



14. AUGUST

NR. 629

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

2. Fedtsyreomsætningen i formaverne

P. Detlef Møller

Afdeling 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 koncentrationen i vommen af både kortkædede, flygtige fedtsyrer og på profilen af de langkædede fedtsyrer i forskellige mave-tarmafsnit, samt disses fordeling på sæbe, esterificerede og ikke esterificerede fedtsyrefraktioner. Koncentrationen af både totale flygtige fedtsyrer samt af eddike- og propionsyre var størst på rationen med frie fedtsyrer. På grund af en hydrogenering af de umættede C18 fedtsyrer var fedtsyreprofilen på begge rationer af især stearinsyre forandret i retning af en større andel i vomvæsken, samt i de øvrige tarmafsnit, end i foderet. Forsæbningsgraden var højere både i foder og vomvæske for de mættede, langkædede fedtsyrer end for de umættede fedtsyrer. Forsæbningsgraden i foderet steg med stigende kædelængde for både mættede og umættede fedtsyrer. I vommen fandtes en større procentisk stigning i forsæbningsgraden af umættede fedtsyrer end af mættede fedtsyrer. For rationen med Ca-sæber forekom 81,4% af fedtsyrene i vommen som Ca-sæber.

Det kan konkluderes, at dannelsen af Ca-sæber af langkædede fedtsyrer er en effektiv metode til en forhindring af en negativ virkning af især de frie umættede fedtsyrer på den mikrobielle vomfermentation og fordøjeligheden af strukturkulhydrater.

Indledning

Tilsætning af ubeskyttet fedt, især indeholdende store mængder umættede fedtsyrer eller en overvejende andel af laurinsyre (C12) eller myristinsyre (C14), har vist en negativ indflydelse på omsætningen af strukturkulhydrater og gæringsforholdene iøvrigt i vommen. En coating af fedt med kasein og formaldehyd har vist, at den nega-

tive virkning af ubeskyttet fedt i formaverne delvis kunne ophæves. Undersøgelser af Palmquist og Jenkins (1982) har vist, at denne virkning af »ubeskyttet fedt« også kan opnås ved en behandling af oksetalg med Ca, således at der dannes Ca-sæber af fedtsyrene, som passerer upåvirket gennem vommen til løbe-tarmafsnittet, hvor fedtsy-

terne dissocieres fra Ca og absorberes. I medd. nr. 628 er vist, at anvendelse af Ca-sæber i stedet for frie fedtsyrer havde en positiv virkning på fordøjeligheden af strukturkulhydrater i vommen. Nærværende undersøgelse er en beskrivelse af fedtsyreomsætningen i formaverne i det samme forsøg, hvor fedtet blev tildelt i form af palmeolie givet som Ca-sæber eller frie fedtsyrer.

Materiale og metoder

Til forsøget benyttedes to lakterende køer forsynet med vomfistel og kanyler i tyndtarmen til udtagning af henholdsvis vom- og tarmprøver. Fedtblandinger indeholdende palmeolie som Ca-sæber eller frie fedtsyrer blev fremstillet af Shell Farm A/S. Sammensætningen af fedtblandingerne, samt dyrenes foderoptagelse ved ad libitum fodring er beskrevet i medd. nr. 628.

Der blev udtaget vomprøver på forskellige tidspunkter fordelt over døgnets 24 timer.

Vomprøverne blev analyseret for flygtige fedtsyrer (VFA) esterificerede fedtsyrer (EFA) frie fedtsyrer (NEFA), Ca-sæbeforbindelser af fedtsyrerne, ammoniakkoncentrationen og pH.

Resultater

Koncentrationen af VFA, NH₃-N samt pH

Den gennemsnitlige koncentration af flygtige fedtsyrer, NH₃-N samt pH i vomvæske er vist i tabel 1.

Af tabel 1 fremgår, at der var en større koncentration af både total VFA, eddike- og propionsyre på ration 2 med frie fedtsyrer. Forholdet mellem eddikesyre og propionsyre, der er af betydning for mælkefedtsyntesen, var henholdsvis 2,6 og 2,4 for ration 1 og ration 2. For smørsyre og valerianesyre fandtes ingen forskel. Ligeledes var NH₃-koncentrationen ikke forskellig mellem rationerne. Den største koncentration af især propionsyre på ration 2 resulterede i signifikant lavere pH-værdier på denne ration over hele tidsintervallet.

Fedtsyreomsætningen

Fedtsyreprofilen som procent af totalfedtsyre i fuldfoderrationerne, vomvæsken, duodenum, ileum samt gødningen er vist i tabel 2.

