



Fett till mjölkcor

Fat to dairy cows

av

Jenny Persson

Institutionen för husdjurens
utfodring och vård

Examensarbete 165

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Nutrition and Management

Uppsala 2002



Fett till mjölkcor

Fat to dairy cows

av

Jenny Persson

Handledare: Jan Bertilsson, Inst f husdjurens utfodring och vård, SLU
Maria Åkerlind, Blekinge Kronobergs Husdjurstjänst (BKH), Växjö

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 165

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2002

Innehållsförteckning

FÖRORD	3
REFERAT	4
INLEDNING	5
LITTERATURSTUDIE	6
<hr/>	
VAD ÄR FETT?	6
FODERFETTETS VÄG I KON	7
ALLMÄNT OM FETTUTFODRING	8
FETT HÖJER ENERGIKONCENTRATIONEN I FODERSTATEN	9
FETTUTFODRINGENS PÅVERKAN PÅ TS-INTAG OCH APTIT	9
FODERFETTETS SMÄLTBARHET	10
FETTETS INVERKAN PÅ VOMMILJÖN	10
MINERALUTNYTTJANDE VID FETTUTFODRING	11
FETTFODERMEDEL	11
RAPS	11
KALCIUMFÖRSÅPAT FETT	11
HÄRDAT FETT	12
MJÖLKFETT	12
SAMMANSÄTTNING	12
MJÖLKFETTETS URSPRUNG	13
FETTHALTENS OCH FETTSYRASAMMANSÄTTNINGENS FÖRÄNDRING UNDER LAKTATIONEN	14
GENETISKA SKILLNADER I MJÖLKENS SAMMANSÄTTNING	15
PÅVERKAN PÅ MJÖLKENS SAMMANSÄTTNING AV ÅRSTID, MJÖLKNINGSINTERVALL SAMT MJÖLKNINGSTILLFÄLLE	17
FÖRÄNDRAD SAMMANSÄTTNING PÅ MJÖLKEN GENOM UTFODRING MED FETT	17
UTFODRINGSRUTINER PÅVERKAR MJÖLKENS HALTER	19
PÅVERKAN PÅ FETTHALTEN I MJÖLKEN VID FETTUTFODRING	19
UTFODRINGSFÖRSÖK MED FÖRSÅPAT- OCH HÄRDAT FETT	20
GROVFODRETS OCH KRAFTFODRETS EFFEKT PÅ MJÖLKFETTET	20
FETTUTFODRINGENS PÅVERKAN PÅ MJÖLKENS PROTEINHALTEN	21
FETTUTFODRINGENS INVERKAN PÅ MJÖLKENS LAKTOS- OCH CITRATHALT	22
ÖVERFÖRING AV FETTSYROR FRÅN FODER TILL MJÖLK	22
FETTUTFODRING KOMBINERAT MED OLIKA GROVFODER	24
FETTHALTSDEPRESSION	24
SMAKFEL PÅ MJÖLKEN	25
MJÖLKFETTETS PÅVERKAN PÅ MÄNNISKORS HÄLSA	26
BETALNINGSSYSTEM FÖR MJÖLK	26
NUVARANDE BETALNINGSSYSTEMET I SVERIGE	26
NYTT BETALNINGSSYSTEM I SVERIGE	27
BETALNINGSSYSTEM I OLIKA LÄNDER	28
SAMMANFATTNING AV LITTERATURSTUDIE	29
FÄLTFÖRSÖK I: UTFODRING AV AKOFEED KALKFETT TILL MJÖLKKOR	30
<hr/>	
MATERIAL OCH METODER	30
GÅRDSBESKRIVNING	30
FODERSTATER	30
LUKT OCH SMAKBEDÖMNING AV MJÖLK	31
DATABEHANDLING	31

RESULTAT	31
SKILLNAD I FODERSTATEN	31
FETTHALTEN I FODERSTATEN	32
MJÖLKAVKASTNING, FETT- OCH PROTEINHALT	32
SMAKBEDÖMNING	37
DISKUSSION	38
<u>FÄLTFÖRSÖK II: TVÅ OLIKA SORTERS FETT TILLSATT I FODERSTATEN TILL KOR MED LÅG FETTHALT OCH HÖG MJÖLKAVKASTNING.</u>	40
MATERIAL OCH METODER	40
URVAL AV BESÄTTNINGAR	40
DATA FRÅN KOKONTROLL OCH MEJERIER	41
GÅRDSBESKRIVNING	41
UTFODRING	42
UTFODRINGSRUTINER	42
FODERMEDEL	43
FÖRSÖKSFODER	43
DATABEHANDLING	45
RESULTAT	46
SKILLNADER I FODERSTATEN	46
FODERSTATENS FETTSYRASAMMANSÄTTNING- GÅRD H	47
FODERSTATENS FETTSYRASAMMANSÄTTNING- GÅRD L	47
MJÖLKAVKASTNING, FETT- OCH PROTEINHALT	48
MJÖLKKVALITET GÅRD H	53
MJÖLKKVALITET GÅRD L	54
FETTSYRAANALYSER PÅ MJÖLK	55
DISKUSSION	58
<u>SLUTSATS</u>	62
<u>SUMMARY</u>	63
<u>LITTERATURFÖRTECKNING</u>	64
PERSONLIGA MEDDELANDE	67
INTERNET	68

Förord

Jag vill härmed tacka följande personer:

Ägare och anställda på gårdarna som har ställt upp med sina besättningar i försöken. Utan er och era besättningar hade inte försöken gått att genomföra.

Mina handledare Jan Bertilsson, HUV, SLU och Maria Åkerlind, BKH. Tack, Jan för all hjälp med statistik, att fixa fram litteratur och synpunkter på arbetet. Tack, Maria för alla råd och synpunkter på arbetets innehåll och all uppmuntran vid jobbiga stunder. Tack även för hjälpen med foderstatsberäkningar och datainsamling på gårdarna i Kronoberg och Blekinge.

Per-Johan Herland och Karlshamns AB för ekonomiskt stöd samt för analys av mjölkprover. Tack för att ni ordnade arbetsplats och dator. Tack Per-Johan för hjälpen med korrekturläsning och värdefulla synpunkter om arbetets upplägg och innehåll.

Ann-Therese Persson och Stefan Carlsson, Hallands Husdjur för hjälp med foderstatsberäkningar och att ta fram uppgifter om gården i Halland.

Sven Hellberg och Svenska lantmännen för framställning av det specialtillverkade försöksfodret.

Sven Nilsson, BKH, för hjälp med beräkning av foderstater på gårdarna i Blekinge.

Mina duktiga stalltjejer Sandra och Emelie som hållit ställningarna hemma i stallet, när jag har haft mycket att göra. Ni är underbara.

Min Micke för att du stöttar mig och finns där när jag behöver dig.

Referat

Examensarbetet har genomförts i samarbete med Karlshamns AB, husdjursföreningarna i Blekinge-Kronoberg och Halland, samt Svenska Lantmännen i Skåne. Arbetet handlar om fettutfodring till mjölkkor. Fetterna som har använts är två olika sorters kalciumförsåpat fett som består av 85% fett och ca 15% kalcium samt ett härdat fett som består av 98 % fettsyror. De kalciumförsåpade fetterna innehåller en hög andel C18:1 och C16:0 och det som skiljer de två fetterna åt är i princip förhållandet mellan C18:1 och C16:0 fettsyrorna. Det härdade fettet består i stort sett enbart av C16:0 och C18:0 fettsyror, se tabell 2 och 12.

Försök I är en sammanställning av resultat från ett försök med utfodring av kalciumförsåpat fett (Akofeed Kalkfett, tabell 2). Försöket pågick under en längre tid (15 månader) på två gårdar i Blekinge med normal avkastning och normala halter av fett och protein. Korna på gårdarna delades upp i två grupper efter laktationsnummer och kalvningsdatum. Den ena gruppen fick 0,6 kg Kalkfett (kalciumförsåpat fett) lagt ovanpå ordinarie kraftfodergivan medan den andra fungerade som kontrollgrupp. Syftet var att testa Kalkfettet så att det hade god smaklighet samt att se hur mjölkens sammansättning och avkastning påverkades av Kalkfettutfodring. Man ville även se hur Kalkfettet påverkade mjölkens lukt och smak.

Under hösten 2001 utfördes försök II med fettutfodring till mjölkkor. Två (vid starten tre) besättningar i Halland respektive Kronoberg deltog. Besättningarnas kor delades upp i två grupper efter laktationsnummer och kalvningsdatum. Den ena gruppen fick Kalkfett och den andra gruppen Torrfett (härdat fett) tillsatt i sina foderstater. Syftet med försök II var att studera hur mjölkens sammansättning och avkastning påverkas av utfodring av härdat respektive kalciumförsåpat fett i besättningar med låg fetthalt (<3,8%) och hög avkastning (>10 000 kg).

I försök I fanns det inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning och fetthalt i mjölken mellan gruppen som fick Kalkfett och kontrollgruppen. Proteinhalten i mjölken tenderade till att vara lägre hos de kor som fick Kalkfett. Trenden var att kor som fick extra fett i foderstaten fick ett senare laktationsmaximum, men också en mer utdragen laktation. I försök II fanns det inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning, fett- och proteinhalt mellan gruppen som fick Kalkfett och gruppen som fick Torrfett. Fetthalten i foderstaterna i försök I var relativt hög redan innan försöket började vilket kan ha påverkat att det inte blev några signifikanta resultat på mjölkproduktionen då ännu mer fett tillsattes.

Fettsyrasammansättningen på foderstaterna i försök II skilde en del mellan grupperna vilket även gav genomslag i mjölken. Gruppen som fick Torrfett hade lägre koncentration av oljesyra i mjölkfettet jämfört med gruppen som fick Kalkfett. Mjölken från kontrollgården med en normal fetthalt i mjölken innehöll en större andel kortkedjiga fettsyror än mjölken från besättningarna med låga fetthalter.

Lukt och smak på mjölk från enskilda kor och från samlingsprov utfördes på mjölken från försök I. Det fanns ingen anmärkning på lukt och smak på mjölken varken hos de kor som utfodrades Kalkfett eller hos de kor som utgjorde kontrollgruppen. Under försök II fanns det ingen anmärkning på lukt och smak på gårdarnas tankmjölk. Smakligheten på Kalkfettet bedömdes vara godkänd. Korna åt Kalkfettet efter en kort periods tillvänjning. Torrfettets smaklighet var dock tveksam vid utfodring i lös form. På en gård i försök II vägrade korna att äta Torrfettet och den gården fick uteslutas från försöket.

Inledning

Hög mjölkfetthalt var länge en önskvärd egenskap i avelsarbetet eftersom det resulterade i ett större utbyte av smör, ost och grädde. På senare tid har intresset främst legat i att få en ökad proteinmängd i mjölken. Enligt Svensk Mjolk (2002) ökade fetthalten i mjölken från 4,14% 1980 till 4,35% 1994 för att därefter sjunka till 4,12 % 2001, motsvarande förändringar har skett med proteinhalten, 3,41% 1980, 3,49% 1993 och 3,35% 2001 (se diagram 1). Dagens avelsarbete syftar till att få en ökad proteinmängd i mjölken. Framtida betalningssystem för mjölk kommer att lägga en större vikt vid halterna av fett och protein än vad dagens system gör. Främst är det proteinhalt som kommer att premieras (Arla Foods, 2002). Trots att betalningen fokuseras på att få en ökad proteinhalt i mjölken så efterfrågas även fetthaltshöjande åtgärder. Detta gäller främst på gårdar som har fetthalter på under 4,0% i mjölken (Personligt meddelande M. Åkerlind).

Under hösten år 2000 började rykten spridas bland rådgivare och lantbrukare i södra Sverige om att danskarna utfodrade härdat ”palmkärnefett” till sina mjölkkor och därav erhöll en ökad fetthalt i mjölken. Antagligen var det egentligen inte härdat palmkärnefett utan snarare härdat palmfettsyra som de utfodrade. Det fanns dock inga riktiga bevis på att härdat palmkärnefett eller palmfettsyra kunde ge en ökad fetthalt i mjölken. Det tändes en förhoppning även bland svenska lantbrukare med besättningar med låga fetthalter att kunna öka mjölkfetthalten.

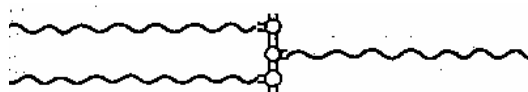
Försök har visat att genom att tillsätta härdat fett (t ex Torrfett) i foderstaten har mjölken fått en ökad fetthalt men avkastningen har minskat. Utfodring med försåpat fett (t ex Kalkfett) har gett ökad mjölkavkastning, oförändrad fetthalt men sänkt proteinhalt i mjölken (Møller m.fl., 1987). Dock kan extra fett i foderstaten i alltför stora givor rubba vommens fibernedbrytning. Därför är det intressant med utfodring av fett som är skyddat från nedbrytning i vommen. Även mjölkavkastning, och mjölkens sammansättning påverkas av fettutfodring. Mjölkfettets fettsyrsammansättning kan påverkas genom att utfodra fett som är skyddat ifrån vommens mikrober. Fettsyrorna kan då passera vommen oförändrade och i och med det överförs till mjölken. Fetthalten i mjölken påverkas av en rad olika utfodringsfaktorer som t ex förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder, fodrets struktur och sammansättning samt utfodringsrutiner.

Detta arbete består av en litteraturgenomgång och två fältförsök för att se hur olika faktorer, främst fett i foderstaten, påverkar mjölkavkastning och mjölkens sammansättning. Litteraturgenomgången syftade till att visa vad för försök och studier som tidigare gjorts inom området samt ge en bakgrund till hur fettutfodring påverkar mjölkens sammansättning. Resultaten från ett tidigare försök (försök I), med utfodring av kalciumförsåpat fett från Karlshamns AB bearbetades. Här utfodrades Kalkfett under en längre period (15 månader) på två gårdar med normal avkastning och normal fetthalt i mjölken. Syftet med försök I var att se hur försåpat Kalkfett påverkar mjölkens sammansättning och avkastning samt att testa Kalkfettets smaklighet. Huruvida Kalkfettet påverkade mjölkens lukt och smak kontrollerades också. Syftet med försök II var att studera vad som hände med mjölken och mjölkfettet då två olika sorters fett tillsattes i foderstaten till höglakterande kor med låg fetthalt i mjölken. Förhoppningar fanns att foderfettet skulle höja mjölkens fetthalt, utan att mjölkavkastningen och proteinhalten skulle sänkas i någon större utsträckning. Fettfodermedlen utgjordes av ett kalciumförsåpat fett (Kalkfett) och ett härdat fett (Torrfett) från Karlshamns AB. Fettsyrsammansättningen i den totala foderstaten kartlades.

Litteraturstudie

Vad är fett?

Fett, eller mer korrekt råfett, är en grupp av ämnen som är olösliga i vatten men lösbara i organiska lösningsmedel. Fetter räknas till gruppen lipider. När vi till vardags pratar om fetter är det oftast triacylglyceroler vi menar. Triacylglycerol består av en glycerol i förening med tre fettsyror, se figur 1. Glycerol är en trevärd alkohol som kan förestras med syror (men som även kan binda olika sockerarter). Fettsyrorna kan vara mättade (alla kolatomerna är bundna till varandra med enkla bindningar) eller omättade (en eller flera dubbelbindningar förekommer i kolkedjan) (Lindgren, 1988).



Figur 1 Schematisk bild över en triacylglycerol, vilken består av en glycerolmolekyl som binds till tre fettsyror.

Fettets huvudfunktion i kroppen är att lagra energi och ingå i cellmembran och transportsystem, vilket förutsätter att fett är i flytande form i cellen. Ju kortare och mer omättade fettsyrorna är desto mer lättflytande är de. Långa fettsyror lagrar dock energi bättre än korta och därför strävar naturen efter långa fettsyrekedjor. Fettsyrorna i kons foder består till övervägande delen av långkedjiga fettsyror dvs. de innehåller mer än 14 kolatomer (Gustavsson, 1997a). Fettsyrasammansättningen för några fodermedel presenteras i tabell 1.

Tabell 1. Fettsyrasammansättningen i några fodermedel samt i mjölk och nöttalg, % av totala fodermedel.

	Nöt- talg ¹	Raps- olja ¹	Raps- frö ²	Kokos- fett ¹	Soja- olja ¹	Ensilage ²	Hö ²	Korn ²	Havre ²	Mjök ³
C 4:0										4,7
C 6:0										2,8
C 8:0				8,0						1,5
C 10:0				6,0						3,1
C 12:0			-	47,0						3,8
C 14:0	3,0		1	19,0		1	2	1	1	11,3
C 16:0	26,0	4,0	6	9,0	10,0	20	50	23	16	30,3
C 16:1	3,5	0,5	-		0,5	-	-	-	-	1,5
C 18:0	19,5	1,5	3	2,5	3,5	2	4	1	1	11,5
C 18:1	40,0	63,0	26	7,0	21,0	2	4	13	39	21,6
C 18:2	4,5	20,0	15	2,5	56,0	12	10	57	41	1,5
C 18:3		9,0	10		8,0	60	30	6	2	0,6
C20-22		1,0			1,0					

1. Samuelsson, 1990
2. Everitt, 1988
3. Andersson, 1999

Foderfettsyrorerna från växtriket består ofta av mer än 75% fettsyror som innehåller 18 kolatomer (C18). Graden av omätnad varierar dock (Grummer, 1991).

Foderfettets väg i kon

Mikroorganismerna i vommen spjälkar triacylglycerol (foderfettets huvudsakliga beståndsdelar) till glycerol och fettsyror. Glycerol-delen jäses till propionsyra, medan fettsyrorerna inte bryts ner av mikroberna. Anaeroba bakterier i vommen kan utvinna energi från kolhydrater, men inte från fettsyrorerna eftersom de saknar enzym för detta. Fettsyror med en kedjelängd på färre än åtta kolatomer kan användas av mikroberna för egen syntes. Fettsyror som är längre än åtta kolatomer hämmar mikroorganismerna och kan vara giftiga om de förekommer i stora mängder (Gustavsson, 1997a). Hur skadliga fettsyrorerna är beror delvis på deras löslighet i vatten. Ju längre kolkedja är i mättade fettsyror desto mindre lösliga i vatten blir de. Följande rangordning av mättade fettsyrorers grad av giftighet kan göras (Murphy, 1988).

C8<C10<C12>C14>C16>C18>C20.

De omättade fettsyrorerna har en större löslighet i vatten och är därmed mer skadliga än de mättade. Fettsyrorerna blir giftiga genom att de blockerar portar som sköter jontransporter över cellmembranen hos mikroberna. Gram-positiva bakterier är mer känsliga än gram-negativa. Hur giftiga fettsyrorerna är beror även på vommiljön t ex pH och närvaro av metallkationer. Effekterna skiljer sig åt mellan olika fettsyror och mellan olika bakterier (Murphy, 1988).

För att göra de omättade fettsyrorerna mindre skadliga finns det vommikroorganismer som har specialiserat sig på att mätta de omättade fettsyrorerna, vilket benämns biohydrering (Gustavsson, 1997a). Biohydrering kan definieras som en summa av mekanismer som leder till att omättade fettsyror blir mer mättade. Mätningen sker av fria fettsyror efter det att triacylglycerol från fodret har hydrolyserats (Doreau m.fl., 1999). Hydrolys måste ske före hydreringen eftersom mikrobernas saturas-enzym behöver fria carboxylgrupper till substrat. Hydreringen är en process som sker i många steg och är beroende av åtskilliga arter av bakterier och protozoer (Kennelly m.fl., 2000). Linolensyra hydreras i större utsträckning än vad linsyra gör. Linsyra tas ofta upp av bakterierna i vommen. Då mycket kraftfoder utfodras hämmas hydreringen på grund av att lågt pH hindrar hydrolys av triacylglycerolerna. Hydreringen minskar när skyddat fett utfodras (Doreau m.fl., 1999). Mättnaden av trans-dubbelbindningar är ett hastighetsbegränsande steg i biohydreringen. Vissa transfettsyror undgår hydrering och tas upp till kropps- eller mjölkfett (Kennelly m.fl., 2000). Fettsyrorerna kan bli mindre toxiska genom att spontant bilda föreningar med vissa kationer i vommen vilket kallas försåpning (Gustavsson, 1997a).

Mikroorganismerna behöver en del fett till sig själva t.ex. för uppbyggnad av cellmembran. Innehåller kons foderstat inget fett så syntetiserar mikroorganismerna egna fettsyror ifrån kolhydratmetabolismens produkter. Denna uppbyggnad är energikrävande. Innehåller fodret tillräckligt mycket fett blir det mera energi över till kon, eftersom mikroberna då bildar färre egna fettsyror utan tar dem direkt ifrån foderfettet (Gustavsson, 1997a). Mikrobernas syntes av fettsyror kan i fettfattiga foderstater leda till att mängden fettsyror i tarminnehållet är större än mängden fettsyror i fodret (Samuelsson, 1990).

Korta och medellånga fettsyror metaboliseras i vommen till korta flyktiga fettsyror (VFA) med 2-4 kolatomer och absorberas genom vomväggen eller passerar vidare till tunntarmen (Kennelly m.fl., 2000). De långkedjiga fettsyrorerna från fodret kan, till skillnad ifrån de kortkedjiga, inte tas upp av vomväggen utan är tvungna att passera vidare till tarmen (Gustavsson, 1997a).

Efter det att foderfettsyrorerna mättas i vommen passerar de tillsammans med den färdigjasta vomvätskan genom bladmage och löpmage och vidare till tunntarmen (Gustavsson, 1997a). Det är främst mättade fettsyror som når kons tarmar (Kennelly m.fl., 2000). Fettsyrorerna som kommer till tunntarmen reagerar med gallsalter och bukspott och bildar miceller, chylomicroner och lipoproteiner med låg densitet (VLDL) för att de ska kunna tas upp av tarmens slemhinna. Långkedjiga fettsyror tas fram förallt upp i jejunum (en del av tunntarmen), men absorptionen kan även ske i andra delar av tunntarmen till blodet (Kennelly m.fl., 2000). Resorptionen av fettsyror, speciellt stearinsyra (C18:0), är mycket effektivare hos idisslare än hos enkelmagade djur. När fettsyrorerna resorberas återbildas triacylglycerol och fosfolipider i jejunums slemhinna. Ungefär 75-80% av fettsyrorerna blir triacylglycerol och 20% blir fosfolipider (Murphy, 1988). Fettet passerar över till lymfan och vidare till blodet. Korta fettsyror och medellånga med upp till 14 kolatomer (C14) kan absorberas direkt av tarmens slemhinna utan att först bilda chylomicroner. Dessa fettsyror transporteras till levern där de oxideras. Även chylomicroner transporteras till levern där triacylglyceroler bildas med hjälp av lipoproteinlipas. Jämfört med enkelmagade djur har idisslarnas lever en begränsad kapacitet att syntetisera fettsyror vilket beror på låg aktivitet av acetyl-CoA carboxylas (enzym som katalyserar ett hastighetsbegränsande steg). Långkedjiga fettsyror transporteras till juvret i form av chylomicroner och VLDL. Lipoproteiner som kommer till juvret hydrolyseras av lipoproteinlipas och blir tillgängliga för infogning i mjölkfettet (Kennelly m.fl., 2000).

Allmänt om fettutfodring

Mjölkkors egentliga fettbehov är litet. Det är endast några omättade fettsyror t.ex. linol- (C18:2) och linolensyra (C18:3) som vommens mikroorganismer inte kan syntetisera själva från andra näringskomponenter (främst kolhydrater). Trots det låga fettbehovet har positiva resultat erhållits då fett utfodrats till lakterande kor (Murphy och Wiktorsson, 1986).

Fett i fodret ger generellt sett en ökad mjölkavkastning, men en minskad proteinhalt. Fetthalten i mjölken kan påverkas i båda riktningarna eller förbli opåverkad av fettutfodring. (Sutton och Morant, 1989). Mjölkavkastningen har i försök ökat med 1,0 –1,5 kg per ko och dag då korna utfodrats med fett (Dhiman m.fl., 2001). Det finns dock försök där fettutfodring inte har gett någon förändring i mjölkavkastning (Kennelly, 1996).

När i laktationen som fett ska utfodras finns det delade meningar om. Vissa resultat tyder på att fett inte bör utfodras i några större mängder eller inte alls under de första 5-6 veckorna i laktationen (Palmquist, 1990a). Medan andra säger att det är bäst att utfodra med fett under den första delen av laktationen och låta de två första veckorna efter kalvning vara en tillvänjningsperiod (Wiktorsson, 1988). Kor som utfodras med fett ökar inte mjölkavkastningen direkt efter kalvning och når sin toppavkastning senare under laktationen, men de är mer uthålliga än de kor som inte har fått något extra fettillskott i foderstaten. Första kalvare ökade snarare fetthalten än mjölkavkastningen vid försök med fettutfodring (Palmquist, 1990a).

Genom att utfodra fett i en skyddad form minskar man dess negativa inverkan eftersom mikroberna i vommen påverkas i mindre utsträckning. Fettet passerar då vommen utan att ge upphov till fria fettsyror, FFA (free fatty acids). Vid utfodring av skyddat fett kan sammansättningen av fettsyror som kommer ut i tarmarna ändras och därmed erhålls även en förändrad sammansättning i mjölk och vävnader (Murphy, 1988). Härdade fetter, förtvålade fetter och fetter skyddade med protein och eventuellt formaldehyd är exempel på ”skyddade” fetter (Samuelsson, 1990). Det är ingen av metoderna att skydda fett som är 100 % effektiv. Mellan 20 och 40 procent av fettsyrorerna kan ändå frisättas i vommen (Murphy, 1988).

Fett höjer energikoncentrationen i foderstaten

Ett problem med dagens högproducerande mjölkkor kan vara att klara energiförsörjningen under perioder med hög avkastning. Utfodras stora kvantiteter spannmål, som innehåller mycket stärkelse, sjunker pH i vommen och vommetabolismen kan bli störd (Murphy och Wiktorsson, 1986). Genom att utfodra fett kan man utfodra kon med mer energi utan att behöva öka foderkonsumtionen med några större mängder. Fett innehåller dubbelt så mycket energi (31,5 MJ omsättbar energi/kg) som stärkelse (15,1 MJ/kg) och höjer därför energikoncentrationsgraden i foderstaten. Det är viktigt med en hög koncentrationsgrad i foderstaten för att den högvastande kon ska orka äta upp sin fodergiva (Sederblad och Spörndly, 1994).

Fettet utgör ett alternativ då man vill öka energitilldelningen utan att ge mer stärkelse i foderstaten. Då en del av spannmålgivan byts ut mot fettfodermedel, minskar även risken för att högvastande kor ska drabbas av fetthaltsdepression, eftersom grovfoderandelen kan ökas (Samuelsson, 1990). Engelska forskare har kommit fram till att den maximala effektiviteten av energiutnyttjandet i foderstaten uppnås då förhållandet mellan energi från fett och energi ifrån andra näringsämnen i foderstaten är omkring 0,16 (16%) (Murphy, 1988). Fett har lägre värmeförluster än andra näringsämnen, vilket gör att energianvändningen blir mer effektiv (Palmquist, 1990a). Detta påverkar högvastande kor i varmt klimat (McDonald et al., 1995).

Fettutfodringens påverkan på ts-intag och aptit

Inblandning av fett har i en del fall gett en lägre foderkonsumtion framför allt på grovfoder sidan medan andra försök inte har kunnat påvisa någon effekt (Wiktorsson, 1988). Fettutfodring i mindre mängder har inte påverkat det dagliga torrsustansintaget (Kennelly, 1996). När de utfodrade fettsyrorerna skyddas från vommens mikrober genom värme eller kemisk behandling kan de utfodras i större mängder utan att påverka foderintaget negativt (Khorasani och Kennelly, 1998). Eventuellt kan fett, som utfodras oskyddat, minska foderintaget genom att inhibera vommikrobernas fibernedbrytning (Palmquist, 1990a).

