



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

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

Kortare sintid – hur påverkar det kons mjölkavkastning, metabolism, hälsa, hull och vikt?

Jennifer Sundman

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **437**

Uppsala 2013

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **437**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master 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

Kortare sintid – hur påverkar det kons mjölk- avkastning, metabolism, hälsa, hull och vikt?

Shorter dry period – effects on milk production, metabolism, health, body condition and body weight

Jennifer Sundman

Handledare: Kjell Holtenius

Supervisor:

Ämnesansvarig:

Subject responsibility:

Examinator: Peter Udén

Examiner:

Omfattning: 30 hp

Extent:

Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap

Course title:

Kurskod: EX0552

Course code:

Program: Agronomprogrammet - husdjur

Programme:

Nivå: Avancerad A2E

Level:

Utgivningsort: Uppsala

Place of publication:

Utgivningsår: 2013

Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 437

Series name, part No:

On-line publicering:

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

Nyckelord: Mjölkkor, förkortad sintid, mjölkavkastning, metabolism

Key words: Dairy cows, shorter dry period, milk yield, metabolism

Abstract

A shorter dry period length has in studies abroad showed some positive effects among high yielding dairy cows. Among other things it has been suggested that the periparturient metabolic stress becomes lower, that the fertility is improved and dry off becomes gentler for the udder, due to a lower milk yield. The milk yield is generally reduced during the first period after calving, especially among primiparous cows. The aim of this master thesis was to investigate how Swedish cows were affected by a shortened dry period, regarding milk yield, metabolism, health, body condition and body weight from two months before calving to some weeks after calving. Also plasma concentration of lactose during the period before calving was determined. Two breeds were included in the study, Swedish Red cows (SRB) and Swedish Holsteins (SH). This study was part of a larger research project which also covers additional aspects like fertility, feed intake and milk composition. The present literature review also includes these aspects.

All cows at Lövsta Research Centre with expected calving date from 20 September 2012 to 28 February 2013 were included in the study, as long as the cows did not need dry period antibiotic treatment and had a milk yield that exceeded 15 kg/day 10 weeks before expected calving. The cows were divided into two groups, one with a dry period of eight weeks (n=15) and one with a dry period of four weeks (n=17). We tried to get the groups as similar as possible regarding breed and parity of the cows. Blood was collected 8, 4, 2, and 1 week prepartum and 1, 2, 3, 4, 6, 9 and 12 weeks postpartum. Body condition and weight were registered once a month, in other words 8 and 4 weeks prepartum, some days after parturition and 4, 8 and 12 weeks postpartum. The blood samples were analysed for glucose, non-esterified fatty acids, insulin, insulin growth factor 1 and lactose. The insulin sensitivity was thereafter determined based on the concentrations of glucose, insulin and non-esterified fatty acids.

The small number of animals in this study limited the possibilities to draw conclusions from it. Preliminary results indicated that multiparous SRB cows were less adaptive towards a shorter dry period than multiparous SH cows, because their milk yield were lower in late lactation. An extra amount of milk was generated from the cows with shortened dry period in late lactation. On average 480 kg/cow was generated during the four weeks of extra milking. However the cows with shorter dry period had a lower milk yield in early lactation. The glucose concentration in plasma was higher and a tendency to lower concentrations of non-esterified fatty acids was seen among the cows with shortened dry period during the week after parturition. This may indicate an improved energy balance among cows with a shorter dry period in the early stage of lactation. No effects of dry period length on health were seen in the subset of animals included in the master thesis. Assuming that the lactose synthesis did not differ between the two treatment groups, the permeability of tight junctions was not affected by treatment. SRB cows with short dry period did not lose body condition and weight after parturition, while SH cows with shortened dry period and cows of both breeds with a dry period of eight weeks did. The larger research project about dry period length that includes more cows and more aspects of a shortened dry period will show if the tendencies that were seen here will last, and if a shorter dry period is positive for at least some of the Swedish cows.

Sammanfattning

En förkortad sintid har i studier utomlands medfört en del positiva effekter för dagens högvastande mjölkkor. Bland annat verkar belastningen på metabolismen runt kalvning bli lägre, fruktsamheten förbättras och sinläggningen, som sker vid en lägre mjölkavkastning, bli skonsammare för juvret. Mjölkavkastningen minskar dock vanligtvis i den nästföljande laktationen, speciellt hos förstakalvare. Syftet med detta examensarbete var att undersöka hur svenska kor påverkas av en förkortad sintid med avseende på mjölkavkastning, metabolism, hälsa, hull och vikt under perioden två månader före kalvning fram till några veckor efter kalvning. Även plasmakoncentrationer av laktos undersöktes, men bara under tiden före kalvning. Både kor av rasen Svensk röd och vit boskap (SRB) och Svensk Holstein (SH) var med i studien. Examensarbetet var en liten del av ett större forskningsprojekt som kommer inkludera fler kor och behandla fler aspekter av förkortad sintid, som påverkan på fruktsamhet, foderintag och mjölksammansättning. Litteraturstudien tar därför även upp sintidslängdens påverkan på dessa områden.

Kor på Lövsta forskningscentrum med beräknad kalvning från 20 september 2012 till sista februari 2013, med en så bra juverhälsa att de inte behövde sintidsbehandlas och med en avkastning över 15 kg/dag 10 veckor före beräknad kalvning, delades in i två grupper med avseende på ras och laktationsnummer. Den ena gruppen sinlades åtta veckor före beräknad kalvning (n=15) och den andra fyra veckor före beräknad kalvning (n=17). Data från korna samlades in 8, 4, 2, och 1 vecka före kalvning samt varje vecka efter kalvning fram till 4 veckor efter kalvning, sedan vid 6, 8, 9 och 12 veckor efter kalvning. Blodprov togs vid varje mättpunkt utom vid 8 veckor efter kalvning medan hull och vikt registrerades en gång i månaden, d.v.s. 8 och 4 veckor före kalvning, dagarna efter kalvning samt 4, 8 och 12 veckor efter kalvning. Blodproven analyserades för glukos, fria fettsyror, insulin, insulin-like growth factor 1 och laktos. Insulinkänsligheten räknades sedan ut med hjälp av värdena för glukos, insulin och fria fettsyror.

Det begränsade antalet djur som ingick i studien begränsade möjligheten till att dra bestämda slutsatser av försöket. Preliminärt verkar det dock som SRB med laktationsnummer två eller högre är mindre lämpade för en förkortad sintid än äldre SH på grund av att deras mjölkavkastning i sen laktation ofta var låg. I medeltal mjölkade korna med kort sintid 480 kg under de fyra extra veckorna, men deras mjölkavkastning efter kalvning var istället lägre. Glukos var den enda plasmamolekylen som skiljde sig i koncentration mellan grupperna och då enbart under veckan efter kalvning. Glukoskoncentrationen var högre hos korna med förkortad sintid. Halten av fria fettsyror i plasma under samma tidpunkt tenderade också att vara lägre, vilket tyder på en något bättre energibalans hos korna med förkortad sintid. Inga effekter på hälsan kunde ses hos korna som deltagit i sintidsförsöket så här långt, varken på juverhälsa eller andra sjukdomar. Förutsatt att lika mycket laktos bildades under sintiden hos båda behandlingsgrupperna verkade inte juverepitelcellernas tight junctions-funktion påverkas av sintidslängden. SRB-korna med förkortad sintid utmärkte sig avseende hull och vikt, då de inte förlorade hull och vikt efter kalvning som SH-korna med förkortad sintid och kor av båda raser med traditionell sintidslängd gjorde. Det större sintidsprojektet som inkluderar fler kor och behandlar fler aspekter av en förkortad sintid får visa om de indikationer som observerats i den här studien håller i sig och om en förkortad sintid kan vara något som skulle vara positivt åtminstone för en del av de svenska korna.

Innehållsförteckning

Introduktion	3
Litteraturstudie	4
En sintid på två månader har länge varit det vanliga	4
Traditionell sinläggning	5
Juvret under sinperioden	5
Problem kring dagens sinlägningsrutiner	6
Många omställningar på kort tid	7
Läckande juver	8
Kraftig negativ energibalans runt kalvning och under tidig laktation.....	8
Sintidslängdens påverkan på mjölkavkastningen.....	9
Effekt på mängden mjölk	10
Skillnader mellan blivande andrakalvare och äldre kor	11
Metabolism.....	12
Hälsa.....	13
Juverhälsa	13
Hull och vikt.....	13
Foderintag.....	14
Fruktsamhet.....	15
Mjölksammansättning	16
Fett.....	16
Protein	16
Laktos	16
Råmjölk	17
Rasskillnader	17
Material och metoder	17
Djurmateriel, behandling och datainsamling.....	17
Analys av plasma	18
Lövsta forskningscentrums sinlägningsrutiner.....	19
Lövsta forskningscentrums utfodringsrutiner/foderstat	19
Lövsta forskningscentrums mjölkkningsrutiner	20
Statistiska analyser	20
Metabolism.....	20
Vikt- och hull	21
Resultat.....	21
Mjölkavkastning.....	22

Metabolism.....	24
Hälsa.....	25
Laktos	25
Vikt och hull.....	26
Vikt.....	27
Hull.....	28
Diskussion	29
Mjölkkavkastning.....	30
Metabolism.....	31
Hälsa.....	32
Laktos	32
Vikt och hull.....	32
Slutsatser	33
Tack till	35
Referenser.....	36

Introduktion

Det har länge varit vanligt med åtta veckors sintid, men korna har med tiden fått allt högre mjölkproduktion och omställningarna vid sinläggning och runt kalvning har blivit allt mer problematiska på grund av den ökade avkastningen (Collier et al., 2012). Några exempel på problem som kan uppstå är juverhälsoproblem på grund av hög avkastning vid sinläggning (Schukken et al., 1993; Dingwell et al., 2004; Odensten, 2006; Madouasse et al., 2012), kraftig negativ energibalans vid kalvning och i tidig laktation samt olika sjukdomar och reproduktionsproblem till följd av det (Beam och Butler, 1999; Grummer et al., 2004). Om sinläggningen skjuts fram några veckor närmare kalvning sjunker den dagliga avkastningen normalt, vilket förenklar sinläggningen. Det finns också studier som visar att kor med förkortad sinlängd inte hamnar i lika djup negativ energibalans som kor med traditionell sintid efter kalvning, troligen som följd av att deras mjölkavkastning inte är lika hög just i början av laktationen (Lotan och Alder, 1976; Gulay et al., 2005; Pezeshki et al., 2008). Att kon får en lägre mjölkavkastning i laktationen som följer en kort sintid än efter en traditionell (ca 60 dagar lång) sintid gäller framförallt för förstakalvare (Annen et al., 2004a; Watters et al., 2008). Den mjölmängd som förloras i tidig laktation kan dock i många fall vägas upp av de extra dagarna korna mjölkar i sen laktation (Bachman och Schairer, 2003; Annen et al., 2004a; Pezeshki et al., 2008). Om kon är i överhull när den kalvar ökar risken för djup energibalans och dess följsjukdomar (Rukkwamsuk et al., 1999; Grummer et al., 2004). Det är därför viktigt att också undersöka hur en förkortad sintid påverkar hullet före kalvning. Laktoskoncentrationen i plasma är ett mått på hur täta juverepitelcellernas tight junctions är, eftersom laktos enbart syntetiseras i juverepitelcellerna och ingen annanstans i kroppen. Vi har inte funnit några studier som behandlar hur förkortad sintid påverkar tight junctions (*Zonula occludens*) och därmed plasmalaktoskoncentrationen.

Många studier av förkortad sintid är gjorda i USA och andra länder där både behandling med bovin somatotropin (bST) för att få en uthålligare laktation och sintidsbehandling i juvret med antibiotika är mer regel än undantag (bl.a. Annen et al., 2004a, Gulay et al., 2003). I de allra flesta studierna har dessutom uteslutande Holstein-kor använts (se Tabell 1). Det är därför intressant att se hur en förkortad sintid skulle fungera under svenska produktionsförhållanden och med svenska koraser. Ännu opublicerade undersökningar vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), visar dock att kor av rasen Svensk röd och vit boskap (SRB) läcker mer laktos i urin än kor av Svensk Holstein (SH) och det kan innebära att de inte kommer ha lika uthålliga laktationer som SH och därmed vara mindre lämpade för en förkortad sinperiod (Agenäs et al., 2013).

Detta examensarbete utgjorde en del av ett större forskningsprojekt. Det större projektet ska pågå under två år och jämföra fyra veckors sintid mot åtta veckors sintid. Både SH och SRB ingår i studien, liksom både förstakalvare (blivande andrakalvare) och äldre kor. De aspekter av förkortad sintid som undersöks i det större försöket är hur sintidslängden påverkar mjölkavkastning, mjölksammansättning (inklusive råmjölkskvalitet), foderintag, fruktsamhet, hull, kroppsvikt samt koncentrationer av laktos, glukos, insulin, insulin-like growth factor 1 (IGF-1) och fria fettsyror (NEFA) i plasma. Blodprovstagning för bestämning av de olika metaboliterna i plasma, vägning och bedömning av hull startar cirka två månader före kalvning, i övrigt genomförs datainsamlingen under de tre första månaderna efter kalvning. Plasmalaktoskoncentrationen analyseras bara för de blodprov som tas före kalvning. Endast mjölkavkastningen följs laktationen ut. I litteraturstudien i detta examensarbete behandlades alla de aspekter av förkortad sintid som ingår i det större projektet, medan den praktiska delen av examensarbetet, och beskrivningen av den, främst handlade om det som mäts före kalvning. Mjölkavkastning, vikt och hull följdes även någon vecka in i laktationen.

Syftet med examensarbetet var att utreda: i) om 4 respektive 8 veckors sintid har olika påverkan på glukos-, IGF-1- och NEFA-koncentrationer i plasma under tiden två månader före kalvning till en vecka efter kalvning samt med hjälp av dessa resultat bedöma insulinkänsligheten hos behandlingsgrupperna, ii) om vikt och hull skiljer sig mellan grupperna två månader före kalvning till två månader efter kalvning, iii) om plasmalaktoskoncentrationerna skiljer sig mellan grupperna två månader före kalvning fram till kalvning, iv) hur mycket extra mjölk som erhålls under de fyra extra mjölkande veckorna hos korna med förkortad sinperiod samt v) hur råmjölksmängden under de fem första mjölkningarna efter kalvning och mjölkavkastningen tre veckor efter råmjölksperioden påverkas av en kortare sintid.

Hypoteser:

1. En förkortad sintid passar bättre till SH än SRB
2. En förkortad sintid passar bättre till äldre kor än blivande andrakalvare
3. Den extra mjölkavkastningen i sen laktation kommer att kompensera för en minskning av mjölkavkastning i tidig laktation hos kor med förkortad sintid
4. Den lägre mjölmängden i tidig laktation är positivt för energibalansen
5. En lägre mjölkavkastning vid sinläggningen minskar antalet kor som läcker mjölk under sinläggningen och därför också antalet kor som utvecklar mastit under sintiden
6. En kortare sintid medför att juvarepitelcellernas tight junctions läcker laktos under hela sintiden
7. Hull och vikt skiljer sig inte mellan sinlängdsgrupperna från två månader före kalvning fram till kalvning, men efter kalvning kommer kor med förkortad sintid inte tappa lika mycket hull och vikt som kor med traditionell sintid

Litteraturstudie

En sintid på två månader har länge varit det vanliga

En sinperiod på två månader har länge rekommenderats i Sverige, åtminstone sedan början på 1900-talet (Åderman, 1910). På den tiden var motiveringen till en två månaders sinperiod att mjölkens kvalitet i allmänhet blev ”av dålig beskaffenhet” i slutet av laktationen. Smaken blev inte sällan besk och bitter och då mjölken även i andra avseenden blev förändrad kunde den inte användas till smör- eller osttillverkning heller, sades det på den tiden. Den största anledningen menades dock vara att den sista mjölken tillhörde fostret och var av stor betydelse för dess utveckling samt att en länge fortsatt mjölkning verkade försvagande på kon (Åderman, 1910). Senare har dock fokus snarare legat på sintidslängdens påverkan på mjölkavkastningen.

Även i USA och andra delar av världen har en sintid på ungefär två månader varit det vanliga under lång tid (Pezeshki et al., 2010). Arnold och Becker (1936) rapporterade att mellan 1911 och 1930 varierade den rekommenderade sinlängden i de vanligaste husdjursböckerna mellan fyra och tio veckor, där sex till åtta veckor var det allra vanligaste. Under andra världskriget blev åtta veckors sintid en standard (Collier et al., 2012).

Traditionell sinläggning

Som grundläggande krav rekommenderar Svensk Mjök (2012a) en sintid på 6-10 veckor, att den dagliga mjölkavkastningen ska vara omkring 10-25 kg vid sinläggningen, att sinläggningen ska ta högst en vecka och att alla kor med juverhälsoklass 5-8 sintidsbehandlas. Om mjölkproducenten vill ha högre krav på sina rutiner kring sinläggning än så, rekommenderas bland annat en sintid på 8-10 veckor (det senare för kor med högre juverhälsoklass), 10-15 kg i daglig avkastning vid sinläggning, foderstyrning från 10 veckor före beräknad kalvning och förflyttning av kor vid sinläggningen (Svensk Mjök, 2012a). Under kontrollåret 2010 var medelsinlängden bland svenska kor 65 dagar lång, baserat på frivilliga uppgifter för 122 000 av totalt 290 000 kontrollerade kor. Översatt till veckor är medelsinlängden då drygt 9 veckor.

Två månader före kalvning, det vill säga vid traditionell sinläggningstid, är en mjölkavkastning på över 30 kg mjök/dag inte ovanligt bland dagens svenska kor (Odensten, 2006). Mjökkningsrutinerna kring sinläggningen varierar mycket, men en snabb sinläggning är positivt både för att minska risken för mastit och för att en utdragen sinläggning inte är ekonomiskt för mjökproducenten. En vanlig rutin i Sverige verkar vara att ge korna enbart halm att äta vid sinläggningen som oftast sker sex till åtta veckor före beräknad kalvning, för att snabbt minska på kornas näringsintag och därmed minska på mjölmängden. För kon är det dock bättre om halmgivan kompletteras med en mindre mängd ensilage, och detta kan göras utan att effekten försämras (Odensten, 2006).

