.4	3.0 ¹⁾
Heinä — Hay	(9.0)	1.7		4.4	
Melassileike — Molasses-beet pulp	(24.5)	—		3.0	
Ohra — Barley	(1.5)	5.5		4.7	
Soijarouhe — Soya bean meal	(13.5)	—		1.9	
Hiiva — Yeast	(0.2)	1.0		—	

¹⁾ kg k.a. — kg dry matter

Taulukko 2. Rehun ja sen aineosien keskimääräinen syönti lehmää ja päivää kohti niukasti (A) ja runsaanlaisesti (B) sokeria sisältävillä yhdistelmillä.

Table 2. Average intake of different feed components per cow per day on low sugar (A) and medium sugar (B) groups.

Ryhmä Group	Lehmäluku Number of cows	Keskim. syönti/pv — Average consumption/day						Ry/kg
		ry fu ¹⁾	kuiva-aine dry matter kg	srv digest. cr. prot. kg	sokeri sugar kg	tärkkelys starch kg	r. kuitu cr. fibre kg	4-% maitoa Fu/kg FCM ²⁾
A	4.83	13.0	15.5	2.03	0.30	2.61	3.0	0.47
B	4.83	13.5	15.0	2.06	1.25	2.32	2.4	0.45

¹⁾ 1 feed unit = 0.7 starch units

²⁾ Ylläpito- ja kasvutarve vähennetty. — Requirement for maintenance and growth is deducted.

tehtiin kuiva-ainemääritys aluksi päivittäin, myöhemmin 2–3 kertaa viikossa. Tähteiden kuivuminen ruokintapöydällä otettiin huomioon syötyä kuiva-ainemäärää laskettaessa. Analyysinäytteitä otettiin kerran viikossa.

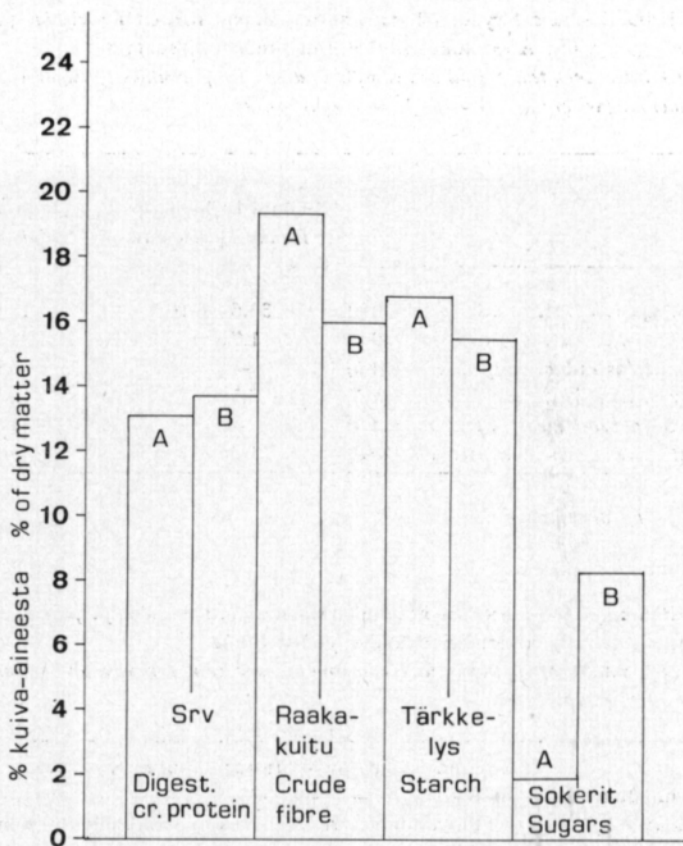
Maito punnittiin lypsykerroittain. Kerran kymmenessä päivässä otettiin maitonäyte kolmelta peräkkäiseltä päivältä ja määritettiin rasvaprosentti.

Verinäytteet otettiin 1–2 viikon välein aamulla samaan aikaan.

Analysimenetelmät

Analysinäytteet kuivattiin vakuuissa 40–50°:ssa ja jauhettiin Wiley myllyllä seula no 40 käyttäen.