Minskat foderintag vid fettutfodring kan bero på olika orsaker. Om stora mängder fett (så stora att det uppstår ett överskott på fett) utfodras i början på laktationen, kan kon bli tvungen att minska foderintaget för att reglera plasmans koncentration av fettsyror. Fettet kan minska tarmarnas rörelsemönster och kan därmed sänka fodrets passagehastighet (Palmquist, 1990a). Vid stora fettintag, har vissa försök visat att korna har konsumerat en mindre mängd torrsustans än då inget extra fett har tillsatts. I andra försök har mättat fett (99% mättade

fettsyror) inte påverkat foderintaget, medan omättat fett (43% mättade fettsyror) har gett en sänkande effekt på konsumtionen (Jenkins och Jenny, 1989). Korna behöver i regel längre ättider vid utfodring med extra foderfett. Då andra försök har visat att korna åt långsammare och vid flera tillfällen under dagen när extra fett utfodrades. Den totala torrsbstanskonsumtionen blev dock lika om korna hade möjlighet att äta under längre tider (Wiktorsson, 1988).

Foderfettets smältbarhet

Kor har en begränsad möjlighet att smälta och absorbera fett. De flesta fetter har en smältbarhet på runt 80 % när fettutfodringen ligger på max 5 %. Utfodras större mängder så sjunker smältbarheten avsevärt (Sederblad och Spörndly, 1994). Studier har visat att då fettgivan överstiger 900-1400 g per ko och dag minskade fettets smältbarhet. Smältbarheten var något lägre ju längre fettsyror som utfodrades (Grummer, 1991). Enligt Fodermedelstabell för idisslare (1999), så rekommenderas att fettgivan ska begränsas till högst 5% råfett av totalfodrets torrsbstans eller 25 g råfett per kg 4 %-ig mjölk. Fettets negativa inverkan minskar om det ges i många mindre givor spridda över dagen. En tumregel är att kon kan utfodras med lika mycket råfett (förutsatt att det är mättat eller skyddat) som det finns i mjölken hon producerar, men i tidig laktation ska fettgivan korrigeras ner med lika många gram foderfett som kon bedöms mobilisera i gram kroppsfett. Hur stor mobiliseringen av kroppsfett är beror på hullstatus vid kalvningen, en fet ko mobiliserar mer fett än en mager. Under första laktationsmånaden brukar det ligga någonstans runt 500 g/dag men upp till 1000 g/dag kan förekomma (Gustavsson, 1997b). Vid utfodring med mer än 7-8 % fett i foderstaten har försök visat att mikrobernas syntes inhiberas och fodrets smältbarhet sjunker (Dhiman m.fl., 2001). Palmquist, 1990a menar att ett bra sätt att utfodra fett är då ungefär 1/3 av det dagliga fett kommer från basfoderstaten (grovfoder och spannmål), 1/3 kommer från konventionella fetter (t ex oljefrön) och 1/3 kommer från skyddade fetter.

Fettets inverkan på vommiljön

Olika fettsyror påverkar vomfunktionen olika mycket. Från *in vitro* –försök har man sett att stearinsyra (C18:0) och palmitinsyra (C16:0) hade liten inverkan på mikroberna och VFA-produktionen. Myristinsyra (C14:0) samt de omättade fettsyrorna ökade propionatandelen. Medan laurinsyra (C12:0) orsakade en kraftig sänkning av den totala VFA produktionen. Vomfunktionen påverkas också av i vilken form fett befinner sig. Vissa bakterier i vommen bryter ner triacylglycerol till glycerol och fettsyror och livnar sig på glyceroldelen. Det blir då en ökad andel fria fettsyror (FFA) i vommen eftersom inte mikroberna kan bryta ner de långkedjiga fettsyrorna (Murphy och Wiktorsson, 1986).

Vid flera försök har det visats att acetat/propionat-kvoten sjunker vid fettutfodring. Andra försök har dock visat att kvoten har förblivit oförändrad, men att den totala VFA-produktionen har minskat. De skilda resultaten kan berott på olika sammansättning på foderfettet samt olika utfodringsrutiner (Samuelsson, 1990). Utfodring av stora mängder fett kan leda till en försämrad vomfermentation som i sin tur kan göra så att fetthalten i mjölken sjunker (Spörndly, 1999a).

Mineralutnyttjande vid fettutfodring

När mjölkkor utfodras med stora mängder fett finns risk för ett sämre utnyttjande av vissa mineraler, speciellt kalcium och magnesium. Det ökade behovet av mineraler beror på att de fria fettsyror bildar kemiska föreningar (s.k. förtvålning) med mineralerna (Khorasani, 1998). Mineralgivan bör därför ligga något över normal rekommendation för att vara på den säkra sidan (Murphy och Wiktorsson, 1986). Kalciumgivan kan behöva höjas ända upp till 1 % i foderstaten vid utfodring med stora fettgivor, jämfört med normal kalciumgiva på 0,6%. En alltför hög mineralgiva sänker koncentrationsgraden på fodret och förtar en del av fettets positiva effekter (Gustavsson, 1988). Fettets negativa inverkan på fiberbrytningen minskar om katjoner, såsom Ca^{2+} och Mg^{2+} , tillsätts i fodret (Samuelsson, 1990).

Fettfodermedel

I detta arbete presenteras ett urval av fettfodermedel. Speciellt intressant är raps eftersom det kan odlas i Sverige och är en vanlig foderråvara till idisslare i Norden. Även skyddade fetter är intressanta till idisslare. De skyddade fetterna, kalciumförsåpat samt härdat fett som tas upp är de fett som använts i fältförsöken i detta examensarbete.

Raps

Raps är den viktigaste oljeväxten i norra Europa. Fettet i rapsfrö består mest av omättade fettsyror och det innehåller en stor andel C18:1, se tabell 1 (Wiktorsson, 1986). Rapsfrö utgör en bra energikälla och har dessutom en välbalanserad aminosyrasammansättning. I försök med utfodring av rapsmjöl jämfört med utfodring av sojamjöl har mjölkavkastning och fetthalt varit den samma men proteinhalt var signifikant högre hos de som fick rapsmjöl än hos de som fick sojamjöl. Mjölakens smak har inte påverkats negativt av rapsutfodringen i dessa försök. Däremot har fettsyrasammansättningen på mjölken förändrats. Hos kor som utfodras med rapsfett innehöll mjölken mera omättat fett och en större andel långkedjiga fettsyror än hos de som fick sojamjöl (Emanuelson och Wiktorsson, 1988). Rapsfett, i stora mängder, har i försök resulterat i en fetthaltssänkning, vilket antagligen skedde på grund av utspädningseffekten då avkastningen samtidigt ökade (Emanuelson m.fl., 1996). Försök med rapsexpeller (med 15% fett) har gett en fetthaltssänkning i mjölken om mer än 2 kg per ko och dag har utfodrats. Orsaken till fetthaltssänkningen är antagligen att rapsexpellen innehåller mycket omättat fett (Herland, 2002, personligt meddelande)

Kalciumförsåpat fett

Fettsyror kan som tidigare nämnts bilda föreningar med vissa mineraler, exempelvis med kalcium, vilket gör att de påverkar mikroberna i vommen i mindre utsträckning. Denna processen kan ske industriellt och man får då fram ett kalciumförsåpat fett. Karlshamns AB producerar Akofeed Kalkfett, som är ett kalciumförsåpat fett och består av försåpade vegetabiliska fettsyror. Akofeed Kalkfett har i försök oavsett vilken sort som utfodrats gett en ökad mjölkproduktion, men en tendens till minskad proteinhalt. Utfodringen av Kalkfett medförde att halterna av medellånga fettsyror minskade och främst C18:1 ökade (Bertilsson, 2001). Utfodring av kalciumförsåpad rapsolja har i vissa försök gett en något ökad andel trans-C18:1 men andra försök har inte kunnat påvisa någon höjning (Doreau m.fl., 1999).

AkoFeed Kalkfett tillverkas utan kemiska lösningsmedel och kan därmed även användas vid ekologisk produktion. AkoFeed Kalkfett görs i granulatform och är gulbrunt i färgen och har enligt tillverkarna en angenäm lukt. AkoFeed Kalkfett består utav ca 85% fett ca 9 % kalcium och ca 4 % vatten. Näringsvärdet för idisslare ligger på 27,2 MJ omsättbarenergi per kg (Karlshamns, 2001). För fettsyrasammansättning på AkoFeed Kalkfett se tabell 2.

Tabell 2. Fettsyrasammansättning på fettdelen i Akofeed Kalkfett, %

Fettsyra	Andel
Myristinsyra (C14:0)	1
Palmitinsyra (C16:0)	45
Stearinsyra (C18:0)	5
Oljesyra (C18:1)	40
Linolsyra (C18:2)	9

Karlshamns AB, 2001.

Härdat fett

Karlshamns AB producerar även ett härdat fett, AkoFeed Torrfett 54 som tillverkas av härdade fettsyror som har destillerats och består till minst 98 % av fria fettsyror och max 2 % vatten. Näringsvärdet ligger på 32,7 MJ omsättbar energi per kg för idisslare då Torrfettet kombineras med annan fettkälla i foderstaten så att beräknad smältpunkt i foderstaten totalt blir mindre än 40 °c. Då Akofeed Torrfett används som enda fettkälla i foderstaten så räknar man med ett smältpunktskorrigerat energivärde på 27,8 MJ/kg. Det är ett mättat torrt fett som tillverkas utan att transfettsyror bildas. Fettet är i flingform och är vitt. Enligt tillverkarnas produktinformation är fettet särskilt lämpligt att utfodra i kombination med omättat fett från t ex rapsfrö, rapsexpeller och sojabönor till högvakastande mjölkkor (Karlshamns AB, 2000). För AkoFeed Torrfett 54 fettsyra sammansättning se tabell 3.

Tabell 3. Fettsyrasammansättning på AkoFeed Torrfett 54

Fettsyra	Andel (%)
Laurinsyra (C12:0)	Max 5
Myristinsyra (C14:0)	2
Palmitinsyra (C16:0)	51
Stearinsyra (C18:0)	45
C16:0-C18:0	Min 90
C20-C24	Max 1
Transfettsyror	<1

Karlshamns AB, 2000.

Mjölfett

Sammanställning

Mjölfettet består huvudsakligen av triacylglycerol. Den resterande delen av mjölfettet omfattas framför allt av det fett som återfinns i de membran som omger triacylglyceroldropparna i mjölken. Vissa typer av lipider förekommer i låga koncentrationer men kan ändå vara av stor betydelse (Everitt, 1988). För mjölfettets sammansättning se tabell 4.

Tabell 4. Mjölkfettets sammansättning i svensk ”normalmjölk”

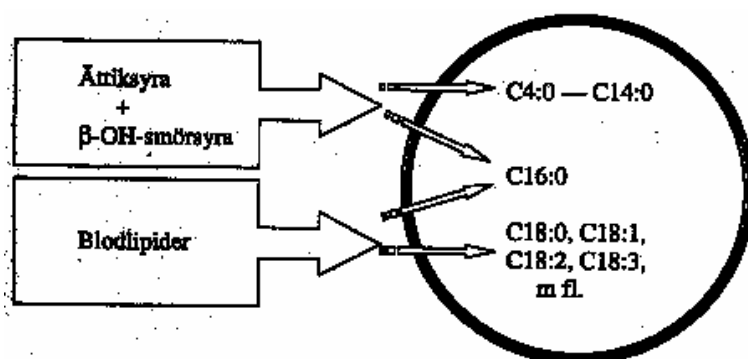
Lipid klass	Andel (%)
Triacylglycerol	98,4
Diacylglycerol	0,3
Monoacylglycerol	0,03
Fria fettsyror	0,1
Fosfolipider	0,8
Cerebrosider	0,1
Gangliosider	0,01
Steroler	0,3
Karotenoider+vitamin A	0,002

Andersson, 1999.

Mjölk innehåller över 500 olika fettsyror, vilket är fler än i någon annan naturlig råvara. Karakteristisk för mjölkfett är de udda fettsyrorerna och den relativt höga andelen av korta fettsyror med 4 och upp till 10 kolatomer (Andersson, 1999). På viktbasis är ca 70% av fettsyrorerna mättade, 27% enkelomättade och resten fleromättade (Spörndly, 1999a). Mer än 70% av fettsyrorerna i mjölken består av myristin- (C14:0), palmitin- (C16:0), stearin- (C18:0) och linsyra (C18:1) (Karijord m.fl., 1982). I tabell 1 finns mjölkfettets fettsyrasammansättning. Fettsyrorerna i triacylglycerol kan binda till glycerolmolekylen på olika ställen. De korta fettsyrorerna (C4 och C6) binder helst i position 3 (sn3), C14-16 mest i position sn-1 och -2 och C18:0-C18:1 mest i position sn-1 (Spörndly, 1999a).

Mjölkfettets ursprung

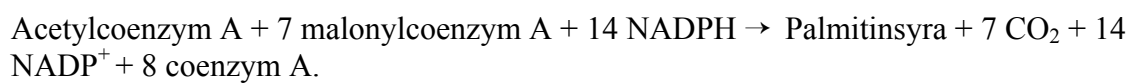
De viktigaste beståndsdelarna för mjölkbildning är glukos, acetat, β -hydroxybutyrat, triacylglycerol samt lipoproteiner ifrån blodet (Everitt, 1988). Omkring hälften av fettsyrorerna till mjölkbildningen tar juvret upp från blodet och den andra hälften syntetiseras i juvrets körtelceller. De i juvret nysyntetiserade fettsyrorerna är mättade och innehåller alltid ett jämnt antal kol. Samtliga mjölkfettsyror som består av fyra till fjorton kol samt ca 50% av de med 16 kol härrör från nyttillverkning av fettsyror i juvret, genom så kallad *de novo* syntes, se figur 2 (Åkerlind, 1999a).



Figur 2. Komponenterna i mjölkfettet kommer dels från blodet och dels från nysyntes i juvret (Åkerlind, 1999a)

De novo syntesen använder acetat och till viss del β -hydroxybutyrat (från butyrat), vilka har sitt ursprung från vomfermentationen, för bildning av fettsyror av varierande längd

(Grummer, 1991). Utgångsmaterial är acetylcoenzym A som genom att förena sig med CO₂ bildar malonylcoenzym A under medverkan av acetylcoenzym-karboxylas. Detta steg i fettsyrasyntesen bedöms var det som främst begränsar hastigheten vid nysyntetisering. Malonylcoenzym A förenar sig därefter med acetylcoenzym A och genom bortförning av CO₂ och H₂O och tillförsel av H (från NADPH) bildas efter ett antal steg en fettsyra-coenzym A-förening med fyra kolatomer. Denna förening kopplas sedan ihop med malonylcoenzym A och förloppet fortsätter som tidigare vilket slutligen resulterar i en fettsyra. I varje steg i processen ökar kedjan sin längd med två kolatomer (Spörndly, 1999a). C₄ är oberoende av den hastighetsbegränsande acetyl-coenzym A carboxylas-vägen och kan syntetiseras direkt från β-hydroxybutyrat (Palmquist m.fl., 1993). Fettsyrasyntesen i juvret fungerar i princip likadant som syntesen i fettvävnad men med ett undantag. Juvret har ingen elongasaktivitet och kan därför inte syntetisera fettsyror som är längre än 16 kolatomer (Kennelly m.fl., 2000). Summaekvationen vid bildning av palmitinsyra (C₁₆) blir enligt följande (Spörndly, 1999):

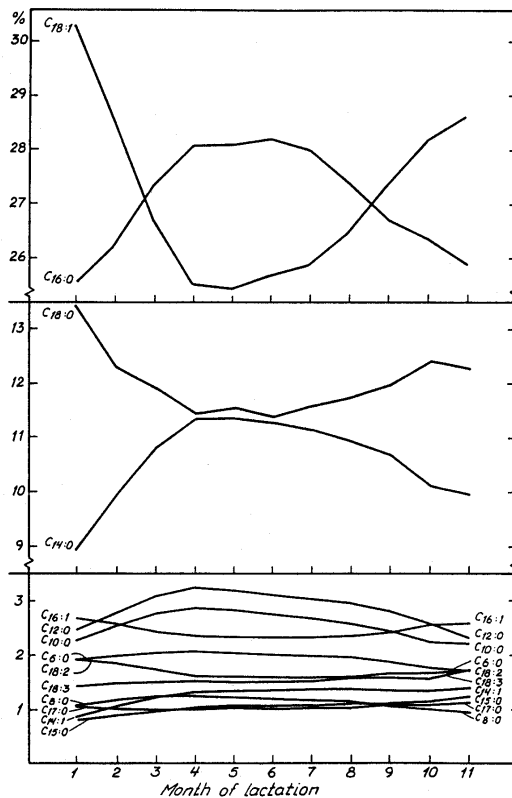


De långa fettsyrorerna i mjölken (\geq C₁₈ och 50% av C₁₆) syntetiseras inte i juvret utan tas upp som blodlipider. Av de fettsyror som tas upp från blodet härrör den största delen från foderfettsyror eller i vommen syntetiserade fettsyror med längre kolkedjor (Spörndly, 1999a). Fettsyrorerna transporteras i blodet huvudsakligen som triacylglycerol bundna till fetttransporterande proteiner, lipoproteiner, vidare till juvret. I juvercellernas membran spjälkas åter triacylglycerol till fettsyror och glycerol. Både i juvret och i tarmväggen sker en viss dehydrering då framför allt C_{18:0} blir C_{18:1}, men även en del C_{16:0} och C_{14:0} blir till C_{16:1} respektive C_{14:1}. Dehydreringen sker med hjälp av desaturas enzym och är ett sätt att göra mjölkfettet mer lättflytande (Barrefors och Björck, 1988). Av glycerolen som behövs för att bilda triacylglycerol härrör omkring 50% från blodlipider som tagits upp av juvervävnaden och resten kommer ifrån spjälkning av glukos, den största delen av glukosen som tas upp av juvret utnyttjas dock framför allt vid bildningen av laktos (Spörndly, 1999a).

En mindre andel av fettsyrorerna som tas upp från blodet har sitt ursprung från kroppsfettet. När kon är i negativ energibalans kommer en betydande del av mjölkfettet från just kroppsfettet, vilket speglar sig i fettsyrasammansättningen i mjölken. Fettsyror som är grenade eller har udda antal kol i kedjan härstammar från fettsyror syntetiserad av mikroorganismerna i vommen (Åkerlind, 1999a).

Fetthaltens och fettsyrasammansättningen förändring under laktationen

Fettsyrasammansättningen på mjölkfettet ändras under laktationen. Karijord m.fl. (1982) visade att andelen av C₄, C₆ och C₈, ökade under laktationens första fem månader och nådde sitt maximum efter fyra till fem månader. Därefter minskade C_{6:0} till C_{14:0} fettsyrorerna mot laktationens slut. De längre fettsyrorerna från och med C_{16:1} och uppåt med undantag för C_{18:3} visade hög andel i början och i slutet av laktationen medan andelen var som lägst i mitten av laktationen, se figur 3.



Figur 3. Fettsyornas variation under laktationen, % (Karijord m.fl, 1982).

Fetthalten varierar under laktationen. Den är hög i början av laktationen men minskar under höglaktationen för att sedan öka under slutet av laktationen igen. Det var främst de långa fettsyorna som gav upphov till fetthaltsvariationen i mjölken under laktationen (Karijord m.fl., 1982). C4-fettsyorna var ett undantag då den inte följde de andra kortkedjiga fettsyornas mönster (Palmquist m.fl., 1993).

Genetiska skillnader i mjölkens sammansättning

Mjölkens fetthalt och fettsyrasammansättningen i mjölken kan ändras relativt snabbt genom förändrad utfodring (Kennelly m.fl, 2000). En förändring av mjölkens egenskaper kan även erhållas genom avel och selektion men det tar då längre tid att uppnå resultat. De genetiska trenderna vad det gäller mjölkens fetthalt skiljer sig mellan svensk mjölkcoraser. Hos SRB är trenden svagt positiv medan SLB:s trender är negativa (Eriksson, 2000).

Selektion för ökad fetthalt ger en ökad andel kortkedjiga fettsyror i mjölkfettet och minskad andel långkedjiga fettsyror. Särskilt är det andelen omättade C18 fettsyror som minskar (Karijord m.fl., 1982). I försök vid SLU hade kor som var selekterade för en hög fetthalt i mjölken fått en signifikant högre halt C16 i mjölkfettet. Halten av de omättade fettsyorna C18:1, C18:2 och C18:3 var lägre jämfört med hos kor som var selekterade för låg fetthalt. Den totala mängden av korta och medellånga fettsyror (C6-C16) var signifikant högre för kor selekterade för hög fetthalt (Åkerlind, 1999b).

Det finns positiva korrelationer mellan fetthalt och andelen korta fettsyror i mjölk och därmed är det genetiska sambandet mellan mjölkfetthalt och andelen omättade C18-fettsyror negativt

(Karijord m.fl., 1982). Jerseykor har en högre halt C18:0 i sin mjölk, men en lägre halt C18:1 än vad Holsteinkor har (Palmquist m.fl., 1993). Det finns även skillnader mellan raser då det gäller de kortkedjiga fettsyror. Jerseykor har mellan 8 och 42% högre halt C6 till C14 fettsyror än vad Holsteinkor har, medan halten C18:1 var 15% högre hos Holstein. I svenska försök hade Jersey den största andelen mättat fett medan SLB och SRB uppvisade obetydliga skillnader. I danska försök var skillnaderna mellan de danska raserna signifikanta. RDM-ras hade störst andel omättade och långkedjiga fettsyror, därefter kom SDM medan Jersey hade mycket lägre andel omättade och långkedjiga fettsyror. Andra försök visade att skillnaderna i mjölkens fettsyrasammansättning mellan jämförbara kor var påtaglig, men samma fettsyrämönster upprepades i påföljande laktation (Spörndly, 1999a).

I försök räknades arvbarheten på den totala fetthalten ut till 0,28 (Spörndly, 1999a). Arvbarheten på mjölkens fettsyror varierade mellan 0,05 och 0,26. Högst arvbarhet hade C14:1, vilken är en av de ovanligare fettsyror i mjölk (Karijord m.fl., 1982). Den genetiska variationen hos fettsyror var störst hos C16, därefter kom de omättade fettsyror C18:1 och C18:2 och sen C14 och C18:0, i nämnd ordning (Edwards, 1973).

Korrelationerna mellan mängd protein och de kortkedjiga mättade fettsyror (C6-C14) samt med C18:2 var, baserat på beräkningar från Karijord m.fl. (1982), positiva såväl fenotypiskt som genotypiskt. Däremot var det negativa samband mellan proteinavkastning och mängderna av C18:0 och C18:1 (Spörndly, 1999a).

Förr i tiden strävade man efter att få ett ökat utbyte av smör, ost och grädde och därför selekterad man ofta för en hög fetthalt i mjölken. Dagens avelsarbete har istället riktat sig på att få en ökad proteinmängd i mjölken (Spörndly, 1999a). Hur fett- och proteinhalten har varierat i Sverige under 1900-talet återfinns i diagram 1 (Svensk Mjolk, 2002). Proteinhalten har sedan den började mätas legat relativt konstant runt 3,4 %, medan fetthalten totalt sett har ökat från 3,2 % upp till drygt 4 %.

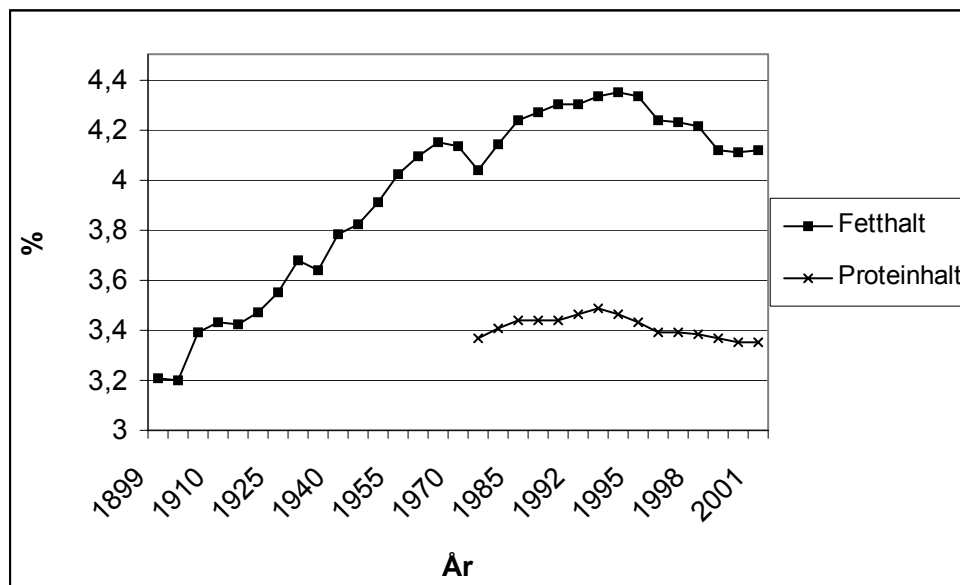


Diagram 1. Utveckling av mjölkens fett- och proteinhalt hos mjölk från kokontrollanslutna leverantörer (Svensk Mjolk, 2002).

Påverkan på mjölkens sammansättning av årstid, mjölkningsintervall samt mjölkningstillfälle

Fettsyrasammansättningen i mjölkfettet varierar mellan sommar och vinter. Under vintern innehåller mjölkfettet en större andel C6:0, C8:0 och C16:0 än på sommaren (Karijord m.fl., 1982). Mjölkfett som produceras under sommaren och betesperioden är vanligtvis mjukare än det fett som produceras under stallperioden. Betesgräs innehåller höga halter av C18-fettsyror, vilket visar sig i höjda halter av framförallt C18:1 och C18:3 i mjölkfettet. När korna byter från en vinterfoderstat med hö och kraftfoder till en betesbaserad sommarfoderstat så ökar andelen C18 fettsyror jämfört med andelen C16 och C14 (Murphy m.fl., 1995). Ändringen av förhållandet mellan C16 och C18 fettsyror visas i försök av Karijord m.fl., 1982, se figur 4.

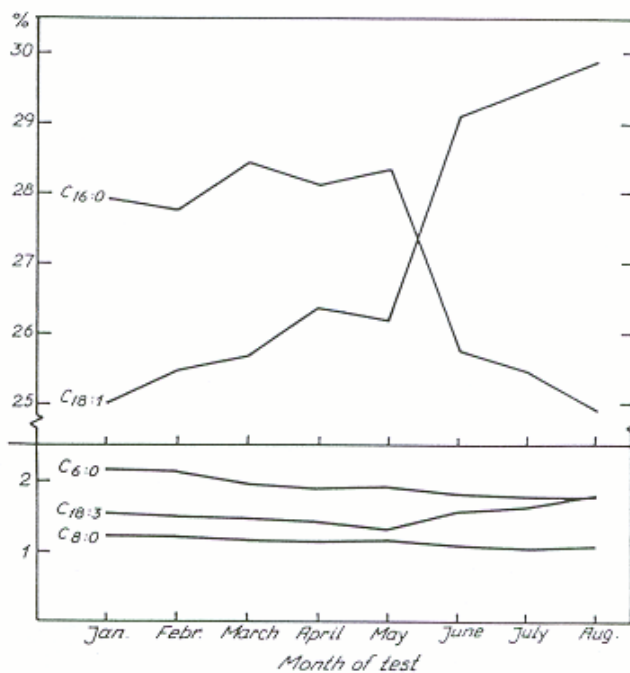


Fig 4. Årstidsvariation i fettsyrasammansättning, % (Karijord, m.fl., 1982).

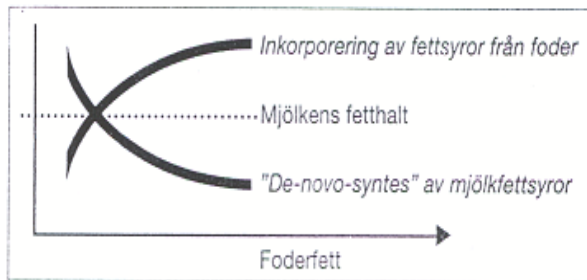
Fettsyrasammansättningen i mjölken är mycket lika mellan morgon- och kvällsmjölkning. Korrelationen mellan fettsyrasammansättningen i mjölken från morgon- och kvällsmjölkning visade sig i försök att vara hög med undantag av C18:2 (Emanuelson, 1989).

