

Skötselfaktorernas inverkan på mjölkens kvalitetsegenskaper.

Kerstin Svennersten Sjaunja, Inst. för Husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Bakgrund

Grunden till mjölkens råvarukvalitet för olika mejeriprodukter läggs redan på gården. Både mjölkens hygieniska kvalitet och mjölkens sammansättning kan påverkas via skötselrutiner, där mjölkning utgör en betydelsefull del. Mjölkningsintervallets längd, mjölkningsfrekvensen och avskiljning av mjölk från enstaka juverdelar är faktorer som kan ha betydelse för mjölkens kvalitet såsom sammansättning, smak och processegenskaper.

Mjölkfettets och mjölkproteinets beståndsdelar

Mjölkfettet består till ca 98 % av triglycerider, vilka är försedda med fettsyror av olika kedjelängd. Fettsyrorna har olika ursprung, de kortare syntetiseras i juvret med acetat och beta-hydroxybutyrat som substrat, medan de långa och medellånga härrör från foderfett och fett i kroppsdepåerna (Walstra & Jeness, 1984). Fettsyrasammansättningen kan påverkas via utfodring och av aktiviteten i den mjölkbildande cellen.

Glyceriderna återfinns inneslutna i fettkuler som omges av ett membran, bestående av framför allt fosfolipider, lipoproteiner, glykolipider och enzymer. Membranets funktion är att förhindra aggregering av fettkulorna samt att skydda mot enzymet lipas' aktivitet. Byggstenarna till membranet härrör till stor del från den mjölkbildande cellens apikala membran (Walstra & Jeness, 1984) men enligt nya forskningsresultat härstammar en del membranstrukturer från cellens endoplasmatiska retikulum (den del av cellen där bl.a. protein och fett syntetiseras) (Wu et al., 2000). Det är välkänt att fettkulmembranets stabilitet kan påverkas av ovarsam hantering av mjölken, varvid triglyceriderna blir mera åtkomliga för lipas, vilket i sin tur kan leda till att halten av fria fettsyror (FFA) i mjölken ökar. Förhöjda FFA-halter kan orsaka smakfel såsom härsken smak eller oxidationssmak. Hur känslig fettkulan är för yttre påverkan beror antagligen på "biologiska" faktorer. Fettkulornas diameter varierar från 0.1 – 15 µm (Walstra et al 1999). Generellt sett har mjölk med hög fetthalt genomsnittligt högre fettkulestorlek än mjölk med låg fetthalt. Fettkulestorleken varierar under mjölkningens gång med de mindre fettkulorna i början av mjölkningen när fetthalten är låg och de större i slutet av mjölkningen när fetthalten är hög (Kernohan & Lephart, 1969; Grimm 1987). Det har rapporterats att mjölkningsintervallets längd har betydelse för fettkulornas genomsnittliga diameter, men resultaten är motsägande. Aronen (1983) fann att den genomsnittliga diametern var mindre vid 4 timmars mjölkningsintervall jämfört med 12 timmar, medan vi i våra egna studier har sett det rakt motsatta (Svennersten Sjaunja et al, 2004). Deeth (1997) har framlagt hypotesen att ju större fettkulorna är, desto mindre mängd fosfolipider innehåller de per massenhet fett och de skulle därför vara mer känsliga för skador. Walstra & Jenness (1984) anser att lipolysen initialt är proportionell mot ytan på fettkulmembranet medan den avtar med tiden, antagligen beroende på ökad mängd "produkt"-inhibitorer, såsom långa fettsyror. Att undersöka om fettkulestorleken är relaterad till FFA-halten var därför ett av syftena i projektet samt hur och om fettkulestabiliteten, framförallt det omgivande membranet, är påverkat av mjölkningsintervallet. Studien genomfördes som ett halvjuverförsök för att få kunskap om effekten är en biologisk effekt och om regleringen i så fall sker lokalt i juvret.

