

Afslutningsrapport

Effekt af nye malkemetodikker på mælkenes kvalitet

Mejeribrugets ForskningsFond

Rapport nr. 2007-88

April 2007



mejeriforeningen

danish dairy board

Slutrapport

Effekt af nye malkemetodikker på mælkens kvalitet

Af Lars Wiking og Jacob Holm Nielsen
Institut for Råvarekvalitet, Århus Universitet

Projektet er gennemført i perioden: 1. juli 2004 – 30. juni 2006
Finansieret af Mejeribrugets ForskningsFond og Dansk Kvæg.

Projektleder:

Forskningschef Jacob Holm Nielsen
Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet
Institut for Råvarekvalitet
Blichers Alle 20, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 11 63
E-mail: jacobh.nielsen@agrsci.dk

Projektdeltagere:

Ph.d. Lars Wiking, Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Institut for Råvarekvalitet, Blichers Alle 20, Postboks 50, 8830 Tjele, Tlf. 89 99 15 69 E-mail: lars.wiking@agrsci.dk.

Sammendrag:

Projektets formål var etablere det nødvendige videngrundlag for produktion af mælk med høj sensorisk og teknologisk kvalitet ved anvendelse af nye malkningsteknologier. I forbindelse med projektet er det påvist, at pladekøling af mælken i malkestalden tæt på malkesættet signifikant nedsætter syregraden i mælken. Det er en forlængelse af modelforsøg, der har udmøntet dette, da de viste, at en mælkefedtkugle bestående af hovedsagligt krystallinsk fedt er mere stabil ved pumpning sammenlignet med fedtkugler, der består af mere flydende fedt. Der er i projektet udviklet en lav-felt NMR-metoden til at detektere udkrystalliseringen af mælkefedt i fløde, hvor fedtet er til stede i native fedtkugler. Projektet har desuden vist, at øget malkningsfrekvens og mættet foderfedt svækker stabilitet af mælkefedtkuglen. Mælk fra en yverhalvdal, der blev malket 4 gange dagligt, havde en signifikant større koncentration af frie fedtsyrer end mælk fra den anden halvdal af yveret, der kun var malket 2 gange per dag. Årsagen til den større akkumulering af frie fedtsyrer ved hyppigere malkning er formentlig, at de producerede fedtkugler er signifikant større end ved 2 gange malkning. Andre forsøg i projektet har netop vist, at større fedtkugler er mere udsatte for lipolyse.

Abstract:

The aim of the present project was to establish knowledge about the consequences of using modern milking technologies on the sensory and technological quality of milk. In connection with the project, it was demonstrated that plate exchange cooling of the milk in the milking parlour close to the milking unit reduces the acid level of milk. Model experiments showed that a milk fat globule mainly consisting of crystalline fat is more stable during pumping compared to fat globules consisting of more liquid fat. In the project, a low-field NMR method was developed that detects crystallization of milk fat in cream, where the fat is present as native fat globules. The results have shown that increased milking frequency and saturated fat supplements weaken the stability of the milk fat globule. Milk from an udder, where one half was milked 4 times a day, had a significantly higher concentration of free fatty acids than milk from the other half of the udder, which was only milked twice a day. The reason for the higher accumulation of free fatty acids at more frequent milking is presumably that the produced fat globules are significantly larger than when only milking twice a day. Further experiments in the project have indeed shown that large fat globules are more prone to lipolysis.

Baggrund:

Interessen for produktion af højkvalitetsfødevarer er stærkt stigende, og kvaliteten af råvarer vil i fremtiden være af afgørende betydning for primærproduktionens og forarbejdningsindustriens konkurrenceevne. Mælkens smag er afgørende for forbrugeren. Ved malkning, pumpning og lagring af mælk på gården udsættes mælken for en stor mekanisk belastning, idet malkeudstyret har et stort luftindtag, mælken pumpes i rør med relativ lille diameter over lange afstande og kan i nogle situationer afkøles meget kraftigt, som resultat af for høj kølekapacitet. Dette bevirker, at mælkens fedtkugle beskadiges, idet overfladespændingen ændres, og de lipaser, der findes i mælken, kan komme i kontakt med triglycerider, hvorved der dannes frie fedtsyrer med smagsfejl til følge. Indholdet af frie fedtsyrer er ved konventionel malkning i bindestald fundet at være foruroligende højt (0,84), og undersøgelser viser, at mælk malket med automatiske malkesystemer har et endnu højere indhold af frie fedtsyrer (1,13). Dette har indflydelse på mælkens teknologiske og sensoriske kvalitet. De beskadigede fedtkugler vil ligeledes kunne smelte sammen og danne flødeprop, som man ser det i uhomogeniserede mælkeprodukter. Endvidere finder man i dag i enkelte produkttyper dannelse af olieperler, der indikerer, at mælkens fedtkugler kan være ødelagt under pumpning.