Mjölkningsintervall på mer än 15 timmar gav en minskad mjölkavkastning (minskad andel laktos), men en ökad andel fett och protein (Wheelock, 1980). Ofullständig mjölkning ledde till en lägre fetthalt i mjölken eftersom fettkoncentrationen är mycket större i residualmjölken (Johansson m.fl., 1952). Kor som mjölkades tre gånger per dag (8 timmars intervall) hade högre avkastning men lägre halter av fett och protein än kor som mjölkades två gånger (15 och 9 timmars intervall) per dag (Österman, 2002 personligt meddelande).

Förändrad sammansättning på mjölken genom utfodring med fett

Fetthalten i mjölken är lättare att påverka i större utsträckning genom utfodring än vad t.ex. laktos- och proteinhalten är. Då fett utfodras för att ge en förändrad fettsammansättning i

mjölken påverkas även andra faktorer. Proteinhalten sjunker ofta, ureakoncentrationen i mjölken ökar, citrathalten ökar och andelen lösligt Ca ökar (Palmquist m.fl., 1993). Vid fettutfodring ökar koncentrationen av de långa fettsyrorerna i mjölken samtidigt som koncentrationen av de korta fettsyrorerna minskar. Avgörande för om fetthalten i mjölken kommer att öka eller minska är vilken av dessa effekter som tar överhand, ökningen av foderfettsyrorerna (de långa) eller minskningen av de juversyntetiserade fettsyrorerna (de korta) (Griinari m.fl., 1997). Se figur 5.



Figur 5. Mjölkfettet består huvudsakligen av fettsyror som härrör från fodret eller från syntes i juvret. Ökad utfodring av fett påverkar förhållandet mellan de båda ursprungskällorna (Sederblad och Spörndly, 1994).

Det är svårast att påverka fettsyrasammansättningen genom utfodring i början av laktationen på grund av att då spådes foderfettsyrorerna i blodet ut med fettsyror från fettvävnad i en större utsträckning än senare i laktationen (Grummer, 1991). Det är lättare att få en sänkt fetthalt i mjölken genom ökad andel kraftfoder i foderstaten under slutet av laktationen än i början (Kennelly m.fl., 2000).

Vanligtvis leder en hög andel grovfoder (>40%), långstråigt grovfoder och skyddat fett till en höjd fetthalt i mjölken. Däremot kan en hög andel stärkelse (mycket spannmål) i kombination med låg andel grovfoder, korthackat grovfoder (<1 cm), omättat fett och vegetabiliska oljor ger en sänkt fetthalt (Emanuelson m.fl., 1996). I försök har en ökning av energiintaget med 30 MJ DE per dag genom fettutfodring, i en foderstat med låg grovfoderandel, reducerat mjölkfett koncentrationen med 0,3 procentenheter (3 g per kg) (Sutton och Morant, 1989). Effekten av fettutfodring på mjölkens fetthalt har samband med hur fett påverkar vommen (Palmquist m.fl., 1993). Mängden fett och dess omätnadsgrad samt hur mycket grovfoder som utfodras, spelar stor roll. 70% eller mer av variationen i mjölkfetthalt kan relateras till VFA produktionen (Sutton och Morant, 1989).

Huruvida fett har en höjande eller sänkande inverkan på mjölkens fetthalt råder det delade meningar om, olika slags foderfett påverkar också fetthalten i olika riktning. Den totala fettmängden i mjölken blir dock oftast oförändrad eller ökar. Enligt Sutton (1989) så leder fettutfodring oftast till en sänkt fetthalt i mjölken, medan Palmquist m.fl. (1993) menar att fetthalten ofta ökar med ett ökat intag av foderfett. Försök har visat att utfodring av mättat fett i regel inte påverkat fetthalten negativt i mjölken utan i stället i vissa fall gjort så att den har ökat (Griinari m.fl., 1997). Utfodring av härdat (hydrerat) fett har inte påverkat *de novo* syntesen i så stor utsträckning. Härdat fett kan ge en höjd fetthalt i mjölken, men det ger ofta också en sänkt mjölkavkastning (Hermansen, 1995a).

Mycket omättat fett i foderstaten har däremot i andra försök gett en reducerad fetthalt i mjölken (Griinari m.fl., 1997). Orsaken till fetthaltssänkning i mjölken vid fettutfodring beror ofta på att vomfermentationen på något vis har blivit störd (Sutton, 1989). Utfodring av fri olja har gett en minskning av mjölkfetthalten, men när olja har utfodrats inkapslade i hela

olja har inte fetthalten förändrats. Andra studier har visat att genom att utfodra hela oljefrön har fetthalten bibehållits eller ökat (Grummer, 1991). Fördelen med att utfodra skyddat fett och hela eller krossade oljefrön är att fett frigörs långsammare i vommen och mikroberna hinner med att ta om hand det omättade fettet (Kennelly, 1996).

Utfodringsrutiner påverkar mjölkens halter

Utfodringsrekommendationerna säger att grovfoder bör utfodras minst två timmar före kraftfoder. Fetthalten i mjölken är ofta högre på de gårdar med foderordningen grovfoder före kraftfoder. I besättningar med låg fetthalt i mjölken har fetthalten ökat då grovfoder har utfodrats mer än två timmar före kraftfoder medan en förändring av foderordningen i besättningar med hög fetthalt inte har påverkat fetthalten eller till och med bidragit till en fetthaltssänkning. Genom att följa de rekommenderade utfodringsrutinerna och ge grovfoder före kraftfoder kan man få en mindre variation i vommens pH och nedbrytningsmönster, vilket kan visa sig i en ökad smältbarhet av fibrer (Sederblad, 1988).

Om antalet utfodringstillfällen av kraftfoder ökar från 2 till 6 gånger per dag med en foderstat med en grovfoderandel på 35% på ts-basis så har två försök visat att mjölkfettkoncentrationen ökade med 0,3 respektive 0,6 procentenheter. Mjölkkavkastningen förblev oförändrad eller ökade i försöken (Sederblad, 1988). I andra studier har det klargjorts att ett ökat antal utfodringstillfällen av fettfodermedel verkar höjande på mjölkens fetthalt, men påverkar inte fettsyrasammansättningen i mjölken nämnvärt (Grummer, 1991). Fetthalten i mjölken, sjönk då olja (omättat fett) utfodrades två gånger per dag, men ökade då samma mängd olja istället delades upp på 24 gånger per dag. Andra försök har visat att de grupper som utfodrades kraftfoder efter grovfoder eller kraftfoder samtidigt med grovfoder fick en högre fetthalt i mjölken än de som utfodrat kraftfoder före grovfoder (Coulon m.fl., 1994).

I försök där koncentrat har givits i separata givor eller uppblandat med ensilage och halm genom utfodring av fullfoder i fri tillgång har gruppen som fick separata givor fått en minskad fett- och proteinhalt samt ett minskat foderintag jämfört med de som fick koncentratet inblandat i fullfoder. Då koncentratet utfodrades separat erhöles en större variation i vom-pH vilket ledde till en ökad andel propionat i vommen (Hermansen, 1995b).

Påverkan på fetthalten i mjölken vid fettutfodring

Genom att använda fett som minskar påverkan på vomfermentationen så kan man undvika negativa effekter på mjölkens fetthalt vid fettutfodring. Utfodras hela eller krossade oljefrön, skyddat fett, vissa utvalda fettsyror eller Ca-försäpat fett, kan fetthalten upprätthållas eller till och med höjas (Sutton, 1989). Försök har visat att genom att utfodra talg skyddat med formaldehydbehandlatprotein har man fått en kraftig höjning i fetthalten samtidigt som man fick en ökad mjölkkavkastning. Mjölkfetthalten höjdes från 2,0 % (låg grovfodergiva) till 3,6% genom utfodring av 2 kg formaldehyd-protein skyddat talg utan att foderstaten hade ändrats i övrigt (Sutton m.fl., 1989).

Förändringen i fetthalt påverkas av hur väl skyddat fettet är från mikrobernas nedbrytning i vommen. Ett fett som är bra skyddat ger i regel en ökad fetthalt i mjölken medan oskyddat fett ger en sänkt fetthalt (Kennelly, 1996). Fetthalten ökade särskilt om det skyddade fettet var omättat, eftersom det då gav en ökad koncentration av triacylglyceroler i blodet och ett ökat

upptag i juvret (Palmquist, 1984). Försök där man jämförde skyddat och oskyddat rapsfett gav inte någon skillnad i mjölkens fetthalt (Emanuelson, 1989). Utfodring av fett från sojaböner och rapsfrö till kor på bete gav en ökad mjölkavkastning jämfört med för en kontrollgrupp. Det var dock ingen skillnad i mjölkavkastning och mängd fett och protein mellan de båda grupperna (Murphy m.fl., 1995). Vid försök på SLU gav utfodring med värmebehandlat rapsfrö en höjd fett- och proteinhalt i mjölken samtidigt som djuren fick en ökad eller bibehållen kroppsvikt (Sanne, 1988b).

Utfodring med kokosfett har vid försök visat att fetthalten i mjölken ökar på grund av att den stora C12-fraktionen, som finns i kokosfett passerar över till mjölken (Emanuelson m.fl., 1996). Andra försök har dock visat att C12 är giftig för de fibernedbrytande bakterierna och minskningen i fibernedbrytningen kan bli så stor att den leder till en minskning i total mjölkproduktion (Murphy och Wiktorsson, 1986). I försök med jämförelse av kokos- och rapskaka gav raps en högre mjölkavkastning men en lägre fetthalt än vad kokos gjorde. Fett och proteinmängden var lika för de båda grupperna (Frank, 1988).

Tillskott av palmitinsyra (C16) i foderstaten har gett en ökad fetthalt. Fetthaltsökningen berodde till största delen på en ökad mängd C16:0 och C16:1 i mjölken, andelen korta fettsyror minskade. Det finns inte så många försök med utfodring av myristinsyra (C14) men resultaten tyder på att fetthalten inte påverkades. Dock ökade mängden C14 i mjölken markant medan de flesta andra fettsyror minskade. C12 i måttliga mängder gav i dessa försök ingen effekt på fetthalten medan högre halter ledde till en fetthaltssänkning (Samuelsson, 1990). Skyddat s.k. ”by-pass” fett är det enda fett som kan utfodras för att höja fetthalten över normala nivåer (Murphy och Wiktorsson, 1986).

Utfodringsförsök med försåpat- och härdat fett

I danska försök visades att utfodring med försåpat fett (Kalkfett) till mjölkkor gav en högre mjölkavkastning än vad härdat fett (Torr fett) gav (Møller och Børsting, 1987). Fett- och proteinhalten i mjölken var dock högre hos de kor som utfodrades Torr fett. För resultat ifrån försöket se tabell 5.

Tabell 5. Resultat från danska försök med utfodring av försåpat fett och härdat fett (Møller och Børsting, 1987).

	Mjölkavkastning, kg	Fetthalt, %	Proteinhalt, %
Försåpat fett	22,9	4,26	3,11
Härdat fett	21,4	4,41	3,19

Grovfodrets och kraftfodrets effekt på mjölkfettet

Enligt Sutton (1989) påverkas mjölkfetthalten av vilken typ av spannmål som utfodras. Havre har visat sig ge en lägre fetthalt i mjölk än korn. Även fettsyrasammansättningen i mjölken ändras då havre utfodras istället för korn. C16:0 halten sjunker och C18:1 andelen ökar då havre utfodras som alternativ till korn. Vid utfodring med vallensilage ökar andelen korta och medellånga fettsyror på bekostnad av andelen C18:0 och C18:1 jämfört med vid utfodring av hö (Palmquist, 1984).

Vissa försök har visat att om grovfoderandelen i foderstaten sjunker under 50 % (på ts basis) kan det leda till att fetthalten i mjölken sjunker. Variationen mellan olika individer på samma foderstat är dock ofta stor (Doreau m.fl., 1999). I andra försök har däremot inte någon fetthaltssänkning i mjölken erhållits genom att minska andelen grovfoder kraftigt (till <30%) (Åkerlind, 1999). Foderstater med låg andel grovfoder såväl som sjunkande fetthalt tenderar till att ge sänkt andel mättade fettsyror upp till C18:0 och en ökad andel C18:1 och något ökad andel C18:2 och C18:3 (Sutton m.fl., 1989).

En ökad andel kraftfoder ger en ökad produktion av propionat i vommen, vilket i sin tur leder till en ökad andel udda och grenade fettsyror (från mikrobernas syntes) i mjölkfettet (Kennelly m.fl., 2000). Vid försök med utfodring av mycket höga kraftfodergivor som förväntades ge en sänkt fetthalt, har följande faktorer påverkat fetthalten. Fetthalten har sjunkit mer i mitten av laktationen än i början, på grund av tillskottet av mobiliserat kroppsfett i början av laktationen. Sänkningen av fetthalten var större då kraftfodret utfodrades en till två gånger per dag än då kraftfodret gavs blandat med grovfodret eller vid flera tillfällen per dag. Om mycket spannmål utfodrades var sänkningen större än om kraftfoder med mer fiber och lättlösliga kolhydrater användes. Fetthalten i mjölken sjönk mer då spannmålen var valsad (cracked) istället för då kärnans skal var krossat (rolled). Innehöll foderstaten någon buffert sjönk inte fetthalten i mjölken lika mycket (Doreau m.fl., 1999).

Fettutfodringens påverkan på mjölkens proteinhalten

Proteinhalten i mjölk varierar vanligtvis inte så mycket, som fetthalten gör. Fettutfodring leder ofta, men inte alltid, till en sänkt proteinhalt i mjölken (Palmquist, 1984). Både kasein- och vasslefraktionerna brukar minska, medan andelen av det icke proteinbundna kvävet (NPN, non-protein-nitrogen, urea) ökar när fett utfodras. Anledningen till minskad proteinhalt vid fettutfodring är oklar (Sederblad och Spörndly, 1994). Den reducerade proteinhalten kan vara en utspädningseffekt då mer mjölk produceras, eftersom proteinmängden i mjölken vanligtvis inte minskar (Khorasani och Kennelly, 1998). Energiintaget har i flertalet studier visat sig ha en relativt stor inverkan på mjölkens proteinhalt. Dock inte energi ifrån fettfodermedel. Ett ökat energiintag från lättlösliga kolhydrater har varit den faktor som ensam har kunnat påverka mjölkens proteinhalt mest (Spörndly, 1989).

Om det utfodrade fettet leder till ett minskat foderintag så minskar även vommens propionat koncentration och insulin sekretionen. Den minskade propionat produktionen gör att aminosyror används till glukogenesen och tillgången på aminosyror för mjölkprotein syntes minskar (Khorasani och Kennelly, 1998). Tillgången på protein kan även bli begränsad då fettet påverkar mikrobernas tillväxt och kan vara en orsak till minskade proteinhalter (Palmquist, 1990a). Vid utfodring med kalciumförsåpat fett har man på grund av ökad mjölkavkastning, fått en sänkt proteinhalt i mjölken, medan däremot proteinmängden totalt sett har ökat. En högre tilldelning av protein i fodret (mer än 7,6 AAT/ MJ) har inte kunnat motverka en sänkning av proteinhalten i försök med utfodring av kalciumförsåpat fett (Bertilsson 2001, personligt meddelande).

När energiinnehållet i foderstaten ökar ger det också ett ökat behov av protein för att upprätthålla rätt förhållande (Dhiman m.fl., 2001). Eftersom fett inte jäses i vommen och inte ger mikroberna underlag till deras proteinsyntes kan det vara nödvändigt att tillsätta extra onedbrytbart protein när foderstaten innehåller mycket fett. Kor som utfodras med fett och en ökad mängd onedbrytbart protein får en oförändrad mjölkavkastning, men en ökad

proteinmängd i mjölken jämfört med de som utfodrades med i vommen nedbrytbart protein (Palmquist, 1990a). Ett högre intag av onedbrytbart protein ("by-pass protein") hos kor som utfodras med extra fett har gett en ökad mjölkfetthalt (Palmquist m.fl., 1993). I försök har utfodring av en ökad mängd vomstabila aminosyror hindrat en nedgång i proteinhalt vid fettutfodring (Sederblad och Spörndly, 1994). Fettutfodring har gett ett ökat flöde av mikroprotein till tunntarmen (Murphy och Wiktorsson, 1986).

Fettutfodringens inverkan på mjölkens laktos- och citrathalt

Produktionen av laktos i juvret styr mjölmängden eftersom det är laktos som är den huvudsakliga osmotiska komponenten i mjölk. Laktoshalten har inte påverkats av måttlig fettutfodring (Jones m.fl., 2001). Med stora mängder fett i foderstaten har laktoshalten dock sjunkit med upp till 0,2 % (Sutton, 1989). Utfodring med dubbellåg raps har i försök visat sig höja laktosmängden i mjölk men laktoshalten har förblivit opåverkad (Kennelly, 1996).

Citronsyra är den fjärde största organiska komponenten i mjölk (Sanne, 1988a). Citrathalten har ökat i mjölken hos fettutfodrade kor. Ökningen anses bero på att citrat är en föregångare till NADPH som behövs vid fettsyra-syntesen. Kor med hög fetthalt i mjölken har en lägre citrathalt på grund av att citratet har gått åt vid fettsyra-syntesen (Palmquist, 1990a). Åkerlind m.fl. fann att kor selekterade för låg fetthalt uppvisar högre nivåer av citrat än de som var selekterade för hög fetthalt. Mjölk med hög citrathalt har visat sig att ha sämre ystningsegenskaper på grund av längre koaguleringsstid och ett lösare koagel. Halten citrat tenderar att vara något högre under vintern än under sommaren (Sanne, 1988a).

Överföring av fettsyror från foder till mjölk

Fettsyramönstret i mjölk och i kornas foder skiljer sig mycket åt (se tabell 1). Idisslarens fett i vävnader och mjölk är mycket mer mättat än foderfetter från växtriket (Grummer, 1991). Utfodras mindre än 5% fett brukar överföringen av foderfett till mjölkfett ligga på ca 55-60% (Spörndly, 1999a). Fettsyror som syntetiserats av vommens mikrober, fettsyror från fettvävnad och fettsyror som tillverkas vid *de novo* syntesen i juvret bidrar alla med att späda ut andelen utfodrade fettsyror i mjölken (Grummer, 1991). Mängden fett som överförs från fodret till mjölken beror på vommens biohydriering, absorption-smältbarhet och hur stor inlagringen i fettvävnad är (Palmquist m.fl., 1993). Direkt överföring av långkedjiga fettsyror från fodret till mjölken är mycket mer effektiv ur energisynpunkt än *de novo* syntes av fettsyror från kolhydrater eller VFA (Palmquist, 1984).

Genom att utfodra ett skyddat fett kan en mycket större förändring på fettsyrasammansättningen i mjölken erhållas än om ett oskyddat fett utfodras. Det finns ingen egentlig gräns på hur mycket de omättade fettsyrorerna i mjölken kan öka genom utfodring med skyddat fett, utan det får styras av hur mycket mjölk-kvaliteten och mjölk-produkterna får påverkas (Kennelly, 1996).

För innehållet av Laurin (C12)-, myristin (C14)- och palmitrinsyra (C16) i mjölk fanns det ett klart samband med det utfodrade fettets sammansättning. Även det totala innehållet av fettsyror samt det totala innehållet av C18-fettsyror kunde användas för att förutsäga mjölkens fettsyrasammansättning (Hermansen, 1995). Grummer (1991) menade att det fanns ett samband mellan kvoten C18/C16 i fodret och dess innehåll i mjölken. Utfodring av fettsyror

har en negativ effekt på omfattningen av C12, C14 och C16 i mjölken. Ju längre fettsyror som utfodras desto större blir den negativa effekten på dessa medellånga fettsyror (Palmquist m.fl., 1993).

Ett ökat fettintag ökar tillförseln av fettsyror från fodret till juvret på bekostnad av försörjningen av acetat från vomfermentationen. Nettoresultatet blir en minskad andel korta och medellånga mättade fettsyror från *de novo* syntesen och en större andel långkedjiga fettsyror (Hermansen, 1995a). Längden på foderfettsyror påverkar mjölkens fettsyror medan omättnadsgraden på foderfettsyror inte ger något utslag i mjölken (Samuelsson, 1990).

Genom att utfodra fett med mycket C18-fettsyror kan andelen C18:1 ökas med 50 till 80 % i mjölkfettet. Det är relativt lätt att öka C18:0 flödet till tunntarmen genom att utfodra omättade oljor, men det är svårare att öka flödet av omättade fettsyror till tarmen. Då C18 fettsyror i större mängder utfodras sker en minskning av C6 till C16 fettsyror i mjölkfettet. Överföring av medellånga fettsyror från foder till mjölk är väldigt ineffektiv (Grummer, 1991).

Andelen fettsyror från *de novo* syntesen minskade linjärt då utfodrat fett ökade från 1 till 5 % av fodrets ts-halt (Grummer, 1991). Undantag var C4-fettsyra andelen som bara minskade lite eller t.o.m. ökade något. Förändringen av C16/C18 i mjölken var beroende av C16/C18 i det utfodrade fettet. Upp till 80% av den inhibering som sker av *de novo* syntesen vid utfodring av fett beror på specifika effekter inom mjölkkörteln och hör samman med ett ökat upptag av långkedjiga fettsyror (Palmquist m.fl., 1993).

Enligt Palmquist m.fl. (1993) ger all fettutfodring en minskad C8:0 – C15:0 halt i mjölken (ju mer fett desto större sänkning) medan förändringar av C16:0, C18:0 och C18:1 är beroende av C16- och C18-innehållet i det tillsatta fettet. Förtvålade Ca-fetter har vid försök minskat halten fettsyror med udda antal kol i kedjan. Försök med utfodring av fett med en hög andel palmitinsyra (C16) har gett en ökad andel C16 i mjölkfettet. Försök med utfodring av kalcium försåpat fett samt härdat fett har gett olika påverkan på mjölkfettets fettsyrasammansättning (Palmquist, 1990b). Resultaten från dessa försök redovisas i tabell 6. För fettsyrasammansättningen på ”normal” mjölk se tabell 1.

Tabell 6. Försök med försåpat fett och härdat fett och dess påverkan på mjölkens sammansättning.

	Fetthalt, %	Andel av fettsyror											
		C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Försåpat Kalkfett	83%						1,5	50,1		4,2	34,1	7,8	0,3
Mjölkfettets sammansättning efter utfodring med försåpat Kalkfett		1,75	1,68	0,68	1,54	1,89	7,88	37,26	1,64	9,04	27,16	3,05	-
Härdat fett	100%						2,2	44,1	0,9	34,7	9,4	0,9	
Mjölkfettets sammansättning efter utfodring med härdat fett		1,91	1,90	0,88	1,96	2,42	9,50	35,88	1,69	8,86	23,70	2,52	

Palmquist, 1990a

Fettutfodring kombinerat med olika grovfoder

Försök under 1900-talets första hälft visade att tillsatt foderfett i foderstater med grovfoder med lågt näringsinnehåll gav en ökad mjölkavkastning. Vid försök där samma fettillsats gavs till kor som fick halm respektive hö-baserade foderstater ökade mjölkavkastningen i halmgruppen men inte hos de som fick hö. Den tidigare skillnaden i mjölkavkastning mellan hö- och halmgrupperna försvann. Mjölakens fetthalt förblev opåverkad medan proteinhalten tenderade att sjunka något (Frank, 1988).

Fetthaltsdepression

Enligt gamla teorier orsakades fetthaltsdepressioner ofta av foderstater med mycket spannmål och lite grovfoder. Vid utfodring med stora mängder spannmål och små mängder strukturfoder så ökar propionsyra mängden i vommen (Griinari m.fl., 1997). Ättiksyra utgör grunden för bildning av mjölkfett medan propionsyra efter omlagring till glukos i levern är grunden för kroppsfettbildning (Sederblad, 1988). Metaboliska förändringar i vommen leder till att syntesen av kroppsfett prioriteras på bekostnad av mjölkfettsyntesen. Resultatet blir ofta att mjölakens fetthalt sjunker samt att levande vikten på djuret ökar (Sutton m.fl., 1989).

Försök har visat att inte enbart låg fiberandel i foderstaten orsakade fetthaltsdepression, utan det behövdes även en tillsats av omättat fett. Utfodring med låg grovfoderandel gav förhöjda halter av insulin men det orsakade inte någon kraftig sänkning i fetthalt. Mjölkavkastningen och fetthalten sjönk med 35 respektive 30 % då foderstaten bestod av 20% grovfoder, 80% kraftfoder samt omättat fett tillsatt jämfört med vid en foderstat med 50% grovfoder och mättat fett tillsatt. Försöket visade att det var två faktorer som orsakade fetthaltsdepression. Dels närvaro av omättade fettsyror och dels en påverkad vommiljö (t.ex. sänkt pH på grund av låg grovfoderandel) som ledde till en ofullständig biohydrering och bildning av trans-C18-fettsyror. Vissa trans-C18-fettsyror verkade vara sammankopplade med graden av fetthaltsdepression (Griinari, m.fl., 1998).

Vid fetthaltsdepression förändras fettsyrasammansättningen. Andelen kortkedjiga fettsyror minskar och andelen C18 fettsyror ökar. Förändringarna kan variera beroende på foderstatens sammansättning (Palmquist m.fl., 1993). Hos kor med fetthaltsdepression har man sett en ökning i andelen trans-C18:1 fettsyror (Bauman och Griinari, 2000).

Vid fetthaltsdepression kan fetthalten minska med 50% eller mer utan att påverka laktos och proteinmängden. Varför sänkningen i fetthalt sker finns det flera teorier bakom. Den ena innebär att fetthalten sjunker på grund av brist på startmaterial, framförallt acetat och β -hydroxibutyrat, till mjölkkörteln för syntes av mjölkfett. På så vis sker en direkt inhibering av ett eller flera steg i fettsyntesen (Bauman och Griinari, 2000). Förändringen av VFA-sammansättningen i vommen, mot en ökad andel propionat, kan ge en begränsning av acetat och β -hydroxibutyrat. Försök har dock visat att upptaget av acetat och β -hydroxibutyrat har varit konstant även vid låga koncentrationer i blodet. Andra försök har visat att injicerad propionat i vommen har gett en sänkt fetthalt (Doreau m.fl., 1999).

En annan teori bakom orsaken till fetthaltsdepression innebär att mängden cirkulerande insulin ökar och leder till att inlagring av fett i fettvävnaden stimuleras och mobiliseringen av långkedjiga fettsyror från kroppsreserverna minskar. Även här blir det en brist på föregångare

till fettsyntesen (Bauman och Griinari, 2000). Teorin bygger på försök där glukos har injicerats intravenöst och gett upphov till en sänkt fetthalt (Doreau m.fl., 1999). Försök med insulin har dock visat att insulin själv inte har någon effekt på mjölkens fetthalt (Griinari m.fl., 1997). Både glukos och propionat stimulerar sekretionen av insulin men det är bara glukos som leder till en minskad fettmobilisering, vilket tyder på att effekten av insulin på mjölkens fetthalt beror på djurets näringsbalans (Doreau m.fl., 1999).

Ytterligare en teori föreslår att fetthaltsdepression orsakas av direkt inhibering i juvret av ett eller flera steg i mjölkfett-syntesen. C18-fettsyror och speciellt trans-isomer påverkar sekretionen av korta och medellånga fettsyror. Ett förslag är att det sker en reduktion i enzymet acetyl-CoA carboxylas aktivitet, vilket påverkar *de novo*-syntesen. Påståendet grundar sig på att sekretionen av butyrat (C4) ofta ökar när övriga korta och medellånga fettsyror minskar. Butyrat är inte beroende av malonyl CoA vägen och enzymet acetyl CoA carboxylas (Doreau m.fl., 1999).