Mjölkproteinet består till ca 70-75% av kasein medan resten utgörs av vassleproteiner (Walstra m.fl. 1999). Ur produktkvalitetssynpunkt är kaseinet den ekonomiskt viktigaste komponenten speciellt vid oststillverkning, varför det är angeläget att upprätthålla en hög halt av kaseinprotein

i mjölken. Förhållandet mellan kasein och vassleproteiner är till stor del genetiskt betingat. Kaseininnehållet kan dock påverkas av enzymet plasmin, som finns i mjölken och som är aktivt vid normal kroppstemperatur. Plasminogen kommer från blodet i sin inaktiva form och omvandlas till plasmin, den aktiva formen, inne i juvret. Plasmin bryter ner mjölkprotein, framförallt kasein. Vid ökad mjölkningfrekvens lagras mjölken en kortare tid i juvret varvid plasminets möjlighet att påverka kaseindelen också blir mindre om mjölkningsintervallen förkortas (Klei et al., 1997). Hur mjölkningsintervallet påverkar plasmin/plasminogenaktiviteten och därmed kaseininnehållet undersöktes i denna studie i ett s.k. halvjuverförsök.

I samband med mastit ökar också plasminhalten i mjölken, vilket skulle kunna vara en bidragande orsak till att kaseinhalten är lägre i mastitmjolk jämfört med mjölk från ett friskt juver. Eftersom mastit oftast förekommer i en juverdel skulle det kanske löna sig att redan under mjölkning avskilja den eller de juverdelar som har ett förhöjt celltal i mjölken. När kon har mastit ökar celltalet i mjölken, vilket är ett inflammatoriskt svar på infektion eller skada. I våra egna studier har vi uppmärksammat att en betydande andel juverfjärdedelar med förhöjt celltal förblir oupptäckta då juverhälsoläget kontrolleras på heljuvernivå och där celltalet i samlingsmjölken kan vara så lågt som under 100 000 celler/ml mjölk (Berglund et al, 2004). Intressant är också fynden att det vid relativt låga eller måttliga förhöjningar i celltal sker betydelsefulla förändringar i mjölkens sammansättning (Berglund, 2003; Åkerstedt, 2003).

Utvecklingen inom mjölkproduktionen

Dagens mjölkproduktion går mot allt större enheter där mjölkningen blir mer automatiserad samtidigt som avkastningsnivån hos korna ökar. Utvecklingstrenden kan bl.a. medföra en ökad mjölkningfrekvens med korta och ibland oregelbundna mjölkningsintervall. I automatiska mjölkningssystem (AM) kan dessutom problemet uppstå att enstaka spenar blir dåligt urmjölkade eller att en spene inte mjölkas på grund av att spenkoppspåsättningen misslyckats. Vad detta innebär för mjölk kvaliteten är inte fullt utrett.

Syfte

Syftet med projektet var att

- 1) öka förståelsen kring varför FFA-halten i mjölken ökar vid ett kortare mjölkningsintervall samt hur mjölkproteinets sammansättning påverkas av mjölkningsintervallets längd
- 2) undersöka vad det betyder för mjölkens sammansättning i tanken om mjölk från juverdelar med förhöjt celltal avskiljs redan i samband med mjölkningen
- 3) undersöka hur mjölkens sammansättning påverkas om en juverhalva förblir omjölkad vid en enstaka mjölkning (dvs om man hoppar över en mjölkning).

Material och metod

Projektet genomfördes som ett samarbetsprojekt mellan Institutionerna för Husdjurens utfodring och vård (projektledning) och Livsmedelsvetenskap, SLU (delstudie 2 och 3), samt Institutet för jordbruksvetenskap, DIAS, Foulum Danmark (delstudie 1) och Svensk Mjolk (delstudie 2). Försöken var förlagda till Kungsängens forskningscentrum, Uppsala. Studierna genomfördes med SRBkor inhysta i uppbundet system och kor inhysta i stall försett med AM. Uppsala etiska försöksnämnd har gett tillstånd för att genomföra försöken.

Delstudie 1. Mjölkningsfrekvensens inverkan på mjölkfett och mjölkprotein.

I studien ingick elva kor i laktationsnummer 1-4 och laktationsvecka 8-50. Före försökets början var kornas mjölkcelltal under 100 000 celler/ml mjölk. Den experimentella designen var halvjuverförsök, vilket innebär att ena juverhalvan utsätts för en behandling och motstående juverhalva utgör kontroll. Studien varade i tolv dagar och bestod av två perioder. Under första perioden mjölkades varje juverhalva med tolv timmars mjölkningsintervall och i period två mjölkades den ena halvan med tolv timmars intervall (kontroll) medan den andra mjölkades med sex timmars intervall.