Automatisk malkning (AMS) er baseret på en anden teknologi end traditionel malketeknologi og øger risikoen for forringelse af mælkens egenskaber. Således er der øget risiko for iblanding af luft i mælken ved omkobling, hvilket medfører øget mekanisk belastning af mælkens fedtkugler samt øget oxygenkoncentration i mælken. Malkning med automatiske malkesystemer indebærer, at malkningerne pågår spredt over dagen og ikke ved gængs morgen- og aftenmalkning som ved konventionel malkning. Dette medfører endvidere, at mælken pumpes i mindre mængder gennem rørsystemerne samtidig med, at mælken lagres i mælketanken i mindre portioner gennem hele døgnet. Herved opstår væsentlige temperaturfluktuationer i mælken forårsaget af løbende opblanding af nymalket og lagret mælk. Tidligere studier viser, at temperaturfluktuationer i rå mælk forøger lipolysen (Statens mejeriforsøg 1962).

Kølingens indflydelse på mælkefedtkuglens stabilitet

Mælkens temperatur synes at være afgørende for mælkens stabilitet under pumpning. I dag pumpes mælken uafkølet fra malkesættet til gårdtanken, hvilket betyder, at mælken malket i bindestalde og gårde med automatisk malkning pumpes over lange afstande. Ved anvendelse af AMS henstår mælken ofte uafkølet i en buffertank i relativt lang tid inden den køles i et pladeanlæg og lagres i køletank. Buffertankens kapacitet og malkningsintervallet er afgørende for, hvor ofte buffertanken tømmes. Lagring ved høj temperatur efter pumpning forventes at forøge lipolysen i mælkens fedtkugle samtidig med, at der vil forekomme øget aggregering af beskadigede mælkefedtkugler.

Ved konventionel malkning med afhentning en gang i døgnet kan der ligeledes opstå store fluktuationer i mælketemperaturen. Således er mælkens temperatur efter anden malkning og umiddelbart før afhentning ofte så høj som 16°C, hvorved yderligere skade på fedtkuglen under pumpning til tankbilen kan forekomme. Som nævnt oven for kan temperaturfluktuationer forårsage, at mælkefedt, der ellers er krystalliseret igen, bliver delvist flydende og hermed øger

lipolysen i mælken. For at hindre sådanne beskadigelser må man forvente, at en hurtig køling umiddelbart efter malkning, der øger mælkefedtkuglernes evne til at modstå fysiske påvirkninger, er en oplagt mulig løsning på problemet. Dette vil blive undersøgt i mælkesystemer, hvor mælken køles direkte efter, at den har passeret malkesættet.

Med henblik på at forstå, hvorledes det er muligt at reducere mekanisk belastning af mælakens fedtkugler, er det nødvendigt at få et øget kendskab til de bagvedliggende fysiske og kemiske ændringer, der pågår i mælken som resultat af den mekaniske påvirkning i forbindelse med automatisk malkning. Det er i særdeleshed vigtigt at opnå en forståelse af, hvilke af de påvirkninger, mælken udsættes for under malkning, der er kritiske, og dernæst, hvorledes det er muligt at imødegå den heraf afledte kvalitetsforringelse gennem ændret fodrings- og kølingsstrategi.

Formål:

Formålet med projektet var:

- At etablere det nødvendige videngrundlag for produktion af mælk med høj sensorisk og teknologisk kvalitet ved anvendelse af nye malkningsteknologier herunder instant cooling efter malkesættet.
- At udvikle nye, specifikke og følsomme metoder til at detektere ændringer i fedtkuglen som følge af mekanisk behandling.
- At identificere de væsentligste faktorer ved malkning, der har indflydelse på mælkefedtkuglens sammensætning/stabilitet og indflydelse på mælakens kvalitet.
- At optimere malkningsteknologien ved anvendelse af instant cooling med henblik på at kunne pumpe mælken uden reduktion af mælakens kvalitet.

