



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Hur mjölkfettet påverkas av olika utfodring av mjölkkor



Mathilda Bergström

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **439**

Uppsala 2013

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **439**

Examensarbete, 15 hp
Kandidatarbete
Husdjursvetenskap
Degree project, 15 hp
Bachelor Thesis
Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Hur mjölkfettet påverkas av olika utfodring av mjölkkor

How different feeds influence the milk fat from dairy cows

Mathilda Bergström

Handledare: Mikaela Patel
Supervisor:

Ämnesansvarig: Cecilia Kronqvist
Subject responsibility:

Examinator: Jan Bertilsson
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Agronomprogrammet - husdjur
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2013
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 439
Series name, part No:

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>
On-line published:

Nyckelord: Mjölkkor, mjölkfett, mjölkfettsyror, olika foder
Key words: Dairy cows, milk fat, milk fatty acids, different feeds

Abstract

The fat content in dairy milk is an important economic factor because the farmer receives a higher price for a higher milk fat percentage. Different factors affect the fat content in cow milk but feeds are the most effective and easy way for farmers to modulate it. The milk fat derives from several sources, directly from the feed, from mobilization of body fat or from the rumen microorganisms. In this literary study the purpose was to investigate how different feeds commonly used in Swedish dairy production, affected the fat content and fatty acid composition in milk. Because of the large number of different fatty acids in dairy milk this essay focused on some of those who are important to human health.

Roughage alters the fat levels in milk due to the high fibre content which increases the production of acetic acid in the rumen. The fat content decreases with a higher level of concentrate in the feed. This is due to the high levels of starch in cereals which leads to a higher production of propionic acid at the expense of acetic acid. The fatty acid composition in milk is highly influenced by different types of feeds. The amount of the healthy fatty acids α -linolenic acid, oleic acid and CLA is higher in milk when feeding grass silage instead of grass hay. Red clover silage give even higher levels than grass silage but pasture seems to be the most beneficial roughage. Cereals tends to increase the level of saturated fatty acids compared to roughage but there is only small variations between different cereals. The milk fat content is however lowest when feeding barley or oat and highest with corn. Plant oils are sometimes added to the feed and it is an effective way to raise the levels of the polyunsaturated fatty acids in milk. The milk fat content decreases with increased proportion of oils which is due to the lower fibre digestibility in the rumen.

Sammanfattning

Mjölakens fetthalt är en viktigt ekonomisk faktor då producenten får ett högre avräkningspris med högre fettprocent. Fetthalten påverkas av flera olika faktorer men påverkas enklast och mest effektivt med olika fodermedel. Mjölkfettet kommer från flera olika källor, dels direkt från fodret, dels från nedbrutet kroppsfett och dels från mikroorganismerna i våmmen. I den här litteraturstudien var syftet att undersöka hur vanligen förekommande fodermedel i Sverige påverkar fetthalten och fettsyrasammansättningen i mjölken. Då kommjölk innehåller många olika fettsyror fokuserade det här arbetet på några av de som är viktiga för humanhälsan.

Utfodring med grovfoder ökar fetthalten i mjölken genom det höga fiberinnehållet vilket ökar produktionen av ättiksyra i våmmen. Fetthalten minskar med en ökad andel kraftfoder i foderstaten vilket beror på att kraftfoder innehåller en hög andel stärkelse vilket ökar produktionen av propionsyra i våmmen på bekostnad av ättiksyra.

Fettsyrasammansättningen i mjölken påverkas mycket av de olika fodertyperna. Nivåerna av de hälsofrämjande fleromättade fettsyrorna är högre i mjölken vid utfodring med gränsilage jämfört med hö och i synnerhet konjugerad linolsyra och α -linolensyra. Rödklöversilage ger ännu högre värden än gränsilage men bete verkar vara det mest gynnsamma grovfodret. Kraftfoder tenderade att öka andelen mättat fett jämfört med grovfoder men däremot är det inga stora skillnader i fettsyrasammansättningen mellan olika spannmål. Havre och korn ger lägre fetthalten medan majs ger högre. Ibland utfodrar man med växtoljor som är ett effektivt sätt att öka nivåerna av fleromättade fettsyror i mjölken. Däremot minskar fetthalten med ökad andel olja vilket beror på sänkt fibersmältbarhet i våmmen.

Introduktion

Mjölkfetthalten beror på många olika faktorer så som ras, mjölkningsteknik, mjölkningsintervall, laktationsperiod och individuell variation (McDonald et al., 2002). Fodret är dock det lättaste och snabbaste sättet att påverka fetthalten och fettsyrasammansättningen i mjölken (Chilliard & Ferlay, 2004). I Sverige fanns år 2012 ca 350 000 mjölkkor fördelade på ca 5000 mjölkproducenter och det levererades drygt 2 860 000 ton mjölk till mejerierna. Den genomsnittliga fetthalten i svensk mjölk ligger på 4,22 % (Jordbruksverket, 2013a) och mjölkfettet är huvudingrediensen vid produktion av gräddprodukter och smör (Svensk Mjölk, 2013). Fetthalten är en av råvaruprisets grundparametrar och ju högre halten är desto mer betalt får bonden för sin mjölk (Oskarsson, 2009).

Syftet med den här litteraturstudien är att ta reda på hur olika fodermedel som används i svensk mjölkproduktion påverkar fetthalten och fettsyrasammansättningen i mjölken från mjölkkor. Eftersom mjölken innehåller många olika fettsyror kommer den här uppsatsen att fokusera på några av de fettsyror som anses viktiga för humanhälsan. I arbetet kommer följande frågeställningar behandlas:

- Hur påverkar olika grov- och kraftfodermedel mjölkfettets halt och sammansättning?
- På vilka sätt är mjölkfettets sammansättning av intresse för humanhälsan?
- Finns det djurhälsoaspekter man måste ta hänsyn till vid sammansättning av olika foderstater för att reglera fetthalten?