Det fremgår af tabel 2, at den procentiske andel af laurin- og myristinsyre var lav i både foder og vomvæske såvel som i de øvrige tarmafsnit. Indholdet af palmitinsyre er ret ens i de enkelte mave-tarmafsnit på begge rationer. På grund af den mikrobielle hydrogenering af de umættede C18-fedtsyrer er stearinsyren steget med 27–32 procentenheder i vomvæsken i forhold til indholdet i foderet. Denne stigning af stearinsyren i vomvæsken opvejes gennem reduktionen af de umættede fedtsyrer samt palmitinsyren (ration 2). Det bør bemærkes, at stearinsyreandelen er større på ration 2 med frie fedtsyrer i alle mave-

Tabel 1. Koncentrationen af flygtige fedtsyrer (VFA) i vomvæsken på køer fodret med Ca-sæber eller frie fedtsyrer

VFA mmol/l		Ration 1 Ca-sæber				Ration 2 Frie fedtsyrer			
		Ko1	Ko2	Gns.	SD	Ko1	Ko2	Gns.	SD
Eddikesyre	C2	66,2	67,3	66,8	7,9	74,9	87,8	81,7	12,0
Propionsyre	C3	26,1	26,2	26,1	5,3	32,5	35,7	34,1	6,5
Smørsyre	C4	23,9	20,4	22,2	4,6	22,1	23,3	22,7	5,1
Isosmørsyre	I-C4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3
Valerianesyre	C5	2,0	1,8	1,9	0,4	1,9	2,0	2,0	0,4
Isovalerianesyre	I-C5	1,2	0,9	1,1	0,2	1,3	0,9	1,1	0,3
Kapronsyre	C6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,7	0,7	0,7	0,2
Total VFA (mmol/100 ml)		12,0	11,8	11,9	1,7	13,4	15,1	14,3	2,3
NH ₃ -N (mg/100 ml)		10,1	11,2	10,7	47,6	10,8	10,9	10,9	39,4
pH		6,1	6,2	6,2	0,3	5,9	5,9	5,9	0,4

Tabel 2. Fedtsyreprofilen i foder, vomvæske, duodenum ileum og gødning fra køer fodret med Ca-sæber eller frie fedtsyrer

		Vægtfordelingsprocenter (% af totale fedtsyrer i tørstof)									
		Ration 1 Ca-sæber					Ration 2 Frie fedtsyrer				
		foder	vom- væske	duo- denum	ileum	gød- ning	foder	vom- væske	duo- denum	ileum	gød- ning
Laurinsyre	C12	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Myristinsyre	C14	1,4	2,0	1,3	2,3	2,5	1,6	1,2	1,1	2,0	1,6
Myristolsyre	C14:1	—	—	0,7	0,9	1,2	—	—	0,7	0,9	1,0
Palmitinsyre	C16	42,7	42,9	39,9	46,8	45,9	47,5	42,0	40,5	46,6	43,5
Palmitolsyre	C16:1	0,2	—	0,6	—	1,3	0,5	0,5	0,5	—	1,1
Stearinsyre	C18	4,5	31,7	34,7	28,4	27,2	5,3	37,5	38,2	33,0	32,5
Oliesyre	C18:1	33,5	18,5	17,5	16,6	18,0	30,6	11,5	13,8	12,7	14,8
Linolsyre	C18:2	14,4	3,9	4,2	3,3	2,7	11,5	2,9	3,8	2,8	3,1
Linolensyre	C18:3	3,1	0,6	1,2	1,7	1,0	2,8	0,9	1,3	1,8	1,8
Totale fedtsyrer % af TS		4,07	4,74	6,48	2,10	2,45	4,25	4,26	6,20	2,09	2,76
Fedtsyrer % af råfedt		69,4	54,7	35,7	37,4	38,0	64,1	67,3	32,7	36,9	40,5

tarmafsnit end på ration 1 indeholdende Ca-sæber.

Den største hydrogenering i vommen på 19 procentenheder fandtes for oliesyren (C18:1) på ration 2 med frie fedtsyrer mod 15 procentenheder på Ca-sæberationen. Derefter fulgte linolsyren med 8–10 procentenheder og linolensyren med 2 procentenheder. Af linolensyre fandtes der ligesom for C12 og C14 fedtsyrerne kun små mængder i vomvæsken. I % af råfedt fandtes 12,6 procentenheder flere fedtsyrer i vomvæsken på ration 2 end på ration 1.

De enkelte fedtsyrers fordeling på henholdsvis Ca-sæbe, esterificerede og ikke esterificerede

fedtsyrefraktioner i fuldfoderration 1 indeholdende Ca-sæber, og vomvæsken er vist i tabel 3. Det fremgår tydeligt af forskellen mellem foderet og vomvæsken, at der er foregået en yderligere forsæbning af de enkelte fedtsyrer i vommen, som i gennemsnit andrager 25,9 procentenheder. Den største forsæbningsgrad i foderet fandtes for palmitinsyren (80,8%) efterfulgt af stearinsyre (70,9%), myristinsyre (64,8%), laurinsyre (62,5%), linolensyre (42,4%), linolsyre (36,5%) og oliesyre (30,4%). De umættede fedtsyrer, der havde den laveste forsæbningsgrad i foderet, viste den største stigning i forsæbningsgraden i vomvæsken (40,5% C18:1, 36,7% C18:2, 33,1%

Tabel 3. Den procentiske fordeling af fedtsyrer på sæbe, esterificerede (EFA) og ikke esterificerede (NEFA) fedtsyrefraktioner i fuldfoder og vomvæske fra køer fodret med Ca-sæber