Resultater:

Metodeudvikling

Da mælkefedt, der er næsten helt krystalliseret, er stabilt ved pumpning, er det væsentligt at kunne følge krystalliseringsprocessen ved forskellige analysemetoder. Der er foretaget mange studier, hvor faseovergangen under krystalliseringen af mælkefedt er observeret; men der er ikke udviklet metoder, hvor faseovergangen for mælkefedtet sker i native fedtkugler som det er tilfældet i fløde.

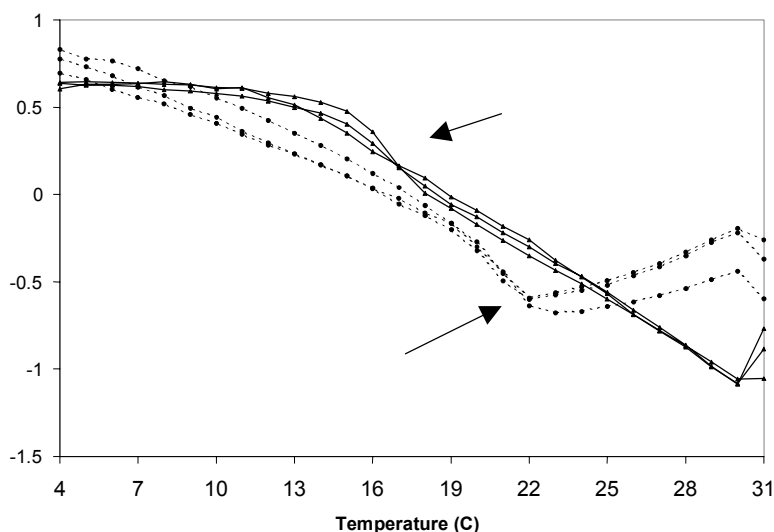
Vi har i dette projekt udviklet en lav-felt ^1H Nuclear magnetic resonance (NMR) metode til at detektere krystallisation af mælkefedt ved køling af fløde. Transverse relaxation (T_2) blev målt under køling af fløde fra 31-34°C. Der blev analyseret på fløde med to forskellige fedtsyresammensætninger (Tabel 1). Principal component analyse (PCA) af den transverse relaxation (T_2) viser et klart skifte i NMR-relaxation ved 17 og 22°C for mælk med henholdsvis

høj andel af kort- og langkædede fedtsyre (Figur 1). Disse faseskift blev bekræftet med Differential scanning calorimetri (Figur 2).

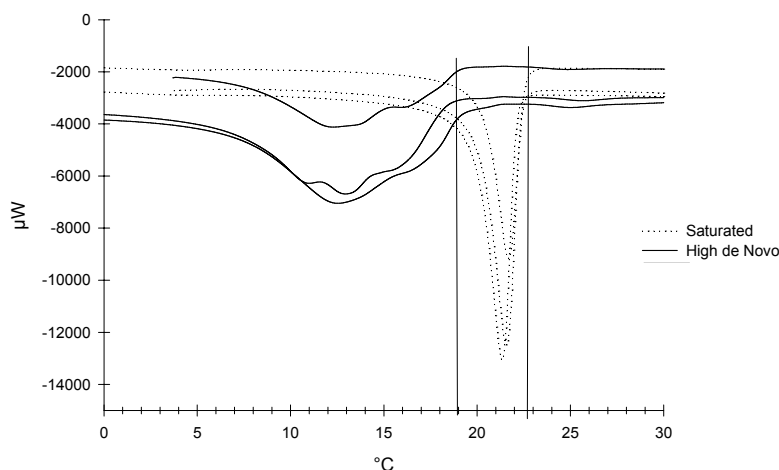
Tabel 1. Fedtsyresammensætningen i mælk fra køer, som blev fodret "high *de novo*" eller med mættet tilskudsfedt. High *de novo* er fedtsyresammensætning i mælk fra køer, der har fået en lav-fedt fodring baseret på byg.