Mjölmängd för de båda juverhalvorna registrerades varje mjölkning. Mjolkprov togs för analys av fett, protein, laktos, FFA, fettsyrasammansättning, fettkulestorlek, aktivitet av γ -glutamyltranspeptidase, kasein, vassle, plasmin, plasminogen, proteolys samt innehåll av Na och K. Fett, protein och laktos analyserades med MIR teknik vid Kungsängens forskningslaboratorium, FFA (både färsk och kyllagrad i 24 timmar) analyserades med Autoanalyser II metoden vid Steins laboratorium, fettsyrasammansättning, fettkulestorlek och aktivitet av γ -glutamyltranspeptidase analyserades i samarbete med Lars Wiking, Folum, kasein analyserades med löpemetoden vid Kungsängens laboratorium, plasmin, plasminogen och proteolys analyserades i samarbete med Lotte Bach Larsen vid Folum, Na och K analyserades med flamfotometri vid inst. för anatomi och fysiologi, SLU. Parat t-test användes för att statistiskt utvärdera effekten av ökad mjölkningsfrekvens med avseende på sammansättning av mjölkfett och mjölkprotein.

Delstudie 2. Kan mjölkens kvalitet förbättras om mjölk från en juverdel med förhöjt celltal avskiljs redan i samband med mjölkningen?

I studien ingick 90 kor. Medlelaktationsnumret var $2,1 \pm 1,4$ och laktationsvecka $30,6 \pm 17,3$. Korna var inhysta i två olika system, uppbundet stall eller i lösdriftsstall med automatisk mjölkning. Vid provtagningstillfället levererades mjölk till mejeriet från samtliga kor.

Mjolkprov för analys togs vid ett mjölkningstillfälle. För varje separat juverdel registrerades mjölmängden och prov för analys togs från varje separat juverdel. Prov togs också från samlingsmjölken. Prov för bakterieanalys togs om någon juverdel hade högre celltal än 300 000 celler/ml eller om någon fjärdedel hade fem gånger högre celltal än övriga inom samma juver.

Mjölken analyserades med avseende på fett, protein, laktos, citronsyra, kasein, vassle, och celltal. Inför den statistiska analysen delades materialet upp i tre grupper 1) kor med celltal under 100 000 celler/ml i samlingsmjölken, 2) kor där mjölkcelltalet låg mellan 100 000 – 300 000 celler och grupp 3) kor med mer än 300 000 celler/ml i samlingsmjölken. Statistisk bearbetning genomfördes med parat t-test för inomjuverjämförelser inom grupper, medan procedur GLM användes för test av helmjolk mellan grupper. Studien genomfördes med medel från både SLF och FORMAS där SLF bekostade lönedelen.

Delstudie 3. Effekten av överhoppade mjölkningar på mjölkens sammansättning

I studien ingick åtta kor. Före försökets början testades mjölkcelltalet och alla kornas celltal var under 100 000 celler/ml mjölk. Studien genomfördes som ett halvjuverförsök och varade i sju dagar. De tre första dagarna utgjorde kontrollperioden, fjärde dagen mjölkades bara ena juverhalvan vid morgonmjölkningen, därefter mjölkades båda juverhalvorna under resten av försöket. Mjölkningsintervallet var 9 timmar mellan morgon och kväll och 15 timmar mellan kväll och morgon.

Mjölmängden för de två separata juverhalvorna registrerades varje mjölkning och prov togs ut för analys av fett, protein, laktos, FFA, kasein, Na, K, celltal och akutfasproteiner. Mjolkparametrarna analyserades som beskrivits ovan.

Resultat

Delstudie 1. Mjölkningsfrekvensens inverkan mjölkfett och mjölkprotein.

I den juverhalva som mjölkades mest frekvent ökade mjölmängden med 4.5 %. Det var dock inga signifikanta förändringar i fett-, protein- och laktoshalt till följd av ökad mjölkkningsfrekvens. (Tabell 1).