		Fordelingsprocenter (% af enkelt-fedtsyre i tørstof)					
		Fuldfoder			Vomvæske		
		Sæbe	EFA	NEFA	Sæbe	EFA	NEFA
Laurinsyre	C12	62,5	12,5	25,0	90,5	1,2	8,4
Myristinsyre	C14	64,8	11,1	24,1	86,8	4,8	8,1
Palmitinsyre	C16	80,8	8,0	11,2	84,1	5,2	10,8
Stearinsyre	C18	70,9	13,7	15,4	89,0	4,9	6,1
Oliesyre	C18:1	30,4	9,8	59,8	70,9	10,3	18,9
Linolsyre	C18:2	36,5	13,7	49,8	73,2	5,5	21,3
Linolensyre	C18:3	42,4	10,9	46,7	75,5	6,5	18,1
Gennemsnit		55,5	11,4	33,1	81,4	5,5	13,1

C18:3). For de umættede fedtsyrer er det hovedsagelig de frie fedtsyrer (NEFA), der er blevet forsæbet, men også en del af de esterificerede C18:2 og C18:3 fedtsyrer er blevet omdannet til Ca-sæbeforbindelser. Selv om den største forsæbning af de umættede fedtsyrer sker ved reduktion af mængden af frie fedtsyrer, forefindes dog en større andel af disse som frie fedtsyrer i vomvæsken end tilfældet er for de mættede fedtsyrer. For de umættede C16 og C18 syrer fandtes den største stigning i forsæbningsgraden fra foder til vommen på 18,1 procentenheder for stearin-syren, hvortil EFA og NEFA fraktionerne har bidraget med en lige stor andel på 8-9 procentenheder.

I gennemsnit af alle fedtsyrer fandtes i vommen 13,9% som frie fedtsyrer og ca. halvdelen som esterificerede fedtsyrer mod 81,4% som Ca-sæbeforbindelser. Ifølge Ca- og Mg-omsætningen, der også blev undersøgt, må det formodes, at sæbefractionen overvejende har bestået af Ca-sæber, men at også Mg har kunnet danne sæbeforbindelser med frie fedtsyrer i vommen.

Diskussion

Koncentrationen af totale flygtige fedtsyrer samt af eddike- og propionsyre var signifikant lavere på Ca-sæberationen end på rationen med frie fedtsyrer af palmeolie. Årsagen hertil kan være, at fedtsyrerne på Ca-sæberationen har været beskyttet mod mikrobiel nedbrydning, hvilket ikke var tilfældet for rationen med de frie fedtsyrer. Forholdet mellem C₂:C₃, der er af betydning for mælkefedtsyntesen var 2,6 og 2,4 for henholdsvis rationen med Ca-sæber og frie fedtsyrer.

For ration 1 med Ca-sæber, var forsæbningsgraden af de umættede frie fedtsyrer lavere både i foderet og i vomvæsken end for de langkædede, mættede fedtsyrer. Dette medførte, at også ande-

len af frie, umættede fedtsyrer var højere i vomvæsken. Bortset fra oliesyren, var den esterificerede andel næsten ens for både de umættede og mættede fedtsyrer. I foderet steg forsæbningsgraden med stigende kædelængde for både de mættede og umættede fedtsyrer. Denne tendens afspejledes også delvis i vomvæsken, men forskellen i stigningsgraden var betydeligt mindre. Den frie andel af både myristin og laurinsyre i vomvæsken var højere end den esterificerede andel. Dette kan også være en medvirkende årsag til en lavere total syrekonzentration i vomvæsken.

Selv om 55,5% af fedtsyrerne i gennemsnit var forsæbet i foderet, skete der en yderligere forsæbning i vommen på op til 81,4%. I vomvæsken reagerer både Ca⁺⁺ og Mg⁺⁺ med frie fedtsyrer og danner uopløselige sæbeforbindelser. Denne forsæbning i vommen kan derfor begrænses ved en mangel på frie kationer, idet Jenkins og Palmquist (1982) fandt, at der i vomvæske kunne forsæbes op til 60% frie fedtsyrer. Det kan ligeledes antages, at en binding af både Ca og Mg til frie fedtsyrer i vomvæsken kan medføre en mangel på disse mineraler for dyret. Samtidige undersøgelser over både Ca- og Mg-omsætningen i dette forsøg samt af Møller og Hvelplund (1977) viser, at Ca frigøres og absorberes i tyndtarmen, men da Mg absorberes i bladmaven, kan det tænkes, at et lavt Mg-indhold i foderet kan medføre en mangel på Mg, når denne kation bindes til fedtsyrer i vommen og passerer udissocieret til tyndtarmen.

Litteratur

- Jenkins, T. C. og Palmquist, D. L. 1982. J. Animal Sci. 55, 957.
Møller, P. D. 1986. Medd. nr. 628. Statens Husdyrbrugsforsøg.
Møller, P. D. og Hvelplund, T. 1977, 451. Beretning.