Viralliseen rehuanalyysiin kuuluvat menetelmät olivat tavanomaiset. Sokerit ja tärkkelys määritettiin SALON (1965, 1968) menetelmillä. Maidon



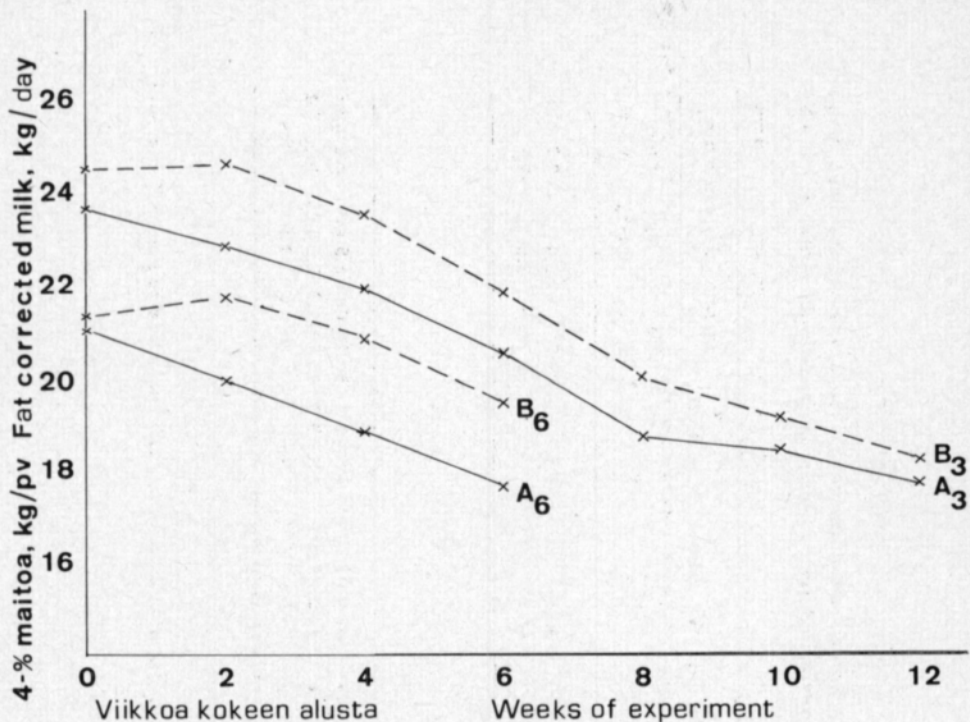
Kuva 1. Rehuyhdistelmien keskimääräinen koostumus.

Figure 1. Average composition of rations.

rasvapitoisuus määritettiin Gerberin menetelmällä. Veren glukoosipitoisuus määritettiin NELSONIN (1944) ja SOMOGYIN (1945) menetelmällä, ketoaineet BAKKER ja WHITEN (1957) menetelmällä. Hemoglobiini- ja hematokriittimääritykset olivat tavanomaiset. Seerumin kalsium ja magnesium määritettiin AA-1000 Techtron atomiabsorptiospektrofotometrillä ja epäorgaaninen fosfori TAUSSKY ja SHORRIN (1953) menetelmällä.

Tulokset

Ryhmien maitotuotos (kg 4-% maitoa/eläin/pv), maidon rasvaprosentti ja veri-arvot laskettiin ensin kahden viikon jaksojen keskiarvoina. Maitotuotoksen kulku nähdään kuvasta 2. Koko ryhmien tuotos esitetään siinä vain sen kuuden viikon ajalta, minkä ryhmät olivat alkuperäisessä kokoonpanossa (A₃ ja B₆). Lisäksi kuvassa on kokeessa koko 12 viikon ajan olleiden kummankin ryhmän kolmen korkeatuottoisimman lehmän keskimääräinen maitotuotoskäyrä (A₃ ja B₃). Selvytyden vuoksi mainittakoon, että taulukoissa nämä lehmät eivät esiinny omana ryhmänään.