Juvret under sinperioden

I början av sinperioden fortsätter mjök att produceras och ansamlas i juvret. Det gör att alveollumen och de sekretoriska epitelcellerna förstöras (Holst et al., 1987). Sedan avtar mjökproduktionen och mjölkammansättningen förändras i samband med det (Hurley, 1989). Den avtagande mjölkbildningen anses till stor del bero på att det finns en eller flera molekyler i mjölk som när den/de ansamlas i juvret har hämmande effekter på mjölkbildningen. Det ökade trycket verkar dessutom förstärka effekterna (Wilde och Peaker, 1996; Wilde et al., 1999). Tight junctions, som finns mellan juverepitelcellerna och vanligtvis bildar en barriär mellan alveollumen och blodplasmrummet, börjar läcka under denna period och mjölkkomponenter som laktos, kaseiner och mjölkfett kan absorberas till blodet samtidigt som plasmakomponenter som immunoglobuliner och serumalbumin kan komma in till alveollumen (Hurley, 1989; Stelwagen et al., 1997). Immunoglobulinerna tycks även kunna komma in i alveolrummet med hjälp av aktiv transport. Detta gör att medan laktos- och fetthalten i mjölk minskar, ökar totalkoncentrationen av protein i den kvarvarande mjölk och når en topp dag tre efter sista mjökningen. Laktoferrin är en molekyl som har antibakteriella egenskaper och som också ökar i koncentration vid sinläggning. Först 18 dagar efter sista mjökningen når laktoferrinkoncentrationen sin topp (Hurley, 1989).

Juvret hos mjökkor tillbakabildas inte lika omfattande och snabbt som hos t.ex. gnagare under den icke-lakterande perioden (Hurley, 1989). Det är snarare frågan om en förändring i sekretoriskt tillstånd än om vävnadstillbakabildning då alveolstrukturen oftast förblir intakt under en traditionell sinperiod (Holst et al., 1987). Detta beror delvis på att korna oftast är högdräktiga under sin sinperiod. Dräktighetshormoner verkar uppbyggande i juvret samtidigt som mjölk som kvarstår i juvret efter sinläggningen verkar tillbakabildande (Capuco et al., 2003). Det visades bl.a. när Quarrie et al. (1996) tog bort ungarna från möss tidigt i laktationen (dag 16) eftersom juvret då tillbakabildades mycket snabbare än vid naturlig

avvänjning och apoptosen var mycket mer omfattande än hos möss som var dräktiga vid avvänjningen.

Capuco et al. (1997) såg ingen nettoförlust av juverceller hos kor med en 60-dagars sinperiod jämfört med kor som mjölkades ända fram till kalvning. Inte under någon tidpunkt hade sinkorna mindre DNA eller lägre parenkym-massa i juvret jämfört med de som mjölkades fram till kalvning. Andra skillnader hittades dock. Hastigheten av DNA-syntesen var 80 % högre hos sinkorna och sju dagar före kalvning var proportionen av epitelceller, i förhållande till alla celler i juvret, större hos sinkorna än hos de lakterande. Detta tyder på en mer aktiv delning av epitelceller hos sinkorna än hos de kontinuerligt mjölkade och eftersom totala cellantalet inte ökade handlar delningen troligen om att byta ut gamla epitelceller, att omsättningen av epitelcellerna ökade. Aktiviteten i juvret (cellförnyelsen) var som högst ungefär 25 dagar efter sinläggning (35 dagar före kalvning). Då var den sekretoriska aktiviteten och lumenarean dessutom som lägst. Det var bara Holsteinkor med laktationsnummer två och högre som var med i studien (Capuco et al., 1997).

Det finns få studier av juvrets fysiologi hos kor med en förkortad sinlängd. Pezeshki et al. (2010) hittade inga studier av epitelcellsomsättningen för kor med förkortad sinlängd i sin litteraturundersökning, bara den av Capuco et al. (1997) gjord på kor med utelämnad sinperiod. Under tidens gång har olika teorier om varför korna behöver en sinperiod för att inte minska i avkastning kommit till för att sedan motbevisas och slopas (Pezeshki et al., 2010). För tillfället är det teorin av Capuco et al. (1997) som verkar mest trolig, att en tillräckligt lång sintid behövs för att främja omsättningen av epitelceller för att ersätta åldrande epitelceller med nya under sen laktation (Pezeshki et al., 2010).

Bernier-Dodier et al. (2011) märkte att kor med förkortad sintid hade högre prolaktinnivåer under den extra tiden de mjölkades än de kor som redan var sinlagda. Eftersom prolaktin var det enda hormonet som skiljde sig i koncentration mellan grupperna, hypotiserar forskargruppen att det är den förhöjda prolaktinhalten som orsakar en lägre mjölkproduktion efter en förkortad sinperiod än en traditionell sinlängd. De hänvisar också till studier där ljusprogram (Auchtung et al., 2005) och värmestress (do Amaral et al., 2009) ökat prolaktinkoncentrationen under sintiden och också resulterat i minskad juvertillväxt och sänkt avkastning i den efterföljande laktationen. Apoptosen och proliferationen efter kalvning, i tidig laktation och mittlaktationen, skiljde sig inte mellan sintidslängderna och kan därför inte förklara skillnaden i avkastning (Bernier-Dodier et al., 2011).

Problem kring dagens sinlägningsrutiner

Majoriteten av mjölkornas hälsoproblem uppkommer under veckorna runt kalvning (Ingvarsen, 2006; Drackley, 1999). De är ofta ett resultat av att kon inte klarar av att hantera den snabba omställningen från icke-lakterande till högavkastande, vilket leder till fysiologisk obalans. Goff och Horst (1997) nämner i sin litteraturstudie tre fysiologiska funktioner som är extra viktiga att upprätthålla veckorna före och efter kalvning för att undvika både metaboliska och infektiösa sjukdomar. Det första är att vänja våmmen med energitätt laktationsfoder före kalvningen, det andra att behålla normala kalciumvärden i blodet och det tredje att upprätthålla ett starkt immunförsvar hos kon. Det finns dock forskare som inte tror att våmmen kräver en tillvänjning av kraftfoder före kalvning (Grummer et al., 2007) och försök som visar att en stärkelserik foderstat under sintiden inte påverkar våmepitelet (Andersen et al., 1999). Nedan beskrivs några problem som ofta uppstår under perioden från sinläggning till tidig laktation i dagens mjölkproduktion och som eventuellt kan lindras med en modifierad sintidslängd.

Många omställningar på kort tid

Sinläggningen är troligtvis den period näst efter den runt kalvningen som är mest påfrestande för kon på grund av alla omställningar, både fysiologiska och miljömässiga (Odensten, 2006). Kon förflyttas oftast bort från de mjölkande korna vid sinläggningen och får i och med det annat foder, andra kor omkring sig och annan skötsel. Kor med två månaders sinperiod genomgår oftast tre foderstatsbyten under två, tre månader (Gulay et al., 2003). Det första bytet är från laktationsfoder till sinkofoder, som ofta är ett fiberrikt lågenergifoder, vid sinläggningen. Några veckor före kalvning är det vanligt att foderstaten ändras till ett foder som innehåller lite kraftfoder igen. Efter kalvning är det på nytt laktationsfoder som gäller, med en relativt snabb upptrappning av kraftfoder.

Äldre försök har visat att foderstaten påverkar mikrobfloran i våmmen och papillernas storlek. Att anpassa våmfloran till en stärkelsesrik foderstat tar 3-4 veckor enligt Huntingtons et al. (1981) försök på får och att öka papillarean och därmed förmågan att absorbera laktat och andra flyktiga fettsyror genom stärkelsesrik foderstat tar fem veckor enligt Dirksen et al. (1985). Den största tillväxten av papillerna skedde vecka fyra och fem i tillvänjningen i deras försök. I danska försök har däremot inte denna effekt erhållits av en stärkelsesrik foderstat under sintiden, även fast pH-sänkningar i våmmen efter kraftfoderutfodringen dokumenterades. Våmepitelet, våm-pH och foderintaget efter kalvning skiljde sig inte mellan kontrollgruppen som fått en grovfoderbaserad foderstat under sintiden och gruppen som fått stärkelsesrikt foder under sintiden (Andersen et al., 1999).

Ingvartsen (2006) rekommenderar att kraftfodergivan inte ökas med mer än 0,3 kg/dag under tidig laktation. En ökning på 0,5 kg per dag ledde till minskat grovfoderintag och lägre fetthalt i mjölken jämfört med ökningen med 0,3 kg/dag. Svensk Mjolk skriver däremot att givan kraftfoder ska ökas med cirka 0,5 kg per dag efter kalvning (Svensk Mjolk, 2012b). Foderstatsbytena tiden runt kalvning bidrar enligt Gulay et al. (2003) troligen till det dokumenterat sänkta foderintaget innan kalvning och till den långsamma ökningen av foderintag i tidig laktation (Bertics et al., 1992; Drackley, 1999; Ingvartsen och Andersen, 2000).

Med bakgrund av vad de äldre försöken (Huntington et al., 1981; Dirksen et al., 1985) visade och vikten av att inte förändra foderstaten för hastigt (Ingvartsen, 2006), var bland annat Gulay et al. (2003), Grummer och Rastani (2005) och Rastani et al. (2005) inne på att det skulle vara en fördel med förkortad sintid också ur utfodringssynpunkt, eftersom kor med förkortad sintid skulle kunna äta en foderstat som liknade laktationsfoderstaten under hela sinperioden utan att hinna bli för feta. Då skulle de bibehålla en våmflora och papiller som är bra på att utnyttja stärkelsesrikt foder och inte behöva gå igenom större foderstatsförändringar som kan påverka foderintaget negativt. På senare tid är dock Grummer et al. (2007) istället inne på att ge fiberrikt foder under hela sintiden och först börja ge kraftfodret igen efter kalvning och författarna ifrågasätter studien av Dirksen et al. (1985) eftersom bara två kor användes i försöket samt att väldigt drastiska foderförändringar användes. Grummer et al. (2007) menar att det likaväl kunde vara förändringen i energiintaget istället för kvoten kraftfoder:grovfoder som ledde till papillernas tillväxt hos kon som fick mer kraftfoder. Att först börja ge kraftfoder efter kalvningen motiveras med att en tillvänjning av kraftfoder utan problem kan ske efter kalvning och tre orsaker anges. Dels för att många kor idag får fullfoder där alltid kraftfodret konsumeras tillsammans med grovfoder och aldrig i stora mängder på en gång, vilket gör att syraproduktionen i våmmen inte når samma toppar som vid skild kraftfoderutfodring med större mängder på en gång. Dels för att foderintaget i sig efter

kalvning är lågt och dels för att foderintaget hela tiden stiger gradvis, och inte abrupt, efter kalvning. På så sätt sker det naturligt en tillvänjning av kraftfoder för våmfloran efter kalvning (Grummer et al., 2007).

Samma forskare (Grummer et al., 2007) menar dessutom att fettmobilisering runt kalvning och i tidig laktation är ett helt naturligt fenomen som vi inte kan eller bör komma ifrån helt och hållet, och att ett högt energiintag före kalvning inte är lösningen till lägre fettmobilisering. Däremot kan enligt deras teori en sänkning i foderintag före kalvning orsaka ökad fettmobilisering. De två huvudargumenten som anges för detta är att kvigor som kalvar in, fastän de har lägre foderintag än kor uttryckt i procent av kroppsvikten, har lägre fett i levern efter kalvning än äldre kor (Rabelo et al., 2005) samt att kor som utfodrats restriktivt under sinperioden inte får förfettad lever eller höga ketonkroppsvärden i blodet i större utsträckning än kor som utfodras med mer energi under sinperioden (Grum et al., 1996; Rabelo et al., 2005). Energitätheten i fodret efter kalvning har större betydelse för hur djup negativ energibalans kon hamnar i, än utfodringen före kalvning (Rabelo et al., 2005).

Omgrupperingen och förflyttningen av kor som sker vid sinläggningen och efter kalvningen är också stressande för kon och kan bland annat leda till förändrat ätbeteende och minskat foderintag och bör därför tas i beaktande (Albright och Grant, 2002, Grummer och Rastani, 2005). Beroende på hur mjölkproducenten håller sinkorna skulle en förkortad sintid eventuellt leda till en förflyttning mindre, men för att helt komma undan förflyttningar måste man antagligen oftast gå steget längre och helt utelämnas sinperioden.

Läckande juver

Den höga mjölkavkastningen som ofta förekommer vid sinläggningstidpunkten försvårar en snabb sinläggning (Odensten, 2006) och en hög avkastning vid sinläggning ökar riskerna att korna utvecklar klinisk mastit (Schukken et al., 1993; Dingwell et al., 2004; Odensten, 2006; Madouasse et al., 2012). Att korna lättare får mastit när de har hög avkastning vid sinläggningen beror till stor del på att de oftare läcker mjölk då. När spenarna läcker kan bakterier lättare komma in i juvret (Cousins et al., 1980) och de naturligt förekommande bakteriehämmande substanserna i mjölk, t.ex. laktoferrin, finns i lägre koncentrationer när mängden mjölk är större (Bushe and Oliver, 1987; Paape et al., 1992). När spenarna läcker mjölk tar det dessutom längre tid för keratinpluggen att bildas (Dingwell et al., 2004). Juvret är som mest motståndskraftigt mot infektioner när det är tomt på mjölk och har en naturlig keratinplugg i spenkanalen som skapar en barriär in till juvret (Cousins et al., 1980; Oliver och Sordillo, 1988; Capuco et al., 1992). Det är fyra gånger högre risk att kor som läcker mjölk vid sinläggning utvecklar mastit under sintiden än om de inte läcker mjölk (Schukken et al., 1993). Varje ökning med 5 kg mjölk över 12,5 kg i daglig avkastning vid sinläggning ökar risken för att kon kalvar med en juverinfektion med 77 % (Rajala-Schultz et al., 2005). Om kon tillåts mjölka fram till fyra veckor före förväntad kalvning kan man räkna med att den dagliga mjölkavkastningen sjunkit jämfört med en månad tidigare och risken för juverinfektioner under sinläggningen och sintiden bör därför ha minskat (Pezeshki et al., 2010). Enligt Odensten (2006) sjunker mjölkavkastningen ca 0,17 kg varje dag i slutet av laktationen. Med den siffran sjunker den dagliga mjölkavkastningen med ungefär 4,8 kg på 28 dagar.

Kraftig negativ energibalans runt kalvning och under tidig laktation

Negativ energibalans uppstår när kon förbrukar mer energi till underhåll och mjölkproduktion än den får i sig av fodret (Heuer et al., 2000). Vanliga sätt att mäta energibalansen är att subtrahera energiåtgången för underhåll och mjölkproduktion från energiintaget eller att

använda förändringar i hull som verktyg (van Knegsel, 2007). En djup negativ energibalans är på många sätt negativt för kon. Bland annat försämras fruktsamheten (se t.ex. litteraturstudie av Butler, 2000) och kon drabbas lättare av olika sjukdomar, exempelvis ketos och leverförfettning (se t.ex. litteraturstudie av Ingvarsen, 2006). En negativ energibalans i tidig laktation är också associerat med ett försämrat immunförsvar (van Knegsel, 2007). Mallard et al. (1998) fann flera studier som visar att immunförsvaret är nedsatt från tre veckor före till tre veckor efter kalvning.

Sintidslängdens påverkan på mjölkavkastningen

Enligt Arnold och Becker (1936) saknades mer noggranna studier av hur sintidslängden påverkar den efterföljande laktationens mjölkavkastning, de rekommendationer som fanns på den tiden grundade sig på praktiska erfarenheter och observationer. Deras egen studie visade att en sinperiod under 30 dagar eller över 91 dagar resulterade i sänkt mjölkavkastning i efterföljande laktation (Arnold och Becker, 1936). Många studier efter Arnolds och Beckers (1936) visar också på att en sinperiod kortare än 40-60 dagar resulterar i en sänkt avkastning i följande laktation (Klein och Woodward, 1943; Wilton et al., 1967; Schaeffer och Henderson, 1972; Coppock et al., 1974; Keown och Everett, 1986; Funk et al., 1987, Sorensen och Enevoldsen, 1991; Makuza och McDaniel, 1996; Madsen et al., 2004; Gulay et al., 2005; Rastani et al., 2005; Kuhn et al., 2005b, 2006a, 2006b, 2007; Church et al., 2008; Watters et al., 2008; Bernier-Dodier, 2011). Kritik har dock riktats mot flera av dessa artiklar av olika anledningar (Bachman och Schairer, 2003; Annen et al., 2004a; Pezeshki et al., 2010). Några argument är att studierna innehåller lågt djurantal (t.ex. Rastani et al., 2005) för att vara tillförlitliga och att många av de tidigare studierna har varit retrospektiva (t.ex. Arnold och Becker, 1936; Klein och Woodward, 1943; Wilton et al., 1967; Schaeffer och Henderson, 1972; Dias och Allaire, 1982; Keown and Everett, 1986; Funk et al., 1987; Kuhn et al., 2006a, 2007; Pinedo et al., 2007) istället för planerade experiment med slumpvis utvalda kor. Vid retrospektiva studier är det många av korna som oplanerat fått en kortare sinlängd på grund av att de kalvat tidigare än väntat, till exempel på grund av tvillingfödslar eller sena aborter. Sådana händelser kan i sig sänka avkastningen i efterföljande laktation, utan påverkan av sintidslängden (Bachman och Schairer, 2003). Vid oplanerat kortare sintid sköts inte heller korna på samma sätt som om de skulle ha en planerat kortare sintid (Grummer och Rastani, 2004).

Alla de äldre studierna är dessutom gjorda på kor med mycket lägre avkastning (se Tabell 1), och mindre uthålliga laktationer än vad dagens kor har (Pezeshki et al., 2010). Idag finns också olika metoder som kan minska den negativa effekten av en förkortad eller utelämnad sinperiod på mjölkavkastning i följande laktation (Bachman och Schairer, 2003; Annen et al., 2004a; Pezeshki et al., 2010). Ökad mjölkkningsfrekvens, användning av fullfoder och användning av ljusprogram är några exempel som kan vara aktuella i Sverige medan bST-användning kan nämnas som en metod i de länder där det tillåts.

Dagar i sin är långt ifrån det enda som påverkar mjölkavkastningen under en laktation (Bachman och Schairer, 2003). Övriga faktorer är till exempel besättning, år, säsong (främst värmestress), ko, ras, laktationsnummer, foderstat, hull, hälsa, bST-användning, antal mjölkningar/dag, tidigare mjölkavkastning, antal icke-dräktiga dagar (tidigare laktation) och antal icke-dräktiga dagar (nuvarande laktation). Flera studier har visat på att en 30-dagars sinperiod inte har negativ inverkan på mjölkavkastningen i efterföljande laktation (Lotan och Alder, 1976; Bachman, 2002; Gulay et al., 2003).