Litteraturgenomgång

Metabolism

Mjölkkor är idisslare och våmmen utgör ca 85 % av magvolymen. Miljön i våmmen har ett pH mellan 5,5 - 6,5 vilket är gynnsamt för olika mikroorganismer som är anpassade till just den miljön. För att motverka pH-sänkningar producerar kon stora mängder buffrande saliv, ungefär 150 liter saliv per dag. Huvudkomponenten i idisslares foder är kolhydrater så som cellulosa, hemicellulosa och stärkelse (McDonald et al., 2002). Våmbakteriernas enzymer bryter ner cellulosan till korta polysackarider och monosackarider så som glukos vilket tas upp av bakterierna och omvandlas till de flyktiga fettsyrorna ättiksyra, smörsyra och propionsyra. Dessa tas upp till blodet genom våmväggen och i samband med detta omvandlas smörsyra till β -hydroxybutyrat. Ett foder med hög fiberandel ger ca 70 % ättiksyra, 20 % propionsyra och 10 % smörsyra. När fodret istället innehåller en hög andel stärkelse ökar produktionen av propionsyra medan ättiksyra minskar (Sjaastad et al., 2010).

Fettet utgör bara ca 5 % av foderstaten och högre koncentrationer minskar aptiten och fermenteringen i våmmen. Foderoljor och fett i stärkelsrika foder består huvudsakligen av triglycerider medan fettet i grovfoder utgörs av galaktolipider (Sjaastad et al., 2010). Huvuddelen av fettsyror i grovfoder består av linolsyra (Omega-6) (se fettsyroras kemiska beteckning i tabell 1) och α -linolensyra (Omega-3) (Mansbridge & Blake, 1997). Nedbrytning av triglycerider sker genom lipolys där de klyvs till glycerol och fria fettsyror av det mikrobiella enzymet lipas (Kim et al., 2009). Därefter omvandlas de omättade fettsyror i flera steg genom biohydrogenering (BH), till mättade fettsyror i våmmen. De fleromättade fettsyror linolsyra och α -linolensyra omvandlas till flera olika intermediärer, bland annat konjugerad linolsyra (CLA), som sedan mäts genom BH till stearinsyra (Harfoot & Hazlewood, 1997; Chilliard & Ferlay, 2004; Kim et al., 2009). Ungefär 93 % av α -linolensyra och 85 % av linolsyra omvandlas i våmmen. Den återstående andelen går vidare till

duodenum, tas upp genom tarmväggen ut i blodet och på så sätt kommer vidare till mjölken. Hög andel kraftfoder i foderstaten minskar BH vilket beror på sänkt pH i våmmen (Chilliard et al., 2007).

Tabell 1 De i mjölkfett vanligast förekommande fettsyornas kemiska beteckning och trivialnamn

Mättade fettsyror		Omättade- och fleromättade fettsyror	
Namn	Kemisk beteckning	Namn	Kemisk beteckning
Smörsyra	C4:0	Oljesyra	<i>cis</i> -9 C18:1
Myritinsyra	C14:0	Linolsyra	C18:2n-6
Palmitinsyra	C16:0	α -linolensyra	C18:3n-3
Stearinsyra	C18:0	CLA	<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 C18:2
		EPA	C20:5n-3
		DHA	C22:6n-3

Mjölkfettsyntes

Kons juver består av fyra juverkörtlar som är separerade av bindväv och inte har någon förbindelse med varandra. Varje juverkörtel har alveoler där mjölken bildas och näringsämnen och vatten som behövs för mjölksyntesen tas upp från blodet från omkringliggande kapillärer. Hos en höglakterande ko kan juvret hålla upp till 25 liter mjölk åt gången (Sjaastad et al., 2010). Mjölkfettet består till störst del av triglycerider och det finns ca 400 olika fettsyror. Av dessa är ungefär 70 % mättade, 25 % enkelomättade, 2,3 % fleromättade och 2,7 % är transfettsyror (Månsson, 2008). De fleromättade fettsyorna utgörs framförallt av linolsyra och α -linolensyra (Mansbridge & Blake, 1997) och de mättade fettsyorna är främst myritinsyra, palmitinsyra och stearinsyra (Mansbridge & Blake, 1997; Lopez-Huertas, 2010).

Mjölkfettet kommer från fodret, från nedbrutet kroppsfett och från mikroberna i våmmen. I juvret används ättiksyra och β -hydroxybutyrat till syntetisering av fettsyror med jämnt antal kol mellan C4:0-C14:0 och hälften av palmitinsyran. Den andra hälften av palmitinsyran som finns i mjölken samt de långa fettsyorna kommer direkt från fodret eller från kroppsfettet. Vissa av de mättade fettsyorna med udda antal kol kommer från mikroorganismer som följer med fodret ut från våmmen (Månsson, 2008). Fettsyorna i juverkörtlarna är från början mättade men med hjälp av enzymet Δ -9 desaturas i det glatta endoplasmatiska retiklet görs en del av dessa om till omättade fettsyror (Chilliard et al., 2007; Sjaastad et al., 2010).

Humanhälsa

I mjölk finns många nyttiga ämnen så som vitaminer och mineraler men fettet består till störst del av mättade fettsyror och dessa anses öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Lopez-Huertas, 2010). De långa fleromättade fettsyorna tycks dock vara hälsofrämjande och de viktigaste är den essentiella Omega-3-fettsyran α -linolensyra och Omega-6-fettsyran linolsyra (Lopez-Huertas, 2010). Det finns flera olika Omega-3- och Omega-6-fettsyror och i västvärlden är intaget av samtliga Omega-6-fettsyror mycket högt medan intaget av samtliga Omega-3-fettsyror är lågt. Kvoten mellan intaget av Omega-6/Omega-3 ligger mellan 15-20 och anses behöva sänkas (Simopoulos, 2001). I mjölken är kvoten låg och ligger vanligtvis omkring 2,3 (Månsson, 2008).