Kuva 2. Rehun sokeripitoisuuden vaikutus maidontuotantoon:
 A = 300 g sokeria/pv, kuusi tai kolme lehmää/ryhmä
 B = 1250 g » » » »

Figure 2. Effect of the sugar content of ration on milk production:
 A = 300 g sugar per day, six or three cows per group
 B = 1250 g » » » »

Kuvasta ilmenee vähäinen ero sokeririkkaan rehun hyväksi, mutta kuten taulukosta 3 voidaan nähdä, tilastollisesti merkitsevä ero ei ole. Aikaisempaa sokeririkkaammalle yhdistelmälle päässyt ryhmä B herui kokeen alussa, sokeriköyhemmälle joutunut ryhmä A vuorostaan ehtyi. Kolmella korkeatuottosimmalla suuntaus oli sama. Niiden kohdalla voidaan kuitenkin todeta, että ryhmien välille alussa muodostunut ero kuroutui parin kuukauden päästä umpeen.

Taulukossa 3 esitetään ryhmien maitotuotosten keskiarvot ja hajonnat kuuden ensimmäisen koeviikon ja koko 12 viikon ajalta käyttäen kahden viikon koejaksojen keskiarvoja. Maidon rasvaprosentista esitetään vastaavat tiedot. Ryhmien väliset erot testattiin t-testillä ottaen huomioon A ja B ryhmän lähtötasojen erot. Erot sen paremmin kuuden ensimmäisen kuin kahden toistakaan viikon koeaikana eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($P > 0.05$). Maidon rasvaprosenttiin rehuyhdistelmien erilainen sokeripitoisuus ei vaikuttanut mitään.

Taulukossa 3 esitetään lisäksi vastaavat tiedot ryhmien veriarvoista, keskiarvot tosin laskettuina vain koko koeajalle. Ainoa merkitsevä ero todettiin veren hematokriittiarvossa ($P < 0.01$); ryhmällä A hematokriittiprosentti

Taulukko 3. Lehmien maitotuotos ja veriarvot 1) kahden viikon tasoituskauden, 2) kuuden ensimmäisen koeviikon, 3) koko 12 koeviikon aikana.
 Table 3. Milk production and haematological values of cows on 1) the two week preliminary period, 2) the first six week test period, 3) the whole twelve week test period.

Jaksot Periods	Ryhmä Group	Lehmäluku Number of cows	4 % maitoa FCM kg/day	Rasvaa Milk fat %	Hematokriitti Haematocrit		Hemoglobiini Haemoglobin g/100 ml	Glukoosi Glucose mg-%	Ketoaineet Ketone bodies mg-%		Seerumissa — In serum		
					%	%			Ca mg-%	Mg mg-%	Inorg. P mg-%		
1	A	6	21.0	4.30	34.8	11.4	49.1	4.3	9.7	2.6	7.7		
	B	6	21.3	4.24	34.7	11.1	45.2	4.2	9.7	2.6	7.8		
2	A	6	18.8 ± 1.2	4.25 ± 0.02									
	B	6	20.3 ± 1.2	4.28 ± 0.09									
			NS	NS									
3	A	4.83	17.9 ± 1.3	4.40 ± 0.02	35.5 ± 0.6	12.0 ± 0.3	47.0 ± 2.2	5.5 ± 1.2	10.7 ± 0.8	2.5 ± 0.1	6.1 ± 0.3		
	B	4.83	19.2 ± 1.6	4.44 ± 0.02	33.9 ± 0.5	11.4 ± 0.1	44.0 ± 3.9	6.8 ± 0.9	10.7 ± 1.0	2.6 ± 0.2	6.5 ± 0.2		
			NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

NS = ei merkitsevää eroa ($P > 0.05$)

** = $P < 0.01$

Tilastollisessa käsittelyssä huomioitu A ja B ryhmän lähtötason erot. — In the statistical calculations the differences between groups A and B on the preliminary period are taken into account.

nousi, ryhmälle B se laski. Yleensä veren koostumus vaihteli kokeen aikana vain hyvin vähän. Lehmät otettiin kokeeseen tarkoituksella niin myöhäisessä laktaatiovaiheessa, että mahdollinen piilevä ketoosi ei päässyt yllättämään ja sotkemaan tuloksia. Tasoituskaudella oli lisäksi kontrolloitu, että lehmien veri-arvot olivat normaalit.