Vid utfodring med mättat fett eller kalcium försåpat fett från palmolja har man erhållit en reducerad *de novo* syntes utan att det har lett till någon produktion av trans-fettsyror eller förändrad andel propionat. Särskilt långa omättade fettsyror leder ofta till en sänkt fetthalt. Fiskolja innehåller mycket C20 och C22 fettsyror och har vid utfodring gett en kraftigt sänkt fetthalt. Den största minskningen i fetthalt i mjölken beror dock på ökningen av transfettsyror (Doreau m.fl., 1999). Ökningen av trans-C18:1 i mjölkfett sker enbart hos de kor som har fetthaltsdepression som har orsakats av en foderstat med alltför mycket spannmål och för lite grovfoder. Det finns ett linjärt samband mellan mjölkfettets koncentration av trans-10 C18:1 och dess koncentration av trans-10, CIS-12 CLA (Griinari m.fl., 1997).

Utfodringsfaktorer som ger en ökad andel trans fettsyror ger även en ökad andel CLA i mjölken (Doreau m.fl., 1999). Trans-10, cis-12 CLA reducerar mjölkfett mängden, medan cis-9 trans-11 CLA inte har någon effekt på fettmängden (Bauman och Griinari, 2000).

Smakfel på mjölken

Smakfel i mjölken kan uppstå på grund av flera anledningar. Det finns två kända orsaker som härrör från reaktioner med mjölkfett. Vid förändring av mjölkens fettsyrasammansättning till mer längre och omättade fettsyror kan mjölkens smak försämrats. Fettet kan bli mer oxidationsbenäget och mjölken får lättare smakfel som orsakas av oxidation (Sederblad och Spörndly, 1994). Oxidation innebär att syre reagerar med dubbelbindningarna i omättade fettsyror. I svenska försök har inte mjölkens oxidationsbenägenhet ökat med ökad halt C18:1 i mjölkfettet vid utfodring av rapsfrö (Emanuelson, 1989). I en litteraturgenomgång konstaterade Palmquist m.fl. (1993) att det fanns ett starkt samband mellan mjölkens innehåll av fleromättade fettsyror, främst C18:2, och smakanmärkningar, framför allt oxidations smak.

Fleromättade fettsyror (polyunsaturated fatty acids, PUFA) ger vid nedbrytning lätt upphov till peroxider med en potentiellt stark destruktiv effekt på levande celler. I naturen finns flera olika system utvecklade för att skydda mot peroxidernas skadliga effekt. I dessa system spelar selen och E-vitamin en viktig roll. E-vitamin behovet ökar då det dagliga intaget av PUFA ökar, 1 mg E-vitamin per 0,6 g ökning av PUFA. Fodermedel som innehåller mycket PUFA innehåller också vanligtvis mycket E-vitaminer (Pehrson, 1988).

Smakfel med ursprung från mjölkfett kan även uppstå genom att triacylglycerol hydrolyseras på enzymatisk väg av lipas, s.k. lipolys. Fettsyror och glycerol skiljs åt och ger upphov till fria fettsyror (FFA) och glycerol. Det är främst de kortkedjiga fettsyrorerna (C4-C12) som ger upphov till smakfel. Smörsyra (C:4:0) ger härsken smak, kapronsyra, kaprylsyra, kaprinsyra (C:6-C:10) ger getsmak och Laurinsyra (C12:0) ger en tvålaktig smak. All mjölk innehåller naturligt tillräckliga mängder lipas för att ge upphov till smakfel orsakade av lipolys men triacylglycerolerna skyddas vanligtvis av fettkulemembranet som gör att inte lipas enzymerna kommer åt triacylglycerolen. Lipolys kan vara inducerad eller ske spontant. Inducerad lipolys kan t.ex. ske vid mekanisk omrörning och annan ovarsam hantering av mjölken. Spontan lipolys har visat sig öka vid mastit, sent i laktationen och hos kor i negativ energibalans. Långkedjiga fettsyror inhiberar lipolys på grund av att det binder till den aktiva ytan av lipoprotein-lipas (Spörndly, 1999a).

Mjölkfettets påverkan på människors hälsa

För att mjölkfett ska bli mer hälsosamt borde fleromättade fettsyror som linol- och linolensyra andelen öka hellre än andelen enkelomättade fettsyror i mjölkfettet. Genom att utfodra fletter som är skyddade mot vommetabolismen kan innehållet av fleromättade fettsyrorerna i mjölken ökas (Sutton m.fl., 1989). En ökad andel fleromättade fettsyror i mjölkfettet ger en minskad risk för hjärt-kärlsjukdomar (Doreau m.fl., 1999).

CLA (Conjugated linoleic acid) är en blandning av C18-fettsyror med konjugerade dubbelbindningar som kan vara i antingen cis- eller transform. Det finns åtskilliga isomeriska former: c-9, t-11:t-10, c-12 osv (Kennelly m.fl, 2000). Försök visade att samtliga CLA-isomererna togs upp i vävnadernas triacylglycerol, men det var bara cis-9 trans-11-isomerer som fanns i membranens fosfolipider och den antas därför vara den biologiskt aktiva isomeren. CLA anses ha en anticancerogen effekt. Försök visade att CLA inhiberade en förökning av hud-, tarm-, lung- och bröstcancer (Parodi, 1997).

Mejeriprodukter är en stor källa av CLA i människokosten (Bauman och Griinari, 2000). CLA i mjölk består nästan uteslutande av cis-9 trans-11 isomerer (Parodi, 1997). Andelen CLA i mjölk var högre hos fettutfodrade kor än hos övriga. Särskilt gav en ökad utfodring av omättade fettsyror till vommikroberna en ökad andel CLA i mjölken (Dhiman m.fl., 2001). Vid betesgång höjdes andelen CLA i mjölk och kött (Parodi, 1997).

Betalningssystem för mjölk

Nuvarande Betalningssystemet i Sverige

De svenska mejeriernas baspris och betalningssystem skiljer sig en del. De olika mejeriernas betalningstillägg samt avdrag återfinns i tabell 7.

Arla Foods avräkningspris (år 2002) är på 2,85 kr/kg mjölk då fetthalten är 4,2% och proteinhalten 3,4% i mjölken. Avviker fetthalten med 0,1 procentenheter gör det +/- 2,7 öre per kg mjölk från avräkningspriset. Om proteinhalten avviker med 0,1 procentenheter blir avdraget/tillägget 3,3 öre/kg. Arla Foods har även säsongstillägg, vilket innebär ett extra tillägg under juli-november och avdrag januari-juni (Svensk Mjölk, 2002).

Norrmejerierna har ett baspris på 2,93 kr/kg mjölk men då ska fetthalten ligga på 4,4% och proteinhalten på 3,5 %. Om fetthalten är 4,2% och proteinhalten är 3,4% så blir avräkningspriset ungefär det samma som för Arla Foods. Skillnader i fetthalt ger ett avdrag/tillägg på 2,8 öre per 0,1 procentenhet det skiljer. För proteinhalten ligger tillägget/avdraget på 3,3 öre per 0,1 procentenhet. Skånemejerierna har ett baspris på 2,79 kr/kg (Svensk Mjolk 2001).

Tabell 7. Tillägg/avdrag på mjölkavräkningsbaspris för avvikelse från brytpunkten.

År 2001	Brytpunkt		Avvikelse från brytpunkt	
	Fett %	Protein %	Fett Öre/0,1%	Protein Öre/0,1%
Arla Foods Sverige	4,2	3,4	2,7	3,3
Falköpings mejeri	4,2	3,4	2,9	3,4
Gäsene mejeriförening	4,2	3,4	2,2	2,9
Skånemejerier	4,0	3,4	2,4	4,0
Gefleortens mejeriförening	4,2	3,4	2,7	3,3
Milko	4,3	3,4	2,4	3,4
Norrmejerier	4,4	3,5	2,8	3,3

Mejeriernas statistikdatabas 2001-09-03, Svensk Mjolk, Stockholm.

Diagram 2 visar hur avräkningspriserna till mjölkleverantörerna har sett ut under de sista tio åren (Svensk Mjolk, 2002). Priserna är ett medeltal för landet.

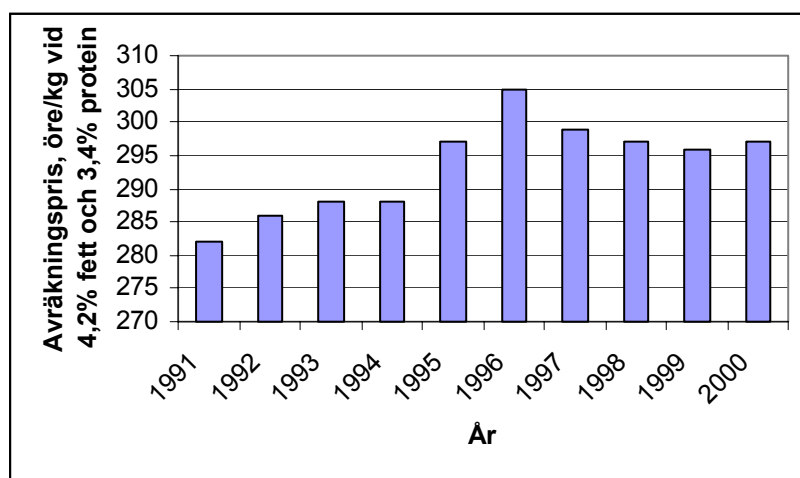


Diagram 2. Avräkningspris, öre/kg mjölk vid 4,2% fett och 3,4 % protein till mjölkleverantörer under 10 år, (Svensk Mjolk, 2002).

Nytt betalningssystem i Sverige

Arla Foods planerar att eventuellt införa ett nytt betalningssystem för mjölk år 2003 med större vikt på mjölkens halter av fett och protein än i det tidigare betalningssystemet. Främst är det proteinhalten som kommer att premieras eftersom den är den värdefullaste komponenten för mejeriet. Besättningar med låga fett- och proteinhalter kommer antagligen att få sämre betalt för sin mjölk än idag. Vid brytpunkten 4,2% fett och 3,4% protein blir betalningen (ungefär 2,83 kr /kg mjölk) i stort sett oförändrad jämfört med 2001 (2,82 kr/kg) och något lägre än betalningsnivån för 2002 (2,85 kr/kg). I det nya system ger en höjning av

proteinhalten med en tiondels procentenhet ett tillägg på ungefär fem öre per kg mjölk (idag 3,3 öre). En lika stor höjning av fetthalten ger ett tillägg på tre öre per kg mjölk (idag 2,7 öre) (Olsson, 2002).

Betalningssystem i olika länder

En undersökning om olika länders betalningssystem presenterades av Hopkin (2000). Resultatet visade att mjölkpriset till lantbrukaren bestämdes antingen på volymbasis eller på viktbasis. Smörfett och proteinmängd är de parametrar som huvudsakligen användes. Några länder (exempelvis Canada och Sydafrika) använde laktosmängd. Japan och USA använde solids-non-fat vid prissättningen. (torrsubstans utan fett). I Victoria och Queensland såg man enbart till volymen vid prissättningen. Exempel från ett par olika länders mjölkavräkningspris presenteras i diagram 3. Diagrammet visar två exempel ett med låga halter av fett, protein och laktos, i mjölken och ett med höga halter. Skillnaden i betalning mellan mjölk med höga halter och mjölk med låga halter är ungefär den samma i de olika länderna som är med i diagrammet. Dock är det stor skillnad mellan länderna. I Europa toppade Finland och Frankrike betalningsförmågan till mjölkproducenterna.

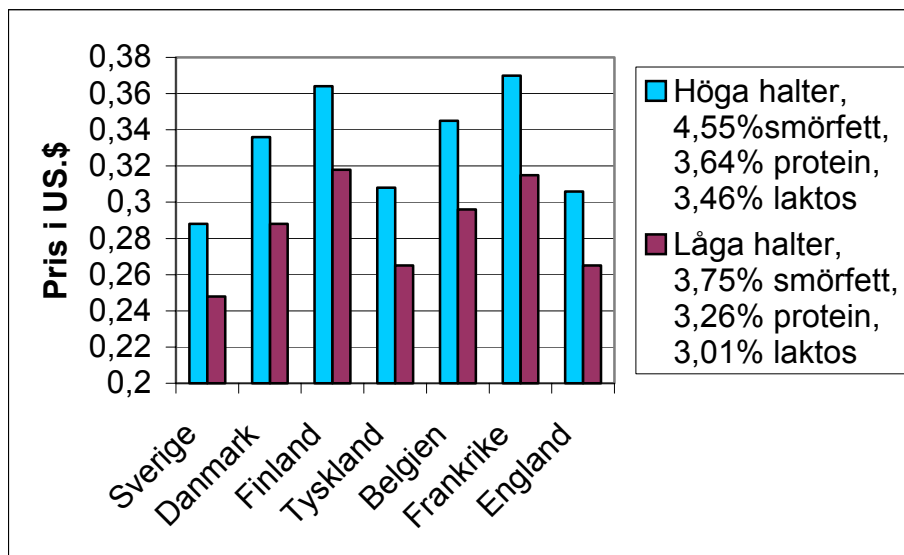


Diagram 3. Mjölkavräkningspriser omräknade i US.\$ jämförelse mellan olika länder. Exempel med höga halter av fett, protein och laktos i mjölken respektive låga halter, (Hopkin, 2000).

Sammanfattning av litteraturstudie

- Mjölkkor utnyttjar fodret optimalt då runt 15% av energitilldelningen tillförs i form av fett. Tillförsel av upp till 5 % fett i total foderstaten är optimalnivå för att få högsta mjölk-, fett- och proteinmängd. Det utfodrade fettet bör utgöras av olika fettyper, både sådant som är lösligt i vommen och sådant som är skyddat från nedbrytning i vommen.
- Fettsyrasammansättningen i utfodrat fett påverkar kons produktion av fettsyror samt har inverkan på mjölkproduktionen och mjölkens sammansättning.
- Vomskyddat fett, härdat eller försåpat fett, som helt eller delvis passerar kons vom opåverkat, har ingen eller liten inverkan på fibersmältbarheten och kan ge en höjd mjölk- och fettproduktion.
- Vid utfodring av fett måste den vomskyddade proteingivan balanseras för att kunna upprätthålla proteinhalten i mjölken.

Fältförsök I: Utfodring av Akofeed Kalkfett till mjölkkor

Syftet med försöket var att Karlshamns AB ville testa Akofeed Kalkfett ute i fält för att se att det fungerade som fodermedel till mjölkkor. Man ville utröna hur utfodring av Kalkfett påverkar mjölkavkastning, mjölkens sammansättning samt mjölkens lukt och smak. Vidare ville man försäkra sig om att smakbarheten i Kalkfettet var tillräckligt hög.

Material och metoder

Från februari 2000 till och med april 2001 pågick ett försök på två gårdar i Blekinge med utfodring av Kalkfett till mjölkkor. Besättningarna delades upp efter kalvningsordning så varannan ko fick Akofeed Kalkfett (försöksgrupp) och varannan ko fick inget fett och fungerade som en kontrollgrupp. Samtliga kor fick en foderstat baserad på gårdens egna fodermedel och beräknat för att täcka näringsbehov för underhåll och mjölkproduktion. Därutöver fick försökskorna en extra tilldelning av 0,6 kg Kalkfett per ko och dag som utfodrades samtidigt som kraftfodret.

Gårdsbeskrivning

Båda gårdarna mjölkade korna två gånger per dygn och hade uppbundna kor i kortbås. Mjölkkorna fick fri tillgång på grovfoder och inget av kraftfodret var blandat i grovfodret. Gård S hade en medelavkastning på 9860 kg ECM/ko och år med en fetthalt på 4,3 % och en proteinhalt på 3,3%. Gård A hade en medelavkastning på 9286 kg ECM/ko och år och med 4,2% i fetthalt och 3,4% i proteinhalt. Totalt deltog 72 kor i försöket. På gård S var 20 kor i kontrollgruppen (k) och 24 kor i försöksgruppen (f). Gård A hade 14 kor i kontrollgruppen och lika många i försöksgruppen. Djuren i grupperna k (kontroll) och f (försök) var lika i fråga om ålder (laktationsnummer), kroppsvikt, laktationsstadium (kalvningsdatum) och dräktighet. På Gård A sker flertalet av kalvningarna under perioden november till mars och under juli-september hade de inga kalvningar under kontrollåret 2001. Gård S hade sina kalvningar koncentrerade till perioden augusti till och med december under kontrollåret 2001.

Foderstater

Gård S utfodrade sina kor med ensilage, hö, spannmål, Aminotopp, Tip top samt mineraler. Amino topp och Tip Topp är två olika sorters högenergi toppfoder från Svenska Foder. Gård A:s kor fick ensilage, Solid 100, Safir samt mineraler. Solid 100 är ett färdig foder från Svenska Lantmännen och kan utfodras som enda kraftfodermedel. Safir är ett högmjölkarfoder som ersätter en del av det ordinarie kraftfodret till högmjölkkorna. De kor som var i försöksgruppen fick utöver ordinarie foderstat också Kalkfett som utfodrades separat och lades ovanpå kraftfodret vid utfodring med kraftfodervagnen. Kalkfettet som användes i detta försök var ett normalt Kalkfett som stämde överens med Karlshamns AB:s produktblad (se tabell 4). Skillnader i foderstaterna bearbetades statistiskt. Fetthalten i en genomsnittsfoderstat då korna gick på bete beräknades

Lukt och smakbedömning av mjölk

Vid ett provmjölkningstillfälle togs mjölkprover ut från varje enskild ko. Det togs även ut ett samlingsprov för försöksgruppen och ett för kontrollgruppen. Mjölkproverna från de enskilda korna genomgick lukt- och smakbedömning av Maria Åkerlind på BKH. Bedömningen skedde dagen efter mjölkning samt två dagar efter det att de tagits ut. Dessutom gjordes samlingsprov. Alla individuella prover hälldes ihop i ett försökssamlingsprov och i ett kontrollsamplingsprov. Samlingsprovet rördes om och därefter togs prov till analys ut. Samlingsproven skickades iväg för lukt och smak bedömning vid Analyscentralen i Hörby.

Databehandling

För beräkning av foderstater och bearbetning av data användes Svensk Mjölk's foderstatsberäkningsprogram, IndividRAM. Provmjölkningensresultaten hämtades från kokontrollen och sparades som excelfiler för att därefter föras över till statistikprogrammet, SAS, procedure MIXED (Littell m.fl., 1996). Medelvärdena (för mjölkavkastning, fett- och proteinhalt samt för foderparametrar) jämfördes med variansanalys och sannolikheten att värdena var statistiskt skilda från varandra (p-värdet) beräknades. Klassvariablerna i modellen var konummer, gård, grupp och kalendermånad och slumpvariablerna var konummer * gård. Variablerna betraktades som signifikant skilda då $p < 0,05$. Skillnader mellan variabler som hamnade i intervallet $0,05 < p < 0,10$ framställdes i resultaten som en tendens. Alla medeltal för mjölkproduktion och foderkonsumtion anges som minsta kvadratmedelvärde, det vill säga de är korrigerade för den statistiska modellen.

Besättningsdata hämtades månadsvis från kokontrollen från perioden då försöket pågick samt en månad före försöket började. De parametrar om mjölken som användes var mjölkavkastning i kg mjölk och kg ECM, fett- och proteinhalt samt fett- och proteinmängd. De uppgifter om fodret som användes var: totalt kg utfodrat foder, total giva kraftfoder, energigiva totalt, AAT- och PBV-totalt samt kalcium och fosfor totalt. Uppgifter om använda fodermedel samt fodermedlenas näringsinnehåll hämtades från IndividRAM.

Resultat

Skillnad i foderstaten

På Gård A fanns det ingen skillnad i hur mycket foder försöks- och kontrollgruppen fick totalt ($p=0,6$). Däremot fanns det en tendens till att försöksgruppen fick mer kraftfoder än kontrollgruppen (7,7 kg jämfört med 6,8 kg, $p=0,08$). Utfodrad energi, MJ totalt, protein AAT totalt och PBV samt fosfor totalt i foderstaten skilde sig inte signifikant mellan grupperna. Försöksgruppen fick dock signifikant mer ($p=0,0001$) kalcium än kontrollgruppen.

På Gård S fanns det ingen signifikant skillnad i utfodring mellan försöksgruppen och kontrollgruppen. Det enda som skilde sig åt var kalciumtilldelningen som var signifikant ($p=0,0007$) högre i försöksgruppen. Det fanns ingen signifikant skillnad i levande vikt på korna och laktationsnummer mellan grupperna på varken Gård A eller Gård S.

Fetthalten i foderstaten

Fetthalten i foderstaten på Gård S låg på 3,9 % hos en genomsnittlig kontrollko och på 6,4% av ts hos en genomsnittlig försöksko. Genomsnittskon på Gård S var utfodrad för att mjölka 30 kg ECM. Foderstaten för ”genomsnittskon” bestod av 4,8 kg blandsäd (4,18 kg ts), 3,9 kg Aminotopp (3,43 kg ts), 5,7 kg ts bete, 3,9 kg ts ensilage, 0,3 kg Tip top (0,26 kg ts) samt 0,1 kg mineraler. Försökskorna fick utöver det 0,6 kg Kalkfett.

På Gård A låg fetthalten i foderstaten hos en genomsnittskon på 4,0 %. Utfodringsnivån låg då på en avkastning på 34,7 kg ECM. Foderstaten för en ”genomsnittsko” på Gård A bestod av 12 kg Solid 100 (10,44 kg ts), 3,0 kg ensilage och 5,6 kg bete. Korna i försöksgruppen hade en genomsnittlig fetthalt på 6,4%.

Mjölkavkastning, Fett- och Proteinhalt

Gård A:s och Gård S:s genomsnittliga mjölkavkastning, fett- och proteinhalt totalt sett under försöket, redovisas i tabell 8. Det fanns inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning ($p=0,4$) och fetthalt ($p=0,3$) mellan försöks- och kontrollgruppen. Proteinhalten tenderade dock att vara högre ($p=0,08$) i kontrollgruppen än i försöksgruppen.

Tabell 8. Genomsnittlig mjölkavkastning, fett- och proteinhalt under försöket.

	Försöksgrupp	Kontrollgrupp	P-värde
Mjölkavkastning, kg	29,5	28,7	0,4
Fetthalt, %	4,39	4,28	0,3
Proteinhalt, %	3,31	3,41	0,08
Fettmängd, kg per ko och dag	1,26	1,20	0,1
Proteinmängd, kg per ko och dag	0,96	0,96	0,8

Variationen i gårdarnas genomsnittliga mjölkavkastning från varje månad under försöket återfinns i, diagram 4 resultat från Gård A samt i diagram 5 resultat från Gård S.

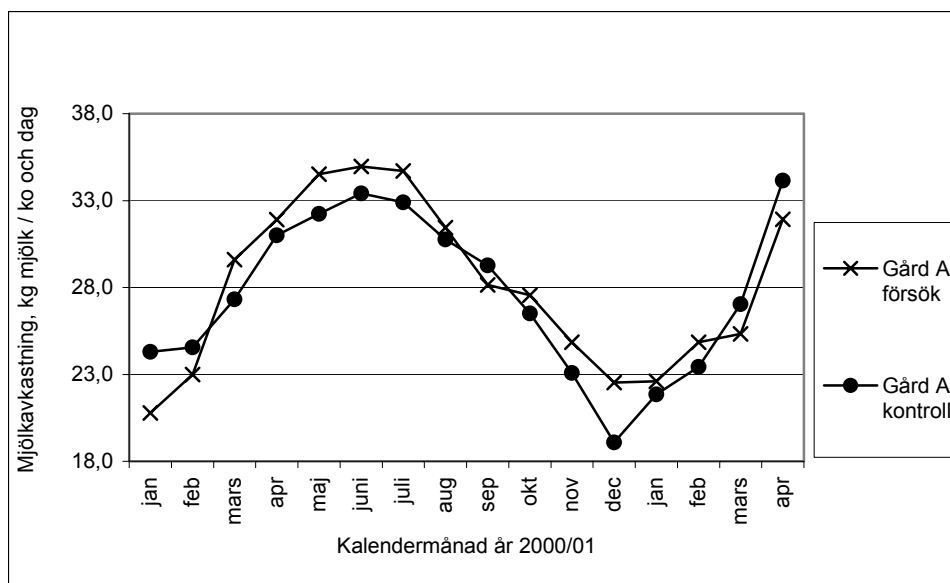


Diagram 4. Genomsnittlig mjölkavkastning under försöket fr.o.m. en månad före försökets start, Gård A. Kalvningarna var koncentrerade till november till mars.

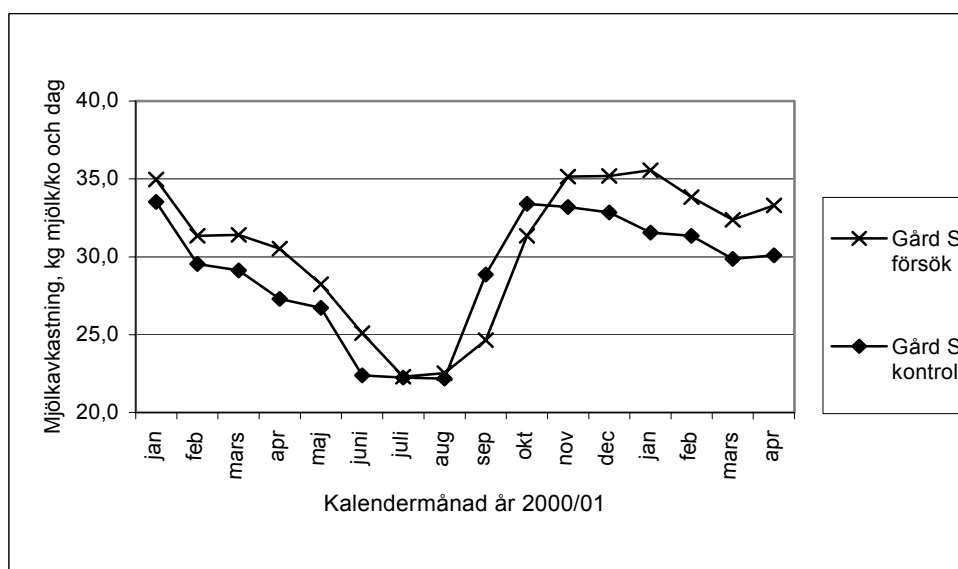


Diagram 5. Genomsnittlig mjölkavkastning fr.o.m. en månad före försökets start, Gård S. Kalvningarna var koncentrerade till november till mars.

Den genomsnittliga fetthalten visas i diagram 6 (Gård A) samt 7 (Gård S). Det fanns ingen signifikant skillnad i fetthalt mellan grupperna, $p=0,3$.

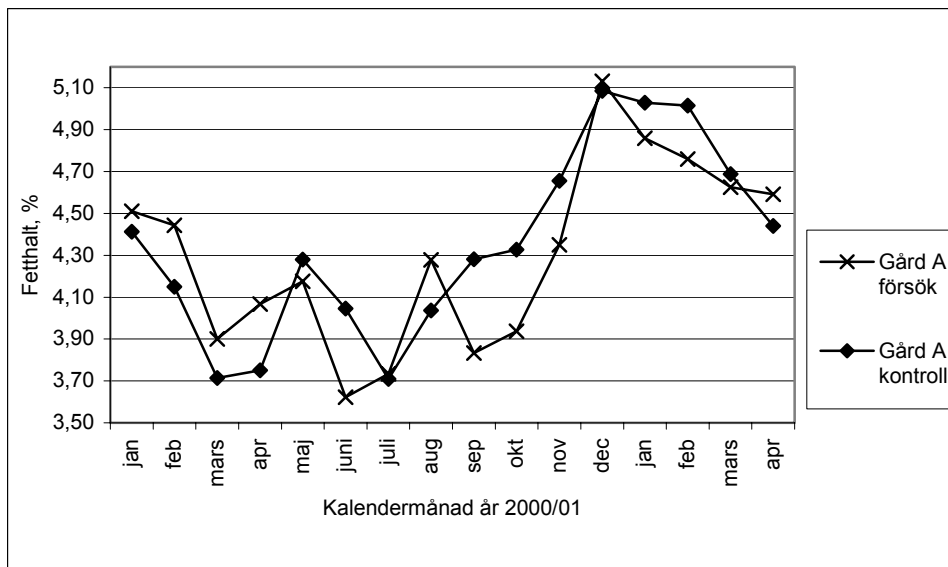


Diagram 6. Genomsnittlig fetthalt under försöket fr.o.m. en månad före försökets start, Gård A.