Effekt på mängden mjölk

I Bachman och Schairers (2003) litteraturstudie redovisas en variation på -10 % till +1 % i mjölkavkastning i efterföljande laktation när sinperioden förkortas från 50-57 till 30-34 dagar. Rastani och Grummer (2005) kom i sin litteraturstudie fram till ett medeltal på 6 % i sänkt avkastning i laktationen som följer en 30 dagars sinperiod jämfört med en sinperiod på 60-70 dagar. Siffran gällde både för retrospektiva studier och planerade försök, med sju studier i varje kategori. Tabell 1 visar ett antal studier som undersökt hur sintidslängden påverkar mjölkavkastningen, där den vanligaste jämförelsen är mellan 30 och 60 dagars sinperioder. Här skiljer sig resultaten från en minskning på 19 % till inga skillnader alls. Studien med den största minskningen (Gulay et al., 2005) jämförde de båda sintidslängderna på kor genom att ha de båda behandlingarna på varsin juverhalva. Detta påpekar författarna till artikeln att kanske gjorde försöket mindre tillförlitligt då den juverhalvan med 70 dagars sintid verkade kompensera för den mindre mjölmängden i andra juverhalvan som hade 30 dagars sintid och skillnaderna mellan behandlingarna blev därför större än i andra försök.

Tabell 1. Sammanställning över olika studier som undersökt hur en kortare sintid påverkar mjölkavkastningen

Studie	Ras	Avkastning	Sintidsjämförelse	Relativ mjölmängd
Arnold & Becker, 1936	Jersey	ca 3300 kg	<30 vs 31-60	82,5 %
Klein & Woodward, 1943	Oklart	ca 4500 kg (FCM) ^a	22 vs 45	91,6 %
Coppock et al., 1974	Holstein	ca 6800 kg	30 vs 60	91,5 %
Lotan och Alder, 1976	Oklart	ca 6500	30 vs 60	Ingen skillnad ¹
Keown & Everett, 1986	Holstein	Oklart	21-30 vs 51-60	-470 kg i 2:a lakt., -660 kg för äldre
Funk et al., 1987	Oklart	Oklart	30-39 vs 60-69	-460 kg
Sorensen & Enevoldsen, 1991	SDM ^a , RDM ^a , Jersey	4900-8900 kg (FCM)	30 vs 50	88,7 % (dag 1-168)
Makuza och McDaniel, 1996	Holstein i Zimbawe/USA	Ca 4800/ 8200 kg	30-39 vs 60-69	-248 kg =94,8 %/ -660 kg =92,6 %
Bachman, 2002	Holstein	ca 9700 kg (305 ME ^a)	30 vs 60	Ingen skillnad
Gulay et al., 2003	Holstein	ca 10500 kg	30 vs 60	Ingen skillnad
Annen et al., 2004a	Oklart	>12000 kg (305 ME)	30 vs 60	87 % för 2:a-kalvare, ingen skillnad för äldre
Gulay et al., 2005	Holstein	ca 10800 kg	30 vs 70	81 % (dag 3-100)
Rastani et al., 2005	Holstein	Oklart	29 vs 56	94,2 % (dag 1-70)
Kuhn et al., 2006a ²	Holstein	ca 11000 kg	31-35 vs 61-65	-148 kg (lakt 1+2), -270 kg (lakt 2+3, 3+4)
Kuhn et al., 2007	Jersey	ca 7700 kg	31-40 vs 61-65	-664 kg=91,4 %
Pezeshki et al., 2007	Holstein	>10000 kg	35 vs 65	Ingen skillnad för äldre kor (dag 3-210)
Church et al., 2008	Oklart	ca 11900 kg	30 vs 60	90 %
Pezeshki et al., 2008	Holstein	Oklart	28 vs 49	Ingen skillnad (i 305 MEM, bara äldre kor med)
Watters et al., 2008 ³	Holstein	ca 13600 kg (305 ME)	34 vs 55	95,4 % (dag 1-300)

^aFörkortningar: FCM = Fat Corrected Milk, SDM= Sortbroget dansk mælkerace, RDM= Rød dansk mælkerace, ME= Mature Equivalent Milk

¹Under de 3 första månaderna mjölkade dock 30-dagarsgruppen 171 kg mindre och under den perioden var skillnaden signifikant, men senare i laktationen sjönk inte deras avkastning lika mycket, vilket ledde till att för en 305-dagars laktation blev skillnaden inte signifikant

²Här tas hänsyn till den extra mjölmängden i slutet av en laktation med kort sinperiod och de blivande andrakalvarna har uthålligare laktation än de äldre varför de har en mindre avkastningsförlust

³Korna mjölkades 3 ggr/dag förutom de 30 första dagarna i laktationen då de mjölkades 4 ggr/dag. När man tittade på SCM (Solid Corrected Milk) dag 1-100 var skillnaden inte signifikant mellan grupperna (37,4 vs 38,4 kg/dag)

Det är främst i tidig laktation som skillnader i avkastning mellan kor med förkortad sintid och traditionell sintid har observerats (Lotan och Alder, 1976; Gulay et al., 2005; Pezeshki et al., 2008). Den eventuellt förlorade mjölkavkastningen i tidig laktation kan helt eller delvis kompenseras av de extra dagar kon mjölkas i slutet av laktationen (Bachman och Schairer, 2003; Annen et al., 2004a; Pezeshki et al., 2008). De studier som är gjorda i USA (t.ex. Annen et al., 2004a; Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005) har använt bST efter topplaktationen och det gör laktationen mer uthållig. Gulay et al. (2003) visar en extra mjölmängd på 510 kg under 30 extra mjölkande dagar och Rastani et al. (2005) 422 kg under 24 extra mjölkande dagar. I studierna av Pezeshki et al. (2007) och Pezeshki et al. (2008) som gjorts av belgiska och iranska forskare står det ingenting om användning av bST. Dessa studier visar på en extra mjölmängd på 285 respektive 422 kg, för äldre kor som mjölkade 21 extra dagar före kalvning.

Det kan också vara bra att ha i åtanke att långa sintidsperioder ger ännu mer förluster i mjölkavkastning än vad en kort eventuellt gör. I studien av Kuhn et al. (2006a) räknar man på att en sintid på 70 dagar ger en produktionsförlust på 2500 kg mjölk under kons livstid och en sintid på 90 dagar 4000 kg i produktionsförlust, förutsatt att den långa sintiden är återkommande mellan varje laktation upp till fjärde laktationen. Pinedo et al. (2007) såg också förluster av extra lång sinlängd (>143 dagar) i och med att de korna oftare fick subklinisk mastit under tidig laktation och försämrad fertilitet, jämfört med referensgruppen som hade en sinperiod på 53-76 dagar.

Skillnader mellan blivande andrakalvare och äldre kor

Flertalet studier visar på att det skiljer sig mellan hur blivande andrakalvare och äldre kor påverkas av en förkortad sinperiod med avseende på mjölkavkastningen i efterföljande laktation (Dias och Allaire, 1986; Annen et al., 2004a; Kuhn et al., 2006a; Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2008; Santschi et al., 2011). I flera studier gav en förkortad sintid hos äldre kor inte någon signifikant sänkt avkastning i den efterföljande laktationen (Annen et al., 2004a; Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2008). För de blivande andrakalvarna i 30-dagarsgrupperna sågs däremot en sänkt mjölkproduktion efter kalvning jämfört med de som hade fått en längre sintid. Deras mjölkavkastning uppgick då till 87 % (Annen et al., 2004a) och 94 % (Watters et al., 2008) av andrakalvarnas avkastning i 60-dagarsgruppen. Annen et al. (2004a) förklarar resultatet med att de blivande andrakalvarna fick reducerad juvervävnadstillväxt och/eller -funktion med en kortare sintid.

Dias och Allaire (1986) såg också att äldre kor inte behövde lika lång sintid som blivande andrakalvare i sin studie. Medan kvigorna som kalvade vid 24 månaders ålder behövde en sintid på i genomsnitt 65 dagar efter sin laktation, behövde kor som kalvade vid 84 månaders ålder endast 23 dagar för att avkastningen i efterföljande laktation inte skulle påverkas negativt. Hur lång sintid korna behöver är individuellt och beror förutom på ålder också på kalvningsintervall och hur stor mjölkavkastning de har 100 dagar före kalvning. Kort

kalvningsintervall och hög mjölkavkastning 100 dagar före kalvning gör att sintiden behöver vara längre (Dias och Allaire, 1986).

Kuhn et al. (2006a) jämförde inte bara hur mjölmängden påverkades av kortare sintid i efterföljande laktation, utan tittade på vilken sinlängd som ger högst avkastning i båda angränsande laktationer och under kons livstid, som i försöket sattes till fyra laktationer. Studiens resultat blev att 40-45 dagars sinperiod gav maximal mjölkavkastning när första och andra laktationen adderades ihop. Sinperioden mellan andra och tredje samt tredje och fjärde laktationen behövde istället vara 55-65 dagar för att ge högst avkastning. Att sinperioden mellan de två första laktationerna inte behövde vara lika lång förklarades med att förstakalvarna har en mer uthållig laktation än äldre kor, vilket också understöds av Stanton et al. (1992). Även i studien av Watters et al. (2008) hade förstakalvarna signifikant högre avkastning den sista månaden innan sinläggning jämfört med de äldre korna, i gruppen med 30-dagars sintid (24,1 respektive 19,8 kg mjölk/dag). När forskarna (Kuhn et al., 2006a) istället undersökte sintidslängder för att optimera livstidsavkastningen var 40-55 dagars sinlängd optimalt för förstakalvare och 30-40 dagar optimalt för äldre kor. Den kortare sinlängden för de äldre korna gav dem flera mjölkande dagar vilket resulterade i en aning högre mjölkavkastning under livstiden än om de skulle ha haft längre sinperioder, förutsatt att korna har en livslängd på minst fyra laktationer.

Santschi et al. (2011) såg bara en liten sänkning i mjölkavkastning (-3,6 %) för kor i sin andra laktation efter en förkortad sinlängd jämfört med jämnåriga som haft en traditionell sintidslängd. Santschi et al. (2011) hypotiserar att det berodde på att de andrakalvare de använde i sin studie hade kalvat in vid en högre ålder och därför hunnit utveckla sina juver mer innan de började laktera, jämfört med de andra studierna (Annen et al., 2004a; Kuhn et al., 2006a; Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2008) som sett större skillnader. Inkalvningsåldern för de blivande andrakalvarna som var med i försöket av Santschi et al. (2011) var 26,3 månader. Inkalvningsåldern för de blivande andrakalvarna i de andra försöken har inte angetts i artiklarna.

Sorensen och Enevoldsen (1991), Gulay et al. (2005) och Rastani et al. (2005) fann ingen skillnad i effekten av förkortad sintidslängd på mjölkavkastningen mellan andrakalvare och äldre kor.

Metabolism

Lotan och Alder (1976) såg inga signifikanta skillnader blodet i varken glukos eller NEFA-koncentrationer före kalvning mellan de båda grupperna (30 och 60 dagars sinperiod). Efter kalvning sågs däremot skillnader i både glukos och NEFA-halter: 30-dagarsgruppen hade lägre NEFA-halter och högre glukoshalter i blodet. Pezeshki et al. (2007) såg ingen skillnad i serumkoncentrationerna av glukos, insulin, NEFA eller IGF-1, varken före kalvning eller i tidig laktation för kor med laktationsnummer två eller högre, mellan gruppen med 35 dagars sintid och gruppen med 56 dagars sintid. När det gällde korna som gick in i studien som förstakalvare hade de med 56 dagars sintid högre NEFA-koncentrationer runt kalvning än de med 35 dagars sintid, men i övrigt sågs inte heller några skillnader i metabolitkoncentrationerna mellan grupperna av förstakalvarna.

Watters et al. (2008) såg en tendens till lägre NEFA i blodet tre veckor före beräknad kalvning hos korna med 34 dagars sintid jämfört med korna med 54 dagar i sintid (155 μ Eq/l

respektive 185 $\mu\text{Eq/l}$). Även efter kalvning hade korna med kortare sintid lägre NEFA-koncentrationer (337 vs 429 $\mu\text{Eq/l}$).

Bernier-Dodier (2011) observerade inga skillnader glukoskoncentration mellan kor med traditionell sinlängd och kor med förkortad sinlängd, varken före eller efter kalvning. Korna med traditionell sinlängd hade en NEFA-topp vid sinläggning då de bara utfodrades med hö under sin sinläggning. Efter kalvning sågs inga skillnader i NEFA-koncentrationer mellan grupperna. Däremot tenderade korna med förkortad sinlängd att ha lägre koncentrationer av β -hydroxismörnsyra (BHBA) i blodplasma de första fyra veckorna av laktationen.

När kor mjölkas ända fram till kalvning, utan någon sintid alls, verkar skillnaderna relativt kor med traditionell sinlängd för de ovan nämnda plasmametaboliterna mer tydliga. Kor utan sintid kor hade högre glukoshalt och lägre NEFA-halt i blodet än kor med normal sinlängd (56 dagar) under den första till fjärde veckan efter kalvning (Schlamberger et al., 2010). Även i flera andra studier har kor utan sintid visat sig ha bättre energi- och metabolisk status än både traditionellt sinlagda och kor med förkortad sinlängd (Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005; Madsen et al., 2008).

Hälsa

Varken Coppock et al. (1974), Pezeshki et al. (2007), Pezeshki et al. (2008) eller Watters et al. (2008) hittade några skillnader i frekvensen av hälsostörningar vid kalvning eller under efterföljande laktation mellan förkortad och traditionell sintidslängd. I studien av Coppock et al. (1974) registrerades bland annat antal fall av ketos, kalvningsförflamning, mastit, kvarbliven efterbörd och graden av juverödem hos ungefär 1500 kor. Det enda som kunde ses var en tendens till färre ketos-fall för kor med kortare sintid (20-30 dagar) jämfört med kor med längre sintid (40-60 dagar). I studien av Watters et al. (2008) var det fler kor som gallrades ut från gruppen med traditionell sinlängd än från gruppen med kortare sinlängd under den efterföljande laktationen (22 vs 13 %). Orsakerna var i fallande storleksordning mastit, reproduktionsproblem och klöv-/benproblem. Under de 30 första laktationsdagarna var det dock ingen skillnad i utgallringsprocent mellan grupperna.

Juverhälsa

När juverhälsan jämfördes mellan grupper med 45-60 dagars sintid och en grupp med 30 dagars sintid observerades inga skillnader (Church et al., 2008). Alla kor sintidsbehandlades dock, de med längre sintid med traditionell sintidsbehandling och 30-dagarsgruppen med antibiotika avsett för lakterande kor. Antibiotikarester i mjölken var mycket ovanliga och förekom inte oftare i 30-dagarsgruppen. Inga skillnader har heller setts i flera andra studier vad gäller celltal eller mastitförekomst mellan grupperna av kor med förkortad och traditionell sinlängd i den efterföljande laktationen (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005; Watters et al., 2008). Alla kor i Rastanis et al. (2005) och Watters et al. (2008) försök sintidsbehandlades också med antibiotika, och det är oklart vad som gällde för korna i Gulays et al. (2003) försök. Kuhn et al. (2006b) såg däremot att kor med förkortad sinlängd fick högre celltal i den efterföljande laktationen än vad kor med 60-dagars sintid fick. Även den studien är gjord i USA, utifrån uppgifter från kodatabasen där, varför man kan anta att sintidsbehandling förekom ganska allmänt även bland de korna.

Hull och vikt

Gearhart et al. (1990) undersökte hur hullpoäng (BCS) vid sinläggning (vid traditionell sintidslängd) påverkade förekomsten av olika sjukdomar hos mjölkkor. De fann att både för

magra (BCS $\leq 2+$) och för tjocka (BCS $\geq 4-$) lättare drabbades av olika problem. Kor med höga BCS vid sinläggningen fick oftare cystor på äggstockarna och andra reproduktionsproblem. Både för magra och för feta kor vid sinläggningen fick oftare klövproblem efter kalvning. Den negativa energibalansen blir oftast djupare om kon kalvar med BCS över 4 eftersom kor i överhull får sämre aptit efter kalvning än kor i normalhull (Rukkwamsuk et al., 1999; Grummer et al., 2004). Det bidrar till att kor som är feta när de kalvar dessutom oftare drabbas av ämnesomsättningssjukdomar, digestionsstörningar, infektiösa sjukdomar och reproduktionsproblem.

I två studier sågs varken skillnader i BCS eller i kroppsvikt före kalvning mellan kor med 30 respektive 60 dagar i sinlängd (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005). Watters et al. (2008) såg däremot små men signifikanta skillnader i BCS mellan de båda behandlingarna före kalvning. Fyra veckor före kalvning hade kor med kortare sintid lägre BCS (3,69 jämfört med 3,75 hos de med traditionell). Vid sinläggningen, d.v.s. antingen 49 eller 28 dagar före förväntad kalvning, skiljde det sig inte BCS mellan de båda behandlingarna i studien av Pezeshki et al. (2008).

Efter kalvning behöll korna med förkortad sintid sina BCS bättre än korna med traditionell sintid (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2008). Medan korna med 60-dagars sinlängd i medeltal tappade 1,37 BCS och 68 kg i vikt tappade 30-dagarskorna 0,81 BCS och 45 kg i vikt, från kalvning till 70 dagar efter kalvning (Rastani et al., 2005). Också Watters et al. (2008) såg att 30-dagarsgruppen nio veckor efter kalvning hade aningen, dock signifikant, högre BCS jämfört med 60-dagarsgruppen (3,07 respektive 3,01). Skillnaden var som störst 4 veckor efter kalvning (+0,12 för korna med kortare sintid). I studien av Lotan och Alder (1976) var skillnaderna i vikt signifikanta efter kalvning. Medan 30-dagarsgruppen bara tappade 10 kg, tappade 60-dagarsgruppen 52 kg under de tre första laktationsmånaderna. Pezeshki et al. (2007) såg en tendens till att korna med 35 dagars sinperiod behöll hullet bättre mellan kalvning och 15 veckor efter kalvning än korna med 56 dagars sintid (-0,26 respektive -0,45 BCS). Santschi et al. (2011) såg inga skillnader i BCS varken före eller efter kalvning mellan kor som hade 35- respektive 60-dagars sinperiod.

Foderintag

Kons energibehov stiger kraftigt efter kalvning då den energikrävande mjölkproduktionen snabbt ökar. Vid en hög mjölkavkastning i tidig laktation brukar kon inte kunna äta så mycket foder att energin som går åt till mjölkproduktionen kan kompenseras av energiintaget, och hamnar således i negativ energibalans (Bell, 1995). Varaktigheten och graden av den negativa energibalansen som uppkommer efter kalvning är kopplat till foderintaget (Butler, 2000). Ett högt foderintag är därför önskvärt i tidig laktation.

