



# Statens Husdyrbrugsforsøg 1987

## Meddelelse

9. DECEMBER

NR. 694

### Fedtsyreomsætningen hos malkekøer fodret med forsæbet, traditionelt eller mættet animalsk fedt.

#### 2. Optagelse og fordøjelse af fedtsyrer.

*P. D. Møller og C. F. Børsting.*

*Afdelingen for forsøg med kvæg og får*

Der blev gennemført undersøgelser over virkningen af store mængder animalsk fedt givet som Ca-sæber, traditionelt eller mættet fedt på fedtsyrenes fordøjelighed og forsæbningsgrad i forskellige mave-tarmafsnit hos vom- og tarmfistulerede malkekøer. Der blev totalt tildelt 685 g, 907 g og 944 g fedtsyrer pr. dag på rationerne med henholdsvis forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt, heraf henholdsvis 590 g, 840 g og 850 g fedtsyrer fra de tre fedtkilder.

Fordøjeligheden i tyndtarmen af de enkelte fedtsyrer faldt betydeligt fra forsæbet til traditionelt og mættet fedt, hvilket især var markant for palmitin-, stearin- og linolensyre. Forsæbningsgraden i vommen var næsten ens på 88% for rationerne med forsæbet og traditionelt fedt, men kun 59% for mættet fedt, hvoraf 80% var esterificeret i foderet.

Det kan konkluderes, at der i vommen kan finde en betydelig forsæbning sted af fedtsyrene, når der er et overskud af Ca. Der fandtes en lav fordøjelighed i tyndtarmen af de mættede fedtsyrer især for rationen med mættet fedt.

#### Indledning

Undersøgelser over virkningen af Ca-sæber eller frie fedtsyrer af palmeolie viste, at fordøjeligheden af fedtsyrene i tyndtarmen ikke var væsentligt lavere for Ca-sæber sammenlignet med frie fedtsyrer (medd. 628). Fordøjeligheden af de enkelte fedtsyrer var relativt høj, selv ved tildelelse af store mængder fedtsyrer (700–800 g) fra palmeolie.

Da der som følge af Ca-sæber og mættede fedtsyrer er skabt mulighed for at tildele større mængder fedt i rationen til malkekøer, end de hidtidige mængder på 50 g/kg tørstof, var det hensigten med dette forsøg, at undersøge virkningen af større mængder animalsk fedt givet som Ca-sæber, mættede fedtsyrer eller traditionelt animalsk fedt på

den kvantitative fedtsyreomsætning i fordøjelseskanaalen hos malkekøer. De samme fedtkilder blev anvendt i produktionsforsøg af Hermansen (1985) (medd. 589 og 590). Forsøgsplan, derunder foderets sammensætning fremgår af meddelelse nr. 693.

#### Materiale og metode

Der blev hver 6. time udtaget prøver af tarmindhold og gødning. Ligeledes blev der udtaget vomprøver, der hældtes sammen til en døgnprøve. Prøverne blev analyseret for langkædede fedtsyrer, der opdeltes i esterificerede fedtsyrer, frie fedtsyrer og fedtsyrer bundet til Ca (se i øvrigt medd. nr. 695).

## Resultater

### *Fedtsyreomsætningen i mave-tarmkanalen*

Optagelsen og omsætningen af råfedt og fedtsyrerne i mave- tarmkanalen er vist i tabel 1.

Ved duodenum fandtes der på alle rationer mere råfedt (760–970 g) end der blev tildelt med foderet.