Fettsyran CLA kan man nästan bara få i sig genom kött- eller mejeriprodukter från idisslare (McGuire & McGuire, 2000). Ökat födointag av CLA har i försök på råttor visat sig ha en motverkande effekt på bröstcancer (Corl et al., 2003). Det har även reducerande effect på

rektalcancer i försök gjort på människor (Mohammadzadeh et al., 2013) och koloncancer efter ett försök gjort på koloncancerceller från människa (Pierre et al., 2013). Även smörsyra tycks ha anticancerogena effekter (Parodi, 1999) vilket bland annat har visats i ett försök på koloncancerceller från människa (Archer et al., 1998). Oljesyra och de fleromättade fettsyrorerna eikosapentaensyra (EPA) och dokosahexaensyra (DHA) anses minska risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Lopez-Huertas, 2010).

Djurhälsa

Vid utfodring av mjölkkor måste även djurhälsoaspekter vägas in. Ju högre fiberinnehåll i fodret desto längre tid av idissling och om fodret innehåller för låga fiberkoncentrationer minskar idisslingen (McDonald et al., 2002). Stärkelse är en lättnedbruten kolhydrat och för höga halter i fodret leder till att bakterierna producerar så mycket laktat att pH i våmmen sjunker. Lågt pH inhiberar fermenteringen och om det sjunker för mycket och för snabbt kan kon drabbas av acidosis (Sjaastad et al., 2010). Majsensilage har ett högt stärkelseinnehåll och kan vid utfodring leda till en pH sänkning i våmmen (McDonald et al., 2011). Om fodret innehåller för hög andel fett hämmas fermenteringen på grund av att fett hindrar våmmikroberna från att bryta ner fibrerna vilket leder till minskad aptit (Sjaastad et al., 2010). Baljväxter så som klöver kan i stora mängder orsaka trumsjuka hos idisslare (McDonald et al., 2011) och då i första hand på klöverrikt bete (Pehrson, 2001). Vid trumsjuka sväller våmmen upp vilket beror på att substanser i klövern bildar ett skum som hindrar gas i våmmen från att rapas ut (McDonald et al., 2011).

Fetthalt och fettsyrasammansättning i mjölk med olika fodermedel

Grovfoder

Foderstater till mjölkkor utgörs ofta av 50 % grovfoder och 50 % kraftfoder (Bawelin, 1997). Grovfoder innehåller till störst del cellulosa och hemicellulosa och andelen ökar med ökad växtmognad. Lipidinhåll är lågt, ca 2-3 %, varav 60 % består av galaktolipider. Den vanligaste fettsyran är α -linolensyra som utgör ungefär hälften av alla fettsyrorerna, men det finns också en del linolsyra och palmitinsyra (McDonald et al., 2011). Vid ökad andel grovfoder i foderstaten ökar mjölkfetthalten (Kalscheur et al., 1997). Koncentrationerna av CLA, α -linolensyra och palmitinsyra ökar vid ökad andel grovfoder medan koncentrationen av stearinsyra och linolsyra minskar (Patel et al., 2013).

Gräsensilage

Gräsensilage har en hög andel α -linolensyra men ju senare det skördas desto lägre blir denna koncentration medan andelen oljesyra och linolsyra ökar. Höga koncentrationer av α -linolensyra och linolsyra leder till ökad halt av de fleromättade fettsyrorerna i mjölken (Vanhatalo et al., 2007). Sent skördat gräsensilage av timotej (*Phleum pratense L.*) gav högre andel mjölkfett än tidigt skördat gräsensilage (Tahir et al., 2012). Koncentrationerna av stearinsyra, oljesyra, linolsyra, CLA och enkelomättade fettsyror i mjölken var också högre för sent skördat gräsensilage av timotej (*Phleum pratense L.*) jämfört med tidigt skördat (Vanhatalo et al., 2007). Tidigt skördat gräsensilage gav däremot högre koncentrationer av smörsyra, palmitinsyra, α -linolensyra och mättade fettsyror i mjölken. Kvoten mellan Omega-6/Omega-3 i mjölken var högre vid utfodring av det sent skördade gräsensilaget (Vanhatalo et al., 2007). Gräsensilage gav högre halt av palmitinsyra i mjölken än vid utfodring med klöverensilage trots att koncentrationen av palmitinsyra var lägre i gräset (Dewhurst et al., 2003; Vanhatalo et al., 2007). Mjölkkoncentrationen av stearinsyra och oljesyra var enligt

Dewhurst et al. (2003) också högre med gräsenilage jämfört med klöverensilage medan Vanhatalo et al. (2007) påvisade motsatta effekter.

Rödkläverensilage

Rödkläverensilage har likt gräsenilage också hög halt av α -linolensyra. Tidigt skördat rödkläverensilage gav högre halter av smörsyra, stearinsyra, oljesyra, linolsyra, α -linolensyra, EPA, enkel- och fleromättade fettsyror i mjölken än sent skördat rödkläverensilage. Däremot var koncentrationen av palmitinsyra, CLA och den totala andelen mättade fettsyror lägre. Kvoten mellan Omega-6/Omega-3 var högre i mjölken vid utfodring med sent skördat klöverensilage (Vanhatalo et al., 2007). Rödkläverensilage gav högre koncentrationer av fleromättade fettsyror så som α -linolensyra, linolsyra (Dewhurst et al., 2003; Vanhatalo et al., 2007; Arvidsson et al., 2012) och CLA än gräsenilage medan kvoten mellan Omega-6/Omega-3 var lägre (Vanhatalo et al., 2007; Arvidsson et al., 2012).