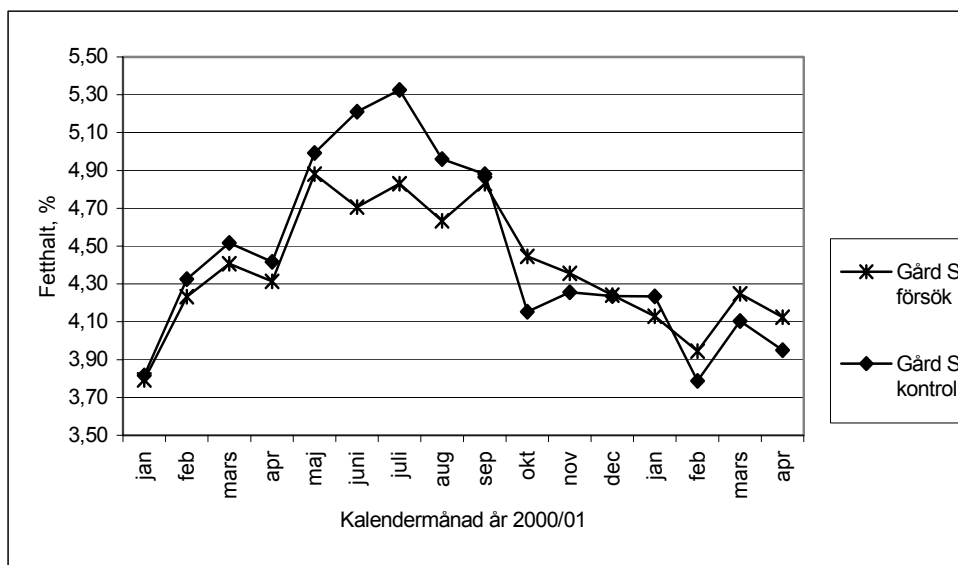


Diagram 7. Genomsnittlig fetthalt under försöket fr.o.m. en månad före försökets start, Gård S.

Diagram 8 och 9 visar proteinhaltens variation på Gård A respektive Gård S under försöket. Proteinhalten tenderade ($p=0,08$) att vara något lägre hos försöksgruppen jämfört med hos kontrollgruppen.

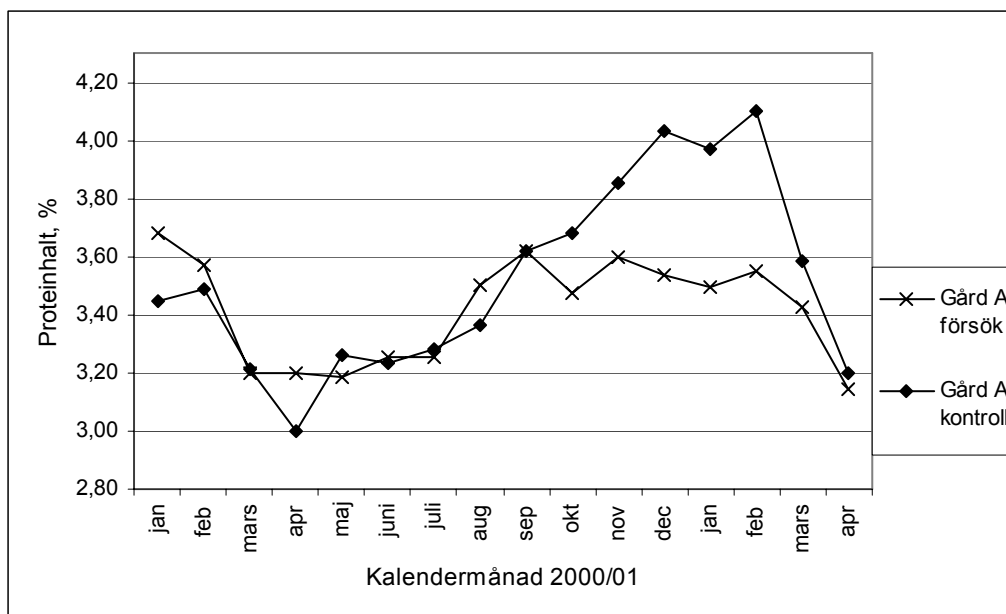


Diagram 8. Genomsnittlig proteinhalt under försöket fr.o.m. en månad före försökets start, Gård A.

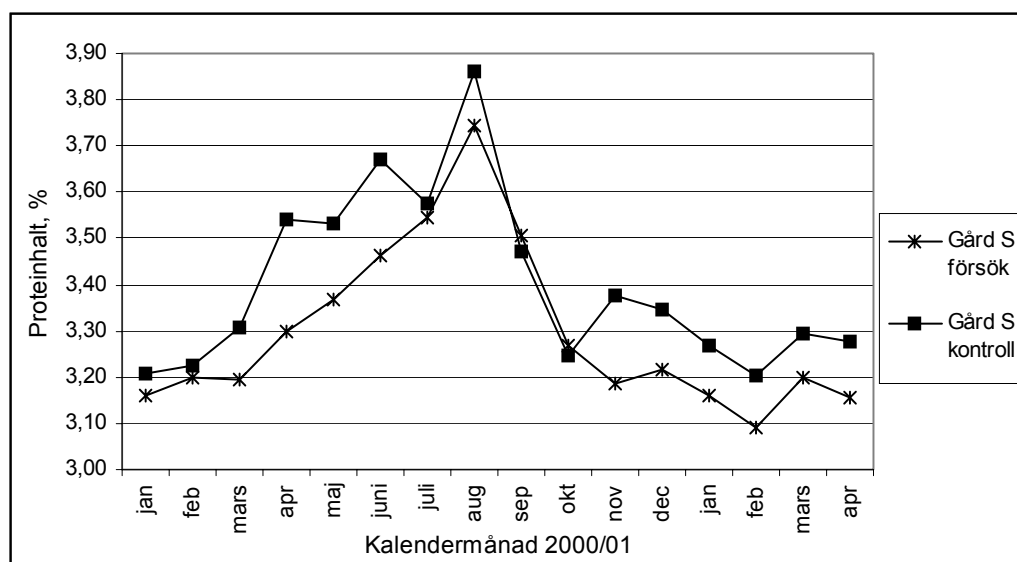


Diagram 9. Genomsnittlig proteinhalt under försöket fr.o.m. en månad före försökets start, Gård S.

Fettmängden tenderade ($p=0,1$) till att var något högre i försöksgruppen än i kontrollgruppen (1,3 kg jämfört med 1,2 kg). Fettmängderna under försöket finns i diagram 10 och 11.

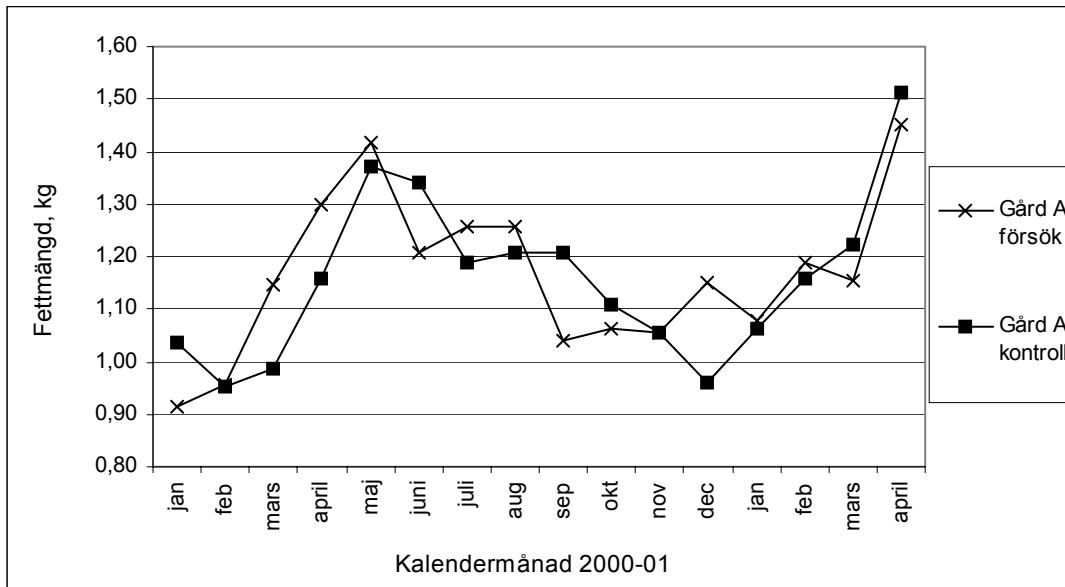


Diagram 10. Fettmängd , kg per ko och dag under försöket fr.o.m. en månad före försökets start på Gård A.

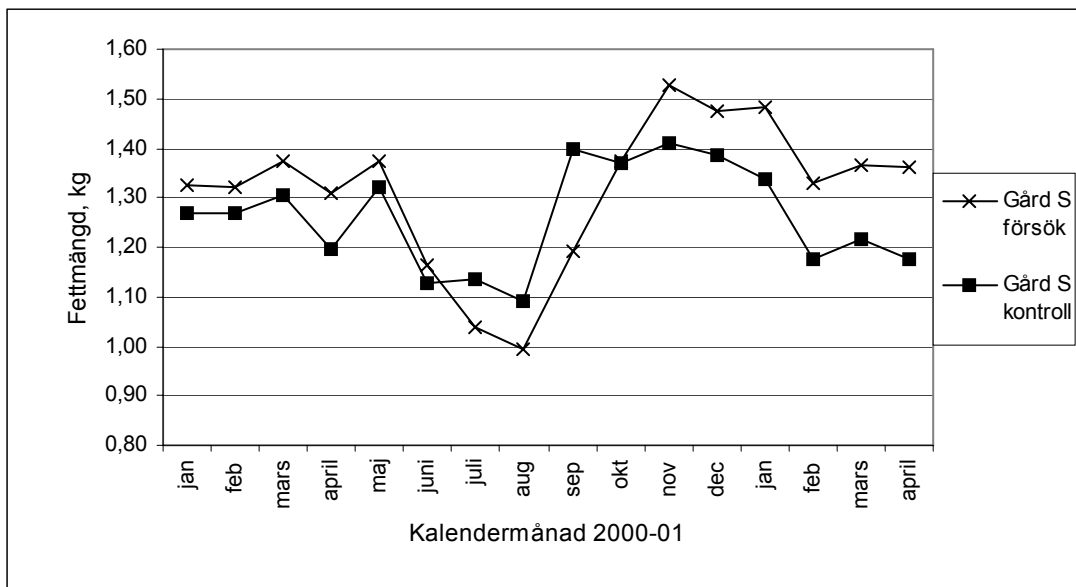


Diagram 11. Fettmängd, kg per ko och dag, under försöket fr.o.m. en månad före försökets start på Gård S.

Det fanns inga signifikanta skillnader i proteinmängd mellan grupperna. Båda grupperna hade 0,96 kg per ko och dag ($p=0,8$). Proteinmängderna redovisas i diagram 12 och 13.

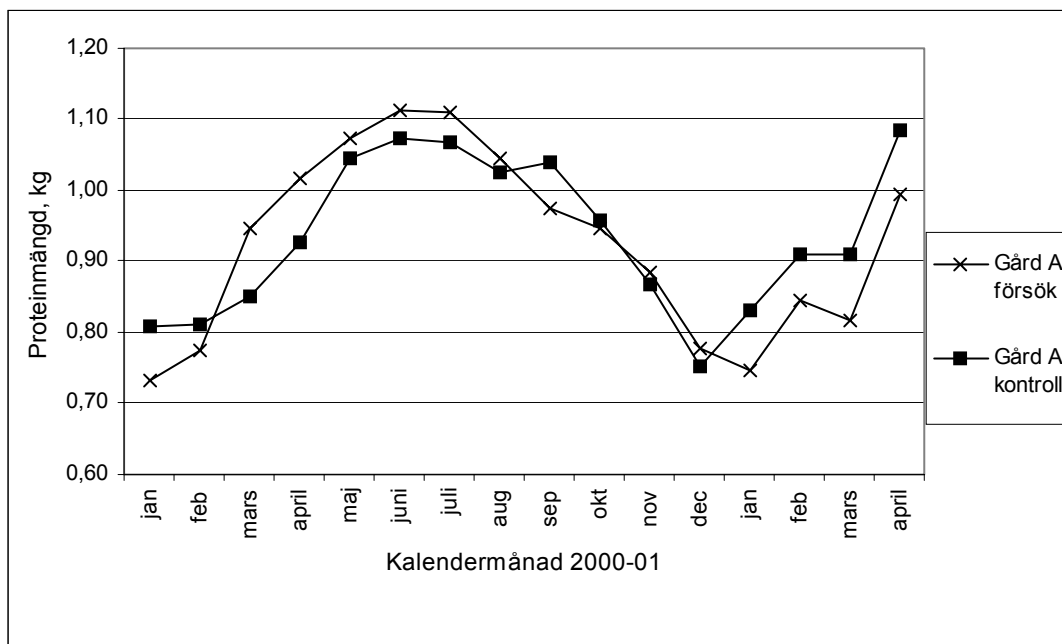


Diagram 12. Proteinmängd, kg per ko och dag, under försöket fr.o.m. en månad före försökets start på Gård A.

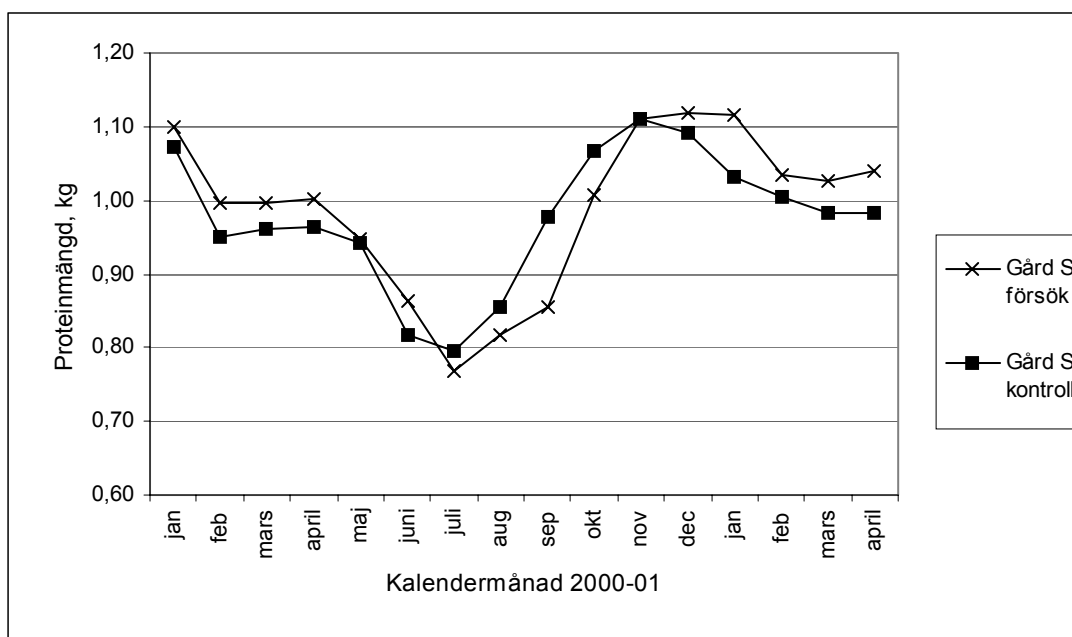


Diagram 13. Proteinmängd, kg per ko och dag, under försöket fr.o.m. en månad före försökets start på Gård S.

Smakbedömning

De prov från varje ko som tagits ut för smak- och luktbedömning var alla utom ett prov (en försöksko) utan anmärkning på smak och lukt. Det fanns dock enstaka kor som skilde sig något från de övriga men det var ungefär lika många i försöks- som i kontrollgruppen. Samlingsproven som skickades iväg för lukt och smakbedömning var utan anmärkning.

Diskussion

Försöket visade att Akofeed Kalkfett inte ger några stora skillnader i mjölkavkastning och mjölkens sammansättning. Det är svårt att få signifikanta skillnader i fältförsök. Variationen mellan kor på gårdarna är stor och det krävs stora skillnader för att resultatet ska kunna anses som signifikant. I försöket var det inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning och fetthalt mellan försöksgruppen (med Akofeed kalkfett i foderstaten) och kontrollgruppen (utan extra fett) under försöket. Proteinhalten tenderade till att vara något lägre hos försöksgruppen. En sänkt proteinhalt vid fettutfodring har erhållits även i tidigare försök enligt litteraturstudien (Bertilsson, 2001 personligt meddelande). Proteinmängden var dock den samma i de båda grupperna vilket tyder på att den sänkta proteinhalten kan bero på en utspädningseffekt då försöksgruppen hade något högre avkastning (dock inga signifikanta skillnader). I tidigare försök med Kalkfett har man fått en ökad proteinmängd och en ökad mjölkavkastning men en sänkt proteinhalt i mjölken (Bertilsson, 2001 personligt meddelande). Fettmängden visade en tendens till att vara något högre i försöksgruppen än hos kontrollgruppen, vilket kan bero på en förbättrad energitillförsel hos kon.

Proteinhalten i mjölken ökade mot slutet av laktationen på båda gårdarna. På Gård A ökade proteinhalten i kontrollgruppen mer än vad den gjorde i försöksgruppen som mer planade ut mot slutet. Ökningen i proteinhalt skedde ungefär samtidigt som minskningen i mjölkavkastning ägde rum. På Gård A ökade även fetthalten i slutet av laktationen. Gård S hade dock något varierande resultat. Fetthalten hos de fettutfodrade korna var relativt konstant medan de korna som inte fick extra fett ökade och låg som mest 0,5 %-enheter högre i fetthalt i mjölken.

Eftersom båda gårdarna hade relativt koncentrerade kalvningar kunde man se att den genomsnittliga produktionen i stort sett följde en normal laktationskurva, med en nedgång i produktion månaderna före kalvningssäsongen. I enlighet med tidigare försök (Palmqvist, 1990) tog det något längre tid för de fettutfodrade korna att komma upp i produktion efter kalvning än vad det tog för kor som inte fick något extra fett tillsatt i foderstaten. Korna som fick extra fett var däremot mer uthålliga i sin laktation än de kor utan extra tillsatt fett. Särskilt på Gård S syns samma resultat som i ett tidigare försök där fettutfodrade korna nådde sin toppavkastning senare i laktationen än de som inte fick något fett, men de hade en högre toppavkastning. De två första månaderna efter kalvning hade de dock lägre avkastning än de kor som inte fick något extra fett tillsatt i foderstaten (Palmquist, 1990a).

Rekommendationerna säger att fettgivan ska ligga under 5 % av totalfoderstaten för att inte fett ska ge negativa effekter (Fodermedelstabellen, 1999). På gårdarna i försöket låg fetthalten redan på runt 4% hos kontrollkorna som inte fick något extra Kalkfett tillsatt. Detta är inga ovanliga nivåer då det även finns fett tillsatt i konventionella kraftfoder. Korna i försöksgruppen som fick extra Kalkfett i foderstaten fick en fettgiva på runt 6,5% av total foderstaten. De något höga fetthalterna i foderstaten hos försöksgruppen kan ha bidragit till att inte några positiva effekter på mjölkproduktionen erhöles under försöket. Det borde vara svårare att få något utslag när fetthalten i foderstaten ligger högt redan från början innan försöket började jämfört med om startnivåerna hade legat lägre. Eftersom alla kor i försöksgruppen, oavsett energibehov, fick 0,6 kg Kalkfett utöver den ordinarie foderstaten blev andelen energi från fettkällan jämfört med andelen energi från andra komponenter i foderstaten olika beroende på energitilldelningen. Hos en högavkastande ko med en hög energigiva utgjorde fett en mycket mindre andel än vad det gjorde hos en ko som var nära sinläggning. Fettet rekommenderas därför att utfodras inblandat i kraftfodret eller i blandfoder

eller att givan anpassas till kons energitilldelning. Enligt litteraturstudien är fetttilldelningen optimal då runt 15 % av energigivan i foderstaten utgörs av fett (Murphy, 1988).

På Gård A fanns det en tendens till att försöksgruppen fick mer kraftfoder än vad kontrollgruppen fick, vilket stämde eftersom 0,6 kg Kalkfett lades ovanpå det övriga fodret i foderstaten. Därmed fick försöksgruppen 0,6 kg mer foder än kontrollgruppen då de i övrigt hade samma utfodring. Försöksgruppen fick också signifikant mer kalcium än kontrollgruppen, vilket berodde på att det försåpade Kalkfett innehåller mycket kalcium (runt 15 %).

På Gård S fick försöksgruppen signifikant mer foder totalt än kontrollgruppen. Den största delen av det extra fodret bestod av en extra tilldelning kraftfodret vilket mestadels berodde på Kalkfettet liksom på Gård A. På Gård S var det inte bara kalciumgivan som var högre hos försöksgruppen utan även fosforgivan vilket berodde på att försöksgruppen fick mer mineralfoder än kontrollgruppen.

Smak- och luktbedömningen av de enskilda proverna utfördes inte av någon professionell bedömare, men de verkade vara utan väsentliga anmärkningar. Samlingsproverna bedömdes av vana testpersoner och de var utan anmärkning, vilket tyder på att utfodring av Kalkfett inte påverkar mjölkens lukt och smak.

Fältförsök II: Två olika sorters fett tillsatt i foderstaten till kor med låg mjölkfetthalt och hög mjölkavkastning.

Syftet var att kontrollera vad härdat fett har för effekt på mjölkens sammansättning och avkastning. I försöket jämfördes effekterna på mjölken av två skyddade fetter, ett härdat fett (Akofeed Torrfett) och ett kalciumförsåpat fett (Akofeed Kalkfett).

Material och metoder

Under hösten-vintern 2001 (oktober 2001-januari 2002) utfördes ett fältförsök med utfodring av Kalkfett och Torrfett på tre gårdar i Blekinge, Kronoberg och Halland. Korna var uppdelade i två grupper med ledning av kalvningsordning och laktationsnummer. Vid gruppindelningen delades korna först upp i två grupper en med första kalvare och en med äldre kor. Korna i de båda grupperna sorterade efter kalvningsdatum och delades upp så att varannan kalvning gick till försöksgruppen och varannan gick till kontrollgruppen. Varannan ko fick Kalkfett (kontrollgrupp) och varannan ko fick Torrfett (försöksgrupp). Resultatet av gruppindelningen blev att det fanns ungefär lika många förstakalvare och äldre kor i kontroll- och försöksgruppen.

Vid försökets start samt vid ett provmjölkningstillfälle under försöket togs mjölkprover ut för analys av fettsyrasammansättning. Startprovet togs på tankmjölken som ett samlingsprov för att analysera fettsyrasammansättningen före försökets början. Vid ett provmjölkningstillfälle tog det ut ett prov från varje ko. Proverna från de enskilda korna hälldes sen samman så det blev fyra stycken samlingsprov som fettsyrasammansättningen analyserades på. De fyra samlingsproven var uppdelade enligt följande:

- Kalkfett kor med en avkastning på <40 kg ECM vid föregående provmjölkning
- Kalkfett kor med en avkastning på >40 kg ECM vid föregående provmjölkning
- Torrfett kor med en avkastning på <40 kg ECM vid föregående provmjölkning
- Torrfett kor med en avkastning på >40 kg ECM vid föregående provmjölkning

Anledningen till uppdelningen efter avkastning var att de som mjölkar lite får en mindre andel av försöksfodret och då blir det en mindre andel som påverkar mjölkens fettsyrasammansättning jämfört med de som får mycket försöksfoder.

Urval av besättningar

Inför valet av besättningar till försöket sattes en del kriterier för gårdarna upp. Fetthalten på de deltagande gårdarna skulle vara låg helst under 3,8 % och medelavkastningen skulle helst ligga på minst 10 000 kg mjölk per år och ko. Totalt skulle minst 200 kor ingå i studien, 100 försökskor och 100 kontrollkor. Utöver de extrema försöksgårdarna skulle en kontrollgård med normal mjölkavkastning och fetthalt delta i försöket. Gårdarna skulle kunna hantera ett försöksfoder förutom kontrollfodret och lantbrukarna skulle vara intresserade av att delta i försöket samt bedömas vara noggranna.

Data från Kokontroll och Mejerier

Besättningsdata hämtades månadsvis från kokontrollen från perioden september 2001 till och med januari 2002. De parametrar om mjölken som användes var mjölkavkastning i kg mjölk och kg ECM, fett- och proteinhalt samt fett- och proteinmängd. De uppgifter om fodret som användes var: totalt kg utfodrat foder, total giva kraftfoder, energigiva totalt, AAT- och PBV- totalt samt kalcium och fosfor totalt. Uppgifter om använda fodermedel samt fodermedlenas näringsinnehåll hämtades från IndividRAM. Statistik beräknades även på energitilldelning per kg mjölk och per kg ECM.

Från Arla Foods och Skånemejerier erhöles upplysningar om tankmjölkens sammansättning under försöket. Det var uppgifter om smakfel, syringsegenskaper, bakterier, sporer, urea, celltal samt fett- och proteinhalt i tankmjölken under försökets gång.

Gårdsbeskrivning

I försöket deltog tre gårdar, gård H, gård L och gård S. Gårdarna var anslutna till kokontrollen. Gård S och gård L hade även utfodringsrådgivning med IndividRAM. Gård H var inte med i IndividRAM men gårdens uppgifter hämtades hem till programmet från kokontrollen och typfoderstater för 10 olika avkastningsnivåer (25 till 50 kg ECM) beräknades. Gård L och gård S hade uppbundna kor i kortbås och mjölkade två gånger per dygn (10+14 timmars intervall). Gård H hade lösdrift och mjölkade tre gånger per dygn med åtta timmars intervall.

Gård L hade 26 kor vid försökets början, varav 14 var utfodrade med Kalkfett och 12 var utfodrade med Torrfett i försöket. Korna var huvudsakligen av SLB-ras och de hade en medelavkastning på 11 321 kg mjölk med 3,5 % i fetthalt och 3,2 % i proteinhalt under kontrollåret 2001. Gård H hade 230 kor, varav 90 fick Torrfett och 90 fick Kalkfett. Även här var det mestadels SLB-kor. Medelavkastningen låg på 11 562 kg mjölk och fetthalten på 3,7% och en proteinhalt på 3,2 % under kontrollåret 2001. Resterande delen av korna på Gård H (50 stycken) gick i en separat del av lösdriften där de mjölkades i ett automatiskt mjölkningssystem (AMS). AMS-korna ingick inte i försöket. Gård S fungerade som en kontrollgård med en mer ”normal” avkastning (9633 kg mjölk) och fetthalt (4,2% fett samt 3,3% protein) i mjölken. På gård S fanns det 50 kor huvudsakligen av SRB ras ut av dessa var hälften försökskor och hälften kontrollkor. På gård H och L var kalvningarna, under kontrollåret 2001, spridda över året med en liten topp i november respektive i december. På gård S skedde de flesta kalvningarna under perioden augusti till december under kontroll året 2001.

Utfodring

Utfodringen utfördes på olika sätt på gårdarna. Gård S hade kraftfodervagn och gård H hade foderautomater i lösdriften, gård L utfodrade för hand. Ensilaget lagrades som rundbalar på gård L. Gård H hade plansilos och gård S hade tornsilos.

