



● Fedtsyrers fordøjelighed

Fordøjelighed af stearinsyrerigt og palmitinsyrerigt mættet fedt hos malkekøer

M.R. Weisbjerg, T. Hvelplund & C.F. Børsting*

Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

*Afd. for Forsøg med Pelsdyr

● Fordøjeligheden af fedtsyrer er undersøgt med 5 lakterende køer ved fodring med 3 fedtkilder i et 5 × 5 romer kvadrat forsøg med 5 behandlinger. Behandlingerne var tildeling af henholdsvis 500 g animalsk fedt, 500 eller 1000 g stearinsyrerigt (C18:0) mættet fedt, samt 500 eller 1000 g palmitinsyre- rigt (C16:0) mættet fedt pr. dag. Ved den højeste tildeling af fedt var den daglige fedt- syreoptagelse ialt ca. 1100 g. Ved 500 g til-

deling var fordøjeligheden af fedtsyrer i stea- rinsyrerigt fedt og animalsk fedt næsten ens (74 og 76%), mens palmitinsyrerigt fedt havde en væsentlig højere fordøjelighed (87%). Ved øgning af fedtniveauet til 1000 g faldt fedtsyrefordøjeligheden for begge fedtpartier, men mest for det stearinsyrerige, således at forskellen i fedtsyrefordøjelighed mellem stearinsyrerigt og palmitinsyrerigt fedt blev øget (64 vs 81%).

Indledning

Fodring med »beskyttet« fedt i form af mættede fedtsyrer er blevet almindeligt i Danmark i de senere år.

Imidlertid er der i flere forsøg fundet en lav fedtsyrefordøjelighed ved fodring med mættede fedtsyrer, og det har specielt været stearinsyrefordøjeligheden, som har været påvirket. Da der er grund til at antage, at fordøjeligheden af mættede fedtsyrer er afhængig af den fysiske form, hvorunder fedtet opfodres, samt hvorvidt fedtsyrerne findes som frie fedtsyrer eller som triglycerider, kan det være svært at forudsige fordøjeligheden af frie mættede fedtsyrer opblandet i pilleterede kraftfoderblandinger ud fra foreliggende forsøg, hvor fedtet ikke blev tildelt i denne form. Herudover er de foreliggende forsøg ikke velegnede til kvantitativt at belyse evt. forskelle i fordøjeligheden mellem palmitinsyre og stearinsyre.

Dette forsøg blev derfor planlagt for at undersøge fordøjeligheden af mættede fedtvarer bestående af frie fedtsyrer, og opblandet i kraftfoderet før pilleteringen.

Materiale og metoder

Forsøget blev udført efter et 5 × 5 romer kvadrat design med 5 behandlinger, 5 køer og 5 perioder á 14 dage. Der blev anvendt SDM køer, der var ca. 4 måneder fra kælvning ved forsøgets start. En ko på behandlingen med 1000 g palmitinsyrerigt fedt i periode 2 blev udeladt p.g.a. mastitis.

Behandlingerne var en kontrolbehandling med 500 g animalsk fedt i rationen dagligt, 2 behandlinger med stearinsyrerigt mættet fedt (henholdsvis 500 og 1000 g pr. dag) samt 2 behandlinger med palmitinsyrerigt mættet fedt (henholdsvis 500 og 1000 g pr. dag). De 2 mættede fedtblandinger bestod af frie fedtsyrer, og blev stillet til rådighed af Sjølund Mølle A/S, mens det animalske fedt var normalt fedt fra destruktionsanstalterne. Animalsk fedt og palmitinsyrerigt fedt blev smeltet før kraftfoderet

blev blandet i portionsblender. Det stearinsyre-rige fedt var i form af et granulat, der umiddelbart kunne blandes, og blev derfor først smeltet under pilleteringen.

Kørerne blev tildelt 10 kg kraftfoder pr. dag, udfodret 2 gange og fik græsensilage ad libitum. Sammensætningen af kraftfoderet er vist i tabel 1. Det ses af tabel 1, at det palmitinsyrerige fedt ikke var fuldstændig mættet.

Tabel 1. Sammensætning af kraftfoder (% af blandingen)

	Blanding				
	1 500 anim. 500 stea.	2 1000 stea.	3 500 palm. 1000 palm.	4 500 palm. 1000 palm.	5 1000 palm.
Røepiller ¹⁾	44	44	44	44	44
Byg	26	26	21	26	21
Soyaskrå	23	23	23	23	23
Animalsk fedt ²⁾	5				
Stearinsyre-rigt fedt ³⁾		5	10		
Palmitinsyre-rigt fedt ⁴⁾				5	10
Mineral ⁵⁾	2	2	2	2	2

1) 57% sukkerroeffald, 35% melasse, 8% vinasse (% af ts).