Betragtes mængderne derimod på grundlag af totale fedtsyrer fremgår, at der kun fandtes en »syntese« på 174 g (25.5%) og 37 g (4.1%) for henholdsvis rationerne med forsæbet og animalsk fedt. Total fedtsyrer er beregnet som summen af de målte fedtsyrer. På rationen med mættet fedt fandtes derimod ingen »syntese« af fedtsyrer i formaverne. For de første to rationer bestod »fedtsyresyntesen« af palmitinsyre og stearinsyre. En del af de umættede C18:1, C18:2 og C18:3 fedtsyrer er i vommen blevet hydrogenet til den mættede stearinsyre (C18:0), men ikke hele mængden af den »syntetiserede« C18:0 stammede herfra. På rationen med mættet fedt foregik der også en hydrogenering af de umættede C18:2 og C18:3 fedtsyrer, men der var ingen »nettosyntese« af C16:0 og C18:0 fedtsyrer. Vommikroberne syntetiserer en del fedtsyrer med forgreninger og/eller ulige antal C-atomer. Disse er p.g.a. analysemetoden ikke indregnet i mængden af fedtsyrer.

For fordøjeligheden af de enkelte fedtsyrer i tyndtarmen fandtes de laveste fordøjelighedskoefficienter for mættet animalsk fedt og de største for forsæbet fedt. Signifikante forskelle mellem rationer ( $P < 0.05$ ) fandtes dog kun for palmitolsyre og oliesyre medens forskellen mellem rationer for palmitinsyre, stearinsyre og linolensyre nærmede sig signifikans ( $P = 0.09$ ).

For fordøjeligheden i tyktarmen fandtes ingen signifikante forskelle mellem rationer for de enkelte fedtsyrer. Derimod fandtes for den tilsyneladende fordøjelighed (foder – gødning) signifikante forskelle mellem rationernes fordøjelighedskoefficienter for alle fedtsyrer ( $P < 0.05$ ). For alle C18 fedtsyrer var forskellen signifikant på 1% niveauet ( $P < 0.01$ ). Det bør bemærkes, at den største udskillelse i gødningen fandtes for stearinsyre og palmitinsyre, hvoraf der henholdsvis blev udskilt 162 g og 34 g mere på rationen med mættet fedt i forhold til rationen med Ca-sæber.

Fordelingen af de enkelte fedtsyrer på sæbe, EFA og NEFA fraktioner i de forskellige mave-tarmafsnit er vist i tabel 2.

Det fremgår af tabel 2, at der for alle fedtsyrer fandt en forsæbning sted i vommen, idet andelen af forsæbende fedtsyrer altid var større end i foderet. I gennemsnit fandtes der 86.8, 88.4 og 59.0% fedtsyrer forsæbet i vomvæsken på henholdsvis forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt. På rationen med forsæbet animalsk fedt er forsæbningsgraden steget fra 82.3% i kraftfoderfedtet til 86.8% i vomvæsken. Næsten den samme forsæbningsgrad i vommen er opnået på rationen med traditionelt animalsk fedt, hvorimod der på rationen med mættet fedt ikke er opnået en forsæbningsgrad svarende til de andre to rationer. Fedtsyrerne var her i højere grad esterificeret og hydrolyseringsgraden i vommen har været lavere.

Interessant at bemærke er ligeledes den forholdsvis høje forsæbningsgrad, der fandtes ved duodenum for næsten alle fedtsyrer. Forsæbningsgraden varierede for de enkelte fedtsyrer, men var lavest for stearinsyre efterfulgt af palmitinsyre og oliesyre. Den laveste forsæbningsgrad ved duodenum fandtes for rationen med forsæbet fedt stigende til rationen med traditionelt og mættet animalsk fedt. En medvirkende årsag til den lave fordøjelighed i tyndtarmen for C16:0, C18:0 og C18:3 fedtsyrerne på ration 3 med mættet fedt kan være den i dette forsøg fundne høje reesterificeringsgrad i ileuminholdet for disse fedtsyrer. I ileumafsnittet var forsæbningsgraden højere end ved duodenum, hvilket skyldes det stigende pH fra duodenum (pH 3.70–3.74) til ileum (pH 7.79–7.89).