På gård S och L beräknades foderstater för varje enskild ko med hjälp av programmet IndividRAM. Foderstatsberäkningarna baserades då på den enskilda kons näringsbehov. Gård H hade en annorlunda utfodringsstrategi. Alla äldre kor placeras efter kalvning på en max kraftfodergiva som är beräknad att täcka behovet för en mjölkavkastning på 47 kg mjölk. Maxgivan uppnås efter 30 dagar och bibehålles i ytterligare 100 dagar. Därefter minskar kraftfodergivan linjärt ner till sinläggningsdatum. Under laktationen justeras fodergivan hos vissa kor om deras avkastning skiljer sig alltför mycket från 47 kg mjölk.

Utfodringsrutiner

Gård L:s utfodringsrutiner finns sammanställda i tabell 9.

Tabell 9. Utfodringsrutiner på Gård L

Klockslag	Rutin
6.00	Rengörning av foderbordet
6.30	Utfodring av hö samt kraftfoder
e 8.00	Mjölknings Utfodring av kraftfoder och mineraler
8.30	Utfodring av ensilage
15.00	Utfodring av hö och kraftfoder
16.30	Mjölknings
18.00	Utfodring av ensilage och kraftfoder

Gård H:s utfodringsrutiner redovisas i tabell 10.

Tabell 10. Utfodringsrutiner på Gård H

Klockslag	Rutin
00.00	Utfodring av mix
5.30	Mjölknings Utfodring av mix (vid behov)
9.00	Rengörning av foderbordet
9.30	Utfodring av mix
13.30	Mjölknings
14.00	Utfodring av mix
17.30	Utfodring av mix
21.30	Mjölknings
22.00	Utfodring av mix

Gård H hade kraftfoderstationer där toppfodret, Unik 50 och Aminotopp utfodrades. Korna kunde få toppfoder 6 gånger per dygn i kraftfoderstationerna. Minimigivan var 0,1 kg och

maxgivan kunde ligga på 8 kg per utfodringstillfälle. Kraftfoderstationerna nollställdes klockan 6.00 för att få ut larmlista.

Fodermedel

De båda gårdarna med uppbundna kor (gård L och S) utfodrade grov- och kraftfoder var för sig. Korna hade i stort sett fri tillgång på grovfoder. Grovfodret bestod av hö och vallensilage, näringsinnehållet i Gård L:s ensilage redovisas i tabell 11.

Tabell 11. Näringsvärde för vallensilage (en analys på varje) och mix-foder (beräknat utifrån analyserna)

	Gård L: Ensilage	Gård H: Ensilage	Gård H: Mix
Energi, MJ	11,0	10,8	11,5
AAT, g	72	71	87
PBV, g	24	22	1
Råprotein, g	147	144	148
NDF, g	552	505	437
Råfett, g	20	20	26
Ca, g	5,0	4,6	5,0
P, g	2,7	2,8	2,8
K, g	11,5	25,5	17,7
Mg, g	2,1	1,6	1,5
EFF rp, g	118	115	102
EFD, %	54	53	53

Gård H utfodrade med ett blandfoder, som innehöll vallensilage (56% av ts), HP-massa (19,9 % av ts), drav (13,6 % av ts) och vete (10,5 % av ts). Koncentrationen på mixen sänktes före försökets start eftersom mer kraftfoder skulle gå genom kraftfoderstationerna så mer foder med tillsatt fett utfodrades. Ensilagets och mixens analysvärden återfinns i tabell 11. Efter försökets slut på gård H så byttes en del av vallensilaget i mixen ut mot majsensilage. Blandfodret utfodrades i fri tillgång och räckte till en mjölkavkastning på ungefär 25 kg ECM per ko och dag. Före försökets start räckte blandfodret till en avkastning på 34 kg ECM. Till de kor som mjölkade mer täcktes resterande behov med ett toppfoder (innehållande antingen Torrfett eller Kalkfett) som utfodrades i kraftfoderautomater i lösdriften. Kor med en mjölkavkastning på mindre än 25 kg ECM fick inget toppfoder och därmed inget extra fett tillsatt i foderstaten.

Försöksfoder

Fettsyrasammansättningen på de i försöket använda fetterna presenteras i tabell 12. Torrfettet var ett ”vanligt” Torrfett och dess sammansättning skilde inte sig nämnvärt ifrån vad produktbladet visade. Den totala andelen fria fettsyror var 98,7 %. Kalkfettet i försöket innehöll en större andel palmitinsyra (64% jämfört med 51%) än vad det ordinarie Akofeed Kalkfettet som har använts i tidigare försök gjorde. Kalkfettet bestod till 85% av fett, de resterande 15% utgjordes till största delen av kalcium och vatten.

Tabell 12. Fettsyrasammansättningen på försökets Kalkfett och Torrfett, % av vad totalt fettinnehåll

Fettsyra	Kalkfett, % av totalt fettinnehåll	Torrfett, % av totalt fettinnehåll
C14:0	1,1	1,0
C16:0	63,6	44,9
C18:0	6,8	50,5
C18:1	23,6	-
C18:2	4,9	-

Fodret i de båda grupperna innehöll samma fettmängd men fettsyrasammansättningen blev olika. Försöksfodrens sammansättning för Gård H och för Gård L finns i tabell 13. För gård L och H tillverkades ett pelletsfoder efter specialrecept där Kalkfett respektive Torrfett ingick. Gård S fick inte fett i en pellets utan utfodrade det löst och ovanpå det ordinarie kraftfodret. Alla kor fick en foderstat som uppfyllde kons näringsbehov och var baserad på gårdens egna fodermedel. Fodret var specialtillverkat och innehöll Torrfett eller Kalkfett.

Tabell 13. Sammansättning på försöks- och kontrollfoder, %. Gård H:s foder var ett koncentrat medan gård L:s foder var ett basfoder

	Gård H Torrfett	Gård H Kalkfett		Gård L Torrfett	Gård L Kalkfett
Korn	9,4	9,5	Korn	13,6	13,3
Vete	30	30	Rågvete	17	17
Majsglutenmjöl	10,4	10,4	Vetefodermjöl	17,7	17,7
Majs	10	10	Rapsfrö	2,5	2,5
Rapsfrö	2	2	Expro	9,4	9,5
Rapsmjöl Expro™	8,6	8,6	Palmexpeller	16,6	16,6
Sojamjöl	15,8	15,8	Potatisprotein	0,5	0,5
Soypass™ (behandlad soja)	3,8	3,8	Melass	2	2
Melass	2	2	Betfiber	4,4	4,4
Mineral + vitaminer	3	2	Betfor	11,4	11,5
Torrfett 54	5		Mineral + vitaminer	1,7	1,2
Kalkfett		5,9	Torrfett 54	3,2	
			Kalkfett		3,8
Ts	88,3	88,6	Ts	88,8	88,8
Råprotein	24	24	Råprotein	13,7	13,7
Råfett	8	8	Råfett	7,6	7,6
NDF	12,2	12,2	NDF	29	29
Stärkelse	30	30	Stärkelse	20	20
Aska	5,8	6	Aska	5,5	5,5
LLKH ¹	8,3	8,4	LLKH	13	13
Ca	8	9,9	Ca	6	7,2
P	5,1	5,1	P	5,3	5,3
EPD ²	49	49	EPD	61	61
EFD ³	52	52	EFD	50	50

1.LLKH=lättlösliga kolhydrater. 2.EPD= Effektiv proteinnedbrytning. 3.EFD= Effektiv fibernedbrytning

Mängden fett i ett ”normalt” färdigfoder varierar beroende på råvarupriserna. Generellt kan man säga att det brukar ingå 2-4 % tillsatt fett i koncentrat och 0-2% i ett färdigfoder. I försöksfodrena var det ingående fett satt med ett lågt pris för att optimeringsprogrammet

skulle ta in tillräckligt mycket fett i fodret. Gård H:s foder var ett koncentrat och tämligen speciellt med mycket stärkelse och protein och det finns ingen motsvarighet till det ute på marknaden idag. Ljunghults försöks- och kontrollfoder var ett basfoder och kan jämföras med exempelvis Mule2080.

En jämförelse i fettsyrasammansättning mellan kontrollfodret, innehållande Kalkfett samt försöksfodret innehållande Torr fett på Gård H redovisas i diagram 14. Förhållandet mellan olika fettsyror i Gård L:s försök/kontrollfoder liknar Gård H:s.

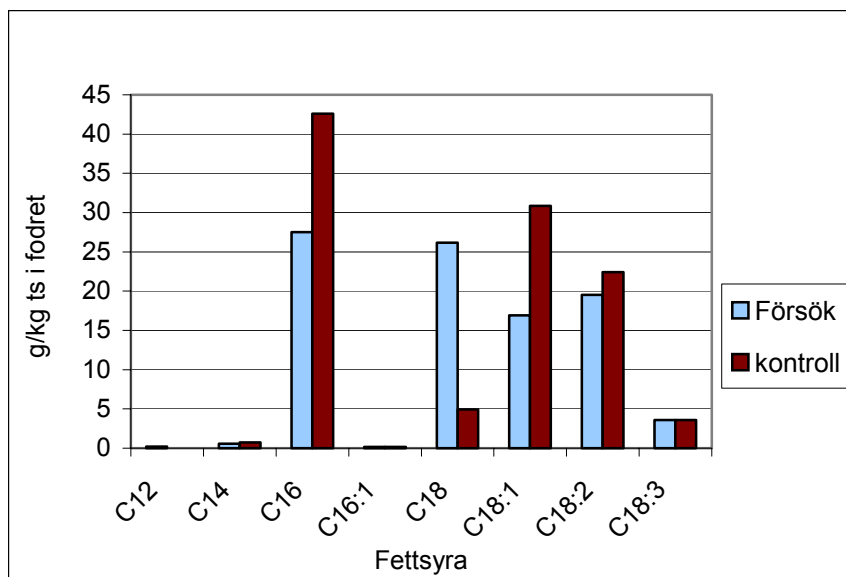


Diagram 14. Fettsyrasammansättningen i försöks (Torr fett)- och kontrollfodret (Kalkfett) på Gård H.

Försöket pågick i tre månader på Gård H och fyra månader på Gård L och innefattade tre respektive fyra provmjölkningar samt en provmjölkning strax innan försöket började.

Databehandling

Data bearbetades med hjälp av statistikprogrammet SAS (Littell m.fl., 1996) och IndividRAM på liknande sätt som i föregående försök, se ovan. Inte heller här fanns det några signifikanta samspel mellan kalendermånad, gård och grupp. De medeltal som anges för mjölkproduktion och foderkonsumtion är alla minsta kvadratmedelvärden som är korrigerade för den statistiska modellen.

Eftersom grupperna inte var helt jämna från början beräknades även statistik på medelvärdena för mjölkens sammansättning och avkastning där en kovariat togs med. Det innebär att en justering görs för de skillnader mellan grupperna som fanns före försöksstart. Statistiken med kovariaten jämfördes med den vanliga körningen och eftersom det inte blev några skillnader så redovisas enbart resultaten från den ordinarie körningen.

Resultat

Gård S fick tyvärr avbryta försöket redan före den första provmjölkningen på grund av att korna inte ville äta Torrfettet, vilket kan bero på att fettet gavs separat och inte i en pellets som på de andra gårdarna. Korna började även vägra äta det andra kraftfodret och man var rädd att de skulle tappa för mycket i produktion. Det kan ta ett tag för korna att vänja sig vid det nya fodret men när Gård S:s kor efter ett par veckor fortfarande inte hade börjat äta fettet beslöts att försöket skulle avbrytas. Kalkfettet åt de dock utan några problem, men det hade de äldre korna redan provat i tidigare försök.

Skillnader i foderstaten

Det fanns inga signifikanta samspel mellan grupp, gård och månad. Det fanns inga signifikanta skillnader för levande vikt ($p=0,5$) och för laktationsnummer ($p=0,8$) mellan grupperna.

Antalet utfodrade kg foder totalt per ko och dag skilde sig inte signifikant ($p=0,2$) åt mellan grupperna på gård L och även den totala kraftfodergivan i kg per ko var lika mellan grupperna ($p=0,2$). Det fanns heller ingen signifikant skillnad mellan grupperna i tilldelning av energi, protein och mineraler på gård L. Fodereffektiviteten skilde dock en del mellan grupperna på gård L. Energitilldelningen per kg ECM i avkastning tenderade ($p=0,06$) att var högre för kontrollgruppen (6,2 MJ/kg ECM) än för försöksgruppen (5,7 MJ/kg ECM). Skillnaden var 0,5 MJ/kg ECM. Skillnaden i energitilldelning per kg mjölk var signifikant ($p=0,04$) högre hos kontrollgruppen (5,8 MJ/kg mjölk) än hos försöksgruppen (5,4 MJ/kg mjölk). Skillnaden var 0,4 MJ/ kg mjölk.

Tabell 14 visar hur förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder varierade under försöket på Gård L. Resultaten är tagna från IndividRAMs foderlistor och är beräknade som medelvärden på tre-fyra kor som utfodras för ungefär samma avkastningsnivå.

Tabell 14. Förhållandet av grovfoder och kraftfoder i foderstaten på Gård L för tre olika utfodringsnivåer vid tre olika datum före och under försöket

Utfodrad för en avkastning på:	Grovfoder, kg	Kraftfoder, kg
35 kg ECM		
010918	7,8	14,4
011029	7,9	13,3
011221	9,3	10,7
40 kg ECM		
010918	7,3	15,6
011029	9,1	14,4
011221	9,2	14,5
45 kg ECM		
010918	8,6	18,2
011029	9,2	16,8
011221	10,5	16

På alla avkastningsnivåer hade andelen grovfoder ökat och andelen kraftfoder minskat under försöket jämfört med innan försöket började.

Eftersom Gård H:s kor fick ett blandfoder och inte hade individuella foderstater så går det inte att jämföra gruppernas utfodring statistiskt som för Gård L. Typfoderstater för 10 olika avkastningsnivåer (25 till 50 kg ECM) har dock beräknats. En ko som utfodras för att mjölka 37 kg ECM får en foderstat innehållande 5,8 kg kontroll- eller försöksfoder (med kalk- eller Torrfett i), 0,1 kg Effekt låg mineraler och 51 kg mixfoder per dag.

Foderstatens fettsyrasammansättning- Gård H

Fettsyrasammansättningen i foderstaten är beräknad för en ”medelko” med en avkastning på 35 kg ECM. Foderstaten innehåller 9,2 kg ts ensilage, 3,3 kg ts HP-massa, 2,2 kg ts drav, 1,74 kg ts vete och 4,25 kg ts försöks/kontrollfoder. Den totala råfetthalten i foderstaten uppgick till 3,7 % vid en avkastningsnivå på 35 kg ECM. Vid en avkastningsnivå på 50 kg ECM så låg råfetthalten på 4,7 % av totalfoderstaten. Fettsyrainnehållet för en foderstat för en ko som utfodras för en avkastning på 35 kg ECM presenteras i diagram 15.

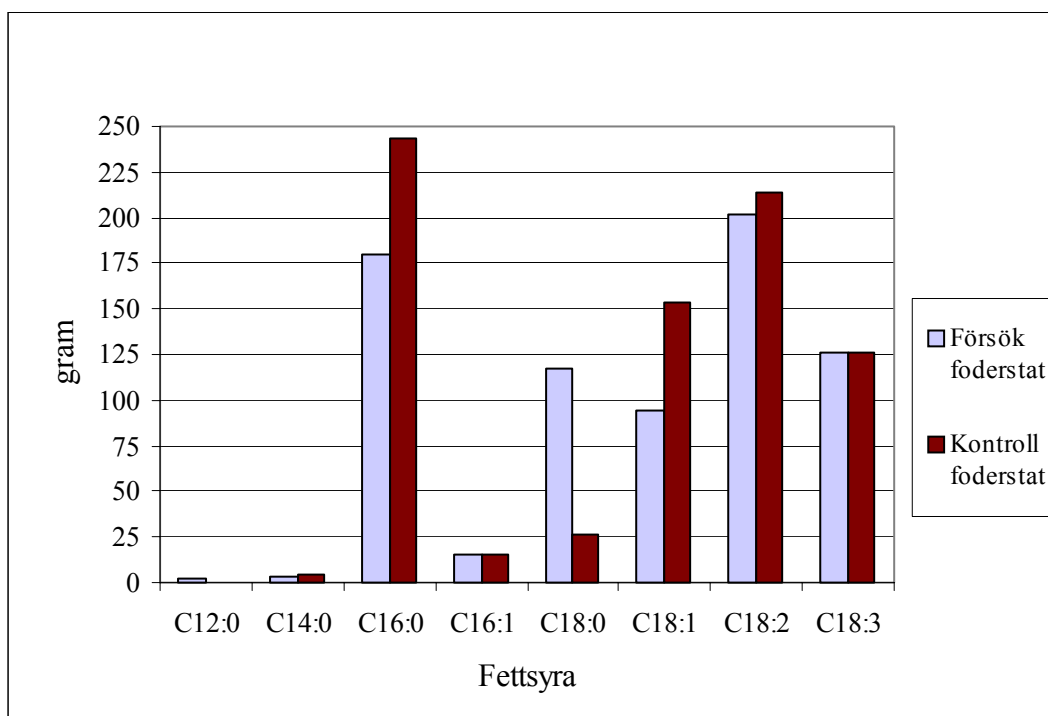


Diagram 15. Totalt fettsyrainnehåll i foderstaten i gram. Hos en ko som utfodras för en avkastning på 35 kg ECM på Gård H. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

Foderstatens fettsyrasammansättning- Gård L

Fettsyrasammansättningen beräknades på en genomsnittlig foderstat som räckte till en mjölkavkastning på 32 kg ECM. Det totala fettsyrainnehållet i foderstaten visas i diagram 16. Råfetthalten i foderstaten låg på 5,1 %. Foderstaten bestod då av 8,1 kg ts ensilage, 1,4 kg hö, 4,9 kg unik samt 6,5 kg försöksfoder som antingen innehöll Kalkfett eller Torrfett. Vid en avkastningsnivå på 45 kg ECM låg fetthalten i foderstaten på 5,4 %. Fodermängderna togs från foderlistorna i IndividRAM. Fettsyrasammansättning är inte analyserade på dessa

fodermedel utan framräknade efter fettsyraanalyser gjorda på råvaror på SLU i Uppsala samt på Svenska Lantmännen (Emanuelson, 2002 och Hellberg, 2002, Personliga meddelande).

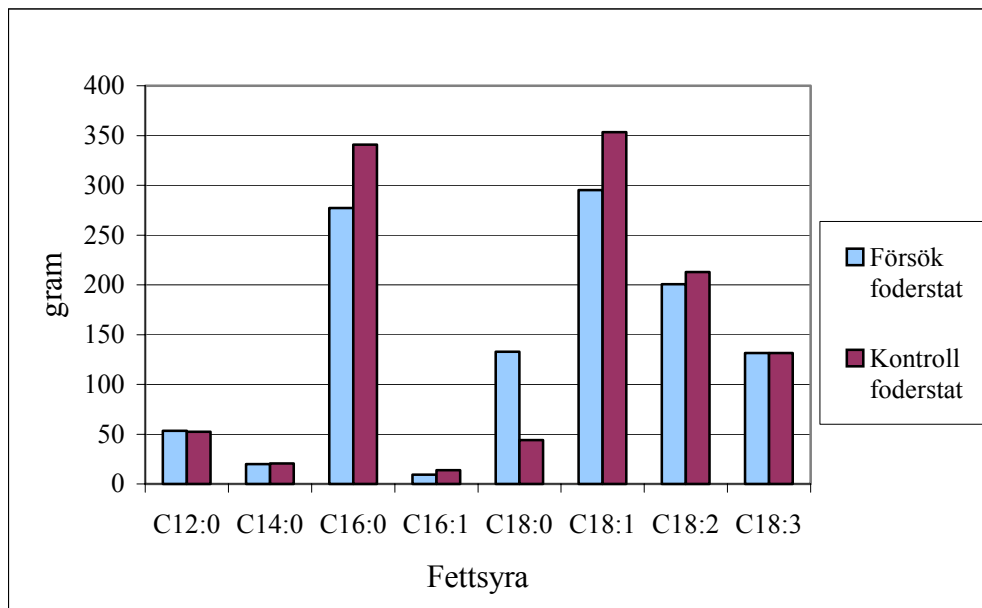


Diagram 16. Total fettsyramängd i foderstaten i gram för en ko som utfodras för en avkastning på 32 kg ECM på Gård L. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

Mjölkkavkastning, fett- och proteinhalt

Alla olika medeltal för mjölkproduktion anges som minsta kvadratmedelvärden, vilket betyder att de är korrigerade för den statistiska modellen. Den genomsnittliga mjölkkavkastningen i kg mjölk per ko och dag på de båda gårdarna visade ingen signifikant skillnad ($p=0,88$) mellan Torrfettsgruppen och Kalkfetsgruppen. Mjölkkavkastningen för försöksgruppen låg på 35,1 kg mjölk och för kontrollgruppen låg den på 34,9 kg mjölk (då Gård H:s lågavkastande kor, under 24 kg ECM, hade tagits bort pga. att de inte fick något försöksfoder). Diagram 17 och 18 visar de enskilda gårdarnas genomsnittliga mjölkkavkastning under försökets gång. Gård H:s lågavkastande kor är inte med i diagrammet. Månad 0 är månaden före försökets start. Månad 1,2,3 är månader då försöket pågick.

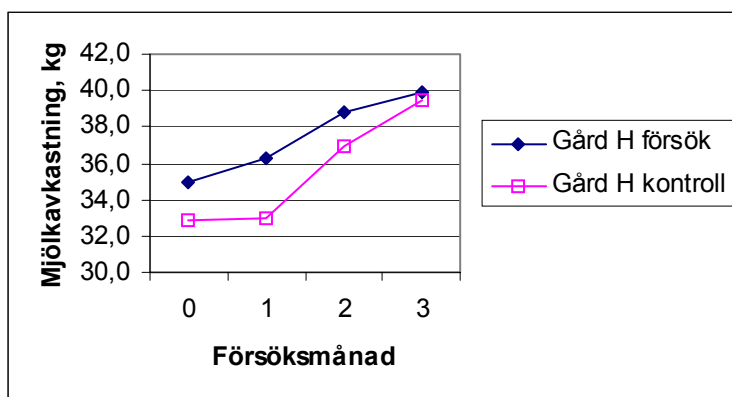


Diagram 17. Genomsnittlig mjölkkavkastning Gård H. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-3 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

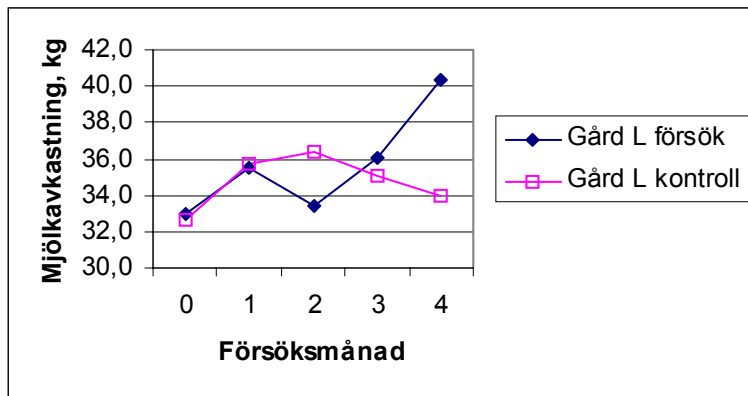


Diagram 18. Genomsnittlig mjölkavkastning Gård L. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-4 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torr fett och kontrollfoderstaten innehöll Kalk fett.

Mellan försöks- och kontrollgruppen fanns det ingen signifikant skillnad i genomsnittlig fetthalt ($p=0,82$). Den genomsnittliga fetthalten för försöksgruppen var 3,74% och för kontrollgruppen var den 3,76 %. Det fanns inte heller någon signifikant skillnad ($p=0,82$) i proteinhalt mellan grupperna. Försöksgruppens proteinhalt var 3,23 % och kontrollgruppens proteinhalt var 3,22 %. Gårdarnas fett- och proteinhalter under försöket redovisas i diagram 19, 20, 21 samt 22.

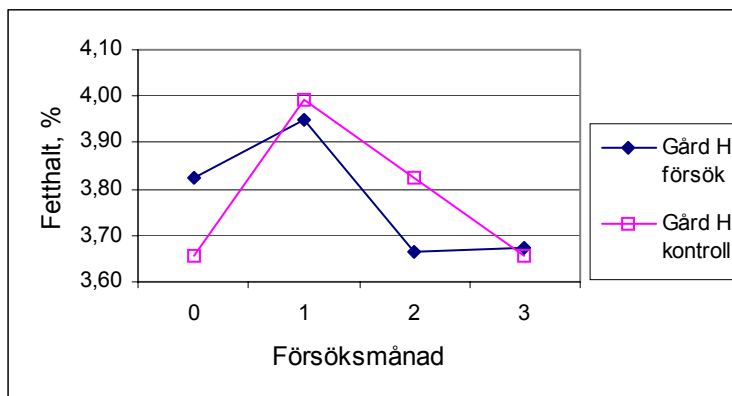


Diagram 19. Genomsnittlig fetthalt under försöket på Gård H. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-3 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torr fett och kontrollfoderstaten innehöll Kalk fett.

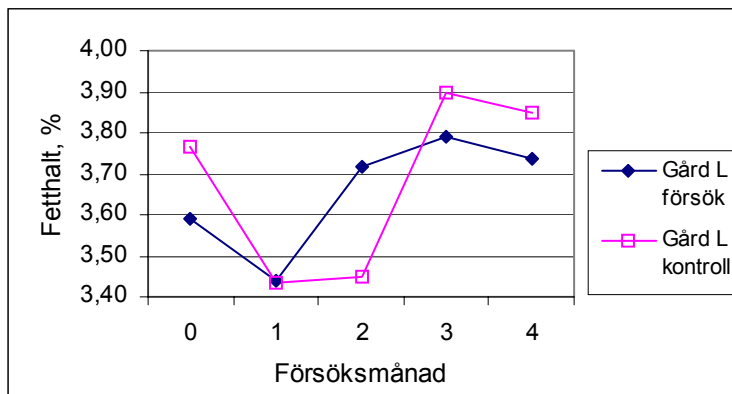


Diagram 20. Genomsnittlig fetthalt under försöket på Gård L. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-4 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torr fett och kontrollfoderstaten innehöll Kalk fett.

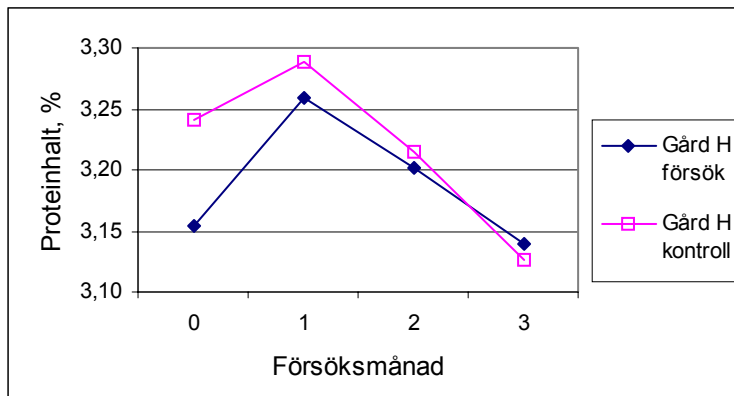


Diagram 21. Genomsnittlig proteinhalt på Gård H. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-3 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

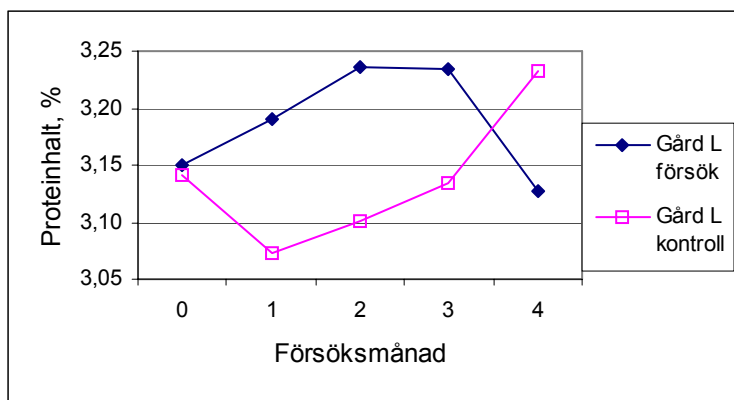


Diagram 22. Genomsnittlig proteinhalt på Gård L. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-4 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

Fettmängden ökade under försöket på båda gårdarna och i båda grupperna, diagram 23 och 24. Det fanns dock ingen signifikant skillnad ($p=0,95$) i fettmängd mellan försöks- och kontrollgruppen (1,27 respektive 1,28 kg fett per ko och dag).