2) 25% C16:0, 4% C16:1, 15% C18:0, 41% C18:1, 7% C18:2 (% af fedtsyrer).

3) 4% C14:0, 28% C16:0, 63% C18:0 (% af fedtsyrer).

4) 66% C16:0, 22% C18:0, 10% C18:1 (% af fedtsyrer).

5) 11% calcium, 14% fosfor.

Mælkeydelse og mælkens sammensætning blev registreret ved dobbeltkontrol de sidste 2 døgn i perioden. Fodertildeling og tilbagevejninger blev registreret dagligt, og i opsamlingsperioden blev tørstofprocenten bestemt dagligt i tildelt ensilage og i tilbagevejninger.

Mængden af gødningstørstof blev beregnet ud fra gødningens indhold af markørerne kromoxid og poly-ethylen glycol (PEG). Markørerne blev indgivet med pulverbøsse 2 gange dagligt (20 g kromoxid og 40 g PEG dagligt). Gødningsprøverne blev udtaget efter total opsamling af gødningen de sidste 3 døgn i perioden.

Tabel 6. Tilsyneladende fordøjelighed samt fedtsyreudskillelse i fæces

	Behandling					s	P
	500 amin.	500 stea.	1000 stea.	500 palm.	1000 ¹⁾ palm.		
FK tørstof	74	74	73	75	73	1,4	0,3
FK organisk stof	76	76	75	76	75	1,3	0,5
FK råfedt	64	59	56	68	69	2,8	<0,0001
FK fedtsyrer	76	74	64	87	81	4,1	<0,0001
FK C16-fedtsyrer	82	78	71	89	85	2,9	<0,0001
FK C18-fedtsyrer	75	74	62	87	80	4,9	<0,0001
<i>Indhold i fæces (g/dag)</i>							
Total fedtsyrer	135	180	411	103	203	38	<0,0001
Stearinsyre	69	105	275	36	80	27	<0,0001
Palmitinsyre	31	39	87	36	86	10	<0,0001
<i>Marginal FK ved øgning fra 500 til 1000 g fedt</i>							
			<i>stea.</i>	<i>palm.</i>			
Total fedtsyrer			51	72			
C18-fedtsyrer			43	62			
C16-fedtsyrer			64	79			

* Kun 4 observationer p.g.a. mastitis.

Diskussion

Tidligere forsøg har vist en lav fordøjelighed af stearinsyre ved høj daglig stearinsyreoptagelse. Dette forsøg bekræfter disse iagttagelser, idet fodring med stearinsyrerigt fedt gav væsentligt lavere fedtsyrefordøjeligheder end palmitinsyrerigt fedt (FK 64 vs 81% ved 1000 g suppleringsfedt). Indholdet af umættede C18 fedtsyrer har ikke haft stor betydning for fordøjeligheden sammenlignet med betydningen af palmitinsyre/stearinsyre forholdet, hvilket kan ses af, at fedtsyrerne i det palmitinsyrerige fedt blev fordøjet væsentligt bedre end fedtsyrerne i animalsk fedt (FK 87 vs 76% ved 500 g fedt), på trods af forholdet mættede/umættede fedtsyrer var væsentligt højere i rationen med det palmitinsyrerige fedt end i animalsk fedt. Dette forsøg viser, at de tidligere fundne forskelle i fordøjelighed mellem stearinsyre og palmitinsyre er en reel forskel og ikke blot skyldes en højere optagelse af stearinsyre, idet optagelsen af palmitinsyre og stearinsyre på de respektive rationer var lige høje i dette forsøg.

På grund af mætningen i vommen af umættede C18 og C16 fedtsyrer til henholdsvis stearinsyre og palmitinsyre har det ingen mening at tale om tilsyneladende fordøjeligheder fra foder til gødning af stearinsyre og palmitinsyre, idet en sådan beregnet fordøjelighed vil medføre en undervurdering af stearinsyre- og palmitinsyrefordøjelighederne. I stedet er der her beregnet fordøjeligheden af gruppen af C18 og C16 fedtsyrer, der overvejende vil bestå af stearinsyre og palmitinsyre efter vompsonen.