I gødningen er forsæbningsgraden lavere end i ileum på de første to rationer, medens den er højere i gødningen end ved ileum på ration 3 med mættet fedt. Forskellen skyldes, at der på ration 3 er passeret flere esterificerede fedtsyrer til tyktarmen, hvor der ligesom i vommen er foregået en mikrobiel hydrolyse af de esterificerede fedtsyrer, som derefter er blevet calcificeret.

## Diskussion

Forsæbningsgraden i vomvæsken på rationerne med forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt var henholdsvis 87%, 88% og 59%, hvilket viser en meget stor forsæbningskapacitet i vomvæsken på de to uforsæbende rationer. Denne forsæbning har kunnet foregå, fordi der var tilsat 3% kridt til kraftfoderblandingerne, og der blev optaget 150 g kridt pr. dag.

**Tabel 1. Fedtsyreomsætningen i mave-tarmkanalen hos køer fodret med forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt (g/ko/dag)**

	Ration 1, forsæbet animalsk fedt										
	HCl-råfedt	laurinsyre C12	myristinsyre C14	myristolsyre C14:1	palmitinsyre C16	palmitolsyre C16:1	stearinsyre C18	oliesyre C18:1	linolsyre C18:2	linolensyre C18:3	total fedtsyrer
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Optaget	1170.5	1.1	16.9	3.2	173.2	31.6	88.5	229.6	84.5	56.7	685.3
Duodenum	2137.5	0.6	15.4	4.2	235.5	12.9	389.1	153.1	35.2	13.9	859.9
»Syntese«	967.0	-0.4	-1.5	0.9	62.3	-18.8	300.6	-76.5	-49.3	-42.8	174.6
Ileum	582.9	0.4	4.3	1.4	55.9	1.2	138.1	17.5	5.7	5.5	230.1
Gødning	480.9	0.5	3.4	1.3	49.9	1.9	95.2	14.8	3.8	4.7	175.5
Ford. i tyndtarmen											
% af duodenum	72.7	36.5	72.3	65.4	76.2	90.1	64.4	88.6	83.8	60.5	73.2
Ford. i tyktarmen											
% af ileum	17.5	20.0	20.8	9.0	23.2	-48.8	31.1	15.5	32.7	14.5	26.8
Ford. i alt (foder-gød)											
% af optaget	58.9	54.7	80.0	59.6	75.2	94.0	-7.6	93.6	95.5	91.7	75.4

  

	Ration 2, traditionelt animalsk fedt										
	HCl-råfedt	laurinsyre C12	myristinsyre C14	myristolsyre C14:1	palmitinsyre C16	palmitolsyre C16:1	stearinsyre C18	oliesyre C18:1	linolsyre C18:2	linolensyre C18:3	total fedtsyrer
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Optaget	1473.7	2.8	13.8	2.2	216.5	25.0	128.5	331.2	123.3	64.1	907.3
Duodenum	2362.3	1.2	10.8	4.0	229.8	8.6	506.1	132.0	31.4	20.8	944.8
»Syntese«	888.6	-1.7	-3.0	1.8	13.3	-16.3	377.7	-199.1	-91.9	-43.3	37.4
Ileum	868.2	0.7	4.4	1.4	79.4	1.5	267.7	28.5	6.6	10.5	400.8
Gødning	743.1	0.5	2.8	1.3	52.7	1.4	189.8	19.5	4.1	7.8	279.9
Ford. i tyndtarmen											
% af duodenum	63.2	39.8	59.4	64.0	65.4	82.2	47.1	78.4	78.9	49.5	57.6
Ford. i tyktarmen											
% af ileum	14.4	29.6	35.3	8.4	33.6	11.7	29.1	31.6	38.4	26.1	30.2
Ford. i alt (foder-gød)											
% af optaget	49.6	82.6	79.3	40.7	75.7	94.6	-47.8	94.1	96.7	87.9	69.1

  