Foderintaget för kor med 30-dagars respektive 60-dagars sinperiod har jämförts i åtminstone tre studier (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005; Bernier-Dodier, 2011). Gulay et al. (2003) såg inga signifikanta skillnader i foderintag mellan de båda grupperna före kalvning, medan 30-dagarskorna efter kalvning tenderade att ha högre foderintag. För Rastani et al. (2005) var det tvärtom, skillnader sågs före kalvning då korna med den kortare sintiden åt mera, medan inga skillnader sågs efter kalvning. I studien av Bernier-Dodier (2011) hade korna med förkortad sinlängd, liksom i studien av Rastani et al (2005), högre foderintag under den extra tiden de mjölkades. Vecka 5-19 in i laktationen tenderade korna med förkortad sintid ha lägre foderintag än korna med traditionell sintid, men de hade också signifikant lägre mjölkavkastning (Bernier-Dodier, 2011).

Fruksamhet

Samtidigt som mjölkavkastningen ökat under de senaste decennierna har fruktsamheten försämrats bland mjölkkor världen över (Lucy, 2001). Kornas skötsel under sintiden och tidig laktation har stor betydelse för fertiliteten (Butler, 2000; Gumen et al., 2011). Under sintiden är det framförallt viktigt att kon inte blir för fet eftersom feta kor äter sämre efter kalvning och därför hamnar i djupare negativ energibalans. Den negativa energibalansen är i sin tur orsaken till den försämrade fertiliteten i tidig laktation. Koncentrationerna av NEFA och BHBA i blodplasma stiger vid negativ energibalans och är båda associerade till försämrad fertilitet. Dessutom är plasmanivåer av IGF-1 direkt relaterat till energistatus och IGF-1 är avgörande för mognaden av äggfolliklarna (Beam och Butler, 1999).

Som nämndes i texten om mjölkavkastning ger långa (>90 dagar) sinperioder större förluster i avkastning än vad korta (<40 dagar) gör (Kuhn et al., 2006a). De flesta långa sintiderna beror på att kon inte blivit dräktig förrän långt in i laktationen (Kuhn et al. 2005a). En förbättrad fertilitet skulle därför vara positivt ur den aspekten, då mjölkproducenten förlorar inkomst när mjölkavkastningen minskar. Gumen et al. (2005) nämner att det är viktigt att inte bara ta hänsyn till maximal mjölkproduktion i beslutet om att tillämpa en förkortad sinperiod eller inte. Påverkan på reproduktionen och andra viktiga ekonomiska faktorer måste också vägas in.

Åtminstone två studier visar att förkortad eller helt utelämnad sinperiod är positivt för fruktsamheten hos mjölkkor (Gumen et al., 2005; Watters et al., 2009). Gumen et al. (2005) jämförde olika fruktsamhetsmått hos kor efter en traditionell sinperiod (56 dagar), en förkortad sinperiod (28 dagar) och efter att kor inte haft någon sintid alls. Korna med traditionell sintidslängd utfodrades först med en lågenergi-foderstat och närmare kalvning med en mellanenergi-foderstat. De övriga två grupperna utfodrades med högenergi-foderstat ända fram till kalvning. Efter kalvning fick alla tre grupper energitätt laktationsfoder. I de flesta fruktsamhetsmått de undersökte (antal dagar från kalvning till observerad 10 mm:s follikel, dagar från kalvning till första ägglossning, procent folliklar i första follikel-vågen som ovulerades, dagar till första insemination, antalet dräktiga efter första inseminationen, antal icke-dräktiga dagar) hade korna utan planerad sintid signifikant bättre resultat än korna med traditionell sintid. I några av dessa (antal dagar från kalvning till observerad 10 mm:s follikel och dagar till första insemination) hade även korna med förkortad sintid signifikant bättre resultat än korna med traditionell sintid, men oftast hamnade korna med förkortad sintid mellan de båda andra grupperna, inte signifikant skilt från någon av dem.

Watters et al. (2009) observerade att kor med förkortad sintid hade kortare median till första ägglossningen (35 vs 43 dagar), att procenten som klassades som "icke ovulerande" dag 70 in i laktationen var hälften så låg (8 vs 18 %), att medianen för antalet icke-dräktiga dagar tenderade att vara lägre och att antalet äldre kor som var dräktiga dag 70 in i laktationen var högre (20,3 vs 10,6 %) hos kor med förkortad sintid, jämfört med kor som hade traditionell sintid. Antalet andrakalvare efter förkortad sintid som var dräktiga dag 70 skiljde sig däremot inte från andrakalvare med traditionell sintid.

Kuhn et al. (2006b) såg också att kor med förkortad sintid hade färre icke-dräktiga dagar i laktationen som följde. De påpekar dock att detta var enbart på grund av att dessa kor hade lägre mjölmängd som denna effekt sågs, för när de korrigerade den statistiska modellen för mjölmängd visade det sig att kor med förkortad sintid till och med hade sämre fertilitet än kor med traditionell sintid.

Andra studier ger inte grund för att en förkortad sintid förbättrar fertiliteten (Pezeshki et al., 2007; Pezeshki et al., 2008). Den enda signifikanta skillnaden som hittades i fruktsamhet i studien av Pezeshki et al. (2007) var att nyblivna andrakalvare hade lägre dräktighetsprocent än äldre kor i gruppen av kor med 35 dagars sintid (48 respektive 71 %). Inga signifikanta skillnader sågs alltså mellan sintidslängderna inom samma åldersgrupp. Pezeshki et al. (2008) fann inte heller några skillnader i de reproduktionsmått de observerade (antal icke-dräktiga dagar, procent dräktiga på första inseminationen, antal inseminationer per dräktighet och dräktighetsprocent) mellan kor med 28 och 49 dagar i sin.

Mjölksammansättning

Eftersom betalningen för mjölken inte enbart grundar sig på mängd, utan även tar hänsyn till fett- och proteininnehåll, är det också viktigt att ta hänsyn till hur en förkortad sinlängd påverkar mjölksammansättningen. Även påverkan på råmjölkskvaliteten är viktig, för att kalvarna ska få ett gott immunförsvar den första tiden (Annen et al., 2004b; Collier et al., 2012). I vissa studier verkar en förkortad sinlängd påverka mjölksammansättningen olika hos andrakalvare och äldre kor (Pezeshki et al., 2007; Santschi et al., 2011)

Fett

I de flesta studierna har man inte funnit några skillnader i mjölkens fetthalt efter förkortad respektive traditionell sintid (Gulay et al., 2003; Pezeshki et al., 2007; Pezeshki et al., 2008; Santschi et al., 2011). Bernier-Dodier et al. (2011) såg dock en tendens till lägre fetthalt hos kor som haft förkortad sintid. När det gäller mängden fett så visar vissa studier att det inte var någon skillnad mellan behandlingarna (Pezeshki et al., 2007), andra att det var en tendens till lägre fettmängd hos kor som haft förkortad sintid (Pezeshki et al., 2008; Bernier-Dodier et al., 2011) och att kor som haft förkortad sintid har signifikant lägre daglig fettmängd i mjölken (Sorensen och Enevoldsen, 1991).

Protein

Flera studier visar att en förkortad sintid inte påverkar proteinhalten i mjölken i efterföljande laktation (Pezeshki et al., 2007, Pezeshki et al., 2008; Gulay et al., 2003). Lika många visar dock att en förkortad sintid leder till högre proteinhalt (Bernier-Dodier et al., 2011; Watters et al., 2008; Rastani et al., 2005). I studien av Santschi et al. (2011) var proteinhalten högre hos andrakalvare med förkortad sintid jämfört med hos andrakalvare med traditionell sintid. Det var tydligast i början av laktationen och någon sådan skillnad mellan behandlingarna observerades inte hos äldre kor. Vad gäller proteinmängd finns studier som inte visar några skillnader mellan sinlängderna (Pezeshki et al., 2008, Bernier-Dodier et al., 2011) och en som visar på lägre daglig proteinmängd hos kor med förkortad sintid (Sorensen och Enevoldsen, 1991). Pezeshki et al. (2007) visade på en skillnad i proteinmängd hos enbart andrakalvare, då en förkortad sinperiod gav lägre mängd i efterföljande laktation.

Laktos

Det är inte lika många studier som undersökt hur laktosinnehållet påverkas efter en förkortad sintid, som för fett- och proteininnehållet. Laktosprocenten har inte skilt sig mellan sintidsgrupperna (Bernier-Dodier, 2011; Santschi et al., 2011). Laktosmängden var lägre hos kor som haft förkortad sintidslängd i studien av Bernier-Dodier (2011) och även hos andrakalvare som haft förkortad sintid i studien av Santschi et al. (2011), men inte hos äldre kor. Laktosmängden hänger starkt ihop med mjölkavkastningen (Santschi et al., 2011).

Råmjölk

Watters et al. (2008) fann inga skillnader i råmjölkskvalitet mellan kor med 34 respektive 55 dagar i sintid. För att bestämma kvaliteten mättes koncentrationen av immunoglobulin-G (IgG) i råmjölken. Inte heller Annen et al. (2004a), Grusenmeyer et al. (2005) eller Rastani et al. (2005) fann skillnader i råmjölkskvalitet mellan kor med förkortad och traditionell sinlängd. Enligt Rastani et al. (2005) finns dock risk för att råmjölkskoncentrationen av IgG späds ut om sinperioden utelämnas helt och hållet. Grusenmeyer et al. (2005) observerade att kor efter 40-dagars sintid hade lägre råmjölskmängd än kor som haft 60 dagar lång sintid.

Rasskillnader

Få studier har jämfört hur olika raser påverkas av en kortare sintid, de flesta är gjorda med enbart Holstein-kor. Kuhn et al. (2007) inkluderade i alla fall Jersey-kor i sin studie och de sjönk mindre i mjölkavkastning än Holsteinkorna från Kuhns et al. (2006a) studie, räknat i kilogram efter en kort sinperiod, men procentuellt var sänkningen ungefär lika för de båda raserna. Den största skillnaden mellan Jerseykorna och Holsteinkorna var att Jerseykornas juverhälsa försämrades med kortare sintid. Jerseykor med kortare sinperiod än 30 dagar hade 4,6–10 % högre celltal än de kor med längre sintid. Någon sådan skillnad fann Kuhn et al. (2006a) inte hos Holsteinrasen.

Material och metoder

Djurmaterial, behandling och datainsamling

Alla kor som ingick i besättningen vid SLU:s forskningscentrum i Lövsta och som hade beräknad kalvning mellan 20 november 2012 och 28 februari 2013 var möjliga att inkludera första omgången av det större forskningsprojektet om förkortad sintid. Från början fanns 67 kor som hade beräknad kalvning inom det tidsintervallet. För att en ko skulle få ingå krävdes det dock att den dagliga mjölkavkastningen tio veckor före beräknad kalvning uppgick till minst 15 kg. Kor med nedsatt juverhälsa som skulle sintidsbehandlas uteslöts dessutom från försöket. De kor som uppfyllde kriterierna om mjölkavkastning och juverhälsa delades in i två olika behandlingsgrupper: en grupp av kor med fyra veckors sintid och en grupp med åtta veckors sintid. Åttaveckorsgruppen fungerade som kontrollgrupp eftersom den sintidslängden är den vanliga idag. Korna delades upp med hänsyn till ras och laktationsnummer, för att få en så jämn fördelning som möjligt med avseende på detta i båda grupperna.

Datainsamlingen startade runt två månader före kons beräknade kalvning, oberoende om kon tillhörde 4-veckors- eller 8-veckorsgruppen. Korna började sinläggas någonstans mellan nio veckor plus en dag och åtta veckor plus två dagar, alternativt mellan fem veckor plus en dag och fyra veckor plus två dagar, före beräknad kalvning. Hur lång beräknad sinperiod i exakta dagar kon fick berodde på vilken veckodag kon hade beräknad kalvning, eftersom sinläggningen på Lövsta alltid startade på onsdagar och vi inte ville att den beräknade sintiden skulle bli kortare än åtta respektive fyra veckor. Beroende på kons avkastning tog sinläggningen tre eller sex dagar (läs om sinläggningsrutiner på Lövsta längre ner), men hur länge den tog för varje individuell ko antecknades inte. Tabell 2 visar när blodprov togs och när hullbedömning och vägning gjordes. Datainsamlingen skedde varje vecka på tisdagsförmiddagen.

Tabell 2. Tidpunkt för varje blodprovstagning, vägning och hullbedömning

Tidpunkt	Datainsamling
8 v före kalvning	Blodprov, vägning och hullbedömning
4 v före kalvning	Blodprov, vägning och hullbedömning
2 v före kalvning	Blodprov
1 v före kalvning	Blodprov
1 v efter kalvning	Blodprov, vägning och hullbedömning
2 v efter kalvning	Blodprov
3 v efter kalvning	Blodprov
4 v efter kalvning	Blodprov, vägning och hullbedömning
6 v efter kalvning	Blodprov
8 v efter kalvning	Vägning och hullbedömning
9 v efter kalvning	Blodprov
12 v efter kalvning	Blodprov, vägning och hullbedömning

En datainsamling skedde alltid dagen före kons sinläggning startade. Därför blev åttaveckorsdatan för de kor som sinlades närmare nio veckor före beräknad kalvning tagen nio veckor före beräknad kalvning och likadant togs det data från de kor som ingick i 4-veckorsgruppen och hade närmare fem veckor i beräknad sintid fem veckor före beräknad kalvning.

Blodproven togs från ett kärl på undersidan av kornas svans med hjälp av Vacutainer-rör som innehöll heparin, vilket förhindrade blodet att koagulera. Ett provrör med blod togs från kon vid varje blodprovstagningstillfälle. Provrören med blod centrifugerades sedan under 15 minuter i 4°C i 1800 g, varefter plasma pipetterades över till Eppendorfrör som frystes ner till -20°C och förvarades frysta fram till analys.

Hullbedömningarna gjordes med hjälp av foton från norska *Geno Avl og Semin* (Holdvurderingsskjema for NRF-kyr, 2012) samt av illustrationer från ett för nordamerikanskt hullbedömningschema (modifierat från Edmonson et al., 1989). Båda grundar sig på en femgradig skala där ett är utmärkt och fem är fet. Korna bedömdes med 0,25-poängs noggrannhet i skalan.

Vägningen skedde för det mesta automatiskt efter att korna hade mjölkats, då korna alltid passerade en våg på väg ut från mjölkningskarusellen. Vikten registrerades i en dator på det nummer kon bar på sitt halsband. Korna med åtta veckors sintid fördes till vågen av stallpersonalen i mitten av deras sintid för att kroppsvikt skulle erhållas från dem vid den tidpunkten. Från och med december fick dock alla vikter läsas av manuellt från vågen av personalen, eftersom registreringen slutade fungera.

Analys av plasma

Plasma analyserades för glukos, laktos, NEFA, insulin och IGF-1 på Kungsängens laboratorium i Uppsala. Glukos och laktos analyserades med enzymatisk-kolorimetriska tester (Glucose liquicolor, Human, Wiesbaden, Tyskland och Lactose/D-galactose-kit Boehringer Mannheim/R-biopharm), vilka inkluderade att en spektrofotometer användes för att bestämma koncentrationerna av molekylerna. NEFA analyserades med en enzymatisk spektrofotometrisk metod (Randox FA 115 Randox Laboratories-US, Ltd Bardane, WV, USA). Insulinkoncentrationen mättes med hjälp av en kommersiell enzymatisk immunoassay anpassad för nöt (Mercodia Ultrasensitive Bovine Insulin ELISA, Mercodia AB, Uppsala). IGF-1 analyserades också med immunoassay-teknik anpassad för nöt (Bovine

Insulin Like Growth Factor 1 ELISA Cat. No. KT-18278 Kamaya Medical Company Seattle, WA, USA).

Lövsta forskningscentrums sinläggningsrutiner

Korna som ingick i försöket sinlades enligt Lövstas vanliga sinläggningsrutiner (Lövsta forskningscentrum verksamhetshandbok, 2012). Veckan före sinläggning trappades kraftfodret ner, så att kon på måndagen före sinläggningsstarten inte fick något kraftfoder alls. Start av sinläggning skedde alltid på onsdagar. Kon flyttades då till sinkostallet efter morgonmjölkningen. I sinkostallet fick kon mellan tre och fem kg torrsbstans (ts) ensilage per dag och fri tillgång på halm. Nästa mjölkning under sinläggningsperioden skedde på fredagen samma vecka. Efter fredagsmjölkningen berodde det på kons avkastning och hur fyllt juvret var om kon mjölkades fler gånger eller inte. Se Tabell 3 hur avkastningen påverkade antal mjölkningar under sinläggningen.

Tabell 3. Mjölkningschema för sinläggningen på Lövsta forskningscentrum. Före fredagsmjölkningen är onsdag morgon den senaste mjölkningen för alla kor som håller på att sinläggas

	Fredag	Lördag	Söndag	Måndag	Tisdag	Onsdag
25-40 kg	x			x		x?
15-25 kg	x			x?		x?
<15 kg	x			x?		

Även vilka kor som skulle sintidsbehandlas, och därmed inte gå in i sintidsförsöket, bestämdes genom Lövstas vanliga rutiner. Vanligtvis sintidsbehandlas alla kor med juverhälsoklass 5-8, så länge celltalet inte gått ner drastiskt fram till tiden kring sinläggning.

Ett par veckor före beräknad kalvning flyttades korna till kalvningsstallet, som är en avskild mindre avdelning med liggbås. Där fick de lite kraftfoder. När kon började se kalvningsfärdig ut flyttades hon till en ensambox och stannade där tills råmjölkperioden var över. Efter det flyttades kon till en av kogrupporna som mjölkas i karusellen.

Lövsta forskningscentrums utfodringsrutiner/foderstat

Korna som ingick i försöket utfodrades enligt Lövsta forskningscentrums vanliga utfodringsrutiner. Foderstater har räknats ut med hjälp av programmet NorFor av en rådgivare på Växa. Tiden innan sinläggning hade korna fri tillgång på ensilage och fick en individuell kraftfodergiva beroende på deras mjölkavkastning. Ensilaget som korna fick under hösten och vintern som försöket pågick var en blandning av första-, andra- och på slutet även tredjescörd, vilka alla var från blandvallar. Näringsvärdena på ensilagen varierade mellan 10,5-11 MJ/kg ts, 138-173 g råprotein/kg ts och 409-468 g NDF/kg ts. Kraftfodret som användes var färdigfodret Solid 620. Nivåerna av kraftfodergivorna före sinläggning visas i Tabell 4.