Tabell 1. Mjölmängd (kg), fett-, protein- och laktosinnehåll (%) i juverhalva som mjölkats två gånger om dan i period ett och två respektive juverhalva som mjölkats två gånger om dan i period ett och fyra gånger om dan i period två. Medelvärde och standardavvikelse, n=11.

	Period 1		Period 2	
	Mjölkningsfrekvens		Mjölkningsfrekvens	
	2x	2x	2x	4x
Mjölmängd	14,32 (4,45)	14,20 (3,95)	14,77 (5,26)	15,42 (4,76) *
Fett	4,56 (0,67)	4,57 (0,58)	4,71 (0,70)	4,59 (0,68)
Protein	3,70 (0,58)	3,69 (0,56)	3,56 (0,58)	3,53 (0,55)
Laktos	4,51 (0,21)	4,52 (0,18)	4,47 (0,21)	4,49 (0,18)

*Statistiskt signifikant skillnad P<0,05

FFA innehållet ökade i den mest frekvent mjölkade juverhalvan i mjölk som kylagrats under 24 timmar (tabell 2). Dessutom var den volymbaserade fettkulestorleken signifikant (P<0.01) högre i mjölken från den juverhalva som mjölkats fyra gånger (4,36µm) jämfört med den som mjölkats två gånger (4,28µm). Det fanns ingen skillnad i fettsyrasammansättning till följd av den ökade mjölkkningsfrekvensen. Aktiviteten i γ -glutamyltranspeptidase påverkades inte heller av ökad mjölkkningsfrekvens.

Tabell 2. Innehåll av fria fettsyror (FFA)(meqv./100 g fett) i mjölk från juverhalva som mjölkats två gånger i period ett och två respektive juverhalva som mjölkats två gånger i period ett och fyra gånger i period två. Mjölken har varit kylagrad under 24 timmar före analys. Medelvärde och standardavvikelse. n=11.

	Period 1		Period 2	
	Mjölkningsfrekvens		Mjölkningsfrekvens	
	2x	2x	2x	4x
FFA morgon	1,22 (0,58)	1,14 (0,41)	1,14 (0,46)	1,44 (0,68)**
FFA kväll	1,62 (0,62)	1,33 (0,68)	1,14 (0,46)	1,55 (0,77)**

** Statistisk signifikant skillnad P<0,01

Kaseininnehållet påverkades inte av ökad mjölkkningsfrekvens varken vid morgon (2,65%) eller vid kvällsmjölkningsningen (2,75%). Däremot sjönk plasminogenaktiviteten signifikant (P<0.01) vid morgonmjölkningsningen från 99 till 83 (dA405/min/ml mjölk), och plasminaktiviteten sjönk både vid kvälls och morgonmjölkningsningen, tabell 3. Ingen effekt av mer frekvent mjölkning observerades med avseende på proteolys. Innehållet av Na minskade medan innehållet av K ökade signifikant (P<0,05) vid både morgon- och kvällsmjölkningsningen.

Tabell 3. Plasminaktivitet (dA405/min/ml mjölk) i juverhalva som mjölkats två gånger om dan i period ett och två respektive juverhalva som mjölkats två gånger i period ett och fyra gånger i period två. Medelvärde och standardavvikelse, n=11.

	Period 1		Period 2	
	Mjölkningsfrekvens		Mjölkningsfrekvens	
	2x	2x	2x	4x
Plasmin morgon	102 (42)	95 (32)	103 (34)	82 (28) ***
Plasmin kväll	104 (45)	104 (38)	113 (40)	91 (33) ***

*** statistisk signifikant skillnad P<0.001

Delstudie 2. Kan mjölkens kvalitet förbättras om mjölk från en juverdel med förhöjt celltal avskiljs redan i samband med mjölkningsen?