	Ration 3, mættet fedt										
	HCl-råfedt	laurinsyre C12	myristinsyre C14	myristolsyre C14:1	palmitinsyre C16	palmitolsyre C16:1	stearinsyre C18	oliesyre C18:1	linolsyre C18:2	linolensyre C18:3	total fedtsyrer
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Optaget	1610.7	1.8	18.2	1.2	233.1	5.8	503.4	54.9	58.1	67.7	944.2
Duodenum	2373.7	1.0	10.9	3.0	195.4	4.9	536.7	59.1	29.3	20.4	860.7
»Syntese«	763.0	-0.8	-7.3	1.7	-37.7	-0.9	33.3	4.2	-28.8	-47.3	-83.5
Ileum	945.0	0.7	7.0	1.1	91.6	1.4	336.2	10.4	6.9	14.1	427.7
Gødning	765.7	0.6	6.1	1.4	83.7	1.6	264.1	10.0	5.9	11.2	377.6
Ford. i tyndtarmen											
% af duodenum	60.2	30.8	36.4	62.0	53.1	72.3	37.4	82.3	76.6	31.0	49.7
Ford. i tyktarmen											
% af ileum	19.0	12.5	12.8	-21.4	8.6	-15.6	21.4	3.7	14.6	20.4	11.7
Ford. i alt (foder-gød)											
% af optaget	52.5	65.8	66.7	-9.7	64.1	73.0	47.5	81.7	89.9	83.5	63.6

Fordøjeligheden af fedtsyren i tyndtarmen var derimod stærkt nedsat på rationerne med traditionelt og mættet animalsk fedt overfor rationen med Ca-forsæbet fedt. Niveaue for fordøjeligheden af de enkelte fedtsyrer på rationen med Ca-forsæbet fedt var på højde med tidligere fundne værdier for palmeolie (medd. nr. 628). Dog var fordøjeligheden af stearinsyre 15% lavere i nærværende forsøg. Den nedsatte fordøjelighed af fedtsyrerne i tyndtarmen på de andre to rationer kan eventuelt hænge sammen med en betydelig

forsæbningsgrad af fedtsyrerne ved duodenum, der varierede fra 7-40% for Ca-sæber, fra 7-42% for traditionelt animalsk fedt og fra 9-49% for mættet animalsk fedt.

Stearinsyren havde den laveste forsæbningsgrad ved duodenum og linolsyren den højeste. Desuden fandtes den største esterificeringsgrad i ileumindholdet for palmitin-, stearin- og linolensyrerne på ration 3 med mættet fedt, hvilket må have været en af årsagerne til den lave fordøjelighed af disse fedtsyrer i tyndtarmen. Dette fald i

**Tabel 2. Fordeling af fedtsyrer på sæbe, EFA og NEFA fraktioner i tarmkanalen hos køer fodret med forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt**