Majsensilage

Majsensilage har en högre andel stärkelse jämfört med andra grovfodermedel (se tabell 2). Helsädesmajs gav en högre mjölmängd men hade en lägre mjölkfetthalt än vid utfodring med ensilage gjort på majs utan majscolv. Den gav också lägre andel myritinsyra vilket berodde på den lägre andelen ADF (acid detergent fibre) och NDF (neutral detergent fibre) i fodret. Majsensilaget utan majscolv hade däremot en lägre koncentration av linolsyra, α -linolensyra och oljesyra (Boivin et al., 2012). Ju längre majsen fick mogna före skörd desto högre blev stärkelseandelen i växten vilket ledde till lägre koncentrationer av α -linolensyra i mjölken och högre kvot mellan Omega-6/Omega-3 (Khan et al., 2012).

Tabell 2 Näringsinnehåll för olika grovfodermedel (Spörndly, 2003)

Grovfoder	Stärkelse g/kg ts	NDF g/kg ts	Råfett g/kg ts
Gräs (timotej, ängsvingel, rajsgräs och hundäxing)	0	550-670 ¹	20
Rödkläver	25	400-460 ²	20
Bete	-	420-626 ³	20
Helsädesmajs	223	496	22

¹ 550 vid tidig skörd och 670 vid sen skörd.

² 400 vid tidig skörd och 460 vid sen skörd.

³ 420-540 på åkermark (ängsgröe och ängsvingel) och 491-626 på naturbete (ängskavle, ängsgröe, rödven och ängshavre).

Hö

Ängshö hade ett högre fiber- och sockerinnehåll än vallhö som istället innehöll högre andel fett. Ängshö gav en högre andel mättade och enkelomättade fettsyror i mjölken medan vallhö gav högre koncentrationer av fleromättade fettsyror, linolsyra, α -linolensyra, oljesyra och CLA. När gräsenilage jämfördes med ängshö var andelen andel mättade, korta och medellånga fettsyror i mjölken högre med ängshö medan ensilage gav högre koncentrationer av enkel- och fleromättade fettsyror, α -linolensyra, linolsyra, oljesyra samt CLA (Baars et al., 2011).

Bete

I Sverige är det beteskrav under sommarhalvåret vilket påverkar koncentrationen av fettsyror i mjölken jämfört med den ensilage- eller höbaserade foderstat som ges under vinterhalvåret. Bete ökar generellt andelen av C18-fettsyror i mjölken och i synnerhet CLA (Jahreis et al.,

1997; Stanton et al., 1997; Agenäs et al., 2002; Schroeder et al., 2003; Dewhurst et al., 2006) men även av α -linolensyra och oljesyra medan linolsyra, palmitinsyra och stearinsyra vanligtvis är lägre (Dewhurst et al., 2006). Koncentrationen av CLA i mjölken var ännu högre för kor som hållits i ekologisk produktion eftersom de gick på bete under längre tid (Jahreis et al., 1997). Dock minskade andelen om gräsintaget var högre än 20 kg bete per ko och dag (Schroeder et al., 2003). Även om bete har en positiv inverkan på mjölkens fettsyrsammansättning tenderar bete att sänka mjölkfetthalten vilket beror på ett minskat fiberintag (Dahlberg, 2003).

Krafftoder

Höglakterande kor behöver krafftoder i foderstaten för att kunna tillgodose det energibehov som uppstår då de ska producera stora mängder mjölk utan att tappa i vikt. I början av laktationen är konsumtionsförmågan låg och 50-60 % av foderstaten behöver bestå av krafftoder för att täcka energibehovet. Senare i laktationen ökar konsumtionsförmågan och då kan grovfoderandelen ökas (SLU, 2013). Krafftoder innehåller till störst del spannmål men även oljeväxter, proteinfodermedel, sockerbiprodukter, vitaminer och mineraler. Spannmålen har ett högt stärkelseinnehåll och i tabell 3 visas hur stärkelse-, NDF- och råfettinnehållet varierar mellan olika spannmålsfodermedel. När andelen krafftoder ökade i foderstaten ökade mjölmängden medan fetthalten minskade (Moorby et al., 2006; Tahir, 2012).

Tabell 3 Näringsinnehåll för olika krafftodermedel (Spörndly, 2003)

Krafftoder	Stärkelse g/kg ts	NDF g/kg ts	Råfett g/kg ts
Korn	518	229	75
Havre	338	358	61
Majs	712	94	50
Vete	644	138	25

Spannmål

Vete gav högre mjölkfetthalt än korn men majs gav ännu högre fetthalt än vete (Ferraretto et al., 2013). Tahir (2012) kunde däremot inte påvisa några skillnader i mjölkfetthalt mellan vete, havre eller korn. Enligt Overton et al. (1995) och Yang et al. (1997) gav majs en lägre mjölkfettprocent än korn men det berodde på att korn även gav en lägre mjölmängd. Havre gav en ännu lägre fetthalt i mjölken än korn (Martin & Thomas, 1988).

Några skillnader i mjölkens fettsyrsammansättning mellan korn och majs har däremot inte kunnat påvisas (Tahir et al., 2012). När kor på bete gavs kornbaserat krafftoder jämfört med inget krafftoder alls, ökade koncentrationen av linolsyra och palmitinsyra i mjölken medan koncentrationen stearinsyra, oljesyra, α -linolensyra och CLA minskade (Wijesundera et al., 2003). Oljesyra och CLA minskade även när man utfodrade majs till kor på bete samtidigt som andelen mättade fettsyror ökade (Bargo et al., 2005). Havre däremot minskade andelen mättat fett så som palmitinsyra. Andelen stearinsyra och oljesyra i mjölken ökade med havre men det fanns inga tydliga skillnader i koncentrationen av linolsyra och α -linolensyra (Martin & Thomas, 1988).