I det aktuella materialet framgick att 39 % av korna hade celltal lägre än 100 000 celler/ml i alla juverdelar, 8% hade förhöjt celltal i alla juverdelar och 28% hade en juverdel som var påverkad. Korna delades in i tre grupper 1) kor vars samlingsmjölk innehöll < 100 000 celler/ml mjölk, 2) kor vars samlingsmjölk innehöll 100 000 – 300 000 celler/ml mjölk och grupp 3) kor vars samlingsmjölk innehöll > 300 000 celler/ml mjölk. Grupp 3 hade signifikant (P<0,05) lägre mjölmängd (9,37 kg) jämfört med grupp 1 (11,16 kg). Dessutom var kaseintalet signifikant (P<0,05) lägre i grupp 3 (0,72) jämfört med grupp 1 (0,74). Laktoshalten var signifikant lägre (P<0,01) i grupp 3 (4,39%) jämfört med grupp 1 (4,55%).

I grupp 1 fanns totalt 49 kor och i denna grupp hade 29% av korna juverdelar med ett celltal över 100 000 celler/ml mjölk, totalt 17 juverdelar. Av dessa var det 4 juverdelar som hade en bakterieinfektion med koagulasnegativa stafylokocker. När jämförelse gjorde mellan juverdel med förhöjt celltal och motstående juverdel med celltal < 100 000 celler/ml var det halterna av totalprotein, vassle och laktos samt kaseintalet som var signifikant olika mellan juverdelar, tabell 4.

Tabell 4. Mjölmängd och mjölksammansättning i juverdelar med celltal < 100 000 celler (frisk) och motstående juverdel med celltal >100 000 celler/ml mjölk (påverkad), n=15, från kor med samlingsmjölk innehållande < 100 000 celler/ml mjölk (grupp1), medelvärde ± standard error.

Parameter	Frisk juverdel	Påverkad juverdel
Mjölk mängd (kg)	2,83 ± 0,29	2,50 ± 0,24
Fett %	4,95 ± 0,28	4,76 ± 0,25
Total protein (%)	3,65 ± 0,14	3,69 ± 0,14 *
Kasein (%)	2,65 ± 0,10	2,65 ± 0,10
Vassle (%)	1,01 ± 0,05	1,04 ± 0,05 **
Kaseintal	0,73 ± 0,01	0,72 ± 0,01 **
Laktos (%)	4,48 ± 0,05	4,44 ± 0,05 *
Citronsyra (%)	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01
Log celltal	4,44	5,24 ***

Statistiskt signifikant skillnad * P<0,05, ** P<0.01, *** P<0,001

I grupp 2 fanns totalt 23 kor, 91% av dessa hade minst en juverdel med celltal < 100 000 celler/ml mjölk. Juverdelar med celltal över 300 000 respektive 500 000 celler/ml mjölk fanns i 65% respektive 26% av korna. 44% av korna var positiva för bakterier och även i denna grupp var det huvudsakligen koagulasnegativa stafylokocker som identifierades. Celltalet i de påverkade juverdelarna låg mellan 104 000 – 964 000 celler/ml mjölk. I denna grupp påverkades också mjölmängd och kaseinhalt signifikant, tabell 5.

Tabell 5. Mjölmängd och mjölksammansättning i juverdelar med celltal < 100 000 celler (frisk) och motstående juverdel med celltal >100 000 celler/ml mjölk (påverkad), n=25, från kor med samlingsmjölk innehållande 100 000-300 000 celler/ml mjölk (grupp2), medelvärde ± standard error.

Parameter	Frisk juverdel	Påverkad juverdel
Mjölk mängd (kg)	2,64 ± 0,21	2,33 ± 0,20 *
Fett %	5,25 ± 0,18	5,18 ± 0,14
Total protein (%)	3,75 ± 0,07	3,75 ± 0,07
Kasein (%)	2,78 ± 0,05	2,75 ± 0,06 *
Vassle (%)	0,97 ± 0,03	1,00 ± 0,02 ***
Kaseintal	0,74 ± 0,00	0,73 ± 0,00 ***
Laktos (%)	4,52 ± 0,03	4,42 ± 0,02 ***
Citronsyra (%)	0,16 ± 0,00	0,16 ± 0,00
Log celltal	4,55	5,51 ***

Statistiskt signifikant skillnad * P<0,05, *** P<0,001

I grupp 3 fanns 18 kor och av dessa hade 72% minst en juverdel med celltal < 100 000 celler/ml. Alla kor hade minst en juverdel med celltal > 500 000 celler/ml mjölk och 67% hade minst en del med >1 miljon celler/ml mjölk. Även i denna grupp var det framförallt koagulasnegativa stafylokocker som hade infekterat juvret, men det fanns också en juverdel med *Serratia marcescens* och en med *Streptococci uberis* infektion. Celltalet i de påverkade juverdelarna låg mellan 329 000 och 18 433 000 celler/ml mjölk. I denna grupp var det ingen skillnad i mjölmängd, fetthalt och citronsyra mellan juverdelar, medan alla de andra komponenterna var påverkade, tabell 6.

