



# Statens Husdyrbrugsforsøg 1986

## Meddelelse

14. AUGUST

NR. 628

### Undersøgelser over omsætningen af Ca-sæber og frie fedtsyrer i mave-tarmkanalen hos kvæg

#### 1. Fordøjeligheden af fedtsyrer og strukturkulhydrater

*Peter Detlef Møller*

*Afdelingen for forsøg med kvæg og får*

Der blev gennemført undersøgelser over virkningen af fedt fra palmeolie enten givet som Ca-sæber eller frie fedtsyrer på fordøjeligheden af fedtsyrer og strukturkulhydrater i mave-tarmkanalen hos fistulerede malkekøer.

Der blev tildelt ca. 1400 g råfedt pr. ko daglig, heraf 850 g fra palmeolie. Forsæbet fedt udgjorde 57% af fedtsyrerne i totalrationen indeholdende Ca-sæber.

Anvendelse af Ca-sæber fremfor frie fedtsyrer fra palmeolie medførte

- næsten uændret fedtsyreabsorption i tyndtarmen
- lavere mikrobiel fedtsyresyntese i vommen
- højere fordøjelighed af strukturkulhydraterne såvel i vommen som totalt (+ 12 procentenheder) målt på foderets NDF-fraktion.

Ved begge fedtsyrer fandtes en lavere absorption i tyndtarmen af C 12, C 14, C 16 og C 18:3 fedtsyrer end af C 18, C 18:1 og C 18:2 fedtsyrer.

Det kan konkluderes, at sænkningen i fordøjeligheden af strukturkulhydraterne forhindres ved anvendelse af Ca-sæber i stedet for frie fedtsyrer selv ved høje fedtmængder i rationen. Herved begunstiges køernes smørfedtproduktion. Anvendelse af Ca-sæber giver mulighed for højere fedttildeling uden negative virkninger på den mikrobielle omsætning i vommen end anbefalet med traditionelle mængder af animalske fedtkilder.

#### Indledning

Tilsætning af animalsk fedt til rationer til malkekøer er almindeligt anvendt her i landet med en positiv virkning på mælkeydelsen, når fedtmængden ikke overstiger ca. 50 g pr. kg tørstof. Vomfysiologiske undersøgelser i udlandet har vist, at fedtkilder som bl.a. oksetalg, kokosolie samt fedt med et højt indhold af umættede fedtsyrer eller myristinsyre kan nedsætte den bakterielle aktivitet og især cellulosefordøjeligheden i vommen.

Denne uheldige effekt er bl.a. af Palmquist og Jenkins (1982) forsøgt undgået ved at tilsætte calcium til fedt, således at Ca forbinder sig med fedtsyrerne til Ca-sæber. Ca-fedtsyrer (»beskyttet fedt«) forventes at passere intakt gennem vommen til tyndtarmen, hvor fedtsyrerne kan absorberes.

Det var derfor hensigten med nærværende forsøg at undersøge virkningen af store mængder fedt i form af enten Ca-sæber eller frie fedtsyrer

af palmeolie på såvel fedtsyrenes absorption i tarmkanalen som fordøjeligheden af strukturkulhydrater i vommen.

## Materiale og metoder

Forsøget blev gennemført som et periodeforsøg med to lakterende køer med en gennemsnitlig mælkeydelse på ca. 31 kg 4% mælk. Køerne var forsynet med en vomfistel og kanyler i den forreste og sidste del af tyndtarmen (duodenum henholdsvis ileum).

Fedtblandingerne blev fremstillet af Shell Farm A/S. Sammensætningen er vist i tabel 1.

**Tabel 1. Fedtblandingernes sammensætning (%)**

	Blanding 1 Ca-sæber	Blanding 2 frie fedtsyrer
Sojaskrå . . . . .	43,0	43,0
Byg . . . . .	19,0	19,0
Ca-fedtblanding <sup>1)</sup> . . . . .	38,0	—
Fedtsyreblanding <sup>2)</sup> . . . . .	—	38,0
	100,0	100,0

<sup>1)</sup> Lipofiber (R) (Shell Farm A/S): NaOH-behandlet byghalm 75%, CaCl<sub>2</sub> 5%, palmeoliefedtsyrer 20%.

<sup>2)</sup> NaOH-behandlet byghalm 80%, palmeoliefedtsyrer 20%.