Tulosten tarkastelu

Kokeella pyrittiin selvittämään, onko perää siinä käytännön karjamiesten väitteessä, että lehmien rehussa pitää olla tietty vähimmäismäärä sokeria ennen kuin maidontuotanto pysyy hyvänä ja lehmät terveinä. Vähimmäismääräksi katsotaan noin 5 % rehujen kuiva-aineesta. Säilörehu-heinä-vilja ruokinnalla se merkitsee keski- ja korkeatuottoisilla noin 500–700 g sokeria (fruktosaanit mukaan luettuna) päivässä. Nyt kuitenkin niittotuoreena säilötty säilörehu sisältää sokeria vain noin 0.5–1.5 % kuiva-aineesta ja koska viljan sokeripitoisuus on samaa luokkaa, putoaa päiväannos helposti alle 300 gramman.

Koeryhmän rehu sisälsi sokeria juuri tuon 300 g/pv, vertailuryhmän noin 1250 g/pv eli määrän, mihin päästään vain sisällyttämällä rehuyhdistelmään melassia tai juureksia. Toisaalta 1250 g/pv on paljon alle sen konsentraation, missä sokerin on todettu heikentävän maidontuotantoa (LOFGREEN ja OTAGAKI 1960).

Kuten tuotoslukuista voidaan todeta, runsaanlaisesti sokeria sisältänyt rehu vaikutti maidontuotannossa vähän sokeriköyhää paremmalta, mutta tilastollisesti merkitsevä ero ei ollut. Tämän pieneenkään eron ei tarvinnut johtua yksinomaan sokerista, sillä rehuyhdistelmät olivat pakosta muutenkin jossakin määrin erilaiset. Sokerin vaikutusta tutkittaessa on kuitenkin valittava erilaisen rehuyhdistelmän ja puhtaan sokerinkäytön väliltä ja myös viimeksimainittu vaikeuttaa tulosten tulkintaa, koska nopeasti liukeneva kidesokeri saa aikaan paljon kiihkeämmän pötsikäymisen kuin kasvisolukoista vähitellen diffundoituva (BOLDUAN ym. 1971).

Sokeriköyhän A dieetin maittavuus oli yhtä hyvä kuin B dieetin, sillä lehmät söivät yli sen ry-määrän, mitä maidontuotantoon katsotaan tarvittavan; ryhmä A maitokiloa kohti vähän enemmän kuin ryhmä B. Rehua oli nimittäin tarjolla jonkin verran enemmän kuin mitä tuotanto edellytti. Säilörehua ryhmä A sai ad libitum, mutta söi melkoisesti vähemmän mitä ETTALA ja POHJANHEIMO (1970) ovat todenneet. Kuitenkin säilörehu oli ulkonäön, pH:n ja ammoniakkityyppi pitoisuuden perusteella arvostellen hyvälaatuisia.

Lehmien aineenvaihduntaan dieetin sokeripitoisuus ei näyttänyt vaikuttavan päätellen siitä, että ryhmien veri-arvot ja maidon rasvapitoisuus olivat koko kokeen ajan keskenään hyvin samanlaisia ja vastasivat normaalitasoa.

Yhteenveto

Lyypsylehmillä verrattiin keskenään kahta rehuyhdistelmää, joista A sisälsi sokeria (monosakkarideja + sakkaroosia + fruktosaaneja) noin 300 g/pv, B noin 1250 g/pv. A koostui märästä säilörehusta, ohrasta, pienestä määrästä

heinää ja hiivaa tai mäskiä, B heinästä, ohrasta, melassileikkeestä ja pienestä määrästä säilörehua ja soijarouhetta. Syödyn kuiva-ainemäärän koresirehu: väkirehusuhde oli ryhmällä A noin 60:40, ryhmällä B noin 40:60. Rehuyksiköitä ja valkuaista kumpikin ryhmä sai yli normien. Kokeessa oli kuuden ensimmäisen viikon ajan kuusi lehmää/ryhmä ja seuraavien kuuden viikon ajan 3–4 lehmää/ryhmä.