Af tabel 6 ses også, at en stor tildeling af stearinsyre ikke kun medfører en lav fordøjelighed af C18 fedtsyrer, men også bevirker en betydelig lavere palmitinsyrefordøjelighed, end tilfældet er ved høj palmitinsyretildeling. Således er fordøjeligheden af C16 fedtsyrer, der altovervejende udgøres af palmitinsyre, kun 71% ved tildelingen af 1000 g stearinsyrerigt fedt mod 85% ved tildeling af 1000 g palmitinsyrerigt fedt. Årsagen hertil kan være, at det lavt fordøjelige stearinsyrefedt indkapsler palmitinsyren, således at palmitinsyren er mindre tilgængelig for galdesyre og andre fedtopløsende stoffer.

Tabel 4. Foderoptagelse og næringsstofoptagelse pr. ko daglig

	Behandling					s	P
	500 amin.	500 stea.	1000 stea.	500 palm.	1000 ¹⁾ palm.		
Ensilagetørstof (kg)	10,3	10,8	10,6	9,8	10,2	0,6	0,2
Krafttørstof (kg)	8,7	8,8	8,9	8,7	8,8	0,06	
Tørstof ialt (kg)	19,0	19,6	19,5	18,6	19,0	0,6	0,1
Organisk stof (kg)	17,3	17,7	17,7	17,0	17,2	0,6	0,2
Protein (kg)	3,49	3,49	3,48	3,58	3,42	0,11	
Træstof (kg)	3,48	3,64	3,57	3,39	3,46	0,16	
Råfedt (kg)	1,05	1,08	1,56	1,12	1,51	0,02	
FE ^{**})	17,3	17,8	18,6	17,1	18,1		
Fedtsyrer (g)	559	680	1153	763	1120	13	
Stearinsyre (g)	65	249	549	109	188		
Palmitinsyre (g)	165	173	304	333	565		
Oliesyre (g)	140	28	31	87	124		
Linolsyre (g)	59	89	91	114	109		
Linolensyre (g)	84	94	94	78	92		
C16:0 + C18:0/ C18 umættet	0,81	2,00	3,95	1,58	2,32		

* Kun 4 observationer p.g.a. mastitis.

** Alle 3 fedtpartier er givet værdien 2,86 FE/kg.

Tabel 5. Mælkeydelse pr. ko daglig og mælkens sammensætning

	Behandling					s	P
	500 amin.	500 stea.	1000 stea.	500 palm.	1000 ¹⁾ palm.		
Mælk (kg)	23,9	23,1	23,6	24,9	24,6	1,6	0,4
Fedt (%)	4,92	5,22	5,33	5,20	5,34	0,21	0,06
Protein (%)	3,48	3,62	3,57	3,47	3,48	0,13	0,3
Laktose (%)	4,84	4,82	4,81	4,77	4,81	0,07	0,6
Energik. mælk (kg)	26,7	26,7	27,6	28,2	28,5	1,6	0,3
Smørfedt (kg)	1,17	1,19	1,24	1,26	1,29	0,07	0,1
Mælkeprotein (kg)	0,82	0,82	0,84	0,85	0,85	0,04	0,6
Mælkelaktose (kg)	1,16	1,11	1,14	1,20	1,18	0,09	0,6

* Kun 4 observationer p.g.a. mastitis.

Resultater

Den kemiske sammensætning af ensilage er vist i tabel 2 og af kraftfoder i tabel 3. Foderop-tagelsen og den deraf følgende næringsstofop-tagelse er vist i tabel 4. Det ses, at foderniveauet har været højt, ca. 19 kg tørstof, og ret konstant uafhængig af fedttildeling. Der var således ingen signifikant forskel i ad libitum ensilageopta-gelsen mellem behandlingerne.

I tabel 5 er mælkeydelsen og mælkens sam-mensætning angivet. Der blev ikke fundet signi-fikante forskelle mellem behandlinger, men der var en klar tendens til, at fedtprocenten og ydel-sen af energikorrigeret mælk blev øget ved sti-gende fedtniveau. Stigningen i fedtprocenten var ens ved tildeling af de 2 slags mættet fedt, medens stigningen i ydelsen af energikorrigeret mælk var størst for palmitinsyrerigt fedt. Des-uden var der en tendens til, at proteinprocenten i mælken var højest ved de 2 behandlinger med stearinsyrerigt fedt.