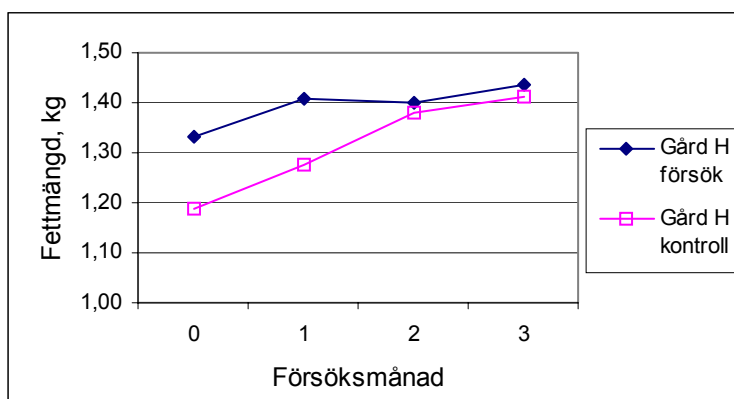


Diagram 23. Fettmängd kg i genomsnitt per ko och dag. Gård H. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-3 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

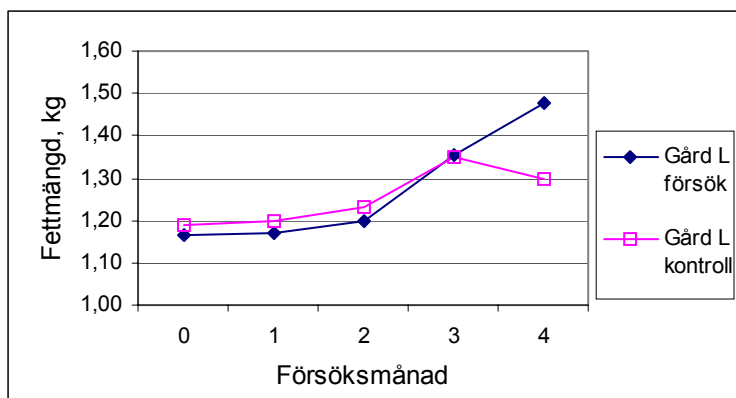


Diagram 24. Fettmängd kg i genomsnitt per ko och dag. Gård L. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-4 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

Proteinmängden var inte signifikant skild mellan grupperna ($p=0,75$). Försöksgruppen hade 1,11 kg protein och kontrollgruppen hade 1,10 kg per ko och dag. Proteinmängderna redovisas i diagram 25 och 26.

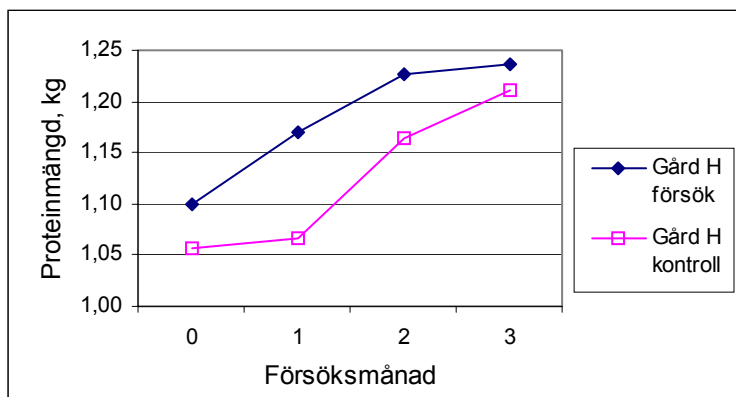


Diagram 25. Proteinmängd kg i genomsnitt per ko och dag. Gård H. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-3 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

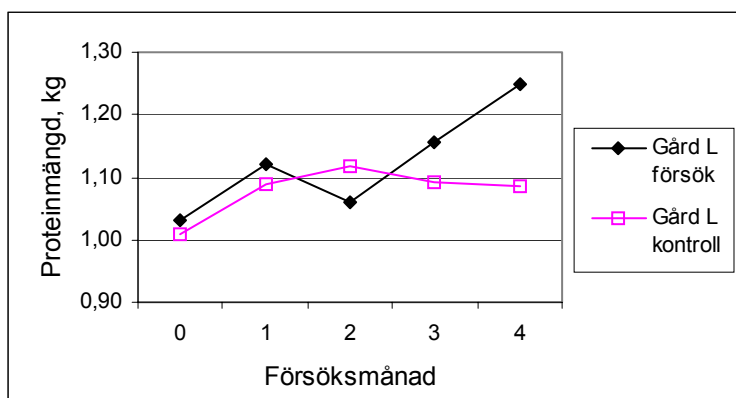


Diagram 26. Proteinmängd kg i genomsnitt per ko och dag. Gård L. Månad 0 är månaden före försöket startade och månad 1-4 är månader under försöket. Försöksfoderstaten innehöll Torrfett och kontrollfoderstaten innehöll Kalkfett.

Mjölkavkastning, fett- och proteinhalt vid försökets början samt i genomsnitt under försöket redovisas i tabell 15. Resultaten ifrån den sista provmjölkningen är uppdelade i de två grupperna, Kalkfett och Torrfett.

Tabell 15. Sammanställning av resultat på mjölkavkastning och mjölk kvalitet under försöket.

	Gård H		Gård L	
	medelvärde	Standard error	medelvärde	Standard error
Mjölkavkastning, kg mjölk/ko och år :				
Start, månad 0 Kalkfett	32,3	7,5	32,6	7,9
Kalkfett, medelvärde månad 1 under försöket	32,8	6,9	35,7	7,3
Sista provmjölkningen under försöket, Kalkfett	39,5	11,6	33,9	7,3
Start, månad 0 Torrfett	33,4	6,4	33,0	7,8
Medelvärde månad 1 under försöket, Torrfett	35,0	6,6	35,5	8,8
Sista provmjölkningen under försöket, Torrfett	39,9	10,1	40,3	8,3
Fetthalt, % :				
Start, månad 0 Kalkfett	3,91	0,6	3,77	0,8
Kalkfett, medelvärde månad 1 under försöket	3,66	0,6	3,44	0,6
Sista provmjölkningen under försöket, Kalkfett	3,82	0,7	3,85	0,5
Start, månad 0 Torrfett	3,81	0,6	3,59	0,6
Medelvärde månad 1 under försöket, Torrfett	3,82	0,6	3,44	0,8
Sista provmjölkningen under försöket, Torrfett	3,67	0,5	3,73	0,7
Proteinhalt, % :				
Start, månad 0 Kalkfett	3,11	0,3	3,14	0,3
Kalkfett, medelvärde månad 1 under försöket	3,24	0,3	3,07	0,2
Sista provmjölkningen under försöket, Kalkfett	3,21	0,3	3,23	0,2
Start, månad 0 Torrfett	3,05	0,2	3,15	0,2
Medelvärde månad 1 under försöket, Torrfett	3,15	0,3	3,19	0,2
Sista provmjölkningen under försöket, Torrfett	3,20	0,3	3,13	0,2

Mjölkkvalitet Gård H

Gård H:s tankmjölk var utan anmärkning på lukt och smak under den tiden som försöket pågick. Celltal låg mellan 170 000 och 260 000, celler per ml. Fetthalten i tankmjölken låg relativt konstant under försöket (oktober-december) (se diagram 27). Den minskade dock något mot slutet. Fetthalten i tankmjölken var som lägst (3,58%) när försöket hade avslutats och fettutfodringen hade upphört. Proteinhalten i tankmjölken sjönk under försökets gång (diagram 28).

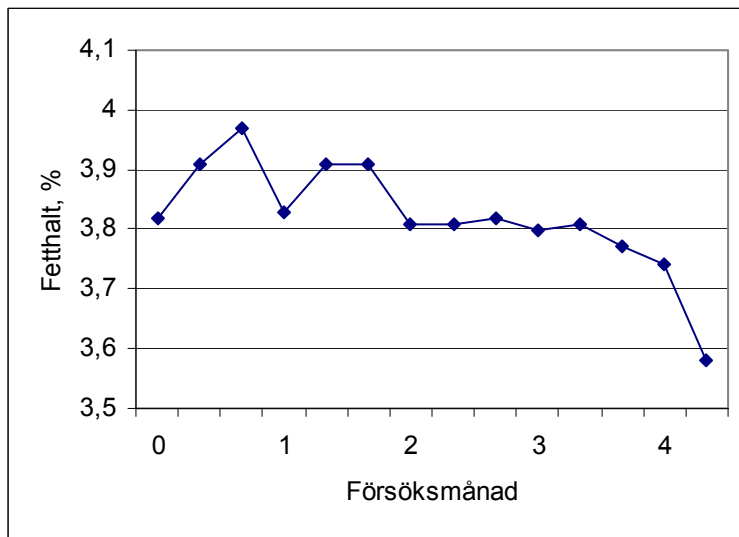


Diagram 27. Fetthalt (%) i tankmjölk under försöket samt före och efter försöket på Gård H. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-3 är månader under försöket och månad 4 är efter det att försöket avslutats.

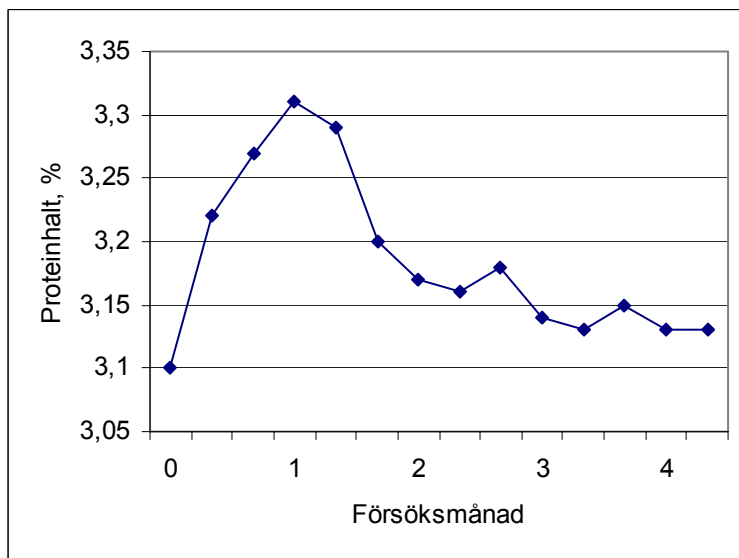


Diagram 28. Proteinhalt (%) i tankmjölk under försöket samt före och efter på Gård H. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-3 är månader under försöket och månad 4 är efter det att försöket avslutats.

Urea i tankmjölken ökade under försöket första fem provtagningar för att därefter minska något och ligga konstant under en månad för att sedan åter öka (se diagram 29). Då fettutfodringen upphörde minskade urea till samma värden som vid försökets början (runt 4).

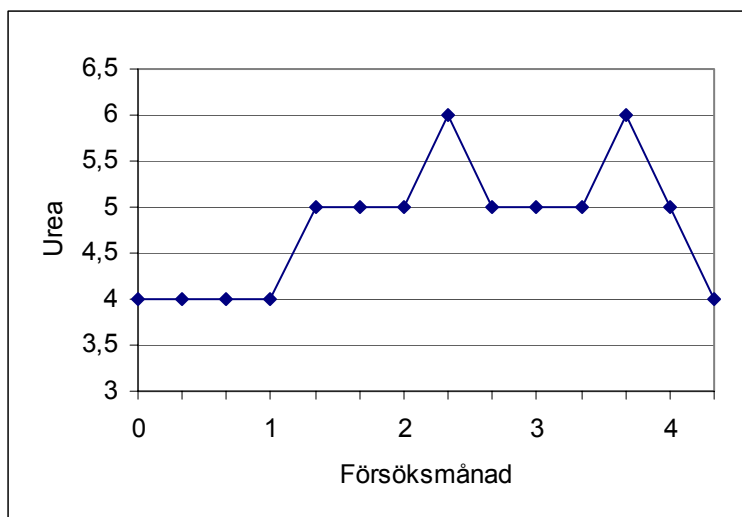


Diagram 29. Urea i tankmjöl under försöket samt före och efter på Gård H. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-3 är månader under försöket och månad 4 är efter det att försöket avslutats.

Mjölkkvalitet Gård L

Tankmjölken på gård L var utan anmärkning vad gäller smak och lukt under försöket. Cellhalten varierade från 159 000 till 292 000 celler per ml under försöket. Bortsett från nedgången i tankmjölkens fetthalt under slutet av oktober och början av november så hade fetthalten totalt sett ökat under försöket. För tankmjölkens fetthalt se diagram 30.

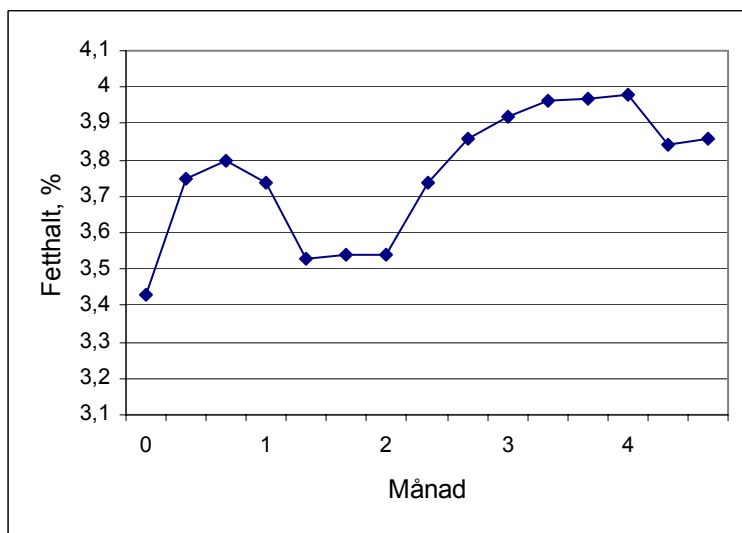


Diagram 30. Fetthalt, % i tankmjölk, Gård L. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-4 är månader under försöket.

Proteinhalten i tankmjölken på Gård L varierade mycket under försöket, vilket tyder på att den påverkades av andra faktorer utöver fettutfodringen, se diagram 31. Den minskade innan försöket började och fortsatte även med minskningen den första tiden med fettutfodring.

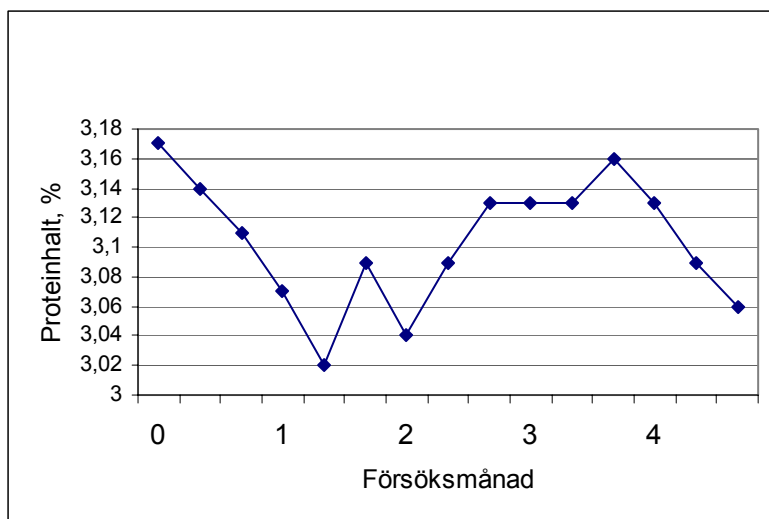


Diagram 31. Proteinhalt, % i tankmjölk, Gård L. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-4 är månader under försöket.

Ureahalten i tankmjölken varierade en del under försöket men låg totalt sett relativt konstant runt 5, se diagram 32.

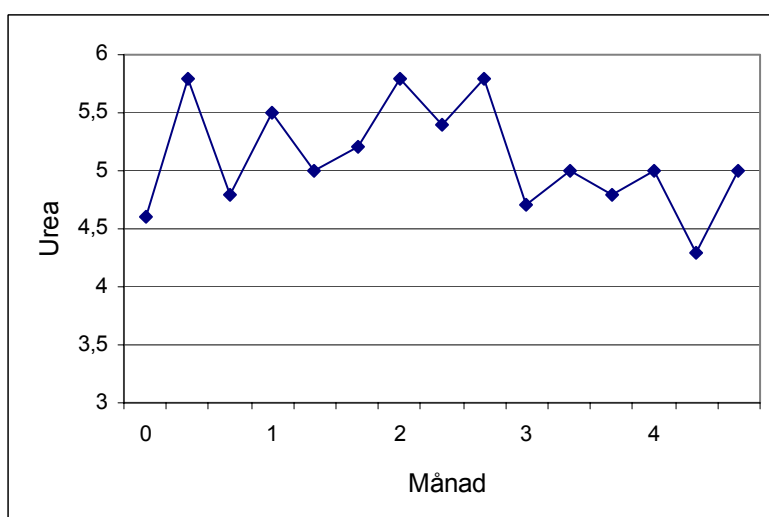


Diagram 32. Genomsnittlig Urea i tankmjölk, Gård L. Månad 0 är före försöket började. Månad 1-4 är månader under försöket.

Fettsyraanalyser på mjölk

På fettsyraanalyserna på mjölk har inga statistiska beräkningar utförts. Resultat från fettsyraanalysen på Gård H:s mjölk återfinns i diagram 33. De kor som hade fått Kalkfett hade en lägre andel korta fettsyror (C6-C14) i sin mjölk än vad korna som fick Torrfett samt startmjölkprovet från tanken hade. Mjölkproven från försöket innehöll en större andel C18 fettsyror än vad startprovet gjorde. Störst andel C18 fettsyror innehöll mjölken ifrån de kor som hade fått Kalkfett.

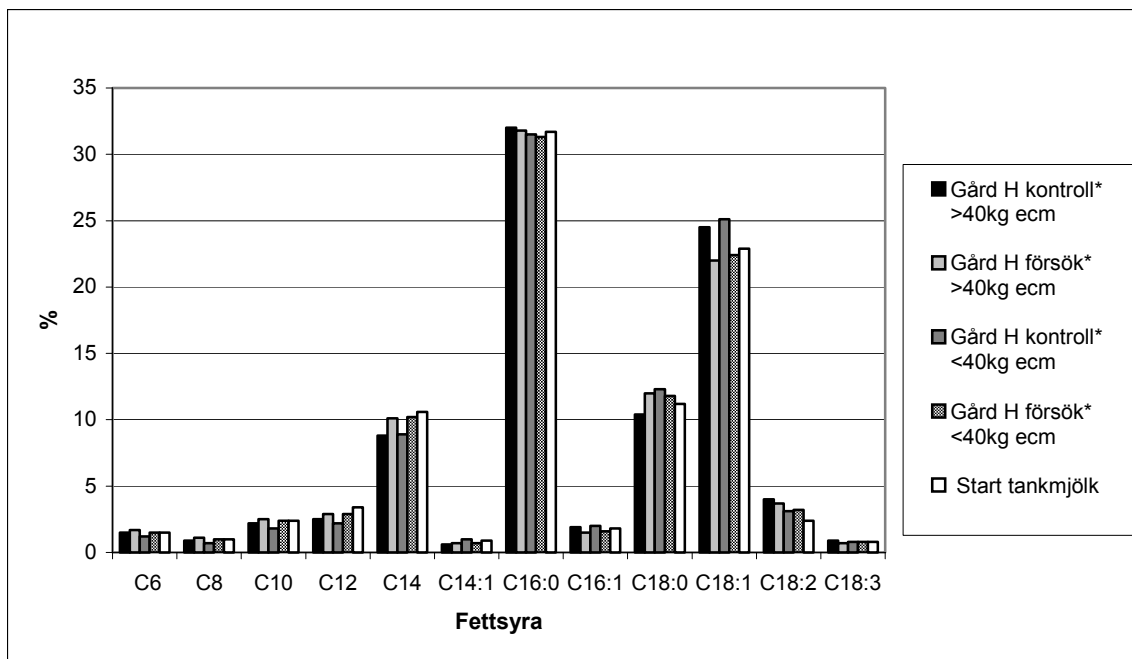


Diagram 33. Fettsyrasammansättning i mjölk, Gård H Kontroll=Kalkfett, Försök=Torr fett. <40 kg ECM samt >40 kg ECM visar utfodringsnivån, hur många kg ECM korna utfodrades för efter föregående provmjölkning.

Gård L:s fettsyrasammansättning på mjölken hade inte ändrat sig något nämnvärt från startprovet jämfört med försöksproven. Det såg inte ut som fettutfodringen varken med Kalkfett eller Torr fett påverkade fettsyrasammansättning i mjölken i någon större utsträckning, se diagram 34.

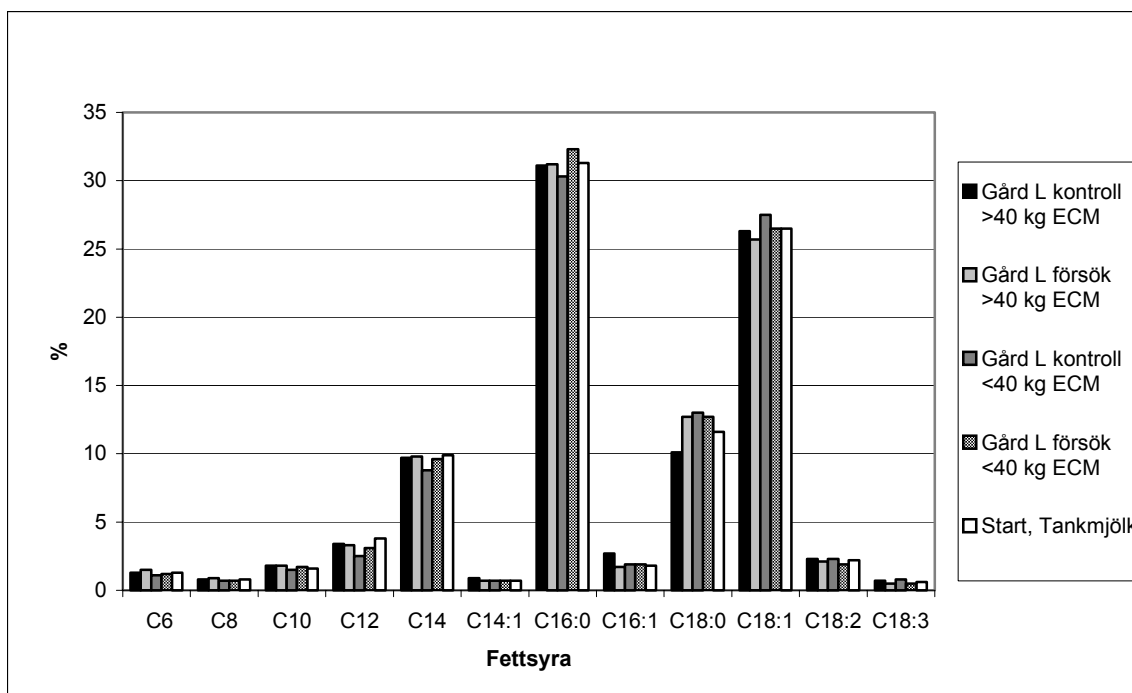


Diagram 33. Fettsyrasammansättning i mjölk, Gård L. Kontroll=Kalkfett, Försök=Torr fett. <40 kg ECM samt >40 kg ECM visar utfodringsnivån, hur många kg ECM korna utfodrades för efter föregående provmjölkning.

För Gård H fanns en analys från ytterligare ett provmjölkningstillfälle, där det inte var särskilda prov efter mjölkavkastning uttagna. Vid denna provmjölkning hade korna bara ätit fettfodret i en månad. Här innehöll mjölken från både Kalkfettskorna (kontrollkorna) och Torrfettskorna (försökskorna) en mindre andel korta fettsyror (C6-C14) än vad det tankprovet vid försökets början gjorde. Andelen C18 fettsyror var högre hos de fettutfodrade korna än vad den var i tankmjölken vid försökets start. Högst andel C18 fettsyror hade de Kalkfettsutfodrade korna i sin mjölk.

Eftersom Gård S avbröt sitt försök före första provmjölkningen hann de enbart ta ut sitt startprov. Gård S skulle ha fungerat som en kontrollgård med normal mjölkavkastning och fetthalt. Gård S:s startprov ifrån tanken skilde sig en del jämfört med startproven ifrån gårdarna med hög avkastning och låg fetthalt. Gård S hade en högre andel korta fettsyror (C6-C14) och lägre andel C16 fettsyror jämfört med Gård H och Gård L. Tabell 16 visar en sammanställning av resultaten från de tre gårdarna.

Tabell 16. Sammanställning av resultat från fettsyraanalysen på mjölk, % av totalt fettinnehåll.

	C4-C14	C16-fettsyror totalt	C18-fettsyror totalt
Gård H			
Start	19,8	33,5	37,3
Kontroll > 40 kg ECM	16,5	33,9	39,8
Försök >40 kg ECM	19	33,3	38,4
Kontroll <40 kg ECM	15,8	33,5	41,3
Försök <40 kg ECM	18,7	32,9	38,2
Gård L			
Start	18,1	33,1	40,9
Kontroll >40 kg ECM	17,9	33,8	39,4
Försök >40 kg ECM	18	32,9	41
Kontroll <40 kg ECM	15,3	32,2	43,6
Försök <40 kg ECM	17	34,2	41,6
Gård S			
Start	21,8	29,6	39,8

Diskussion

Trots att fokuseringen idag ligger på en ökad proteinhalt i mjölken så efterfrågas även fetthaltshöjande åtgärder och då särskilt av besättningar med låga fetthalter i mjölken (under 4%). Litteraturstudien visar att det finns många olika faktorer som kan påverka mjölkens fetthalt där utfodring av skyddat fett är en. Enligt litteraturstudien är det praktiskt möjligt att höja fetthalten i mjölken genom att utfodra skyddat fett (Palmqvist, 1993). Försöken i litteraturstudien gav dock skilda resultat och det är långt ifrån alla som resulterade i en ökad fetthalt (Sutton, 1989). I försök II där två olika sorters skyddat fett gavs till kor med hög avkastning (>10 000kg/ko och år) och låg fetthalt (<3,8%) erhöles ingen förändring i mjölkens fetthalt mellan de båda grupperna. Det var inte heller några signifikanta skillnader i avkastning och proteinhalt mellan de två grupperna som fick olika sorters fett. Försökets resultat stämde inte helt överens med vad tidigare försök enligt litteraturstudien har kunnat visa.

I litteraturstudien angers olika orsaker till att somliga besättningar får en lägre fetthalt i mjölken. Gemensamt för gårdarna med låg fetthalt i försök II var att de hade kor av SLB-ras vilka i genomsnitt har en högre mjölkavkastning men lägre halter av fett och protein än vad exempelvis SRB- och Jerseykor har. Båda gårdarna hade även en mycket hög mjölkavkastning på runt 11 000 kg ECM per ko och år vilket gör att en viss utspädningseffekt av fett- och proteinhalterna inte kunde uteslutas. Det framtida avelsarbetet i besättningarna borde rikta in sig mer på protein- och fetthalten i mjölken och något mindre vikt borde läggas på ökad mjölkproduktion.