	Foder	
	High <i>de novo</i>	Mættet fedt
C4	3,6±0,2	3,4±0,1
C6	2,5±0,1	1,7±0,1
C8	1,6±0,1	0,9±0,1
C10	4,1±0,3	1,8±0,1
C12	4,9±0,6	2,3±0,2
C14	14,2±1,4	9,1±0,4
C16	39,0±3,3	58,7±0,6
C16:1	2,1±0,3	4,3±0,2
C18:0	7,8±2,5	3,2±0,2
C18:1	17,8±3,5	13,1±0,4
C18:2	2,1±0,4	1,2±0,1
C18:3	0,5±0,1	0,3±0,02

Den nye metode er derfor velegnet til at detektere krystallationsovergangen af mælkefedt i fløde, hvilket gør den unik. Perspektivet for metoden er at kunne kontrollere, hvornår mælkefedtet i fedtkuglemembranen (MFG) kan pumpes, uden at der sker skade på MFG.



Figur 1. Plot af første principal komponent fra en PCA af NMR T₂ relaxationsdata opsamlet under køling af fløde fra 31-34°C. De fuldt optrukne linier er fløde fra high *de novo* og de stiplede linier hidrører fra mættet fedt (tabel 1). Pilene indikerer skiftene i T₂ relaxation.



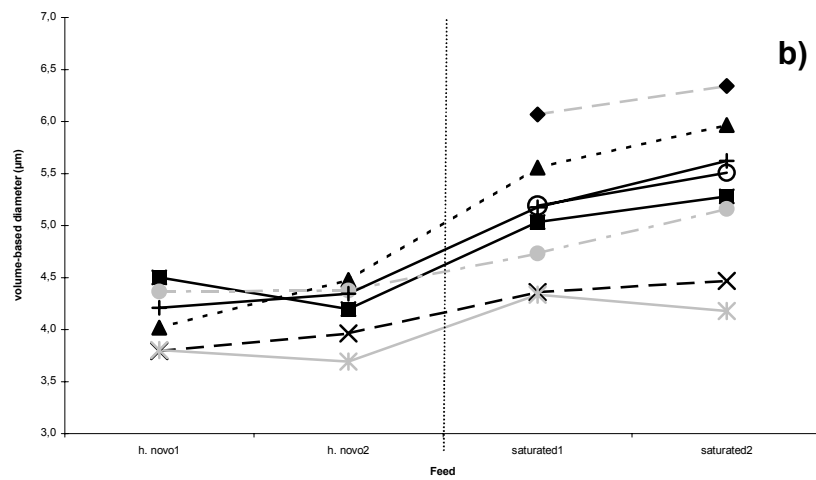
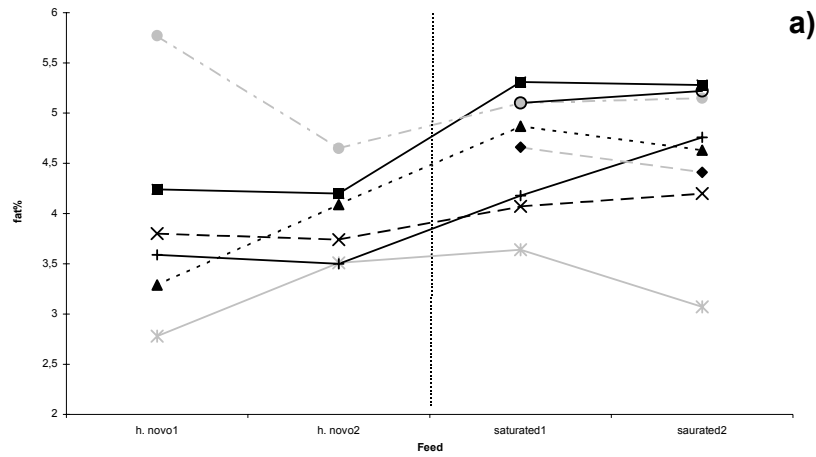
Figur 2. DSC-skan af fløde kølet fra 31-34°C, kølingshastigheden er 0,1°C/min. De fuldt optrukne linier er fløde fra high *de novo* og de stiplede linier er fra mættet fedt (refererer til tabel 1). De lodrette streger viser begyndelseskristallisationstemperaturen.