Tabell 6. Mjölmängd och mjölksammansättning i juverdelar med celltal < 100 000 celler (frisk) och motstående juverdel med celltal >100 000 celler/ml mjölk (påverkad), n=14, från kor med samlingsmjölk innehållande > 300 000 celler/ml mjölk (grupp 3), medelvärde ± standard error.

Parameter	Frisk juverdel	Påverkad juverdel
Mjölk mängd (kg)	2,46 ± 0,22	2,14 ± 0,18
Fett %	4,88 ± 0,32	5,04 ± 0,42
Total protein (%)	3,54 ± 0,11	3,64 ± 0,10 *
Kasein (%)	2,64 ± 0,09	2,59 ± 0,08 *
Vassle (%)	0,90 ± 0,03	1,05 ± 0,04 **
Kaseintal	0,74 ± 0,01	0,71 ± 0,01 **
Laktos (%)	4,52 ± 0,06	4,24 ± 0,09 **
Citronsyra (%)	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01
Log celltal	4,53	6,17 ***

Statistiskt signifikant skillnad * P<0,05, ** P<0,01, ***P<0,001

Effekten av att skilja ifrån enskilda juverdelar med förhöjt celltal vid olika nivåer beräknades för att simulera innehållet i tankmjölk. Då juverdelar med celltal > 5 miljoner avskildes kunde en effekt ses i främst celltal, medan fett, protein, kasein och laktoshalt inte påverkades, tabell 7.

Tabell 7. Beräknad sammansättning i tankmjölk efter avskiljning från separata juverdelar vid olika celltalsnivåer, totalt 360 juverdelar.

	Celltalsnivå för	avskiljning		
Fjärdedel avsk.	Ingen separation	>5 000 000	> 1 000 000	> 500 000
Antal avskilda	0	4	14	32
Mjölk (kg)	904,14	894,54	876,84	844,96
Fett (%)	4,78	4,78	4,78	4,75
Protein (%)	3,59	3,59	3,58	3,58
Kasein (%)	2,64	2,64	2,64	2,64
Vassle (%)	0,95	0,95	0,94	0,94
Kaseintal	0,74	0,74	0,74	0,74
Laktos (%)	4,51	4,52	4,53	4,53
Citronsyra (%)	0,16	0,16	0,16	0,16
Celltal/ml mjölk	274 244	134 872	93 890	72 290

Delstudie 3. Effekten av överhoppade mjölkningar på mjölkens sammansättning

I denna delstudie är den experimentella delen genomförd. Databearbetning pågår, men är starkt försenad beroende på barnledigheter och tjänstgöring utanför SLU. Resultat kan därför inte redovisas i dagsläget.

Diskussion

Delstudie 1. Mjölkningens frekvensens inverkan på mjölkfett och mjölkprotein.

Mjölkmängden ökade i den mest frekvent mjölkade juverhalvan vilket överensstämmer med tidigare studier (Erdman & Varner, 1995; Klei et al, 1997). Däremot sågs inga effekter på mjölkkomponenterna fett, protein och laktos, vilket skulle kunna bero på att den aktuella studien genomfördes som ett korttidsförsök, vilket överensstämmer med Svennersten Sjaunja et al, (2002). Däremot ökade som förväntat FFA-halten vid det kortare mjölkningsintervallet. Fettkulestorleken var också i genomsnitt signifikant större i mjölk som mjölkats efter det korta intervallet. Troligen är den ökade FFA-halten relaterad till fettkulestorleken, vilket överensstämmer med studier där man sett att de större fettkulorna är mer instabila än de små (Wiking et al., 2003). Eftersom det inte fanns någon förändring i fettsyrasammansättning kan man utesluta att den ökade FFA-halten beror på ökad andel av kortkedjiga fettsyror, vilket är en hypotes som framlagts av andra forskare. Våra resultat tyder inte heller på att membranets skyddande förmåga påverkats då det inte var någon förändring i aktiviteten av γ -glutamyltranspeptidase.