Det är till stor del mejerierna som styr hur mjölkproduktionen ska se ut. Avelsarbetet anpassar sig dock efter vad mejerierna betalar för. Vill mejerierna ha ökade halter av fett och protein i mjölken bör de betala mer för det. Med betalningssystemet år 2002 betalar Arla Foods 59 öre per kg levererad fett- och proteinfri vätska (2,85 kr/kg mjölk, +/-2,7 öre/0,1%-enhet fett och +/-3,3 öre /0,1%-enhet protein) medan i förslaget till betalningssystemet 2003 kommer lantbrukaren att få betala 14 öre per kg mjölk (Arla Foods, 2002). Exempelvis betalar Arla Foods idag 2002, ungefär 2,62 kr för en mjölk med 3,7% fett och 3,1 % protein. Med det nya betalningssystemet för år 2003 kommer mjölk med samma halter att betalas med ca 2,65 kr vid en invägning på 416 400 kg (Arla Foods, 2002).

Fettutfodringen resulterade totalt sett i en ökad mjölkavkastning under försök II, vilket diagram 15 och 16 och tabell 14 visar. I andra försök bidrog fettutfodring generellt sett också till en ökad mjölkproduktion på grund av en förbättrad energiförsörjning (Sutton och Morant, 1989). Mjölkavkastningen i försök II visade dock inga signifikanta skillnader mellan Torrfetts- (härdat fett) och Kalkfettsgruppen (kalciumförsåpat fett), vilket inte stämde helt överens med tidigare försök där kalciumförsåpat fett gav en större ökning i mjölkavkastning än härdat fett, i vissa försök gav härdat fett en minskad mjölkavkastning (Palmquist, 1990a). Fett- och proteinhalt och fett- och proteinmängden var också desamma i de båda grupperna.

Varför erhöles det inga förändringar i mjölkavkastning, fett- och proteinhalt mellan grupperna? Det är svårt att säga varför, då väldigt många saker kan påverka. Kanske gav de båda typerna fett samma effekt på mjölken eller kanske var det så att andelen fett var för liten för att det skulle ge någon verkan. På Gård H som hade den största andelen av de deltagande korna var råfetthalten i foderstaten i genomsnitt 3,7% vilket inte är mycket högre än vad fetthalten normalt ligger på i foderstaten. Fetthalten var dock densamma för de båda grupperna. Försöket varade under en förhållandevis kort period så kanske spelade

miljöfaktorer som årstid, inkalvningar, byte av fodermedel och så vidare en alltför stor roll. Eller var det helt enkelt så att Kalkfett och Torrfett hade ungefär samma effekt på mjölkavkastning och sammansättning.

Det fanns inga signifikanta skillnader i levandevikt och laktationsnummer mellan grupperna. Torrfettsgruppen visade en tendens till att få mindre energi per kg ECM (0,5 MJ, $p=0,06$) och fick signifikant mindre energi per kg mjölk (0,4 MJ, $p=0,04$) än Kalkfetsgruppen och var därför effektivare i sin mjölkproduktion. Frågan är hur det hade sett ut om de båda grupperna hade fått samma energitilldelning efter avkastning. Kanske hade då Torrfetsgruppen fått en ökad mjölkproduktion så skillnaden blivit signifikant i mjölkavkastning mellan grupperna. Gård L hade en kraftig ökning av mjölkproduktionen i torrfetsgruppen vid sista provmjölkningstillfället (se diagram, 16). Antalet kor på gård L är litet och det kan ge mycket utslag om enstaka kor ökar sin mjölkproduktion väldigt mycket på en månad t ex efter kalvningar. Orsaken till ökningen kan inte förklaras, men det kan vara den som gjorde att fodereffektiviteten var bättre i torrfetsgruppen än i kalkfetsgruppen.

Utfodringsstrategin på Gård L ändrades under försöket på grund av byte av rådgivare, se tabell 16. Andelen kraftfoder minskade och andelen grovfoder ökade i foderstaterna vilket antagligen påverkade mjölkens sammansättning och mjölkavkastningen mer än vad fettutfodringen gjorde. Detta kan vara orsaken till att tankmjölkens fetthalt ökade under försöket, se diagram 18. Rekommendationer till framtida fältförsök bör vara att rådgivarna ska göra en typfoderlista innan försöket börjar och därefter hålla sig till den foderlistan under försöket.

Skillnaden i foderstaternas fettsyrasammansättning mellan de båda gårdarna var i stort sett de skillnader som fanns i torr- och Kalkfettet. Kalkfetsgruppen hade en större andel C16:0, C18:1 och C18:2 i sin foderstat medan Torrfetsgruppen hade en större andel C18:0 i fodret.

Fettsyrasammansättningen på mjölken på de tre gårdarna som deltog i försöket skilde sig före försökets start en del åt, vilket antagligen berodde på att besätningarnas rassammansättningen var olika. Gård S hade en större andel korta fettsyror (C6-C14) än vad Gård H och Gård L hade, vilket överensstämmer med litteraturstudien som visat att kor som har en högre fetthalt i mjölken ofta också har en högre andel korta fettsyror än kor med låg fetthalt (Karijord m.fl., 1982). Gård H hade en lägre andel C18-fettsyror och en större andel C16 fettsyror än de andra gårdarna. Gård L:s kor gick fortfarande på bete då startprovet togs ur tanken, men stod på stall då proven under försöket togs, vilket kan ha påverkat resultatet. Bete kan enligt litteraturen leda till att mjölkfettet får en högre andel C18 fettsyror, främst ökade C18:1 och C18:3 fettsyror (Murphy m.fl., 1995). Fettutfodring leder ofta till en minskad andel korta och medellånga fettsyror medan andelen längre fettsyror brukar öka (Karijord m.fl., 1982). De flesta försök med bete är gjorda tidigare under betessäsongen vilket kan ha påverkat att vårt resultat inte stämde helt överens med andra försök. Tidigare försök med utfodring av Kalkfett har gett en minskning av fettsyror med färre än 16 kolatomer och en ökning av C18-fettsyrorerna och då är det främst C18:1 som har ökat (Palmquist, 1990a).

På Gård L blev andelen korta fettsyror hos de fettutfodrade korna oförändrad jämfört med startprovet. Andelen C18-fettsyror var något högre i mjölken från de fettutfodrade korna jämfört med startprovet. Andelen C16 var dock relativt opåverkad, vilket förefaller lite konstigt då såväl Kalkfettet som Torrfettet i försöket innehåller en stor andel palmitinsyra (C16). Tidigare försök har visat att mjölkens C16 andel är beroende av hur mycket C16 det

utfodrade fettinnehåller. Stora mängder C16 i utfodrat fett gav en ökad fetthalt i mjölken som till stor del berodde på en ökad andel C16 i mjölkfettet (Palmquist 1993).

På Gård H minskade andelen korta fettsyror (C6-C14) vid utfodring med Kalkfett. Utfodring av Torrfett ledde dock endast till en mycket liten minskning. Andelen C16 var i stort sett oförändrad både för Torrfetts- och Kalkfettsgruppen jämfört med startprovet. Andelen C18-fettsyror och särskilt andelen C18:1 var mycket högre i Kalkfettsgruppen än i Torrfettsgruppen och i startprovet, vilket stämmer bra överens med resultat i tidigare försök (Palmquist, 1990) samt att Kalkfettet innehåller större andel oljesyra (C18:1) och linolsyra (C18:2) än vad Torrfettet gör. Båda grupperna hade en högre andel C18:2 än vad startprovet hade. I stort sett stämde resultaten för gård H mycket bra överens med tidigare försök (Palmquist, 1990a).

Rekommendationerna om utfodringsrutiner säger att grovfoder ska utfodras minst två timmar före kraftfoder efter ett längre utfodringsuppehåll. Gård H utfodrade blandfoder 6 gånger per dygn så där är svårt att ändra något till det bättre på utfodringsrutinerna. Gård L utfodrar hö och kraftfoder samtidigt eller egentligen kraftfoder 2-3 minuter före hö eftersom det är lättast att lösa praktiskt. Försök har visat att gårdar med låg fetthalt har fått en ökad fetthalt då foderordningen har ändrats så att rutinerna följer rekommendationerna (Sederblad, 1988). Eventuellt hade det kanske fungerat att ändra foderordningen och på så vis erhålla en ökad fetthalt även på Gård L om det hade varit praktiskt genomförbart.

Gård L hade ett mjölkningsintervall på 10+14 timmar. Efter ett långt mjölkningsintervall blir fetthalterna lägre medan mängden mjölk ökar (Österman, 2002, personligt meddelande). Gård H mjölkar tre gånger per dygn med åtta timmars intervall. Tre mjölkningar per dygn ger enligt litteraturstudien lägre halter i mjölken men högre mjölkavkastning och proteinavkastning än två mjölkningar per dygn (Österman, 2002, personligt meddelande). Så det är ju inte så konstigt att gård H hade låga halter av fett och protein i mjölken eftersom de mjölkar tre gånger per dygn och hade en hög mjölkavkastning.

I uppbundna system kan fri tillgång på grovfoder ifrågasättas. Frågan är om korna verkligen äter så mycket grovfoder som det beräknas att de ska äta. Vid utfodring med fri tillgång av grovfoder ska det vara foder kvar på foderbordet varje dag när det sopas rent. För att undvika foderstöld är det viktigt att inte högmjolkare och sinkor står bredvid varandra. Det är också viktigt att grovfodret har tillräckligt hög smaklighet så korna verkligen vill äta det. Det är svårt att veta hur mycket foder korna egentligen äter i fältförsök eftersom inte foderresterna vägs.

Gård H:s tankmjölk hade en ökande andel urea under försöket, vilket stämde överens med litteraturen då fettutfodring hade bidragit till en ökad andel urea (Palmquist, 1993). Urea-värdena i försöket låg dock inom normala gränser. En ökad urea-halt brukar uppkomma vid ett proteinöverskott i vommen då inte kolhydrater och protein i vommen är i balans. Eftersom mikroberna i vommen inte kan använda fettsyror som energikälla så borde det bli minskad tillgång på energi. Tankmjölkens fett- och proteinhalt på Gård H minskade något under försökets gång vilket stämde överens med resultaten från provmjölkningen. Fetthalten i tankmjölken sjönk dock relativt mycket vid provmjölkningen efter det att fettutfodringen (försöket) hade upphört (från 3,75% till 3,58%). Direkt efter fettutfodringen hade avslutats började Gård H utfodra majsensilage, vilket kunde vara en anledning till att fetthalten i tankmjölken sjönk efter försökets slut.

Totalt sett hade mjölkavkastningen under försöket ökat vid utfodring med både Kalkfett och Torrfett på båda gårdarna. Det fanns dock inga signifikanta skillnader mellan de båda grupperna. En ökning i mjölkavkastning vid utfodring av Kalkfett hade även erhållits i tidigare försök (Bertilsson, 2001 personligt meddelande). Ett danskt försök med härdat fett hade dock visat på en minskad mjölkavkastning men ökade halter av framförallt fett vid utfodring av härdat fett jämfört med vid utfodring av kalciumförsåpat fett (Møller och Børsting, 1987).

Korna hade efter en kort tillvänjning utan några problem ätit Kalkfettet i försök I. Likaså beskrevs smakligheten på Kalkfettet som god i ett stationsförsök (Bertilsson, 2001 personligt meddelande). I Försök II åt korna på Gård S Kalkfettet efter en tids tillvänjning, men efter tre veckor hade de fortfarande inte börjat äta Torrfettet och slutade då även att äta det andra kraftfodret. På de andra två gårdarna, som utfodrade fettet i pellets, åt korna även fodret med Torrfett i. Slutsatsen är att Torrfett är tillräckligt smakligt för att ingå i en pellets eller i ett blandfoder men bör nog inte utfodras löst. Konsistensen på Kalkfett och Torrfett skiljer sig en del, då Kalkfettet är mjukare och mer i klumpar medan Torrfettet är hårdare flingor. Kanske tyckte korna inte om den stearinliknande strukturen på Torrfettet.

Torrfettet var då försöket utfördes 2,25 kr dyrare per kg än Kalkfettet och eftersom det inte var några signifikanta skillnader i mjölkavkastning, fett- och proteinhalt så borde det vara mer ekonomiskt riktigt att använda Kalkfett istället för Torrfett.

Slutsats

Försök I

Fältförsöket pågick under 15 månader, då fick försökskorna 0,6 kg kalciumförsåpat fett per ko och dag utöver ordinarie kraftfodergiva.

Resultaten visade:

- Med 0,6 kg kalkfett extra i fodret höjdes foderstatens fettinnehåll från 4% till 6%
- Extra fett gav ingen signifikant förändring på mjölkavkastning, fetthalt och mängd fett och protein.
- Extra fett i foderstaten tenderade att ge lägre proteinhalt i mjölken.
- Kor som fick extra fett hade sin laktationstopp senare än kontrollkorna
- Kor som fick extra fett hade en mer utdragen laktationskurva än kontrollkorna
- Extra fett gav inga negativa effekter på mjölkens lukt och smak.
- Fettet hade god smaklighet vid separat utfodring.

Försök II

Under en period av fyra månader har två skyddade fetter, ett härdat destillerat (Torr fett) och ett kalciumförsåpat fett (Kalkfett) jämförts i ett fältförsök i högvastande besättningar med låg mjölkfetthalt.

Resultaten visade:

- Ingen signifikant skillnad mellan foderfetterna påvisades i mjölkavkastning, fett- och proteinhalt eller fett- och proteinmängd.
- Foderfettets fettsyrasammansättning speglades i mjölkfettets fettsyrasammansättning
- Ur ekonomisk aspekt blir dock priset per MJ är avgörande för vilken typ av fett som väljs.
- Förhållandet mellan kraftfoder/grovfoder verkade ha större inverkan på mjölkens fetthalt än valet av fett i detta försök.

Summary

The aims of the investigations were to study milk composition in dairy cows fed extra fat. The fats that were used were of different kind a calcium-saponified fat and a saturated fat. The calcium-saponified fats (Akofeed Kalkfett) consisted of about 85% fatty acids and 15 % calcium. The calcium-saponified fat had a high level of C16:0 and C18:1 fatty acids. The saturated fat (Akofeed Torrfett) consisted of 98 % fatty acids. Most of the saturated fat consisted of C16:0 and C18:0 fatty acids.

The first investigation (experiment I) was conducted during 15 months. Two dairy herds in Blekinge (south of Sweden) with normal milk yield (9,500 kg milk) and normal percentage of fat and protein (4.3 % and 3.4% respectively) participated in the experiment. The cows were divided in two groups. In total 38 cows were offered 0,6kg Akofeed Kalkfett on top of their ordinary ration of fodder. Also 34 cows were observed as a control group and did not receive any supplementary fat. The calcium-saponified fat was consumed and therefor concluded being palatable. The milk yield and the percentage of fat were the same between the two groups in experiment I. The results showed a tendency of lower percentage of protein in the milk from the group fed calcium-saponified fat. The cows fed fat reached the peak of lactation later and had a more extended lactation. Supplementary fat in the feed had no negative effects on milk flavour in organoleptic tests. The percentage of fat in the feed in experiment I was high already before the experiment started. This may have influenced the result because it is more difficult to get changes in milk production when the percentage of fat in the ration is >5%.

In the autumn of 2001 another fat feeding investigation (experiment II) was conducted with feeding fat to dairy cows. Two (at the beginning three) herds in Halland and Kronoberg (south of Sweden) participated in the study. The herds in the experiment yielded above 10,500kg milk with low milk-fat percentage (below 3.8%). The aim of experiment II was to study effects on milk yield and milk composition when two different sorts of fat (calcium-saponified fat or saturated fatty acids) were fed. The cows were divided into two groups taken into account date of calving and the lactation number. One group of total 104 cows got calcium-saponified fat and one group of 102 cows got saturated fatty acids incorporated in the pelleted concentrate. The fatty acid composition of the feed differed in both groups. In addition, a control herd (of 50 cows) with a normal level of milk yield (9,600 kg milk) and milk-fat percentage (4.3%) was offered supplementary calcium-saponified fat or saturated fat on top of their ration as in experiment I. The cows in the control herd consumed the calcium-saponified fat after a short time of accustoming, but the palatability of the saturated fat was insufficient therefor the control herd was excluded from the experiment. There were no significant difference in milk yield, milk-fat percentage and milk-protein percentage between the groups in the high-yielding herds. The cows fed saturated fatty acids had less of C18:1 in the milk fat compared with the cows fed calcium-saponified fat. However, the milk fat from the control herd had more short chain fatty acids in the milk fat than the two high-yielding herds with low milk-fat percentage. There was no incidence of off-flavour of the tank milk of the two herds. There were no distinguished differences in milk yield and milk composition between the groups fed calcium-saponified fat or saturated fatty acids in experiment II. From an economical aspect the calcium-saponified fat was cheaper than saturated fatty acids and because of that calcium-saponified fat would be a preferable alternative.

Litteraturförteckning

Andersson, I. 1999. Rätt mjölkfett till mejeriet, Svensk Mjölks Djurhälso- och utfodringskonferens 1999.

Arla Foods, 2002. Förslag ny avräkningsmodell 2003.

Barrefors, P., Björck, L. 1988. Fettets sammansättning och dess effekt på mjölk kvaliteten. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.

Bauman, D.E., Griinari, J.M. 2000. Historical perspective and recent developments in identifying the cause of diet-induced milk fat depression. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Oct 24-26 2000 Rochester Marriott Thuway Hotel Rochester, NY.

Coulon, J.B., Agabriel, C., Brunswig, G., Muller, C., Bonaiti, B. 1994. Effects of feeding practices on milk fat concentration for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77, 2614-2620.

Dhiman, T.R., MacQueen, I.S., Luchini, N.D., 2001. Milk yield response of dairy cows fed fat along with protein. *Animal Feed Sci. and Technology*, 90, 169-184.

Doreau, M., Chillard, Y., Rulquin, H., Demeyer, D.I. 1999. Manipulation of milk fat in dairy cows. 81-109, *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham university press.

Edwards, R.A., King, J.W.B., Yousef, I.M. 1973. A note on the genetic variation in the fatty acid composition of cow milk. *Anim. Prod.* 16, 307-310.

Emanuelson, M., Everitt, B., Olsson, A.C. 1996. Onormalt låga fett- och proteinhalter under hösten. *Husdjur*, nr 8, pp 8-9, 11-14.

Emanuelson, M. 1989. Rapeseed products of double low cultivars to dairy cows, Effects of long-term feeding and studies on rumen metabolism. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 189.

Emanuelson, M., Wiktorsson, H. 1988. Rapsprodukter som foder till mjölkkor, inverkan på produktion, hälsa och fruktsamhet. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.

Eriksson, J-Å. 2000. Varför sjunker mjölkens fett- och proteinhalt? Svensk Mjölks Djurhälso- och Utfodringskonferens 2000. Växjö.

Everitt, B. 1988. Fett i fodret- Inverkan på mjölkens sammansättning och kvalitet. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.

Fodermedelstabell för idisslare, 1999. Redaktör R. Spörndly. Rapport 247. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Frank, B. 1988. Fett i icke vallfoderbaserade foderstater. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.

- Griinari, J.M., Dwyer D.A., McGuire, M.A., Bauman, D.E., Palmquist, D.L., Nurmela K.V.V. 1998. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81, 1251-1261.
- Griinari, J.M., McGuire, M.A., Dwyer, D.E., Bauman, D.E., Palmquist, D.L. 1997. Role of insulin in the regulation of milk fat synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 1076-1084.
- Grummer, Ric R., 1991. Effect of feeding on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 74, 3244-3257.
- Gustavsson, A.H. 1997a. Grundläggande utfodringslära. *Mjölkkor*, s.102-127. LT:s förlag, Stockholm.
- Gustavsson, A.H. 1997b.Utfodring för ekonomisk mjölkproduktion. *Mjölkkor*, s. 127-161. LT:s förlag, Stockholm.
- Gustavsson, A.H. 1988. Effekter på foderstaten av ökad fett-tilldelning. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.
- Hermansen, J.E. 1995. Prediction of milk fatty acid profile in dairy cows fed dietary fat differing in fatty acid composition. *J. Dairy Sci.*, 78, 872-879.
- Hermansen, J.E. 1995b. The effect of feeding on the protein:fat ratio in the milk and the fatty acid composition, pp 77-86, Proceedings of NJF/NMR-seminar No. 252, Milk in nutrition effects of production and processing factors, Turku, Finland, January 13-15, NJF report 102.
- Hopkin, E. 2000. Payment Systems for Ex-Farm milk Results of IDF Questionnaire 2399/A:99 (Study Group A8). Bulletin of the IDF 348.
- Jenkins, T.C. & Jenny, B.F. 1989. Effect on hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:2316-2324
- Johansson, I., Korkman, N., Nelson, N.J., 1952. Studies on udder evacuation in dairy cows. I. The rise in fat percentage during milking. *Acta agriculturae scandinavica* 3 43-102
- Jones, R.A., Mustafa, A.F., Christensen, D.A., McKinnon, J.J. 2001. Effects of untreated and heat-treated canola presscake on milk yield and composition of dairy cows. *Animal Feed Sci. and Technology*, 89, 97-111.
- Karijord, O., Standahl, N., Syrstad, O. 1982. Sources of variation in composition of milk fat. *Zeitchr. Tierz. Zucht.* 99, 81-93.
- Karlshamns AB, 2001-04-19. Produktinformation AkoFeed Kalkfett
- Karlshamns AB, 2000-08-01. Produktinformation AkoFeed Torrfett 54
- Kennelly, J.J., Glimm, D.R., Ozimek, L. 2000. Potential to alter the composition of milk explored. *Feedstuffs*-11

- Kennelly, J.J. 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Animal Feed Sci. and Technology*, 60, 137-152.
- Khorasani, G.R., Kennelly, J.J. 1998. Effect of added dietary fat on performance, rumen characteristics and plasma metabolites of midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci*, 81, 2459-2468.
- Lindgren, E. 1988. Vad är fett och hur analyseras det? *Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152*. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, WW, & Wolfinger, R.D. SAS system for mixed models. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan C.A., 1995. *Animal nutrition*, fifth edition, Longman Scientific and technical, Singapore
- Murphy, J.J., Connolly, J.F., McNeill, G.P. 1995. Effects on cow performance and milk fat composition of feeding full fat soyabeans and rapeseeds to dairy cows at pasture. *Livestock Production Sci*, 44, 13-25.
- Murphy, M., Wiktorsson, H. 1986. Fett i foder till mjölkkor. *Fakta husdjur SLU*, nr 1, 1986.
- Murphy, M. 1988. Nedbrytning och omsättning av fett i mag- och tarmkanalen. *Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152*. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna
- Møller P.D. och Børsting C.F. 1987. Fedtsyreomsättningen hos malkekøer fodret med forsæbet, traditionelt eller mættet animaliskt fedt. *Statens Husdyrbrugsforsøg. Meddelse nr 693*
- Olsson, A.C. 2002. Arla Foods nya betalningmodell: Jersey och SRB-besättningar är vinnare. *Husdjur*. 55, nr 1, s.16-18.
- Palmquist, D.L. 1990a. High fat diets-feeding recommendations for lactating cows. *Proceedings of the seminar; Fat and protein feeding to the dairy cow, October 15-16, 1990 Eskilstuna, Sweden*
- Palmquist, D.L. 1990b. Effect of diet on milk fat composition. *Proceedings of the seminar; Fat and protein feeding to the dairy cow, October 15-16, 1990 Eskilstuna, Sweden*
- Palmquist, D.L., Beaulieu, D. A., Barzano, D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 76, 1753-1771.
- Palmquist, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *Fats in animal nutrition*. 357-383. Anchor Brendon Ltd, Great Britain.
- Parodi, P.W. 1997. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *The journal of nutrition*, 127, 1055-1060.
- Pehrsson, B. 1988. Relationer mellan mättat och omättat fett ur hälsosynpunkt. *Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152*. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna.

- Samuelsson, B. 1990. Foderfettets inverkan på mjölkens fettsyrasammansättning. Examensarbete 25, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Sanne, S. 1988a. Utfodring av rapsprodukter till mjölkkor. Forsknings rapport från oljeväxtodlarna, utfodringsförsök, s.65-89.
- Sanne, S. 1988b. Fett till mjölkkor och inverkan på mjölkens sammansättning. Forsknings rapport från oljeväxtodlarna, utfodringsförsök, s.89-95.
- Sederblad, B., Spörndly, R. 1994. Finessen med foderfett. Tidningen Husdjur, nr 8, pp 11-13
- Sederblad, B. 1988. Utfodringrutiner för mjölkkor. Examensarbete i ämnet husdjurens utfodring och vård 1988, SLU, Uppsala.
- Spörndly, E. 1999a. Faktorer som inverkar på mjölkfettets sammansättning och kvalitet. Svensk mjölk forskning och utveckling, rapport reg. nr. 4973.
- Spörndly, E. 1989. Effects of diet on milk composition and yield of dairy cows with special emphasis on milk protein content, Swedish journal of Agricultural Research, vol.19, pp 107-113.
- Sutton, J.D., 1989. Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci., 72, 2801-2814.
- Sutton, J.D., Morant, S.V., 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. Livestock Production Sci., 23, 219-237.
- Wheelock, J.V. 1980. Influence of physiological factors on the yield and contents of milk constituents. International Dairy Federation Bulletin 125 126-134.
- Wiktorsson, H. 1988. Nya rekommendationer för utfodring av fett till mjölkkor. Svensk husdjursskötsel meddelande nr 152. Från utfodringskonferens mars 1987, Eskilstuna
- Åkerlind, M. 2000. Lägesrapport från fältförsök med Kalkfett till mjölkkor.
- Åkerlind, M. 1999a. Kon som fettproducent. Svensk Mjölks Djurhälso- och utfodringskonferens 1999.
- Åkerlind, M. 1999b. Milk composition and metabolism of cows selected for high or low milk fat concentration. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 171. SLU, Uppsala. Doktorsavhandling.

Personliga meddelande

- Bertilsson, J. 2002. Personligt meddelande. SLU, Uppsala.
- Bertilsson, J. 2001. Olika varianter av Akofeed Kalkfett som foder till mjölkkor. SLU, Uppsala.

Emanuelson, M. 2000 .Niacin till mjölkcor. SLU, Uppsala.

Emanuelson, M. 2002-01-29. Personligt meddelande. Fettsyraanalyser från 1986-87. SLU, Uppsala.

Herland, P.J. 2002. Personligt meddelande. 2002-01-18. Karlshamns AB.

Nilsson, S., Åkerlind, M. 2000. Fältförsök med foderfett till mjölkcor. BKH, Växjö.

Österman, S., 2002. Personligt meddelande. SLU, Uppsala.

Internet

Svensk mjölk. www.statistik.svenskmjolk.se 2002-03-11.

Nr	Titel och författare	År
157	Faktorer som påverkar förekomsten av hästens bandmask, <i>Anoplocephala perfoliata</i> Factors influencing the prevalence of the equine tapeworm, <i>Anoplocephala perfoliata</i> Petra Amoudruz (Arlert)	2001
158	Utedrift med nötkreatur utan ligghall Emma-Lena Johansson	2001 Ranching cattle
159	Mjölkningsfrekvensens inverkan på mjölkfettets kvalitet och sammansättning The effect of milking frequency on milk fat quality and composition Sofia Persson	2001
160	Slakt av mjölkkor – fördelning över året, slaktkroppskvalitet samt lantbrukarnas åsikter Slaughter of dairy cows – distribution over the year, carcass quality and farmers opinions Anna Larsson	2001
161	Detektion av förhöjda celltal i ett automatiskt mjölkningsystem Detection of increased somatic cell counts in an automatic milking system Anna Husfloen Reija Tukiainen	2002
162	Mjölkningskaraktäristika, juverhälsa och spenbehandling. Studerat i ett konventionellt och i ett automatiskt mjölkningsystem. Milking characteristics, udder health and teat treatment. Studied in a conventional and in an automatic milking system Iréne Berglund	2002
163	Förändrat utrymme vid och mellan foderplatser vid produktion av slaktkyckling – effekter på produktion och djurhälsa Birgitta Lansfors	2002
164	Effektutvärdering av IndividRAM inom produktion, ekonomi och miljö Assessment of the User Benefit of a Management Information System, IndividRAM, in Terms of Production Results, Profitability, and Environmental Strain in Dairy Farming Carolina Nilsson	2002

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) samt större enskilda arbeten (10-20 poäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning

över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Box 7024

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 28 59