Tabell 4. Kraftfodergivorna i sen laktation berodde på mjölkavkastningen

Daglig mjölkavkastning	Daglig kraftfodergiva
15 kg ECM	0 kg
20 kg ECM	2,0 kg
25 kg ECM	5,0 kg
30 kg ECM	7,5 kg

Veckan före sinläggningen drogs kraftfodergivan ner så att den några dagar före sinläggning var 0 kg. Efter flytten till sinkoavdelningen fick korna fri tillgång till en foderblandning

bestående av en liten giva ensilage (tredjeskörd och rundbalar) och foderhalm. De fick även mineraler. När det närmade sig kalvning började de igen få lite kraftfoder. Givan vid kalvning var 3 kg Solid 620 per dag. Efter kalvning fortsatte upptrappningen av kraftfodergivan under tre veckors tid. Efter tre veckor var givan uppe i 13,5 kg Solid 620 plus 3 kg Unik 32. Unik 32 är ett proteinrikt koncentrat.

Lövsta forskningscentrums mjölkningsrutiner

Korna som ingick i försöket mjölkades enligt Lövstas vanliga mjölkningsrutiner. Alla kor som ingick i försöket gick i någon av grupperna som mjölkades i karusell. Mjölkning skedde då morgon och kväll. När det var dags för sinläggning flyttades korna till en sinkoavdelning och togs sedan till karusellen de få gånger under sinläggningstiden de skulle mjölkas. Efter kalvning var kon kvar i kalvningsboxen fram till att råmjölkstiden var över. Där mjölkades korna med spann i boxen morgon och kväll. Vanligtvis stannade kon i ensamboxen under de fem första mjölkningarna.

Statistiska analyser

Statistiska analyser utfördes på vikt- och hulldata samt all plasmadata utom laktos. Det gjordes ingen statistisk analys på mjölkavkastningsdata.

Metabolism

Statistisk bearbetning av plasmametaboliter och hormoner gjordes med hjälp av programvaran Statistical Analysis Systems (SAS 9.1, 2002). Data från blodprov tagna från 25 september 2012 till 8 januari 2013 inkluderades i analysen. Eftersom blodprovstagningsdatum och kalvningsdatum fanns tillgängligt för alla kor kunde blodproven sorteras in i perioder baserat på dag relativt kalvningen. I början av januari när blodproven analyserades var det bara några få kor som kommit längre in i den nya laktationen än 10 dagar. Därför ingick bara en period av blodprov tagna efter kalvning. Perioderna visas i Tabell 5.

Tabell 5. Perioderna som blodprovdata delades in i inför den statistiska analysen

Period	Tidsintervall
1	Mer än 50 dagar före kalvning
2	Mellan 21 till 50 dagar före kalvning
3	Mellan 2 till 20 dagar före kalvning
4	Mellan 2 till 10 dagar efter kalvning

De blodprov som var tagna från två dagar före till två dagar efter kalvning ströks på grund av att blodmetaboliterna påverkas mycket av allt som sker i kroppen dagarna nära kalvning och kan ge missvisande resultat för det som önskades undersökas. Blodprov från 8-veckorskör som av någon anledning hunnit sinläggas före deras blodprov två månader före beräknad kalvning, liksom de blodprov från 4-veckorskör som hunnit sinläggas före deras blodprov en månad före kalvning, uteslöts också.

En blandad modell ("Mixed model") i SAS användes. Klasserna som valdes var behandling, ko, laktationsnummer och ras. I modellen inkluderades de fixa effekterna behandling, period, laktationsnummer, ras och behandling*period, som sedan testades med "typ 3"-testet. Minsta kvadrat-medelvärdena ("Least Square Means" (LSM)) användes för att jämföra resultaten med varandra inom effekten av behandling och period (behandling*period). "Repeated measures" användes för att SAS skulle ta hänsyn till att det var flera observationer från samma ko.

Vikt- och hull

Vikt- och hulldata från 25 september 2012 till 26 februari 2013 analyserades med samma modell och klasser som för blodprovdata, men behandling*period*ras inkluderades som en ytterligare fix effekt. LSM togs sedan fram för behandling*period*ras för både hull och vikt, och diagramkurvor ritades upp med hjälp av dem. Även här användes ”repeated measures”. Data sorterades in i andra perioder än vid blodprovanalysen och visas i Tabell 6.

Tabell 6. Tidsintervallen som användes för att dela in hullbedömningarna och viktregistreringarna inför den statistiska analysen

Period	Tidsintervall
1	Mer än 50 dagar före kalvning
2	Mellan 20 och 49 dagar före kalvning
3	Från kalvning till 20 dagar efter kalvning
4	Mellan 21 och 40 dagar efter kalvning
5	Mellan 41 och 80 dagar efter kalvning

Resultat

Av alla 67 kor med beräknad kalvning från 20 november 2012 till sista februari 2013, uppfyllde 34 kor de uppsatta kriterierna om avkastning och juverhälsa. Fördelningen mellan ras och laktationsnummer bland de 67 korna visas i Tabell 7.

Tabell 7. Fördelningen av ras och laktationsnummer bland de 67 kor som var möjliga att inkludera i försöket under hösten 2012 och våren 2013 utifrån deras kalvningsdatum

Ras och lakt.nr.	Antal	Procent
SH, lakt.nr. 1	11	16
SH, lakt.nr. ≥ 2	10	15
SRB, lakt.nr. 1	20	30
SRB, lakt.nr. ≥ 2	26	39
Totalt	67	100

Det var 17 kor som ströks på grund av att deras avkastning understeg 15 kg/dag två veckor före traditionell sinläggningstid, eller tidigare. Två av dem visade sig kalva mer än en månad före beräknad kalvningstid på grund av att de blivit dräktiga på tidigare semineringar än vad man trott, vilket förklarade deras låga avkastning. Nio av korna som ströks på grund av låg avkastning hade så låg avkastning att de inte ens mjölkades fram till tio veckor före beräknad kalvning. Av de återstående sex korna låg fyra under 10 kg mjölk i daglig avkastning tio veckor före beräknad kalvning och bara två kor hade mellan 10 och 15 kg mjölk per dag vid den tidpunkten. Fördelningen av ras och laktationsnummer visas i Tabell 8 för de kor som ströks p.g.a. låg avkastning. De två kor som kalvade tidigare än beräknat är inte medräknade.

Tabell 8. Fördelningen av ras och laktationsnummer i gruppen av kor som inte tilläts gå in i försöket på grund av deras låga dagliga mjölkavkastning

Ras och lakt.nr.	Antal	Procent
SH, lakt.nr. 1	1	7
SH, lakt.nr. ≥ 2	2	13
SRB, lakt.nr. 1	2	13
SRB, lakt.nr. ≥ 2	10	67
Totalt	15	100

Elva kor uteslöts på grund av dålig juverhälsa. Av dem hade nio kor juverhälsoklass sju eller högre och två kor hade infekterats av *Staphylococcus aureus* och skulle på grund av det sintidsbehandlas. De återstående fem korna som inte gick in i försöket ströks på grund av övriga orsaker (slaktad/avlivad p.g.a. dålig hälsa, kastat eller gick inte att ta blodprov från). Två kor som gick in i försöket visade sig inte vara dräktiga och de fick därför utgå ur försöket. Totala antalet kor som deltog i sintidsförsöket under hösten 2012 och våren 2013 slutade därför på 32 kor varav 15 deltog i 8-veckorsgruppen och 17 i 4-veckorsgruppen.

Tabell 9 visar fakta om de båda grupperna. Fyraveckorsgruppen bestod av elva förstakalvare och sex äldre kor medan 8-veckorsgruppen bestod av sju förstakalvare och åtta äldre kor. Tio av korna i 4-veckorsgruppen var av rasen SRB och nio av korna i 8-veckorsgruppen var SRB. Sju SH var med i 4-veckorsgruppen och sex SH i 8-veckorsgruppen. Medelavkastningen beräknat i kg ECM för de 305 första dagarna i laktationen då sintidsförsöket började var något högre för 8-veckorsgruppen än 4-veckorsgruppen (10410 vs 10035 kg ECM). Det skiljde i medeltal 28 dagar mellan sintidslängderna för de båda grupperna (59-31=28 dagar) och medelkalvningsintervallet var närmare 400 dagar för båda grupperna (399 och 397 dagar).

Tabell 9. Ras- och laktationsnummersfördelning, medelkalvningsintervall och medelsinlängd i de två olika behandlingsgrupperna

	8-veckorsgruppen	4-veckorsgruppen
Antal kor	15	17
SH, lakt.nr. 1	3	4
SH, lakt.nr. ≥ 2	3	3
SRB, lakt.nr. 1	4	7
SRB, lakt.nr. ≥ 2	5	3
Medelavkastning ¹ (kg ECM, 305d)	10410	10035
Medelavkastning ¹ (kg, 305d)	10690	10437
Medelsinlängd (dagar)	59 (57-63) ²	31 (27-38) ²
Medelkalvningsintervall (dagar)	399	397

¹ i den laktationen sintidsförsöket började, före de olika sintidslängderna påverkat mjölkavkastningen

² inom parentestecken kortaste och längsta sintidslängden inom gruppen

Mjölkavkastning

Mjölkavkastningssiffrorna före kalvning är baserade på alla kor som deltog i försöket, d.v.s. 15 8-veckorskor och 17 4-veckorskor (se Tabell 9 där även ras- och laktationsnummersfördelningen bland dem visas). Siffrorna som gäller efter kalvning är baserade på data från tolv 8-veckorskor och elva 4-veckorskor. Fördelningen mellan ras och laktationsnummer bland dem visas i Tabell 10.

Tabell 10. Ras- och laktationsnummersfördelningen mellan korna i de båda behandlingsgrupperna som bidrog med data efter kalvning

	8-veckorsgruppen	4-veckorsgruppen
SH, lakt.nr. 1	1	3
SH, lakt.nr. ≥ 2	3	2
SRB, lakt.nr. 1	3	4
SRB, lakt.nr. ≥ 2	5	2
Totalt	12	11

Två veckor före traditionell sinläggningstid, d.v.s. cirka tio veckor före beräknad kalvning hade korna som skulle få förkortad sintid i medeltal 1,4 kg högre daglig mjölkavkastning med 21,9 kg/ko och dag, jämfört med 20,5 kg hos 8-veckorsgruppen (se Tabell 11). Veckan efter, under den sista mjölkande veckan för 8-veckorsgruppen, hade korna i 8-veckorsgruppen en daglig medelavkastning på 19,6 kg medan 4-veckorskorna hade 20,6 kg i daglig medelavkastning under samma tid. Under 4-veckorskornas sista mjölkande vecka hade deras medelavkastning sjunkit till 14,8 kg per ko och dag. På fyra veckor hade deras dagliga medelavkastning alltså sjunkit med 5,8 kg. Medelsumman av mjölkavkastningen under de fyra extra veckorna 4-veckorskorna mjölkades innan sinläggning var 480 kg. Den ko som avkastade lägst mjölk under de fyra extra veckorna hade en avkastning på 362 kg och den ko som avkastade mest mjölk hade 666 kg.

Tabell 11. Medelavkastning för 8- respektive 4-veckorsgruppen och differensen mellan dem. Även råmjölksmängd och den mjölmängd som erhöles från de fyra extra mjölkande veckorna för 4-veckorskorna redovisas

	8-veckorsgruppen	4-veckorsgruppen	Differens
Medelavkastning per ko och dag, andra veckan före traditionell sinläggning	20,5 kg	21,9 kg	1,4 kg
Medelavkastning per ko och dag, veckan före traditionell sinläggning	19,6 kg	20,6 kg	1,0 kg
Medelavkastning per ko och dag, fjärde veckan efter traditionell sinläggning	-	14,8 kg	
Medelavkastning per ko och dag under de fyra extra mjölkande veckorna	-	17,2 kg	
Medelmängd/ko under de fyra extra mjölkande veckorna	-	480,3 kg	
Medelsumma råmjölk/ko under de 5 första mjölkningarna	44,5 kg	35,7 kg	8,8 kg
Medelavkastning per ko och dag, dag 4-10 efter kalvning	30,9 kg	26,1 kg	4,8 kg
Medelavkastning per ko och dag, dag 11-17 efter kalvning	35,7 kg	31,8 kg	3,9 kg
Medelavkastning per ko och dag, dag 18-24 efter kalvning	38,8 kg	34,1 kg	4,7 kg

Råmjölksmängden som erhöles under de fem första mjölkningarna varierade mellan grupperna. Med råmjölk menas här all mjölk som kon mjölkar under de fem första mjölkningarna efter kalvning. I 8-veckorsgruppen hade den ko som hade lägst råmjölksmängd 23,0 kg sammanlagt under de fem första mjölkningarna och den ko som hade högst 76,0 kg, medan medelmängden låg på 44,5 kg. I 4-veckorsgruppen hade den ko med lägst råmjölksmängd 10,4 kg sammanlagt under de fem första mjölkningarna och den som hade högst 63,5 kg, medan medelmängden låg på 35,7 kg. Delas råmjölksmängden upp rasvis inom grupperna kan man inom 4-veckorsgruppen se att medelmängden råmjölk från SRB är betydligt lägre än medelmängden från SH (22,0 respektive 49,5 kg råmjölk). Inom åttaveckorsgruppen är det mer jämnt mellan raserna då SRB har en medelmängd råmjölk på 43,7 kg och SH på 46,5 kg. Under de tre veckorna efter råmjölksperioden var 4-veckorskornas medelavkastning totalt 94 kg lägre per ko än 8-veckorskornas (4,8 kg x 7 dagar + 3,9 kg x 7 dagar + 4,7 kg x 7 dagar = 93,8 kg).

Metabolism

Som beskrivits ovan delades plasmaproverresultaten in i olika perioder beroende på när de var tagna i förhållande till kons kalvning. Gränserna till period 1 och period 4 ledde till att endast ett blodprov från varje ko stod till grund för resultaten i dessa perioder, medan gränserna till period 2 och period 3 tillät att flera blodprov från samma ko inkluderades. I period 2 är det dubbla blodprov från fyra kor (en 8-veckorsko och tre 4-veckorskor) av totalt 26 olika kor, medan det i period 3 är två eller tre prov från de flesta korna, från totalt 22 olika kor. Fram till 8 januari hade elva 8-veckorskor och sju 4-veckorskor kalvat, vilket satte gränsen för hur många blodprov tagna i period 4 (dag 2-10 efter kalvning) det ingick i den statistiska analysen, och tyvärr erhöles inte blod från riktigt alla kor som kalvat vid den tidpunkten heller. Tabell 12 visar hur många plasmaprover som ingick i den statistiska analysen för de olika blodmetaboliterna och hormonerna: insulin, NEFA, glukos och IGF-1.

Tabell 12. Redovisning för hur många plasmaprover som stod som grund till resultatet för de olika blodmetaboliterna och hormonerna

	Antal prover från 8-veckorskor	Antal prover från 4-veckorskor	Totalt
Period 1	12	14	26
Period 2	13	17	30
Period 3	22	23	45
Period 4	9	6	15

Alla plasmametaboliter och hormoner (glukos, NEFA, insulin och IGF-1) påverkades av mättidpunkten ($p < 0,05$). RQUICKI är en förkortning av ”revised quantitative insulin sensitivity check index” och är ett mått på insulinkänsligheten. RQUICKI beräknas baserat på plasmanivån av insulin, NEFA och glukos ($RQUICKI = 1/(\log \text{insulin } (\mu\text{U/ml}) + \log \text{NEFA } (\text{mmol/l}) + \log \text{glukos } (\text{mg/dl}))$). Även RQUICKI påverkades signifikant av mättidpunkten ($p = 0,033$).

Glukos var den enda plasmamolekylen som skiljde sig signifikant mellan grupperna, då glukoskoncentrationen i period 4 var signifikant lägre för 8-veckorskorna än för 4-veckorskorna (3,5 mmol/l jämfört med 4,1 mmol/l). Tendenser till skillnad mellan grupperna sågs dessutom i period 3 för glukos och IGF-1 samt i period 4 för NEFA. Glukos- och IGF-1-koncentrationen var då lägre för 8-veckorskorna. NEFA-koncentrationen var högre hos 8-veckorskorna när tendens till skillnad sågs. Alla mätta metaboliter/hormoner hade lägst värden i period 4, utom NEFA som hade högst värde i period 4. Alla siffror och signifikansnivåer redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Plasmakoncentrationer för glukos, NEFA, IGF-1 och insulin. Även RQUICKI har beräknats och redovisas. Signifikansnivåerna för eventuella skillnader mellan grupperna visas för varje period

	Period 1		Period 2		Period 3		Period 4					
	8v	4v	8v	4v	8v	4v	8v	4v				
Sinlängd												
Glukos (mmol/l)	4,0	4,2	NS	4,2	4,1	NS	4,0	4,2	t	3,5	4,1	*
NEFA (mmol/l)	0,08	0,07	NS	0,07	0,07	NS	0,10	0,15	NS	0,32	0,23	t
IGF-1 (ng/ml)	108	108	NS	126	109	NS	139	115	t	68	79	NS
Insulin ($\mu\text{U/ml}$)	13,6	13,2	NS	15,5	16,1	NS	16,3	14,1	NS	5,4	9,5	NS
RQUICKI	0,61	0,56	NS	0,58	0,63	NS	0,53	0,55	NS	0,50	0,47	NS

Signifikansnivåer: NS = inte signifikant skillnad ($p > 0,1$), t = tendens ($p < 0,1$), * = signifikant skillnad ($p < 0,05$)

Hälsa

Under perioden från oktober 2012 till februari 2013 blev totalt tolv kor av de 32 som ingick i försöket sjuka. Sju stycken fick mastit, två stycken fick klövproblem, en kvarbliven efterbörd, en kalvningsförlamning och en ko en sårskada som behövdes sys. Fördelningen mellan grupperna visas i Tabell 14.