Ökad mjölkningens frekvens hade ingen negativ inverkan på mjölkproteinet. Däremot ökade plasminaktiviteten i mjölken vid det längre mjölkningsintervallet. Detta gav dock ingen effekt på kaseininnehållet. Det är emellertid inte uteslutet att det kan ske en viss påverkan under lagring av mjölken, vilket återstår att undersöka. Att plasminaktiviteten ökar skulle kunna bero på att vid långa mjölkningsintervall är juverfyllnadsgraden större och därmed också juvertrycket jämfört med korta mjölkningsintervall, varvid tight junctions skulle kunna påverkas. Tight junctions är de element som håller samman de mjölkbildande cellerna i mjölkalveolen. Att tight junctions är påverkade av mjölkningens intervallens längd indikerades av det förändrade innehållet av Na och K, vilket överensstämmer med (Sorensson et al., 2001).

Delstudie 2. Kan mjölkens kvalitet förbättras om mjölk från en juverdel med förhöjt celltal avskiljs redan i samband med mjölkningen?

Av studien framgick att det i mjölk från kor med ett celltal under 100 000 celler/ml mjölk kan ha juverdelar som har ett förhöjt celltal och som dessutom kan vara infekterade. Detta överensstämmer med vår tidigare studie (Berglund et al., 2004). Likaså framgick det att i mjölk från kor med ett celltal på över 300 000 celler/ml mjölk också kan finnas mjölk från juverdelar som ligger under 100 000 celler/ml mjölk. Dessa fynd indikerar att det skulle kunna vara idé att sortera mjölken på juverdelsnivå i samband med mjölkningen, då de juverdelar som hade ett förhöjt celltal också hade en viss påverkan på mjölken sammansättning. Emellertid fann vi också att om juverdelar med förhöjt celltal, dvs 500 000 celler/ml och däröver, bortsorterades var det ingen skillnad i mjölkens sammansättning i en beräknad tankmjölk. Men det bör noteras att denna studie genomfördes på färsk mjölk som inte varit lagrad. Det är inte uteslutet att det under lagring kan ske en påverkan av olika enzymer från den mjölk som har högt mjölkcelltal, vilket kan påverka kvalitetsegenskaperna. För att utröna effekten av frånskiljning av mjölk redan i samband mjölkningen behöver fler studier genomföras där man också studerar effekterna på lagrad mjölk.

Referenser

- Aronen, I. 1983. Mjölkningsintervallets längd på mjölksekretionen. Examensarbete, Inst för Husdjurens utfodring och Vård, SLU, Uppsala
- Berglund, I. Milking Dairy cows at udder quarter level – possibilities and applications. Licentiatavhandling, Rapport 255, Inst. för husdjurens utfodring och vård. SLU.
- Berglund, I., Pettersson, G., Östensson, K. & Svennersten-Sjaunja, K. 2004. SCC-values in Bulk Quarter Milk Samples and in Corresponding Cow Composite Milk Samples. *Veterinary Record*. 155:213.
- Deeth, H. C. 1997. The role of phospholipids in the stability of milk fat globules. *Austr. J. Dairy Technol.* 52:44-46.
- Erdman R.A. & Varner M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.* 78:1199-1203.
- Grimm, H. 1987. Some effects of milking interval on secretion. In research on milk production. Ulmer, Hohenheim.
- Kernohan, E. A. & Lephard, E. E. 1969. Size distribution of fatglobules in cow's milk during milking, measured with a coulter counter. *J. Dairy Res.* 36:177-182.
- Klei, L. R., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Oltenacu, P. A., Lednor, A. J. & Bandler, D. K. 1997. Influence of milking three times daily on milk quality. *J. Dairy Sci.* 80:427-436.
- Sorensson, A., Muir D.D. & Knight, C.H. 2001. Thrice daily milking throughout lactation maintains epithelial integrity and thereby improves milk protein quality. *J. Dairy Res.* 68:15-25.
- Svennersten-Sjaunja, K. Persson, S., & Wiktorsson H. 2002. The effect of milking interval on milk yield, milk composition and raw milk quality. 1th. North American Conference on Robotic milking V-43.
- Svennersten-Sjaunja, K., Andersson, I., & Wiktorsson, H. 2004. The effect of milking interval on milk yield and milk composition. Abstrakt. In Proceedings of International conference Automatic milking, Lelystadt, Holland, March 2004.
- Walstra, P., Guerts, T. J., Noomen, A., Jellema, A. & van Boekel, M. A. J. S. 1999. *Dairy Technology – Principles of milk properties and processes*. Marcel Dekker, Inc., New York, Basel.