Det fremgår af tabel 1, at Ca-fedtblandingen er fremstillet ved, at CaCl<sub>2</sub> og fedtsyrer i ekvivalente mængder er blandet med NaOH-behandlet byghalm. Formålet hermed er, at Na<sup>+</sup> fra ludhalm under fremstillingsprocessen skal forbinde sig med Cl<sup>-</sup> fra CaCl<sub>2</sub> til NaCl, og den frigjorte Ca<sup>++</sup> reagerer med carboxylgruppen (R-COO<sup>-</sup>) fra fedtsyrerne til dannelse af Ca-sæber (Vind, 1982). Der har dog også bestået mulighed for, at der er dannet Na-sæber i begge blandinger. Det øvrige foder, der skulle være fedtfattigt, havde følgende sammensætning i % af tørstof: 15,5 % fodersukkerroer, 15,6% sukkerroemelasse og 15,0% snittet byghalm. Foderet blev blandet sammen til en fuldfoderration og tildelt to gange daglig, således at optagelsen svarede til ad libitum fodring. I forsøgsperiode I blev tildelt Ca-sæber og i periode II frie fedtsyrer.

Efter en 3 ugers forperiode blev der udtaget tarmindehold samt gødning med 6 timers intervaller over 3 døgn. Den sidste dag i opsamlingsperioden blev der udtaget vomprøver til bestemmelse af kort- og langkædede fedtsyrer samt flygtige fedtsyrer.

## Resultater

### Rationssammensætning og foderoptagelse

Kraftfoderblandingerne kemiske sammensætning samt indhold af langkædede fedtsyrer er vist i tabel 2.

**Tabel 2. Fedtblandingernes kemiske sammensætning samt fedtsyreindhold**

	Blanding 1 Ca-sæber	Blanding 2 frie fedtsyrer
Tørstof, % . . . . .	88,94	87,68
<i>I % af tørstof:</i>		
Org. stof . . . . .	92,57	93,75
Råprotein . . . . .	24,56	24,88
Råfedt (HCl-æter) . . . . .	9,66	9,44
Træstof . . . . .	14,83	14,71
NFE . . . . .	43,52	44,72
Aske . . . . .	7,43	6,25
LHK . . . . .	18,81	18,76
MJ/kg . . . . .	19,82	20,38
pH . . . . .	5,73	6,37
<hr/>		
Fedtsyrer i % af tørstof	8,03	7,95

### Vægtfordelingsprocenter:

	% af totale fedtsyrer	% af individuelle fedtsyrer		% af totale fedtsyrer
		Sæbe	EFA	NEFA
Laurinsyre C 12 . . . . .	0,2	0,0	25,0	75,0
Myristinsyre C 14 . . . . .	1,2	58,6	23,2	18,2
Palmitinsyre C 16 . . . . .	43,0	72,8	16,1	11,1
Stearinsyre C 18 . . . . .	4,5	61,2	25,4	13,4
Oliesyre C 18:1 . . . . .	34,4	26,5	17,4	56,1
Linolsyre C 18:2 . . . . .	14,4	28,6	21,8	49,6
Linolensyre C 18:3 . . . . .	2,3	34,6	34,2	31,2
Gns., % af totale fedtsyrer	47,5	18,6	33,9	

Dannelse af Ca-sæber i blanding 1 har medført en sænkning af ludhalmens pH. Blandingernes fedtsyreindhold udgjorde gennemsnitlig ca. 84% af råfedtet.

Dyrenes foderoptagelse er vist i tabel 3.

**Tabel 3. Køernes foderoptagelse (kg/ko/dag)**

	Ration 1 Ca-sæber	Ration 2 frie fedtsyrer
Tørstof . . . . .	21,2	19,7
FE <sub>k</sub> . . . . .	19,5	18,2
Råprotein . . . . .	3,491	3,652
Træstof . . . . .	3,843	3,717
Råfedt . . . . .	1,470	1,378
heraf fedtsyrer . . . . .	1,020	0,883
heraf forsæbet . . . . .	0,588	—
Råfedt fra kraftfoder . . . . .	1,092	0,995
heraf fedtsyrer . . . . .	0,787	0,712
heraf Ca-sæber . . . . .	0,374	—

Dyrene optog henholdsvis 21,2 og 19,7 kg tørstof på ration 1 og ration 2 svarende til henholdsvis 19,5 og 18,2 FE<sub>k</sub>. Der blev optaget henholdsvis 1470 og 1378 g råfedt pr. ko daglig. Fedtsy-

terne udgjorde henholdsvis 69,4 og 64,1% af råfedtet, og 57,6% af fedtsyrerne i totalrationen var forsæbet mod 47,5% i Ca-fedtblandingen.

#### Fedtsyreomsætningen i mave-tarmkanalen

Optagelsen og omsætningen af råfedt og fedtsyrerne i mave-tarmkanalen er vist i tabel 4.