Fodringsmæssige parametre af betydning for mælkekvalitet ved pumpning, køling og lagring

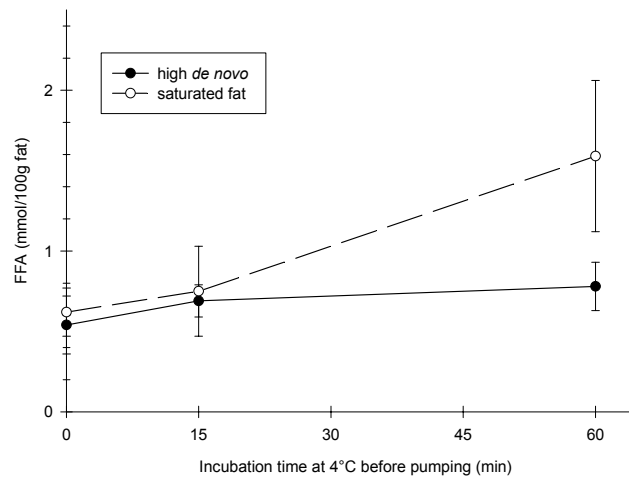
I et nyligt gennemført studium har vi påvist, at mælkens fedtsyresammensætningen og fedtkuglestørrelsen har betydning for stabilitet af MFG under pumpning. Disse faktorer blev reguleret af koens fedtforsyning, hvor mættet foderfedt resulterer i fedtkuglemembraner med stor gennemsnitlig diameter og højt indhold af mættede fedtsyrer.

I dette forsøg med to grupper af køer blev stabiliteten af mælkens fedtkugler undersøgt som funktion af den tid, mælken havde været inkuberet ved 4°C. Den ene gruppe af køer modtog mættet foderfedt, mens en anden gruppe af køer modtog en lav-fedt-foderblanding, der resulterer i, at koen selv producerer et højt niveau af kortkædede fedtsyrer. Figur 3 viser, at i den periode, hvor køerne modtog mættet foderfedt, steg mælkens fedt% og samtidig øgedes gennemsnitsdiametere af mælkens fedtkugler signifikant sammenlignet med, når køerne modtog lav-fedt-foderblandingen. Fodringen påvirkede som ventet også mælkens fedtsyresammensætningen (Tabel 1). Lav-fedt-fodringen resulterer i en større andel af fedtsyrer med kædelængden C4-C14, mens foderblandingen med mættet foderfedt havde en stor andel af palmitinsyre (C16).

De to mælketyper indgik i et pumpeforsøg, hvor mælken blev kølet til 4°C i en pladekøler lige efter malkningen. En del af mælken blev pumpet straks, en anden del blev inkuberet ved de 4°C i 15 min før pumpning, og den sidste del i 60 min ved 4°C i 60 min. Figur 4 viser, at syregraden i mælken er signifikant højere ved længere inkubationstid, og at stigningen er størst i mælk fra køer, der blev fodret med en høj andel af mættet foderfedt. Årsagen til den højere udvikling i syregraden i mælken fra køer, der havde ædt mættet foderfedt, skyldes, at mælken har store fedtkugler og en høj fedtprocent, hvilket er i overensstemmelse med tidligere viste resultater (Wiking *et al.*, 2003). Store fedtkugler har mindre overfladespænding end små, og når de støder sammen under pumpning, er koalitionsenergien større.



Figur 3. a) Fedtprocenten i mælk fra individuelle køer, når de modtager high *de novo* eller mættet foderfedt. b) Gennemsnitsdiameteren af mælkefedtkuglen for individuelle køer, når de modtager high *de novo* eller mættet foderfedt. Der har været to udtagninger (1 og 2) i hver foderbehandling. Forsøget blev gennemført som et cross-over-forsøg. Hver linje repræsenterer én ko.