Oljeväxter

Tillsats av oljor i foderstaten minskar fetthalten i mjölken och är ett effektivt sätt att påverka fettsyrsammansättningen. Vanliga oljor som används till mjölkkor är linfrö-, solros-, soja-, och rapsolja och deras fettsyrsammansättning ses i tabell 4. Alla fyra foderolja ökade

andelen stearinsyra, oljesyra och CLA i mjölken medan palmitinsyra minskade (Chilliard & Ferlay, 2004). Linfröolja (Benchaar et al., 2012) och rapsolja ökade även andelen α -linolensyra i mjölken medan linolsyra minskade (DePeters et al., 2001; Loor et al., 2002) vilket ledde till en sänkt kvot mellan Omega-6/Omega-3 (Benchaar et al., 2012).

Tabell 4 Fettsyrasammansättning i olika foderoljor i procent (Zambiasi et al., 2007)

Fettsyra	Rapsolja	Linfröolja	Solrosolja	Sojaolja
Palmitinsyra	3,75	4,81	5,70	9,90
Stearinsyra	1,87	3,03	4,79	3,94
Oljesyra	62,41	21,42	15,26	21,35
Linolsyra	20,12	15,18	71,17	56,02
α -linolensyra	8,37	54,24	0,45	7,15
Mättade fettsyror	6,98	8,15	12,36	15,10
Enkelomättade fettsyror	64,42	22,04	15,93	21,73
Fleromättade fettsyror	28,60	69,81	71,71	63,17

Diskussion

Fetthalten i mjölken är en viktig ekonomisk faktor för bönderna då högre fetthalt ger högre avräkningspris (Oskarsson, 2009). Grovfoder är det fodermedel som ger ökad fetthalt i mjölken (Kalscheur et al., 1997) vilket beror på det höga fiberinnehållet. Högt fiberinnehåll leder till att våmmikroberna producerar mer ättiksyra (Sjaastad et al., 2010) som används till syntetisering av fettsyror i juvret (Månsson, 2008). Foderoljorna minskade fetthalten i mjölken (Chilliard & Ferlay, 2004) vilket berodde på att de långa omättade fettsyror som finns i oljan sänker fibersmältbarheten i våmmen och på så sätt minskar mikrobernas produktion av ättiksyra (Olsson et al., 1988).

Ökad andel kraftfoder i foderstaten minskar produktionen av ättiksyra i våmmen (Chilliard et al., 2007) vilket således leder till lägre fetthalt i mjölken (Moorby et al., 2006). Det var inga tydliga skillnader i mjölkfetthalt mellan de olika spannmålen men havre verkade ge lägst halt (Martin & Thomas, 1988) medan majskraftfoder gav högst (Ferraretto et al., 2013). Majs har ett högre stärkelseinnehåll än havre och lägre fiber- och råfettinnehåll. Det är därför anmärkningsvärt att majskraftfoder gav en högre fetthalt än havre. Det kan bero på att halterna varierar med majsens mognadsgrad, dessutom kan det behövas fler studier för att kunna dra några generella slutsatser.

I västvärlden borde vi öka intaget av α -linolensyra men minska intaget av linolsyra även om de båda är essentiella fettsyror för människor. Man bör därför sänka kvoten mellan Omega-6/Omega-3 (Simopoulos, 2001). Utfodring med tidigt skördat grovfoder minskade kvoten i kommjölken (Vanhatalo et al., 2007; Khan et al., 2012) där klöverensilage gav en ännu lägre kvot än gräsensilage (Vanhatalo et al., 2007; Arvidsson et al., 2012). Både linfröolja och rapsolja sänkte kvoten (Benchaar et al., 2012).

CLA anses ha anticancerogena effekter (Parodi, 1999; McGuire & McGuire, 2000) och mejeriprodukter är en av få källor för människan att få i sig dessa (McGuire & McGuire, 2000). Både andelen CLA och α -linolensyra ökade i mjölken med ökad andel grovfoder (Patel et al., 2013). Däremot var halten CLA högre vid utfodring av sent skördat ensilage än tidigt skördat medan motsatt effekt visades för α -linolensyra (Vanhatalo et al., 2007). Vallhö

gav högre halter av båda fettsyrorerna än ängshö men gräsenilage gav ännu högre halter (Baars et al., 2011). Rödklöver var dock det ensilagefodermedel som gav högst halt av α -linolensyra (Dewhurst et al., 2003; Vanhatalo et al., 2007; Arvidsson et al., 2012) och CLA i mjölken (Vanhatalo et al., 2007; Arvidsson et al., 2012). Bete verkar dock vara det allra bästa grovfodermedlet om man vill öka halten av α -linolensyra (Dewhurst et al., 2006) och CLA (Jahreis et al., 1997; Stanton et al., 1997; Agenäs et al., 2002; Schroeder et al., 2003; Dewhurst et al., 2006). Den höga halten av α -linolensyra i mjölken beror troligtvis på att halten i gräset är högre när det är ungt och minskar med ökad mognad. Ensilage och hö skördas senare och har då ett lägre innehåll av α -linolensyra.