Walstra, P. & Jenness, R. 1984. Dairy Chemistry and Physics. John Wiley & Sons, Inc.

Wiking, L., Björck, L. & Nielsen, J. H. 2003. Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. *Int. Dairy J.* In press.

Wu, C. C., Howell, K. E., Neville, M. C., Yates III, J. R. & McManaman, J. L. 2000. Proteomics reveal a link between the endoplasmic reticulum and lipid secretory mechanisms in mammary epithelial cells. *Electrophoresis* 21:3470-3482.

Åkerstedt, M. 2003. Förändras mjölkens proteinsammansättning i separeata juverdelar i samband med höga celltal (SCC)? Examensarbete 181, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.

Spridning av resultaten

Vetenskapliga artiklar

Wiking, L., Nielsen, J.H., Båvius, A-K., Edvardsson, A., Svennersten Sjaunja, K. 2006. Impact of milking frequencies on the level of free fatty acids in milk, fat globule size and fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 89:1004-1009.

Svennersten Sjaunja, K., Wiking, L., Edvardsson, A., Båvius, A-K., Larsen, L.B. and Nielsen, J.H. 2007. Effect of frequent milking on milk fat and protein. *J. of Anim. and Feed Sciences* 16 Suppl 1., 151-155.

Forsbäck, L., Lindmark-Månsson, H., Andren, A., Åkerstedt, M. and Svennersten Sjaunja, K. 2009. Udder quarter milk composition at different levels of somatic cell count in cow composite milk. *Animal* vol 3:710-717.

Examensarbeten

Båvius A-K. 2006. Mjölkningsfrekvensens inverkan på mjölkfettets kvalitet. Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, nr 232

Edvardsson A. 2006. Mjölkningsfrekvensens påverkan på mjölkproteinets sammansättning och kvalitet. Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, nr 231

Konferensrapporter

Svennersten Sjaunja K., Wiking L., Edvardsson, A., Båvius A-K., Andersson I. 2005. Effect of milking frequency on milk quality. Impact and challenges of a widening Europe for Animal production and research, Uppsala Sweden, 2005-06-05 - 2005-06-08. Book of abstracts of the 56th annual meeting of the EAAP, vol 2005, nr 11. 178

Forsbäck L., Andren A., Lindmark-Månsson H., Åkerstedt M., Svennersten Sjaunja K. 2006. Relation between milk somatic cell count and milk composition at udder quarter level. 27th IDF World Dairy Congress, Shanghai, 2006-10-20 - 2006-10-23.

Båvius A-K., Edvardsson A., Larsen L., Nielsen J., Wiking L., Svennersten Sjaunja K. 2006. Effect of increased unilateral milking frequency on milk fat and milk protein. The International Skjervold-symposium "Milk quality", Oslo, 2006-10-26 - 2006-10-27. nr 6

Svennersten Sjaunja K., Båvius A-K., Edvardsson A., Wiking L., Larsen L.B., Nielsen J.H. 2007. Effekten av frekvent mjölkning på mjölkfett och mjölkprotein. I Kungsängendagarna, Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, vol 267

Svennersten Sjaunja K., Wiking L., Edvardsson A., Båvius A-K., Larsen L.B., Nielsen J.H. 2008. Effect of increased unilateral milking frequency on milk fat and milk protein. Lactation reserach in mammals and humans: comparative aspects with focus on milk composition and mastitis, Uppsala, 13-14 November.

Undervisning

Resultaten från undersökning används regelbundet i undervisningen för husdjursagronomer i samband med föreläsningar.