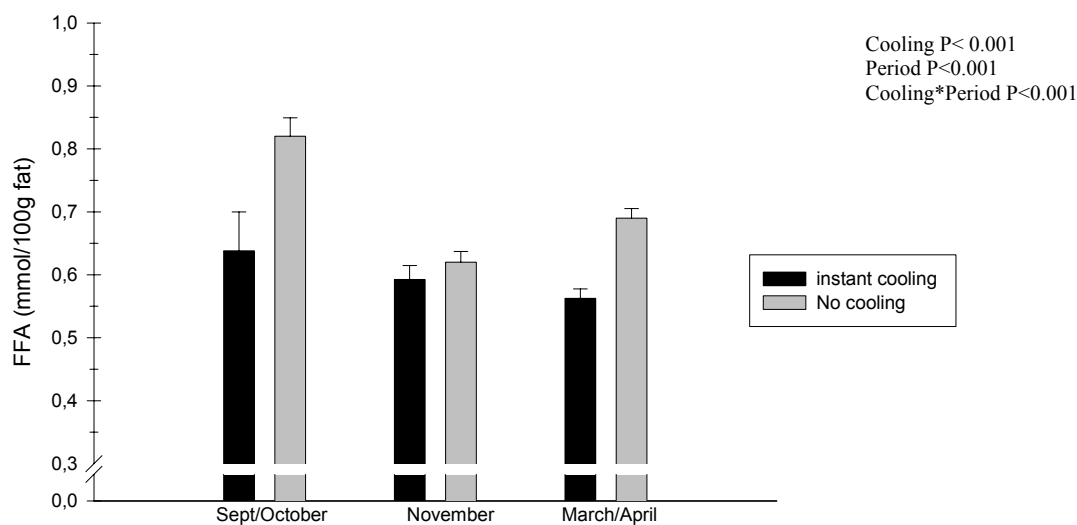


Figur 4. Effekten på syregraden af inkubationstiden ved 4°C før pumpning. Mælken stammede fra køer, der var fodret med henholdsvis høj *de novo* eller med mættet foderfedt. Mælken blev pumpet i 450 s med shear rate på 565 s⁻¹. Syregraden var målt med BDI-metoden.

Anvendelse af Instant cooling til køling af mælk

Da modelforsøgene har vist, at mælkefedtkuglens stabilitet ved pumpning øges, når mælken er nedkølet til 4-5° C (Wiking *et al.*, 2003), har næste trin været at udføre et fuldskala-forsøg i en malkestald. En pladekøler blev opsat i malkestalden; meget tæt på malkesættet. Her blev mælken nedkølet til 4°C og derefter pumpet videre til mælketanken, hvilket gav en samlet pumpelængde på 22 meter. Prøveudtagningen af mælken foregik 2 meter før indløbet til mælketanken og blev foretaget med en lille pumpe med samme styring som den frekvensstyrede mælkepumpe, således at den udtagne mælkeprøve er en proportional mælkeprøve af den malkede mælk.

Anvendelse af pladekøling af mælken lige efter malkesættet bevirkede et signifikant lavere niveau af frie fedtsyrer i mælk i forhold til mælk det ikke blev kølet før pumpning (Figur 5). Den gennemsnitlige sænkning af syregraden var 0,12 mmol/100 g fedt. Desuden var der også en signifikant årstidsvariation og vekselvirkning på syregraden. Dette resultat er i overensstemmelse med resultaterne fra vore tidligere modelforsøg, der viser, at nedkølet mælk er stabilt ved pumpning. Dermed er der givet et løsningsforslag til mælkeproducenter til at sænke syregraden i mælk.



Figur 5. Effekten af pladekølingen i malkestalden på syregraden. Der er foretaget målinger i tre perioder. Hver søjle repræsenterer målinger på fire aftenmalkninger. Syregraden var målt med BDI-metoden.

Malkningsfrekvens

I automatiske malkesystemer malkes køerne oftere end i konventionelle malkestalde. Den gennemsnitlige malkningsfrekvens i AMS er således 2,6 per døgn (Hogeveen *et al.* 2001). Tidligere studier har vist, at syregraden i mælk ved øget malkningsfrekvens sammenlignet med 2 malkning gange per døgn (Klei *et al.* 1997; Jellema, 1986). Årsagen og mekanismerne bag den øgede syregrad ved hyppigere malkningsfrekvens er ikke klarlagt, og derfor udførte vi et halv-yver forsøg for at studere mekanismerne bag den øgede syregrad i mælk, hvor køerne er malket hyppigere.