Det fremgår af tabel 4, at der ved duodenum på ration 1 og 2 fandtes henholdsvis 49,8 og 94,3% råfedt mere, end der blev optaget med foderet. Betragtes fedtmængden ved duodenum derimod på grundlag af totale fedtsyrer, fremgår, at der kun fandtes henholdsvis 4,2 og 31,0% flere fedtsyrer ved duodenum end optaget med foderet. Forklaringen på denne uoverensstemmelse mellem råfedtet og fedtsyrerne beror sandsynligvis på, at en meget betydelig del af galdesekretterne, der er af endogen oprindelse, medbestemmes på grund af duodenalkanylens placering som råfedt i råfedtanalysen.

Ved betragtning af de enkelte fedtsyrer fremgår, at der i vommen for rationen med Ca-sæber kun er dannet stearinsyre (C 18, 273 g). Af denne mængde kan størstedelen forklares ved en hydrogenning af de umættede fedtsyrer, oliesyre, linolsyre og linolensyre til stearinsyre af mikroorganismene i vommen (ialt 235 g svarende til 86% af de 273 g). Den resterende mængde kan antages at være reelt syntetiseret af mikroorganismene i vommen. På rationen med frie fedtsyrer udgjorde »syntesen« af stearinsyre 375 g, hvoraf kun ca. 50% kan forklares ud fra en hydrogenning af umættede C 18 fedtsyrer. Der er således i dette tilfælde reelt syntetiseret væsentligt mere stearinsyre end på rationen med Ca-sæber. Desuden blev der på rationen med frie fedtsyrer fundet en betydelig nettosyntese af C 16 i vommen. Sammenlagt var den mikrobielle fedtsyresyntese i vommen således højest på rationen med frie fedtsyrer.

Den samlede hydrogenning af umættede C 18 fedtsyrer var ens på de to rationer på ca. 50%.

Absorptionen af totale fedtsyrer i tyndtarmen på 77% og 80% var næsten ens for henholdsvis rationen med Ca-sæber og frie fedtsyrer. Betragtes de enkelte fedtsyrers fordøjelighed, fandtes den laveste fordøjelighed i tyndtarmen for de mættede C 12 og C 14 fedtsyrer på 60–65%. Palmitinsyre fordøjedes fra 73% til 78% og stearinsyre fra 80% til 83%. De umættede fedtsyrer C 18:1 og C 18:2 havde tilsyneladende samme fordøjelighed i

Tabel 4. Fedtsyreomsætningen i mave-tarmkanalen hos køer fordret med Ca-sæber eller frie fedtsyrer (g/kø/dag)

	Ration 1, Ca-sæber						Ration 2, frie fedtsyrer					
	Råfedt	Laurinsyre	Myristinsyre	Palmitinsyre	C 18	C 18:1 C 18:2	Råfedt	Laurinsyre	Myristinsyre	Palmitinsyre	C 18	C 18:1 C 18:2
Optaget . . . . .	1471	1,9	11,8	368,4	38,5	289,0	1378	1,7	13,4	397,8	44,0	255,8
Duodenum . . . . .	2202	1,5	11,2	358,3	311,5	156,8	2677	1,5	12,2	443,4	419,0	151,0
»Syntese« . . . . .	731	-0,4	-0,6	-10,1	273,0	-132,2	1299	-0,2	1,2	45,6	375,0	-104,8
Ileum . . . . .	614	0,6	4,6	95,6	61,4	33,8	664	0,6	4,2	98,3	73,0	26,8
Gødning . . . . .	383	0,6	3,7	70,2	43,7	27,6	489	0,5	4,2	87,7	68,4	29,9
Ford. ityndtarmen	72,1	60,0	58,9	73,3	80,3	78,4	75,2	60,0	65,6	77,8	82,6	82,3
Ford. ityktarmen	37,6	0,0	19,6	26,6	28,8	18,3	26,4	16,7	0,0	10,8	6,3	-11,6
% af ileum . . . . .												
Ford. ialt (foder ÷ gødning)	74,0	68,4	68,6	80,9	-	9,4	64,5	70,6	68,7	78,0	-	88,3
% af optaget . . . . .												
Total fedtsyrer incl. myristol- og palmitolsyre	862,1	27,0	82,1	862,1	898,2	36,1	862,1	23,1	13,8	497,8	456,8	151,0
Linolensyre	27,0	123,8	37,6	10,5	898,2	-16,5	2677	41,2	12,2	443,4	419,0	151,0
Linolsyre	123,8	37,6	10,5	898,2	36,1	1299	1299	-74,7	1,2	45,6	375,0	-104,8
Oliesyre	37,6	10,5	898,2	36,1	1299	664	664	5,8	4,2	98,3	73,0	26,8
Stearinsyre	10,5	898,2	36,1	1299	664	155,0	489	6,2	4,2	87,7	68,4	29,9
Palmitinsyre	36,1	1299	664	155,0	489	76,9	76,9	85,9	65,6	77,8	82,6	82,3
Myristinsyre	155,0	489	76,9	76,9	25,3	25,3	25,3	-6,9	0,0	10,8	6,3	-11,6
Laurinsyre	25,3	25,3	25,3	25,3	82,0	82,0	82,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Råfedt	82,0	84,0	84,0	84,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
Total fedtsyrer incl. myristol- og palmitolsyre	82,0	84,0	84,0	84,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0