	Palmitinsyre C16:0			Stearinsyre C18:0			Oliesyre C18:1			Linolsyre C18:2			Linolensyre C18:3			Total fedtsyrer		
	Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA
<i>Ration 1: Forsæbet animalsk fedt</i>																		
Foder	80.7	8.6	10.7	84.5	9.6	5.9	79.0	4.2	16.8	61.0	12.2	26.8	25.8	23.5	50.7	73.6	8.6	17.8
Vomvæske	88.5	7.0	4.5	91.0	5.8	3.3	78.5	11.5	10.1	68.8	15.0	16.3	76.5	13.8	9.7	86.8	7.5	5.6
Duodenum	21.0	8.6	70.4	7.6	16.3	76.1	20.7	12.6	66.7	39.5	16.7	43.8	33.9	30.4	35.6	16.4	13.4	70.2
Ileum	91.8	5.2	3.0	93.9	4.2	1.9	81.0	6.2	6.8	63.2	24.7	12.1	83.3	12.1	4.6	91.3	5.8	2.9
Gødning	86.8	8.1	5.1	90.8	6.7	2.5	82.3	10.3	7.4	63.0	27.7	9.3	77.8	20.7	1.5	87.5	8.8	3.9
<i>Ration 2: Traditionelt animalsk fedt</i>																		
Foder	9.5	58.6	31.9	10.4	59.7	29.9	3.6	55.4	41.0	12.8	46.3	40.9	13.3	33.8	52.9	7.9	54.1	38.0
Vomvæske	89.0	6.2	4.8	92.4	4.3	3.3	78.1	10.4	11.5	68.1	14.8	17.2	80.0	8.8	11.2	88.4	6.0	5.6
Duodenum	23.0	9.9	67.1	6.7	17.6	75.7	27.6	13.4	59.0	41.6	21.0	37.4	21.8	26.2	52.0	16.3	15.3	68.4
Ileum	94.4	3.5	2.1	97.5	1.4	1.1	86.5	6.3	7.2	70.7	16.7	12.6	90.0	7.0	3.0	95.2	2.8	2.0
Gødning	87.5	6.3	6.2	94.1	2.8	3.1	76.5	11.1	12.4	64.4	21.4	14.2	84.0	10.9	5.7	90.5	4.9	4.6
<i>Ration 3: Mættet fedt</i>																		
Foder	9.3	73.7	17.0	2.7	87.0	10.3	27.3	45.1	27.6	33.4	38.5	28.1	12.4	43.8	43.8	9.3	74.4	16.3
Vomvæske	61.2	34.6	4.2	54.6	42.6	2.8	84.5	4.1	11.4	62.3	28.3	9.4	53.4	42.2	4.5	59.0	37.2	3.8
Duodenum	26.6	8.6	64.8	9.4	17.6	73.0	36.4	12.5	51.1	49.1	16.7	34.2	26.3	25.9	48.0	19.1	14.8	66.1
Ileum	57.7	37.9	4.4	61.6	35.0	3.4	84.5	6.6	8.9	69.8	18.6	11.6	61.8	33.9	4.3	61.3	34.7	4.0
Gødning	77.2	18.4	4.4	79.6	17.9	2.5	83.1	8.1	8.8	71.1	17.3	11.6	76.0	20.6	3.4	79.0	17.7	3.3

fedtsyrernes fordøjelighed afspejledes ligeledes i den tilsyneladende fedtsyrefordøjelighed (foder – gødning) hvor forskellen mellem rationer var signifikant for alle målte fedtsyrer. For at fedtsyrerne kan absorberes i tyndtarmen, skal de være dissociert fra Ca, hvilket foregår ved det lave pH i løben (pH 2–3). Da prøverne ved duodenum er udtaget ca. 50 cm efter pylorus, var pH i duodenum i disse forsøg ca. 3.7, og det må antages, at en del af de Ca-bundne fedtsyrer især på traditionelt og mættet animalsk fedt desuden er undsluppet dissociationen i løben og er passeret udissoiceret til tyndtarmen og videre til ileum, hvor flere af de frie fedtsyrer igen har kunnet bindes til Ca p.g.a. det høje pH i dette tarmafsnit (pH 7.8), som vist i tabel 3.

Foruden at fedtsyrerne skal foreligge som frie fedtsyrer i duodenum, skal der foregå en miceldannelse med de tilførte fosforlipider og galdesyrer for at en absorption kan finde sted.

Esterificeringsgraden i foderet af fedtsyrerne, der var på 9%, 54% og 74% for henholdsvis forsæbet, traditionelt og mættet animalsk fedt (tabel 2), kan også have været medvirkende til en lavere absorptionsgrad i tyndtarmen for mættet fedt. Desuden har det synergistiske forhold mellem mættede og umættede fedtsyrer en indflydelse på absorptionen i tyndtarmen, hvilket bl.a. er vist i forsøg med fjerkræ (Lewis og Paine, 1966).

#### Litteratur

- Hermansen, J. E., 1985. Medd. nr. 589 og 590, Statens Husdyrbrugforsøg.  
 Lewis, D. og Paine, C. G., 1966. Brit. Poultry Sci., 209.  
 Møller, P. D., 1986. Medd. nr. 628, Statens Husdyrbrugforsøg.