I forsøget indgik 11 Svenske rød-hvide malkekøer. Køerne blev malket 4 gange i døgnet på den ene halvdel af yveret og 2 gange i døgnet på den anden halvdel. Dette resulterede i en signifikant højere syregrad (1,49 mEq./100 g fedt) i mælken fra den del af yveret som blev malket 4x, i forhold til syregraden i mælk fra den del som blev malket 2x (1,14 meq./100 g fedt) (Tabel 2). Ved øget malkningsfrekvens forventes større mælkeydelse, og i dette forsøg gav den del af yveret, der blev malket 4x, 9% mere mælk i forhold til den del, som blev malket 2x. Malkningsfrekvensen havde ingen signifikant effekt på mælkens fedt% og fedtydelsen (kg fedt/døgn). Men mælken fra den del af yveret, som blev malket 4x, indeholdt fedtkugler med en signifikant større gennemsnitsdiameter end i mælk fra den yverhalvdel, der kun blev malket to gange i døgnet (Tabel 3). Tidligere forsøg har vist, at netop store fedtkugler er mere ustabile, og der derfor forekommer en øget fedtspaltning. Desuden afviste det nye studie teorier om, at en større egensyntese af fedtsyrer i yveret skulle være årsag til højere syregrad ved hyppigere malkning, da der ikke var forskel på mælkens fedtsyresammensætning ved 2x og 4x malkning. Resultaterne viser, at øget malkningsfrekvens giver højere syregrad i mælken, og dette er en af årsagerne til, at syregraden er højere i mælk fra AMS.

Tabel 2. Koncentrationen af frie fedtsyrer (FFA) i mælk i kontrolperioden og den efterfølgende periode, hvor halvdelen af yver blev malket 2x i døgnet og den anden halvdel 4x. FFA-0h er FFA-koncentrationen lige efter malkning og FFA-24h er efter 24 timer ved 5°C. Koncentrationen af FFA er målt med autoanalyser-metoden. Standardafvigelse er i parentes.

	Kontrolperiode, 2x malkning/dag	2x malkning/dag	4x malkning/dag
FFA-0h (meq./100 g fedt)	0,68 ^a (0,02)	0,72 (0,03)	0,76 ^b (0,04)
FFA-24h (meq./100 g fedt)	1,21 (0,08)	1,14 ^a (0,09)	1,49 ^b (0,15)

Tabel 3. Den gennemsnitlige fedtkuglediameter mælk i kontrolperioden og den efterfølgende periode, hvor halvdelen af yver blev malket 2x i døgnet og den anden halvdel 4x.

	Kontrolperiode, 2x malkning/dag	2x malkning/dag	4x malkning/dag
Fedtkuglediameter vægtet efter volumen ($d_{(4,3)}$), μm	4,213 ^a (0,041)	4,282 ^a (0,063)	4,357 ^b (0,072)

Referencer:

Hogeveen, H., W. Ouweltjes, C.J.A.M. de Koning & K. Stelwagen (2001). Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science* **72** 157-167.

Jellema, A. (1986). Some factors affecting the susceptibility of raw cow milk to lipolysis. *Milchwissenschaft*. 41: 553-538.

Klei, L.R., J.M. Lynch, D.M. Barbano, P.A. Oltenacu, A.J. Lednor & D.K. Bandler (1997). Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science* **80** 427-436.

Statens Forsøgsmejeri (1962). 136. beretning, Lipasevirksomhed i mælk og nogle mejeriprodukter. Hillerød.

Wiking L, L. Björck & J. H. Nielsen (2003). The influence of feed on stability of fat globules during pumping of raw milk. *International Dairy Journal* **13** 799-803.

Publikationer fra projektet:

Peer-reviewed artikler

1. Wiking, L., H.C. Bertram, L. Björck & J. H. Nielsen (2005). Evaluation of cooling strategies for pumping of milk - Impact of fatty acid composition on free fatty acid levels. *Journal of Dairy Research* **72** 476-481.
2. Bertram, H. C., L. Wiking, J. H. Nielsen & H. J. Andersen (2005). Direct measurement of phase transitions in milk fat during cooling of cream - A low-field NMR approach. *International Dairy Journal* **15** 1056-1063.
3. Wiking, L., J.H. Nielsen, A.-K. Båvius, A. Edvardsson & K. Svennersten-Sjaunja (2006). Impact of Milking Frequencies on the Level of Free Fatty Acids in Milk, Fat Globule Size and Fatty Acid Composition. *Journal of Dairy Science* **89** 1004-1009.
4. Rasmussen, M. D., L. Wiking, M. Bjerring & H. C. Larsen (2006). The influence of air intake on the level of free fatty acids and vacuum fluctuations during automatic milking. *Journal of Dairy Science* **89** 4596-4605.
5. Weisbjerg, M. R., L. Wiking, N.B. Kristensen & P. Lund. Effects of supplemental dietary fatty acids on milk yield and fatty acid composition in high and medium yielding cows (submitted, *Journal of Dairy Research*)
6. Wiking, L. & J. H. Nielsen (2007). Effect of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Animal and Feed Sciences* **16** Suppl. 1, 108-116.
7. Wiking, L., T. Larsen & J. Sehested. Effect of dietary zink and saturated fat supplements on cow fat metabolism and lipolysis in milk (manuskript under udarbejdelse).