tyndtarmen som C 18, medens linolensyrens fordøjelighed var ca. 10–14% lavere.

#### Fordøjeligheden af strukturkulhydrater

Indflydelsen af Ca-sæber og frie fedtsyrer på fordøjeligheden af især strukturkulhydraterne fremgår af tabel 5.

**Tabel 5. Omsætningen af organisk stof, kvælstof og strukturkulhydrater i mave-tarmkanalen hos køer fodret med Ca-sæber eller frie fedtsyrer (pr. ko daglig)**

	Ration 1, Ca-sæber				Ration 2, frie fedtsyrer							
	Org. stof kg	Kvæl- stof g	Træ- stof kg	NFE kg	ADF kg	NDF kg	Org. stof kg	Kvæl- stof g	Træ- stof kg	NFE kg	ADF kg	NDF kg
Optaget . . . . .	19,34	559	3,84	10,53	4,21	6,37	17,97	584	3,72	9,23	4,24	6,56
Ford. i formaverne												
% af optaget . . . . .	41,6	-16,0	64,2	65,1	58,6	57,1	20,1	-40,3	49,6	49,2	46,1	44,9
Ford. i tyndtarmen												
% af duodenum . . . . .	26,5	58,0	-64,7	-1,4	-51,2	-62,5	40,4	64,9	-26,5	20,5	-22,8	-21,9
Ford. i tyktarmen												
% af ileum . . . . .	32,8	26,1	26,0	39,0	28,0	32,8	21,5	21,0	17,0	23,9	18,1	17,1
Total fordøjet												
% af optaget . . . . .	71,1	64,0	56,4	78,4	54,9	53,1	62,6	61,1	47,1	69,2	45,8	44,3

NFE = kvælstoffrie ekstraktstoffer  
 ADF = acid detergent fibre  
 NDF = neutral detergent fibre

Det ses af tabel 5, at fordøjeligheden i formaverne af alle næringsstoffer har været lavest på rationen indeholdende frie fedtsyrer. Fordøjeligheden i formaverne af organisk stof for denne ration var 21,5 procentenheder lavere, og kvælstofrecir-

kuleringen øgedes med 24,3 procentenheder sandsynligvis som følge af en lavere bakteriel proteinsyntese på grund af den lavere mængde organisk stof, der var til rådighed som substrat for den mikrobielle proteinsyntese. Fordøjeligheden af træstof på ration 2 var 14,6% lavere end for ration 1, medens fordøjeligheden af de kvælstoffrie ekstraktstoffer (NFE) var sænket med 15,9%. Fordøjeligheden for de øvrige cellevægsbestanddele ADF og NDF var henholdsvis 12,5 og 12,2 procentenheder lavere, i formaverne på ration 2 i forhold til ration 1. Dette tyder på en kraftig hæmmende indflydelse af frie fedtsyrer især på strukturkulhydraternes fordøjelighed i formaverne.

For Ca-sæberationen foregår en større absorption af organisk stof og cellevægsbestanddele i tyktarmen end på rationen med frie fedtsyrer. Forskellen i den totale fordøjelighed (foder + gødning) af strukturkulhydratfraktionerne bliver mindre end forskellen fundet i vommen. For træstof og NDF fraktionerne fandtes stadig en væsentlig højere fordøjelighed ved anvendelse af Ca-sæber fremfor frie fedtsyrer.

**Litteratur**

Vind, R. 1982. Personlig meddelelse.  
 Palmquist, D. L. & Jenkins, T. C. 1982. XIIth World Congr. on diseases of cattle, The Netherlands.  
 Steele, W. 1985. Feed grade animal fats in feeds. NRA & USDA, USA.

Docent, dr.med.vet. M. Hesselholt, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, takkes for indoperering af vom- og tarmkanyler i forsøgskøerne og dyrlæge R. Vind, Shell Farm A/S, for værdifulde diskussioner i forbindelse med forsøgsprojektet.