Oljesyra är en fettsyra som har visat sig minska risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Lopez-Huertas, 2010). Vallhö gav högre halt oljesyra i mjölken än ängshö men ensilage gav ännu högre (Baars et al., 2011). Sent skördat gräsenilage gav ökad andel oljesyra i mjölken än tidigt skördat medan det var tvärtom för rödklöverensilage (Vanhatalo et al., 2007). Det råder däremot skilda meningar om vilket ensilagefodermedel som ger högst halt i mjölken där Vanhatalo et al. (2007) anser att gräsenilage ger högst medan Dewhurst et al. (2003) anser att rödklöverensilage ger högre koncentrationer. Bete gav dock allra högst halter av oljesyra i mjölken (Dewhurst et al., 2006).

Mättade fettsyror anses öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Lopez-Huertas, 2010). Tidigt skördat gräsenilage och sent skördat rödklöverensilage gav högre halt av mättade fettsyror i mjölken (Vanhatalo et al., 2007) medan ängshö gav ännu högre andel (Baars et al., 2011). Några skillnader mellan gräs- och rödklöverensilage eller vid tillsats av foderolja har inte undersökts. Soja- och solrosolja innehåller dock högre halter av mättade fettsyror än raps- och linfröolja (se tabell 4).

Även om smörsyra är en mättad fettsyra tros den ha hälsofrämjande effekter mot cancersjukdomar (Parodi, 1999). Andelen smörsyra ökade i mjölken vid utfodring med tidigt skördat gräsenilage och med sent skördat rödklöverensilage (Vanhatalo et al., 2007). De fleromättade fettsyrorerna EPA och DHA anses enligt Lopez-Huertas (2010) också minska risken för hjärt- och kärlsjukdomar. Dock har inte många försök gjorts på hur olika fodermedel ökar halten i komjölk men enligt Vanhatalo et al. (2007) ökade halten av EPA med tidigt skördat rödklöverensilage jämfört med sent skördat. De förekommer framför allt i stora mängder i fiskbaserade foder (Chilliard et al., 2007; Lopez-Huertas, 2010) men animaliefodermedel är idag förbjudet att ge till mjölkkor i Sverige (Jordbruksverket, 2013b).

Kraftfoder ges till mjölkkor för att tillgodose deras höga energibehov. Majs minskade dock halten av oljesyra och CLA i mjölken (Bargo et al., 2005) liksom korn som även minskade halten av α -linolensyra (Wijesundera et al., 2003). Foderolja ges också som extra energitillskott och dessa har däremot visat sig ha en positiv inverkan på halten CLA i mjölken (Chilliard & Ferlay, 2004). Linfröolja har en hög koncentration av α -linolensyra vilket ledde till högre halt i mjölken (Benchaar et al., 2012). Rapsolja ökade också andelen α -linolensyra i mjölken (DePeters et al., 2001; Looer et al., 2002) trots att innehållet i oljan inte är särskilt högt (se tabell 4). Innehållet är dock högre än både solros- och sojaolja vilka inte gav några ökade halter av α -linolensyra i mjölken (Chilliard & Ferlay, 2004).

I den här litteraturstudien fokuserades det på hur de olika fodermedlen påverkade mjölkfetthalten och fettsyrasammansättningen. Det är dock viktigt att inte glömma att det ur djurhälso- och produktionssynpunkt finns många andra faktorer som måste tas hänsyn till vid sammanställning av foderstater till högproducerande mjölkkor. De fodermedel som bäst ökar

mjölkfetthalten och de hälsofrämjande fettsyrorerna kan vara mindre fördelaktiga ur andra synpunkter som inte har tagits upp i den här studien. En foderstat måste exempelvis tillfredsställa mjölkkons behov av energi, protein, fibrer, mineraler och vitaminer.

I Europa har bland annat Irland börjat sälja Omega-3 berikad mjölk, dock har berikningen inte skett genom utfodring utan med tillsatt fiskolja direkt i livsmedlet (Nutra Ingredients, 2013). I Sverige säljs barnmjölk som är berikad med Omega-3-fettsyrans DHA men berikningen har även här skett genom tillsats av fiskolja (Nestlé, 2013). Ekologisk mjölk innehåller naturligt en högre andel Omega-3 och CLA på grund av att korna får gå på bete under en längre tid och att de får en högre andel grovfoder under vinterhalvåret jämfört med konventionella kor (Skånemejerier, 2013).

I Sverige får bonden mer betalt för högre mjölkfetthalt men inte för mjölkens fettsyrasammansättning. Det finns hälsorelaterade skäl att vilja påverka mjölkens fettsyrasammansättning men det måste finnas en ekonomisk vinning för att bonden ska vilja påverka detta genom sin utfodring. I den här litteraturstudien har variationen i mjölkens fettsyrasammansättning belysts men inte hur stora variationerna har varit. Det är därmed oklart om halterna av de hälsofrämjande fettsyrorerna i mjölken är tillräckligt höga för att ha någon effekt på humanhälsan. Analysmetoder för att bestämma mjölkens fettsyrasammansättning är dessutom en ytterligare kostnad som måste tas med i beräkning.

Slutsats

Grovfoderandelen i foderstaten bör var hög då både fetthalten och andelen hälsofrämjande fettsyror i mjölken ökar. Av alla grovfodermedel som finns är bete det allra bästa när det gäller mjölkens fettsyrasammansättning. Däremot ger det generellt en lägre fetthalt än övriga grovfodermedel. Av vinterfodermedlen är klöverensilage att föredra då det ger högst andel av de nyttiga fleromättade mjölkfettsyrorerna α -linolensyra, oljesyra och CLA. Gräsensilage är att föredra framför hö medan helsädesmajs ger minst positiva effekter på mjölkens fettsyrasammansättning. Kraftfoderandelen i foderstaten bör hållas så låg som möjligt utan att påverka mjölkproduktionen negativt. Av de olika spannmålsfodermedlen är majs att föredra eftersom det ger högst fetthalt i mjölken medan havre och korn ger lägst. Dock används majs i liten utsträckning i Sverige på grund av begränsade odlingsmöjligheter. Det är inte lämpligt att tillsätta för stora mängder av foderolja i foderstaten eftersom mjölkfetthalten minskar. Dock ger i synnerhet linfröolja positiva effekter på mjölkens fettsyrasammansättning.