Den tilsyneladende fordøjelighed af tørstof, organisk stof, råfedt og fedtsyrer er givet i tabel 6. Det ses, at tilsyneladende fordøjelighed af tørstof og organisk stof var upåvirket af be-handlingen. Der var derimod en klar behand-lingseffekt på tilsyneladende fordøjelighed af råfedt og fedtsyrer, med højeste fedtsyreford-øjelighed (87%) af 500 g palmitinsyrerigt fedt og laveste fordøjelighed (64%) af 1000 g stearin-syrerigt fedt.

Den marginale fordøjelighed af fedtsyrer ved en stigning i daglig tildeling fra 500 g til 1000 g af henholdsvis stearinsyrerigt fedt og palmitin-syrerigt fedt var henholdsvis 51% og 72%.

Tabel 2. Kemisk sammensætning af ensilage i de 5 perioder

	Periode				
	1	2	3	4	5
Tørstof (%)	26,3	25,6	49,4	49,4	41,6
% af tørstof:					
Aske	8,8	7,7	9,6	9,5	8,7
Råprotein	16,5	14,9	17,1	16,6	15,9
Træstof	27,7	28,4	24,9	26,2	27,5
Råfedt	4,3	4,2	3,9	3,9	4,2
Fedtsyrer	1,5	0,9	1,5	1,4	1,6
% af fedtsyrer:					
C14:0	1,6	1,5	1,2	1,5	1,2
C16:0	17,8	19,3	16,9	17,3	16,4
C16:1	1,5	1,5	1,4	1,6	1,8
C18:0	2,3	2,2	2,0	1,9	2,2
C18:1	3,0	2,9	2,7	2,9	3,1
C18:2	14,3	14,9	15,8	15,3	14,3
C18:3	55,5	53,6	56,0	55,8	57,2
C22:0	1,4	1,6	0,9	0,9	1,3
Andre	2,6	2,5	3,1	2,8	2,5

Tabel 3. Kemisk sammensætning af kraftfoderblan-dingerne

	Blanding				
	1 500 anim	2 500 stea.	3 1000 stea.	4 500 palm.	5 1000 palm.
Tørstof (%)	87,0	87,6	88,6	87,3	88,4
% af					
tørstof:					
Aske	8,9	9,7	8,9	7,6	9,2
Råprotein	20,9	20,0	19,9	22,8	20,2
Træstof	8,4	8,4	8,0	8,7	8,4
Råfedt	7,2	7,3	12,7	8,3	12,5
Fedtsyrer	4,8	6,0	11,4	7,2	11,2
% af					
fedtsyrer:					
C14:0	2,0	3,0	3,4	1,2	1,3
C16:0	33,6	27,7	27,7	49,5	55,3
C16:1	2,5	0,5	0,4	0,5	0,4
C17:0	1,8	1,7	1,8	0,3	0,3
C18:0	14,9	46,5	54,2	17,0	19,0
C18:1	31,7	4,5	2,7	13,3	12,3
C18:2	9,0	12,6	6,9	14,9	9,0
C18:3	1,0	1,8	1,3	1,9	1,3
C20:1	1,6	0,1	0,1	0,2	0,2
Andre	1,9	1,6	1,5	1,2	0,9

Det ses af tabel 6, at den marginale fordøjelighed af C18 fedtsyrer ved øgning af tildelingen fra 500 til 1000 g stearinsyrerigt fedt har været på kun 43%, hvilket er en meget lav fordøjelighed, og som resulterede i en marginal fordøjelighed af total fedtsyrer på 51%. For palmitinsyrerigt fedt var den marginale fordøjelighed af total fedtsyrer på 72%. Denne lave fordøjelighed ved stor tildeling af stearinsyrerigt fedt vil resultere i en betydelig lavere energiværdi af det sidst tildelte fedt, end tilfældet er ved fodring med palmitinsyrerigt fedt.

Dette forsøg viste i overensstemmelse med tidligere forsøg, at mættet fedt resulterer i et

højere fedtindhold i mælken, og en højere ydelse af energikorrigeret mælk. Den største stigning i ydelsen af energikorrigeret mælk blev opnået ved tildeling af palmitinsyrerigt fedt, hvor der også var den højeste absorption af fedtsyrer.

På grundlag af disse resultater vil det ud fra et produktionsmæssigt synspunkt være fordelagtigt, at mættede fedtvarer til malkekøer har et højt indhold af palmitinsyre. Imidlertid har tidligere forsøg vist, at en ensidig fodring med palmitinsyre kan medføre en øget palmitinsyreandel af mælkefedtet, hvilket kan være uønsket af mælke kvalitetsmæssige hensyn.