Ph.d-afhandling

Wiking, L. (2005). Milk Fat Globule Stability. Lipolysis with Special Reference to Automatic Milking Systems. Ph.d.-afhandling nr. 49, ISBN 91-576-7048-x, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Proceedings og posters til konferencer samt populærvideenskabelige artikler

Wiking, L., L. Björck & J. H. Nielsen (2004). Impact of size distribution of milk fat globules on milk quality affected by pumping. Symposium on Automatic Milking, 24.-26. marts 2004, Lelystad, Holland, Automatic milking - a better understanding, s. 348-356.

Wiking, L. (2004). Impact of size distribution of milk fat globules on milk quality affected by pumping. (Indlæg). LMC/Food congress life style, 17.-18. marts 2004, DTU, Lyngby, s. 65-65

Bertram, H.C., L. Wiking, J. H. Nielsen & H. J. Andersen (2004). Low-field NMR T2 relaxometry applied to monitor phase transitions during cooling of cream. I: Abstracts 7th International Conference on applications of magnetic resonance in food science, København, s. 4.

Svennersten-Sjaunja, K., A. Edvardsson, A.-K. Båvius, I. Andersson & L. Wiking. EAAP, Uppsala, 5.-8. juni 2005. Poster, s. 178.

Wiking, L. (2005). Muligheder for at stabilisere mælkefedtkuglen i leverandørmælken. Indlæg. Mejeriteknisk selskab, Sabro Kro, 3. november 2005.

Weisbjerg, M.R. & L. Wiking, (2006). Milk production response to increased fatty acid level in the feed. (Poster) American Dairy Science Association Joint Annual Meeting, Minneapolis, Minnesota, USA, 9. juli 2006 - 13. juli 2006.

Wiking L. (2006). Reducing lipolysis in milk at farm level through rapid cooling. (Poster). IDF World Dairy Congress, Shanghai, oktober 2006.

Wiking, L. (2006). Øget malkningsfrekvens giver højere syregrad i mælken. Ny KvægForskning. årg. 4, nr. 3, juni. s. 3

Wiking, L. & Nielsen, J.H. (2007). Effekt af nye malketeknologier på mælkenes kvalitet. (Indsendt til mælkeritidende).

Sehested, J, Wiking, L & Larsen, T. (2007). Dietary fat affects plasma and milk zink content in dairy cows. (Abstrakt indsendt til EAAP, Dublin).

Forskeruddannelse

Projektet var en del af mejeriingeniør Lars Wikings ph.d-studie. Afhandlingen blev forsvaret 24. maj 2005 i Uppsala, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Samarbejdsrelationer

Flere af forsøgene er udført i samarbejde med SLU. Professor Lennart Björck (Inst. for livsmedelsvetenskap) har været hovedvejleder i ph.d-studiet. Forskningen omkring malkningsfrekvens er udført i samarbejde med Prof. Kerstin Svennersten-Sjaunja ligeledes fra SLU (Inst. for Husdjurens Udfodring och Vård).

Vurdering af projektets praktiske og videnskabelige betydning for mejeribrug

Projektet har i fuld-skala forsøg vist, at instant cooling kan reducere syregraden i mælk. Ligesom projektet har skabt ny viden om, hvilke faktorer, der påvirker stabiliteten og størrelsen af mælkefedtkuglen, hvilket kan give ophav til nye fodringsprincipper i relation til produktion af mælk der er modstandsdygtig overfor lipolytisk haskning.

Projektet har givet ophav til et nyt forskningsprojekt omkring krystallisering af mælkefedt finansieret af Forskningsrådet for Teknologi og Produktion.

Designet af mælkefedtkuglernes størrelsesfordeling gennem fodringen vil formentlig kunne påvirke tekturen af oste samt lipolysen i ostene under modningen. Med den viden vi har opbygget i dette, vil det være nærliggende i fremtiden at kombinere det med forskning i osteteknologi.