Tabell 14. Sjukdomar som drabbade korna i försöket mellan oktober 2012 och februari 2013

8-veckorsgruppen			
Sjukdom	Tidpunkt	Antibiotikabehandling vid mastit	Ras
Mastit	9 dagar efter sinläggning	Nej	SH
Mastit, <i>Escherichia coli</i>	Vid kalvning	Ja	SH
Mastit, <i>S. aureus</i> , p.g.a. läckte mjölk efter spentramp	Spentramp under sintiden, mastit en månad efter kalvning	Ja, för spentrampet, men skickades till slakt när hon fick mastit	SRB
Hälta p.g.a. digital dermatit, senare även stukning	Digital dermatit en månad efter kalvning, stukning två månader efter kalvning	-	SRB
Kvarbliven efterbörd	Efter kalvning	-	SRB
Kalvningsförlamning	Vid kalvning	-	SRB
4-veckorsgruppen			
Sjukdom	Tidpunkt	Antibiotikabehandling vid mastit	Ras
Mastit	Vid kalvning	Ja, men det visade sig att det inte fanns någon bakterietillväxt när mjölkprovet analyserades, så det var antagligen bara koagulerat blod som gjorde att mjölken såg onormal ut	SRB
Mastit	Vid kalvning och 6 veckor efter kalvning	Inte för den nära kalvningen, men för den andra (som var orsakad av <i>E. coli</i>)	SH
Mastit	Vid kalvning	Ja	SRB
Mastit, <i>S. aureus</i>	Vid kalvning	Ja	SH
Hälta p.g.a. limax	En månad efter kalvning	-	SH
Sårskada på manken som behövde sys	Nära efter kalvning	-	SH

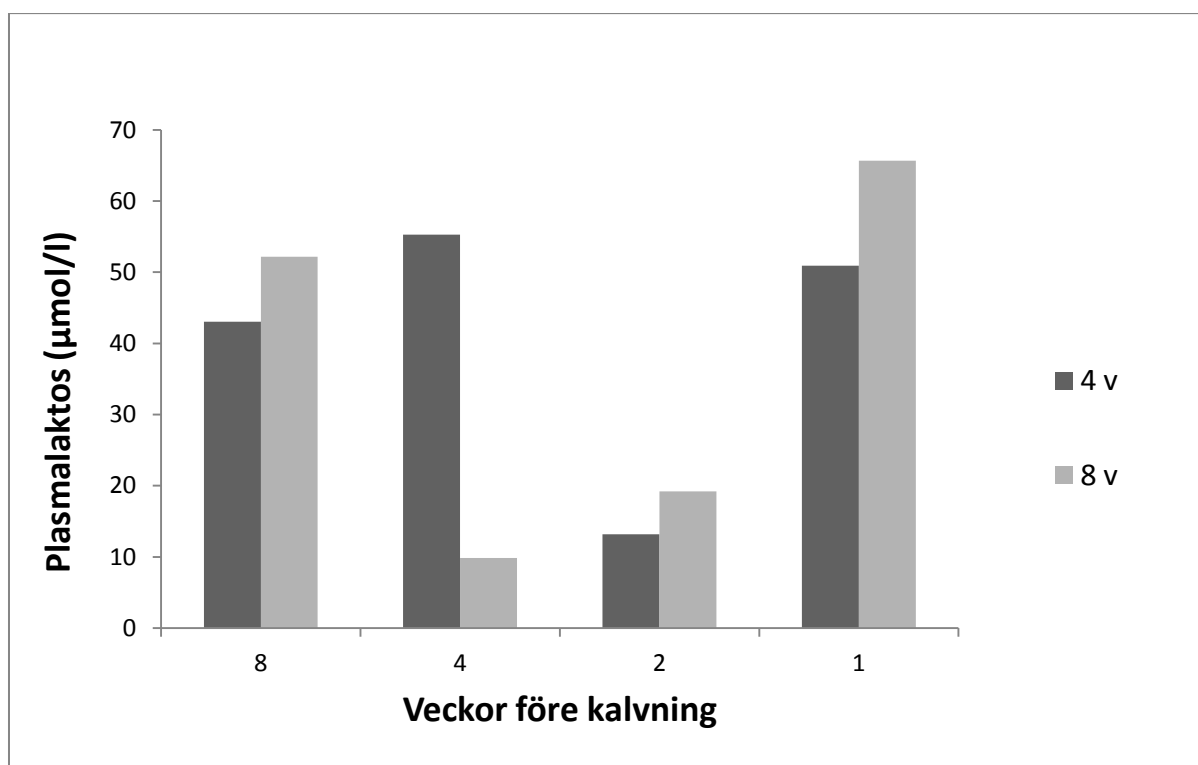
Laktos

Till skillnad från övriga plasmametaboliter gjordes ingen statistisk analys på laktoskoncentrationen i plasma, endast medelvärde för de båda behandlingsgrupperna räknades ut för varje mättpunkt: två månader före kalvning, en månad före kalvning, två veckor före kalvning och en vecka före kalvning. Antalet kor som ingick i varje mätpunkt samt medeltidpunkten för varje mätning för de båda grupperna visas i Tabell 15.

Tabell 15. Redovisning för hur många kor som bidrog med data till laktosresultatet samt medeltidpunkten för de olika mättidpunkterna i de två grupperna

	8-veckorsgruppen		4-veckorsgruppen	
	Antal kor	Dagar före kalvning	Antal kor	Dagar före kalvning
Mättidpunkt 1	10	59	11	59
Mättidpunkt 2	10	26	12	33
Mättidpunkt 3	11	14	12	15
Mättidpunkt 4	10	4	11	4

Koncentrationen av plasmalaktos, angett i $\mu\text{mol/l}$ under de olika mättidpunkterna visas i Figur 1. Medan de båda behandlingsgrupperna fortfarande mjölkades, cirka två månader före kalvning, hade 4-veckorsgruppen 43 $\mu\text{mol/l}$ och 8-veckorsgruppen 52 $\mu\text{mol/l}$ laktos i blodplasma. Det är främst i mätningen som är gjord en månad före kalvning som det skiljde sig mellan behandlingsgrupperna, då 4-veckorskorna hade betydligt högre laktoskoncentration i plasma jämfört med 8-veckorskorna (55 $\mu\text{mol/l}$ jämfört med 10 $\mu\text{mol/l}$). Under den tidpunkten mjölkades fortfarande 4-veckorskorna, men skulle inom några dagar sinläggas. Åttaveckorskorna hade däremot varit sinlagda i närmare fyra veckor redan. Vid två veckor före beräknad kalvning hade plasmakoncentrationen av laktos sjunkit till 13 $\mu\text{mol/l}$ för 4-veckorskorna medan den stigit till 19 $\mu\text{mol/l}$ för 8-veckorskorna. Några dagar före kalvning hade laktoskoncentrationen höjts igen, till nivåer som låg strax över de vid två månader före kalvning. Fyraveckorskorna hade 51 $\mu\text{mol/l}$ och 8-veckorskorna 65 $\mu\text{mol/l}$ laktos i plasma vid den tidpunkten.



Figur 1. Diagrammet visar laktoskoncentrationen i blodplasma ($\mu\text{mol/l}$) 8, 4, 2 och 1 vecka före kalvning för kor med fyra veckors sintid och för kor med åtta veckors sintid.

Vikt och hull

I den statistiska analysen ingick flest observationer i de två första perioderna, i dem ingick data från nästan alla kor som deltog i försöket. Runt 30 kor bidrog med data till både vikt- och

hullanalysen i de två första perioderna och de var någorlunda jämnt fördelade i de båda behandlingsgrupperna. Till period fem har antalet kor som bidrog med data till analysen sjunkit med nästan hälften, då alla kor ännu inte hunnit så långt i laktationen när den statistiska analysen till detta examensarbete gjordes. Av Tabell 16 framgår hur många kor som bidrog med data till resultaten i varje period, både för vikt och hull. Även hur många kor inom vikt- och hullobservationerna som tillhör 4- respektive 8-veckorsgruppen redovisas.

Tabell 16. Redovisning för hur många kor som bidrog med data till varje period, både för vikt- och hullanalysen, uppdelat på behandlingsgrupp (åtta respektive fyra veckors sintid) och ras (SRB respektive SH)

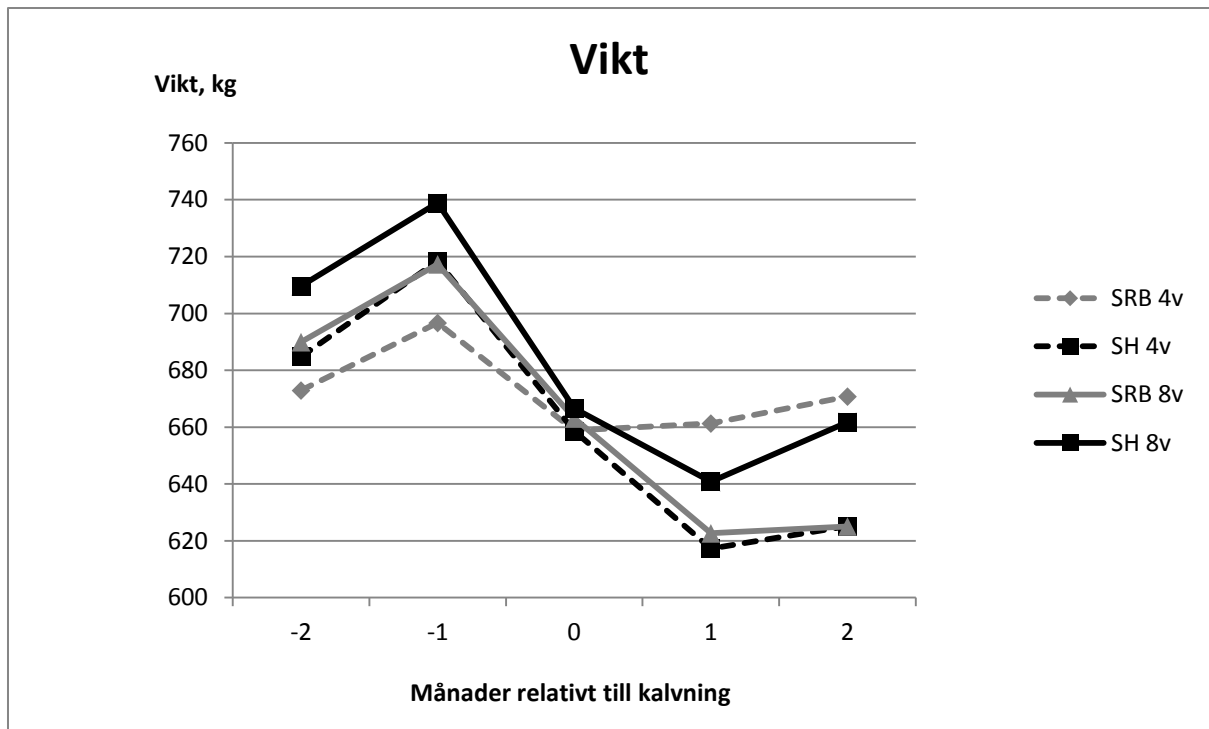
Period	Medeldagar relativt till kalvning (alla kor)	Vikt (antal kor)				Hull (antal kor)			
		SRB8v	SH8v	SRB4v	SH4v	SRB8v	SH8v	SRB4v	SH4v
1	-57	7	6	10	5	7	6	10	6
2	-30	7	6	10	6	7	6	11	6
3	+5	7	4	3	5	6	6	11	5
4	+26	8	4	6	5	8	3	6	6
5	+54	5	4	3	3	6	4	4	3

Den statistiska analysen visade att inga signifikanta skillnader kunde ses mellan behandlingarna, varken i vikt eller hull. Mättidpunkten hade däremot betydelse för både vikt och hull ($p < 0,0001$). Rasskillnader sågs i hullresultatet ($p < 0,0001$) då SRB hade högre hullpoäng i samtliga mättidpunkter, men rasskillnader sågs inte i viktresultatet. När effekten av behandling, mättidpunkt och ras tillsammans testades kunde skillnader ses i hullresultatet ($p < 0,01$), och tendens till skillnad i viktresultatet ($p < 0,059$).

Vikt

Resultaten av viktregistreringarna, baserade på LSM från effekten av behandling, ras och mättidpunkt, visas i Figur 2. I figuren är de två grupperna av kor med olika sinlängd även uppdelade på ras, vilket leder till att fyra olika grupper av kor presenteras i figuren: SRB med fyra veckors sintid (SRB4v), SH med fyra veckors sintid (SH4v), SRB med åtta veckors sintid (SRB8v) och SH med åtta veckors sintid (SH8v). Alla fyra grupper av kor hade en liknande viktuppgång (runt 30 kg) mellan två månader och en månad före kalvning, även om de hade olika utgångsvikter. Några dagar efter kalvning (visas som noll månader relativt till kalvning i Figur 2) låg alla kor väldigt lika i vikt, det skiljde bara 8 kg mellan de två grupper som hade lägst medelvikt (4-veckorsgrupperna på 659 kg) och gruppen som hade högst medelvikt (SH8v på 667 kg).

En månad efter kalvning fördelade sig medelvikterna för de olika grupperna dock lite ojämnare igen. SRB4v gick inte ner i vikt alls efter kalvningen utan låg på en liknande medelvikt som då, SH8v minskade 26 kg i medelvikt och gruppen av SRB8v samt gruppen av SH4v hade de största viktnedgångarna på ungefär 40 kg vardera. Till två månader efter kalvning hade alla grupper börjat öka i vikt igen. Från högsta till lägsta medelvikt skiljde det sig runt 100 kg för alla grupper utom för SRB4v, där skillnaden knappt var 40 kg.

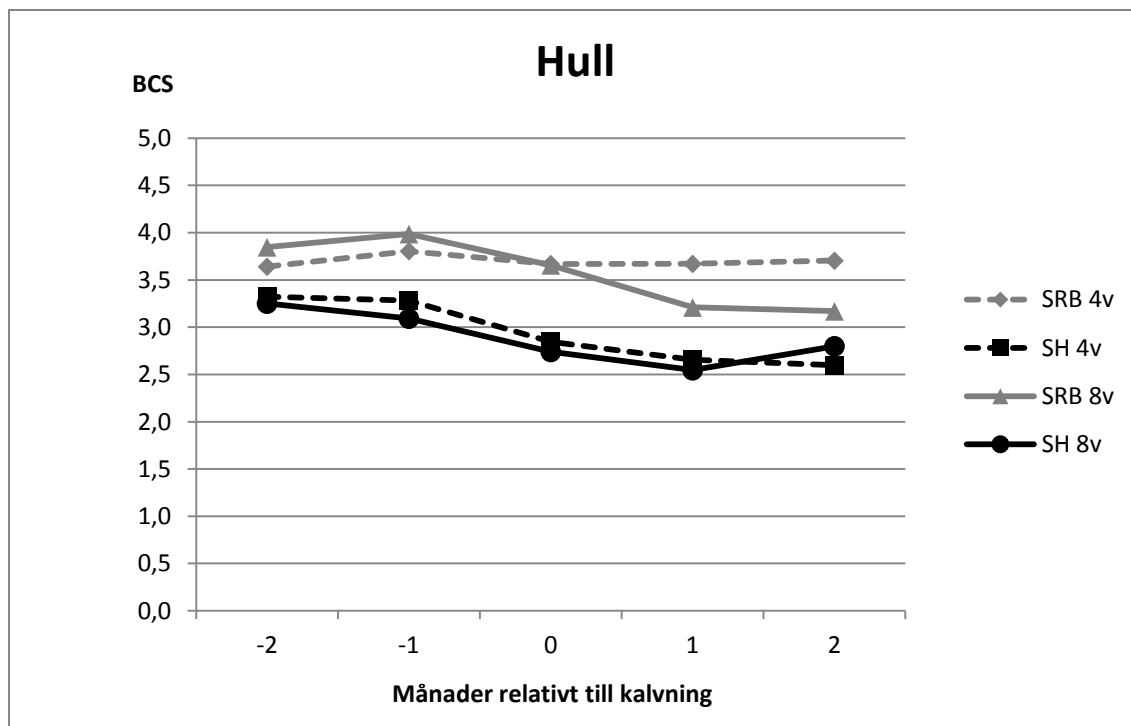


Figur 2. Vikterna från två månader före kalvning till två månader efter kalvning för korna inom försöket. Inom grupperna med de olika sintidslängderna (fyra och åtta veckors sintid) representeras raserna (SRB och SH) var för sig.

Hull

I resultaten för hullanalysen låg hela tiden SRB-grupperna ovanför SH-grupperna i BCS (se Figur 3). SRB-korna som tillhörde gruppen som skulle få fyra veckors sintid gick in i studien med ett medel-BCS på 3,6, SRB-korna som skulle få åtta veckors sintid med ett medel-BCS på 3,8 och båda grupperna av SH med ett medel-BCS på 3,3. SRB4v höll sedan sitt hull ganska konstant under hela den tiden som redovisas i Figur 3 (till två månader efter kalvning), med en liten topp upp till 3,8 en månad före kalvning, men sedan stabiliserade det sig på 3,7. SRB8v ökade också i hull första tiden och hade sin topp på 4,0 BCS en månad före kalvning. Till dagarna efter kalvning sjönk det dock till 3,7 och både en och två månader efter kalvning låg det sedan nere på 3,2.

Vad gäller SH-korna hade båda grupperna sitt högsta BCS i början av studien. SH4v höll samma poäng som de gick in i studien med (3,3) fram till en månad före kalvning innan de började sjunka, medan SH8v började sjunka direkt. SH8v hade allra lägst BCS en månad efter kalvning, då medel-BCS för gruppen låg på 2,5. Två månader efter kalvning hade det stigit till 2,8. För SH4v sjönk BCS stegvis efter kalvningen: från 2,8 dagarna efter kalvning, via 2,7 en månad efter kalvning, till 2,6 två månader efter kalvning.



Figur 3. Hull från två månader före kalvning till två månader efter kalvning för korna inom försöket. Inom grupperna med de olika sintidslängderna (fyra och åtta veckors sintid) representeras raserna (SRB och SH) var för sig.

Diskussion

Ungefär hälften av korna som hade beräknad kalvning inom tidsintervallet 20 november 2012 till 28 februari 2013 uppfyllde inte kriterierna att vara med i försöket (33 av 67 kor). Den största delen av korna som utgick hade för låg avkastning. Borträknat de två kor som kalvade mycket tidigare än beräknat var det 15 kor som ströks på grund av låg avkastning. Tio av dem var äldre (laktationsnummer två eller högre) kor av rasen SRB, vilket motsvarar två tredjedelar av alla kor som ströks på grund av låg avkastning. Även om det bland de ursprungliga korna fanns flest äldre SRB (26 av 67 kor) är de överrepresenterade i gruppen av de som strukits på grund av låg avkastning, då hela 38 % (10 av 26) av de äldre SRB som fanns från början ströks på grund av låg avkastning. Åtta äldre SRB kunde gå med i försöket och åtta äldre SRB ströks av andra orsaker. Med tanke på att det ändå handlar om relativt få kor är det svårt att säga om det generellt är så att äldre SRB har sämre uthållig laktation än äldre SH, men resultatet indikerar på det. Resultatet från Agenäs et al. (2013), att SRB läcker mer laktos än SH i senare delen av laktationen, understöder också den teorin. Det var bara tre förstakalvare, en SH och två SRB, av totalt 31 ursprungliga med laktationsnummer ett som ströks på grund av sin låga avkastning (9,6 % av förstakalvarna). Två av elva (18,2 %) äldre SH ströks på grund av låg avkastning.