Referenser

- Agenäs, S., Holtenius, K., Griinari, M., Burstedt, E. 2002. Effects of Turnout to Pasture and Dietary Fat Supplementation on Milk Fat Composition and Conjugated Linoleic Acid in Dairy Cows. Section A - Animal Science in: Acta Agriculturae Scandinavica 52:1, 25-33.
- Archer, S.y., Meng, S., Shei, A., Hodin, R.A. 1998. p21^{WAF1} is required for butyrate-mediated growth inhibition of human colon cancer cells. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America 5, 6791-6796.
- Arvidsson, K., Gustavsson, A.M., Fieves, V., Martinsson, K. 2012. The effect of N-fertilisation rate or inclusion of red clover to timothy leys on fatty acid composition in milk of dairy cows fed a commercial silage : concentrate ratio. Animal 6:7, 1178-1186.
- Baars, T., Wohlers, J., Kusche, D., Jahreis, G. 2011. Experimental improvement of cow milk fatty acid composition in organic winter diets. Journal of the Science of Food and Agriculture 92, 2883-2890.

- Bargo, F., Delahoy, J.E., Schroeder, G.F., Muller, L.D. 2005. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Animal Feed Science and Technology* 125, 17-31.
- Bawelin, V. 1997. Vallfoderrika foderstater till mjölkkor. Seminarieuppsats - Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård 8. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Benchaar, C., Romero-Pérez, G.A., Chouinard, P.Y., Hassanat, F., Eugene, M., Petit, H.V., Côrtes, C. 2012. Supplementation of increasing amounts of linseed oil to dairy cows fed total mixed rations: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations, and milk fatty acid composition. *Journal of Dairy Science* 95, 4578-4590.
- Boivin, M., Gervais, R., Chouinard, P.Y. 2012. Effect of grain and forage fractions of corn silage on milk production and composition in dairy cows. *The Animal Consortium* 7:2, 245-254.
- Chilliard, Y., Ferlay, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development* 44, 467-492.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109, 828-855.
- Corl, B.A., Barbano, D.M., Bauman, D.E., Ip, C. 2003. cis-9, trans-11 CLA Derived Endogenously from trans-11 18:1 Reduces Cancer Risk in Rats. *Journal of Nutrition* 133:9, 2893-2900.
- Dahlberg, M. 2003. Hur kan man undvika fetthaltsdepressioner i mjölken vid betesfoderstat. LG Husdjurstjänst Öjeby, Lingham.
- DePeters, E.J., German, J.B., Taylor, S.J., Essex, S.T., Perez-Monti, H. 2001. Fatty Acid and Triglyceride Composition of Milk Fat from Lactating Holstein Cows in Response to Supplemental Canola Oil. *Journal of Dairy Science* 84, 929-936.
- Dewhurst, R.J., Fisher, W.J., Tweed, J.K.S., Wilkins, R.J. 2003. Comparison of Grass and Legume Silages for Milk Production. 1. Production Responses with Different Levels of Concentrate. *Journal of Dairy Science* 68, 2598-2611.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F., Scollan, N.D. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Science Direct* 131, 168-206.
- Ferraretto, L.F., Crump, P.M., Shaver, R.D. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 96, 533-550.
- Harfoot, C.G., Hazlewood, G.P. 1997. Lipid metabolism in the rumen. *The Rumen Microbial Ecosystem*, 382-426.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. 1997. Conjugated Linoleic Acid in Milk Fat: High Variation Depending on Production system. *Nutrition Research* 17:9, 1479-1484.
- Kalscheur, K.F., Teter, B.B., Piperova, L.S., Erdman, R.A. 1997. Effect of Dietary Forage Concentration and Buffer Addition on Duodenal Flow of Trans-C18:1 Fatty Acids and Milk Fat Production in Dairy Cows 1,2. *Journal of Dairy Science* 80, 2104-2114.
- Khan, N.A., Tewoldebrhan, T.A., Zom, R.L.G., Cone, J.W., Hendriks, W.H. 2012. Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95:3.
- Kim, E.J., Huws, S.A., Lee, M.R.F., Scollan, N.D. 2009. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences* 22:9, 1341-1350.
- Jordbruksverket. Mars 2013a. <http://statistik.sjv.se/Dialog/Saveshow.asp>
- Jordbruksverket. Maj 2013b. Otillåtet foder. <http://www.jordbruksverket.se/arnesomraden/djur/foder/foderforolikadjurslag/otillatetfoder.4.29a582d01364dc665738000996.html>