Ryhmä A tuotti 4-prosenttista maitoa ensimmäisen kuuden viikon aikana 18.8 ± 1.2 kg/lehmä/pv ja koko 12 viikon aikana 17.9 ± 1.3 kg/lehmä/pv. Ryhmällä B vastaavat tuotosluvut olivat 20.3 ± 1.2 ja 19.2 ± 1.6 . Maidon rasvaprosentit olivat vastaavasti A: 4.25 ± 0.02 ja 4.40 ± 0.02 ; B: 4.28 ± 0.09 ja 4.44 ± 0.02 . Mikään ero A ja B ryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($P > 0.05$). Molempien rehuyhdistelmien maittavuus oli hyvä, sillä kun ylläpitotarve oli vähennetty, jäi maidontuotantoon ryhmällä A keskimäärin 0.47 ry, ryhmällä B 0.45 ry/kg 4 % maitoa.

Veren hemoglobiini-, glukoosi-, ketoaine-, kalsium-, magnesium- ja fosforipitoisuudesta ei ryhmien välillä liioin todettu merkitsevää eroa ($P > 0.05$). Hematokriittipitoisuus oli ryhmällä A korkeampi ($P < 0.01$).

- BAKKER, N. & WHITE, R. R. 1957. A simplified micro-method for the colorimetric determination of total acetone bodies in blood. *N. Z. J. Sci.* 38: 1001—1008.
- BOLDUAN, G., VOIGT, J., PIATKOWSKI, B. & STEGER, H. 1971. Einfluss der Verabreichung leicht hydrolysierbarer Kohlenhydrate auf Verdaulichkeit und Pansenfermentation bei Kühen. *Arch. Tierernähr.* 21: 141—149.
- BOWMAN, R. L. & HUBER, J. T. 1967. Effect of dietary lactose on milk composition and rumen volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.* 50: 579—581.
- BROSTER, H. W., SUTTON, J. D., SMITH, T., BROSTER, V. J. & BALCH, C. C. 1970. The effect of supplements of sucrose and of glucose monohydrate on the milk production and live-weight of dairy cows. *J. Agric. Sci.* 74: 217—225.
- CHAPPELL, G. L. & FONTENOT, J. P. 1968. Effect of level of readily-available carbohydrates in purified sheep rations on cellulose digestibility and nitrogen utilization. *J. Anim. Sci.* 27: 1709—1715.
- ES, A. J. H. van, NIJKAMP, H. J. & VOGT, J. E. 1971. The net energy content of dried sugar-beet pulp and of sucrose when fed to lactating cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 19: 48—56.
- ETTALA, E. & POHJANHEIMO, O. 1970. Eri säilöntäaineilla valmistettujen nurmisäilörehujen maittavuudesta ja vaikutuksesta lehmien tuotantoon. *Koetoin. ja Käyt.* 27: 18—20.
- HOFLUND, S. & SVANBERG, O. 1959. Sockerets betydelse i idisslarnas foderstater. *Socketter handlingar I*, 15: 39—46.
- KELLOGG, D. W. & OWEN, F. G. 1969. Relation of ration sucrose level and grain content to lactation performance and rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 52: 657—662.
- LOFGREEN, G. P. & OTAGAKI, K. K. 1960. The net energy of Blackstrap molasses for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 43: 220—230.
- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 153: 375—380.
- OWEN, F. G., KELLOGG, D. W. & HOWARD, W. T. 1967. Effect of molasses in normal- and high-grain rations on utilization of nutrients for lactation. *J. Dairy Sci.* 50: 1120—1125.
- SALO, M.-L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. *Acta Agr. Fenn.* 105: 1—102.
- & SALMI, M. 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 40: 38—45.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61—68.
- SWIFT, R. W., THACKER, E. J., BLACK, A., BRATZLER, J. W. & JAMES, W. H. 1947. Digestibility of rations for ruminants as affected by proportions of nutrients. *J. Anim. Sci.* 6: 432—444.
- 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.
- TAUSSKY, H. H. & SHORR, E. 1953. A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus. *J. Biol. Chem.* 202: 675—685.