Eftersom flera äldre SRB-kor utgick på grund av låg avkastning för de korna och det dessutom sinlades några kor felaktigt som 8-veckorskör istället för 4-veckorskör blev fördelningen mellan förstakalvare och äldre kor mellan de två behandlingsgrupperna något ojämn. I 4-veckorsgruppen ingick elva förstakalvare och i 8-veckorsgruppen sju förstakalvare. Fördelningen av äldre kor (sex i 4-veckorsgruppen och åtta i 8-veckorsgruppen) samt rasfördelningen blev åtminstone någorlunda jämna i båda grupperna.

Mjölkkavkastning

Eftersom inga statistiska analyser gjordes på mjölkkavkastningen är det bara skillnader i medeltal som diskuteras här. Fyraveckorskorna hade något högre mjölkkavkastning än 8-veckorskorna när det var ungefär tio veckor kvar till beräknad kalvning (21,9 och 20,5 kg/dag i medeltal). Eftersom 4-veckorsgruppen består av fler förstakalvare och det sedan tidigare är känt att förstakalvare har uthålligare laktation än äldre kor (bl.a. Stanton et al., 1992), kan det vara en av förklaringarna till detta. De 305 första dagarna i kornas laktation låg annars 8-veckorsgruppen något högre i produktion (10410 kg ECM) jämfört med 4-veckorsgruppens (10035 kg ECM). Även här kan den större andelen förstakalvare i 4-veckorsgruppen vara en del av förklaringen, eftersom 305-dagarsavkastningen vanligtvis är högre hos äldre kor.

Under 8-veckorskornas sista mjölkande vecka (ca nio veckor före beräknad kalvning) hade de i medeltal 19,6 kg mjölk i daglig avkastning. Också 4-veckorskorna hade sänkt sin medelavkastning från veckan före och låg på 20,6 kg i medelavkastning när det var ungefär nio veckor kvar till kalvning. Vid den här tiden borde kraftfodret ha dragits ner för 8-veckorskorna, varför deras sänkning i avkastning egentligen kunde ha varit större än 4-veckorskornas. Efter de fyra extra mjölkande veckorna hade dagsavkastningen för 4-veckorskorna sjunkit från 20,6 till 14,8 kg. Det innebär en sänkning på 5,8 kg. Detta är något mer än Odenstens (2006) uppgifter på att avkastningen sjunker med 0,17 kg/dag i sen laktation, vilket under 28 dagar skulle leda till en sänkning på ca 4,8 kg mjölk i daglig avkastning.

Under de fyra extra veckorna som 4-veckorskorna mjölkades gav de i medeltal 480 kg mjölk per ko, vilket leder till en genomsnittlig daglig mjölkkavkastning på 17,2 kg. Liknande siffror hittades även i litteraturen då Gulay et al. (2003) uppger 510 kg på 30 extra mjölkande dagar (=17,0 kg/dag) och Rastani et al. (2005) 422 kg på 24 dagar (=17,6 kg/dag) hos sina Holstein-kor. I båda dessa studier behandlades korna med bST. Korna i detta försök kommer alltså upp i de mängder mjölk som bST-behandlade kor gör i andra försök. Pezeshki et al. (2007) uppger en mjölmängd på 285 kg och Pezeshki et al. (2008) på 422 kg under 21 extra mjölkande dagar (=13,6 respektive 20,1 kg/dag) för äldre Holstein-kor. Våra siffror är i alla fall närmare dem båda än vad de är nära varandra, så sedan går det bara att spekulera i vad som gör att deras båda siffror är så pass långt ifrån varandra.

Efter kalvning hade 4-veckorskorna i medeltal nästan 9 kg mindre råmjölmängd under de fem mjölkningstillfällena tillsammans än vad 8-veckorskorna hade. De fem SH-korna som ingick i 4-veckorsgruppen i hade dock liknande råmjölmängd som 8-veckorskorna, det var SRB-korna i 4-veckorsgruppen som drog ner medeltalet. Om det är SRB som ras eller nyblivna andrakalvare av SRB som ger denna effekt efter en förkortad sintid är svårt att säga eftersom koantalet är litet, bara sex SRB varav fyra var nyblivna andrakalvare, ingick i 4-veckorsgruppen. Att råmjölmängden minskar efter en förkortad sintid observerades också av Grusenmeyer et al. (2005). Råmjölkskvaliteten kommer att analyseras och redovisas i det större sintidsförsöket. Råmjölkens innehåll av IgG bestämmer hur stor mängd råmjölk kalven behöver, då rekommendationerna är att serumkoncentrationerna av IgG hos kalven ska vara minst 10 mg/ml plasma efter 48 h (Akers, 2002a).

Även efter råmjölksperioden fortsatte 4-veckorskorna ha lägre avkastning än 8-veckorskorna. Under de tre följande veckorna efter råmjölksperioden mjölkade 4-veckorskorna totalt 94 kg mindre, i medeltal per ko. Detta innebär ca 31,3 kg mindre mjölk per vecka och ko för 4-veckorskorna jämfört med 8-veckorskorna. Med tanke på att 4-veckorskorna gav 480 kg mer mjölk i sen laktation, kan det gå ungefär 15 veckor med 31,3 kg mindre mjölk per ko

innan mängden mjölk från sen laktation inte längre kompenserar för den lägre mängden i tidig laktation (480 kg/31,3 kg/v=15,3v). Enligt litteraturen (Lotan och Alder, 1976; Gulay et al., 2003; Pezeshki et al., 2008) är det främst i tidig laktation kor med förkortad sintid får lägre avkastning, så tiden får utvisa om och i så fall hur mycket det kommer skilja i mjölkavkastning mellan grupperna under hela laktationen räknat.

Omräknat till procent uppgick 4-veckorskornas medelmjölkavkastning under de tre veckorna som följde efter råmjölkperioden till 87 % av 8-veckorskornas medelavkastning under samma period. Denna siffra är något lägre än vad som ses i de flesta andra studier (se Tabell 1), men samtidigt handlar detta bara om tre veckor och övriga studier har undersökt hur sintidslängden påverkar avkastningen under längre perioder än så, ofta hela nästföljande laktation. Dessutom bestod i det här fallet 4-veckorsgruppen av större andel nyblivna andrakalvare jämfört med 8-veckorsgruppen (65 respektive 47 % förstakalvare). Detta påverkar antagligen också resultatet eftersom flera studier visat att en förkortad sinperiod är mer negativt för blivande andrakalvare än för äldre kor med avseende på mjölkavkastning i nästföljande laktation (Dias och Allaire, 1986; Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2008). Annen et al. (2004) visade att nyblivna andrakalvarna med förkortad sintid hade 87 % av de nyblivna andrakalvarnas mjölkavkastning, alltså lika som för hela vår grupp, medan samma siffra i Watters et al. (2008) var 94 %.

En lägre avkastning i början av laktationen är inte bara negativt då det förhoppningsvis leder till att kon inte hamnar i lika djup negativ energibalans som om den har en hög avkastning. Energibalansen har ju som nämnts tidigare bland annat stor betydelse för fertiliteten (Butler, 2000), immunförsvaret och frekvensen av olika metaboliska sjukdomar (Rukkwamsuk et al., 1999). Detta ska tas i beaktande i beslutet om en kortare sintid.

Metabolism

Endast en signifikant skillnad kunde ses mellan behandlingsgrupperna i metabolitkoncentrationer i plasma. Det var plasmaglukoskoncentrationen som var lägre hos 8-veckorskorna än hos 4-veckorskorna (3,5 respektive 4,1 mmol/l) i period 4, d.v.s. veckan efter kalvning. En tendens till att plasmaglukoskoncentrationen även var lägre för 8-veckorskorna i period 3, d.v.s. upp till 20 dagar före kalvning, kunde också ses. En tendens till att 8-veckorskorna hade högre IGF-1-koncentrationer i period 3 och tendens till högre NEFA-koncentrationer i period 4 var annat som den statistiska analysen visade.

Angående skillnaden i glukoskoncentrationen i period 4 kan det bero på att skillnader mellan grupperna först är synliga efter kalvning, som i försöket Lotan och Alder (1976) där inga skillnader sågs före kalvning men att kor med förkortad sintid hade lägre NEFA-halter och högre glukoshalter efter kalvning. Hur mycket korna mjölkar efter kalvning har högst troligt betydelse för energibalansen och av detta försök framgår att 4-veckorskorna mjölkade sämre än 8-veckorskorna i tidig laktation. Pezeshki et al. (2007) såg inga skillnader i glukoskoncentration efter kalvning mellan kor med förkortad och traditionell sintid, men inte heller skillnader i mjölkavkastning. Bernier-Dodier et al. (2011) såg dock inga skillnader i glukoskoncentrationen efter kalvning fastän korna med förkortad sintid mjölkade sämre. Däremot hade korna med förkortad sintid i det försöket lägre BHBA-koncentrationer veckorna efter kalvning, vilket är ett annat tecken på att de hade något bättre energibalans än korna med traditionell sintid.

Eftersom det var så få kor som bidrog med data till period 4, bara 15 stycken, är det svårare att dra några slutsatser, men att korna med förkortad sintid har högre glukoskoncentration

tillsammans med tendensen till lägre NEFA-koncentration i plasma tyder på att 4-veckorskorna hade något bättre energibalans än 8-veckorskorna veckan efter kalvning.

Hälsa

Enligt litteraturen (Schukken et al., 1993; Dingwell et al., 2004; Odensten, 2006; Madouasse et al., 2012) borde den sänkta mjölmängden vid sinläggning hos 4-veckorskorna vara positivt för juverhälsan. Enligt sjukdomsanteckningarna sågs dock inga sådana resultat i mastitförekomsten under sintiden eller vid kalvningen mellan grupperna. Fyra av 17 4-veckorskor rapporterades ha mastit när de kalvade, men en av dessa mastiter visade sig bara vara blodblandad mjölk, så totalt tre 4-veckorskor kan sägas fått mastit under sintiden. I 8-veckorsgruppen var det en ko som fick mastit nära efter sinläggningen och en som hade mastit vid kalvningen, av totalt 15 kor i den gruppen.

Övriga sjukdomar förekom bara i enstaka fall, varför inte heller de går att koppla till någon sintidslängd, men redovisades ändå för att de eventuellt kan påverka andra resultat, så som mjölkavkastningen, vikt och hull. Både när det gäller mastit och de övriga sjukdomarna är det allt för få kor med i försöket så här långt för att det ska gå att dra några slutsatser om hur sintidslängden påverkar hälsan. Även försök med många kor (t.ex. Coppock et al., 1974) har det varit svårt att påvisa positiva hälsoeffekter av en förkortad sintid.

Laktos

Eftersom laktos bara syntetiseras i juvret är laktos i plasma ett mått på hur genomsläppliga juverepitelcellernas tight junctions är. Vanligtvis ska tight junctions hålla mjölkkomponenterna i alveollumen, men då juvret börjar tillbakabildas, i sen laktation och vid sinläggningen när mjölk ansamlas i juvret blir tight junctions mer genomsläppliga och laktos kan läcka ut i blodet (Hurley, 1989; Stelwagen et al., 1997).

Laktosresultatet visar tydligt att mer laktos läckte ut i plasma när korna ännu mjölkades än när de var färdigt sinlagda. Den största skillnaden i koncentrationen av plasmalaktos mellan grupperna sågs när 4-veckorskorna fortfarande mjölkades vid fyra veckor före kalvning och 8-veckorskorna hade varit sinlagda flera veckor vid samma tidpunkt. Till två veckor före kalvning hade plasmakoncentrationen av laktos sjunkit till liknande halter hos 4-veckorskorna som 8-veckorskorna hade när de var sinlagda. Det tog alltså mindre än två veckor för 4-veckorskorna att nå samma låga koncentrationer som 8-veckorskorna visade i mitten av sin sintid. Eftersom vi inte vet hur mycket laktos som bildades under sintiden är det svårt att dra slutsatser om hur genomsläppliga tight junctions var under sintiden, men förutsatt att det bildades lika mycket laktos hos båda grupperna verkar tight junctions-funktionen vara likartad hos båda behandlingsgrupperna två veckor före kalvning då båda grupperna var sinlagda. Det sker hormonförändringar dagarna före kalvning, bl.a. sjunker progesteronkoncentrationen samtidigt som estradiolkoncentrationen i serum höjs (Akers, 2002b), som troligen påverkar tight junctions genomsläpplighet. Injektioner av estradiol i sen laktation ökar nämligen tight junctions genomsläpplighet (Agenäs et al., 2013). Att plasmalaktoskoncentrationen för båda grupperna stigit till veckan före kalvning kan därför troligen förklaras av hormonförändringarna som sker vid den tiden.

Vikt och hull

I och med att fler kor bidrog med data vid de två hullbedömningarna och vägningarna före kalvning är det före kalvning det säkraste resultatet kan ses. När det gäller vikt kunde man se att SH4v och SRB8v var de grupper som hade mest lika medelvikt från början, runt 690 kg.

SRB8v hade dock 0,5 BCS högre än SH4v. SH8v hade högst medelvikt (710 kg) av alla fyra grupper två månader före kalvning, troligen på grund av att de var de största korna eftersom hullet inte skiljde från SH4v vid den tidpunkten. Lägst vikt vid två månader före kalvning hade SRB4v (675 kg), men de hade ändå högre BCS än de båda SH-grupperna.

Från två månader fram till en månad före kalvning ökade alla grupper ungefär lika mycket i vikt, medelvikten steg med ungefär 30 kg i varje grupp. Det var under den här tiden som 4-veckorsgrupperna mjölkades medan 8-veckorskorna var i sin. Fastän 4-veckorskorna fick fri tillgång på ensilage och kraftfoder enligt mjölkavkastningen gick de alltså inte mer upp i vikt än 8-veckorskorna som åt enligt sinkofoderstaten. Det var antagligen på grund av att medelmjölkavkastningen ändå var så pass hög som dryga 17 kg/dag under den extra mjölkande månaden. Hullbedömningarna visar att båda SRB-grupperna ökat aningen i hull (+0,2 BCS) mellan två månader och en månad före kalvning, medan SH-grupperna minskat något (-0,1 BCS). Kanske bara de mindre SRB-korna såg rundare ut närmare kalvning än vad de större SH-korna gjorde, eftersom viktuppgången inte skiljde sig mellan raserna. Sintidslängden verkar i alla fall ha mindre betydelse eftersom det inom raserna var likadana trender oberoende sintidslängd.

Veckan efter kalvning hamnade alla gruppers medelvikt väldigt nära varandra då alla låg mellan 659 och 667 kg. SH4v och SRB8v hade tappat 60 respektive 54 kg sedan en månad före kalvning. SH8v sjönk mest i vikt med 72 kg och SRB4v minst med 38 kg, från månaden före. Om det beror på att viktdata baseras på färre kor vid denna tidpunkt än de två tidigare eller att SH8v förlorat så pass mycket mera energi från senaste vägningen är svårt att säga. Det vi vet är i alla fall att SRB4v hade betydligt mindre råmjölksmängd än de övriga grupperna (nästan 25 kg mindre mjölk under de fem första mjölkningarna). Eftersom foderintaget före kalvning inte heller kommer att undersökas i det större sintidsprojektet kommer vi inte få veta hur foderintaget sett ut. Hullbedömningen dagarna efter kalvning baserar sig på fler kor än viktresultatet. Det stämmer ändå bra överens med viktresultatet och visar att SRB4v tappat minst hull sedan förra bedömningen.

Från kalvning fram till en månad efter kalvning är SRB4v den enda gruppen som inte tappat i vikt. Enligt resultaten håller istället gruppen samma medelvikt (bara +2 kg) som veckan efter kalvning och två månader efter kalvning har medelvikten ökat med 12 kg sedan kalvning. Övriga grupper går ner i vikt från kalvning till en månad efter kalvning. SRB8v och SH4v går ner runt 40 kg och SH8v runt 20 kg. SH8v går sedan upp i vikt igen till två månader efter kalvning så de i princip hamnar på samma vikt som veckan efter kalvning, medan de två andra grupperna sakta ökar i vikt från en månad till två månader efter kalvning, men två månader efter kalvning var vikten fortfarande runt 30 kg lägre än veckan efter kalvning. Som nämndes tidigare grundar sig dock resultaten för vikt och hull både en och två månader efter kalvning på relativt få kor jämfört med de tidigare mättpunkterna. Att sedan dessa kor delas in i fyra grupper gör att speciellt 4-veckorsgruppernas resultat grundar sig på bara några få kor. Därför ska det bli intressant att se vad det större sintidsprojektet kommer fram till, om också där SRB4v kommer att sticka ut från de övriga grupperna. En trolig förklaring är att de deras mjölkavkastning är så pass mycket lägre att det ger utslag i vikt- och hullresultaten.

Slutsatser

Äldre SRB verkar ha svårt att hålla mjölmängden uppe i sen laktation och verkar preliminärt vara mindre lämpade för en förkortad sintidslängd än äldre SH. De flesta av de kor som uteslöts från försöket p.g.a. för låg avkastning (<15kg/dag 10 veckor före kalvning) var just

äldre SRB-kor. Blivande andrakalvare av SRB-ras och både yngre och äldre SH verkar däremot inte ha några problem med att hålla mjölkavkastningen uppe under fyra extra veckor i sen laktation. En extra mjölmängd på 480 kg erhöles i sen laktation för korna med fyra veckors sintid jämfört med korna med åtta veckors sintid. Medelavkastningen per dag och ko under den extra mjölkande månaden för korna med förkortad sintid blev således 17,2 kg.

I tidig laktation hade istället korna som haft fyra veckors sintid lägre mjölkavkastning, både under råmjölksperioden och under de tre veckorna som följde den. Under de tre veckorna mjölkade korna med förkortad sintid i medeltal 94 kg mindre mjölk per ko än korna med traditionell sintid. Om det beror på att gruppen av kor med förkortad sintid består av fler förstakalvare, vilka enligt tidigare studier blir mer negativt påverkade av en förkortad sintid än äldre kor vad gäller mjölkavkastningen, eller om det är SRB-rasen som drar ner mjölkavkastningen, får det större sintidsprojektet utreda. Med det låga koantalet i detta examensarbete går det inte att dra sådana slutsatser.

I litteraturen finns flera exempel på att kor med förkortad sintid inte hamnar i lika djup negativ energibalans som kor med traditionell sintid i tidig laktation. Under veckan efter kalvning kunde det även i detta arbete ses en skillnad i plasmaglukoskoncentrationen mellan behandlingsgrupperna, då korna med fyra veckors sintid hade högre koncentration än korna med åtta veckors sintid. Också en tendens till att NEFA-koncentrationerna var lägre hos fyra veckorskorna kunde ses. Om skillnader även kan ses en längre tid in i laktationen och då plasma från fler kor inkluderas i analysen ska bli intressant att se.