- Loor, J.J., Herbein, J.H., Jenkins, T.C. 2002. Nutrient digestion, biohydrogenation, and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. *Animal Feed Science and Technology* 97, 65-82.
- Lopez-Huertas, E. 2010. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research* 61, 200-207.
- Mansbridge, R.J., Blake, J.S. 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition* 78:1, 37-47.
- Martin, P.A., Thomas, P.C. 1988. Dietary manipulation of the yield and composition of milk: Effects of dietary inclusions of barley and oats in untreated or formaldehyde-treated forms on milk fatty acid composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 43:2, 145-154.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. Digestion and lactation. In: *Animal nutrition* 6th ed, 179-182, 412-425. Pearson Education Limited, Edinburgh, Scotland.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. 2011. *Animal Nutrition*. 7th ed, 43, 482-485, 493-494, 507 & 541-543. Pearson Education Limited, Harlow, England.
- McGuire, M.A., McGuire, M.K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Journal of Animal Science* 77, 1-8.
- Mohammadzadeh, M., Faramarzi, E., Mahdavi, R., Nasirimotlagh, B., Jafarabadi, M.A. 2013. Effect of Conjugated Linoleic Acid Supplementation on Inflammatory Factors and Matrix Metalloproteinase Enzymes in Rectal Cancer Patients Undergoing Chemoradiotherapy. *Integrative Cancer Therapies*.
- Moorby, J.M., Dewhurst, R.J., Evans, R.T., Danelón, J.L. 2006. Effects of Dairy Cow Diet Forage Proportion on Duodenal Nutrient Supply and Urinary Purine Derivative Excretion. *Journal of Dairy Science* 89, 3552-3562.
- Månsson, H.L. 2008. Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*. Creative Commons Attribution.
- Nestlé. Maj 2013. http://www.nestlenutrition.se/infantnutrition/se/products/Documents/3219_NAN_Pro_3_factsheet_SE_K8.pdf
- Nutra Ingredients. Maj 2013. <http://www.nutraingredients.com/Consumer-Trends/Fresh-milk-with-omega-3-makes-debut-in-Ireland>
- Olsson, A., Emanuelsson, M., Wiktorsson, H. 1988. Linfröets egenskaper och användbarhet som foder. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 173. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Oskarsson, M. 2009. Hur kan man påverka mjölk kvalitén? Bra kvalitet på mjölken höjer avräkningspriset. *Djurhälso- & Utfodringskonferensen 2009*. Svensk Mjölk. April 2013.
- Overton, T.R., Cameron, M.R., Elliott, J.P., Clark, J.H., Nelson, D.R. 1995. Ruminant Fermentation and Passage of Nutrients to the Duodenum of Lactating Cows Fed Mixture of Corn and Barley. *Journal of Dairy Science* 78:9, 1981-1998.
- Parodi, P.W. 1999. Conjugated Linoleic Acid and Other Anticarcinogenic Agents of Bovine Milk Fat. *Journal of Dairy Science* 82, 1339-1349.
- Patel, M., Wredle, E., Bertilsson, J. 2013. Effect of dietary proportion of grass silage on milk fat with emphasis on odd- and branched-chain fatty acids in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96, 390-397.
- Pehrson, I. 2001. Nötkreatursbete ur Bete och Betesdjur, s. 117. Jordbruksverket. Elanders Gummessons, Falköping.
- Pierre, A-S., Minville-Waltz, M., Fèvre, C., Hichami, A., Gresti, J., Pichon, L., Bellenger, S., Bellenger, J., Ghiringhelli, F., Narce, M., Railland, M. 2013. Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid induced cell death in human colon cancer cells through reactive oxygen species-mediated ER stress. *Biochimica et Biophysica Acta* 1831, 759-768.

- Schroeder, G.F., Delahoy, J.E., Vidaurreta, I., Bargo, F., Gagliostro, G.A., Muller, L.D. 2003. Milk Fatty Acid Composition of Cows Fed a Total Mixed Ration or Pasture Plus Concentrates Replacing Corn with Fat. *Journal of Dairy Science* 86, 3237-3248.
- Simopoulos, A.P. 2001. n-3 Fatty Acids and Human Health: Defining Strategies for Public Policy. Supplement in: *Lipids* 36, 83-89.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hove, K. 2010. *Physiology of Domestic Animals*. 2nd edition, 570-572. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norway.
- Skånemejerier. Maj 2013. Ekologiskt. <http://www.skanemejerier.com/404/?404>; <http://www.skanemejerier.com:80/sv/Varaprodukter/Produktkatalog/Ekologisk-mjolk/>
- SLU. April 2013. Kostallplan. http://www.kostallplan.se/?page_id=85
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Stanton, C., Lawless, F., Kjellmer, G., Harrington, D., Devery, R., Connolly, J.F., Murphy, J. 1997. Dietary Influences on Bovine Milk cis-9,trans-11-Conjugated Linoleic Acid Content. *Journal of Food Science* 62:5.
- Svensk Mjök. Mars 2013. Smörtillverkning på mejerier. <http://www.svenskmjolk.se/Mjolk-smor-och-ost/Smor/Tillverkning1/#.UYof35Ufk5g>
- Tahir, M.N. 2012. Effects of the Level, Type and Processing of Cereal Grains in Diets for Dairy Cows - Feed Intake and Performance. Doctorial thesis. Department of Agricultural Research for Northern Sweden Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, vol 2012:53.
- Tahir, M.N., Lund, P., Hetta, M. 2012. The effects of and interactions between the maturity of grass silage and concentrate starch source when offered as total mixed rations on the performance of dairy cows. *Animal* 7:4, 580-590.
- Vanhatalo, A. Kuoppala, K., Toivonen, V., Shingfield, K.J. 2007. Effects of forage species and stage of maturity on bovine milk fatty acid composition. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109:8, 856-857.
- Wijesundera, C., Shen, Z., Wales, W.J., Dalley, D.E. 2003. Effect of cereal grain and fibre supplements on the fatty acid composition of milk fat of grazing dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Research* 70, 257-265.
- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A., Koenig, K.M., Rode, L.M. 1997. Comparison of Hull-less Barley, Barley, or Corn for Lactating Cows: Effects on Extent of Digestion and Milk Production. *Journal of Dairy Science* 80, 2475-2486.
- Zambiasi, R.C., Przybylski, R., Zambiasi, M.W., Mendonça, C.B. 2007. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. *Boletim do ceppa*, Curitiba 25:1, 111-120.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

<p>Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld</p>	<p><i>Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management PO Box 7024 SE-750 07 Uppsala Phone +46 (0) 18 67 10 00 Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-managemen</i></p>
--	--