Inga effekter av sintidslängd på hälsan kunde ses hos korna som deltagit i sintidsförsöket så här långt, varken på antalet mastiter eller andra sjukdomar.

Förutsatt att lika mycket laktos bildades under sintiden hos båda behandlingsgrupperna verkar inte tight junctions-funktionen påverkas av sintidslängden.

Angående hull och vikt såg kurvorna för de olika grupperna rätt lika ut, speciellt före kalvning. Efter kalvning var det SRB4v som utmärkte sig, då den gruppen inte sjönk i varken vikt eller hull, så som övriga grupper gjorde. Hullet hos dem hölls konstant fram till två månader efter kalvning, vilket var så långt data till detta arbete sträckte sig. Medelvikten hos dem ökade aningen med tiden. SH4v och SRB8v hade nästan identiska medelviktkurvor under hela mättiden och tappade mest i vikt efter kalvning. Hullkurvorna följde överlag viktkurvorna väl för alla grupper, men SRB-grupperna låg hela tiden på högre hullpoäng än SH-grupperna. Liksom för mjölkavkastning och metabolism behöver dock fler kor inkluderas för att se om tendenserna som syns i vikt- och hullresultaten bara gäller för de få individer som deltog i denna del av försöket eller om de är mer generella.

Tack till

Först vill jag tacka min handledare Kjell Holtenius för all hjälp jag fått av honom med detta examensarbete. Jag har alltid snabbt fått svar på mina frågor fastän han haft mycket annat att göra. Sedan vill jag också tacka personalen i kostallet på Lövsta forskningscentrum som bland mycket annat sett till att korna sinlagts på rätt datum och hjälpt till att registrera vikter och mjölmängder. Speciellt Gunilla Helmersson vill jag tacka eftersom det främst är hon som fått utstå alla mina informationspäckade mail och fått svara på alla mina frågor angående korna. Även Håkan Wallin på Kungsängens laboratorium som analyserat alla plasmaprover förtjänar ett stort tack, liksom Cecilia Kronqvist som bistod med sin tid och kunskap vid de statistiska analyserna.

Referenser

- Agenäs, S., Berglund, B., Holtenius, K. 2013. Lactose is lost from milk to urine throughout the lactation in dairy cows. Manuscript.
- Akers, R. M. 2002a. Biochemical properties of mammary secretions. In: Lactation and the mammary gland, 206-207. Blackwell Publishing, Iowa.
- Akers, R. M. 2002b. Endocrine, growth factor, and neural regulation of mammary development. In: Lactation and the mammary gland, 140. Blackwell Publishing, Iowa.
- Albright, R. J. & Grant, J. L. 2002. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 84, E156-E163.
- Andersen, J. B., Madsen, T. G., Larsen, T., Ingvarsten, K. L., Nielsen, M. O. 2005. The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturient cows. *Journal of Dairy Science* 88, 3530-3541.
- Andersen, J. B., Sehested J., Ingvarsten, K. L. 1999. Effect of dry cow feeding strategy on rumen pH, concentration of volatile fatty acids and rumen epithelium development. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 49, 149-155.
- Annen, E. L., Collier, R. J., McGuire, M. A., Vicini, J. L., Ballam, J. M., Lormore, M. J., 2004a. Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87, 3746-3761.
- Annen, E. L., Collier, R. J., McGuire, M. A., Vicini, J. L. 2004b. Effects of dry period length on milk yield and mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science* 87, E66-E76.
- Arnold, P. T. Dix & Becker, R. B. 1936. Influence of preceding dry period and of mineral supplementation on lactation. *Journal of Dairy Science* 19, 257-266.
- Auchtung, T. L., Rius, A. G., Kendall, P. E., McFadden, T. B., Dahl, G. E. 2005. Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 121-127.
- Bachman, K. C. & Schairer, M. L. 2003. Invited review: bovine studies on optimal lengths of dry periods. *Journal of Dairy Science* 86, 3027-3037.
- Bachman, K. C. 2002. Milk production of dairy cows treated with estrogen at the onset of a short dry period. *Journal of Dairy Science* 85, 797-803.
- Beam, S.W. & Butler, W. R. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility, Supplement* 54, 411-424.
- Bell, A. W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* 73, 2804-2819.
- Bernier-Dodier, P., Girard, C. L., Talbot, B. G., Lacasse, P. 2011. Effect of dry period management on mammary gland function and its endocrine regulation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94, 4922-4936.
- Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C., Stoddard, E. Y. 1992. Effect Of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *Journal of Dairy Science* 75, 1914-1922.
- Bushe, T. & Oliver, S. P. 1987. Natural protective factors in bovine mammary secretion following different methods of milk cessation. *Journal of Dairy Science* 70, 696-704.
- Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60, 449-457.
- Capuco, A. V., Bright, S. A., Pankey, J. W., Wood, D. L., Miller, R. H., Bitman, J. 1992. Increased susceptibility to intramammary infection following removal of teat canal keratin. *Journal of Dairy Science* 75, 2126-2130.

- Capuco, A. V., Akers, R. M., Smith, J. J. 1997. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. *Journal of Dairy Science* 80, 477-487.
- Capuco, A. V., Ellis, S. E., Hale, S. A., Long, E., Erdman, R. A., Zhao, X., Paape, M. J. 2003. Lactation persistency: insights from mammary cell proliferation studies. *Journal of Animal Science* 81, 18-31.
- Church, G. T., Fox, L. K., Gaskins, C. T., Hancock, D. D., Gay, J. M. 2008. The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 91, 4219-4225.
- Collier, R. J., Annen-Dawson, E. L., Pezeshki, A. 2012. Effects of continuous lactation and short dry periods on mammary function and animal health. *Animal* 6, 403-414.
- Coppock, C. E., Everett, R. W., Natzke, R. P., Ainslie, H. R. 1974. Effect of dry period length on Holstein milk production and selected disorders at parturition. *Journal of Dairy Science* 57, 712-717.
- Cousins, C. L., Higgs, T. M., Jackson, E. R., Neave, F. K., Dodd, F. H. 1980. Susceptibility of the bovine udder to bacterial infection in the dry period. *Journal of Dairy Research* 47, 11-18.
- Dias, F. M. & Allaire, F. R. 1982. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. *Journal of Dairy Science* 65, 136-145.
- Dingwell, R. T., Leslie, K. E., Schukken, Y. H., Sargeant, J. M., Timms, L. L., Duffield, T. F., Keefe, G. P., Kelton, D. F., Lissemore, K. D., Conklin, J. 2004. Association of cow and quarter-level factors at drying-off with new intramammary infections during the dry period. *Preventive Veterinary Medicine* 63, 75-89.
- Dirksen, G. U., Liebich, H. G., Mayer, E. 1985. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Practice* 20, 116-120.
- Do Amaral, B. C., Connor, E. E., Tao, S., Hayen, J., Bubolz, J., Dahl, G. E. 2009. Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation? *Journal of Dairy Science* 92, 5988-5999.
- Drackley, J. K. 1999. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *Journal of Dairy Science* 82, 2259-2273.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72, 68-78.
- Funk, D. A., Freeman, A. E., Berger, P. J. 1987. Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. *Journal of Dairy Science* 70, 2366-2373.
- Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, S. C. J., Chase, L. E., Coopers, M. D. 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 73, 3132-3140.
- Goff, J. P. & Horst, R. L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science* 80, 1260-1268.
- Grum, D. E., Drackley, J. K., Younker, R. S., LaCount, D. W., Veenhuizen, J. J. 1996. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 79, 1850-1864.
- Grummer, R.R., Brickner, A., Silva-del-Rio, N. 2007. High forage or high grain for dry cows: What is best for animal health and production? Proceedings of the 13th International Conference. I: Production diseases in farm animals (red. Fürll, M.) 187-195. Leipzig.
- Grummer, R. R. & Rastani, R. R. 2004. Why re-evaluate dry period length. *Journal of Dairy Science* 87, E77-E85.
- Grummer, R. R. & Rastani, R. R. 2005. Strategies for shortening the dry period. Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference, 129-140.
- Grummer, R. R., Mashek, D. G., Hayirli, A. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20, 447-470.

- Grusenmeyer, D., Ryan, C., Overton, T. 2005. Keep colostrum in mind when shortening dry periods. <http://www.ansci.cornell.edu/pdfs/pd2005decp24.pdf>
- Gulay, M. S., Hayen, M. J., Bachman, K. C., Belloso, T., Liboni, M., Head, H. H. 2003. Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30-d) or normal (60-d) dry periods. *Journal of Dairy Science* 86, 2030-2038.
- Gulay, M. S., Hayen, M. J., Head, H. H., Wilcox, C. J., Bachman, K. C. 2005. Milk production from Holstein half udders after concurrent thirty- and seventy-day dry periods. *Journal of Dairy Science* 88, 3953-3962.
- Gumen, A., Keskin, A., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Karakaya, E., Wiltbank, M. C. 2011. Dry period management and optimization of post-partum reproductive management in dairy cattle. *Reproduction in Domestic Animal* 46, 11-17.
- Gumen, A., Rastani, R. R., Grummer, R. R., Wiltbank, M. C. 2005. Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *Journal of Dairy Science* 88, 2401-2411.
- Heuer, C., Van Straalen, W. M., Schukken, Y. H., Dirkwagen, A., Noordhuizen, J. P. T. M. 2000. Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. *Livestock Production Science* 65, 91-105.
- Holdvurderingsskjema for NRF-kyr, 2012-12- 03: <http://www.geno.no/Global/Geno.no/02%20Dokumenter/Semintjeneste/holdvurdering%20nrf%20kyr.pdf>
- Holst, B. D., Hurley, W. L., Nelson, D. R. 1987. Involution of the bovine mammary gland: histological and ultrastructural changes. *Journal of Dairy Science* 70, 935-944.
- Huntington, G. B., Britton, R. A., Prior, R. L. 1981. Feed intake, rumen fluid volume and turnover, nitrogen and mineral balance and acid-base status of wethers changed from low to high concentrate diets. *Journal of Animal Science* 52, 1376-1387.
- Hurley, W. L. 1989. Mammary gland function during involution. *Journal of Dairy Science* 72, 1637-1646.
- Ingvartsen, K. L. & Andersen, J. B. 2000. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science* 83, 1573-1597.
- Ingvartsen, K. L. 2006. Feeding and management related diseases in the transition cow. *Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. Animal Feed Science Technology* 126, 175-213.
- Keown, J. F. & Everett, R. W. 1986. Effect of days carried calf, days dry and weight of first calf heifers on yield. *Journal of Dairy Science* 69, 1891-1896.
- Klein, J. W. & Woodward, T. E. 1943. Influence of length of dry period upon the quantity of milk produced in the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 26, 705-713.
- Kuhn, M. T., Hutchison, J. L., Norman, H. D. 2005a. Characterization of days dry for United States Holsteins.
- Kuhn, M. T., Hutchison, J. L., Norman, H. D. 2005b. Minimum days dry to maximize milk yield in subsequent lactation. *Animal Research* 54, 351-367.
- Kuhn, M. T., Hutchison, J. L., Norman, H. D. 2006a. Dry period length to maximize production across adjacent lactations and lifetime production. *Journal of Dairy Science* 89, 1713-1722.
- Kuhn, M. T., Hutchison, J. L., Norman, H. D. 2006b. Effects of length of dry period on yields of milk fat and protein, fertility and somatic cell score in the subsequent lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Research* 73, 154-162.
- Kuhn, M. T., Hutchison, J. L., Norman, H. D. 2007. Dry period length in US Jerseys: characterization and effects on performance. *Journal of Dairy Science* 90, 2069-2081.

- Lotan, E. & Alder, J. H. 1976. Observations on the effect of shortening the dry period on milk yield, body weight, and circulating glucose and FFA levels in dairy cows. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 101, 77-82.
- Lucy, M. C. 2001. ADSA Foundation Scholar Award: Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *Journal of Dairy Science* 84,1277–1293.
- Lövsta forskningscentrum verksamhetshandbok, 2012
- Madouasse, A., Browne, W. J., Huxley, J. N., Toni, F., Bradley, A. J., Green, M. J. 2012. Risk factors for a high somatic cell count at the first milk recording in a large sample of UK dairy herds. *Journal of Dairy Science* 95, 1873-1884.
- Madsen, T. G., Andersen, J. B., Ingvarsten, K. L., Nielsen, M. O. 2004. Continuous lactation in dairy cows: effects on feed intake, milk production and mammary nutrient extraction. *Journal of Animal and Feed Sciences* 13, 503-506.
- Madsen, T. G., Nielsen, M. O., Andersen, J. B., Ingvarsten, K. L. 2008. Continuous Lactation in Dairy Cows: Effect on Milk Production and Mammary Nutrient Supply and Extraction. *Journal of Dairy Science* 91, 1791-1801.
- Makuza, S. M.; McDaniel, B. T., 1996: Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* 79, 702-709.
- Mallard, B. A., Dekkers, J. C., Ireland, M. J., Leslie, K. E., Sharif, S., Lacey Vankampen, C., Wagter, L., Wilkie, B. N. 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *Journal of Dairy Science* 81, 585-595.
- Odensten, M. 2006. Drying off the dairy cow – Effects on metabolism and udder health. Doctoral Thesis of Agricultural Science, Uppsala.
- Oliver, S. P. & Sordillo, L. M. 1988. Udder health in the periparturient period. *Journal of Dairy Science* 71, 2584-2606.
- Paape, M. J., Miller, R. H., Young, M. D., Peters, R. R. 1992. Influence of involution on intramammary phagocytic defense mechanisms. *Journal of Dairy Science* 75, 1849-1856.
- Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G. R., Rahmani, H. R., Collier, R. J., Burvenich, C. 2007. Effects of short dry periods on performance and metabolic parameters in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 5531-5541.
- Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G. R., De Spiegeleer, B., Collier, R. J., Burvenich, C. 2008. The effect of dry period length reduction to 28 days on the performance of multiparous dairy cows in the subsequent lactation. *Canadian Journal of Animal Science* 88, 449-456.
- Pezeshki, A., Capuco, A. V., De Spiegeleer, B., Peelman, L., Stevens, M., Collier, R. J., Burvenich, C. 2010. An integrated view on how the management of the dry period length of lactating cows could affect mammary biology and defence. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94, e7-e30.
- Pinedo, P., Risco, C., Melendez, P. 2011. A retrospective study on the association between different lengths of the dry period and subclinical mastitis, milk yield, reproductive performance, and culling in Chilean dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94, 106-115.
- Quarrie, L. H., Addey, C. V. P., Wilde, C. J. 1996. Programmed cell death during mammary tissue involution induced by weaning, litter removal, and milk stasis. *Journal of Cellular Physiology* 168, 559-569.
- Rabelo, E., Rezende, R. L., Bertics, S. J., Grummer, R. R. 2005. Effects of pre- and postfresh transition diets varying in dietary energy density on metabolic status of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 4375-4383.
- Rajala-Schultz, P. J., Hogan, J. S., Smith, K. L. 2005. Short communication: association between milk yield at dry-off and probability of intramammary infections at calving. *Journal of Dairy Science* 88, 577-579.

- Rastani, R. R. & Grummer, R. R. 2005. Consequences of shortening the dry period in dairy cows. *Recent Advances in Animal Nutrition*, 293-314.
- Rastani, R. R., Grummer, R. R., Bertics, S. J., Gumen, A., Wiltbank, M. C., Mashek, D. G., Schwab, M. C. 2005. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science* 88, 1004-1014.
- Rukkwamsuk, T., Kruip, T.A.M., Wensing, T. 1999. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problem of high producing dairy cows during the postparturient period. *The Veterinary Quarterly* 21, 71-77.
- Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Cue, R. I., Girard, C. L., Pellerin, D. 2011. Complete-lactation milk and component yields following a short (35-d) or a conventional (60-d) dry period management strategy in commercial Holstein herds. *Journal of Dairy Science* 94, 2302-2311.
- SAS 9.1. 2002. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schaeffer, L. R. & Henderson, C. R. 1972. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. *Journal of Dairy Science* 55, 107-112.
- Schlamberger, G., Wiedemann, S., Viturro, E., Meyer, H. H. D., Kaske M. 2010. Effects of continuous milking during the dry period or once daily milking in the first 4 weeks of lactation on metabolism and productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 2471-2485.
- Schukken, Y. H., Vanvliet, J., Vandegeer, D., Grommers, F. J. 1993. A randomized blind trial on dry cow antibiotic infusion in a low somatic cell count herd. *Journal of Dairy Science* 76, 2925-2930.
- Sorensen, J. T. & Enevoldsen, C., 1991. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 74, 1277-1283.
- Stanton, T. L., Jones, L. R., Everett, R. W., Kachman, S. D. 1992. Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. *Journal of Dairy Science* 75, 1691-1700.
- Stelwagen, K., Farr, V. C., McFadden, H. A., Prosser, C. G., Davis, S. R. 1997. Time course of milk accumulation-induced opening of mammary tight junctions, and blood clearance of milk components. *The American Journal of Physiology* 273, R379-R386.
- Svensk Mjök, 2012a. Standardrutiner: Sinläggning:
<http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarten/Foretagande/Standardrutiner/Sinlaggning/>
- Svensk Mjök, 2012b. Standardrutiner: Kon efter kalvning, dag 2-21:
<http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarten/Foretagande/Standardrutiner/Kon-efter-kalvning/>
- Van Knegsel, A. T. M. 2007. Energy partitioning in dairy cows – Effects of lipogenic and glucogenic diets on energy balance, metabolites and reproduction variables in early lactation. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.
- Watters, R. D., Guenther, J. N., Brickner, A. E., Rastani, R. R., Crump, P. M., Clark, P. W., Grummer, R. R. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91, 2595-2603.
- Watters, R. D., Wiltbank, M. C., Guenther, J. N., Brickner, A.E., Rastani, R. R., Fricke, P. M., Grummer, R. R. 2009. Effect of dry period length on reproduction during the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 92, 3081-3090.
- Wilde, C. J., Knight, C. H., Flint, D. J. 1999. Control of milk secretion and apoptosis during mammary involution. *Journal of Mammary Gland and Neoplasia* 4, 129-136.
- Wilde, C. J. & Peaker, M. 1996. Feedback control of milk secretion from milk. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 3, 307-315.
- Wilton, J. W., Burnside, E. B., Rennie, J. C. 1967. The effects of days dry and days open on the milk and butterfat production of Holstein Friesian cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 47, 85-90.
- Åderman, K. W. 1910. *Husdjurens skötsel och vård. I: Den praktiske landbrukaren.* (red. Hallenborg, J. F, Funkquist, H., Åderman, K. W.) 349. Fröleen & Comp., Stockholm.

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.

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

*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-management*